

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

1. Il contesto di riferimento

Sviluppo e diffusione di sistemi per la produzione di beni e servizi con *elevato grado di complessità*:

- *grandi dimensioni*
- *elevato livello tecnologico*

Caratteristica tipica delle moderne strutture organizzate già evidenziata all'inizio del secolo scorso

Necessità di una gestione scientifica

Impulso allo sviluppo di metodi di analisi quantitativa per l'organizzazione e la gestione di tali sistemi

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

2. Cosa si intende per "complessità"

Difficoltà di previsione

La difficoltà di descrivere analiticamente il comportamento complessivo di un determinato sistema che è tipico delle scienze naturali ed in particolare della fisica.

I sistemi complessi sono quelli difficili da simulare e la complessità è generalmente dovuta ai seguenti fattori:

- a) grande numero di componenti con forti interazioni reciproche;
- b) complesse relazioni non lineari tra alcuni rilevanti parametri del sistema;
- c) parti del sistema difficili da rappresentare in termini analitici;
- d) parametri significativi difficili da misurare;
- e) complesse ed intricate relazioni con l'ambiente in cui il sistema opera, difficili da quantificare.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

2. Cosa si intende per "complessità" (continua)

Difficoltà di controllo

Difficoltà di far assumere al sistema un comportamento prefissato.

Difficoltà di calcolo

Difficoltà di rispondere ad un determinato quesito in un ragionevole arco di tempo e con una ragionevole quantità di memoria (matematica/informatica).

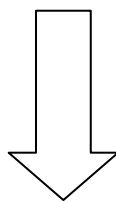
Difficoltà di modellamento

Difficoltà di capire il comportamento di un sistema a causa della forte dipendenza del suo comportamento da elementi esogeni ad esso e della insufficiente capacità di descrizione quantitativa di parte di esso (sistemi biologici, economici, sociali).

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

3. Come si affronta la "complessità"

- Si semplificano i problemi attraverso tecniche di *decomposizione* e di *standardizzazione*.
- Si studiano singolarmente sottosistemi più semplici (se possibile debolmente interconnessi) cercando di individuare le *variabili* ed i *parametri più significativi* ai fini delle prestazioni del sistema complessivo.
- Per la gestione di organizzazioni complesse la decomposizione tende ad una gestione decentralizzata con successivi momenti di raccordo e di coordinamento.



- Si impiega un approccio di gestione a "*razionalità limitata*" in cui piuttosto che inseguire improbabili soluzioni ottime globali ci si accontenta di soluzioni complessive buone come risultato della ricerca di ottimi locali o di soluzioni euristiche possibilmente con controllo dell'errore.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

3. Come si affronta la "complessità" (continua)

- Quindi è *molto importante* ...
lo *sviluppo* di *modelli matematici corretti* e di *algoritmi euristici* ad hoc oppure l'uso delle *metaeuristiche* più adatte ai problemi specifici
- Il corso ha come scopo illustrare alcuni modelli e metodi matematici per la risoluzione di problemi che trovano applicazione nella gestione di sistemi complessi.
- A tal fine occorre selezionare un settore particolare nell'ambito del quale analizzare e studiare un insieme di problemi ritenuti particolarmente rilevanti
- Il settore applicativo di riferimento è quello della produzione e della logistica con particolare riguardo alla *pianificazione* e *schedulazione* nel settore della produzione di beni e servizi e alla *distribuzione* dei beni.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

La caratteristica peculiare di qualsiasi attività manageriale è la necessità di dover prendere delle decisioni con responsabilità e rischi sempre maggiori.

Ciò è dovuto alla crescente complessità del contesto tecnico-economico-organizzativo in cui i manager devono operare ed alle conseguenze sempre più drammatiche di valutazioni o decisioni errate a causa dell'insieme sempre più esteso di fattori da tenere sotto controllo.

I responsabili della gestione di un'azienda sono chiamati ad un confronto quotidiano con piccoli e grandi problemi di fronte ai quali si richiede di prendere delle decisioni.

Spesso numerosi problemi decisionali sono caratterizzati da un'elevata numerosità di possibili alternative e dalla complessità delle relazioni che legano i diversi fattori coinvolti nel processo decisionale.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

In situazioni di questo tipo, il compito del decisore (o più decisori) può risultare molto arduo.

Può essere pertanto molto utile far ricorso a metodi e modelli quantitativi che forniscano ulteriori informazioni di supporto al decisore, grazie anche agli strumenti informatici.

In tale situazione si sono sviluppate progressivamente tecniche e metodologie di supporto alle attività del manager per poterlo aiutare nella fase decisionale.

L'utilità di questi strumenti sta nel fatto che essi consentono di prendere decisioni in tempi molto brevi e riducendo al minimo i margini di incertezza e di rischio.

L'obiettivo del corso è di descrivere alcuni metodi e modelli quantitativi, rivolti a fornire ausilio al decisore nel corso di processi decisionali aziendali complessi.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Secondo lo schema di Anthony in un'azienda si possono distinguere tre tipi di attività:

1. ATTIVITÀ STRATEGICHE

Sono compito del top management e riguardano essenzialmente la "pianificazione strategica" ossia il processo decisionale che riguarda gli **obiettivi dell'organizzazione, il loro cambiamento, le risorse da acquisire e le politiche da seguire.**

2. ATTIVITÀ TATTICHE

Riguardano l'amministrazione corrente dell'azienda e coinvolgono i suoi dirigenti i quali devono usare le risorse disponibili nel modo più efficiente ed efficace per il raggiungimento degli obiettivi della organizzazione. Tra queste attività, spesso chiamate di programmazione e controllo, rientrano **la formazione dei budget, il controllo di gestione, le decisioni sui progetti in corso, le scelte sugli investimenti correnti, l'impiego ottimale delle risorse produttive, la pianificazione della produzione.**

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

3. ATTIVITÀ OPERATIVE

Riguardano i compiti e le mansioni che permettono l'attività di "business" aziendale:

Acquisizione degli ordini, fatturazione delle merci, la produzione, la gestione dei magazzini, la schedulazione delle attività produttive.

Si tratta quindi di attività esecutive e non di pianificazione.

- Le differenze tra le varie attività influenzano pesantemente le caratteristiche dei sistemi che le gestiscono.
 - La pianificazione strategica si basa essenzialmente su informazioni esterne (analisi di mercato, sviluppi tecnologici, stime dei costi, ecc.....).
 - La programmazione e controllo richiede che i dati aziendali siano omogenei e congruenti. A questo fine il sistema di controllo è basato su basi monetarie in modo da rendere confrontabili situazioni eterogenee.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

- Le attività operative richiedono informazioni esatte in tempo reale in quanto si riferiscono ad eventi aziendali che vengono seguiti nel momento in cui si verificano.
 - La conclusione è che le diverse classi di attività richiedono supporti informativi diversi fra loro.
-
- Orizzonti temporali di riferimento:
 - Anni attività strategiche
 - Mesi attività tattiche
 - Giorni attività operative

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Il modello che viene spesso usato per rappresentare il processo decisionale è quello a razionalità limitata proposto da Simon* e rappresentato in figura:



* H. A. SIMON (1982), Model of Bounded rationality, The MIT Press, Cambridge (MA)

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

- **OBIETTIVI E CONTESTO**

Si tratta di una fase preliminare in cui si individuano gli obiettivi ed i vincoli interni ed esterni al processo decisionale.

- **FORMULAZIONE DEL PROBLEMA**

In questa fase il decisore deve circoscrivere e formulare il problema che deve essere affrontato. In particolare l'analisi dell'ambiente di riferimento, dei dati e delle informazioni disponibili deve consentirgli di percepire tempestivamente la necessità di un suo intervento e di definire chiaramente le decisioni da prendere.

- **IDENTIFICAZIONE DELLE ALTERNATIVE**

In questa fase il decisore deve sviluppare piani di azione alternativi. In questo egli oltre ad utilizzare la sua esperienza e competenza può avvalersi anche delle tecnologie dell'intelligenza artificiale.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

- **VALUTAZIONE ALTERNATIVE E SCELTA**

In questa fase il decisore definisce un insieme di indicatori di prestazione globali coerenti con le priorità strategiche dell'impresa (costi, livello di servizio, affidabilità, ecc.) E valuta rispetto ad essi le conseguenze dei potenziali piani di azione.

- **IMPLEMENTAZIONE DELLA DECISIONE, MONITORAGGIO E VERIFICA**

Queste ultime fasi riguardano l'attuazione della decisione ed il riscontro della prestazione del sistema. Se quest'ultima non è soddisfacente viene attivata un'azione di **feed-back** per un aggiustamento del piano di azione che porti al livello di prestazione desiderata.

Osservazione 1: secondo Simon nella maggior parte dei casi il decisore non ha interesse ad una soluzione ottimale ma è soddisfatto di una scelta cui corrisponde un valore della prestazione accettabile rispetto ad un obiettivo fissato.

Questo è il motivo per cui il modello di Simon è noto anche come modello a razionalità limitata.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale (continua)

Osservazione 2: nel processo decisionale occorre distinguere tra:

- Decisioni strutturate: decisioni ripetute di routine.
- Decisioni poco (o non) strutturate: decisioni relative a situazioni nuove e complesse con obiettivi multipli spesso in conflitto tra loro.

In corrispondenza si hanno problemi strutturati, semi strutturati, o non strutturati a seconda che tali siano le decisioni delle varie fasi del modello di Simon.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Combinando il modello di Simon con la tassonomia di Anthony si ottiene la seguente tabella che configura una struttura di supporto alle decisioni:

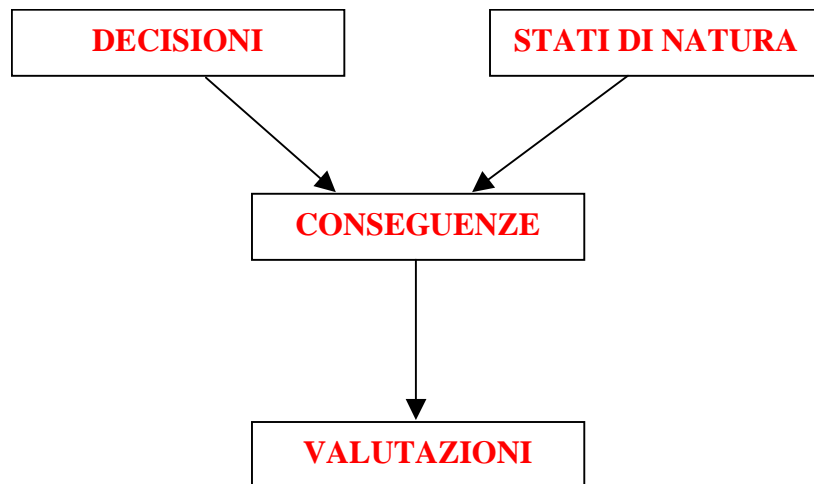
CONTROLLO DECISIONE	STRATEGICO	TATTICO	OPERATIVO	SUPPORTO NECESSARIO
STRUTTURATA	GESTIONE FINANZIARIE; LOCAL. MAGAZZINI; SIST.DISTRIB.	BUDGET; PREVISIONI A BREVE; ANALISI "MAKE OR BUY"	CONTO DEBITORI; INGRESSO ORDINI	RO/MS ALTRI MODELLI QUANTITATIVI
SEMI STRUTTURATA	COSTRUZIONE NUOVA FABRICA; FUSIONI AZIENDALI	PREPARAZIONE DEL BUDGET	SCHEDULING PRODUZIONE; CONTROLLO MAGAZZINI;	DSS
NON STRUTTURATA	R & S; SVILUPPO NUOVE TECNOLOGIE	LOBBYING	SCELTA DI UNA COPERTINA PER UNA RIVISTA	DSS

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Schema generale del processo decisionale



- *Decisioni*: possono provenire da uno o più soggetti.
- *Stati di natura*: per definizione non controllabili dai decisori.
- *Conseguenza*: associata ad ogni coppia (decisione, stato di natura).
- *Valutazioni*: associate alle conseguenze attraverso indicatori di performance.

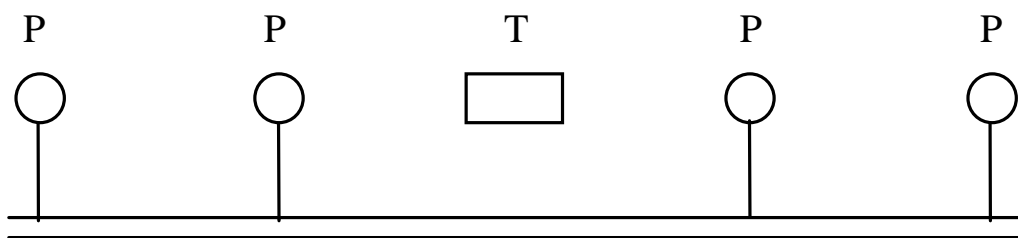
Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Esempio:

Supponiamo di dover trovare parcheggio in prossimità di un terminal aeroportuale; ci saranno vari parcheggi più o meno vicini al terminal stesso e magari più o meno costosi in funzione della vicinanza all'aerostazione. Sicuramente la probabilità di trovare parcheggio libero decresce con la distanza dal terminal.



Decisione: scegliere l'area di parcheggio, avendo a disposizione un insieme di possibili alternative.

La **Conseguenza** di tale **decisione** dipende anche dal verificarsi di certi eventi o **stati di natura** inizialmente sconosciuti al decisore.

Esempio di stato di natura: possibilità di trovare posto in un parcheggio (decrescente rispetto alla prossimità del parcheggio al terminal).

Il decisore può considerare più criteri per prendere la decisione: distanza dal terminal, costo del parcheggio.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale

(continua)

Classificazione dei processi decisionali

In base agli elementi presenti nello schema descrittivo di un processo decisionale si può individuare una *prima classificazione* del processo stesso.

In particolare i processi decisionali possono essere classificati in base a diverse dicotomie.

1)

Un solo stato di natura → *processi deterministici*

Più stati di natura → *processi aleatori*

Stato di natura con distribuzione di probabilità nota → *condizioni di rischio*

Stato di natura con distribuz. di probabilità non nota → *condizioni di incertezza*

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale (continua)

Classificazione dei processi decisionali (segue)

2)

Insieme dello spazio delle decisioni finito → *processi discreti*

Insieme dello spazio delle decisioni continuo → *processi continui*

3)

Decisioni prese ad un certo istante di tempo influenzano quelle prese successivamente → *processi dinamici*

Altrimenti → *processi statici*

4)

Un sola valutazione → *processi monocriterio*

Più valutazioni → *processi multicriterio*

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

4. Il processo decisionale (continua)

Classificazione dei processi decisionali (segue)

5)

Un solo decisore → *processi singolo-decisore*

Più decisori → *processi multi-decisore*

Complessivamente 5 dicotomie per un totale di $2^5 = 32$ differenti tipi di processi decisionali

1. <i>Deterministici</i>	<i>Aleatori</i> <i>(rischio o incertezza)</i>
2. <i>Discreti</i>	<i>Continui</i>
3. <i>Statici</i>	<i>Dinamici</i>
4. <i>Monocriterio</i>	<i>Multicriterio</i>
5. <i>Singolo decisore</i>	<i>Multi-decisore</i>

Esempio:

I problemi di PL di che tipo sono ?

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

5. Richiami sul concetto di modello

a) Classificazione dei modelli.

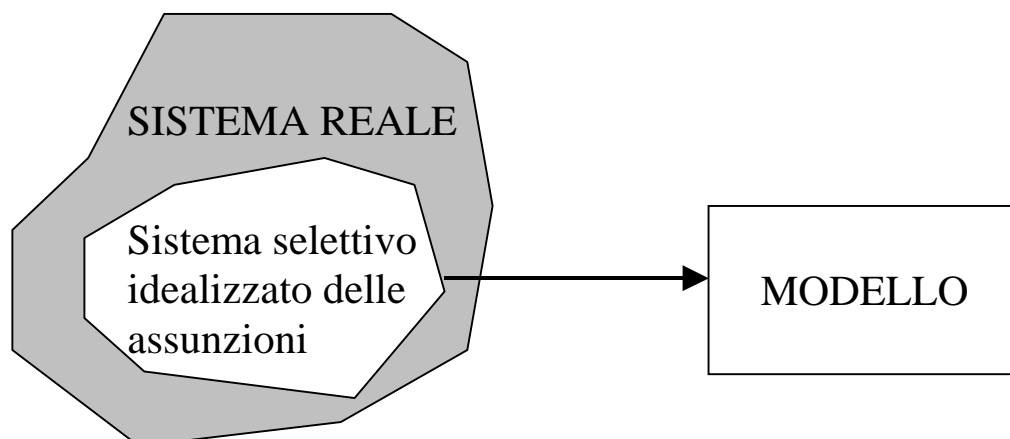
Si ricorre ai modelli per la rappresentazione astratta di sistemi reali

Il loro utilizzo e sviluppo si ha nei contesti più diversi:

- Ingegneria
- Architettura
- Economia
- Fisica

Nonostante le differenze fra i possibili contesti esistono caratteristiche comuni

Un modello rappresenta un'astrazione selettiva di un sistema reale



Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

5. Richiami sul concetto di modello (continua)

Un modello viene progettato per analizzare e comprendere il funzionamento di un sistema reale

I modelli possono essere classificati secondo alcune categorie principali:

- **Modello iconico**

Costituisce una rappresentazione fisica di un sistema reale di cui emula il comportamento.

Esempio: un plastico in scala di un quartiere

- **Modello analogico**

Costituisce una rappresentazione fisica di un sistema reale di cui emula il comportamento per analogia.

Esempio: una galleria del vento

- **Modello simbolico (matematico)**

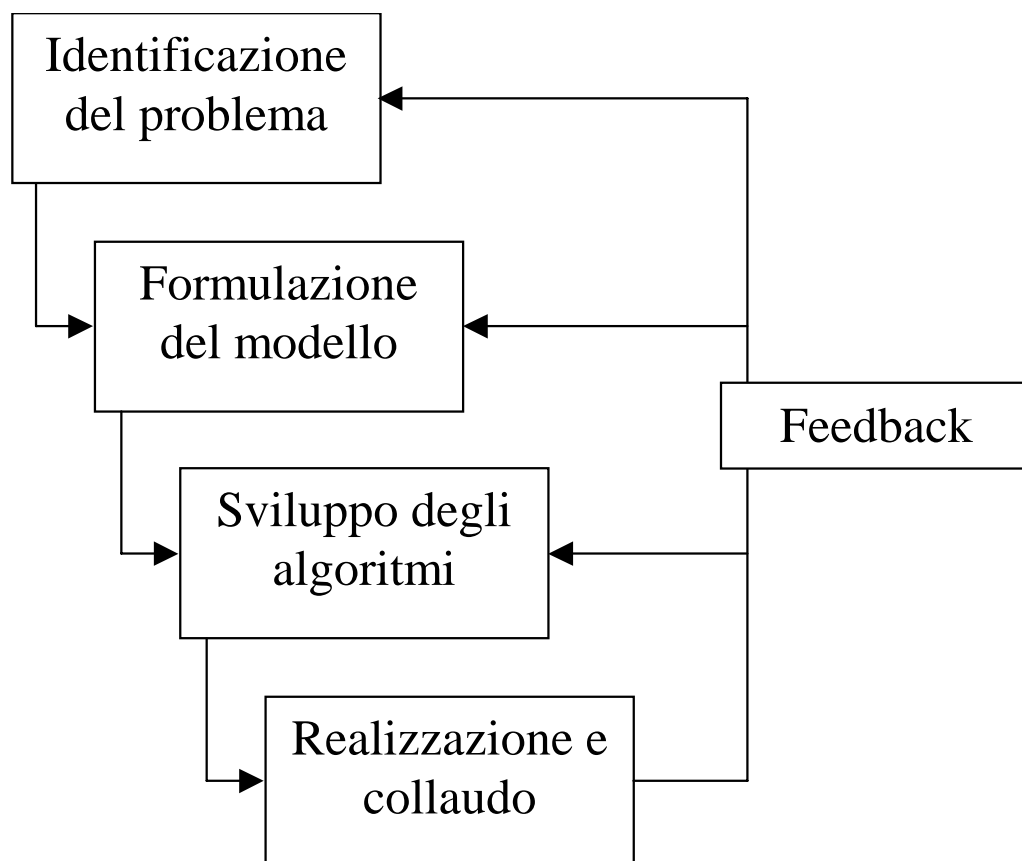
Costituisce una rappresentazione astratta di un sistema reale, mirando a descriverne il comportamento mediante un insieme di variabili simboliche, di parametri numerici e di relazioni analitiche.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

5. Richiami sul concetto di modello (continua)

b) Definizione e sviluppo di un modello.

Possiamo schematizzare lo sviluppo di un modello matematico tipico della OR/MS mediante quattro fasi principali più una di retroazione (feedback) per consentire eventuali revisioni



-Identificazione del problema

Identificare correttamente il problema da affrontare, analizzando sintomi critici per poter formulare ipotesi sul problema che deve essere indagato.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

5. Richiami sul concetto di modello *(continua)*

-Formulazione del modello

Definizione del modello quantitativo più idoneo a rappresentare il processo decisionale, tenendo conto di:

- **Orizzonte temporale**
- **Criteri di valutazione e confronto delle decisioni** (tipicamente attraverso la definizione di un insieme di indicatori)
- **Identificazione delle decisioni alternative a disposizione** (tipicamente attraverso la definizione di un insieme di variabili decisionali)
- **Definizione di parametri numerici**
- **Relazioni matematiche tra indicatori, variabili e parametri**

-Sviluppo algoritmi risolutivi

Occorre sviluppare un algoritmo risolutivo che permetta di valutare le possibili alternative decisionali

-Realizzazione, implementazione e collaudo

Si verifica la correttezza dei dati e dei parametri di input del modello. Si procede a validare il modello in base agli output forniti.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni

La complessità crescente dei sistemi e lo sviluppo della tecnologia dell'informazione ha portato alla diffusione dell'utilizzo dei cosiddetti sistemi di supporto alle decisioni (DSS).

I concetti su cui si basano i DSS sono stati sviluppati all'inizio degli anni '70 da Scott-Morton. Egli definì tali sistemi come

Sistemi interattivi basati sul calcolatore che aiutano quanti devono prendere decisioni ad utilizzare dati e modelli per risolvere problemi non strutturati.

Altre definizioni si sono succedute nella letteratura ma non ne esiste una universalmente accettata.

Quello che si può dire in generale è che un DSS si può considerare come un

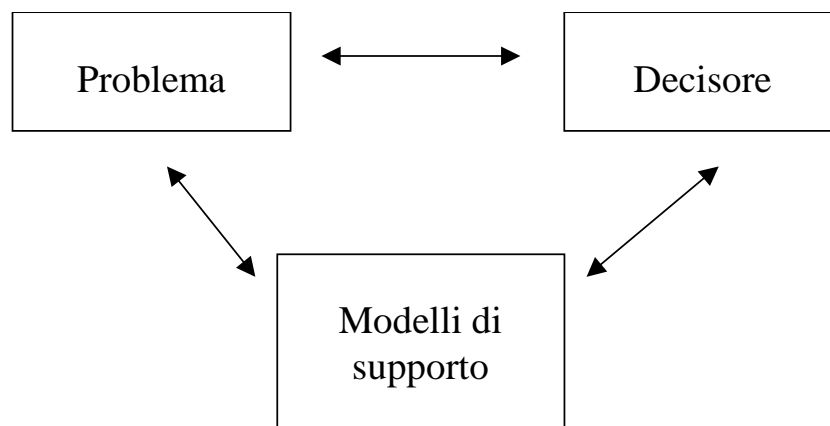
Sistema informativo computerizzato costituito da un complesso di procedure basate su modelli per processare dati in stretta interazione col decisore permettendo così un ampliamento delle sue capacità di problem-solving.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

I DSS integrano modelli, metodologie risolutive e sistemi informativi aziendali.

Schema logico di interazione tra problema, decisore e metodologie di analisi



I modelli di supporto quantitativi sono quelli tipici della RO/MS, le cui aree applicative sono innumerevoli. Ad esempio:

- Scelte di investimento tecnologico
- Progettazione di sistemi tecnologici
- Pianificazione della produzione
- Programmazione della produzione
- Logistica distributiva
- Pianificazione attività di un progetto
- Turnazione del personale
- ...

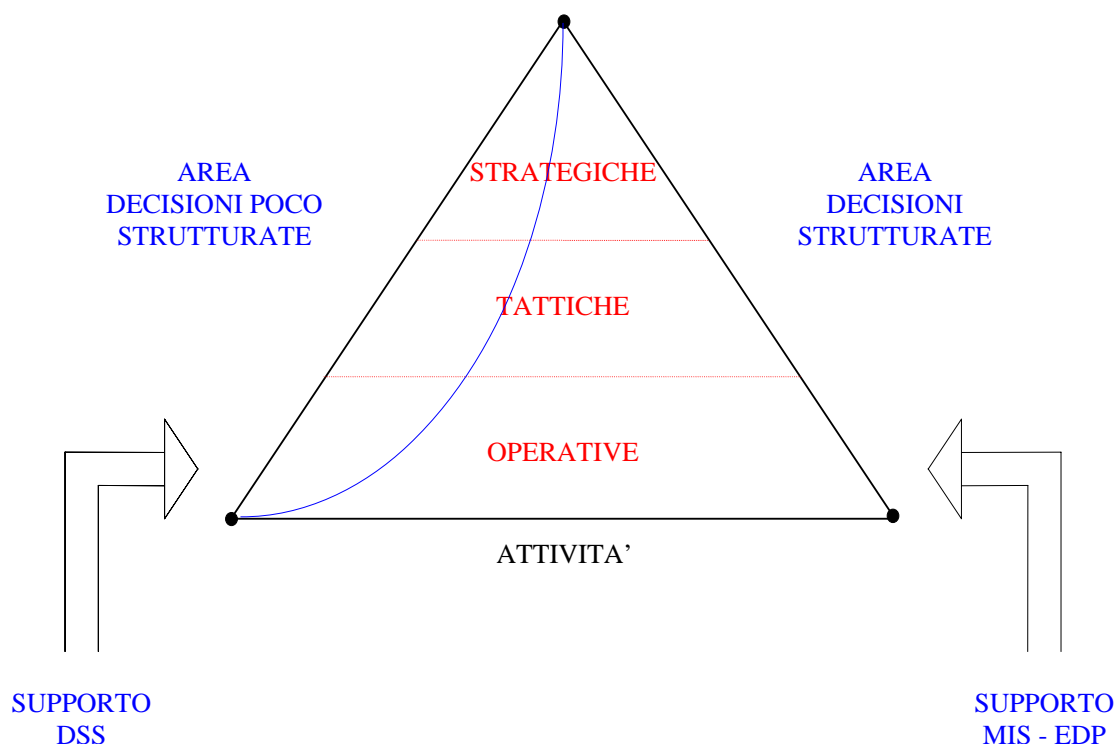
Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

Le principali caratteristiche di un DSS sono:

- I DSS comprendono dati e modelli
- Supportano le decisioni dei manager per problemi semi e non-strutturati
- Forniscono un supporto e non sostituiscono il decisore
- Servono a migliorare l'efficienza piuttosto che l'efficacia del processo decisionale.

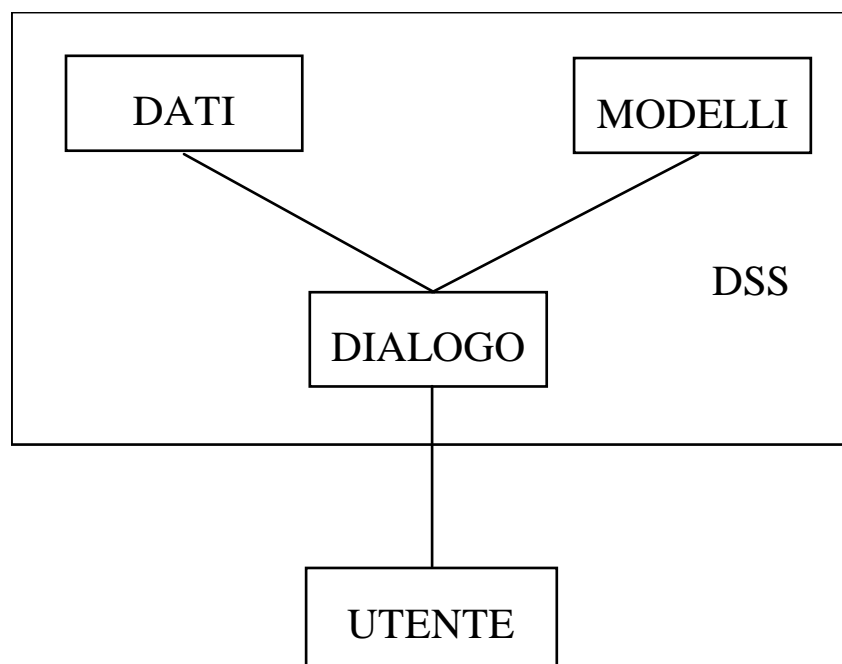
Nella figura seguente è sinteticamente riportano il ruolo dei DSS in relazione agli altri sistemi.



Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

Un primo **schema concettuale** di un DSS indipendente dai differenti livelli decisionali (strategico, tattico, operativo) è stato dato da Sprague:



In questo schema è possibile riconoscere:

- una **base dati** comprendente anche il relativo sistema di gestione
- Una **base di modelli** ed il relativo sistema di gestione
- Un'**interfaccia uomo-macchina** per la gestione del dialogo tra sistema ed utente decisore

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

- a) Per quanto riguarda la base dati va evidenziato che poiché ai più elevati livelli di management il **decision-making** dipende fortemente da dati esterni all'azienda l'insieme dei dati di tipo tradizionale va integrato con gli altri.
- b) Il sottosistema di modelli ha lo scopo di superare le difficoltà di formalizzare un problema decisionale spesso non ben strutturato e definito. Infatti attraverso un insieme di modelli di base ed un sistema di gestione che permette modifiche, combinazioni, espansioni e collegamenti tra i vari moduli è possibile **generare con facilità modelli di tipo integrato più aderenti ai particolari problemi considerati**. Le caratteristiche di flessibilità ed adattività dei DSS risiedono in gran parte su questo sistema di modelli.
- c) Il sistema di gestione del dialogo uomo-macchina costituisce l'interfaccia di comunicazione diretta del decisore col sistema e rende trasparente all'utente i processi interni del DSS. Le caratteristiche di questa interfaccia sono determinanti nel rendere accessibile il sistema all'utente non specialista e quindi per l'accessibilità **complessiva del DSS da parte del manager**.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

- L'approccio DSS persegue il tentativo di integrare i metodi ed i modelli RO/MS con le tecnologie informatiche sviluppate per la gestione ed il trattamento dei dati, cercando in questo modo di superare i limiti che separatamente i due settori presentano.
- I **sistemi informativi da soli non soddisfano** tutte le **esigenze del decisore** che oltre all'obiettivo minimo della tempestività dell'informazione ha bisogno di analizzare, interpretare ed elaborare i dati stessi.
- D'altra parte **i modelli RO/MS hanno in genere una impostazione metodologica a prevalente carattere normativo** e da soli non si prestano bene per prendere decisioni di tipo meno strutturato.
- Nei **DSS** si cerca di **utilizzare più efficacemente i modelli RO/MS** e della **statistica** insieme ai dati dei **sistemi informativi** aziendali ed a banche dati esterne per fornire un **supporto attivo ai decisori**.
- Ovviamente gli strumenti ed i metodi di supporto sono differenziati ai diversi livelli decisionali ed i problemi relativi sono definiti con minore precisione via via che si sale nella gerarchia.

Introduzione alla Gestione di Sistemi Complessi

6. Sistemi di supporto alla decisioni (continua)

La tabella seguente sintetizza questa situazione.

LIVELLI DECISIONALI	STRUMENTI METODOLOGICI	PROCESSI DECISIONALI
PIANIFICAZIONE A LUNGO TERMINE	EURISTICHE DI PROBLEM SOLVING; TEORIA DELLE DECISIONI MULTIOBIETTIVO	PROGRAMMAZIONE DEGLI OBIETTIVI
ANALISI STRATEGICA	TEORIA DEI GIOCHI; MODELLI DEDUTTIVI; COSTRUTTI LOGICO-ASSIOMATICI	PIANIFICAZIONE ADATTATIVA
PROGRAMMAZIONE TATTICA	METODI ECONOMETRICI; TEORIA DELLE DECISIONI; METODI REGRESSIONE; MODELLI DI SIMULAZIONE	MANTENIMENTO DELL'EQUILIBRIO
GESTIONE OPERATIVA	METODI DI OTTIMIZZAZIONE DELLA R.O.	CONTROLLO DEL SERVIZIO