

UN MODELLO AD AGENTI DI IMPRESA
VIRTUALE IN JAVASWARM: LA
CIRCOLAZIONE DELLE INFORMAZIONI

Paolo Pelligra

anno accademico 2000-2001

Indice

Introduzione	5
1 Modelli basati su agenti e strumenti per la simulazione	6
1.1 Introduzione	6
1.2 Un modello per la ricerca scientifica	8
1.3 Alcune posizioni rispetto al metodo della simulazione	10
1.4 Comportamenti complessi da semplici presupposti e comportamenti semplici da presupposti complessi	11
1.5 Esplorazione dinamica dei fenomeni	12
1.6 Modelli basati su agenti: caratteristiche generali	14
1.7 La piattaforma di simulazione <i>Swarm</i>	16
1.7.1 Metodi di calcolo per sistemi complessi	18
1.7.2 Lo swarm come elemento fondamentale del modello	19
1.7.3 L'ingresso della programmazione ad oggetti	20
1.7.4 Struttura di una simulazione con <i>Swarm</i>	22
1.7.5 Le librerie di <i>Swarm</i>	24
1.8 Altri due software per la simulazione: <i>Simul8</i> e <i>iGrapfx</i>	25
1.9 Strumenti per sviluppare software: <i>UML</i>	29
2 Evoluzione del sistema informativo ed effetti sull'organizzazione e sul rendimento	33
2.1 Introduzione	33

2.2	I computer ed il risultato d'impresa	33
2.3	Una panoramica generale sull'investimento in <i>information technology</i>	34
2.4	La conversione dell'impresa	37
2.5	Mutamento dei rapporti con i fornitori e con la clientela	39
2.6	Interazioni tra tecnologia informatica e organizzazione	40
2.7	Lo sfruttamento dell'informazione distribuita per la generazione di conoscenza	42
2.7.1	Il concetto di conoscenza tacita	42
2.7.2	Dall'informazione oggettiva alla conoscenza nell'era dell'infor- matica	44
2.7.3	Conoscenza tacita e reti neurali	46
3	Supply Chain Management e Order Fulfillment Process	51
3.1	Introduzione	51
3.2	Supply Chain Management	52
3.2.1	Panoramica generale	55
3.2.2	Descrizione	58
3.2.3	Current Technology That Enables Supply Chain Information Sharing	58
3.2.4	Performance Improvements Enabled By Information Sharing	62
3.2.5	Impact Of Information Sharing On Divergent Assembly (Type II) Supply Chains	63
3.2.6	Conclusions	68
3.3	Economics and Electronic Commerce	69
4	Modelli basati su agenti per l'impresa	93
4.1	Introduzione	93
4.2	Alcuni modelli d'impresa esistenti	95
4.3	Il modello aziendale Lin, Tan, Shaw per simulazioni d'impresa	97
4.3.1	Una struttura per l'impresa	97

4.3.2	I <i>processi</i> all'interno delle <i>unità</i>	100
4.3.3	L'utilizzo di <i>Swarm</i> come piattaforma di simulazione	102
4.3.4	MAIS (Un sistema informativo multi-agente)	104
4.4	Swarm e il modello Supply Chain Network	105
4.4.1	Utilizzo di Swarm per simulare l'OFFP in una catena di fornitura (SCN)	106
4.4.2	Problematiche della gestione di SCN per l'OFFP	107
4.4.3	Realizzazione di una SCN con Swarm	110
4.4.4	Modello di simulazione Supply Chain Online (da completare)	113
4.4.5	Distribuzione dell'informazione e performance aziendale (inserire)	115
4.5	I principi dello schema ERA e il concetto di <i>Rulemaster</i>	115
5	Il modello di impresa virtuale sviluppato con <i>Javaswarm</i>	117
5.1	Introduzione	117
5.2	Descrizione del modello	118
5.2.1	La sequenza di generazione dell'ambiente di simulazione: <i>Start</i> , <i>ObserverSwarm</i> , <i>ModelSwarm</i>	120
5.2.2	<i>Order</i> e <i>OrderGenerator</i>	123
5.2.3	<i>Unit</i>	124
5.2.4	Il magazzino (<i>wareHouse</i>) e l' <i>Inventory Rule Master</i>	125
5.2.5	Produzione e propagazione (<i>unitStep1</i> e <i>unitStep2</i>)	126
5.3	Il sistema informativo di JVE	128
5.3.1	<i>News</i>	129
5.4	La contabilizzazione dei costi (inserire)	130
5.5	I metodi del modello	131
5.6	La visualizzazione dei risultati	134
5.7	La classe <i>SwarmUtils</i>	136
5.8	Sviluppi futuri	137

6	Esperimenti di simulazione con <i>JVE</i>	140
6.1	Introduzione	140
6.2	Le dimensioni aziendali	141
6.3	Il caso di un'impresa di dimensioni adeguate all'entità della domanda	143
6.4	L'effetto di <i>News</i>	143
6.5	L'andamento dei costi	145
6.6	Esperimenti con ipotesi di casi reali	145
6.7	Conclusioni	145

Introduzione

Capitolo 1

Modelli basati su agenti e strumenti per la simulazione

1.1 Introduzione

Gli agenti razionali sono un concetto ideale. Vengono descritti agli studenti per insegnare principi basilari come il comportamento strategico, gli incentivi, le aspettative, l'effetto di sostituzione, il moral hazard, la selezione avversa. Si sorvola però sul concetto base di agente razionale. Esistono oggi una varietà di impostazioni in economia politica che tentano, ognuno a suo modo, di focalizzare l'attenzione oltre il concetto di agente razionale. Questi includono economie sperimentali, economie evolutive e computazionali.

Esiste una branca dell'economia computazionale nella quale l'attenuazione della dipendenza dagli agenti razionali non gioca un ruolo importante. Questa corrente di pensiero è ben rappresentata da Amman [1996] e da Gulli [1996] e si basa essa stessa su soluzioni empiriche efficienti di modelli basati su equazioni che coinvolgono agenti razionali o portando le nuove tecniche di ottimizzazione a sostenere i problemi economici classici.

L'altra grande branca dell'economia computazionale è rappresentata da modelli

basati su agenti. In tali modelli gli agenti individuali sono rappresentati esplicitamente. Gli agenti interagiscono direttamente l'uno con l'altro e la macrostruttura sociale emerge dalle interazioni tra agenti tendenzialmente caratterizzati da una razionalità limitata.

La teoria della simulazione ad agenti apre una problematica di carattere filosofico sul metodo di ricerca scientifica sperimentale. La discussione riguarda non solo la metodologia, ma anche le motivazioni delle scelte e, ancora, sul modo in cui queste contribuiscano all'avanzamento della conoscenza nelle scienze sociali.

La novità del metodo della simulazione implica la necessità per gli studiosi di porsi questo tipo di interrogativi che non si limitano naturalmente all'ambito delle scienze sociali, ma comprendono la grande maggioranza dei settori di studio.

In economia la tecnica della simulazione tende ad essere adottata maggiormente dagli economisti evolutivi. La spaccatura sostanzialmente sta tra chi per propri motivi si schiera con le metodologie tradizionali ad ogni costo e chi si pone come disposto ad esaminare nuove metodologie, tra le quali la simulazione. Ciò non significa che questi ultimi accettino immediatamente i nuovi metodi, ma piuttosto che siano disposti a criticarli e a sperimentarli.

L'obiettivo dei lavori di Marney e Tarbert, e di Axtell è quindi quello di fornire le ragioni dell'opportunità di utilizzare la simulazione nell'economia, inoltre di dimostrare la fondatezza dell'impostazione metodologica della simulazione nelle scienze sociali.

1.2 Un modello per la ricerca scientifica

Il modello contenuto in Marney e Tarbert prevede che l'universo della ricerca sia diviso in due parti *c-domain* e *p-domain* (v fig 1.1).

Il primo rappresenta il mondo della teoria mentre il secondo rappresenta il mondo osservabile. Lo scopo della ricerca allora è quello di formulare le definizioni di *c-domain* in base all'osservazione del teorico sul *p-domain*. Le costruzioni mentali di *c-domain*, che possono essere esatte nelle circostanze ideali, sono utilizzate per fornire i principi organizzativi volti ad interpretare il contenuto del *p-domain*.

Le teorie del *C-domain* contengono un certo numero di definizioni organizzate in un determinato ordine gerarchico, in cui a livello più elevato vengono collocate le regole più generali frutto di un processo deduttivo, mentre a livello inferiore si collocano le regole particolari strettamente legate all'osservazione dei fenomeni. Il ricercatore deve determinare per mezzo della ricerca quali leggi del basso livello possono validare gli assiomi ed i postulati dell'alto livello attraverso un processo induttivo. Qualora durante l'osservazione si riscontrassero contraddizioni con le definizioni di alto livello, queste ultime possono essere modificate a titolo sperimentale. Nuovamente si parte dall'alto livello, eventualmente modificato per dedurre corrispondenti ipotesi di basso livello che dovranno essere verificate attraverso le regole di corrispondenza che le legano strettamente al *p-domain*. Il procedimento descritto combina una fase deduttiva con una induttiva e si itera più volte finchè la teoria di alto livello viene confutata dall'osservazione, oppure contraddetta continuamente dai risultati dell'osservazione rendendo necessaria la formulazione di una nuova teoria generale. Il modello descritto deriva dagli schemi ipotetico-deduttivi di Stewart e secondo Marney e Tarbert è necessario modificare alcune impostazioni.

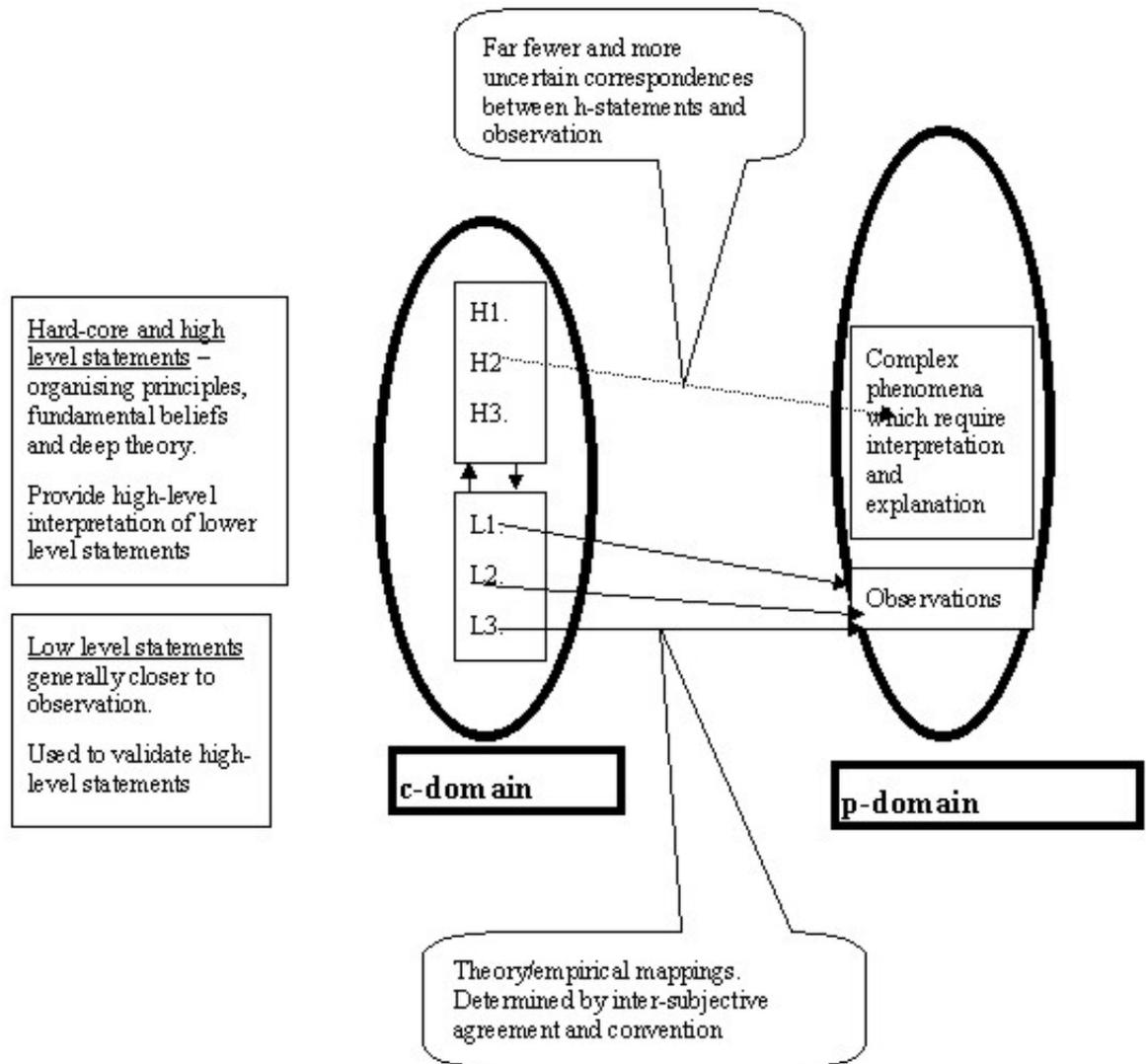


Figura 1.1: Un modello per la ricerca (Fonte: Marney e Tarbert)

In particolare, definizioni a livello elevato di una teoria derivano dalla coscienza del mondo che posseduta dal teorico e che ne forma il nucleo duro incontestabile di sapere. In assenza del nucleo duro, è difficile, se non impossibile che il teorico possa interpretare l'osservazione. Il ragionamento non si basa necessariamente sulle corrispondenze del basso livello con il p-domain, ma costituisce un modo per riconciliare i risultati inattesi o anomali con i principi del nucleo duro di sapere del teorico. L'osservazione necessariamente non guida il progresso di ricerca fino al punto in cui Stewart prevede a causa della forza compensatoria del nucleo duro. Questa caratteristica del ragionamento in discesa dal nucleo duro è tipica dell'economia neoclassica. Quindi l'insieme dei valori comuni ha un'influenza enorme su che cosa è percepito per essere la verità e la non-verità.

1.3 Alcune posizioni rispetto al metodo della simulazione

Come disciplina relativamente nuova e non sviluppata, la simulazione nelle scienze del comportamento è particolarmente vulnerabile alle critiche mosse dai sostenitori delle metodologie tradizionali.

Alcuni studiosi della teoria dei giochi (Binmore 1998) si schierano apertamente contro la simulazione, complicata a loro avviso e volta a individuare i medesimi punti di equilibrio ottenibili direttamente con la teoria dei giochi. La teoria dei giochi, in particolare, è basata tipicamente sul presupposto della scelta razionale. Questa impostazione offre una base per determinare il comportamento del decisore, ed ancora favorisce largamente l'analisi deduttiva. La validità di questa impostazione è però minata dal dubbio che l'ipotesi di perfetta razionalità degli agenti sia irrealistica.

Interessante l'impostazione di Ziman (1978) che propone una metodologia di ricerca in cui teoria dei giochi e simulazione vengono utilizzate l'una come controprova dell'altra. Egli sostiene infatti che se il nucleo teorico è abbastanza robusto, riemergerà anche a seguito di un metodo di studio completamente diverso. Questa impostazione appare in definitiva valida nelle scienze sociali, in cui il riscontro empirico rende frequentemente la teoria poco robusta.

Ecco i punti principali di Ziman sull'impostazione della ricerca scientifica:

1. Lo scopo della scienza è tracciare modelli sulla base dell'osservazione dell'universo.
2. Se è possibile generare lo stesso risultato dai punti di partenza differenti, i risultati assumono maggiore validità. Si possono comprendere più a fondo i fenomeni, semplificare le spiegazioni e così via.
3. Poichè è difficile sfruttare gli schemi della logica per lo studio delle scienze sociali, i teoremi risultano precari e quanto enunciato al punto 2 assume maggiore importanza. La simulazione può essere considerata in questi ambiti una sorta di sostegno ulteriore alla teoria ed alla prova empirica.

1.4 Comportamenti complessi da semplici presupposti e comportamenti semplici da presupposti complessi

La simulazione permette di cogliere risultati sociali aggregati dal comportamento specifico eterogeneo. In economia generalmente si derivano risultati aggregati da

comportamenti specifici che vengono considerati conformi a quelli dell'agente rappresentativo. Quindi il comportamento dell'aggregato non è altro che la sommatoria di n agenti rappresentativi omogenei. I modelli di simulazione invece tendono ad abbandonare tale impostazione, il che è reso possibile dall'utilizzo del computer, lasciando spazio per nuove interpretazioni dei fenomeni.

Ad esempio Arthur ed altri (1996) sostengono che l'ipotesi di efficienza dei mercati finanziari non sia necessariamente valida se cade il presupposto di omogeneità degli investitori. L'equilibrio razionale ed efficiente è molto più difficile da stabilire poiché gli investitori non hanno più un modello comune di formazione delle aspettative e nessun modo di prevedere le aspettative sui dividendi degli altri agenti ed infine gli agenti "più informati" non possono formare le aspettative secondo il proprio modello previsionale.

Risaltano casi di fenomeni sociali oggetto di simulazione in cui da comportamenti eterogenei complessi emerge un semplice ed unico andamento dell'aggregato a seguito dell'auto-organizzazione degli agenti. L'attenzione su questi fenomeni è largamente inferiore a quella sui casi di fenomeni complessi a partire da agenti omogenei.

1.5 Esplorazione dinamica dei fenomeni

Nelle scienze sociali l'analisi dell'andamento dei fenomeni risulta spesso più significativa dell'analisi dei punti di equilibrio (in demografia, ad esempio, questo aspetto è fondamentale). Gli studiosi della simulazione insistono su questo aspetto, possibile grazie all'utilizzo del computer che genera animazioni e serie cronologiche. LeBaron, Arthur e Palmer (1997) sostengono di non essere esclusivamente interessati ai punti di

equilibrio, ma anche a come li si raggiunge, attraverso l'adattamento e la conversione. Inoltre l'analisi dinamica può far emergere la precarietà dei punti di equilibrio.

La simulazione secondo Marney e Tarbert consente di effettuare con maggior immediatezza il raffronto con l'andamento del fenomeno reale. Ciò è favorito dalle rappresentazioni visive e dalle serie cronologiche generate.

In secondo luogo, esiste la possibilità di cogliere l'essenza di fenomeni di movimento continuo. Ad esempio, in Marney(1996) un test ha verificato lo sviluppo stabile del PIL connesso alla transizione dell'economia dall'industria al terziario al fine di rappresentare ciò che realmente è avvenuto. L'esperimento colse un aspetto fondamentale delle economie avanzate che consiste nella transizione continua.

Altro aspetto rilevato in uno studio di Epstein ed Axtell (1996) consiste nella convinzione, dimostrabile attraverso la simulazione, che fenomeni attribuiti, ad esempio in demografia, a cataclismi (meteore, inondazioni, glaciazioni, ecc.), siano in realtà da ricondurre all'effetto delle interazioni locali. Più in generale ciò che spesso si attribuisce a variabili esogene potrebbe essere causato da fenomeni endogeni il cui riconoscimento avviene attraverso l'osservazione dell'andamento.

Tra le altre proprietà riconosciute alla simulazione vi è quella di cogliere il fenomeno dell'olismo, secondo cui il totale del gruppo è superiore alla semplice somma delle parti, ed ancora di riprodurre sostanzialmente in modo più realistico i fenomeni dal punto di vista intuitivo-emozionale (isomorfismo).

1.6 Modelli basati su agenti: caratteristiche generali

Un modello basato su agenti consiste in agenti individuali comunemente implementati in un software come oggetti. Essi possiedono uno stato e delle regole di comportamento. Far girare un un modello del genere significa semplicemente generare una popolazione di agenti, lasciarli interagire e monitorare quello che capita. Eseguire il modello e -spingerlo avanti nel tempo- è tutto ciò che è necessario per "risolverlo".

Esistono alcuni *vantaggi* nell'utilizzo di modelli computazionali rispetto alle convenzionali teorie matematiche. Innanzitutto, come descritto precedentemente, è più semplice dotare gli agenti di razionalità limitata in questo tipo di modelli. Inoltre, se si desidera utilizzare agenti non completamente razionali è importante renderli eterogenei e ciò è realizzabile in un modello ad agenti. Infatti si tratta di generare una popolazione che possiede una certa distribuzione di caratteristiche iniziali, ad esempio di preferenze, evitando quindi di concettualizzare agenti rappresentativi. Poiché il modello viene risolto tramite l'esecuzione ne risulta l'intera storia dinamica dei processi studiati. Ciò comporta la necessità di studiare non solo il punto di equilibrio, se mai venisse raggiunto, ma anche l'andamento della simulazione.

Infine, la maggior parte dei processi che si sviluppano su ambienti fisici o contesti sociali sono difficilmente rappresentabili matematicamente ad eccezione di casi molto semplificati.

Dall'altro lato la metodologia basata su agenti presenta un significativo *svantaggio* rispetto alla modellizzazione matematica. Nonostante il fatto che ciascuna esecuzione generi ipotesi su la presenza di un teorema, una singola esecuzione non fornisce indicazioni sulla sua robustezza. Ciò significa che, dato il modello ad agenti A che

genera il risultato R , quanto deve cambiare A al fine di non ottenere più R ? Con una impostazione economico-matematica questioni di questo genere sono spesso risolvibili formalmente attraverso una ispezione, la differenziazione, il teorema della funzione implicita e così via. L'unico modo di trattare questi problemi in ambiente computazionale è invece quello di effettuare più esperimenti cambiando sistematicamente le condizioni iniziali o i parametri al fine di verificare la robustezza dei risultati. Conseguentemente la dimensione dell'universo dei parametri da sperimentare comporta in molti casi che la performance del computer sia legata strettamente alla potenza dell'hardware e ciò rappresenta una difficoltà difficilmente gestibile.

L'architettura software di questo tipo di modelli è caratterizzata da una piccola quantità di codice sorgente che controlla una quantità molto più ampia di codice in esecuzione. Questo comporta che un programma relativamente veloce in compilazione è in realtà molto più lento in esecuzione. Il numero di agenti o prodotti istanziati, viene parametrizzato nel codice sorgente in modo da essere specificato al momento della compilazione o dell'esecuzione. In questo modo non è necessaria alcuna significativa riscrittura del codice per modificare la scala del modello. Naturalmente l'aumento del numero delle computazioni non è proporzionale all'aumento della scala del modello.

I programmi caratterizzati da un esiguo codice sorgente che controlla parecchio codice in esecuzione possono generare tipicamente dei risultati artefatti. Un segnale che evidenzia questo tipo di problema è l'alta variabilità dei risultati con piccole modificazioni di codice o parametri. Non esiste una soluzione a questo problema se non una accurata programmazione, anche se a volte la variabilità dei risultati può rappresentare una situazione realistica.

In un paper di Axtell (1999) vengono sintetizzate le tre situazioni in cui tipicamente i modelli basati su agenti vengono utilizzati:

1. Quando i modelli matematici forniscono solamente soluzioni numeriche e non simboliche. In questi casi il risultato emergente dalla simulazione ad agenti dovrebbe concordare con i risultati numerici ottenuti dalla sperimentazione matematiche. In finanza è molto usato il metodo di Monte Carlo, che consiste nell'estrarre un ampio campione di dati dalla distribuzione che caratterizza il loro universo, utilizzarli come variabili nelle funzioni matematiche e ricavare tendenze dai risultati. Questa metodologia è redditizia ma molto dispendiosa soprattutto dal punto di vista della potenza di calcolo richiesta, ragione per cui raramente viene effettuata una simulazione parallela per comprovarne i risultati.
2. Quando è possibile risolvere in un modello matematico, ma i risultati siano ambigui e poco robusti.
3. Nei casi in cui non sia possibile specificare funzioni matematiche per i modelli sociali.

1.7 La piattaforma di simulazione *Swarm*

Swarm è una piattaforma software multi-agente utilizzata per la simulazione di sistemi complessi. In un modello swarm l'unità basilare della simulazione è lo *swarm* (sciame), un insieme di agenti che eseguono azioni determinate. Gli agenti possono essere composti da swarm di agenti in base ad una struttura nidificata. Swarm fornisce librerie software per la programmazione ad oggetti e componenti precostituiti utilizzabili per lo sviluppo di modelli specifici.

La struttura di un'applicazione Swarm è basata su agenti indipendenti che interagiscono tra loro dando vita ad eventi discreti. Data la generalità di questa struttura i settori di applicazione dei modelli Swarm sono disparati: chimica, economia, fisica, antropologia, ecologia, le scienze politiche, ecc.

Come accennato l'unità basilare di una simulazione con Swarm è l'agente. Per agente s'intende qualsiasi entità in grado di svolgere un'azione che può influenzare altri agenti. L'interazione tra gruppi numerosi di agenti costituisce una simulazione. Un esempio di simulazione è quello di un ecosistema costituito da agenti come i conigli, i coyote e le carote; in un'altra simulazione di carattere economico gli agenti sono le aziende, le società di intermediazione mobiliare, gli azionisti ed una banca centrale. A differenza delle simulazioni tradizionali, qui si incentra l'attenzione sugli eventi discreti invece di utilizzare sistemi di equazioni che colgano macro-aspetti dei fenomeni d'interazione.

Gli agenti sono rappresentati all'interno dell'applicazione da oggetti. Gli eventi discreti sono programmati all'interno di questi oggetti formando un processo che accade con il trascorrere del tempo. In Swarm il tempo del modello è gestito da un orologio detto *schedule* all'interno del quale viene definita la sequenza degli eventi. Ad esempio, nella simulazione dei coyote e conigli sono previste tre azioni:

1. I conigli mangiano le carote.
2. I conigli si nascondono dai coyote.
3. I coyote mangiano i conigli.

Ognuna di queste azioni degli agenti è un evento discreto e lo *schedule* ne determina la successione, ad esempio: ogni giorno i conigli mangiano le carote, poi si nascondono

dai coyote, infine questi ultimi tentano di mangiare i conigli. Il trascorrere del tempo è rappresentato quindi dalle specifiche sequenze di eventi.

1.7.1 Metodi di calcolo per sistemi complessi

Nelle scienze cognitive, in particolare nello studio di sistemi complessi, la parte software degli studi ha assunto un ruolo sempre più determinante. Le simulazioni su computer hanno scavalcato le sperimentazioni empiriche per gli enormi vantaggi in termini di costi e di risultati, nonostante ciò permane l'ostacolo della scrittura del software, una procedura generalmente complicata e piena di insidie.

Tipicamente nei nuovi settori di studio i ricercatori devono anche occuparsi di questo aspetto della ricerca, ovvero quello di mettere a punto un valido supporto tecnico-informatico. Solo dopo questa fase è possibile concentrare l'attenzione esclusivamente sulla ricerca. Il risultato di questi sviluppi sono prodotti software "su misura", che spesso presentano dei difetti progettuali dovuti al fatto che ottimi scienziati possono rivelarsi dei pessimi programmatori. Ancora, lo scienziato altamente specializzato tende a progettare, spendendo molte energie, software che difficilmente potrà essere utilizzato per studi diversi. Tendenzialmente il codice di questi software è complicato al punto che solo l'autore è in grado di decifrarlo e nessun altro è in grado di coglierne la struttura generale.

Swarm rientra in una tendenza che si discosta da tutto ciò, il cui fine è quello di ottenere strumenti standardizzati a partire dalla collaborazione tra progettisti software e scienziati specializzati, fornendo a questi ultimi uno strumento che permetta di tralasciare la fase di programmazione.

1.7.2 Lo swarm come elemento fondamentale del modello

Il componente fondamentale che organizza gli agenti di un modello Swarm è un oggetto chiamato *swarm*. Uno swarm è un insieme di agenti regolati da sequenze determinate di eventi. Con riferimento all'esempio precedente, uno swarm potrebbe essere un insieme di 15 coyote, di 50 conigli, di un giardino con le carote e di una semplice sequenza di eventi: i conigli mangiano le carote e si nascondono ed il coyote mangia i conigli. Uno swarm costituisce un modello completo: contiene gli agenti e la rappresentazione del tempo.

Oltre che contenere gli agenti, gli agenti stessi possono essere costituiti da swarm di altri agenti. Un agente tipico è costituito da un insieme di regole che gli permettono di reagire a stimoli provenienti dall'ambiente. Ciò che avviene internamente all'agente, con l'elaborazione degli input esterni in base a determinate sequenze, implica che l'agente sia esso stesso uno swarm e manifesti quindi un comportamento complesso.

La gerarchia all'interno di un modello Swarm può essere rappresentata introducendo swarm multipli in cui uno sciame ne contiene altri, e così via. Un esempio di questo tipo di sviluppo è quello del modello di stagno. Al livello elevato, uno swarm è costruito come contenitore degli agenti: lo swarm rappresenta lo stagno ed ogni agente rappresenta un animale. Ogni animale è composto da cellule che ne determinano il comportamento. Il comportamento delle cellule potrebbe essere definito semplicemente come un processo determinato, ma una cellula è in sé un insieme di elementi che interagiscono generando fenomeni complessi: nucleo, mitocondri, reticolo endoplasmico. Un altro modo, più realistico, di rappresentare una cellula è quindi come uno swarm di agenti, gli elementi che la compongono. In questo modo due modelli coesistono l'uno all'interno dell'altro : lo stagno come swarm di cellule e la cellula

come swarm di elementi.

La possibilità di sviluppare modelli multi-strato rende Swarm uno strumento molto potente, infatti in questo modo gli utenti hanno l'opportunità di sviluppare esplicitamente e verificare i diversi livelli del modello. Uno swarm può rappresentare esplicitamente una struttura emergente, un gruppo di agenti che si comportano in modo coesivo come se fossero un singolo agente.

Un altro uso degli swarm multipli è quello dei modelli in cui gli agenti stessi sviluppano modelli, quindi swarm, del loro mondo. Si tratta di applicazioni in cui si intende verificare quale sia la concezione dell'ambiente da parte del singolo agente. Ad esempio può essere utile conoscere quale sia l'idea sviluppata da un'azienda riguardo i propri concorrenti. L'azienda può essere rappresentata da un agente che genera uno swarm di agenti, i concorrenti, in base a proprie regole.

1.7.3 L'influsso della programmazione ad oggetti

La programmazione ad oggetti ha orientato la struttura logica degli swarm di agenti che interagiscono. Un oggetto è una combinazione di variabili di stato e di metodi che ne determinano il comportamento. In Swarm un agente è costruito come un oggetto. Le diverse tipologie di agenti (ad esempio i coyote) sono rappresentati da classi mentre gli agenti specifici (un coyote particolare) sono oggetti, ovvero prodotti della classe di riferimento. Ogni oggetto contiene le proprie variabili di stato, ma la definizione generale del suo comportamento è determinata dalla classe da cui deriva. Le variabili di stato di un oggetto rappresentano la condizione specifica di un agente particolare. Ad esempio, il peso di un coniglio può essere stabilita nel codice della classe Coniglio ed assumere valori numerici all'interno di ogni singolo oggetto (coniglio). I metodi

di un oggetto determinano il comportamento dell'agente. Ad esempio la capacità dei conigli di procurarsi il cibo è determinata da un metodo specificato nel codice della classe Coniglio ed utilizzato dall'oggetto specifico. In definitiva la sequenza di eventi di un modello dipende da una serie di azioni determinata dai metodi utilizzati dagli oggetti.

Il sistema Swarm è una struttura ad oggetti, ovvero un insieme di librerie di classi predisposte per funzionare insieme. L'utente può sfruttare le proprietà di tali classi per generare oggetti. In Swarm le classi precostituite sono contenute in 10 librerie principali (nel paragrafo 1.7.5 verranno chiarite le caratteristiche di alcune di esse):

- activity
- analysis
- collections
- defobj
- gui
- objectbase
- random
- simtools
- simtoolsgui
- space

Oltre che costituire un modo naturale per effettuare simulazioni multi-agente, la programmazione ad oggetti rappresenta la metodologia più conveniente per progettare e sviluppare software riutilizzabile sottoforma di librerie.

Come già accennato, gli utenti possono sviluppare i modelli a partire dalle classi contenute nelle librerie di Swarm. Nel caso in cui le classi precostituite non possedessero le caratteristiche peculiari per lo sviluppo di modelli specifici, è possibile sviluppare le classi necessarie a partire dalle classi-base, aggiungendo nuove variabili, nuovi metodi e *ereditando* da altre classi.

1.7.4 Struttura di una simulazione con Swarm

Il nucleo di una simulazione con Swarm è l'ambiente del modello in sè stesso. Nel caso più semplice, un modello consiste in uno swarm abitato da un gruppo di agenti e di un programma di attività definito per quegli agenti. Gli stessi agenti sono oggetti creati prendendo una classe dalle librerie dello swarm, specializzandola per il particolare settore di sviluppo, ed infine costruendo da quest'ultima un agente-oggetto. Ad esempio, per sviluppare un agente costituito da una rete neurale si potrebbe partire da una classe generale di rete neurale prelevata in una libreria di funzioni per reti neurali, aggiungere metodi supplementari resi necessari per il tipo specifico di rete ed usarla per costruire "una rete neurale".

Comunemente nello sviluppo di questo genere di modelli ci si riferisce agli agenti come ad attori della vita in un ambiente. Molte piattaforme di simulazione considerano l'ambiente come un elemento standard, come le diffuse griglie bidimensionali. In Swarm invece l'ambiente non è predefinito e non necessita di requisiti particolari. Ritornando al modello di coyote-conigli, il coyote mangia i conigli che a loro volta

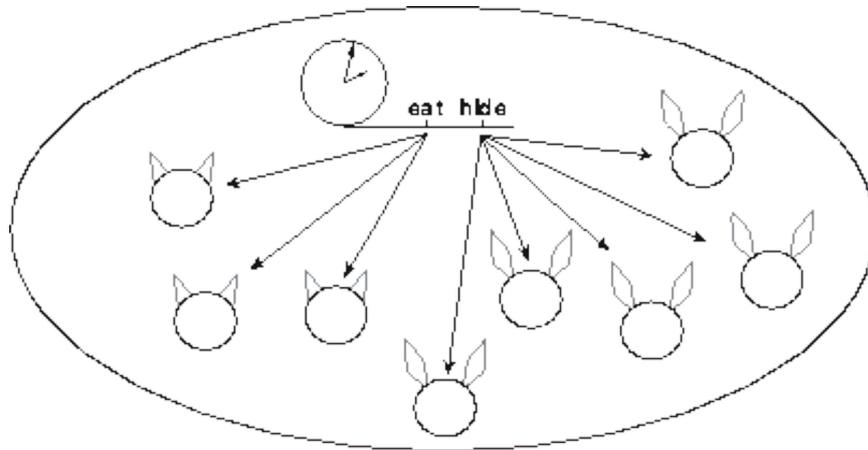


Figura 1.2: Uno swarm di agenti

mangiano le carote dell'ambiente-giardino (v. fig 1.2). In Swarm, questo ambiente non è altro che un altro agente. Il giardino è semplicemente un oggetto della classe Giardino, magari basata sulle automazioni cellulari per simulare la crescita delle carote. Nonostante l'agente-giardino possa avere funzioni speciali all'interno del modello, nella stesura del codice software viene trattato come un agente qualsiasi.

Una volta definiti gli agenti e stabiliti rapporti di interazione tra loro, l'ultima fase dello sviluppo del modello è costituita dall'unione degli agenti in uno swarm. L'utente deve definire la sequenza di attività che gli agenti dovranno svolgere, il che costituisce la simulazione del tempo del sistema. Una volta che il programma è completato il modello è pronto per essere eseguito.

Il funzionamento di modello è osservabile utilizzando funzioni di un oggetto detto *observer* della classe *ObserverSwarm* che assume caratteristiche particolari in base alle esigenze dell'utente e che deriva da classi *Swarm* precostituite.

L'oggetto *observer* produce tipicamente grafici, genera file di dati utilizzabili per

analizzare i risultati della simulazione, ed inoltre fornisce le *probe*, le sonde che permettono all'utente di 'guardare' all'interno del singolo agente per osservarne l'andamento e modificarne i parametri. Per esempio, un oggetto *observer* potrebbe osservare il numero di conigli e produrre un grafico dell'andamento nel tempo della popolazione dei conigli, ancora potrebbe tracciare la distribuzione nell'ambiente dei coyote, memorizzando i dati in un archivio per analisi successive.

Gli oggetti *observer* sono essi stessi uno swarm con un programma di azioni da svolgere. La struttura completa per l'esperimento di simulazione si ottiene quindi inserendo lo swarm del modello come un sotto-swarm interno allo swarm dell'*observer*. Utilizzando questa struttura gerarchica il modello del mondo simulato rimane 'sotto vetro' all'interno del modello dell'osservatore.

1.7.5 Le librerie di Swarm

Le librerie sono un insieme di classi richiamate dai metodi per costruire gli oggetti del modello, senza che sia necessario definire prima una classe. Per molti oggetti, particolarmente per quelli altamente tecnici, è improbabile che le classi delle librerie possiedano i requisiti necessari. Nonostante ciò è possibile derivare dalle classi standard delle librerie sotto-classi, in cui vengono sviluppate funzioni e caratteristiche particolari.

Le tre librerie *objectbase*, *activity* e *simtools* sono fondamentali ed il loro utilizzo è essenziale per tutte le applicazioni Swarm.

- La libreria *objectbase* contiene le classi su cui gli agenti nei modelli Swarm sono basati. Gestiscono l'allocazione dello spazio di memoria e la possibilità di interazione dell'utente attraverso le *probe*.

- La libreria *activity* contiene classi che costituiscono il cuore del meccanismo di simulazione, poichè gestiscono la tempistica degli eventi ed i casi di simulataneità. Le classi Observer e Model ereditano da classi di questa libreria. Alcune funzioni di *activity* sono in previsione del momento in cui le applicazioni Swarm potranno funzionare su macchine parallele.
- La libreria *simtools* contiene le classi per gestire l'esecuzione dell'applicazione Swarm nel suo complesso. Queste classi producono i grafici dinamici ed i file di dati per le analisi successive.

1.8 Altri due software per la simulazione: Simul8 e iGrapfx

Esistono in commercio alcuni software specialistici con i quali è possibile effettuare simulazioni aziendali. Al contrario di Swarm non è necessario programmare e strutturare un modello generale, infatti entrambe queste procedure vengono parzialmente automatizzate seguendo criteri prestabiliti.

E' stato condotto un rapido studio di questi strumenti in particolare di *Simul8* e *iGrapfx* e tra gli altri ancora Extend. Si tratta di strumenti in cui le tipologie di oggetti sono definite a priori. L'utente è coadiuvato da un'interfaccia grafica con bottoni e freccette, attraverso le quali è possibile creare oggetti e collegamenti. Ecco alcune caratteristiche riscontrate in Simul8:

- Creare magazzini, unità e costruire un modello è immediato.
- Gli ordini sono generati casualmente e si possono definire media e distribuzione.

- Gli ordini non sono differenziabili.

All'interno delle unità produttive si possono effettuare alcune modifiche, tra le quali

- Definire le risorse fluttuanti necessarie all'unità produttiva per produrre (il lavoro, gli strumenti ecc).
- Determinare il grado di efficienza dell'unità, ovvero quanto rapidamente vengono svolti i processi produttivi.
- Disporre di una descrizione dei rapporti di interscambio della unità (da dove la unit prende l'input e dove invia l'output).
- Stabilire quali operazioni deve svolgere la unit affinché il prodotto possa essere inviato ad un'altra.

Ecco una serie di elementi semplici che permettono, in brevissimo tempo, di costruire un modello di azienda in Simul8 (v. fig 1.3):

- punto di arrivo degli ordini
- deposito
- punto di svolgimento attività produttiva
- punto di uscita del prodotto (qui si accumulano i prodotti)
- risorse di lavoro
- collegamenti tra i suddetti elementi

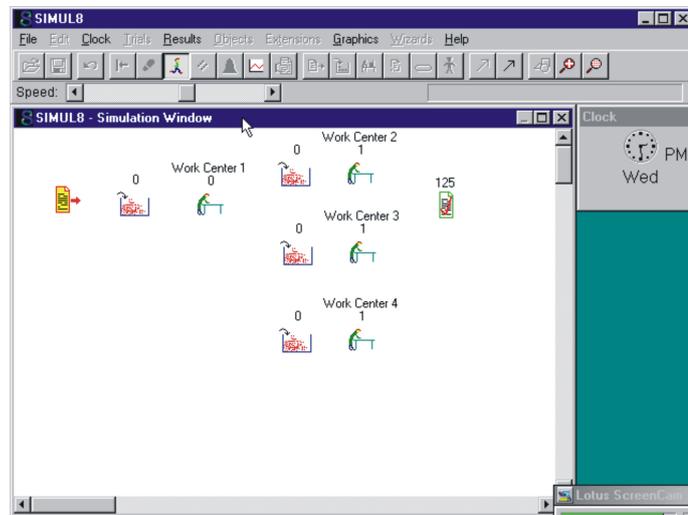


Figura 1.3: Esempio di un'applicazione con Simul8

Ogni tipo di elemento ha proprie caratteristiche e possono essere modificati alcuni parametri. Le caratteristiche elencate in precedenza valgono grossomodo anche per iGrapx con il quale la costruzione di un modello avviene attraverso la creazione di un diagramma nel quale si aggiungono dipartimenti e fasi produttive (v fig. 1.4). I risultati in entrambi i software vengono raccolti in finestre riassuntive con code massime, medie, tempi d'attesa, costi, ecc.

Lo schema dei modelli preconfezionati di questa tipologia di strumenti è relativamente rigido e non è possibile aggiungere elementi con caratteristiche che esulino da quelle previste, ad esempio il sistema informativo. In quest'ultimo caso si potrebbe obiettare che il sistema informativo produce l'effetto di rendere più rapida ed efficiente la produzione nelle unit più a valle rispetto all'origine delle informazioni. Ciò in Simul8 e iGrapx si potrebbe simulare aumentando l'efficienza di tali unità.

Avvalersi di questi espedienti, così come di oggetti predefiniti, che producono gli

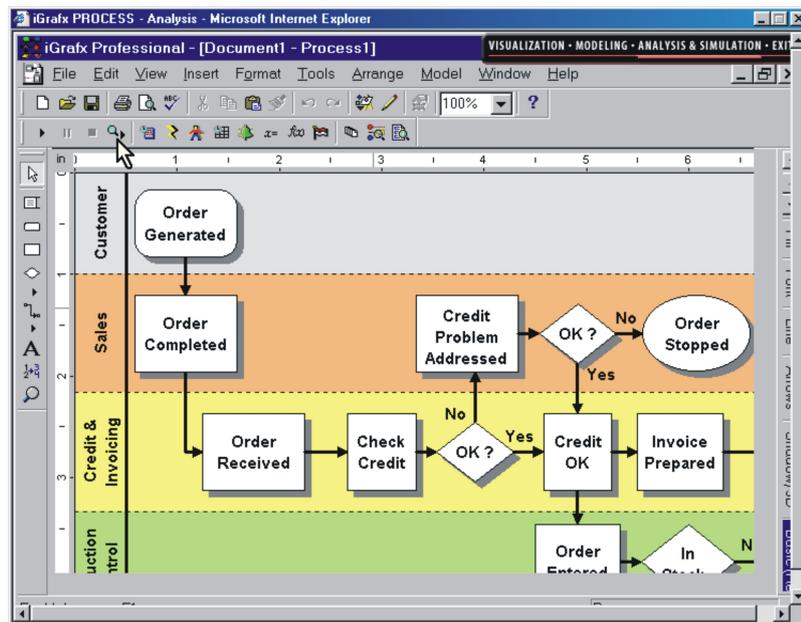


Figura 1.4: Esempio di un'applicazione con iGrapx

effetti desiderati, ma non rappresentano il funzionamento di un'azienda, appare una forzatura. In particolare una simulazione di questo tipo non consente di cogliere i fenomeni aziendali nella loro complessità, obiettivo che può essere raggiunto solo attraverso modelli che riprendano le caratteristiche delle aziende vere, compresi i difetti come le informazioni che circolano oppure no, le unità che non sanno a chi mandare i prodotti, ecc. In definitiva per quanti parametri si possano regolare non si potrà mai raggiungere il grado descrittivo della realtà conseguibile attraverso la determinazione diretta delle tipologia di oggetti della simulazione.

1.9 Strumenti per sviluppare software: *UML*

L'*Unified Modeling Language* (UML) è un linguaggio per la progettazione e la rappresentazione di sistemi software. Tuttora in fase di sviluppo, UML è il risultato del tentativo di semplificare la progettazione di sistemi software complessi e soprattutto favorire una migliore comprensione tra sviluppatori e utenti.

Uno dei settori nei quali l'utilizzo di UML è maggiormente diffuso è quello della gestione delle subforniture nell'ambito della progettazione di sistemi complessi. Infatti, nelle situazioni in cui società diverse concorrono allo sviluppo di un progetto, producendo soluzioni parziali da integrare in un'architettura complessiva, la documentazione in formato UML agevola la comunicazione tra le parti. Il secondo motivo che favorisce l'adozione di UML è legato a un rinnovato interesse per le attività di progettazione (analisi e disegno). I sistemi distribuiti diventano sempre più complessi, e per poterne governare la complessità, risulta necessario dedicarsi con attenzione alla loro architettura, logica e fisica, sotto forma di rappresentazioni sintetiche, tutto ciò prima di dedicarsi alla scrittura del codice. Inoltre, le tecnologie utilizzate per lo sviluppo di software sono sempre più basate sulla programmazione ad oggetti e sull'integrazione di componenti, ed è importante che anche le attività di progettazione siano basate sugli stessi principi. UML risponde ad entrambe queste esigenze, poichè è un linguaggio di modellazione basato sui principi della programmazione ad oggetti.

Per affrontare progetti con la metodologia sopra descritta si possono utilizzare tre strumenti: schemi semplici realizzati in qualsiasi modo, diagrammatori puri, oppure strumenti dedicati alla produzione di modelli UML.

I diagrammatori puri sono editor che consentono di creare ogni genere di diagramma, avvalendosi di modelli predefiniti, legati a settori specifici, e ne esistono alcuni

capaci di rappresentare tutti i simboli grafici di UML. Il limite di questo tipo di strumenti è che consentono di creare solo diagrammi, cioè rappresentazioni grafiche, ma non di documentare gli aspetti semantici degli elementi rappresentati, né di controllare la correttezza delle associazioni tra elementi. Ad esempio, è possibile rappresentare graficamente un legame tra più metodi ad una classe, anche se si tratta di un'associazione che UML non consente e i principi della programmazione ad oggetti in generale non consentono .

Gli strumenti per generare modelli UML veri e propri consentono non solo la produzione di diagrammi ma anche di gestire il significato di tali diagrammi. Questo significa che è possibile, tracciando dei diagrammi, generare automaticamente il codice. Il procedimento può avvenire anche nel senso inverso attraverso una funzione detta *reverse engineering*, che permette di generare diagrammi automaticamente a partire dal codice.

I principali prodotti disponibili sul mercato che permettono di sviluppare progetti UML sono:

- *Rose* (www.rational.com), l'editor degli autori di UML.
- *Together*, (www.togethersoft.com) con il quale è stato realizzato il diagramma dell'impresa virtuale (pag. 132), partendo dal codice sorgente in Java (reverse engineering).
- *System Architect* (www.popkin.com).
- *Select* (www.princetonsofttech.com).
- *Rhapsody* (www.ilogix.com).

- *Software Through Pictures* (www.aonix.com).
- *MagicDrawUML* (www.nomagic.com).
- *ArgoUML* (www.argouml.org), software gratuito.
- *WithClass* (www.microgold.com).

Bibliografia

- [1] M. Askenazi, R. Burkhart, C. Langton, N. Minar, *The Swarm Simulation System: A Toolkit for Building Multi-agent Simulations*, Santafe, 1996.
- [2] R. Axtell, *WHY AGENTS? ON THE VARIED MOTIVATIONS FOR AGENT COMPUTING IN THE SOCIAL SCIENCES*, Washington, 2000.
- [3] J.P. Marney, H.F.E. Tarbert, *Why do simulation? Towards a working epistemology for practitioners of the dark arts*, JASS vol.3, no.4, 2000.
- [4] Swarm Development Group, *A tutorial introduction to Swarm*, Santafe 2000.
- [5] Autori vari *Strumenti UML: criteri di scelta e di utilizzo* ZeroUno n.226, novembre 2000.

Capitolo 2

Evoluzione del sistema informativo ed effetti sull'organizzazione e sul rendimento

2.1 Introduzione

In questo capitolo viene descritto il legame tra gli investimenti nel sistema informativo con la trasformazione organizzativa e quali effetti producano sulla produttività, con particolare attenzione agli studi effettuati sulle aziende. Infine viene incentrata l'attenzione sugli elementi connessi all'interazione tra gli individui resa possibile dalle nuove tecnologie, e su in che modo sia opportuno cogliere tali aspetti in un modello di simulazione.

2.2 I computer ed il risultato d'impresa

Generalmente la potenza dei computer viene considerata come la capacità di effettuare calcoli con grandi numeri in breve tempo. Mark I (1939) fu il primo computer moderno e nella II seconda guerra mondiale gli USA investirono molte risorse nello sviluppo

di strumenti utili al calcolo della traiettoria dei proiettili dell'artiglieria, il risultato fu il primo computer digitale con rilevanti capacità di calcolo. Le stesse tecnologie di base di un computer possono essere utilizzate per immagazzinare, trasmettere e trasformare ogni tipo di informazione immessa. Le attività ordinarie in cui vengono coinvolti i computer generalmente non necessitano di particolari capacità di calcolo in maniera prioritaria. Il livello di potenza ed i costi contenuti raggiunti dai computer determinano che il loro rendimento in termini economici sia funzione, più che delle capacità di calcolo, dell'abilità da parte di chi li gestisce di ideare processi e strutture organizzative in grado di sfruttare utilmente questa potenzialità. Data l'espansione di innovazioni in settori legati all'informatica, è prevedibile, ma in parte è già realtà, che in futuro il settore delle applicazioni per computer si svilupperà ben oltre quello meramente legato al calcolo.

La tecnologia informatica viene considerata non un investimento tradizionale, ma una "tecnologia a finalità diffuse" (Bresnahan e Trajtenberg, 1995). Ciò significa che l'investimento in questo tipo di tecnologia non ha un rendimento computabile semplicemente moltiplicando il capitale per un tasso, ma comporta anche effetti che favoriscono lo sviluppo delle cosiddette *innovazioni complementari*. Tra queste ultime la più determinante per lo sviluppo generale è la trasformazione dell'*organizzazione produttiva*.

2.3 Una panoramica generale sull'investimento in *information technology*

Il contributo importante al rendimento della tecnologia informatica è la possibilità di effettuare successivi investimenti in innovazioni complementari come nuovi metodi

di produzione o nuove procedure di lavoro. Questi investimenti conducono ad un incremento della produttività attraverso la riduzione dei costi, mettendo in condizione le aziende di aumentare la qualità della produzione nella forma di nuovi prodotti o di aspetti come la convenienza, la rapidità di consegna, la qualità e così via. In letteratura studi econometrici avvalorano entrambi questi punti. Le analisi a livello aziendale colgono con precisione notevole gli aspetti legati alle innovazioni informatiche, al contrario gli studi di tipo macroeconomico hanno tralasciato questo aspetto non considerandolo determinante. L'analisi microeconomica suggerisce che l'aumento di produttività imputabile all'innovazione informatica è sostanzialmente maggiore rispetto a quanto desumibile dalle analisi macroeconomiche.

Generalmente le imprese che sfruttano la tecnologia informatica per modificare il modo con cui conducono gli affari sostengono che i loro investimenti in questo settore sono complementari a cambiamenti in altri aspetti dell'organizzazione. Tali complementarità hanno un numero di implicazioni la cui valutazione è necessaria per comprendere il valore dell'investimento nell'informatica. Per ottenere i risultati voluti, tipicamente le aziende inseriscono i computer all'interno del processo produttivo sotto forma di un "sistema" o di una "unità" al fine di rinforzare i cambiamenti organizzativi (Milogrom e Roberts, 1990). Operando modifiche progressive, o effettuando investimenti in informatica senza modificare l'organizzazione, oppure attuando solo parzialmente pochi cambiamenti di carattere organizzativo, si possono verificare casi di perdita di produttività o altri in cui i vantaggi dell'informatizzazione non sono sufficienti a controbilanciare gli effetti negativi sui metodi e sulle procedure organizzative preesistenti (Brynjolfsson, Renshaw e Van Alstyne, 1997). La necessità di cambiare "tutto o niente" fa parte della logica che sta dietro l'ondata di reengineering

organizzativo con lo slogan "non automatizzare, rifonda dall'inizio" (Hammer, 1990). Ciò può spiegare perché molti progetti che prevedevano investimenti in larga scala nel settore informatico sono falliti (Kermer and Sosa, 1991), mentre altri hanno ottenuto cospicui profitti.

Gli schemi organizzativi più diffusi del ventesimo secolo sono stati determinati storicamente dall'alto costo dei sistemi informativi. Ciò giustifica l'adozione della tipica struttura organizzativa gerarchica che, confrontata con una decentrata, presenta il vantaggio di minimizzare il numero dei canali di comunicazione per connettere gli attori del processo produttivo (Malone, 1987; Radner, 1993) e conseguentemente anche i costi del sistema informativo. Analogamente, produzioni manifatturiere intensive di prodotti semplici e standardizzati risultavano più convenienti e si diffusero. Con la caduta del 99 per cento del costo dell'informatizzazione dagli anni Sessanta ad oggi, i metodi produttivi del periodo economico precedente sono stati mantenuti, poichè in grado di sfruttare i vantaggi dell'informazione a basso costo e della produzione flessibile. Il modello di Milgrom e Roberts (1990) chiarisce che la transizione delle imprese dalla produzione inflessibile in massa a quella flessibile, resa possibile dall'informatica, è legata ai cambiamenti esogeni del prezzo della tecnologia informatica. Similmente due lavori di Bresnahan(1999) e Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2000) mostrano come il variare del costo e delle potenzialità della tecnologia informatica conducono alla nascita di novità nell'organizzazione del lavoro e nella strategia d'impresa che accresce la domanda di lavoro specializzato.

2.4 La conversione dell'impresa

In questo paragrafo viene descritta l'analisi del caso della conversione della struttura produttiva e organizzativa di un'azienda farmaceutica denominata con lo pseudonimo "MacroMed", contenuta in uno studio di Brynjolfsson, Renshaw e Van Alstyne (1997).

MacroMed ha investito consistenti risorse, creando una produzione manifatturiera computerizzata, al fine di ottenere maggiore varietà e personalizzazione dei prodotti. Questi investimenti hanno coinvolto diversi settori aziendali determinando alcune innovazioni tra le quali:

- L'eliminazione dei ritmi fissi, dotando gli operatori della possibilità di programmare i macchinari
- L'innovazione dei processi e del flusso di lavorazione.
- Maggiori interazioni tra clienti e produttori.
- Maggiore *comunicazione orizzontale* interna e sviluppo del lavoro in *team*.
- Altri cambiamenti nelle specializzazioni, processi, cultura e struttura (v. tab.2.1).

Il nuovo sistema ebbe risultati lontani dalle aspettative per quanto riguarda la flessibilità e soprattutto difficilmente venne accettato e compreso. Un'analisi rivelò che gli operatori mantenevano ancora molti elementi procedurali ormai obsoleti, tipici del sistema precedente. Questo avveniva non necessariamente al fine di ostacolare la conversione in atto, ma lo schema del vecchio sistema era ormai consolidato. Ad esempio uno scrupoloso operatore sosteneva che "la chiave per ottenere una buona produttività consiste nell'evitare di fermare le macchine per passare da un prodotto all'altro". Questo era valido con le vecchie attrezzature, ma negava la flessibilità delle

<i>Principi della "vecchia" impresa</i>	<i>Principi della "nuova" impresa</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Apparecchiature fisse • Tante scorte in magazzino • Retribuzione legata alla quantità prodotta • Linea in produzione in ogni caso • Ispezione finale della qualità • Materiali grezzi prodotti internamente • Compiti limitati • Aree suddivise in base ai macchinari • Impiegati appositi prendono decisioni • Uscita dalla linea in momenti determinati • Progettazione separata • Flusso verticale dell'informazione • Vari strati dirigenziali (6) 	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti computerizzati flessibili • Poche scorte in magazzino • Retribuzione uguale per tutti gli operatori • Linea ferma se non a velocità stabilita • Operatori responsabili della qualità • Tutti i materiali vengono dall'esterno • Flessibilità delle responsabilità • Aree organizzate in celle di lavoro • Gli occupati contribuiscono con idee • Inserimento in ogni momento • Progettazione coordinata • Informazione razionalizzata • Pochi strati dirigenziali (3-4)

Tabella 2.1: Cambiamenti indotti dalla conversione

nuove macchine e creava scorte superiori al necessario. In conclusione il management decise l'applicazione del nuovo sistema in un'area della produzione caratterizzata da operatori giovani, scelti con attenzione e liberi da condizionamenti verso le vecchie procedure. Gli effetti furono molto positivi. L'alternativa a questo graduale inserimento del nuovo sistema era quella di investire in formazione ottenendo una efficace e rapida conversione, ma con costi sensibilmente più alti.

2.5 Mutamento dei rapporti con i fornitori e con la clientela

Qualora nell'attività d'impresa si verificano problemi di coordinamento con i fornitori esterni, le grandi aziende scelgono tipicamente di produrre i semilavorati necessari al loro interno. Tuttavia l'avvento di nuovi sistemi di comunicazione come lo scambio elettronico dei dati e le reti di fornitura basate su Internet hanno ridotto i costi e i tempi dei rapporti con i fornitori. Ad esempio, sfruttando queste innovazioni, le imprese sono in grado di effettuare ordini ai fornitori e riceverne la conferma per via elettronica, eliminando così i ritardi, gli errori e il lavoro su supporto cartaceo legati alla procedura manuale degli ordini d'acquisto.

Le possibilità di iterare con i clienti sono enormemente aumentate con lo sviluppo della rete Internet. Alcune aziende produttrici tra le quali la Dell Computer hanno enfatizzato il sistema di gestione dei magazzini just-in-time, il sistema di produzione su ordinazione ed una stretta integrazione tra vendite e pianificazione produttiva. Questi principi hanno consentito a Dell di abbandonare la produzione in stock finalizzata alla vendita al dettaglio attraverso la rete distributiva, ottenendo così un

risparmio sui costi di produzione di circa il 10% rispetto alla concorrenza. Alcuni di questi risparmi sono ottenuti dall'eliminazione della distribuzione all'ingrosso e al dettaglio, altri sono determinati da un più basso livello di scorte lungo tutto il canale distributivo. Questo genere di cambiamenti in distribuzione e in produzione consentono a Dell di essere più reattiva nei confronti della clientela. Ad esempio, se Intel rilascia un nuovo processore, evento che capita più volte all'anno, Dell è in grado di renderlo disponibile ai propri clienti nell'arco di una settimana invece delle otto o più settimane richieste dai concorrenti dotati di un'organizzazione non incentrata su Internet. Si tratta di una caratteristica non trascurabile in un settore in cui i margini sono modesti ed in cui molti componenti diventano obsoleti rapidamente con il conseguente calo dei prezzi di 3-4 punti percentuali ogni mese.

2.6 Interazioni tra tecnologia informatica e organizzazione

Alcuni studi hanno tentato di misurare direttamente gli effetti sull'organizzazione e di determinare se sono correlati con gli investimenti in informatica e ancora se l'adozione di innovazioni riguardanti fattori complementari producano un migliore risultato d'impresa. Individuare correlazioni tra informatica e cambiamenti dell'organizzazione, o tra questi fattori e la performance economica non è sufficiente a provare che questi elementi siano complementari, ad eccezione che esista un modello che specifichi per ogni fattore le connessioni con la produzione.

Un primo gruppo di studi si concentra sulle correlazioni tra l'uso dell'informatica e le dimensioni della conversione organizzativa. Un'importante scoperta è che l'investimento in information technology è maggiore in organizzazioni che hanno una struttura

decentrata e che investono maggiormente in capitale umano. Per esempio, Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2000) osservando circa 400 grandi aziende verificarono che più alti livelli di information technology erano associati a una maggiore delegazione di autorità agli individui ed ai gruppi di lavoro, più alti livelli di specializzazione e formazione della forza lavoro, ed inoltre una particolare attenzione all'istruzione prima dell'assunzione. Infine, notarono che tutti questi elementi sono correlati l'uno con l'altro suggerendo quindi l'esistenza di un sistema di lavoro complementare rispetto all'innovazione tecnologica.

Per quanto riguarda gli effetti dell'information technology su strutture macroorganizzative, il risultato più evidente è che a più alti livelli di informatizzazione sono associate aziende più piccole e minore integrazione verticale. Brynjolfsson, Malone, Gurbaxani e Kambil (1994) hanno verificato che l'incremento del livello di information technology in un settore economico è associato mediamente ad una riduzione delle dimensioni aziendali in quel settore, generando una conseguente minore integrazione verticale. Hitt (1999) giunge a conclusioni equivalenti basando i propri studi su misure dirette dell'integrazione verticale e sullo stock di investimento in information technology. Questi risultati confermano quanto sostenuto dalle prime analisi effettuate in questo campo che suggerivano che il calo della verticalizzazione in seguito all'investimento in information technology è motivata dall'abbassamento dei costi di coordinamento con i fornitori esterni (Malone, Yates e Benjamin, 1987; Gurbaxani e Wang, 1991; Clemons e Row, 1992).

Tra le difficoltà in cui si incorre nell'analizzare le correlazioni esiste il fenomeno della diversa predisposizione dei responsabili d'impresa. Infatti avviene che alcuni accolgano con entusiasmo ogni nuova idea ed altri siano poco disposti ad accettarla. Ciò

significa che information technology ed un'organizzazione di lavoro moderna potrebbero essere correlati in base al temperamento di chi è preposto alla gestione aziendale e non perché sono elementi economici complementari. Per ovviare a questa sorta di correlazione spuria, è utile inserire nell'analisi dati sulla produttività e sul rendimento aziendale. Se la combinazione dell'information technology con la conversione organizzativa è economicamente giustificata, allora le imprese che adottano tali procedure dovrebbero mostrare una performance superiore rispetto alle aziende che falliscono in questo delicato aspetto della trasformazione in cui le strutture organizzative devono essere adattate.

2.7 Lo sfruttamento dell'informazione distribuita per la generazione di conoscenza

Gli studi econometrici descritti stimano gli effetti sull'impresa dell'innovazione del sistema informativo. Tali stime però non tengono in considerazione gli effetti sulle decisioni determinati dalle opportunità di interazione favorite dalle nuove tecnologie.

2.7.1 Il concetto di conoscenza tacita

Nonaka e Takeuchi (1995), due studiosi giapponesi che a metà degli anni Novanta contrapposero l'organizzazione d'impresa giapponese e quella occidentale, sostengono che la conoscenza può essere classificata in due categorie: *esplicita* e *tacita*. La prima comprende tutto quanto è esprimibile attraverso sistemi formali di comunicazione ed è trasmessa per mezzo di libri, manuali o corsi, in quanto ha un contenuto prevalentemente logico e linguistico; la conoscenza esplicita è la base della cultura occidentale. La seconda è invece il risultato di processi non formali né logici, ed è composta da

intuizioni, nozioni personali, esperienza, cultura o valori morali; può essere trasmessa per mezzo di metafore e analogie, o con l'esempio pratico. La conoscenza tacita si può dividere a sua volta in sottocategorie; la divisione più semplice è tra conoscenza tecnica e cognitiva: la prima riguarda la manualità e si colloca nel campo delle arti e delle abilità concrete; la seconda concerne l'elaborazione e coinvolge i modelli mentali, gli schemi, i paradigmi, le prospettive che ciascuno crea. Gli apprendimenti più profondi e radicati nascono da esperienze dirette, avvalorando il forte legame tra apprendimento e conoscenza tacita; si deve convenire quindi che la maggior parte della conoscenza è di tipo tacito.

Il processo di creazione di conoscenza tacita per Polanyi (1996) ha avvio dalla costruzione di un campo di interazione, nel quale sia possibile avviare un processo di condivisione di conoscenza e di modelli mentali: questa conversione prende il nome di socializzazione e riguarda la conversione di conoscenza tacita in se stessa. Il dialogo basato su metafore e analogie permette la creazione di conoscenza esplicita: tale conversione prende il nome di *esteriorizzazione*. La conoscenza esplicita così creata origina prodotti, servizi o soluzioni innovative, formando altra conoscenza esplicita attraverso la combinazione. La produzione di questi beni genera nuova esperienza che accresce il bagaglio di conoscenza implicita: è l'*interiorizzazione*. A questo punto il ciclo ricomincia, in una spirale senza fine, e il risultato di queste trasformazioni è l'innovazione contenuta nei nuovi prodotti e la spinta alla creazione di ulteriore conoscenza.

Perché questo processo di trasformazione abbia inizio e diventi fonte di apprendimento continuo, è necessario creare le condizioni adatte. In generale deve essere favorita una forte motivazione allo scambio di conoscenza, con una leadership ben

definita e obiettivi chiari, ed infine favorire l'introduzione di innovazioni tecnologiche che favoriscano l'interazione tra individui (es. Internet). Tra i vari elementi importanti descritti da Nonaka e Takeuchi (1995), due in particolare possono risultare utili al fine di inserire nel modello di simulazione la generazione di conoscenza a partire dall'informazione oggettiva:

- Tutti i partecipanti al processo devono essere messi in condizione di lavorare in completa *autonomia* per poter far emergere le proprie conoscenze.
- Le informazioni a disposizione non devono limitarsi allo stretto necessario per raggiungere l'obiettivo, ma essere sovrabbondanti per permettere di gestire nel modo migliore le spinte all'innovazione generate dal processo.

2.7.2 Dall'informazione oggettiva alla conoscenza nell'era dell'informatica

Questa sezione si basa su un articolo contenuto in un numero della rivista telematica CMAJ, che, nonostante sia dedicata alla medicina, affronta il tema della conoscenza tacita unitamente alla diffusione delle nuove tecnologie.

L'articolo descrive come la rivoluzione informatica abbia interessato la sanità nella decade finale del ventesimo secolo e come sia stata indotta da due elementi: in primo luogo, il volume puro delle informazioni redatte, sia scientifiche che non; in secondo luogo, lo sviluppo degli strumenti che hanno permesso diffusione e scambio più veloci, efficaci e destinate a larghe fasce di utenti. Il collegamento principale fra questi due fenomeni è Internet. Per la prima volta nella storia, le informazioni possono essere scambiate simultaneamente e con la possibilità di interazione in tutto il mondo; inoltre sono fruibili sia da professionisti sia da utenti meno specializzati.

L'invenzione della stampa a caratteri mobili favorì la diffusione dell'informazione scientifica allora disponibile anche all'esterno di piccole comunità elitarie. Questa svolta di secoli or sono segnò l'inizio di un metodo scientifico basato sulla conoscenza. Ed in medicina il passaggio dalla magia alla scienza, dalla trasmissione orale alla comunicazione scritta e dai manoscritti ai libri non fu nè facile nè rapida.

La rivoluzione elettronica attuale potrebbe risultare ancor più determinante per il progresso scientifico. Quantità di informazioni voluminose, sia scientifiche che empiriche, possono ora essere scambiate in tutti i sensi: dal professionista al professionista, dal professionista al consumatore, dal consumatore al professionista e dal consumatore al consumatore. Questo vortice sta progredendo molto più velocemente di quello innestato dalle scoperte medioevali, mostrando effetti anno dopo anno piuttosto che in termini di secoli. Lo sviluppo esponenziale degli studi convenzionali di ricerca genera grandi quantità di nuova informazione scientifica, mentre le informazioni empiriche sono ripartite e scambiate a livelli senza precedenti. Il risultato, non sorprendentemente, è un effetto di disturbo e perfino un sovraccarico spaventoso di informazioni, ormai semplici da reperire, ma difficili da valutare.

Studi sempre nel settore medico hanno evidenziato l'importanza di quanto riconducibile al sociale ed alle sensazioni, in contrasto con le funzioni informative oggettive di un messaggio. Jadad e Enkin (2000) sostengono che eventi che accadono personalmente interessano più di quelli che accadono ad altri. Si pensi nel caso della medicina alle raccomandazioni da parte di un collega rispettato che risultano più convincenti per un cambiamento nella pratica clinica rispetto alla guida di riferimento pubblicata a livello nazionale. Di fatto quanto si apprende attraverso la formazione della cosiddetta conoscenza tacita facilita lo svolgimento di mansioni complesse. Si tratta di

osservazioni che l'individuo produce interiormente in modo subliminale e che considera valide, anche se non è possibile esprimerle con parole e schemi. Internet, oltre a costituire un veicolo di trasmissione di informazione convenzionale, rappresenta anche un "luogo" dove scambiare opinioni, generando una sorta di conoscenza tacita.

2.7.3 Conoscenza tacita e reti neurali

Questo lavoro si colloca all'interno di un progetto di ampio respiro il cui fine è quello di costruire un modello di simulazione in grado di rappresentare il passaggio di un'impresa da un'economia tradizionale ad una di tipo e-business. Lo sviluppo di economie di questo tipo annovera tra le sue caratteristiche principali la forte interattività favorita da Internet e quindi anche un maggiore sviluppo negli attori della produzione di conoscenza tacita. Quanto quest'ultimo elemento possa incidere sulla performance aziendale è difficile da stabilire a priori utilizzando le tradizionali funzioni econometriche; si tratta infatti di verificare quale sia l'effetto sui comportamenti individuali dell'interazione con l'ambiente. La formazione di conoscenza tacita è un fenomeno di apprendimento inconscio, difficile da razionalizzare e quindi da descrivere; un metodo in grado di rappresentare approssimativamente questo fenomeno è quello delle *reti neurali artificiali*.

Lo stato attuale di sviluppo del modello di impresa virtuale prevede, come vedremo, l'attivazione di processi interni agli agenti anche in base alla ricezione di informazioni che vengono trasmesse da altri agenti. Le regole che generano tali decisioni non tengono in considerazione i modelli di comportamento degli altri agenti e non sono in grado di evolversi. Allo stesso tempo, gli agenti non sono in grado di modificare le proprie regole di comportamento assimilando regole generali che giungono

dall'ambiente.

Le reti neurali artificiali rappresentano un metodo di elaborazione dell'informazione che imita le strutture ed i principi di funzionamento tipici dei sistemi di elaborazione dell'informazione posseduti dagli esseri umani e da altre creature viventi.

Nel cervello umano la trasmissione dei segnali da un neurone ad un altro avviene per mezzo della sinapsi, che è un processo chimico complesso a termine del quale sostanze specifiche vengono liberate e ricevute da altri neuroni. Il passaggio del segnale elettrico dipende se il suo potenziale supera o meno una certa soglia determinata in ogni singolo neurone. Tale soglia è legata a dei pesi la cui variazione costituisce l'effetto del processo di apprendimento. Ad esempio, si pensi al bambino che impara a camminare per tentativi; gradualmente i neuroni del suo cervello soppesano sempre meglio i segnali provenienti dall'ambiente, finché non viene raggiunto l'equilibrio che consente di camminare.

In un modello matematico semplificato descritto in Terna(2000), il neurone è rappresentato da una funzione di trasferimento che è solitamente un funzione sigmoidea modulata le cui variabili sono temperate con dei pesi. L'impulso del neurone artificiale quindi è calcolato come la somma appesantita dei segnali in ingresso, trasformata dalla funzione di trasferimento (v fig. 2.1).

$$Y = f(W * X)$$

Una rete neurale artificiale è costituita da alcuni strati di nodi (generalmente tre) come rappresentato nella figura 2.2, in cui si nota come i nodi che ricevono gli input siano più numerosi rispetto a quelli intermedi (detti nascosti).

La possibilità di "imparare" da parte di un neurone artificiale è realizzata correggendo i pesi in base alla procedura scelta per imparare. Un processo di apprendimento

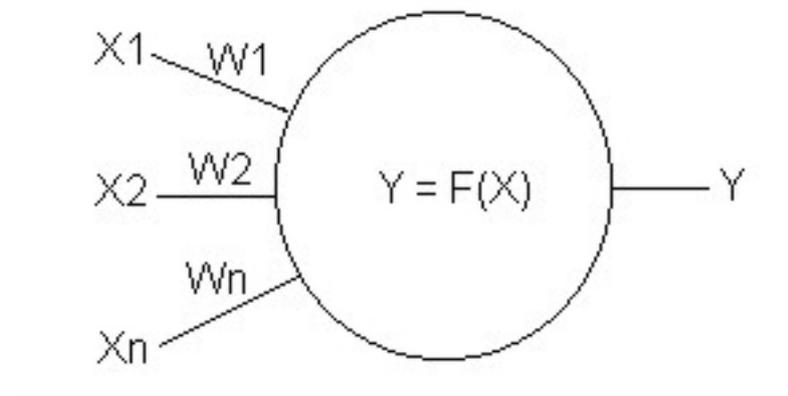


Figura 2.1: un nodo o un neurone artificiale

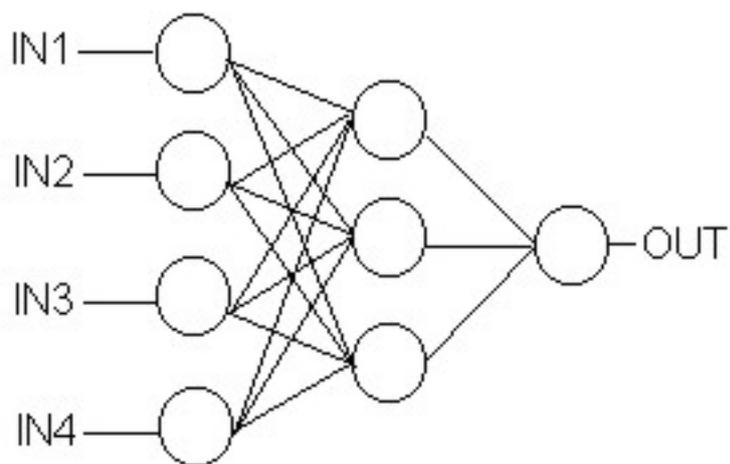


Figura 2.2: Esempio di rete neurale artificiale

del tutto simile a quello umano viene utilizzato per determinare il valore dei parametri che 'pesano' gli input. I valori dei parametri inizialmente vengono determinati a caso. La rete caratterizzata da tali valori viene confrontata con situazioni reali di input e relativi output. I parametri finali sono ottenuti modificando i parametri in relazione con gli errori che la rete genera nel processo. Tra i metodi utilizzati per modificare tali parametri esistono il metodo della *back propagation* (Rumelhart e McClelland, 1986), e il metodo *Cross-Target* (Terna, 2000), attraverso il quale gli agenti 'apprendono' seguendo le regole ambientali oppure imitando altri agenti.

E' evidente che le reti neurali artificiali ed i relativi metodi di apprendimento potrebbero arricchire notevolmente il sistema decisionale degli agenti del modello di simulazione di impresa virtuale.

Bibliografia

- [1] E. Brynjolfsson, L. M. Hitt. *Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance*. Journal Of Economic Perspectives - Volume 14, Number 4 - Fall 2000- Pages 23-48.
- [2] A. R. Jadad, M. W. Enkin. *The new alchemy: transmuting information into knowledge in an electronic age*. Canadian Medical Association Journal, 2000.
- [3] I. Nonaka, H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company*. Oxford University Press. New York, 1995.
- [4] K. Polanyi, *The Tacit Dimension*, Routledge and Keagan. London, 1966.
- [5] David E. Rumelhart, James L. McClelland and the PDP Research Group. *Parallel distributed processing : explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, 1986.
- [6] P. Terna. , *Economic Experiments with Swarm: a Neural Network Approach to the Self-Development of Consistency in Agents' Behavior*, in F. Luna and B. Stefansson (eds.), *Economic Simulations in Swarm: Agent-Based Modelling and Object Oriented Programming*. Dordrecht and London, Kluwer Academic, 2000.

Capitolo 3

Supply Chain Management e Order Fulfillment Process

3.1 Introduzione

Il termine inglese "supply chain" significa letteralmente "catena di fornitura". Supply chain management è il difficile obiettivo di sviluppare il coordinamento e l'efficienza decisionale attraverso i confini organizzativi. E' cresciuto il numero di strutture organizzative che considerano l'efficienza di ogni singola unità non sufficiente a mantenere competitività sui mercati attuali. Gli anni '90 sono stati caratterizzati da cambiamenti nei sistemi di coordinamento piuttosto che dal progresso dei sistemi produttivi e di trasporto. In passato il coordinamento era garantito da grandi strutture gerarchiche ove il potere decisionale era centralizzato. Oggi queste gerarchie sono frammentate in unità aziendali più piccole e specializzate alle quali è arduo affidare il ruolo di coordinatori. Questa situazione genera un performance non ottimale delle impresa vista nel suo complesso nonostante ogni singola unità che la compone sia efficiente. Con una struttura di tipo Supply chain si intende includere tra gli obiettivi del management d'impresa anche quello dell'efficienza delle relazioni interorganizzative. Tra i casi cui

il supply chain si rivolge si possono citare quelli evidenti del miglioramento del coordinamento tra produttori e fornitori, e tra produttori e distributori. Nel momento in cui i progressi della tecnologia informatica hanno consentito di diminuire sensibilmente i costi del coordinamento, si è verificato un generale sviluppo di reti composte da singole aziende specializzate o da imprese commerciali.

In secondo luogo si tenta di identificare l'impatto che la ripartizione dell'informazione ha sulla performance di aziende organizzate con diversi tipi di supply chain, comunemente associate con le industrie elettroniche e di computer. Viene ricercato l'impatto di alcune caratteristiche del supply chain management in un contesto di commercio elettronico. Queste comprendono (1) centralized, global business e strategie di management (es. make-to-order, assembly-to-order e make-to-stock), (2) informazione on-line distribuita in tempo reale ai computer (desktop), fornendo l'accessibilità all'intera informazione della supply chain, e (3) l'abilità di amministrare informazione non solo all'interno dell'azienda ma attraverso tutto il sistema di industrie e aziende (Kalakota e Whinston, 1996). All'interno della struttura complessiva per studiare il commercio elettronico, questa ricerca è a livello applicativo (es. supply chain management), resa possibile dall'"information superhighway", i contenuti multimediali e "network publishing", distribuzione di messaggi e informazione.

3.2 Supply Chain Management

Una Supply Chain è un network di servizi che procura materie prime, le trasforma in semilavorati e in prodotti finiti ed infine consegna i prodotti finiti ai clienti attraverso i canali di distribuzione (Billington, 1994). Comunemente ci si riferisce ad esso come

ad un network poichè include flussi bidirezionali di materiali, informazioni e pagamenti. Supply chain esiste virtualmente in ogni industria, specialmente in quelle che si occupano di di manifatture, e il management del supply chains non è un compito facile per il gran numero di attività che devono essere coordinate attraverso i confini organizzativi e globali. I problemi più diffusi sono quelli del coordinamento dei magazzini dei materiali e della disponibilità di capacità della produzione attraverso alcune organizzazioni al fine di produrre in modo da soddisfare la domanda stimata in un contesto caratterizzato da un alto livello di incertezza. Alcuni elementi rendono la supply chain un importante obiettivo per i managers di oggi. Questi fattori includono (1) produzioni dislocate in luoghi diversi, nelle quali alcune entità indipendenti sono coinvolte nella produzione e nel processo di consegna, (2) in modo crescente "cut throat" canali di marketing, (3) la maturazione dell'economia mondiale, con un aumento del livello di domanda dei prodotti "locali", e (4) la necessità, per motivi di concorrenza, di fornire ai clienti servizi eccezionali, che includono veloci, affidabili distribuzioni (Davis,1994). In passato, il management si sarebbe concentrato nel rendere efficiente ogni nodo della supply chain. Ciò che i managers stanno ora realizzando è che all'efficienza di ogni nodo non è consequenziale, in un contesto di supply chain, all'efficienza del sistema completo. In modo crescente, i tentativi volti al miglioramento della qualità dei prodotti, dei servizi ai clienti (assistenza ?), efficienza operativa non possono essere raggiunte attraverso isolati cambiamenti di specifiche unità, ma invece dipende in modo critico dalle relazioni e dai rapporti di interdipendenza che esistono attraverso le diverse organizzazioni (o unità organizzative) (Swaminathan, Smith and Sadeh, 1994). Il supply chain management si occupa di organizzare l'intero processo della supply chain. Nella supply chain differenti soggetti decidono diverse

serie di costrizioni e obiettivi. Anche qualora appartengano alla medesima azienda, i soggetti della supply chain fanno parte di diverse divisioni. I soggetti della supply chain sono altamente interdipendenti tra loro. Come risultato, l'andamento di ogni soggetto nel sistema dipende direttamente dalla performance degli altri e la loro propensione e abilità al coordinamento (Swaminathan, Smith e Sadeh, 1994). In modo specifico, il supply chain management comprende un bilanciato e affidabile sistema di distribuzione con costi di manifattura e costi di gestione delle scorte (Billington, 1994).

I metodi per valutare la performance della supply chain sono due. Il primo consiste nel tempo di soddisfacimento degli ordini, e il secondo nel livello delle scorte e dei costi. Uno dei maggiori problemi è l'identificazione e la gestione delle incertezze. Un altro problema è la gestione del lead-tempo. Un compito dell'information technology (IT) all'interno della supply chain è quello di assistere i managers nel gestire l'incertezza e il lead-time attraverso migliori raccolta e distribuzione dell'informazione attraverso i nodi della supply chain. E' riconosciuto che ciò si traduce in un servizio migliore per i clienti, attraverso un migliore coordinamento, e genera effetti positivi sulla gestione patrimoniale, fornendo a chi è preposto a prendere decisioni informazioni necessarie a minimizzare i costi di gestione del magazzino e dell'attività capitale. Molte di queste innovazioni sono dovute all'IT che rende possibili i cambiamenti nella gestione del magazzino e nella pianificazione dinamica della produzione. La difficoltà insorge quando si tenta di progettare un sistema informativo che descriva le necessità di ogni nodo in modo da rendere il supply chain management efficiente, flessibile e decentralizzato.

3.2.1 Panoramica generale

Una catena di fornitura (supply chain) è una rete attraverso la quale uno dei componenti ottiene le materie prime, le trasforma nei semilavorati e nei prodotti finiti ed infine distribuisce i prodotti ai clienti attraverso un sistema di distribuzione (Billington, 1994). Viene considerata comunemente come una rete perché coinvolge flussi bidirezionali di materiali, di informazioni e di pagamenti. Le catene di fornitura esistono virtualmente in ogni industria, particolarmente quelle manifatturiere in cui la gestione delle forniture non è un' operazione facile a causa di grande quantità di attività che devono essere coordinate attraverso i contorni organizzativi e globali.

I problemi più comuni coinvolgono il coordinamento dei magazzini dei materiali e della capacità produttiva nelle diverse organizzazioni della rete di fornitura.

I fattori da considerare nell'ambito della gestione di una Supply Chain includono (Davis, 1993):

1. nuovi casi di manufacturing del multisite, dove parecchie entità indipendenti sono coinvolte nel processo di consegna e di produzione
2. sempre più scanalature di vendita della tagli-gola
3. la maturazione dell' economia mondiale, con la richiesta intensificata dei prodotti " locali "
4. rivendicazioni concorrenziali fornire il servizio di cliente eccezionale, compreso la consegna rapida e certa.

Nel passato, la gestione si concentrerebbe sul rendere ogni vertice della rete della catena di rifornimento efficiente. Che gestori ora stanno realizzando è che il risparmio

di temi ad ogni vertice non provoca la catena di rifornimento nell'insieme che funziona ottimamente. Sempre più, le sfide collegate con qualità del prodotto, servizio di cliente e risparmio di temi migliorati di funzionamento non possono essere venute a contatto di efficacemente da cambiamento isolato alle unità organizzative specifiche, ma preferibilmente dipendono criticamente dai rapporti e dalle interdipendenze fra le organizzazioni differenti (o le unità organizzative) (Swaminathan, Smith e Sadeh, 1994). La gestione della catena di rifornimento è un processo della gestione che tenta di ottimizzare il funzionamento di intera catena di rifornimento. Le entità differenti in una catena di rifornimento funzionano tipicamente conforme agli insiemi differenti dei vincoli e degli obiettivi. Anche quando appartenendo alla stessa azienda, le entità della catena di rifornimento segnalano spesso alle divisioni differenti. Le entità della catena di rifornimento sono altamente interdipendenti quando viene al migliorare le prestazioni della data dovuta, qualità aumentante o a ridurre i costi. Di conseguenza, il benessere di tutta l' entità nel sistema direttamente dipende dalle prestazioni degli altre e la loro compiacenza e capacità coordinare (Swaminathan, Smith e Sadeh, 1994).

2,4 Specificamente, la gestione della catena di rifornimento coinvolge equilibrare la consegna certa del cliente con i costi della gestione di inventario e di manufacturing (Billington, 1994). Due metriche usate comunemente per misurare le prestazioni generali della catena di rifornimento sono (1) tempo di ciclo di adempimento di ordine e (2) livello e costo di inventario. Un problema principale in questione nella gestione della catena di rifornimento è capente e gestente le incertezze in questione nella catena di rifornimento. Ciò è particolarmente allineare nelle industrie quale modo skiwear dove la richiesta dipende pesante da una varietà di fattori che sono difficili da predire

che - esporre all'aria, tendenze di modo, l' economia - ed il picco della stagione vendente al minuto è di lunghezza soltanto due mesi (Fisher, Hammond, Obermeyer e Raman, 1994). Tre sorgenti fondamentali di incertezza esistono lungo una catena di rifornimento. Includono la richiesta (volume e miscela), il processo (rendimento, tempi morti della macchina, affidabilità del trasporto) e supply (part quality, delivery reliabilities) (Billington, 1994 ; Lee and Billington, 1993 ; Lee, Billington and Carter, 1993).

Gli inventari sono usati spesso per proteggere la catena da queste incertezze. Un altro problema principale in questione nella gestione della catena di rifornimento è la gestione di tempo di conseguimento. Un ruolo di tecnologia dell'informazione (ES-SO) nella gestione della catena di rifornimento è di aiutare i gestori nell' incertezza di gestione e nel termine d'esecuzione con l' accumulazione e la compartecipazione migliorate delle informazioni fra i vertici della catena di rifornimento. È ritenuto che questo provocherà il servizio di cliente migliore, con coordinazione migliore e migliora la gestione di bene, fornendo a decisori le informazioni necessarie per ottimizzare i costi del capitale fisso e di inventario. Molti di questi miglioramenti accadono perché permette ai cambiamenti di essere fatto dinamicamente nella gestione di inventario e nella pianificazione di produzione. La difficoltà presenta quando prova a progettare un sistema d'informazione che può maneggiare i fabbisogni informativi di ciascuno dei vertici della catena di rifornimento permettere efficiente, flessibile e la gestione decentralizzata della catena di rifornimento. La tecnologia dell'informazione che permette le informazioni che si ripartiscono attraverso una catena di rifornimento è discussa nella parte 3.

3.2.2 Descrizione

L'infrastruttura informativa richiesta dal supply chain management è per natura supportata da un sistema informativo efficientemente distribuito. La tabella seguente

L'obiettivo generale della catena di rifornimento è equilibrare ciascuno degli obiettivi basati sulla loro importanza ai gestori della catena di rifornimento. In alcune situazioni costi possono essere la priorità, mentre in altre situazioni il servizio di cliente può essere la priorità. In tutte le situazioni è importante da funzionare in un modo che permette che la catena di rifornimento si adatti ai cambiamenti nell'ambiente di affari.

3.2.3 Current Technology That Enables Supply Chain Information Sharing

In questa sezione discutiamo le tecnologie correnti che permettono le informazioni che si ripartiscono attraverso le catene di rifornimento. I particolari di come effettuare questi sistemi in un'infrastruttura completa delle informazioni della catena di rifornimento sono fuori della portata di questa carta. Le tecnologie che discutiamo includono lo scambio elettronico di dati (EDI), il World Wide Web Internet-internet-based (WWW), i intranets ed i extranets.

EDI è una tecnologia dell'informazione attuale che fornisce un metodo del trasferimento di transazione elettronica. È il processo del trasferimento computer/computer di transazione di commercio commercio. EDI coinvolge il percorso diretto delle informazioni da un calcolatore ad un altro senza interpretazione o trascrizione dalla gente e realizzare questo le informazioni devono essere strutturate secondo i formati e le regole predefiniti che un calcolatore può usare direttamente (l' Olanda, Lockett

e Blackman, 1992). Un esempio di dove EDI è stato indicato per migliorare la parte della gestione della catena di rifornimento è nella gestione di inventario, specificamente un sistema just-in-time (JIT). La tecnologia di EDI è stata indicata per facilitare lo scambio di informazioni esatto, frequente ed attuale per coordinare i movimenti materiali fra i partner commerciali. I fornitori che ricevono le informazioni di programma di JIT hanno realizzato le prestazioni migliori di trasporto. Similmente, i fornitori con la capacità direttamente di tracciare le informazioni ricevute ai sistemi di controllo interni di produzione sono stati trovati per godere ancora i più notevoli benefici. Inoltre, poichè il fornitore maneggia elettronicamente un' più alta frazione dei clienti, è stato trovato che gli errori della spedizione hanno continuato a diminuire ogni anno (Srinivasan, Kekre e Mukhopadhyay, 1993). L' uso degli aumenti di EDI come le organizzazioni cercano i metodi per migliorare l' integrazione di impresa e la coordinazione inter organizzativa. Gli studi numerosi sono stati fatti sulle varie funzioni di EDI e tutti dissipano la stessa conclusione. EDI aumenta la velocità e l' esattezza dei processi rispetto al trasferimento non elettronico delle informazioni (Snapp, 1990) ed è una sorgente potenziale di vantaggio competitivo (Johnston e Vitale, 1988). Quando un fornitore e un procurer usano la tecnologia dell'informazione per creare unito, processi interpenetrating all' interfaccia fra le fasi valore-value-adding, stanno approfittando dell' effetto elettronico di integrazione. Questo effetto si presenta quando la tecnologia dell'informazione è usata non appena per accelerare la comunicazione, ma a cambiamento - e condurre all' accoppiamento più stretto di - i processi che creano ed usano le informazioni. Un beneficio semplice di questo effetto è il tempo salvato e gli errori evitati dal fatto che i dati devono soltanto essere digitati una volta (Malone, Yates e Rockart, 1991). Ciò è appena una di parecchi benefici derivati dai soci della

catena di rifornimento usando i sistemi d'informazione più altamente integrati.

Un problema pratico che deve essere indirizzato quando progetta un processo di EDI è la mancanza di formato standard globalmente riconosciuto per memoria di dati ed il trasferimento (Snapp, 1990). A causa di questa mancanza di standard, le organizzazioni devono accordare sul formato del software e di dati di traduzione su un progetto dalla base di progetto. Senza un accordo su uno standard il processo di EDI non funzionerà. Ciò è una delle ragioni per le quali ci sarà un movimento generale via da questi collegamenti specifici di transazione ai metodi più flessibili del trasferimento di informazioni elettroniche. Una soluzione che è stata considerata da un certo numero di commerci sta usando il WWW Internet-internet-based ed i browsers netti (quale il Netscape Navigator).

The Internet is an example of a global information network composed of an existing set of information technologies that provide a method for electronic information sharing. One component of the Internet is the WWW. Although the WWW was not developed specifically for sharing of information among supply chain partners, it provides a model for these types of systems. The Web was developed to be a pool of human knowledge, which would allow collaborators in remote sites to share their ideas and all aspects of a common project (Berners-Lee, Cailliau, Luotonen, Nielsen and Secret, 1994). Because supply chain management is similar to the projects the WWW was designed for (remote sites, shared knowledge, common project) it can serve as a method for sharing of information in a supply chain. Netscape Navigator is an example of a WWW browser (which can also be viewed as a global network interface) that provides seamless access to a wide range of data through the WWW. The major problem with using the Internet for supply chain management is security.

This includes security of information stored in databases as well as transfers of information between servers. Experts say reports of Internet-related security breaches are rising. Nearly one in four respondents to an Information Week survey conducted in February 1996 say fear of Net break-ins is keeping them from using the Net (Violino, 1996). The solution seems to be a more secure version of the Internet, an intranet.

Un Intranet è essenzialmente tutto il luogo basato su tecnologia Internet ma disposto sui server riservati e destinato per non permettere gli stranieri dentro (Mugnaio, 1996). Gli stranieri in questo caso sarebbero individui ed aziende non direttamente coinvolgere nella gestione della catena di rifornimento. La tecnologia Web-web-based ed Internet di uso di Intranets ripartisce ad a buon mercato e facilmente i dati [organizzativi] attraverso una rete riservata (Carr, 1996). Riteniamo che " l' organizzazione " può comprendere parecchie ditte separate quale dentro una catena di rifornimento. L' uso del Intranet è previsto per sopraffare l' uso Internet esterno prima della girata del secolo. I enablers chiave di sviluppo di WWW sono: (1) la proliferazione dei pc, di LANs e dei modem, (2) standard aperti quali il TCP/IP, il HTTP ed il HTML, (3) contributo della traversa-piattaforma, (4) supporto e facilità di uso di multimedia e (5) supporto alle transazioni sicure. i intranets [organizzativi] possono fornire le informazioni in un modo che è immediato, redditizio, facile da usare, ricco nel formato e versatile (Netscape, 1996). Che cosa abbiamo descritto è un Intranet esteso (o extranet). Ciò è in conformità con la terza onda di uso Internet identificata da Marc Andreessen del Netscape. " siamo pronti per una nuova era: l' emersione del extranet, o il Intranet esteso, le aziende di collegamento con i loro fornitori ed i clienti via il Web collega " (Karpinski, 1997). Extranets, utilizzando il WWW, il relativo middleware ed il software di browser, fornisce un insieme delle

tecnologie attuali che rendono la compartecipazione delle informazioni della catena di rifornimento fattibile.

3.2.4 Performance Improvements Enabled By Information Sharing

In questa sezione descriviamo il nostro modello di calcolo della gestione della catena di rifornimento e come sono usate per identificare le prestazioni guadagnano risultare dalla compartecipazione delle informazioni. Mettiamo a fuoco su uno dei processi di affari di nucleo, il processo di adempimento di ordine (OFP) ed usiamo la piattaforma di simulazione dello swarm (tecnico di assistenza Institute, 1996 della Santa) per simulare il OFP nelle reti della catena di rifornimento (Lin, 1996; Lin, il Tan e Shaw, 1996). swarm è una piattaforma di simulazione dell' multi-agente sviluppata per lo studio sui sistemi adattabili complessi. È stato sviluppato all' istituto del tecnico di assistenza della Santa e punta su fornire uno strumento per tutti gli usi per lo sviluppo dei modelli di simulazione. Una descrizione dettagliata dello swarm è fuori della portata di questa carta, ma può essere trovata in Lin, Tan e Shaw (1996). la nostra implementazione di SCNs in swarm è descritto più dettagliatamente nel paragrafo 4,2. Un processo di adempimento di ordine comincia con gli ordini di ricezione dai clienti e dalle estremità con fare trasportare le merci rifinite (Lin, 1996). Consiste di parecchie attività (sotto processi), quali la gestione di ordine, il manufacturing e la distribuzione. Gli obiettivi principali del OFP possono essere generalizzati in due dimensioni (Christopher, 1993; Goldman, Nagel e Preiss, 1995; Lin, 1996):

trasportando i prodotti qualificati per soddisfare le richieste del cliente alla giusta data ed alla giusta località e

realizzando agilità per maneggiare le incertezze interni ed esterni dagli ambienti

3.2.5 Impact Of Information Sharing On Divergent Assembly (Type II) Supply Chains

Abbiamo effettuato una catena di rifornimento destinata per simulare l' adempimento di ordine in un tipo II SCN. Il modello ed il sistema dello swarm entrambe includono i componenti principali (come indicato in tabella 1) d'un complessivo divergente SCN. Il codice dello swarm è disponibile per gli scopi di verifica. I fornitori, manufacturers/assemblers ed i distributori sono inclusi come entità (attori) nel sistema. Le entità si compongono di agenti (attività) che rappresentano gli agenti come appare figura 1. Questi agenti comprendono la risoluzione ed elaborare materiale e dell' informazione. (obiettivi) sono incorporati nelle regole di risoluzione degli agenti. Messaggio che passa fra gli agenti (come appare la figura 2) rappresenta le informazioni ed il trasferimento materiale (interdipendenze). La modellistica d'una catena di rifornimento divergente del complessivo è fatta strutturando le interazioni dell' entità per abbinare una struttura generica della catena di rifornimento (come indicato in figura 3) e struttura del prodotto, vista nell' industria di elettronica o del calcolatore (cioè Hewlett-Packard, Motorola).

Abbiamo verificato che le entità, gli agenti, le attività e le interdipendenze incluse nel sistema sono quelle che sono descritti tipicamente nella letteratura della gestione della catena di rifornimento. Le prestazioni (globalmente obiettivo) sono basate ai livelli di tempo e di inventario di ciclo derivando dall' implementazione degli altri componenti di modello. Il sistema effettuato come previsto con gli effetti positivi derivando dalla compartecipazione aumentata delle informazioni. Il nostro modello divergente Swarm-swarm-based della catena di rifornimento del complessivo è valido perché comprende tutti i componenti principali d'una catena di rifornimento nell'

ambiente e coinvolge una vista dettagliata dei interno-funzionamenti che non è vista nei modelli analitici del livello elevato. La validità oltre questo livello è difficile e richiederebbe un' implementazione di una catena di rifornimento divergente nell' ambiente specifica del complessivo. Ciò è un soggetto potenziale per ricerca futura.

” Scn-II ” nella figura 3 rappresenta un tipo II SCN che consiste di 15 entità di affari state allineate in cinque file. Le entità in file 1, 2 e 3 effettuano i processi complicati di complessivo e di manufacturing, le entità in fila 4 eseguono i processi di complessivo semplici e quelle alla fila 5 non hanno possibilità di manufacturing. Scn-II ripartisce alcune caratteristiche con un tipo II SCN quali il complessivo divergente, il complessivo ritardato di differenziazione di prodotto e di distribuzione alla fase di distribuzione.

Abbiamo eseguito gli esperimenti per valutare le prestazioni di OFP usando le varie strategie di information-sharing. Le informazioni che si ripartiscono fra le entità di affari considerano tre edizioni: (1) il soddisfare di informazioni, (2) la profondità della penetrazione delle informazioni (il numero di file per cui le informazioni sono accessibili) e (3) il senso di acquisizione delle informazioni (verso l'alto o verso il basso ripartendosi). I processi decisionali dell' agente sono giudicati costanti per isolare l' effetto di compartecipazione delle informazioni. Gli esperimenti sono stati destinati per verificare due ipotesi collegate con l' importanza dei tipi di informazioni differenti e l' importanza delle politiche di gestione differenti della domanda. Le ipotesi sono identificate più successivamente in questa sezione.

Nel disegno della piattaforma di simulazione, le informazioni acquisite dalle entità downstream sono le informazioni capienza e principalmente materiali di disponibilità

dai loro fornitori. Le informazioni acquisite da un' entità verso l'alto sono le informazioni sulla richiesta e sugli ordini di cliente. La profondità della penetrazione delle informazioni può essere specificata in vari gradi, per esempio, isolati, verso l'alto una fila, verso l'alto due file, verso il basso una fila, verso il basso due file, e così via.

La capienza ottenuta e le informazioni materiali dai fornitori è usata per valutare le date dovute degli ordini ricevuti, che sono la base per la generazione dei programmi di configurazione o la riordinazione dei programmi. Le informazioni ottenute dalla domanda di cliente sono usate per valutare la domanda del periodo prossimo, di modo che la produzione o i programmi di riordinazione può adattarsi alla richiesta esterna.

Le politiche di gestione della domanda, quale fa ordine (MTO), la fa scorta (MTS) e l' complessivo ordine (ATO) hanno le loro caratteristiche e situazioni di applicazione descritte in tabella 3 (Lin, 1996; McCutcheon, Amitabh e Meredith, 1994).

Inserire tabella 3

Se la quantità di adattamento è bassa, la ditta può impiegare solitamente un metodo della fa scorta ed allora usare gli inventari delle merci rifinite per fornire i termini d'esecuzione corti. Per i prodotti con alto adattamento, la strategia della fa scorta non può abbinare efficientemente ed efficacemente le preferenze del cliente. Se i clienti sono disposti ad aspettare i prodotti personalizzati dopo la presentazione degli ordini, la strategia di fa ordine può essere applicata alle ditte di alto-adattamento. Quando la progettazione permette che la fase di differenziazione di prodotto accada abbastanza in ritardo nel processo di produzione, la ditta può impiegare un metodo di complessivo ordine.

Gli esperimenti sono stati destinati per verificare due ipotesi. La prima ipotesi (H1) si riferisce ad identificare la politica di gestione migliore della domanda per le

catene di rifornimento divergenti del complessivo. Una politica di gestione della domanda di ATO dovrebbe provocare le prestazioni migliori della catena di rifornimento perché le catene di rifornimento divergenti del complessivo sono associate con differenziazione di prodotto ritardata in un ambiente in cui le variazioni del prodotto non sono piccole e la corrispondenza efficiente del complessivo alla richiesta è essenziale data la lunghezza corta dei cicli di vita del prodotto.

H1. Risultati di ATO della domanda di politica di gestione nelle prestazioni divergenti migliori della catena di rifornimento del complessivo una volta confrontato a MTO ed a MTS.

La seconda ipotesi (H2) si riferisce all'importanza di compartecipazione delle informazioni della domanda. Le informazioni della domanda dovrebbero essere critiche perché le catene di rifornimento divergenti del complessivo hanno un obiettivo primario di affari di adattamento del prodotto per soddisfare le richieste del cliente in un ambiente in cui le variazioni del prodotto non sono piccole.

H2. La compartecipazione delle informazioni della domanda è critica alle prestazioni divergenti della catena di rifornimento del complessivo.

I risultati dalla valutazione delle strategie varie di information-sharing sotto questi tre tipi di politiche di gestione della domanda nel tipo II SCN sono indicati nella figure 4 e 5. Le informazioni tre che ripartiscono le strategie sono (1) le informazioni che si ripartiscono, (2) le informazioni del rifornimento che si ripartiscono e (3) compartecipazione delle informazioni di offerta e della domanda. Le tre politiche di gestione della domanda sono elencate sono state elencate sopra.

Da figura 4 vediamo che il tempo di ciclo è stabile per le politiche di ATO e di MTO poichè le più informazioni sono ripartite. Da figura 5 vediamo che gli stessi

sono allineare per i costi di inventario per le politiche di MTO. Le politiche di ATO provocano i più bassi livelli di inventario quando le informazioni di offerta e della domanda sono ripartite. L'aggiunta delle informazioni della domanda è critica. Ciò sostiene H2. I costi di tempo e di inventario di ciclo sono stabili per le politiche di MTS quando le informazioni del rifornimento sono ripartite, ma quando le informazioni della domanda sono aggiunte, tempo di ciclo aumenta, ma i costi di inventario declinano. Dalle figure vediamo chiaramente l'alternanza fra tempo di ciclo e costi di inventario nel tipo II SCNs.

In un tipo II SCN, nel numero di componenti comuni e nella gamma di variazioni del prodotto essere superiore a nel tipo I SCNs. basato sui nostri risultati, riteniamo che la politica di gestione migliore della domanda è ATO. Ciò sostiene H1. Provoca i tempi di ciclo ragionevoli ed i più bassi livelli di inventario. Le informazioni possono sostituire l'inventario quando uno SCN affronta un mercato con le alte variazioni del prodotto. Effettivamente, abbiamo visto questa strategia di ATO effettuata in un certo tipo tipico II SCNs, come quelli nell'industria del PC.

inserire Information I

NONE: No information sharing SI: Supply information is shared SDI: Supply and demand information is shared MTO: Make-to-order ATO: Assembly-to-order MTS: Make-to-stock

Figure 4 OFP Improvement in Order Cycle Time Reduction Using Various Information Sharing Strategies in a Type II SCN

Inserire figure 4

NONE: No information sharing SI: Supply information is shared SDI: Supply and demand information is shared MTO: Make-to-order ATO: Assembly-to-order MTS:

Make-to-stock

Figure 5 OFP Improvement in Inventory Cost Reduction Using Various Information Sharing Strategies in a Type II SCN

3.2.6 Conclusions

Questo studio fornisce due insiemi delle conclusioni collegate con entrambi la possibilità di sistemi dell' multi-agente come uno strumento dell' ausilio decisionale per i gestori della catena di rifornimento così come gli aumenti di prestazioni della catena di rifornimento in seguito alla compartecipazione delle informazioni. È apparente che la modellistica di calcolo può fattibile essere usata per simulare l' adempimento di ordine nelle catene di rifornimento. Comprende i componenti principali della catena di rifornimento compreso i relativi attori, attività, interdipendenze ed obiettivi. Egualmente permette ai gestori della catena di rifornimento di identificare l' effetto di vari piani d'azione di risoluzione sulle misure di prestazioni quali i livelli di tempo e di inventario di ciclo di compire il loro obiettivo generale. Ciò è una prima prova all' ausilio decisionale per i gestori della catena di rifornimento, ma è apparente che ha molte applicazioni potenziali. Questo modello fornisce una base per la modellistica delle edizioni più complesse della catena di rifornimento quale la trattativa fra i soci della catena di rifornimento (il meccanismo del mercato) ed i differenziali di potenza fra i soci della catena di rifornimento.

Possiamo anche dissipare le conclusioni dai nostri risultati di simulazione. Nelle catene di rifornimento del tipo II (complessivo divergente), la gestione della catena di rifornimento è più efficace quando usando una politica di gestione della domanda di complessivo ordine (ATO) accoppiata con la compartecipazione sia della domanda che delle informazioni di offerta (previsione ed ordine). Ciò sostiene sia H1 che H2. I

costi di inventario sono ridotti mentre i tempi di ciclo rimangono relativamente stabili. Questi risultati specifici producono alcune conclusioni generali interessanti. I risultati da questi esperimenti aumentano l'asserzione che la tecnologia dell'informazione è importante per il sostegno del processo di adempimento di ordine nelle reti della catena di rifornimento. Possiamo dissipare una conclusione comune che le informazioni possono sostituire per l'inventario.

Per concludere, la gestione della catena di rifornimento coinvolge un'alternanza fondamentale fra tempo di ciclo, l'inventario e le informazioni. In molti casi le informazioni possono sostituire l'inventario mentre effettuano i tempi di ciclo accettabili. Nel passato, quando i costi delle informazioni erano alti, l'inventario è stato tenuto per gestire l'incertezza. Oggi, quando la tecnologia dell'informazione continua a ridurre i costi delle informazioni, l'incertezza può essere ridotta con conseguente requisiti più bassi di inventario. I nostri risultati illustrano alcuni degli effetti potenziali dell'effetto elettronico di integrazione (Malone, Yates e Benjamin, 1987). I benefici che illustriamo relativo a questo effetto sono che i gestori della catena di rifornimento possono ridurre i costi di tempo o di inventario di ciclo (o possibilmente entrambi) a causa di incertezza ridotta nella risoluzione. Ciò è possibile perché (incorporato nelle gerarchie elettroniche) riduce i costi di coordinazione. Lo sviluppo d'un modello analitico per descrivere questa alternanza è un'edizione che dovrebbe essere indirizzata tramite ricerca futura.

3.3 Economics and Electronic Commerce

Per gli economisti che studiano il commercio all'ingrosso del markets?whether o vendita al dettaglio, merci o servizi, prodotti o products?these altamente differenziato

sono i tempi straordinari. Le tecnologie Internet e relative hanno indotto i costi di molti generi di interazioni del mercato a discendere. Come con tutto il cambiamento tecnologico drammatico, gli effetti più evidenti e più iniziali sono incrementali: troviamo i modi più facili e meno costosi di fare le cose che già stiamo facendo. Col tempo, tuttavia, gli spostamenti sono più drastici: scopriamo che possiamo fare le cose interamente nuove, o completamente ristrutturiamo il modo in cui determinate attività economiche sono effettuate.

Tali effetti di lunga durata di cambiamento tecnologico sono sempre duri da prevedere, ma quell'operazione è particolarmente difficile nel caso del e-commerce, dove i mercati sono attualmente molto lontano da equilibrio. Negli sbalzi del "land" per assicurare il bene immobile Internet, alla posizione del mercato del primo-motore di guadagno e ad altri vantaggi, molte ditte stanno perseguendo le strategie che sono interpretate correttamente come il pagamento dei costi di una volta e in gran parte affondati dell'entrata. In alcuni casi il fuoco di questi dispendii è su acquisizione del "customer" through valutando quello non è probabile essere sostenibile, mentre in altre sta sviluppando l'infrastruttura per realizzare la scala efficiente minima. Questi expenditures "fueled" dalle affluenze di impresa capital "may" rappresentano gli investimenti ragionevoli per una probabilità d'un flusso futuro dei profitti che potrebbero accrescersi alle posizioni risultanti del mercato. Eppure, la concorrenza vigorosa a breve scadenza per i mercati come pure nei mercati lo rende difficile scegliere gli effetti di lunga durata.

In più "bricks e mortaio off-line" le ditte sono risveglio giusto alle minacce ed occasioni dal commercio elettronico e stanno cominciando le loro proprie iniziative

in linea. Queste ditte tradizionali portano i beni strategici tremendi: marche, posizioni geografiche stabilite ed infrastruttura di adempimento richiesta per ottenere il prodotto da un magazzino nelle mani del cliente. Le scelte di e-commerce che fanno avranno un effetto potente sull' ultima figura del mercato.

In mezzo di questi cambiamenti, le scuole ed altre di affari stanno lottando per adattare i loro programmi di studi. Alcuni istruttori sono andato per quanto discutere quel?traditional? l' analisi economica e gli strumenti sono poco utile nell' analizzare il commercio elettronico. Come un collega di uno degli autori lo ha messo: il we?ve di?Everything che insegna il MBAs ora è errato? Non siamo d'accordo. Via introdurre questo simposio, utilizziamo l' obiettivo della microeconomia standard per esaminare come il commercio elettronico è probabile creare il valore nell' economia, che gli agenti economici sono più probabili bloccare il valore che è creato e come il e-commerce può condurre allo nuovo stanziamento degli affitti attuali.

Creating Value Through Electronic Commerce

Il Internet crea il valore notevolmente abbassando il costo di trasferimento dei molti tipi di informazioni, su un di valore univoco, un molte, o di basi multiple. Nei casi in cui il prodotto in se è le informazioni, il potenziale per la creazione di valore è enorme. Le operazioni finanziarie, sia operazioni bancarie che investire, sono probabilmente gli esempi più importanti delle transazioni dove non c' è nessun prodotto fisico implicato. Ci egualmente sono stati cambiamenti drastici in molti altri servizi d'informazione negli ultimi anni: per esempio, etichettare per la corsa o l' intrattenimento, i bollettini quotidiani di industria, il consiglio di cura di bambino e di salute e la ricerca documentaria.

Quando la transazione coinvolge i?atoms? così come i?bits? ma il costo di spostamento delle merci fisiche basso è confrontato al valore del buono, l' estensione del Internet è ben più grandi delle alternative storiche. Per esempio, il ads classificato in linea e le aste del consumatore consumatore la rendono fattibile per cercare attraverso molti città, condizioni e perfino paesi per comprare un articolo unico che il compratore sarà. La capacità dei consumatori di richiamare le domande a queste basi di dati elettroniche permette di cercare quasi istantaneamente con milioni di elenchi per trovare gli articoli di interesse. La conseguenza principale dell' estensione aumentata è il miglioramento nella corrispondenza dei compratori e dei venditori, particolarmente nei mercati precedentemente molto inefficienti come quello per i beni durevoli usati del consumatore (mercato servito da eBay).

Anche nei casi in cui i costi di trasporto fisici sono alti, la superiorità del Internet come una scanalatura di trasmissione delle informazioni sta conducendo ad una separazione aumentata del flusso delle merci e delle informazioni. ****time-out**** per esempio, varietà automobile compr mediatore e information servizio d'informazione Web cambi processo buying un automobile Stati Uniti e, sempre più, altro countries.1 labor mercato del lavoro, dove tantissimo compratore e venditore pot essere molto geografico disperd, selezione lavoro candidato simile essere cambi.

Mentre le informazioni da interazione Internet rimarranno meno personali che l' interazione umana, hanno parecchie caratteristiche che rendono esso potenzialmente molto più importante in molti la circostanza. Il primo è il basso costo di fornire il soddisfare molto dettagliato. Gli investitori, per esempio, ora hanno accesso pronto da vivere e le interviste registrate con di direttore generale, i rapporti degli archivari degli analisti del mercato azionario e gli archivari con le sicurezze e la Commissione

di scambio. Le economie estreme della scala nel fornire tale soddisfare a molti consumatori lo separano da quasi tutta la altra trasmissione di informazioni e diventano più importanti con il formato del mercato potenziale da essere servito.

In secondo luogo, il Internet tiene conto la comunicazione asincrona efficace, in modo da questo accesso dell' informazione può avvenire in qualunque momento i desideri dell' investitore, anche nel mezzo della notte. La comunicazione asincrona è particolarmente importante quando le zone di tempo ampiamente differenti sono implicate, come è sempre più comune nell' economia globale.

In terzo luogo, il Internet permette la flessibilità considerevole trattando le informazioni, con possibilità ben più grande di ricerca e di interattività che per esempio i cataloghi o le informazioni organizzate a menu del telefono (il precursore Internet che è stato sopportato soltanto una decade o in modo da fa e già sta sparendo). Una funzione di questa flessibilità è notevolmente costi ridotti di personalizzare il servizio. ****time-out**** esempio includ in linea libraio, quale Amazon.com, che fa raccomandazione probabile libro interesse adeguato caratteristica cliente, o Babycenter.com, che conosce fase gravidanza un incinto donna, essere in grado per forn specifico adatt informazione e products.² mentre nessun questo metodo rend servizio essere come, bene, personale come tratt con un commesso un-un, essere ampio poco costoso e pot essere fa disponibile molto gente.

Il valore può essere creato con la comunicazione Internet through trovando i modi di riduzione dei costi o, dal lato della domanda, del migliorare la corrispondenza fra le preferenze del compratore e le merci che comprano. Effettivamente, la tecnologia abbraccerà spesso i cambiamenti che misurano sia il costo che il lato della domanda.

Cominciando dal lato di costo, un'individuazione di sorpresa piuttosto ed importante da molte ditte è che le riduzioni dei costi su distribuzione sono potenzialmente molto grandi. Malgrado l'inefficienza relativa di trasporto delle merci direttamente alla sede, ci sono tante sorgenti delle riduzioni dei costi dalla consegna diretta che per fornire di molti articoli direttamente al consumatore è meno costoso che facendo così attraverso un deposito. Le sorgenti delle riduzioni dei costi includono la riduzione di maneggiamento all'interno del deposito (disimballare, mensole effettuare e della calza e tali), del furto (che possono rappresentare facilmente 3 per cento delle vendite d'un rivenditore), dell'affitto (i centri di distribuzione a basso costo sostituiscono il bene immobile urbano o suburbano costoso) e dei costi vendenti (automatizzati e le tele-vendite sostituiscono relativamente costoso in-memorizzano i commessi). In più, le vendite di e-commerce ai consumatori finora sono state date efficacemente il trattamento preferito di imposta, una situazione che sembra improbabile da continuare a lungo termine.

Nel settore di commercio commercio, ci sono egualmente grandi riduzioni dei costi potenziali da un processo migliore di distribuzione. Quando le ditte automatizzano l'acquisto da altre aziende, alcuno del risparmio alle ditte viene sotto forma di gli sconti del volume, che rappresenti spostare degli affitti piuttosto che le riduzioni dei costi aggregate. I risparmi di temi dalla sostituzione della carta che ordina (valutata tipicamente per costare circa per la transazione) con l'ordinamento elettronico sono significativi pure. Inoltre, quando ci sono parecchie entità separate (ditte o divisioni) nella catena di rifornimento, migliorare i flussi delle informazioni può condurre entrambi ai più bassi livelli degli inventari così come la corrispondenza migliore del rifornimento e di demand.³

Col tempo, sembra che probabilmente quel e-commerce e la volontà Internet portano più grande dirigono i cambiamenti nei processi di produzione. Nel caso dei servizi, le funzioni specifiche possono essere spartite fuori alle zone che sono meno costose o presentare un vantaggio di zona di tempo. Il software si proietta in quale codice è passato fuori alle Software Engineei in India alla conclusione d'un giorno di affari negli Stati Uniti è un esempio ben noto. Tuttavia, le possibilità estendere ad altre funzioni di affari. Per esempio, il sole Microsystems ha installato un luogo che permette ai programmatori di fare un'offerta per riparare i clienti? problemi di software. Molte mansioni basso-esperte e laboriose, quale il controllo che elabora, tenderanno a fluire le regioni con un basso costo di lavoro.

Gli impedimenti chiave a bloccare le riduzioni dei costi del e-commerce e della volontà Internet probabilmente per non coinvolgere le edizioni tecniche, ma forze piuttosto inerziali che collegano più alle edizioni organizzative, all' importanza della compatibilità con i sistemi dell' eredità ed ai costi non-tecnologici di transazioni. Per esempio, riempimento?collaborative? gli schemi in cui il fornitore accetta la responsabilità dell' accertarsi che i relativi articoli siano in scorta sulle mensole dei retailer?s, richiedono una ristrutturazione significativa nei flussi delle informazioni, motivi e ruoli e le responsabilità. Tali cambiamenti sono che richiede tempo e costosi ed ancor più difficili attraverso i contorni delle ditte che in seno ad una singola ditta. In più, se la comunicazione attraverso le ditte deve funzionare scaturisce, ogni industria deve decidere il moltissimo lavoro per essere conforme sulle mascherine specifiche delle informazioni adeguate a quell' industria. Come con la maggior parte dei processi di standard di consenso, questi sono spesso lunghi e politici.

Sta girandosi verso il lato della domanda, varie funzioni al valore creato abbinando

il gusto alle merci attuali: un miglioramento nelle informazioni sulle merci e sui servizi disponibili; un miglioramento nell' accesso a queste merci; e la capacità di personalizzare le merci per misura il gusto dei compratori.

Le informazioni sulle merci vengono dalla disponibilità d'una vasta gamma dei cataloghi in linea, ma anche dalle revisioni in linea, motori di confronto del prodotto ed in alcuni casi come musica, software ed i libri, persino campioni in linea. Il Internet egualmente ha il potenziale per usando i dati storici di comportamento dell' acquisto del consumatore per suggerire gli acquisti futuri, o gruppi degli acquisti, di cui i consumatori potrebbero al contrario essere ignari. Naturalmente, le conseguenze indesiderabili dell' introduzione sul mercato diretta sono probabili aumentare pure, anche se il rapporto del voluto di plausibilmente alle offerte unsolicited in gran parte indesiderate potrebbe aumentare.

Il potenziale per la creazione del valore migliorando l' accesso alle merci risulta dai costi tremendi di effettuare gli inventari in un' ampia varietà di prodotti attraverso le prese geograficamente disperse, accoppiata con gli alti costi del trasporto e di ricerca per i consumatori, che provoca attualmente il moltissimo compromesso sugli attributi di prodotto. In opposizione, i depositi in linea traggono giovamento dalle economie enormi degli inventari centralizzati. Un' azienda gradisce lo spacco, che ha vicino a 2000 depositi negli Stati Uniti da solo, può trasportare l' inventario per rispondere all' esigenza in ogni stile, formato e combinazione di colore a basso costo molto quando fa così ad un piccolo numero di centri di distribuzione che quando tenta di fare così sull' memorizz-da-memorizza la base.

Naturalmente, sfruttando queste economie degli inventari centralizzati presuppone che i compratori hanno una conoscenza di con la gamma di prodotti o possono

fare facilmente le scelte da soltanto elettronico-hanno fornito le informazioni, un presupposto dubbio quando le emissioni della misura, del tocco, del gusto, dell' odore, della qualità sana, o persino dell' apparenza nell' ambiente, sono edizioni. Chiunque che abbia provato ad esaminare un articolo molto attentamente sopra il Internet si rende conto che il media ancora cade frustratingly bruscamente nel regno dell' osservazione diretta. Questa imperfezione migliorare in alcune funzioni come i costi di larghezza di banda declinano, ma il media sembra probabilmente essere limitato a lungo alle informazioni visive e sonore per venire. Gli stessi impedimenti sono presenti nei mercati crescenti di commercio commercio per gli input; sono probabili funzionare scaturiscono per i prodotti standardizzati bene-capiti, ma ancora affrontano gli ostacoli significativi nel facilitare le transazioni per le merci specializzate in cui le informazioni personalizzanti non possono essere trasferite facilmente nei formati digitali che la latta Internet attualmente accomoda.

Una soluzione a questa edizione è probabile essere depositi ibridi che forniscono uno show-room che function?carrying una gamma molto vasta di articoli, ma pochi di ciascuno particolare item?coupled con una possibilità in linea di consegna. Nella cassa di abito, per esempio, un deposito potrebbe accertarsi che avesse almeno uno, ma probabilmente non molti, di ogni formato e colore. I clienti possono allora fare la loro selezione adatta del prodotto allo showroom. Il cliente può allo stesso tempo, mentre al deposito, ordina il prodotto per la consegna più tardiva. Ma con il Internet, il cliente può rinviare la decisione, forse per paragonare ad altri depositi? offerte ed ordine più successivamente attraverso un website. La riordinazione d'un prodotto conosciuto può essere fatta a meno di alcua chiamata allo showroom affatto. Questo

metodo ibrido potrebbe anche richiamare il fatto che il don't dei consumatori desidera spesso attendere persino un giorno o due per ricevere il loro acquisto. Sembra abbastanza probabile che i depositi ibridi offriranno di completare le transazioni al deposito durante la chiamata dei customer's, ma con la selezione limitata e possibilmente con un premio di prezzi. Le aziende quali Urbanfetch e Kozmo.com hanno presentato per rispondere a questo bisogno offrendo la consegna locale immediata delle merci ordinate per telefono o sopra il Internet, ma ancora non sono riuscite altamente al livello del commercio consumatore.

Se l' acquisto e l' adempimento devono essere separati in questo modo, i motivi del interfirm ed organizzativi dovranno essere alterati significativamente. I meccanismi incentive correnti gradiscono le commissioni, indennità legate per memorizzare le vendite e gli schemi di partecipazione agli utili tutti sono affermati sulla nozione che le vendite reali sono un segnale di sforzo impercettibile di vendite. Se lo sforzo di vendite in uno showroom paga fuori nelle vendite in linea e se il collegamento allo sforzo di vendite è duro da stabilire, diventa difficile da indurre lo sforzo di vendite usando i motivi prestazione-performance-based. Finora, le vendite in linea sono ancora una piccola frazione di in-memorizzano le vendite, in modo da questa edizione non è stata molto importante. Ma alcuni depositi stanno sperimentando con i capi servizio magazzini di compensazione basati sulle vendite Internet che provengono dalla zona intorno al deposito, sulla teoria che qualche in-memorizzare le vendite che lo sforzo è responsabile almeno di alcune delle vendite in linea. Tali metodi, tuttavia, sono grezzi e lo sforzo significativo è probabile essere messo nell' individuazione dei più meglio ones.

Più generalmente, come con quasi tutta la nuova scanalatura per distribuzione del

fornitore consumatore, il mercato deve stabilire i meccanismi per la risposta ai conflitti di scanalatura che presentano. Alcuni fornitori dei vestiti, per esempio, hanno rifiutato di vendere i loro prodotti sopra il Internet, o di permettere che i rivenditori facciano così, in modo da impedire il problema del rider libero fra?showroom? rivenditori, che permettono che i consumatori verific il prodotto in persona e rivenditori puramente Internet, che possono funzionare con spese generali molto più basse. Questo problema è appena nuovo, ma le marche Internet esso potenzialmente più dominante ed almeno una risposta comune, territori al minuto esclusivi, può essere più dura a implement.4

Notare che, sia sul costo che sulla richiesta parteggia, la maggior parte di queste sorgenti della creazione di valore coinvolgono un giro di?distribution? piuttosto che un manufacturing uno. Mentre il Web ha cambiato il modo in cui i calcolatori, l' altra elettronica di consumatore, i libri e l' abito sono distribuiti, il modo che sono fatti, finora, molto più di meno è stato influenzato. L' esempio di stordimento del abitudine-produce e dirige la consegna dei personal computer dalla società della Dell Computer illustra che questo non è inevitabile. L' esperienza di Dell?s suggerisce che quello che cambia il modo che le merci sono fatte può anche rendere le riduzioni dei costi ed i miglioramenti significativi nella corrispondenza fra le preferenze del compratore e le merci comprano. Prima di Dell, il modello standard di affari nel mercato del personal computer doveva prevedere la richiesta in complesso e dal modello, prodotti nei batch, che distribuisce con che i grossisti e la vendita al dettaglio ed allora che usa l' inventario ed il prezzo cambia al disadattamento dell' amplificatore fra la domanda e l' offerta. Tuttavia, Dell prende gli ordini in primo luogo, concedendo a clienti la scelta considerevole fra gli attributi del prodotto ed allora produce per ordinare.

Le occasioni significative esistono in altri settori pure. Nella cassa delle automobili, per esempio, molte forze economiche stanno inserendo il senso di Dell-4 che izing? il industry?that è, fornendo la fabbricazione personalizzata Web-permessa la consegna diretta alla sede. Una grande frazione (da alcune valutazioni un terzo) del costo finale d'un automobile è contenuta i costi di distribuzione. Molti consumatori si concludono sul compromesso sulle opzioni a causa di che cosa è disponibile sul lotto dei dealer?s. Poco condimento dei consumatori il processo itself.5 di acquisto

Tuttavia, una delle lezioni importanti da esperienza di Dell?s è che molto più è richiesto che semplicemente innestando un nuovo processo elettronico di distribuzione su un manufacturing attuale uno. Le automobili attualmente sono fatte nei processi discontinui, di modo che il ritardo tipico da ordine da produrre è dell' ordine di tre settimane (Toyota) ad otto settimane (General Motors). Inoltre, anche se lungamente è stato possibile ottenere un automobile di costru ordine attraverso un commerciante, la vasta maggioranza dei consumatori (intorno 85 per cento) preferisce prendere un automobile fuori del lotto che attendere. Se il valore deve essere creato dal commercio elettronico nella fabbricazione come pure la distribuzione delle merci, sbloccante che il potenziale è probabile richiedere la ristrutturazione significativa del manufacturing. Di conseguenza il cambiamento di questo ordinamento è probabile accadere relativamente lentamente.

Capturing Value and Reallocating Rents

Inizialmente arrossiscono, molti segmenti di industria per le merci commerciali sul Internet sembrano avere le caratteristiche delle strutture del mercato perfettamente competitivo. I costi dell' entrata sembrano bassi. I costi di installazione del website sono ragionevolmente modesti e se l' adempimento è outsourced o si conservare

ragionevolmente semplice, costi di infrastruttura possono essere limitati. Inoltre, la causa dei debuttanti di prezzi bassi è aiutata dall' esistenza dei bots del?shop? ed altri agenti intelligenti che cercano ed ordinano le offerte da price.⁶

Malgrado questi attributi, i mercati in linea sembrano essere caratterizzati sia concentrazione da mercato della dispersione che aumentare di prezzi. Naturalmente, analisi di concorrenza e dei prezzi sui funzionamenti Internet nella valutazione di equilibrio che abbiamo accennato più presto. valutando nella speranza di sviluppo della percentuale del mercato di lunga durata e nelle strategie a basso prezzo che ancora non hanno reso il profitto e non può infine essere possibile, ha presenza significativa sul paesaggio Internet. All'altra estremità della distribuzione di prezzi, alcune merci stanno offrendo ai prezzi che rendono niente o poche transazioni. Eppure, la dispersione di prezzi, persino a lungo termine, ha potuto riflettere la differenziazione negli attributi nonphysical dell' esperienza dell' acquisto.

Se differenziazione che è nel luogo in se (come superiore osserv-e-ritenere o le informazioni di prodotto) potrebbe condurre semplicemente alla dispersione sostenibile di prezzi dipenderà da website?stickiness.? Possono i consumatori separare facilmente le decisioni di che cosa da comprare da dove comprare, dai?locations? è giusto uno scatto o due diversi? O è il programma di utilità di acquisto da un fornitore singolo, evitando luoghi non pratici e fornitori, sufficienti affinché i consumatori rinunci alla persino ricerca elettronica semplice dei prezzi bassi? Riteniamo sospetto che per la maggior parte dei consumatori, le funzioni non-monetarie dell' acquisto sperimentano (quali il trustworthiness, il supporto ed il servizio after-sales, l' affidabilità della consegna, la probabilità della in-scorta e l' esattezza della in-scorta prevista) possono creare un collegamento logico ed impressionabile fra il consumatore ed il luogo che

è costante con un certo grado della dispersione di prezzi. Nel regno di commercio commercio, ci sono edizioni parallele di viscosità che provengono dall' interfaccia fra i websites di B2B e company's altri sistemi elettronici. Le economie di massa nel trasporto e nella consegna, particolarmente per i consumatori, producono un motivo simile verso la concentrazione degli acquisti con pochi venditori.

Ancora, molti websites al minuto tentano di creare la viscosità, così come valore, con adattamento. Creano le liste dei customer's oltre gli acquisti che permettono che il cliente faccia facilmente gli acquisti di ripetizione. Precisano le vendite (o creare le vendite personalizzate, fatte facilmente in questo media elettronico) sui prodotti che il cliente precedentemente ha comprato. Fanno le raccomandazioni per i prodotti che il cliente potrebbe gradire alla prova basata sulle abitudini di acquisto precedenti. Per concludere e prevedibile, molti luoghi al minuto ora stanno sperimentando con i programmi di lealtà che ricompensano esplicitamente un consumatore per la concentrazione degli acquisti con un singolo fornitore...

Ciò nonostante, il grado osservato della dispersione di prezzi sul remains Internet più grande di molti trova spiegabile da questi fattori. Rimane essere visto quanto di esso sopravvive nell' equilibrio malgrado il?proximity più grande apparente? dei depositi in Cyberspace che nel mondo fisico. Se i venditori riescono a differenziare i loro prodotti o scanalature al minuto, i prezzi sono probabili differire da non soltanto attraverso i venditori, ma all'interno d'un venditore per i compratori differenti. La distinzione di prezzi, sull' una mano, è facilitata più facilmente quando i venditori possono mantenere ed accedere rapidamente alle informazioni dettagliate sulle abitudini di acquisto dei customer's e d' altra parte, insidiate facilmente quando il cliente può usare il software intelligente di shopping per trovare il prezzo migliore disponibile

(possibilmente nascondere compreso l' identità del compratore). A questo punto, è difficile da predire dove l' equilibrio fra questi effetti infine risiederà nell' equilibrio. E, come è ben noto, gli effetti di assistenza sociale di tale distinzione sono ambigui, come è l' effetto sulla ripartizione di equilibrio degli affitti (per esempio, vedere Varian, 1989).

Questo uso delle informazioni elettroniche ha raccolto dai rivenditori di e-commerce (e, sempre più, dai depositi convenzionali) è già abbastanza discutibile, poichè Amazon.com recentemente ha scoperto quando è stato accusato dei prezzi più bassi d' offerta ai nuovi clienti confrontati ai clienti ai dati storici lunghi di acquisto a Amazon (Streitfeld, 2000). Interestingly, Amazon ha risposto alla carica sostenendo che realmente stava variando a caso i prezzi come un metodo di valutazione dell' elasticità di prezzi della domanda di ogni articolo che vende, una pratica che ha relativi propri effetti affascinanti di affitto-ripartizione e di assistenza sociale.

Ad un livello più fondamentale, l' argomento che l' entrata bassa costa condurrà a dispersione degli affitti guadagnati dai venditori di e-commerce può essere eccessivamente semplicistico. Ditte in linea di cui le strategie dipendono dal differenziare le loro offerte con l' adempimento più esatto, più sensibile a reagire e certo ed il ritrovamento after-sales di sostegno generalmente che i loro funzionamenti coinvolgono molto più d' un website e d' un funzionamento semplice di adempimento. L' infrastruttura che è required?sophisticated la tecnologia di adempimento, i centri efficienti di chiamata, websites che offrono le informazioni esatte della in-scorta, l' inseguimento di ordine, i motori di confronto ed aumentare significativo dei configurators?creates del prodotto ritorna. Così anche fare le economie degli inventari centralizzati e dell' economia della

logistica (per esempio, fornendo i centri di distribuzione situati ragionevolmente vicino ai clienti). Inoltre, dove la reputazione per affidabilità ed il trustworthiness sono importanti, i costi di sviluppo di marca e di manutenzione egualmente provocano i ritorni aumentanti ragionevolmente convenzionali. Per concludere, molte delle risorse che sono diventate per il Web sono quelle informativi e naturalmente ritorni aumentanti dell' esposizione. Poichè le ditte vengono competere lungo queste dimensioni, il livello dei costi affondati necessari per essere un giocatore nel mercato è probabile aumentare in modo endogeno, come suggerito da Sutton (1991) nel pre-Web distante oltre.

Molti segmenti del mercato del commercio elettronico possono anche risultare conformi ai ritorni aumentanti laterali della domanda. Probabilmente l' più importante di questi presenta perché i compratori desiderano essere dove i venditori sono e viceversa. L' aggregazione delle revisioni del prodotto di consumatore può anche dimostrare una sorgente dei ritorni aumentanti; cioè i compratori interessati alle viste di altre piuttosto visiterebbero un luogo con molte opinioni che alcuni. Più generalmente, quasi tutta la funzione del commercio elettronico dove la Comunità è (chiacchierata, schede del messaggio ed e così via) beneficio importante dall' aumentare laterale della domanda ritorna. Il segmento del mercato delle stanze di compensazione di pagamento è conforme ai ritorni aumentanti molto forti sia nel mondo off-line che in linea, poichè i partiti ad entrambi i lati della transazione vogliono i metodi comuni (e pochi) di trattare finanziariamente.

Le strutture del mercato di equilibrio che il risultato determinerà chi blocca il valore che è creato per tre motivi. Il primo è quello usuale: vale a dire, quella struttura orizzontale del mercato importa, anche se il rapporto fra la struttura del

mercato e le prestazioni è probabile essere differente nel mondo in linea a causa dei costi più bassi di ricerca e della scarsa importanza relativa del?location? sull' una mano, ma sulla commutazione potenzialmente più alta costa d' altra parte.

Il secondo motivo è quello per la maggior parte delle merci ed i servizi, i mondi in linea ed off-line sono sostituiti (almeno imperfetti) per uno un altro. Di conseguenza, la concorrenza nel mondo in linea eserciterà la pressione sulla valutazione nel mondo off-line. Ciò è stata vista chiaramente nell' industria di mediazione, dove mediatori off-line in primo luogo influenzati in linea di sconto dei mediatori ed infine livella il loro servizio del?full? controparti. Il colore marrone e Goolsbee (2000) hanno dimostrato lo stesso fenomeno nel mercato di assicurazione sulla vita.

Il terzo motivo è che la struttura verticale del mercato importa. Nelle fasi iniziali del commercio elettronico, le ditte che dominano i Gateway al commercio ed alle scanalature, in particolare i portals (ditte come AOL e Yahoo) ma anche ad un poco grado i bots di shopping (luoghi come MySimon) e ad un persino poco grado i motori di ricerca (quali Lycos e Google), possono estrarre alcuno del valore creato attraverso le tasse che possono addebitare posizionare danno ai luoghi competenti. (tenancy di?Anchor? su shopping un luogo su AOL può costare i dieci di milioni di dollari in alcuni anni, per esempio). Tuttavia, se la concentrazione del mercato aumenta al punto che ogni segmento del mercato è dominato da un piccolo numero di competitori, quelle ditte sono probabili trasformarsi in in nomi della famiglia, di modo che i consumatori possono escludere facilmente altri mediatori, riducenti il morso della torta che quei mediatori possono prendere. Eppure, i mediatori sono probabili continuare a svolgere un ruolo importante sul Internet. La quantità di informazioni sul Web certamente continuerà a svilupparsi, fornendo una continuazione

e un ruolo importante per coloro che contribuirebbe ad organizzarlo.

Concluding Remarks

Finalmente, naturalmente, il commercio elettronico si trasformerà in in commercio giusto. Con la comunicazione del telefono, il trasporto della ferrovia, l' elettrificazione dei processi di produzione ed altre tecnologie, sarà un' altra parte della base critica su cui il commercio conta. Durante la transizione, tuttavia, il e-commerce drasticamente cambierà la capacità delle ditte di creare e bloccare il valore e condurrà alla ristrutturazione di molti mercati, appena come gli spostamenti precedenti di tecnologia hanno.

Le carte in questo simposio esaminano l' effetto probabile del e-commerce in un certo numero di zone: Austan Goolsbee sulle tasse e sul barbiere del brad e Internet e sul Terry Odean sull' investimento, sul David Autor sui mercati del lavoro, sul David Lucking-Reiley e Daniel Spulber su attività economica commercio e sul Yannis Bakos sul e-commerce al minuto. Indicano che gli strumenti microeconomici che sono stati utilizzati per analizzare l' effetto sui mercati degli spostamenti precedenti di tecnologia sono ugualmente applicabili al mondo di affari che ora sta adottando il commercio elettronico. Egualmente dimostrano che le nuove occasioni imprenditoriali che sono create stanno sollevando le nuove occasioni importanti di ricerca per coloro che può usare il toolkit economico per guadagnare le comprensioni in che cosa la nuova economia assomiglierà. Questo simposio fa parte dell' inizio di quell' ordine del giorno di ricerca.

Hierarchies and the Organization of Knowledge in Production

Questa carta studia come la comunicazione tiene conto l' acquisizione specializzata di conoscenza. Indica che una gerarchia basata sulla conoscenza è un modo naturale

organizzare l' acquisizione di conoscenza quando abbinare i problemi con coloro che sa risolverle è costoso. In una tal organizzazione, gli operai di produzione acquistano la conoscenza circa i problemi più comuni o più facili confrontati ed i solvers di problema specializzati si occupano dei problemi più eccezionali o più duri. La carta indica che il modello è costante con i fatti stilizzati nella teoria delle organizzazioni e lo usa per analizzare l' effetto dei cambiamenti nella produzione e nella tecnologia dell'informazione sul disegno organizzativo.

Introduction

Le organizzazioni esistono, in larga misura, per risolvere i problemi di coordinazione in presenza di specializzazione. Hayek (1945, p. 520) ha precisato, ciascuno specifico può acquistare la conoscenza circa una gamma stretta di problemi. La coordinazione della questa conoscenza disparata, decidente chi impara che cosa e corrispondendo i problemi confrontati con coloro che può risolverlo è alcune delle edizioni più prominenti di cui l' organizzazione economica deve occuparsi.

Tuttavia, con alcune eccezioni recenti, la maggior parte della letteratura precedente di economia ha identificato lo studio sulle organizzazioni con lo studio sul motivo prob-blems. Mentre molte comprensioni importanti sono state ottenute da questo metodo, un' imperfezione è che le forme di organizzazione gerarchiche sono presupposte piuttosto che ottenute dalla teoria (vedere, per esempio, Calvo e Wellisz 1978; Qian 1994). Di conseguenza, le teorie motivo-incentive-based hanno piccolo da dire sull' effetto dei cambiamenti nella tecnologia di comunicazione e di informazioni sul disegno organizzativo. Per esempio, la tecnologia più poco costosa di comunicazione renderà un' organizzazione più alta o più corta? Come interesserà la portata degli operai e dei gestori di produzione?

Un metodo alternativo deve definire le edizioni incentive da parte e mettere a fuoco preferibilmente sull' organizzazione di conoscenza nella produzione. Ciò è il metodo adottato qui. Il punto di partenza è l' osservazione che la produzione richiede le risorse e la conoscenza fisiche circa come unirle. Se la comunicazione è disponibile, gli operai non devono acquistare tutta la conoscenza necessaria per produrre. Invece, possono acquistare soltanto la conoscenza più relativa e, una volta confrontati con un problema che non possono risolvere, chiedere a qualcun'altro. L' organizzazione deve allora decidere chi deve imparare che cosa e chi ogni operaio dovrebbe chiedere una volta confrontato con un problema sconosciuto.

Quando classificare la conoscenza è poco costoso, calcolando fuori dove girare quando una soluzione di problema è sconosciuta è diretta. Il "know-how" di produzione è, tuttavia, spesso tacito e così è "embodied" in individui. Conoscere se qualcuno sa la soluzione ad un problema coinvolge inevitabilmente chiedere a quella persona. Nella parte II, indico che, in questo caso, è naturale organizzare l' acquisizione di conoscenza come gerarchia "knowledge-based". In una tal struttura, la conoscenza delle soluzioni ai problemi più comuni o più facili è situata nel pavimento di produzione, mentre la conoscenza circa i problemi più eccezionali o più duri è situata negli più alti strati della gerarchia. Operai di produzione che confrontano i problemi che non possono risolvere li fanno riferimento allo strato seguente dell' organizzazione, costituiti dai solvers di problema dell' esperto. I problemi allora sono passati sopra fino a che qualcuno non possa risolverlo o fino a che la probabilità condizionale di individuazione della soluzione non sia troppo bassa per regolare continuare la ricerca.

Lo scambio di concessioni che chiave l' organizzazione confronta si presenta fra la comunicazione ed i costi di acquisizione di dati conoscitivi. Aggiungendo gli strati

dei solvers di problema, l'organizzazione aumenta il tasso di utilizzazione di conoscenza, così economizzando sull'acquisizione di dati conoscitivi, al costo di aumento della comunicazione richiesta. La disponibilità limitata di tempo ricambia i ritorni aumentanti in seguito ai costi fissi di conoscenza, con conseguente portata di controllo limitata dei solvers di problema.

L'organizzazione è caratterizzata dal disegno di operazione, come definito dalla portata o dal discretionality degli operai di produzione e dei solvers di problema e della frequenza con cui realmente intervengono nella produzione; e la struttura della gerarchia, data dalla portata di controllo dei solvers di problema e del numero di strati nell'organizzazione. La parte III studia l'effetto dei cambiamenti tecnologici sul disegno organizzativo, compreso i cambiamenti nella tecnologia di "information" come dato dal costo di acquisizione e di trasmettere della conoscenza. Il modello indica che le diminuzioni nel costo sia di comunicazione che di acquisizione della conoscenza riducono l'esigenza dei solvers di problema specializzati nell'organizzazione. Queste variabili hanno, tuttavia, di fronte agli effetti sul discretionality dei solvers di problema e degli operai di produzione.

L'acquisizione più poco costosa di conoscenza, derivando, per esempio, dall'introduzione dei sistemi specializzati, aumenta il discretionality di ogni operaio di produzione e solver di problema. Di conseguenza, gli operai di produzione devono contare spesso di meno su aiuto dai solvers di problema specializzati. Ciò aumenta la portata di controllo di ogni solver di problema, riduce il numero di strati dei solvers di problema richiesti a risolvere una data proporzione dei problemi, riduce il ritardo stato necessario per ottenere le soluzioni ai problemi e fa diminuire la frequenza con cui i solvers di problema intervengono nel processo di produzione.

La trasmissione più poco costosa di conoscenza, d' altra parte, riduce la portata degli operai di produzione, che contano di più (ora sui solvers) di problema più poco costoso. Inoltre, ogni solver di problema può risolvere i problemi per un più grande numero di operai, aumentando la sua portata di controllo. Fino a questo punto, la carta suppone che la conoscenza degli operai di più alto livello non deve comprendere la conoscenza degli operai nei più bassi livelli. Tuttavia, nel contesto del "know-how" di produzione, la conoscenza può essere acquistata spesso soltanto con imparare sul lavoro. Di conseguenza, la conoscenza dei solvers di problema comprende la conoscenza di quelli che le chiedono. Per esempio, un chef de cuisine solitamente precedentemente è stato impiegato in tutto il basso-allinea i lavori nella cucina. La parte IV estende i risultati fino questo caso. Indica che quando la conoscenza di più alti strati deve comprendere la conoscenza di quelle più basse, l' organizzazione ottimale ha le stesse caratteristiche e una struttura molto simili a quella di quella senza restrizione.

Il lavoro recente in Radner e Van Zandt 1 con una prospettiva (non-motivo-non-incentive-oriented) simile ha messo a fuoco sulle organizzazioni come processor delle informazioni. Le organizzazioni, discutono, riducono i ritardi nell' aggregazione delle informazioni con elaborare parallelo mentre la comunicazione aumentando costa. Il metodo trasporta le comprensioni importanti circa le organizzazioni ma ha alcune caratteristiche sgradevoli. In primo luogo, è poco chiaro se l' aggregazione delle informazioni è la giusta metafora per l' operazione elaborante di generalità. Per lo meno, mentre questa carta discute, questa metafora omette l' operazione cruciale di conoscenza d' acquisizione e trasmettente e co-ordinating le mansioni degli operai specializzati. In secondo luogo, i generi di organizzazioni ottenute da queste carte

hanno caratteristiche che sono dure da riferirsi alle organizzazioni nell' ambiente, quale il salt-livello che segnala (per cui un direttore generale riceve spesso i messaggi direttamente da basso lontano la catena) o reti unbalanced (dove i gestori nella stessa fila hanno un numero differente di subalterni). Per concludere, questi modelli non possono chiarire le emissioni dell' assegnazione di operazione poiché le mansioni sono undifferentiated.

Un' altra carta che studia il fenomeno del?management tramite eccezione? è Beggs (in stampa). Questo autore usa la teoria fare la coda per esplorare la ripartizione ottimale degli operai con le abilità esogenicamente date agli strati differenti d'una gerarchia. In opposizione qui, sia la distribuzione delle abilità attraverso gli operai che la gerarchia in modo endogeno sono derivate.

È collegato più strettamente al metodo di questa carta il lavoro da Bolton e da Dewatripont (1994). Costruiscono sulla comprensione, sul presente già in Becker e sul Murphy (1993), che esiste un rapporto tra i costi di specializzazione e di coordinazione o di comunicazione. Nel contrasto al metodo adottato qui, tuttavia, non considerano direttamente l' eterogeneità di operazione e non mettono a fuoco preferibilmente su una forma ridotta che identifica la specializzazione ad più alto rendimento della rete. Inoltre, lo scopo dell' organizzazione che studiano è, come nel lavoro di Radner e di Van Zandt, elaborazione dell'informazione piuttosto che acquisizione di dati conoscitivi. La carta continua come segue. La parte II presenta il modello ed ottiene l' organizzazione ottimale. La parte III effettua l' analisi comparativa di statics. La parte IV estende il modello fino il caso di sovrapposizione di conoscenza. La parte V discute le implicazioni del modello. Presenti della parte VI che concludono le osservazioni.

The Emergence of Distributed Content Management and Peer-to-Peer Content Networks

Ci è tre correnti principali che guidano l' esigenza di ed emersione, di soluzioni soddisfatte distribuite della gestione: esplosione dei dati non strutturati; la necessità critica di gestire formalmente soddisfare; ed internetworking e collaborazione in seno e tra le imprese. Queste tendenze sono converging produrre la necessità chiave del requirements?the due di creare le esperienze superiori dell' utente on-line e la necessità di funzionare in collaborazione.

Capitolo 4

Modelli basati su agenti per l'impresa

4.1 Introduzione

In questo capitolo vengono descritti alcuni modelli basati su agenti per l'impresa esistenti in letteratura. Lo scopo della disamina è quello di individuare elementi utili per lo sviluppo del modello di impresa virtuale.

Tali modelli sono basati sul seguente importante principio:

- Gli elementi essenziali su cui è necessario basare la strategia aziendale sono i *processi* e non i prodotti e i mercati

L'azienda viene intesa come una rete di agenti che possiedono determinate caratteristiche e sono in grado di effettuare *processi* in base al loro ruolo all'interno dell'organizzazione. L'organizzazione dell'azienda è di tipo supply chain network (SCN), la cui parte fondamentale segue lo schema OFP (order fulfillment process). Il fine di questa astrazione è naturalmente quello di ottenere una base sulla quale valutare nuove strategie in grado di migliorare la flessibilità dell'impresa e quindi la sua performance.

Tra i modelli oggetto della trattazione risalta il multiagent Information System (MAIS) proposto da Lin, Tan e Shaw (1996), che costituisce un punto di riferimento per lo sviluppo del modello di impresa virtuale, in quanto viene utilizzata la piattaforma di simulazione SWARM che possiede le seguenti utili caratteristiche:

- E' in grado di rappresentare gli strati multipli della SCN.
- La schema di sviluppo basato su agenti consente di creare agenti che emulino le attività all'interno dell'OFP.
- Consente di clonare rapidamente gli elementi della simulazione al fine di simulare diverse entità all'interno dell'impresa.
- La capacità trasportare messaggi che consente di simulare i flussi informativi tra le unità aziendali.

L'obiettivo del lavoro oggetto di questa disamina ha due risvolti. In primo luogo si tenta di verificare l'opportunità di utilizzare un sistema multi-agente per simulare il 'espletamento' degli ordini all'interno delle supply chains per conferire uno strumento di supporto decisionale al management. I sistemi multi-agente sono appropriati ed i più utili per modelli di supply chain poichè implicano processi di ordine e controllo disaccoppiati(loosely coupled), per modelli centralizzati sono indicati invece sistemi di tipo tradizionale. La supply chain, con i suoi comandi e controlli decentralizzati, è più appropriato che venga modellata come una simulazione di tipo sociale. Il sistema multi-agente adottato è semplicistico, ma fornisce una base per rappresentare i rapporti tra supply chain partners, così come tra aziende, che adottino la supply chain, che abbiano diversi rapporti di forza.

4.2 Alcuni modelli d'impresa esistenti

I modelli d'impresa devono riflettere il più possibile la reale struttura dell'impresa tentando di individuare gli aspetti determinanti della produzione aziendale. La finalità nella costruzione di un modello deve essere quella di rappresentare la realtà strutturale e non quella di ottenere fenomeni apparentemente reali. L'osservazione di questo principio permette con maggiore probabilità di costruire modelli che colgano la complessità aziendale e che quindi siano esplicativi di essa.

In letteratura esistono esempi di modelli d'impresa, eccone alcuni:

- *CIMOSA (Open System Architecture for Computer Integrated Manufacturing)* - Conosciuto come il cubo CIMOSA, definisce modelli con tre livelli di progettazione separati ma interrelati (*definizione dei fabbisogni, specifiche progettuali, descrizione dell'implementazione informatica*), caratterizzati da una struttura a tre strati. Il primo strato è composto dai blocchi generici basilari, al secondo i modelli parziali ed infine quelli particolari. I modelli CIMOSA offrono diverse visuali: funzioni, informazioni, risorse e organizzazioni (Vernadat 1993).
- *ARIS (Architecture of Integrated Information Systems)* - Sviluppato da Scheer (1993, 1994) ed utilizzato come modello di riferimento nelle imprese industriali, ARIS descrive i processi produttivi attraverso quattro visuali: funzioni, organizzazioni, dati e controllo. Tali categorie vengono confrontate con le potenzialità dell'information technology su quattro livelli: definizione degli obiettivi, specifiche progettuali, e descrizione dell'implementazione.
- *GIM (GRAI Integrated Methodology)* sviluppato dal laboratorio GRAI dell'Università di Bordeaux) - I fondamenti di questo modello sono le prospettive e i

livelli di astrazione. La prospettiva dell'utilizzatore consiste in quattro sistemi: informativo, decisionale, materiale, funzionale. La prospettiva tecnica invece è costituita da: organizzazione, information technology, tecnologia produttiva (Doumeingts, 1993).

- *PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture)* (Williams, 1993). Il modello PERA è caratterizzato da cinque fasi:
 1. Una *fase concettuale*, nella quale si identificano le unità produttive, i compiti dell'amministrazione, la scelta dei processi, la selezione dei venditori, ecc.
 2. *Definizione* dei fabbisogni, dei blocchi elementari della struttura, della rete informativa, dei processi produttivi.
 3. La *progettazione*, comprensiva di piani dettagliati per il sistema informativo, per le risorse umane, per l'organizzazione e per le infrastrutture.
 4. La fase *costruttiva* e di *insediamento* che costituisce l'attuazione delle fasi precedenti.
 5. La fase *operativa*, nella quale le architetture delle prime tre fasi vengono utilizzate e sviluppate continuamente.
- *IEM-GAM (Integrated Enterprise Modeling)* (Mertins et al., 1992) - Viene utilizzato un approccio basato sulla programmazione ad oggetti. Il modello suddivide gli elementi su cui si basa un'azienda produttiva in tre classi principali: prodotti, ordini e risorse. Nel modello GAM (Generic Activity Model) i processi produttivi sono rappresentati dalle attività e nel modello IEM-GAM vengono

sviluppati due punti di vista. Il primo descrive gli aspetti funzionali della catena di produzione, il seconda invece si incentra sul sistema informativo.

Nei modelli citati mancano alcuni elementi come l'astrazione multi-livello, la capacità di rappresentare il flusso informativo con lo scambio dei messaggi e la capacità di adattamento. Tali carenze rendono le strutture statiche e incapaci di cogliere gli effetti di cambiamenti.

4.3 Il modello aziendale Lin, Tan, Shaw per simulazioni d'impresa

4.3.1 Una struttura per l'impresa

Lin, Tan, Shaw interpretano la struttura aziendale come una rete di agenti seguendo lo schema Supply Chain Network ed in particolare individuano i seguenti elementi come centrali per lo sviluppo di un modello di simulazione:

- *Unità* - L'unità partecipa al processo produttivo. Essa rappresenta un organismo oppure un dipartimento aziendale responsabile di un certo compito a seconda della granulosità del modello.
- *Infrastrutture* - Vengono definite tali i beni materiali o le attrezzature all'interno di una organizzazione.
- *Processi* - Rappresentano le attività interne all'impresa e possono essere suddivisi in sequenze di sotto-processi.
- *input/output (I/O)* - I processi utilizzano gli input per ottenere output. Esistono due tipologie di input/output: materiali ed informativi. I primi fanno parte del

prodotto fisicamente, mentre i secondi sono i contenuti dei flussi informativi, ad esempio la quantità di pezzi da produrre.

- *connessione/interazione*- Ogni unità produttiva è legata ad altre per gli input di cui necessita o per gli output che produce.
- *flusso informativo/canale di comunicazione* - Oltre allo scambio di prodotti, tra le unità esiste anche una rete di canali attraverso i quali fluiscono i flussi informativi. Essi possono essere rappresentati da una rete telefonica o di computer. La scelta del mezzo è fondamentale affinché le informazioni giungano al destinatario desiderato nei modi e nei tempi opportuni.
- *decisione/strategia* - Decisioni e strategie dirigono i processi di una unità produttiva. Ad esempio due aziende, che adottino una produzione su commessa la prima, e una produzione per il magazzino la seconda, avranno gli stessi input ed output, ma diversi processi e performance.
- *risorse informative* - Il rendimento dell'impresa è strettamente legato all'affidabilità ed alla tempestività delle risorse informative dell'impresa. Ad esempio, in una supply chain in cui le informazioni che provengono dalla clientela vengono filtrate dai diversi strati della rete, i tempi di attesa dei prodotti dipendono anche dalla rapidità con cui l'informazione giunge alla produzione.
- *finalità aziendali* - Sono la base di tutte le decisioni e vengono commutate in una serie di obiettivi la cui valutazione consente di avere una misura della performance globale.
- *misurazione della performance* - I metodi di misurazione della performance

aziendale vanno stabiliti a priori. In un processo di tipo OFP, ad esempio, vengono computati i tempi di attesa e di produzione, i ritardi, ecc.

- *possibilità di adattamento* - Questa caratteristica deve essere propria delle unità produttive che devono essere in grado di adattarsi con anticipo a nuovi contesti produttivi.

Un modello basato su questi elementi contiene oltre ad una descrizione delle interazioni tra le unità di un'impresa, le basi per effettuare una simulazione. La simulazione dei rapporti di interazione consente di verificare la correttezza del modello. Infine, se vengono inseriti gli elementi seguenti, è possibile effettuare simulazioni sperimentali in grado di testare nuove strategie mirate a migliorare il coordinamento e la performance.

- *linguaggio di programmazione e piattaforma* - Questi due elementi devono essere adeguati agli obiettivi del modello. La piattaforma di programmazione ad oggetti *Swarm* è ideale per definire il comportamento di ogni singola unità e le interazioni tra esse.
- *evento/stato/flusso* - Gli eventi o serie di eventi rappresentano le azioni. Le azioni sono determinate dal comportamento degli agenti rispetto all'ambiente e possono essere innestate da eventi esterni o da uno schedule interno. L'azione è determinata da una funzione interna all'agente che gli permette di reagire ad input in base allo stato in cui si trova. L'evento determina un'azione che porta l'agente a passare dallo stato(i) allo stato(i+1).

- *schedule* - Lo *schedule* determina il calendario degli eventi della simulazione. Esso determina quando un agente viene creato, attivato, 'spento' oppure il coordinamento delle interazioni degli agenti mentre al loro interno vengono organizzati eventi indipendenti.
- *creazione di agenti* - Le caratteristiche degli agenti possono essere determinate dall'interno attraverso variabili, funzioni e conoscenze. Questa opportunità consente agli utilizzatori di formare gli agenti e creare comunità (nel nostro caso swarm) di agenti.
- *scambio di informazioni tra agenti* - La capacità di inviarsi messaggi rende gli agenti capaci di comunicare.

4.3.2 I processi all'interno delle unità

Nei modelli descritti nel presente capitolo e nello sviluppo del modello di impresa virtuale, la produzione aziendale è generalmente caratterizzata da una catena di processi produttivi, localizzati in diverse unità aziendali, ognuno dei quali genera un valore aggiunto. Gli schemi della figura 4.1 rappresentano sequenze di processi tipiche dell'industria tessile, informatica e automobilistica.

L'*unità di processo* è individuabile come l'elemento base della struttura in grado di aggiungere una *unità di valore aggiunto* al prodotto. Una *unità di processo*(p) utilizza un input(I), lo trasforma e produce un output(O). L'output generato dal processo(p) viene riutilizzato come input da un altro processo e così via.

Una sequenza di processi non necessariamente presenta una struttura lineare. Ad esempio da un singolo input possono venire generati più output o il contrario.

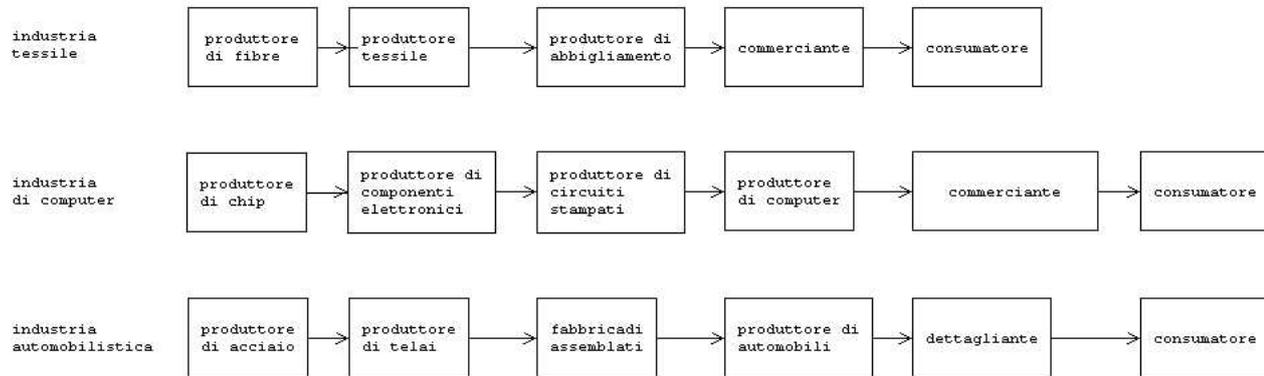


Figura 4.1: Catene di processi

Le proprietà della programmazione ad oggetti utilizzata dalla piattaforma di simulazione Swarm è ideale per rappresentare una struttura basata su processi. Ecco alcune caratteristiche utili:

1. le variabili e i metodi possono essere incapsulati in un oggetto;
2. la caratteristica dell'*ereditarietà*
3. il concetto di *classe*

L'*unità di processo* e l'*oggetto* sono in grado di trasformare un input in un output utilizzando rispettivamente *processi* e *metodi*. L'incapsulamento di variabili e metodi all'interno degli oggetti li rende indipendenti e semplici da modificare. Inoltre in fase di esecuzione gli eventi interni agli oggetti avvengono indipendentemente alla stessa stregua dei processi nelle unità aziendali. La metafora della produzione aziendale è così alquanto naturale.

4.3.3 L'utilizzo di *Swarm* come piattaforma di simulazione

Swarm è un software di simulazione multi-agente sviluppato per lo studio di sistemi complessi. La sua adattabilità alla simulazione d'impresa è possibile per i seguenti motivi:

1. Il nucleo di *Swarm* è costituito da una struttura ad oggetti necessaria per definire il comportamento degli agenti che interagiscono durante la simulazione. Un agente in Swarm è composto dai seguenti elementi: (1) un nucleo di *dati* che definiscono il valore delle variabili di stato dell'agente, (2) una *funzione di inizializzazione* necessaria all'agente attivo per "iniziare l'azione", (3) *funzioni di azione* che determinano le azioni innestate da messaggi che provengono dalla'ambiente, cioè da altri agenti oppure da oggetti preposti ad una funzione di controllo.
2. I modelli Swarm utilizzati sono basati su individui. Questo comporta che ogni agente possiede le proprie variabili di stato determinate dagli eventi passati e che ne determinano le azioni future. Utilizzando uno schema basato su individui si ottiene un modello più realistico in cui ogni agente possiede il proprio punto di vista sull'ambiente. Il comportamento generale del gruppo è determinato dal quello dei singoli individui.
3. In un modello Swarm ogni agente può esso stesso essere costituito da uno swarm di agenti, aumentando così il grado di complessità del sistema.
4. Un elemento fondamentale dei modelli Swarm è lo *schedule*. Ogni swarm ne possiede uno che determina i tempi degli eventi di tutti gli agenti interni allo swarm. E' necessario notare che il tempo assoluto è identico per l'intero

<i>Modello d'impresa</i>	<i>Swarm</i>
• Unità produttiva	• Uno swarm di agenti
• Entità materiale	• Agente
• Processo	• Metodo
• Suddivisione dei processi	• Struttura gerarchica nidificata
• I/O materiali e informazioni	• Messaggi
• Relazioni tra le unità	• Relazioni tra agenti
• Flusso informativo	• Invio dei messaggi
• Misurazione della performance	• Misurazioni statistiche
• Interazioni tra e dentro le unità	• Azione parallela e concorrente degli agenti

Tabella 4.1: Impresa e Swarm

sistema, la sua frammentazione invece è determinata da ogni singolo schedule. Gli schedule sono indipendenti l'uno dall'altro e compongono una struttura gerarchica.

5. Lo schedule determina una sequenza di azioni. Ogni azione è composta da (1) un messaggio da inviare, (2) un agente o un gruppo di essi cui inviarlo, (3) il momento in cui effettuare la trasmissione. Durante l'esecuzione, il nucleo dello schedule attraversa la lista di eventi determinata ed ordina agli agenti di inviare messaggi in un determinato momento. Gli agenti, a cui pervengono i messaggi, agiscono in base al proprio modello di comportamento.

Nella tabella 4.1 vi è un confronto tra gli elementi caratterizzanti il modello d'impresa e la piattaforma di simulazione Swarm.

4.3.4 MAIS (Un sistema informativo multi-agente)

Il modello MAIS è utile per costruire simulazioni di azienda con Swarm. La sua finalità è quella di interpretare Swarm come un sistema informativo multi-agente formato da quattro elementi: *agenti*, *mansioni*, *organizzazioni* e *infrastruttura informativa*. I componenti di MAIS sono descritti come segue:

1. Un *agente* è un oggetto attivo che possiede capacità di svolgere mansioni e comunica con altri agenti in base alla struttura organizzativa al fine di cooperare per la realizzazione degli obiettivi.
2. Le *mansioni* sono i compiti ai quali gli agenti sono assegnati e possono essere suddivise o meno in base alla struttura organizzativa.
3. Le *organizzazioni* comprese in un MAIS sono formate in accordo alle relazioni tra agenti. Una organizzazione è formata dalle relazioni di controllo e di informazioni esistenti tra gli agenti. Esistono due tipologie di sistema di controllo: centralizzato o decentralizzato. Il sistema di controllo può fare riferimento all'uno o all'altro o ad un misto dei due.
4. L'*Infrastruttura informativa* costituisce la struttura per la comunicazione tra agenti. In MAIS, alcuni elementi come il magazzino delle informazioni, le operazioni e le tecnologia delle comunicazioni facilitano le comunicazioni tra agenti. L'informazione è disponibile in un database comune accessibile o attraverso il passaggio dei messaggi.

4.4 Swarm e il modello Supply Chain Network

Il sistema Swarm per costruire modelli di simulazione si adatta perfettamente al modello supply chain network. Questo particolare e innovativo modello di impresa è composto da unità di produzione indipendenti o semi-indipendenti che possono essere rappresentate da uno swarm di agenti. All'interno di una SCN ogni unità produttiva è preposta a mansioni predefinite ed è dotata di capacità particolari; i modelli basati su agenti individuali di Swarm sono in grado di cogliere queste caratteristiche. La struttura a gerarchia nidificata di Swarm è adatta alla rappresentazione di una struttura a più strati di tipo Supply Chain Network. Ancora, in una SCN il controllo delle sequenze delle azioni è effettuato da organismi preposti e in Swarm esistono oggetti in capaci di gestire i tempi e le sequenze della simulazione suddivisa in momenti discreti (capacità di scheduling). Il grado di integrazione di una catena di fornitura, che dipende dai confini entro i quali circola l'informazione, è riconducibile ai limiti entro i quali vengono scambiati messaggi all'interno di uno swarm di agenti. Infine la performance globale di una SCN è determinata dai singoli processi interni alle unità produttive e similmente in Swarm la tendenza del gruppo è determinata dal comportamento dei singoli agenti. La tabella 4.2 riassume il raffronto tra caratteristiche del modello SCN e loro rappresentazione in Swarm. Nella figura seguente (pag 15) sono a confronto uno schema di struttura Supply Chain Network ed uno di tipo Swarm.

<i>Supply Chain Network</i>	<i>Swarm</i>
Composizione di unità di lavoro indipendenti o semi-indipendenti	Swarm di agenti con una modellazione individuale
Le unità produttive svolgono ruoli diversi	Gli agenti sono costruiti con variabili interne di stato e funzioni di comportamento
Struttura multi-livello	Struttura nidificata
Flusso informativo tra unità produttive	Invio di messaggi tra gli agenti
Flusso di materiali durante la fornitura, la produzione e la distribuzione	Simulazione di eventi discreti e sequenze divise in step per innestare le azioni degli agenti
I processi delle singole unità produttive contribuiscono alla performance globale	Il comportamento di un singolo agente determina quello dell'intero gruppo.
La visibilità della SCN è determinata dai confini del sistema informativo	I confini entro i quali vengono scambiati i messaggi determinano la visibilità

Tabella 4.2: Supply Chain Network e Swarm

4.4.1 Utilizzo di Swarm per simulare l'OFP in una catena di fornitura (SCN)

L'*Order Fulfillment Process* è il processo volto alla soddisfazione degli ordini. Swarm può essere utilizzato per simulare l'OFP in una rete supply chain e per evidenziare come l'aumento della distribuzione dell'informazione generi una performance aziendale migliore.

L'attivazione dell'OFP è determinato dalla ricezione degli ordini dai clienti mentre la sua conclusione coincide con la consegna del prodotto finito. Le attività della catena di fornitura possono essere divise in tre grandi categorie: gestione degli ordini, produzione, distribuzione. Gli obiettivi basilari di un OFP sono duplici (Christopher 1993; Golddman, Nagel e Preiss, 1995; Lin, 1996). In primo luogo la consegna di prodotti con i requisiti richiesti per soddisfare gli ordini dei clienti nei tempi e nei

luoghi stabiliti. In secondo luogo raggiungere un adeguato grado di elasticità per fronteggiare le aleatorietà derivanti dall'ambiente interno e dall'interazione con quello esterno.

4.4.2 Problematiche della gestione di SCN per l'OFP

Data la complessità di una SCN, è necessario coordinare le azioni degli elementi interni alla rete per ottenere una performance adeguata. Il *tempo di soddisfazione dell'ordine* viene computato a partire dalla ricezione dell'ordine da parte di un elemento della catena di fornitura ed è composto da cinque elementi:

1. Il *tempo di elaborazione dell'ordine*, inclusivo del tempo di trasferimento dell'ordine dal cliente al produttore o distributore e il tempo di definizione della data di consegna.
2. Il *tempo di attesa dei materiali* che include i tempi della pianificazione della fornitura e di acquisto, il tempo d'attesa del fornitore, il tempo di trasporto, di ricezione, di ispezione, di assemblaggio e il tempo di raccolta degli ordini di materiale.
3. Il *tempo di assemblaggio*, comprensivo del tempo di attesa, di lavorazione, di trasporto alla fase di produzione successiva.
4. Il *tempo di distribuzione* che comprende il tempo di preparazione della spedizione (documentazione e impacchettamento), il tempo del trasporto al cliente.
5. Il *tempo di installazione*

Gli elementi che compongono il tempo di soddisfazione dell'ordine distribuiti lungo la rete di fornitura sono caratterizzati in una certa misura da un grado di incertezza che

influenza il tempo delle fasi successive, causando la variabilità dell'intero processo di soddisfazione. Una delle funzioni principali dell'amministrazione di una supply chain è quello di mitigare tale incertezza coordinando le strategie dei componenti della rete a monte con quelli a valle. Per assolvere a questo compito è utile stimare la domanda per ogni livello della SCN e dotare la struttura di magazzini, situati tra i diversi livelli, in grado di ovviare alle fluttuazioni della domanda e dell'offerta (si pensi alla rottura di una macchina o ad un picco di domanda). Naturalmente, in un contesto in cui si mira a minimizzare il tempo di soddisfazione dell'ordine, è preferibile avvalersi di una efficiente gestione del coordinamento tra i livelli invece di utilizzare i magazzini. Esistono due tipologie di rapporto tra gli elementi di una catena di fornitura sulle quali è possibile operare:

1. La *dipendenza tra produttore e consumatore* (assimilabile alla dipendenza tra produttore e fornitore). E' necessario cooperare e coordinare le attività in modo efficiente ed efficace. L'efficienza implica ridurre i tempi di attesa del magazzino, mentre l'efficacia comporta produrre solamente i prodotti richiesti.
2. La *sincronizzazione dei flussi di materiale* in modo da minimizzare le scorte di magazzino e i tempi di attesa.

L'informazione può sostituire efficacemente il ruolo svolto dai magazzini. In particolare l'informazione riguardante il tempo di attesa sull'arrivo dei materiali provenienti dai diversi fornitori può essere utilizzata per effettuare una pianificazione. Similmente ciò può avvenire tra clienti e produttori con un rapido trasferimento delle informazioni sugli ordini. In secondo luogo è necessario rendere gli elementi della supply chain in grado di effettuare pianificazioni sfruttando la globalità dell'informazione disponibile nella supply chain in modo da aumentare la visibilità nel sistema. Lin (1996) ha

<i>Caratteristiche</i>	<i>Tipo I</i>	<i>Tipo II</i>	<i>Tipo III</i>
processi produttivi	assemblaggio convergente	assemblaggio divergente	differenziazione divergente
obiettivi produttivi primari	produzione su previsioni	personalizzazione	sensibilità
differenziazione dei prodotti	anticipata	posticipata	posticipata
gamma dei prodotti	concentrati in produzione	differenziati in distribuzione	concentrati in produzione
ciclo di vita del prodotto	anni	da mesi ad anni	da settimane a mesi
principali tipi di magazzino	prodotti finiti	semilavorati	materie prime

Tabella 4.3: Caratteristiche di diverse tipologie di SCN

individuato tre tipologie di supply chain basate su diversi attributi come i processi produttivi, gli obiettivi primari di produzione, la differenziazione dei prodotti, la gamma dei prodotti, il ciclo di vita del prodotto ed i principali tipi di magazzino come mostrato nella tabella 4.3. Questa classificazione è utile per chiarire come sviluppare il processo di soddisfazione degli ordini in una catena di fornitura.

Tipicamente fanno parte del *primo tipo* di SCN le industrie automobilistiche ed aerospaziali nelle quali è fondamentale la sensibilità verso la domanda per evitare costose scorte di magazzino e il coordinamento di fornitori con i produttori per un flusso di materiali omogeneo. Queste industrie si riforniscono da un grande numero di fornitori ed i molteplici semilavorati passano da un punto di lavorazione ad un altro finchè non vengono assemblati nel prodotto finale. Esempi di SCN di *secondo tipo* sono le industrie di apparecchiature elettroniche e di computer in cui la gestione del tempo di attesa nel processo produzione su ordinazione e la gestione del magazzino

di semilavorati per l'assemblaggio sono elementi determinanti. I fornitori di materiali e componenti in queste supply chain sono pochi; i processi complessi di assemblaggio di modelli standard vengono svolti in fabbrica mentre quelli più semplici vengono effettuati dal distributore, di conseguenza sono necessari più punti di distribuzione per far fronte rapidamente ad ordini personalizzati. Infine sono classificate come SCN di *terzo tipo* le industrie di moda e abbigliamento caratterizzate dalla necessità di acquisire informazioni sulle tendenze dei gusti e di posticipare il più possibile la differenziazione dei prodotti per ovviare al cambiamento della domanda. Le SCN di terzo tipo producono un numero elevato di prodotti a partire da pochi materiali grezzi, il numero dei fornitori e delle unità di produzione è ristretto, al contrario i distributori e i rivenditori sono numerosi.

4.4.3 Realizzazione di una SCN con Swarm

La realizzazione di un modello di simulazione di un order fulfillment process in una supply chain network è descritto da Lin, Strader, Shaw. Le procedure essenziali per la costruzione sono due:

1. Simulare il processo di soddisfazione degli ordini nell'ambiente supply chain. Questo comporta formare gli agenti, definirne le funzioni e le relazioni, riprodurre gli ambienti di lavoro.
2. Valutare l'OFP nella catena di fornitura, determinando i criteri, effettuando sperimentazioni, e considerare strategie per migliorarne la performance.

La figura 4.2 rappresenta lo schema generale della struttura. Lo swarm più elevato è l'*OFP Swarm* il quale controlla l'intera simulazione. Quest'ultimo genera altri due swarm, il *Model* e lo *Statistic*, crea le azioni ed infine aziona la simulazione. Nel

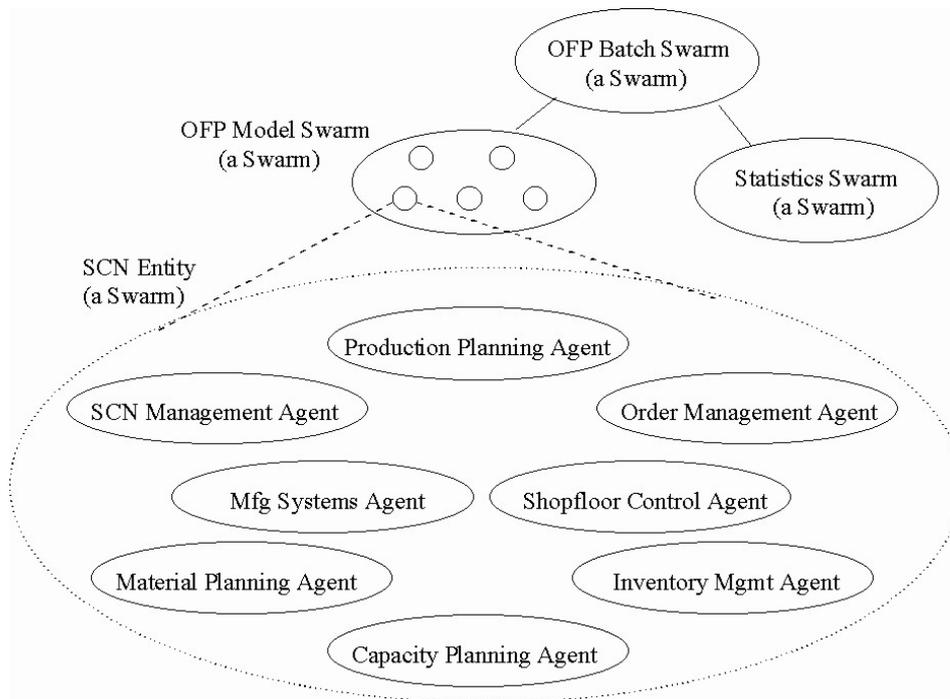


Figura 4.2: Realizzazione di una SCN in Swarm (Fonte: Lin, Tan, Shaw 1996)

momento in cui vengono costruiti gli oggetti un array genera le entità della catena di fornitura. L'attivazione delle azioni delle entità dipendono dall'attivazione del model e di una sua parte particolare: il *model actions*. Un'entità della SCN possiede le informazioni relative al suo livello sui fornitori, sui clienti, sui ritardi di trasferimento, sui tempi di consegna cui possono accedere gli agenti che la compongono e altre entità esterne. Essa è composta di più agenti con funzioni definite che permettono il flusso di materiali ed informazioni all'interno delle entità e tra le entità:

1. *Gestione degli ordini* - Smista gli ordini provenienti da entità esterne o da altri agenti interni. I suoi compiti sono la stima dei tempi di consegna, controllare la disponibilità di magazzino ed effettuare ordini ai fornitori se necessario. Riceve

gli ordini dall'entità Swarm SCN e richiede la disponibilità di magazzino all'agente responsabile della gestione del magazzino. Se l'entità ha anche capacità produttive, la stima dei tempi di consegna dipende anche dalla pianificazione della produzione e dal controllo di produzione.

2. *Gestione del magazzino* - Cura la lista delle disponibilità del magazzino, lo riordina e risponde alle richieste da parte degli altri agenti.
3. *Pianificazione della produzione* - Riceve gli ordini dal gestore degli ordini e in funzione dei tempi stabiliti di consegna, genera dei piani di produzione che verranno utilizzati dalla produzione e dal controllo di produzione.
4. *Pianificazione della capacità produttiva* - Fornisce informazioni alla pianificazione della produzione riguardanti la capacità produttiva basata sul consumo dei sistemi produttivi.
5. *Pianificazione della fornitura di materiali* - Pianifica i fabbisogni di materiali per il processo produttivo richiedendoli ai fornitori o al magazzino, e fornisce informazioni alla pianificazione della produzione sulla disponibilità di materiali.
6. *Controllo di produzione* - Si occupa di inviare 'pezzi' dal magazzino alla produzione in base alle procedure di produzione previste per l'ordine. Fornisce informazioni relative alla capacità produttiva.
7. *Produzione* - Esegue i processi produttivi utilizzando i componenti e l'informazione sulla capacità produttiva.
8. *Gestione della SCN* - Sceglie i fornitori e i canali di distribuzione.

4.4.4 Modello di simulazione Supply Chain Online (da completare)

Il modello di simulazione Supply Chain online è stato sviluppato con Swarm da Schlueter-Langdon, Bruhn, Shaw. L'oggetto di studi è la sperimentazione di diverse strategie adottabili da aziende che intendono entrare nel mercato on-line. A tal fine si è resa necessaria la costruzione di particolari oggetti e funzioni Swarm ed il risultato è un nuovo pacchetto di simulazione che semplifica l'analisi delle strutture organizzative dal punto di vista dell'integrazione e del coordinamento. Tale sistema, denominato ORECOS (ORganizational ECOsystems Simulator) (Schlueter e Shaw 1998), sfrutta le proprietà di poliformismo ed ereditarietà della programmazione ad oggetti (v.cap1) che ne incrementano la flessibilità e la scalabilità.

Questo modello generale di struttura organizzativa aziendale è realizzato su una struttura di tipo MAS (sistema multi-agente) adottando lo schema di impresa sviluppato da Sikora e Shaw (1996) e i metodi di tipo CAS (sistema adattivo complesso) sviluppato da Holland (1996). Inoltre altri elementi sono ispirati al modello supply chain network (Lin 1996) e al modello di simulazione del villaggio preistorico Anasazi (Koler e Carr 1996), entrambi realizzati con la piattaforma di simulazione Swarm.

Gli elementi fondamentali del modello sono: un'industria, alcune aziende e una catena di fornitura. L'industria è costituita da aziende che sono raggruppate in settori, come produzione e distribuzione. Ogni azienda effettua almeno un processo produttivo inclusivo delle funzioni di costo e la supply chain stabilisce la successione dei processi. Le strutture aziendali sono determinate dalla combinazione di diversi processi; se il processo è unico l'azienda è considerata specializzata, mentre se i

processi sono molteplici e combinati tra loro l'azienda è di tipo integrato. I diversi aspetti dell'information technology sono riflessi nella forma di diverse funzioni di costo (costi fissi, costi variabili) contenute nei processi aziendali. Il meccanismo dell'effetto di ritorno tipico delle supply chain (v. feedback nel capitolo precedente) è la conseguenza del coordinamento delle interazioni tra le aziende che compongono la catena di fornitura. Ogni azienda è contemporaneamente compratrice di input e venditrice di output. Al fine di identificare le possibili strategie adottabili dalla supply chain è necessario analizzare le diverse tipologie aziendali per ogni settore e valutarne la performance con misure del valore aggiunto creato. Questa misura si ottiene sottraendo il costo della produzione e degli input dai ricavi derivanti dalla vendita dell'output alle aziende che seguono nella catena. Tutte le aziende della supply chain con i loro componenti funzionali sono collegate tra loro attraverso dei rapporti di interdipendenza.

Tra gli elementi caratterizzanti del modello, spiccano gli *agenti di mercato* fraposti tra le aziende e gestori dei flussi lungo la catena di fornitura (flussi di prodotti in un senso e di distribuzione di valore aggiunto nell'altro). Nel caso di strutture integrate gli agenti di mercato potrebbero restare inattivi durante la simulazione.

I processi attuati all'interno delle singole aziende sono suddivise in tre categorie:

- adattamento
- produzione
- compensazione

Le aziende effettuano almeno un processo, che pianificano e gestiscono. Nel caso di aziende integrate, l'agente impresa è composto da almeno due agenti processo, e le

risorse interne sono massimizzate in modo da utilizzare l'intera quota interna pre-assegnata (*in house share*). Quest'ultima variabile viene utilizzata per simulare un particolare meccanismo di coordinamento, infatti variando il suo valore percentuale tra 0 e 100 è possibile ottenere una struttura di mercato oppure una gerarchica integrata.

Il costo totale della singola azienda è dato dall'espressione:

$$C_E = \sum_{k=1}^{n_p} C_{p_k} + C_{EP_k}$$

k	Numero dei processi aziendali	
n_p	Processi aziendali a monte	I rendimenti di scala della funzione di
C_{p_i}	Funzione di costo del processo	
C_{EP_i}	Costo degli input di processo	

produzione di ogni processo sono costanti per ipotesi coerentemente con le strutture in esame che si avvalgono di tecnologia avanzata. La funzione di costo per unità prodotta è quindi lineare (per produrre y unità di output sarà sufficiente utilizzare y volte la quantità di input utilizzata per produrre una unità (Varian 1987). La funzione di costo di ogni processo è:

$$C_P(y) = C_{FIX} + c_{VAR}(y)$$

C_{FIX}	Costi fissi del processo (es. deprezzamento e ammortamento)
c_{VAR}	Costo variabile del valore aggiunto del processo

4.4.5 Distribuzione dell'informazione e performance aziendali (inserire)

4.5 I principi dello schema ERA e il concetto di *Rulemaster*

Bibliografia

- [1] Lin, Strader, Shaw. *Using Swarm for simulating the Order Fulfillment Process in divergent assembly supply chains*, inserire data.
- [2] Lin, Tan, Shaw. *Multi-agent enterprise modeling*, 1996.
- [3] Schlueter-Langdon, Bruhn, Shaw. *Online Supply Chain modeling and simulation*, inserire data.

Capitolo 5

Il modello di impresa virtuale sviluppato con *Javaswarm*

5.1 Introduzione

Questo capitolo contiene la descrizione di un modello di simulazione molto semplificato di impresa. L'idea di fondo è quella di cogliere gli aspetti fondamentali della struttura di una impresa al fine di simularne il funzionamento e successivamente osservare gli effetti di piccole modificazioni.

Le semplificazioni caratterizzanti il modello sono opportune per più motivi:

- il modello è aperto ad ulteriori specificazioni
- il rischio di commettere degli errori di specificazione è basso
- sono contenuti tutti gli elementi che consentono di effettuare la simulazione del funzionamento dell'azienda

La struttura portante del codice Javaswarm è stata sviluppata da Terna alla fine del 2000 (?come citare?), altre parti sono il frutto del lavoro di Landini, Ormezzano, Pelligra e Remondino nel corso dell'anno 2001. L'esempio didattico "jSimplebug"

(Staelin 2000), traduzione in Java di un del corrispondente scritto in OjebectiveC da Lanton, ha ispirato la struttura del codice dell'applicazione.

5.2 Descrizione del modello

La *Java Virtual Enterprise* si occupa della produzione di stringhe di numeri (ad esempio 3-12-4-21-21) di lunghezza variabile (v. fig 5.1). Ogni numero della stringa rappresenta un processo produttivo che dovrà essere svolto per completare il prodotto. L'impresa è costituita da una rete di unità produttive che si scambiano i prodotti in fase di lavorazione. Per ogni processo necessario al prodotto, esiste almeno una unit in grado di svolgerlo. Attualmente non è previsto che esistano più unità in grado di svolgere i medesimi processi produttivi, caso peraltro molto interessante in quanto comporterebbe l'inserimento di un criterio di scelta (ad es. il costo di produzione, la logistica, i tempi di produzione, l'unità più libera, ecc.). Gli ordini vengono di volta in volta inseriti per ultimi in liste d'attesa interne alle unità; i primi ordini delle liste saranno i primi ad subire la produzione, seguendo uno schema FIFO (first in - first out).

Gli elementi del modello descritto nei paragrafi successivi sono rappresentati, dal punto di vista informatico, da *oggetti*. Gli oggetti sono generati da *classi* dalle quali ereditano tutte le caratteristiche e le capacità (*metodi*) di svolgere azioni¹. Il processo di creazione viene effettuato ogni qualvolta sia necessario un oggetto di una determinata classe. In termini tecnici inglesi tale procedura viene indicata con il verbo "to

¹Per convenzione i nomi delle classi sono in maiuscolo, tutti gli altri sono minuscoli. I metodi sono seguiti dalle parentesi "()", che, se previsto, contengono variabili.

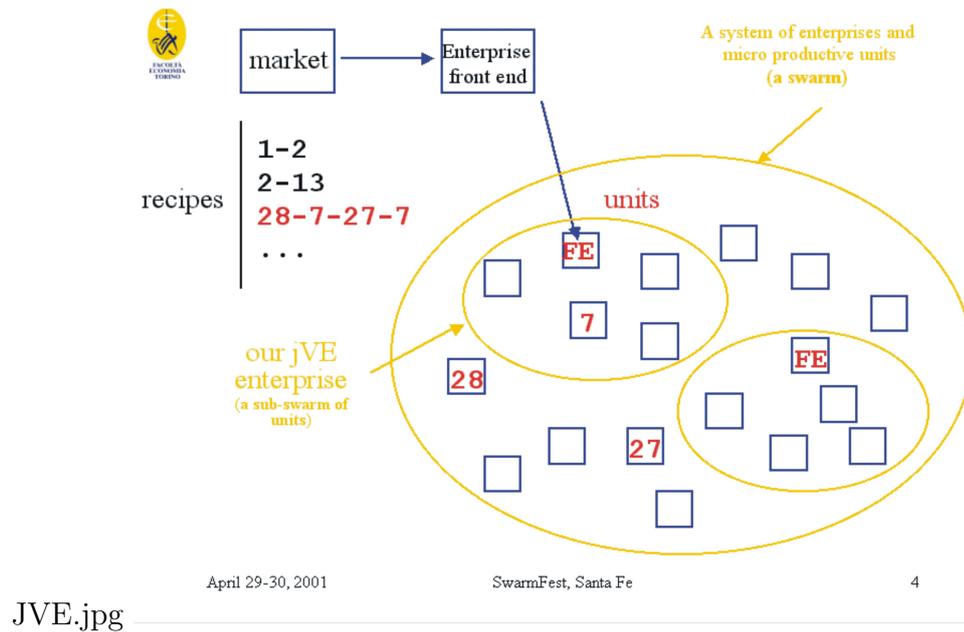


Figura 5.1: Schema Java Virtual Enterprise (fonte: Terna, 2001)

instance”; per semplicità e perché più chiaro e sintetico, nel prosieguo della trattazione verrà utilizzato il corrispondente in linguaggio tecnico italiano ”istanziare” e i suoi derivati, senza pretendere di ampliare i significati del lessico italiano.

Il modello sfrutta i vantaggi della programmazione ad oggetti; questo implica che tutti i soggetti della produzione, così come i prodotti, sono rappresentati da *oggetti* generati da *classi* opportunamente definite. In questo caso ai fini della simulazione è necessario creare più unità produttive pressoché identiche l’una all’altra. La programmazione a oggetti consente di superare l’annoso problema di costruirle una ad una. Utilizzando le classi è possibile specificare una sola volta le caratteristiche desiderate ottenendo che vengano ereditate dai singoli oggetti. Questi ultimi possono inoltre *ereditare* da più di una classe, rendendo possibile che le unità produttive possano

assumere caratteristiche diverse ed essere in grado di rappresentare diverse strutture aziendali senza stravolgere la struttura informatica del modello. In fase di sviluppo la caratteristica appena descritta è molto vantaggiosa poiché consente di operare una sola volta le modifiche alle classi ed ottenere che vengano rilevate da tutti gli *oggetti* che ad esse fanno riferimento.

La descrizione inizia con la creazione di tutti gli elementi del modello e procede seguendo la 'storia' della produzione, partendo dall'arrivo dell'ordine nell'impresa fino al termine della sua produzione. Per comprendere più a fondo la struttura dell'applicazione Swarm, è utile osservare il grafico UML di pag 132 realizzato con Together.

5.2.1 La sequenza di generazione dell'ambiente di simulazione: *Start*, *ObserverSwarm*, *ModelSwarm*

La breve descrizione della generazione dell'ambiente di simulazione che segue è tipica di ogni applicazione Swarm.

Il programma ha inizio eseguendo la classe **Start** che contiene il metodo *main*. Main genera una istanza della classe **ObserverSwarm**, la quale assegna i valori ai parametri dell'osservazione della simulazione, ne richiama i metodi che principalmente leggono i parametri della simulazione in un apposito file scritto in Lisp (*jveframe.scm*) e istanziano il **Model**. Altre funzionalità fondamentali dell'ObserverSwarm, come quelle che consentono l'osservazione della simulazione (ad esempio grafici e file di dati di output), vengono richiamate nel momento in cui inizia la simulazione d'impresa vera e propria. Una nuova funzione sviluppata da Landini (2000) della classe ObserverSwarm consente di generare grafici ad istogramma sfruttando le proprietà di

un pacchetto Java denominato Ptolomey. Si continua con la descrizione del funzionamento del programma Swarm in cui un metodo di Start richiama ObserverSwarm ed i suoi metodi che al loro volta richiamano ModelSwarm ed i suoi metodi, finchè la simulazione non è pronta per partire. La classe ModelSwarm genera tutti gli elementi dell'impresa virtuale (unit, order, ecc.) assegnando i valori ai parametri.

Svolta la procedura descritta, l'esecuzione si interrompe e tre finestre di dialogo appaiono sullo schermo. Una di esse, il *controlPanel*, permette di attivare la simulazione, fermarla, procedere per singoli step, salvare la disposizione delle finestre per esperimenti successivi, ed infine di uscire dall'applicazione. Le altre due sono dette *probe* in quanto costituiscono delle "sonde", e consentono di inserire i parametri dell'impresa da simulare qualora non si abbia provveduto a farlo nel ModelSwarm e nell'ObserverSwarm o modificando il file ".scm", come osservabile nella figura 5.2. I parametri della simulazione sono:

- il numero totale di unità aziendali (*totalUnitNumber*)
- la dimensione massima dei prodotti (*maxStepNumber*)
- se l'impresa utilizza i magazzini e il sistema informativo (*useWareHouses* e *useNews*)
- il parametro *MaxInWarehouses* indica la quantità massima contenuta dai magazzini.
- *infDeepness* indica sostanzialmente la profondità del sistema informativo (questo concetto verrà chiarito più avanti)
- la frequenza di aggiornamento dei grafici (*displayFrequency*)

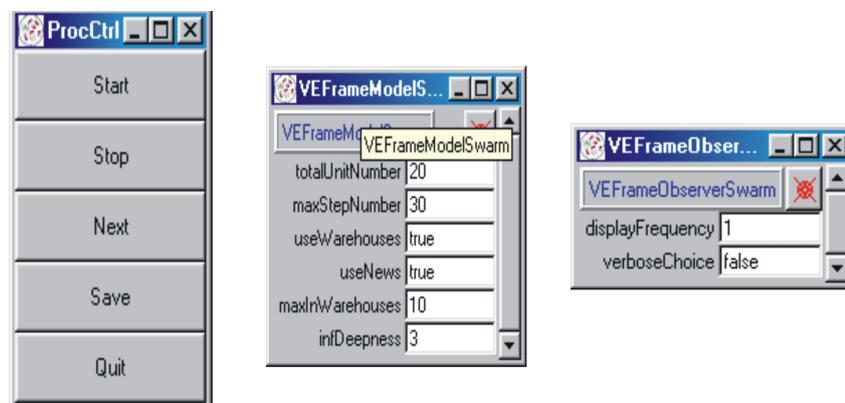


Figura 5.2: Control panel, probe dell'Observer e del Model.

- se si preferisce che l'applicazione mostri i messaggi previsti dal modello (*verboseChoice*).

E' da notare che i parametri sono modificabili in tre modi e due momenti diversi:

1. Prima dell'esecuzione direttamente nel ModelSwarm
2. Prima dell'esecuzione nel file "jveframe.scm" che viene letto dall'ObserverSwarm
3. Direttamente dalla *probe*, nel momento in cui l'ambiente è stato creato e la simulazione è pronta per iniziare.

L'applicazione attribuisce i valori alle con il seguente ordine e gli ultimi assegnati sono quelli definitivi per l'esperimento: valori scritti nel ModelSwarm, valori del file jveframe.scm, valori modificati nella probe. Sorge spontaneo chiedersi per quale motivo siano previste tre possibilità; innanzitutto modificare il valore dei parametri nel ModelSwarm significa scorrere diverse righe di codice, le modifiche al file scm sono agevoli e comportano che l'ambiente sia generato con i valori che contiene, la probe

consente di effettuare modifiche all'ultimo momento, subito prima che la simulazione inizi.

5.2.2 *Order e OrderGenerator*

L'azienda rappresentata si occupa della produzione di numeri. In particolare i prodotti finiti sono costituiti da una stringa di lunghezza variabile di numeri che rappresentano gli elementi costitutivi il prodotto finale. I numeri vengono prodotti dalle *unità produttive* che si differenziano per la capacità di produrre certi numeri oppure altri. Gli ordini detti **order** sono generati dall'omonima classe e contengono le seguenti informazioni:

- il codice identificativo del prodotto detto *orderNumber*
- il numero totale di elementi che compongono l'order definito come *stepNumber*.
- la ricetta (*orderRecipe*), rappresentata da un vettore di lunghezza *stepNumber* che indica gli elementi necessari per il completamento dell'order (in questo caso i numeri).
- lo stato *orderState* di avanzamento, costituito anch'esso da un vettore di lunghezza *stepNumber* i cui valori indicano se gli elementi dell'*orderRecipe* sono stati completati o meno.
- al suo interno viene registrato il momento in cui inizia la produzione (*startingDay*)
- la funzione di *costo del prodotto* e quella di *costo totale*

La struttura dell'order consente agli attori del processo produttivo di interrogarlo riguardo le caratteristiche appena elencate, ed inoltre anche riguardo ai seguenti elementi:

- il numero di processi produttivi, ancora da effettuare (*getHowManyStepsToBeDone*)
- qual'è il prossimo processo produttivo (*getNextStep*).
- il processo produttivo da effettuare in una determinata fase della lavorazione (*getProductionToBeDoneAtNextStepNumber*)

Infine, il metodo *setDoneStep* permette all'order di registrare, modificando l'orderRecipe, l'avvenuta lavorazione di una certa fase del suo completamento. La classe order genera oggetti order ogni qualvolta venga richiamata da un oggetto responsabile di simulare il mercato: **orderGenerator** (istanza ovviamente di una classe OrderGenerator). L'orderRecipe ed il valore di stepNumber vengono stabiliti casualmente dall'orderGenerator che li inserisce nell'order. Una volta istanziato l'order, orderGenerator completa le sue funzioni inviandolo alla unit in grado di produrre il primo elemento dell'orderRecipe.

5.2.3 *Unit*

Allo stato attuale, **unit**, ovvero l'unità produttiva, costituisce la parte centrale del modello. Al suo interno avviene la produzione e la contabilizzazione del singolo elemento dell'orderRecipe, l'eventuale produzione per il magazzino (*warehouse*) ed infine l'eventuale invio di notizie (*news*) agli altri attori del processo produttivo. A seconda che l'esperimento preveda l'utilizzo o meno dei magazzini, ed unitamente ad

essi l'utilizzo o meno del sistema informativo, la unit assume caratteristiche diverse. Le tre tipologie presentano le seguenti caratteristiche:

- Il numero che le contraddistingue (*unitNumber*).
- Se utilizzano o meno i magazzini e il sistema informativo (*useWarehouses*, *useNews*).
 - Nel caso di utilizzo dei magazzini, la unit possiede un magazzino (*warehouse*) di semilavorati, di capienza variabile (*maxInWareHouses*, definibile dall'utente). Inoltre una divisione dell'unità è responsabile della gestione del magazzino, si tratta dell'*InventoryRuleMaster*.
 - Se è previsto l'utilizzo del sistema informativo, unit possiede una lista delle notizie arrivate (*newsList*) ed una divisione responsabile della gestione del sistema informativo, denominata *informationRuleMaster*.
- Conoscono l'elenco delle unità produttive aziendali (*unitList*).
- Gli order che giungono nella unit vengono inseriti in una lista d'attesa, la *waitingList*.
- Gli order che subiscono la lavorazione vengono inseriti in una lista di produzione del giorno (*daylyProductionList*).

5.2.4 Il magazzino (*warehouse*) e l'*Inventory Rule Master*

Il magazzino è un oggetto della classe **WareHouse** (Remondino e Terna, 2001), che possiede le seguenti caratteristiche e capacità:

- Un numero identificativo (*warehouseNumber*), che indica a quale unit appartiene.
- Il numero di semilavorati che contiene (*inventoryCounter*)
- La capacità di rispondere ad interrogazioni riguardo il suo stato di riempimento (*getInventoryCounterValue, empty*).
- La capacità di registrare l'incremento della quantità di semilavorati contenuta.

L'**Inventory Rule Master** è unico per tutte le unit e come già accennato contiene le regole di gestione del magazzino delle unit. E' in grado di dare alla unit l'assenso per produrre per il proprio wareHouse. I criteri decisionali per la produzione del magazzino sono diversi a seconda che l'esperimento includa o meno il sistema informativo:

- Nel caso di assenza del sistema informativo, l'Inventory Rule Master consente di produrre per il wareHouse se non è ancora stato raggiunto il limite quantitativo prestabilito (*maxInWareHouse*).
- Nell'altro caso, l'Inventory Rule Master tiene in considerazione le notizie (*news*) contenute nella *newsList* della unit oltre ai limiti dimensionali del magazzino.

5.2.5 Produzione e propagazione (*unitStep1* e *unitStep2*)

Il ciclo degli eventi corrisponde metaforicamente ad una giornata lavorativa ed è composto da due momenti fondamentali: la produzione (*unitStep1*), e la propagazione (*unitStep2*). Entrambi sono rappresentati da metodi, e comprendono tutti i processi

che la unit è tenuta a svolgere nei due distinti momenti della giornata. La descrizione degli eventi di unit riguarda il caso completo, cioè con l'utilizzo di magazzini e sistema informativo. **UnitStep1** è un metodo di unit e rappresenta il momento della produzione giornaliera. La unit controlla la lista degli order in attesa di lavorazione (*waitingList*): se è piena, effettua la lavorazione sul primo order della lista utilizzando pezzi del magazzino se disponibili, altrimenti interroga l'InventoryRuleMaster sull'opportunità di produrre per il magazzino. Se il magazzino contiene semilavorati, viene completato il maggior numero possibile di order contenuti nella *waitingList*. Infine se la fase di produzione seguente coincide con quella della unit corrente, l'order viene reinserito in coda alla *waitingList*, altrimenti verrà inserito nella *dailyProductionList*. In questa fase avviene la contabilizzazione dei costi, argomento del paragrafo dedicato alla contabilità. In **unitStep2** la unit controlla la lista degli order che hanno subito la lavorazione nella giornata (*dailyProductionList*) e si presentano due possibilità:

1. L'order è completo ed è possibile dichiarare terminata la sua produzione registrando i risultati (costi, tempi di produzione, ecc.).
2. L'order è incompleto, viene quindi inviato alla *waitingList* della unit in grado di effettuare la fase produttiva successiva (*setWaitingList*). Come verrà chiarito più avanti, in questa precisa fase, la unit si preoccupa di eliminare notizie (news, v. paragrafo 5.3.1) ad esso relative contenute nella *newsList*.

Sempre in *unitStep2* la unit si avvale delle funzionalità del sistema informativo del modello d'impresa. La unit controlla il contenuto della propria *waitingList* ed invia le informazioni riguardanti il primo order che subirà la lavorazione alle unità successive. In termini più tecnici, unit 'prende', copiandolo, il primo order della

waitingList, nel caso quest'ultima non sia vuota, e lo interroga su quali siano le fasi di lavorazione successive. Il numero totale di fasi successive considerate è indicato dal parametro *informationDeepness*. Successivamente la unit interroga l'**Information Rule Master** su se sia possibile comunicare con le unit responsabili delle suddette fasi di lavorazione. In caso di risposta affermativa, la unit 'fabbrica la notizia' istanziando un oggetto della classe *News* (v. paragrafo 5.3.1) ed inviandolo alla *newsList* della unit destinataria. La unit che riceve la news, prima di accettarla controlla di non aver ricevuto news analoghe, ovvero che riguardano stessi order e stesse a fasi di lavorazione ².

5.3 Il sistema informativo di JVE

L'inserimento del sistema informativo in un modello di simulazione aziendale è fondamentale poichè costituisce il nucleo della struttura organizzativa, e solo rappresentandolo è possibile cogliere gli effetti della cooperazione, del coordinamento, o peggio della routine, della pigrizia, ecc.

Il sistema informativo di JVE è rappresentato da una matrice *informationFlowMatrix* di dimensione N, in cui N è il numero delle unità aziendali, che rappresenta l'insieme delle possibilità di scambio delle informazioni tra le unità aziendali. Se l'elemento $s(i,j)$ di *informationFlowMatrix* vale "0" l'unità *i*-esima non deve comunicare informazioni alla *j*-esima. Il valore "1" rappresenta invece l'esistenza di un rapporto di scambio di informazione dall'*i*-esima alla *j*-esima unità. Il valore "1" intende rappresentare la "prassi" seguita da una certa unità che abitualmente invia informazioni ad

²Esempio: la news non viene accettata se riguarda il 5 elemento dell'order 2, in quanto la newsList contiene già una news che si riferisce allo stesso elemento dello stesso order

un'altra in particolare. L'assenza di un rapporto, determinata dal valore "0", oltre a rappresentare l'assenza della necessità di inviare informazioni ad una determinata unità può indicare la pigrizia, o ancora l'effetto dell'incrinamento dei rapporti.

All'interno dell'applicazione i valori della matrice *informationFlowMatrix* vengono scritti dall'utente in un apposito file e vengono letti dall'*Information Rule Master*. In base a tali valori l'Information Rule Master dà il consenso alle unit per l'invio delle notizie.

5.3.1 *News*

Durante lo sviluppo del progetto si è posto il problema di come rappresentare l'informazione in sé stessa. Tra le possibilità vi era quella di inviare singole variabili od oggetti (ad esempio order) ai destinatari desiderati oppure consentire che questi 'vedessero' i valori direttamente, in un certo senso andando a cercare l'informazione. Una soluzione di questo tipo avrebbe sicuramente complicato la scrittura del codice, rendendolo poco decifrabile e poco disponibile a sviluppi futuri, generando una sorta di 'disordine' simile a quello dell'azienda in cui i fogli-notizia non sono contenuti in cartelle contrassegnate da mittente e destinatario. Un'altra soluzione attuabile consisteva nel *concentrare* l'informazione, generando un database virtuale contenente tutta l'informazione possibile. Questa soluzione è però in forte contrasto con la filosofia dei modelli di simulazione, infatti le caratteristiche dei sistemi complessi emergono meglio *decentralizzando* i processi. La centralizzazione dell'informazione nel modello avrebbe rappresentato adeguatamente le rare realtà aziendali in cui tutta l'informazione disponibile è accessibile da tutti, ma si sarebbe rivelata inadatta per la grande maggioranza dei casi in cui la distribuzione dell'informazione è limitata.

La soluzione adottata è quella di includere le informazioni all'interno di appositi oggetti, istanza della classe **News**, che gli attori della simulazione di volta in volta decidono di inviare a qualcuno. La news è la metafora del messaggio, dell'e-mail, della lettera, del dispaccio aziendale, della cartella consegnata ad un dato settore, e così via; è caratterizzata dal nome di chi la invia e di quello a cui è destinata (in questo caso dal numero che contraddistingue le unit). L'attuale versione del modello d'impresa virtuale prevede che la news contenga informazioni riguardanti l'order che arriverà in una determinata unit; la classe News quindi genera oggetti news in grado per ora di accogliere oggetti di tipo Order. Una delle caratteristiche più utilizzate della programmazione oggetti, il *polimorfismo*, consente di generare da una stessa classe oggetti con differenti parametri. In futuro quindi la classe News potrebbe generare diversi tipi di news in base al tipo di informazione da inviare.

Metaforicamente l'arrivo della *news* nella *news list* della *unit(j)* dovrebbe stimolare la *unit(j)* ad anticipare, per quanto possibile, la lavorazione destinata all'*order(x)*. Questo 'stimolo' è rappresentato dalla comparsa nella *news list* di una *news* contenente un *order*. Esempio: la *unit(3)* riceve una news nella quale è contenuta un order con "ricetta" 13345 e "stato" 00010 e nel caso non ci fossero order in lista di lavorazione, potrebbe scegliere di lavorare per il proprio magazzino qualora non fosse pieno, producendo elementi di tipo 3 che verranno assemblati sull'order in arrivo.

5.4 La contabilizzazione dei costi (inserire)

In step1 la unit calcola i costi fissi in ogni caso ed i costi variabili nel caso produca "sul momento" oppure per il magazzino. Il valore dei costi, sia fissi che variabili, deriva dalla lettura di opportuni file definiti dall'utente. La contabilizzazione dei

costi descritta restituisce i costi per ogni unit e per l'insieme delle unit in ogni ciclo. I valori cumulati di ogni step vengono registrati in un file, utilizzabile per seguire l'andamento dinamico dei costi nelle unit e nel loro insieme.

La contabilità è stata poi affrontata anche dal punto di vista degli ordini. Ogni qualvolta l'order subisce una lavorazione, ne registra il costo al proprio interno. Il costo totale degli ordini finiti in un giorno viene registrato in un file. La lista *orderList* contiene tutti gli ordini in lavorazione e viene utilizzata per calcolare in ogni periodo il valore cumulato dei costi. Anche questi valori giornalieri vengono registrati in un file. Infine il costo finanziario delle giacenze in magazzino, che dipende da un tasso definito dell'utente, compare in un file denominato *inserire*.

I ricavi della produzione vengono anch'essi computati seguendo percorsi differenti. Viene calcolato e registrato su file:

- *dailyRevenue*, ovvero il valore dei ricavi dei singoli ordini terminati.
- *dailyStoredComponentValue*
- *totalRevenue*
- *totalSemimanufacturedProductRevenue*

5.5 I metodi del modello

I metodi di una classe consentono agli oggetti da essa prodotti di svolgere funzioni, rispondere ad interrogazioni, e così via. Nel modello Java Virtual Enterprise vengono utilizzate tre tipologie fondamentali di metodi:

1. *set*



Figura 5.3: Diagramma della Java Virtual Enterprise

2. *get*3. *boolean*

I metodi *set* modificano lo stato di un oggetto, e tipicamente non restituiscono alcun valore, definendosi *void*. Ad esempio in fase di produzione *unit* richiama il metodo *setDoneStep* della classe *Order* per produrre un elemento dell'*order*. In questo caso quindi il metodo *setDoneStep* modifica la variabile vettore "orderState", sostituendo, in corrispondenza di un determinato elemento dell'*orderRecipe*, il valore "0" con il valore "1".

I metodi *get* invece servono per 'prendere' da un oggetto. Nel modello gli oggetti utilizzano metodi *get* per trarre informazioni sullo stato di un oggetto, oppure per prendere oggetti dalle liste. La definizione di questi metodi deve includere la tipologia di valore che restituiscono.

E' da notare che per conoscere il valore di una variabile di un oggetto si potrebbe 'puntare' direttamente ad essa. Ad esempio, se una *unit* avesse la necessità di conoscere il numero di un *order* che si trova al suo interno potrebbe farlo con l'istruzione "aOrder.orderNumber". In JVE invece si è preferito, perchè più chiaro, effettuare un passaggio in più e utilizzare l'istruzione "aOrder.getOrderNumber", ovvero creando un metodo della classe *Order* che restituisce il valore *orderNumber* di un *order*.

La convenzione *set* e *get* è utile per rendere chiaro ed intuitivo quale sia la funzione di un metodo, se esso svolga funzioni senza restituire valori (*void*), o se restituisca valori.

Tra i metodi che restituiscono valori ve n'è ancora una tipologia largamente utilizzata nel modello, si tratta dei metodi *boolean*, che restituiscono valore "true" o

”false”. Information Rule Master e Inventory Rule Master possiedono metodi booleani, richiamati da unit per sapere se produrre o meno per il warehouse o se inviare news. Ancora, un metodo della classe News risponde true o false se l’oggetto news è stato ‘letto’ o meno dall’Inventory Rule Master.

5.6 La visualizzazione dei risultati

La classe *ObserverSwarm* genera i grafici della simulazione, che si aggiornano con una frequenza definita da *displayFrequency* sia nella classe stessa, oppure nel file ”jveframe.scm” o ancora dalla probe dell’Observer. Il grafici di figura 5.4 rappresentano l’andamento generale delle code nelle liste d’attesa, il riempimento generale dei magazzini, con l’andamento minimo, medio e massimo, ed infine una quantificazione dell’efficienza della produzione in termini di code e tempo totale di produzione.

I grafici sopra elencati colgono solamente gli aspetti generali dell’andamento della produzione; un grafico ad istogrammi (Landini, 2001) permette di osservare l’andamento delle code e dei magazzini in ogni singola unit (5.5).

Per studiare e confrontare i risultati di scenari diversi con i magazzini, è possibile utilizzare il programma *R*. In particolare, è necessario copiare i dati del file *data.ratio* (generato al termine di ogni simulazione) in analoghi file ”*data.ratio.without*”, ”*data.ratio.withW*”, ”*data.ratio.withWN*”, a seconda che l’esperimento fosse senza magazzini, con magazzini, con news; dopo queste operazioni *R* genererà automaticamente i grafici.

In fase di sperimentazione è opportuno abbandonare gli editor Java utilizzati per lo sviluppo (v. paragrafo 1.9), e sfruttare il *Terminal* di Swarm. Dalla directory del

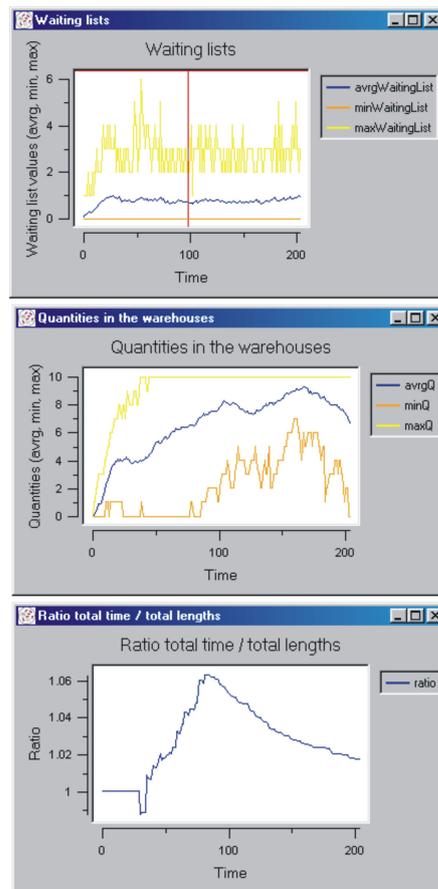


Figura 5.4: WaitingLists, quantities in the warehouses, ratio total lengths

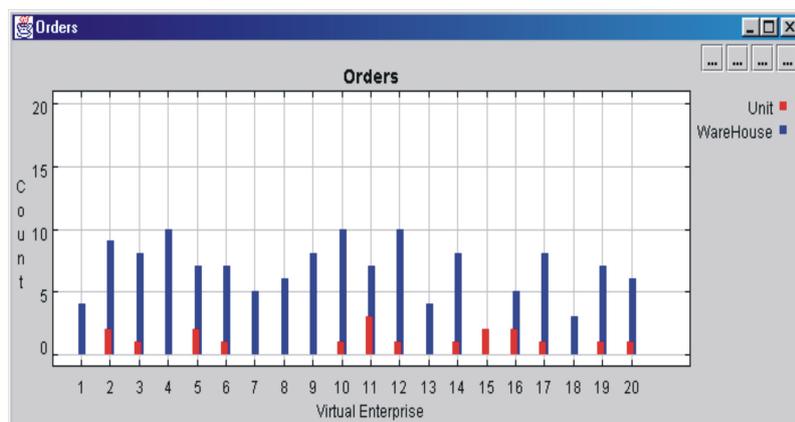


Figura 5.5: Warehouses e produzione in ogni singola unit

progetto è sufficiente digitare il comando "make" per compilare e "make run" per lanciare l'applicazione ³.

5.7 La classe *SwarmUtils*

In Java come in altri linguaggi di programmazione è possibile gestire situazioni in cui funzioni del programma potrebbero generare eccezioni che, se non gestite, mandano in errore l'applicazione. Ad esempio un metodo che legge un file potrebbe generare un errore per infiniti motivi; gestire l'eccezione significa evitare che l'intero programma vada in errore, e manifestare il tipo di errore (ad esempio "file non trovato"). Tecnicamente è necessario inserire i metodi che potrebbero generare eccezione all'interno del blocco di istruzioni "try"- "catch" oppure sfruttando l'istruzione "throws".

Le eccezioni generate dai metodi più utilizzati in un'applicazione Swarm possono essere gestite avvalendosi delle proprietà della classe *SwarmUtils*. *SwarmUtils* è stata

³In caso di sviluppi che prevedano nuove classi, per utilizzare il Terminal di Swarm è necessario aggiungere le nuove classi nel file "make".

sviluppata da Staelin (2000) all'interno del progetto jSIMPLEBUG ed è stata utilizzata anche per lo sviluppo del modello d'impresa virtuale. Due metodi della classe SwarmUtils creano un oggetto di Selector, classe standard di Swarm, la cui funzionalità è quella di gestire le eccezioni dei metodi, consentendo di evitare la ridondanza dei blocchi try-catch durante la stesura del codice.

5.8 Sviluppi futuri

Il modello d'impresa virtuale, così come descritto da Terna (2001), prevede ancora altri aspetti non ancora sviluppati. Tra questi, il caso accennato in cui più unit sono in grado di svolgere un medesimo processo produttivo ed il conseguente inserimento di criteri per scegliere a chi inviare il prodotto.

Così come i flussi di news, anche i flussi dei prodotti saranno regolati da una matrice quadrata. Un'altra matrice invece stabilirà i rapporti di gerarchia (v. fig 5.6). Il problema della distribuzione dell'informazione tra le unit è stato risolto adeguatamente con l'introduzione di News, ma i criteri con cui questa viene utilizzata per prendere decisioni, o ancora per formare dei modelli decisionali, è ancora in fase di sviluppo. In previsione di ciò le news non vengono cancellate una volta lette dall'Inventory Rule Master (responsabile del magazzino), ma solamente contrassegnate come "evase" (*clearedByInventoryRuleMaster*) e saranno disponibili finché i relativi prodotti non giungeranno nell'unità. Con l'inserimento della logistica ad esempio, le news potrebbero servire alla unit per organizzare i trasporti in previsione dei prodotti che giungeranno ed in base a chi dovranno essere inviati.

La dimensione e la tipologia degli order è generata casualmente da un order-Generator, mentre sarebbe opportuno prevedere la possibilità di inserire funzioni di



3 matrixes (unexpressed, emerging, operating in background, ...)

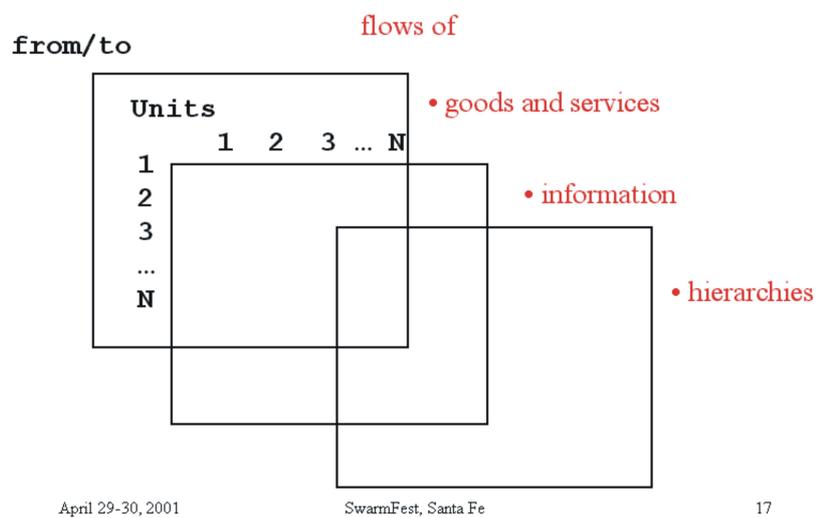


Figura 5.6: Flussi di prodotti, di informazione e gerarchie (fonte: Terna, 2001)

domanda specifiche e la capacità di effettuare previsioni sugli ordinativi.

Bibliografia

- [1] M. Remondino, titolo tesi, 2001
- [2] C. Staelin, *jSIMPLEBUG*, Norhampton 2001.
- [3] P. Terna, *JVEFrame: a Virtual Enterprise Frame in Swarm*,2001.

Capitolo 6

Esperimenti di simulazione con *JVE*

6.1 Introduzione

Questo capitolo contiene gli esperimenti effettuati con il modello Java Virtual Enterprise. Il fine è quello di verificare la robustezza del modello in previsione di applicarlo a casi di aziende reali. Oltre a considerare l'andamento dei grafici dinamici del modello, verranno utilizzate le serie cronologiche generate per effettuare confronti tra il rendimento nei diversi casi. La metodologia utilizzata prevede di esaminare prima casi di aziende senza magazzini, successivamente vengono aggiunti i magazzini ed infine il sistema informativo. All'interno di queste tre categorie di esperimenti, si confrontano ancora casi con diversi parametri. Quasi tutti gli esperimenti sono effettuati su un arco di tempo di duecento cicli che equivale circa ad un anno di lavoro.

I confronti vengono effettuati in base alle code delle unit, al riempimento dei magazzini, della velocità generale di produzione, ed infine del rendimento. Eventuali evidenti differenze nei risultati, a seguito di piccole modificazioni dei parametri, metterebbe in dubbio la validità dei risultati.

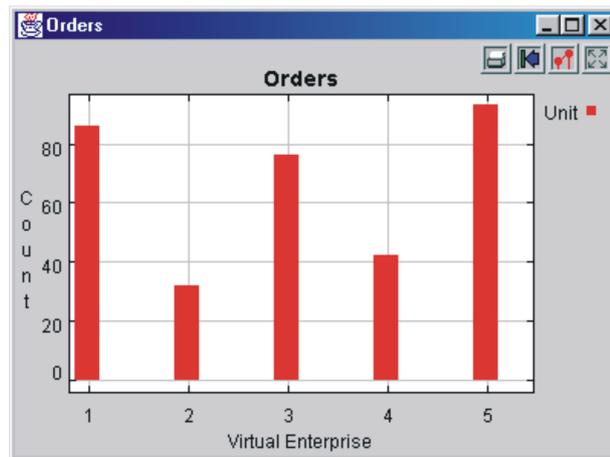


Figura 6.1: 5 unit, orderRecipe 30, senza warehouses e news

6.2 Le dimensioni aziendali

Il caso più elementare è quello di un'azienda che non si avvale nè di magazzini nè tantomeno del sistema informativo. Il primo esperimento è stato effettuato con 5 unit e order con ricette di 30 elementi. Ciò significa che le unit ricevono in media più di un order da lavorare per ogni ciclo produttivo. La capacità produttiva delle unit è di un solo pezzo al giorno e come si evince dalla figura 6.1, gli ordini tendono ad accumularsi nelle unità. Anche con in magazzini la situazione non cambia, infatti (vedi fig.6.2) dopo soli 15 cicli le quantità di semilavorati accumulate non sono più sufficienti e la tendenza e le unit non riescono comunque a sostenere l'eccesso di domanda.

In questo caso il sistema informativo non potrebbe migliorare l'andamento in quanto neanche una produzione sistematica per il magazzino, ogni qualvolta ci sia il tempo per farlo, è sufficiente a sopperire alla domanda eccessiva rispetto alla struttura

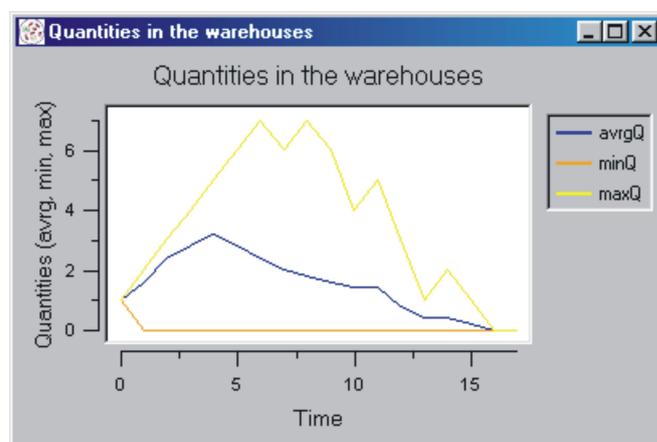


Figura 6.2: 5 unit, orderRecipe 30, con warehouses, senza news

dell'impresa.

Il caso opposto è al centro di un esperimento effettuato con ricette corte e molte unità produttive. Le unit di questa ipotetica impresa sovradimensionata ricevono ordini da lavorare in media meno di una volta per ciclo produttivo. Il risultato è che anche senza magazzini non si formano code eccessive (vedi fig. 6.4). Con i magazzini la situazione migliora, infatti i tempi di attesa diminuiscono (v. fig.6.5). I magazzini tendono però a riempirsi eccessivamente e questo inconveniente può essere attenuato inserendo il sistema informativo nel modello (v. fig 6.3. Confrontando il grafico che indica la velocità della produzione nei tre casi, risulta evidente che con il sistema informativo l'efficienza diminuisce rispetto alla produzione sistematica per il magazzino, ma si colloca ad un livello superiore rispetto al caso senza magazzini e news. L'eccessivo riempimento dei magazzini genera alti costi finanziari, il che consiglia di utilizzarli solamente in modo coordinato per mezzo del sistema informativo. Invece in termini di rendimento rimane il dubbio tra utilizzare o no magazzini e news

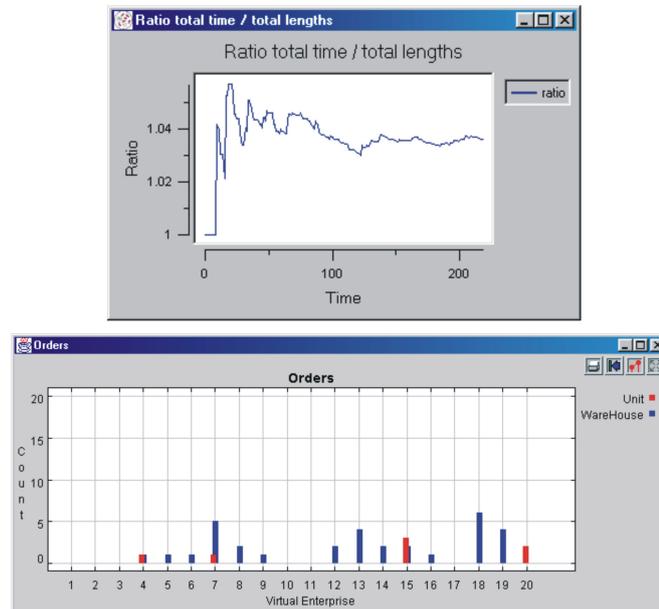


Figura 6.3: 20 unit, orderRecipe 10, con warehouses e news

congiuntamente. In definitiva nell'impresa sovradimensionata di questo esperimento, il difficile equilibrio sta nel valutare quanti maggiori ricavi derivano da una produzione più rapida e quanti costi finanziari è necessario sostenere per il mantenimento dei magazzini, anche qualora vengano gestiti in modo ottimale attraverso il sistema informativo.

6.3 Il caso di un'impresa di dimensioni adeguate all'entità della domanda

L'impresa oggetto della serie di esperimenti che segue è caratterizzata da un numero di unità produttive uguale alle dimensioni massime dell'orderRecipe. Questa caratteristica comporta che le unit ricevano mediamente una order per ciclo produttivo.

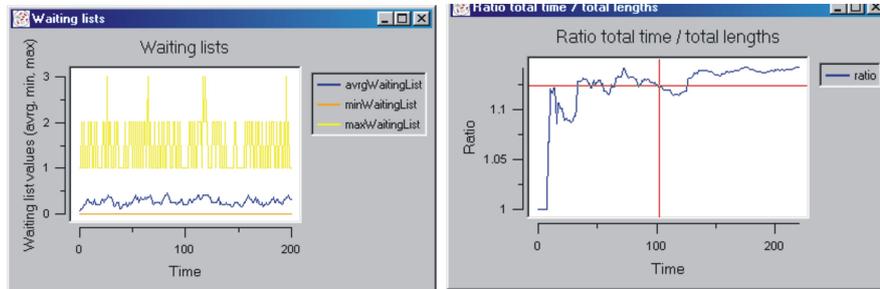


Figura 6.4: 20 unit, orderRecipe 10, senza warehouses e news

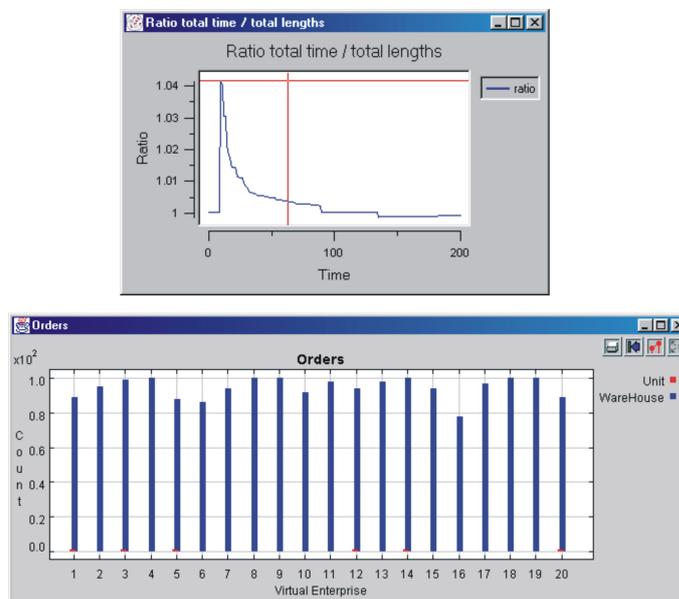


Figura 6.5: 20 unit, orderRecipe 10, con warehouses, senza news

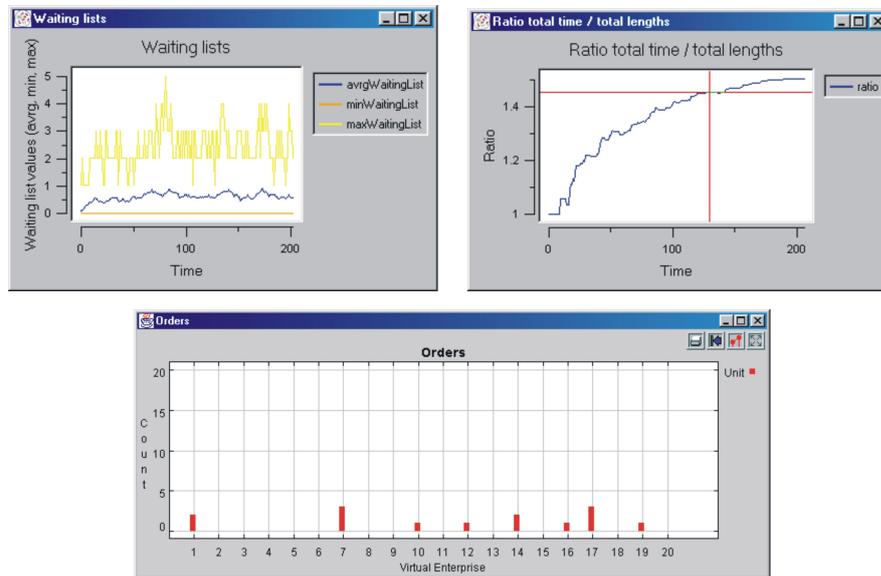


Figura 6.6: 20 unit, orderRecipe 20, senza warehouses e news

Poichè la capacità produttiva delle unit è di un processo per ciclo, queste dimensioni risultano essere adeguate all'entità della domanda. Si osservi innanzitutto la figura ?? in cui tre grafici riassumono i risultati ottenuti simulando l'impresa senza magazzini e senza sistema informativo. Le code in alcune unit sono abbastanza consistenti e la produzione tende a rallentare assestandosi su livelli non ottimali.

Introducendo i magazzini (v. fig. ??) le code nelle unit diminuiscono in generale rispetto all'esperimento precedente. L'istogramma coglie un momento dell'andamento delle code e dei magazzini nelle singole unit al termine della simulazione e indica che i magazzini sono troppo pieni in quasi la metà dei casi. La produzione risulta ora più rapida anche se non nettamente come avveniva nel caso dell'impresa sottodimensionata.

Introducendo il sistema informativo (v. fig. ??) le code di order nelle unit sono



Figura 6.7: 20 unit, orderRecipe 20, con warehouses, senza news

leggermente superiori, ma il contenuto dei magazzini è largamente inferiore. Ciò dimostra che la tendenza è corretta, infatti il sistema informativo consente di ottenere dei risultati lievemente inferiori utilizzando molto poco i magazzini. Il lieve peggioramento dell'andamento dell'impresa in termini di rapidità di consegna è dovuto ai picchi di domanda. Con l'introduzione del sistema informativo, le unit non dispongono più delle scorte di magazzino precauzionali che riuscivano ad accumulare nel caso senza news. Naturalmente quello espresso potrebbe costituire una nuova regola di comportamento per le unit, che potrebbero produrre per il magazzino in base alle news sopraggiunte ma anche curandosi di mantenere una scorta precauzionale in magazzino. Il risultato derivante dall'introduzione del sistema informativo è comunque soddisfacente, infatti sia le code che i magazzini sono sotto controllo come si evince dall'istogramma ed inoltre l'andamento è migliore rispetto al caso senza magazzini e

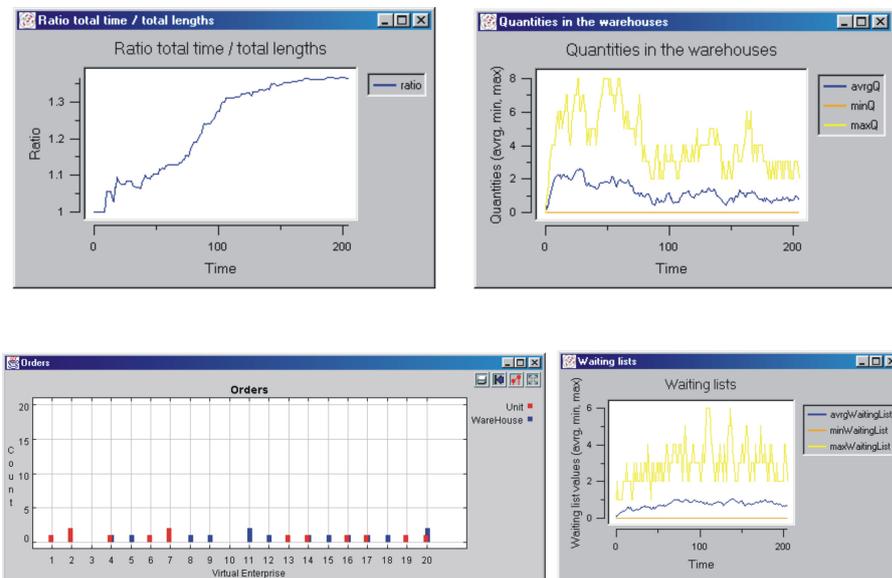


Figura 6.8: 20 unit, orderRecipe 20, con warehouses e news

senza news.

6.4 L'effetto di *News*

6.5 L'andamento dei costi

6.6 Esperimenti con ipotesi di casi reali

6.7 Conclusioni

Elenco delle tabelle

2.1	Cambiamenti indotti dalla conversione	38
4.1	Impresa e Swarm	103
4.2	Supply Chain Network e Swarm	106
4.3	Caratteristiche di diverse tipologie di SCN	109

Elenco delle figure

1.1	Un modello per la ricerca (Fonte: Marney e Tarbert)	9
1.2	Uno swarm di agenti	23
1.3	Esempio di un'applicazione con Simul8	27
1.4	Esempio di un'applicazione con iGrapx	28
2.1	un nodo o un neurone artificiale	48
2.2	Esempio di rete neurale artificiale	48
4.1	Catene di processi	101
4.2	Realizzazione di una SCN in Swarm (Fonte: Lin, Tan, Shaw 1996)	111
5.1	Schema Java Virtual Enterprise (fonte: Terna, 2001)	119
5.2	Control panel, probe dell'Observer e del Model.	122
5.3	Diagramma della Java Virtual Enterprise	132
5.4	WaitingLists, quantities in the warehouses, ratio total lenghts	135
5.5	Warehouses e produzione in ogni singola unit	136
5.6	Flussi di prodotti, di informazione e gerarchie (fonte: Terna, 2001)	138
6.1	5 unit, orderRecipe 30, senza warehouses e news	141
6.2	5 unit, orderRecipe 30, con warehouses, senza news	142
6.3	20 unit, orderRecipe 10, con warehouses e news	143
6.4	20 unit, orderRecipe 10, senza warehouses e news	144
6.5	20 unit, orderRecipe 10, con warehouses, senza news	144