

Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea de Automatică și Calculatoare

ing. Constantin-Bălă ZAMFIRESCU

TEZĂ DE DOCTORAT

**CONTRIBUȚII LA REALIZAREA SISTEMELOR
ANTROPOCENTRICE DE ASISTARE A DECIZIILOR DE GRUP**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:
Acad. Florin Gheorghe FILIP

- BUCUREȘTI 2006 -

Cuprins

1. Introducere	1
1.1. Importanța domeniului de cercetare	1
1.2. Descrierea problemei	1
1.3. Istoricul abordării	2
1.4. Metodologia de cercetare	3
1.5. Structura lucrării	4
2. Sprijinirea deciziilor de grup	7
2.1. Evoluția conceptului SSDG	7
2.1.1. Istoric și terminologie	8
2.1.2. Stadiul actual	10
2.1.3. Provocarea echipelor virtuale	10
2.2. Paliere de sprijinire a deciziei de grup cu ajutorul TI	12
2.2.1. Sprijinirea individuală a decidenților	12
2.2.2. Sprijinirea comunicării și coordonării	12
2.2.3. Sprijinirea colaborării	13
2.3. Tendințe în sprijinirea activă a deciziilor de grup	15
2.3.1. Sprijinirea deciziilor	15
2.3.2. Sprijinirea activă a deciziilor de grup	16
2.3.3. Integrarea elementelor de IA în arhitectura generală a SSDG	17
2.4. Sprijinirea deciziilor de grup orientată spre agent	18
2.4.1. Similitudinea conceptelor de agent și SSD activ	19
2.4.2. Perspectiva inginerescă asupra orientării spre agent	20
2.4.3. Integrarea agenților în echipe	22
2.5. SSDG antropocentric	23
2.5.1. Asimetria complementară	24
2.5.2. Câteva implicații pentru SSDG antropocentric	25
2.5.3. Învățarea	26
2.6. Facilitarea deciziilor de grup	27
2.6.1. Facilitarea: scop și metode	27
2.6.2. Particularitățile deciziilor de grup distribuite	29
2.6.3. Sprijinirea și automatizarea facilitării	31
2.7. Premize pentru un SSDG antropocentric	33
3. Dinamica procesului decizional de grup	35
3.1. Procesul decizional de grup	35
3.1.1. Modelarea procesului decizional de grup	36

3.1.2. Modele de interacțiune în luarea deciziilor de grup	38
3.1.3. Atributele unui model de interacțiune	40
3.1.4. Modelarea PDG prin intermediul modelelor de interacțiune	43
3.2. Adaptivitate și dinamică în DG-SSDG	45
3.2.1. Relația dintre problema decizională și programele SSDG	45
3.2.2. Teoria structurării adaptive	46
3.2.3. Perspectiva emergentă asupra SSDG	49
3.2.4. Dimensiunea socială - teoria activităților	52
3.3. Procese metacognitive implicate în modelarea PDG	53
3.3.1. Aspecte ale învățării colective de modelare a PDG	54
3.3.2. Rolul memoriei tranzactive	55
3.3.3. Elemente metacognitive în luarea deciziei de grup	56
3.3.4. Sprijinirea proceselor metacognitive cu ajutorul unor structuri stimulative	59
3.4. Sinteze și comentarii	60
4. Cognetică socială și stigmergie în SSDG	63
4.1. Stigmergia în contextul SSDG	64
4.1.1. Rolul instrumentului în coordonarea activităților colaborative	64
4.1.2. Coordonarea stigmergică a lucrului colaborativ	67
4.1.3. Inteligența colectivă	68
4.1.4. Harta mentală colectivă a modelelor de interacțiune în PDG	72
4.2. Mecanisme de dezvoltarea a unei hărți mentale cognitive	75
4.2.1. Agregarea preferințelor	75
4.2.2. Reacția pozitivă și negativă	79
4.2.3. Diviziunea muncii	81
4.3. Un model ecologic al procesului decizional de grup	82
4.3.1. Conceptul și premisele modelului	83
4.3.2. Specificațiile modelului experimental	84
4.3.3. Sinteza modelului	97
4.4. Concluzii	98
5. Model experimental de SSDG antropocentric	101
5.1. Simularea orientată spre agenți	101
5.1.1. Motivație	102
5.1.2. Considerații practice	104
5.1.3. Etape de construire a simulării modelării colective a PDG	105
5.2. Simularea procesului decizional de grup	107
5.2.1. Obiectivele generale ale simulării	107
5.2.2. Arhitectura generală	108

5.2.3. Mediul de implementare	114
5.3. Experimentarea	115
5.3.1. Parametrii experimentali	115
5.3.2. Comportamentul modelului	117
5.3.3. Paliere de sinergie în modelarea colectivă a PDG	128
5.4. Premize și implicații pentru un SSDGA	140
5.4.1. Premizele modelului simulat	140
5.4.2. Validarea teoretică	141
5.4.3. Sinteza implicațiilor	143
5.5. Concluzii	144
6. Sprijinirea proceselor metacognitive	147
6.1. Proiectarea SSDG antropocentric	147
6.1.1. Principii de proiectare	147
6.1.2. Arhitectura generală	149
6.1.3. Cadrul de implementare	152
6.2. Modelarea și reprezentarea procesului decizional de grup	153
6.2.1. Teoria planurilor partajate	154
6.2.2. Elemente de reprezentare a procesului decizional de grup	157
6.2.3. Implicații asupra aplicației de co-modelare a procesului decizional de grup	160
6.3. Sprijinirea co-modelării. Proiectarea agentului de interfață	163
6.3.1. Sprijinirea proceselor elementare de co-modelare. Scenarii de utilizare	163
6.3.2. Arhitectura agentului de interfață	173
6.3.3. Considerații generale privind implementarea pentru emergență	175
6.4. Concluzii	177
7. Concluzii, contribuții și direcții de cercetare	179
7.1. Concluzii generale	179
7.2. Sinteza contribuțiilor originale	180
7.3. Perspective	182
Bibliografie	183
Anexe	201
A. Implementări actuale ale programului de planificare a agendei întâlnirii	201
B. Exemple de MIDG	202
C. Chestionar de evaluare a performanțelor unui PDG	207

Lista figurilor

Fig. 2.1.	Domenii de cercetare în teoria SSDG	9
Fig. 2.2.	Paliere de suport tehnologic pentru DG	14
Fig. 2.3.	Integrarea elementelor de IA în arhitectura generală a unui SSDG	17
Fig. 2.4.	Integrarea agenților în echipe	22
Fig. 3.1.	Procesul de luare a deciziei în contextul rezolvării problemei	37
Fig. 3.2.	Structura PDG având ca unitate de decompoziție MIDG	43
Fig. 3.3.	Modelul PDG pentru managementul portofoliului de proiecte	44
Fig. 3.4.	Modelul structurării adaptive în contextul SSDG	48
Fig. 3.5.	Autoorganizarea modului de asimilare a SSDG în mediul organizațional	51
Fig. 3.6.	Acțiunea în context social	52
Fig. 3.7.	Procese cognitive și metacognitive în modelarea PDG	57
Fig. 4.1.	Explicitarea lucrului colaborativ mediată de instrument	65
Fig. 4.2.	Modelarea colectivă a PDG	70
Fig. 4.3.	Stigmergia în modelarea colectivă a PDG	71
Fig. 4.4.	HMC a spațiului problemei de modelare a PDG	73
Fig. 4.5.	Formarea preferințelor de utilizare a unui MIDG	77
Fig. 4.6.	Distribuția preferințelor pentru toate alternativele de modelare ale PDG	78
Fig. 4.7.	Modelarea individuală a PDG	83
Fig. 4.8.	Mecanismul de generare a structurii PDG	86
Fig. 4.9.	Reprezentarea structurii PrDG	88
Fig. 5.1.	Principalele etape de simulare a practicilor de utilizare a unui SSDG	106
Fig. 5.2.	Reprezentarea abstractă a spațiului conceptual de modelare a PDG	108
Fig. 5.3.	Topologia mediului de interacțiune	109
Fig. 5.4.	Coordonarea stigmergică în SMA	110
Fig. 5.5.	Modelul simplificat al interacțiunii dintre decidenți și MIDG	110
Fig. 5.6.	Algoritmul general de simulare	112
Fig. 5.7.	Interfața aplicației de simulare a modelării PDG implementată în NetLogo	115
Fig. 5.8.	Comportamentul general de modelare a PDG	118
Fig. 5.9.	Funcția de convergență a performanțelor PDG obținută prin regresie liniară	119
Fig. 5.10.	Funcția de convergență a entropiei individuale de modelare a PDG	119
Fig. 5.11.	Structurarea procesului de autoorganizare, reflectat în scăderea entropiei individuale și spațiale, în modelarea PDG	119
Fig. 5.12.	Influența CP asupra convergenței și performanțelor PDG	123
Fig. 5.13.	Influența CP asupra entropiei individuale asociate modelării PDG	123
Fig. 5.14.	Harta fazelor de tranziție a performanțelor PDG pentru diferite valori ale TS	125
Fig. 5.15.	Influența TS asupra convergenței și performanțelor PDG	125

Fig. 5.16.	Influența TS asupra entropiei individuale asociate modelării PDG	125
Fig. 5.17.	Influența NM asupra convergenței și performanțelor PDG	127
Fig. 5.18.	Influența NM asupra entropiei individuale asociate modelării PDG	127
Fig. 5.19.	Influența SF asupra performanțelor PDG	129
Fig. 5.20.	Influența CP asupra performanțelor PDG în raport cu modul de abstractizare	131
Fig. 5.21.	Influența TS asupra performanțelor PDG în raport cu modul de abstractizare	132
Fig. 5.22.	Influența DimG asupra performanțelor PDG în raport cu modul de abstractizare	134
Fig. 5.23.	Creativitate și interacțiune în modelarea colectivă a PDG	136
Fig. 5.24.	Influența diversității PrDG asupra convergenței PDG în raport cu modul de abstractizare	137
Fig. 5.25.	Influența compoziției GL asupra specializării și diversității decidenților	139
Fig. 6.1.	Funcțiile SSDGA raportate la contextul de co-modelare a PDG	148
Fig. 6.2.	Arhitectura generală a SSDGA	150
Fig. 6.3.	MIDG „BroomWagon” reprezentat în AUML	151
Fig. 6.4.	Integrarea SSDGA cu aplicația de management a cunoștințelor realizată pe platforma Lotus Notes	152
Fig. 6.5.	Elementelor unui PP pentru PrDG de evaluare a proiectelor	158
Fig. 6.6.	Structura datelor de reprezentare a unui plan pentru o DG-SSDG	159
Fig. 6.7.	Interfața aplicație de co-modelare a PDG	160
Fig. 6.8.	Modalități de structurare a modelului PDG pentru PrDG a „evaluării proiectelor”	162
Fig. 6.9.	Alternative de interacțiune cu SSDGA în procesul de identificare a modelului PDG	165
Fig. 6.10.	Alternative de modelare a PDG pentru PrDG a „evaluării proiectelor”	167
Fig. 6.11.	Implementarea modului de navigare a decidentului în spațiul soluțiilor sugerate de SSDGA	168
Fig. 6.12.	Discutarea și evaluarea alternativelor de modelare identificate în cadrul GL	169
Fig. 6.13.	Interacțiunea decidentului cu aplicația de co-modelare a PDG în timpul elaborării	170
Fig. 6.14.	Identificarea și exprimarea angajamentelor de participare în cadrul aplicației de management a proiectelor	172
Fig. 6.15.	Arhitectura agentului de interfață	174

Lista tabelelor

Tabelul 3.1.	Sprijinul oferit de un SSDGA în modelarea PDG	61
Tabelul 4.1.	Distribuția TMIDG în interiorul unui PDG	85
Tabelul 4.2.	Moduri de reprezentare a structurii PrDG la nivelul MIDG	88
Tabelul 4.3.	Participarea decidenților în procesul de modelare a PDG	93
Tabelul 4.4.	Paliere de colaborarea în modelarea PDG	94
Tabelul 5.1.	Spațiul parametrilor experimentali	116
Tabelul 5.2.	Valorile parametrilor experimentați	117

Abrevieri¹

BC	Bază de Cunoștințe	<i>(secțiunea 6.1.3)</i>
BD	Bază de Date	<i>(secțiunea 2.3.3)</i>
CHM	Gradul de Conectivitate al HM pentru un grup de decidenți	<i>(secțiunea 5.3.3)</i>
CP	Complexitatea PrDG	<i>(secțiunea 4.3.2)</i>
CSCW	Computer Supported Collaborative Work	<i>(secțiunea 2.1.1)</i>
DG	Decizie de Grup	<i>(secțiunea 2.1.3)</i>
DimG	Dimensiunea GL implicat într-o DG-SSDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
DG-SSDG	Decizie de Grup asistată de un SSDG	<i>(secțiunea 1.2)</i>
DHM	Diversitatea HM pentru un grup de decidenți	<i>(secțiunea 5.3.3)</i>
FU	Frecvența de Utilizare a SSDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
GL	Grup de Lucru	<i>(secțiunea 2.1.3)</i>
HM(C)	Hartă Mentală (Colectivă)	<i>(secțiunea 4.1.4)</i>
IA	Inteligență Artificială	<i>(secțiunea 2.3.2)</i>
IC	Inteligență Colectivă	<i>(secțiunea 1.2)</i>
IOC	Interațiunea Om-Calculator	<i>(secțiunea 2.3.3)</i>
ÎC	Învățare Colectivă	<i>(secțiunea 3.3.1)</i>
MIDG	Model de Interacțiune Decizional de Grup	<i>(secțiunea 3.1.3)</i>
MT	Memoria Tranzactivă	<i>(secțiunea 3.3.2)</i>
NM	Numărul de MIDG disponibile	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
NP	Numărul PrDG pentru care este utilizat SSDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
NU	Numărul de Utilizatori ai SSDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
OA	Orientare spre Agent	<i>(secțiunea 2.4)</i>
OO	Orientare Obiect	<i>(secțiunea 2.4.2)</i>
PDG	Proces Decizional de Grup	<i>(secțiunea 1.2)</i>
PrDG	Problema DG	<i>(secțiunea 2.1.1)</i>
PP	Plan Partajat	<i>(secțiunea 6.2.1)</i>
PPC	Plan Partajat Complet	<i>(secțiunea 6.2.1)</i>
PPP	Plan Partajat Parțial	<i>(secțiunea 6.2.1)</i>
SI	Sistem Informatic	<i>(secțiunea 2.1.1)</i>
SMA	Sistem Multi-Agent	<i>(secțiunea 2.3.1)</i>
SBE	Simulare Bazată pe Ecuații	<i>(secțiunea 5.1.1)</i>
SE	Mecanismul de Selectare a Echipei	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
SF	Strategia de Formalizare a PDG, gradul de abstractizare a PrDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>
SM	Mecanismul de Selectare a MIDG	<i>(secțiunea 5.3.1)</i>

¹ Pentru fiecare abreviere, în paranteze, este indicată secțiunea în care este descris sau definit pentru prima oară termenul respectiv.

Contribuții la realizarea sistemelor antropocentrice de asistare a deciziilor de grup

SOA	Simulare OA	<i>(secțiunea 5.1)</i>
SSD	Sistem Suport pentru Decizii	<i>(secțiunea 2.3.1)</i>
SSDG	Sistem Suport pentru Decizii de Grup	<i>(secțiunea 1.1)</i>
SSDGA	SSDG Antropocentric	<i>(secțiunea 2.5.1)</i>
TA	Teoria Activităților	<i>(secțiunea 3.1.2)</i>
TI	Tehnologia Informației	<i>(secțiunea 2)</i>
TS	Temperatura Socială	<i>(secțiunea 4.2.2)</i>
TMIDG	Tip de MIDG	<i>(secțiunea 3.1.2)</i>
TPP	Teoria Planurilor Partajate	<i>(secțiunea 6.2)</i>
TSA	Teoria Structurării Adaptive	<i>(secțiunea 3.2.2)</i>

Glosar

Cercetarea activă este o metodă de cercetare comparativă și participativă, asupra condițiilor și efectelor unor forme diverse de interacțiuni sociale, cu scopul de a îmbunătăți strategiile, deprinderile și cunoștințele despre mediul în care acestea sunt practicate. Conform acestei metode de investigare științifică, cunoștințele sunt întotdeauna acumulate prin acțiune și pentru acțiune.

Cercetare exploratorie este o metodă de investigație științifică realizată în condițiile de incertitudine în ceea ce privește problema analizată (datorită operațiilor de calcul implicate, scopurilor și rezultatelor). Ea precede de regulă cu o analiză la scară largă și ajută la identificarea alternativelor de proiectare, a metodelor de colectare a datelor și a parametrilor de performanță.

Cognetica a fost folosit în sensul clasic de domeniu de cercetare interdisciplinar preocupat cu studiul minții sau al inteligenței.

Cogniția este utilizată în sensul general de procesarea mentală a informațiilor; pe lângă aspectele evidente precum gândirea abstractă ea include și pe cele de natură psihologică (emoții, dorințe etc.).

Decizia unei persoane (sau a unui grup de persoane) este produsul final al unui proces mental specific, denumit proces decizional sau luarea deciziei (PDG); în consecință decizia este un concept subiectiv, un obiect mental care poate fi o opinie, o regulă sau o sarcină destinată execuției.

Externalizarea înseamnă a pune ceva dincolo de granițele de origine, o funcție specifică decidentului în afara corpului acestuia. În contextul co-modelării PDG, ea a fost utilizată pentru a ilustra externalizarea funcțiilor cognitive de modelare a PDG, care aparțin creierului, într-o reprezentare simbolică (intuitivă) în cadrul aplicației de co-modelare a PDG.

Hartă cognitivă este un mod de structurare și înregistrare mentală a cunoștințelor pentru a permite „ochilor minții” să reducă complexitatea cognitivă prin regăsirea și învățarea cunoștințelor. În contextul lucrării ea este utilizată metaforic pentru memorarea și utilizarea cunoștințelor necesare modelării PDG .

Memoria tranzactivă este o teorie dezvoltată de Daniel M. Wegner (2006), care pleacă de la premiza că persoanele pot servi drept dispozitive de memorare externe. Membrii GL pot să beneficieze de cunoștințele celorlalți participanți dacă sunt capabili să identifice cine ce știe. Cercetările de laborator și studiile de caz au demonstrat influența memoriei tranzactive asupra performanțelor DG.

MIDG (thinkLets) sunt "unități elementare de capital intelectual necesare realizării unui model de colaborare repetabil". MIDG nu constituie în sine un PDG complet, acesta presupunând (re)utilizarea unui număr de MIDG ca elemente constructive pentru implementarea unui model al PDG (Briggs, Vreede și Nunamaker, 2003).

Modelul conceptual este o construcție teoretică de reprezentare a unor procese sociale având un set de variabile și relații cantitative între acestea. Modelul mental este construit pentru a permite analiza acestor procese într-un cadru idealizat în care sunt făcute presupuneri (care sunt cunoscute a fi false în anumite detalii) pentru a simplifica modelul și a permite identificarea unor soluții acceptabile.

Modelul mental este o explicație personală pentru modul în care ceva funcționează în realitate, o reprezentare simbolică a realității externe care se presupune că joacă un rol esențial în cogniție.

Procesul decizional (al unui decident individual sau colectiv) este un proces cognitiv, rațional sau nu, de selectare a cursului de acțiuni dintr-un set de alternative. Fiecare proces decizional produce o decizie, o alegere finală care poate fi o acțiune sau o opinie. Ea începe când se conștientizează că trebuie făcut ceva (identificarea unei probleme, PrDG) dar nu se știe ce anume.

Problema (PrDG) se referă la o situație nerezolvată sau nedorită care necesită identificarea unei soluții sau a unui răspuns. Soluționarea ei este un proces cognitiv care intervine atunci când nu se știe cum trebuie acționat având în vedere stare curentă și pe cea dorită.

Simularea socială este o metodă de cercetare exploratorie care presupune modelarea și simularea cu ajutorul calculatorului a sistemelor/fenomenelor sociale (ESSA, 2006).

Sistem stigmergic este un SI care utilizează stigmergia sau alte forme computaționale inspirate din natură pentru a implementa cu costuri reduse sisteme de management a cunoștințelor (Stigmergic Systems, 2003).

Sistem informatic a fost utilizat în sensul general de sistem alcătuit din utilizatori, TIC și metode de colectare, procesare și transmitere a informațiilor.

Sistem suport pentru decizii este utilizat în sensul general de SI destinat sprijinirii activităților de luare a deciziei.

Stigmergia este o metodă de comunicare în care componentele sistemului comunică prin modificări locale ale mediului accesibil. Inițial stigmergia a fost observată la insecte, însă nu se limitează la insectele sociale sau la sistemele fizice. Pe Internet sunt o mulțime de fenomene emergente care iau naștere din intercațiunea indirectă a utilizatorilor prin modificări locale ale unui mediu colaborativ partajat (Wikipedia, 2006).

Studiu longitudinal este o metodă de cercetare care implică observarea unor trăsături sau fenomene pe o perioadă lungă de timp. În domeniul SSDG studiile longitudinale sunt realizate pentru analiza asimilării TI într-o organizație, comunitate, societate sau cultură.