

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

FACOLTÀ DI ECONOMIA

Corso di Laurea in Economia e Commercio



Tesi di Laurea in Economia Matematica

Esperimenti su mercati finanziari con agenti naturali ed artificiali

Relatore:
Prof. Pietro Terna

Candidato:
Alessandro N. Cappellini

Correlatore:
Prof. Sergio Margarita

ANNO ACCADEMICO 2002-2003

Alla mia famiglia

Ringraziamenti

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno seguito in questo lavoro e in modo particolare il relatore prof. Pietro Terna ed il correlatore prof. Sergio Margarita.

Ringrazio il Laboratorio di Informatica applicata alle Scienze Economiche e Sociali Giorgio Rota e il Dipartimento di Scienze Economiche e Finanziarie Giuseppe Prato, per l'aiuto tecnico e per avermi concesso l'uso delle attrezzature informatiche con cui condurre gli esperimenti.

Particolari ringraziamenti vanno agli amici Andrea Vanara, Paolo Mezzera e Marco Canavesio che hanno collaborato con me al programma SUM.

Il ringraziamento più sentito va a tutta la mia famiglia ed ai miei amici.

Indice

Ringraziamenti	2
Indice	2
Introduzione	7
1 Le bolle speculative	10
1.1 Le bolle speculative	10
1.2 Il comportamento degli investitori	11
1.2.1 Una analisi psicologica	12
1.3 Bolle nella storia	15
1.3.1 Tulipani	16
1.3.2 Law e il Mississippi	17
1.3.3 South Seas Bubble	18
1.3.4 1929	19
1.3.5 1987	21
1.4 New Economy	21
1.4.1 Aspetti macroeconomici	22
1.4.2 La crisi	25
1.4.3 Scandali contabili	26
1.4.4 La bolla	28
1.5 Governi e prevenzione	32
1.5.1 Si possono ancora creare delle bolle?	34
1.6 Informazione e finanza	34
1.7 Conclusioni	36
2 Le simulazioni	37
2.1 Vantaggi delle simulazioni	39
2.2 Critiche (confutabili) alle simulazioni	41
2.3 Problemi delle simulazioni	42
2.4 Le simulazioni e le scienze dell'uomo	43
2.5 Cognitivismo	44
2.6 Comportamento e esperimenti	45
2.7 <i>Agent Based Model</i>	47
2.8 Finanza, Informatica e Simulazioni	49
2.9 Lo schema ERA	50

3	Il Modello SUM	52
3.1	SUM	52
3.2	Lo schema ERA applicato a SUM	53
3.3	Schema di SUM	55
3.4	La struttura: il <i>book</i>	57
3.4.1	L'evoluzione del <i>book</i>	58
3.4.2	Il realismo	60
3.4.3	Il meccanismo delle aste: un esempio	61
3.5	La struttura	63
3.5.1	<i>ObserverSwarm</i>	63
3.5.2	<i>ModelSwarm</i>	64
3.5.3	<i>IndexCalculator</i>	65
3.6	<i>Timing</i> della simulazione	65
3.7	Gli Agenti	67
3.7.1	<i>RandomAgent</i>	67
3.7.2	Reti neurali: <i>ForecastingAgent</i>	67
3.7.3	<i>ANNforecastingAppAgent</i>	67
3.7.4	Imitatori	67
3.7.5	<i>StopLossAgent</i>	68
3.7.6	Agenti cognitivi	68
3.7.7	<i>AvatarAgent</i>	69
3.8	<i>Accounting</i>	69
3.9	Eventi	70
3.10	Avvio della simulazione	73
3.11	Future, Indice e Arbitraggista	73
3.11.1	L'allineamento tra valore teorico del future e future sull'indice	73
3.11.2	La determinazione del prezzo del future in SUM	75
3.11.3	La formazione del prezzo teorico del future in SUM	76
3.11.4	L'introduzione dell'agente arbitraggista	78
3.12	<i>File</i>	79
3.12.1	<i>Directory</i>	79
3.12.2	Codice PHP	79
3.12.3	Codice Objective C	80
3.12.4	Altri file di servizio	82
3.12.5	Settaggi	82
4	L'interfaccia	84
4.1	Uomini e macchine	84
4.2	Avatar	86
4.2.1	Definizioni di "Avatar"	86
4.2.2	L'ambiente degli avatar	87
4.3	<i>SumWeb</i>	87
4.4	Il web e il design dell'interfaccia	87
4.5	Il rapporto con gli utenti	89
4.6	Funzioni dell'interfaccia	91
4.7	Charts e Analisi tecnica	95

4.7.1	Candlestick	97
4.7.2	RSI	98
4.7.3	Media mobile	99
4.8	Dati	100
4.8.1	Utenti	100
4.8.2	<i>acceptedorder.dat</i>	100
4.8.3	<i>dayhistory.dat</i>	100
4.8.4	<i>bookohlc#.dat</i>	100
4.8.5	<i>bookdata#.dat</i>	101
4.8.6	<i>order-history.dat</i>	101
4.8.7	<i>*.msg</i>	101
5	I risultati dell'esperimento	102
5.1	L'esperimento <i>on line</i>	103
5.1.1	Agenti	103
5.2	La gestione del tempo	103
5.3	Analisi dei dati	107
5.3.1	Prezzi	115
5.3.2	Rendimenti	116
5.3.3	Volumi	119
5.3.4	Eventi	121
5.4	Il primo Anno	124
5.4.1	Prezzi - Anno I	125
5.4.2	Rendimenti - Anno I	125
5.4.3	Volumi - Anno I	127
5.4.4	Eventi - Anno I	129
5.5	Il secondo anno	129
5.5.1	Prezzi - Anno II	130
5.5.2	Rendimenti - Anno II	131
5.5.3	Volumi - Anno II	132
5.5.4	Eventi - Anno II	134
5.6	Il CAPM	134
5.7	Autocorrelazioni	137
5.7.1	I Rendimenti	141
5.8	Candlestick	147
5.9	La partecipazione degli umani	149
5.10	Classifica finale e conclusione dell'esperimento	152
5.11	Comportamento degli umani	156
5.11.1	Tendenze	157
5.12	Profili	163
5.13	<i>SumWebConsob</i>	166
5.13.1	11 Maggio 2003	166
5.13.2	Rafforzamento dell'arbitraggista	170
5.13.3	14 Maggio 2003	171
5.13.4	16 Maggio 2003	173
5.13.5	17 Maggio 2003	173

5.13.6	19 Maggio 2003	173
5.14	<i>Scalping</i> e <i>Market Maker</i>	173
5.15	Il giocatore 224	176
5.15.1	Una sessione di <i>trading</i>	179
5.15.2	Prezzi insensati	182
5.16	Il vincitore	183
5.17	Altre strategie	186
5.17.1	Il giocatore 312	187
5.18	Dubbi, difetti, sviluppi futuri del modello	188
5.19	Conclusione	189
A	La guida dell'esperimento	191
A.1	Interfaccia	192
A.2	Aggiornamenti	196
A.3	Calcolo dei punti	196
B	Codice	198
B.1	startsum.sh	198
B.2	ModelSwarm.m	199
B.3	Book.m	229
B.4	IndexCalculator.m	249
B.5	AvatarAgent.m	252
B.6	ArbitrageurAgent.m	262
B.7	conf.php	266
B.8	candlestick.php	268
B.9	R	275
	Elenco delle Figure	279
	Elenco delle Tabelle	280
	Bibliografia	283

Introduzione

La valutazione convenzionale del prezzo è il risultato della psicologia di massa di un gran numero di individui ignoranti che è soggetta a variazioni violente in seguito a improvvise fluttuazioni dell'opinione (...). Il mercato andrà soggetto a ondate di ottimismo e pessimismo, irragionevoli e pur tuttavia in un certo senso legittime qualora non esiste alcuna base solida per un calcolo ragionevole.

John Maynard Keynes

In questo lavoro presento i risultati del mio lavoro di ricerca, che si è basato sulla ri-costruzione di un mercato finanziario usando il programma SUM del professor Pietro Terna, e sull'organizzazione di due esperimenti che hanno coinvolto oltre agli agenti artificiali simulati nel software, anche esseri umani (agenti naturali).

Nei cinque capitoli che seguono presento un percorso che può introdurre economicamente e informaticamente alle problematiche affrontate, sino ai risultati ottenuti.

Il primo capitolo è uno studio sulle bolle speculative e sui comportamenti apparentemente irrazionali sui mercati di borsa. L'analisi del comportamento degli operatori ha due principali componenti, la prima storica e la seconda psicologica.

L'analisi storica ci ha portato ad esaminare le più celebri speculazioni sui mercati finanziari dal 1600 ad oggi. Questa prospettiva ci aiuta a comprendere la nascita e l'evoluzione degli strumenti finanziari, ma anche dei regolamenti e delle autorità di controllo.

L'analisi psicologica ci fornisce chiavi di lettura ai comportamenti degli operatori, sia come singoli sia come massa. In particolare viene analizzato il problema per il quale gli investitori non considerino dati e risultati delle società in cui investono, ma credano nella *greater fools theory* che consiste nel semplice assunto ottimista: *prices will rise, buyers will be found, and money will be made*.

L'obiettivo finale del capitolo è la ricerca di schemi tipici nella formazione delle bolle speculative.

Nel secondo capitolo si inquadra questa ricerca nel quadro degli strumenti simulativi. La simulazione al computer si propone come una terza via per esprimere le proprie teorie, che si va ad affiancare al metodo narrativo (usato ad esempio nelle descrizioni di tipo storico) e quello matematico (usato ad esempio in fisica). Il vantaggio di questa scelta, è insito nel fatto che ogni personal computer può diventare

un laboratorio virtuale dove riprodurre e osservare fenomeni complessi per i quali il metodo sperimentale era impraticabile. Un sistema è complesso, infatti, quando non può essere studiato isolando le sue singole parti, ma solo indagando le relazioni che legano le sue componenti e le relative interazioni.

Il mercato azionario, in quanto sistema complesso, si presta molto bene ad essere studiato con la metodologia di modellizzazione cosiddetta *Agent Based*. La formazione del mercato è il risultato che emerge dall'interazione degli agenti in un ambiente.

Il capitolo affronta anche tematiche legate alla sperimentazione in economia e agli studi sul comportamento degli operatori in finanza.

Nel terzo capitolo si introduce il modello SUM, che è stato sviluppato dal Prof. Pietro Terna come un mercato privo di meccanismi artificiali di formazione del prezzo (banditori o funzioni matematiche), ispirandosi invece alle regole del MTA (Mercato Telematico Azionario) in vigore presso il mercato azionario di Milano.

Dopo aver fornito una panoramica generale degli elementi del modello si ci sofferma sulle ultime modifiche apportate al modello, come il *book* di negoziazione, gli eventi, il *future* e l'arbitraggista.

L'analisi e la realizzazione di queste componenti è sempre accompagnata, ove possibile, a riferimenti al mondo reale o ai regolamenti del mercato azionario, per garantire il maggior realismo del modello.

In questo capitolo si affronta anche la problematica della realizzazione del modello da un punto di vista informatico.

Nel capitolo seguente (il quarto) si analizza l'interfaccia analizzando brevemente il rapporto tra uomo e tecnologie per poi concentrarsi sulla realizzazione della medesima.

L'usare una interfaccia basata su internet ci ha permesso di creare un ambiente consono e conosciuto agli esseri umani, attraverso il quale potessero interagire liberamente con il modello.

A disposizione dei giocatori sono stati messi i grafici e i book di negoziazione aggiornati in tempo reale. Inoltre potevano disporre di una serie di strumenti tipici dell'analisi tecnica come i grafici *Candlestick*, il *Relative Strength Index* e le medie mobili.

L'ultimo capitolo (il quinto) è dedicato all'analisi dei risultati dell'esperimento. Una prima parte è dedicata a una analisi quantitativa dei dati raccolti, usando gli strumenti della statistica e delle finanza quantitativa. Lo scopo di questa analisi è di analizzare il mercato, usando strumenti tipici dell'analisi finanziari e cercando eventuali anomalie confrontando i risultati con quelli dei mercati reali.

La seconda parte prende invece in considerazione la partecipazione degli umani. Durante l'esperimento si è potuto dialogare con i giocatori per conoscere le loro strategie di gioco e le loro sensazioni.

Si tracciano dei profili tipici dei giocatori ma ci si sofferma in particolare su alcuni che hanno operato scelte non immediatamente comprensibili o che hanno violato le regole del mercato.

Durante l'esperimento siamo stati costretti ad agire come commissione di controllo del mercato. Una parte significativa del capitolo è dedicata all'analisi dei com-

portamenti scorretti e ai provvedimenti della commissione, corredati dai riferimenti normativi cui ci si è ispirati.

Concludendo possiamo osservare che il modello SUM e la metodologia di studio qui proposta ha due distinte valenze. La prima è quella di strumento di studio e di analisi dei mercati e dell'interazione dei comportamenti degli agenti (naturali ed artificiali).

La seconda funzione che il modello può svolgere è quella di ambiente di prova. Abbiamo infatti visto che siamo dovuti intervenire più volte in qualità di commissione di controllo per monitorare il mercato e consentire il regolare svolgimento delle contrattazioni. SUM potrebbe essere l'ambiente dove si provano i nuovi strumenti finanziari, o si testano i nuovi regolamenti prima di essere applicati, permettendo una analisi *ex-ante* e l'osservazione e modifiche nel durante e non solo una analisi *ex-post* dei risultati dopo l'applicazione al mercato reale.

Capitolo 1

Le bolle speculative

*Lundi, j'achetai des actions;
Mardi, je gagnai des millions;
Mercredi, j'arrangeai mon ménage,
Jeudi, je pris un équipage,
Vendredi, je m'en fus au bal,
Et samedi à l'hôpital*

Parole come *tulip mania*, *bubble*, *chain letter*, *Ponzi scheme*, *panic crash*, *financial crisis*, *panic selling* sono diventate parola tabù, che possono minare la fiducia degli investitori e ricordano avvenimenti spesso vicini nel tempo.

Nel luglio 1999 Alan Greenspan affermava che:

Identificare una bolla che si gonfia è una sfida formidabile per una banca centrale: getta il guanto del suo giudizio contro il giudizio collettivo di milioni di investitori.

L'obiettivo di questo capitolo è di affrontare il tema della formazione delle bolle speculative con un approccio principalmente storico e psicologico, tentando di rintracciarne schemi tipici di formazione.

1.1 Le bolle speculative

Possiamo definire una bolla speculativa una situazione nella quale i prezzi di alcuni investimenti crescono nettamente in un periodo molto breve basandosi sulla convinzione che i prezzi continueranno a crescere.

Le caratteristiche di una bolla sono:

- un grande aumento dei volumi trattati
- i prezzi oscillano vistosamente da un giorno all'altro

- anche gli investitori razionali sembrano catturati da una isteria di massa
- tutte le bolle si sgonfiano, a volte anche istantaneamente
- normalmente iniziano con eventi economici o politici significativi (o possiamo legare alcuni sui movimenti ad essi)
- non si possono prevedere né il principio né la fine e la si identifica correttamente solo retrospettivamente dopo che si è sgonfiata
- ogni bolla ha comportamenti e cause a sé stanti

Barsky e Long (1990) fanno notare anche che l'entusiasmo e il pessimismo dei mercati hanno valore solo nel breve periodo, mesi o anni, mentre i fondamentali si muovono sulle decadi con disinvestimenti (e investimenti) a seconda della convenienza del mercato, e che esiste sempre un forte legame matematico con i dividendi, l'alta volatilità di mercato e le bolle speculative.

Una bolla nasce insomma quando si acquista una azione non più per il suo valore intrinseco, il rendimento o apprezzamento, ma per il motivo che si crede che il prezzo salirà a causa di altri investitori che la acquisteranno a prezzi più elevati.

I prezzi di un investimento sul lungo periodo riflettono il suo valore intrinseco che possiamo indicare come valore attuale dei flussi di cassa futuri, piuttosto che come una valutazione della capitalizzazione dell'azienda sia in termini di capitale fisico, immateriale (brevetti) che umano. Il mercato sul lungo periodo tende a correggere i prezzi errati riportandoli verso quello corretto, ossia quello depurato dalle emozioni degli investitori.

Tuttavia nel breve e nel medio periodo secondo in Barsky e Long (1993) si fa notare come siano principalmente tre valutazioni che possono influenzare il prezzo:

- valore attuale dei dividendi futuri, basati sulle relazioni trimestrali e semestrali
- movimenti inappropriati rispetto ai fondamentali attesi (gli investitori possono credere a una crescita dei dividendi, anche se questo può non essere reale)
- manie, mode e bolle in cui la domanda è determinata in larga misura da aspettative di mercato di *capital gains* di breve periodo che sono in disaccordo con i fondamentali di lungo periodo e che vengono falsificati nel momento dell'esplosione della bolla.

1.2 Il comportamento degli investitori

Già nell'Olanda del 1688 troviamo un primo saggio che ci descrive il comportamento che si tiene sui mercati, in de la Vega (1688), infatti, troviamo un interessante dialogo in cui un azionista illustra a un mercante e a un filosofo le tecniche della sua professione. E' singolare notare come una buona parte di questi consigli e di queste considerazioni sia ancora attuale oggi.

Le azioni e i loro movimenti dipendono principalmente da tre cause distinte:

- lo stato dell'India

- la situazione in Europa
- il gioco degli azionisti

che possiamo rendere attuali rileggendoli come: la situazione dell'economia estera (USA, estremo oriente, petrolio), la situazione interna e la reazione dei mercati.

L'azionista del saggio detta anche alcune regole alle quali attenersi:

- in materia di azioni non si deve dar consiglio a nessuno
- le cose migliori è prender il guadagno senza pentirsene
- i guadagni degli azionisti sono come i tesori dei folletti, ossia assai precari
- chi vuole arricchirsi a questo mondo deve aver pazienza e denaro

Già nella vivace Olanda del 1600 emergono due distinte categorie di investitori: i *Liefhebberen*, ossia gli amanti, che iniziano a commerciare sempre comprando, sempre ottimisti verso il mercato e i Controminatori che iniziano vendendo e che temono i movimenti del mercato, ossia i due grandi movimenti del mercato che oggi abbiamo stigmatizzato rispettivamente in *bull* e *bear*.

Per orientarsi tra i due comportamenti è necessario:

spogliarsi dalle passioni, udire senza alterarsi le due parti, informarsi delle fonti, valutare le loro ragioni, tener conto delle furbizie, bilanciare le notizie, opporre a ciascuna le obiezioni possibili, per vedere se vi rispondono adeguatamente o fan sorgere il dubbio; e, dopo tutti questi accorgimenti, tendere verso dove appare più conveniente.

e ricordarsi che:

l'attesa di un evento crea molta più impressione in borsa che l'evento stesso

che possiamo tradurre con il motto *buy on rumors and sell on news*.¹

1.2.1 Una analisi psicologica

Per quanto riguarda i mercati e gli investitori moderni possiamo servirci dell'analisi di Shiller (2000) che si propone di spiegare ciò che Alan Greenspan, il presidente della *Federal Reserve*, ha chiamato euforia irrazionale².

Shiller presenta una serie di cause strutturali legate principalmente al mondo e al mercato degli Stati Uniti, mentre propone una serie di fattori acceleranti e psicologici

Fra i fattori acceleranti troviamo l'aumento delle negoziazioni aiutato anche dalle nuove tecnologie. Nel 1929 fu il telefono a favorire l'aumento delle contrattazioni e la diffusione delle notizie, mentre oggi questi ruoli sono assolti da *Internet*.

¹Compra sulle voci e vendi sulle notizie, ossia si acquista sulle indiscrezioni approfittando della "sicura" salita del titolo, per poi venderlo a notizia confermata, quando gli altri investitori acquisteranno o ci sarà comunque un aggiustamento di prezzo.

²*Irrational Exuberance*

Contemporaneamente si segnala anche un aumento delle contrattazioni se esiste un aumento delle occasioni speculative. Ad esempio cresce la propensione al rischio grazie alla crescente diffusione del gioco d'azzardo, con l'apertura di nuovi casinò e la diffusione di video poker e lotterie.

Ultimo fattore accelerante è una fortissima attenzione del pubblico per il mercato, amplificata senza dubbio dai *mass media*.

Infatti le prime bolle di cui abbiamo conoscenza sono quelle olandesi del 1600 legate ai tulipani, e proprio in Olanda si sono sviluppati i primi quotidiani regolari che pubblicavano notizie interne e prezzi.

Vi possono essere eccezioni a questa affermazione, come il prezzo del pepe, che nel 1500 era particolarmente alto e volatile, o periodici aumenti del prezzo dei terreni (già ricordati in Plinio il Giovane³), ma si fa fatica a considerare questi eventi come vere e proprie bolle.

Una bolla può essere un momento in cui ci troviamo di fronte a aspettative ottimistiche nonostante ci siano alti livelli di prezzi. Il meccanismo di salita della bolla è una schema Ponzi naturale, dove i nuovi investitori pagano i guadagni dei primi, e contemporaneamente può essere visto come una curva di retroazione nella quale i passati aumenti generano aspettative adattative di ulteriori aumenti negli azionisti.

I primi fattori psicologici che si possono osservare sono le ancore quantitative. I prezzi hanno dei veri e propri livelli, vicino ai quali gli investitori reagiscono in modo particolare⁴. I prezzi che attirano di più l'attenzione degli investitori sono le "cifre tonde" e i record dell'indice o del titolo, cui si fa riferimento. Durante gli anni del ventennio fascista si cercò di ripristinare il cambio con la sterlina a "quota 90" e negli anni scorsi il mercato si entusiasmava per la corsa del *Dow-Jones* verso il valore di 10.000.

Esistono fatti apparentemente inspiegabili o privi di senso come i movimenti simili di azioni anche se operanti in settori diversi o con rendimenti e situazioni patrimoniali diversi, se hanno sede nello stesso paese, o se entrano nello stesso indice di riferimento.

Shiller descrive anche le ancore qualitative o morali che sono quelle che ci servono per giustificare le nostre scelte.

Spesso vengono create narrazioni e giustificazioni, come la storia del titolo, la sua evoluzione sui mercati o degli eventi, che hanno la stessa struttura delle scommesse e dei resoconti degli scommettitori, dove ci cita la fortuna e coincidenze fortunate e non la probabilità o possibilità degli eventi. I dipendenti normalmente investono nelle aziende in cui lavorano e i fondi pensionistici dei lavoratori investono nelle proprie aziende, fornendo una coerenza delle narrazioni: il titolo che si conosce meglio è sicuramente l'azienda per la quale si lavora.

Tuttavia assistiamo anche alla distorsione delle decisioni quando si deve (o si vuole) avere una ragione per decidere e possono comparire motivazioni bizzarre basate sull'eccessiva fiducia di sé, dove si tende a credere di sapere più di quel che si sa. L'eccesso di fiducia porta a persone che tendono a sovrastimare le proprie

³(Lettere VI, 19)

⁴Sempre sui prezzi si faccia riferimento anche a Legrenzi (2001)

abilità o che tendono ad attribuire alle proprie azioni anche cose che in realtà sono dovute al caso o ad attribuire alla sfortuna cose che dipendono dalla loro incapacità.

Molti investitori raccontano del “pensiero magico” o intuizione che li porta a pensare affermazione come “se lo acquisto sale”, le cui manifestazioni esteriori sono la cabala o l’interpretazione dei sogni per il lotto⁵. Oppure si è vittima del giudizio intuitivo e non probabilistico, esattamente come quando si collega un mestiere alle persone per alcuni particolari come le mani da pianista, o la sensibilità da artista, anche se queste professioni sono estremamente rare.

In Thaler (1985) osserviamo che gli investitori hanno la tendenza a mantenere una contabilità separata per ogni titolo, senza considerarli congiuntamente.

Beltratti (2002) ci fa notare che chiudere una operazione finanziaria in perdita provoca vergogna e pentimento sulle proprie scelte passate e quindi si cerca di rimandare questa operazione per quanto possibile.

In Italia la partecipazione aumenta con la ricchezza finanziaria e il grado di istruzione, è meno diffusa tra i lavoratori autonomi e i professionisti (quindi tra chi è più esposto al rischio di reddito) ed il comportamento è affetto da errori tipici, ad esempio non vendere titoli in perdita indipendentemente dalle prospettive dell’azienda che ha emesso il titolo, inoltre il rischio non viene equiparato alla volatilità. L’informazione finanziaria è spesso scarsa: due terzi dei risparmiatori non hanno la minima idea di quanto tempo dedichino a questa attività

Gregari

Nietzsche (1996) disse:

La follia dei singoli è qualcosa di raro; ma nei gruppi, nei partiti, nei popoli, nelle epoche, è la regola.

Esiste uno *Zeitgeist*, uno spirito dei tempi, e una pressione sociale che sono fra le cause del comportamento gregario. Il comportamento si uniforma e si diffonde grazie alle informazioni e alla comunicazione: l’uomo in quanto animale sociale necessita di un continuo scambio di informazioni.

La “cascata di informazioni” da origine spesso a un comportamento gregario, ed è composta normalmente informazioni relative o incomplete come nell’esempio dei due ristoranti con un solo cliente nel primo e nessuno nel secondo: abbiamo solo una informazione relativa su quale dei due ristoranti sia il migliore.

La forma di comunicazione preferita è quella orale, con un faccia a faccia che si propaga secondo modelli epidemiologici.

Il modello orale non si presta a complessi ragionamenti sui fondamentali delle azioni, ma a *sound bites*, a espressioni mordi e fuggi, spesso distorte quando non

⁵I numeri secondo queste teorie sono collegati a sogni e/o a fatti della vita quotidiana. Si va da detti popolari quali “47 morto che parla” o “77 le gambe delle donne”, a una vera e propria connotazione di numero *fas* o *nefas* (per il 7, il 13 o il 17), arrivando nel campo delle superstizioni e dell’esoterismo.

sono vere e proprie leggende metropolitane⁶ o dei "si dice" emanati da generiche autorità⁷.

Cioè che colpisce forse maggiormente è che spesso ci si trova nell'impossibilità di spiegare le proprie azioni o il cambiamento di attenzione verso nuovi prezzi (o nuovi livelli) o verso nuovi eventi. Anche qui esiste un meccanismo gregario: l'attenzione selettiva su base sociale, ossia notiamo le cose che notano gli altri.

Shiller (in 1984) esamina non solo la suggestionabilità e pressione dei gruppi, che può essere talmente forte da far compiere scelte palesemente errate a un individuo, ma anche l'esistenza di club sociali, in cui possiamo raffigurare un *social learning* con una diffusione delle informazioni più omogenea al loro interno.

Si acquistano e si vendono soprattutto i titoli di cui si parla molto e i titoli di cui si parla sono quelli che sono saliti o scesi molto nel periodo passato, mentre si tende a mantenere troppo a lungo in portafoglio i titoli su cui si è in perdita, inoltre i titoli acquistati hanno rendimenti inferiori a quelli dei titoli venduti (Odean, 1999).

1.3 Bolle nella storia

Secondo Garber (1990) esistono alcune punti comuni in tutte le bolle speculative storiche:

- si commettono vere e proprie frodi nella promesse sui primi dividendi
- c'è uno schema Ponzi per pagare i dividendi ai primi azionisti (le sottoscrizioni successive servono a pagare i dividendi delle prime)
- manca sorveglianza sui mercati
- i dividendi non si materializzano
- gli investitori si rendono conto che i dividendi non arriveranno mai, ma una schiera di compratori fa aumentare i prezzi, sperando di non essere nell'ultimo gruppo

Inoltre il segnale specifico che fa precipitare una crisi può essere il fallimento di una banca o di un'impresa troppo alla corda, o la caduta del prezzo di un oggetto primario di speculazione, comunque sia la fuga si scatena, i prezzi diminuiscono e

⁶Si vedano siti come <http://snopes.com/>, lo *urban legends reference pages*. Ci sono due sezioni in particolare (<http://snopes.com/business/business.asp> e <http://snopes.com/inboxer/inboxer.htm>) dedicate alle notizie sulle aziende.

⁷In Schopenhauer (1994) si consiglia, nello stratagemma numero trenta, "al posto delle motivazioni ci si serva dell'autorità", e più avanti si legge "anche i pregiudizi universali possono essere usati come autorità [...] non c'è alcuna opinione per quanto assurda, che gli uomini non abbiano esitato a far propria, non appena si è arrivati a convincerli che tale opinione è universalmente accettata". Già in Aristotele (1999) si leggeva "le cose che sembrano giuste a molti, queste diciamo che sono"; mentre in Goethe (1997) troviamo un aforisma che ci riassume la situazione:

*Dico ego, tu dicis, sed denique dixit et ille:
Dictaque post toties, nil nisi dicta vides.*

i fallimenti aumentano. La liquidazione degenera in panico appena si comincia a comprendere che la quantità di moneta è limitata, insufficiente a consentire a tutti di vendere al massimo.

Il panico, come la speculazione, si alimenta da solo, finché si verifica uno o più di questi tre elementi:

- I prezzi cadono così in basso che la gente viene spinta di nuovo a muoversi verso attività meno liquide;
- L'attività viene arrestata ponendo limiti alla diminuzione dei prezzi, chiudendo le borse o impedendo gli scambi
- Un prestatore di ultima istanza, in genere le banche centrali, riesce a convincere i mercati che la moneta sarà disponibile in ammontare sufficiente a far fronte alla domanda di liquido ripristinando così un clima di fiducia.

Questi elenchi vanno a integrare il precedente enunciato nel paragrafo 1.1 a pagina 10, e fornisce una ottima chiave di lettura per la *South Sea Bubble* e per la *Mississippi Bubble*.

1.3.1 Tulipani

La *Tulip Mania* è insieme la storia di una passione floreale, di una bolla finanziaria e di una crisi del paese. Dapprima i tulipani hanno rappresentato un desiderio, quindi una moda, e poi una bramosia, legata a un facile arricchimento. Ancora oggi il tulipano è un fiore che rappresenta cultura ed è molto amato nel paese.

Il tulipano è un bulbo con un rendita perpetua grazie alla propagazione, e una dimensione abbastanza ridotta che ne consente la trasferibilità.

Il virus mosaico trasmesso dagli afidi creava dei tulipani unici dai colori spezzati, con screziature uniche come impronte digitali, che erano molto rari e producevano meno polloni per la riproduzione.

Il *Semper Augustus* esisteva in 12 esemplari presso un unico proprietario e diventò il bulbo più ambito. Il suo prezzo tuttavia rimase sempre alto, anche dopo il 1600 e questa bolla. Infatti rappresentava ancora una esagerazione ancora nel 1838, dove un singolo bulbo veniva quotato quando una grande casa nel centro di Amsterdam.

I tulipani sono di fatto degli *status symbol* e hanno una seconda caratteristica: la rarità. Anche se in Mackay (1841) critica il comportamento delle folle impazzite per i bulbi, in Garber (1990) si fa notare che i fondamentali non erano così elevati e che alcuni prezzi rispecchiavano di fatto le caratteristiche di rarità e di flussi di rendite future attese dovute alla propagazione. Si può anche proporre un paragone tra i bulbi di tulipani più pregiati di allora e alcuni generi di beni di lusso come le opere d'arte

Nel 1636 vengono istituiti mercati regolari per la vendita di bulbi presso la borsa valori di Amsterdam, Rotterdam, Haarlem, Leida, Alkmar, Hoorn e in altre città.

La domanda alta e offerta limitata creano un mercato del venditore, cioè un mercato in cui il potere negoziale è sbilanciato in favore di chi produce.

La scarsità e la facilità di trasferimento del bene diventano i pretesti per la mania speculativa.

La crisi dei tulipani ci offre una moderna realtà di finanza derivata perché spesso il bulbo rimaneva interrato e se ne negoziavano i diritti, e perché vediamo i primi effetti leva, sui *future* dei bulbi e pagamenti con anticipi del 10%.

Allo sgonfiarsi della bolla nacquero diverse controversie legali e sebbene nessun tribunale avesse intenzione di imporre il pagamento dei contratti, nel 1638 vennero promulgati degli arbitrati obbligatori basati sul pagamento da parte dei compratori del 3,5% del prezzo pattuito con il bulbo che rimaneva al venditore.

1.3.2 Law e il Mississippi

John Law fu un brillante e audace scozzese che tentò di risollevare le sorti dell'economia francese con sofisticati strumenti finanziari e azzardate iniziative commerciali.

Condusse uno dei primi esperimenti legati all'uso del moltiplicatore della moneta emettendo moneta cartacea a fronte dei depositi in moneta metallica.

Nel 1716 viene fondata la *Banque Générale* e fra le altre aveva anche la facoltà di emettere banconote.

La tentazione per monarchia assoluta di creare denaro, soprattutto a fronte di una economia molto debole è fortissima, e infatti dopo pochi anni la *Banque Générale* diventa pubblica con il nome di *Banque Royale*.

La creazione della Compagnia del Mississippi fu un *debt/equity swap*, uno scambio tra debiti (obbligazioni e titoli pubblici) e azioni della Compagnia. Sfortunatamente le azioni della Compagnia continuavano a languire sotto la pari, e il capitale fu versato per la maggior parte in obbligazioni e *billets* e quindi era illiquido.

Con una brillante operazione di Marketing finanziario Law fece emettere nuove azioni della società (*filles* in contrapposizione alle *mères* vecchie) che dovevano essere pagate in contanti, con il versamento di un anticipo del 10% e il restante a rate entro nove mesi.

La pericolosa connivenza tra *Banque Royale* e Compagnia del Mississippi si concretizzava nei prestiti concessi agli investitori della seconda per pagare l'anticipo sull'acquisto dei titoli.

Law favorì la speculazione con nuove emissioni (come le *petites filles*) e regole di acquisto (per acquistare una *petites filles* bisognava possedere quattro madri e una figlia), dando nuova vita al titolo. La Compagnia si fece anche promotrice della ristrutturazione del debito pubblico francese, diventando l'esattore di stato; il denaro per finanziare questa nuova speculazione fu trovato grazie a nuove sottoscrizioni (le *cinq cents*).

Nel dicembre 1719 Law si accorse della fragilità della costruzione. Prima provò a far cessare i prestiti della *Banque Royale* a fronte dell'acquisto di titoli, ma i prezzi della compagnia scesero subito, rivelandosi effimeri. Una soluzione fu quella di creare delle opzioni, delle *call* a sei mesi con le quali versando adesso 1000 *livres* si aveva diritto all'acquisto di una azione a 10000 *livres*. Nonostante il prezzo fosse di 9400 *livres*, il mercato molto acerbo non seppe trasferire le aspettative del prezzo fra mercati secondari e primari, e gli azionisti pensarono semplicemente che fosse meglio possedere opzioni che non azioni, facendo crollare il titolo.

La bolla scoppiò grazie alle voci sugli scarsi risultati della colonizzazione del Mississippi, seguita dalla rovinosa introduzione delle opzioni. Gli investitori chiesero

la conversione, ormai impossibile, con le monete metalliche, e iniziò una fuga di capitali verso l'estero. Gli ultimi spasmi della *Banque Royale* e della Compagnia sono stigmatizzati in una serie di decreti che avevano come scopo quello di limitare l'inflazione e la perdita di valore delle banconote.

Il grande merito di Law fu quello di democratizzare l'economia: infatti in *Rue Quincampoix*⁸ investivano tutte le loro fortune nobili borghesi e popolani.

1.3.3 South Seas Bubble

Quasi contemporaneamente alle vicissitudini francesi anche in Inghilterra sarebbe successo qualcosa di simile, con gli stessi protagonisti: una banca, la *Sword Blade Company*, e una compagnia che doveva commerciare con l'estero, la *South Seas Company*.

La *South Seas* era una compagnia a proprietà diffusa e vediamo un certo parallelismo tra le vicende inglesi e francesi sia per la connivenza con il potere e con il re Giorgio I che fu un grande azionista della compagnia sia perché John Blunt prestava consulenza al *Treasury*, esattamente come John Law fu *comptrolleur général des finances*.

La differenza sostanziale dei due progetti fu che la Compagnia del Mississippi fu un progetto andato male, mentre la *South Seas Company* fu una vera e propria truffa. I diritti esclusivi per il commercio con il sud America erano spagnoli e non si vedeva assolutamente il motivo per cui dovessero rinunciare a favore di una società inglese.

La compagnia ottenne che le obbligazioni pubbliche del debito pubblico fossero convertite forzatamente in azioni della compagnia. E si iniziò con un'altra idea di *debt/equity swap*. La compagnia poteva emettere 1 sterlina di azioni ogni sterlina di debito consegnato. Se le azioni della *South Seas* quotavano sopra la pari non era necessario immettere tutte le azioni sul mercato, e la riserva poteva essere venduta sul mercato ricavandone liquidità per le casse della compagnia.

Il consiglio della *South Seas* fece sì che il titolo continuasse a salire e che quindi fosse sempre conveniente per loro la conversione del debito con una sofisticata operazione di *lobbying*. Si concessero infatti *stock option*⁹ a parlamentari, cortigiani e a tutto l'entourage reale. Spesso non si verificava neppure il versamento iniziale e a questi sottoscrittori veniva semplicemente consegnato il loro margine di guadagno, pur di poter avere nomi illustri fra i sottoscrittori.

Si usò il meccanismo della pompa finanziaria sulle sottoscrizioni in denaro, chiedendo un anticipo e rateizzando il resto dell'importo. Il denaro veniva usato per fornire prestiti ai futuri sottoscrittori.

Una seconda differenza rispetto al caso francese la troviamo nel fenomeno di imitazione. Fiorirono una infinità di società per azioni che erano

progetti messi in piedi e promossi da scaltri furfanti e poi inseguiti da moltitudini di avidi folli, e infine apparvero essere, in realtà, nient'altro

⁸La borsa a cielo aperto di Parigi

⁹il diritto di comperare azioni a un certo prezzo e rivenderle quando il prezzo fosse più alto

che quello che indicava il loro appellativo comune: bolle, pure e semplici truffe.

E in effetti la maggior parte delle società nate erano truffaldine come la

Machine Company Puckle's per sparare palle da cannone e pallottole tonde e quadrate e realizzare una rivoluzione totale nell'arte della guerra.

Il contagio fu inizialmente pesante per i corsi della *South Seas*, ma il parlamento ben presto approvò il *Bubble Act* per ridurre la concorrenza verso la *South Seas*, da cui fu chiesto ed ottenuto.

Le notizie della crisi del Mississippi e il *Bubble Act* fecero affluire enormi capitali verso la compagnia incrementandone ancora di più il prezzo.

La chiusura delle *bubbles* minori costringeva gli azionisti a vendere velocemente ciò che avevano e spesso vendevano azioni della *South Seas*, abbassandone il prezzo.

Nella *Exchange Alley*, la borsa di Londra, si ebbero notizie delle concessioni, e contemporaneamente si iniziarono a realizzazione profitti, uscendo dal mercato.

La crisi del titolo fu inarrestabile anche se la *Bank of England* fu usata come prestatore di ultima istanza, e fu la prima volta per una futura banca centrale.

Il grande demerito delle due crisi del 1700 fu l'avversione della popolazione verso gli strumenti finanziari, la cartamoneta e la società per azioni che fece ritardare la comparsa di questi strumenti per anni.

1.3.4 1929

Dal 1920 al 1926 le azioni hanno duplicato il loro valore basandosi sulla crescita dell'economia statunitense e su bassi interesse e bassa inflazione. Nei primi nove mesi del 1929 si ottenne un guadagno del 27% con frenetiche compravendite, volumi elevatissimi e ampi movimenti dei prezzi. Si potevano acquistare titoli versando solo il 10% del loro prezzo, e le istituzioni finanziarie prestavano volentieri denaro agli investitori.

Nella tarda estate e nell'autunno del 1929 la crescita economica ha mostrato i primi segni di rallentamento, ciò non ha impedito che il 3 settembre si raggiunse un picco che sarebbe stato superato per più di un quarto di secolo, sino al 23 novembre 1954 quando si raggiunse di nuovo il valore di 524,52.

Dopo la guerra divennero comuni gli investimenti in titoli del debito legati alle spese belliche, e ciò avvicinò molti risparmiatori al mercato.

L'economia reale scontava una deflazione, e la risposta fu il protezionismo verso agricoltura e verso le industrie nascenti.

Nelle fasi di progresso tecnico è normale che le innovazioni si montano e si rafforzino l'un l'altra e che questa innovazione si rifletta sui prezzi azionari. Il 29 non fu una crisi ingenua come le precedenti, l'entusiasmo era giustificato da una rivoluzione nei consumi e nei processi produttivi, ma si dimenticava che avrebbe dovuto rappresentare una ricaduta generale dei benefici su tutta l'economia, e non solo sui produttori.

Un fattore che accelerò la bolla fu la presenza dei *caller loans*¹⁰ ossia prestiti che arrivavano all'80 o al 90% del valore dell'azione, e venivano concessi da banche o da imprese, per i quali rappresentava un mezzo di finanziamento molto redditizio.

Visto che il prestito è garantito da titoli si poteva effettuare una *margin call* al prestatore per ricostruire il margine eroso dalla discesa del titolo. Nel 1928 l'80% dei *caller loans* veniva concesso da altri soggetti e non da banche e venivano considerati senza rischio perché il mercato da anni continuava a salire.

Roger Babson era un *financial advisor*, che durante il pranzo del 3 settembre disse

I repeat what I said at this time last year and the year before, that
sooner or later a crash is coming

e il 5 settembre si verificò un primo piccolo crollo noto come *Babson Break*.

In autunno si susseguirono una serie di notizie negative sull'economia e si creavano tensioni nei flussi internazionali dei capitali dal Regno Unito e dalla Francia.

Il mercato reagiva con una lenta diminuzione dei prezzi.

In ottobre fioccarono le *margin calls*, e le giornate erano caratterizzate da enormi volumi di scambi.

Rispetto alle crisi precedenti qui vediamo all'opera la vendita allo scoperto e la speculazione al ribasso operata da finanzieri come Jesse Livermore.

Durante *Black Thursday*, il 24 ottobre ci furono cinque o dieci dollari di calo su ogni contratto chiuso. E a peggiorare la situazione si decise di vendere i titoli di quei clienti che non risposero ai *margin calls* per recuperare il recuperabile.

Dal 3 settembre 1929 all'8 luglio 1932 il *Dow-Jones* perse più del 90% del suo valore e le Blue-chip arrivarono al 95 per cento o più.

Nel Dicembre 1929, Irving Fisher dichiarò che gli alti prezzi erano spiegabili:

partly because of unreasoning and unintelligent mania for buying.

La crisi del 1929 è senza dubbio correlata alla grande depressione, anche se non si può parlare di una netta causalità. I fatti principali si possono riassumere così:

- la crisi della borsa ha infranto i sogni di ricchezza della nazione
- le famiglie hanno rimandato le spese non essenziali e le imprese a rimandare gli investimenti
- il vuoto di domanda portò l'economia in un vortice deflazionistico
- i politici risposero con un protezionismo doganale
- l'aumento dei dazi provocò ritorsioni dagli altri paesi e quindi la riduzione degli scambi internazionali

Il sistema bancario svolse un ruolo cruciale smettendo di prestare denaro a fronte di attività date in garanzia il cui valore crollava, favorendo la deflazione. Il sistema

¹⁰il riporto nel mercato italiano

bancario fu poco vigilato *ex ante* e poco aiutato *ex post* da una banca centrale appena nata.

In Long e Shleifer (1990) troviamo una analisi sui prezzi dei *closed-end funds* che venivano venduti con premi molto elevati e nell'estate del 1929 pagavano quasi il 60% di più che dopo la seconda guerra mondiale. Gli investitori erano iperottimisti e i prezzi erano sostanzialmente elevati. La considerazione finale è che S&P composite era sopravvalutato almeno del 30%.

Secondo Barsky e Long (1990) le cause del boom borsistico degli anni '20 sono da ricercarsi non tanto nella prospettiva di futuri utili, ma nell'afflusso di nuovi capitali e di nuovi investitori entusiasti e disinformati.

In generale una parte del boom degli anni '20 fa ricercato nel clima da *new era* dove vedevano la luce scoperte e applicazioni scientifiche (elettricità), modelli di lavoro (il fordismo), fusioni e economie di scala e i grandi gruppi industriali, contribuendo a dare fiducia agli investitori.

Nel 1932 L'indice *Dow-Jones* raggiunse il minimo.

1.3.5 1987

Il 19 Ottobre 1987¹¹ abbiamo la più grande perdita in un solo giorno della storia: il *Dow-Jones Industrial Average* perse 500 punti, mentre lo *Standard&Poor* 50. La media fu una perdita del 20-30%.

Le ragioni furono il panico degli investitori di fronte all'ipotesi di una sopravvalutazione del mercato, i tassi sui *Treasury Bonds* superarono la barriera psicologica del 10%. Vi furono anche alcune cattive notizie economiche come un deficit commerciale, e una nuova proposta di legislazione fiscale.

La vendita fu insensibile ai prezzi, la reazione fu meccanica o da retroazione, e non vi sono forti motivazioni psicologiche o di comportamento gregario.

Inoltre più che gli eventi e le notizie influirono i media proponendo analisi¹² sul confronto fra l'andamento del 1929 e del 1987, che erano pericolosamente simili.

Un elemento destabilizzante può essere fornito dai sistemi di *trading* automatizzati che di fronte al calo dei prezzi inondarono il mercato di ordini di vendita.

La *Federal Reserve* intervenne massicciamente e prevenne la crisi di liquidità.

Varian (1998) critica il ruolo avuto dai sistemi informatizzati nel 1987 e come abbiamo favorito il crollo.

1.4 New Economy

Il termine *new economy* viene attribuito alla crescita americana senza inflazione e con livelli di disoccupazione molto più bassi di quelli che in passato erano compatibili con la stabilità dei prezzi.

In un secondo momento la *new economy* viene vista come modello di sviluppo basato sulle nuove tecnologie e sulla rete internet. Ad esempio il paradigma dell'e

¹¹Ricordato come *Meltdown* o *Black Monday*

¹²Apparse ad esempio sul *Wall Street Journal* la mattina del 19 ottobre.

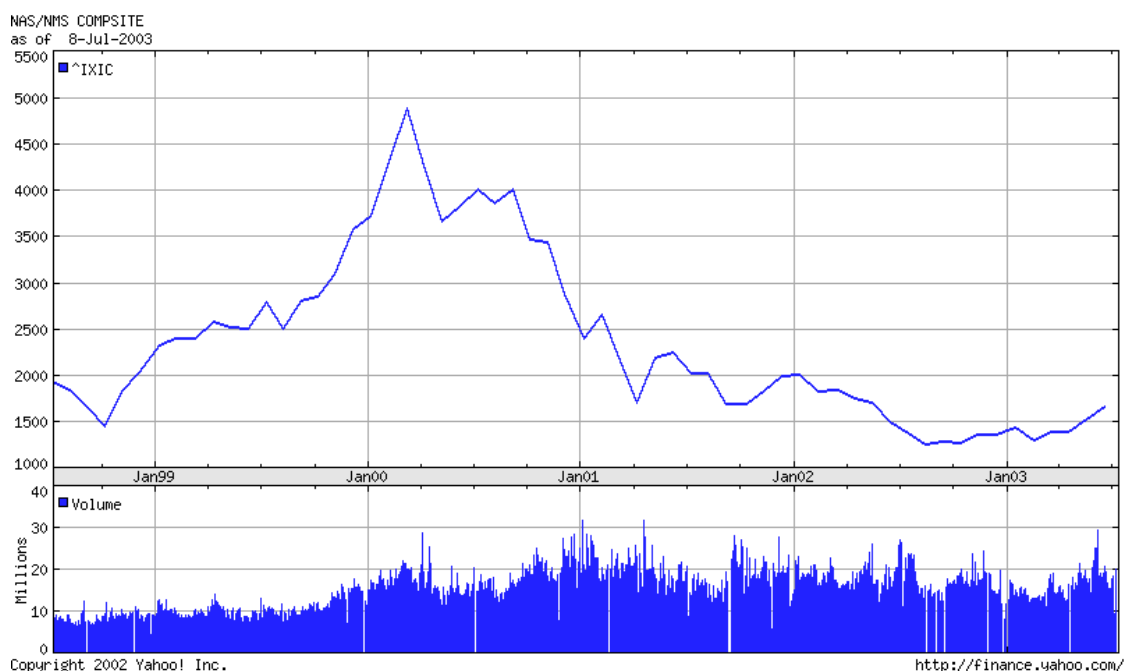


Figura 1.1: Nasdaq 1999-2003

business relaziona clienti e fornitori e fa in modo che l'azienda adotti il network quale criterio organizzativo.

Il nuovo modello d'impresa dovrebbe garantire gradualità, interattività, gestione della flessibilità, differenziazione del marchio (*branding*) e personalizzazione in un mondo industriale in rete.

Per analizzare il fenomeno dobbiamo scomporlo nelle sue condizioni macroeconomiche, le cause delle crisi, gli scandali finanziari che hanno minato la fiducia degli investitori ed infine l'aspetto finanziario.

1.4.1 Aspetti macroeconomici

Le economie moderne riescono ad aumentare la produttività essenzialmente nei tre modi seguenti:

- aumentando la dotazione di "capitale" per lavoratore (investimento in capitale fisico)
- migliorando la "qualità" della forza lavoro (investimento in capitale umano)
- attraverso il progresso tecnico. Il progresso tecnico, a sua volta, si concreta in una serie di determinazioni:
 - migliori e efficienti attrezzature produttive
 - nuovi "disegni organizzativi" della produzione (e dell'ambiente di lavoro)
 - effetti di apprendimento
 - miglioramento dei vecchi prodotti e introduzione di nuovi prodotti.

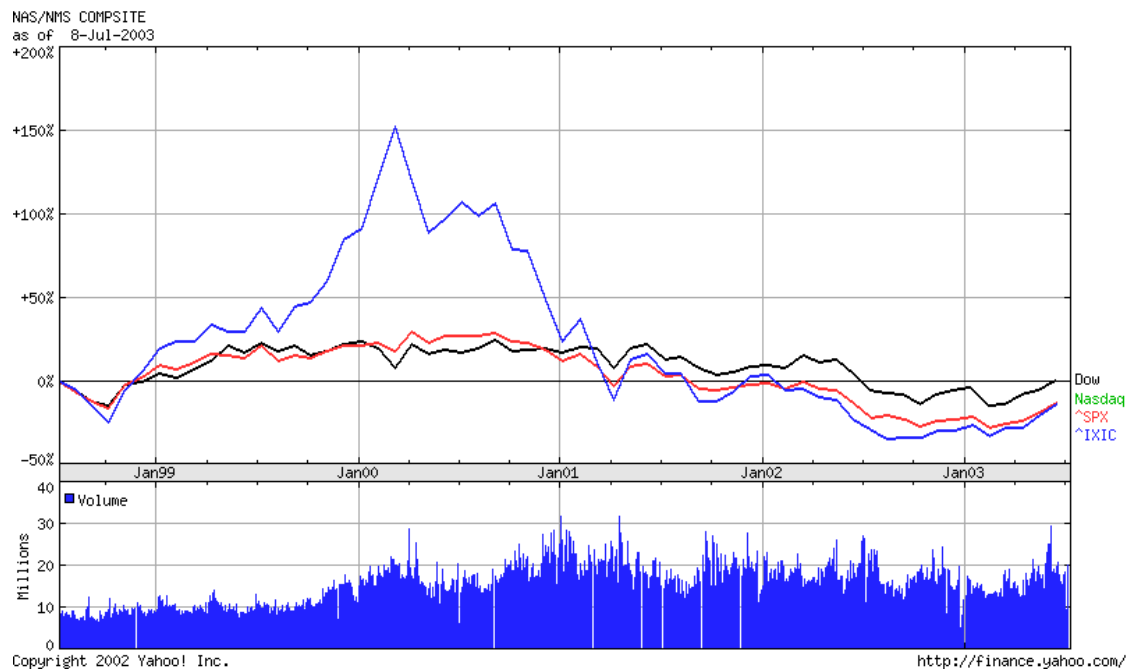


Figura 1.2: Nasdaq (blu), S&P (rosso), Dow (nero) 1999-2003

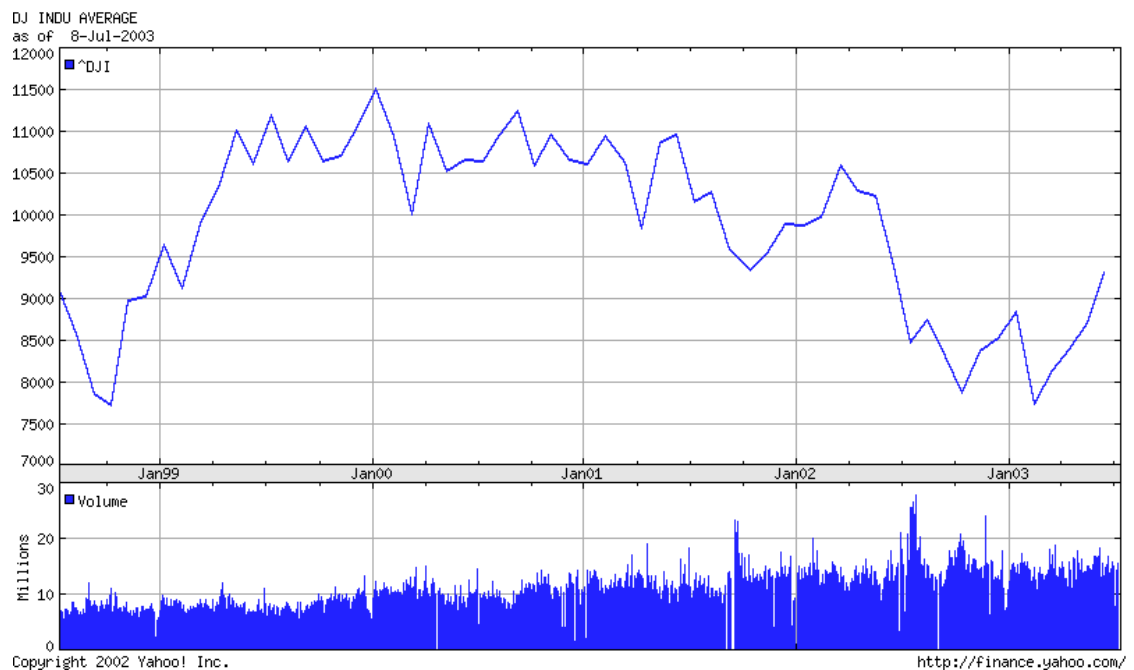


Figura 1.3: Dow Jones Industrial Average 1999-2003

Il modello della *new economy* si basa sul progresso tecnico e tocca tutti e quattro i suoi aspetti.

Secondo Zenezini (2002) quelli che seguono sono i tratti salienti della struttura della *new economy*:

- Le nuove tecnologie vengono adottate dalle imprese per favorire riorganizzazioni della produzione che riducono i costi senza aumentare la produttività. L'aumento degli investimenti ICT per lavoratore appare fortemente correlato, in particolare, con i cambiamenti nella composizione settoriale dell'occupazione e nell'utilizzo settoriale dei beni intermedi.
- Le nuove tecnologie permettono di diversificare i prodotti consentendo alle imprese di praticare politiche di discriminazione di prezzo che aumentano il profitto sottraendo surplus ai consumatori, ma senza necessariamente richiedere aumenti di produttività.
- Le nuove tecnologie possono essere introdotte dalle singole imprese per proteggere le proprie quote di mercato e per dare nuova forma ad attività preesistenti. In molti casi, questo può portare ad una duplicazione di costi senza vantaggi di produttività.
- Se le nuove tecnologie ICT consentono di ridurre i costi di monitoraggio delle attività produttive dei dipendenti, è possibile che esse rendano convenienti metodi e atteggiamenti relativamente meno produttivi con retribuzioni correlativamente minori.
- Gli spazi delle tecnologie ICT non sono "infiniti, dato che non tutte le attività umane, e non tutte le attività economiche, possono essere ridotte ad atomi d'informazione. Nei servizi, molto spesso il contatto personale è cruciale e non può essere rimpiazzato con una macchina automatica. In molte attività complesse, il lavoro umano è insostituibile (almeno per il momento)
- Dal punto di vista del consumatore, c'è l'ovvia considerazione che il tempo è una risorsa in quantità fissa. Ciò che Internet chiede veramente è il tempo delle persone e questo è, alla fine, la sola cosa veramente scarsa.
- Da ultimo, ma non è il punto minore, la fondamentale nozione di razionalità limitata intende proprio sottolineare che la capacità degli agenti economici di digerire informazioni (in quanto prodotto della rete) è limitata.

E' importante analizzare il valore economico dell'informazione, che ha una struttura di costi diversa dagli altri beni, con alti costi di produzione e bassi di riproduzione (alti costi fissi e bassi costi marginali). Tuttavia il prezzo del bene informazione non può essere fissato sulla base del costo, visto che costo di produzione unitario è quasi nullo, ma sulla base della valutazione del bene che ne danno i consumatori.

La tecnologia facilita l'accesso alle informazioni e ne accresce il valore. L'infrastruttura che permette all'informazione di essere venduta, riprodotta, trasmessa è decisiva nel creare valore. Ciò che la rete Web offre non è tanto la quantità

d'informazione, quanto il suo accesso immediato, la possibilità di manipolarla, di archivarla.

La *new economy* si basa anche sul concetto di rete. I prodotti *High Tech* costituiscono delle reti virtuali che sono invisibili ma altrettanto importanti per le dinamiche di mercato delle reti reali. Il valore che ciascun utente attribuisce alla rete dipende dal numero di persone che sono già connesse. Questo si chiama effetto di rete o esternalità di rete, e nelle economie di rete la combinazione di economie di scala dal lato della domanda con quelle dal lato dell'offerta genera un forte feedback positivo.

1.4.2 La crisi

Non è facile identificare le ragioni della crisi anche se sicuramente possiamo individuare alcune cause:

- la mancata partenza dell'*Internet* mobile, su cellulari e palmari
- il mancato sviluppo dell'*e commerce*
- la “lentezza europea” nell'adottare i nuovi modelli aziendali
- alta esposizione degli investitori istituzionali
- imprese eccessivamente dipendenti dal valore delle loro azioni
- crisi generale dell'economia americana e forte perdita di profitti
- crisi di sovrapproduzione anche se negli altri paesi non si accelera la produttività dell'*high tech* come negli States
- “isterismo” finanziario dovuto al trading elettronico, alla deregulation, alla globalizzazione
- minore fiducia degli investitori unita a problemi politici e di ordine pubblico (globalizzazione, scandali finanziari, 11 settembre...)

Per una buona parte delle imprese coinvolte si può genericamente parlare di una mancata corrispondenza fra valore dell'azione e vera performance delle imprese (utile e profitti); o della difficoltà di stimare altri criteri immateriali come il *branding* o il settore. Il valore delle azioni si è allontanato dal loro valore contabile misurato.

E'irrazionale investire sulle promesse della ingegneria genetica o di *Internet*? In parte no, anche perché entrambi i settori hanno ricadute visibili sull'industria e sono motori dell'innovazione, molto probabilmente si sono sopravvalutati sia i successi che le ricadute economiche di questi settori.

1.4.3 Scandali contabili

La sfiducia degli investitori nel 2001 è stata inficiata da una serie di vicende giudiziarie che hanno colpito alcune grandi aziende statunitensi rivelando malversazioni e connivenze dei revisori contabili.

La Worldcom, ad esempio, aveva un fatturato di 32 miliardi di dollari con 3,8 miliardi di dollari che sono passati nel bilancio dalla voce costi a quella investimenti.

Il caso più emblematico è quello della Enron, i cui dirigenti sono stati accusati di malversazione per avere gonfiato di 590 milioni di dollari gli utili nei tre anni tra il 1997 e il 2000, e per avere omesso 2,6 miliardi di dollari di indebitamento dai bilanci aziendali.

Il Prof. Luigi Spaventa¹³ ha definito il caso Enron come¹⁴:

una vera e propria manifestazione di degenerazione patologica nel funzionamento dei mercati e dei presidi posti a tutela degli investitori

Negli scandali che si sono susseguiti è stata coinvolta anche la nota società di revisione Andersen, che ha distrutto illegalmente documenti contabili necessari all'inchiesta sulla bancarotta del gruppo energetico texano, ostacolando così il lavoro della SEC. La pena è stata il ritiro della licenza di certificazione dei bilanci delle società quotate negli Stati Uniti.

Possiamo esaminare più approfonditamente (seguendo Baldinelli (2002)) come si comportava la Enron che agiva su due fronti diversi:

- un ambito esterno, caratterizzato da rapporti con società (le c.d. *Special Purpouse Entities*) solo apparentemente indipendenti
- un ambito interno, in cui l'attività dissimulativa si concretizzava in particolari tecniche di appostazione dei valori, senza alcun apporto da parte di strutture esterne alla società.

Le *Special Purpouse Entity* (S.P.E.)¹⁵ sono società non consolidate, strumentali e temporanee, costituite nell'interesse del soggetto promotore (*sponsor*) al fine di realizzare, grazie all'intervento di un investitore indipendente (*investor*), una attività od una operazione economica ben circoscritta.

In generale lo schema operativo di una S.P.E. è il seguente:

1. la S.P.E. emette delle obbligazioni o assume debiti per finanziare l'attività per cui è stata costituita
2. le *securities* emesse o i debiti assunti vengono garantiti dallo sponsor o anche da un soggetto terzo permettendo un contenimento dei tassi del finanziamento

Grazie a questa operazione è possibile ottenere, oltre che una riduzione del carico fiscale, una sostanziale riduzione del rischio. In particolare :

¹³Presidente della Consob

¹⁴Commissione Finanze della Camera dei Deputati in data 14-02-2002

¹⁵o *Special Purpouse Vehicle* (S.P.V.)

- per lo *sponsor*
 - riduzione del costo del credito sia rispetto alla specifica operazione sia rispetto al finanziamento delle altre attività sociali grazie al contenimento della complessiva esposizione debitoria risultante dai libri contabili
 - ampliamento della gamma delle fonti di provvista.
 - limitazione della responsabilità al capitale conferito ed alle eventuali garanzie emesse sul debito della S.P.E. Ciò permette di eliminare dal bilancio ogni rischio economico connesso all'operazione
- per l'*investor*
 - il controllo diretto del proprio investimento
- per i creditori
 - l'inattaccabilità del patrimonio della S.P.E. da parte dei creditori dei costitutori (*sponsor* ed *investor*) grazie alla separazione patrimoniale delle attività cedute dal patrimonio dei cedenti. Sul patrimonio della S.P.E. non sono infatti ammesse azioni da parte di creditori diversi dai portatori dei titoli
 - le garanzie esterne a tutela del credito

Il modello operativo di una S.P.E. del sistema Enron seguiva tendenzialmente il seguente schema:

- La Enron contribuiva al capitale della costituenda S.P.E. conferendo azioni proprie ovvero, successivamente alla sua costituzione, trasferendo i propri titoli a fronte di un pagamento in cambiali (*notes receivables*). Al tempo stesso, grazie anche ad operazioni di *hedging* sui titoli ceduti alla S.P.E., forniva garanzie sia agli investitori indipendenti che ai creditori della S.P.E.
- La S.P.E., attraverso l'ingente liquidità ottenuta dagli investitori e/o creditori, acquistava *assets* dalla Enron od offriva una copertura (*hedging*) ai suoi investimenti finanziari.

Il modello si reggeva, tuttavia, sulle seguenti violazioni :

- assenza nell'*investor* che amministrava la S.P.E. sia del requisito dell'indipendenza che del requisito del capitale di rischio
- insufficienza del capitale dell'*investor* in quanto inferiore alla quota del 3% richiesta
- incompletezza delle comunicazioni contenute nel bilancio della Enron circa la presenza di garanzie offerte sul capitale delle varie SPE
- iscrizione all'attivo di bilancio delle *notes receivables* ricevute dalle SPE, in violazione della disciplina contabile che prevede la contabilizzazione delle note di debito in detrazione del patrimonio netto

1.4.4 La bolla

Internet arriva nel 1993 quando stanno cominciando a crescere gli utili, grazie ai risultati positivi dell'economia statunitense. L'indice dove si nota maggiormente la bolla è quello tecnologico, il cui indice di riferimento è il Nasdaq¹⁶.

Il *Nasdaq* comincia ad aumentare di valore nel 1999 e va avanti fino alla primavera del 2000, partendo dal di sotto di quota 1400 (agosto-settembre 1999) e sino sopra quota 5200 (marzo-aprile del 2000). L'aumento è del 271 per cento, in pratica, le quotazioni crescono di quasi quattro volte. I sette-otto mesi della bolla sono la stagione d'oro, probabilmente irripetibile, della finanza mondiale. Con delle Borse che moltiplicano per quattro volte il loro valore nello spazio di pochi mesi, tutti riescono a fare soldi. Anche in questo periodo moltissime persone iniziano a investire in borsa.

Il culmine è nel primo trimestre del 2000, quando si iniziava a confrontare gli andamenti del 1921-1929 con quelli del 1992-2000, infatti fra marzo e aprile del 2000 il *Nasdaq* incomincia a scendere, e lo farà sino all'11 settembre 2001, il giorno dell'attacco alle *Twin Towers* di New York (figura 1.1 a pagina 22).

Gli analisti non considerano questa come l'unica bolla del periodo, e anzi la identificano come la prima bolla Internet.

La seconda bolla scatta subito dopo l'attacco alle *Twin Towers*. Nei giorni precedenti all'attacco compagnie aeree, società di assicurazione e riassicurazione, banche d'affari avevano fatto registrare una forte speculazione al ribasso¹⁷. Il SEC indagherà i movimenti di 38 titoli per sapere se la speculazione fosse stata condotta dai terroristi o se fosse la semplice risposta agli andamenti del mercato di quel periodo.

La Federal Reserve e le grandi banche hanno paura che Wall Street crolli sotto i loro occhi, inoltre vi è la necessità politica di non arrendersi di fronte al terrorismo, e tutti tornano ad investire nei mercati finanziari (*From New Economy to War Economy*: figure 1.4 nella pagina seguente e 1.5 nella pagina successiva).

Il *Nasdaq*, che stava crollando, va a sfiorare quota 2000, una crescita spaventosa, visto che partiva da quota 1500. All'inizio del 2002 anche questa seconda bolla si sgonfia e il *Nasdaq* scende fino a 1800.

Nell'aprile del 2002 c'è una piccola crescita (100 punti circa), prima che l'indice crolli sino all'ottobre del 2002 e a quota 1100 (il suo minimo degli ultimi anni).

Da quel momento il mercato ha poi ripreso a salire: ci troviamo di fronte a una ennesima bolla?

E' ricorrendo alle aspettative che le valutazioni oggettive vengono tramutate in valutazioni soggettive (Tobin, 1970) ed è sempre tramite le aspettative che qualsiasi ragionamento che poteva sembrare errato, può trovare una sua giustificazione a posteriori.

Ci sono due indici che misurano questo scostamento: il Q di Tobin,

¹⁶ *National Association of Securities Dealers Automated Quotations*, il mercato tecnologico americano, equivalente al Nuovo Mercato italiano.

¹⁷ Si vedano Radlauer (2001), <http://www.sec.gov/news/testimony/012902tsaln.htm>, <http://www.sec.gov/hot/sept11relief.htm> e <http://www.ilnuovo.it/nuovo/foglia/0,1007,78840,00.html>

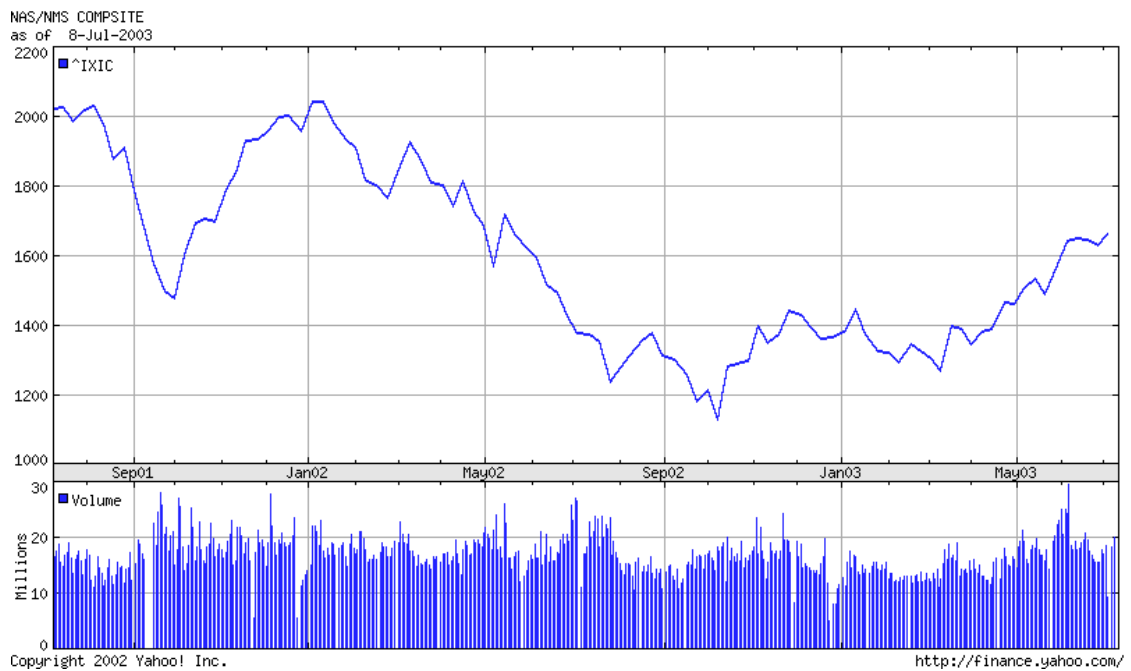


Figura 1.4: *Nasdaq* 2001-2003

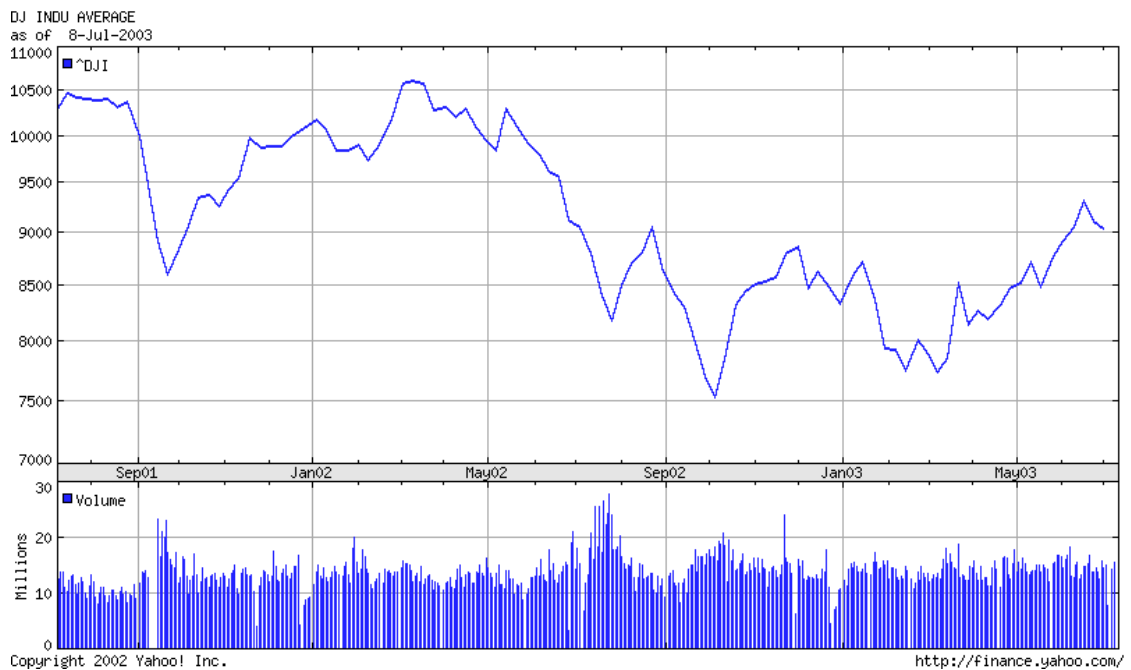


Figura 1.5: *Dow Jones Industrial Average* 2001-2003

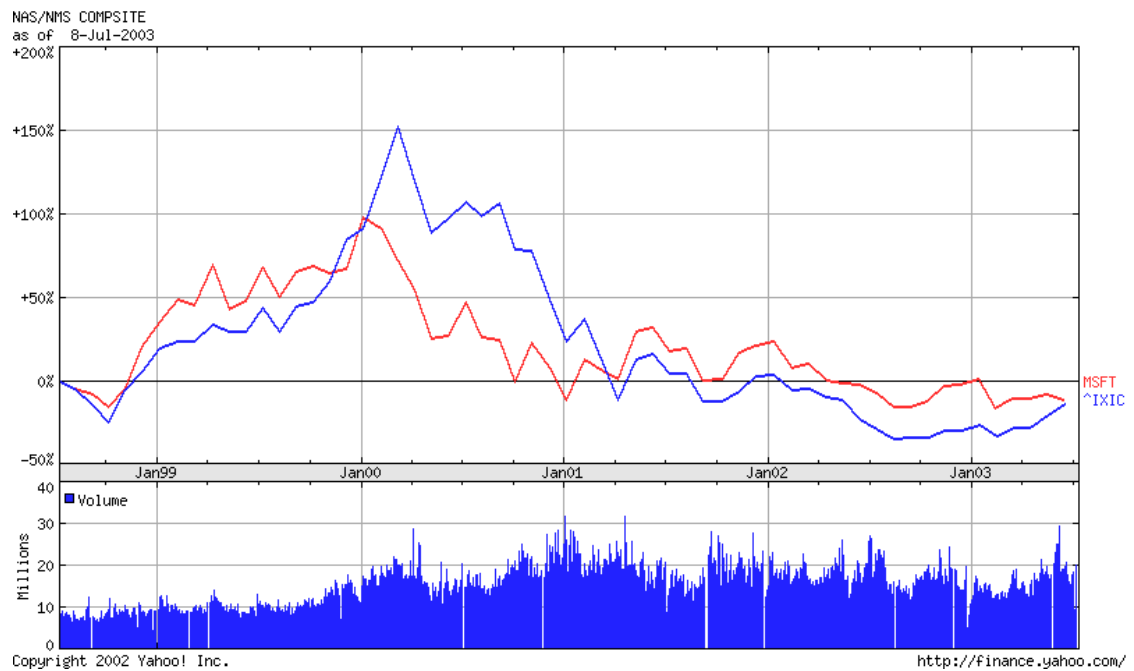


Figura 1.6: Microsoft e *Nasdaq* 1999-2003

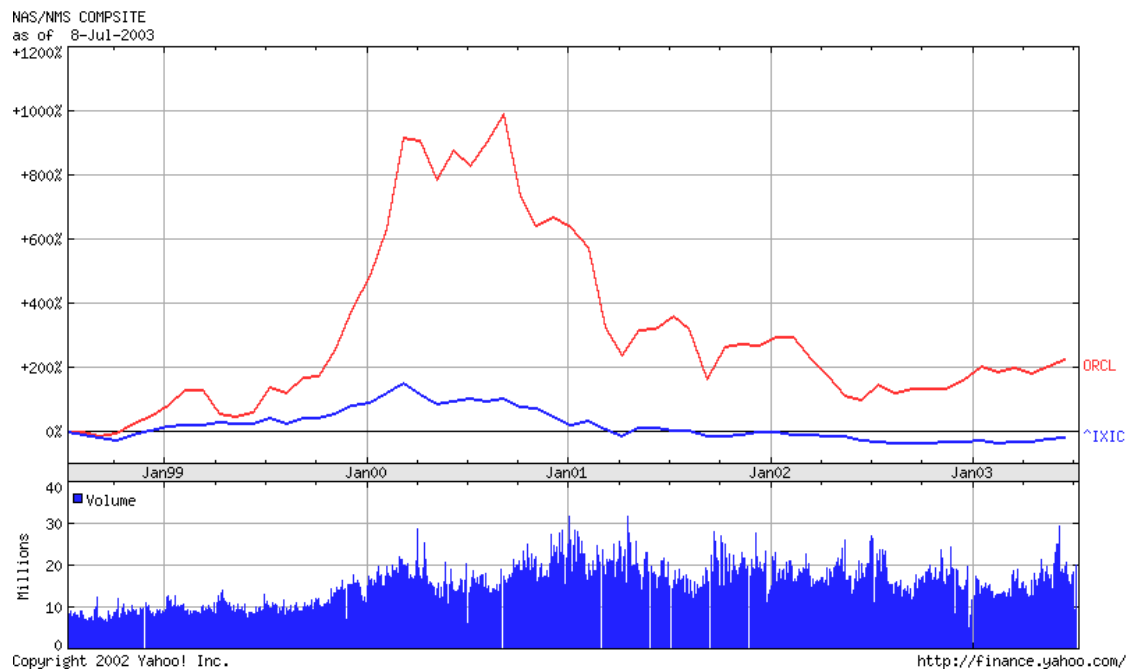


Figura 1.7: Oracle e *Nasdaq* 1999-2003

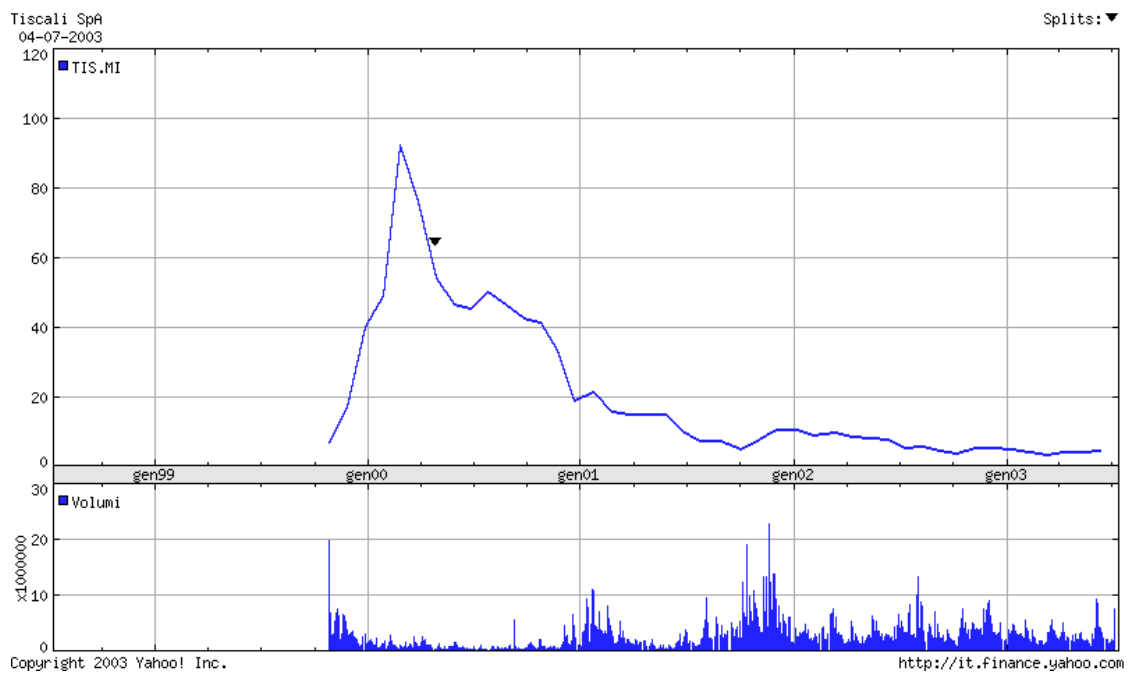


Figura 1.8: Tiscali 1999-2003

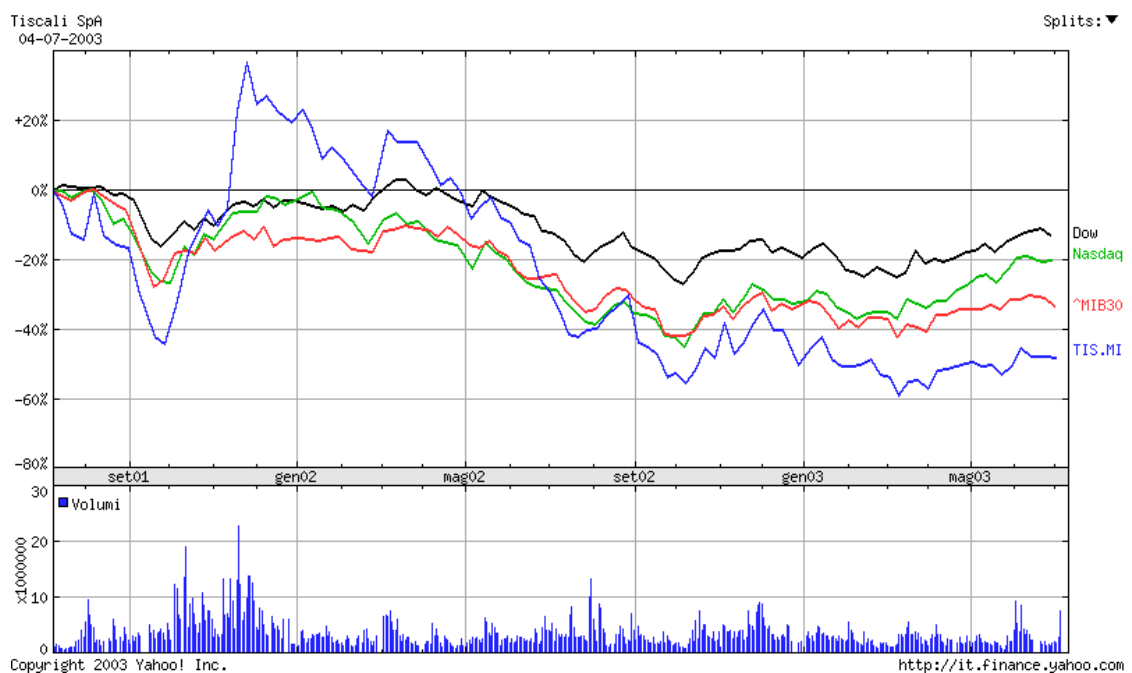


Figura 1.9: Tiscali (blu), Dow (nero), Mib30 (rosso), *Nasdaq* (verde) 2001-2003

$$Q = \frac{\text{Valore dell'azione sul mercato azionario}}{\text{Valore di bilancio del capitale netto}}$$

e il rapporto *price/earnings* (p/e), ossia il prezzo di un'azione diviso per quello che quell'azione rende.

Per fare un esempio Microsoft (figura 1.6 a pagina 30) nel 2000 aveva un p/e di 55 (elevatissimo), oggi lo ha ridotto a 27: questo significa che oggi c'è il doppio di equilibrio fra il prezzo dell'azione e quello che la società guadagna. Oracle nel 2000 aveva un p/e di 103, oggi è scesa a 26,8 (figura 1.7).

Non solo sono mutate le aspettative, ma anche le previsioni si sono rivelate errate: nel 2000, ad esempio, si pensava che France Telecom nel 2002 avrebbe guadagnato 3,6 miliardi di dollari, mentre ne perderà 12,2.

Le differenze rispetto alle altre bolle e soprattutto rispetto al 1929 sono quattro:

- nel 1929 l'indice *Dow Jones* che a quattro anni di distanza aveva perso l'80% del suo valore. Nel 2000 invece le azioni hanno "retto" molto di più, calando di circa il 30% in un biennio
- il settore del credito è stato coinvolto solo marginalmente, evitando riflessi sull'erogazione dei finanziamenti e quindi pesanti ricadute su quello industriale.
- le imprese della cosiddetta *old economy*, il vecchio sistema produttivo che non aveva approfittato della grande corsa verso il *web*, sono state coinvolte solo marginalmente (figure 1.3 a pagina 23 e 1.2 a pagina 23, si noti la regolarità del *Dow Jones* rispetto all'esuberanza del Nasdaq), la maggior intensità crisi si è limitata in un solo settore
- tutte le imprese tecnologiche in tutti i mercati hanno subito la stessa sorte, vittime di un generale ottimismo (figure: 1.8 nella pagina precedente e 1.9 nella pagina precedente)

1.5 Governi e prevenzione

La Commissione per i problemi economici e monetari del parlamento europeo (Goebels, 2001) riconosce che la stabilità finanziaria è un bene pubblico.

Lo sviluppo dei servizi finanziari internazionali ha condotto innegabilmente a una maggiore efficacia dei mercati e a una migliore distribuzione delle risorse. Tuttavia "la perfetta mobilità dei capitali alimenta l'instabilità" (de Boissieu).

In ambito finanziario, l'accelerazione della velocità di circolazione costituisce certamente un fattore d'instabilità (ricordiamo a proposito che l'80% del volume delle transazioni sul mercato valutario corrisponde a operazioni della durata inferiore alla settimana).

Nel rapporto delle Nazioni Unite sul "*Global Financial Turmoil and Reform*" (Herman, 1999) leggiamo che

Più un mercato è ampio (in ragione della varietà dei partecipanti) e attivo (in ragione del numero di transazioni giornaliere) e più la

formazione dei prezzi su quel mercato sarà solida e i suoi prezzi meno instabili.

I governi di tutto il mondo si sono attrezzati durante l'ultimo secolo per sorvegliare e gestire i mercati finanziari.

La SEC, ad esempio, è stata istituita dopo il crollo del 1929, insieme alle prime normative statunitensi sui mercati finanziari.

In Italia la Consob ha da poco annunciato un sistema di *market abuse detection* denominato Saivim acronimo di Sistema automatico integrato di vigilanza sui mercati¹⁸.

Il sistema è una serie di allertatori ricavati da teoria dei mercati finanziari e dall'esperienza di vigilanza e dall'osservazione empirica.

Ad esempio su titoli sottili potrebbero guidare il titolo a livelli superiori rispetto a quelli che esprimerebbe il mercato creando l'apparenza di un mercato attivo, magari in vista di una cessione.

Da Minenna (2003) leggiamo i capisaldi dell'analisi che si basano sui prezzi di negoziazione si analizzati in termini di rendimenti, attraverso

- i rendimenti dei titoli, generalmente, subiscono delle brusche variazioni (ad esempio nel momento in cui viene data *disclosure* di una informazione privilegiata), ovvero seguono degli andamenti non riconducibili ad una dinamica di tipo *mean-reverting* (ad esempio in presenza di fenomeni manipolativi);
- la presenza di *abnormal return* viene individuata tramite una stima dei rendimenti che può essere condotta attraverso l'utilizzo di processi diffusivi;
- modelli autoregressivi riescono a catturare nel discreto sia la componente di *mean reversion* sia di *momentum effect* dei rendimenti;
- le quantità negoziate dai singoli agenti vengono esaminate in termini di volumi di negoziazione giornalieri secondo uno schema di autocorrelazione;
- la denominazione degli agenti è analizzata in relazione alle quantità negoziate dagli stessi in una giornata, studiando sia la profondità del mercato, sia la presenza di operatori dominanti, sia la composizione dei diversi intermediari-negoziatori;
- la composizione del mercato viene valutata attraverso due stadi di approfondimento:
 - il livello di concentrazione degli intermediari, inteso come il numero degli intermediari e la relativa quota-parte dei volumi negoziati (concentrazione statica);
 - l'evoluzione della concentrazione degli intermediari, ossia l'andamento della quota-parte dei volumi di negoziazione di ciascun intermediario su uno specifico titolo (concentrazione dinamica).

¹⁸Si veda la notizia in questo sito: http://db.miaeconomia.it/me_news/me_news.asp?page=main&num_art=limit&idn=1001

Sulla base di tali indicazioni sono state, quindi, costruite quattro variabili finanziarie che rappresentano nel tempo l'andamento:

1. dei volumi di negoziazione del titolo;
2. dei rendimenti del titolo;
3. della concentrazione di mercato statica;
4. della concentrazione di mercato dinamica.

Un allertatore produce un *alert* ogni qualvolta l'andamento osservato della variabile finanziaria descritta non risulti coerente con le ipotesi predittive del sotteso modello di riferimento identificate mediante soglie dinamiche.

1.5.1 Si possono ancora creare delle bolle?

I mercati finanziari possono ancora cadere nel caos?

La risposta dopo ogni crisi è normalmente un deciso no, anche perché se ne cercano le cause e si applicano i rimedi.

In realtà dopo ogni bolla iniziamo ad aspettare la prossima, che ha sempre nuove vesti, e dimensione anche sovranazionali.

Paul Krugman (Krugman, 1996) ci racconta della speculazione parzialmente fallita sul mercato del rame avvenuta nel 1995-1996, con regole poco diverse da quelle analizzate sui mercati tradizionali nei paragrafi precedenti, se non per la differenza che il rame può anche essere immagazzinato, in attesa di prezzi più convenienti. La natura globale delle sue attività di Yasuo Hamanaka rendeva dubbia la responsabilità dei controllori: negli Stati Uniti veniva immagazzinato il rame, in Inghilterra ha sede il *London Metal Exchange*, in Giappone aveva sede l'azienda di Hamanaka, la *Sumitomo*.

Strettamente collegata alla crisi asiatica del 1997-1998 troviamo al vicenda del *Long Term Capital Managment (LTCM)*, un *hedge fund*. Letteralmente *hedge fund* andrebbe tradotto come fondo protetto o coperto, che dovrebbe minimizzare i rischi in realtà investono in strumenti finanziari avanzati e decisamente rischiosi.

Le banche devono detenere un patrimonio netto pari all'8% dei loro impieghi, ossia i loro impieghi dovrebbero essere di circa 10 o 12 volte il patrimonio, in questo caso però si raggiungero impieghi per circa 40 volte il patrimonio versato, sfruttando centri *off-shore* dove non era soggetto ad alcuna vigilanza.

Esattamente come nel 1929 l'*LTCM* si trovò in difficoltà di fronte a una *margin call* a fronte dei suoi investimenti sui mercati asiatici che iniziavano a peggiorare. La *New York Federal Reserve* tuttavia organizzò un salvataggio con un gruppo di banche americane, salvandolo dalla crisi di liquidità.

1.6 Informazione e finanza

L'informazione perfetta nei mercati finanziari si basa sulla risposta a queste affermazioni:

What is an informed trader?
Information about true value
Information about fundamentals
Information about quantities
Information about who is informed

che andrebbero a completare il panorama di un investitore, che conoscerebbe il vero valore degli *asset*, i loro fondamentali, le quantità in circolazione e i venditori e soprattutto quanti ne sono informati, permettendogli migliori strategie.

Come ci ricorda Phelps (1991)

The agents of equilibrium models are not simply rational creatures; they have somehow come to possess fantastic knowledge. The equilibrium premise raises obvious problems of knowledge: why should it be supposed that all the agents have hit upon the true model, and how did they manage to estimate it and conform to it more and more closely? There has always been a strand of thought, running from Morgenstern in the 1930s to Frydman in the present, that holds that we cannot hope to understand the major events in the life of an economy, and perhaps also its everyday behavior, without entertaining hypotheses of disequilibrium.

La razionalità, limitata o illimitata, nei modelli economici ha una fondamentale importanza perché in base alle assunzioni sulle caratteristiche razionali degli agenti si possono trarre conclusioni che possono essere significativamente diverse. La razionalità illimitata, che ha avuto un ruolo predominante nella formulazione delle principali teorie economiche, ha avuto le prime critiche da parte di Herbert Simons (1955) che ha suggerito il termine di *bounded rationality* (razionalità limitata) per descrivere più realisticamente le capacità di *problem solving* degli umani.

Inserire la razionalità limitata nei modelli (secondo Conlisk (1996)) è importante perché:

- vi sono evidenze empiriche
- i modelli si sono comportati molto bene
- la possibilità di studiare i meccanismi di apprendimento (*learning*) e di sopravvivenza degli agenti che si evolvono
- per gli umani anche la conoscenza è una risorsa scarsa
- si possono introdurre costi di informazione e di deliberazione

Ulteriori e maggiormente profonde critiche giungono dagli studi sui mercati finanziari ci giungono da Mullainathan e Thaler (2000), che hanno indirizzato i loro studi sulla *Behavioral finance* per due ragioni: la finanza e le teorie generano previsioni testabili e fenomeni osservabili, e la grande disponibilità di dati con cui testare le ipotesi.

L'efficienza razionale dei mercati, e dei loro operatori, fa due principali previsioni sul prezzo dei corsi azionari. Il primo è che i prezzi sono corretti nel senso che il

prezzo debba riflettere il valore intrinseco del bene cui si riferisce. Spesso questo non è verificabile, perché il valore intrinseco di una attività non è osservabile. Nel caso in cui vi siano due azioni di cui si conoscano i valori intrinseci relativi. Uno di questi casi è conosciuto come quello dei “Gemelli Siamesi”, in cui la stessa azione viene quotata in mercati diversi, come il caso di *Royal Shell Dutch* in Froot e Dabora (1999), in cui la stessa società veniva quotata a prezzi fortemente diversi su tre mercati (quello olandese, quello americano e quello inglese).

La seconda è che i prezzi siano imprevedibili basandosi sulle sole informazioni di dominio pubblico, anche se secondo Bondt e Thaler (1985) questa proposizione è almeno parzialmente falsa.

1.7 Conclusioni

L'esame delle bolle è partito dapprima da un quadro psicologico ove si sono descritti i comportamenti dei singoli e delle masse.

Ogni bolla ha una storia personale sia per la sua evoluzione, che è sempre fortemente autoregressiva¹⁹, sia e soprattutto per le cause che la provocano, e questo è stato dimostrato con una analisi storica delle principali bolle speculative.

Attraverso gli esempi si è potuto leggere l'evoluzione dei mercati e delle istituzioni. Si è partiti dalla situazione settecentesca, piuttosto caotica, caratterizzata da mercati nati da poco, con pochi titoli trattati e una forte connivenza con i governi, che spesso assecondavano società truffaldine nelle loro operazioni, a moderne istituzioni che intervengono sui mercati regolamentandoli e salvando istituzioni compromesse dovendo affrontare mercati spesso iperattivi con un *turnover* sulle azioni che su New York Stock Exchange era del 76% nel 1998²⁰.

¹⁹il titolo sale perché è salito anche ieri

²⁰Dati di Odean (1999)

Capitolo 2

Le simulazioni

Market can remain irrational longer than you can remain solvent

John Maynard Keynes

Fine ultimo della scienza è quello di costruire un quadro unico o unificato della realtà in cui ogni fenomeno sia collegato in maniera diretta o indiretta con tutti gli altri, senza alcuna discontinuità sulla base delle regolarità del loro comportamento. Nella scienza si possono unire realtà e teorie in alcune discipline con le predizioni assoggettabili alla verifica e tramite i fatti direttamente osservati (empirici). Grazie al momento della verifica si caratterizzano e si distinguono i processi cognitivi di tipo filosofico da quelli più propriamente scientifici; questi devono soddisfare alcuni requisiti per rendere la scienza il più possibile oggettiva. Il processo deve essere replicabile, dando ad un qualunque studioso la possibilità di ottenere gli stessi risultati dalle stesse osservazioni e dagli stessi esperimenti (metodo degli esperimenti di laboratorio). Inoltre, il processo deve portare alla definizione di teorie formalizzate matematicamente in grado di cogliere in maniera precisa e puntuale gli aspetti quantitativi dei fenomeni spiegati.

Se questo paradigma ha trovato piena applicabilità in fisica, chimica e biologia, le cosiddette scienze della natura, non altrettanto è avvenuto per quelle dell'uomo in cui difficilmente si è avuta l'interazione tra fatti empirici e teorie. Nelle scienze dell'uomo spesso mancano alcuni strumenti e alcune metodologie che sono state applicate con successo nelle scienze della natura. In particolare si sente la mancanza di un laboratorio dove condurre esperimenti.

Nelle scienze dell'uomo si raccolgono e si descrivono una grande quantità e varietà di fatti empirici che si discostano notevolmente dalla teoria, o sono ambigui nei risultati. Le scienze dell'uomo fanno pochi progressi e non riescono a raggiungere e ad accumulare nel tempo una vera conoscenza e comprensione della realtà. Le teorie vengono discusse, vengono sottoposte a una vera e propria verifica empirica soltanto in limitati casi; sono sostenute o criticate con argomenti e ragionamenti, ma non con fatti osservati. Di questa differenza per le scienze dell'uomo rispetto

alle scienze della natura occorre tener conto perché, le scienze dell'uomo hanno più bisogno delle simulazioni.

Il metodo della simulazione differisce radicalmente dai metodi tradizionali della ricerca scientifica perché non mira solamente a descrivere, prevedere o spiegare i fenomeni della realtà, ma cerca di ricrearli; inoltre tale metodologia formula le proprie teorie e ipotesi sotto forma di progetti per la costruzione di sistemi artificiali, costruisce tali sistemi e verifica la loro capacità di descrivere la realtà oggetto di studio. Per costruire un modello di simulazione sono fondamentali l'uso del computer e la conoscenza dell'informatica; attraverso la programmazione informatica (e alcuni strumenti come, per esempio, *Swarm*) si può scrivere, in tempo relativamente veloce, tutto ciò che è necessario per far funzionare il modello e prepararlo per essere osservato anche da chi non è esperto di informatica.

Attraverso la simulazione si cerca di ricreare i fenomeni che si vuole analizzare, piuttosto che descriverli, prevederli o spiegarli come la metodologia tradizionale farebbe, attraverso la formulazione di ipotesi e di teorie. Quindi possiamo dire che le teorie espresse attraverso le forme tradizionali del linguaggio, dei simboli matematici e dei grafici, si limitano a descrivere la realtà, mentre le simulazioni la ricreano attraverso il programma che gira nel computer; in tal modo i fenomeni che si vuole studiare sono riprodotti grazie alla macchina di calcolo.

Si potrebbe facilmente obiettare che anche i programmi fatti al computer sono costituiti da simboli, quelli utilizzati per i vari linguaggi di programmazione, per cui anche le simulazioni, in quanto facenti uso di programmi, sono espresse con simboli; è comunque palese una differenza, che confuta tale obiezione, è cioè che i linguaggi usati per la formulazione delle teorie, attraverso metodologie tradizionali, sono destinati ad altri individui, mentre i codici, con cui si scrivono i programmi, sono volti a permettere l'interazione tra uomo e macchina; sarà poi il prodotto che risulta dalla simulazione che avrà il compito di permettere la comprensione della teoria ad altri individui.

Una volta costruita una simulazione la si può usare come un laboratorio in cui controllare variabili e manipolarne il valore, osservando gli effetti. Questo è ciò che fondamentalmente avviene nel laboratorio sperimentale reale. In laboratorio lo scienziato non si limita a osservare la realtà empirica, ad aspettare che si verifichino i fenomeni cruciali che possono dirgli se le sue teorie sono corrette o sbagliate. Lo stesso avviene nel laboratorio virtuale costituito da una simulazione. Se una teoria/simulazione riesce a riprodurre i fenomeni osservati nella realtà, la teoria/simulazione può essere considerata confermata. Nel caso in cui non ci riesca si possono aggiungere, togliere e modificare variabili, manipolarne i valori, e si può modificare in altri modi la teoria/simulazione fino a che non viene raggiunta una corrispondenza soddisfacente tra teoria/simulazione e dati empirici.

Tuttavia non è necessario che ciascun essere umano capisca i simboli che costituiscono il programma perché la teoria-simulazione svolga i suoi compiti di produrre predizioni e spiegazioni. È il computer che produce le predizioni. La teoria espressa come programma di computer, eseguita nel computer, produce direttamente i fenomeni simulati che debbono corrispondere con i fenomeni osservati nella realtà. Il compito dello scienziato è solo di osservare i fenomeni simulati prodotti dalla teoria, osservare i fenomeni della realtà e verificare se i due corrispondono.

Le simulazioni non servono solo ad osservare fenomeni, ma anche per elaborare teorie, per esplorarne e valutarne le caratteristiche e le implicazioni quando sono ancora nella fase di costruzione. Più specificamente, con le simulazioni è possibile sviluppare e valorizzare il metodo degli esperimenti mentali. Si possono anche definire, quindi, come delle macchine per automatizzare gli esperimenti mentali.

Per gli esseri umani esiste la realtà naturale, ma esiste anche la realtà artificiale in quanto è prodotta dalle loro azioni. La realtà artificiale sono le tecnologie, le modificazioni dell'ambiente provocate dall'uomo, i segnali comunicativi... Innanzitutto le simulazioni sono teorie e quindi sono dei mezzi per comprendere la realtà, tuttavia sono anche realtà, questo comporta un'ulteriore novità e cioè, che le teorie (espresse attraverso la simulazione) siano realtà; ciò differisce dalla tradizione, che propone una visione non solo differente, ma opposta, asserendo che le teorie sono una cosa mentre la realtà è un'altra. Sono realtà artificiale poiché esse soddisfano i tre criteri che definiscono la realtà:

- ciò che può essere percepito attraverso un'azione dei nostri sensi o delle nostre percezioni;
- quello su cui possiamo agire e che corrisponde alle nostre azioni;
- ciò che costituisce un vincolo alle nostre azioni e allo stesso tempo un mezzo per svolgerle.

2.1 Vantaggi delle simulazioni

L'utilizzo di simulazioni permette di superare alcuni limiti delle tradizionali metodologie volte all'analisi ed alla formazione di teorie scientifiche. Grazie all'automatizzazione dei processi di derivazione delle predizioni, attraverso l'uso delle simulazioni, si rende oggettiva quella verifica delle teorie che lo stesso scienziato tradizionalmente operava singolarmente e isolatamente, con tutti i dubbi di soggettività e di riproducibilità che ne derivavano. Tale metodologia consente, infatti, di rimuovere alcune delle debolezze strutturali che hanno ostacolato e rallentato lo sviluppo delle scienze dell'uomo - il carattere soggettivo dei fenomeni oggetto di studio, la mancanza di un legame stretto tra teorie e osservazioni empiriche, l'impossibilità di ricorrere ad esperimenti di laboratorio - e che hanno reso lo studio dei fenomeni umani un compito più difficile rispetto allo studio dei fenomeni naturali.

Le simulazioni sono un nuovo strumento che la scienza ha oggi a disposizione per conoscere e capire la realtà. Usare il metodo della simulazione come metodo di ricerca ha delle conseguenze sul modo in cui la scienza concepisce la realtà e sul modo in cui la scienza si organizza per studiare la realtà. Una scienza che adotti le simulazioni come strumento di ricerca tenderà a cambiare in due direzioni: tenderà a vedere la realtà non come composta soprattutto di sistemi semplici, ma come composta di sistemi complessi.

Si è privilegiato lo studio dei sistemi semplici o poiché essi si prestano meglio ad essere studiati con gli strumenti tradizionali, ma la realtà è fatta soprattutto di sistemi complessi, dunque si pone il problema per la scienza di dotarsi degli strumenti

idonei, che, ovviamente, non possono più essere quelli tradizionali. La simulazione è probabilmente il più importante di questi.

Dobbiamo a questo precisare alcuni termini come semplice, complicato e complesso. Semplice è un elemento che comprendo completamente, come un pistone o una manovella. Complicato è un sistema costituito da elementi semplici, dove, conoscendo la funzione dei singoli componenti, riesco a comprendere anche il sistema nel suo insieme; un esempio è il motore dell'automobile, che capisco solo se conosco tutte le parti che lo compongono. Complesso è invece un sistema costituito da elementi semplici, dove però la loro conoscenza non basta a comprendere il sistema nel suo insieme. Possiamo ad esempio definire complessi i mercati finanziari.

Le teorie espresse nei modi tradizionali come il linguaggio e le equazioni sono appropriate ai sistemi semplici ma non ai sistemi complessi perché esse sono vincolate dai limiti cognitivi della mente umana, limiti di memoria, di attenzione, di ragionamento. Una teoria espressa tradizionalmente deve essere tenuta insieme all'interno della mente di un essere umano e deve essere comunicata a un altro essere umano usando i simboli del linguaggio e della matematica. Ciò è possibile se la teoria ha come oggetto un sistema semplice, non se ha come oggetto un sistema complesso. La teoria di un sistema complesso può anch'essa essere complessa, riguardando molti elementi diversi, che cooperano con un insieme di interazioni che le capacità di memoria, di attenzione e di ragionamento della mente umana non sono in grado di gestire.

Le simulazioni seguono la via della sintesi della realtà, dove sintesi vuole dire partire dalle componenti per studiare cosa emerge quando queste componenti vengono messe insieme e fatte interagire. Infatti le simulazioni si basano sull'assunzione che la realtà non può essere conosciuta solo analizzandola nelle sue componenti, ma è necessario ricrearla a partire dalle sue componenti.

Altri vantaggi del metodo della simulazione derivano dal fatto che questo metodo è un linguaggio comune che può essere parlato da qualunque disciplina e attraverso il quale tutte le discipline possono parlarsi. La frammentazione disciplinare è un problema per la scienza, spesso diventa un ostacolo: una scienza divisa in più discipline ha difficoltà a studiare fenomeni collegati ad altri fenomeni non tutti appartenenti alla stessa disciplina. Le simulazioni sono tendenzialmente non disciplinari, pertanto è prevedibile che, quando questo metodo comincerà a penetrare nella formazione degli scienziati, i vantaggi derivanti dalla sua non disciplinarità saranno notevoli in numerose discipline. Il computer è una macchina molto potente, con grandi capacità di memoria e di calcolo. Se le spesso insensate divisioni disciplinari tra le scienze sociali sono in parte dovute al fatto che non si può pensare di costruire un'unica teoria, espressa nei modi tradizionali della scienza, che abbia come oggetto nello stesso tempo la cultura, le istituzioni sociali, l'economia, le istituzioni politiche, e la storia passata di una società umana, si può invece benissimo pensare di costruire una simulazione di una società che incorpori tutti (o almeno molti) di questi suoi diversi aspetti. Il computer è in grado di gestire teorie di questa complessità, salvo ovviamente il fatto che per ogni fenomeno studiato le simulazioni, come tutte le teorie scientifiche comunque formulate, semplificano rispetto alla realtà, e fanno capire in profondità la realtà proprio perché la semplificano. Ci si può quindi aspettare che con la progressiva adozione della simulazione come strumento di ricerca nelle scienze

sociali le tradizionali divisioni disciplinari perderanno di importanza e di senso.

Le scienze sociali studiano fenomeni che spesso rimangono lontani dall'osservazione e dalla manipolazione diretta da parte dello scienziato, molto più di quanto avvenga per i fenomeni studiati dalle scienze della natura. Per questo le scienze sociali sono molto più verbali delle scienze della natura. I concetti, i termini, usati dagli scienziati, essendo così lontani dalla realtà empirica, finiscono per prendere il posto della realtà empirica. Di qui il pericolo di entificare la realtà, di vederla costituita da entità rigide, dotate di una loro essenza, non graduate e non quantitative, divise da confini netti, prive di variabilità interna. Di qui anche il rischio, molto reale, che uno stesso termine significhi cose diverse per scienziati diversi, dato che il riscontro del termine nella realtà empirica è così flebile, con la conseguenza di discussioni interminabili sui termini piuttosto che sulla realtà da studiare e di ricerche che ci dicono più sulla cultura, i valori, l'apparato concettuale del ricercatore che sui fenomeni da lui studiati.

Le simulazioni agganciano i termini a dati quantitativi, a strutture esplicite di dati, a processi e meccanismi espliciti e ben identificati risolvendo quindi molti dei problemi che invece potrebbero sorgere.

Vi è anche un aspetto tecnico di questo problema. Con gli sviluppi recenti delle tecnologie informatiche, simulazione vuol dire in buona misura visualizzazione. La simulazione non è basata più su una interazione tra utente e computer mediante simboli: simboli del linguaggio, dei numeri, dei grafici e tabelle. Oggi una simulazione più probabilmente farà vedere all'utente/scienziato i fenomeni studiati e come cambiano nel tempo, cioè sarà basata su una interazione/comunicazione tra computer e scienziato di tipo visivo, mediante immagini visive, con la sofisticazione offerta dalle tecnologie informatiche attuali, cioè immagini in movimento, immagini tridimensionali, immagini di realtà virtuale. Le visualizzazioni possono rendere visibili anche cose, fenomeni, processi, meccanismi, che nella realtà non sono visibili, inventandosi le opportune metafore e soluzioni visive. In questo modo, non solo lo scienziato può scoprire *pattern*, regolarità ed effetti nei fenomeni che studia che gli rimarrebbero sconosciuti se il mezzo di comunicazione e di espressione fosse semplicemente quello dei simboli linguistici e numerici, ma può associare il significato dei concetti e dei termini che usa nelle sue teorie a quello che vede e che manipola. In questo modo il linguaggio delle teorie non rimane più soltanto chiuso in se stesso e lontano dalla realtà che vorrebbe descrivere e spiegare, ma ha un riferimento esterno a una realtà (per quanto simulata).

2.2 Critiche (confutabili) alle simulazioni

Il metodo delle simulazioni, per quanto presenti vantaggi rivoluzionari per la ricerca scientifica, ha anche, alcuni problemi e alcuni limiti. Si noti, però, che molte delle critiche rivolte alle simulazioni non si riferiscono ai reali limiti che esse hanno, ma sono per lo più imputabili ad una scarsa conoscenza delle loro caratteristiche.

Le simulazioni sono troppo semplificate rispetto alla realtà

Questa critica nasce da una visione delle simulazioni tale da farle apparire come dei giochi. Giochi forse divertenti, ma inutili se l'obiettivo è conoscere la

realtà. Ma tutte le teorie sono semplificatrici, esse ci sono utili proprio perché semplificano, in quanto semplificando cercano di cogliere l'essenziale. Non ha senso, quindi, criticare le simulazioni perché semplificano, il problema, invece, è capire se fanno le semplificazioni giuste, ma questo vale per ogni teoria.

Le simulazioni non ci dicono nulla di nuovo Questa critica sostiene che per simulare una cosa bisogna conoscerla, ma se già la si conosce, a cosa serve simularla? La risposta è formulabile semplicemente nel modo seguente: una simulazione non ci restituisce soltanto quello che noi le abbiamo messo dentro. Da una simulazione possono emergere fenomeni (simulati) nuovi, diversi da quelli su cui ci si era basati per costruire la simulazione. In ogni caso è tipico di una simulazione che si abbia interesse ad osservarne i risultati, a manipolare condizioni e variabili per vedere quali sono gli effetti di queste manipolazioni. E questo mostra che le simulazioni sono tutto tranne che un ridirci quello che già sappiamo. Ma soprattutto le simulazioni ci informano di qualcosa che prima non sapevamo, e cioè ci informano sull'effettivo contenuto empirico delle nostre teorie.

Le simulazioni non si possono fare perché non conosciamo ancora bene la realtà che vogliamo simulare

Se le cose stessero veramente così, se dovessimo aspettare di conoscere completamente qualcosa per simularlo, non si capirebbe più a cosa servirebbero le simulazioni. Simulare serve per poter conoscere e capire meglio qualcosa che non conosciamo e non capiamo.

Le simulazioni sono opache anche quando riproducono qualcosa con successo, non ce la spiegano

Secondo questa critica la simulazione corre il rischio di diventare una scatola nera: sappiamo cosa c'è dentro e cosa ne esce, ma ignoriamo cosa succede dentro. Ma a chi sostiene questa critica bisogna rispondere che una simulazione appare come opaca solo a chi la osserva passivamente da fuori. Una simulazione è un laboratorio sperimentale in cui il ricercatore può intervenire e modificare ogni aspetto della simulazione per vedere che effetti derivano da queste sue manipolazioni, osservando non solo i fenomeni, ma anche ciò che sta dietro ai fenomeni.

2.3 Problemi delle simulazioni

Oltre alle citate critiche confutabili rivolte alle simulazioni, è innegabile che esse abbiano dei veri e propri limiti e problemi. Forse ciò è dovuto al fatto che non si ha ancora sufficiente esperienza nell'utilizzarle, e quindi è auspicabile che in futuro tali difetti possano essere superati.

Un primo problema può derivare dalle semplificazioni che si fanno. Il risultato della simulazione sarà quasi sicuramente errato se non si fanno le semplificazioni giuste, cioè non si distingue tra aspetti rilevanti e aspetti irrilevanti della realtà da includere nelle simulazioni.

Un altro problema è che spesso chi usa le simulazioni come metodo di ricerca tende a dare un peso maggiore alla verifica interna delle teorie che a quella esterna. La verifica interna consiste nello stabilire se da una determinata teoria derivano effettivamente le predizioni empiriche che si pretende che da essa derivino e quindi se la teoria spiega effettivamente certi fatti empirici. Inoltre la verifica interna di una teoria si preoccupa di derivare dalla teoria tutte le predizioni implicite in essa e non soltanto quelle che fanno comodo perché la teoria sia verificata. Se la teoria è espressa come simulazione, i risultati della simulazione sono le predizioni derivate dalla teoria, e perciò diventa chiaro e osservabile da chiunque quali predizioni empiriche derivino dalla teoria e quali no, e diventano chiare tutte le predizioni empiriche, non solo quelle desiderate. Perciò la verifica interna di una teoria viene fatta semplicemente usando la simulazione. Ma è nella verifica esterna delle simulazioni che la ricerca attuale che fa uso delle simulazioni spesso è ancora carente. Chi fa simulazioni spesso si accontenta di osservare e analizzare i risultati, ma non si preoccupa molto di stabilire qual è la corrispondenza tra i risultati della simulazione e la realtà empirica. Ovviamente un confronto c'è, ma esso tende a essere solo intuitivo, non sistematico, parziale. Invece è necessario un confronto esplicito, dettagliato e ampio tra i risultati delle simulazioni e le evidenze empiriche conosciute.

2.4 Le simulazioni e le scienze dell'uomo

Le simulazioni sono una novità per tutta la scienza, e in tutte le scienze permettono di fare cose che non si possono fare con i metodi tradizionali. Ma mentre per le scienze della natura le simulazioni sono un'aggiunta a un apparato teorico e metodologico molto robusto, per le scienze dell'uomo le simulazioni possono avere conseguenze rivoluzionarie perché rimuovono alcune delle debolezze strutturali che affliggono queste scienze e risolvono alcuni dei problemi che rendono lo studio degli esseri umani un compito più difficile per la scienza dello studio della natura. Le simulazioni favoriscono l'integrazione tra teorie e dati empirici che finora è stata così difficile nelle scienze dell'uomo. Le simulazioni sono teorie e quindi, se una scienza lavora con le simulazioni, questa scienza necessariamente lavora su teorie. Non è più possibile che vi siano scienze senza teorie, come la storia o l'antropologia.

Che differenza fa esprimere una teoria come una simulazione? E in che modo questo può essere specialmente vantaggioso per le scienze sociali, economiche e storiche? Se un modello è espressa come una simulazione, è una simulazione; questo comporta che necessariamente la teoria sia formulata in termini precisi e non ambigui, sia internamente coerente e completa, e non contiene assunzioni non dichiarate. La ragione è che altrimenti la teoria/simulazione non riesce ad essere eseguita nel computer (il computer è soltanto una macchina che esegue ciecamente il programma e si ferma se il programma non è preciso, univoco, coerente e completo) o, anche se riesce a girare nel computer, semplicemente non riproduce i fenomeni che vorrebbe spiegare. Perciò quando le teorie delle scienze dell'uomo sono espresse come simulazioni questo costituisce un passo avanti importante per queste discipline, che può aiutarle a superare la distanza di credibilità scientifica che le separa dalle scienze della natura.

Le simulazioni possono essere per le scienze dell'uomo quello che il metodo sperimentale è per le scienze della natura, possono dunque cambiare i difficili rapporti che le scienze dell'uomo hanno con i fatti empirici. In una simulazione è possibile mettere in gioco un numero molto grande di cause che determinano un dato fenomeno e studiare le interazioni anche complicate tra queste diverse cause, ed è possibile inserire il fenomeno nel suo contesto, simulando non solo il fenomeno, ma anche il suo contesto.

Come detto precedentemente, le scienze dell'uomo sono scienze di sistemi complessi per cui non si possono studiare come se fossero sistemi semplici. Le simulazioni sono fatte apposta per studiare i sistemi complessi e perciò esse sono lo strumento metodologico di elezione per le scienze dell'uomo, le quali fino ad oggi, non potendo usare, se non in rari casi, il metodo degli esperimenti di laboratorio, non ne avevano veramente nessuno.

Inoltre, come già detto precedentemente, le simulazioni serviranno a costruire una scienza dell'uomo non disciplinare. La suddivisione della scienza in discipline e sottodiscipline ha evidenti vantaggi pratici, ma ha anche un prezzo dato che una scienza divisa in discipline non corrisponde a una realtà che è un insieme integrato di fenomeni tutti collegati tra loro. Ma il prezzo pagato è maggiore nelle scienze dell'uomo che nelle scienze della natura. Dalle simulazioni ci si aspetta un grande aiuto per lo sviluppo di una scienza non disciplinare degli esseri umani. L'aspettativa di tale aiuto si basa sulle caratteristiche delle simulazioni.

Se una scienza sociale non disciplinare degli esseri umani finora è stata difficile o impossibile da realizzare in quanto gli esseri umani e le loro società sono fenomeni troppo complessi e risultano dalla interazione tra troppe componenti diverse per poter essere affidate alla mente di un singolo scienziato, il computer può con le sue grandi risorse riuscire là dove il singolo scienziato non può arrivare. Se la scienza dell'uomo fino ad oggi è stata inevitabilmente disciplinare perché i diversi fenomeni umani sono stati studiati con schemi teorici e metodi di indagine diversi e non si può pretendere che un singolo scienziato li padroneggi tutti, le simulazioni con il computer rappresentano un metodo univoco e uniforme applicabile a tutte le scienze dell'uomo.

2.5 Cognitivismo

Quando si dice scienza cognitiva (Parisi, 2000) si intende, un approccio allo studio del comportamento che abbia le seguenti tre caratteristiche:

- l'approccio è interdisciplinare,
- l'approccio in qualche modo chiama in causa il computer
- l'approccio si oppone al comportamentismo, il quale ritiene che il comportamento degli organismi debba essere studiato limitandosi a quello che è direttamente osservabile e misurabile, mentre la scienza cognitiva ritiene di dover studiare proprio quello che sta in mezzo tra gli stimoli e le risposte e spiega perché certi stimoli provocano certe risposte.

Ci sono tuttavia due scienze cognitive, una scienza cognitiva computazionale e una scienza cognitiva neurale. Tutte e due rispondono ai tre requisiti elencati ma le loro impostazioni divergono

La scienza cognitiva computazionale è nata con il computer, nel senso che essa è emersa sulla base dell'analogia tra la mente umana e il computer, o meglio, tra la mente e il software del computer. Il cervello e il corpo di un essere umano sono come l'hardware di un computer, la sua mente è come il software del computer. Ma bisogna mantenere la scienza della mente ben separata dalle neuroscienze. Le neuroscienze si occupano del cervello, cioè dell'hardware della computer, la psicologia si occupa della mente, cioè del software.

La scienza cognitiva computazionale si è indebolita a causa dei progressi delle neuroscienze e così diventa sempre meno plausibile studiare la mente ignorando il cervello.

Un secondo motivo è che l'analogia tra mente e computer ha perso molta della sua credibilità. Diversamente da un computer, la mente umana non è solo cognizione, intelletto, capacità, ma anche motivazioni, cose sentite, influenze del corpo.

Come ha detto uno storico e filosofo della scienza, Thomas Kuhn, non basta che un paradigma scientifico mostri difetti e limiti perché venga abbandonato. È necessario anche che emerga un paradigma alternativo che sia altrettanto concretamente usabile del precedente. Questo è quello che è accaduto nello studio del comportamento con il nuovo approccio del connessionismo.

Il connessionismo usa le reti neurali come modelli per analizzare e spiegare il comportamento.

Le reti neurali sono modelli teorici strettamente quantitativi direttamente ispirati alla struttura fisica del sistema nervoso e al suo modo di funzionare, e sono modelli simulativi, cioè modelli espressi non verbalmente o con formule matematiche ma come programmi per computer. Con il passare del tempo le reti neurali sono diventate un semplice capitolo di un'impresa scientifica più ampia, la Vita Artificiale. Le simulazioni della Vita Artificiale simulano non solo il sistema nervoso dell'organismo ma anche il suo corpo, il suo ambiente fisico e sociale, il suo materiale genetico ereditato, e la popolazione di cui l'organismo come individuo è un membro, una popolazione che evolve biologicamente e, nel caso degli esseri umani, anche culturalmente.

2.6 Comportamento e esperimenti

Per Mullainathan e Thaler (2000) l'economia comportamentale è una combinazione di economia e psicologia che investiga cosa accade nei mercati nei quali gli agenti mostrano limitazioni e complicazioni umane, mentre secondo Earl (1990) gli studiosi del comportamento vedono le azioni come il risultato dei cambiamenti introdotti all'ambiente concentrando l'attenzione sui fenomeni osservabili.

Per Mullainathan e Thaler (2000) oltre alla forza del mercato, all'evoluzione e all'apprendimento vi sono almeno altre tre caratteristiche uniche degli umani che devono essere studiate e che contraddicono le teorie classiche. Queste sono:

razionalità limitata (*bounded rationality*) riflette la cognitività limitata e mette alla prova il *problem solving*

forza di volontà limitata (*bounded willpower*) esamina le scelte che vengono fatte contro gli propri interessi di lungo periodo

interesse personale limitato (*bounded self-interest*) spiega come gli umani possano sacrificare il proprio interesse per aiutare altri

I mercati finanziari sono luoghi ove queste e altre caratteristiche tipiche degli umani si mettono più facilmente in luce. Infatti le anomalie dei corsi azionari spesso celano motivazione che la psicologia del *decision making* può aiutare a spiegare.

Lo studio di questi fenomeni può avvenire in due modi. Il primo è uno studio ex-post dei fenomeni. Anche in questo caso i settori finanziari sono un mercato privilegiato giacché viene conservata traccia della singola operazione, fornendo un cospicuo patrimonio informativo. le ipotesi possono poi essere verificate con questionari (procedura seguita da Robert Shiller).

Un secondo approccio è invece quello di creare situazioni controllate in cui far operare i soggetti. L'esperimento è una prova, fatta con molta cura e precisione cioè avvalendosi di strumenti d'osservazione rigorosi, per studiare l'andamento di un fenomeno e accrescerne la nostra conoscenza.

L'esperimento costruito *ad hoc* ha un secondo innegabile vantaggio, e cioè quello di limitare quanto più possibile l'influenza di perturbazioni esterne, concentrando all'interno dello stesso tutte le cause e gli effetti.

Smith (1994) ci spiega perché si conducono (o si dovrebbero condurre) esperimenti in economia:

- testare una teoria (teoria dei giochi e modelli predittivi)
- chiarire i risultati del fallimento di una teoria
- stabilire basi empiriche per una nuova teoria
- comparare ambienti usando le stesse istituzioni per misurarne la robustezza
- comparare istituzioni usando ambienti identici (cambiando lo schema dello scambio, delle aste)
- valutare proposte di regolamentazione
- area di test per la creazione di istituzioni

Da questo elenco si ricava la doppia valenza degli esperimenti, quella di verifica di teorie o di analisi delle stesse, e quella predittiva su regolamentazioni e risultati. Inoltre gli esperimenti sono uno dei pochi mezzi con cui si può indagare il comportamento umano.

2.7 Agent Based Model

Parisi (1999) ci ricorda che

una simulazione funziona come un laboratorio sperimentale virtuale, nel quale lo scienziato, come nel laboratorio reale, osserva i fenomeni (simulati) in condizioni controllate, manipola le variabili e osserva gli effetti delle sue manipolazioni

I vantaggi nell'usare un computer derivano dal fatto che si per programmare si è costretti a formulare la teoria in modi necessariamente chiari, espliciti, univoci, senza buchi e contraddizioni nascoste.

Un secondo vantaggio è in un nuovo tipo di verifica. Le simulazioni si inseriscono a mezza strada tra teorie e dati empirici della realtà. Una simulazione permette di verificare se le predizioni che lo scienziato trae dalla sua teoria discendono effettivamente dalla teoria oppure no.

Il terzo vantaggio delle simulazioni è che le simulazioni sono laboratori sperimentali, dove è possibile variare i valori delle variabili oppure cambiare le stesse variabili scelte e cercare di ottenere così i risultati desiderati cambiando la teoria.

Gli *Agent-Based Models* per Epstein e Axtell (1996), sono un modo più flessibile per studiare i comportamenti economici rispetto ai modelli matematici, in quanto tutte le parti del sistema possono essere rappresentate da algoritmi e variabili che definiscono il comportamento degli agenti virtuali, e conservano dati sulla loro evoluzione nel tempo.

In un *Agent Based Model*, i sistemi sociali sono modellati come insiemi di entità autonome, denominate agenti, le cui caratteristiche comportamentali possono cambiare ed adattarsi nel corso della vita dell'individuo, in seguito alle interazioni con gli altri agenti e con l'ambiente. L'idea fondamentale che guida questi modelli è che comportamenti complessi possano essere il frutto delle interazioni fra agenti che operano, invece, sulla base di regole estremamente semplici.

La sfida di questa metodologia di studio, che si pone per certi versi a metà tra i modelli analitici e l'osservazione empirica, è di spiegare l'emergere spontaneo di regolarità nei processi sociali ed economici.

Le strutture sociali ed economiche che emergono dalle simulazioni non vengono definite a priori, ma sono il risultato dell'interazione tra gli agenti e tali strutture sociali esercitano, inoltre, importanti effetti di *feedback* sugli agenti, modificandone il comportamento.

L'obiettivo principale dei modelli ABM è quello di svelare i meccanismi fondamentali che operano localmente, a livello di singolo agente, e che sono sufficienti a generare strutture sociali e comportamenti collettivi di interesse.

Le simulazioni consentono, a differenza dei metodi tradizionali di analisi, di studiare insieme gli individui e la società: il modo in cui interagiscono e si influenzano reciprocamente.

Nelle teorie economiche classiche, la verifica della validità dei risultati è spesso formalmente risolvibile; negli modelli ad agenti, invece, il solo modo per valutare la validità dei risultati ottenuti è di effettuare esecuzioni multiple del modello, variando sistematicamente i parametri o le condizioni iniziali (data la natura dinamica di tali

modelli sono necessari numerosi esperimenti prima di dimostrare la convergenza dei comportamenti individuali alla rappresentazione statica e formale di un teorema).

La simulazione al computer di società artificiali richiede la definizione di agenti dotati di proprie regole di comportamento e di un ambiente nel quale tali agenti possano operare ed interagire.

Il comportamento collettivo e i componenti di un sistema possono avere effetti dinamici che cambiano l'ambito del sistema: i vincoli del modello cambiano, e questo è difficile da studiare con modelli analitici, e spariscono nell'osservazione empirica.

Nei modelli ABM, il termine agente viene utilizzato per indicare un processo sviluppato al computer che possiede le seguenti proprietà:

autonomia controlla il proprio stato e le proprie azioni, senza che sia necessario un intervento diretto da parte di entità esterne;

abilità sociale interagisce con gli altri processi-agenti mediante un linguaggio comune;

reattività è in grado di percepire l'ambiente in cui vive e di rispondere in modo tempestivo ai cambiamenti che si verificano nell'ambiente;

proattività non agisce semplicemente in risposta a stimoli provenienti dall'ambiente, ma è in grado di prendere iniziative; è capace, cioè, di esibire un comportamento finalizzato al raggiungimento di un dato obiettivo.

Inoltre ogni agente deve poter ricevere input dall'ambiente, registrare una storia delle precedenti azioni, elaborare i dati posseduti al fine di determinare le azioni future e infine eseguire le azioni e di valutarne gli effetti.

In Ropella e altri (2002) troviamo spiegate le linee guida per la progettazione di modelli ad agenti, che gli autori definiscono *individual-based models* (IBMs), ossia modelli basti su individui.

L'attenzione degli autori si focalizza dapprima sull'importanza della scrittura del software che è più importante che nei modelli tradizionali per tre motivi:

1. il risultato del modello è una proprietà emergente di un sistema di agenti che interagiscono che esistono solo nel software. I risultati possono essere riprodotti solo riproducendo esattamente il software, a differenza dei modelli tradizionali.
2. i risultati sono molto complessi e spesso vi sono errori difficili da identificare
3. il software che deve gestire i modelli devono gestire diversi tipi di agenti spesso con processi *multi-threaded* e non lineari, e possono riprodurre una grande quantità di fenomeni sociali, biologici, fisici, ecc.

Le linee guida suggerite sono:

1. il codice deve essere esaminato criticamente da diverse persone
2. gestire prudentemente il rilascio delle *release* e controllare attentamente i cambiamenti al codice

3. sviluppare diverse descrizioni del software, come diagrammi e scritti che possono aiutare alla comprensione e all'implementazione del codice
4. usare strumenti diffusi e ben conosciuti. Partire da zero solo poche volte può essere utile per particolari esigenze
5. testare continuamente il software seguendo una strategia di esperimenti pianificata
6. pensare agli strumenti necessari per l'analisi e la verifica dei dati
7. prestare molta attenzione all'uso e alla generazione dei numeri pseudo casuali.

Inoltre suggeriscono anche una serie di linee guida:

- tracciare l'organizzazione del modello prima di scrivere il codice
- fornire la possibilità di osservare che cosa stia facendo la singola parte del modello sin dall'inizio
- sforzarsi di comprendere nei minimi dettagli il codice e conoscere quali parti entrano in gioco e come di fronte ai singoli eventi
- la progettazione del *software* deve rispecchiare il sistema che stiamo modellando

Tutte queste strategie devono trovare riscontro in software adeguati. Uno di questi è SWARM che è stato progettato proprio per rispondere alle caratteristiche sopra enunciate.

SWARM è lo strumento con cui è stato costruito il modello proposto in questo studio.

2.8 Finanza, Informatica e Simulazioni

I sistemi informatici complessi hanno principalmente tre distinti usi in finanza secondo Gilbert (1995). Il primo è l'uso di simulazione per comprendere il comportamento degli agenti, ed è quello che si svilupperà in questa ricerca. Il secondo è al realizzazione di sistemi esperti per dare avvisi in tempo reale agli investitori. L'ultimo è l'analisi di serie storiche e di gestione di portafoglio con strumenti previsionali.

La strada seguita in Blok (2000) è un primo esempio di come si possano simulare fenomeni finanziari e prevede la costruzione di microscopici modelli per catture singole caratteristiche del mercato.

Farmer (2001) muove una critica ai modelli classici, esaltando i modelli ad agenti come uno strumento utilissimo per l'analisi di modelli complessi come quelli finanziari

Il problema maggiore nel predire i prezzi degli strumenti finanziari è che si ha a che fare con esseri umani. Quando un meteorologo fa una previsione sulla pioggia, questa non ha alcun effetto sul tempo, mentre se il noto finanziere George Soros

annunciasse un improvviso movimento nel prezzo dell'oro, il suo annuncio potrebbe avere un effetto decisivo sul prezzo dell'oro nei giorni successivi.

Gli umani hanno libero arbitrio e possono modificare il loro ambiente. Le previsioni possono anche auto invalidarsi o auto avverarsi. Se mi predicono un incidente posso non uscire di casa per evitarlo o posso addirittura causarlo inconsciamente.

Questi effetti pongono anche seri dubbi sulla teoria dei mercati efficienti, per la quale Milton Friedman ha messo in luce un paradosso. Se gli investitori razionali rendono i mercati efficienti, questi non produrranno più alcun profitto e gli investitori razionali usciranno dal mercato. Questo abbandono causerà un ritorno all'inefficienza del mercato, mostrando una auto-contraddizione della teoria.

La finanza è come qualsiasi altra industria dove profitti opportunità e inefficienze sono create dall'evoluzione dei bisogni dei consumatori. La specializzazione data da economie di scala nella conoscenza e ricerca delle informazioni. I mercati hanno una ecologia altamente specializzata con agenti eterogenei legati gli uni agli altri da relazioni e dai flussi di denaro che queste relazioni implicano.

I modelli ad agenti possono spiegarci meglio le interazioni del mercato e possono fornire strumenti previsionali migliori. Un vantaggio rispetto ai modelli tradizionali è anche che possono essere applicati a situazioni di mercato nuove.

Uno degli svantaggi risiede nel dover compiere un lungo e pesante lavoro di sviluppo.

La chiave del successo è insita in una descrizione quanto più realistica del comportamento formulando il minor numero possibile di supposizioni, senza tentare di riprodurre casi troppo specifici appesantendo e complicando il modello.

2.9 Lo schema ERA

Gilbert e Terna (2000) propongono uno schema di riferimento per la costruzione di simulazioni per le scienze sociali denominato ERA (*Environment Rules Agent*). Lo schema si basa sull'assunto che sia l'ambiente a influenzare i comportamenti degli agenti

Ambiente l'ambiente è il primo strato della simulazione, nel quale gli agenti sono immersi e attraverso il quale si scambiano le informazioni. per facilitare la scrittura del codice si suppone infatti che gli agenti non comunichino direttamente tra loro ma lo facciamo attraverso l'ambiente.

agenti a livello di codice derivano come esemplari da una classe tipo

gestori di regole o *RuleMaster*. Questo livello può essere considerato il livello cognitivo degli agenti dove

generatori di regole o *RuleMaker*. i *Rule Masters* possono interrogare questo livello per modificare le proprie regole

Questo schema permette di distinguere in due piani distinti, l'ambiente che rappresenta il contesto dell'operatività degli agenti per mezzo di regole e dati generali, e gli agenti stessi, con le proprie strutture di dati interni e le proprie regole.

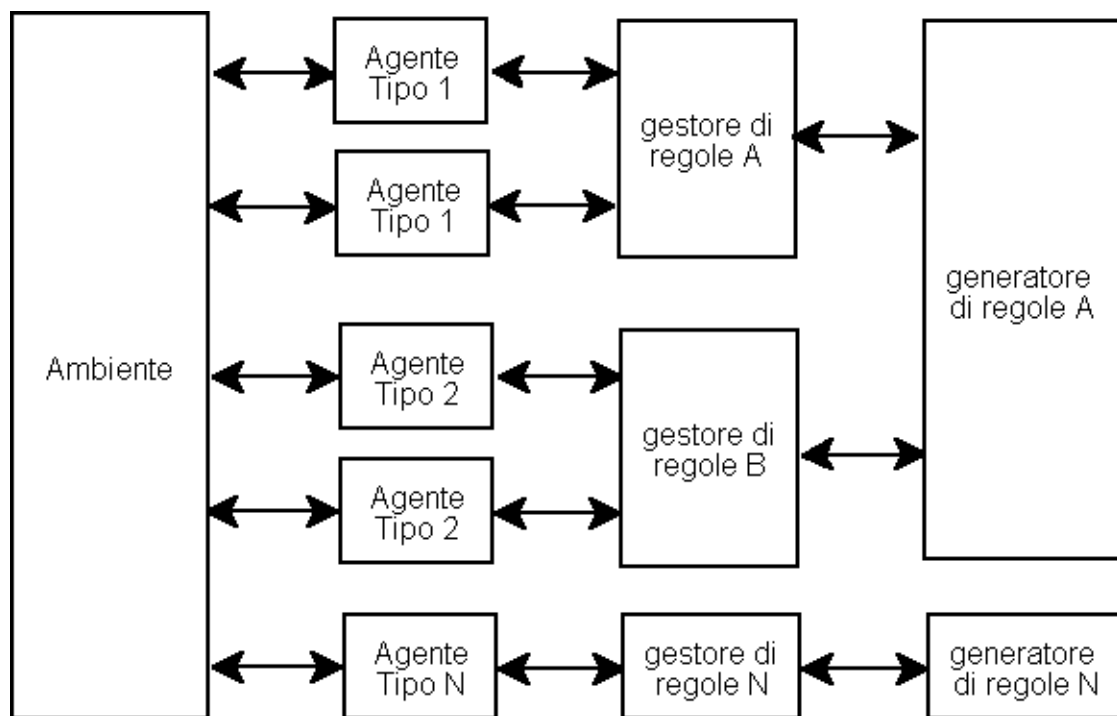


Figura 2.1: Lo schema ERA

Possiamo trovare uno schema ERA applicato a un modello al paragrafo 3.2 a pagina 53.

Capitolo 3

Il Modello SUM

Se avete comprato un anno fa 1000 dollari di azioni della Nortel ora vi ritrovate 49 dollari. Se avete comprato sempre un anno fa 1000 dollari di azioni della Enron ora vi ritrovate 16,5 dollari.

Stessa cosa con la WorldCom... ora i 1000 dollari sono diventati meno di 5. Se invece avete speso 1000 dollari in Budweiser (in BIRRE e non in azioni), le avete bevute tutte e poi avete ritirato i 10 cents che danno per ogni lattina riciclata ora vi ritrovate 214 dollari.

In questo capitolo verrà presentato il modello *SUM*. Dopo una veloce panoramica presenterò alcuni particolari più significativi su cui si è concentrato maggiormente il mio lavoro di ricerca e di implementazione del *software*.

Gli elementi che analizzerò più approfonditamente saranno il *Book*, gli eventi, il future e l'arbitraggista.

Il capitolo si chiuderà con una guida ai file che compongono la simulazione.

3.1 SUM

Lo scopo di SUM e della sua estensione *SumWeb* è simulare la nascita di un mercato trattato tic per tic, senza meccanismo artificiosi qual è il banditore, presente in molti modelli di simulazione (Terna, 2000).

Come *modus operandi* si è cercato, grazie alla supervisione del prof. Terna¹, ideatore del progetto SUM, di fissare e testare a lungo ogni modifica, partendo dal presupposto che ogni cosa va prima fatta nel modo più semplice e poi successivamente si può pensare di renderla più complessa; tutto questo per avere delle basi solide e stabili (informaticamente) su cui attuare le modifiche che verranno introdotte in futuro e che renderanno il modello sempre più aderente alla realtà e fonte di sempre nuove conferme, spiegazioni, spunti, ecc. utili a comprendere meglio la realtà che

¹sostenitore del metodo KISS, ossia *Keep It Simple, Stupid*. Recentemente in Terna (2001) lo ritroviamo reinterpretato come *Keep It Sufficiently Simple* per adattarsi agli agenti reali.

ci circonda, ad indirizzare lo studio dei ricercatori. Detto questo ben si comprende come l'introdurre troppi elementi nuovi in SUM avrebbe potuto comportare dei problemi attuativi notevoli, nonché l'impossibilità di comprendere cosa nel mercato simulato avviene, facendo un passo alla volta; seguendo la condotta opposta a quella qui abbracciata, si sarebbe sicuramente creato un sistema più aderente alla realtà (forse sarebbe meglio dire all'apparenza della realtà), ma per ciò che riguarda i risultati sarebbe sicuramente stata difficile l'interpretazione. Si sarebbero infatti ottenuti risultati facenti capo all'azione di più variabili di "nuovo inserimento" e non si sarebbe capito a quale delle tante modifiche imputarli. Con ciò si vuole dire che si può incrementare di quanto si vuole la complessità del modello, ma volendolo utilizzare per comprendere i fenomeni visti nella realtà è necessario fare un passo alla volta e fare sperimentazione ogni volta che si implementano nuovi elementi nel modello.

Possiamo tracciare una breve storia di storia dividendo il suo sviluppo in tre fasi distinte.

In una prima fase si sono studiate le cause delle formazione delle bolle speculative con gli agenti casuali (*random*), quindi si è passati alla diversificazione degli agenti e studio dei loro effetti. L'ultima fase del progetto ha visto una crescente ricerca del realismo e l'inserimento degli umani come parte del modello.

3.2 Lo schema ERA applicato a SUM

Basandosi sullo schema teorico ERA, spiegato nel paragrafo 2.9 a pagina 50, possiamo descrivere il progetto SUM come illustrato in figura 3.1 nella pagina successiva.

Rispetto all'immagine 2.1 a pagina 51, questa perde di simmetria. Infatti lo schema generatore di regole - gestore di regole - agente, viene rispettato solo due volte.

Solo in due casi le regole vengono costruite e adattate all'ambiente, e in entrambi i casi lavoriamo con reti neurali artificiali, che imparano dall'ambiente e formulano di conseguenza le loro strategie.

Negli altri casi abbiamo invece strategie molto semplici che vengono pre-fissate. Infatti vengono previsti comportamenti molto semplici da parte degli agenti, come quello dei *random agent* per cui si prevede che la loro scelta si discosti sempre in un range predeterminato dall'ultimo prezzo eseguito.

I *RuleMaster* in questi casi non solo gestiscono ma contengono anche le regole per gli agenti.

Altre due eccezioni sono l'agente arbitraggista e gli *Avatar*.

Nel caso degli *Avatar* Gestori e produttori delle regole sono gli stessi umani, mentre nel caso dell'arbitraggista si è scelto di incorporare il gestore di regole nell'agente per la quantità di ordini immessi per ogni chiamata².

²L'arbitraggista opera infatti contemporaneamente su tutti i book del sottostante e sul book del future. Il codice così strutturato è sembrato agli autori Andrea Vanara e Alessandro cappellini molto più leggibile.

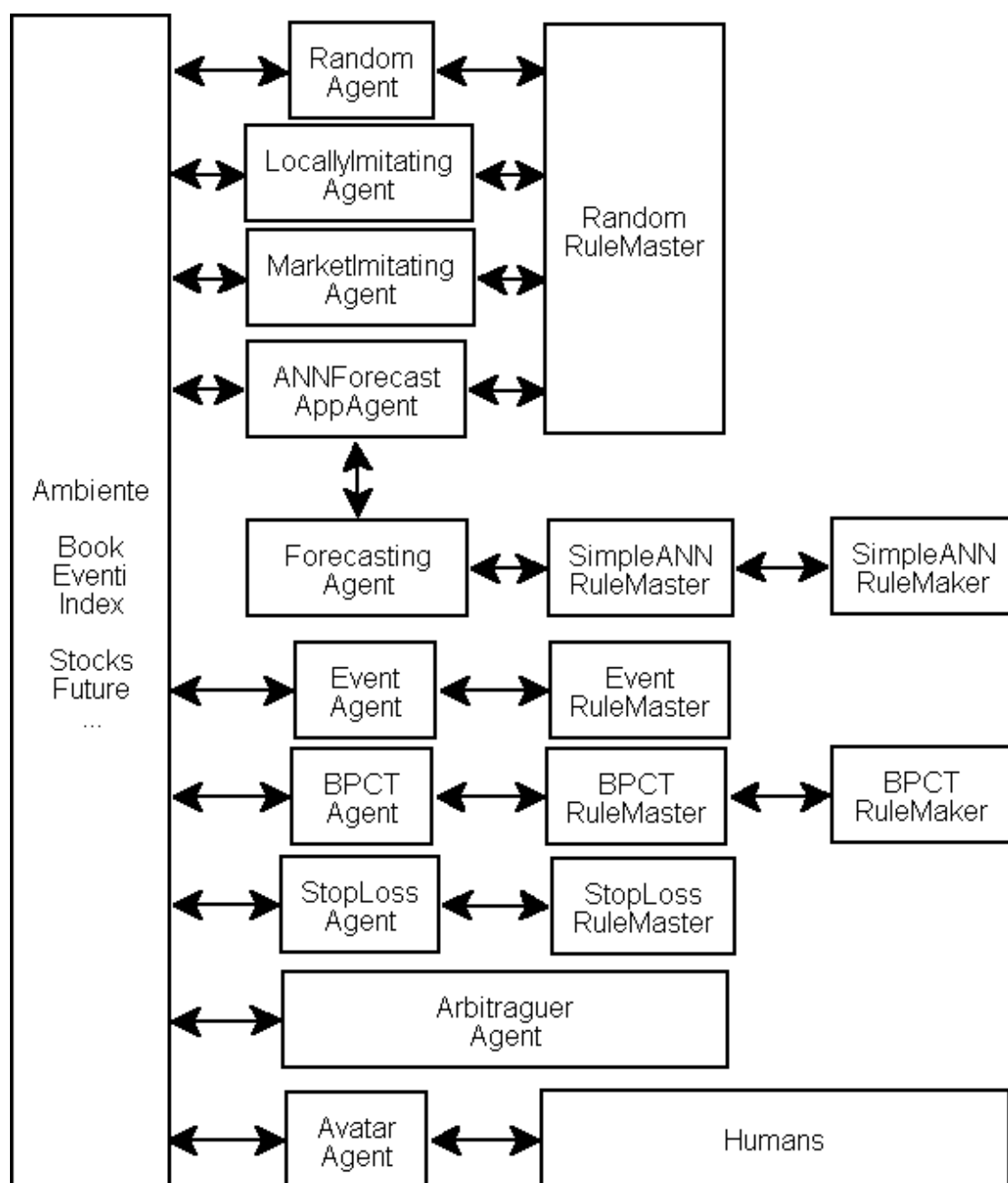


Figura 3.1: Lo schema ERA applicato in SUM

3.3 Schema di SUM

La figura 3.2 nella pagina successiva ci offre una seconda visione di sum, complementare alla precedente.

Osservando la figura notiamo come al centro di tutta la costruzione stia il Book. Al book si collegano (osservando in senso orario la immagine, partendo da “mezzogiorno”) gli oggetti che coordinano e gestiscono l'intero modello (*ModelSwarm*, *ObserverSwarm*), i gestori di regole (*Rulemaster*), gli agenti (*Agent*), quindi i BPCT e le reti neurali (*ANN*).

Al di fuori di questo schema troviamo ancora tre elementi che forniscono supporto e dati agli agenti. Questi sono l'*IndexCalculator* che calcola l'indice di mercato dopo aver interrogato il book, l'*EventGenerator* che genera gli eventi, e l'interfaccia per gli agenti BPCT.

Ogni linea dritta del disegno rappresenta un legame fra le categorie di soggetti con il book. Ogni agente chiama singolarmente il book, ma per leggibilità dello schema è stata disegnata una sola linea simbolica.

Le linee curve invece rappresentano relazioni fra specifici componenti della simulazione ad esempio tra l'arbitraggista e l'*IndexCalculator* che calcola l'indice, o fra l'agente sensibile agli eventi e l'*EventGenerator*.

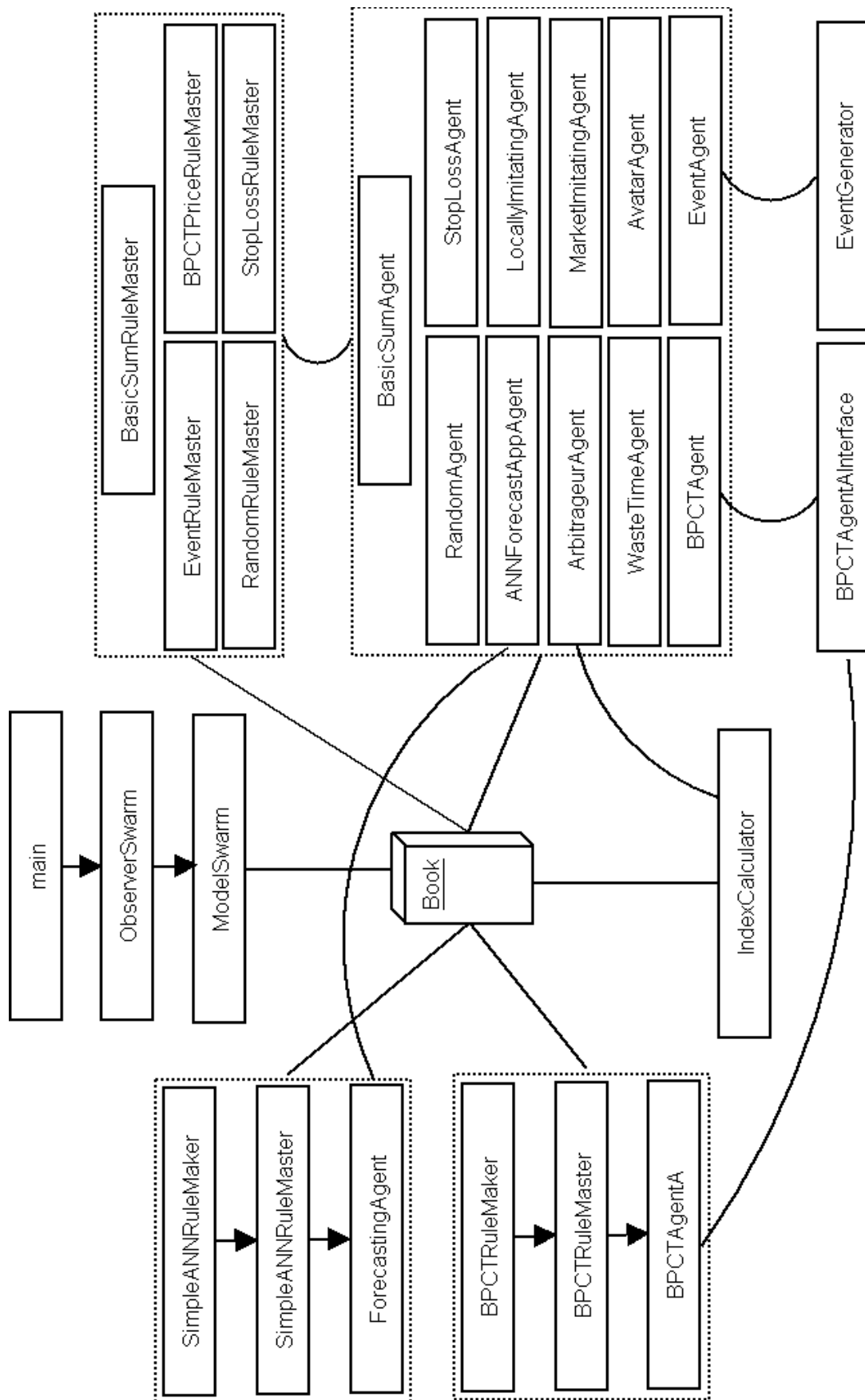


Figura 3.2: Lo schema

3.4 La struttura: il *book*

Il book di negoziazione di uno strumento finanziario è il contenitore delle proposte che gli operatori inviamo al sistema e provvede al loro accodamento e all'eventuale abbinamento, formando così il prezzo.

Il book è il cuore del sistema delle contrattazioni e per analogia anche nel nostro modello ne rappresenta il centro, come visto negli schemi precedenti.

Il book ha tre fasi di negoziazione, modellate secondo l'articolo 4.1.3 (Modalità e fasi di negoziazione) del regolamento³ comma 2:

Le fasi di negoziazione sono le seguenti:

1. asta di apertura, articolata a sua volta nelle fasi di
 - (a) determinazione del prezzo teorico d'asta di apertura (pre-asta)
 - (b) validazione del prezzo teorico d.asta di apertura (validazione)
 - (c) conclusione dei contratti (apertura)
2. negoziazione continua;
3. asta di chiusura, articolata a sua volta nelle fasi di
 - (a) determinazione del prezzo teorico d.asta di chiusura (pre-asta)
 - (b) validazione del prezzo teorico d.asta di chiusura (validazione)
 - (c) conclusione dei contratti (chiusura).

L'ordinamento delle proposte avviene secondo l'articolo 4.1.4 (Proposte di negoziazione), comma 3:

Le proposte sono automaticamente ordinate nel mercato per ciascuno strumento finanziario in base al prezzo - decrescente se in acquisto e crescente se in vendita - nonché, a parità di prezzo, in base alla priorità temporale determinata dall'orario di immissione.

L'abbinamento viene regolato dall'articolo 4.1.10 (Negoziazione continua), comma 1a:

l'immissione di una proposta con limite di prezzo in acquisto determina l'abbinamento con una o più proposte di vendita aventi prezzo inferiore o uguale a quello della proposta immessa; analogamente, l'immissione di una proposta con limite di prezzo in vendita determina l'abbinamento con una o più proposte di acquisto aventi prezzo superiore o uguale a quello della proposta immessa

e comma 2:

Per ogni contratto concluso mediante abbinamento automatico ai sensi del precedente comma 1 il prezzo è pari a quello della proposta avente priorità temporale superiore.

³Borsa Italiana (2003b), dal quale si citeranno tutti gli articoli del capitolo.

Il book di SUM pur essendo basato sul regolamento della borsa italiana prevede alcune grandi semplificazioni rispetto al mercato reale, in quanto prevede che tutte le proposte abbiano limite di prezzo (non esistono proposte al meglio, o limitate). Inoltre nel momento in cui viene attivata la possibilità di inserire quantità diverse da 1 (*maxOrderQuantity*) queste sono inviate come singole proposte aventi quantità 1.

Le semplificazioni sono state introdotte al fine di migliorare la lettura e la scrittura del codice informatico e di eliminare possibili elementi perturbativi agli esperimenti nella costruzione del modello, che partendo da una situazione molto semplice viene via via ampliato aggiungendo nuove caratteristiche.

Il book di SUM inoltre fornisce statistiche e dati agli agenti come l'ultimo prezzo eseguito, il miglior prezzo in acquisto e in vendita (rispettivamente *ask* e *bid price*), il prezzo medio, il prezzo massimo e il minimo, il prezzo di apertura e quello di chiusura, i volumi, il prezzo medio, la cronologia degli ultimi prezzi eseguiti, e degli ultimi ordini ricevuti.

3.4.1 L'evoluzione del *book*

Una delle modifiche che si è rivelata necessaria, per arrivare all'attuale versione di SUM, è stata l'introdurre la possibilità di trattare sul mercato più titoli. Questo, precedentemente, non era possibile, in quanto era presente un unico titolo sul mercato e tutti gli agenti indirizzavano le loro azioni su di esso.

L'introduzione di più titoli oltre che elemento necessario al fine di creare un indice, è stato anche un elemento che ha reso i fenomeni delle bolle speculative e dei *crash* meno frequenti e meno consistenti; ciò non è comunque servito ad eliminarne la presenza. Il fatto che le bolle ed i *crash* diminuissero per frequenza e per consistenza era stato previsto, in quanto si era pensato che essendoci più possibilità di scelta di investimento, l'attenzione degli agenti, si sarebbe orientata su tutti i titoli e ciò avrebbe contribuito a determinare una minore pressione della domanda e dell'offerta di titoli.

La struttura del book presente nella precedente versione di SUM non è stata toccata, ma è semplicemente stata duplicata, dando la possibilità di generare più titoli nello stesso mercato, che vengono tutti trattati in book aventi le stesse caratteristiche. Parlando in termini un po' tecnici, si sono create delle *instance* della classe *book*; attualmente al posto della classe *theBook*, presente nelle precedenti versioni, si sono introdotte le classi *aBook* e *oneBook*, utilizzate dai vari agenti a seconda del loro profilo caratteriale. Quelle tipologie di agenti che richiedono di seguire un book nello specifico e di mantenere memoria di tale utilizzo, fanno capo alla classe *oneBook*, mentre quegli agenti che non necessitano di avere memoria del book su cui operano utilizzeranno la classe *aBook*.

Prima di tutto si è fatta una distinzione in SUM tra i titoli veri e propri ed il future; tutte e due le tipologie di contratti sono trattati sfruttando la stessa classe, il book; è stato necessario porre una distinzione che si è rivelata utile quando si è costruito il calcolo dell'indice, infatti essendo tutti i book uguali si è dovuto trovare un modo per differenziare il book del future dagli altri book, per evitare che il calcolatore dell'indice comprendesse nel calcolo anche il future. Allora si è assegnato l'ultimo book come fisso per le contrattazioni sul future; facendo in questo modo il

future è sempre trattato nell'ultimo book e così si è trovato un modo semplice per far sì che il future non fosse erroneamente compreso nel calcolo dell'indice; infatti così facendo, esso viene sistematicamente escluso dal calcolo.

Si è così creato un metodo che calcolasse la variabile indice sui titoli presenti in SUM, denominata *IndexValue*, calcolata dal metodo *IndexCalculator*; tale variabile opera il calcolo di un valor medio. Infatti considera i prezzi dei titoli in un dato istante, ne fa la somma e poi li divide per il numero di titoli. Questa scelta semplificata di calcolo dell'indice fa capo alle motivazioni che hanno spinto a inserire semplificazioni che in parte sono necessarie, in parte sono volute, ma comunque sono tutte giustificabili; questo seguendo la logica secondo la quale inizialmente si crea qualcosa di semplice, per poi incrementarne la complessità, per rendere meglio la situazione reale che si cerca di simulare. Molti indici azionari, tra cui quello relativo ai trenta titoli a maggior capitalizzazione della borsa italiana, il Mib30, assegnano un peso ad ogni titolo che li compone, questo sulla base di coefficienti che si originano sulla base del livello di capitalizzazione di ogni titolo considerato. In SUM non vi è un valore di capitalizzazione dei titoli perché non vi è nemmeno la determinazione di un flottante, quindi per ora non ha senso inserire dei pesi da assegnare ai titoli per rendere questi maggiormente incidenti sul valore dell'indice. Altra caratteristica del Mib30, ma non solo di questo, è la ponderazione della media per i prezzi; anche questo in SUM non avviene, poiché ci si è rifatti alla costruzione grezza di un indice, che non prevede la ponderazione per i prezzi. Relativamente agli indici grezzi si possono citare i due indici più famosi e più vecchi della storia di borsa il *DJIA* (*Dow Jones Industrial Average*) ed il *DJTA* (*Dow Jones Transportation Average*), anch'essi costruiti senza ponderazione per i prezzi.

Infine, calcolato l'indice è possibile costruire il future che abbia come sottostante l'indice stesso e che possa essere trattato liberamente in SUM. Per ottenere questo si fa semplicemente uso della classe book; calcolato il numero di book, l'ultimo in ordine cronologico, rappresenta quello del future il suo valore e quello dato dall'incontro della domanda e dell'offerta ed il suo valore teorico viene calcolato a parte, secondo una metodologia che sotto andrà descritta.

Tutti gli agenti operanti in SUM possono acquistare/vendere il future; tale decisione è stata presa per il fatto che l'utilizzo degli strumenti derivati, di qualsiasi tipo essi siano, si è notevolmente diffuso tra gli investitori nella realtà, per tale motivo anche in SUM ogni investitore può utilizzare come strumento per le proprie operazioni il future. Tuttavia il fatto che tutti gli agenti possano operare sul future, comporta che le quotazioni di questo siano libere di oscillare sulla base della domanda e dell'offerta; questo si verifica in SUM, perché nessun agente (a parte l'*arbitrageurAgent*), ha cognizione di cosa sia un future e quindi opera su esso come se fosse un semplice titolo. I prezzi inseriti dagli agenti nel book del future, sono quindi incoerenti rispetto alla relazione che lega future e suo sottostante; soltanto l'*arbitrageurAgent* ha cognizione di ciò e proprio grazie a tale cognizione riesce, operando su entrambi i mercati, a far sì che siano allineati; tale aspetto verrà analizzato più approfonditamente nel capitolo dedicato agli esperimenti.

3.4.2 Il realismo

In Clemente e Szegò (1998) possiamo leggere dei benefici che una struttura di mercato telematica ha dato alla borsa italiana. I titoli maggiori, ossia più trattati, hanno registrato i maggiori vantaggi in termini di contrazione dei rispettivi costi di transazione (*bid-ask spreads*), mentre i titoli minori hanno beneficiato soprattutto in termini di crescita dei volumi scambiati.

Il *book* di SUM è quindi già basato su un modello reale. Tuttavia la nostra intenzione era duplice. In primo luogo ci interessava aumentare il realismo e fornire al nostro mercato strumenti che controllassero i prezzi. In secondo luogo sentivamo l'esigenza di uniformarci al mercato telematico italiano adattando di conseguenza il modello.

La prima sostanziale differenza rispetto al mercato telematico consisteva nell'assenza delle aste di apertura e chiusura, assenti nel *book* di SUM.

L'asta, secondo Clemente e Szegò (1999), contribuisce a dare maggiore irregolarità dei prezzi che scaturiscono dal processo di *price discovery* per un elevato numero di titoli scarsamente liquidi. Inoltre l'asta ha una maggiore attitudine ad attrarre ordini sul mercato, per via del contenimento del rischio di *adverse selection* (selezione avversa) e della creazione di un *surplus* atteso per l'operatore.

L'introduzione di un meccanismo d'asta ha anche un secondo scopo. Infatti durante le aste vengono determinate due quantità di controllo delle contrattazioni. queste sono il prezzo di controllo e il prezzo di riferimento.

Articolo 4.1.11

Prezzo di riferimento

1. Il prezzo di riferimento è pari al prezzo di asta di chiusura.
2. Qualora non sia possibile determinare il prezzo dell'asta di chiusura ai sensi dell'articolo 4.1.7, il prezzo di riferimento è posto pari alla media ponderata dell'ultimo dieci per cento delle quantità negoziate, al netto delle quantità scambiate mediante l'utilizzo della funzione cross-order di cui all'articolo 4.1.10, comma 6.
3. Qualora non siano stati conclusi contratti nel corso della seduta, il prezzo di riferimento è pari al prezzo di riferimento del giorno precedente.
4. Borsa Italiana può stabilire nelle Istruzioni che, con riferimento a specifici segmenti di negoziazione, il prezzo di riferimento venga determinato con la modalità di cui al comma 2 anche se esiste un prezzo di asta di chiusura.
5. Al fine di garantire la regolarità delle negoziazioni e la significatività dei prezzi, Borsa Italiana può stabilire, con riferimento ad un singolo strumento finanziario, che il prezzo di riferimento venga determinato con la modalità di cui al comma 2 anche se esiste un prezzo di asta di chiusura, dandone comunicazione al pubblico con Avviso di Borsa.

Articolo 4.1.13

Prezzo di controllo

Il prezzo di controllo della giornata di ciascuno strumento finanziario è dato dal:

- a) prezzo di riferimento, in asta di apertura;
- b) prezzo di asta di apertura, durante la negoziazione continua; qualora non sia determinato un prezzo di asta di apertura, il prezzo di controllo è pari a quello di cui alla lettera a);
- c) prezzo di asta di apertura, in asta di chiusura; qualora non sia determinato un prezzo di asta di apertura, il prezzo di controllo è pari a quello di cui alla lettera a).

3.4.3 Il meccanismo delle aste: un esempio

Gli ordini immessi in pre-apertura dagli agenti del modello non sono conclusi a un prezzo definito, ma vengono girati direttamente alla fase di negoziazione continua. La funzione principale della fase di preapertura nel mercato di borsa artificiale è, in pratica, quella di far iniziare le contrattazioni con un book non vuoto, in modo da evitare anomalie di prezzo ad ogni inizio di giornata.

Articolo 4.1.7

Determinazione del prezzo teorico di asta

1. Durante le fasi di pre-asta viene calcolato e aggiornato in tempo reale, a titolo informativo, il prezzo teorico d'asta, determinato come segue:
 - (a) il prezzo teorico d'asta è il prezzo al quale è negoziabile il maggiore quantitativo di strumenti finanziari; nei casi di cui all'articolo 4.1.1, commi 2 e 3, tale quantitativo è sempre pari o multiplo del lotto minimo di negoziazione;
 - (b) qualora il quantitativo di cui alla lettera a) sia scambiabile a più prezzi, il prezzo teorico di asta è pari a quello che produce il minor quantitativo non negoziabile relativamente alle proposte in acquisto o in vendita, aventi prezzi uguali o migliori rispetto al prezzo considerato; nei casi di cui all'articolo 4.1.1, commi 2 e 3, tale quantitativo è pari o multiplo del lotto minimo di negoziazione;
 - (c) qualora rispetto a più prezzi risulti di pari entità anche il quantitativo di strumenti non negoziabili di cui alla lettera b), il prezzo teorico d'asta è pari a quello che risulta più prossimo al prezzo di controllo ;
 - (d) qualora in applicazione della precedente lettera c) risultino due prezzi equidistanti dal prezzo di controllo, il prezzo teorico d'asta è pari al maggiore dei due.

2. Qualora siano presenti in acquisto e in vendita esclusivamente proposte senza limite di prezzo, il prezzo teorico d'asta è pari al prezzo di controllo.
3. Il prezzo teorico d'asta non può essere determinato:
 - (a) qualora non siano presenti proposte di negoziazione in uno o entrambi i lati del mercato;
 - (b) qualora siano presenti solo proposte con limite di prezzo e il miglior prezzo in acquisto sia inferiore al miglior prezzo in vendita;
 - (c) qualora, nei casi di cui all'articolo 4.1.1, commi 2 e 3, il quantitativo negoziabile sia inferiore al lotto minimo di negoziazione.

Maggiore quantitativo di strumenti finanziari

La lettera a del primo comma dell'articolo prevede che il prezzo teorico d'asta sia quello che permette lo scambio del maggiore quantitativo di strumenti finanziari.

Buy	Sell
9	5
8	6
7	7
6	8

Tabella 3.1: Book: prima regola

Nel caso che esemplifichiamo in tabella 3.1, abbiamo che:

- a 9 viene eseguito 1 contratto (9,5)
- a 8 vengono eseguiti 2 contratti (9,5 e 8,6)
- a 7 vengono eseguiti 3 contratti (9,5 e 8,6 e 7,7)

il prezzo teorico d'asta è quindi 7.

Minor differenza tra il volume degli acquisti e il volume delle vendite

La seconda regola (lettera b del primo comma) prevede che nel momento in cui vi sia più di un prezzo in grado di soddisfare la prima regola, si scelga quello che determina la minor differenza tra il volume degli acquisti e il volume delle vendite, qualora a prezzi diversi siano negoziabili pari quantità di titoli.

Nell'esempio in tabella 3.2 nella pagina successiva i prezzi 6 e 7 concluderebbero 2 contratti ciascuno, ma con il prezzo a 7 lascio 1 proposta in *sell* inevasa (7), mentre a 6 ne lascio due in *buy* (6 e 6). Il prezzo che genera minor squilibrio, e diventa il prezzo teorico d'asta, è 7.

Buy	Sell
7	6
7	6
6	7
6	9

Tabella 3.2: Book: seconda regola

Prossimo al prezzo di controllo

La lettera c, prevede che nel caso in cui vi sia ancora una situazione di *impasse* si controlli quale tra i prezzi si più prossimo al prezzo di controllo.

Buy	Sell
7	6
7	6

Tabella 3.3: Book: terza regola

Nel caso esemplificato in tabella 3.3, ipotizziamo un prezzo di controllo pari a 6,7. Il prezzo più prossimo sarà quindi 7.

Maggiore tra due equidistanti

Facendo sempre riferimento al *book* descritto nella tabella 3.3, questa volta si ipotizza un prezzo di controllo a 6,5.

Ancora una volta il prezzo sarà 7, essendo il maggiore tra due prezzi equidistanti dal prezzo di controllo.

3.5 La struttura

Esaminiamo brevemente i componenti principali della struttura del modello.

3.5.1 *ObserverSwarm*

L'*Observer* è l'osservatore del modello e consente la creazione di un numero di strumenti il cui scopo è di osservare, registrare e analizzare i dati prodotti dal comportamento degli oggetti.

Ogni *Observer* ha alcuni oggetti tipici:

- la *probe* dell'osservatore, tramite la quale è possibile visualizzare e modificare le variabili e i parametri dell'esperimento relativi all'osservazione dei risultati;
- il *ModelSwarm*, cioè il modello da osservare;

- i grafici e le sonde;
- il pannello di controllo: tale oggetto consente di seguire la simulazione agendo su 5 bottoni:
 - *start* (avvia la simulazione),
 - *stop* (arresta la simulazione),
 - *next* (effettua un passo),
 - *save* (salva la disposizione delle finestre con i grafici e le *probe*)
 - *quit* (fa terminare l'applicazione).

Le modifiche all'*Observer* sono state minori e tese soprattutto ad adattare i grafici ad un numero dinamico di book.

3.5.2 *ModelSwarm*

Il ModelSwarm descrive il modello vero e proprio; ha anch'esso una sua *probe* per gestire le variabili.

In questo oggetto vi sono le direttive per creare tutti gli agenti, e gli strumenti per coordinarne l'attività.

In SWARM esistono due *scheduler* per le attività da eseguire, uno nell'*Observer* e uno nel *Model* (quello del *Model* sarà visto nel paragrafo 3.6 nella pagina seguente).

Le modifiche al *Model* sono state di tre tipi.

Le prime hanno riguardato la creazione di un *book* multiplo (che abbiamo trattato nel paragrafo 3.4.1 a pagina 58) e che hanno visto l'assegnazione statica o dinamica dei book ad oggetti diversi secondo la loro funzione.

La seconda modifica, comune in realtà a molte parti del modello, è stata quella di poter comunicare con gli umani. Per questo è stato necessario rallentare il modello inserendo delle pause di alcuni secondi⁴ agli agenti artificiali. Una seconda difficoltà era rappresentata dal dover comunicare agli umani che cosa stesse avvenendo nel modello, a che prezzi fossero quotati i titoli, ecc. Si è risolta questa necessità inserendo nel modello alcune funzioni che scrivessero questi dati su *file* di testo.

Una terza modifica, dovuta all'inserimento degli umani e dell'arbitraggista era il dover aumentare il limite al numero di ordini eseguibili dagli agenti. Per il nuovo livello ci siamo basati sull'arbitraggista, che è l'agente che ha più occasioni di operare nel mercato. Può infatti agire un numero di volte doppio rispetto al numero degli agenti, e ogni volta inserirà contemporaneamente ordini di compravendita sia sull'indice che sul sottostante.

Nonostante questo limite sia teorico⁵, lo abbiamo adottato prudenzialmente per tutti gli agenti e soprattutto anche per gli umani.

⁴Secondo la variabile *delay*

⁵Nei nostri esperimenti gli agenti inserivano un ordine alla volta. Sul mercato sarebbero apparsi così al massimo *agentNumber* ordini. L'arbitraggista può quindi fare da controparte a tutti loro ed avere ancora una ampia disponibilità di ordini da immettere ed eseguire ($2 \cdot \text{booknumber}$). Questa variabile potrebbe essere rivista nel momento in cui si volessero introdurre agenti "istituzionali" in grado di operare pesantemente sul mercato. nell'esperimento che descriveremo nel capitolo 5 a pagina 102, avevamo 486 agenti e 4 book, per un totale di 3888 ordini eseguibili

`maxOrderQuantity2=2*agentNumber*bookNumber;`

3.5.3 *IndexCalculator*

L'*IndexCalculator* è l'oggetto che fornisce il valore dell'indice di mercato, calcolato come media semplice del sottostante.

Inoltre a fine giornata provvede a raccogliere le statistiche dei prezzi di apertura, chiusura, massimo e minimo e dei volumi da tutti i *book* e a scriverle su file.

3.6 *Timing* della simulazione

Gli agenti sono sempre raccolti in una apposita lista: l'ordine con cui sono registrati in tale lista viene permutata in maniera casuale in modo da garantire agli agenti ordinamenti diversi nell'immissione delle proposte.

La seduta di contrattazione è tecnicamente articolata nelle seguenti fasi:

t_0 *modelAction1* comprende il *cleaning* con la pulizia delle matrici contenenti gli ordini della giornata precedente e la fase di preapertura con l'immissione delle proposte di negoziazione degli agenti. Infine viene eseguita l'asta di apertura, le cui proposte non eseguite passano alla fase successiva.

- si aggiorna la fase della giornata a “asta di apertura” (*setDayStateOpeningAuction*)
- si aggiorna il giorno corrente della simulazione (*increaseCurrentDayNumber*)
- si svuota del book (*setClean*)
- gli agenti dotati di capacità previsionale formulano le proprie stime sul prezzo del giorno e aggiornano le statistiche sulle previsioni corrette di quello precedente
- si controllano le penalità degli umani se sono passate più di 24 ore dall'ultimo controllo (*check24hSpent*)⁶
- viene preparata la lista degli agenti
- si attiva il generatore di eventi
- si raccolgono dagli agenti gli ordini per l'asta di preapertura
- si aspettano *delayInAuction* secondi per dare modo agli umani di inserire i propri ordini (*waitForOrders*)
- si raccolgono gli ordini degli umani
- si raccolgono gli ordini dell'arbitraggista
- si conclude l'asta e si valida il prezzo di apertura (*openingAuction*)
- si aggiorna la fase della giornata a “trattazione continua” (*setDayStateContinuousTrading*)

⁶Si veda l'appendice B.2 a pagina 199

$t_1 \dots t_{agentNumber-1}$ *modelAction2* gli agenti immettono le proposte di acquisto o vendita, frutto delle proprie regole di comportamento che potranno essere eseguite immediatamente in caso vi sia una diretta controparte o verranno registrate con la relativa priorità temporale con la possibilità di essere concluse in un momento successivo della seduta. Anche in questo caso le proposte non eseguite passeranno alla fase successiva di contrattazione.

- si attiva il generatore di eventi
- si raccolgono gli ordini di un agente scelto casualmente
- si raccolgono gli ordini dell'arbitraggista
- si raccolgono gli ordini degli umani
- si raccolgono gli ordini dell'arbitraggista

$t_{agentNumber}$ *modelAction3* in modo simile a quanto avviene durante l'asta di apertura si svolge l'asta di chiusura. Gli ordini non eseguiti saranno cancellati dal *book* prima dell'asta di apertura durante la fase di *cleaning*.

- si aggiorna la fase della giornata a “asta di chiusura” (*setDayStateClosingAuction*)
- si attiva il generatore di eventi
- si raccolgono dagli agenti gli ordini per l'asta di chiusura
- si aspettano *delayInAuction* secondi per dare modo agli umani di inserire i propri ordini (*waitForOrders*)
- si raccolgono gli ordini degli umani
- si raccolgono gli ordini dell'arbitraggista
- si conclude l'asta e si valida il prezzo di chiusura (*closingAuction*)

$t_{agentNumber+1}$ *modelAction4* Questa è la fase di *Accounting*,⁷ dove si calcola la ricchezza degli agenti.

- si aggiorna la fase della giornata a “asta di apertura” (*setDayStateOpeningAuction*) per il giorno seguente
- viene determinato il prezzo medio della giornata (*setMeanPrice*)
- gli agenti procedono al calcolo della loro ricchezza
- l'*IndexCalculator* raccoglie le statistiche della giornata (prezzi, volumi, ecc.)

⁷La esamineremo più approfonditamente nel paragrafo 3.8 a pagina 69

3.7 Gli Agenti

3.7.1 *RandomAgent*

Il *RandomAgent* è l'agente più semplice ed è quello i cui comportamenti, possono rappresentare l'operato di più tipologie di individui nella realtà borsistica. Le scelte che tale agente attua sono casuali, nel senso che sceglie casualmente (con probabilità pari a 0,5) se acquistare o vendere; per ciò che riguarda il prezzo a cui l'agente Random inserisce l'ordine, questo viene scelto applicando uno *switch* (il cui importo è generato in modo casuale), all'ultimo prezzo trattato su quel titolo; quindi le conoscenze che il *randomAgent* possiede, si limitano all'ultimo prezzo eseguito. Il valore dello *switch* che l'operatore casuale applica al l'ultimo prezzo eseguito, che egli considera come base di partenza per inserire l'ordine, può essere modificato, correggendo i limiti massimo e minimo del range in cui tale *switch* viene generato casualmente; le variabili da modificare sono il *minCorrectingCoeff* ed il *maxCorrectingCoeff*. E' uno tra le due tipologie di agenti più rappresentative della compagine reale di operatori perché, nella realtà (soprattutto in questi ultimi anni) ci sono molti investitori che operano senza possedere le competenze adatte, senza avere nessuna nozione di base di carattere economico, senza un preciso motivo legato al titolo in questione od alle condizioni macroeconomiche. Il risultato di tali operatori è ben rappresentato dalle operazioni svolte dal *randomAgent* in SUM.

Per adattarlo alle nuove esigenze del modello l'agente *random* ha adottato una scelta casuale di *book* su cui operare ed è stata inserita una tassa di *delay* secondi per mettere agli operatori umani un tempo maggiore per operare.

3.7.2 Reti neurali: *ForecastingAgent*

Viene creata una rete neurale per ogni *book* in automatico, dal *model*. Il *ForecastingAgent* rappresenta le previsioni di una società di *rating*.

3.7.3 *ANNforecastingAppAgent*

L'*ANNforecastingAppAgent* sceglie ogni turno casualmente su quale *book* operare e quindi consulta le previsioni dell'agenzia di *rating* (*ForecastingAgent*) ad esso collegata.

3.7.4 Imitatori

Nel modello vi sono due diverse categorie di imitatori:

MarketImitatingAgent che decide di acquistare se il prezzo medio è salito (sceso),

LocallyImitatingAgent che decide di acquistare (vendere) se gli ultimi giocatori hanno acquistato (venduto).

Entrambi scelgono casualmente un *book* sul quale operare e come gli agenti casuali moltiplicando l'ultimo prezzo eseguito per un coefficiente casuale.

3.7.5 *StopLossAgent*

E' un agente che opera secondo due diverse modalità: senza memoria o con del passato.

Nel caso in cui operi senza memoria del passato, se l'ultimo prezzo eseguito è aumentato (diminuito), rispetto al prezzo medio di un dato intervallo di tempo, di un tasso maggiore del *maxLossRate*, l'agente compra (vende) al prezzo corrente.

Nel caso in cui operi con memoria del passato, se l'ultimo prezzo eseguito è aumentato (diminuito), rispetto al prezzo medio di un dato intervallo di tempo, ad un tasso maggiore od uguale al parametro *maxLossRate*, l'agente compra (vende) se ha una posizione *short* (*long*). In entrambi i casi, se il prezzo corrente non supera lo stop loss, l'agente si comporterà come un agente casuale.

Tale agente non crea effetti che alimentano le anomalie di borsa in quanto opera fondamentalmente come un *RandomAgent*, con l'aggiunta però di una caratteristica in più e cioè quella di trattare anche i titoli sulla base di uno *stop loss*; tuttavia in casi in cui il prezzo corrente superi lo *stop loss*, l'effetto è quello di alimentare la direzionalità del mercato. Si potrebbe criticare tale impostazione asserendo che un operatore che fa uso dello *stop loss*, non lo manterrebbe fisso per tutto il periodo di mantenimento del titolo, ma lo modificherebbe a seconda dell'andamento delle quotazioni e di altri eventi che ora non è importante ricordare. Tale critica è corretta, se però si pensa che qui si vuole vedere cosa si verifica in un mercato se alcuni agenti utilizzano lo *stop loss* e non cosa capita alla ricchezza personale dell'agente *stop loss*, si comprende che tale critica non ha senso di esistere (almeno per ora) in SUM; quando, se mai accadrà, saranno inserite le ricchezze personali dei vari operatori allora avrà senso modificare in parte la struttura di tale agente, rendendolo conforme a quello reale.

Anche lo *stopLossAgent*, in una delle due tipologie possibili, quella che ha memoria del passato, presenta caratteristiche che lo legano ad un book nello specifico ed allora anche per tale agente si è assegnato un book predefinito.

3.7.6 Agenti cognitivi

Sono di due tipi:

- i BPCTAgentA sono costruiti sulla base di un complesso meccanismo di determinazione delle loro azioni, che si avvale della metodologia dei *cross target*. Gli agenti, sulla base della struttura della rete neurale sviluppano coerenza interna tra due azioni, quella di acquisto e quella di vendita e sviluppano congetture sugli effetti liquidità e quantità azioni. Sono fissati anche degli obiettivi esterni di tre tipi differenti: accrescere la liquidità, accrescere la quantità di azioni detenute, accrescere entrambi.
- i BPCTAgentB sono anch'essi strutturati facendo utilizzo di reti neurali che presentano la tecnica dei *cross target*; sono un'evoluzione degli agenti cognitivi di tipo A, visti al punto sopra. A differenza degli agenti di tipo A, sviluppano congetture oltre che sugli effetti liquidità e quantità di azioni, anche sugli effetti ricchezza dall'agente valutata al prezzo di chiusura e ricchezza dell'agente

valutata sulla base del prezzo previsto dall'agente neurale. L'output dal lato delle azioni è sempre uno e determina la decisione di acquisto o di vendita.

L'obiettivo sia dell'agente di tipo A e sia di tipo B è quello di sviluppare una coerenza interna tra l'azione di vendita e l'azione di acquisto. Tale tipologia di agente (cognitivo), attraverso la metodologia dei cross target, sviluppa con l'apprendimento la capacità di prendere in modo coerente delle decisioni, cioè è in grado di prendere delle decisioni sulle azioni da compiere, per ottenere determinati risultati.

3.7.7 *AvatarAgent*

L'*AvatarAgent* è la rappresentazione di un operatore umano all'interno del sistema e ha come unico compito quello di raccogliere gli ordini inviati dagli umani e inviarli al sistema.

Degli *Avatar* si parlerà diffusamente nel capitolo 4 a pagina 84.

3.8 *Accounting*

Durante la fase di *Accounting* viene determinata la ricchezza degli agenti analizzando ogni *book* del mercato secondo questo schema:

- si ottiene il prezzo medio giornaliero *MeanPrice*
- si controlla la presenza di ordini eseguiti nella matrice degli *executedPrices* di cui si calcola la somma aritmetica (acquistate - vendite) e si va a sommare al numero di azioni presenti precedentemente in portafoglio *shareQuantity*
- si calcola lo stock di ricchezza del book $shareQuantity * MeanPrice$

La liquidità è ottenuta come somma dei prezzi di acquisto e vendita degli stock, aggiunti alla passata liquidità.

La ricchezza finale è data come somma della liquidità e del valore dei titoli in portafoglio:

$$agentWealthAtMeanDailyPrice = shareValueAtMeanDailyPrice + liquidityQuantity;$$

L'uso del prezzo medio quotidiano è una misura prudentiale. L'*Accounting* è stato ideato in una fase precedente all'introduzione delle aste e si voleva evitare di considerare per la valutazione del patrimonio valori determinati da *exploit* degli ultimi minuti del mercato.

Con l'introduzione del meccanismo delle aste si potrebbe considerare il prezzo di chiusura per questa operazione.

Informaticamente è contenuto nel *BasicSumAgent*.

3.9 Eventi

Gli eventi sono fatti e notizie che possono condizionare un mercato di borsa.

Possiamo ricordare ad esempio gli annunci delle banche centrali sul costo del denaro o sull'applicazioni di politiche monetarie, e di come tali annunci si ripercuotano sui mercati.

Ovviamente tanto più sarà una figura di spicco a fare la previsione tanto più questa risulterà credibile. Sino a diventare una profezia auto avverante. Ad esempio se il noto finanziere George Soros annunciasse un improvviso movimento nel prezzo dell'oro, il suo annuncio potrebbe avere un effetto decisivo sul prezzo dell'oro nei giorni successivi.⁸

Una prima analisi storica (nel primo capitolo) ci ha confermato l'importanza delle notizie e della loro diffusione. L'evidenza empirica degli esperimenti e le richieste degli giocatori (paragrafo 5.18 a pagina 188) ci confermano che le informazioni sulla salute della società e del mercato possono influenzare gli investitori.

Ma anche altri eventi spesso estranei ai mercati finanziari e anche lontani dall'economia possono contribuire significativamente a influenzare gli andamenti azionari.

Qui di seguito racconto una strana e improbabile correlazione tra i risultati di calcio e l'andamento di una azienda tessile.

L'azienda è la BasicNet e i risultati sono quelli della nazionale italiana di calcio ai mondiali di calcio del 2002. BasicNet era sponsor e fornitore della nazionale e quindi la valutazione degli investitori era fortemente attratta dai possibili guadagni derivanti da un successo dell'Italia.

Il racconto si svilupperà attraverso le *newsletter* finanziarie *FINANZAWorld*⁹ e *Stock-Report*¹⁰, con le quali si possono ricostruire le vicende del titolo in quei giorni e le opinioni espresse sulla società.

3 giugno *FINANZAWorld*:

Anche se ormai forse è tardino per farlo:

Nike, Puma, Adidas, Reebok e anche l'italiana Kappa (BasicNet quotata a Piazza Affari è ai massimi dell'anno...) venderanno magliette, palle e scarpette in quantità. Roba che costa poco e rende parecchio.

E adesso vado a vedermi gli Azzurri.

6 giugno *Stock-Report*:

Tra gli altri titoli ancora una giornata sugli scudi per Basicnet (+26,39%) con il titolo che non è riuscito ad aprire per eccesso di rialzo.

7 giugno *FINANZAWorld*:

Nel frattempo BasicNet è decollata sul serio. Lunedì 3 giugno mi ero limitato a ricordare che quelli che potevano guadagnare dai Mondiali erano soprattutto i fabbricanti di magliette e calzoncini, scarpette e palloni.

⁸Farmer (2001)

⁹<http://www.finanzeworld.it/>

¹⁰<http://www.buongiorno.com>

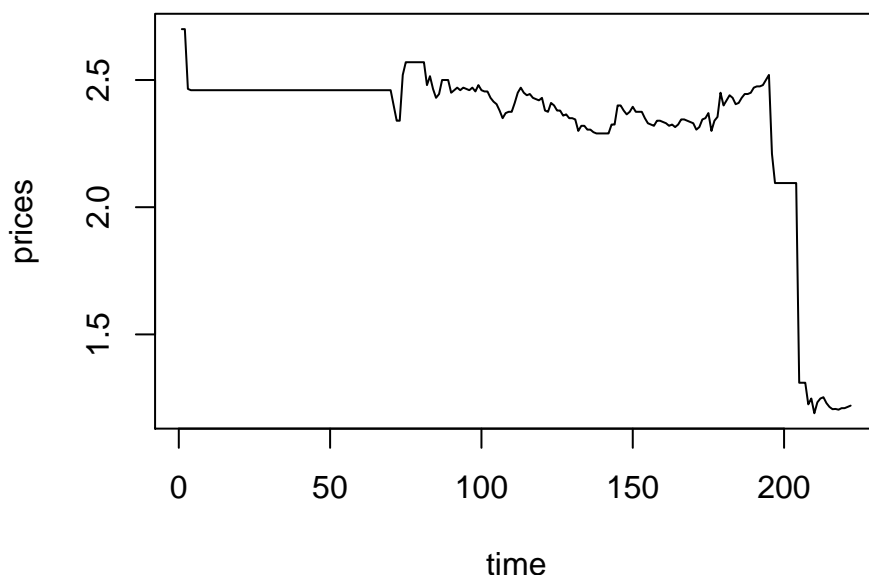


Figura 3.3: L'andamento di Basic.Net dal 14 al 20 giugno 2002

Da martedì 4 giugno a, ieri BasicNet (sono quelli del marchio Kappa degli Azzurri) e' praticamente raddoppiata: da 1.30 euro a 2.50 (teorico).

Non era mica così tardino.

Adesso ricordatevi della regola di vendere quando torna indietro del 25% rispetto ai nostri massimi e guardatevi la Nazionale.

Piu' va avanti meglio e'.

8 giugno *Stock-Report*:

BASICNET (+54,54%)

Ieri in Borsa è stata vietata l'immissione di ordini senza limite di prezzo nelle fasi di asta su Basicnet. Il motivo? Nei giorni scorsi il titolo non è riuscito a fare prezzo per le attese di forti vendite delle maglie della nazionale italiana di calcio, di cui la società è sponsor tecnico. Adesso, accanto ai p/e e all'Ebitda, fra gli indicatori della Borsa c'è anche "l'effetto Vieri". Basicnet è una buona società di Torino, molto tranquilla, proprietaria di alcuni marchi di abbigliamento, fra cui RobediKappa, Jesus Jeans e altri. In Borsa non ha mai brillato particolarmente, limitandosi a seguire la buona e cattiva sorte del resto del listino. Come mai? Semplice. La Basicnet è la distributrice esclusiva delle magliette azzurre dei nostri giocatori e dopo la loro vittoria contro l'Equador alcuni operatori hanno immaginato un'esplosione del fatturato e quindi degli utili.

10 giugno *Stock-Report*:

Tra i titoli minori BasicNet ha risentito della sconfitta dell'Italia contro la Croazia. Il titolo della società che attraverso Robe di Kappa sponsorizza la Nazionale, è affondato del 14,32%.

11 giugno *Stock-Report*:

Tra i titoli minori la Borsa è tornata a scommettere sulla vittoria dell'Italia ai mondiali. BasicNet è salita del 20%.

13 giugno *FINANZAWorld*:

Secondo me stamattina parecchi venderanno BasicNet. Starsene con le azioni in mano mentre giocano gli Azzurri, può essere pericoloso. Ma ce ne saranno altri che invece compreranno scommettendo sulla vittoria della Nazionale. Noi, che le seguiamo da quando erano a 1.30 euro al pezzo, cioè oltre il 100 per cento in meno fa, possiamo stare tranquilli a vedere come va a finire.

La partita e la speculazione.

13 giugno *Stock-Report*:

BasicNet, invece, ha festeggiato in Borsa il passaggio dell'Italia agli ottavi di finale. Dopo aver toccato un ribasso di oltre il 6% per effetto del gol subito dall'Italia nel match contro il Messico il titolo ha rialzato la testa (+4,22%) dopo il pareggio della Nazionale. Il titolo nelle scorse settimane ha subito forti oscillazioni, prima al rialzo con la vittoria della Nazionale contro l'Ecuador e poi al ribasso subito dopo a sconfitta contro la Croazia.

Data	Partita	Risultato
3/6	Italia - Ecuador	2-0
8/6	Italia - Croazia	1-2
13/6	Italia - Messico	1-1
18/6	Corea del Sud - Italia	2-1

Tabella 3.4: Risultati della nazionale italiana ai campionati del mondo di calcio del 2002

17 giugno *FINANZAWorld*:

A 2.60 euro cadauna si è chiusa la nostra epopea BasicNet. Un rialzo del 100% in quindici giorni mi sembra sufficiente. La tremarella contro il Messico ci è bastata e poi la società quotata a Milano ha cozzato contro il muro del 25% di ritorno indietro rispetto ai nostri massimi, che è il limite per questo genere di trading.

Ora seguiamo solo la Nazionale: si soffre già abbastanza.

18 giugno *Stock-Report*:

La sconfitta dell'Italia contro la Korea ha fatto soffrire la società che distribuisce le maglie degli Azzurri. BasicNet è arretrata dell'8,95

19 giugno *Stock-Report*:

Basicnet, società produttrice della maglietta della Nazionale italiana di calcio, è stata sospesa per eccesso di ribasso con un teorico di -36,92 dopo l'eliminazione degli azzurri dai mondiali.

20 giugno *Stock-Report*:

BASICNET (-60.96%)

Come da copione la sconfitta dell'Italia contro la Korea ha pesato non solo sull'umore degli Azzurri ma anche su quello degli investitori con BasicNet che dall'inizio dei mondiali di calcio ha continuato a correre su e giù per il listino, seguendo millimetricamente l'andamento della partita e dei tiri in porta. E la sconfitta della Nazionale ha fatto crollare il titolo.

La scelta di un evento così particolare non è provocatoria, ma rappresenta un caso esemplare in cui una larga parte del movimento del titolo è causata dalle notizie, e ritengo sia importante ricostruire come gli operatori usino gli eventi e come si diffondano.

I possibili miglioramenti degli eventi potrebbero essere due. Un primo consiste nell'inviare messaggi più comprensibili per gli umani, che si ispirino alle cronache finanziarie. Un secondo sarebbe quello di mettere un generatore di eventi per il mercato e uno per ogni titolo; l'agente che segue gli eventi sceglie un titolo quindi interroga i due gestori di eventi: quello del mercato e quello del titolo; sceglierà di seguire l'evento con intensità maggiore.

3.10 Avvio della simulazione

L'avvio della simulazione viene dato attraverso l'uso di uno script *startsum.sh* (il cui codice è nell'appendice B.1 a pagina 198).

Si è deciso di avviare la simulazione con questo sistema per ovviare ad alcuni problemi di gestione della memoria da parte di SWARM se usato molto a lungo.

La caratteristica principale è il *backup* dei dati dopo ogni simulazione.

Inoltre per consentire la lettura e scrittura dei file da parte dei normali utenti è stata usata la funzione *umask*.

3.11 Future, Indice e Arbitraggista

3.11.1 L'allineamento tra valore teorico del future e future sull'indice

Solitamente i prezzi di mercato del future rispecchiano i valori teorici del future stesso, tuttavia, può accadere che si verifichino delle situazioni in cui vi siano delle

differenze tra il valore teorico ed il valore di mercato del future, e può capitare che tali discrepanze siano sufficientemente ampie da consentire a particolari tipologie di operatori, gli arbitraggisti, di assumere posizioni, sia sul mercato a termine (quello dei future), sia sul mercato a pronti (quello dei titoli), al fine di lucrare guadagni sicuri dalla mancanza di coerenza tra i due valori sopra citati. Tali operatori continueranno ad operare fin tanto che non saranno annullate le discrepanze, o fin tanto che le discrepanze glielo consentiranno. Quindi si può ben verificare che vi siano delle differenze tra valore teorico del future e valore di mercato ma che non vi siano le condizioni necessarie al fine di fare operazioni di arbitraggio. L'operato degli arbitraggisti, oltre ad essere proficuo per essi, lo è anche per il mercato in generale, in quanto tali operazioni servono a riportare in equilibrio i mercati su cui sono attuate, permettendo così una coerenza tra prezzo teorico del future e valore reale del future e rendendo nel suo complesso il mercato efficiente.

Le cause che determinano questi scostamenti che creano opportunità di arbitraggio sono molteplici e spesso è difficile individuare la singola causa che ha generato un fatto specifico, in quanto vi è concomitanza tra i fattori scatenanti l'anomalia; tali fattori sono:

- L'esistenza di due prezzi, uno relativo alla domanda ed uno relativo all'offerta.
- L'incidenza delle commissioni, che varia da operatore ad operatore.
- La prevalenza, in un determinato istante, nel mercato, dei venditori o dei compratori.
- Il differente trattamento fiscale, soggettivo a seconda dell'operatore cui si riferisce.
- La differenza di trattamento fiscale relativa al future ed al sottostante.

Le operazioni che l'arbitraggista può porre in atto, sfruttando il derivato sull'indice ed i titoli contenuti nell'indice stesso, sono due:

- qualora il prezzo di mercato del contratto future (F) fosse maggiore del suo prezzo teorico (F_t), sarebbe conveniente acquistare i titoli inclusi nel paniere dell'indice, cioè il sottostante, e contemporaneamente vendere il contratto future. Tale operazione di arbitraggio viene definita *cash and carry*.
- nel caso contrario, in cui il prezzo di mercato del future (F) fosse maggiore del prezzo teorico del future (F_t), risulterebbe conveniente per l'operatore arbitraggista, vendere i titoli inclusi nell'indice sottostante, utilizzare i fondi ricavati da tale vendita per acquistare titoli privi di rischio e contemporaneamente acquistare il contratto future; tale operazione viene denominata *reverse cash and carry*.

Le strategie di arbitraggio prevedono che l'operatore assuma contemporaneamente posizioni contrarie, una sul mercato a pronti ed una sul mercato a termine, sfruttando le inefficienze dei mercati, il tutto, eseguito per ottenere piccole somme

di guadagno, ma solitamente su volumi notevoli. Elemento fondamentale di tale tecnica è l'assenza di rischio, in teoria; in pratica vi sono alcune difficoltà che rendono l'operato degli arbitraggisti tutt'altro che semplice. Un primo rischio che l'arbitraggista può incontrare è il rischio di esecuzione, infatti, nonostante l'operatore si avvalga della tecnica del *program trading*, che gli consente di negoziare notevoli quantità di titoli in un breve lasso di tempo, può verificarsi un mutamento delle condizioni di mercato, tra l'individuazione del possibile arbitraggio e la sua completa realizzazione; il mutamento di queste condizioni potrebbe annullare completamente la possibilità di fare profitti. Un secondo rischio cui l'arbitraggista si espone è la non sempre agevole vendita del portafoglio allo scoperto, oppure in alternativa il possibile elevato costo del prestito titoli per l'arbitraggista che non possiede il sottostante. Si può quindi dire che per realizzare con profitto un arbitraggio *reverse cash and carry*, la differenza tra prezzo teorico del future e prezzo di mercato deve raggiungere un'ampiezza maggiore rispetto a quella necessaria per l'arbitraggio *cash and carry*. Alcuni studi empirici, hanno individuato nella difficoltà di vendita allo scoperto dei sottostanti, la maggior frequenza dei casi di sottovalutazione del prezzo del future rispetto a quelli di sopravvalutazione¹¹; ne consegue la maggior frequenza di situazioni in cui non è possibile attuare l'operazione *reverse cash and carry*, che, in seguito alle difficoltà citate, non si riesce a porre in essere e che provoca disallineamenti tra future e sottostante anche consistenti.

Altre tipologie di operazioni che possono essere attuate sfruttando gli strumenti derivati, sono le operazioni di *hedging*¹² e le operazioni di trading (speculazione); le operazioni di *hedging* in SUM non sono previste, mentre quella speculative sono state inserite, in quanto si è data la possibilità a tutte le tipologie di operatori presenti sul mercato simulato di contrattare il future sull'indice di borsa.

3.11.2 La determinazione del prezzo del future in SUM

Nella nostra simulazione di mercato la determinazione del prezzo teorico del future sull'indice, non è funzione, come invece accade nella realtà, di più variabili, quali sono, il prezzo del sottostante, il tasso di interesse, il tempo rimanente alla scadenza del contratto ed i dividendi stimati relativi ai titoli dell'indice sottostante; esso è funzione unicamente del valore e dell'andamento dell'attività sottostante, che nel nostro caso è l'indice sui titoli presenti sul mercato simulato.

Ora, tutto ciò non pecca di realismo dal punto di vista della dinamica dei prezzi, secondo gli autori¹³, per una serie di considerazioni che ora saranno chiarite.

È indubbio che la scelta operata dagli autori sia una semplificazione della realtà, ma tale semplificazione è voluta, poiché si è cercato di scegliere un modo di rappresentare la realtà che non comportasse troppe modifiche contemporaneamente, le quali avrebbero inevitabilmente minato la buona riuscita dell'esperimento, in quanto avrebbero richiesto numerose e complesse modifiche di quella che è la struttura attuale del progetto SUM.

¹¹Si veda Modest e Sundaresan (1993)

¹²copertura

¹³Andrea Vanara ed Alessandro Cappellini

3.11.3 La formazione del prezzo teorico del future in SUM

Il modello SUM come detto più volte, è una semplificazione dei meccanismi della realtà, questo perché l'interesse dell'esperimento sta nel cogliere l'essenza delle caratteristiche che animano i fenomeni studiati e non nel considerare particolari considerati irrilevanti (almeno per ora); per tale motivo la determinazione del prezzo teorico del future in SUM è decisamente semplificata e quindi non fa eccezione a quanto appena detto. Tuttavia le semplificazioni fatte, che ora saranno elencate, sono giustificabili e pertanto hanno la loro ragion d'essere.

In primo luogo in SUM non si è ancora voluto inserire la variabile tasso d'interesse, questo perché la disponibilità liquida e di titoli è illimitata per ogni agente, cioè ogni agente nel dover scegliere se comprare o vendere gli strumenti finanziari disponibili (attualmente titoli e future sull'indice) non deve prima analizzare il proprio portafoglio titoli o la propria disponibilità liquida, ma può liberamente decidere senza vincoli patrimoniali. Tutto ciò comporta che un operatore arbitraggista, investendo in un contratto future piuttosto che direttamente sul sottostante, non si troverà nel caso di operazione *reverse cash and carry* a dover investire in titoli privi di rischio (ad es. Bot) il controvalore del contratto future decurtato della somma relativa ai margini di garanzia versati alla Cassa di Compensazione e Garanzia e nemmeno l'operatore arbitraggista, in caso di operazione *cash and carry*, si troverà a dover chiedere denaro a prestito per l'acquisto dei titoli sottostanti e quindi a dover corrispondere per tale prestito il relativo tasso d'interesse.

Non sono inoltre presenti i margini di garanzia e quindi nemmeno i margini di mantenimento, giornalieri ed infragiornalieri. Così, in SUM non vi è un rischio di controparte, rappresentato dalla possibile insolvenza di una delle parti contrattuali, per quanto spiegato sopra. Per tale motivo non vi è nessuna possibilità, che un operatore esponendosi con un contratto future si ritrovi a scadenza del contratto una controparte inadempiente. Si è così deciso che l'acquisto del future riguardi il valore totale e non una parte di esso inizialmente, seguita da varie liquidazioni giornaliere od infragiornaliere, e poi il rimanente a scadenza come accade nella realtà.

Inoltre il meccanismo dei margini di garanzia e gli aggiornamenti che ad essi si fanno sulla base delle liquidazioni giornaliere di tutti i contratti sul future, avrebbero senso solo se fosse inserita nel progetto SUM la Cassa di Compensazione e Garanzia che attualmente manca, poiché non ve n'è la necessità. Infatti non vi è nessun motivo che vi sia un ente garante della liquidità del mercato e dell'eliminazione del rischio di controparte. Questo perché in SUM non vi sono limitazioni di portafoglio per gli agenti e nemmeno di liquidità, ciò significa che ogni agente può comprare/vendere quante azioni vuole e quindi il contratto future non racchiuderà in sé il rischio di inadempienza della controparte.

Nemmeno è considerata la variabile dividendi, poiché non vi sono società nello scenario di SUM, in quanto esso è un "semplice" mercato, un luogo di contrattazioni per adesso scollegato da un contesto sociale. Quindi non vi è la presentazione dei bilanci agli investitori delle società che quotano i titoli sul mercato SUM e nemmeno vi è la presentazione di stime di utile e di eventuali dividendi da distribuirsi. Inoltre, a ben vedere, tra le variabili che concorrono alla formazione del prezzo teorico del future nella realtà, i dividendi sono una variabile che si presta ad interpretazioni

soggettive da parte degli operatori, poiché nello stimare i dividendi ci si basa su dati di bilancio passati e si cerca di dare una stima di quello che sarà il futuro andamento della società, andamento la cui determinazione è influenzata da una moltitudine di variabili, esogene ed endogene, che mutano continuamente; tra tutte le variabili mancanti in SUM, è quella che probabilmente richiederebbe la presenza di molti elementi, che ancora non ci sono, per poter essere implementata.

Altra semplificazione risultata necessaria è la quotazione di un'unica scadenza del contratto future, invece che di tre come nella realtà. Questo per non appesantire la struttura di calcolo del programma e per non fare troppe modifiche tutte insieme, senza dare ad esse un ragionevole periodo di assestamento e di sperimentazione. Facendo ciò nemmeno si è considerato il trascorrere dei giorni per il contratto, poiché ciò avrebbe creato dei problemi per l'agente arbitraggista. Infatti quest'ultimo si sarebbe trovato impossibilitato a svolgere le sue operazioni di arbitraggio nei giorni di transizione tra un contratto e l'altro, giorni nei quali un contratto scade ma l'altro non c'è ancora poiché prenderà vita dal giorno successivo; in tale condizioni si avrebbe avuto un giorno in cui il future sarebbe stato libero di oscillare a suo piacimento senza che nessuno ne controllasse l'allineamento con il suo sottostante. Così la scadenza trattata del future è una sola ed in ogni giorno di contrattazione si quota un nuovo future sull'indice che scade il giorno stesso (alla fine della giornata di borsa), oppure è equivalente pensare che il contratto abbia origine oggi e scadenza a tre mesi ed ogni giorno la scadenza sia sempre considerata a tre mesi. Questo comporta che nemmeno la variabile tempo influisca sull'andamento del prezzo teorico del future.

Inoltre per poter considerare scadenze diverse si dovrebbe considerare anche un tasso di interesse e le sue variazioni.

Il non considerare il fattore tempo permette anche di non dover inserire un'ulteriore modifica del progetto originario e cioè la continuità dei portafoglio titoli e della posizione di liquidità da un giorno all'altro.

Inoltre il contratto future è valutato di pari importo rispetto al valore dell'indice, questo significa che se l'indice vale 5, il contratto future, purché vi sia qualcuno che lo acquista/vende per tale prezzo, vale 5; questo discorda con la realtà in quanto il controvalore dei contratti future sugli indici (*Indexed Future*), viene determinato moltiplicando il valore dell'indice per una certa cifra espressa in termini monetari; il risultato di tale calcolo, produce contratti per importi significativamente alti. Tale tipologia di calcolo è stata adottata dagli enti responsabili del controllo sui mercati finanziari al fine di scoraggiare gli investitori più piccoli, considerati meno esperti, dall'utilizzare gli strumenti derivati, che si caratterizzano per un notevole profilo di rischio.

Fatte queste premesse si comprende come a concorrere alla formazione del prezzo teorico del future sia soltanto il prezzo del sottostante e cioè l'indice di riferimento; infatti nella realtà per definizione, il prezzo teorico del future deve coincidere con il valore del sottostante nel giorno di scadenza del contratto future. Le semplificazioni fatte, comunque preferibili al fine di snellire la mole di calcoli della simulazione, quindi, non concorrono secondo gli autori a rendere il modello privo di realismo, visto le giustificazioni portate sopra e visto che lo scopo che l'esperimento SUM si prefigge è quello di cogliere da un punto di vista aggregato la dinamica della

formazione dei prezzi in un mercato di borsa e il comportamento degli agenti che operano in esso.

3.11.4 L'introduzione dell'agente arbitraggista

Come nella realtà per l'arbitraggista, l'*arbitrageurAgent* cerca di operare individuando momentanee discrepanze di allineamento tra quotazione del future e valore teorico di questo; attuando poi opportune operazioni di segno opposto su mercati differenti, in questo caso mercato a pronti e mercato a termine, lucra profitti privi di rischio.

In SUM i passaggi operativi che vengono svolti dal programma per impostare l'operatività dell'*arbitrageurAgent*, non sono molto differenti da quanto si è appena detto a proposito degli arbitraggisti nella realtà e questo sarà subito dimostrato.

Quando lo *scheduler* interpella l'*arbitrageurAgent* perché è il suo turno di operare, questo importerà la variabile *indexValue*, la confronterà con il prezzo a cui è stato concluso l'ultimo contratto sul book del future, se non c'è nessuno scostamento, non opera e passa il turno, invece se individua uno scostamento prende in considerazione la possibilità di arbitraggio, vincolata al verificarsi di altre condizioni ottimali. Supposto che vi sia lo scostamento, l'*arbitrageurAgent* deve prima decidere quale tipologia di operazione di arbitraggio effettuare; allora valuterà che se il future è sottovalutato rispetto all'*indexValue* dovrà porsi come acquirente di future e venditore di titoli, mentre qualora il future fosse sopravvalutato rispetto al suo valore teorico egli dovrà porsi come acquirente di titoli e venditore di future. Successivamente all'individuazione della tipologia di arbitraggio egli dovrà verificare che altre condizioni sussistano, ed in particolare, dovrà verificare di poter rientrare dei costi dell'operazione e quindi che vi sia adeguata controparte. Tali due valutazioni vengono svolte in un solo momento, in quanto l'*arbitrageurAgent* avendo individuato quale tipologia di arbitraggio eseguire, va a controllare che le sue controparti esistano nel book. Se la controparte esiste l'operazione viene inserita e mandata simultaneamente¹⁴ in esecuzione, così l'operazione di arbitraggio è conclusa; qualora vi siano più *arbitrageurAgent*, tale ciclo di calcolo sarà ripetuto per ognuno di essi.

Il controllo del fatto che l'operazione di arbitraggio garantisca un guadagno per l'arbitraggista, garantendogli quindi la copertura dei costi, è fatto secondo due modalità: in una l'arbitraggista controlla che il disallineamento tra future e valore teorico di questo (quindi la variazione tra i due valori) sia strettamente maggiore ad un valore percentuale, nell'altra valuta che il disallineamento sia strettamente maggiore di un valore fisso. L'indicazione sia del valore percentuale, sia del valore fisso possono essere modificate dall'utente stesso, il quale può innanzitutto scegliere la tipologia di costi da assegnare alle operazioni e poi ne può scegliere l'entità, modificando a proprio piacimento il valore da assegnare, in modo da ipotizzare varie condizioni di mercato possibili. Inoltre nella realtà, a sentire quanto detto dagli operatori, vi sono entrambe le tipologie di costi, tuttavia non si è riusciti a comprendere quale delle due prevalga sull'altra e quindi si è deciso di inserire tutte e due le possibilità. In futuro quando si sarà individuata con più precisione la condizione di tali costi

¹⁴Ovviamente da un punto di vista informatico non è simultanea l'operazione, perché viene svolta un'azione alla volta; però da un punto di vista dell'operatività di mercato si verifica che l'arbitraggista inserisca contemporaneamente i due ordini.

si potrà inserire definitivamente una delle due possibilità e se fosse necessario, si inserirà una versione che comprenda una parte di costi in termini percentuali ed una parte di costi in termini fissi, con la dovuta proporzione tra le due.

L'*arbitrageurAgent* ha la possibilità di operare ogni volta dopo l'operazione di un qualsiasi altro agente, compreso l'*avatarAgent*, questo perché potenzialmente ogni operazione di un agente può in teoria portare fuori allineamento il futuro con il suo valore teorico; tale impostazione deriva dal fatto che nella realtà l'arbitraggista opera in qualsiasi momento le condizioni lo permettano, infatti non vi è giustificazione concettuale che spinga un arbitraggista a non operare quando se ne presentano le opportunità.

Una forzatura invece poco giustificabile, se non asserendo la necessità di semplificare la struttura dell'operatività dell'arbitraggista in SUM, per meglio comprendere l'esito delle modifiche, è il fatto che quando la posizione di arbitraggio è stata individuata e l'*arbitrageurAgent* ha fatto la valutazione che hanno confermato la possibilità di eseguire una delle due tipologie di arbitraggio, questa sicuramente va in porto, procurando all'*arbitrageurAgent* il guadagno sperato. Ciò si discosta dalla realtà nella quale dall'individuazione della possibilità di arbitraggio alla completa realizzazione di questa con l'esecuzione delle operazioni su entrambi i mercati, trascorrono preziosi secondi, che possono mutare le condizioni inizialmente valutate e garantire una perdita sicura invece di un guadagno sicuro.

3.12 File

Presento la struttura del modello per *file* e *directory*:

3.12.1 Directory

avatardata contiene i dati degli *Avatar*

data vengono memorizzati qui i *backups* delle simulazioni

docs vi sono alcuni documenti e note sulla simulazione

log contiene tutti i *log* della simulazione e i *log* di accesso degli utenti.

3.12.2 Codice PHP

book.php gestisce la visualizzazione del book per gli umani raggruppando gli ordini per prezzo.

candlestick.php si occupa del disegno del grafico di analisi tecnica (figura 5.25 a pagina 152)

conf.php Contiene la configurazione dell'interfaccia. Si veda l'allegato B.7 a pagina 266.

day.php Gestisce la comunicazione del giorno agli umani, e ciò che possiamo vedere in figura 4.7 a pagina 93. Per comunicare SUM scrive i file *day.dat* e *daystate.dat*.

datafeed.php gestisce grafici e *book* per il sottostante (figura 4.10 a pagina 94)

datafeed2.php gestisce il grafico e il *book* per il *future* (figura 4.11 a pagina 95)

drawfuture.php crea il grafico del *future* (figura 4.12)

drawploticus.php crea il grafico dell'andamento di un titolo (figura 5.41 a pagina 182)

iface.php E' la struttura dell'interfaccia (figura 4.3 a pagina 91)

index.php Gestisce l'autenticazione degli utenti

login.php Gestisce l'autenticazione degli utenti

links.php i link alle altre funzioni della piattaforma di gioco (figura 4.5 a pagina 92).

messages.php mostra gli eventi e l'esecuzione degli ordini per ogni operatore 4.6 a pagina 93

prices.php Mostra gli ultimi prezzi eseguiti e il prezzo di controllo di ogni strumento finanziario (figura 4.8 a pagina 93).

scoretable.php è la pagina dove viene pubblicata la classifica dei giocatori

title.php contiene il logo di *SumWeb* (figura 4.1 a pagina 89)

user.php permette agli utenti di inserire gli ordini (figura 4.4 a pagina 92).

users.php contiene le informazioni sugli utenti come spiegato al paragrafo 4.8.1 a pagina 100.

wealthgraph.php genera le informazioni sulla ricchezza come mostrato in figura 4.9 a pagina 94.

Altri file sono: *questionnaire.php*, *subscribe.php* e *info.php*, che sono stati creati appositamente per gestire i questionari.

3.12.3 Codice Objective C

Tutti i file Objective C esistono in due copie, una con estensione .h (l'interfaccia) e l'altra .m (l'implementazione).

ANNForecastAppAgent L'agente *ANNForecastAppAgent*

ArbitrageurAgent L'agente *ArbitrageurAgent*

AvatarAgent L'agente *AvatarAgent*

BasicSumAgent Il *BasicSumAgent* è il prototipo per tutti gli agenti del modello e che contiene le funzioni base usate da tutti

BasicSumRuleMaster

Book Il *Book*

BPCTAgentA L'agente cognitivo di tipo A

BPCTAgentAInterface L'interfaccia dell'agente cognitivo A

BPCTAgentB L'agente cognitivo di tipo B

BPCTAgentBInterface L'interfaccia dell'agente cognitivo B

BPCTAgent L'agente cognitivo generico

BPCTDatawarehouse Il *file* di gestione degli agenti cognitivi

BPCTInterface L'interfaccia dell'agente cognitivo generico

BPCTPriceRuleMaster Il *file* di gestione degli agenti cognitivi

BPCTRuleMaker Il *file* di gestione degli agenti cognitivi

BPCTRuleMaster Il *file* di gestione degli agenti cognitivi

CurrentAgent Il *CurrentAgent* è un agente fittizio che corrisponde di volta in volta all'agente impegnato nell'immissione dei propri ordini

EventAgent L'agente *EventAgent*

Eventgenerator Il generatore di eventi

EventRuleMaster

ForecastingAgent Il *ForecastingAgent* è l'agenzia di *rating* che fornisce previsioni sui titoli basandosi sulle reti neurali artificiali

IndexCalculator L'*IndexCalculator*

LocallyImitatingAgent L'imitatore locale

MarketImitatingAgent L'imitatore del mercato

Matrix2 Il *file* di gestione delle matrici e dei vettori

Matrix Il *file* di gestione delle matrici e dei vettori

MatrixMult Il *file* di gestione delle matrici e dei vettori

ModelSwarm Il *Model*

ObserverSwarm L'*Observer*

Quota Valuta graficamente le *performances* delle reti neurali

RandomAgent L'agente *RandomAgent*

RandomRuleMaster

SimpleANNRuleMaker Il *file* di gestione delle reti neurali

SimpleANNRuleMaster Il *file* di gestione delle reti neurali

StopLossAgent L'agente *StopLossAgent*

StopLossRuleMaster

TransFunc Il *file* di gestione delle matrici e dei vettori

VectorTransFunc Il *file* di gestione delle matrici e dei vettori

WasteTimeAgent L'agente "perditempo" è un agente che non fa nulla se non aspettare alcuni secondi. Serve per ritardare la simulazione.

3.12.4 Altri file di servizio

cleanDos.bat pulisce la directory della simulazione dai file inutili in ambiente *DOS/Windows*

cleanLinux pulisce la directory della simulazione dai file inutili in ambiente *Linux*

claeenLinuxAll pulisce la directory della simulazione dai file inutili in ambiente *Linux*

main.m è il file principale della simulazione

Makefile consente di compilare tutta la simulazione

moveDos.bat sposta i file dei dati in ambiente *DOS/Windows*

newlogo.jpg il logo di *SumWeb*

startsum.sh l'avvio della simulazione

3.12.5 Settaggi

bp.setup contiene i parametri di funzionamento delle reti neurali CT utilizzate per la realizzazione degli BPCTAgent

forecasting.setup contiene i valori dei parametri utilizzati dalla RNA che realizza l'agente neurale

minmaxA.data determina i valori di passaggio dalla metrica esterna di input e output dell'agente cognitivo A alla metrica interna della RNA dell'agente

minmaxB.data determina i valori di passaggio dalla metrica esterna di input e output dell'agente cognitivo B alla metrica interna della RNA dell'agente

transf.setup contiene il valore k della funzione logistica

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-kx}}$$

utilizzata dalla RNA quale funzione di attivazione

initA.val contiene i valori iniziali in metrica esterna di input e output dell'agente cognitivo di tipo A

initB.val contiene i valori iniziali in metrica esterna di input e output dell'agente cognitivo di tipo B

Capitolo 4

L'interfaccia

Sui mercati finanziari il problema non è il mercato, ma l'investitore.

Peter Lynch

La costruzione dell'interfaccia di SUM *SumWeb* parte dalla volontà e dall'esigenza di far cooperare gli agenti naturali (umani) con gli agenti artificiali nel modello SUM.

La cooperazione viene affidata alle tecnologia grazie a un sempre più indissolubile rapporto uomo macchina che porta i nostri attori umani a muoversi liberamente attraverso degli Avatar digitali.

La tecnologia prescelta è *web-based* sia per aiutare i nostri partecipanti facendoli cooperare in uno scenario per loro naturale, sia per la facilità della realizzazione del medesimo e per la sua diffusione.

L'interfaccia *SumWeb* presenta inoltre tutte le caratteristiche tecniche di un normale sistema di trading lasciando all'agente umano la possibilità di interagire in un ambiente per lui assolutamente familiare.

4.1 Uomini e macchine

L'abitudine all'uso e la diffusione dei manufatti elettronici ha cambiato la loro condizione da quella di strumenti o di aiuto per l'uomo, a strumenti indispensabili per compiere le proprie attività sino a diventare vere e proprie estensioni della persona e dei suoi sensi (Tenner, 2001). Possiamo applicare questa analisi al telefono, e al suo corrispettivo mobile, il telefono cellulare. Entrambi sono nati come strumenti utili per favorire la comunicazione a distanza, o in zone remote, sono quindi diventati strumenti di lavoro, e infine status symbol. Oggi sono oggetti quasi necessari alla vita e all'interazione sociale e possono portare a curiosi fenomeni di dipendenza.

Con i personal computer vengono introdotte nuove variabili di interazione prima ignote, quali la potenza di calcolo, l'anonimato della rete internet, la possibilità di dialogare con decine o centinaia di persone in contemporanea.

In Letiche (1999) leggiamo una interpretazione esasperata del fenomeno che ci illustra come

Le nuove tecnologie trasformano gli uomini in cyborg che possono rappresentarsi come vogliono e interagire liberamente tra di loro.

Tuttavia l'emergenza diventa un fattore cruciale per affrontare questa nuova logica, e il *cyberspace* è al regione dove la sperimentazione della psicologia sociale può constatare la nascita un nuovo tipo di identità. Una identità alternativa che si sta formando grazie anche al modello di azienda legata all'*Information Technology* e alle biotecnologie.

I *knowledge workers* sono esponenti di questa identità e sono definiti *cyborg* nella misura e nel senso in cui dipendono da *modem*, *PC*, *laptop*, dalla misura in cui pensano attraverso fogli di calcolo e presentazioni *powerpoint*, analisi e progettazione computer assistita (CAD, CAM, Intelligenza artificiale, reti neurali, sistemi esperti). Il mondo dei fenomeni di un lavoratore tecnologico può essere rappresentato solo da simulacri: telefoni, ipertesti, *email*, ecc.

Tuttavia anche in questa nuova società vi sono iniquità, infatti si sta creando contemporaneamente una sottocasta composta dai PONA (people of no account, persone senza accesso) che sono esclusi di fatto dal mondo virtuale e dalle sue possibilità.

nascono a questo punto, oltre a giudizi di valore etico e morale su questa nuova società sui quali non mi soffermerò, interessanti dibattiti sulla natura dell'interazione uomo macchina e della stessa intelligenza.

L'illusione di interazione può essere fornita in *chat* virtuali attraverso *bot* e cioè programmi che imitano in maniera più o meno evoluta le reazioni degli uomini in una conversazione e possono anche arrivare ad ingannarci per periodi più o meno brevi.

Per curiosità quasi tutti questi programmi hanno nomi femminili e i due più famosi sono Julia e Eliza (Turkle, 1995). Julia chatta e flirta con gli umani, mentre Eliza assomiglia molto di più nella conversazione a uno psicanalista. Gli umani che interagiscono con loro partono comunque dall'idea che sia un altro essere umano a dialogare con loro.

Questi programmi imitano la conversazione senza avere alcuna consapevolezza di interazione. Qui si può arrivare al paradosso della *Searle's chinese room* (Turkle, 1995). Un uomo che conosce solo l'inglese è rinchiuso in una stanza contenente le sue istruzioni in inglese e dei fogli in cinese che raccontano una favola. Egli risponderà a dei fogli con delle domande scritte in cinese che gli arriveranno da un buco nel muro, seguendo le istruzioni in inglese, fornendo le risposte che ha già a disposizione. Se l'uomo è efficiente nel consultare le istruzioni e a trovare gli ideogrammi adatti alla risposta, chi è all'esterno non potrà sapere se all'interno vi è un uomo o una macchina, e soprattutto se l'uomo o la macchina conoscono il cinese, perché comunque ne avrà una illusione di credibilità.

Spesso infatti queste tecnologie puntano il loro interesse sulla credibilità che non sulla vita artificiale.

4.2 Avatar

Uno dei particolari più curiosi legati alla diffusione di internet è che la sua crescita è stata largamente guidata da gruppi di *hippies* e *nerds* che negli anni '60 e '70 rappresentavano i gruppi di opposizione al potere e all'*establishment*.

Molti di essi scelsero il loro sistema di valori dalle filosofie orientali, ed erano interessati alla creazione di un nuovo mondo che sembrasse l'opposto di quello dal quale essi provenivano. Questa strana contraddizione ha trovato la sua realizzazione nei sistemi multi utente assegnando un significato informatico alla parola avatar.

4.2.1 Definizioni di "Avatar"

Le definizioni di avatar sono molte e diverse fra di loro. Secondo il dizionario dell'induismo del 1977 avatar significa "discesa", in special modo della discesa di un dio in terra. Nei *Purana* un avatar è una incarnazione e si distingue da una divina emanazione per il maggior legame con cui è associata a *Vishnu* e *Shiva* (due divinità del pantheon induista). Il concetto di avatar è tutta via un sistema gerarchico complesso con molte forme e manifestazioni differenti.

Il *Longman's Dictionary* (1985) definisce l'avatar come incarnazione di Vishnu, o come incarnazione di un concetto o di una filosofia, mentre l'*Oxford Dictionary* lo cita come discesa di una divinità sulla terra come incarnazione e come manifestazione e presentazione al mondo. Infine il Random House Dictionary descrive un avatar come

An embodiment or concrete manifestation as of a principle attitude,
way of life, or the like

Nell'india contemporanea vengono chiamate avatar le personalità illustri, come traslitterazione dall'antico significato religioso alla cultura popolare, come nel caso di:

Anil Srivastava, avatar of global markets and emerging technologies, contemplates interactive media, networking, and online services from the omphalos of the Silicon Valley. He is especially focused on the convergence of computer, telecommunications, transaction, and video technologies.¹

L'idea che un avatar "discenda" (e ovviamente risalga) è senza dubbio molto simile ai concetti di connessioni/disconnessione e *download/upload* dei *client* che si collegano ai *server*.

Il concetto di avatar può essere così trasferito a moltissime applicazioni diffuse sul web, per la comunicazione e la messaggistica tra gli utenti, che possono crearsi identità diverse dalla propria e nuove vite,

Peter Small (Small, 2000) nell'introduzione al suo "Magical Web Avatars" scrive:

The mystical aspect implies that the deity "Vishnu" has no specific form or shape before manifesting as an avatar on earth. It is implicit

¹<http://www.indonet.com/AnilSrivastava.html>

that any physical appearance of an avatar is merely a temporary form or phase from an infinite variety of possibilities – a transient form from an indefinite, indefinable number of sources. It is the capturing of this concept, which makes the word avatar ideal for the purpose of describing the Web communication products which will be described in this book

4.2.2 L'ambiente degli avatar

I primi ambienti dove si sono sviluppati gli avatar su internet sono i MOO e i MUD.

I MOO sono *MUD-Object Oriented*, e i MUD sono *Multiple-User Dungeon* (o *Dimension*). I *dungeon* sono dal punto di vista architettonico i livelli sotterranei dei castelli e per estensione tutti gli antri ove si nascondono gioielli e mostri nei romanzi della letteratura *fantasy*. I MUD derivano da gioco di ruolo "Dungeons and Dragons" e ne volevano essere in principio una versione digitale, in cui continuare a far muovere i propri personaggi (elfi, nani, guerrieri, ladri, maghi, ecc.). Da questo primo scopo si è passati a espandere questo concetto di comunità a altri giochi e altri usi.

I primi MUD erano ovviamente testuali e con la crescita del web sono apparsi quelli grafici.

Turkle (1995) scrive in che vi sono più di 500 MOO, con centinaia di migliaia di utenti che vivono una propria esistenza online in città virtuali, testuali o grafiche.

L'avatar insomma rappresenta un alter-ego dell'utente con spesso interessanti risvolti psicologici e comportamentali.

4.3 SumWeb

SumWeb è un acronico che sta per SUM Web economic behaviour.

SumWeb nasce dall'esigenza di aumentarne progressivamente il grado di realismo, eliminando parte delle semplificazioni introdotte, estendendo meccanismi e strutture del mercato e ricreando gran parte della varietà dei comportamenti attuati dagli operatori "reali".

La prima apertura verso il realismo di SUM è stata appunto l'introduzione di una interfaccia che permetta ad operatori umani di interagire nel mercato di SUM. Il nome *SumWeb* ha anche un secondo evidente significato che lega il suo uso alle tecnologie *web-based*, per la gestione dei processi e delle comunicazioni tra SUM e gli agenti umani.

Fra i primi obiettivi nella progettazione dell'interfaccia ci si è posti il problema dell'usabilità dello strumento. La scelta di una piattaforma *web-based* è stata una scelta obbligata

4.4 Il web e il design dell'interfaccia

La realizzazione dell'interfaccia ci ha posto di fronte a una serie di problemi di usabilità che ci hanno guidato poi nelle scelte tecniche.

L'usabilità è un concetto relativamente recente in informatica e vede al centro della progettazione ovviamente l'utente e le sue esigenze, ma l'utente e le esigenze presi in considerazione non sono i power-user, che hanno grandi capacità tecniche, quanto gli utenti più comuni che dimostrano incertezze ed errori nell'uso delle applicazioni, dovute a icone fuorvianti o a comportamenti inaspettati dell'applicativo in uso.

Nel nostro caso abbiamo le prime esigenze erano di tipo tecnico: la comunicazione con l'utente doveva avvenire in tempo reale (quindi usando internet), ma non dovevamo costringere l'utente a installare plug-in, programmi e quant'altro.

Molto probabilmente una interfaccia in Java, o in C++ ci avrebbe garantito prestazioni migliori, ma avrebbe dato non pochi problemi agli utenti, che avrebbero dovuto installare un programma (nel caso di C++) o addirittura una parte del sistema operativo in caso di Java². La scelta di una tecnologia lato server permette all'utente di avere la massima comodità e contemporaneamente permette allo sperimentatore di poter cambiare "al volo" l'interfaccia dell'utente in modo assolutamente trasparente. La scelta tecnica ideale per semplicità è stata quella di usare il linguaggio HTML (*HyperText Markup Language*) che viene interpretato da qualsiasi browser internet, unitamente ad alcune immagini (in formato GIF e JPEG) anche queste di ampia diffusione e visualizzate dallo stesso browser. Sul server è stato invece scelto il linguaggio PHP per leggere e interpretare le pagine e generare i grafici per l'utente.

Nella progettazione di siti Internet uno dei fattori determinanti è la velocità, ossia una previsione dei tempi di risposta. Questi dipendono dalla velocità e dalla potenza del server, dalla connettività del server, ossia da come questo si colleghi in internet, dal traffico della rete e dalle infrastrutture e infine anche dal computer dell'utente.

Le prime prove sono state test in questa direzione affiancando a linee veloci³ e personal computer recenti⁴ anche linee lente e computer meno recenti⁵.

Nella progettazione di interfacce per il web è noto che si hanno a disposizione solo 10 secondi per fornire all'utente le informazioni base che lo legheranno ad un sito piuttosto che ad un altro. Anche in questo caso la scelta PHP-HTML-GIF si è dimostrata solida, sia in termini di byte trasferiti, sia in termini di velocità di elaborazione sul server.

L'unica imposizione fatta agli utenti è quella di avere un monitor con risoluzione minima 1024*768 (che è tuttavia la più diffusa ora), per poter usufruire al meglio dell'interfaccia.

Si è anche voluto creare una identità del sito, lasciando elementi comuni in tutte le pagine. Il logo di *SumWeb* è presente infatti in tutte le pagine pubbliche, e in molte delle pagine interne.

Quanto non si è potuto usare il logo nella barra del titolo abbiamo sempre ri-

²infatti Windows XP viene fornito privo di Java Virtual Machine, la cui installazione è da ritenersi operazione adatta a utenti esperti

³ADSL, e fibre ottiche

⁴Processori Pentium III e IV e processori AMD Athlon

⁵In particolare è stato esaminato un personal dotato di modem 28.8 Kbps con processore Pentium I 150 Mhz e sistema operativo Windows 95

Figura 4.1: Il logo di *SumWeb*

chiamato il progetto *Sumweb* citandolo esplicitamente (nell'Intestazione). Sempre in tema di identità abbiamo anche dato una *tagline* nella *splash page* del progetto che recita: "*A live Stock Market Simulation*".

L'aggiornarsi dei grafici è stato reso ricorrendo al caricamento di immagini statiche diverse piuttosto che con il ricorrere a animazioni o altre tecnologie

Seguendo il principio della scorribilità ossia, garantire all'utente un efficiente uso dello spazio senza che questi debba usare barre di scorrimento. L'utente ha anche tutte le informazioni di cui a bisogno sott'occhio.

L'uso dei Frame, pur essendo supportati sin da Netscape 2.0, è normalmente sconsigliato. Infatti i frame sono contraddistinti da una scarsa usabilità e da una difficile gestione da parte degli utenti finali. I frame impongono uno schema di navigazione diverso all'utente. Nella nostra interfaccia l'uso dei frame è scusato sia perché le varie aree dello schermo hanno tempi di aggiornamento diversi, sia perché solo due dei frame devono essere usati dagli utenti, mentre gli altri servono solo per essere consultati.

4.5 Il rapporto con gli utenti

Nielsen (2000) ci ricorda che "Nessuno legge spontaneamente i manuali". Proprio per questo sono state ideate due diverse guide [in appendice?] che potessero massimizzarne i benefici della lettura all'utente, e minimizzarne il disagio.

La guida dell'esperimento in aula era un foglio puramente testuale che doveva seguire come promemoria di ciò che veniva spiegato a voce. Mentre la guida dell'esperimento online doveva riassumere le domande e le incertezze degli umani e includere una spiegazione più ampia del gioco, delle sue regole e dell'interfaccia, che abbiamo condensato in 5 pagine ricche di *screenshot* e di esempi di gioco.

La comunicazione efficiente con gli utenti è stata sin dai primi momenti l'email con cui non hanno esitato a chiedere spiegazioni e a lamentare inefficienze del sistema.

L'iscrizione degli utenti avveniva con un passaggio obbligato attraverso le FAQ, imponendogli loro se non una lettura attenta, almeno la loro visualizzazione.



Login

Password

A live Stock Market Simulation

[Informations, Questions, Suggestions, Opinions ...](#)

[Iscrizioni - FAQ e esperimenti \(Only in Italian\)](#)

Figura 4.2: La *splash page*

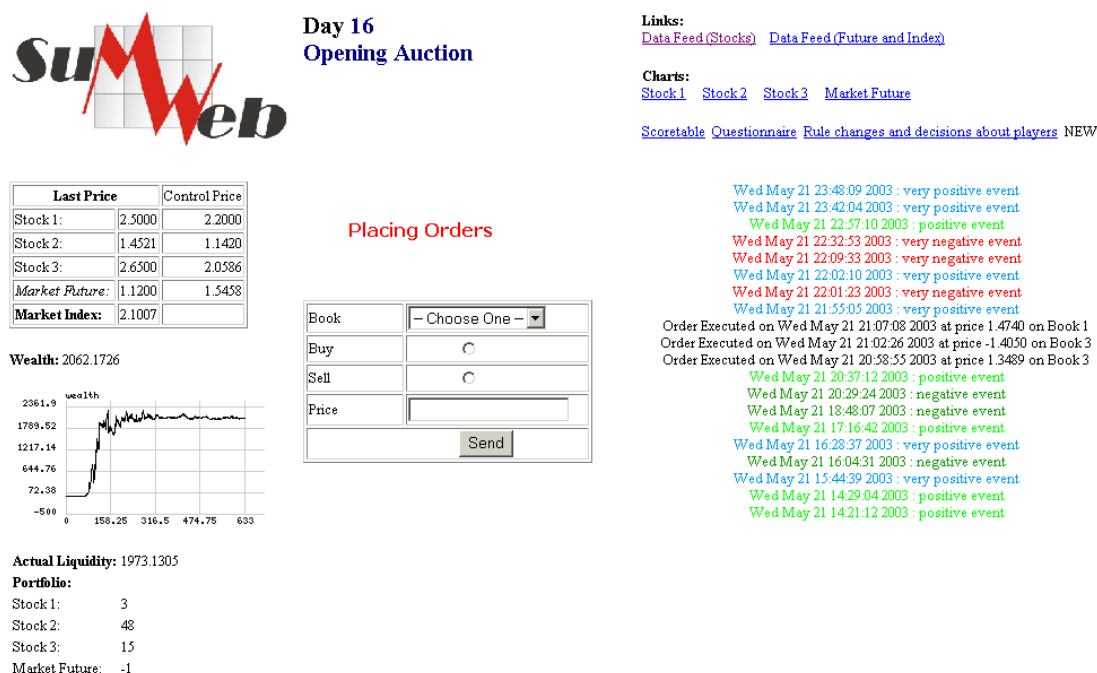


Figura 4.3: L'interfaccia

4.6 Funzioni dell'interfaccia

La *home page* si presenta come una *splash page* dove insieme al logo dell'interfaccia e alla sua *tagline* troviamo due semplici *link* per chi si incuriosisce all'esperimento (alle FAQ e a un modulo per chiedere informazioni).

Una volta autenticato l'utente si trova davanti alla sua pagina di gioco, dove oltre al logo troviamo:

- - La fase della giornata (*Opening Auction*, *Continuous Trading*, *Closing Auction*, ossia Asta di apertura, negoziazione continua e asta di chiusura) (Figura 4.7 a pagina 93)
- - La propria posizione: ricchezza (valore e grafico), liquidità e titoli posseduti (Figura 4.9 a pagina 94)
- - Annunci di eventi, positivi o negativi, accaduti nel mondo simulato e eventuali conferme di contratti conclusi (Figura 4.6 a pagina 93)
- - Prezzi dei titoli, i valori dei prezzi di controllo, e valore dell'indice di borsa (Figura 4.8 a pagina 93)
- - *Form* per inviare proposte (Figura 4.4 nella pagina seguente)
- - *Links* alle altre pagine (Figura 4.5 nella pagina successiva)

Nei messaggi di conferma di esecuzione degli ordini sono sempre indicate la data e l'ora alla quale l'ordine è stato eseguito, il *book* sul quale è stato eseguito e il

Placing Orders

Book	- Choose One - ▼
Buy	<input type="radio"/>
Sell	<input type="radio"/>
Price	<input type="text"/>
Send	

Figura 4.4: Immissione degli ordini

Links:

[Data Feed \(Stocks\)](#) [Data Feed \(Future and Index\)](#)

Charts:

[Stock 1](#) [Stock 2](#) [Stock 3](#) [Market Future](#)

[Scoretable](#) [Questionnaire](#) [Rule changes and decisions about players](#) NEW

Figura 4.5: I *link*

prezzo. Il prezzo sarà indicato come positivo nel caso di acquisto e negativo nel caso di vendita.

Gli annunci di eventi si dividono in quattro livelli secondo la loro gravità:

- *very positive event* (in azzurro)
- *positive event* (in verde chiaro)
- *negative event* (in verde scuro)
- *very negative event* (in rosso)

Tutte le componenti sono in frame diversi e ognuna gode di un diverso tempo di aggiornamento. L'utente però usa attivamente solo due di questi frame: quello dei link e quello dell'invio ordini.

I link portano alla classifica (*scoretable*) al *datafeed* e ai grafici cartistici.

Il *datafeed* è diviso in due parti: una con il solo azionariato (Figura 4.10 a pagina 94) e una con il *future* abbinato all'indice di mercato (Figura 4.11 a pagina 95).

Wed May 21 23:48:09 2003 : very positive event
 Wed May 21 23:42:04 2003 : very positive event
 Wed May 21 22:57:10 2003 : positive event
 Wed May 21 22:32:53 2003 : very negative event
 Wed May 21 22:09:33 2003 : very negative event
 Wed May 21 22:02:10 2003 : very positive event
 Wed May 21 22:01:23 2003 : very negative event
 Wed May 21 21:55:05 2003 : very positive event
 Order Executed on Wed May 21 21:07:08 2003 at price 1.4740 on Book 1
 Order Executed on Wed May 21 21:02:26 2003 at price -1.4050 on Book 3
 Order Executed on Wed May 21 20:58:55 2003 at price 1.3489 on Book 3
 Wed May 21 20:37:12 2003 : positive event
 Wed May 21 20:29:24 2003 : negative event
 Wed May 21 18:48:07 2003 : negative event
 Wed May 21 17:16:42 2003 : positive event
 Wed May 21 16:28:37 2003 : very positive event
 Wed May 21 16:04:31 2003 : negative event
 Wed May 21 15:44:39 2003 : very positive event
 Wed May 21 14:29:04 2003 : positive event
 Wed May 21 14:21:12 2003 : positive event

Figura 4.6: I messaggi

Day 16

Opening Auction

Figura 4.7: Il giorno

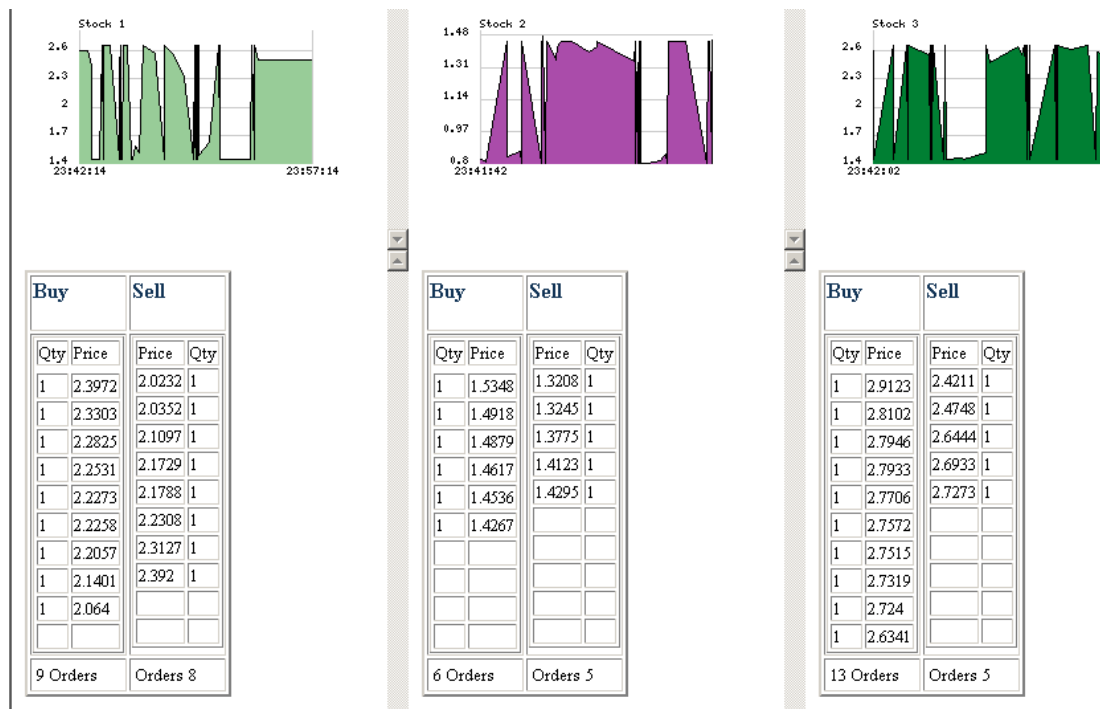
Last Price		Control Price
Stock 1:	2.5000	2.2000
Stock 2:	1.4521	1.1420
Stock 3:	2.6500	2.0586
Market Future:	1.1200	1.5458
Market Index:	2.1007	

Figura 4.8: I prezzi

Wealth: 2062.1726**Actual Liquidity:** 1973.1305**Portfolio:**

Stock 1: 3
 Stock 2: 48
 Stock 3: 15
 Market Future: -1

Figura 4.9: La ricchezza

Figura 4.10: Il *Datafeed*

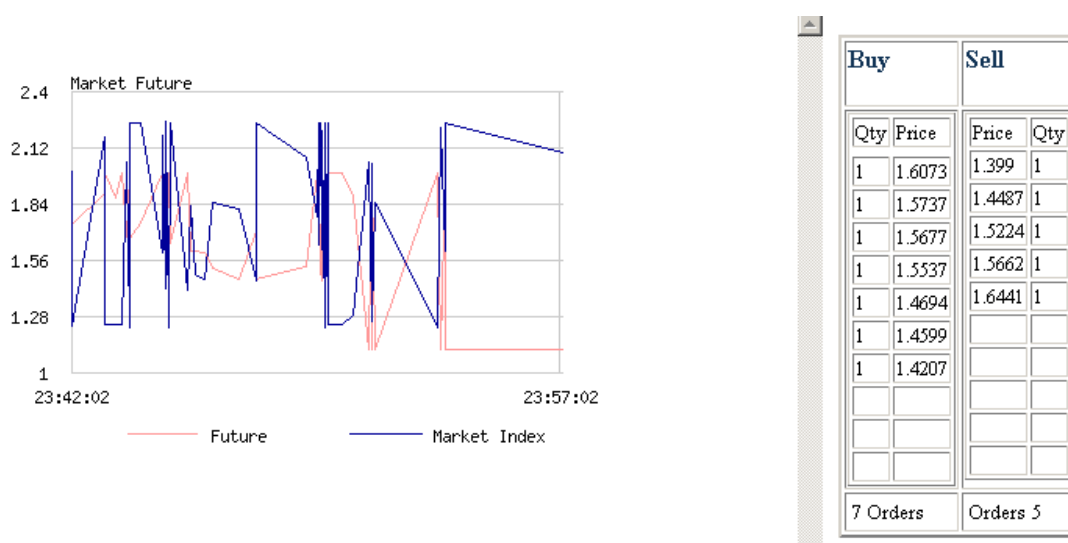


Figura 4.11: Il *Datafeed: Future e Indice*

Il *datafeed* mostra l'aggiornamento in tempo reale del book di contrattazione e un grafico con gli ultimi prezzi eseguiti.

I grafici cartistici comprendono l'analisi *candlestick*, una media mobile a 5 giorni, il grafico dei volumi e l'RSI.

4.7 Charts e Analisi tecnica

La maggior parte degli operatori di borsa fanno affidamento su due principali tecniche di analisi: l'analisi fondamentale e l'analisi tecnica.

Con l'approccio definito fondamentale, gli analisti cercano di individuare i titoli che sono sottovalutati al fine di acquistarli, e viceversa, vendono quelli sopravvalutati, attraverso lo studio attento della dinamica delle variabili macroeconomiche, della situazione del settore merceologico al quale il titolo appartiene, nonché uno studio di tutti i dati disponibili sulle società (bilanci, informazioni, notizie, analisi del contesto competitivo, ecc.).

L'analisi tecnica, attraverso un certo numero di indicatori, si prefigge di individuare un sistema che possa permettere l'ottimizzazione dei profitti e, nel caso si fosse effettuato un errato ingresso sul mercato, una limitazione delle perdite. Tutte le informazioni riferite ad un singolo titolo sono incorporate nei prezzi e nei volumi degli scambi e nelle relative serie storiche, che rilevano come questi ultimi siano variati in un determinato intervallo temporale. L'analisi tecnica, mediante l'ausilio di strumenti matematico-statistici e grafici, cerca di individuare dei cicli ricorsivi e tendenze di mercato; alla base di tutto vi è l'esistenza di pressioni speculative nel mercato, che vengono osservate nell'evoluzione dei prezzi e dei volumi di un determinato titolo. Si ipotizza che il prezzo espresso dal mercato sconti tutte le informazioni conosciute e anche le aspettative sul singolo titolo. Inoltre si tiene in considerazione il fatto che il comportamento del mercato è influenzato dai partecipanti allo stesso.

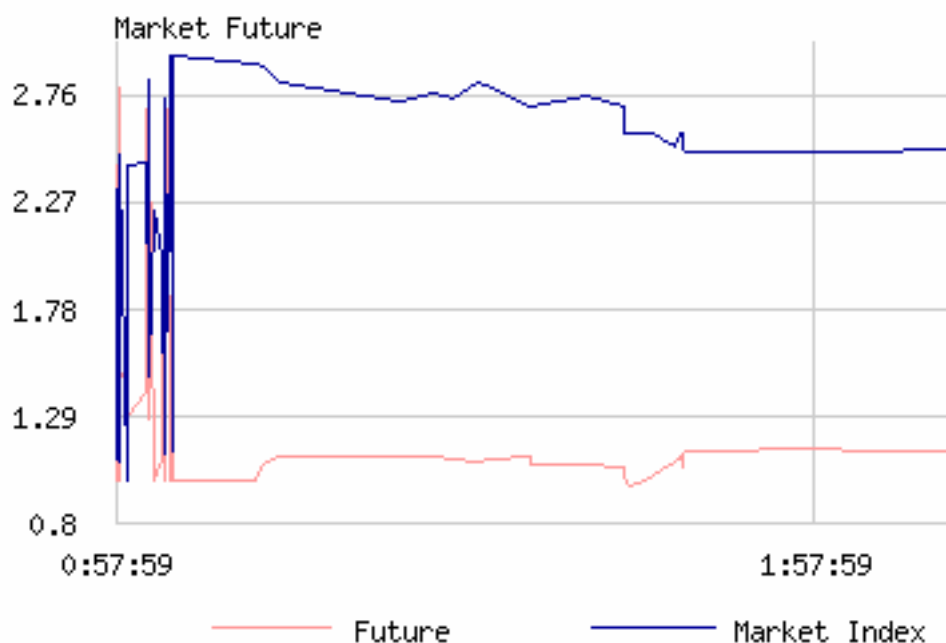


Figura 4.12: Il *Future* il 2003-05-15-02-17

caratterizzati dalle medesime propensioni psicologiche, prospettando quindi degli andamenti ciclici e tendenziali.

Entrambe le tecniche rivelano un approccio interessante e andrebbero usate contemporaneamente, infatti con l'analisi fondamentale, attraverso lo studio delle società e delle variabili che influenzano la loro gestione economica, si potrebbe effettuare lo *stock picking* con un orizzonte temporale di medio-lungo periodo, mentre con l'analisi tecnica, invece, si potrebbe individuare il *market timing* ottimale, ovvero decidere quando acquistare uno strumento finanziario.

Durante la progettazione dell'interfaccia si è cercato naturalmente di fornire ai partecipanti un ambiente che fosse realistico, fornendo loro degli strumenti di analisi. La scelta è ovviamente caduta sugli strumenti dell'analisi tecnica, che fanno riferimento comunque a dati oggettivi e matematici, che non all'analisi fondamentale, per la quale avremmo dovuto inventare dei profili societari *ad hoc*.

La maggior parte dei metodi suggeriti dall'analisi tecnica fornisce dei segnali, che possono essere molto semplici (*buy* o *sell*) o più complessi a seconda del metodo usato.

L'uso contemporaneo di più metodi viene definita *trading system*, e si seguirà il segnale prevalente.

Per l'analisi agli utenti vengono proposti tre grafici: un *candlestick* con media mobile, il grafico dei volumi e l'RSI.

4.7.1 Candlestick

Introdotta tra il XVII ed il XVIII secolo in Giappone, la *candlestick* veniva utilizzato quale strumento per lo studio, in un primo momento, dell'andamento del riso quale bene scambiato "a pronti", poi quale bene scambiato a termine (*futures*) nel mercato della provincia di Osaka. (il *Dojima Rice Exchange*) In questa città, divenuta il più importante crocevia dei traffici interni, e prima ancora che nei mercati occidentali, trovò infatti le sue origini quello che in un secondo momento sarebbe divenuto il contratto *futures* propriamente detto. Già allora si intuirono le potenziali capacità speculative legate a questo tipo di contratto e, per questo motivo si sviluppò un interesse, quasi religioso, per lo studio delle tecniche previsionali legate all'andamento del mercato del riso e, quindi, per quella tecnica particolare che divenne poi il *candlestick* giapponese. Il guru del periodo, al quale viene a tutt'oggi riconosciuta la paternità di questa straordinaria tecnica di analisi era tal Sokyu Homma, il quale nei suoi due libri, *Sakata Senho* e *Soba Sani No Den*, raccolse le configurazioni grafiche e regole operative poste a fondamento del *candlestick*. Visivamente il *candlestick* giapponese si presenta in maniera molto differente rispetto ai tradizionali *bar chart*: per questo motivo la sua diffusione trovò molti ostacoli in occidente.

La sola similitudine che lega il *candlestick* giapponese al *bar chart* è che entrambi rappresentano l'andamento del prezzo nella seduta di borsa giornaliera, (il *range*) che viene letto per entrambi i metodi dalla lunghezza delle estremità. L'elemento determinante che assume un ruolo essenziale nella costruzione del *candlestick* è però l'apertura. Questo dato è quello che permetterà al Real Body (il corpo centrale della candela formato dalla differenza tra chiusura ed apertura) di assumere una colorazione diversa, nera (o piena) se l'apertura è maggiore della chiusura oppure bianca (o vuota) nel caso in cui l'apertura è minore della chiusura. Le estremità rappresentano il prezzo massimo e minimo del titolo. Guardando attentamente il *candlestick* si può notare la *candle line* la figura nel complesso generata, presenta due appendici alle estremità, chiamate *upper shadows* e *lower shadows*, rispettivamente per l'estremità superiore e per quella inferiore. Il colore del *real body* e la lunghezza delle *shadows* sono gli elementi che permettono la corretta identificazione delle figure generate dal *candlestick*.

Le previsioni (Si veda Morris (1992)) e lo studio del mercato vengono riconoscendo alcune candele particolari i cui nomi richiamano la loro forma (martello, stella) o più spesso attraverso la ricerca di una particolare figura composta da più candele (*sandwich*, tre corvi neri). I loro nomi sono spesso quelli giapponesi tradotti (o no) e richiamano immagini suggestive.

La candela (figura 4.13 nella pagina seguente) è composta da un *jittai* (corpo), dall'*uwakage* (l'ombra superiore) e dal *shitakage* (l'ombra inferiore).

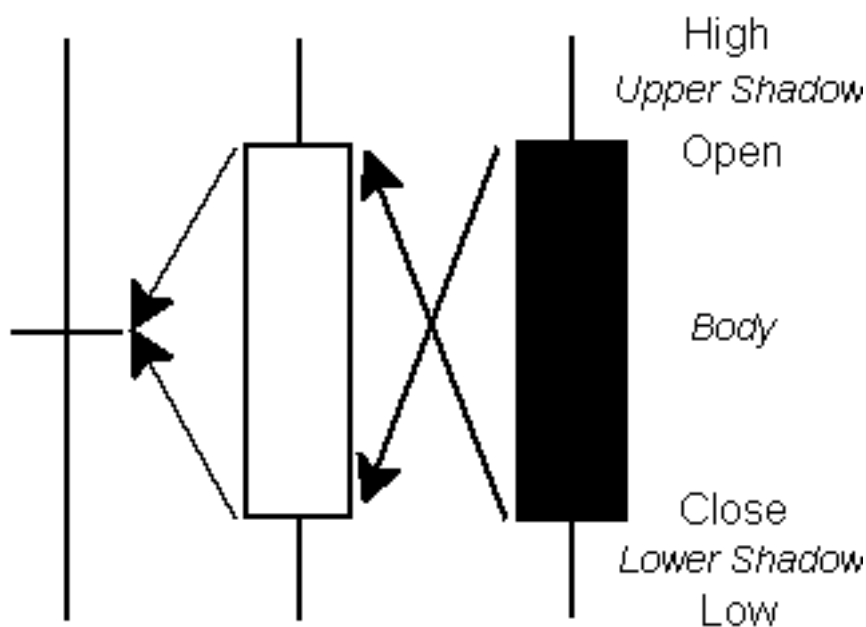


Figura 4.13: Le candele

4.7.2 RSI

L'RSI è stata ideata da Welles Wilder prima in un articolo sulla rivista *Commodities Magazine* nel giugno del 1978, anche se una spiegazione più approfondita dell'uso la troviamo solo nel suo testo, *New Concepts in Technical Trading Systems* (Wilder, 1978).

Il *Relative Strength Index*, è sicuramente uno degli strumenti di Analisi Tecnica più utilizzato dagli addetti ai lavori anche perché e dovrebbe poter identificare

- le zone di ipercomprato e ipervenduto;
- le configurazioni grafiche che non apparivano sul grafico a barre;
- i c.d. *failure swings* quali elementi per prevedere eventuali inversioni di mercato;
- i livelli di supporto e/o resistenza prima che questi si manifestassero sul grafico a barre;
- le divergenze tra il grafico a barre e l'RSI.

la formula originaria è la seguente:

$$RSI = \frac{100 - \left(\frac{100}{1 + RS} \right)}{100}$$

dove:

$$RS = \frac{\text{media relativa alla chiusura al rialzo dell'ultimo periodo}}{\text{media relativa alla chiusura al ribasso dell'ultimo periodo}}$$

Mentre quella adotta nel codice PHP (nel file *candlestick.php*, disponibile nell'appendice B.8 a pagina 268) è la seguente

$$RSI = \frac{RS_+ - |RS_-|}{RS_+ + |RS_-|} \cdot 100$$

dove RS_+ è somma delle chiusure al rialzo dell'ultimo periodo e RS_- quella per le chiusure al ribasso.

Come si denota dalla sua formulazione l'RSI necessita di una serie storica e dell'indicazione di una finestra con cui operare su di essa. Nella sua originaria versione, Wilder riteneva 14 giorni fosse il periodo di tempo migliore con cui utilizzare questo indicatore, nella convinzione che questo intervallo rappresentasse la metà del ciclo lunare (28 giorni), quest'ultimo considerato ciclo prevalente nel mercato per il breve periodo. In realtà è difficile poter verificare se effettivamente se 14 giorni sia o meno il periodo migliore: molto utilizzati con profitto sono gli RSI a 9 giorni e a 22 giorni.

Il grafico rivela una linea con movimenti simil sinusoidali compresi tra i valori 0 e 100 e viene completato normalmente da 3 linee orizzontali poste ai seguenti livelli: 30 50 70. La linea 50 è quella intorno alla quale oscilla l'indicatore. Secondo le indicazioni di Wilder l'indicatore sopra la linea 70 o sotto 30 prelude ad un'inversione, naturalmente di lungo di medio o di breve periodo. Altri commentatori suggeriscono invece di usare come limiti quelli di 20 e 80.

Più breve sarà il periodo di tempo considerato, più il *Relative Strength Index* darà indicazioni di breve periodo e nel contempo, meno preciso sarà il segnale fornito. Ovviamente, maggiore sarà il periodo di tempo considerato, meno distorto sarà l'R.S.I. in quanto in fase con il prezzo, proprio per questo l'RSI viene utilizzato molto nei sistemi automatici quel indicatore di uscita dal mercato.

Un massimo si verifica quando l'indicatore supera la linea del 70, un minimo quando invece supera la linea del 30, ossia si entra nelle zone di ipercomprato o di ipervenduto.

4.7.3 Media mobile

La media mobile costituisce un'operazione di media in grado di assorbire rapidamente variazioni repentine e violente del valore delle azioni. La scelta è caduta su una media mobile a 5 giorni, molto usata, che richiama la durata della settimana di borsa.

Un segnale di acquisto potrebbe esser quello del superamento della media mobile da parte dell'attuale livello dei prezzi, o viceversa un segnale di vendita. Spesso per questi segnali vengono usate con un periodo più lungo (21 o 40 giorni).

La media mobile costituisce un'operazione di media in grado di assorbire rapidamente variazioni repentine e violente del valore delle azioni

Se ci troviamo nella situazione, in cui il valore di chiusura dell'azione ha superato il valore medio su 40 giorni, è il momento buono per comprare. In caso contrario ci troviamo nel momento migliore per vendere. Se non ci troviamo in nessuna di queste due situazioni, è meglio tenere l'azione.

4.8 Dati

Di seguito si commentano i formalismi usati per registrare i dati dell'esperimento; per una panoramica sui *file* si veda anche il paragrafo 3.12 a pagina 79.

I campi sono normalmente separati da tabulazioni.

4.8.1 Utenti

I nomi e le password degli utenti sono memorizzati nel file *users.php* secondo il formato:

```
1 302      username      password      First-Name      Last
      -Name
```

4.8.2 *acceptedorder.dat*

Il file *acceptedorder.dat* contiene gli ordini che vengono accettati in ogni giornata da ogni book.

Gli ordini che sono accettati sono tutti quelli compresi tra $\pm 90\%$ del prezzo di controllo.

Il formato è:

numero del giorno, ordini accettati sul primo *book*, sul secondo, sul terzo e sul *future*.

```
1      1      93      115      101      68
```

4.8.3 *dayhistory.dat*

Qui viene registrato l'inizio di ogni giorno simulato da parte del *ModelSwarm* all'inizio di ogni giornata.

Il formato è quello del *timestamp unix*, ossia i secondi passati dal primo gennaio 1970.

La scritta *NewDay* indica il passaggio di 24 ore reali.

```
1      13      1052518910
2      13      -NewDay-
3      14      1052520822
```

4.8.4 *bookohlcv#.dat*

In questo file vengono salvati

day open high low close volume

per ogni titolo trattato.

```
1  15      1.4826  1.6001  1.4481  1.6001  32.0000
```

4.8.5 bookdata#.dat

Qui vengono registrati tutte le contrattazioni avvenute sul mercato indicando data, ora e prezzo.

```
1 17-05-2003 13:39:19      1.7521
```

4.8.6 order-history.dat

In questo caso registriamo tutti gli ordini immessi dagli agenti naturali con il formalismo:

numero dell'agente, acquisto (1) o vendita (-1), prezzo, quantità, book, data e ora

```
1 266,1,2.7777,1,1,7-5-2003--23:56:40
```

4.8.7 *.msg

In questi file ogni utente può leggere gli avvisi che lo riguardano: gli aventi sul mercato e le eventuali comunicazioni di conclusione di contratti.

```
1 <font color="#0099FF">Wed May 21 16:28:37 2003: very
   positive event</font><br>
```

```
2
```

```
3 Order Executed on Fri May 9 21:56:35 2003 at price -8.9000
   on Book 2<br>
```

Capitolo 5

I risultati dell'esperimento

October. This is one of the peculiarly dangerous months to speculate in stocks in. The others are July, January, September, April, November, May, March, June, December, August and February.

There are two times in a man's life when he should not speculate: when he can't afford it and when he can.

Mark Twain

Nei capitoli precedenti abbiamo illustrato la teoria su cui si fonda il modello SUM.

In questo capitolo illustriamo invece i risultati del lavoro di ricerca, che si è concretizzato in due esperimenti che vedevano degli agenti naturali (umani) cooperare con gli agenti artificiali.

Il primo si è svolto il 6 Maggio 2003 dalle 18:00 alle 19:00, nelle aule del LIASES, con 57 iscritti¹.

Il secondo si è svolto per due settimane via *Internet*, e di cui vengono illustrati i risultati.

Proponiamo due metodologie di analisi distinte. La prima quantitativa, che sfrutta principalmente gli strumenti della statistica e della finanza, e la seconda sugli umani, di tipo narrativo, più soggettiva e legata a questionari e interviste.

L'analisi quantitativa è servita a cercare i fondamenti delle sensazioni degli umani, oltre che a descrivere il comportamento del mercato.

Sono particolarmente interessanti i passi in cui si analizza il comportamento di alcuni partecipanti, e delle decisioni dell'autorità di controllo del mercato, che è intervenuta più volte durante l'esperimento.

¹I risultati di questo esperimento saranno commentati nella tesi di laurea di Paolo Mezzera

5.1 L'esperimento on line

Per l'esperimento *on line* è stato configurato un mercato di 3 titoli denominati *Stock A, B, C*, e da un *future* sull'indice per un totale di 4 titoli negoziabili. Da questo punto di vista l'esperimento in aula del 6 maggio e quello *online* sono assolutamente identici.

Si è adottato il *continuousMarket* che ha permesso che a ogni riavvio del modello questo usasse come dati di partenza gli ultimi salvati nel *run* precedente.

Si è anche usato il secondo livello della variabile *humanPenalty* che prevedeva una penalità di 3 punti se non si fossero conclusi almeno 3 contratti nelle 24 ore. Nel caso in cui se ne fossero conclusi due si avrebbe avuto un singolo punto di penalità, due penalità con un solo contratto concluso e tre punti se non si fosse concluso nessuno contratto.

5.1.1 Agenti

La popolazione per l'esperimento era così composta:

- 1 agente arbitraggista (*arbitrageurAgent*)
- 15 agenti sensibili agli eventi *eventAgentNumber*
- 200 agenti casuali *randomAgentNumber*
- 100 agenti "perditempo" *wasteTimeAgentNumber*
- infine 170 agenti avatar *avatarAgentNumber*,

per un totale di 486 agenti. Gli esseri umani iscritti all'esperimento sono stati 152, molto vicini al limite che ci eravamo posti.

5.2 La gestione del tempo

Nel pianificare l'esperimento ci si è accorti di un primo problema nel dover far coesistere il tempo simulato e il tempo reale. Per tempo simulato intendiamo il tempo di esecuzione di una simulazione, che normalmente vogliamo sia il minore possibile, per occupare per meno tempo la macchina e per fare più prove variando i parametri della simulazione. La maggior parte delle simulazioni sono scritte e pensate per essere il più veloci possibili, con eventi che si susseguono a ritmo serrato. In effetti se si simula la meccanica di un processo industriale come un'assemblaggio, o il funzionamento di un motore, ha poca importanza simulare il trascorrere di notti, cambi turni, o altri momenti di fermata; possono essere riassunti con semplici passaggi di stato istantanei. Il tempo diventa importante se vogliamo interagire con gli umani, che ne abbisognano per documentarsi pensare, agire più o meno velocemente e per riposarsi.

L'obiettivo principale era quello di raccogliere il maggior numero di ordini dagli umani adattandosi quindi alle loro esigenze. Proprio per questo il mercato di *Sum-Web* è un mercato aperto 24 ore al giorno e 7 giorni su 7 (24/7). La congettura è il

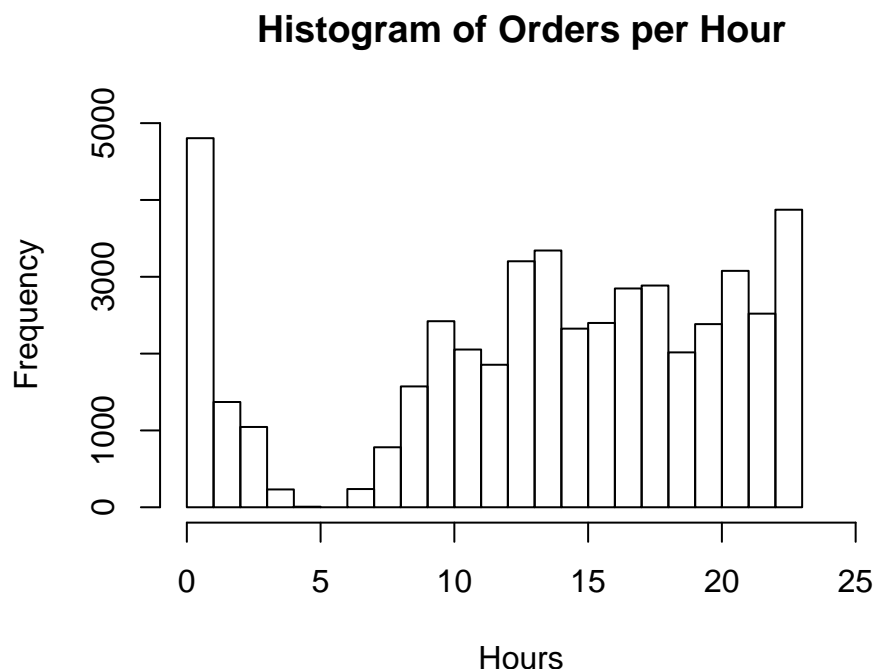


Figura 5.1: Ordini per ora (Umani)

timore degli sperimentatori² era che l'attività si sarebbe concentrata maggiormente in alcuni momenti della giornata tra cui la pausa pranzo, la fine del lavoro o studio (il tardo pomeriggio) e in serata. Nella distribuzione effettiva dell'immissione degli ordini da parte degli umani (figura 5.1) troviamo conferme e smentite all'ipotesi iniziale. Una prima nota è che l'attività è diffusa durante tutta la giornata lavorativa ed è abbastanza costante dalle 9 alle 21. Effettivamente troviamo un picco di attività durante la pausa pranzo (ore 13-14), e un crescendo nella serata che culmina con la mezzanotte dove si collocano la maggior parte degli ordini.

Il grafico 5.2 nella pagina seguente rappresenta il fabbisogno elettrico nazionale del 9 maggio misurato dal Gestore Rete Trasmissione Nazionale³. I consumi elettrici sottolineano l'intensità produttiva del paese, ed infatti hanno una flessione fra le 12 e le 14, e calano dopo le 17. La pausa pranzo e la tarda serata sono stati anche i momenti con il maggior numero di ordini immessi nel sistema, fatto che ci fa comprendere come i nostri utenti dedicassero il loro tempo libero al gioco.

La curva del fabbisogno riesce comunque a spiegare buona parte del trend dell'istogramma di immissione degli ordini, con l'eccezione per la tarda serata, che sono le ore tradizionalmente dedicate alla navigazione in *Internet*.

I primi giorni hanno avuto un grande successo tant'è che l'organismo di controllo del gioco ha dovuto intervenire più volte per moderare alcuni comportamenti.⁴ Dall'istogramma (figura 5.3 a pagina 106) si nota comunque una buona partecipazione

²Pietro Terna, Alessandro Cappellini, Paolo Mezzera

³<http://www.grtn.it/>

⁴Si veda il paragrafo 5.13 a pagina 166

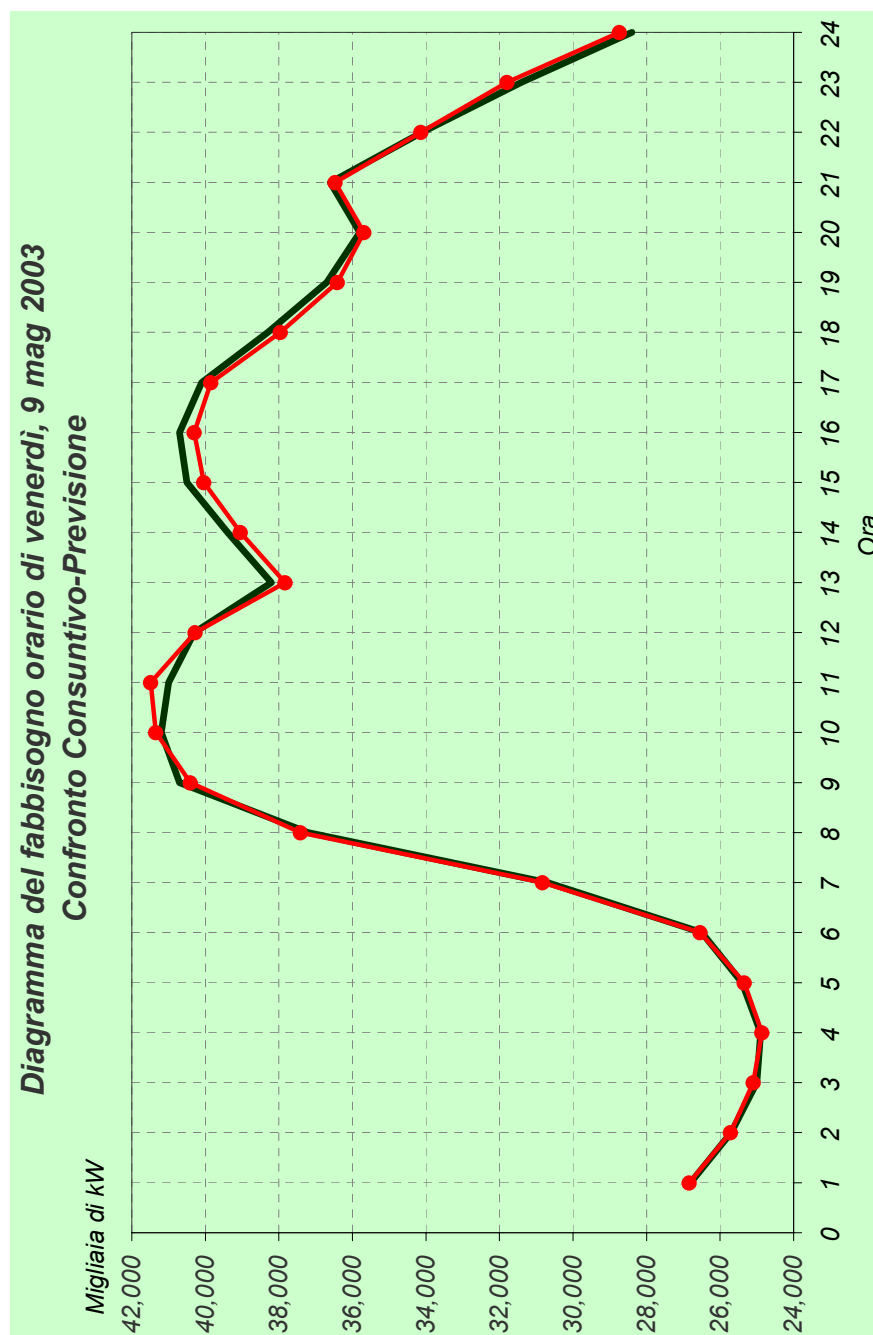


Figura 5.2: Fabbisogno elettrico del 9 Maggio

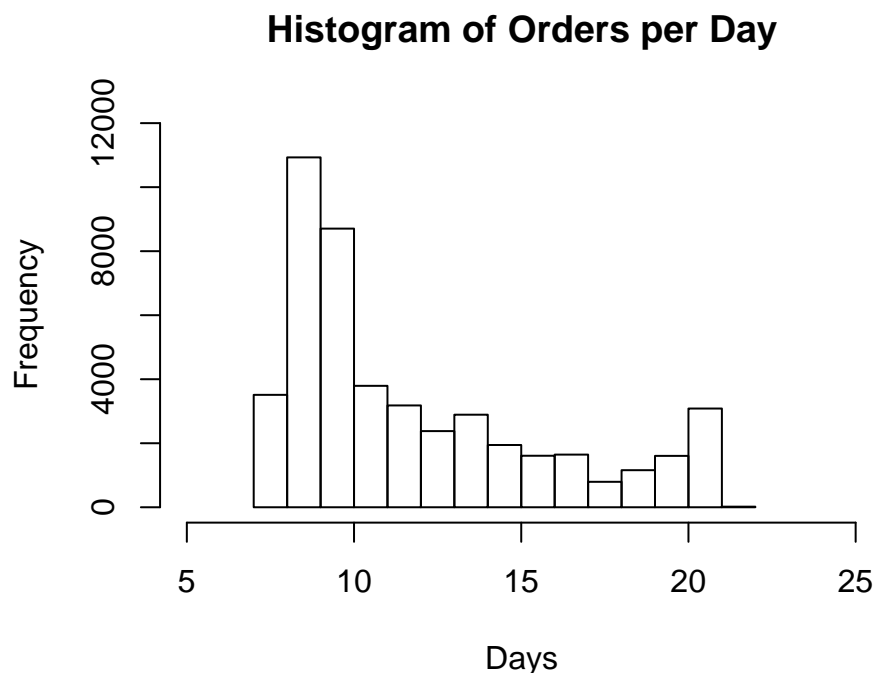


Figura 5.3: Ordini per giorno (Umani)

degli umani al gioco che trova i suoi valori più elevati durante il secondo e il terzo giorno e nell'ultimo, dove si sono decise le posizioni dubbie in classifica.

Per unire l'esigenza degli umani alla necessità informatica abbiamo ottimizzato il modello affinché simulasse 20 giornate per poi riavviarsi automaticamente. Ogni giornata simulata è durata circa mezz'ora. Mentre una giornata reale corrisponde a circa 46 giornate simulate.

Per garantire una durata abbastanza costante si sono usati dei ritardi applicati sia agli agenti che alle aste. I *randomAgentNumber* e i *wasteTimeAgentNumber* ritardavano di 5 secondi ogni volta che venivano chiamati in causa durante il mercato continuo⁵, per un totale di 1350 secondi di ritardo, ossia poco più di 22 minuti.

Le aste invece sono state ritardate di 200 secondi⁶ ossia poco più di tre minuti durante i quali gli umani potevano immettere gli ordini che sarebbero stati successivamente raccolti e inseriti in asta.

L'esperimento la cui durata era fissata dalle 00:00 del giorno 8 maggio alle 24:00 del giorno 21 maggio 2003 è durato esattamente 14 giorni, 4 minuti e 23 secondi. Lo scarto si deve a un leggero anticipo nella partenza e a un minimo errore nel calcolo. La giornata simulata è invece durata mediamente 1905 secondi ossia 31 minuti e 45 secondi con scostamenti minimi dalla media.

L'aver scelto come unità di misura una giornata simulata da mezz'ora ci ha permesso di ottenere ben 632 giornate simulate, pari a circa 2 anni di borsa simulata.

Abbiamo diviso le serie storiche in due sottoinsiemi da 320 e 312 giorni. La

⁵La variabile preposta a questo è *delay* nel file *ModelSwarm.m*

⁶La variabile preposta a questo è *delayInAuction* nel file *ModelSwarm.m*

divisione è stata il momento di adozione del provvedimento di Mercoledì 14 Maggio 2003 dove si è deciso di inserire un meccanismo di controllo, tale per cui i contratti il cui prezzo superi il limite massimo (pari al 10%) di variazione dei prezzi dei contratti rispetto al prezzo di controllo, non sarebbero stati eseguiti.

Pur avendo due serie storiche complete la maggior parte delle analisi sarà compiuta sfruttandone una sola. SumWeb infatti registra ogni prezzo formatosi, *tick by tick*, e alla fine della giornata (*day by day*) registra su un file diverso i valori di apertura, massimo, minimo, chiusura e volume (*OHLC*). La serie che utilizzeremo è la seconda, che è una serie multipla che si riferisce a tempi equispaziati (mezzora reale o un giorno simulato) di cui consideriamo un valore discreto, ossia quello di chiusura.

Le serie *tick by tick* ha come principale intralcio il fatto di non essere facilmente sincronizzabile con le altre. Questo perché in uno stesso minuto potremmo avere un numero diverso di ordini eseguiti su due titoli diversi.

5.3 Analisi dei dati

L'analisi ci vedrà analizzare i dati sperimentali ricavati dall'esperimento e divisi in quattro serie storiche:

- Prezzi
- Rendimenti
- Volumi
- Eventi

Per ognuna di queste serie abbiamo tentato di fornire le stesse informazioni, ove possibile, mantenendo la stessa metodologia di analisi mostrando

- una breve statistica descrittiva (media, mediana, quartili), che fornisce informazioni sulla distribuzione dei dati
- una matrice di varianza-covarianza, per analizzare la variabilità e l'indipendenza dei dati
- una matrice di correlazione, ed eventuali matrici di cross-correlazione fra serie diverse, per individuare legami fra di esse

Le prime analisi grafiche le possiamo svolgere sull'intero periodo osservando gli andamenti delle serie storiche (figure: 5.4 nella pagina successiva, 5.5 a pagina 109, 5.6 a pagina 111, 5.7 a pagina 112, 5.8 a pagina 113).

Tutte le serie mostrano un andamento molto simile caratterizzato da una forte bolla speculativa nata nei primi giorni. Alla ripida salita è seguita una repentina perdita di valore dei titoli e quindi un costante e lento abbassamento sino ad arrivare a oscillazioni su un livello stazionario nelle finale della serie.

Una differenza da non trascurare è quelle del valore, che può risultare essere molto differente tra le serie.

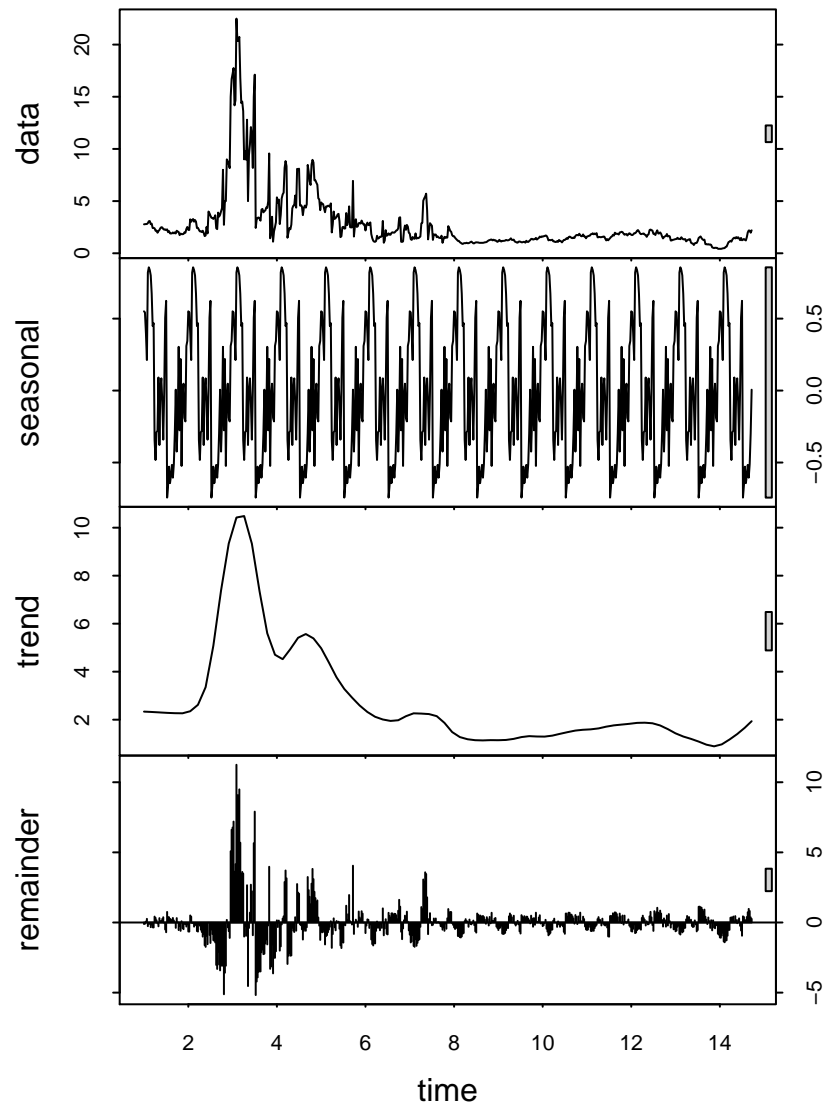


Figura 5.4: Destagionalizzazione di Stock 1

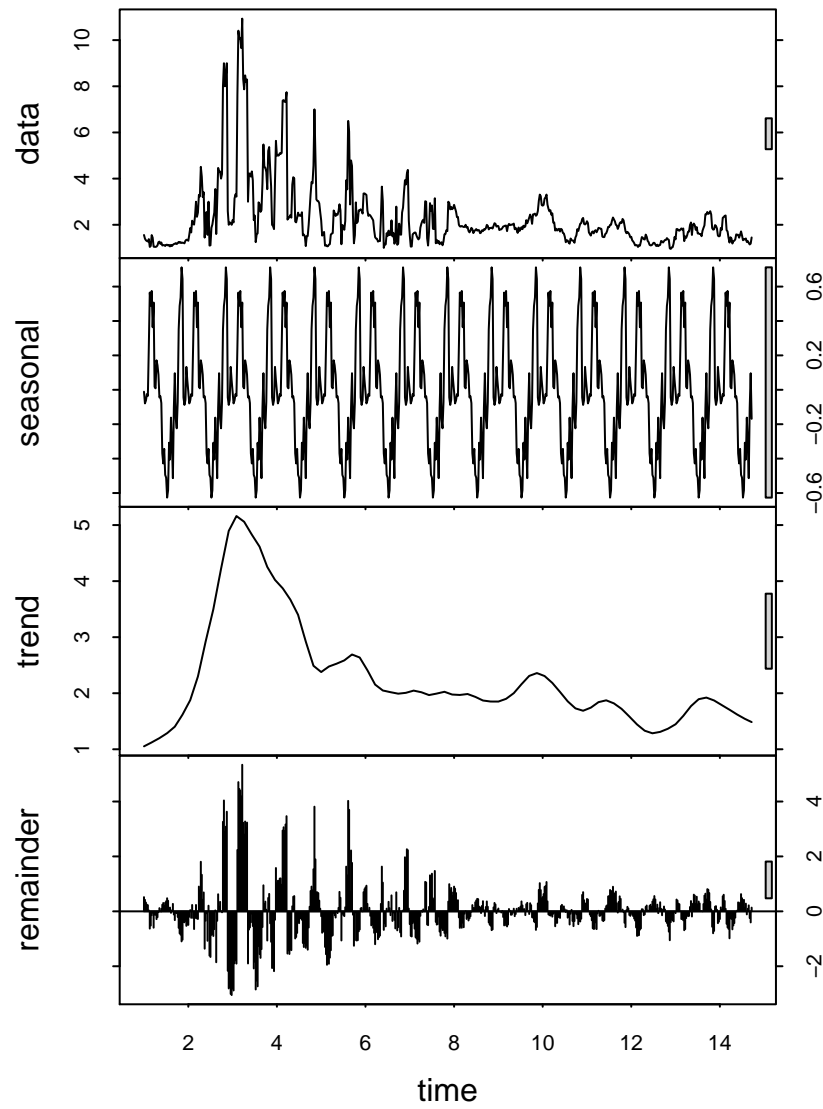


Figura 5.5: Destagionalizzazione di Stock 2

Le serie sono state destagionalizzate usando un periodo pari a 46. Si è insomma voluto eliminare l'effetto del passare delle ore e del ricambio degli operatori umani. Si sarebbe potuto anche considerare una destagionalizzazione che considerasse il *weekend*, ma come abbiamo visto in precedenza l'effetto del *weekend* sulle attività degli umani è stato trascurabile.

Il primo risultato della destagionalizzazione è il grafico del *trend* in cui possiamo leggere le principali differenze tra le serie.

L'indice (figura 5.8 a pagina 113) è quello che si presenta meno spigoloso anche perché ottenuto come media del sottostante e quindi tende ad armonizzare le possibili discrepanze negli andamenti.

Si può esaminare ancora meglio l'euforia dei primi giorni di mercato sul grafico 5.9 a pagina 114, che ci mostra inconfutabilmente le divergenze di prezzo tra l'indice e il future, che si sono poi appianate nella seconda settimana di gioco.

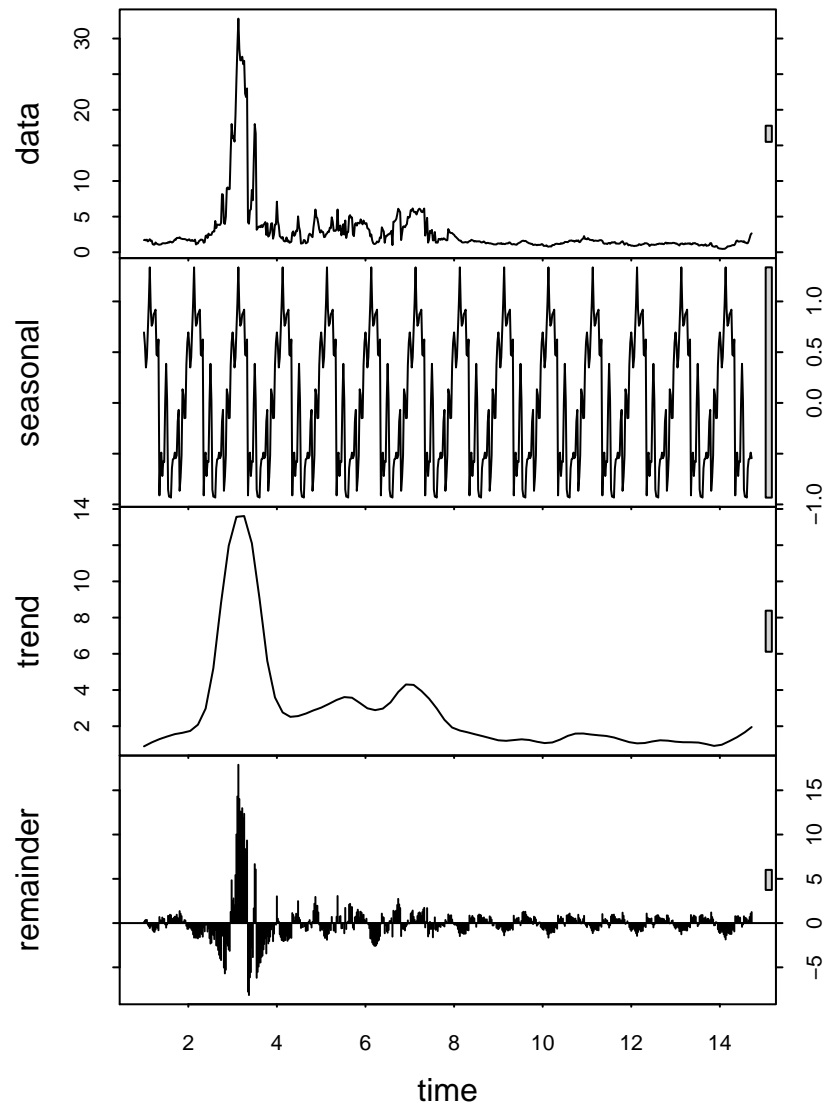


Figura 5.6: Destagionalizzazione di Stock 3

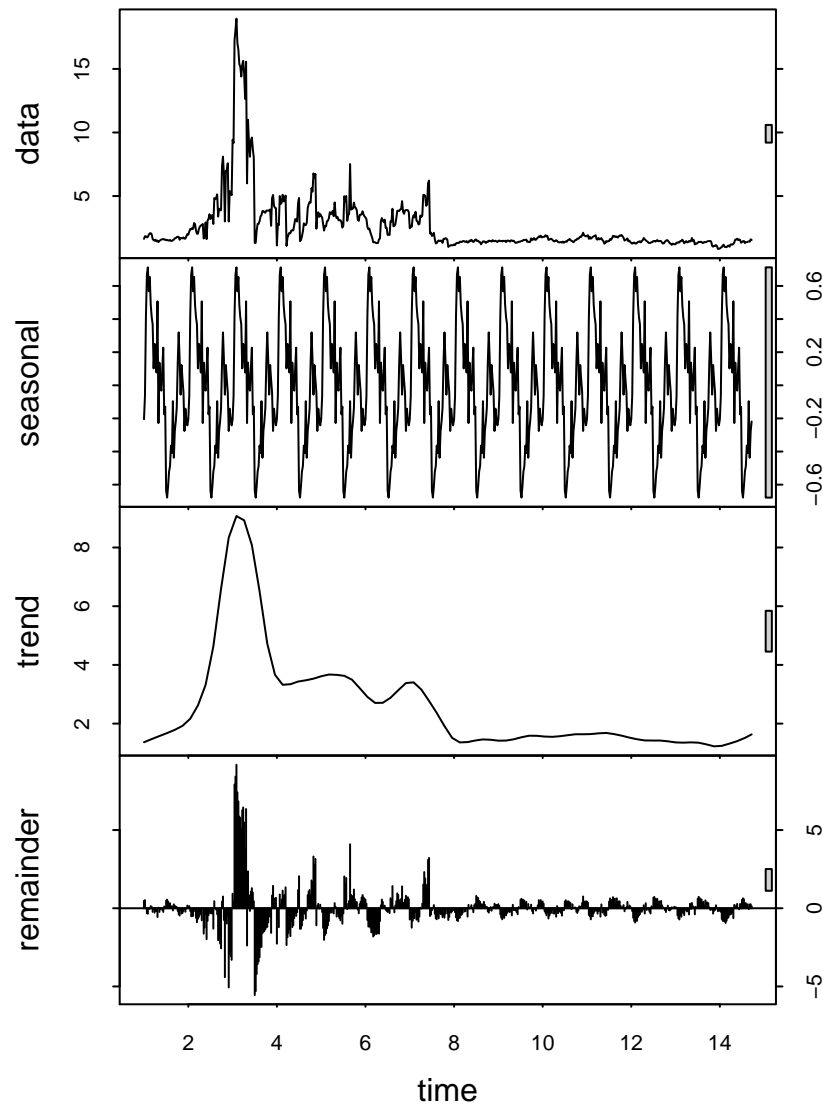


Figura 5.7: Destagionalizzazione del Future

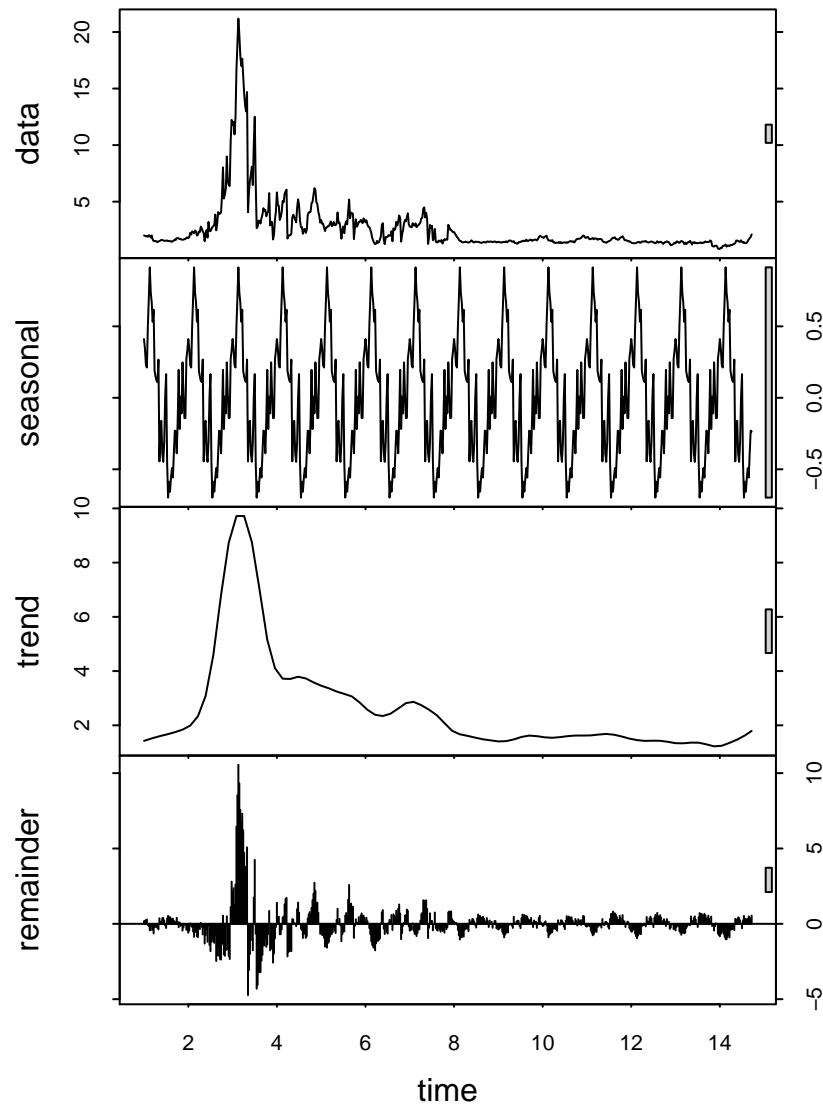


Figura 5.8: Destagionalizzazione dell'Indice

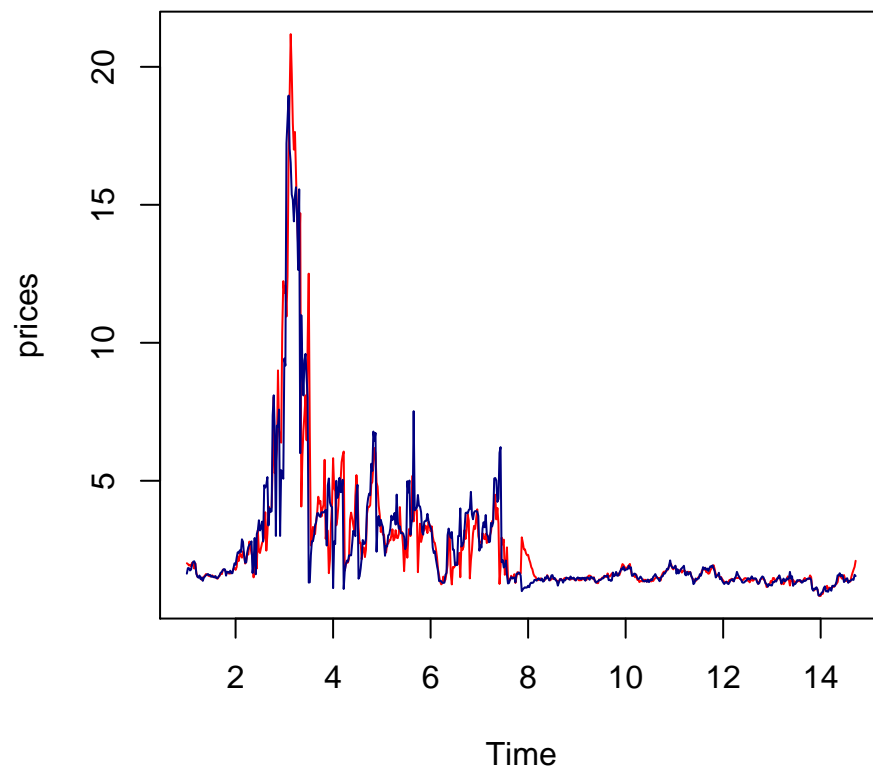


Figura 5.9: Andamento dei Prezzi: Future (Rosso) e Indice (Blu Navy)

5.3.1 Prezzi

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	8.735485	2.617436	9.743504	5.96579	7.032142
Stock 2	2.617436	2.226188	3.671613	2.420202	2.838412
Stock 3	9.743504	3.671613	15.89948	8.304846	9.771533
Future	5.96579	2.420202	8.304846	5.954818	5.563613
Index	7.032142	2.838412	9.771533	5.563613	6.547363

Tabella 5.1: La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi

Meritano un commento sia il titolo 2 che il titolo 3 per i valori che riportano nella tabella 5.1. Il titolo 2 si presenta come una specie di “riassunto” del periodo, che nel suo corso sintetizza caratteristiche comuni agli altri andamenti, mentre il titolo 3 è quello che raggiunge i prezzi maggiori.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min	0.4189	0.9557	0.4687	0.8419	0.8216
1st Qu.	1.3140	1.4510	1.2110	1.4320	1.4400
Median	1.8110	1.8530	1.5790	1.6440	1.6830
Mean	2.7480	2.2800	2.7920	2.6040	2.6070
Mode	2,5	2	1,5	3	1,4491
3rd Qu.	2.7870	2.4600	2.8360	3.0450	2.8720
Max	22.4900	10.9300	32.8000	18.9600	21.1900

Tabella 5.2: Statistiche sui Prezzi

Dalla tabella 5.2 possiamo notare come i corsi dei titoli sono stati in realtà molto simili. Solo nell'ultimo quartile notiamo degli scostamenti significativi. Hanno sicuramente giovato a questa situazione una buona partecipazione degli umani su tutti i titoli (si veda il paragrafo 5.3.3 a pagina 119 per approfondire), ma soprattutto la struttura stessa del mercato.

Avendo pochi titoli e conseguentemente una scelta limitata nell'operare ci aspettavamo un risultato simile a questo nell'andamento parallelo dei titoli.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	0.5935424	0.8267614	0.8271614	0.9298458
Stock 2	0.5935424	1	0.6171411	0.6647164	0.7434665
Stock 3	0.8267614	0.6171411	1	0.8535045	0.9577188
Future	0.8271614	0.6647164	0.8535045	1	0.891024
Index	0.9298458	0.7434665	0.9577188	0.891024	1

Tabella 5.3: La matrice di Correlazione dei Prezzi

La matrice di Correlazione (tabella 5.3) spiega ottimamente l'andamento di un mercato molto coeso. Il movimento uguale lo si deve sia a una generale euforia sui

mercati, sia al ridotto numero di titoli sul mercato, e al loro reciproco influenzarsi nella formazione dell'indice.

5.3.2 Rendimenti

I rendimenti sono stati ottenuti dai prezzi di chiusura attraverso la formula

$$R_i = \frac{S_{i+1} - S_i}{S_i}$$

dove S sono i prezzi di chiusura del titolo e R il rendimento.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	0.05459479	0.01374401	0.01170996	-0.004993942	0.0255957
Stock 2	0.01374401	0.0513053	0.01104244	-0.001593718	0.02248726
Stock 3	0.01170996	0.01104244	0.0596478	-0.006654048	0.02659877
Future	-0.004993942	-0.001593718	-0.006654048	0.03948052	-0.005134436
Index	0.0255957	0.02248726	0.02659877	-0.005134436	0.02593241

Tabella 5.4: La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti

Le tabelle 5.4 e 5.5 ha il pregio di mostrarci come l'andamento del future, per sua natura unito a quello del mercato, ma oggetto di molte contrattazioni, abbia dei rendimenti che si comportano inversamente rispetto a quelli del resto del mercato.

L'indice invece un buon (tabella 5.5) riassunto del mercato. la significatività tra indice e sottostante verrà analizzata e ampliata nel paragrafo 5.6 a pagina 134 dove si esporrà l'applicazione del modello CAPM ai dati dell'esperimento.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	0.2596909	0.2052025	-0.1075664	0.6802523
Stock 2	0.2596909	1	0.1996121	-0.03541106	0.6165011
Stock 3	0.2052025	0.1996121	1	-0.1371189	0.6763056
Future	-0.1075664	-0.03541106	-0.1371189	1	-0.1604648
Index	0.6802523	0.6165011	0.6763056	-0.1604648	1

Tabella 5.5: La matrice di Correlazione dei Rendimenti

Dovrebbe sicuramente far stupire come un rendimento medio del 2,6% quotidiano può far ottenere un rendimento annuo (capitalizzandolo a 360 giorni) di 10305,04468⁷.

Sicuramente questi rendimenti rappresentano uno degli aspetti più irreali dell'esperimento.

⁷L'equivalenza tra rendimenti annui e giornalieri si ottiene attraverso $r_y = (1 + r_d)^d - 1$, dove r_y è il rendimento annuo, r_d quello giornaliero e d il numero di giorni in un anno, 360 giorni. Si è scelta la capitalizzazione composta pensando di reinvestire tutto ciò che si guadagna nel mercato.

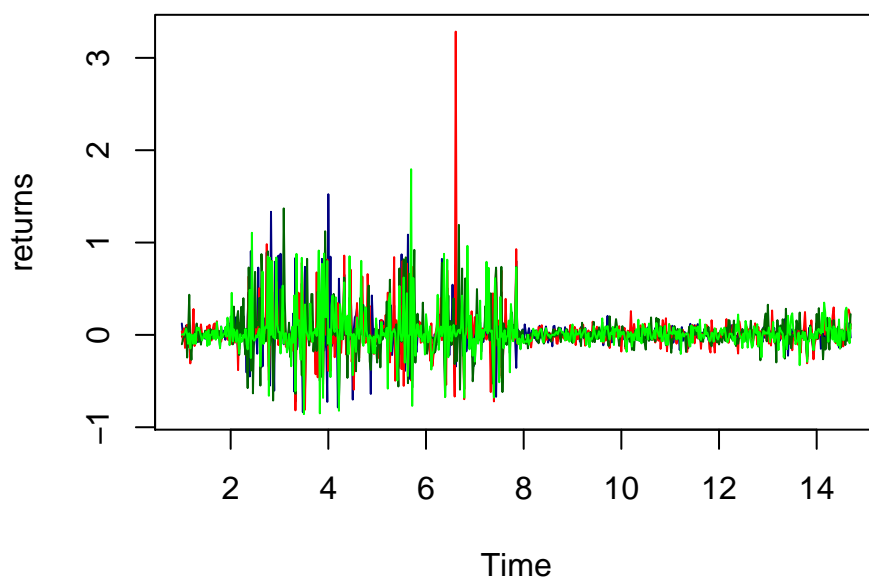


Figura 5.10: I rendimenti

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min.	-0.858300	-0.712700	-0.817400	-0.836600	-0.723300
1st Qu.	-0.054520	-0.049200	-0.051740	-0.040170	-0.040800
Median	0.007115	0.001201	0.003233	0.007336	0.003651
Mean	0.027690	0.024400	0.026280	0.019460	0.014030
3rd Qu.	0.063570	0.059630	0.067420	0.053740	0.055190
Max	1.794000	1.370000	3.284000	1.524000	0.801500

Tabella 5.6: Statistiche sui Rendimenti

Per arrivare al rendimento annuo dei mercati azionari reali⁸ compreso tra il 10% e il 20% annuo sarebbe necessario un rendimento quotidiano appena dello 0,0005 circa.

⁸Nel capitolo 7 di Brealey *e altri* (1999) viene illustrato il tasso di rendimento in termini reali e nominali su titoli azionari. Per il mercato statunitense (periodo 1926-1994) si va da un 17,4% per le piccole imprese a un 12,2% per i titoli dell'S&P500 (13,9 e 8,9 reali rispettivamente). Per il mercato italiano (periodo 1860-1994) il mercato azionario ha avuto un rendimento medio annuo del 6,72%.

5.3.3 Volumi

I volumi riflettono l'intensità che si trova dietro a un movimento di prezzo e il grado di partecipazione del mercato.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Min	8	8	9	14
1st Qu.	28	28	28	18
Median	34	33	34	34
Mean	38,96	38,84	38,56	37,02
3rd Qu.	43	41	42	42
Max	223	288	147	129
Mode	33	27	37	30

Tabella 5.7: Statistiche sui Volumi

L'andamento dei volumi è molto simili tra i vari titoli. Notiamo appena due piccole anomalie nella tabella 5.7 nel minimo del *future* e massimo dello *Stock 3*.

I 14 contratti eseguiti sul future sono causati probabilmente dall'attività dell'arbitraggista, più che da una spiccata preferenza da parte degli altri agenti. Media, mediana e moda dei titoli sono in realtà molto vicine tra di loro, segno evidente di una operatività diffusa su tutti i corsi.

In tutte le tabelle che seguono si è cercato di spiegare in qualche modo la variazione dei volumi rispetto alle altre variabili. Come avvertenza devo avvisare che i volumi si leggono sempre in colonna, e si leggeranno così anche nelle sezioni 5.4.3 a pagina 127 e 5.5.3 a pagina 132.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	387.0255	343.3459	311.4952	208.2479
Stock 2	343.3459	526.5285	330.6016	243.1232
Stock 3	311.4952	330.6016	353.3971	220.0457
Future	208.2479	243.1232	220.0457	218.5623

Tabella 5.8: La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi

La covarianza del future è ridotta segno di una distribuzione meno dispersiva.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.3976754	0.3286404	0.3727718	0.2279203
Stock 2	0.2321425	0.3045687	0.2666906	0.3107248
Stock 3	0.3085179	0.2640394	0.3054243	0.2133602
Future	0.3249067	0.2920075	0.3404665	0.3163653
Index	0.3584934	0.3228866	0.354013	0.2589785

Tabella 5.9: La matrice di Correlazione fra Volumi e Prezzi

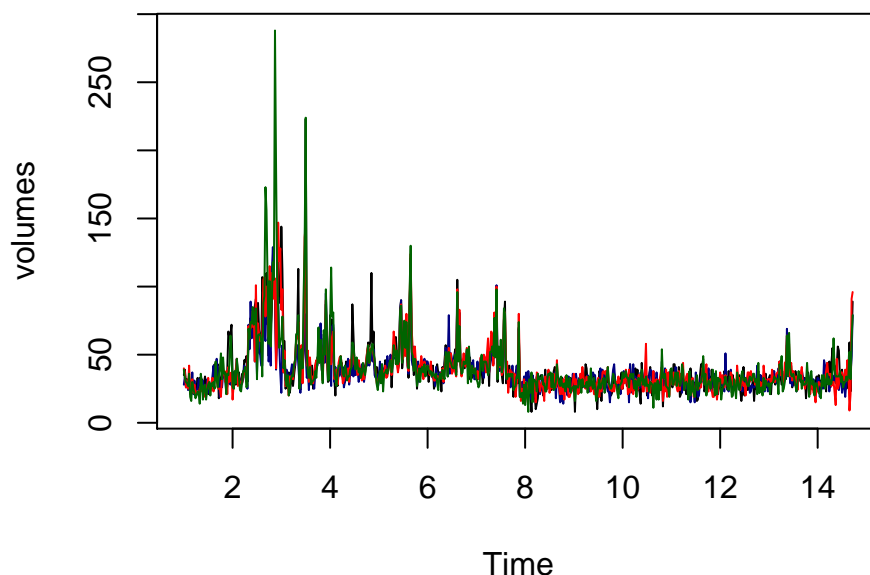


Figura 5.11: I Volumi

La correlazione tra Prezzo e Volumi (tabella 5.9 nella pagina precedente) non aiuta moltissimo a comprendere i fenomeni, se non in minima parte per la diagonale e per l'indice; Si descrive un'aumento dei volumi dei titoli correlato a un aumento del prezzo del medesimo, o dovuto a un aumento di prezzo dell'indice, che è composto per un terzo dal titolo cui fanno riferimento i volumi.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.07255292	0.1302818	0.1048799	0.09510054
Stock 2	0.0038868	-0.03976795	0.002329567	-0.004702834
Stock 3	0.1051924	0.1153517	0.1190337	0.07157119
Future	0.1176305	0.08748349	0.1347815	0.08959377
Index	0.04856903	0.06605622	0.0709346	0.009723014

Tabella 5.10: La matrice di Correlazione fra Volumi e Rendimenti

Stupisce in parte che i rendimenti del titolo 2 si muovano inversamente rispetto ai propri volumi.

Con la correlazione illustrata nella tabella 5.11 nella pagina seguente, si è voluto testare se di fronte a grandi scambi ci fossero anche grandi differenze di prezzo. Il *Range* viene computato come *High* – *Low* di ogni giorno.

Esiste una correlazione ovvia e molto forte sulla diagonale, che indica che la variazione del prezzo dipende in buona misura dal proprio volume. Tuttavia si rintraccia una correlazione ancora più forte dei vari titoli nei confronti del future.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.6029943	0.4890373	0.5911641	0.4302695
Stock 2	0.5614608	0.6230264	0.5815811	0.6105408
Stock 3	0.595856	0.495078	0.5868571	0.4497222
Future	0.6512643	0.6066928	0.6691845	0.603204

Tabella 5.11: La matrice di Correlazione fra Volumi e Range

Nonostante queste considerazioni gli alti valori indicano comunque un mercato che si muove parallelamente, dove cioè rialzi e ribassi sono quasi contemporanei su tutti i titoli, e l'operatività è diffusa su tutti i titoli.

5.3.4 Eventi

Per analizzare il peso degli eventi si è associato loro un valore discreto (tabella 5.12).

Valore	Evento
2	Molto positivo
1	Positivo
-1	Negativo
-2	Molto negativo

Tabella 5.12: Gli eventi

Ci sono stati 622 eventi durante la simulazione ossia in media ne è stato annunciato uno quasi ogni mezzora (tabella 5.13).

Valore	Numerosità
2	197
1	180
-1	115
-2	130

Tabella 5.13: Numerosità degli eventi

Per il problema legato alle serie *tick by tick* di cui si è discusso al paragrafo 5.2 a pagina 103, è stato necessario accorpare gli eventi che accadevano nella stessa giornata simulata manualmente.

Li si è riassunti in 413 eventi non nulli (tabelle 5.14 a pagina 123 e 5.15 a pagina 123).

Gli eventi hanno una solo una debole influenza sul mercato. Quasi tutte le correlazioni sono molto deboli e negative. Fa eccezione la correlazione tra rendimenti e eventi che risulta generalmente positiva, e per indice *Stock 1* e 2 anche apprezzabile. Il future ha sempre una correlazione negativa, confermando un suo carattere blandamente "anticiclico"

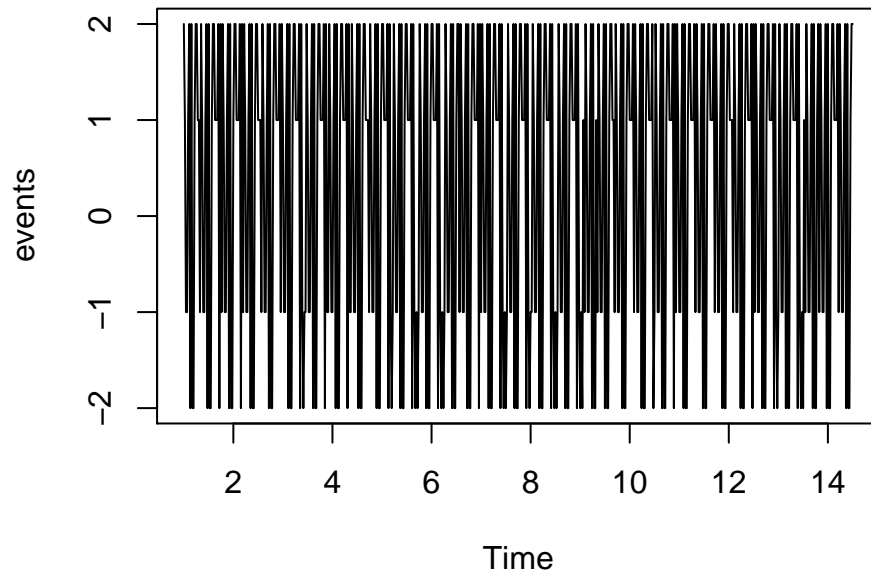


Figura 5.12: Eventi

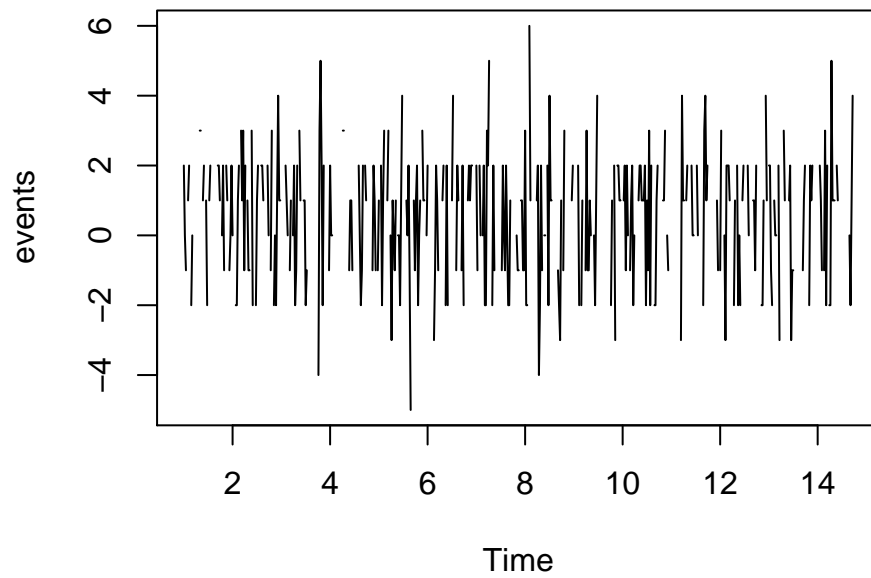


Figura 5.13: Eventi accorpati

Min.	-5.0000
1st Qu.	-1.0000
Median	1.0000
Mean	0.4867
3rd Qu.	2.0000
Max.	6.0000
NA's	219.0000

Tabella 5.14: Statistiche sugli eventi accorpati

Numerosità	Valore
2	-5
3	-4
9	-3
56	-2
63	-1
48	0
99	1
94	2
25	3
9	4
3	5
2	6

Tabella 5.15: Numerosità degli eventi accorpati

	Prezzi	Rendimenti	Range	Volumi
Stock 1	0.01824837	0.1351987	-0.05408195	-0.06503367
Stock 2	-0.02599681	0.1518120	-0.1195564	-0.111879
Stock 3	-0.01952755	0.03225324	-0.03882716	-0.03947635
Future	-0.01442173	-0.01457765	-0.04353375	-0.06349769
Index	-0.008496454	0.1496881	-	-

Tabella 5.16: Correllazioni rispetto agli eventi

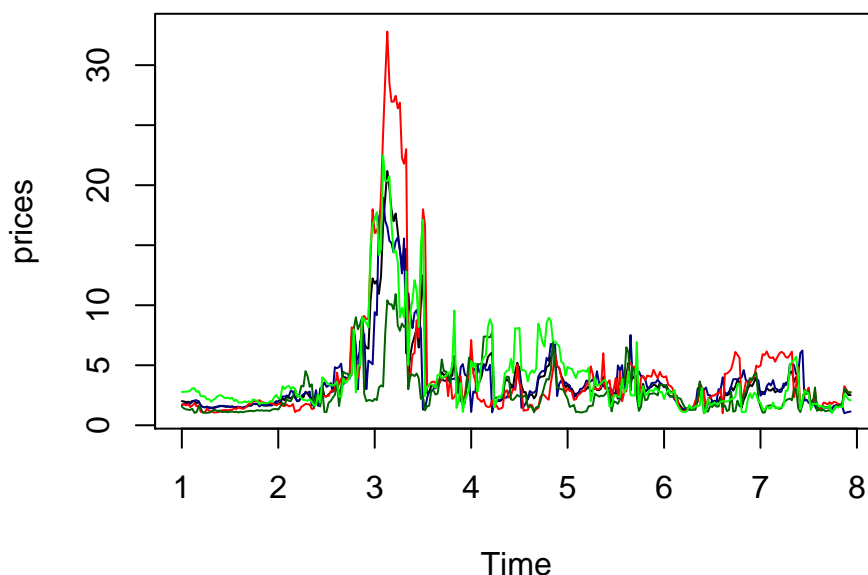


Figura 5.14: Prezzi dell'Anno I - Stock 1 (verde brillante), Stock2 (verde scuro), Stock 3 (rosso),Future (blu Navy),Indice (Nero)

I valori confermano uno stretto rapporto tra *Range* e Volumi che, confrontati con gli eventi, hanno valori molto simili.

Questa relazione seppur debole ci rivela che gli eventi non hanno guidato le azioni degli umani, quanto altri fattori, come poi vedremo in seguito (nel paragrafo 5.15.1 a pagina 179). Dalla nostra esperienza sulle prove sperimentali effettuate con soli agenti artificiali⁹ avremmo avuto una relazione ben più alta tra eventi e mercato.

5.4 Il primo Anno

Dopo un inizio in sordina dalla fine del secondo giorno inizia a formarsi una grande bolla che porta i prezzi sino a trenta volte il loro valore.

Dopo un crollo vertiginoso si possono osservare comunque una serie di bolle di minore intensità (da 5 a 10 volte il valore di partenza) che si alternano dal giorno 4 al 6.

La settimana finisce con una bolla del titolo 3 che si muove solitario in antagonismo. Il future e l'indice rimarranno disallineati.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	0.5545262	0.7987712	0.7832143	0.9161968
Stock 2	0.5545262	1	0.5821472	0.6280072	0.720715
Stock 3	0.7987712	0.5821472	1	0.8293596	0.952965
Future	0.7832143	0.6280072	0.8293596	1	0.8650896
Index	0.9161968	0.720715	0.952965	0.8650896	1

Tabella 5.17: La matrice di Correlazione dei Prezzi - Anno I

5.4.1 Prezzi - Anno I

Si mantengono sostanzialmente inalterati i commenti espressi prima (paragrafo 5.3.1 a pagina 115), e si vanno accentuando i caratteri che caratterizzano questo periodo con:

- una correlazione fra i prezzi è molto forte.
- le covarianze anomale dello *Stock 2* e del 3
- l'ampiezza dell'ultimo quartile

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	13.52804	3.955113	15.23597	8.740613	10.90637
Stock 2	3.955113	3.760441	5.854403	3.695114	4.523319
Stock 3	15.23597	5.854403	26.89434	13.05020	15.99490
Future	8.740613	3.695114	13.05020	9.206357	8.49531
Index	10.90637	4.523319	15.99490	8.49531	10.47487

Tabella 5.18: La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min	1.002	1.000	1.000	1.000	1.244
1st Qu.	1.997	1.403	1.750	1.930	1.925
Median	2.776	2.190	2.817	3.026	2.853
Mean	4.079	2.749	4.270	3.720	3.699
3rd Qu.	4.479	3.244	4.157	3.950	3.867
Max	22.490	10.930	32.800	18.960	21.190

Tabella 5.19: Statistiche sui Prezzi - Anno I

5.4.2 Rendimenti - Anno I

Notiamo che il future ha segno negativo in tutte le analisi.

⁹Si veda a proposito Canavesio (2003).

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	0.2675384	0.2027512	-0.1333713	0.686128
Stock 2	0.2675384	1	0.1976469	-0.06110344	0.6053913
Stock 3	0.2027512	0.1976469	1	-0.1674376	0.6834227
Future	-0.1333713	-0.06110344	-0.1674376	1	-0.1963225
Index	0.686128	0.6053913	0.6834227	-0.1963225	1

Tabella 5.20: La matrice di Correlazione dei Rendimenti - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	0.09980233	0.02578995	0.02125388	-0.01143482	0.0475061
Stock 2	0.02578995	0.09310822	0.0200119	-0.005060069	0.04048593
Stock 3	0.02125388	0.0200119	0.1101054	-0.01507836	0.0497013
Future	-0.01143482	-0.005060069	-0.01507836	0.07365351	-0.01167726
Index	0.0475061	0.04048593	0.0497013	-0.01167726	0.0480339

Tabella 5.21: La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min	-0.858300	-0.712700	-0.817400	-0.836600	-0.72330
1st Qu.	-0.064250	-0.056520	-0.063010	-0.046560	-0.063890
Median	0.007626	0.001994	0.005205	0.007234	0.008793
Mean	0.050930	0.046510	0.048550	0.035490	0.026790
3rd Qu.	0.087870	0.092260	0.107100	0.073490	0.111500
Max	1.794000	1.370000	3.284000	1.524000	0.801500

Tabella 5.22: Statistiche sui Rendimenti - Anno I

5.4.3 Volumi - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	1	0.7434033	0.8625799	0.6820523
Stock 2	0.7434033	1	0.756651	0.6943969
Stock 3	0.8625799	0.756651	1	0.7929143
Future	0.6820523	0.6943969	0.7929143	1

Tabella 5.23: La matrice di Correlazione dei Volumi - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	553.0819	504.7415	451.3388	276.2068
Stock 2	504.7415	833.4887	486.0199	345.2071
Stock 3	451.3388	486.0199	495.0138	303.7784
Future	276.2068	345.2071	303.7784	296.5132

Tabella 5.24: La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.264612	0.1969615	0.2346192	0.02749654
Stock 2	0.1318590	0.2277080	0.1781613	0.2206395
Stock 3	0.1851862	0.1478735	0.1809556	0.05421896
Future	0.1653428	0.1471103	0.1884188	0.1452522
Index	0.2254836	0.1990706	0.2211099	0.0834415

Tabella 5.25: La matrice di Correlazione Volume e Prezzi - Anno I

Per l'analisi sui volumi si rimanda a quanto detto al paragrafo 5.3.3 a pagina 119.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.05497134	0.05490208	0.1350148	0.1809004
Stock 2	-0.01659631	-0.09160325	0.01737579	0.03938604
Stock 3	0.1114407	0.08584853	0.158083	0.1965534
Future	0.1325028	0.05374514	0.07373873	0.08626338
Index	0.0510205	0.01372743	0.1267084	0.1666645

Tabella 5.26: La matrice di Correlazione Volmui e Rendimenti - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.537461	0.3997235	0.5258311	0.3071431
Stock 2	0.4942575	0.5725888	0.5249093	0.5584005
Stock 3	0.5375937	0.4153897	0.5290712	0.346336
Future	0.5959522	0.5426453	0.6254603	0.532134

Tabella 5.27: La matrice di Correlazione tra Volumi e Range - Anno I

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Min	18	14	16	19
1st Qu.	33	33	33.75	33
Median	41	39	40	40
Mean	47.32	47.33	46.54	43.58
3rd Qu.	54	52	52	47
Max	223	288	147	129

Tabella 5.28: Statistiche sui Volumi - Anno I

5.4.4 Eventi - Anno I

	Price	Rend	Range	Volumi
Stock 1	0.02219347	0.09110669	-0.08595475	-0.1207479
Stock 2	-0.03659188	0.0662007	-0.1839724	-0.1849269
Stock 3	-0.03124695	0.1279751	-0.06104387	-0.09367154
Future	-0.02557062	0.09827092	-0.06747845	-0.1095197
Index	-0.01596078	0.1677121	-	-

Tabella 5.29: La matrice di Collerazione degli Eventi - Anno I

Come suggerito in precedenza (tabella 5.16 a pagina 123) gli eventi risultano essere correlati positivamente solo con i rendimenti. A differenza di prima abbiamo valori discreti non solo con i rendimenti (che tuttavia calano), ma anche con *range* e volumi.

5.5 Il secondo anno

Se lo studio sull'intera serie storica e sul primo periodo potevano sembrare ripetitivi, sicuramente non avviene se si esamina questo secondo periodo.

Quello che a prima vista era sembrato un mercato assolutamente piatto e privo della vivacità della prima settimana rivela ancor molte sorprese.

Le occasioni per speculare sono state molte.

Il periodo inizia con una forte discesa, effetto del provvedimento preso dalla SumWebConsob, che ha limitato le fluttuazioni di mercato. Ben preso scoppia però una bolla speculativa sul titolo 2 che lo porta a più raddoppiare il proprio valore.

L'indice e il future sono allineati (con l'esclusione dei primissimi momenti di contrattazione).

Esistono tuttavia dei movimenti assolutamente bizzarri e indipendenti, come per il titolo due al giorno 7, al rialzo mentre l'intero mercato era al ribasso, o il titolo 3 al giorno 3.

L'ultimo giorno come già accennato si intensificano le contrattazioni e tutti i titoli risalgono.

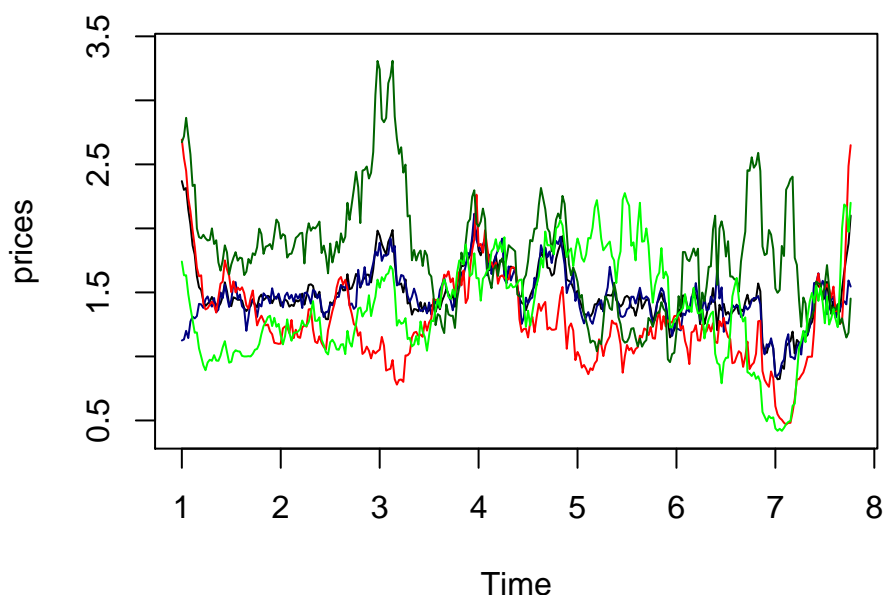


Figura 5.15: Prezzi dell'Anno II - Stock 1 (verde brillante), Stock2 (verde scuro), Stock 3 (rosso),Future (blu Navy),Indice (Nero)

5.5.1 Prezzi - Anno II

Le correlazioni tra i titoli sono molto meno forti che in precedenza. L'indice continua a essere un riassunto delle serie che spiega l'andamento del mercato, ma appaiono delle discordanze, e un segno negativo che indica un andamento divergente tra il primo e il secondo titolo. Anche tra secondo e terzo notiamo una correlazione particolare tendente allo zero.

I titoli in questo mercato si muovono più liberamente e non vi sono grandi movimenti (bolle e *crash*) che influenzano tutto il mercato, ma movimenti più discreti e indipendenti.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	-0.265362	0.2835369	0.5130323	0.5453642
Stock 2	-0.265362	1	0.004262009	0.3277636	0.5150167
Stock 3	0.2835369	0.004262009	1	0.3513845	0.6735712
Future	0.5130323	0.3277636	0.3513845	1	0.693263
Index	0.5453642	0.5150167	0.6735712	0.693263	1

Tabella 5.30: La matrice di Correlazione dei Prezzi - Anno II

Tutte le osservazioni fatte sulla tabella di correlazione vengono confermate dalla lettura della matrice di Varianza-Covarianza.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	0.1523102	-0.04655464	0.03782359	0.04121424	0.04785971
Stock 2	-0.04655464	0.2020783	0.0006548817	0.03032904	0.05205951
Stock 3	0.03782359	0.0006548817	0.1168362	0.02472347	0.05177155
Future	0.04121424	0.03032904	0.02472347	0.04237174	0.03208892
Index	0.04785971	0.05205951	0.05177155	0.03208892	0.05056359

Tabella 5.31: La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi - Anno II

Infine possiamo notare come l'ultimo quartile, e l'intera distribuzione dei prezzi, si sia normalizzata, arrivando a cifre molto più credibili.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min	0.4189	0.9557	0.4687	0.8419	0.8216
1st Qu.	1.1160	1.4700	1.0740	1.3590	1.3760
Median	1.3460	1.7910	1.2320	1.4510	1.4460
Mean	1.3820	1.8000	1.2750	1.4600	1.4860
3rd Qu.	1.6460	2.0000	1.4580	1.5590	1.5780
Max	2.2760	3.3090	2.6930	2.1150	2.3690

Tabella 5.32: Statistiche sui Prezzi - Anno II

5.5.2 Rendimenti - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	1	0.05351583	0.1250094	0.1449692	0.5561518
Stock 2	0.05351583	1	0.1186247	0.2143801	0.732689
Stock 3	0.1250094	0.1186247	1	0.2193535	0.524427
Future	0.1449692	0.2143801	0.2193535	1	0.3125209
Index	0.5561518	0.732689	0.524427	0.3125209	1

Tabella 5.33: La matrice di Correlazione dei Rendimenti - Anno II

I rendimenti sono scesi notevolmente anche se rimangono elevatissimi per un mercato finanziario. Con un rendimento medio di 0.003 godremo di un rendimento annuo del 185% mentre con lo 0.001 del titolo 2 il 41%.

L'indice finalmente ci offre un dato paragonabile alla realtà con un 20% medio di rendimento annuo.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Stock 1	0.007424615	0.0004049541	0.0009151019	0.0008029845	0.002659073
Stock 2	0.0004049541	0.007712109	0.0008850164	0.001210223	0.003570312
Stock 3	0.0009151019	0.0008850164	0.00721738	0.001197923	0.002472149
Future	0.0008029845	0.001210223	0.001197923	0.004132274	0.001114740
Index	0.002659073	0.003570312	0.002472149	0.001114740	0.00307893

Tabella 5.34: La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Index
Min	-0.328300	-0.2983000	-0.307300	-0.231700	-0.2683000
1st Qu.	-0.050550	-0.0429300	-0.044140	-0.034800	-0.0311400
Median	0.006664	0.0006212	0.001387	0.007393	0.0005309
Mean	0.003928	0.0017870	0.003511	0.003073	0.0009816
3rd Qu.	0.049260	0.0464000	0.047120	0.043610	0.0330900
Max	0.349600	0.3266000	0.297800	0.205900	0.1970000

Tabella 5.35: Statistiche sui Rendimenti - Anno II

5.5.3 Volumi - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	1	0.459715	0.4039667	0.4155127
Stock 2	0.459715	1	0.4464209	0.4118429
Stock 3	0.4039667	0.4464209	1	0.4166141
Future	0.4155127	0.4118429	0.4166141	1

Tabella 5.36: La matrice di Correlazione dei Volumi - Anno II

Le correlazioni tra i volumi sono scese di valore, ma continuano a essere elevate; Sintomo di un forte legame tra i corsi.

Valgono ancora le considerazioni fatte in precedenza sul rapporto tra volumi e *Range*.

Anche il quarto quartile della distribuzione è più raccolto.

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	72.49682	31.11913	30.07998	24.87237
Stock 2	31.11913	63.20602	31.03818	23.01888
Stock 3	30.07998	31.03818	76.4795	25.61415
Future	24.87237	23.01888	25.61415	49.42501

Tabella 5.37: La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.07636214	0.0684887	0.05190411	0.070928
Stock 2	-0.1307768	-0.05829224	-0.1277456	-0.02015842
Stock 3	0.06678988	0.05558843	0.1464159	0.1314926
Future	0.06399096	0.1292292	0.04090887	0.06628276
Index	-0.009126726	0.02894454	0.01908982	0.09422763

Tabella 5.38: La matrice di Correlazione tra Volumi e Prezzi - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.01816116	-0.01492841	-0.01137282	0.05330736
Stock 2	0.01173514	0.009225129	0.07770054	0.01818034
Stock 3	0.0561791	0.1193713	0.07503182	0.1813044
Future	-0.001249562	0.09565282	0.04755101	0.05339806
Index	0.03571615	0.03779739	0.05384923	0.09262184

Tabella 5.39: La matrice di Correlazione tra Volume e Rendimenti - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Stock 1	0.3821256	0.421154	0.4358429	0.3986040
Stock 2	0.2705824	0.3097552	0.2716527	0.3717416
Stock 3	0.4166098	0.4768935	0.5483283	0.4998508
Future	0.4091901	0.4535774	0.4085279	0.4899045

Tabella 5.40: La matrice di Correlazione tra Volumi e Range - Anno II

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future
Min	8	8	9	14
1st Qu.	25	26	25	26
Median	30	30	30	30
Mean	30.39	30.14	30.38	30.28
3rd Qu.	34	34	34	34
Max	89	79	96	79

Tabella 5.41: Statistiche sui Volumi - Anno II

5.5.4 Eventi - Anno II

	Price	Rend	Range	Volumi
Stock 1	0.05756013	0.02418765	0.06882938	0.04083444
Stock 2	-0.01174038	0.1499826	0.03335871	0.06040703
Stock 3	0.02686827	0.06520101	0.04050461	0.07587114
Future	0.04263346	-0.02690909	-0.01340358	0.01189808
Index	0.03725075	0.1250695	-	-

Tabella 5.42: Correlazioni rispetto agli Eventi - Anno II

La correlazione con gli eventi assume finalmente il segno che avevamo ipotizzato nelle fasi preparatorie dell'esperimento.

Ci aspettavamo infatti che ogni giorno l'evento facessero muovere coerentemente il mercato, sia per la presenza degli agenti sensibili agli eventi, sia per una sensibilizzazione degli umani.

Di fatto se il segno è quello che ci aspettavamo, il valore di questa correlazione è estremamente basso.

5.6 Il CAPM

I coefficienti α e β si inquadrano nel Capital Asset Pricing Model (CAPM) un modello statistico matematico del mercato mobiliare, introdotto negli anni sessanta da Jack Treynor, William Sharpe e John Litner¹⁰.

La situazione ipotizzata del modello CAPM è quella del mercato perfetto dove:

1. esiste una relazione di proporzionalità diretta tra rischio e rendimento dei titoli; ossia, i titoli che offrono rendimenti maggiori comportano un rischio maggiore e viceversa
2. Gli investitori sono tutti uguali. Essi dispongono tutti delle stesse informazioni, detengono le stesse disponibilità ed hanno tutti lo stesso scopo: massimizzare il profitto ponendosi ognuno sulla curva rischio-rendimento in funzione delle propensioni individuali al rischio
3. Le compravendite non sono gravate da nessun costo accessorio e/o fiscale

Con questo presupposto la definizione di β considera l'ipotesi che tutti i titoli nel lungo periodo si adatteranno all'indice, ma sul breve, non tutti seguono lo seguono allo stesso modo. In un giorno mentre molti titoli salgono, seguendo l'indice, altri lo fanno in modo più o meno che proporzionale, mentre qualcuno, addirittura lo fa in senso inverso. Ciò comporta la suddivisione del rendimento e del rischio dei titoli in due componenti:

¹⁰Lintner, 1965, Sharpe, 1964, Treynor, 1961

- La componente comune a tutto il mercato che chiameremo "sistemica", è attribuibile a fattori macroeconomici, politici, sociali che sono fuori dal controllo degli investitori.
- La componente propria del titolo che chiameremo "specifica" dipende dalla singola situazione del titolo in un certo momento.

L'assunto del teorema è che in un mercato concorrenziale il premio atteso per il rischio varia in modo proporzionale al beta

Naturalmente le due componenti si sovrappongono, sommandosi e/o compensandosi, dando luogo al cosiddetto "rischio globale del titolo". Il frazionamento delle due componenti è importante per l'*asset allocation* di un portafoglio, perché permette di distinguere una parte ineliminabile da quella specifica che, invece, si può compensare con un'adeguata diversificazione dei titoli (settori economici, ciclicità e anticiclicità ...)

L'andamento del β risponde, dunque, allo scopo di descrivere in termini quantitativi l'andamento di un titolo in rapporto al mercato:

per trovare β si può calcolare la formula

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i R_m)}{Var(R_m)}$$

o stimare la seguente regressione lineare

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \epsilon_i$$

α rappresenta l'ordinata del punto in cui la retta taglia l'asse verticale e si interpreta come il rendimento del titolo a prescindere dal rendimento del mercato, ovvero a rendimento del mercato nullo.

Il coefficiente β rappresenta l'inclinazione della retta, misurata col suo coefficiente angolare ed indica il livello di reattività, o inversamente, di inerzia, che il titolo presenta nei confronti del mercato.

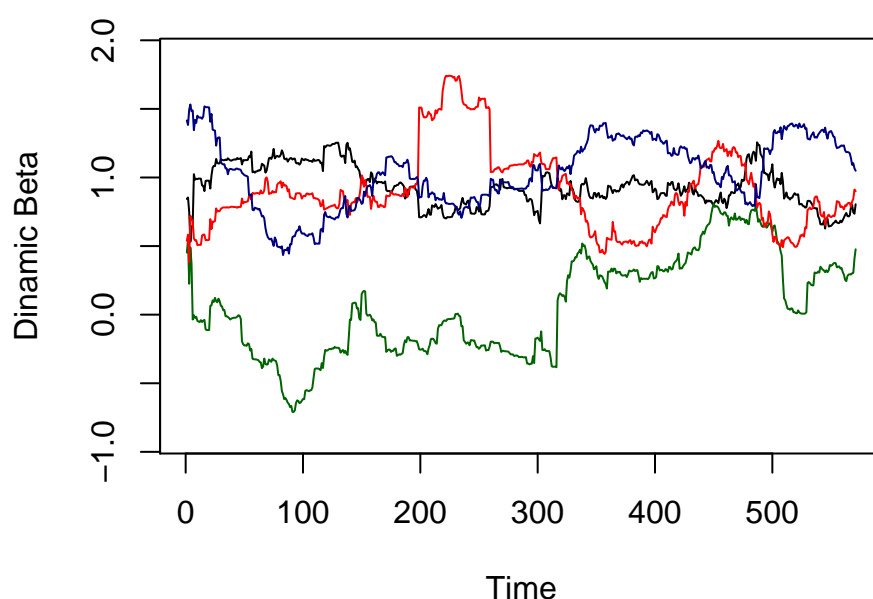
β può assumere i seguenti valori:

- $\beta > 0$ il titolo varia nella stessa direzione dell'indice
- $\beta < 0$ varia nella direzione opposta
- $0 < \beta < 1$ il titolo ha oscillazioni ridotte rispetto a quelle mercato, è detto "difensivo"
- $\beta > 1$ amplificano i movimenti del mercato e sono detti "aggressivi", oscilla in modo più che proporzionale rispetto al mercato

I valori medi di α e β rispetto a tutti i titoli, sono, ovviamente, quelli corrispondenti alla globalità del mercato, cioè 0 e 1 rispettivamente. L'interpretazione del β è più delicata di quella dell'Alfa: per quest'ultimo è infatti possibile affermare che valori elevati sono preferibili a valori bassi, anche se, ovviamente, l' α è, di solito, molto vicino allo "0". Per il β è invece evidente che valori aggressivi sono preferibili

	beta	alfa
Stock 1	0,987015858	0,013842883
Stock 2	0,86714866	0,012228932
Stock 3	1,025696146	0,011889831
Future	-0,197993009	0,022240067

Tabella 5.43: Applicazione del CAPM ai dati sperimentali di tutto il periodo

Figura 5.16: β Dinamici: Stock 1 (Nero), Stock 2 (Blu Navy), Stock 3 (Rosso) e Future (Verde Scuro)

con mercati al rialzo, mentre con mercati al ribasso sono preferibili valori difensivi, per cui è impossibile definire in assoluto un valore di β migliore.

Le stime ottenute sull'intero periodo confermano i valori di mercato¹¹.

In termini economici il coefficiente β descrive l'elasticità del titolo rispetto al mercato. In particolare i 3 titoli azionari hanno corsi molto vicini, mentre il future ha un α negativo. Questo probabilmente lo si deve ai mancati allineamenti del future con l'indice (e di conseguenza con il sottostante).

E' possibile usare le misure di rischio su periodi diversi dall'anno¹² e quindi introduco il concetto di coefficiente " β dinamico".

Per ottenerlo ho calcolato regressioni lineari su finestre di 60 giorni (due mesi), seguendo la stessa metodologia applicata per la media mobile, potendo osservare

¹¹Compresi quelli proposti da Brealey e altri, 1999 compresi tra 0.82 e 1.41 (p 156 174)

¹²Come suggerito nel metodo *crashmetrics* sviluppato da J P Morgan

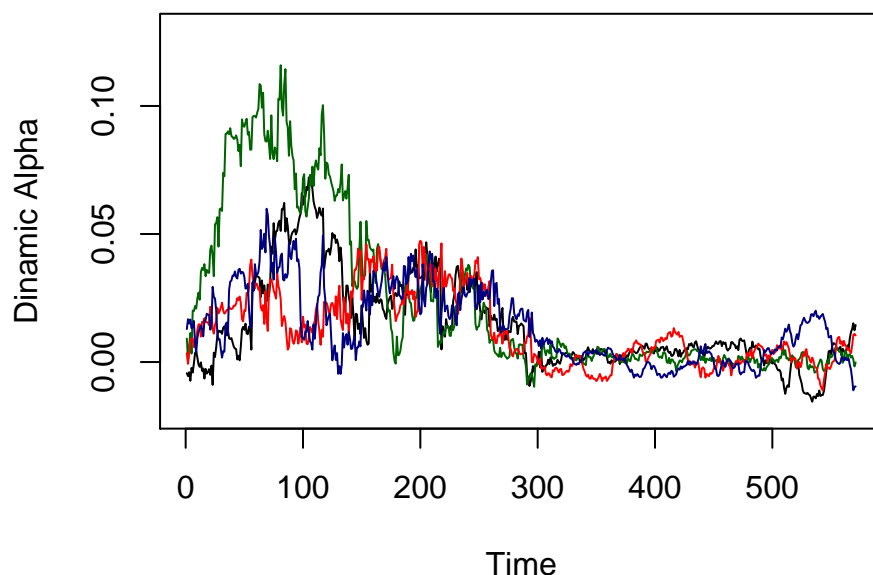


Figura 5.17: α Dinamici: Stock 1 (Nero), Stock 2 (Blu Navy), Stock 3 (Rosso) e Future (Verde Scuro)

(grafici 5.16 nella pagina precedente e 5.17) come cambia il comportamento dei titoli durante l'esperimento rispetto al mercato.

Si confermano immediatamente due fatti già illustrati precedentemente con altre analisi:

- l'alta redditività del primo periodo
- il comportamento anticiclico del future

L' α nel primo periodo è decisamente elevato arrivando a toccare rendimenti teorici del 10% a mercato fermo. I titoli subiscono molto le violente fluttuazioni che si ripercuotono su questo valore.

Il future ha un β che nel primo periodo è sempre inferiore a zero, e in molti casi assai vicino a -1, in netta contrapposizione con le tre azioni. Il motivo di questo scostamento probabilmente è da ricercarsi nel mancato allineamento tra future e indice.

5.7 Autocorrelazioni

Le autocorrelazioni parziali presentano grafici molto simili. A titolo esemplificativo riporto quello dello *Stock A* che si rivela essere un processo autoregressivo ¹³ non stazionario.

¹³AR(1)

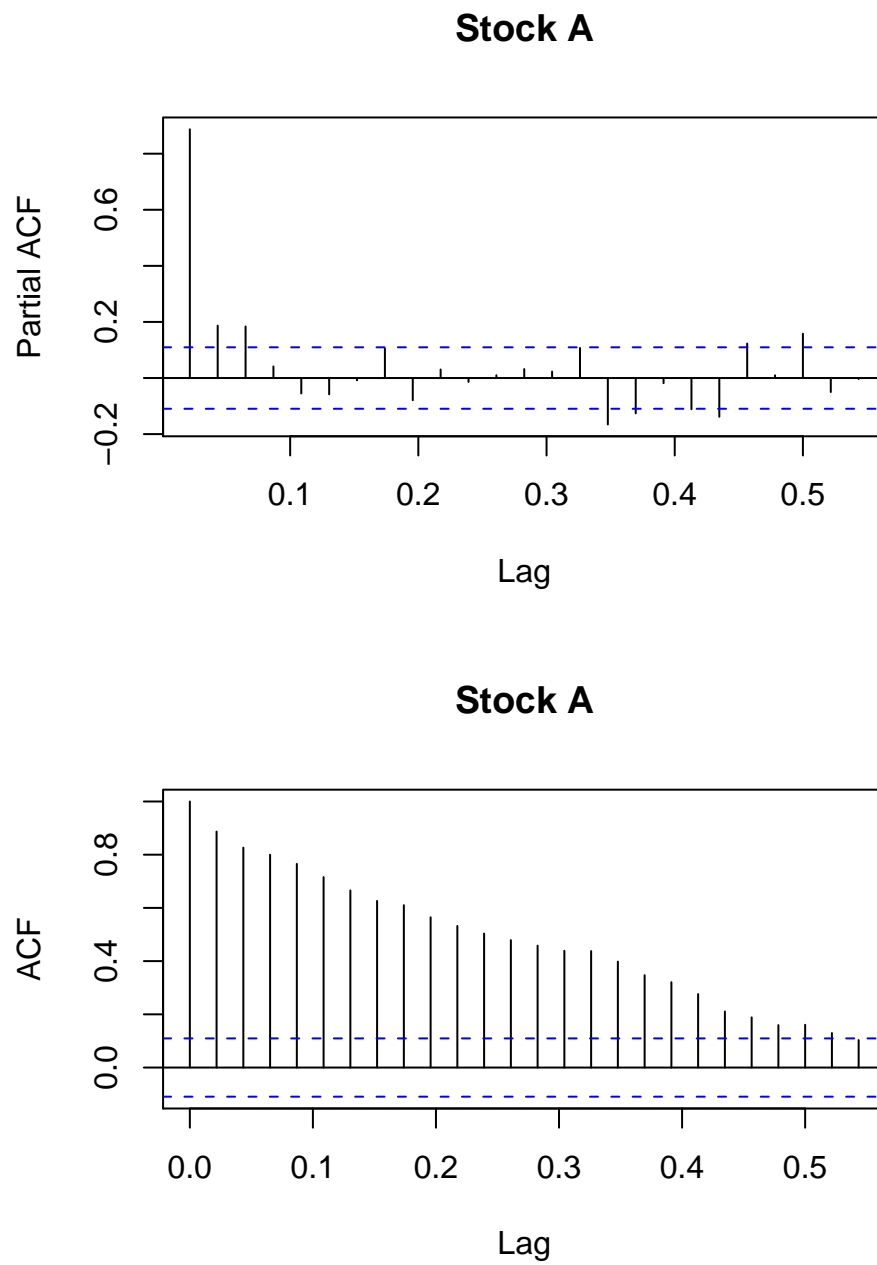


Figura 5.18: Stock A - Anno I

Si può notare la caratteristica dei processi autoregressivi, con una unica e forte autocorrelazione con il periodo $t - 1$ (nel grafico Partial ACF), e un lento degradare dei valori nel grafico ACF.

Nel primo anno osserviamo serie che non sono stazionarie né in media né in varianza, mentre nel secondo periodo tutte le serie sono tendenti alla stazionarietà in media (alcune sfuggono alla stazionarietà in varianza).

Anche lo *Stock B* nel medesimo periodo (il primo anno simulato) si presenta come un processo autoregressivo ma con uno strano andamento. Possiamo infatti notare una curiosa autocorrelazione parziale ritardata di 11 giorni.

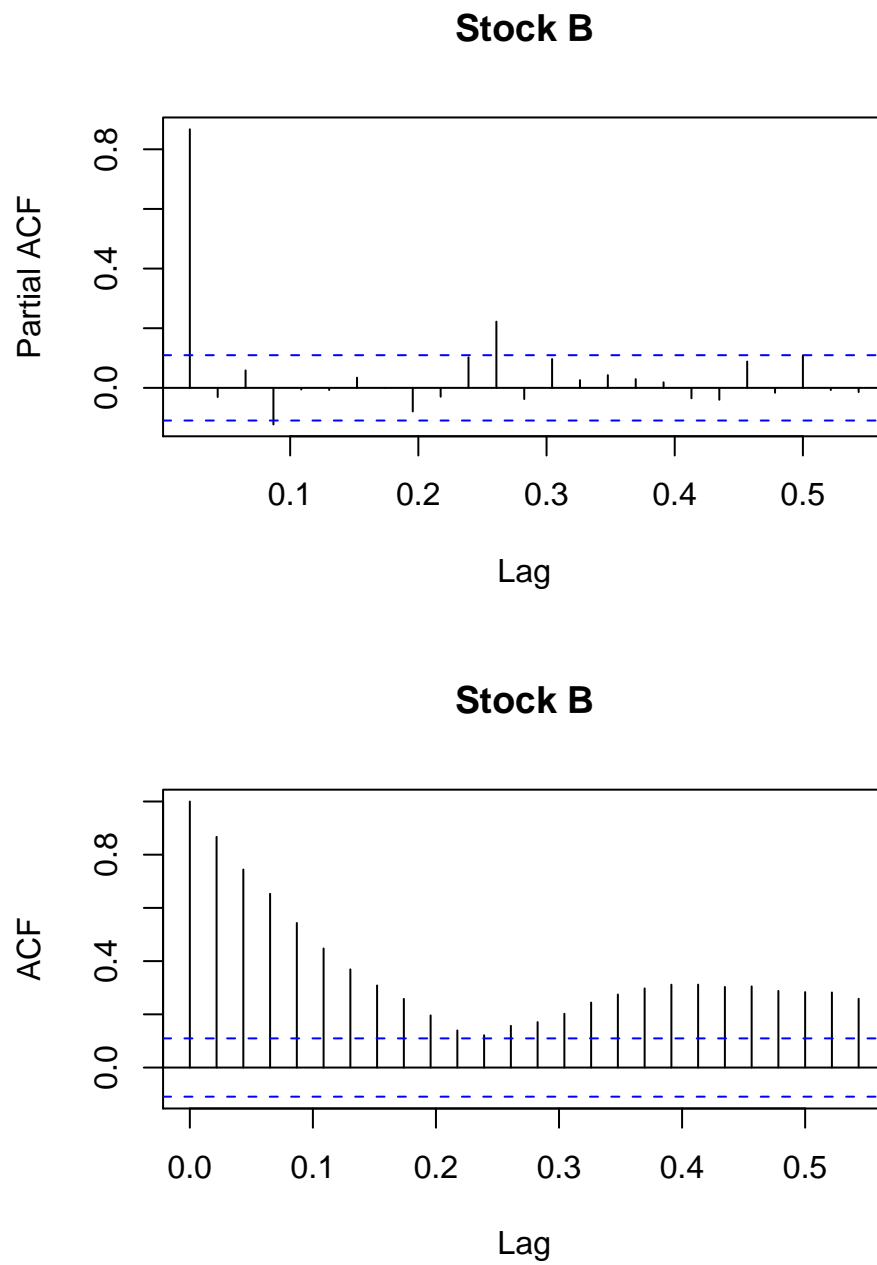


Figura 5.19: Stock B - Anno I

5.7.1 I Rendimenti

L'analisi delle autocorrelazioni dei rendimenti è molto più complessa di quella dei prezzi.

Tutte le serie presentano caratteristiche comuni, ed in particolare una autocorrelazione parziale negativa con il periodo $t - 1$. Possiamo interpretare questo segnale come un repentino alternarsi di guadagni e perdite sul mercato.

Le serie sono stazionarie in media ma non in varianza.

La composizione dei grafici ci fa presupporre che ci troviamo di fronte a un processo a media mobile¹⁴.

Tutti i titoli considerati hanno schemi autocorrelativi molto diversi. Per tutti esiste una autocorrelazione parziale molto forte con il periodo $t - 1$ sempre negativa, mentre le altre correlazioni significative sono sparse e alternate con altre di segno opposto.

Come evidenziato precedentemente con il titolo 2, anche in questo caso abbiamo forti valori di autocorrelazione con un ritardo di 11-12 giorni.

¹⁴MA(1)

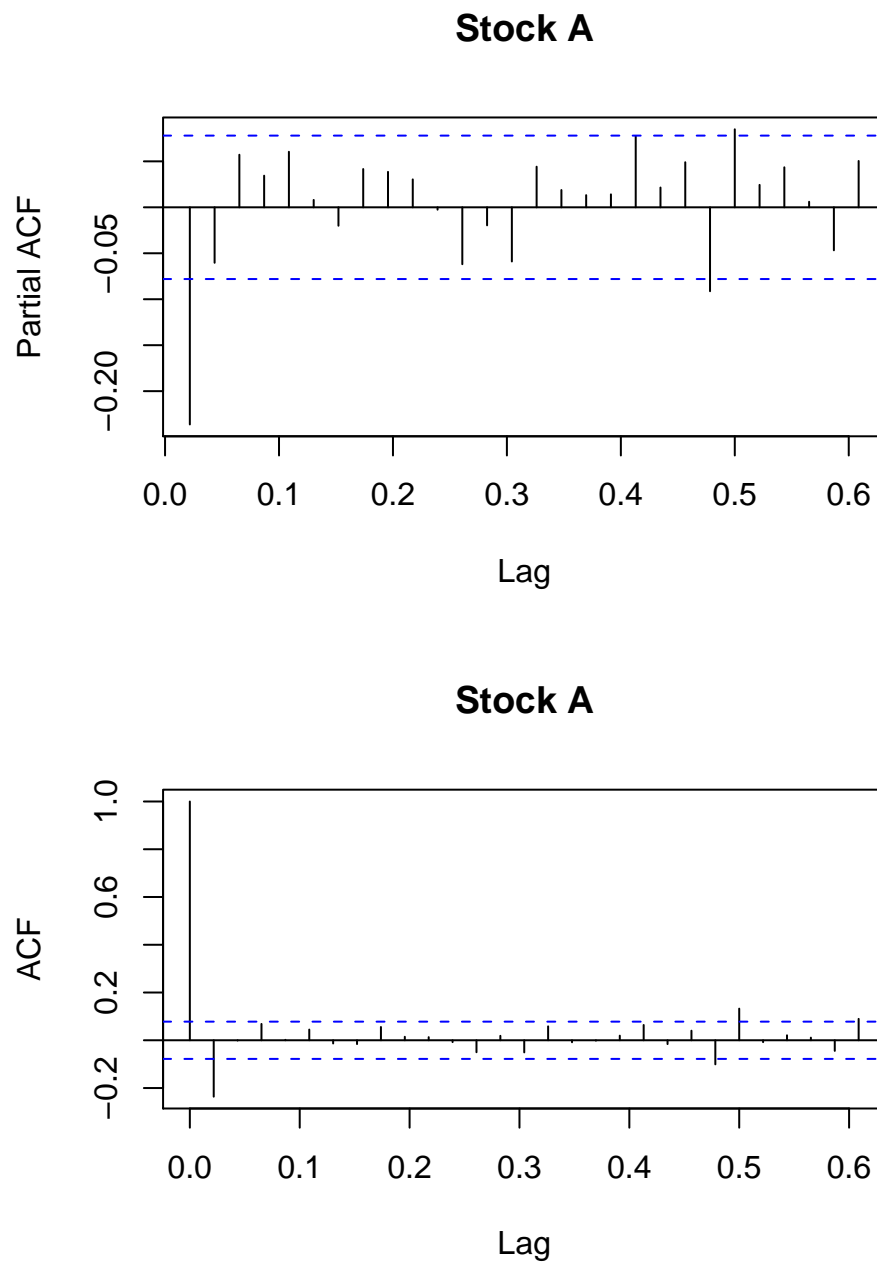


Figura 5.20: Stock A: rendimenti

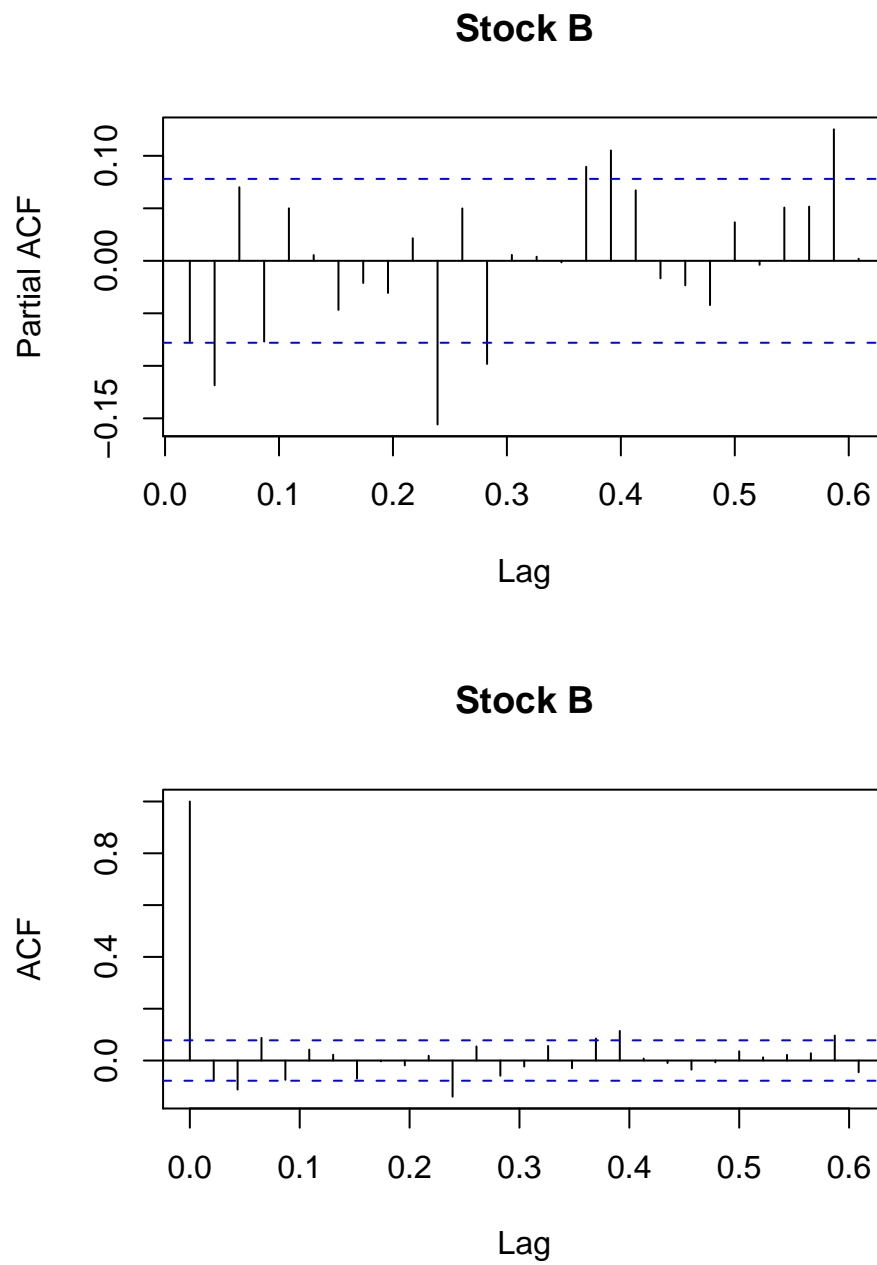


Figura 5.21: Stock B: rendimenti

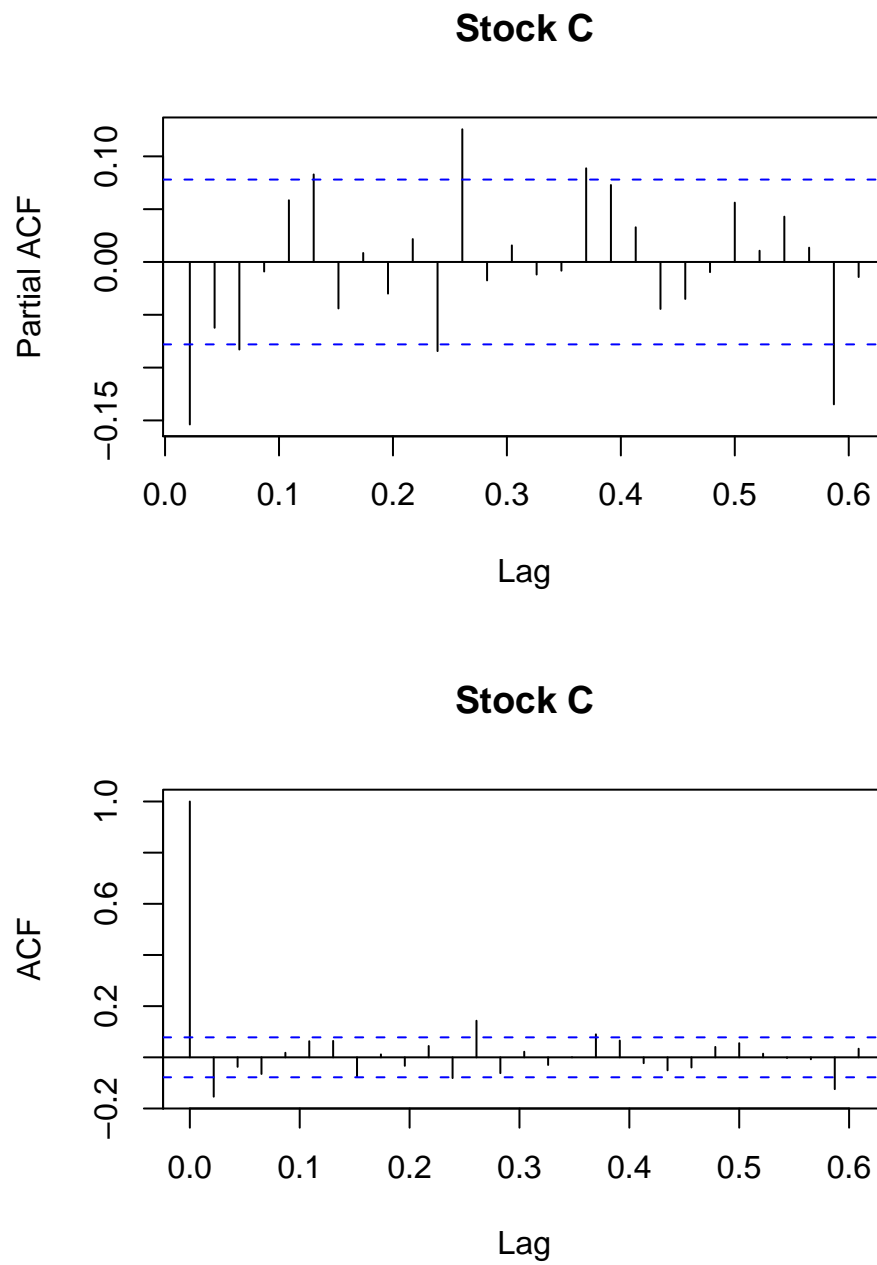


Figura 5.22: Stock C: rendimenti

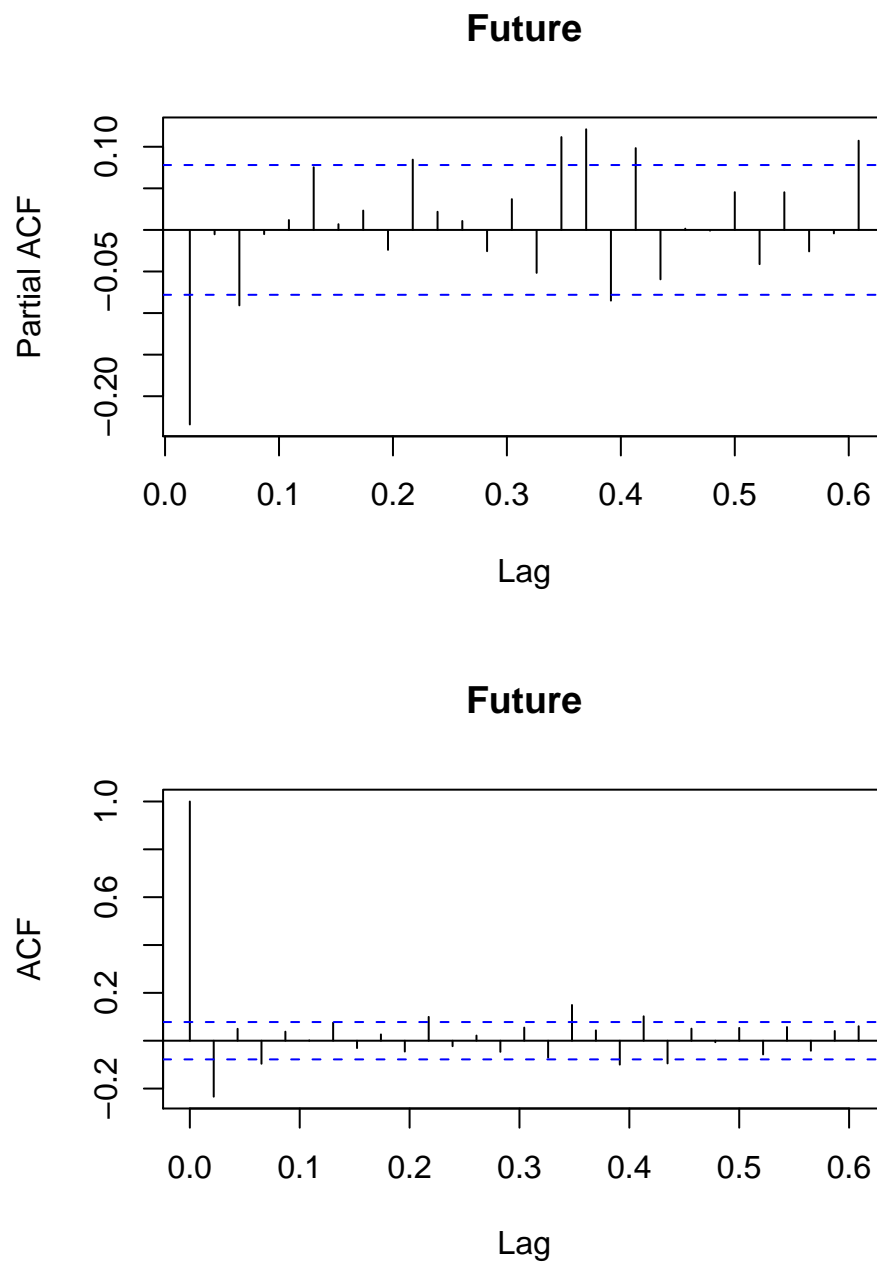


Figura 5.23: Future: rendimenti

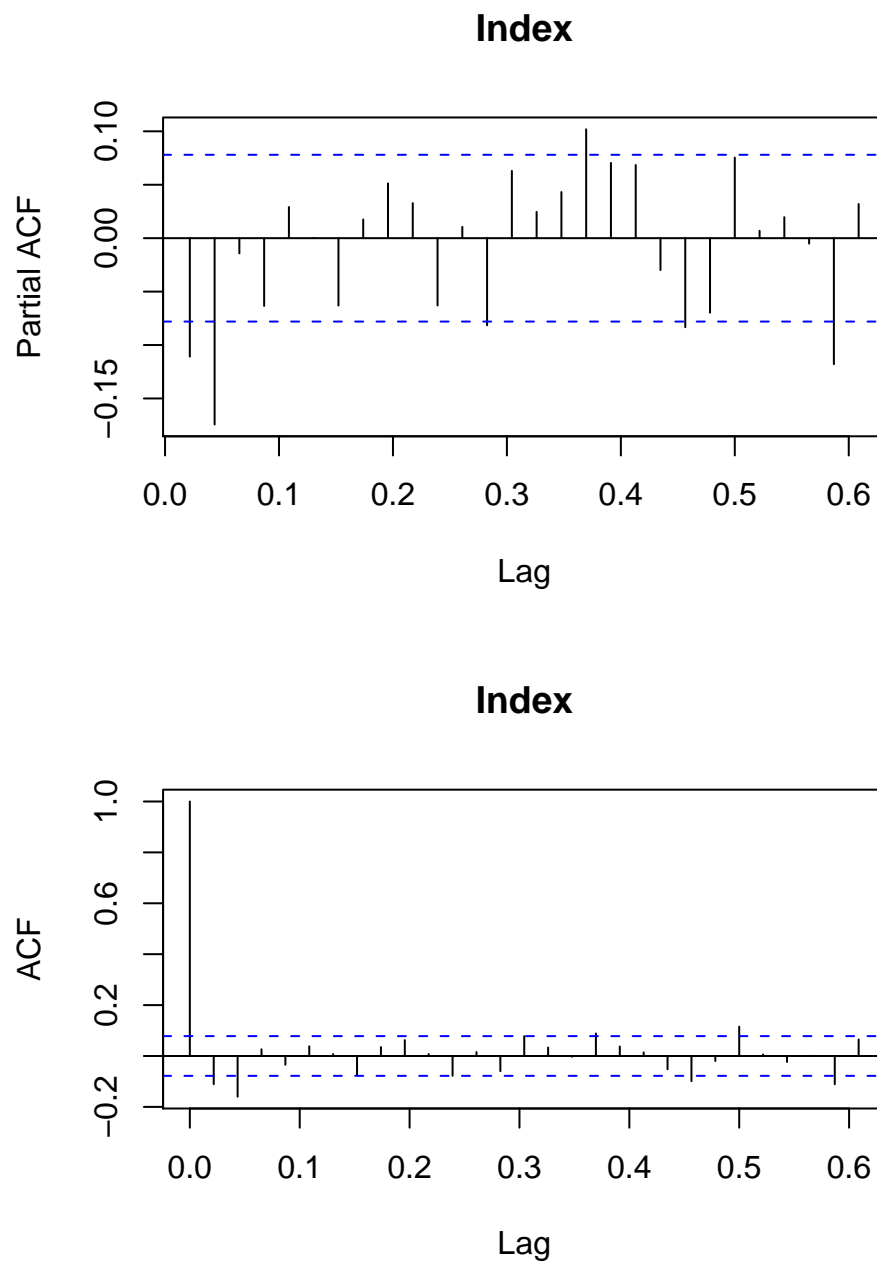


Figura 5.24: Indice: rendimenti

5.8 Candlestick

Seguendo la metodologia indicata in Colombrita (2002)¹⁵, ho effettuato un test sulla bontà dell'analisi *Candlestick*, che era uno degli strumenti forniti agli agenti naturali con l'interfaccia¹⁶.

L'analisi dei risultati ci mostra come alcune figure siano adatte solo ad alcuni titoli, e ad altri no.

Pur ottenendo un a buona *performance* di successi, ci stupisce non poco il fatto che siano state rintracciate “solo” poche decine di figure in due anni di contrattazione e su 4 titoli, rendendo di fatto il metodo poco affidabile in questo mercato

Il software ricerca 31 figure e fornisce il numero totale di figure ritorvate, quelle efficaci e la conseguente percentuale di successo.

I risultati sono apprezzabili. Sono state trovate 58 figure in tutto, appartenenti a 11 tipologie diverse con un successo medio del 50%.

¹⁵Ringrazio Luca Colombrita sia dell'aiuto che di avermi permesso di usare il suo software per questa analisi.

¹⁶Si veda il paragrafo 4.7.1 a pagina 97

	Stock 1	Stock 2	Stock 3	Future	Aggregato
<i>morning star</i>	0%	0%	50%	0%	20%
totali	1	1	2	1	5
performanti	0	0	1	0	1
<i>three black crows 1</i>		0%			0%
totali		1			1
performanti		0			0
<i>three inside up</i>	100%	0%	50%		50%
totali	1	1	2		4
performanti	1	0	1		2
<i>three inside down</i>	100%	100%	33,33%	0%	63%
totali	1	3	3	1	8
performanti	1	3	1	0	5
<i>dark cloud</i>	33,33%	33,33%	66,67%	50%	46%
totali	6	6	6	6	24
performanti	2	2	4	3	11
<i>evening star</i>		0%	100%	0%	40%
totali		1	2	2	5
performanti		0	2	0	2
<i>three white soldiers 2</i>		100%			100%
totali		1			1
performanti		1			1
<i>morning doji 2</i>		100%			100%
totali		1			1
performanti		1			1
<i>kickin bull 1</i>			0%		0%
totali			1		1
performanti			0		0
<i>bear harami</i>	100%			100%	100%
totali	2			1	3
performanti	2			1	3
<i>piercing line</i>	0%	85,71%	50%	60%	56%
totali	4	7	2	5	18
performanti	0	6	1	3	10

Tabella 5.44: Verifica dell'analisi *Candlestick*

5.9 La partecipazione degli umani

All'esperimento in aula abbiamo avuto 57 iscritti con 44 giocatori presenti.

Per il secondo esperimento, invece abbiamo avuto 152 giocatori iscritti. 98 hanno partecipato attivamente a quello online operando (con una ricchezza diversa da zero), mentre sono ben 113 coloro i quali hanno avuto accesso al sistema, osservando i *log* degli accessi e i file temporanei prodotti.

In totale 39 non si sono mai collegati e 15 si sono collegati ma non hanno giocato.

Sono 37 coloro che hanno partecipato a entrambi gli esperimenti. In particolare tra i vincitori (ossia tra i primi quindici classificati) alcuni hanno partecipato a entrambi gli esperimenti (tabella 5.45).

<i>online</i>	6 maggio
1	22
6	16
8	6
9	19
10	8
11	7

Tabella 5.45: Classifica 6 maggio e *online*

In totale il 24% dei giocatori ha partecipato anche al gioco del 6, mentre la percentuale sale al 40% per i vincitori.

Le ragioni del successo di questi giocatori non dovrebbero essere cercate tanto nell'esperienza accumulata (poche decine di minuti di gioco a confronto di due settimane) quanto nelle loro motivazioni e nell'interesse dimostrato.

La tabella 5.47 nella pagina seguente (unitamente alla 5.46 nella pagina successiva) ci mostra come la percentuale degli ordini eseguiti sia distribuita uniformemente secondo il tempo e secondo i giorni.

Il peso degli umani nella simulazione è stato notevole, infatti il 17 % degli ordini immessi ha rappresentato il 28% dei contratti eseguiti (tabella 5.48 a pagina 151).

La differenza tra umani e artificiali si nota soprattutto nella precisione degli ordini eseguiti, gli umani infatti ha visto eseguire il 58% delle loro proposte contro il 30,8% degli agenti artificiali.

Una anomalia la possiamo notare nei primi giorni di applicazione del controllo del 10% di variazione dei prezzi dei contratti rispetto al prezzo di controllo (paragrafo 5.13.3 a pagina 171), notando una minor percentuale di contratti eseguiti dal 15 al 18 maggio. Si nota anche una minor numero di ordini immessi in corrispondenza dello stesso periodo e della pausa del *weekend*.

La sera del 12 maggio si è anche verificata una interruzione di servizio per problemi di connessione alle rete dell'Università degli Studi. Il problema è stato risolto durante la notte, e sembra non abbia influito significativamente sui risultati, e del resto nessun giocatore si è lamentato della cosa.

Dalle tabelle 5.49 a pagina 151 e 5.50 a pagina 151, notiamo che vi è una distribuzione media uniforme su tutti i titoli. Vi sono tuttavia piccole anomalie sul quarto

Giorni	Immessi	Eseguiti	Percentuale
7	5	3	0,600
8	3507	2144	0,611
9	10930	7668	0,702
10	8705	5299	0,609
11	3793	2211	0,583
12	3181	2158	0,678
13	2379	1396	0,587
14	2892	1595	0,552
15	1945	801	0,412
16	1609	515	0,320
17	1645	428	0,260
18	795	391	0,492
19	1158	572	0,494
20	1605	818	0,510
21	3084	1389	0,450
22	18	0	0,000
Totale	47251	27388	0,580

Tabella 5.46: Ordini inseriti ed eseguiti dagli umani

quartile. Infatti il massimo degli ordini eseguiti è stato notevolmente inferiore per il *future* e per lo *Stock 3*.

	Stock1	Stock2	Stock3	Future
Min	0,0971	0,104	0,05	0,1371
Mean	0,3421	0,348	0,351	0,3597
Median	0,3465	0,35	0,357	0,3612
Modal	0,3333	0,333	0,333	0,3333
Max	0,4713	0,516	0,474	0,4815

Tabella 5.47: Statistiche sulla percentuale di esecuzione degli ordini

	Accettati	Eseguiti	Percentuale
Umani	47251	27388	0,58
Artificiali	225779	69551	0,308
Totali	273030	96939	0,355
Peso Umani	0,173062	0,282528	

Tabella 5.48: Ordini Eseguiti e Accettati dal sistema

	Stock 1	Stock2	Stock3	Future
Max	515	630	412	289
Min	56	50	61	59
Mean	112,34	109,7737	108,2801	101,6187
Median	98	95	96	94
Modal	85	89	93	85
Sum	70997	69377	68433	64223

Tabella 5.49: Ordini accettati per titolo

	Stock 1	Stock2	Stock3	Future
Max	223	288	147	129
Min	8	8	9	14
Mean	38,962	38,84335	38,56171	37,01741
Median	34	33	34	34
Modal	33	27	37	30
Sum	24624	24549	24371	23395

Tabella 5.50: Ordini eseguiti per titolo

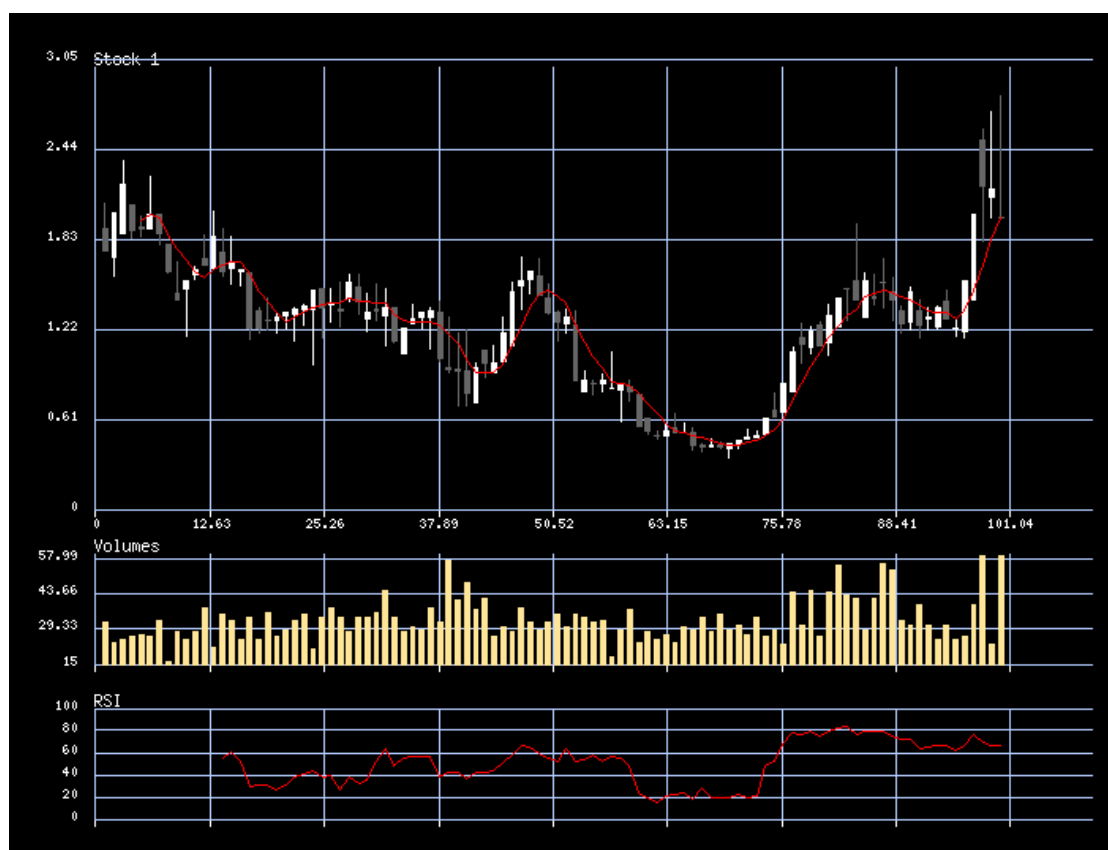


Figura 5.25: Stock A: 21 maggio ore 23:59

5.10 Classifica finale e conclusione dell'esperimento

Come accennato precedentemente (paragrafo 5.5 a pagina 129) nelle ultime fasi dell'esperimento (le ultime due ore circa) aumentano i prezzi dei titoli, e in corrispondenza troviamo volumi sostenuti (figure 5.25, 5.26 nella pagina seguente 5.27 a pagina 154, 5.28 a pagina 155).

Questo è vero soprattutto se si considera lo *Stock 3*.

I grafici rappresentano gli ultimi due giorni (reali) di gioco, in cui notiamo andamenti e caratteri differenti per i titoli.

Dalle tabelle 5.51 nella pagina successiva e 5.52 a pagina 154 notiamo come sia solo il 19% (29 persone) ad avere perso denaro, mentre il 45% (69 giocatori) ne hanno ricavato un profitto (non nullo).

Le penalità attribuite (tabelle 5.53 a pagina 155 e 5.54 a pagina 156) ci forniscono un ulteriore dato sulla partecipazione.

Ci confermano che un terzo dei giocatori (54 persone) non ha partecipato attivamente, inoltre che un gruppo compatto di una trentina di individui ha partecipato molto assiduamente perdendo solo due o tre giornate al massimo (nei *weekend*).

La classifica finale dei vincitori (tabella 5.55 a pagina 156) ci mostra che le penalità non hanno influito notevolmente sul risultato finale, ed infatti la classifica non sarebbe cambiata.

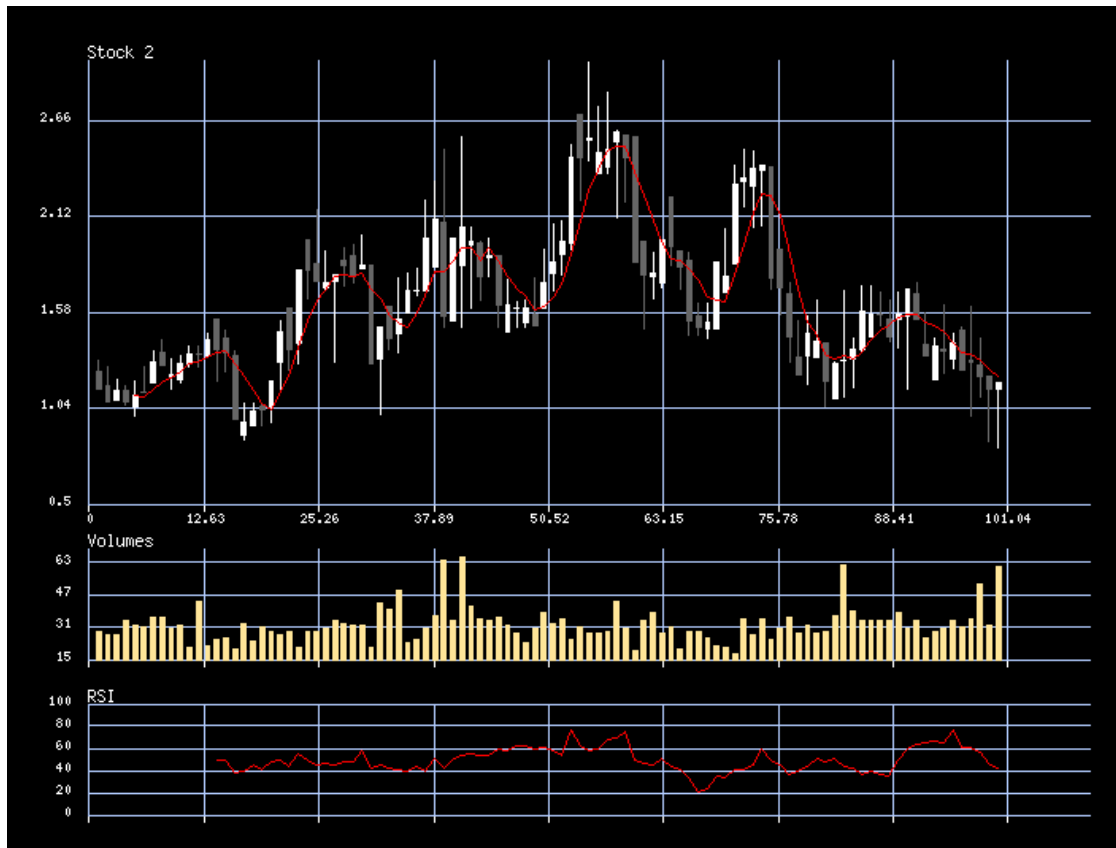


Figura 5.26: Stock B: 21 maggio ore 23:59

ricchezza	numerosità
> 1000	5
1000	3
500	19
100	9
50	14
10	19
0	53
-10	16
-50	10
-100	1
-500	0
-1000	0
< -1000	2
totale	151

Tabella 5.51: Ricchezza



Figura 5.27: Stock C: 21 maggio ore 23:59

Min	-3775
1st Qu.	0
Median	0
Mean	71,6
3rd Qu.	46,31
Max	2062

Tabella 5.52: Statistiche sulla Ricchezza



Figura 5.28: Future: 21 maggio ore 23:59

Valore	Numerosità
= 0	10
≤ -5	10
≤ -10	10
≤ -15	8
≤ -20	5
≤ -25	15
≤ -30	11
≤ -35	12
< -39	16
= -39	54

Tabella 5.53: Le penalità

Min	-39
1st Qu.	-39
Median	-33
Mean	-26,807
3rd Qu.	-15,5
Max	0
Mode	-39

Tabella 5.54: Statistiche sulle penalità

L'assenza fra i vincitori è stata bassa, uno o due giorni al massimo, come ci confermano le statistiche sulle penalità per i giocatori attivi.

Player	Wealth	Penalty	Score
331	2062,1726	0	2062,1726
297	1983,3969	-3	1980,3969
301	1693,9841	-24	1669,9841
266	1344,5627	0	1344,5627
246	1140,9381	-1	1139,9381
294	773,4323	-6	767,4323
221	696,4775	-1	695,4775
202	609,2723	0	609,2723
310	477,4009	-3	474,4009
285	439,0039	-9	430,0039
270	368,4422	-12	356,4422
230	337,2615	-3	334,2615
318	326,1908	0	326,1908
205	317,213	0	317,213
339	307,8508	0	307,8508

Tabella 5.55: Classifica: i vincitori

5.11 Comportamento degli umani

Il comportamento degli umani è stato osservato quantitativamente sia attraverso l'analisi di mercato vista prima sia controllando le singole operazioni di ogni partecipante. Inoltre i giocatori hanno risposto a un questionario, le cui domande erano le seguenti.

1. sesso
2. età
3. professione

4. Prima di partecipare all'esperimento avevi già fatto delle operazioni nella borsa reale?
5. Il modello *SumWeb* e le sue caratteristiche corrispondono alla tua idea di mercato di borsa?
6. Ritieni che ci siano troppe semplificazioni? Quali?
7. Quali difficoltà hai trovato nell'uso del modello (riguardo all'interfaccia, alle informazioni che ti sono state fornite prima di iniziare e quelle che l'interfaccia ti ha fornito durante l'esperimento)?
8. E quali difficoltà riguardo alle decisioni di acquistare o vendere i titoli del modello?
9. Quale elemento ha guidato maggiormente le tue scelte di acquisto e vendita (l'ultimo prezzo, i grafici, i *book*...)?

Con un buon numero di giocatori abbiamo anche potuto interloquire via *email* e via *chat*, chiedendo loro commenti e precisazioni sulle loro strategie.

La maggior parte degli incisi di questo capitolo è stato ricavato dalle fonti sopra indicate.

Le risposte alle domande del questionario (28), si rivelano insufficienti e poco significative per una analisi quantitativa, sebbene qualitativamente ci hanno fornito molti spunti di riflessione.

5.11.1 Tendenze

Nei primi giorni dell'esperimento (la sera del 9 maggio in particolare) pensavamo di trovarci di fronte a un mercato anormale giacché potevamo leggere 70 ordini in *buy* e 13 in *sell* sul *book* 1, 44 e 20 sul *book* 2, 38 e 14 sul 3, 17 e 14 sul *future*.

Seguendo lo schema di Joseph de la Vega illustrato nel capitolo 1 a pagina 10, ipotizzavamo un mercato con una forte propensione all'acquisto.

Di fatto il nostro timore era infondato, ma rimane il fatto che il 60,5% degli ordini immessi sono stati di acquisto, e solo il 39,5% in vendita. Il giocatore 224 (paragrafo 5.15 a pagina 176) ha esasperato maggiormente questa tendenza (61,4% contro 38,6%) mentre il vincitore (paragrafo 5.16 a pagina 183) è stato più equilibrato con un 55,4% contro 44,6% di ordini in vendita.

I grafici (figure 5.30 a pagina 159, 5.31 a pagina 160, 5.32 a pagina 161 e 5.33 a pagina 162) ci illustrano la situazione dei primi giorni di gioco (dalla seconda metà del giorno 8 alla prima metà del giorno 10).

Il mercato era in piena frenesia, con formazione di bolle. I valori massimi di volumi e prezzo sono stati raggiunti proprio in questi concitati momenti.

Si noti la differenza molto forte con i grafici (figure 5.25 a pagina 152, 5.26 a pagina 153 5.27 a pagina 154, 5.28 a pagina 155) presentati prima che riguardano la seconda parte del gioco, molto meno agitata.

In questi giorni abbiamo raccolto pareri entusiasti sulla partecipazione all'esperimento e nel frattempo la bolla saliva e le ricchezze personali si incrementavano.

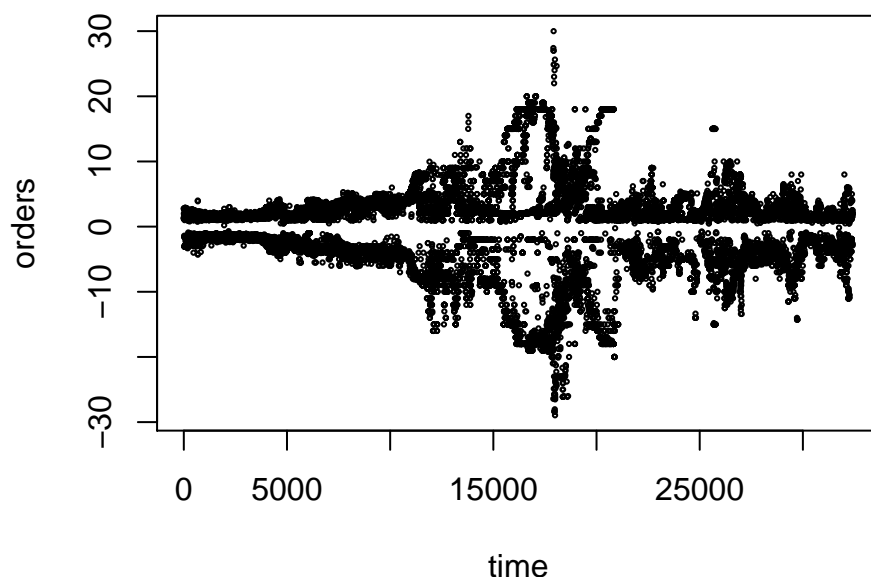


Figura 5.29: Gli ordini dei giocatori

Spesso la condizione dei giocatori (come in particolare il 312 e il 251) variava nel giro di poche ore passando dal fondo della classifica, sino ai primi posti, dopo aver passato qualche ora intensa a smuovere il mercato.

La tecnica che usata dalla maggioranza dei partecipanti è stata quella di concentrarsi su un numero limitato di titoli, considerandone normalmente una coppia in particolare (1 e 2, 2 e 3) piuttosto che su uno solo in particolare.

Spesso l'azione degli umani non si limitava a quella del giocatore entusiasta, ma arrivava a comportamenti che l'autorità di controllo arriverà a ammonire (si veda il paragrafo 5.13.1 a pagina 166). In un secondo momento verranno poi applicate numerose altre misure di controllo del mercato (si veda il paragrafo 5.13 a pagina 166).

Il calo di partecipazione durante la seconda settimana di gioco lo dobbiamo a una serie di motivi.

Le nuove regole hanno confuso una parte dei giocatori che, intimiditi, hanno chiesto spiegazioni, mentre l'introduzione delle stesse ha evitato il formarsi di nuove bolle speculative, creando un mercato meno euforico ed entusiasmante, con meno possibilità di profitti.

Insieme a un mercato meno effervescente sono arrivate anche le prime forti critiche all'operato dell'autorità di controllo, nonché al modello e all'esperimento, che l'unico abbandono (paragrafo 5.15 a pagina 176).

I giocatori hanno dimostrato una buona adattabilità al sistema scoprendone dopo il primo giorno i limiti e adattando le loro strategie. Lo si nota anche da come si è evoluto il grafico 5.29, che mostra chiaramente gli ordini immessi in corrispondenza



Figura 5.30: Stock A: 10 maggio ore 13:24



Figura 5.31: Stock B: 10 maggio ore 13:24



Figura 5.32: Stock C: 10 maggio ore 13:24



Figura 5.33: Future: 10 maggio ore 13:24

delle bolle.

La simmetria degli ordini risalta soprattutto se confrontata con i grafici 5.40 a pagina 178 e 5.43 a pagina 185.

I giocatori che hanno ottenuto performance migliori sono riusciti a sfruttare i movimenti del mercato comprando a prezzi molto bassi e vendendo a prezzi molto elevati. La non simmetria del grafico 5.29 a pagina 158, deriva proprio dal fatto che si possono leggere tutti gli errori commessi dagli umani, quando hanno acquistato ai prezzi più elevati delle bolle¹⁷.

Min	-28,984
1st Qu.	-3,4
Median	1,257
Mean	-0,16331
3rd Qu.	2,7
Max	30
Mode	2

Tabella 5.56: Statistiche sugli ordini degli umani in valore

Il meccanismo delle aste di apertura e chiusura¹⁸ ha permesso che i titoli avessero aperture e chiusure sempre abbastanza contenute nonostante vi fossero massimi e minimi al limite del 90% del prezzo di controllo.

Una chiara idea dell'affinamento delle strategie degli umani emerge se osserviamo il *future* in due momenti diversi. Dapprima (figura 5.34 nella pagina successiva) in un momento di calma, a esperimento non ancora avviato, *future* e indice sono allineati con scarti ridotti (minori di 0,4). A quarantotto ore di distanza (figura 5.35 nella pagina seguente), ci troviamo di fronte a una serie di speculazioni che fanno divergere sensibilmente i due andamenti.

5.12 Profili

Possiamo provare a tracciare una serie di casi idealizzati di giocatore secondo il loro comportamento.

Abbiamo due grandi categorie di giocatori, gli studenti di economia e gli esterni. Gli esterni sono normalmente ex-studenti di economia o interessati al mondo della finanza e si sono rivelati molto preparati e si sono appassionati al gioco.

La percentuale di donne è stata bassa (30 su 152 iscritti), nonostante alcune di esse si siano distinte, sia per la disponibilità, sia per i risultati ottenuti.

entusiasti intimorito dal mondo della borsa ha considerato *SumWeb* un modo per imparare ed appassionarsi al mondo della finanza. Ha giocato seguendo gli

¹⁷Come si vedrà successivamente (paragrafo 5.15.1 a pagina 179) una minima parte degli ordini di acquisto a prezzi elevati è determinata da alcuni comportamenti scorretti, tesi a far aumentare artificialmente il prezzo del mercato

¹⁸E' stato introdotto in questa versione di SUM dagli autori Alessandro Cappellini e Paolo Mezzera

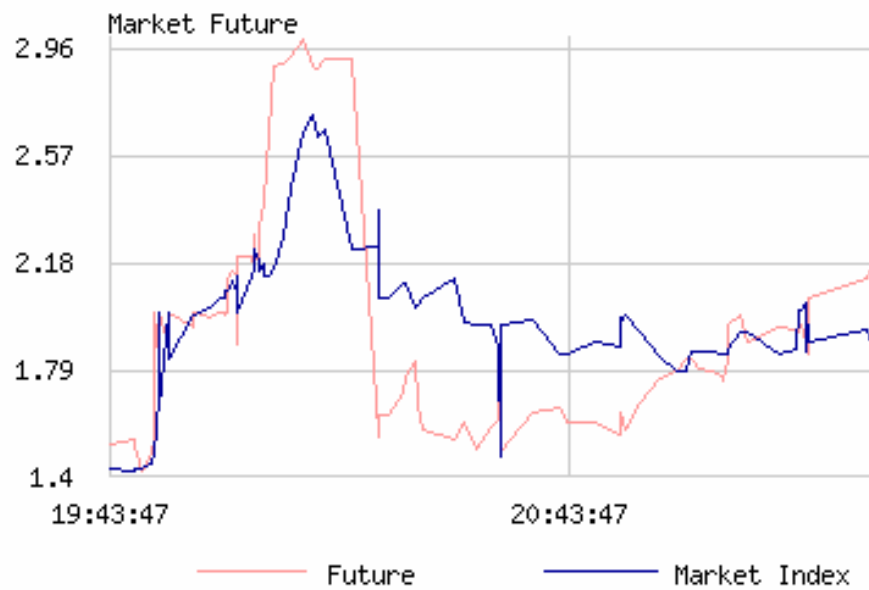


Figura 5.34: Future e Indice : 7 maggio ore 21:29

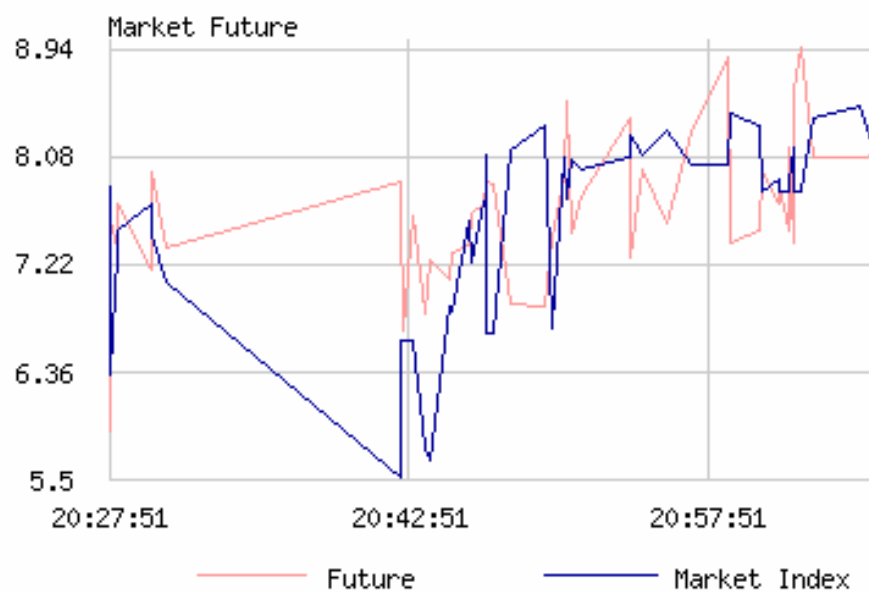


Figura 5.35: Future e Indice: 9 maggio ore 21:13

eventi, ma tuttavia senza una strategia precisa. Ha massimizzato il divertimento ed è rimasto soddisfatto dall'esperienza. Confessa anche con una certa simpatia di essersi mosso "a sensazioni" e strani effetti collaterali come:

sto saltando la pausa pranzo per rimanere attaccato qui...

Un esempio è il partecipante 238.

curiosi incuriosito sia dalla parte economica della simulazione che dalla parte informatica, è dotato di buone conoscenze su entrambi i settori ed è stato un utile anche come beta tester. Si sono qualificati in posizioni medio alte. I partecipanti tipo sono il 285 e 270.

ingenui sono normalmente studenti di economia dotati di una certa curiosità, ma poco informati in materia. Questi partecipanti ci interrogavano frequentemente su nozioni che davamo per scontate per uno studente di economia, e che comunque erano state spiegate seppur brevemente nella guida introduttiva inviata ai partecipanti. Infatti ci è stato chiesto più volte cosa fosse un futuro, come funzionasse il book, come mai esistesse la possibilità di vendere allo scoperto, ecc. Come il giocatore 240 o il 231.

esperti - frenetici Naturalmente al gioco hanno partecipato anche persone molto preparate che conoscono la borsa per lavoro o perché vi investono regolarmente. Di fronte a *SumWeb* sono rimasti entusiasti potendo sperimentare tecniche azzardate di *trading* o semplicemente speculando senza rischio. Tant'è che:

effettivamente il "gioco" ha imprevedibili effetti collaterali: crea dipendenza ed è facile farsi prendere dall'entusiasmo

Il loro comportamento è stato ai limiti della correttezza in più di una occasione. Da un lato hanno avuto il merito di movimentare il mercato, ma dall'altro hanno dato il via alle speculazioni e alle bolle nel sistema, spingendo altri utenti all'emulazione. La spinta verso questi comportamenti ci ha visti costretti a inserire nuovi regolamenti e gli utenti a cambiare le loro strategie di gioco.

I giocatori tipici sono il 223 e il 224.

esperti Il giocatore 331 è l'esempio di questa categoria e interpellato sui costi di transazione ha risposto:

ovviamente io non farò quasi più operazioni, non mi conviene quasi a questi prezzi; ogni tanto opero perché è più forte di me

E' appassionato di borsa e di finanza in generale e ha ottenuto buoni risultati in classifica.

strani Giocatori come il 130, il 312 o il 251, ci hanno descritto strane teorie, con cui operavano. Queste riguardavano il *timing*¹⁹, l'immissione di ordini in enormi quantità (20, 40 ordini in acquisto seguiti da altrettanti in vendita, senza

¹⁹la tempistica con cui entrare o uscire sul mercato

curarsi neppure troppo della loro esecuzione), piuttosto che di onde sinusoidali e di titoli che si comportavano in modo opposto rispetto al mercato²⁰.

Nonostante abbiamo dimostrato un certo ingegno e una discreta intuizione, questi giocatori non si sono classificati nei primi posti, e spesso hanno avuto problemi di nel collegarsi durante l'esperimento per poter giocare.

coerenti I coerenti sono quei giocatori come il 310, che hanno dimostrato trasparenza nelle operazioni, unite a una discreta curiosità per il mercato e la sua struttura.

Sono stati fra i primi a scusarsi con gli sperimentatori per il loro comportamento (imitativo) nei primi giorni:

scusateci se abbiamo operato così, mentre lo facevamo ci rendevamo conto che era una cosa sbagliata, ma vedendo i primi in classifica è stata forte la tentazione di imitarli e abbiamo ceduto.

Una larga parte dei partecipanti ci ha garantito solo una presenza saltuaria, a causa di impegni di lavoro, o di studio, e non è compresa in queste descrizioni.

5.13 SumWebConsob

La *SumWebConsob* è l'organismo di controllo del gioco, formato dai tre autori del medesimo²¹.

E' nata con lo scopo di vigilare sul comportamento dei partecipanti e di controllare l'andamento dei mercati.

A priori si pensava che il compito più pesante fosse quello dell'esperimento in aula del 6 maggio, durante i membri dell'organismo si dovevano occupare della logistica e del funzionamento dell'evento e controllare il comportamento dei partecipanti affinché non ci fossero evidenti collusioni o agiotaggi.

5.13.1 11 Maggio 2003

L'11 Maggio vengono emanati tre distinti provvedimenti. Il primo è un richiamo verso i giocatori che con comportamenti simili a quelli descritti nel paragrafo 5.15.1 a pagina 179 e nel paragrafo 5.14 a pagina 173.

L'autorità di controllo ha richiamato i partecipanti numero 202, 224, 230, 251, 294, 301, 310, 312, 318, 331 e 345 per comportamenti scorretti mirati a falsare l'andamento del mercato.

Esattamente come gli organismo di controllo cui ci siamo ispirati abbiamo preferito prima avvisare che non sanzionare immediatamente i comportamenti scorretti.

²⁰Abbiamo visto sempre in questo capitolo che in più di una occasione vi sono stati titoli il cui comportamento era "opposto" a quello degli altri, anche se in realtà solo per brevi momenti. L'indagine si è mossa proprio da queste affermazioni.

²¹Pietro Terna, Alessandro Cappellini, Paolo Mezzera

Questo ci ha permesso inoltre di interrogare gli utenti e di conoscere le loro strategie di gioco.

Il secondo è stato l'introduzione di una norma più severa, che regolarizzasse eventuali esclusioni, e che non è mai stata applicata.

Nel caso in cui l'autorità di controllo noti comportamenti scorretti (di vario tipo) da parte dei partecipanti questi verranno ammoniti. In caso di prosecuzione, si procederà alla sospensione dei partecipanti in questione. Le sospensioni saranno di una giornata (dalle ore 00.00 alle ore 24.00) e alla terza volta ci sarà l'esclusione definitiva.

Il terzo introduceva un costo per le operazioni.

A causa del comportamento scorretto di un piccolo numero di giocatori, che hanno abusato del sistema alternandone il funzionamento, introduciamo un costo ad ogni transazione pari a 0,01 unità monetarie per ogni contratto eseguito in un giorno simulato (trenta minuti circa), entro i primi dieci contratti. Se i contratti conclusi saranno più di dieci si applicherà un costo pari a 0,65 unità monetarie. Le modifiche diventeranno operative entro la giornata di lunedì 12 maggio 2003.

Costo alle operazioni

L'introduzione di un costo all'operazione muove da diverse esigenze sia di ordine teorico sia pratico.

Il costo per operazione dà un maggiore realismo all'operatività e scoraggia i comportamenti fuorvianti, infatti avevamo di fronte tanti piccoli George Soros che sfruttano i limiti degli investitori istituzionali (i *random agent*) forzando il mercato, provando a muovere il listino.

Una motivazione teorica alla differenziazione di prezzo la possiamo individuare nel "nolo" del sistema e delle interfacce. Le piattaforme di trading online hanno costi estremamente bassi e le commissioni scendono a fronte di un grande numero di ordini, e sono più che sufficienti se si usa la borsa a livello amatoriale; tuttavia se si desidera operare professionalmente saranno necessarie infrastrutture diverse come linee dedicate, analisi, abbonamenti a banche dati, che rappresentano un costo aggiuntivo fisso piuttosto elevato.

Inoltre la massiccia immissione degli ordini, oltre a irritare sensibilmente gli altri partecipanti causava una congestione del sistema muovendo a loro piacere il mercato²².

Visto l'elevato numero di operazioni, e i commenti stessi degli utenti che si definiscono *market maker* (si veda il paragrafo 5.14 a pagina 173) ci è sembrato doveroso punire in modo particolare l'esagerata operatività, se abbinata a pratiche discutibili.

Gli importi sono stati calcolati seguendo due diverse esigenze. La prima è stata quella di garantire un effetto psicologico sugli utenti garantendo però loro un costo

²²La letteratura sui costi sociali è molto vasta. Segnalo qui tre saggi che trattano dei costi di *Internet* e della congestione sulle reti telematiche: MacKie-Mason e Varian (1994b), MacKie-Mason e Varian (1994a), Odlyzko (1998).

irrisorio per le operazioni (0,01 unità monetarie) che ammonta a circa un centesimo del valore minimo toccato dai titoli nel primo periodo (si veda la tabella 5.19 a pagina 125). La seconda è stata quella di causare un danno rilevante a chi operava in modo irrazionale. Durante una giornata simulata il *continuous trading* dura circa 23 minuti, nei quali si possono eseguire senza alcun problema 10 contratti. Il numero di contratti è stato ovviamente pensato a favore dell'utente saltuario, che ha modo di collegarsi studiare l'andamento del mercato per qualche minuto, formulare una strategia e quindi applicarla, magari aspettando condizioni migliori sui *book*. L'importo della seconda tassazione deriva direttamente dai guadagni che fruttavano i comportamenti scorretti. Un veloce raffronto tra ordini eseguiti e ricchezza ci ha rivelato che in media ogni contratto rendeva una unità monetaria. Una tassazione di 0,50 avrebbe rappresentato una misura indifferente per gli operatori, mentre una cifra maggiore si sarebbe rivelata un rischio in caso di una serie di operazioni errate.

Qui di seguito il messaggio con cui ne venivano informati tutti i partecipanti.

Sent: Sunday, May 11, 2003 9:11 PM

Subject: [SumWeb] regole

Gentili partecipanti,

a causa del comportamento scorretto di un piccolo numero di giocatori, che hanno abusato del sistema falsandone le regole e il corretto funzionamento, ci vediamo costretti a porre un costo ad ogni transazione pari a 0,01 unità monetarie per ogni contratto eseguito in un giorno simulato (trenta minuti circa), entro i primi dieci contratti. Se i contratti conclusi saranno più di dieci si applicherà un costo pari a 0,65 unità monetarie.

Le modifiche diventeranno operative nella giornata di domani, lunedì 12 maggio 2003.

Vi avvertiamo inoltre della presenza di una nuova pagina raggiungibile dal link "Rule changes and decisions about players" dove troverete tutte le informazioni sulle decisioni dell'autorità di controllo.

I giocatori hanno commentato (erroneamente) così la modifica:

chi ha una ricchezza alta (i primi 10 circa), non opererà più o quasi, perché il costo, ai prezzi correnti, delle operazioni è troppo elevato per far salire significativamente la propria ricchezza e chi deve inseguire i giocatori in testa dovrebbe stare attaccato tutto il giorno (notte compresa) per riuscire a comprare e vendere i titoli al fine di ottenere significativi guadagni.

La strategia del cassetista non è razionale (che senso ha detenere titoli, è come comprare un biglietto della lotteria), non premia nessuno, perché dividendi non ce ne sono, e *capital gain* non si riesce ad ottenere, o almeno non si riesce ad ottenere su una mole di azioni da giustificare un incremento di ricchezza nemmeno pari a 50, l'unica speranza è che ci sia qualche sprovveduto che faccia schizzare i prezzi addossandosi tutte le spese di commissione a favore di qualche altro giocatore che grazie a tali movimenti riesca a comprare o vendere a proprio favore

I Richiami

La situazione del mercato era particolarmente spinosa, e ci ritrovavamo di fronte a una situazione non prevista.

Avevamo immaginato il nostro ruolo come quello di osservatori che si dovevano limitare a chiarire dubbi teorici e analizzare i dati del mercato.

I giocatori iniziavano a dare segni di insofferenza di fronte ad alcuni comportamenti ed alcune ricchezze.

Un piccolo numero di giocatori stava muovendo a proprio piacimento il mercato, dandoci un mercato euforico e molto materiale per i nostri studi, ma anche un mercato falsato con comportamenti.

A questo punto si poteva:

1. lasciarli fare, anche se sicuramente stravinceranno
2. fermarli perdendo giocatori attivissimi che ci tengono molto vivo il mercato
3. rimproverali

Questa è la mail con cui l'undici Maggio 2003 (ore 14.57) sono stati richiamati i giocatori:

Gentili partecipanti,

stiamo notando che alcuni, tra i partecipanti all'esperimento, stanno attuando comportamenti scorretti mirati a falsare l'andamento del mercato.

Abbiamo ragione di credere che Voi, destinatari di questa mail, siate fra questi. Vi preghiamo di interrompere le attività che corrispondono a questi comportamenti e di continuare a giocare onestamente e nel rispetto delle regole dettate dalla *SumWebConsob* e, soprattutto, nel rispetto della ricerca scientifica oggetto delle nostre tesi.

Da Lunedì 12 Maggio prenderemo provvedimenti mirati a punire la iper-attività imponendo un costo per ogni contratto eseguito.

Nel caso questi comportamenti scorretti (di vario tipo) proseguano, ci vedremo costretti a sospendere i partecipanti in questione. Le sospensioni saranno di una giornata (dalle ore 00.00 alle ore 24.00) e alla terza volta ci sarà l'esclusione definitiva.

Questi provvedimenti sono in conformità a quanto scritto nella guida:

"Durante e dopo l'esperimento ci riserviamo il diritto di assumere le funzioni di vigilanza (quali quelle della *SumWebConsob*) e di sanzionare eventuali comportamenti scorretti. E' vietato accordarsi con altri partecipanti o agire allo scopo di falsare l'andamento del mercato.

Giocate onestamente! Grazie"

Sicuri della vostra collaborazione e della vostra comprensione, inviamo cordiali saluti a tutti.

L'effetto del richiamo è stato il poter aprire un dialogo molto fitto con i giocatori, che ha portato a comportamenti meno irreali.

Il comportamento che si è voluto penalizzare maggiormente è quello dell'riacquisto delle proprie proposte per falsare il prezzo del mercato, portandolo a un livello più conveniente.

Le due scuse a questo comportamento sono state la cancellazione di errori tramite l'immissione di proposte di segno inverso, e la possibilità di non accorgersene.

Per la prima possiamo esaminare il grafico 5.40 a pagina 178 che mostra come vi sia una sostanziale differenza tra i valori degli ordini in acquisto (il più basso possibile) e gli ordini in vendita (il più alto possibile), senza contare che questa ipotesi è stata verificata con una attenta analisi dello storico degli ordini immessi, che ha rivelato che gli ordini venivano sempre immessi a gruppi²³, ed inoltre di fronte a due ordini di segno opposto inseriti contemporaneamente esistevano comunque piccole differenze di prezzo, per poterli usare come *stop-loss*.

Anche la seconda scusa è poco credibile in quanto apparirebbero due conferme consecutive di ordini allo stesso prezzo, e alcuni soggetti hanno avuto anche decine di queste conferme²⁴.

5.13.2 Rafforzamento dell'arbitraggista

Si è anche discusso di una possibile misura più drastica per mantenere il mercato stabile, e cioè quella di rafforzare l'arbitraggista, che avrebbe in linea teorica, potuto controllare le oscillazioni di mercato.

Nel momento in cui si è introdotto l'arbitraggista nel modello (Vanara (2003)) avevamo notato che l'arbitraggista poteva o soffocare il mercato, con interventi troppo continui, o permettere dei temporanei disallineamenti dell'indice, che corrispondono o a una non convenienza nell'arbitraggio, o a una mancanza di contropartita (figura 5.35 a pagina 164).

Vista la furiosa attività di alcuni partecipanti l'arbitraggista non ce la fa a tenere allineati future e indice.

Inoltre vi sono due cause reali per cui l'arbitraggista non può compiere il suo dovere. La prima è che l'arbitraggista opera solo su operazioni prive di rischio e redditizie, mentre la seconda è che gli agenti umani spesso arrivano a controllare i book (si veda il paragrafo 5.15.1 a pagina 179), privando l'arbitraggista della contropartita o sostituendosi ad esso.

L'arbitraggista nel modello opera, e potrebbe operare teoricamente 973 volte in ogni giornata simulata. Infatti l'arbitraggista viene chiamato in causa dopo ogni agente (486) e dopo ogni umano (486 volte), più una volta come singolo agente ($486 \cdot 2 + 1$).

Di fatto però non riesce a operare, anche perché con più di 800 operazioni a disposizione riuscirebbe comodamente a domare le appena 100-120 che vengono eseguite su un book. Infatti l'arbitraggista deve poter operare su tutti i book contemporaneamente, e non ci riesce per uno squilibrio (temporaneo) fra i book proprio per

²³Avremmo quindi dovuto trovare anche gruppi di correzioni, oppure modifiche nell'immissione dei prezzi. Abbiamo trovato proposte realmente sbagliate di tanto in tanto (errori di posizionamento della virgola negli ordini), ma questi non sono mai stati corretti.

²⁴Che soddisfazione battere un mercato senza costi e senza limiti ...

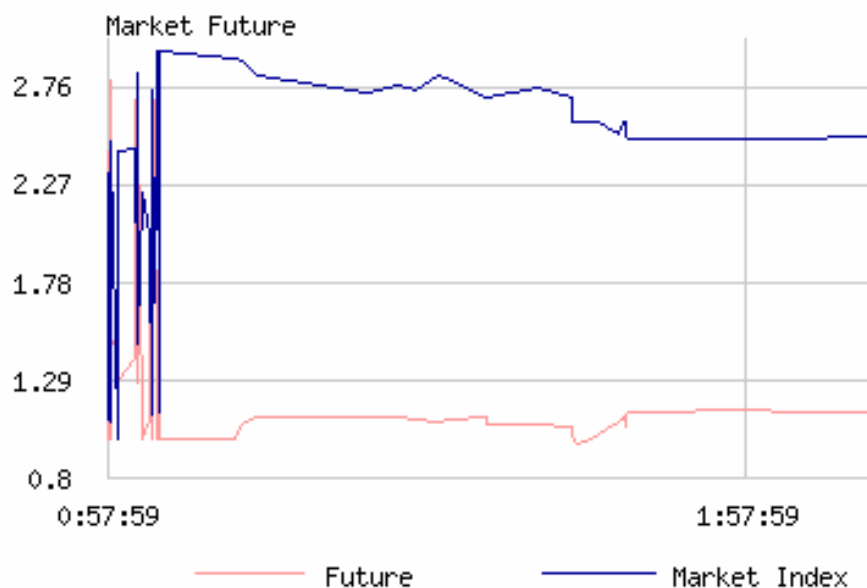


Figura 5.36: Future e Indice: 15 maggio ore 02:17

la strategia adottata sul mercato da alcuni giocatori (paragrafo 5.15.1 a pagina 179) che non lasciano spazio a nessun altro giocatore.

5.13.3 14 Maggio 2003

Questa è stata la decisione più importante presa dall'organismo di controllo e che ha segnato maggiormente l'andamento del mercato, arrivando a:

L'autorità di controllo ha deciso di inserire un meccanismo di controllo, tale per cui i contratti il cui prezzo superi il limite massimo (pari al 10%) di variazione dei prezzi dei contratti rispetto al prezzo di controllo, non verranno eseguiti. La decisione è stata presa per dare maggiore stabilità al mercato, e in analogia a quanto scritto nel Regolamento della Borsa Italiana S.p.A.

Do fronte all'instabilità del mercato abbiamo deciso in analogia all'articolo IA.4.1.11 delle "Istruzioni al Regolamento dei Mercati organizzati e gestiti da Borsa Italiana S.p.A."²⁵, che fa riferimento all'articolo 4.9.2 comma 1 del "Regolamento dei Mercati organizzati e gestiti da Borsa Italiana S.p.A."²⁶ di applicare le stesse misure che vengono adottate sul mercato di Borsitalia.

I grafici dopo l'adozione della regola sono diventati molto più realistici e ogni tentativo di falsare il mercato muore sul nascere. E' da notare come (grafici 5.36 e 5.37 nella pagina seguente) l'arbitraggista ha impiegato quasi 6 ore, dall'una di notte alle sette del mattino, per riallineare indice e future.

²⁵Borsa Italiana (2003a)

²⁶Borsa Italiana (2003b)

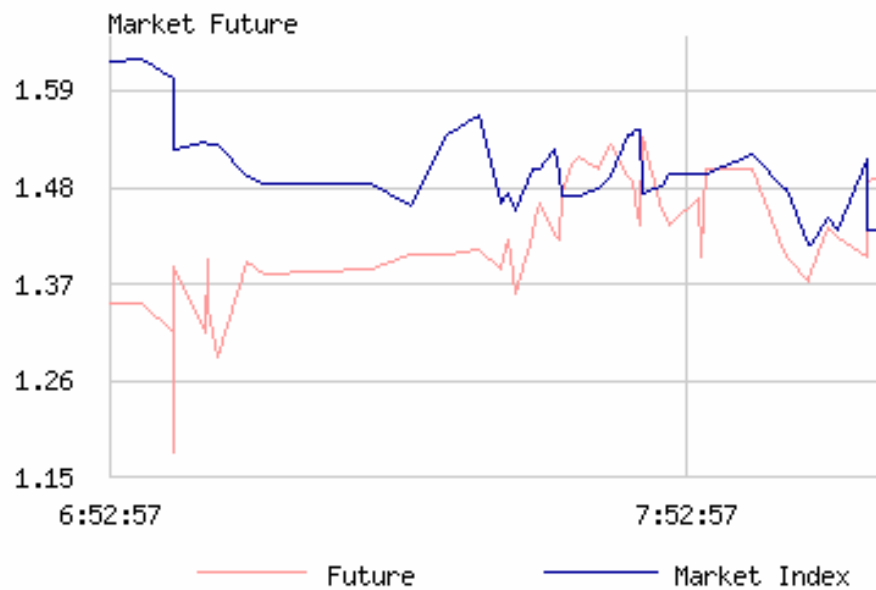


Figura 5.37: Future e Indice: 15 maggio ore 08:18

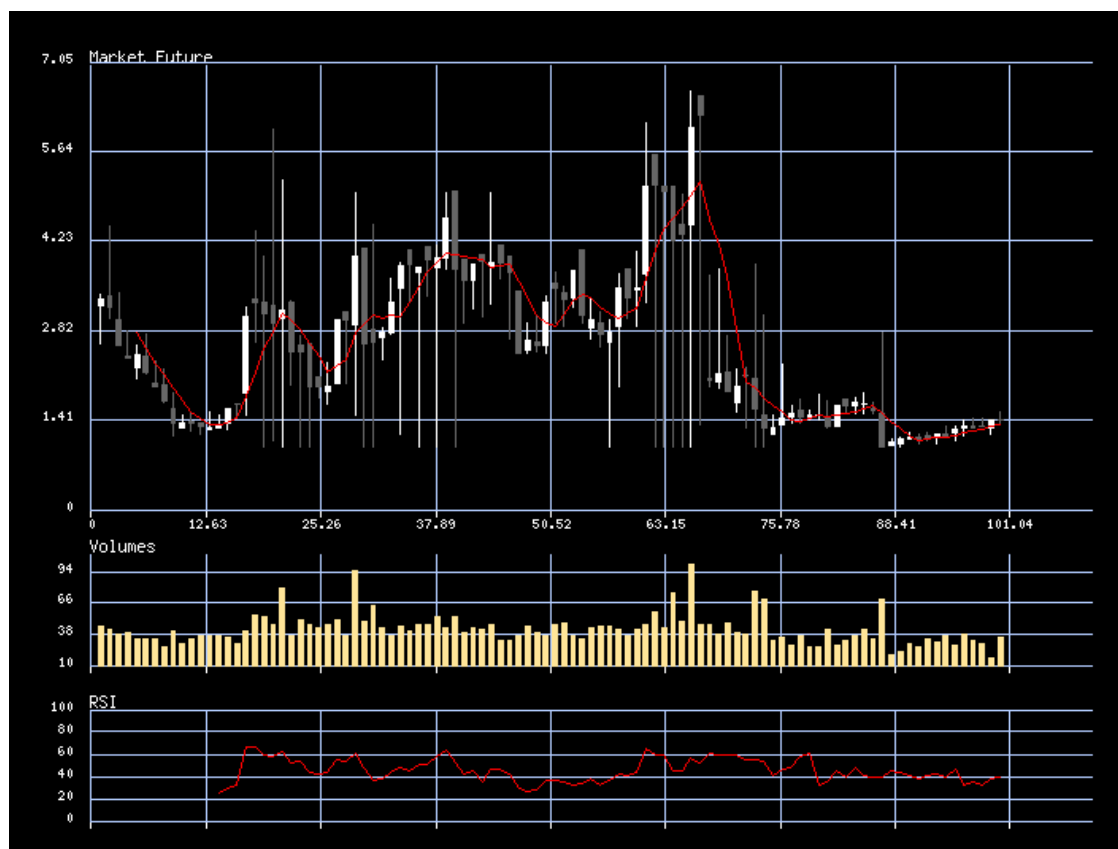


Figura 5.38: Future: 15 maggio ore 08:18

Durante la notte ci sono stati diversi eventi negativi, e lasciando tutto il mercato agli artificiali i titoli sono scesi molto in valore come dimostra il grafico 5.38 nella pagina precedente, dove possiamo notare una fortissima riduzione di escursione dei prezzi.

5.13.4 16 Maggio 2003

Da questa decisione in poi ogni azione dell'organismo di controllo sarà volta a favorire gli scambi e a diminuire eventuali impedimenti agli scambi prima allargando le bande per la conclusione dei contratti, poi riducendo i costi di commissione.

L'introduzione della regola del 10% ha avuto un grande successo nel moderare le bolle e gli outliner, stabilizzando il mercato. Tuttavia ha sostanzialmente congelato il mercato, riducendo del 50% circa gli scambi e bloccando prezzi e classifica. La percentuale sarà ampliata al 20% da venerdì 16 Maggio 2003 ore 18.00 per garantire un migliore funzionamento del mercato grazie ad una auspicabile rivitalizzazione degli scambi.

5.13.5 17 Maggio 2003

Il costo per ogni transazione sarà pari a 0,01 unità monetarie per qualsiasi numero di transazioni dalla giornata di domenica 18 maggio 2003.

5.13.6 19 Maggio 2003

La percentuale di variazione del prezzo dei contratti rispetto al prezzo di controllo passerà dal 20% al 30% durante la giornata di oggi.

5.14 *Scalping e Market Maker*

Durante il gioco è stata aperta una indagine sul giocatore 224 e sul 223. La loro difesa si è basata sul fatto che i loro comportamenti erano

perfettamente razionali e realistici: l'obiettivo è sempre quello di massimizzare la ricchezza

e che hanno partecipato

facendo molto "scalping", ossia operando sfruttando i differenziali denaro/lettera (ed eventuali inefficienze nei book/arbitraggi) così contribuendo a creare liquidità sul mercato. Ovviamente una simile operatività (molto diffusa sui mercati finanziari reali) comporta un notevole numero di operazioni ma ha il vantaggio di determinare una continua presenza di contenuti spread tra bid e ask. I guadagni per operazione sono limitati ma il risultato del trade è quasi sempre positivo.

Gli spread alti e la presenza di livelli di book "vuoti" favoriscono operazioni di "scalping" ancor più profittevoli.

In un mercato come quello simulato l'operatività più efficiente sembra proprio questa: il buy and hold non sembra premiante nel breve, l'analisi tecnica al momento non dà informazioni e gli "eventi" non sembrano aver impatto sul mercato (proprio come nella realtà).

Successivamente ci viene spiegata più dettagliatamente la strategia da loro utilizzata.

E' sufficiente attendere che, terminata l'asta di apertura, si posizionino in acquisto (o vendita) un numero limitato (2-3) di proposte di agenti artificiali nei book, essere sufficientemente rapidi per soddisfarle per poter assumere il controllo dello stesso book posizionandosi poi in acquisto a 1 o in vendita a 5-6-7-8. Proprio in queste situazioni gli agenti smettono di introdurre proposte in book limitandosi ogni tanto a servire il miglior danaro o la miglior lettera (e forse qui bisognerebbe intervenire sugli agenti impostando controlli sulla loro operatività con una regola che impedisca di andare a servire chi vende a 8 e compra a 1, con un control price molto inferiore o superiore). In questo modo si assume il controllo dei book e ovviamente si fanno i "soldi" (scalando posizioni in classifica). Si agisce facendo il mercato in qualità di market maker con degli spread enormi e questo comportamento credo verrà sanato solo in parte dai costi di transazione recentemente introdotti.

Se si guardano i log della mia operatività si vedrà come abbia fatto circa 45 punti tra le 17 e le 17.30 di venerdì: ipotizzando una ventina di operazioni (con 40 eseguiti) a 0.65 ciascuna il profitto netto sarebbe sempre di circa 19-20 punti.

E' ora necessario andare a definire più approfonditamente alcuni particolari tecnici della loro difesa, iniziando dallo *scalping*. Da un popolare sito ²⁷ ne otteniamo una definizione:

The major styles of equity trading are as follows:

1) Scalping - The scalper is an individual who makes dozens or hundreds of trades per day, thereby "scalping" a small profit from each trade by exploiting the bid-ask spread.

[...]

Identicamente abbiamo da un altro sito²⁸:

"What is scalping?". Simply put, scalping is a procedure which one makes a trade with a goal of only making a couple of points. Basically scalping is profiting from rather small moves in the market.

²⁷<http://www.investopedia.com/articles/trading/02/081902.asp>

²⁸http://www.marketvolume.com/content/chart_school/tutorial/intraday_scalping.asp

The majority of intraday scalpers tend to be futures players, as futures provide a liquid means of profiting from small moves in the market. Options traders can also perform scalping, but the options price does not always change as quickly as an index.

Ed infine un sito italiano²⁹ ci spiega i tre principali comportamenti sui mercati.

Che differenza c'è fra uno Scalper, un Day trader ed un cassettista?

Lo scalper è colui che svolge un'attività essenzialmente intraday, aprendo e chiudendo le operazioni in giornata. Lo scalper è il vero speculatore di borsa che entra ed esce in continuazione, accontentandosi di piccolissimi margini di guadagno ma ripetuti. L'obiettivo di queste operazioni è, dunque, un veloce ma contenuto guadagno unitario, che, riferito alle tante operazioni giornaliere, danno una percentuale di guadagno giornaliera accettabile. Lo scalping può essere allora definito come una tecnica per operare in intraday. In linea generale, poiché l'attività dello scalper è frenetica, in genere egli segue pochi titoli in modo da poter decidere meglio i momenti di entrata e di uscita.

I day trader eseguono operazioni quasi tutti i giorni ma utilizzando un criterio diverso di entrata o di uscita (per esempio basandosi sulle notizie, sull'analisi tecnica, sull'analisi fondamentale, ecc.). La differenza principale tra la metodologia adoperata per fare scalping e quella usata per fare daytrading sta nella scelta del momento in cui entrare o uscire: chi fa scalping è alla ricerca di un profitto facile e soprattutto veloce, mentre il daytrader ha un'operatività leggermente più ragionata.

Cassettista è colui che, dopo aver acquistato un titolo, lo "conserva" in un cassetto e se lo dimentica per un certo periodo: si può trattare di mesi o anche di anni. Il cassettista in genere dedica meno tempo alla borsa, guarda con più attenzione ai dividendi e cerca generalmente di stare lontano dalla speculazione.

La Security Exchange Commission (SEC) l'ente governativo statunitense risponde anch'essa spiegando sempre che cosa sia lo *scalping*³⁰.

Even in the context of the securities industry, scalping has several different meanings. Generally, scalping means the undisclosed selling of a security by a person or entity – such as an investment adviser, securities research analyst, or financial newsletter – who simultaneously recommends that you buy the security. It can also refer to a market maker, who, in violation of the Rules of Fair Practice of the NASD, adds an excessive markup or takes an excessive markdown on a transaction (commonly referred to as the five percent rule).

Al contrario della visione del *trader*, per cui lo *scalping* è una attività rispettabile e per la quale bisogna avere una certa esperienza unita a una buona conoscenza dei

²⁹<http://www.sostrader.it/didattica/domande.htm>

³⁰http://sec.broaddaylight.com/sec/FAQ_20_2237.shtm

mercati, per la SEC è semplicemente una pratica lesiva della concorrenza e che può falsare il mercato.

Nella lingua inglese *scalping* oltre a un ovvio richiamo alle tradizioni indiane e ai loro trofei di guerra (gli scalpi dei guerrieri avversari uccisi) a una pratica economica ricorrente, che si basa sul realizzare piccoli guadagni con operazioni compravendita³¹ non necessariamente solo finanziari.

La lettura che ne dà la SEC è di chi per compiere le sue operazioni si avvantaggia della propria posizione privilegiata, sia come analista, sia come *market maker*³², come essi stessi si definiscono.

5.15 Il giocatore 224

Tra i partecipanti che più hanno caratterizzato l'esperimento online sicuramente emerge il numero 224, il quale ha giocato solamente dal primo al quinto giorno ma, in questo poco tempo si è distinto per il gran numero di ordini immessi e il comportamento tenuto. Questo partecipante è tra quelli che sono stati richiamati durante il quarto giorno dell'esperimento poiché il suo comportamento è stato ritenuto scorretto. Dalla fine del primo giorno fino al momento in cui è stato cancellato dall'elenco dei partecipanti, a sua richiesta, ha mantenuto saldamente la prima posizione in classifica.

Gli ordini immessi (non si considerano per il momento le proposte che non hanno trovato contropartita) sono stati in totale 2361, il primo giorno 347, il secondo 1015, il terzo 800, il quarto 192 e 7 il quinto giorno.

Min	-20
1st Qu.	-2,59
Median	1,001
Mean	-1,2167
3rd Qu.	1,501
Max	9,97
Mode	1,001

Tabella 5.57: Statistiche sugli ordini del partecipante 224 in valore

Gli ordini sono stati concentrati sul future e sullo stock 2. Il minimo degli ordini è stato -20 (una vendita a prezzo 20), il massimo 9,970. La mediana 1,001 e la media -1,217. Il che conferma una maggioranza di ordini in acquisto (1449 contro 912), anche se il valore degli ordini in vendita è complessivamente maggiore. Gli ordini eseguiti sono stati 1632, suddivisibili in 250 il primo giorno, 748 il secondo, 540 il terzo, 89 il quarto e 5 il quinto.

³¹In Happel e Jennings (1995) troviamo una panoramica più generale del fenomeno, allargata ai mercati non finanziari, e delle leggi poste per contenere entro limiti accettabili gli scostamenti di prezzo proposti. In italiano potremmo rendere chi compie questa pratica con il termine "bagarini".

³²La Consob nei suoi "Quaderni di Finanza" (Minenna, 2003) definisce questo genere di comportamento, ossia quello di guidare un titolo sottile a livelli superiori rispetto a quelli che esprimerebbe il mercato creando l'apparenza di un mercato attivo, come *market manipulator*.



Figura 5.39: La ricchezza del giocatore 224

Durante i primi tre giorni, soprattutto, questo partecipante è stato protagonista di un'attività frenetica, imitata in seguito da altri partecipanti, ed è riuscito a portare la sua ricchezza fino ad oltre il livello 3000.

Per dare una idea dell'attività frenetica possiamo descrivere sinteticamente la sua operatività. Il primo giorno di esperimento ha iniziato a giocare alle 9:43 e terminato alle 17:29, mantenendo una media di un ordine ogni 80,7 secondi. Il secondo giorno dalle 7:28 alle 22:30 con una media di 50,3 secondi. Il terzo giorno migliorano sensibilmente le performance, giocando dalle 13:13 alle 22:12 con una media di 40,4 secondi per ordine immesso.

Analizzando i dati che si riferiscono alle operazioni effettuate si nota immediatamente quali sono state le operazioni che gli hanno permesso di raggiungere così velocemente un livello così alto di ricchezza. Il metodo seguito da questo partecipante sfrutta alcune caratteristiche di *SumWeb* e la scarsa partecipazione di altri agenti umani nei primi giorni dell'esperimento. Innanzitutto approfitta della possibilità di indebitarsi a tasso zero e della possibilità di vendere allo scoperto; due cose non criticabili a priori perché il progetto Sum è nato con scopi di ricerca economica e non è mai stata data molta importanza a queste caratteristiche finanziarie. L'umano che gioca in *SumWeb* è paragonabile a un broker, che riesce a indebitarsi a tassi agevolati, e riesce a ottenere titoli in garanzia per coprire le sue posizioni. Tuttavia nella realtà l'uso di questi strumenti è limitato. Gli autori di Sum permettono la vendita allo scoperto e indebitamento a tasso zero in quanto sono maggiormente interessanti ad osservare la formazione di un mercato piuttosto che il mercato creditizio. Qui si vuole mettere in evidenza come il partecipante 224 abbia approfittato di queste possibilità comportandosi come se disponesse di ricchezza infinita e azioni infinite, indebitandosi moltissimo e acquistando enormi quantitativi di azioni.

Approfitta di queste caratteristiche, ma soprattutto della scarsa partecipazione di altri agenti, in quei primi giorni sia umani che artificiali. Trovando un mercato spesso illiquido (a volte in un lato di un book comparivano solo uno o due ordini), trovando poca concorrenza, poca contropartita per ordini che vanno "controcorrente", ha adottato una strategia volta a controllare entrambi i lati del book e quindi a decidere autonomamente l'andamento delle azioni.

Volendo entrare nel dettaglio si può descrivere la strategia del partecipante 224 in questo modo: ha iniziato comprando titoli (soprattutto il future), come d'altronde

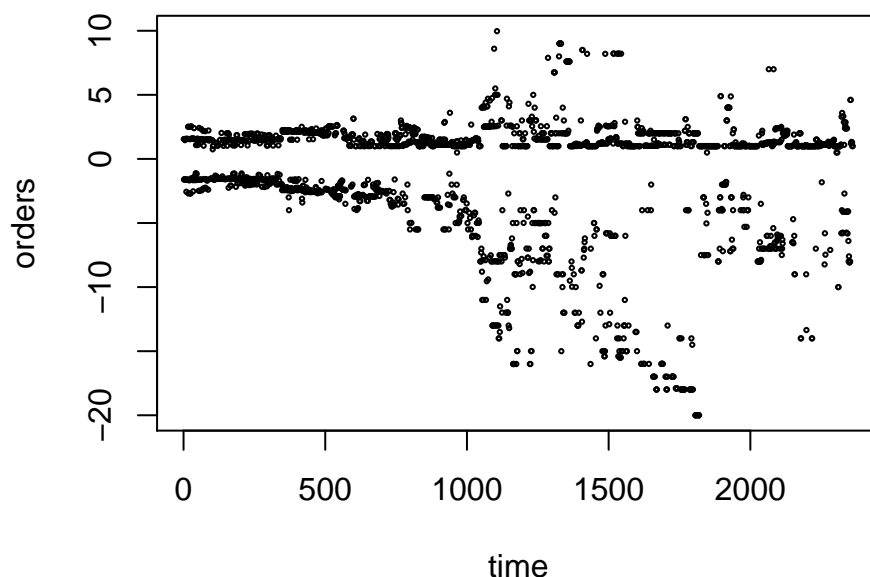


Figura 5.40: Gli ordini del giocatore 224

hanno fatto quasi tutti. Gli ordini di acquisto avvengono normalmente a lettera, e quindi eseguiti prontamente. Successivamente ha immesso ordini in vendita a valori molto elevati, generalmente al limite del 90% dal prezzo di controllo; ovviamente questi ordini non venivano subito eseguiti, ma si accodavano al fondo del lato "sell" del *book*. A questo punto iniziava a comprare immettendo prezzi in modo che venissero subito eseguiti, dunque in breve svuotava il lato "sell" del *book* (per ultimi eseguiva i contratti che corrispondevano alle sue proposte di vendita precedentemente immesse). Dunque senza perdite riusciva a far salire il prezzo delle azioni portandolo al limite del 90% dal prezzo dell'ultima asta. Senza perdite perché i titoli che pagava di più erano quelli che corrispondevano ai contratti con se stesso e gli altri erano ad un prezzo sicuramente più basso di quello a cui poi li vendeva una volta che il titolo era salito. Poteva accadere che in alcuni momenti gli unici ordini presenti nel *book* da ambo i lati fossero immessi dal partecipante 224.

Gli ordini quasi sempre stati inviati a gruppi di 5 10 sullo stesso *book*. Venivano immessi molto velocemente con pochi secondi (3 o 4) di pausa, quindi dopo un probabile studio dei *book* e dei grafici l'attività si spostava su un altro *book*.

La strategia riusciva grazie alla scarsa liquidità presente nel *book* e grazie agli agenti "random" che ovviamente non possono rendersi conto di cosa effettivamente succede nel *book*, ma tengono conto solo dell'ultimo prezzo eseguito e giocano basandosi solo su quello.

Dunque, sfruttando queste due caratteristiche del modello il partecipante riusciva a controllare il *book* applicando principalmente la strategia descritta, e assicurandosi da ogni possibile "disturbo" di altri agenti (umani o artificiali) immettendo proposte

appena inferiori (o superiori) degli altri prezzi. Una volta aumentato il prezzo gli agenti random aiutavano a mantenerlo alto basandosi su di esso per immettere le proprie proposte. Dopo il primo giorno altri umani hanno seguito strategie di acquisto simili, anche se probabilmente motivati più dall'effetto bolla che non da una minuziosa strategia.

Il comportamento descritto è emerso fin dalle prime ore del primo giorno e ha subito dato luogo a sospetti. Il secondo giorno è stato deciso di contattare il partecipante insieme ad un altro, il numero 223, che, solo inizialmente, aveva assunto lo stesso comportamento. Gli è stato segnalato chiaramente che si notava un'iperattività leggendo i suoi *log* e gli si chiedeva spiegazioni. Nella risposta (indiretta, perché tramite l'altro partecipante) egli ha voluto principalmente spiegare come il suo modo di operare fosse un modo per risolvere il problema della mancanza di liquidità del modello ed evidenziare che nel modello *SumWeb* mancava un rigido controllo sui prezzi.

Fino alla giornata di lunedì 12 Maggio (il quinto giorno dell'esperimento), in cui il partecipante stesso ha chiesto di essere cancellato dalla classifica e si è autoescluso dall'esperimento, c'è stato uno scambio di idee e commenti tra il professor Terna (principalmente) ed il partecipante in questione. In seguito a queste mail e ai comportamenti, ritenuti scorretti, che si stavano diffondendo anche tra altri partecipanti, è stato deciso di apportare le già descritte modifiche al modello.

Il comportamento descritto è stato ritenuto scorretto poiché mirava ad impossessarsi del controllo del *book* e quindi a muovere il titolo a proprio favore falsando completamente il mercato. Certamente se *SumWeb* avesse avuto molti più agenti artificiali attivi in quei giorni e se ci fosse stato un severissimo controllo sui prezzi questa occasione non si sarebbe mai nemmeno presentata.

Ma il modello *SumWeb* è un modello che simula la realtà (e la semplifica) ed è in continua evoluzione. L'esperimento è stato condotto utilizzando la versione di *SumWeb* sviluppata fino a quel momento, sicuramente limitata e con alcune debolezze, ma è stato fatto per iniziare una ricerca scientifica. Di fatto adottando un comportamento simile si sfrutta l'incompletezza del modello per migliorare la propria posizione in classifica e si altera l'esperimento.

Non era possibile lasciar continuare questo e altri partecipanti nell'operazione di "controllo dei *book*" perché lasciandoli liberi di operare come volevano avrebbero completamente falsato il mercato allontanando la simulazione dalla realtà e rendendo inutile l'esperimento. Occorre comunque riconoscere che le critiche al modello apportate dal partecipante 224 sono fondate (se giocavano solo gli agenti *random* la liquidità era effettivamente scarsa e i controlli sui prezzi delle proposte erano limitati) e bisogna dare atto al partecipante di aver dimostrato, col proprio comportamento, di quanto un operatore con grosse quantità di liquidi e titoli possa muovere il mercato.

5.15.1 Una sessione di *trading*

Possiamo descrivere una tipica sessione di gioco di un concorrente che è stato ammonito, partendo da un *book* di negoziazione come quello di 5.58 nella pagina seguente dove gli ordini in grassetto sono quelli immessi dagli altri operatori.

Buy	Sell
11	

Tabella 5.58: Book: t_0

Il prezzo di controllo è fissato a 9. Questo significa che il sistema non accetterà ordini che siano inferiori a 0.9 e superiori a 18.9.

Come nei primi giorni di gioco non esistono altri controlli.

Il nostro giocatore decide di immettere alcuni ordini di acquisto (tre) al prezzo 2. tabella 5.59

Buy	Sell
11	
2	
2	
2	

Tabella 5.59: Book: t_1

Quindi immette un ordine di vendita a 18 e uno a 14 che si ordinano come in tabella 5.60.

Buy	Sell
11	14
2	18
2	
2	

Tabella 5.60: Book: t_2

L'obiettivo è sempre quello di massimizzare il proprio profitto riuscendo ad acquistare a un prezzo molto basso (2) e vendendo a uno molto alto (14 o 18).

Una buona occasione di guadagno è rappresentata dalla presenza della proposta di acquisto a 11 nel lato *buy* del *book*. Il nostro giocatore può immettere una proposta di vendita a 11 (o anche a meno) ed eseguire a 11 il contratto immediatamente lasciando il *book* come in tabella 5.61 nella pagina successiva.

Buy	Sell
2	14
2	18
2	

Tabella 5.61: Book: t_3

Un secondo agente può cogliere questo nuovo prezzo per immettere un ordine di acquisto a 14, che viene immediatamente abbinato a quello precedente immesso portandoci alla situazione illustrata dalla tabella 5.62

Buy	Sell
2	18
2	
2	

Tabella 5.62: Book: t_4

A questo punto il concorrente ha tre scelte per movimentare il mercato e continuare il suo guadagno:

- si sposta su altro book, aspettando per quel che riguarda questo
- un agente sensibile agli eventi (o un random art o umano, che forse si è sbagliato) lo serve sui suoi prezzi
- lo fa lui stesso, immettendo un ordine di segno opposto.

Comprando le proprie azioni smuove il mercato e chiude le proprie posizioni aperte andando a realizzare i suoi guadagni. Ovviamente lo scambiare azioni con se stessi è un modo come un altro per falsare il mercato, e avendo sotto controllo il *book* questa operazione diviene molto semplice.

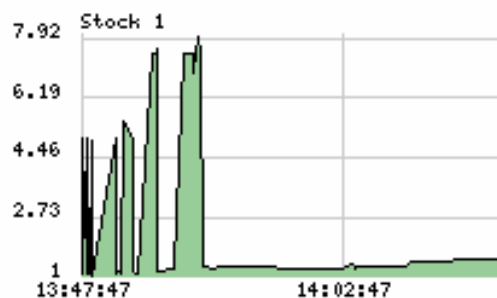
Lo stesso regolamento della borsa italiana nega la possibilità di inserire proposte di segno contrario, a meno chi le immetta non sia un operatore per conto terzi, e che comunque queste proposte rispecchino ordini di terzi e non personali.

Articolo 4.1.10

Negoziazione continua

6. Gli operatori possono eseguire contratti, mediante apposita funzione (cross order), abbinando due proposte di segno contrario e di pari quantità, alle seguenti condizioni:

- a) le proposte devono riflettere ordini di terzi;
- b) il prezzo di esecuzione deve essere compreso tra il prezzo della migliore proposta in acquisto e quello della migliore proposta in vendita presenti nel mercato al momento dell'immissione, estremi esclusi.

Figura 5.41: Lo *Stock B* il 14 Maggio alle 14:31

Il regolamento tende inoltre a sottolineare come il prezzo non possa piegarsi al volere dell'operatore, ma debba rispettare le condizioni del mercato di quel momento.

Se un altro agente immettesse un ordine di vendita a 1,5 o a 2 concluderebbe un contratto a 2, ottenendo il risultato illustrato in tabella 5.63.

Buy	Sell
2	18
2	

Tabella 5.63: Book: t_5

In questo semplice esempio con solo tre contratti conclusi la liquidità è passata da 0 a 23, ed è calcolata come somma dei flussi contabili di acquisto e di vendita dei titoli: 11, 14, -2.

In portafoglio c'è ancora un titolo, venduto allo scoperto il cui valore di mercato è 2 (l'ultimo prezzo eseguito).

La ricchezza totale sarà ottenuta come somma tra la liquidità (23) e il valore del portafoglio (-2) per un controvalore di 21.

In alcune occasioni questi giocatori si sono visti costretti a chiudere contratti a prezzi apparentemente sconvenienti; in realtà il contratto appena chiuso eliminava un ordine "scomodo" immesso da un altro partecipante.

Un esempio reale lo possiamo ammirare nel grafico 5.41, dove notiamo una serie di singoli prezzi crescenti (fra 4,46 e 7,93) che svettano su un prezzo "normale" che sarebbe di poco superiore a 1.

5.15.2 Prezzi insensati

Che cosa hanno sfruttato per far muovere il prezzo a loro piacimento?

La nostra analisi ci ha portato a stabilire che i giocatori riuscivano a monopolizzare il mercato prendendo il controllo dei *book* e questi erano i principali fattori che glielo permettevano:



Figura 5.42: La ricchezza del vincitore

mercato illiquido

randomAgent che immette ordini con uno scostamento del 10% dall'ultimo eseguito, e l'*eventAgent* che ha una oscillazione molto più ampia.

umani bizzarri che hanno immesso ordini palesemente stravaganti

mancanza controllo

liquidità infinita

indebitamento a tasso zero che ha permesso loro di indebitarsi infinitamente

lentezza nel seguire il mercato e nell'immettere gli ordini, da parte della maggioranza dei partecipanti. I giocatori come il 224, si preparavano molto attentamente usando tempistiche efficienti

Secondo una dei giocatori il problema era:

solo quello della liquidità del mercato (amplificata dall'assenza di meccanismi di controllo negli scostamenti tra denaro e lettera e dall'assenza di strumenti di sospensione delle transazioni in caso di prolungate anomalie nei prezzi) e non quello dell'eccesso di operatività.

5.16 Il vincitore

Il giocatore 331, che ha vinto, ci ha concesso uno scritto in cui commenta la sua strategia, che riporto integralmente.

La mia strategia è stata cambiata a seconda delle mutazioni del mercato, o meglio di quelle fasi del mercato in cui mi trovavo ad operare. Inizialmente ho pensato che la cosa migliore potesse essere accumulare azioni ed all'inizio ho fatto così, ma tale modalità l'ho seguita per poco, in quanto mi sono reso conto che il mercato era soggetto a molte oscillazioni, dalle quali era possibile trarre notevoli profitti in poche giornate di borsa.

Guardando i movimenti sui book ho notato che in alcuni momenti si formavano bolle rialziste o ribassiste³³; quando si verificavano tali situazioni, il mio compito, sapendo (sperando) che le bolle sarebbero rientrate, non appena la pressione degli ordini sarebbe finita, era quello di mettermi come controparte alla formarsi della bolla. Tale strategia è risultata vincente e ripetibile più volte, poiché le bolle si formavano di frequente e si sgonfiavano altrettanto di frequente.

Quindi se la bolla era rialzista io mi limitavo a vendere a qualsiasi controparte, ovviamente dopo un certo livello di prezzo da me ritenuto già sufficientemente alto da permettermi di assicurarmi un guadagno di un certo spessore in fase di riacquisto; così facendo allo sgonfiarsi della bolla iniziavo a vendere piano piano. Il vendere piano piano era commisurato a quanti ordini di acquisto erano presenti sul book; se questi erano pochi io inserivo pochi ordini di vendita appaiando tutti i prezzi, questo per non correre il rischio di non riuscire a vendere tutti i miei titoli prima di ri-accumulare e ricominciare il tutto. La vendita dei miei titoli aiutava i prezzi ad andare a ribasso e questo accelerava i tempi a ma necessari per sbarazzarmi dei titoli. Se la bolla era ribassista, acquistavo a livelli bassi, sapendo che prima o poi una bolla sarebbe ripartita e quindi sarei riuscito a vendere a prezzi più alti.

La difficoltà nel gestire questa tecnica è stata quella di tenere sotto controllo i prezzi a cui inserivo gli ordini, per essere sicuro di ricavare in media sempre dei guadagni; il problema è stato risolto, dopo qualche problema iniziale, semplicemente scrivendo su un foglio quanti titoli erano in mio possesso e a quali prezzi li avevo acquistati, così assumendo poi la posizione contraria ero in grado di decidere bene quali prezzi per me erano profittevoli e quali no.

Min	-21
1st Qu.	-4
Median	1,28
Mean	-1,123
3rd Qu.	3,489
Max	16,997
Mode	5

Tabella 5.64: Statistiche sugli ordini del giocatore 331 in valore

L'unico errore rilevante commesso è stato quello di acquistare il titolo 2 ad un prezzo troppo alto rispetto a quello che probabilmente era il suo prezzo medio; infatti dopo circa una settimana, mi sono trovato con un sacco di titoli 2 a prezzo decisamente sopravvalutato rispetto a quello

³³si è scoperto dopo che erano opera di altri giocatori e della quantità esagerata di ordini immessi.

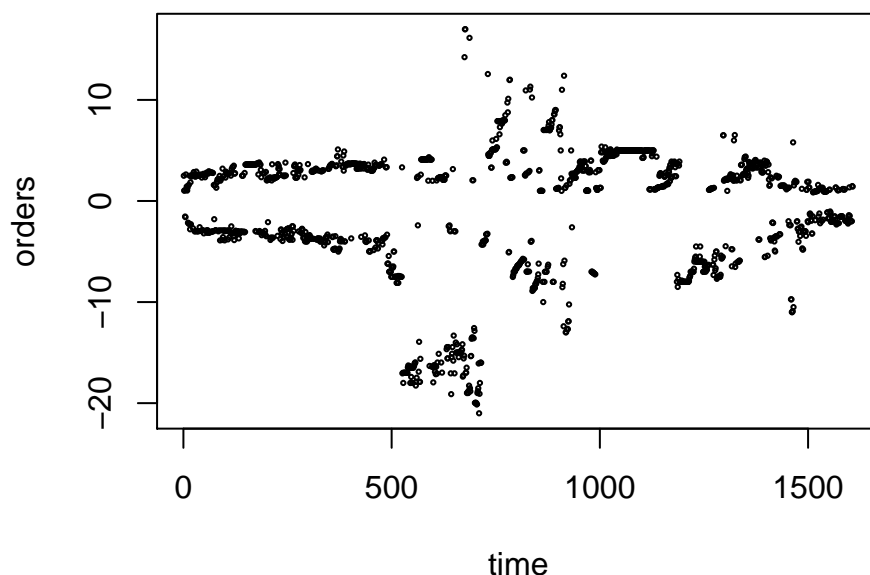


Figura 5.43: Gli ordini del giocatore 331

di mercato con il risultato di avere una valorizzazione dei miei titoli in portafoglio decisamente inferiore rispetto a quella a cui li avevo pagati.

In concomitanza c'è stato l'abbandono del giocatore 224, il più grande creatore di bolle e di conseguenza la mia tecnica è risultata meno attuabile; inoltre concomitante a tutto ciò c'è stato l'inserimento del prezzo dei contratti (oltre dieci contratti eseguiti) che ha inciso notevolmente sui contratti conclusi a prezzi bassi. Infatti, la mia situazione era quella di possedere circa 100 titoli 2 con valorizzazione decisamente maggiore rispetto al prezzo di mercato che oscillava tra 1 e 2 circa; tale situazione ha comportato la necessità di cambiare strategia.

Ho iniziato ad accumulare titoli 1 e 3, ma principalmente 1, a prezzi bassi, senza incidere troppo sui corsi azionari, in modo che non fossero soggetti a spinte rialziste anomale; quando i prezzi salivano vendevo contemporaneamente titoli 1 e 2, stando attento a non sforare i 10 contratti giornalieri (questo non è sempre riuscito). In questo modo la valorizzazione del mio portafoglio titoli aumentava, perché mi liberavo dei titoli *lemmon* congiuntamente ai titoli *plum*.³⁴

L'idea era quella di liberarmi completamente dei titoli 2 in favore

³⁴ Letteralmente limoni e prugne, *lemmon* sono titoli "bidone" e i *plum* sono invece titoli buoni. La terminologia deriva dal mercato delle auto usate. Quindi congiuntamente si liberava di titoli non buoni, in perdita, e anche di titoli buoni, che però erano in attivo; questo per non far sì che si erodesse il capitale.

di un'operatività su titoli 1 e 3, ma principalmente titoli 1, in quanto sembravano più trattati e quindi garantivano una maggiore liquidità.

L'inserire commissioni a soglia nella contrattazione dei titoli è stata una limitazione all'operatività, giustificata solo dal fatto che la necessità dell'esperimento era quella di vedere un mercato in formazione. La corretta imposizione di commissioni sarebbe quella percentuale sul controvalore.

Se c'è un operatore che vuole assicurarsi 100 azioni del titolo 1 al prezzo di 1 deve pagare somme per $0,15 \cdot 100 = 15$, cioè per un importo pari al 15% del controvalore d'acquisto; significa che le sue attese di rialzo di prezzo (perché le aspettative sono unicamente legate al capital gain, in quanto i dividendi non ci sono) su quel titolo, devono essere per forza oltre il 15 %. E' probabile che disposti a tali sacrifici siano solo operatori decisamente propensi al rischio, mentre quelli indifferenti o avversi al rischio ne rimarrebbero fuori. Nella realtà, più compro meno pago di commissioni, in quanto quasi tutti gli operatori hanno un massimo di commissione imponibile (alcuni anche un minimo).

Il valore delle commissioni nel mercato reale sale dal minimo di commissione fino al massimo, mentre l'incidenza marginale su ogni contratto concluso tende a zero all'aumentare dei contratti avendo come massimo la commissione minima.

In *SumWeb* la struttura della realtà è stata alterata, infatti l'incidenza dei costi sul controvalore è costante e bassa per poi diventare alta dopo la decima operazione.

Ovviamente alcuni operatori come me, pur essendo propenso al rischio, hanno ridotto l'operatività giornaliera³⁵, pur mantenendo un livello discreto di operatività.

Si può aggiungere osservando la distribuzione degli ordini in figura 5.43 nella pagina precedente, che dopo una prima fase, ha alternato momenti di prevalente vendita a momenti di prevalente acquisto, riuscendo a sfruttare i momenti migliori del mercato.

Il vincitore ha avuto un tasso di rendimento giornaliero dello 0,022 su base annua o dello 0,01090 se consideriamo due anni di gioco.

5.17 Altre strategie

In questo paragrafo andiamo ad analizzare le altre strategie che ci sono state riferite.

Spesso i giocatori utilizzavano i *book*, lo *spread* denaro-lettera, piuttosto che i

titoli che mi sembravano sottoutilizzati dai volumi

per le loro decisioni, oppure:

³⁵Come mostrato dall'analisi dei dati.

il grafico a candele e l'RSI sono molto utili. Però le mie scelte si basavano principalmente sui prezzi di acquisto e vendita della pagina "data feed"

Giocando pochi minuti al giorno, non sono riuscito a sfruttare il mercato. Di conseguenza ho cercato di mediare le perdite acquistando a prezzi via via inferiori.

Nei primi giorni c'erano escursioni di prezzo "folli", per cui era difficile fare scelte ragionate.

Anche quando il mercato si è calmato, per qualche giorno i grafici non erano molto utilizzabili perché le escursioni dei primi giorni rendevano assai poco significativi i valori più recenti.

Col tempo, però, tutto è stato sistemato.

Diciamo che ho analizzato i book pensando che si tratti dei prezzi precedenti e in base a questo ho deciso gli acquisti basandomi su un discorso di probabilità, quando qualcosa scende prima o poi deve salire...

All'inizio cercavo di dare un senso razionale alle mie scelte guardando i grafici. poi ho visto che dei giocatori hanno iniziato a speculare e così i grafici sono diventati poco significativi

Il grafico della ricchezza è risultato gradito perché:

dà un'idea veloce di quanto hai mosso al turno prima, se i prezzi sono andati su o giù, alla grossolana un indice portafoglio titoli se non muovi nulla al turno prima

5.17.1 Il giocatore 312

Il giocatore 312 ci ha raccontato una serie di opinioni molto risolutive, ma ahimè, spesso contrastanti tra loro.

Non è che ho molto tempo, ma principalmente, compravo a lettera tutto quello che c'era quando vedevo che c'erano più ordini di vendita che di acquisto (buona previsione del titolo di scendere) quindi i miei acquisti diventavano sempre più vantaggiosi e contribuivano a sostenere il titolo, ovviamente man mano che il prezzo scendeva compravo di più per compensare gli acquisti a prezzo più alto, e poi ad evento positivo oppure quando il titolo cominciava a salire vendevo oculatamente sempre senza svendere insomma. attirando il compratore, sempre un poco più su del prezzo attuale, egli era convinto che dopo una discesa (quella appena passata - dove io o comperato) il titolo sarebbe risalito.

Altra buona cosa, mi piace smuovere da un titoli all'altro in momenti di quiete, quando non sale e non scende il nuovo titolo, mi sembra un buon momento di solito per cambiare strada, non lo faccio mai come fanno in molti di SALIRE sul cavallo in corsa, troppo rischio, io cambio cavallo quando tutto va tranquillo!

questo mercato è un po' tendente al rialzo: la via più facile per arricchirsi è comperare a iosa

5.18 Dubbi, difetti, sviluppi futuri del modello

Nel corso dell'esperimento abbiamo potuto notare, grazie anche alle segnalazioni e ai suggerimenti dei giocatori, alcune limitazioni del modello e le elenchiamo qui di seguito.

Molti di essi più che veri e propri difetti sono possibilità di nuove evoluzioni del modello.

nuovi agenti Visti i risultati dell'esperimento si potrebbe ipotizzare di costruire nuovi agenti software che seguono logiche e strategie più sofisticate, ricavate da quelle degli umani.

dubbi Spesso abbiamo dovuto rispondere a domande teoriche sul funzionamento del mercato e sulla teoria del mercato. Le domande più frequenti riguardavano il future, il suo rapporto con l'indice, e il funzionamento dello stesso indice.

Di fatto il future è stato meno compreso e meno usato dagli umani, nonostante in media si sia comportato come gli altri titoli, grazie anche all'agente arbitraggista.

Altre domande riguardavano più da vicino la struttura del mercato, chiedendo spiegazioni sulla figura del banditore³⁶.

Per i prossimi esperimenti si potrebbe creare un *booklet* sui mercati finanziari.

ricchezza Sarebbe anche gradito avere un aggiornamento in tempo reale delle proprie posizioni.

immissione ordini Sarebbe gradito un sistema più evoluto di immissione degli ordini, con l'inserimento di ordini al meglio e la revoca di quelli inseriti e non ancora eseguiti.

orologio Si è sentita la necessità di un "orologio" che misurasse il tempo della giornata simulata.

pochi titoli Si potrebbe aumentare il numero di titoli trattati

24/24 Alcuni giocatori si sono lamentati di un mercato continuo, mentre altri ne erano entusiasti. Il vantaggio è che permette a chiunque di collegarsi senza vincoli di orario, sfruttando il proprio tempo libero. Il difetto è che in alcuni momenti della giornata una persona può approfittare di un mercato più sottile per effettuare le proprie speculazioni.

storico ordini Si ritiene sarebbe utili disporre di un riepilogo ordini immessi sull'interfaccia.

³⁶Era difficile spiegare che non esiste il banditore, e che non esiste neppure in Borsitalia alla quale ci siamo ispirati per il nostro mercato.

quantità negoziabili In una fase preliminare avevamo scartato l'ipotesi di lasciare una quantità libera agli agenti umani, temendo che questi avrebbero potuto approfittarne inserendo migliaia di ordini sul mercato.

Una possibilità sarebbe quella di concedere un *range* limitato agli umani entro il quale operare (eg: da 1 a 10 azioni per ordine).

future e opzioni Si potrebbero inserire scadenze temporali per il future, e eventualmente inserire altri derivati sul mercato

eventi Gli eventi sono risultati graditi a una parte dei giocatori, che però hanno lamentato una successione troppo veloce degli stessi, senza possibilità di reagire o di notare cambiamenti nel mercato.

Sarebbe anche loro gradito una personalizzazione dell'evento al di là delle frasi standard che abbiamo usato.

commissioni Sarebbe opportuno riesaminare anche i costi di commissione, testando differenti impatti tra commissioni fisse e commissioni percentuali.

scoperto In molti hanno chiesto che venissero delle commissioni per chi gioca allo scoperto, sia per disincentivare questa pratica sia per aumentare il realismo del modello.

portfolio iniziale Si è anche suggerito di dare a ogni partecipante un portfolio iniziale.

Questa soluzione snaturerebbe il modello, che tende comunque a esaminare al creazione e la dinamica del mercato. Mentre reputo più realistiche e funzionali le ipotesi di lavoro sui costi di commissione e sul tasso di interesse per lo scoperto.

analisi fondamentale Una parte dei giocatori ci ha chiesto di avere delle informazioni sulle società emittenti i titoli, bilanci, quantità di titoli emessi, ecc.

Abbiamo notato una discreta difficoltà a separare il concetto di azione dal concetto di impresa.

5.19 Conclusione

Hom0 bulla est ci ricorda Fabrizio Galimberti (Galimberti, 2002) citando Marco Terenzio Varrone (Reatino).

Analizzando i risultati dell'esperimento sia da un punto di vista statistico e finanziario, che da un punto di vista psicologico, che l'uomo è attratto fatalmente dalle speculazioni e dalle bolle, e dalla creazione di valore.

Anche in altri esperimenti di mercati finanziari (Ball e Holt, 1998) si sono create bolle speculative, andando a confermare la teoria del capitolo 1 a pagina 10.

Abbiamo visto che uno dei vantaggi offerti da *SumWeb* è quello di poter essere usato come strumento didattico sulla borsa valori, perché come si rammenta in Holt (1999) calano i giocatori nell'ambiente economico studiato.

Un secondo vantaggio è la semplicità del modello rispetto ad altri, come l'*Iowa Electronic Markets*³⁷, dove vengono trattati *future* sulle elezioni politiche e si effettuano previsioni sull'andamento delle stesse tramite l'andamento dei corsi o quello proposto in Holt (1996), dove gli studenti simulano un mercato finanziario con carte da gioco e complicati calcoli da fare su fogli di carta. L'ambiente proposto è molto simile a quello di un vero mercato di borsa e ai siti di *trading online*.

Lo strumento *SumWeb* si è rivelato solido con molte strade di ricerca future aperte e l'esperimento ha dato ottimi risultati realistici di fronte ad analisi finanziarie come il modello *Capital Asset Pricing Model* o l'analisi *Candlestick*.

³⁷<http://www.biz.uiowa.edu/iem> si vedano Berg e altri (2003) e Oliven e Rietz (2003)

Appendice A

La guida dell'esperimento

Simulazione di borsa - Esperimento dell'8 - 21 Maggio 2003 Mini-Guida per i partecipanti

- Nel mercato ci sono tre azioni (A, B e C) ed un future collegato ad un indice di mercato. Ad ogni azione corrisponde un book di negoziazione (più semplicemente "book"): i book 1, 2 e 3 sono per le azioni, il book 4 per il future. Il book è formato da due colonne (buy e sell): nella prima compaiono ordinati in senso decrescente tutti gli ordini di acquisto, nella seconda ordinati in senso crescente tutti gli ordini di vendita.
- Il future è uno strumento finanziario derivato, il cui valore dipende sostanzialmente dal sottostante, in questo caso dall'indice di mercato, esattamente come il Fib30 ha come sottostante l'indice Mib30.
- Oltre agli agenti umani giocano 200 agenti artificiali, 10 agenti sensibili ad avvenimenti esterni alla borsa (che vengono comunque generati all'interno della simulazione e comunicati a tutti i partecipanti) ed un arbitraggista (sempre artificiale), per un totale di 211 agenti.
- L'arbitraggio è un acquisto, oppure una vendita, di uno strumento finanziario, quindi un'azione, a cui si abbina contemporaneamente un'operazione di segno opposto per un equivalente quantitativo di contratti futures. Più semplicemente l'arbitraggista effettua una operazione con pochi rischi poiché cerca di sfruttare i temporanei disallineamenti nel valore di mercato tra il future ed il titolo sottostante. L'arbitraggista contribuisce a mantenere l'allineamento dei valori tra indice e future sull'indice.
- La quantità di ogni ordine è fissa ed è pari a una azione.
- Ogni giornata di borsa ha tre fasi, come nella borsa reale: asta di apertura, negoziazione continua, asta di chiusura. Nella simulazione le aste durano circa 10 minuti l'una, la negoziazione continua circa 40 minuti. Una giornata completa: 1 ora circa. Durante le aste (che funzionano nello stesso modo) gli agenti immettono, se vogliono, uno o più ordini. Viene determinato un prezzo d'asta secondo le regole dettate dal Regolamento della Borsa Italiana (<http://www.borsaitalia.it/ita/servizi/regolamenti/>) e gli scambi

hanno luogo solo al termine dell'asta (al prezzo attuale d'asta). Durante la negoziazione continua gli scambi, se ci sono le condizioni avvengono subito. Il contratto nasce dall'abbinamento del miglior prezzo in buy con il miglior prezzo in sell.

- La ricchezza iniziale è zero unità monetarie. Per acquistare: ci si indebita automaticamente a tasso zero. Per vendere: si possono vendere allo scoperto azioni e future, cioè senza possederli.
- La ricchezza è calcolata alla conclusione di ogni giornata tenendo conto delle azioni possedute nel portafoglio, del loro valore e della liquidità. Ovviamente il calcolo viene fatto anche per le posizioni "scoperte". Quindi si può avere ricchezza negativa.
- Il prezzo di controllo di un titolo è pari all'ultimo prezzo d'asta determinato per quel titolo. Non sono ammesse proposte di negoziazione contenenti prezzi che si discostano oltre il 90% dal prezzo di controllo.

Le pagine sono state costruite per adattarsi a schermi di 1024 * 768 pixel di definizione. Si può usare qualsiasi browser (Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla, ecc.) che supporti i frames (la versione deve essere maggiore della 2 per Internet Explorer e Netscape). Si può usare qualsiasi sistema operativo (Mac OS, Windows, Linux, ecc.).

A.1 Interfaccia

Nella pagina principale si possono vedere:

- La fase della giornata (Opening Auction, Continuous Trading, Closing Auction, ossia Asta di apertura, negoziazione continua e asta di chiusura)
- La propria posizione: ricchezza (valore e grafico), liquidità e titoli posseduti
- Annunci di eventi, positivi o negativi, accaduti nel mondo simulato e eventuali conferme di contratti conclusi
- Prezzi dei titoli, valori dei prezzi di controllo, e valore dell'indice di borsa
- Form per inviare proposte
- Links alle altre pagine

In questo esempio possiamo vedere nei messaggi due ordini eseguiti. Nei messaggi di conferma di esecuzione degli ordini sono sempre indicate la data e l'ora alla quale l'ordine è stato eseguito, il Book sul quale è stato eseguito e il prezzo. Il prezzo sarà indicato come positivo nel caso di acquisto e negativo nel caso di vendita.

Il messaggio: "*Order exeuted on Sun May 4 13:45:04 2003 at price -1.2200 on Book 4*" indica ad esempio che l'ordine di vendita sul book 4 (il future) è stato eseguito a 1,22 unità monetarie.

Gli annunci di eventi si dividono in quattro livelli secondo la loro gravità:

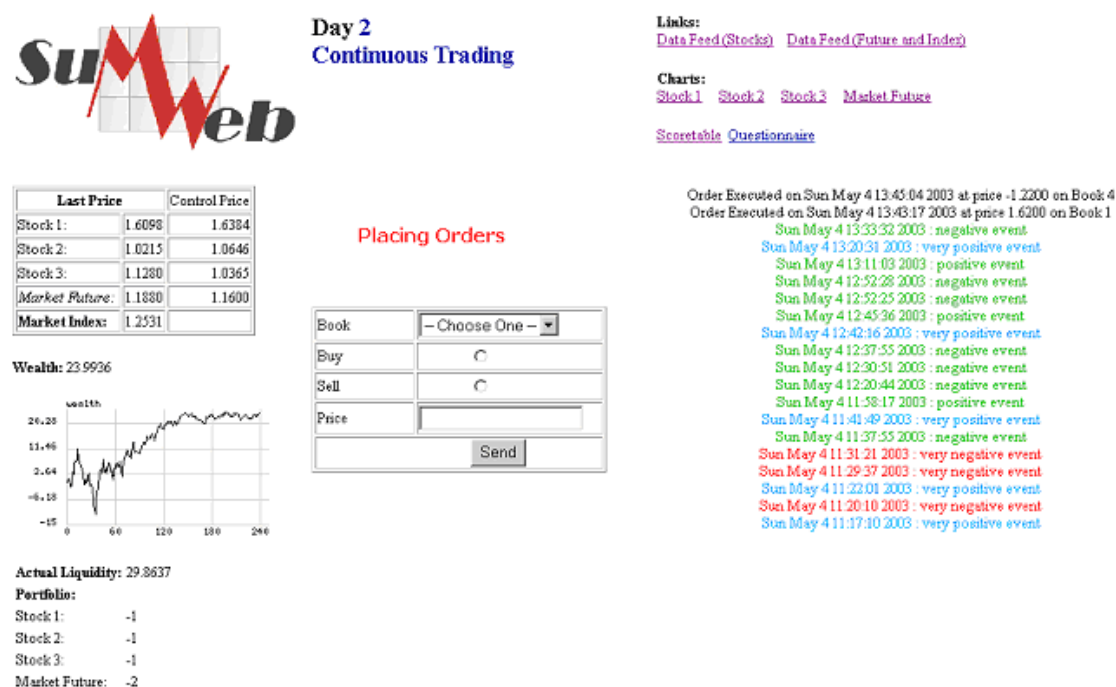


Figura A.1: Interfaccia

- *very positive event* (in azzurro)
- *positive event* (in verde chiaro)
- *negative event* (in verde scuro)
- *very negative event* (in rosso)

Inoltre è possibile aprire altre pagine:

- Datafeed e book di negoziazione delle azioni A, B e C. I grafici descrivono l'andamento dei prezzi del titolo nel periodo specificato.
- Datafeed e book di negoziazione del future
- Grafici cartistici dei titoli e del future con: grafico *candlestick* degli ultimi 100 giorni di borsa, media mobile a 5 giorni (in rosso, sovrapposta al *candlestick*), volumi (in giallo) e RSI a 14 giorni (al fondo in rosso)
- Classifica (*Scoretable*) dei giocatori
- Questionario, che vi preghiamo di compilare a fine esperimento.

L'Rsi (*Relative Strenght Index*) è sicuramente uno degli strumenti di Analisi Tecnica più utilizzato. Si presenta come un indice il cui valore varia tra 0 e 100, e vuole essere in grado di identificare le zone di ipercomprato e ipervenduto (quando il grafico supera il valore 80 o scende sotto il valore 20) e le configurazioni grafiche che non appaiono sul grafico a barre, e di anticiparne alcune altre. Secondo le indicazioni del

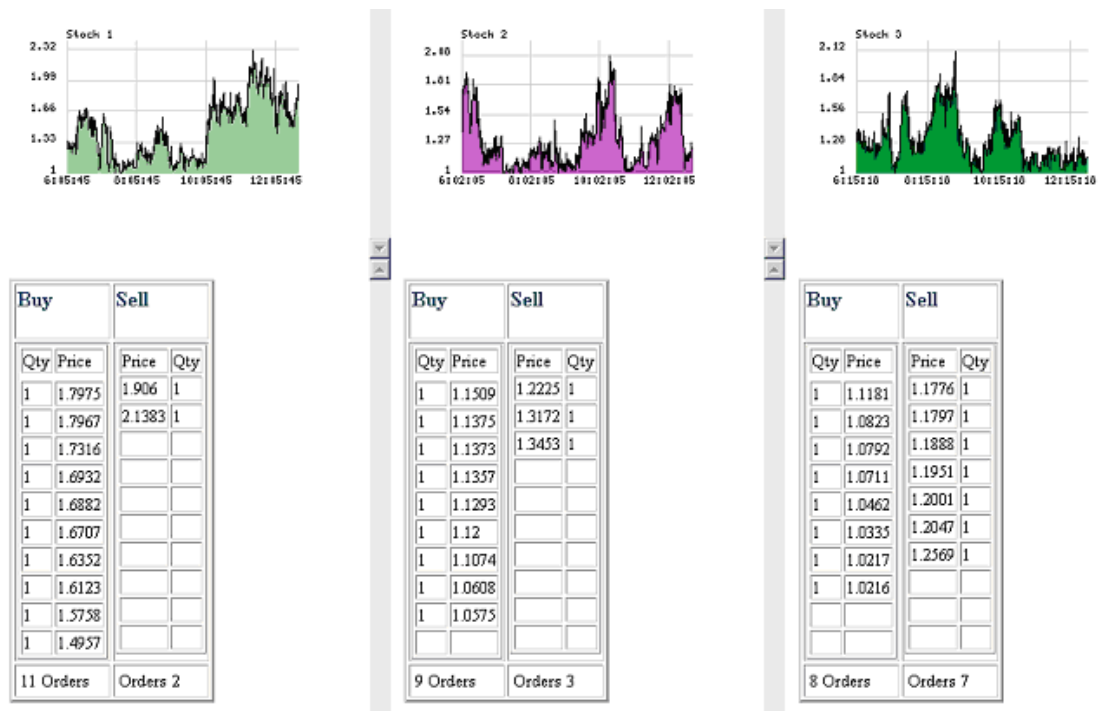


Figura A.2: Datafeed

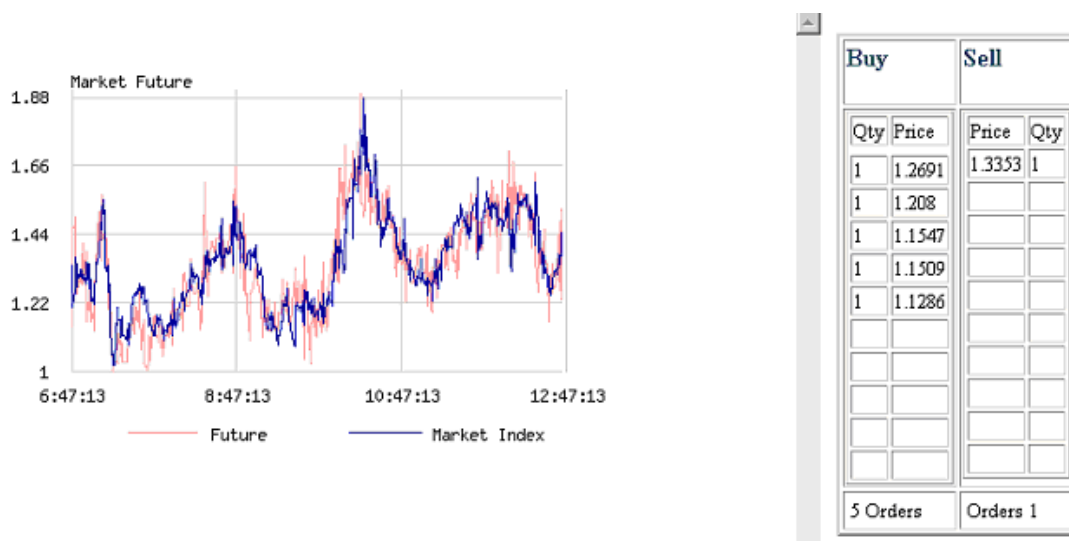


Figura A.3: Datafeed del future



Figura A.4: Analisi Cartistica

suo ideatore Wilder l'indicatore sopra la linea 80 o sotto 20 prelude ad un'inversione dell'andamento del titolo.

Il *candlestick* (o candele giapponesi) è un tipo di grafico ideato in Giappone e importato dagli analisti americani negli anni 80. Elemento determinante che assume un ruolo essenziale nella costruzione del *candlestick* è il prezzo di apertura. Questo dato è quello che permetterà al Real Body (il corpo centrale della candela formato dalla differenza tra chiusura ed apertura) di assumere una colorazione diversa, nera o piena (grigio scuro nel nostro caso) se l'apertura è maggiore della chiusura oppure bianca o vuota nel caso in cui l'apertura è minore della chiusura. Le estremità rappresentano il prezzo massimo e minimo del titolo. Guardando attentamente il *candlestick* si può notare la *candle line* la figura nel complesso generata, presenta due appendici alle estremità, chiamate "*upper shadows*" e "*lower shadows*", rispettivamente per l'estremità superiore e per quella inferiore. Il colore del "*real body*" e la lunghezza delle "*shadows*" sono gli elementi che permettono la corretta identificazione delle figure generate dal *candlestick*. Esistono anche diverse "figure" che possono preannunciare inversioni dell'andamento mercato.

Nei book vengono sempre fatte vedere le prime dieci proposte e il totale delle proposte sul mercato.

A.2 Aggiornamenti

- La parte che riguarda la propria posizione (ricchezza e portafoglio) viene calcolata solo alla fine di ogni giornata. Durante la giornata, dunque, il grafico della propria ricchezza e i valori del proprio portafoglio rimarranno stabili, (aggiornati alla fine del giorno precedente).
- I Book si aggiornano automaticamente ogni 5 secondi
- I Grafici dei titoli si aggiornano ogni 60 secondi
- La Classifica si aggiorna ogni 10 minuti e viene comunque calcolata alla fine di ogni giornata.
- Nel caso in cui si desideri "sforzare" l'aggiornamento si può usare il tasto "aggiorna" del proprio browser.

A.3 Calcolo dei punti

- Il punteggio viene aggiornato alla conclusione di ogni giornata (del mondo reale, non della borsa simulata) ed è pari alla ricchezza se il partecipante ha concluso tre o più contratti durante l'intera giornata, cioè dalle ore 00:00 alle ore 23:59.
- Se il partecipante, durante la giornata, ha concluso due contratti il punteggio è pari alla ricchezza meno un'unità monetaria.

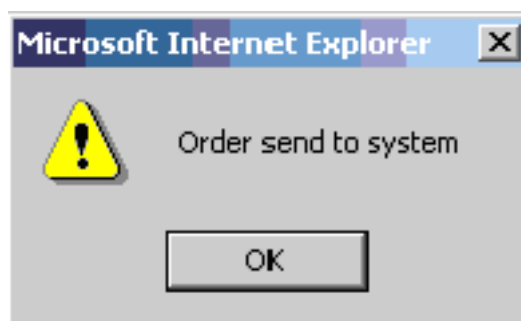


Figura A.5: Conferma

- Se il partecipante ha concluso un solo contratto il punteggio è: ricchezza meno due unità monetarie.
- Se il partecipante durante la giornata non ha concluso contratti: ricchezza meno tre unità monetarie.
- Per non avere penalizzazioni occorre, dunque, portare a termine almeno tre contratti durante una giornata di 24 ore

ATTENZIONE a come inserite gli ordini:

- Ogni campo deve essere specificato (titolo, buy o sell, prezzo)
- Cliccate sul tasto SEND per inviare la proposta, non premete ENTER (Il tasto Invio sulla tastiera)
- Se dopo aver cliccato su SEND vi compare un messaggio che dice "Order send to system" avete fatto bene, altrimenti avete sbagliato qualcosa.

Durante e dopo l'esperimento ci riserviamo il diritto di assumere le funzioni di vigilanza (quali quelle della Consob) e di punire eventuali comportamenti scorretti. Dunque è vietato accordarsi con altri partecipanti o praticare metodi speculativi che possono falsare il mercato.

Giocate onestamente! Grazie

L'esperimento durerà dalle 00:00 dell'8 maggio alle 24:00 del 21 Maggio.

Vi chiederemo di compilare un breve questionario.

Appendice B

Codice

In questa appendice sono contenuti alcuni dei sorgenti utilizzati nel programma SUM usato per l'esperimento.

B.1 startsum.sh

Questo file è uno *script bash* con il quale si lancia la simulazione. Alla sua conclusione si salvano tutti i dati e si pulisce dei file temporanei inutili.

Inizio e fine di tutte le operazioni vengono salvati su file (*run.log*).

```
1  #!/bin/sh
2  alias rm='rm -f '
3  umask 000
4
5  while :
6  do
7      export START=$(date '+%Y-%m-%d.%H.%M.%S')
8      printf "$START" >> data/run.log
9
10     ./sum
11
12     export GIORNO=$(date '+%Y-%m-%d.%H.%M.%S')
13
14     # Orders Prices OHLC
15     tar -cf data/${GIORNO}.tar bookdata*.dat
16     tar -cf data/${GIORNO}.tar bookohlcv*.dat
17     tar -rf data/${GIORNO}.tar order-history.dat
18     # Day
19     tar -rf data/${GIORNO}.tar dayhistory.dat
20     tar -rf data/${GIORNO}.tar acceptedorder.dat
21     # Prices
22     tar -rf data/${GIORNO}.tar Current\ price*
23     tar -rf data/${GIORNO}.tar Day-1*
24     tar -rf data/${GIORNO}.tar Index\ Value
25     # Agent Wealth
26     tar -rf data/${GIORNO}.tar MinWealth* MeanWealth* MaxWealth*
27     # Humans
28     tar -rf data/${GIORNO}.tar avatardata/*
29     tar -rf data/${GIORNO}.tar log/*
30     # Volumes
```

```

31 tar -rf data/${GIORNO}.tar Price*
32 tar -rf data/${GIORNO}.tar Qty*
33 # Events data
34 tar -rf data/${GIORNO}.tar Events
35 # Book data
36 tar -rf data/${GIORNO}.tar Buy*
37 tar -rf data/${GIORNO}.tar Sell*
38 # Forecasting Agent
39 tar -rf data/${GIORNO}.tar Proportional*
40 tar -rf data/${GIORNO}.tar Back*
41 # BPCT Agent
42 tar -rf data/${GIORNO}.tar meanPrice*
43 tar -rf data/${GIORNO}.tar liquidityQuantity_*
44 tar -rf data/${GIORNO}.tar shareQuantity_*
45 tar -rf data/${GIORNO}.tar buySell_*
46 tar -rf data/${GIORNO}.tar forecasted*
47 tar -rf data/${GIORNO}.tar closing*
48
49 gzip data/${GIORNO}.tar
50 rm bookdatashort*.dat Current\ price* MinWealth* MeanWealth*
    MaxWealth* Day-1* Qty* Proportional* Price* Buy* Sell* Back*
51 rm meanPrice* liquidityQuantity_* shareQuantity_* buySell_*
    forecasted* closing*
52 rm bookohlshort*.dat *.pl Events
53 rm Index\ Value
54 printf "\t${GIORNO}\n" >> data/run.log
55
56 done

```

B.2 ModelSwarm.m

Nella prima parte (sino alla riga 269) vi sono le definizioni degli oggetti. Quindi si passa alla loro costruzione (*Build*, sino alla linea 1143).

Lo *scheduler* è definito nel *buildActions* (sino alla linea 1219), che definisce i tempi e l'ordine degli eventi della simulazione come descritto nel paragrafo 3.6 a pagina 65.

Seguono le funzioni per comunicare agli umani il passaggio del tempo e per controllarlo (*setDayStateOpeningAuction*, *waitForOrders*, *check24hSpent*, *increaseCurrentDayNumber*).

```

1 // ModelSwarm.m
2
3 #import "ModelSwarm.h"
4 #include <time.h>
5
6 @implementation ModelSwarm
7
8 + createBegin: aZone
9 {
10     ModelSwarm *obj;
11     id <ProbeMap> probeMap;
12     time_t t;
13     int timestamp;

```



```

14     timestamp=time (&t);
15
16
17     // in createBegin, we set up the simulation parameters
18
19     // first, call our superclass createBegin – the return value is the
20     // allocated Swarm object.
21
22     obj = [super createBegin: aZone];
23
24     // now fill in simulation parameters with default values.
25
26     // agentForge step 5
27     obj->bookNumber                = 3;
28     obj->continuousMarket          = 1; // the model uses last
        prices and wealth as starting point for the new run
29     obj->humanPenalty              = 2;
30     obj->arbitrageurAgentNumber    = 1;
31     obj->arbitrageurOperatingInterval = 0.1;
32     obj->arbitrageurOperatingIntervalFixed = 1;
33     obj->arbitrageurGain           = 1;
34     obj->eventAgentNumber          = 15;
35     obj->randomAgentNumber         = 200;
36     obj->marketImitatingAgentNumber = 0;
37     obj->locallyImitatingAgentNumber = 0;
38     obj->stopLossAgentNumber       = 0;
39     obj->avatarAgentNumber         = 170;
40     obj->wasteTimeAgentNumber      = 100;
41     obj->aNNForecastAppAgentNumber = 0;
42     obj->bPCTAgentAEO_EP_0_Number  = 0;
43     obj->bPCTAgentAEO_EP_1_Number  = 0;
44     obj->bPCTAgentAEO_EP_2_Number  = 0;
45     obj->bPCTAgentAEO_EP_3_Number  = 0;
46     obj->bPCTAgentBEO_EP_0_Number  = 0;
47     obj->bPCTAgentBEO_EP_1_Number  = 0;
48     obj->bPCTAgentBEO_EP_2_Number  = 0;
49     obj->bPCTAgentBEO_EP_3_Number  = 0;
50
51     obj->bPCTAgentANumber = obj->bPCTAgentAEO_EP_0_Number + obj->
        bPCTAgentAEO_EP_1_Number
52         + obj->bPCTAgentAEO_EP_2_Number + obj->
        bPCTAgentAEO_EP_3_Number;
53     obj->bPCTAgentBNumber = obj->bPCTAgentBEO_EP_0_Number + obj->
        bPCTAgentBEO_EP_1_Number
54         + obj->bPCTAgentBEO_EP_2_Number + obj->
        bPCTAgentBEO_EP_3_Number;
55
56     obj->agentNumber = obj->randomAgentNumber + obj->
        marketImitatingAgentNumber +
57         obj->locallyImitatingAgentNumber + obj->
        stopLossAgentNumber +
58         obj->aNNForecastAppAgentNumber + obj->
        bPCTAgentANumber +
59         obj->bPCTAgentBNumber + obj->
        avatarAgentNumber +

```

```

60         obj->eventAgentNumber + obj->
           wasteTimeAgentNumber +
61         obj->arbitrageurAgentNumber ;
62 // repeat this sum below, in BuildObjects method
63
64 obj->dayNumber = 0;
65 obj->asymmetricBuySellProb = 0.9;
66 obj->minCorrectingCoeff = 0.9;
67 obj->maxCorrectingCoeff = 1.1;
68 obj->asymmetricRange = 0.0;
69 obj->agentProbToActBeforeOpening = 0.25;
70 obj->floorP = 0.3;
71 obj->agentProbToActBelowFloorP = 0.5;
72 obj->eventType = 1;
73 obj->eventChangeProbability = 0.003;
74 obj->eventSensibility = 0.20;
75 obj->eventAgentChoiceToActBeforeOpening = 1;
76 obj->maxOrderQuantity = 1; // max order number
    per agent
77
78 // agentForge step 6
79 // used by imitating agents
80 obj->meanPriceHistoryLength = 200;
81 obj->priceVolumesHistoryLength = 200;
82 obj->quantityVolumesHistoryLength = 200;
83 obj->localHistoryLength = 20;
84 // used by stop loss agent
85 obj->maxLossRate = 0.10;
86 obj->stopLossInterval = 2;
87 obj->checkingIfShortOrLong = 1;
88 // used by forecasting agent
89 obj->dataWindowLength = 30;
90 obj->nAheadForecasting = 10;
91 // used by forecasting agent
92 obj->forecastingTrainingSetLength = 100;
93 obj->
94 epochNumberInEachForecastingTrainingCycle = 100;
95 obj->learningProcessEveryNDays = 10;
96 obj->cleanForecastingANNEveryMgtemNDays = 50;
97 // used by agents applying ANN forecast
98 obj->aNNInactivityRange = 0.02;
99 obj->aNNForecastAppAgentActDailyProb = 0.1;
100 // used by agent of BPCT type
101 obj->epochNumberInEachBPCTTrainingCycle = 100;
102 obj->agentAEO_EPDelta = 0.1;
103 obj->agentBEO_EPDelta = 10;
104
105 obj->printing = 0; // if 1 many objects
    print
106
107 // data on the
    terminal
108 // window; if 2 only
    forecastingAgent
    prints;
109 // forecastinAgent

```

```

110                                     uses also 3;
                                     // 4 is used in
                                     BasicSumAgent;
111                                     // 5 in ANNForecastAppAgent
                                     ;
112
113 obj->delay                        = 5; // if delay>0 the
    random agent execute a for cicle to delay the execution of the
    simualtion for n seconds, where n is the number inticated
114 obj->delayInAuction              = 200; // if delayInAuction
    >0 the system wait n second during the auctions
115
116 // build a customized probe map. Without a probe map, the default
117 // is to show all variables and messages. Here we choose to
118 // customize the format of the probe to give a nicer interface.
119
120 probeMap = [EmptyProbeMap createBegin: aZone];
121 [probeMap setProbedClass: [self class]];
122 probeMap = [probeMap createEnd];
123
124 [probeMap addProbe: [probeLibrary
125   getProbeForVariable: "bookNumber"                inClass: [self
126     class ]]];
127 [probeMap addProbe: [probeLibrary
128   getProbeForVariable: "continuosMarket"            inClass: [self
129     class ]]];
130 [probeMap addProbe: [probeLibrary
131   getProbeForVariable: "arbitrageurAgentNumber"      inClass: [self
132     class ]]];
133 [probeMap addProbe: [probeLibrary
134   getProbeForVariable: "arbitrageurOperatingInterval" inClass: [self
135     class ]]];
136 [probeMap addProbe: [probeLibrary
137   getProbeForVariable: "arbitrageurOperatingIntervalFixed" inClass: [
138     self class ]]];
139 [probeMap addProbe: [probeLibrary
140   getProbeForVariable: "arbitrageurGain"             inClass: [self
141     class ]]];
142 [probeMap addProbe: [probeLibrary
143   getProbeForVariable: "randomAgentNumber"           inClass: [self
144     class ]]];
145 [probeMap addProbe: [probeLibrary
146   getProbeForVariable: "avatarAgentNumber"           inClass: [self
147     class ]]];
148 [probeMap addProbe: [probeLibrary
149   getProbeForVariable: "marketImitatingAgentNumber"  inClass: [self
150     class ]]];
151 [probeMap addProbe: [probeLibrary
152   getProbeForVariable: "locallyImitatingAgentNumber" inClass: [self
153     class ]]];
154 [probeMap addProbe: [probeLibrary
155   getProbeForVariable: "stopLossAgentNumber"         inClass: [self
156     class ]]];

```

```

148     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
149         getProbeForVariable: "eventAgentNumber"           inClass: [ self
150             class ]]];
151     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
152         getProbeForVariable: "wasteTimeAgentNumber"        inClass: [ self
153             class ]]];
154     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
155         getProbeForVariable: "aNNForecastAppAgentNumber"   inClass: [ self
156             class ]]];
157     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
158         getProbeForVariable: "bPCTAgentAEO_EP_0_Number"     inClass: [ self
159             class ]]];
160     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
161         getProbeForVariable: "bPCTAgentAEO_EP_1_Number"     inClass: [ self
162             class ]]];
163     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
164         getProbeForVariable: "bPCTAgentAEO_EP_2_Number"     inClass: [ self
165             class ]]];
166     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
167         getProbeForVariable: "bPCTAgentAEO_EP_3_Number"     inClass: [ self
168             class ]]];
169     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
170         getProbeForVariable: "bPCTAgentBEO_EP_0_Number"     inClass: [ self
171             class ]]];
172     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
173         getProbeForVariable: "bPCTAgentBEO_EP_1_Number"     inClass: [ self
174             class ]]];
175     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
176         getProbeForVariable: "bPCTAgentBEO_EP_2_Number"     inClass: [ self
177             class ]]];
178     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
179         getProbeForVariable: "bPCTAgentBEO_EP_3_Number"     inClass: [ self
180             class ]]];
181     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
182         getProbeForVariable: "agentNumber"                   inClass: [ self
183             class ]]];
184     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
185         getProbeForVariable: "asymmetricBuySellProb"        inClass: [ self
186             class ]]];
187     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
188         getProbeForVariable: "minCorrectingCoeff"           inClass: [ self
189             class ]]];
190     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
191         getProbeForVariable: "maxCorrectingCoeff"           inClass: [ self
192             class ]]];
193     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
194         getProbeForVariable: "asymmetricRange"              inClass: [ self
195             class ]]];
196     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
197         getProbeForVariable: "agentProbToActBeforeOpening"   inClass: [ self
198             class ]]];
199     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
200         getProbeForVariable: "floorP"                        inClass: [ self
201             class ]]];
202     [probeMap addProbe: [ probeLibrary
203         getProbeForVariable: "agentProbToActBeforeOpening"   inClass: [ self
204             class ]]];

```

```

185     getProbeForVariable: "agentProbToActBelowFloorP"    inClass: [ self
186         class ]];
186 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
187     getProbeForVariable: "eventType"                    inClass: [ self
188         class ]];
188 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
189     getProbeForVariable: "eventChangeProbability"        inClass: [ self
190         class ]];
190 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
191     getProbeForVariable: "eventSensibility"              inClass: [ self
192         class ]];
192 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
193     getProbeForVariable: "eventAgentChoiceToActBeforeOpening" inClass
194         : [ self class ]];
194
195 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
196     getProbeForVariable: "maxOrderQuantity"              inClass: [ self
197         class ]];
197 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
198     getProbeForVariable: "meanPriceHistoryLength"        inClass: [ self
199         class ]];
199 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
200     getProbeForVariable: "priceVolumesHistoryLength"    inClass: [ self
201         class ]];
201 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
202     getProbeForVariable: "quantityVolumesHistoryLength"
203
204
204 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
205     getProbeForVariable: "localHistoryLength"            inClass: [ self
206         class ]];
206 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
207     getProbeForVariable: "maxLossRate"                  inClass: [ self
208         class ]];
208 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
209     getProbeForVariable: "stopLossInterval"              inClass: [ self
210         class ]];
210 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
211     getProbeForVariable: "checkingIfShortOrLong"         inClass: [ self
212         class ]];
212 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
213     getProbeForVariable: "dataWindowLength"              inClass: [ self
214         class ]];
214 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
215     getProbeForVariable: "nAheadForecasting"             inClass: [ self
216         class ]];
216 [probeMap addProbe: [ probeLibrary
217     getProbeForVariable: "forecastingTrainingSetLength" inClass: [ self
218         class ]];
218 [probeMap addProbe: [ probeLibrary

```

```

219     getProbeForVariable: "epochNumberInEachForecastingTrainingCycle"
220                                     inClass: [ self
                                                class ]];
221 [probeMap addProbe: [probeLibrary
222     getProbeForVariable: "learningProcessEveryNDays"    inClass: [ self
223         class ]]];
224 [probeMap addProbe: [probeLibrary
225     getProbeForVariable: "cleanForecastingANNEveryMgtemNDays"
226                                     inClass: [ self
                                                class ]]];
227 [probeMap addProbe: [probeLibrary
228     getProbeForVariable: "aNNInactivityRange"           inClass: [ self
229         class ]]];
230 [probeMap addProbe: [probeLibrary
231     getProbeForVariable: "aNNForecastAppAgentActDailyProb"
232                                     inClass: [ self
                                                class ]]];
233 [probeMap addProbe: [probeLibrary
234     getProbeForVariable: "epochNumberInEachBPCTTrainingCycle"
235                                     inClass: [ self
                                                class ]]];
236 [probeMap addProbe: [probeLibrary
237     getProbeForVariable: "agentAEO_EPDelta"              inClass: [ self
238         class ]]];
239 [probeMap addProbe: [probeLibrary
240     getProbeForVariable: "printing"                      inClass: [ self
241         class ]]];
242 [probeMap addProbe: [probeLibrary
243     getProbeForVariable: "delay"                         inClass: [ self
244         class ]]];
245 [probeMap addProbe: [probeLibrary
246     getProbeForVariable: "delayInAuction"                inClass: [ self
247         class ]]];
248 [probeMap addProbe: [probeLibrary
249     getProbeForMessage: "openProbeTo:"                  inClass: [ self
250         class ]]];
251
252 // Now install our custom probeMap into the probeLibrary.
253
254 [probeLibrary setProbeMap: probeMap For: [ self class]];
255
256 // for generating run with different seed decomment the line below
257 [randomGenerator setStateFromSeed: timestamp];
258 // for more information on random numbers generation see the
259     appendix in Swarm Reference Book
260
261 return obj;

```

```

261 }
262
263 - createEnd
264 {
265     return [super createEnd];
266 }
267
268
269 - buildObjects
270 {
271     int i;
272     float otherAgents;
273
274     // agentForge step 7
275     RandomAgent * anAgent1;
276     MarketImitatingAgent * anAgent2;
277     LocallyImitatingAgent * anAgent3;
278     StopLossAgent * anAgent4;
279     ANNForecastAppAgent * anAgent5;
280     BPCTAgentA * anAgent6;
281     BPCTAgentB * anAgent7;
282     AvatarAgent * anAgent8;
283     ArbitrageurAgent * anAgent9;
284     EventAgent * anAgent10;
285     WasteTimeAgent * anAgent11;
286
287     BPCTAgentAInterface * anInterface6;
288     BPCTAgentBInterface * anInterface7;
289
290     BPCTDataWarehouse * aDataWarehouse;
291
292     // BPCT specific
293     char * bPCTMinmaxFileNameA      ="minmaxA.data" , // mandatory, one
        for each
294
295         * bPCTMinmaxFileNameB      ="minmaxB.data" , // BPCT agent type
296
297         * bPCTInitValuesFileNameA  ="initA.val" , // this file is
        used only
298
299
300
301
302
303         * bPCTInitValuesFileNameB  ="initB.val" ,
304         * unusedFile                ="";
305     // BPCT end
306
307     // creating tools to generate ad hoc distributions to be used
308     // in SimpleANN and BPCT, to avoid interferences with random
309     // sequences used in determining agent behavior

```

```

310
311 // agentForge step 7r
312
313 unsigned int mySeed, mySeed2, mySeed3;
314 // used by forecastingAgent
315 mySeed = 223776;
316 myGenerator = [MT19937gen create: self setStateFromSeed: mySeed];
317 // MT19937gen is the generator internally used for
318 // default call
319 // to Dbl and Int uniform distributions
320 myUniformDblRand = [UniformDoubleDist create: self
321                      setGenerator:
322                      myGenerator];
323 myUniformIntRand = [UniformIntegerDist create: self
324                     setGenerator:
325                     myGenerator];
326 myNormalDistRand = [NormalDist create: self setGenerator:
327                     myGenerator];
328 // used by BPCTAgentA
329 mySeed2 = 112233;
330 myGenerator2 = [MT19937gen create: self setStateFromSeed: mySeed2];
331 // MT19937gen is the generator internally used for
332 // default call
333 // to Dbl and Int uniform distributions
334 myUniformDblRand2 = [UniformDoubleDist create: self
335                      setGenerator:
336                      myGenerator2];
337 myUniformIntRand2 = [UniformIntegerDist create: self
338                     setGenerator:
339                     myGenerator2];
340
341 // used by BPCTAgentB
342 mySeed3 = 333112;
343 myGenerator3 = [MT19937gen create: self setStateFromSeed: mySeed3];
344 // MT19937gen is the generator internally used for
345 // default call
346 // to Dbl and Int uniform distributions
347 myUniformDblRand3 = [UniformDoubleDist create: self
348                      setGenerator:
349                      myGenerator3];
350 myUniformIntRand3 = [UniformIntegerDist create: self
351                     setGenerator:
352                     myGenerator3];
353
354 // agentForge step 5b
355 // this is an operating second definition of the followin sums (see
356 // above in
357 // obj->agentNumber assignment
358
359 bPCTAgentANumber = bPCTAgentAEO_EP_0_Number +
360                   bPCTAgentAEO_EP_1_Number
361                   + bPCTAgentAEO_EP_2_Number +
362                   bPCTAgentAEO_EP_3_Number;
363
364 bPCTAgentBNumber = bPCTAgentBEO_EP_0_Number +

```



```

    bPCTAgentBEO_EP_1_Number
352         + bPCTAgentBEO_EP_2_Number +
            bPCTAgentBEO_EP_3_Number;
353
354 agentNumber = randomAgentNumber + marketImitatingAgentNumber +
355               locallyImitatingAgentNumber + stopLossAgentNumber +
356               aNNForecastAppAgentNumber+bPCTAgentANumber+
            bPCTAgentBNumber+
357               avatarAgentNumber+arbitrageurAgentNumber+
            eventAgentNumber+wasteTimeAgentNumber;
358
359 // if dataWindowLength+nAheadForecasting > meanPriceHistoryLength
360 // a matrix error arises
361 if (dataWindowLength+2*nAheadForecasting>meanPriceHistoryLength)
362 {
363     printf("The sum of dataWindowLength plus 2*nAheadForecasting is\n"
364            "greater than meanPriceHistoryLength; this is a nonsense.\n"
365            "See the comment 'NB about lagged values and return indexes'
366            "in\n"
367            "ForecastingAgent.m\n");
368     exit(0);
369 }
370
371 // randomRuleMaster
372 randomRuleMaster=[RandomRuleMaster createBegin: self];
373 [randomRuleMaster setAgentProbToActBeforeOpening:
374                    agentProbToActBeforeOpening];
375 [randomRuleMaster setMinCorrectingCoeff: minCorrectingCoeff];
376 [randomRuleMaster setMaxCorrectingCoeff: maxCorrectingCoeff];
377 [randomRuleMaster setAsymmetricRange: asymmetricRange];
378 [randomRuleMaster setFloorP: floorP
379                    andAgentProbToActBelowFloorP: agentProbToActBelowFloorP];
380 randomRuleMaster=[randomRuleMaster createEnd];
381
382 // eventRuleMaster
383 eventRuleMaster=[EventRuleMaster createBegin: self];
384 [eventRuleMaster setAgentProbToActBeforeOpening:
385                    agentProbToActBeforeOpening];
386 if (eventAgentChoiceToActBeforeOpening!=0 &&
387     eventAgentChoiceToActBeforeOpening!=1)
388 { printf ("The eventAgentChoiceToActBeforeOpening
389           must be 1 or 0.\n");
390   eventAgentChoiceToActBeforeOpening=1;
391 }
392 [eventRuleMaster setEventAgentChoiceToActBeforeOpening:
393                    eventAgentChoiceToActBeforeOpening];
394 [eventRuleMaster setMinCorrectingCoeff: minCorrectingCoeff];
395 [eventRuleMaster setMaxCorrectingCoeff: maxCorrectingCoeff];
396 [eventRuleMaster setAsymmetricRange: asymmetricRange];
397 if (eventSensibility < 0){ printf ("The eventSensibility must be greater
    than zero.\n");
    eventSensibility = 0.20;
}
[eventRuleMaster setEventSensibility: eventSensibility];

```

```

398     eventRuleMaster=[eventRuleMaster createEnd];
399
400
401     // stopLossRuleMaster
402     stopLossRuleMaster=[StopLossRuleMaster createBegin: self];
403     [stopLossRuleMaster setAgentProbToActBeforeOpening:
404         agentProbToActBeforeOpening];
405     [stopLossRuleMaster setMinCorrectingCoeff: minCorrectingCoeff];
406     [stopLossRuleMaster setMaxCorrectingCoeff: maxCorrectingCoeff];
407     [stopLossRuleMaster setAsymmetricRange: asymmetricRange];
408     [stopLossRuleMaster setFloorP: floorP
409         andAgentProbToActBelowFloorP: agentProbToActBelowFloorP];
410     stopLossRuleMaster=[stopLossRuleMaster createEnd];
411
412     listShuffler=[ListShuffler createBegin: self];
413     listShuffler=[listShuffler createEnd];
414
415     bookList=[List create: self];
416     arbitrageurAgentList=[List create: self];
417     // agentForge step 5bb
418     agentList=[List create: self];
419     randomAgentList=[List create: self];
420     avatarAgentList=[List create: self];
421     marketImitatingAgentList=[List create: self];
422     locallyImitatingAgentList=[List create: self];
423     eventAgentList=[List create: self];
424     stopLossAgentList=[List create: self];
425     eventAgentList=[List create: self];
426     aNNForecastAppAgentList=[List create: self];
427     bPCTAgentAList=[List create: self];
428     bPCTAgentBList=[List create: self];
429     forecastingAgentList=[List create: self];
430     wasteTimeAgentList=[List create: self];
431
432     agentArray = [Array create: self];
433     if (agentNumber==0) { printf("Nonsense: agentNumber cannot be 0"); exit
434         (0);}
435     [agentArray setCount: agentNumber];
436     agentArrayIndex = [agentArray begin: self];
437
438     // agentForge step 5bbb
439
440     if (bPCTAgentANumber!=0)
441     {
442         bPCTAgentAArray = [Array create: self];
443         [bPCTAgentAArray setCount: bPCTAgentANumber];
444         bPCTAgentAArrayIndex = [bPCTAgentAArray begin: self];
445     }
446
447     if (bPCTAgentBNumber!=0)
448     {
449         bPCTAgentBArray = [Array create: self];
450         [bPCTAgentBArray setCount: bPCTAgentBNumber];
451         bPCTAgentBArrayIndex = [bPCTAgentBArray begin: self];
452     }

```

```

452
453
454     if (bookNumber<1){ printf(" Nonsense : You need almost ONE book (
        internally set to 1)\n");
455                                     bookNumber=1;
456                                     }
457
458     bookNumber++; // add one book for future
459
460     if (arbitrageurAgentNumber>=1){
461         futureBook=bookNumber; // the futureBook is the last
462         one
463         }else{ futureBook=0;}
464
465     bookArray = [Array create: self];
466     [bookArray setCount: bookNumber];
467     bookArrayIndex = [bookArray begin: self];
468
469     forecastingAgentArray = [Array create: self];
470     [forecastingAgentArray setCount: bookNumber];
471     forecastingAgentArrayIndex = [forecastingAgentArray begin: self];
472
473     maxOrderQuantity2=2*agentNumber*bookNumber;
474
475     // IndexCalculator
476
477     indexCalculator=[IndexCalculator createBegin: self];
478     [indexCalculator setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
479     [indexCalculator setBookNumber: bookNumber];
480     [indexCalculator setPrinting: printing];
481     indexCalculator=[indexCalculator createEnd];
482
483
484     for ( i=1;i<=bookNumber;i++)
485     {
486         aBook = [Book createBegin: self];
487         [aBook setNumber: i];
488         [aBook setContinuosMarket: continuousMarket];
489         [aBook setFutureBook: futureBook];
490         [aBook setIndexCalculator: indexCalculator];
491         [aBook setAgentArrayIndex: agentArrayIndex];
492         [aBook setNAheadForecasting: nAheadForecasting];
493         [aBook setAgentNumber: agentNumber]; // to build the
494         matrixes
495         [aBook setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity2]; // " "
496         if (meanPriceHistoryLength<2){ printf("The length of the history of
            mean
497                                     " prices cannot be <2(
498                                     internally
499                                     " set to 2).\n");
500                                     meanPriceHistoryLength=2;
501                                     }
502         [aBook setMeanPriceHistoryLength: meanPriceHistoryLength];
503         if (priceVolumesHistoryLength<2){ printf("The length of the history

```

```

of_Volumes_"
502                                     "cannot_be_<2_(internally_"
503                                     "set_to_2).\n");
504                                     priceVolumesHistoryLength=2;
505                                     }
506 [aBook setPriceVolumesHistoryLength: priceVolumesHistoryLength];
507 if (quantityVolumesHistoryLength<2){printf("The_length_of_the_
    history_of_Volumes_"
508                                     "cannot_be_<2_(internally_"
509                                     "set_to_2).\n");
510                                     quantityVolumesHistoryLength=2;
511                                     }
512 [aBook setQuantityVolumesHistoryLength: quantityVolumesHistoryLength
    ];
513 if (localHistoryLength<1){printf ("The_length_of_the_local_
    history"
514                                     "cannot_be_<1_((
515                                     internally_"
516                                     "set_to_1).\n");
517                                     localHistoryLength=1;
518                                     }
519 [aBook setLocalHistoryLength: localHistoryLength];
520 [aBook setPrinting: printing];
521 aBook = [aBook createEnd];
522
523 [bookList addLast: aBook];
524 [bookArrayIndex next];
525 [bookArrayIndex put: aBook];
526 }
527
528
529
530
531
532 //eventGenerator
533 eventGenerator = [EventGenerator createBegin: self];
534 if (eventType!=0 && eventType!=1){printf ("The_eventType_must_value
    _0_or_1.\n");
535                                     eventType=0;
536                                     }
537 [eventGenerator setEventType: eventType];
538 [eventGenerator setStart: 0];
539 [eventGenerator setMyNormalDistRand: myNormalDistRand];
540 if (eventChangeProbability >1 || eventChangeProbability<0){printf ("
    The_eventChangeProbability_must_be"
541

```

```

542                                     eventChangeProbability=0.15;
543                                     }
544     [eventGenerator setEventChangeProbability: eventChangeProbability];
545     [eventGenerator setAvatarAgentList: avatarAgentList];
546     eventGenerator = [eventGenerator createEnd];
547
548
549
550
551     // a few checks
552     if (asymmetricBuySellProb < 0.5) { printf("The asymmetricBuySellProb "
553                                     "cannot be < 0.5 (internally "
554                                     "set to 0.5).\n");
555                                     asymmetricBuySellProb=0.5;
556                                     }
557
558     if (stopLossInterval > meanPriceHistoryLength)
559         { printf("stopLossInterval "
560                 "cannot be > "
561                 "meanPriceHistoryLength"
562                 "\n (internally "
563                 "set to meanPriceHistoryLength"
564                 ")\n");
565         stopLossInterval=
566             meanPriceHistoryLength;
567     }
568
569
570
571
572     // randomAgent
573     for (i=1; i<=randomAgentNumber; i++)
574     {
575         anAgent1=[RandomAgent createBegin: self];
576         [anAgent1 setNumber: i];
577         [anAgent1 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
578         [anAgent1 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
579         [anAgent1 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
580         [anAgent1 setBookNumber: bookNumber];
581         [anAgent1 setRuleMaster: randomRuleMaster];
582         [anAgent1 setPrinting: printing];
583         [anAgent1 setDelay: delay];
584         anAgent1=[anAgent1 createEnd];
585
586         [agentList addLast: anAgent1];
587         [randomAgentList addLast: anAgent1];
588
589         [agentArrayIndex next];
590         [agentArrayIndex put: anAgent1];

```

```

591     }
592
593     // marketImitatingAgent
594     for ( i=randomAgentNumber+1;i<=randomAgentNumber +
        marketImitatingAgentNumber;i++)
595     {
596         anAgent2=[MarketImitatingAgent createBegin: self];
597         [anAgent2 setNumber: i];
598         [anAgent2 setAsymmetricBuySellProb: asymmetricBuySellProb];
599         [anAgent2 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
600         [anAgent2 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
601         [anAgent2 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
602         [anAgent2 setBookNumber: bookNumber];
603         [anAgent2 setRuleMaster: randomRuleMaster];
604         [anAgent2 setPrinting: printing];
605         anAgent2=[anAgent2 createEnd];
606
607         [agentList addLast: anAgent2];
608         [marketImitatingAgentList addLast: anAgent2];
609
610         [agentArrayIndex next];
611         [agentArrayIndex put: anAgent2];
612     }
613
614     // locallyImitatingAgent
615     for ( i=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+1;
616         i<=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
            locallyImitatingAgentNumber;i++)
617     {
618         anAgent3=[LocallyImitatingAgent createBegin: self];
619         [anAgent3 setNumber: i];
620         [anAgent3 setAsymmetricBuySellProb: asymmetricBuySellProb];
621         [anAgent3 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
622         [anAgent3 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
623         [anAgent3 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
624         [anAgent3 setBookNumber: bookNumber];
625         [anAgent3 setRuleMaster: randomRuleMaster];
626         [anAgent3 setPrinting: printing];
627         anAgent3=[anAgent3 createEnd];
628
629         [agentList addLast: anAgent3];
630         [locallyImitatingAgentList addLast: anAgent3];
631
632         [agentArrayIndex next];
633         [agentArrayIndex put: anAgent3];
634     }
635
636     // stopLossAgent
637     for ( i=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
        locallyImitatingAgentNumber+1;
638         i<=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
            locallyImitatingAgentNumber+
            stopLossAgentNumber;i++)
639     {
640         anAgent4=[StopLossAgent createBegin: self];

```

```

642     [anAgent4 setNumber: i];
643     [anAgent4 setAsymmetricBuySellProb: asymmetricBuySellProb];
644     [anAgent4 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
645     [anAgent4 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
646     [anAgent4 setStopLossInterval: stopLossInterval];
647     [anAgent4 setMaxLossRate: maxLossRate
648         andCheckingIfShortOrLong: checkingIfShortOrLong];
649
650     int randomBookNumber;
651     randomBookNumber=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1 withMax:
652         bookNumber];
653     Book * oneBook;
654     [bookArrayIndex setOffset: randomBookNumber-1];
655     oneBook=[bookArrayIndex get];
656     [anAgent4 setBook: oneBook];
657     [anAgent4 setRuleMaster: stopLossRuleMaster];
658     [anAgent4 setPrinting: printing];
659     anAgent4=[anAgent4 createEnd];
660
661     [agentList addLast: anAgent4];
662     [stopLossAgentList addLast: anAgent4];
663
664     [agentArrayIndex next];
665     [agentArrayIndex put: anAgent4];
666 }
667
668
669
670     // we must create here a lot of objects before anAgent5, because we
671     // have to
672     // pass it the address of ForecastingAgent, needing the other objects
673     // created
674     // immediately here
675
676     // we create an instance of MatrixMult, VectorTransFunc
677     // and of RuleMaster-RuleMaker
678
679     matrixMult = [MatrixMult createBegin: self];
680     matrixMult = [matrixMult createEnd];
681
682     transFunc = [TransFunc createBegin: self];
683     transFunc = [transFunc createEnd];
684
685     vectorTransFunc = [VectorTransFunc createBegin: self];
686     vectorTransFunc = [vectorTransFunc setTransFunc: transFunc];
687     vectorTransFunc = [vectorTransFunc createEnd];
688
689     // creating the simpleANNRuleMaker to evolve the ANN owned by the
690     // forecastingAgent
691     simpleANNRuleMaker=[SimpleANNRuleMaker createBegin: self];
692     [simpleANNRuleMaker setMyUniformIntRand: myUniformIntRand];
693     [simpleANNRuleMaker setMatrixMult: matrixMult];
694     [simpleANNRuleMaker setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
695     simpleANNRuleMaker=[simpleANNRuleMaker createEnd];

```

```

694
695 // creating the simpleANNRuleMaster to apply the ANN owned by the
696 // forecastingAgent
697 simpleANNRuleMaster=[SimpleANNRuleMaster createBegin: self];
698 [simpleANNRuleMaster setSimpleANNRuleMaker: simpleANNRuleMaker];
699 [simpleANNRuleMaster setMatrixMult: matrixMult];
700 [simpleANNRuleMaster setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
701 simpleANNRuleMaster=[simpleANNRuleMaster createEnd];
702
703 // creating the forecastingAgent
704 if (cleanForecastingANNEveryMgtemNDays<learningProcessEveryNDays ||
705     cleanForecastingANNEveryMgtemNDays%learningProcessEveryNDays
706     !=0)
707     { printf("cleanForecastingANNEveryMgtemNDays must be\n"
708             "must be greater than or equal and multiple of\n"
709             "n"
710             "learningProcessEveryNDays.\n");
711     exit(0);
712     }
713
714 forecastingAgentArray = [Array create: self];
715 [forecastingAgentArray setCount: bookNumber];
716 forecastingAgentArrayIndex = [forecastingAgentArray begin: self];
717
718 for (i=1;i<=bookNumber;i++)
719 {
720
721     Book * oneBook;
722     [bookArrayIndex setOffset: i-1];
723     oneBook=[bookArrayIndex get];
724
725
726
727
728 aForecastingAgent=[ForecastingAgent createBegin: self];
729 [aForecastingAgent setNumber: i];
730 [aForecastingAgent setBook: oneBook];
731 [aForecastingAgent setDataWindowLength: dataWindowLength
732     andNAheadForecasting: nAheadForecasting
733     andForecastingTrainingSetLength:
734         forecastingTrainingSetLength
735     andEpochNumberInEachForecastingTrainingCycle:
736         epochNumberInEachForecastingTrainingCycle
737     andLearningProcessEveryNDays: learningProcessEveryNDays
738     andCleanForecastingANNEveryMgtemNDays:
739         cleanForecastingANNEveryMgtemNDays
740
741     andForecastHistoryLength: meanPriceHistoryLength];
742 [aForecastingAgent setModelSwarmAddress: self];
743 [aForecastingAgent setSimpleANNRuleMasterAddress: simpleANNRuleMaster
744     ];
745 [aForecastingAgent setMyUniformDbIRand: myUniformDbIRand]; // ad hoc
746     distr.

```



```

743     [aForecastingAgent setPrinting: printing];
744     aForecastingAgent=[aForecastingAgent createEnd];
745
746     [forecastingAgentList addLast: aForecastingAgent];
747     [forecastingAgentArrayIndex next];
748     [forecastingAgentArrayIndex put: aForecastingAgent];
749
750     ForecastingAgent * oneForecastingAgent;
751     [forecastingAgentArrayIndex setOffset: i-1];
752     oneForecastingAgent=[forecastingAgentArrayIndex get];
753
754 }
755
756 // aNNForecastAppAgent
757 for (i=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
      locallyImitatingAgentNumber+
758      stopLossAgentNumber + 1;
759      i<=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
      locallyImitatingAgentNumber+
760      stopLossAgentNumber+aNNForecastAppAgentNumber; i++)
761 {
762     anAgent5=[ANNForecastAppAgent createBegin: self];
763     [anAgent5 setNumber: i];
764     [anAgent5 setAsymmetricBuySellProb: asymmetricBuySellProb];
765     [anAgent5 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
766     [anAgent5 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
767
768     [anAgent5 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
769     [anAgent5 setBookNumber: bookNumber];
770
771     [anAgent5 setForecastingAgentArrayIndex: forecastingAgentArrayIndex];
772
773     [anAgent5 setANNInactivityRange: aNNInactivityRange
774      andANNForecastAppAgentActDailyProb:
775      aNNForecastAppAgentActDailyProb];
776     [anAgent5 setMyUniformDblRand: myUniformDblRand]; // ad hoc distr.
777     [anAgent5 setRuleMaster: randomRuleMaster];
778
779     [anAgent5 setPrinting: printing];
780     anAgent5=[anAgent5 createEnd];
781
782     [agentList addLast: anAgent5];
783     [aNNForecastAppAgentList addLast: anAgent5];
784
785     [agentArrayIndex next];
786     [agentArrayIndex put: anAgent5];
787 }
788
789 // BPCT
790
791 // agentForge step 7b
792     bPCTAgentAInputNodeNumber = 7;
793     bPCTAgentAHiddenNodeNumber = 5;
794     bPCTAgentAOutputNodeNumber = 3;

```

```

795     bPCTAgentBInputNodeNumber = 8;
796     bPCTAgentBHiddenNodeNumber = 6;
797     bPCTAgentBOutputNodeNumber = 5;
798
799     bPCTPatternNumberInVerificationSet = -1;
800     bPCTPatternNumberInTrainingSet = -10;
801     bPCTAgentsAreDisplayingData = 0;
802     usingRandomOrderInBPCTLearning = 1;
803     longTermLearningInBPCT_OnlyWithCompleteTrainingSet = 1;
804     useOutputsAsTargetsInBPCT_RelearningScheme = 0;
805     bPCTWeightRange = 0.3;
806     bPCTEps = 0.6;
807     bPCTAlpha = 0.9;
808
809     [ObjectLoader load: self fromFileName: "bp.setup"];
810
811     otherAgents=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+
812         locallyImitatingAgentNumber+
813         stopLossAgentNumber+aNNForecastAppAgentNumber;
814
815     // bPCTAgent A
816     // the various rule Master/Maker are private , to keep independent the
817     // distributions
818     bPCTRuleMakerA = [BPCTRuleMaker createBegin: self];
819     [bPCTRuleMakerA setMyUniformIntRand: myUniformIntRand2]; // ad hoc
820     // distr.
821     [bPCTRuleMakerA setMatrixMult: matrixMult];
822     [bPCTRuleMakerA setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
823     bPCTRuleMakerA = [bPCTRuleMakerA createEnd];
824
825     bPCTRuleMasterA = [BPCTRuleMaster createBegin: self];
826     [bPCTRuleMasterA setRuleMaker: bPCTRuleMakerA];
827     [bPCTRuleMasterA setMatrixMult: matrixMult];
828     [bPCTRuleMasterA setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
829     bPCTRuleMasterA = [bPCTRuleMasterA createEnd];
830
831     bPCTPriceRuleMasterA = [BPCTPriceRuleMaster createBegin: self];
832     [bPCTPriceRuleMasterA setMyUniformDblRand: myUniformDblRand2]; // ad
833     // hoc distr.
834     [bPCTPriceRuleMasterA setAgentProbToActBeforeOpening:
835         agentProbToActBeforeOpening];
836     [bPCTPriceRuleMasterA setMinCorrectingCoeff: minCorrectingCoeff];
837     [bPCTPriceRuleMasterA setMaxCorrectingCoeff: maxCorrectingCoeff];
838     [bPCTPriceRuleMasterA setAsymmetricRange: asymmetricRange];
839     bPCTPriceRuleMasterA = [bPCTPriceRuleMasterA createEnd];
840
841     for (i=otherAgents + 1;
842         i<=otherAgents + bPCTAgentANumber; i++)
843     {
844         // we set a random book for the agent
845         int randomBookNumber;
846         randomBookNumber=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1 withMax:
847             bookNumber];

```

```

846 Book * oneBook;
847 [bookArrayIndex setOffset: randomBookNumber-1];
848 oneBook=[bookArrayIndex get];
849
850 // first we create the datawarehouse where BPCTagent technical data
      are stored
851 aDataWarehouse= [BPCTDataWarehouse createBegin: self];
852 [aDataWarehouse setMinmaxRowToBeModifiedFromInt: 9
853                  usingGenericIntVariableAddress: &
                        maxOrderQuantity];
854 [aDataWarehouse setVerificationFileName: unusedFile // never used
      here
855                  andTrainingFileName: unusedFile // never used
                        here
856                  andMinmaxName: bPCTMinmaxFileNameA
857                  andInitValuesFileName: bPCTInitValuesFileNameA ];
858 [aDataWarehouse setInputNodeNumber: bPCTAgentAInputNodeNumber
859                  andHiddenNodeNumber: bPCTAgentAHiddenNodeNumber
860                  andOutputNodeNumber: bPCTAgentAOutputNodeNumber
861                  andPatternNumberInVerificationSet:
                        bPCTPatternNumberInVerificationSet
862                  andPatternNumberInTrainingSet:
                        bPCTPatternNumberInTrainingSet
863                  andEpochNumberInEachTrainingCycle:
864                  epochNumberInEachBPCTTrainingCycle
                        ];
865 [aDataWarehouse setBackPropagationParametersWeightRange:
      bPCTWeightRange
866                  eps: bPCTEps alpha: bPCTAlpha
867                  andWithOrderInLearning:
                        usingRandomOrderInBPCTLearning
868                  andLongTermLearningInCT:
869                  longTermLearningInBPCT_OnlyWithCompleteTrainingSet
870                  andUseOutputsAsTargetsInCT:
871                  useOutputsAsTargetsInBPCT_RelearningScheme ];
872 [aDataWarehouse setMyUniformDblRand: myUniformDblRand2]; // ad hoc
      dist.
873
874 aDataWarehouse=[aDataWarehouse createEnd];
875
876 // then we create an interface for our agent, to simplify its links
877 // with the observer, if any, but mainly as a help in CT building
878
879 anInterface6 = [BPCTAgentAInterface createBegin: self];
880 if (i<=otherAgents+bPCTAgentAEO_EP_0_Number+bPCTAgentAEO_EP_1_Number
881     +bPCTAgentAEO_EP_2_Number+bPCTAgentAEO_EP_3_Number)
882     [anInterface6 setUseEO_EP: 3]; // EO_EP 3
883 if (i<=otherAgents+bPCTAgentAEO_EP_0_Number+bPCTAgentAEO_EP_1_Number
884     +bPCTAgentAEO_EP_2_Number)
885     [anInterface6 setUseEO_EP: 2]; // EO_EP 2
886 if (i<=otherAgents+bPCTAgentAEO_EP_0_Number+bPCTAgentAEO_EP_1_Number)
887     [anInterface6 setUseEO_EP: 1]; // EO_EP 1
888 if (i<=otherAgents+bPCTAgentAEO_EP_0_Number)
889     [anInterface6 setUseEO_EP: 0]; // no EO_EP use
890 [anInterface6 setEO_EPDelta: agentAEO_EPDelta];

```

```

891     [anInterface6 setMyUniformIntRand: myUniformIntRand2]; // ad hoc
892         distr.
893     [anInterface6 setAgentNumber: i];
894     [anInterface6 setDataWarehouse: aDataWarehouse];
895     [anInterface6 setBook: oneBook];
896     anInterface6 = [anInterface6 createEnd];
897     [anInterface6 initialize]; // NB. after createEnd
898
899     anAgent6 = [BPCTAgentA createBegin: self];
900     [anAgent6 setNumber: i andSetReadWeightsFromFile: 0]; // it never
901         reads weights
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939

```

// from a file

```

[anAgent6 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
[anAgent6 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
[anAgent6 setDataWarehouse: aDataWarehouse];
[anAgent6 setInterface: anInterface6]; // double declaration
    for the parent
[anAgent6 setSpecificInterface: anInterface6]; // and for the
    inheriting class
[anAgent6 setRuleMaster: bPCTRuleMasterA];
[anAgent6 setPriceRuleMaster: bPCTPriceRuleMasterA];
[anAgent6 setDisplayDataWhileRunning: bPCTAgentsAreDisplayingData];
[anAgent6 setBook: oneBook]; // used by accounting method act2
[anAgent6 setPrinting: printing];

anAgent6 = [anAgent6 createEnd];

[agentList addLast: anAgent6];
[bPCTAgentAList addLast: anAgent6];

[agentArrayIndex next];
[agentArrayIndex put: anAgent6];

[bPCTAgentAArrayIndex next];
[bPCTAgentAArrayIndex put: anAgent6];

}

otherAgents+=bPCTAgentANumber;

// bPCTAgent B
// the various rule Master/Maker are private, to keep independent the
// random
// distributions
bPCTRuleMakerB = [BPCTRuleMaker createBegin: self];
[bPCTRuleMakerB setMyUniformIntRand: myUniformIntRand3]; // ad hoc
    distr.
[bPCTRuleMakerB setMatrixMult: matrixMult];
[bPCTRuleMakerB setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
bPCTRuleMakerB = [bPCTRuleMakerB createEnd];

bPCTRuleMasterB = [BPCTRuleMaster createBegin: self];
[bPCTRuleMasterB setRuleMaker: bPCTRuleMakerB];
[bPCTRuleMasterB setMatrixMult: matrixMult];

```

```

940 [bPCTRuleMasterB setVectorTransFunc: vectorTransFunc];
941 bPCTRuleMasterB = [bPCTRuleMasterB createEnd];
942
943 bPCTPriceRuleMasterB = [BPCTPriceRuleMaster createBegin: self];
944 [bPCTPriceRuleMasterB setMyUniformDblRand: myUniformDblRand3]; // ad
945 hoc distr.
946 [bPCTPriceRuleMasterB setAgentProbToActBeforeOpening:
947     agentProbToActBeforeOpening];
948 [bPCTPriceRuleMasterB setMinCorrectingCoeff: minCorrectingCoeff];
949 [bPCTPriceRuleMasterB setMaxCorrectingCoeff: maxCorrectingCoeff];
950 [bPCTPriceRuleMasterB setAsymmetricRange: asymmetricRange];
951 bPCTPriceRuleMasterB = [bPCTPriceRuleMasterB createEnd];
952
953 for (i=otherAgents + 1;
954     i<=otherAgents + bPCTAgentBNumber; i++)
955 {
956 // first we create the datawarehouse where BPCTagent technical data
957 are stored
958 aDataWarehouse = [BPCTDataWarehouse createBegin: self];
959 [aDataWarehouse setMinmaxRowToBeModifiedFromInt: 12
960     usingGenericIntVariableAddress: &
961     maxOrderQuantity];
962 [aDataWarehouse setVerificationFileName: unusedFile // never used
963     here
964     andTrainingFileName: unusedFile // never used
965     here
966     andMinmaxName: bPCTMinmaxFileNameB
967     andInitValuesFileName: bPCTInitValuesFileNameB];
968 [aDataWarehouse setInputNodeNumber: bPCTAgentBInputNodeNumber
969     andHiddenNodeNumber: bPCTAgentBHiddenNodeNumber
970     andOutputNodeNumber: bPCTAgentBOutputNodeNumber
971     andPatternNumberInVerificationSet:
972     bPCTPatternNumberInVerificationSet
973     andPatternNumberInTrainingSet:
974     bPCTPatternNumberInTrainingSet
975     andEpochNumberInEachTrainingCycle:
976     epochNumberInEachBPCTTrainingCycle
977     ];
978 [aDataWarehouse setBackPropagationParametersWeightRange:
979     bPCTWeightRange
980     eps: bPCTEps alpha: bPCTAlpha
981     andWithOrderInLearning:
982     usingRandomOrderInBPCTLearning
983     andLongTermLearningInCT:
984     longTermLearningInBPCT_OnlyWithCompleteTrainingSet
985     andUseOutputsAsTargetsInCT:
986     useOutputsAsTargetsInBPCT_RelearningScheme];
987 [aDataWarehouse setMyUniformDblRand: myUniformDblRand3]; // ad hoc
988 distr.
989
990 aDataWarehouse = [aDataWarehouse createEnd];
991
992 // then we create an interface for our agent, to simplify its links
993 // with the observer, if any, but mainly as a help in CT building

```

```

984  anInterface7 = [BPCTAgentBInterface createBegin: self];
985  if (i<=otherAgents+bPCTAgentBEO_EP_0.Number+bPCTAgentBEO_EP_1.Number
986      +bPCTAgentBEO_EP_2.Number+bPCTAgentBEO_EP_3.Number)
987      [anInterface7 setUseEO_EP: 3]; // EO_EP 3
988  if (i<=otherAgents+bPCTAgentBEO_EP_0.Number+bPCTAgentBEO_EP_1.Number
989      +bPCTAgentBEO_EP_2.Number)
990      [anInterface7 setUseEO_EP: 2]; // EO_EP 2
991  if (i<=otherAgents+bPCTAgentBEO_EP_0.Number+bPCTAgentBEO_EP_1.Number)
992      [anInterface7 setUseEO_EP: 1]; // EO_EP 1
993  if (i<=otherAgents+bPCTAgentBEO_EP_0.Number)
994      [anInterface7 setUseEO_EP: 0]; // no EO_EP use
995  [anInterface7 setEO_EPDelta: agentBEO_EPDelta];
996  [anInterface7 setMyUniformIntRand: myUniformIntRand3]; // ad hoc
997      distr.
998  [anInterface7 setAgentNumber: i];
999  [anInterface7 setDataWarehouse: aDataWarehouse];
1000
1001  anInterface7 = [anInterface7 createEnd];
1002  [anInterface7 initialize]; // NB. after createEnd
1003
1004  anAgent7 = [BPCTAgentB createBegin: self];
1005  [anAgent7 setNumber: i andSetReadWeightsFromFile: 0]; // it never
1006      reads weights // from a file
1007
1008  [anAgent7 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
1009  [anAgent7 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
1010  [anAgent7 setDataWarehouse: aDataWarehouse];
1011  [anAgent7 setInterface: anInterface7]; // double declaration
1012      for the parent
1013  [anAgent7 setSpecificInterface: anInterface7]; // and for the
1014      inheriting class
1015  [anAgent7 setRuleMaster: bPCTRuleMasterB];
1016  [anAgent7 setPriceRuleMaster: bPCTPriceRuleMasterB];
1017  [anAgent7 setDisplayDataWhileRunning: bPCTAgentsAreDisplayingData];
1018
1019  [anAgent7 setPrinting: printing];
1020
1021  anAgent7 = [anAgent7 createEnd];
1022
1023  [agentList addLast: anAgent7];
1024  [bPCTAgentBList addLast: anAgent7];
1025
1026  [agentArrayIndex next];
1027  [agentArrayIndex put: anAgent7];
1028
1029  [bPCTAgentBArrayIndex next];
1030  [bPCTAgentBArrayIndex put: anAgent7];
1031
1032  }
1033
1034  otherAgents=randomAgentNumber+marketImitatingAgentNumber+

```

```

1035         locallyImitatingAgentNumber+
1036         stopLossAgentNumber+aNNForecastAppAgentNumber;
1037
1038     // AvatarAgent
1039     otherAgents = otherAgents + bPCTAgentBNumber;
1040
1041     for (i=otherAgents + 1;
1042          i<=otherAgents + avatarAgentNumber;i++)
1043     {
1044         anAgent8 = [AvatarAgent createBegin: self];
1045         [anAgent8 setNumber: i];
1046         [anAgent8 setContinuosMarket: continuosMarket];
1047         [anAgent8 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
1048         [anAgent8 setBookNumber: bookNumber];
1049         [anAgent8 setPrinting: printing];
1050         [anAgent8 setPenalty: humanPenalty];
1051         [anAgent8 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
1052         [anAgent8 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
1053         anAgent8=[anAgent8 createEnd];
1054
1055         [agentList addLast: anAgent8];
1056         [avatarAgentList addLast: anAgent8];
1057
1058         [agentArrayIndex next];
1059         [agentArrayIndex put: anAgent8];
1060     }
1061
1062     // ArbitrageurAgent
1063     otherAgents = otherAgents + avatarAgentNumber;
1064     for (i= otherAgents + 1;i<=otherAgents + arbitrageurAgentNumber;i++)
1065     {
1066         anAgent9 = [ArbitrageurAgent createBegin: self];
1067         [anAgent9 setNumber: i];
1068         [anAgent9 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
1069         [anAgent9 setBookNumber: bookNumber];
1070         [anAgent9 setArbitrageurOperatingInterval:
1071          arbitrageurOperatingInterval];
1072         [anAgent9 setArbitrageurGain: arbitrageurGain];
1073         [anAgent9 setArbitrageurOperatingIntervalFixed:
1074          arbitrageurOperatingIntervalFixed];
1075         [anAgent9 setPrinting: printing];
1076         [anAgent9 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
1077         [anAgent9 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
1078         [anAgent9 setIndexCalculator: indexCalculator];
1079         anAgent9=[anAgent9 createEnd];
1080
1081         [agentList addLast: anAgent9];
1082         [arbitrageurAgentList addLast: anAgent9];
1083
1084         [agentArrayIndex next];
1085         [agentArrayIndex put: anAgent9];
1086     }
1087
1088     // eventAgent

```

```

1088   otherAgents = otherAgents + arbitrageurAgentNumber;
1089   for ( i=otherAgents+1; i<=otherAgents+eventAgentNumber; i++)
1090   {
1091     anAgent10=[EventAgent createBegin: self];
1092     [anAgent10 setNumber: i];
1093     [anAgent10 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
1094     [anAgent10 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
1095     [anAgent10 setBookArrayIndex: bookArrayIndex];
1096     [anAgent10 setBookNumber: bookNumber];
1097     [anAgent10 setEventGenerator: eventGenerator];
1098     [anAgent10 setRuleMaster: eventRuleMaster];
1099     [anAgent10 setPrinting: printing];
1100     anAgent10=[anAgent10 createEnd];
1101
1102     [agentList addLast: anAgent10];
1103     [eventAgentList addLast: anAgent10];
1104
1105     [agentArrayIndex next];
1106     [agentArrayIndex put: anAgent10];
1107   }
1108
1109   // wasteTimeAgent
1110   otherAgents = otherAgents + eventAgentNumber;
1111   for ( i=otherAgents+1; i<=otherAgents+wasteTimeAgentNumber; i++)
1112   {
1113
1114     anAgent11=[WasteTimeAgent createBegin: self];
1115     [anAgent11 setNumber: i];
1116     [anAgent11 setDelay: delay];
1117     [anAgent11 setMaxOrderQuantity: maxOrderQuantity];
1118     [anAgent11 setMaxOrderQuantity2: maxOrderQuantity2];
1119     [anAgent11 setPrinting: printing];
1120     anAgent11=[anAgent11 createEnd];
1121
1122     [agentList addLast: anAgent11];
1123     [wasteTimeAgentList addLast: anAgent11];
1124
1125     [agentArrayIndex next];
1126     [agentArrayIndex put: anAgent11];
1127   }
1128
1129   // agentForge step 8
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136   // current agent
1137   // see the comment in CurrentAgent.m to understand this trick
1138   theCurrentAgent=[CurrentAgent createBegin: self];
1139   [theCurrentAgent setAgentList: agentList];
1140   theCurrentAgent=[theCurrentAgent createEnd];
1141
1142   return self;

```



```

1143 }
1144
1145 - buildActions
1146 {
1147     int i;
1148     // we create the list of simulation actions
1149     modelActions1 = [ActionGroup create: self];
1150     [modelActions1 createActionTo: self message: M(
        setDayStateOpeningAuction)];
1151     [modelActions1 createActionTo: self message: M(
        increaseCurrentDayNumber)];
1152     [modelActions1 createActionForEach: bookList message: M(setClean)];
1153     [modelActions1 createActionForEach: forecastingAgentList message: M(
        step)];
1154     if(humanPenalty==2) [modelActions1 createActionTo: self message: M(
        check24hSpent)];
1155
1156     // Prepare Agent matrix
1157     [modelActions1 createActionForEach: agentList message: M(actPrepare)
        ];
1158
1159     // this shuffling action is not relevant if agent are equal instances
        of
1160     // the same class, but it is useful to avoid biased situations when
        agents
1161     // are not homegeneous
1162     [modelActions1 createActionTo: listShuffler
1163         message: M(shuffleWholeList:) : agentList
        ];
1164
1165     // acting before opening
1166     [modelActions1 createActionTo: eventGenerator message: M(
        setEventState)];
1167     [modelActions1 createActionForEach: agentList message: M(act0)];
1168     [modelActions1 createActionTo: self message: M(waitForOrders)];
1169     if (avatarAgentNumber>0)[modelActions1 createActionForEach:
        avatarAgentList message: M(act0)];
1170     if (arbitrageurAgentNumber>0)[modelActions1 createActionForEach:
        arbitrageurAgentList message: M(act0)];
1171     [modelActions1 createActionForEach: bookList message: M(
        openingAuction)];
1172     [modelActions1 createActionTo: self message: M(
        setDayStateContinuousTrading)];
1173
1174     // acting in the market
1175     //status=2;
1176     modelActions2 = [ActionGroup create: self];
1177     [modelActions2 createActionTo: eventGenerator message: M(
        setEventState)];
1178     [modelActions2 createActionTo: theCurrentAgent message: M(act1)];
1179     if (arbitrageurAgentNumber>0)[modelActions2 createActionForEach:
        arbitrageurAgentList message: M(act1)];
1180     if (avatarAgentNumber>0)[modelActions2 createActionForEach:
        avatarAgentList message: M(act1)];
1181     if (arbitrageurAgentNumber>0)[modelActions2 createActionForEach:
        arbitrageurAgentList message: M(act1)];

```

```

1181
1182 // actiong in closing
1183 modelActions3 = [ActionGroup create: self];
1184 [modelActions3 createActionTo: self message: M(
    setDayStateClosingAuction)];
1185 [modelActions3 createActionTo: eventGenerator message: M(
    setEventState)];
1186 [modelActions3 createActionForEach: agentList message: M(act0)];
1187 [modelActions3 createActionTo: self message: M(waitForOrders)];
1188 if (avatarAgentNumber>0)[modelActions3 createActionForEach:
    avatarAgentList message: M(act0)];
1189 if (arbitrageurAgentNumber>0)[modelActions3 createActionForEach:
    arbitrageurAgentList message: M(act0)];
1190 [modelActions3 createActionForEach: bookList message: M(
    closingAuction)];
1191
1192
1193 // accounting ...
1194 //status=1;
1195 modelActions4 = [ActionGroup create: self];
1196 [modelActions4 createActionTo: self message: M(
    setDayStateOpeningAuction)];
1197 [modelActions4 createActionForEach: bookList message: M(setMeanPrice)
    ];
1198 [modelActions4 createActionForEach: agentList message: M(act2)];
1199 [modelActions4 createActionTo: indexCalculator message: M(ohlc)];
1200 // then we create a schedule that executes the modelActions.
1201
1202 modelSchedule = [Schedule createBegin: self];
1203 // we use here agentNumber steps in each cycle , while the observer
    uses
1204 // a low display frequency (e.g. 1) to show the price of each step-
    tick
1205 // we can also use a high d.f. (e.g.1000 with 100 agents) to run a
    faster
1206 // simulation
1207 [modelSchedule setRepeatInterval: agentNumber+1];
1208 modelSchedule = [modelSchedule createEnd];
1209
1210 [modelSchedule at: 0 createAction: modelActions1];
1211
1212 for (i=0;i<agentNumber;i++){
1213     [modelSchedule at: i createAction: modelActions2];
1214 }
1215 [modelSchedule at: agentNumber-1 createAction: modelActions3];
1216 [modelSchedule at: agentNumber createAction: modelActions4];
1217
1218 return self;
1219 }
1220
1221 - activateIn: swarmContext
1222 {
1223     // here , we activate the swarm in the context passed in
1224     // then we activate our schedule in ourselves
1225

```

```

1226     [super activateIn: swarmContext];
1227
1228     [modelSchedule activateIn: self];
1229
1230     return [self getSwarmActivity];
1231 }
1232
1233 - increaseCurrentDayNumber
1234 {
1235     time_t t;
1236     int timestamp;
1237     timestamp=time (&t);
1238
1239     dayNumber++;
1240     if (printing==1)printf("Day_number_#%5d\n",dayNumber);
1241     FILE * pFile;
1242     pFile = fopen ("Day.dat","w");
1243     if (pFile == NULL) {
1244         perror("cannot open output file model");
1245         exit(1);
1246     }else
1247         fprintf(pFile,"%5d\n", dayNumber);
1248     fclose(pFile);
1249
1250
1251     FILE * ppFile;
1252     ppFile = fopen ("dayhistory.dat","a");
1253     if (ppFile == NULL) {
1254         perror("cannot open output file model");
1255         exit(1);
1256     }
1257     fprintf(ppFile,"%5d\t%20d\n", dayNumber, timestamp);
1258     fclose(ppFile);
1259     return self;
1260 }
1261
1262 - (int) getCurrentDay
1263 {
1264     return dayNumber;
1265 }
1266
1267 - check24hSpent
1268 {
1269     time_t t;
1270     int timestamp,oldTimestamp;
1271     timestamp=time (&t);
1272
1273     FILE * pFile;
1274     pFile = fopen ("day.timestamp","r");
1275     if (pFile == NULL) {
1276
1277         pFile = fopen ("day.timestamp","w");
1278         fprintf(pFile,"%20d\n", timestamp);
1279         fclose(pFile);
1280         return self;

```

```

1281         }else{
1282             fscanf(pFile,"%d\n",&oldTimestamp);
1283             fclose(pFile);
1284
1285             if (timestamp>=oldTimestamp+86400){
1286                 [avatarAgentList forEach:M(
1287                     onlineExperimentPenaltyAccounting)];
1288                 if (printing==1)printf("A_New_Day\n");
1289
1290                 FILE * ppFile;
1291                 ppFile = fopen ("dayhistory.dat","a");
1292                 if (ppFile == NULL) {
1293                     perror("cannot open output file model");
1294                     exit(1);
1295                 }
1296                 fprintf(ppFile,"%5d\t-NewDay-\n", dayNumber);
1297                 fclose(ppFile);
1298
1299                 pFile = fopen ("day.timestamp","w");
1300                 fprintf(pFile,"%20d\n", timestamp);
1301                 fclose(pFile);
1302                 return self;
1303             }
1304         }
1305     return self;
1306 }
1307
1308
1309
1310 // agentForge step 9
1311 - getAgentList{return agentList;}
1312 - getRandomAgentList{return randomAgentList;}
1313 - getArbitrageurAgentList{return arbitrageurAgentList;}
1314 - getWasteTimeAgentList{return wasteTimeAgentList;}
1315 - getAgentArrayIndex{return agentArrayIndex;}
1316 - getBookArrayIndex{return bookArrayIndex;}
1317
1318 - (int) getBPCTAgentANumber{return bPCTAgentANumber;}
1319 - (int) getBPCTAgentBNumber{return bPCTAgentBNumber;}
1320
1321 - getAvatarAgentList{return avatarAgentList;}
1322 - getEventAgentList{return eventAgentList;}
1323 - getMarketImitatingAgentList{return marketImitatingAgentList;}
1324 - getLocallyImitatingAgentList{return locallyImitatingAgentList;}
1325 - getStopLossAgentList{return stopLossAgentList;}
1326 - getANNForecastAppAgentList{return aNNForecastAppAgentList;}
1327 - getBPCTAgentAList{return bPCTAgentAList;}
1328 - getBPCTAgentBList{return bPCTAgentBList;}
1329
1330 - getBPCTAgentAArrayIndex{return bPCTAgentAArrayIndex;}
1331 - getBPCTAgentBArrayIndex{return bPCTAgentBArrayIndex;}
1332
1333
1334

```

```

1335
1336 - getIndexCalculator{return indexCalculator;}
1337
1338 - getForecastingAgent: (int) n
1339 {
1340     ForecastingAgent * oneForecastingAgent;
1341     [forecastingAgentArrayIndex setOffset: n-1];
1342     oneForecastingAgent=[forecastingAgentArrayIndex get];
1343     return oneForecastingAgent;
1344 }
1345
1346 - getEventGenerator
1347 {
1348     return eventGenerator;
1349 }
1350
1351
1352 - getBook: (int) n
1353 {
1354     Book * oneBook;
1355     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
1356     oneBook=[bookArrayIndex get];
1357     return oneBook;
1358 }
1359
1360
1361 - setDayStateOpeningAuction
1362 {
1363     FILE * pFile;
1364     pFile = fopen ("daystate.dat", "w");
1365     if (pFile == NULL) {
1366         perror("cannot open output file model");
1367         exit(1);
1368     }
1369     fprintf(pFile, "Opening_Auction");
1370     fclose(pFile);
1371     return self;
1372 }
1373
1374 - setDayStateContinuousTrading
1375 {
1376     FILE * pFile;
1377     pFile = fopen ("daystate.dat", "w");
1378     if (pFile == NULL) {
1379         perror("cannot open output file model");
1380         exit(1);
1381     }
1382     fprintf(pFile, "Continuous_Trading");
1383     fclose(pFile);
1384     return self;
1385 }
1386
1387 - setDayStateClosingAuction
1388 {
1389     FILE * pFile;

```

```

1390     pFile = fopen ("daystate.dat","w");
1391     if (pFile == NULL) {
1392         perror("cannot open output file model");
1393         exit(1);
1394     }
1395     fprintf(pFile,"Closing Auction");
1396     fclose(pFile);
1397     return self;
1398 }
1399
1400
1401 - waitForOrders
1402 {
1403     sleep(delayInAuction);
1404
1405     return self;
1406 }
1407
1408 - (int) getBookNumber
1409 {
1410     return bookNumber;
1411 }
1412
1413 - openProbeTo: (int) n
1414 {
1415     BasicSumAgent * anAgent;
1416
1417     if (n<1 || n>agentNumber) return self;
1418
1419     [agentArrayIndex setOffset: n-1];
1420     anAgent=[agentArrayIndex get];
1421     [anAgent getProbe];
1422
1423     return anAgent;
1424 }
1425
1426
1427 @end

```

B.3 Book.m

Alla riga 748 troviamo la funzione *printPrices* e alla 731 la *printControlPrice*. Entrambe servono a comunicare con gli umani fonendo loro il *controlPrice* o i *book*.

Le aste sono definite alla righe 688 (*openingAuction*) e 708 (*closingAuction*). Anche se il meccanismo di validazione dei prezzi, illustrato nel paragrafo 3.4.3 a pagina 61 lo troviamo nella funzione *auction* alla riga 496.

L'abbinamento automatico delle proposte nel durante viene assicurato dalla funzione *setOrderFromAgent* alla riga 329, mentre la raccolta degli ordini nella fase di pre-asta viene assicurata dalla funzione *setOrderBeforeOpeningFromAgent* alla riga 278.

```

1 // Book.m
2

```

```

3 #import "Book.h"
4 #include <time.h>
5 #import "BasicSumAgent.h" // this is placed here to avoid a circular
   call
6
7 // functions
8
9 void message(id <Index> agentArrayIndex, int n, float p, int bn)
10 {
11     BasicSumAgent * anAgent;
12     [agentArrayIndex setOffset: n-1];
13     anAgent=[agentArrayIndex get];
14     [anAgent setConfirmationOfExecutedPrice: p inBook: bn];
15     return;
16 }
17
18 void confirmationMessage(id <Index> agentArrayIndex, int n, float p,
   int bn)
19 {
20     BasicSumAgent * anAgent;
21     [agentArrayIndex setOffset: n-1];
22     anAgent=[agentArrayIndex get];
23     [anAgent orderConfirmationFrom: (int) bn atPrice:(float) p];
24     return;
25 }
26
27 void setLocal(Matrix2 * loc, float p)
28 {
29     int i;
30     if (p==0)return;
31     for (i=[loc getRows]-2;i>=0;i--)[loc R:i+1 C:0 setFrom: [loc R:i C
   :0]];
32     [loc R:0 C:0 setFrom: p];
33     return;
34 }
35
36 int getLocal(Matrix2 * loc)
37 {
38     int i, tot;
39     tot=0;
40     for (i=0;i<[loc getRows];i++)
41     {
42         if ([loc R:i C:0]>0)tot++;
43         if ([loc R:i C:0]<0)tot--;
44     }
45     return tot;
46 }
47
48 @implementation Book
49
50 // we set the book number
51 - setNumber: (int) n
52 {
53     theBookNumber = n;
54     return self;

```

```

55 }
56
57 - setContinuosMarket: (int) n
58 {
59     continuosMarket = n;
60     return self;
61 }
62
63
64 - setAgentArrayIndex: i
65 {
66     agentArrayIndex = i;
67     return self;
68 }
69
70 - setIndexCalculator: i
71 {
72     indexCalculator = i;
73     return self;
74 }
75
76 - setAgentNumber: (int) n
77 {
78     agentNumber=n;
79     return self;
80 }
81
82 - setMaxOrderQuantity: (int) m
83 {
84     maxOrderQuantity=m;
85     return self;
86 }
87
88 - setMeanPriceHistoryLength: (int) l
89 {
90     meanPriceHistoryLength=l;
91     return self;
92 }
93
94 - setPriceVolumesHistoryLength: (int) l
95 {
96     priceVolumesHistoryLength=l;
97     return self;
98 }
99
100 - setQuantityVolumesHistoryLength: (int) l
101 {
102     quantityVolumesHistoryLength=l;
103     return self;
104 }
105
106 - setLocalHistoryLength: (int) l
107 {
108     localHistoryLength=l;
109     return self;

```



```

110 }
111
112 - setFutureBook: (int) fb
113 {
114     futureBook=fb;
115     return self;
116 }
117
118 - setPrinting: (int) p
119 {
120     printing=p;
121     return self;
122 }
123
124 - createEnd
125 {
126     int i;
127     [super createEnd];
128
129     if (continuosMarket==1){
130         char webdataFileName2 [40];
131         sprintf(webdataFileName2,"lastSingle%d.dat",theBookNumber);
132         FILE * ppFile;
133         ppFile = fopen (webdataFileName2,"r");
134         if (ppFile != NULL) {
135             fscanf(ppFile,"%f",&oldPrice);
136             executedPrice=oldPrice;
137             meanPrice=oldPrice;
138         }else{
139             executedPrice=1;
140             meanPrice=1;
141         }
142     }else{
143         executedPrice=1; // this is the starting price; it seems to be
144                        // not relevant at all for the behavior of the
145                        model
146
147         meanPrice=1;
148     }
149
150     previousClosingPrice=executedPrice;
151     currentMeanPrice=0;
152     count=0;
153     acceptedOrder=0;
154     quantityVolumes=0;
155     priceVolumes=0;
156     openingPrice=0.0;
157     lowPrice=0.0;
158     highPrice=0.0;
159     firstPrice=0;
160     controlPrice=executedPrice;
161
162     // the book works on the basis of two matrixes containing sell
163     // order in increasing order or buy order in decreasing order
164     // (in col 1 we have the orders; in col 2 the number of the agent

```

```

164    // placing the order)
165
166    // if an order obtains an immediate matching, it is not filed
167
168    // the worse situation is that of having all the order on one side
    // of
169    // the market and all the agents ordering; so the rows of the two
170    // matrixes must be equal to the number of the agents
171
172    sellOrderStorehouse=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
173    [sellOrderStorehouse setDimensionRows: agentNumber*maxOrderQuantity
174                        Cols: 2 Code: 1];
175    sellOrderStorehouse=[sellOrderStorehouse createEnd];
176
177    buyOrderStorehouse=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
178    [buyOrderStorehouse setDimensionRows: agentNumber*maxOrderQuantity
179                        Cols: 2 Code: 2];
180    buyOrderStorehouse=[buyOrderStorehouse createEnd];
181
182    meanPriceHistory=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
183    [meanPriceHistory setDimensionRows: meanPriceHistoryLength
184                        Cols: 1 Code: 3];
185    meanPriceHistory=[meanPriceHistory createEnd];
186    // mean prices will be stored by rows; now we fill all the r. with
187    // the starting mean price
188    for (i=0;i<=meanPriceHistoryLength-1;i++)
189        [meanPriceHistory R:i C:0 setFrom: meanPrice];
190
191    // the same for volumes
192    priceVolumesHistory=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
193    [priceVolumesHistory setDimensionRows: priceVolumesHistoryLength
194                        Cols: 1 Code: 5];
195    priceVolumesHistory=[priceVolumesHistory createEnd];
196
197    for (i=0;i<=priceVolumesHistoryLength-1;i++)
198        [priceVolumesHistory R:i C:0 setFrom: priceVolumes];
199
200
201    quantityVolumesHistory=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
202    [quantityVolumesHistory setDimensionRows:
203        quantityVolumesHistoryLength
204                        Cols: 1 Code: 6];
205    quantityVolumesHistory=[quantityVolumesHistory createEnd];
206
207    for (i=0;i<=quantityVolumesHistoryLength-1;i++)
208        [quantityVolumesHistory R:i C:0 setFrom: quantityVolumes];
209
210    localHistory=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
211    [localHistory setDimensionRows: localHistoryLength
212                        Cols: 1 Code: 4];
213    localHistory=[localHistory createEnd];
214    // local actions will be stored by rows; we fill all the r. with
215    // 0, i.e. 'no action', automatically, as a byproduct of the
216    // setDimensionRows: Cols: method

```

```

217
218
219     auctionMatrix=[Matrix2 createBegin: [self getZone]];
220     [auctionMatrix setDimensionRows: agentNumber*2 Cols: 5 Code: 7];
221     auctionMatrix=[auctionMatrix createEnd];
222
223
224
225     return self;
226 }
227
228 // at the end of each day
229 - setMeanPrice{
230     if (count>0) meanPrice=currentMeanPrice/count; // otherwise we keep
231                                                         // previous value
232     return self;
233 }
234
235 - setNAheadForecasting: (int) na
236 {
237     nAheadForecasting = na;
238     return self;
239 }
240
241 // at the beginning of each day
242 - setClean{
243     int i;
244     sellOrderNumber=0; buyOrderNumber=0;
245
246     // meanPriceHistory in row 0 contains the t-1 meanPrice;
247     //                   in row 1 contains the t-2 meanPrice;
248     //                   etc.
249     for (i=meanPriceHistoryLength-2;i>=0;i--)
250         [meanPriceHistory R:i+1 C:0 setFrom:
251          [meanPriceHistory R:i C:0]];
252     [meanPriceHistory R:0 C:0 setFrom: meanPrice];
253
254     for (i=priceVolumesHistoryLength-2;i>=0;i--)
255         [priceVolumesHistory R:i+1 C:0 setFrom:
256          [priceVolumesHistory R:i C:0]];
257     [priceVolumesHistory R:0 C:0 setFrom: priceVolumes];
258
259     for (i=quantityVolumesHistoryLength-2;i>=0;i--)
260         [quantityVolumesHistory R:i+1 C:0 setFrom:
261          [quantityVolumesHistory R:i C
262           :0]];
262     [quantityVolumesHistory R:0 C:0 setFrom: quantityVolumes];
263
264     previousClosingPrice=executedPrice; // the last one of 'yesterday'
265     currentMeanPrice=0;
266     count=0;
267     acceptedOrder=0;
268     quantityVolumes=0;
269     priceVolumes=0;
270     openingPrice=0.0;

```

```

271     lowPrice=0.0;
272     highPrice=0.0;
273     firstPrice=0;
274     return self;
275 }
276
277 // receiving an order before opening from an agent
278 - setOrderBeforeOpeningFromAgent: (int) n atPrice: (float) p
279 {
280     int number;
281     number = n;
282     price = p;
283
284     if((price!=0)&&((fabs(price)>controlPrice*1.90)|| (fabs(price)<
285         controlPrice*0.10))) {
286         if (printing==1) printf("The order on book_#%3d from
287             agent_#%3d at price_%.74f is out of 90 per cent
288             controlPrice_range.\n",theBookNumber, number, price
289             );
290         return self;
291     }
292
293     if (printing==1) printf("The book_#%3d received an auction order from
294         agent_#%3d at price_%.74f\n",theBookNumber, number, price);
295
296     // local history
297     setLocal(localHistory, price);
298
299     // if price==0 no action required, but sending a 0.0 message to the
300         agent
301     if (price==0) message(agentArrayIndex, number, 0.0, theBookNumber);
302
303     // the agent is selling at min price '-price'
304     if (price<0) {
305         message(agentArrayIndex, number, 0.0,
306             theBookNumber);
307         // filing the sell order, in increasing order
308         sellOrderNumber++;
309         acceptedOrder++;
310         [sellOrderStorehouse fileIncreasingP: -price
311             andN: (float) number
312             usingAsNumberOfRows: sellOrderNumber];
313         if (printing==1)
314             [sellOrderStorehouse printNRows: sellOrderNumber];
315         [sellOrderStorehouse printNRowsFileS:
316             sellOrderNumber ofBook: theBookNumber];
317     }
318
319     // the agent is buying at max price 'price'
320     if (price>0) {
321         message(agentArrayIndex, number, 0.0,
322             theBookNumber);
323         // filing the buy order, in decreasing order
324         buyOrderNumber++;
325         acceptedOrder++;
326     }

```

```

317         [buyOrderStorehouse fileDecreasingP: price
318                                     andN: (float) number
319                                     usingAsNumberOfRows: buyOrderNumber];
320         if(printing==1)
321         [buyOrderStorehouse printNRows: buyOrderNumber];
322         [buyOrderStorehouse printNRowsFileB:
323             buyOrderNumber ofBook: theBookNumber];
324     }
325     return self;
326 }
327
328 // receiving an order when the market is open
329 - setOrderFromAgent: (int) n atPrice: (float) p
330 {
331
332     time_t tiempo;
333     char cad[80];
334     struct tm *tmPtr;
335     int number;
336     tiempo = time(NULL);
337     tmPtr = localtime(&tiempo);
338     strftime( cad, 80, "%d-%m-%Y-%H:%M:%S", tmPtr );
339
340     number = n;
341     price = p;
342
343     if((price!=0)&&((fabs(price)>controlPrice*1.90)|| (fabs(price)<
344         controlPrice*0.10))){
345         if(printing==1)printf("The order on book_#%3d from_
346             agent_#%3d at price_%.7f is out of 90 per cent_
347             controlPrice range.\n",theBookNumber, number, price
348             );
349         return self;
350     }
351
352     // check 10% of controlprice on executed contract
353     if(price<0) { if (buyOrderNumber>0 && [buyOrderStorehouse R: 0 C
354         : 0] >= -price && (([buyOrderStorehouse R: 0 C: 0]>controlPrice
355         *1.30)||([buyOrderStorehouse R: 0 C: 0]<controlPrice*0.70))) {
356         price=0.0;
357         buyOrderNumber--;
358         [buyOrderStorehouse shiftRowsDown: buyOrderNumber
359             ];
360         if(printing==1)
361         [buyOrderStorehouse printNRows: buyOrderNumber];
362         [buyOrderStorehouse printNRowsFileB:
363             buyOrderNumber ofBook: theBookNumber];
364     }
365 }

```

```

363     if(price > 0) { if (sellOrderNumber > 0 && [sellOrderStorehouse R: 0 C
      : 0] <= price && ([sellOrderStorehouse R: 0 C: 0] > controlPrice
      * 1.30) || ([sellOrderStorehouse R: 0 C: 0] < controlPrice * 0.70))){
364         price = 0.0;
365         sellOrderNumber--;
366         [sellOrderStorehouse shiftRowsDown:
          sellOrderNumber];
367         if(printing == 1)
368         [sellOrderStorehouse printNRows: sellOrderNumber];
369         [sellOrderStorehouse printNRowsFileS:
          sellOrderNumber ofBook: theBookNumber];
370
371     }}
372
373
374
375
376
377
378
379     if(price != 0) acceptedOrder++;
380
381     if(printing == 1)    printf("The book_#%3d received an order from_
      agent_#%3d at price_%.7f\n", theBookNumber, number, price);
382
383     // local history
384     setLocal(localHistory, price);
385
386     // if price == 0 no action required, but sending a 0.0 message to the
      agent
387     if(price == 0) message(agentArrayIndex, number, 0.0, theBookNumber);
388
389     // the agent is selling at min price '-price'
390     if(price < 0) { if (buyOrderNumber > 0 &&
391         [buyOrderStorehouse R: 0 C: 0] >= -price)
392         {executedPrice = [buyOrderStorehouse R: 0 C: 0];
393         currentMeanPrice += executedPrice;
394         count++;
395         quantityVolumes++;
396         priceVolumes += executedPrice;
397
398         [self printPrices:
          theBookNumber atPrice:
          executedPrice];
399
400         message(agentArrayIndex, number, -executedPrice,
          theBookNumber);
401         message(agentArrayIndex, (int)[buyOrderStorehouse R
          : 0 C: 1],
402             executedPrice, theBookNumber
          );
403         confirmationMessage(agentArrayIndex, number, -
          executedPrice, theBookNumber);
404         confirmationMessage(agentArrayIndex, (int)[
          buyOrderStorehouse R: 0 C: 1], executedPrice,

```

```

theBookNumber);
405
406 buyOrderNumber--;
407 [buyOrderStorehouse shiftRowsDown: buyOrderNumber
];
408 if (printing==1)
409 [buyOrderStorehouse printNRows: buyOrderNumber];
410 [buyOrderStorehouse printNRowsFileB:
buyOrderNumber ofBook: theBookNumber];
411
412 if (firstPrice==0){
413 openingPrice=executedPrice;
414 lowPrice=executedPrice;
415 highPrice=executedPrice;
416 closingPrice=executedPrice;
417 firstPrice=1;
418 }
419 if (lowPrice>executedPrice) lowPrice=executedPrice
;
420 if (highPrice<executedPrice) highPrice=
executedPrice;
421 closingPrice=executedPrice;
422
423 }
424
425 else {
426 message(agentArrayIndex , number , 0.0 ,
theBookNumber);
427 // filing the sell order, in increasing order
428 sellOrderNumber++;
429 [sellOrderStorehouse fileIncreasingP: - price
andN: (float) number
430 usingAsNumberOfRows: sellOrderNumber];
431 if (printing==1)
432 [sellOrderStorehouse printNRows: sellOrderNumber];
433 [sellOrderStorehouse printNRowsFileS:
434 sellOrderNumber ofBook: theBookNumber];
435 }
436 }
437
438 // the agent is buying at max price 'price'
439 if (price>0) { if (sellOrderNumber>0 &&
440 [sellOrderStorehouse R: 0 C: 0] <= price)
441 {executedPrice=[sellOrderStorehouse R: 0 C: 0];
442 currentMeanPrice+=executedPrice;
443 count++;
444 quantityVolumes++;
445 priceVolumes+=executedPrice;
446
447 [self printPrices:
theBookNumber atPrice:
executedPrice];
448
449 message(agentArrayIndex , number , executedPrice ,
theBookNumber);

```

```

450         message(agentArrayIndex, (int) [sellOrderStorehouse
451             R: 0 C: 1],
                                     -executedPrice,
                                     theBookNumber
                                     );
452         confirmationMessage(agentArrayIndex, number,
                               executedPrice, theBookNumber);
453         confirmationMessage(agentArrayIndex, (int) [
            sellOrderStorehouse R: 0 C: 1], -executedPrice
            , theBookNumber);
454
455         sellOrderNumber--;
456
457         [sellOrderStorehouse shiftRowsDown:
            sellOrderNumber];
458
459         if (printing==1)
460         [sellOrderStorehouse printNRows: sellOrderNumber];
461         [sellOrderStorehouse printNRowsFileS:
            sellOrderNumber ofBook: theBookNumber];
462
463         if (firstPrice==0){
464             openingPrice=executedPrice;
465             lowPrice=executedPrice;
466             highPrice=executedPrice;
467             closingPrice=executedPrice;
468             firstPrice=1;
469         }
470         if (lowPrice>executedPrice) lowPrice=executedPrice
            ;
471         if (highPrice<executedPrice) highPrice=
            executedPrice;
472         closingPrice=executedPrice;
473
474     }
475
476     else {
477         message(agentArrayIndex, number, 0.0,
            theBookNumber);
478         // filing the buy order, in decreasing order
479         buyOrderNumber++;
480         [buyOrderStorehouse fileDecreasingP: price
            andN: (float) number
            usingAsNumberOfRows: buyOrderNumber];
481
482         if (printing==1)
483         [buyOrderStorehouse printNRows: buyOrderNumber];
484         [buyOrderStorehouse printNRowsFileB:
            buyOrderNumber ofBook: theBookNumber];
485
486
487     }
488
489 }
490
491 return self;
492

```



```

493 }
494
495
496 - (float) auction
497 {
498     int i, k, j;
499     executableOrders=0;
500     surelyExecutableOrders=0;
501     potentialBalanceness=0;
502     insertableInAuction=0;
503     j=0;
504     // scanning buyOrders
505
506     if ((buyOrderNumber>0)&&(sellOrderNumber>0))
507     for (i=0; i<=buyOrderNumber-1; i++)
508     {
509         buyPrice=[buyOrderStorehouse R: i C: 0];
510         // check if there are equal prices (we use only the
511         // last one)
512         if (i==buyOrderNumber-1)
513             {executableOrders++;insertableInAuction=1;}
514         else {nextBuyPrice=[buyOrderStorehouse R: i+1 C: 0]; if
515             (buyPrice!=nextBuyPrice){insertableInAuction=1;
516             executableOrders++;}else{executableOrders++;}}
517
518         if (([sellOrderStorehouse R: 0 C: 0] <= buyPrice )&& (
519             insertableInAuction==1)) {
520             // check the minimum between the number of
521             // Orders that can be executed and the number
522             // of counterparts
523             minimumExecutableOrders=executableOrders; if (
524                 executableOrders>sellOrderNumber)
525                 minimumExecutableOrders=sellOrderNumber;
526             // first rule
527             for (k=0; k<=minimumExecutableOrders-1; k++)
528             {
529                 if ([sellOrderStorehouse R: k C: 0] <=
530                     buyPrice) surelyExecutableOrders++;
531             }
532             // second rule
533             for (k=0; k<=sellOrderNumber-1; k++)
534             {
535                 if ([sellOrderStorehouse R: k C: 0] <=
536                     buyPrice) potentialBalanceness++;
537             }
538
539             balanceness=potentialBalanceness-
540                 surelyExecutableOrders;
541
542             //insert in auctionMatrix
543             [auctionMatrix fileAddP: buyPrice fromRow: i
544                 withExecutableOrders:
545                 surelyExecutableOrders withBalanceness:
546                 balanceness withAbsoluteDifference: fabs(
547                     buyPrice-controlPrice) usingAsNumberOfRows

```

```

533         : j ];
// the respect of third rule is expressed by '
      abs(buyPrice-controlPrice)' above
534
535     surelyExecutableOrders=0;
536     potentialBalanceness=0;
537     insertableInAuction=0;
538     j++;
539
540 }
541
542 }
543
544
545     executableOrders=0;
546     surelyExecutableOrders=0;
547     potentialBalanceness=0;
548     insertableInAuction=0;
549
550 // scanning sellOrders
551
552 if ((buyOrderNumber>0)&&(sellOrderNumber>0))
553 for (i=0;i<=sellOrderNumber-1;i++)
554 {
555     sellPrice=[sellOrderStorehouse R: i C: 0];
556     if (i==sellOrderNumber-1)
557         {executableOrders++;insertableInAuction=1;}
558     else {nextSellPrice=[sellOrderStorehouse R: i+1 C: 0];
559         if(sellPrice!=nextSellPrice){executableOrders++;
560             insertableInAuction=1;}else{executableOrders++;}}
561
562     if ([buyOrderStorehouse R: 0 C: 0] >= sellPrice) && (
563         insertableInAuction==1) {
564         minimumExecutableOrders=executableOrders; if (
565             executableOrders>buyOrderNumber)
566             minimumExecutableOrders=buyOrderNumber;
567         for (k=0;k<=minimumExecutableOrders-1;k++)
568         {
569             if ([buyOrderStorehouse R: k C: 0] >=
570                 sellPrice) surelyExecutableOrders++;
571         }
572
573         for (k=0;k<=buyOrderNumber-1;k++)
574         {
575             if ([buyOrderStorehouse R: k C: 0] >=
576                 sellPrice) potentialBalanceness++;
577         }
578
579         balanceness=potentialBalanceness-
580             surelyExecutableOrders;
581
582 // check if the price is already in
583     auctionMatrix from buyOrders
584     insertableInAuction=0;

```

```

577         for (k=0;k<=j-1;k++){
578             if ([auctionMatrix R:k C:1]!=sellPrice){
579                 // ok: there isn't in Matrix
580                 //      -> insert
581                 insertableInAuction=1;
582             }else{
583                 // we have 2 equal prices:
584                 //      check which is the best
585                 insertableInAuction=0;
586                 // the best for first rule
587                 if ([auctionMatrix R:j C:2]<
588                     surelyExecutableOrders){
589                     insertableInAuction=2;}
590                 else if ([auctionMatrix R:j C
591                     :2]==surelyExecutableOrders
592                     ){
593                     // the best for second
594                     //      rule
595                     if ([auctionMatrix R:j C
596                         :3]>balanceness){
597                         insertableInAuction
598                         =2;}
599                     }
600                 // this is the best: substitute
601                 //      the old price in
602                 //      auctionMatrix
603                 if (insertableInAuction==2){
604                     [auctionMatrix fileAddP:
605                         sellPrice fromRow: i
606                         withExecutableOrders
607                         : surelyExecutableOrders
608                         withBalanceness: balanceness
609                         withAbsoluteDifference
610                         : fabs(sellPrice-controlPrice
611                             ) usingAsNumberOfRows
612                         : k ];
613                 }
614             }
615         }
616     }
617     if (insertableInAuction==1){
618         //insert in auctionMatrix
619         [auctionMatrix fileAddP:
620             sellPrice fromRow: i
621             withExecutableOrders:
622             surelyExecutableOrders
623             withBalanceness: balanceness
624             withAbsoluteDifference:
625             fabs(sellPrice-controlPrice

```

```

606                                     ) usingAsNumberOfRows: j ];
607                                     j++;
608                                 }
609                                 surelyExecutableOrders=0;
610                                 potentialBalanceness=0;
611                                 insertableInAuction=0;
612
613                             }
614     }
615
616     // determination (fourth rule)
617
618     maxSurelyExecutableOrders=-1;
619     minBalanceness=10000;
620     nearestControlPrice=10000;
621     auctionPrice=0.0;
622
623     if (printing==1){ printf(" AuctionMatrix\n"); [ auctionMatrix
624         printNRows: j ];}
625
626     if ((buyOrderNumber>0)&&(sellOrderNumber>0))
627     for ( i=0; i<=j; i++)
628     {
629         // check for the first rule better price
630         if ([ auctionMatrix R: i C:2]>maxSurelyExecutableOrders){
631             auctionPrice=[auctionMatrix R: i C:1];
632             maxSurelyExecutableOrders=[auctionMatrix R: i C:2];
633             minBalanceness=[auctionMatrix R: i C:3];
634             nearestControlPrice=[auctionMatrix R: i C:4];
635             auctionPriceRow=[auctionMatrix R: i C:0];}
636         else if ([ auctionMatrix R: i C:2]==
637             maxSurelyExecutableOrders){
638             // check for the second rule better price
639             if ([ auctionMatrix R: i C:3]<minBalanceness){
640                 auctionPrice=[auctionMatrix R: i C:1];
641                 maxSurelyExecutableOrders=[auctionMatrix R:
642                     i C:2]; minBalanceness=[auctionMatrix R: i C
643                     :3]; nearestControlPrice=[auctionMatrix R: i
644                     C:4]; auctionPriceRow=[auctionMatrix R: i C
645                     :0];}
646             else if ([ auctionMatrix R: i C:3]==minBalanceness
647                 ){
648                 // check for the third rule better
649                 price
650                 if ([ auctionMatrix R: i C:4]<
651                     nearestControlPrice){ auctionPrice=[
652                     auctionMatrix R: i C:1];
653                     maxSurelyExecutableOrders=[
654                     auctionMatrix R: i C:2];
655                     minBalanceness=[auctionMatrix R: i C
656                     :3]; nearestControlPrice=[
657                     auctionMatrix R: i C:4];
658                     auctionPriceRow=[auctionMatrix R: i
659                     C:0];}

```

```

636         else if([auctionMatrix R:i C:4]==
637             nearestControlPrice){
638                 // check for the fourth rule
639                 // better price
640                 if([auctionMatrix R:i C:1]>
641                     auctionPrice){auctionPrice
642                     =[auctionMatrix R:i C:1];
643                     maxSurelyExecutableOrders=[
644                     auctionMatrix R:i C:2];
645                     minBalanceness=[
646                     auctionMatrix R:i C:3];
647                     nearestControlPrice=[
648                     auctionMatrix R:i C:4];
649                     auctionPriceRow=[
650                     auctionMatrix R:i C:0];}
651             }
652         }
653     }
654 }
655
656 // validation
657 if(( auctionPrice >1.1*controlPrice) || ( auctionPrice <0.9*
658     controlPrice)){ auctionPrice=0.0; if (printing==1){ printf("The
659     _AuctionPrice can't be validate.\n");}}
660
661 // exchange
662 if(auctionPrice!=0.0)
663 {
664     for ( i=maxSurelyExecutableOrders-1;i>=0;i--)
665     {
666         message(agentArrayIndex,(int)[
667             buyOrderStorehouse R: i C: 1] ,
668             auctionPrice , theBookNumber);
669         message(agentArrayIndex,(int)[
670             sellOrderStorehouse R: i C: 1], -
671             auctionPrice , theBookNumber);
672
673         confirmationMessage(agentArrayIndex,(int)[
674             buyOrderStorehouse R: i C: 1] ,
675             auctionPrice , theBookNumber);
676         confirmationMessage(agentArrayIndex,(int)[
677             sellOrderStorehouse R: i C: 1], -
678             auctionPrice , theBookNumber);
679
680         buyOrderNumber--;
681         [buyOrderStorehouse shiftRowsDown:
682             buyOrderNumber];
683
684         sellOrderNumber--;
685         [sellOrderStorehouse shiftRowsDown:
686             sellOrderNumber];
687     }
688 }

```

```

667         quantityVolumes++;
668         priceVolumes+=executedPrice;
669
670     }
671
672     if (printing==1)
673     [buyOrderStorehouse printNRows: buyOrderNumber];
674     [buyOrderStorehouse printNRowsFileB: buyOrderNumber
        ofBook: theBookNumber];
675
676     if (printing==1)
677     [sellOrderStorehouse printNRows: sellOrderNumber];
678     [sellOrderStorehouse printNRowsFileS: sellOrderNumber
        ofBook: theBookNumber];
679
680     [self printPrices: theBookNumber atPrice: executedPrice
        ];
681
682 }
683
684 if (printing==1){ printf("The Auction Price on Book # %3d is %9.5f\n",
        theBookNumber, auctionPrice);};
685 return auctionPrice;
686 }
687
688 - openingAuction
689 {
690     if (printing==1){ printf(" *** Opening Auction - Book # %3d
        ***\n", theBookNumber);}
691     auctionPrice=[self auction];
692     if (auctionPrice!=0)
693     {
694         executedPrice=auctionPrice;
695         controlPrice=auctionPrice;
696         openingPrice=executedPrice;
697         closingPrice=executedPrice;
698         lowPrice=executedPrice;
699         highPrice=executedPrice;
700         firstPrice=1;
701     }else{
702         controlPrice=previousClosingPrice;
703     }
704     [self printControlPrice];
705     return self;
706 }
707
708 - closingAuction
709 {
710     if (printing==1){ printf(" *** Closing Auction - Book # %3d
        ***\n", theBookNumber);}
711     [self auction];
712     if (auctionPrice!=0)
713     {
714         executedPrice=auctionPrice;
715         controlPrice=auctionPrice;

```

```

716         closingPrice=executedPrice;
717         if (lowPrice>executedPrice) lowPrice=executedPrice;
718         if (highPrice<executedPrice) highPrice=executedPrice;
719         if (firstPrice==0){
720             firstPrice=1;
721             lowPrice=executedPrice;
722             highPrice=executedPrice;
723             openingPrice=executedPrice;
724         }
725     }
726     [self printControlPrice];
727     return self;
728 }
729
730
731 - printControlPrice
732 {
733     char webdataFileName [40];
734     sprintf(webdataFileName,"%d.controlprice",theBookNumber);
735
736     FILE * pFile;
737
738     pFile = fopen (webdataFileName,"w");
739     if (pFile == NULL) {
740         perror("cannot open output file");
741         exit(1);
742     }
743     fprintf(pFile,"%7.4f\n",controlPrice);
744     fclose(pFile);
745     return self;
746 }
747
748 - printPrices: (int) n atPrice: (float) p
749 {
750     theBookNumber=n;
751     executedPrice=p;
752
753     time_t tiempo;
754     char cad[80];
755     struct tm *tmPtr;
756
757     tiempo = time(NULL);
758     tmPtr = localtime(&tiempo);
759     strftime( cad, 80, "%d-%m-%Y-%H:%M:%S", tmPtr );
760
761     char webdataFileName [40];
762     sprintf(webdataFileName,"bookdata%d.dat",theBookNumber);
763     char webdataFileName2 [40];
764     sprintf(webdataFileName2,"lastSingle%d.dat",theBookNumber);
765     char webdataFileName3 [40];
766     sprintf(webdataFileName3,"lastSingleIndex.dat");
767
768
769     FILE * pFile;
770

```

```

771     pFile = fopen (webdataFileName,"a");
772     if (pFile == NULL) {
773         perror("cannot open output file 1");
774         exit(1);
775     }
776
777     if(theBookNumber==futureBook){
778         indexValue=[indexCalculator getIndexValue];
779         fprintf(pFile,"%s_%.9f_%.9f\n",cad,executedPrice,
            indexValue);
780
781         FILE * pppFile;
782         pppFile = fopen (webdataFileName3,"w");
783         if (pppFile == NULL) {
784             perror("cannot open output file 1");
785             exit(1);
786         }
787         fprintf(pppFile,"%7.4f\n",indexValue);
788         fclose(pppFile);
789
790     }else{ fprintf(pFile,"%s_%.9f\n",cad,executedPrice);}
791
792     fclose(pFile);
793
794
795
796     FILE * ppFile;
797
798     ppFile = fopen (webdataFileName2,"w");
799     if (ppFile == NULL) {
800         perror("cannot open output file 5");
801         exit(1);
802     }
803     fprintf(ppFile,"%7.4f\n",executedPrice);
804     fclose(ppFile);
805     return self;
806 }
807
808
809 – (float) getPrice
810 {
811     return executedPrice;
812 }
813
814 – (float) getMeanPrice
815 {
816     return meanPrice;
817 }
818
819 – (float) getLaggedMeanPrice: (int) lag
820 {
821     return [meanPriceHistory R: lag-1 C: 0];
822 }
823
824 – (float) getMeanPriceIndex

```



```

825 {
826     return meanPrice/[meanPriceHistory R: nAheadForecasting C: 0];
827 }
828
829 - (int) getLocalHistory
830 {
831     return getLocal(localHistory);
832 }
833
834 - (float) getSellOrderNumber
835 {
836     return (float) sellOrderNumber;
837 }
838
839 - (float) getBuyOrderNumber
840 {
841     return (float) buyOrderNumber;
842 }
843
844 - (float) getPreviousClosingPrice
845 {
846     return previousClosingPrice;
847 }
848
849 - (float) getAskPrice
850 {
851     return [buyOrderStorehouse R: 0 C: 0];
852 }
853
854 - (float) getBidPrice
855 {
856     return [sellOrderStorehouse R: 0 C: 0];
857 }
858
859 - (int) getQuantityVolumes
860 {
861     return (int) quantityVolumes;
862 }
863
864 - (float) getPriceVolumes
865 {
866     return (float) priceVolumes;
867 }
868
869
870 - (float) getOpeningPrice
871 {
872     return openingPrice;
873 }
874
875 - (float) getClosingPrice
876 {
877     return closingPrice;
878 }
879

```

```

880 - (float) getLowPrice
881 {
882     return lowPrice;
883 }
884
885 - (int) getAcceptedOrder
886 {
887     return acceptedOrder;
888 }
889
890
891 - (float) getHighPrice
892 {
893     return highPrice;
894 }
895
896 @end

```

B.4 IndexCalculator.m

Le funzioni più significative sono *getIndexValue* che restituisce il valore dell'indice teorico e *ohlc* che scrive su file i dati di ogni giorno di borsa secondo il formalismo espresso nel paragrafo 4.8.4 a pagina 100.

```

1 // IndexCalculator.m
2
3 #import "IndexCalculator.h"
4 #import "Book.h"
5
6 @implementation IndexCalculator
7
8 // we set the Book number
9 - setBookNumber: (int) m
10 {
11     bookNumber = m;
12     return self;
13 }
14
15 // the address of the book of the market
16 - setBookArrayIndex: i
17 {
18     bookArrayIndex = i;
19     return self;
20 }
21
22 // this is a toggle: print / don't print
23 - setPrinting: (int) p
24 {
25     printing=p;
26     return self;
27 }
28
29
30 - (float) getPrice: (int) n

```

```

31 {
32     Book * aBook;
33     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
34     aBook=[bookArrayIndex get];
35     price = [aBook getPrice];
36     return price;
37 }
38
39 - (float) getOpeningPrice: (int) n
40 {
41     Book * aBook;
42     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
43     aBook=[bookArrayIndex get];
44     price = [aBook getOpeningPrice];
45     return price;
46 }
47
48 - (float) getClosingPrice: (int) n
49 {
50     Book * aBook;
51     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
52     aBook=[bookArrayIndex get];
53     price = [aBook getClosingPrice];
54     return price;
55 }
56
57 - (float) getLowPrice: (int) n
58 {
59     Book * aBook;
60     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
61     aBook=[bookArrayIndex get];
62     price = [aBook getLowPrice];
63     return price;
64 }
65
66 - (float) getHighPrice: (int) n
67 {
68     Book * aBook;
69     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
70     aBook=[bookArrayIndex get];
71     price = [aBook getHighPrice];
72     return price;
73 }
74
75 - (float) getQuantityVolumes: (int) n
76 {
77     Book * aBook;
78     [bookArrayIndex setOffset: n-1];
79     aBook=[bookArrayIndex get];
80     price = [aBook getQuantityVolumes];
81     return price;
82 }
83
84 - (int) getAcceptedOrder: (int) n
85 {

```

```

86     Book * aBook;
87     [bookArrayIndex setOffset : n-1];
88     aBook=[bookArrayIndex get];
89     acceptedOrder = [aBook getAcceptedOrder];
90     return acceptedOrder;
91 }
92
93
94 - createEnd
95 {
96     [super createEnd];
97     currentDay=0;
98     return self;
99 }
100
101
102
103 - (float) getIndexValue
104 {
105
106     int i;
107     float sumOfPrice;
108     sumOfPrice=0.0;
109
110     for ( i=1;i<bookNumber;i++)
111     {
112         sumOfPrice+=[self getPrice:i];
113     }
114
115     indexValue=sumOfPrice/(bookNumber-1);
116     if(printing==1)printf(" Theoric Index Value %9.5f\n",indexValue);
117     return (float) indexValue;
118 }
119
120
121 - ohlc
122 {
123     currentDay++;
124     int i;
125
126     for ( i=1;i<=bookNumber;i++)
127     {
128
129         closingPrice=[self getClosingPrice:i];
130         openingPrice=[self getOpeningPrice:i];
131         highPrice=[self getHighPrice:i];
132         lowPrice=[self getLowPrice:i];
133         quantityVolume=[self getQuantityVolumes: i];
134
135         char webdataFileName [40];
136         sprintf(webdataFileName,"bookohlcd%d.dat",i);
137
138         FILE * pFile;
139
140         pFile = fopen (webdataFileName,"a");

```

```

141         if ( pFile == NULL) {
142             perror("cannot open output file");
143             return self;
144         }
145         fprintf(pFile, "%3d\t%9.4f\t%9.4f\t%9.4f\t%9.4f\t%9.4f\t\n",
146             currentDay, openingPrice, highPrice, lowPrice, closingPrice,
147             quantityVolume);
148         fclose(pFile);
149     }
150
151
152
153     char webdataFileName2 [40];
154     sprintf(webdataFileName2, "acceptedorder.dat");
155
156     FILE * ppFile;
157     ppFile = fopen (webdataFileName2, "a");
158     if (ppFile == NULL) {
159         perror("cannot open output file");
160         return self;
161     }
162
163     fprintf(ppFile, "%3d\t", currentDay);
164
165     for ( i=1; i<=bookNumber; i++)
166     {
167         acceptedOrder=[self getAcceptedOrder: i];
168         fprintf(ppFile, "%10d\t", acceptedOrder);
169     }
170
171     fprintf(ppFile, "\n");
172     fclose(ppFile);
173
174
175     return self;
176 }
177
178
179 @end

```

B.5 AvatarAgent.m

- le funzioni *communicateEvent* servono a comunicare agli umani gli eventi
- *orderConfirmationFrom* alla riga 208 manda agli umani la conferma dell'esecuzione dei loro ordini che verrà visualizzata fra i messaggi (figura: 4.6)
- *penaltyAccounting* (riga 397) e *onlineExperimentPenaltyAccounting* (riga 466) calcolano le penalità
- *act0* raccoglie gli ordini in pre-asta

- *act1* invia gli ordini nel *continuous trading*
- *act2* calcola la ricchezza e scrive un file di testo tramite il quale PHP realizzerà la figura 4.9 a pagina 94

```

1  // AvatarAgent.m
2
3  #import "AvatarAgent.h"
4  #include <stdarg.h>
5  #include <time.h>
6
7
8  @implementation AvatarAgent
9
10 - setContinuosMarket: (int) n
11 {
12     continuosMarket = n;
13     return self;
14 }
15
16 - setPenalty: (int) p
17 {
18     humanPenalty = p;
19     return self;
20 }
21
22 - createEnd
23 {
24
25     [super createEnd];
26     currentDay=0;
27
28     // keeping data for avatar agents
29
30     if (continuosMarket==1){
31         float oldLiquidity, shares;
32         int k;
33         FILE * wealthFile;
34
35         char webWealthFileName [40];
36         sprintf(webWealthFileName, "avatardata/%d. wealth", number);
37         wealthFile = fopen (webWealthFileName, "r");
38
39         if (wealthFile != NULL) {
40             fscanf(wealthFile, "%f\n", &oldAgentWealthAtMeanDailyPrice);
41             fscanf(wealthFile, "%f\n", &oldLiquidity);
42
43             agentWealthAtMeanDailyPrice=
44                 oldAgentWealthAtMeanDailyPrice;
45             liquidityQuantity=oldLiquidity;
46
47             k=1;
48             while (fscanf(wealthFile, "%f\n", &shares) != EOF)
49                 {

```

```

50         shareQuantityVector[k]=shares;
51         k++;
52     }
53     }else{liquidityQuantity=0;}
54
55 }
56
57     return self;
58 }
59
60
61 // communicate the event to the Avatars
62 - communicateEvent1
63 {
64     FILE * tmpFile;
65     FILE * mpFile;
66     char c;
67     int tmpOpened;
68
69     char webMessageFileName [40];
70     sprintf(webMessageFileName,"avatardata/%d.msg",number);
71
72     time_t t;
73     time (&t);
74
75     tmpOpened=0;
76     rename(webMessageFileName,"tempFile");
77
78     mpFile = fopen (webMessageFileName,"a");
79
80     fprintf(mpFile,"<font_color=\\"x23_FF0000\ ">%s \: \very \negative \event
81         </font><br>\n" , ctime(&t));
82
83     if ( (tmpFile = fopen ("tempFile","r")) ){
84         tmpOpened=1;
85         while ((c = fgetc(tmpFile)) != EOF)
86             fputc(c, mpFile);
87
88         fclose(mpFile);
89
90         if (tmpOpened==1){
91             fclose(tmpFile);
92             remove("tempFile");
93         }
94     }
95
96     return self;
97 }
98
99 - communicateEvent2
100 {
101     FILE * tmpFile;
102     FILE * mpFile;
103     char c;

```

```

104     int tmpOpened;
105
106     char webMessageFileName [40];
107     sprintf(webMessageFileName,"avatardata/%d.msg",number);
108
109     time_t t;
110     time (&t);
111
112     tmpOpened=0;
113     rename(webMessageFileName,"tempFile");
114
115     mpFile = fopen (webMessageFileName,"a");
116
117     fprintf(mpFile,"<font_color=\"\x23_FF9900\">%s : negative event</font
118             ><br>\n", ctime(&t));
119
120     if ( (tmpFile = fopen ("tempFile","r")) ) {
121         tmpOpened=1;
122         while ((c = fgetc(tmpFile)) != EOF)
123             fputc(c, mpFile);
124
125     }
126     fclose (mpFile);
127
128     if (tmpOpened==1){
129         fclose (tmpFile);
130         remove("tempFile");
131     }
132
133     return self;
134 }
135
136 - communicateEvent3
137 {
138     FILE * tmpFile;
139     FILE * mpFile;
140     char c;
141     int tmpOpened;
142
143     char webMessageFileName [40];
144     sprintf(webMessageFileName,"avatardata/%d.msg",number);
145
146     time_t t;
147     time (&t);
148
149     tmpOpened=0;
150     rename(webMessageFileName,"tempFile");
151
152     mpFile = fopen (webMessageFileName,"a");
153
154     fprintf(mpFile,"<font_color=\"\x23_33FF00\">%s : positive event</font
155             ><br>\n", ctime(&t));
156
157     if ( (tmpFile = fopen ("tempFile","r")) ) {
158         tmpOpened=1;

```



```

157         while ((c = fgetc(tmpFile)) != EOF)
158             fputc(c, mpFile);
159
160     fclose(mpFile);
161
162     if (tmpOpened==1){
163         fclose(tmpFile);
164         remove("tmpFile");
165     }
166 }
167
168 return self;
169 }
170
171 - communicateEvent4
172 {
173     FILE * tmpFile;
174     FILE * mpFile;
175     char c;
176     int tmpOpened;
177
178     char webMessageFileName [40];
179     sprintf(webMessageFileName,"avatardata/%d.msg",number);
180
181     time_t t;
182     time (&t);
183
184     tmpOpened=0;
185     rename(webMessageFileName,"tmpFile");
186
187     mpFile = fopen (webMessageFileName,"a");
188
189     fprintf(mpFile,"<font color=\"\x230099FF\">%s :: very positive event
190         </font><br>\n", ctime(&t));
191
192     if( (tmpFile = fopen ("tmpFile","r")) ){
193         tmpOpened=1;
194         while ((c = fgetc(tmpFile)) != EOF)
195             fputc(c, mpFile);
196
197         fclose(mpFile);
198
199         if (tmpOpened==1){
200             fclose(tmpFile);
201             remove("tmpFile");
202         }
203     }
204
205     return self;
206 }
207
208 - orderConfirmationFrom: (int) bn atPrice:(float) p
209 {
210

```

```

211 FILE * tmpFile;
212 FILE * mpFile;
213
214 char c;
215 int tmpOpened;
216
217 char webMessageFileName [40];
218 sprintf(webMessageFileName,"avatardata/%d.msg",number);
219
220 time_t t;
221 time (&t);
222
223 tmpOpened=0;
224 rename(webMessageFileName,"tempFile");
225
226 mpFile = fopen (webMessageFileName,"a");
227
228 fprintf(mpFile,"Order_Executed_on_%s_at_price_%7.4f_on_Book_%3d<br>\n",
229         ctime(&t),p,bn);
230
231 if ( (tmpFile = fopen ("tempFile","r")) ){
232     tmpOpened=1;
233     while ((c = fgetc(tmpFile)) != EOF)
234         fputc(c, mpFile);
235 }
236
237 fclose(mpFile);
238
239 if (tmpOpened==1){
240     fclose(tmpFile);
241     remove("tempFile");
242 }
243
244 return self;
245 }
246
247
248 // Acting before opening
249 - act0
250 {
251     float BS1, p1, q1;
252     int i, b1;
253
254     char webdataFileName [40];
255     sprintf(webdataFileName,"avatardata/%d.dat",number);
256
257     FILE * pFile;
258     pFile = fopen (webdataFileName,"r");
259
260     if (pFile != NULL) {
261         actingBeforeOpening=1;
262
263         while ( fscanf(pFile,"%f,%f,%f,%d", &BS1, &p1, &q1, &b1) != EOF)
264             {

```

```

265         if (p1 != 0) { price = BS1 * p1;}
266
267         if (maxOrderQuantity==1) iMax=1;
268         else iMax=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1
                withMax: maxOrderQuantity];
269
270         for ( i=1;i<=iMax;i++)
271         [self setOrderBeforeOpeningFromAgent2: b1 ofAgent:
                number atPrice: price];
272
273         if (printing==1) printf("Human\play\in\auction\at\
                price\%f_\on\book\#%d\n",price,b1);
274     }
275
276     fclose(pFile);
277     remove(webdataFileName);
278 }else{
279     actingBeforeOpening=0;
280
281     price = 0.0;
282     b1=1;
283     if (printing==1) printf("Human\doesn't\play\in\auction\opening\n");
284
285     if (maxOrderQuantity==1) iMax=1;
286     else iMax=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1 withMax:
                maxOrderQuantity];
287     for ( i=1;i<=iMax;i++)
288     [self setOrderBeforeOpeningFromAgent2: b1 ofAgent: number
                atPrice: price];
289 }
290
291 return self;
292 }
293
294
295
296
297 // acting in the market
298 - act1
299 {
300     float BS, p, q;
301     char webdataFileName [40];
302     sprintf(webdataFileName,"avatardata/%d.dat",number);
303     int i, b2;
304
305     FILE * ppFile;
306     ppFile = fopen (webdataFileName,"r");
307     if (ppFile != NULL) {
308         while ( fscanf(ppFile,"%f,%f,%f,%d", &BS, &p, &q, &b2) != EOF)
309         {
310             if (p != 0) { price = BS * p;}
311
312             if (maxOrderQuantity==1) iMax=1;
313             else iMax=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1
                withMax: maxOrderQuantity];

```

```

314
315         for ( i=1;i<=iMax;i++)
316     [ self setOrderFromAgent2: b2 ofAgent: number atPrice: price
      ];
317
318         if ( printing==1) printf("Human_play_at_price_%f_on_
      book_#%d\n",price ,b2);
319     }
320
321     actingAtTheTime=1;
322     fclose ( ppFile );
323     remove ( webdataFileName );
324 } else {
325     price = 0.0;
326     b2=1;
327     if ( printing==1) printf("Human_doesn't_play\n");
328     if ( maxOrderQuantity==1) iMax=1;
329     else iMax=[uniformIntRand getIntegerWithMin: 1 withMax:
      maxOrderQuantity];
330
331     for ( i=1;i<=iMax;i++)
332     [ self setOrderFromAgent2: b2 ofAgent: number atPrice:
      price ];
333 }
334
335
336
337 return self;
338 }
339
340
341 - act2
342 {
343     int k;
344     FILE * wealthFile;
345     FILE * wealthHistoryFile;
346
347     lowTransactionCost = 0.01;
348     highTransactionCost = 0.65;
349     numberOfTransaction = 10;
350
351
352     [ super act2 ];
353
354     agentWealthAtMeanDailyPrice=agentWealthAtMeanDailyPrice -
      lowTransactionCost*executedPriceCount; //agg
355
356
357
358
359     currentDay++;
360
361     char webWealthFileName [40];
362     sprintf(webWealthFileName,"avatardata/%d. wealth",number);
363     wealthFile = fopen ( webWealthFileName,"w");

```

```

364
365     fprintf(wealthFile,"%10.4f\n",agentWealthAtMeanDailyPrice);
366     fprintf(wealthFile,"%10.4f\n",liquidityQuantity);
367
368
369     for (k=1;k<=bookNumber;k++){
370         fprintf(wealthFile,"%10.4f\n",shareQuantityVector[k]);
371     }
372
373     fclose(wealthFile);
374
375     char webWealthHistoryFileName [40];
376     sprintf(webWealthHistoryFileName,"avatardata/%d.wealthhistory",number)
377     ;
378     wealthHistoryFile = fopen (webWealthHistoryFileName,"a");
379
380     fprintf(wealthHistoryFile,"%5d\t%10.4f\n",currentDay,
381         agentWealthAtMeanDailyPrice);
382     fclose(wealthHistoryFile);
383
384     if(humanPenalty!=0)[self penaltyAccounting];
385
386     return self;
387 }
388
389 - penaltyAccounting
390 {
391     FILE * penaltyFile;
392     FILE * transactionFile;
393     // penalty for class experiment
394     if(humanPenalty==1){
395
396         char penaltyFileName [40];
397         sprintf(penaltyFileName,"avatardata/%d.penalty",number);
398
399         if ((penaltyFile = fopen (penaltyFileName,"r")) != NULL) {
400             fscanf(penaltyFile,"%f\n",&oldPenalty);
401             fclose(penaltyFile);
402         } else {
403             oldPenalty=0.0;
404         }
405         penaltyFile = fopen (penaltyFileName,"w");
406
407         if(executedPriceCount<=0){
408             penalty=-3+oldPenalty;
409         }else if(executedPriceCount==1){
410             penalty=-2+oldPenalty;
411         }else if(executedPriceCount==2){
412             penalty=-1+oldPenalty;
413         }else if(executedPriceCount>=3){
414             penalty=oldPenalty;
415         }else{
416             penalty=oldPenalty;

```

```

417     }
418     fprintf(penaltyFile, "%10.4f", penalty);
419     fclose(penaltyFile);
420
421     // penalty for online experiment
422
423     }else if(humanPenalty==2){
424         char transactionFileName [40];
425         sprintf(transactionFileName, "avatardata/%d.transaction", number)
426             ;
427
428         if ((transactionFile = fopen (transactionFileName, "r")) != NULL) {
429             fscanf(transactionFile, "%f\n", &oldTransaction);
430             fclose(transactionFile);
431         } else {
432             oldTransaction=0.0;
433         }
434
435         transactionFile = fopen (transactionFileName, "w");
436
437         transaction=executedPriceCount+oldTransaction;
438
439         fprintf(transactionFile, "%10.4f", transaction);
440         fclose(transactionFile);
441     }
442     return self;
443 }
444
445 - onlineExperimentPenaltyAccounting
446 {
447     FILE * penaltyFile;
448     FILE * transactionFile;
449     // read the number of transaction at this moment
450     char transactionFileName [40];
451     sprintf(transactionFileName, "avatardata/%d.transaction", number)
452         ;
453
454     if ((transactionFile = fopen (transactionFileName, "r")) != NULL) {
455         fscanf(transactionFile, "%f\n", &oldTransaction);
456         fclose(transactionFile);
457     } else {
458         oldTransaction=0.0;
459     }
460
461     // set to zero the number of transaction
462     transactionFile = fopen (transactionFileName, "w");
463     fprintf(transactionFile, "0.0");
464     fclose(transactionFile);
465
466     // read actual penalty
467     char penaltyFileName [40];
468     sprintf(penaltyFileName, "avatardata/%d.penalty", number);
469

```

```

470
471     if ((penaltyFile = fopen (penaltyFileName,"r")) != NULL) {
472         fscanf(penaltyFile,"%f\n",&oldPenalty);
473         fclose(penaltyFile);
474     } else {
475         oldPenalty=0.0;
476     }
477
478     // write new penalty
479     penaltyFile = fopen (penaltyFileName,"w");
480
481     if(oldTransaction<=0){
482         penalty=-3+oldPenalty;
483     }else if(oldTransaction==1){
484         penalty=-2+oldPenalty;
485     }else if(oldTransaction==2){
486         penalty=-1+oldPenalty;
487     }else if(oldTransaction>=3){
488         penalty=oldPenalty;
489     }else{
490         penalty=oldPenalty;
491     }
492     fprintf(penaltyFile,"%10.4f",penalty);
493     fclose(penaltyFile);
494
495     return self;
496
497
498 }
499
500 @end

```

B.6 ArbitrageurAgent.m

L'arbitraggista agisce solo nel *continuous trading* come specificato nel paragrafo 3.11 a pagina 73.

```

1 // ArbitrageurAgent.m
2
3 #import "ArbitrageurAgent.h"
4 #import "Book.h"
5 #import "IndexCalculator.h"
6
7 @implementation ArbitrageurAgent
8
9 - setArbitrageurOperatingInterval: (float) i
10 {
11     arbitrageurOperatingInterval=i;
12     return self;
13 }
14
15 - setArbitrageurGain: (int) i
16 {
17     arbitrageurGain=i;

```

```

18     return self;
19 }
20
21 - setArbitrageurOperatingIntervalFixed: (int) i
22 {
23     arbitrageurOperatingIntervalFixed=i;
24     return self;
25 }
26
27 - setIndexCalculator: t
28 {
29     indexCalculator = t;
30     return self;
31 }
32
33
34 - act0
35 {
36     int i;
37     // clearing executedPrices
38     executedPriceCount=0;
39     for (i=0;i<maxOrderQuantity2;i++) [executedPrices R:i C:0 setFrom
40         :0];
41     return self;
42 }
43 // Acting
44 - act1
45 {
46     int i;
47     Book * futureBook;
48
49     [bookArrayIndex setOffset: bookNumber-1];
50     futureBook=[bookArrayIndex get];
51
52     indexValue=[indexCalculator getIndexValue];
53
54     realFuturePrice = [self getPrice2: bookNumber];
55
56
57
58     //choose short or long position on future and shares
59
60     if(indexValue>realFuturePrice) {buySellSwitchFuture=1;
61         buySellSwitchShares=-1; }
62     else if(indexValue<realFuturePrice) {buySellSwitchFuture=-1;
63         buySellSwitchShares=1; }
64     else {buySellSwitchFuture=0; buySellSwitchShares=0;
65         if(printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there isn't a
66             no-spread\n");
67     }
68
69     //check counterpart of shares

```



```

69     if (buySellSwitchShares!=0){
70     for (i=1;i<bookNumber;i++)
71     {
72         Book * aBook;
73         [bookArrayIndex setOffset:i-1];
74         aBook=[bookArrayIndex get];
75         if (buySellSwitchShares==1){
76             if ([aBook getBuyOrderNumber]==0.0){buySellSwitchShares=0;
77                 if (printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there isn't
78                     counterpart for selling book %3d.\n",i);
79             }
80         }else if (buySellSwitchShares==1){
81             if ([aBook getSellOrderNumber]==0.0){buySellSwitchShares=0;
82                 if (printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there isn't
83                     counterpart for buying book %3d.\n",i);
84             }
85         }else{buySellSwitchShares=0;}
86     }
87     //check counterpart of index
88
89     if (buySellSwitchFuture==1){
90         if ([futureBook getBuyOrderNumber]==0.0){buySellSwitchFuture
91             =0;
92             if (printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there isn't
93                 counterpart for selling Index.\n");
94         }
95     }else if (buySellSwitchFuture==1){
96         if ([futureBook getSellOrderNumber]==0.0){buySellSwitchFuture
97             =0;
98             if (printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there isn't
99                 counterpart for buying Index.\n");
100         }
101     }else{buySellSwitchFuture=0;}
102
103     // we calculate if arbitrating actions produce a sure gain for
104     arbitrageur agent
105
106     sumOfPrice=0.0;
107
108     // here we use a fixed gain (arbitrageurOperatingIntervalFixed==1)
109
110     if ((arbitrageurGain==1)&&(arbitrageurOperatingIntervalFixed==1)) {
111         if ((buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)){
112
113             if ((indexValue - realFuturePrice)>arbitrageurOperatingInterval)
114                 {buySellSwitchFuture=1; buySellSwitchShares=-1; }
115             else {buySellSwitchFuture=0; buySellSwitchShares=0;
116                 if (printing==1)printf(" Arbitrageur doesn't play : there
117                     isn't no spread\n");
118             }
119         }
120     }

```

```

115     }else if ((buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)) {
116
117         if ((realFuturePrice - indexValue)>arbitrageurOperatingInterval)
118             { buySellSwitchFuture=-1; buySellSwitchShares=1; }
119         else { buySellSwitchFuture=0; buySellSwitchShares=0;
120             if (printing==1) printf(" Arbitrageur doesn't play : there
121             isn't no spread\n");
122         }
123     }else { buySellSwitchFuture=0; }
124 }
125 // here we use a gain expressed as a ratio of future to index (
126     arbitrageurOperatingIntervalFixed==0)
127 if ((arbitrageurGain==1)&&(arbitrageurOperatingIntervalFixed==0)) {
128     if ((buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)) {
129         for (i=1; i<bookNumber; i++)
130         {
131             Book * aBook;
132             [bookArrayIndex setOffset: i-1];
133             aBook=[bookArrayIndex get];
134             sumOfPrice+=[aBook getAskPrice];
135         }
136         newIndexValue=sumOfPrice/(bookNumber-1);
137         price=[futureBook getBidPrice];
138         futureSpread=((newIndexValue-price)/newIndexValue)+((
139             newIndexValue-price)/price)/2;
140
141         if (futureSpread>=arbitrageurOperatingInterval) {
142             buySellSwitchFuture=1; buySellSwitchShares=-1; }
143         else { buySellSwitchFuture=0; buySellSwitchShares=0;
144             if (printing==1) printf(" Arbitrageur doesn't play : there
145             isn't no such spread (%5.3f %5.3f) \n", futureSpread
146             , indexSpread);
147         }
148     }
149     }else if ((buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)) {
150         for (i=1; i<bookNumber; i++)
151         {
152             Book * aBook;
153             [bookArrayIndex setOffset: i-1];
154             aBook=[bookArrayIndex get];
155             sumOfPrice+=[aBook getBidPrice];
156         }
157         newIndexValue=sumOfPrice/(bookNumber-1);
158         price=[futureBook getAskPrice];
159         futureSpread=((newIndexValue-price)/newIndexValue)+((
160             newIndexValue-price)/price)/2;
161
162         if (futureSpread<=-1*arbitrageurOperatingInterval) {
163             buySellSwitchFuture=-1; buySellSwitchShares=1; }
164         else { buySellSwitchFuture=0; buySellSwitchShares=0;
165             if (printing==1) printf(" Arbitrageur doesn't play : there
166             isn't no such spread (%5.3f %5.3f) \n", futureSpread

```

```

160         , indexSpread);
161     }
162     }else{ buySellSwitchFuture=0;}
163 }
164
165
166 //get the prices and insert orders
167
168 if (( buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)){
169     for ( i=1;i<bookNumber; i++)
170     {
171         Book * aBook;
172         [bookArrayIndex setOffset: i-1];
173         aBook=[bookArrayIndex get];
174         price=-1*[aBook getAskPrice];
175         [self setOrderFromAgent2: i ofAgent: number atPrice:
176             price];
177     }
178     price=[futureBook getBidPrice];
179     [self setOrderFromAgent2: bookNumber ofAgent: number atPrice
180         : price];
181 }else if (( buySellSwitchFuture==1)&&(buySellSwitchShares==1)){
182     for ( i=1;i<bookNumber; i++)
183     {
184         Book * aBook;
185         [bookArrayIndex setOffset: i-1];
186         aBook=[bookArrayIndex get];
187         price=[aBook getBidPrice];
188         [self setOrderFromAgent2: i ofAgent: number atPrice:
189             price];
190     }
191     price=-1*[futureBook getAskPrice];
192     [self setOrderFromAgent2: bookNumber ofAgent: number atPrice
193         : price];
194 }else{ buySellSwitchFuture=0;}
195
196
197 return self;
198 }
199
200 @end

```

B.7 conf.php

Questo file contiene tutti i settaggi per gestire l'interfaccia grafica: secondi di *refresh* delle pagine, il numero di dati da disegnare o da visualizzare...

```

1 <?php
2 // conf.php SUMWeb configuration
3
4
5 ///////////////

```

```

6 // Graphs
7 //////////////////////////////////////////////////
8
9 // Ploticus executable location
10 $ploticusexe='/home/kappa/public_html/sumweb-2/pl';
11
12 // data to be draw in graphs
13 $dataToBeDraw=50;
14 $dataToBeDrawInCandlestick=100;
15
16 // Day used for chartistic graph Relative Strong Index (RSI) and Simple
    Move Average (SMA)
17 $rsiwindow=14;
18 $smawindow=5;
19
20 // Check if the graph is generated more than secondsForRefresh ago. If
    yes the system re-generate it , else use the current.
21 $secondsForRefresh=20;
22
23 // Pages Refresh (META control in <HEAD>...</HEAD> section)
24 $futurePlotPageRefresh=30;
25 $stockPlotPageRefresh=30;
26 $bookPageRefresh=5;
27 $candlestickPageRefresh=40;
28 $wealthPageRefresh=60;
29 $messagePageRefresh=20;
30 $scoretablePageRefresh=120;
31 $pricesPageRefresh=5;
32 $dayPageRefresh=5;
33
34
35 //////////////////////////////////////////////////
36 // Messages
37 //////////////////////////////////////////////////
38
39 // put the double of mthe messages you want to see: each time you call
    the system time you hava a /n in the file
40 $dataToBeDrawInMessages=40;
41
42
43 //////////////////////////////////////////////////
44 // Number of Books
45 //////////////////////////////////////////////////
46
47 // bookNumber without the Index
48 $bookNumber=3;
49
50 // the number of the book of the index
51 // if you don't use an index during your simulation set it to 0
52 $futureNumber=4;
53
54
55 //////////////////////////////////////////////////
56 // Book's Name '
57 //////////////////////////////////////////////////

```

```

58
59 // Stocks Names. Add name according to bookNumber variable
60 $book[1]="Stock_1";
61 $book[2]="Stock_2";
62 $book[3]="Stock_3";
63 $book[4]="Market_Future";
64
65
66 // Future name. Remember that the future book is the last book
67
68 $futureName=$book[4];
69
70 // Please check the file users.php
71 // The format is:
72 // agent-number username          password          first      last
73 //
74 // the separator is "tab" (\t)
75 // 302   pt          pwd          Pietro   Terna
76 //
77 // Look the users.php.example for more information
78
79 //EOF
80
81 ?>

```

B.8 candlestick.php

Alla riga 26 troviamo la procedura per calcolare al media mobile (*Simple Moving Average*) e alla 61 l'*Relative Strong Index*.

La maggior parte del *file* è occupata dalla procedura che legge i dati ne calcola minimi e massimi e scrive il file di configurazione che permetterà al programma *ploticus*¹ di disegnare i grafici.

In questo caso si disegna il grafico *candlestick* con sfondo nero, ma con procedure simili si ottengono tutti i grafici dell'interfaccia.

```

1 <?php
2 require("conf.php");
3
4
5 echo "<HTML>
6 <head>
7 <meta_http-equiv=Refresh_CONTENT=\" $candlestickPageRefresh\">
8 </head>
9
10 <BODY_bgcolor=\" #000000\">
11 <title>$book[$ib]:_analysis</title>";
12
13
14
15
16

```

¹<http://ploticus.sourceforge.net/>

```

17
18 /*****
19
20 Simple Moving Average
21
22 *****/
23
24
25
26 Function sma($arrayproc , $window){
27     $sma=array();
28
29     for ( $i=1;$i<=(count($arrayproc));$i++) {
30         $sum=0;
31
32         if ( $i>=($window) ){
33
34             for ( $ii=$i; $ii>=($i-($window-1)); $ii--) {
35                 $sum=$sum+$arrayproc[ $ii ];
36             }
37
38             $onesma=$sum/$window;
39             $sma[ $i]=$onesma;
40
41         }else{
42             $sma[ $i]="-";
43         }
44
45     }
46
47     return $sma;
48 };
49
50
51
52
53 /*****
54
55 Relative Strong Index
56
57 *****/
58
59
60
61 Function rsi($open,$close , $window){
62     $rsi=array();
63
64     for ( $i=1;$i<=(count($open));$i++) {
65
66         if ( $i>=($window) ){
67             $rsi_pos=0;
68             $rsi_neg=0;
69             $onersi=0;
70             for ( $ii=$i; $ii>=($i-($window-1)); $ii--) {
71                 $delta=$close[ $ii]-$open[ $ii ];

```

```

72         if ( $delta >= 0 ) { $rsi_pos = $rsi_pos + $delta; } else {
73             $rsi_neg = $rsi_neg + $delta; }
74
75         if ( ( $rsi_pos == 0.0 ) && ( abs( $rsi_neg ) == 0.0 ) ) { $onersi
76             = 0.0; } else
77         { $onersi = ( ( $rsi_pos - abs( $rsi_neg ) ) / ( $rsi_pos + abs(
78             $rsi_neg ) ) ) * 100; }
79         $onersi = $onersi / 2 + 50;
80     }
81     $rsi [ $i ] = $onersi;
82 } else {
83     $rsi [ $i ] = "-";
84 }
85 }
86
87 return $rsi;
88 };
89
90
91 /*****
92
93 Ploticus drawing tools
94
95 *****/
96
97 exec( 'tail - ' . $dataToBeDrawInCandlestick . ' \bookohlc ' . $ib . ' . dat > \
98     bookohlcshort ' . $ib . ' . dat ' );
99
100 $fp = fopen( 'bookohlcshort ' . $ib . ' . dat ' , "r" );
101 if ( !$fp ) {
102     echo "<p>Errore nell'apertura del file remoto.\n";
103     exit;
104 }
105
106 $fp2 = fopen( 'bookohlcshort ' . $ib . ' . mod.dat ' , "w" );
107 if ( !$fp2 ) {
108     echo "<p>Errore nell'apertura del file remoto.\n";
109     exit;
110 }
111
112
113 $i = 1;
114
115 while ( $userinfo = fscanf ( $fp , "%d\t%f\t%f\t%f\t%f\t%f\n" ) ) {
116     list ( $date [ $i ] , $open [ $i ] , $high [ $i ] , $low [ $i ] , $close [ $i ] ,
117         $volumes [ $i ] ) = $userinfo;
118     $i++;
119 }
120 $rsi = array();
121 $sma = array();

```

```

122 $rsi= rsi($open,$close,$rsiwindow);
123 $sma= sma($close,$smawindow);
124
125
126 //echo "<table>";
127
128 for ($i=1;$i<=count($open);$i++){
129     fwrite($fp2, " $i\t$open[$i]\t$high[$i]\t$low[$i]\t$close[$i]\t$
        volumes[$i]\t$rsi[$i]\t$sma[$i]\n");
130
131
132 //print("<tr><td>$i</td><td> $open[$i]</td><td> $high[$i]</td><td> $low
        [$i]</td><td> $close[$i]</td><td> $volumes[$i]</td><td> $rsi[$i]</
        td><td> $sma[$i]</td></tr>\n");
133
134 }
135 //echo "</table>";
136 fclose($fp);
137 fclose($fp2);
138
139
140
141
142 Function drawploticus($ploticusexe,$book,$ib,
        $dataToBeDrawInCandlestick,$rsiwindow,$smawindow){
143
144
145
146 exec('tail -'.$dataToBeDrawInCandlestick.'_bookohlcv'.$ib.'.dat >_
        bookohlcvshort'.$ib.'.dat');
147
148
149 $fp = fopen('bookohlcvshort'.$ib.'.dat','r');
150 if (!$fp) {
151     echo "<p>Errore nell'apertura del file remoto.\n";
152     exit;
153 }
154
155 $fp2 = fopen('bookohlcvshort'.$ib.'.mod.dat','w');
156 if (!$fp2) {
157     echo "<p>Errore nell'apertura del file remoto.\n";
158     exit;
159 }
160
161
162 $i=1;
163
164 while ($userinfo = fscanf($fp, "%d\t%f\t%f\t%f\t%f\t%f\n")) {
165     list($date[$i], $open[$i], $high[$i], $low[$i], $close[$i],
        $volumes[$i]) = $userinfo;
166     $i++;
167 }
168
169 $rsi= rsi($open,$close,$rsiwindow);
170 $sma= sma($close,$smawindow);

```



```

171
172 for ($i=1;$i<=count($open);$i++){
173     fwrite($fp2, "$i\t$open[$i]\t$high[$i]\t$low[$i]\t$close[$i]\t$volume[$i]\t$rsi[$i]\t$hma[$i]\n");
174 }
175
176 fclose($fp);
177 fclose($fp2);
178
179 $maxprice=max($high);
180 $minprice=min($low);
181 $maxvolumes=max($volumes);
182 $minvolumes=min($volumes);
183
184 $ystubinc=round(($maxprice-$minprice)/4,2);
185 $ystubinc2=round(($maxvolumes-$minvolumes)/3,2);
186
187 $xstubinc=round($i/8,2);
188
189
190
191
192 //open and write ploticus file
193
194 $fp = fopen ('charttech' . $ib . '.pl', "w");
195
196 /* *****
197 **                               **
198 *****
199
200     fwrite($fp, "#proc_page_\n");
201     fwrite($fp, "#if_@DEVICE_in_ gif ,png_\n");
202     fwrite($fp, "_scale:_0.7_\n");
203     fwrite($fp, "#endif_\n");
204
205     fwrite($fp, "backgroundcolor:_black_\n");
206     fwrite($fp, "color:_white_\n");
207
208
209     fwrite($fp, "#proc_getdata_\n");
210     fwrite($fp, "file:_bookohlshort" . $ib . ".mod.dat\n");
211     fwrite($fp, "delimit:_tab_\n");
212     fwrite($fp, "fieldnames:_date_open_high_low_close_volume_rsi_hma\n"
213         );
214
215
216     fwrite($fp, "#proc_areadef_\n");
217     fwrite($fp, "title:_". $book[$ib] . ".\n");
218
219     fwrite($fp, "rectangle:_1_3.8_10_7.8_\n");
220     fwrite($fp, "xscaletype:_linear_\n");
221     fwrite($fp, "xautorange:_datafield=date_\n");
222     fwrite($fp, "yautorange:_datafield=open,high,low,close_\n");
223     fwrite($fp, "yscaletype:_linear_\n");

```

```

224         fwrite($fp, "#saveas:_A_\n");
225
226
227         fwrite($fp, "#proc_xaxis_\n");
228         fwrite($fp, "stubs:_inc_". $xstubinc. "_\n");
229         fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
230         fwrite($fp, "#saveas:_XAX_\n");
231
232 // set up Y axis using proc yaxis
233         fwrite($fp, "#proc_yaxis_\n");
234         fwrite($fp, "stubs:_inc_". $ystubinc. "_\n");
235         fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
236         fwrite($fp, "axisline:_none_\n");
237         fwrite($fp, "tics:_none_\n");
238
239 // draw white (up) candlestick bars using proc bars
240 // thin high/low bar..
241         fwrite($fp, "#proc_bars_\n");
242         fwrite($fp, "select:_@@close_>_@@open_\n");
243         fwrite($fp, "locfield:_date_\n");
244         fwrite($fp, "segmentfields:_low_high_\n");
245         fwrite($fp, "thinbarline:_width=0.3_color=white_\n");
246
247 // thicker open/close bar..
248         fwrite($fp, "#proc_bars_\n");
249         fwrite($fp, "select:_@@close_>_@@open_\n");
250         fwrite($fp, "locfield:_date_\n");
251         fwrite($fp, "segmentfields:_open_close_\n");
252         fwrite($fp, "barwidth:_0.04_\n");
253         fwrite($fp, "outline:_no_\n");
254         fwrite($fp, "color:_white_\n");
255
256 // draw gray(0.4) (down) candlestick bars using proc bars
257 // thin high/low bar..
258         fwrite($fp, "#proc_bars_\n");
259         fwrite($fp, "select:_@@close_<=_@@open_\n");
260         fwrite($fp, "locfield:_date_\n");
261         fwrite($fp, "segmentfields:_low_high_\n");
262         fwrite($fp, "thinbarline:_width=0.3_color=gray(0.4)_\n");
263
264 // thicker open/close bar..
265         fwrite($fp, "#proc_bars_\n");
266         fwrite($fp, "select:_@@close_<=_@@open_\n");
267         fwrite($fp, "locfield:_date_\n");
268         fwrite($fp, "segmentfields:_open_close_\n");
269         fwrite($fp, "barwidth:_0.04_\n");
270         fwrite($fp, "outline:_no_\n");
271         fwrite($fp, "color:_gray(0.4)_\n");
272
273 // simple moving average
274         fwrite($fp, "#proc_lineplot_\n");
275         fwrite($fp, "xfield:_date_\n");
276         fwrite($fp, "yfield:_sma_\n");
277         fwrite($fp, "linedetails:_width=0.5_color=red_style=0_\n");
278

```

```

279 // do volume
280
281 // define bottom plotting area using proc areadef
282     fwrite($fp, "#proc_areadef\n");
283     fwrite($fp, "#clone:_A_\n");
284     fwrite($fp, "rectangle:_1_2.4_10_3.4_\n");
285     fwrite($fp, "yautorange:_datafield=volume_\n");
286     fwrite($fp, "yscaletype:_linear_\n");
287     fwrite($fp, "title:_Volumes_\n");
288
289
290
291 // set up X axis using proc xaxis
292     fwrite($fp, "#proc_xaxis\n");
293     fwrite($fp, "ticincrement:_". $xstubinc. "_\n");
294
295     fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
296     fwrite($fp, "labeldetails:_adjust=0,0.2_size=8_\n");
297     fwrite($fp, "axisline:_none_\n");
298
299 // set up Y axis using proc yaxis
300     fwrite($fp, "#proc_yaxis\n");
301     fwrite($fp, "stubs:_inc_". $ystubinc2. "_\n");
302     fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
303     fwrite($fp, "axisline:_none_\n");
304     fwrite($fp, "tics:_none_\n");
305
306 // render histogram using proc bars
307     fwrite($fp, "#proc_bars\n");
308     fwrite($fp, "barwidth:_0.04_\n");
309     fwrite($fp, "color:_dullyellow_\n");
310     fwrite($fp, "locfield:_1_\n");
311     fwrite($fp, "lenfield:_6_\n");
312     fwrite($fp, "outline:_no_\n");
313
314
315
316
317 // do rsi
318
319 // define bottom plotting area using proc areadef
320     fwrite($fp, "#proc_areadef\n");
321     fwrite($fp, "#clone:_A_\n");
322     fwrite($fp, "rectangle:_1_1_10_2_\n");
323     fwrite($fp, "yrange:_0_100_\n");
324     fwrite($fp, "yscaletype:_linear_\n");
325     fwrite($fp, "title:_RSI_\n");
326
327
328 // set up X axis using proc xaxis
329     fwrite($fp, "#proc_xaxis\n");
330     fwrite($fp, "ticincrement:_". $xstubinc. "_\n");
331     fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
332     fwrite($fp, "axisline:_none_\n");
333
334 // set up Y axis using proc yaxis

```

```

334     fwrite($fp, "#proc_ymaxis_\n");
335     fwrite($fp, "stubs:_inc_20_\n");
336     fwrite($fp, "grid:_color=skyblue_\n");
337     fwrite($fp, "axisline:_none_\n");
338     fwrite($fp, "tics:_none_\n");
339
340 // rsi
341     fwrite($fp, "#proc_lineplot_\n");
342     fwrite($fp, "xfield:_date_\n");
343     fwrite($fp, "yfield:_rsi_\n");
344     fwrite($fp, "linedetails:_width=0.5_color=red_style=0_\n");
345
346
347     fclose($fp);
348
349
350
351
352     exec($ploticusexe.'_gif_charttech'.$ib.'.pl_o_charttech'.$ib.'.gif');
353
354 }
355
356
357
358
359 if (!file_exists('charttech'.$ib.'.gif')){ if(file_exists('bookohlc'.
    $ib.'.dat')){drawploticus($ploticusexe,$book, $ib,
    $dataToBeDrawInCandlestick,$rsiwindow,$smawindow);}
360 }else{ if ((time() - filemtime('charttech'.$ib.'.gif'))>
    $secondsForRefresh)&&file_exists('bookohlc'.$ib.'.dat'))
    drawploticus($ploticusexe,$book, $ib,$dataToBeDrawInCandlestick,
    $rsiwindow,$smawindow);}
361
362 if (file_exists('charttech'.$ib.'.gif')){
363     print ('<img_src="');
364     print ('charttech'.$ib.'.gif');
365     print ('">');
366 }
367
368
369
370 ?>
371
372
373 </BODY>
374 </HTML>

```

B.9 R

Qui di seguito si possono trovare degli esempi di comandi usati per calcolare le statistiche del capitolo 5 a pagina 102.

Per gestire le serie storiche si può usare il *ts* prima di caricare i dati.

```

2 library(ts)
3
4 #load data
5 close<-read.table(file="c:/closing.txt",sep="\t",dec=",")
6 rend<-read.table(file="c:/rend.txt",sep="\t",dec=",")
7 volumi<-read.table(file="c:/volumi.txt",sep="\t")
8 deltaminmax<-read.table(file="c:/deltaminmax.txt",sep="\t",dec=",")
9 eventi<-read.table(file="c:/eventi.txt",na.strings="-")

```

Correlazioni, covarianze e semplici statistiche:

```

1
2 #
3 # Volumes
4 #
5 # correlations
6 cor(volumi[,1],volumi[,1])
7 cor(volumi[,1],volumi[,2])
8 cor(volumi[,1],volumi[,3])
9 cor(volumi[,1],volumi[,4])
10 cor(volumi[,2],volumi[,1])
11 cor(volumi[,2],volumi[,2])
12 cor(volumi[,2],volumi[,3])
13 cor(volumi[,2],volumi[,4])
14 cor(volumi[,3],volumi[,1])
15 cor(volumi[,3],volumi[,2])
16 cor(volumi[,3],volumi[,3])
17 cor(volumi[,3],volumi[,4])
18 cor(volumi[,4],volumi[,1])
19 cor(volumi[,4],volumi[,2])
20 cor(volumi[,4],volumi[,3])
21 cor(volumi[,4],volumi[,4])
22 # covariance
23 cov(volumi[,1],volumi[,1])
24 cov(volumi[,1],volumi[,2])
25 cov(volumi[,1],volumi[,3])
26 cov(volumi[,1],volumi[,4])
27 cov(volumi[,2],volumi[,1])
28 cov(volumi[,2],volumi[,2])
29 cov(volumi[,2],volumi[,3])
30 cov(volumi[,2],volumi[,4])
31 cov(volumi[,3],volumi[,1])
32 cov(volumi[,3],volumi[,2])
33 cov(volumi[,3],volumi[,3])
34 cov(volumi[,3],volumi[,4])
35 cov(volumi[,4],volumi[,1])
36 cov(volumi[,4],volumi[,2])
37 cov(volumi[,4],volumi[,3])
38 cov(volumi[,4],volumi[,4])
39 #cross-correlations whit closing prices
40 cor(volumi[,1],close[,1])
41 cor(volumi[,1],close[,2])
42 cor(volumi[,1],close[,3])
43 cor(volumi[,1],close[,4])
44 cor(volumi[,1],close[,5])
45 cor(volumi[,2],close[,1])
46 cor(volumi[,2],close[,2])

```

```

47 cor(volumi[,2],close[,3])
48 cor(volumi[,2],close[,4])
49 cor(volumi[,2],close[,5])
50 cor(volumi[,3],close[,1])
51 cor(volumi[,3],close[,2])
52 cor(volumi[,3],close[,3])
53 cor(volumi[,3],close[,4])
54 cor(volumi[,3],close[,5])
55 cor(volumi[,4],close[,1])
56 cor(volumi[,4],close[,2])
57 cor(volumi[,4],close[,3])
58 cor(volumi[,4],close[,4])
59 cor(volumi[,4],close[,5])
60 #cross-correlations whit closing rendiments
61 cor(volumi[,1][1:319],rend[,1])
62 cor(volumi[,1][1:319],rend[,2])
63 cor(volumi[,1][1:319],rend[,3])
64 cor(volumi[,1][1:319],rend[,4])
65 cor(volumi[,1][1:319],rend[,5])
66 cor(volumi[,2][1:319],rend[,1])
67 cor(volumi[,2][1:319],rend[,2])
68 cor(volumi[,2][1:319],rend[,3])
69 cor(volumi[,2][1:319],rend[,4])
70 cor(volumi[,2][1:319],rend[,5])
71 cor(volumi[,3][1:319],rend[,1])
72 cor(volumi[,3][1:319],rend[,2])
73 cor(volumi[,3][1:319],rend[,3])
74 cor(volumi[,3][1:319],rend[,4])
75 cor(volumi[,3][1:319],rend[,5])
76 cor(volumi[,4][1:319],rend[,1])
77 cor(volumi[,4][1:319],rend[,2])
78 cor(volumi[,4][1:319],rend[,3])
79 cor(volumi[,4][1:319],rend[,4])
80 cor(volumi[,4][1:319],rend[,5])
81 #cross-correlations whit
82 cor(volumi[,1],deltaminmax[,1])
83 cor(volumi[,1],deltaminmax[,2])
84 cor(volumi[,1],deltaminmax[,3])
85 cor(volumi[,1],deltaminmax[,4])
86 cor(volumi[,2],deltaminmax[,1])
87 cor(volumi[,2],deltaminmax[,2])
88 cor(volumi[,2],deltaminmax[,3])
89 cor(volumi[,2],deltaminmax[,4])
90 cor(volumi[,3],deltaminmax[,1])
91 cor(volumi[,3],deltaminmax[,2])
92 cor(volumi[,3],deltaminmax[,3])
93 cor(volumi[,3],deltaminmax[,4])
94 cor(volumi[,4],deltaminmax[,1])
95 cor(volumi[,4],deltaminmax[,2])
96 cor(volumi[,4],deltaminmax[,3])
97 cor(volumi[,4],deltaminmax[,4])
98 # other stats
99 summary(volumi[,1])
100 summary(volumi[,2])
101 summary(volumi[,3])

```

102 **summary**(volumi[,4])

Possiamo usare la libreria *ts* per indicare la frequenza dei dati per dividerli in periodi (giorni).

```
1 rend<-read.table(file="c:/rend.txt",sep="\t",dec=",")
2 rend1<-ts(rend[,1],frequency=46)
3 rend2<-ts(rend[,2],frequency=46)
4 rend3<-ts(rend[,3],frequency=46)
5 rend4<-ts(rend[,4],frequency=46)
6 rend5<-ts(rend[,5],frequency=46)
```

Il codice che genera il grafico 5.20 a pagina 142.

```
1 pdf(file = "c:/acf-rend-1.pdf",width = 5, height = 7)
2 par(mfrow=c(2,1))
3 acf(rend1,type="par",main="Stock_A")
4 acf(rend1,type="cor",main="Stock_A")
5 dev.off()
```

Il grafico 5.10 a pagina 117.

```
1 pdf(file = "c:/rend.pdf",width = 5, height = 4)
2 ts.plot(rend5,type="l",ylab="returns",ylim=c(-0.86,3.30))
3 lines(rend4,col = "navy")
4 lines(rend3,col = "red")
5 lines(rend2,col = "darkgreen")
6 lines(rend1,col = "green")
7 dev.off()
```

Il grafico 5.11 a pagina 120.

```
1 volumi<-read.table(file="c:/volumi.txt",sep="\t")
2 volumi1<-ts(volumi[,1],frequency=46)
3 volumi2<-ts(volumi[,2],frequency=46)
4 volumi3<-ts(volumi[,3],frequency=46)
5 volumi4<-ts(volumi[,4],frequency=46)
6 volumi5<-ts(volumi[,5],frequency=46)
7
8 pdf(file = "c:/volumi.pdf",width = 5, height = 4)
9 ts.plot(volumi1,type="l",ylab="volumes",ylim=c(7,289))
10 lines(volumi4,col = "navy")
11 lines(volumi3,col = "red")
12 lines(volumi2,col = "darkgreen")
13 dev.off()
```

Il grafico 5.16 a pagina 136

```
1 pdf(file = "c:/din-beta.pdf",width = 5, height = 4)
2 plot(alfabeta[,1],type="l",ylim=c(-0.9,1.9),xlab="Time",ylab="Dinamic_
   Beta")
3 lines(alfabeta[,7],col = "darkgreen")
4 lines(alfabeta[,5],col = "red")
5 lines(alfabeta[,3],col = "navy")
6 dev.off()
```

Il grafico 3.3 a pagina 71.

```
1 basicnet<-read.table(file="c:/basicnet.txt",sep="\t",dec=",")
2 pdf(file = "c:/basicnet.pdf",width = 5, height = 4)
3 plot(basicnet[,1],type="l",ylab="prices",xlab="time")
4 dev.off()
```

Elenco delle figure

1.1	Nasdaq 1999-2003	22
1.2	Nasdaq (blu), S&P (rosso), Dow (nero) 1999-2003	23
1.3	Dow Jones Industrial Average 1999-2003	23
1.4	<i>Nasdaq</i> 2001-2003	29
1.5	<i>Dow Jones Industrial Average</i> 2001-2003	29
1.6	Microsoft e <i>Nasdaq</i> 1999-2003	30
1.7	Oracle e <i>Nasdaq</i> 1999-2003	30
1.8	Tiscali 1999-2003	31
1.9	Tiscali (blu), Dow (nero), Mib30 (rosso), <i>Nasdaq</i> (verde) 2001-2003	31
2.1	Lo schema ERA	51
3.1	Lo schema ERA applicato in SUM	54
3.2	Lo schema	56
3.3	L'andamento di Basic.Net dal 14 al 20 giugno 2002	71
4.1	Il logo di <i>SumWeb</i>	89
4.2	La <i>splash page</i>	90
4.3	L'interfaccia	91
4.4	Immissione degli ordini	92
4.5	I <i>link</i>	92
4.6	I messaggi	93
4.7	Il giorno	93
4.8	I prezzi	93
4.9	La ricchezza	94
4.10	Il <i>Datafeed</i>	94
4.11	Il <i>Datafeed: Future e Indice</i>	95
4.12	Il <i>Future</i> il 2003-05-15-02-17	96
4.13	Le candele	98
5.1	Ordini per ora (Umani)	104
5.2	Fabbisogno elettrico del 9 Maggio	105
5.3	Ordini per giorno (Umani)	106
5.4	Destagionalizzazione di Stock 1	108
5.5	Destagionalizzazione di Stock 2	109
5.6	Destagionalizzazione di Stock 3	111
5.7	Destagionalizzazione del Future	112
5.8	Destagionalizzazione dell'Indice	113

5.9	Andamento dei Prezzi: Future (Rosso) e Indice (Blu Navy)	114
5.10	I rendimenti	117
5.11	I Volumi	120
5.12	Eventi	122
5.13	Eventi accorpati	122
5.14	Prezzi dell'Anno I - Stock 1 (verde brillante), Stock2 (verde scuro), Stock 3 (rosso),Future (blu Navy),Indice (Nero)	124
5.15	Prezzi dell'Anno II - Stock 1 (verde brillante), Stock2 (verde scuro), Stock 3 (rosso),Future (blu Navy),Indice (Nero)	130
5.16	β Dinamici: Stock 1 (Nero), Stock 2 (Blu Navy), Stock 3 (Rosso) e Future (Verde Scuro)	136
5.17	α Dinamici: Stock 1 (Nero), Stock 2 (Blu Navy), Stock 3 (Rosso) e Future (Verde Scuro)	137
5.18	Stock A - Anno I	138
5.19	Stock B - Anno I	140
5.20	Stock A: rendimenti	142
5.21	Stock B: rendimenti	143
5.22	Stock C: rendimenti	144
5.23	Future: rendimenti	145
5.24	Indice: rendimenti	146
5.25	Stock A: 21 maggio ore 23:59	152
5.26	Stock B: 21 maggio ore 23:59	153
5.27	Stock C: 21 maggio ore 23:59	154
5.28	Future: 21 maggio ore 23:59	155
5.29	Gli ordini del giocatori	158
5.30	Stock A: 10 maggio ore 13:24	159
5.31	Stock B: 10 maggio ore 13:24	160
5.32	Stock C: 10 maggio ore 13:24	161
5.33	Future: 10 maggio ore 13:24	162
5.34	Future e Indice : 7 maggio ore 21:29	164
5.35	Future e Indice: 9 maggio ore 21:13	164
5.36	Future e Indice: 15 maggio ore 02:17	171
5.37	Future e Indice: 15 maggio ore 08:18	172
5.38	Future: 15 maggio ore 08:18	172
5.39	La ricchezza del giocatore 224	177
5.40	Gli ordini del giocatore 224	178
5.41	Lo <i>Stock</i> B il 14 Maggio alle 14:31	182
5.42	La ricchezza del vincitore	183
5.43	Gli ordini del giocatore 331	185
A.1	Interfaccia	193
A.2	Datafeed	194
A.3	Datafeed del future	194
A.4	Analisi Cartistica	195
A.5	Conferma	197

Elenco delle tabelle

3.1	Book: prima regola	62
3.2	Book: seconda regola	63
3.3	Book: terza regola	63
3.4	Risultati della nazionale italiana ai campionati del mondo di calcio del 2002	72
5.1	La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi	115
5.2	Statistiche sui Prezzi	115
5.3	La matrice di Correlazione dei Prezzi	115
5.4	La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti	116
5.5	La matrice di Correlazione dei Rendimenti	116
5.6	Statistiche sui Rendimenti	117
5.7	Statistiche sui Volumi	119
5.8	La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi	119
5.9	La matrice di Correlazione fra Volumi e Prezzi	119
5.10	La matrice di Correlazione fra Volumi e Rendimenti	120
5.11	La matrice di Correlazione fra Volumi e Range	121
5.12	Gli eventi	121
5.13	Numerosità degli eventi	121
5.14	Statistiche sugli eventi accorpati	123
5.15	Numerosità degli eventi accorpati	123
5.16	Correllazioni rispetto agli eventi	123
5.17	La matrice di Correlazione dei Prezzi - Anno I	125
5.18	La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi - Anno I	125
5.19	Statistiche sui Prezzi - Anno I	125
5.20	La matrice di Correlazione dei Rendimenti - Anno I	126
5.21	La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti - Anno I	126
5.22	Statistiche sui Rendimenti - Anno I	126
5.23	La matrice di Correlazione dei Volumi - Anno I	127
5.24	La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi - Anno I	127
5.25	La matrice di Correlazione Volume e Prezzi - Anno I	127
5.26	La matrice di Correlazione Volmui e Rendimenti - Anno I	128
5.27	La matrice di Correlazione tra Volumi e Range - Anno I	128
5.28	Statistiche sui Volumi - Anno I	128
5.29	La matrice di Collerazione degli Eventi - Anno I	129
5.30	La matrice di Correlazione dei Prezzi - Anno II	130
5.31	La matrice di Varianza-Covarianza dei Prezzi - Anno II	131

5.32	Statistiche sui Prezzi - Anno II	131
5.33	La matrice di Correlazione dei Rendimenti - Anno II	131
5.34	La matrice di Varianza-Covarianza dei Rendimenti - Anno II	132
5.35	Statistiche sui Rendimenti - Anno II	132
5.36	La matrice di Correlazione dei Volumi - Anno II	132
5.37	La matrice di Varianza-Covarianza dei Volumi - Anno II	133
5.38	La matrice di Correlazione tra Volumi e Prezzi - Anno II	133
5.39	La matrice di Correlazione tra Volume e Rendimenti - Anno II	133
5.40	La matrice di Correlazione tra Volumi e Range - Anno II	133
5.41	Statistiche sui Volumi - Anno II	133
5.42	Correlazioni rispetto agli Eventi - Anno II	134
5.43	Applicazione del CAPM ai dati sperimentati di tutto il periodo	136
5.44	Verifica dell'analisi <i>Candlestick</i>	148
5.45	Classifica 6 maggio e <i>online</i>	149
5.46	Ordini inseriti ed eseguiti dagli umani	150
5.47	Statistiche sulla percentuale di esecuzione degli ordini	150
5.48	Ordini Eseguiti e Accettati dal sistema	151
5.49	Ordini accettati per titolo	151
5.50	Ordini eseguiti per titolo	151
5.51	Ricchezza	153
5.52	Statistiche sulla Ricchezza	154
5.53	Le penalità	155
5.54	Statistiche sulle penalità	156
5.55	Classifica: i vincitori	156
5.56	Statistiche sugli ordini degli umani in valore	163
5.57	Statistiche sugli ordini del parteciapnete 224 in valore	176
5.58	Book: t_0	180
5.59	Book: t_1	180
5.60	Book: t_2	180
5.61	Book: t_3	181
5.62	Book: t_4	181
5.63	Book: t_5	182
5.64	Statistiche sugli ordini del giocatore 331 in valore	184

Bibliografia

- (1999). Object-oriented programming and the objective-c language. Relazione tecnica, Apple Computer.
- (2003). R Data Import/Export. Current Version: 1.7.1 <http://www.r-project.org/>.
- (2003). R Installation and Administration. Current Version: 1.7.1 <http://www.r-project.org/>.
- (2003). The R Environment for Statistical Computing and Graphics - Reference Index. Current Version: 1.7.1 <http://www.r-project.org/>.
- Agostinelli C. (1999). Introduzione a R.
- Aristotele (1999). Etica nicomachea. a cura di C. Natali.
- Axtell R.; Epstein J. (1996). *Growing artificial societies: social science from the bottom up*. MIT Press, Washington DC, Brookings and Cambridge, MA.
- Bakken S. S.; Aulbach A.; Schmid E.; Winstead J.; Wilson L. T.; Lerdorf R.; Zmievski A.; Ahto J. (1999). *PHP Manual*. the PHP Documentation Group. <http://www.php.net/manual/en/>.
- Baldinelli R. (2002). Caso enron: analisi e questioni aperte. Relazione tecnica, Luiss Libera Università Internazionale degli Studi Sociali Guido Carli –CERADI Centro di ricerca per il diritto d'impresa.
- Ball S. B.; Holt C. A. (1998). Speculation and bubbles in an asset market. *Journal of Economic Perspectives*, **12**(1), 207–218.
- Barsky R. B.; Long J. B. D. (1990). Bull and bear markets in the twentieth century. *Journal of Economic History*, **50**, 265–281.
- Barsky R. B.; Long J. B. D. (1993). Why does the stock market fluctuate? *The Quarterly Journal of Economics*, **108**, 291–311.
- Bass T. A. (1999). *Sbancare Wall Street*. Feltrinelli, Milano.
- Beltratti A. (2000). *I mercati finanziari*. Carocci, Roma.
- Beltratti A. (2002). Conosci te stesso: i molti vizi e le poche virtù degli investitori italiani.

- Berg J.; Forsythe R.; Nelson F.; Rietz T. (2003). Results from a dozen years of election futures markets research. *The Handbook of Experimental Economics Results*.
- Berg J. E.; Rietz T. A. (2003). Prediction markets as decision support systems. *Information Systems Frontiers*, **5**, 79.93.
- Blok H. J. (2000). On the nature of the stock market: simulations and experiments.
- Bondt W. F. M. D.; Thaler R. (1985). Does the stock market overreact? *Journal of Finance*, **40**, 793 805.
- Borsa Italiana (2003a). Istruzioni al regolamento dei mercati organizzati e gestiti da borsa italiana s.p.a. Data di entrata in vigore: 23/06/2003.
- Borsa Italiana (2003b). Regolamento dei mercati organizzati e gestiti da borsa italiana s.p.a. Deliberato dalla Assemblea di Borsa Italiana S.p.A. del 16 dicembre 2002 e approvato dalla Consob con delibera n. 14032 del 15 aprile 2003. Data di entrata in vigore: 23/05/2003.
- Bosio A. (2002). *Simulazione ad agenti e realtà nello studio di bolle e crash dei mercati di borsa*. Tesi di Laurea, Facoltà di Economia, Torino.
- Brealey R. A.; Myers S. C.; Sandri S. (1999). *Principi di finanza Aziendale*. McGraw-Hill Italia, Milano, terza edizione.
- Brenner R. (2000). The boom and the bubble. *New Left Review*.
- Canavesio M. (2003). *Eventi di rilevanza economica e reazioni degli agenti in un mercato borsistico simulato*. Tesi di Laurea, Facoltà di economia, Torino.
- Caporaso R. (2001). *Simulazione di un mercato di borsa con un modello ad agenti*. Tesi di Laurea, Facoltà di Economia, Torino.
- Castronova E. (2003). Theory of the avatar. Relazione tecnica, California State University, Fullerton - Department of Economics; CESifo (Center for Economic Studies and Ifo Institute for Economic Research).
- Cicala M. (2003). Meraviglioso il mondo dei pesci: per loro il banco paga sempre. *il Venerdì di Repubblica*, p. 46 49.
- Cipolla C. M. (1988). *Allegro ma non troppo*. il Mulino, Bologna.
- Clemente A. D.; Szegò G. (1998). Valutazione dell'impatto della tecnologia sulla performance del mercato azionario italiano. *banche e mercati finanziari in Italia oggi*.
- Clemente A. D.; Szegò G. (1999). Volatilità e volumi negoziati: Le borse sono efficienti? *banche e mercati finanziari in Italia oggi*.
- Colombrita L. (2002). *Valutazione ex-post di tecniche di previsione finanziaria: Candlestick Analysis*. Tesi di Laurea, Facoltà di economia, Torino.

- Conlisk J. (1996). Why bounded rationality? *Journal of Economic Literature*, **34**, 669–700.
- de la Vega J. (1688). Confusìon de confusiones. In *La pazzia delle folle*. Il Sole 24 ORE, Milano.
- Earl P. E. (1990). Economics and psycholgy: a survey. *The Economic Journal*, **100**, 718–755.
- Farmer J. D. (2001). The relationship between spot and futures prices in stock index futures markets: some preliminary evidence. *Benchmarks and Attribution Analysis*, p. 61 70.
- Froot K. A.; Dabora E. M. (1999). How are stock prices affected by the location of trade? *Journal of Financial Economics*, **2**(53), 189–216.
- Galimberti F. (2002). *Economia e pazzia*. Editori Laterza, Bari.
- Garber P. M. (1990). famous first bubbles. *the Journal of Economic Perspectives*, **4**, 35 54.
- Gilbert J. (1995). Artificial intelligence on wall street: An overview and critique of applications in the finance industry.
- Gilbert N.; Terna P. (2000). How to build and use agent-based model in social science. *Mind Society*, (1).
- Gilmore W. J. (2001). *Introduzione a PHP 4.0*. Mondadori Informatica, Milano.
- Goebbels R. (2001). Progetto di relazione sul sistema monetario internazionale come farlo funzionare meglio ed evitare future crisi. Relazione tecnica, Parlamento Europeo.
- Goethe J. W. (1997). *La teoria dei colori*. il Saggiatore, Milano. a cura di Renato Troncon.
- Happel S. K.; Jennings M. M. (1995). The folly of anti-scalping laws. *The Cato Journal*, **15**(1). <http://www.cato.org/pubs/journal/cj15n1-4.html>.
- Herman B. (1999). *Global Financial Turmoil and Reform: A United Nations Perspective*.
- Holt C. A. (1996). Classroom games: Trading in a pit market. *Journal of Economic Perspectives*, **10**, 193–203.
- Holt C. A. (1999). Teaching economics with classroom experiments. *Southern Economic Journal*, **65**, 603–610.
- Huizenga G. (1990). Intro to objective c on the NeXT machine.
- Johnson P.; Lancaster A.; Stefansson B. (1999). Swarm user guide. Relazione tecnica, Santa Fe Institute.

- Krugman P. (1996). Rame amaro. *Slate*.
- Krugman P. (1999). *Il ritorno dell'economia della depressione*. Garzanti, Milano.
- Krugman P. (2000). *Economisti per caso e altri dispaacci dalla scienza triste*. Garzanti, Milano.
- Lanton C. (1997). Simplebug swarm tutorial. Relazione tecnica, Santa Fe Institute.
- Larkin D.; Wilson G. (1993). Object-oriented programming and the objective-c language NeXT developer's library.
- Legrenzi P. (2001). *L'euro in tasca, la lira nella mente e altre storie*. il Mulino, Bologna.
- Legrenzi P. (2002). *Prima lezione di scienze cognitive*. Editori Laterza, Bari.
- Letiche H. (1999). Emergence: Cyborgs versus cognitivist (social) darwinism. *Emergence*, **1**, 16–37.
- Levi M. (1981). *Economics Deciphered*. Pan Books, London.
- Lin F.-R.; Tan G. W.; Shaw M. J. (1996). Multi-agent enterprise modeling. Relazione tecnica, Department of Business administration - University of Illinois.
- Lintner J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, **47**, 13–37.
- Lisi F. (2002). I principali comandi di R per l'analisi delle serie storiche. Relazione tecnica, Dipartimento di Scienze Statistiche - Università di Padova.
- Long J. B. D.; Shleifer A. (1990). The bubble of 1929: Evidence from closed-end funds.
- Mackay C. (1841). *La pazzia delle folle ovvero le grandi illusioni collettive*. Il Sole 24 ORE, Milano.
- MacKie-Mason J. K.; Varian H. R. (1994a). The economics of the internet. *Dr. Dobb's Sourcebook*.
- MacKie-Mason J. K.; Varian H. R. (1994b). Pricing Congestible Network Resources. Relazione tecnica, University of Michigan.
- Minenna M. (2003). L'individuazione di fenomeni di abuso di mercato nei mercati finanziari: Un approccio quantitativo. *QUADERNI DI FINANZA*, (54).
- Minra N.; Burkart R.; Langton C.; Askenazi M. (1996). The swarm simulation system: a toolkit for building multi-agent simulation. Relazione tecnica, Santa Fe Institute.

- Modest D.; Sundaresan M. (1993). Toward agent-based models for investment. *Journal of Futures Markets*, (3), 15–42.
- Morris G. L. (1992). *Candlestick Charting Explained*. McGraw-Hill.
- Mullainathan S.; Thaler R. (2000). Behavioral economics. Relazione tecnica, Massachusetts Institute of Technology - Department of Economics.
- Nielsen J. (2000). *Web Usability*. Apogeo, Milano.
- Nielsen J.; Tahir M. (2002). *Homepage Usability*. Apogeo, Milano.
- Nietzsche F. (1996). *Al di là del bene e del male*. Adelphi edizioni, Milano. versione di F. Masini.
- Odean T. (1999). do investors trade too much? *The American Economic Review*, **89**, 1279–1298.
- Odlyzko A. (1998). The economics of the Internet: Utility, utilization, pricing, and Quality of Service. Relazione tecnica, AT&T Labs - Research.
- Oliven K.; Rietz T. A. (2003). Suckers are born but markets are made: Individual rationality, arbitrage and market efficiency on an electronic futures market.
- Parisi D. (1999). Se il laboratorio e' nel computer le scienze hanno un'arma in piu'. *Telèma*, (5), 28–30.
- Parisi D. (2000). Le due scienze cognitive.
- Parisi D. (2001). *Simulazioni - La realtà rifatta nel computer*. il Mulino, Bologna.
- Parpinel F. (2000). La Statistica applicata attraverso l'uso del programma R.
- Pavard B.; Dugdale J. (2000). The contribution of complexity theory to the study of sociotechnical cooperative systems. *New England Complex Systems Institute electronic journal (Interjournal)*.
- Phelps E. (1991). Equilibrium: an expectational concept. In J. Eatwell, M. Milgate, and P. Newman. *The New Palgrave Dictionary of Economics 2*, pp. 177–179.
- Radlauer D. (2001). Black tuesday: The world's largest insider trading scam? Relazione tecnica, International Policy Institute for Counter-Terrorism. <http://www.ict.org.il/articles/articledet.cfm?articleid=386>.
- Ropella G. E.; Railsback S. F.; Jackson S. K. (2002). Software engineering considerations for individual-based models. *Natural Resource Modeling*, **15**(1).
- Savona P. (2001). New economy e mercati finanziari.
- Schopenhauer A. (1994). *L'arte di ottenere ragione*. Adelphi, Milano. a cura di Nicola Curcio e Franco Volpi.
- Sciabarrà M. (1999). *Linux e programmazione Web*. McGraw-Hill, Milano.

- Sharpe W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, **19**(3), 425–442.
- Shiller R. J. (1984). stock prices and social dynamics. *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 457–498.
- Shiller R. J. (1999). Measuring bubble expectations and investor confidence.
- Shiller R. J. (2000). *Euforia Irrazionale*. il Mulino, Bologna.
- Shiller R. J. (2001). Bubbles, human judgment, and expert opinion. Relazione tecnica, Cowles Foundation for research in Economics - YALE University.
- Simons H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarter Journal of Economics*, (69), 99–118.
- Small P. (2000). *Magical Web Avatars: The Sorcery of Biotelemorphic Cells*. <http://192.41.36.58/avatars/Index.htm>.
- Smith V. L. (1994). Economics in the laboratory. *Journal of Economic Perspectives*, **8**(1), 113–131.
- Smithers A.; Wrightl S. (2000). *Valuing Wall Street*. McGraw-Hill.
- Soros G. (2001). *La società aperta*. Ponte alla Grazie, Milano.
- Spiegel M. R. (1994). *Statistica*. McGraw-Hill, Milano, seconda edizione.
- Stroustrup B. (1991). What is “object-oriented programming”? Relazione tecnica, AT&T Bell Laboratories.
- Tenner E. (2001). *Perché le cose si ribellano*. Rizzoli, Milano.
- Terna P. (2000). Sum: a surprising (un)realistic market: Building a simple stock market structure with swarm. CEF 2000, Barcelona, June 5-8.
- Terna P. (2001). Cognitive agents behaviors in a simple stock market structure.
- Thaler R. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, **4**, 119–124.
- Tobin J. (1970). Money and income: Post hoc ergo propter hoc? *Quarterly Journal of Economics*, (84).
- Treynor J. (1961). Towards a theory of market value of risky assets.
- Turani G. (2002). La new economy ha una nuova bolla. *Repubblica*.
- Turkle S. (1995). *Life on the Screen*. Simon & Schuster, New York.
- Vanara A. (2003). *Contratti future ed arbitraggi in un modello di simulazione ad agenti*. Tesi di Laurea, Facoltà di economia, Torino.

- Varian H. R. (1998). Effect of the internet on financial markets. Relazione tecnica, School of Information Management and Systems – University of California, Berkeley.
- Venables W. N.; Smith D. M. (2003). An Introduction to R. Current Version: 1.7.1 <http://www.r-project.org/>.
- Verzani J. (2002). simpleR - Using R for Introductory Statistics.
- Wilder J. W. J. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. Trend Research, Greensboro, NC.
- Wilmott P. (2001). *Introduzione alla finanza quantitativa*. Egea, Milano.
- Zenezini M. (2002). E' finita la new economy? Relazione tecnica, DISES.