



Classificazione Decimale Dewey:

658.403 (23.) DIREZIONE AZIENDALE. PROCESSO DECISIONALE E GESTIONE DELL'INFORMAZIONE

GERARDO IOVANE

SISTEMI AVANZATI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI





ISBN
979-12-218-1319-7

PRIMA EDIZIONE
ROMA 4 GIUGNO 2024

INDICE

9	<i>Prefazione</i> di GERARDO IOVANE
11	<i>Scenario</i>
19	CAPITOLO I Complessità, Teoria dei Giochi e Teoria della Decisione 1.1. Introduzione, 19 – 1.2. Simulazione e teoria dei giochi, 21 – 1.3. Le basi classiche della teoria dei giochi, 21 – 1.3.1. <i>Classificazione</i> , 25 – 1.3.2. <i>Strategie dominanti</i> , 27 – 1.3.3. <i>Strategie miste</i> , 30 – 1.3.4. <i>Equilibri di Nash</i> , 31 – 1.3.4.1. <i>Equilibri di Nash in strategie pure</i> , 31 – 1.3.4.2. <i>Equilibri di Nash in strategie miste</i> , 33 – 1.4. Dai Processi Deterministici alla Teoria della Complessità: Simulazione e Modellazione, 34 – 1.5. Processi stocastici, sistemi dinamici ed applicazioni al contesto, 44 – 1.5.1. <i>Frattali, sistemi dinamici ed applicazioni al contesto</i> , 47.
49	CAPITOLO II Primi Elementi utili di Teoria delle Decisioni 2.1. Introduzione, 49 – 2.2. Decisioni in situazioni di estrema incertezza, 53.
57	CAPITOLO III Decision Support System 3.1. Introduzione, 57 – 3.2. I DSS, 58 – 3.2.1. <i>Utilità e scopi di un DSS</i> , 61 – 3.2.2. <i>Componenti di un DSS</i> , 61 – 3.3. Un esempio di soluzione avanzata: il SACS, 64 – 3.3.1. <i>Dal modello COMP (Complex Order Multiphase Program) ai MMS (Mathematical Model for Security)</i> , 64 – 3.3.2. <i>MMS: Mathematical Model for Security</i> , 69 – 3.3.3. <i>Un esempio di interfaccia grafica per il SACS</i> , 76.

83 CAPITOLO IV

Un motore Computazione basato sui MMS

4.1. Scopo, 83 – 4.2. Indici Caratteristici (CSF – Critical Success Factor), 83 – 4.3. Funzioni obiettivo, 87 – 4.4. Scenari e Stati: Rappresentazione e Classificazione Statistica, 93 – 4.4.1. *Scenario S7*, 95 – 4.4.2. *Scenario S6*, 103 – 4.4.3. *Scenario S5*, 105 – 4.4.4. *Scenario S4*, 106 – 4.4.5. *Scenario S3*, 108 – 4.4.6. *Scenario S2*, 109 – 4.4.7. *Scenario S1*, 110 – 4.4.8. *Scenario S0*, 110 – 4.4.9. *Note conclusive*, 100 – 4.5. Scenari e Stati: Rappresentazione e Classificazione per Dinamica Evolutiva, 110 – 4.5.1. *SEF – Scenari di Equilibrio Fondamentali*, 111 – 4.5.2. *SEsF – Scenari Esplosivi Fondamentali*, 113 – 4.5.3. *SIF – Scenari Implosivi Fondamentali*, 113 – 4.5.4. *SAF – Scenari di Alterazioni Fondamentali*, 114 – 4.5.5. *SSBF – Scenari di Squilibri Bipolari Fondamentali*, 116 – 4.5.6. *SSMF – Scenari di Squilibri Multifasici Fondamentali*, 117 – 4.5.7. *SDEsM – Scenari di Dominanza Esplosivi Multipesati*, 118 – 4.5.8. *SDIM – Scenari di Dominanza Implosivi Multipesati*, 119 – 4.5.9. *SDBEM – Scenari di Dominanza a Bassa Energia Multipesati*, 120 – 4.5.10. *SDMEMTE – Scenari di Dominanza a Media Energia Multipesati con Trend*, 121 – 4.5.11. *SDAEM – Scenari di Dominanza ad Alta Energia Multipesati*, 124 – 4.5.12. *SAE – Scenari ad Alta Entropia*, 125 – 4.5.13. *Considerazioni sulla Dinamica Evolutiva*, 126 – 4.6. *Analisi Inferenziale e Probabilità associata agli Scenari*, 130 – 4.7. Decision Support System e Strategie Decisionali, 132 – 4.7.1. *Algoritmo DSS_1*, 139 – 4.7.2. *Algoritmo DSS_2*, 148 – 4.7.3. *Algoritmo DSS_3*, 149 – 4.7.4. *Algoritmo DSS_4*, 152 – 4.7.5. *Algoritmo DSS_5*, 159 – 4.7.6. *Algoritmo DSS_6*, 161 – 4.7.7. *Algoritmo DSS_7*, 169 – 4.7.8. *Algoritmo DSS_8*, 177 – 4.7.9. *Algoritmo DSS_9*, 185 – 4.7.10. *Algoritmo DSS_10*, 192 – 4.7.11. *Algoritmo DSS_11*, 199 – 4.7.12. *Algoritmo DSS_12*, 206 – 4.7.13. *Considerazioni sulle strategie decisionali del DSS basato sui MMS*, 214 – 4.8. Strategie Gestionali, 223 – 4.9. Strategie Operative, 225 – 4.9.1. *Ottimizzazione per Contiguità*, 225 – 4.9.2. *Ottimizzazione dell'Evoluzione di Indici di primario interesse*, 230 – 4.10. Conclusioni sul DSS basato sui MMS, 233.

237 CAPITOLO V

Pianificazione in Ambito Amministrazione Difesa

5.1. Quadro di riferimento, 237 – 5.2. Obiettivi, 238 – 5.3. Modellazione del Problema, 240 – 5.4. Modelli Matematici per la Computazione delle Strategie Decisionali, 241 – 5.4.1. *Modellazione dell'Operational*, 241 – 5.4.2. *Modellazione del Management*, 243 – 5.4.3. *Modellazione della Governance*, 244 – 5.5. Approfondimenti del Modello per i Microstati per la Pianificazione Strategica, 246 – 5.5.1. *Introduzione*, 246 – 5.5.2. *Definizione del Problema*, 246 – 5.5.3. *Meccanismo di voting*, 248 – 5.5.4. *Variazione di più indici contemporaneamente*, 251 – 5.6. Effetto Memoria nei processi

decisionali, 254 – 5.7. Considerazioni a margine sull'analisi personalizzata dei microstati, 256 – 5.8. Esempio applicativo, 257.

263 CAPITOLO VI

Altri esempi di applicazione del DSS basato sui MMS

6.1. Applicazione all'Analisi del Comportamento Umano, 263 – 6.1.1. *HBR – Human Behaviour Resources*, 263 – 6.1.2. *Modello Psicologico*, 270 – 6.1.3. *Modello delle Capacità*, 272 – 6.1.4. *Modello Mentale*, 274 – 6.1.5. *Modello dei Livelli Neurologici*, 275 – 6.1.6. *Modello delle Affettività*, 276 – 6.1.7. *Modello delle Emozioni*, 276 – 6.1.8. *Definizione della macro – funzione Comportamento*, 277 – 6.2. Applicazione alla Gestione del Potere e Persuasione, 279 – 6.2.1. *Introduzione*, 279 – 6.2.2. *Cosmogonie*, 280 – 6.2.3. *Modellazione del Problema*, 281.

285 CAPITOLO VII

Titolo Prospettive Future: Simulation Anniling ed Applicazioni ai Sistemi di Supporto alle Decisioni per strutture complesse medico-sanitarie

7.1. I Problemi Stocastici con Dati di Input Casuali o Parzialmente Casuali, 285 – 7.2. I Problemi Stocastici con Dati di Input Esatti, 286 – 7.3. Il Simulated Annealing e l'Algoritmo di Metropolis, 287 – 7.4. L'algoritmo del Simulated Annealing ed i Sistemi di Supporto alle Decisioni, 291 – 7.4.1. *Il SICS: Nascita ed Utilizzo*, 292 – 7.4.2. *Il Rischio Cardiovascolare in Italia ed i Fattori di Rischio*, 292 – 7.5. Il SICS: Realizzazione del Concept, 296 – 7.5.1. *Raccolta Dati ed Individuazione del Macrostatto*, 296 – 7.5.2. *Scelta delle Strategie Decisionali*, 300 – 7.5.3. *Scelta delle Strategie Gestionali – I Tre Obiettivi*, 302 – 7.6. Il Simulated Annealing come base per la Strategia Decisionale, 308 – 7.7. Il Simulated Annealing come base per la Strategia Gestionale, 320.

329 *Conclusioni*

331 *Bibliografia*

PREFAZIONE

Ad oggi le metodologie matematiche innovative, proprie della teoria della complessità e le tecnologie informatiche possono fornire un utile supporto per lo studio, la definizione e successiva realizzazione di strumenti di supporto alle decisioni, che siano in grado di fornire non soltanto, come accadeva nel passato, la migliore decisione relativa ad una data tematica, ma soprattutto una strategia decisionale in grado di permettere il raggiungimento di un prefissato obiettivo utilizzando traiettorie decisionali ottime. Mentre nel passato, l'informatica, grazie ad esempio all'intelligenza artificiale, era in grado di fornire un decisore elettronico, oggi grazie alla teoria della complessità opportunamente impiegata in infrastrutture tecnologiche è possibile ottenere strumenti innovativi utili alla pianificazione; fornendo, altresì, non solo una decisione, che normalmente è già nota all'esperto di un dato settore, ma anche e soprattutto una strategia decisionale frutto della competizione di un grande numero di soluzioni possibili (non tutte valutabili normalmente in tempi brevi dall'uomo), nell'ottica di un'avanzata teoria dei giochi e delle simulazioni di pianificazione che si possa basare altresì su modelli multi-scala e multi-risoluzione e sui processi stocastici auto simili, ovvero scala invarianti. Inoltre, molto spesso, il decisore deve condividere le sue scelte con altri enti o entità deputate ad altre funzioni; quindi, la soluzione proposta permette la costruzione di strategie decisionali ottime sia singolarmente che rispetto ad un decisore di governance, di management ed operational, che sia in un dato ente o che sia distribuito su più enti. Obiettivo del presente testo è far emergere ed analizzare il contesto operativo di una struttura di Pianificazione che abbia come mission la definizione e l'istanziamento di esigenze operative e capacità tenendo conto di alcuni elementi fondanti e caratterizzanti (CSF – Critical Success Factor) delle attività, quali:

1. Come si intende operare nel futuro (breve, medio e lungo periodo);
2. Cosa si intende fare;
3. Quali azioni porre in essere al fine di raggiungere determinati obiettivi;
4. Quale sia lo spazio delle soluzioni ammissibili;
5. Come definire/individuare i parametri utili all'individuazione di criteri di valutazione/scelta;
6. Quali strumenti utilizzare per l'oggettiva definizione delle priorità e del timing.

In sintesi, quindi, a partire dall'analisi delle esigenze la ricerca ha l'obiettivo di considerare l'attività di modellazione e simulazione, affinché essa permetta di dare risposta al seguente tema fondante:

“Qual è il modello efficiente per allocare le risorse al fine di conseguire la massima efficacia dell'azione nel futuro?”.

Il risultato è uno studio che dopo aver inquadrato le tematiche generali sulla teoria dei giochi, i modelli di descrizione della complessità ed i processi stocastici self-similari, la teoria della decisione, i sistemi di supporto alle decisioni, le diverse metodologie e tecnologie del soft-computing, analizza gli aspetti salienti e di dettaglio per la realizzazione di un motore computazionale avanzato di supporto alle decisioni in ambito complesso per fornire specifica risposta all'obiettivo, offrendo elementi di dettaglio e di esempio per una specifica realizzazione nell'ambito di interesse della ricerca. Le applicazioni considerate riguardano:

- Il Controllo, lo Sviluppo e la Sicurezza del Territorio;
- La Pianificazione in ambito Difesa;
- L'Analisi del Comportamento Umano;
- La Gestione del Potere.

SCENARIO

Il presente testo affronta il tema della modellazione di un sistema di rappresentazione computazionale dell'informazione utile per la creazione di soluzioni avanzate di Decision Support System (DSS). Partendo da uno spazio n -dimensionale (con $n \geq 7$) rappresentato dalle variabili del problema (indicate come CSF – Fattori Critici di Successo), viene utilizzata una procedura di immersione dimensionale per passare a uno spazio bidimensionale. Nello spazio bidimensionale, il sistema di supporto alle decisioni può determinare la soluzione ottimale con un costo computazionale inferiore in base alle preferenze del decisore. Poi il sistema deve essere in grado di ritornare allo spazio n -dimensionale e alla soluzione finale nello spazio originale. Come vedremo, gli stati iniziali e finali nello spazio n -dimensionale (detti microstati), se proiettati nello spazio bidimensionale, generano stati (detti macrostati) degeneri. In altre parole, la corrispondenza tra microstati e macrostati non è biunivoca, poiché più microstati corrispondono ad un macrostato. Pertanto, in relazione alle preferenze del decisore, sarà compito del sistema di supporto alle decisioni fornire al decisore il microstato di interesse nello spazio n -dimensionale (procedura di emersione dimensionale) a partire dal macrostato ottimale ottenuto. Considerando tutti i percorsi al variare dei valori assunti dalle variabili in gioco al fine di tracciare e potenzialmente intervenire per riequilibrare un sistema dinamico che rappresenta lo stato del sistema di interesse, dall'analisi emerge che ci troviamo nelle ipotesi più generali e quindi complesse della teoria ergodica. In questo lavoro, ci concentreremo prima sulla rappresentazione dell'informazione in spazi n -dimensionali e bidimensionali, nonché sulla costruzione di scenari di valutazione, poi sugli algoritmi utili alla convergenza verso la decisione prima nello spazio bidimensionale e poi n -dimensionale. Mostriamo anche i risultati

del sistema di supporto alle decisioni in alcuni casi di interesse specifico. Facciamo ora una breve panoramica sui Decision Support System.

A partire dal primo libro sui Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) del 1978 di Keen & Scott Morton, negli ultimi 50 anni sono stati realizzati numerosi lavori metodologici, tecnologici e applicativi [1]. Nel corso degli anni si sono susseguite numerose interpretazioni e istanze applicative dei DSS nella maggior parte delle aree operative, dal contesto tecnico-scientifico, alla governance, alla gestione, alla produzione, all'analisi strategica, in contesti medici e sanitari, nella logistica e nei trasporti, nella difesa, nella sicurezza, nella cybersecurity, praticamente ovunque. Il concetto di DSS è stato definito per la prima volta da M.S. Scott Morton come Management Decision System (MDS) [2], ma negli anni successivi questo tipo di soluzione è diventato sempre più una soluzione interattiva basata su computer per aiutare qualsiasi decisore che utilizza una grande quantità di dati e informazioni per risolvere problemi non strutturati, cioè problemi con un gran numero di variabili, o con incertezza o incompletezza di informazioni [3]. Come riportato in [4], un modo per classificare i DSS è se sono guidati:

- i) dai documenti;
- ii) dai modelli;
- iii) dalla comunicazione;
- iv) dai dati;
- v) dalla conoscenza.

Come evidenziato in [5], la maggior parte dei DSS attuali si limita a una mera rilevazione della situazione, cioè a una sorta di diagnostica, e non dispone di un meccanismo integrato unificato per offrire soluzioni adeguate. Inoltre, possiamo aggiungere che tra i DSS che offrono soluzioni adeguate, è molto difficile trovare sistemi computazionali che offrano percorsi decisionali e non solo soluzioni mirate.

Presentiamo in breve alcuni elementi specifici dei diversi tipi di DSS. Un Document-Driven Decision Support System (DD-DSS) è un tipo di sistema informativo che utilizza documenti e dati testuali per facilitare i processi decisionali all'interno di un'organizzazione. Questi sistemi mirano a estrarre informazioni rilevanti da documenti, come

relazioni, documenti di ricerca e dati testuali, per fornire ai responsabili delle decisioni approfondimenti e raccomandazioni di valore. I DSS Document–Driven possono essere particolarmente utili in scenari in cui i decisori devono analizzare grandi volumi di dati testuali non strutturati per compiere scelte informate. Di seguito riportiamo alcuni contributi rilevanti sui DSS guidati dai documenti e una bibliografia di riferimenti chiave nel campo [6–15]. I sistemi di supporto alle decisioni guidati dai documenti sono progettati per assistere i decisori elaborando e analizzando i dati testuali per fornire preziose intuizioni, tendenze e raccomandazioni. Sono particolarmente utili in scenari in cui i dati strutturati da soli non sono sufficienti per prendere decisioni informate. Questi sistemi spesso incorporano varie tecniche, tra cui l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP), il text mining e l'apprendimento automatico, per estrarre, categorizzare e analizzare le informazioni dai documenti. I DSS guidati dai documenti possono essere applicati in diversi ambiti, tra cui la business intelligence, la sanità, il settore legale e la ricerca accademica, per citarne alcuni. Aiutano gli utenti a rispondere alle seguenti domande.

Estrazione delle informazioni: I DSS orientati ai documenti possono estrarre automaticamente informazioni strutturate da documenti non strutturati, facilitando agli utenti l'accesso rapido ai dati rilevanti.

Analisi del testo: Utilizzano tecniche di NLP per analizzare il testo alla luce del sentiment, della modellazione dei temi e di altre caratteristiche linguistiche per ottenere informazioni sul contenuto.

Raccomandazioni: Questi sistemi possono fornire raccomandazioni o previsioni basate sull'analisi dei documenti, aiutando i processi decisionali.

Ricerca e Recupero: I DSS Document–Driven consentono una ricerca e un recupero efficienti dei documenti, permettendo agli utenti di accedere rapidamente alle informazioni pertinenti.

Visualizzazione: Spesso includono strumenti di visualizzazione dei dati per rappresentare le informazioni estratte dai documenti in un formato facile da usare.

Un Model Driven DSS (MD–DSS) o sistema di supporto alle decisioni basato su modelli è una infrastruttura informatica che aiuta le organizzazioni e gli individui a prendere decisioni informate utilizzando

modelli matematici e simulazioni. Questi modelli sono progettati per rappresentare vari aspetti del processo decisionale, come la previsione, l'ottimizzazione e l'analisi del rischio. Di seguito vengono presentate le principali questioni relative ai DSS Model-Driven e la bibliografia dei principali riferimenti [16–22]. Un Model-Driven Decision Support System (DSS) è un tipo di sistema informativo che integra modelli matematici e dati per aiutare i decisori a risolvere problemi complessi e prendere decisioni più informate. Questi sistemi sono tipicamente costituiti dai seguenti componenti.

Gestione dei dati: I DSS Model-Driven si basano sui dati, che vengono raccolti, archiviati e gestiti in database, data warehouse, cloud. I dati possono essere storici, in tempo reale o una combinazione di entrambi.

Modelli matematici: Sono i componenti fondamentali dei DSS guidati dai modelli. I modelli matematici possono essere di vario tipo, tra cui modelli di regressione, modelli di simulazione, modelli di ottimizzazione e altri ancora. Vengono utilizzati per rappresentare e analizzare le relazioni e le dinamiche all'interno del contesto decisionale.

Interfaccia utente: Un'interfaccia facile da usare consente ai responsabili delle decisioni di interagire con il sistema, inserire le proprie decisioni e ricevere risultati e raccomandazioni basati sui modelli sottostanti.

Strumenti analitici: I DSS model-driven spesso includono una serie di strumenti analitici che aiutano gli utenti a esplorare i dati, manipolare i modelli e visualizzare i risultati. Questi strumenti possono andare da semplici grafici a tecniche avanzate di visualizzazione dei dati.

Simulazione e analisi di scenari: Molti DSS basati su modelli incorporano funzionalità di simulazione che consentono agli utenti di testare diversi scenari e valutare i potenziali risultati delle loro decisioni in varie condizioni.

Raccomandazioni: Il DSS può fornire raccomandazioni basate sui modelli e sull'analisi, aiutando i decisori a scegliere la linea d'azione migliore.

Feedback e apprendimento: Alcuni DSS guidati da modelli possono imparare e adattarsi nel tempo, incorporando il feedback delle decisioni precedenti per migliorare le raccomandazioni future.

Un sistema di supporto alle decisioni orientato alla comunicazione (C-DSS) è un tipo di DSS che enfatizza l'importanza di una comunicazione efficace tra i decisori e le parti interessate. Questi sistemi sono progettati per facilitare la collaborazione, la condivisione dei dati e lo scambio di informazioni per supportare processi decisionali migliori. In questa sede vengono riportati gli argomenti principali dei DSS guidati dalla comunicazione e la bibliografia dei principali riferimenti [16], [17], [21–26]. I sistemi di supporto alle decisioni (DSS) guidati dalla comunicazione rappresentano un cambiamento di paradigma nel campo del supporto alle decisioni. Questi sistemi riconoscono che il processo decisionale è spesso uno sforzo collaborativo che coinvolge più persone all'interno di un'organizzazione e che una comunicazione efficace svolge un ruolo cruciale nel processo decisionale. Le caratteristiche e i componenti chiave dei DSS orientati alla comunicazione includono i seguenti elementi.

Strumenti di collaborazione: Questi sistemi offrono vari strumenti e piattaforme che consentono ai responsabili delle decisioni di collaborare, condividere dati e comunicare in modo efficace. Possono includere l'integrazione di e-mail, messaggistica, videoconferenze e condivisione di documenti.

Integrazione dei dati: I DSS orientati alla comunicazione integrano i dati provenienti da varie fonti e li presentano in un formato accessibile a tutti gli stakeholder, facilitando la discussione e l'analisi delle informazioni.

Interfacce facili da usare: hanno in genere interfacce di facile utilizzo che facilitano l'interazione tra gli utenti e rendono più semplice la partecipazione al processo decisionale da parte di persone non tecniche.

Aggiornamenti in tempo reale: Questi sistemi spesso forniscono aggiornamenti dei dati e notifiche in tempo reale per mantenere tutte le parti interessate informate e coinvolte nelle discussioni in corso.

Sicurezza e privacy: I DSS orientati alla comunicazione devono dare priorità alla sicurezza e alla privacy per proteggere le informazioni sensibili e mantenere l'integrità del processo decisionale.

Analisi e reportistica: Possono incorporare funzionalità di analisi dei dati e di reporting per aiutare gli utenti a prendere decisioni informate.

Funzioni di supporto alle decisioni: Oltre alla comunicazione, questi sistemi forniscono anche funzioni tradizionali di supporto alle

decisioni, come l'analisi dei dati, la modellazione e la pianificazione di scenari.

Un sistema di supporto alle decisioni basato sui dati (D-DSS) è uno strumento o un sistema informatico che utilizza dati e modelli analitici per aiutare individui e organizzazioni a prendere decisioni informate. Questi sistemi sono progettati per raccogliere, elaborare e analizzare i dati per fornire approfondimenti, previsioni e raccomandazioni per il processo decisionale. Ecco una sintesi dei DSS guidati dai dati e una bibliografia di riferimento [12], [16], [17], [23], [27–32]. I sistemi di supporto alle decisioni guidati dai dati sono un sottoinsieme dei sistemi di supporto alle decisioni che si concentrano sullo sfruttamento dei dati per supportare i processi decisionali. Questi sistemi sono generalmente costituiti dai seguenti componenti.

Raccolta dei dati: I DSS raccolgono e aggregano dati provenienti da varie fonti, tra cui database interni, feed di dati esterni e sensori in tempo reale. I dati possono essere strutturati, semi-strutturati o non strutturati.

Elaborazione e trasformazione dei dati: Una volta raccolti, i dati vengono elaborati e trasformati in un formato adatto all'analisi. Ciò può comportare la pulizia, l'integrazione e la normalizzazione dei dati.

Analisi dei dati: I DSS utilizzano una serie di tecniche analitiche come l'analisi statistica, il data mining, l'apprendimento automatico e l'intelligenza artificiale per ricavare informazioni dai dati.

Supporto alle decisioni: Gli approfondimenti e i risultati dell'analisi dei dati vengono presentati ai responsabili delle decisioni attraverso dashboard, report, visualizzazioni o avvisi. Questi risultati aiutano a prendere decisioni informate.

Ciclo di feedback: I DSS guidati dai dati spesso includono un meccanismo di feedback, che consente ai decisori di valutare i risultati delle loro decisioni e di affinare le strategie.

Adattamento e apprendimento: Nel corso del tempo, i DSS possono imparare e adattarsi ai dati storici, migliorando la loro capacità di fornire raccomandazioni più accurate.

Un sistema di supporto alle decisioni guidato dalla conoscenza (K-DSS) è un tipo di sistema informativo basato su computer che aiuta i decisori fornendo accesso e utilizzo di risorse di conoscenza. Questi

sistemi sono progettati per aiutare a prendere decisioni informate incorporando conoscenze specialistiche, dati e strumenti analitici. Ecco una sintesi dei DSS guidati dalla conoscenza e una bibliografia di riferimenti chiave. In effetti, in [62], [63] troviamo interessanti contributi che considerano il concetto di DSS basato sulla conoscenza e il suo ruolo nel supporto alle decisioni, ma il campo dei DSS guidati dalla conoscenza è molto vasto e in continua evoluzione; di conseguenza, non ci addentreremo troppo in questo vasto campo, poiché il nostro lavoro non rientra nel contesto dei DSS guidati dalla conoscenza; ci limitiamo a riportare gli argomenti principali. Un sistema di supporto alle decisioni guidato dalla conoscenza è progettato per fornire ai decisori l'accesso a conoscenze, competenze e informazioni specifiche del dominio. In genere comprende:

- base di conoscenza,
- sistemi esperti,
- sistemi basati su regole,
- componenti basati sui dati.

Il sistema assiste gli utenti nel prendere decisioni informate sfruttando le competenze e le intuizioni contenute nella base di conoscenza. Può essere particolarmente utile in domini complessi e specializzati, dove la conoscenza degli esperti è fondamentale per prendere decisioni. La soluzione che presentiamo in questo testo è un esempio avanzato di DSS guidato da modelli. La modellazione avviene nel contesto della teoria della complessità ed è ispirata alla Termodinamica e alla Meccanica Statistica. Infatti, così come in Termodinamica si definiscono variabili di stato come l'Entropia e l'Energia per rappresentare sistemi a molte variabili, anche in questo lavoro proietteremo gli stati rappresentati da più variabili in uno spazio a due variabili, chiamando microstati gli stati rappresentati da più di due variabili e macrostati gli stati del sistema rappresentati da due variabili globali. Come vedremo, l'obiettivo di una tale riduzione delle dimensioni è la significativa riduzione del costo computazionale, ma dovremmo poi risolvere il problema di tornare allo spazio n -dimensionale con $n > 2$ iniziale (cioè, lo spazio in cui vivono i microstati) poiché i microstati rappresentati da Energia ed Entropia sono degeneri.

CAPITOLO I

COMPLESSITÀ, TEORIA DEI GIOCHI E TEORIA DELLA DECISIONE

1.1. Introduzione

La teoria dei giochi per decenni è stata alla base di molti processi di decisione nella maggior parte dei contesti operativi, manageriali e di governo. Di fatto però allorquando si parli di soggetti razionali all'interno di una strategia di gioco (seppure punto di partenza perfettamente corretto), ciò circoscrive inequivocabilmente la simulazione/emulazione dei comportamenti umani che nella maggior parte dei casi decidono come operatori razionali, mentre in contesti di complessità, dove spesso per mancanza di informazione o incertezza della stessa, la decisione può apparire non razionale. In altre parole, il presente della teoria e delle applicazioni nei sistemi avanzati di supporto alle decisioni prevede sempre più l'uso della teoria dei sistemi complessi e del caos; così come nel futuro sarà sempre più necessario includere aspetti legati al comportamento umano, all'emozionalità ed all'affettività, quali parametri di rilievo nelle scelte decisionali. Il presente studio intende fornire in prima istanza un quadro di riferimento aggiornato sullo stato dell'arte di pertinenza ed utilità relativamente alla teoria dei giochi, alla simulazione, alla logica sfumata ed al soft-computing, alle geometrie non euclidee (geometria frattale) per la descrizione di sistemi scala invarianti, ai processi stocastici self-similari, per lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni in ambiti specifici quali il Controllo, lo Sviluppo e la Sicurezza del territorio, la Difesa e le attività degli Stati Maggiori, che intesi come sistemi aventi processi reali e naturali richiedono un significativo livello di necessità. L'obiettivo è quindi quello di consolidare gli avanzamenti moderni dello stato dell'arte per accogliere le più prolifiche metodologie matematiche e tecnologie informatiche che permettano di concepire e modellare sistemi di supporto alle decisioni che non

forniscano semplicemente la decisione come oggi accade, sostituendosi di fatto al decisore e peraltro senza includere spesso l'esperienza dello stesso, ma che invece rappresentino grazie alla creazione di strategie decisionali a livello governance, management ed operational un reale supporto alle decisioni. Ciò poiché tipicamente l'esperto conosce esattamente quale sia l'obiettivo da raggiungere, mentre è rilevante avere un sistema che gli permetta di valutare l'impatto di alcune scelte rispetto ad altre e quindi definire la strategia da perseguire per il raggiungimento del fissato obiettivo. In tal senso, il sistema di supporto alle decisioni diventa un reale simulatore che lascia "giocare le diverse strategie" e permette al decisore di valutare gli impatti ex post, ovvero dopo la simulazione dello scenario e del contesto, potendo avere così un reale supporto decisionale ed avendo considerato le conseguenze delle sue eventuali scelte in itinere od addirittura ancora prima di cominciare il processo decisionale. Così presentato, quindi, il problema della decisione diventa un tema di reverse engineering, nel senso che il decisore individua i parametri fondamentali in gioco (individuazione dei cosiddetti CSF – Critical Success Factor), definisce l'obiettivo finale che intende raggiungere ed il sistema mette in competizione le diverse strategie decisionali perseguibili, fornendo al decisore un quadro degli impatti di ciascuna scelta. A tal punto il decisore è in grado di decidere avendo un quadro simulato di quali costi/benefici può ottenere da una scelta rispetto ad un'altra. Pertanto, in seconda istanza, l'obiettivo del presente studio è la progettazione e la realizzazione di un concept e di un prototipo industriale di un avanzato sistema di supporto alle decisioni, che abbia come obiettivo quello di fornire come output non solo la/le decisioni migliori ovvero gli obiettivi da raggiungere, ma piuttosto le strategie decisionali da porre in essere e perseguire sia a livello governance, management, operational, sia in un'ottica super additiva a livello di obiettivo finale armonizzando, ovvero ottimizzando, contemporaneamente le strategie decisionali di decisori sia di livello diverso (ovvero governance, management, operational) sia di enti diversi che operano simultaneamente (ovvero soluzioni multi-ente o multi-player). Lo studio si conclude con una specificazione/customizzazione del motore computazionale per il supporto alle decisioni in regime di complessità, basato sui MMS (Mathematical Models for Security) che descriveremo