

Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce



**ACADEMIA ROMÂNĂ**

**Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială "Mihai Drăgănescu"**

---

# *TEZĂ DE DOCTORAT*

Contributions to the development of decision support systems based on intelligent agents with applications in e-commerce

Conducător de Doctorat:

Acad. Florin Gh. FILIP

Doctorand

Ciprian CÂNDEA

BUCUREȘTI

2016

CONTENTS

□		□
<b>1</b>		
<b>INTRODUCTION.....</b>		<b>19</b>
1.1 FOUNDATION OF THESIS .....		19
1.2 PHILOSOPHY OF THESIS .....		20
1.3 METHODOLOGY OF THE THESIS .....		21
1.4 THESIS STRUCTURE .....		22
<b>2 E-COMMERCE, DECISION SUPPORT SYSTEMS AND INTELLIGENT AGENTS.....</b>		<b>24</b>
2.1 E-COMMERCE SYSTEMS .....		24
2.1.1 What is “e” Commerce? .....		25
2.1.2 Categories and Characteristics of e-Commerce .....		27
2.1.3 Tools for e-Commerce .....		28
2.1.4 Technologies for e-Commerce .....		32
2.2 AGENTS AND HOW THEY WORK .....		36
2.2.1 Agents definition .....		36
2.2.2 Multi-agents .....		38
2.2.3 Negotiation .....		45
2.2.4 Architectures for Agent and Multi-Agent Systems .....		48
2.3 DECISION SUPPORT SYSTEMS .....		54
2.3.1 Definition of Decision support system and their users .....		55
2.3.2 Impact on the organization .....		57
2.3.3 Taxonomies .....		58
2.3.4 Techniques and Methods for DSS .....		60
2.4 INTEGRATION LEVEL – E-COMMERCE, AGENTS AND DECISION SUPPORT COMMON GROUND .....		65
2.4.1 Human decision process .....		65
2.4.2 Agents and Decision Support Systems .....		66
2.4.3 Agent’s approach on e-Commerce .....		69
2.5 CONCLUDING REMARKS .....		71
<b>3 USER PROFILE .....</b>		<b>73</b>
3.1 THEORETICAL BACKGROUND.....		73
3.1.1 Vector space model .....		73
3.1.2 Query refining / envelop .....		75

3.1.3 Clustering .....	76
3.2 MODELING USER PROFILE .....	78
3.2.1 Motivation of User Profile .....	78
3.2.2 Structure of the user profile .....	80
3.2.3 Data filtering using the profile .....	81
3.2.4 Categorize a document based on his relevance .....	82
3.2.5 Profile quality .....	83
3.3 LEARNING USER PROFILE .....	84
3.3.1 Learning Explicit and Implicit Feedback .....	84
3.3.2 Learning New Interest .....	87
3.4 EVALUATION OF PROFILE .....	88
3.4.1 Theoretical Background .....	89
3.4.2 Experiment 1 .....	94
3.4.3 Experiment 2 .....	95
3.4.4 Experiment 3 .....	96
3.4.5 Experiment 4 .....	97
3.5 SOFTWARE ARCHITECTURE FOR SEARCH ENGINE AGENT .....	98
3.5.1 SEA block diagram.....	99
3.5.2 SEA functional view .....	101
3.5.3 SEA technical view .....	103
3.5.4 User interface agent .....	104
3.5.5 Profile agent .....	105
3.5.6 Search Engine Activator .....	107
3.6 CONCLUDING REMARKS .....	109
<b>4 “PORTAL” HUB FOR E-BUSINESS .....</b>	<b>111</b>
4.1 COMPONENTS AND STRUCTURE .....	111
4.2 ARCHITECTURE .....	113
4.3 INTELLIGENT PORTALS .....	114
4.4 COLLABORATIVE SERVICES .....	115
4.5 SECURITY.....	116
4.6 USE CASES .....	117
4.6.1 M-Business .....	117

4.6.2 Portal for Digital Factory .....	119
4.7 CONCLUDING REMARKS .....	127
<b>5 DECISION SUPPORT SYSTEM ARCHITECTURE .....</b>	<b>129</b>
5.1 GENERIC ARCHITECTURE .....	129
5.2 AGENT BASED DSS ARCHITECTURE .....	130
5.3 ASSUMPTIONS .....	133
5.3.1 Shared plans.....	133
5.3.2 Terms used on the presented architecture .....	136
5.3.3 Decision making process .....	137
5.3.4 Decisional session phases .....	140
5.4 DEPLOYMENT VIEW .....	140
5.5 WORKFLOW'S .....	141
5.6 DSS SERVER ARCHITECTURE .....	143
5.6.1 Web Client .....	144
5.7 DSS ONTOLOGY .....	146
5.7.1 Configuration schema .....	146
5.7.2 Commitment schema .....	147
5.7.3 Results schema .....	148
5.8 DSS TOOL ARCHITECTURE .....	151
5.8.1 Register a Tool .....	152
5.8.2 Tool integration with DSS Server .....	153
5.8.3 Configuration mode .....	154
5.8.4 Work mode .....	154
5.8.5 Import data .....	155
5.8.6 Tool API .....	156
5.9 TOOLS .....	160
5.9.1 Categorizer .....	160
5.9.2 Brainstorming.....	160
5.9.3 Alternative analysis .....	161
5.9.4 Vote .....	161
5.10 CONCLUDING REMARKS .....	162

**6 IMPLEMENTED SYSTEMS ..... 164**

6.1 INTEGRATED ARCHITECTURE..... 164

6.2 E-COLLABORATIVE DECISION..... 167

    6.2.1 Validation inside academia environment ..... 169

    6.2.2 DSS supporting flows ..... 171

    6.2.3 Workflow management ..... 177

    6.2.4 Conclusion ..... 177

6.3 DIGITAL FACTORY DECISION SUPPORT SYSTEM ..... 178

    6.3.1 Validation within automotive factory ..... 179

    6.3.2 Validation within machine builder ..... 183

    6.3.3 System architecture ..... 186

    6.3.4 Conclusion ..... 188

6.4 CONCLUDING REMARKS ..... 188

**7 CONCLUSION ..... 190**

7.1 HISTORY OF WORK ..... 190

7.2 MAJOR CONTRIBUTIONS ..... 193

7.3 EXTENSIONS TO CURRENT WORK..... 194

**8 REFERENCES ..... 195**

**Cuvinte cheie:** sistem de suport decizional, arhitectura programului software pentru suport decizional, sesiune decizională, arhitectura software, sistem multi-agent, agenți inteligenți, instrument de luare a deciziilor, e-commerce, profilul adaptiv al utilizatorului, sistem de recomandări, program software de tip portal, activitate colaborativă

## Introducere

Procesul de luare a deciziilor se bazează pe proiecția viitoarelor evenimente folosind două etape cheie, de diagnostic și de anticipare. Așteptările și posibilele acțiuni viitoare sunt influențate de preferințele umane, dar, în același timp, preferințele pot fi influențate de așteptări.

Sistemele de suport decizional sunt utilizate pe scară largă pentru a susține utilizatorii în procesul de luare a deciziilor. Principalul obiectiv al lucrării constă în integrarea caracteristicilor agentului în arhitectura sistemului de suport decizional care va sprijini luarea deciziilor la nivel individual și de grup. Integrarea agentului "motor de căutare" care deservește utilizatorul în căutarea și filtrarea cu succes a informațiilor pe baza profilului utilizatorului reprezintă un obiectiv secundar al tezei. De asemenea, este investigată exploatarea arhitecturii propuse pentru sistemul de suport decizional orientat către agent și a profilului de utilizator adaptat pentru e-commerce.

Pe scară largă, e-Commerce impactează modul tradițional de colaborare și aduce schimbări majore în stilul de viață. În această teză, se face referire la e-commerce din perspectiva "business-to-business" în cadrul căreia sistemele de suport decizional joacă un rol activ prin responsabilizarea participanților cărora li se oferă instrumentele potrivite.

Provocarea acestei teze constă în integrarea celor două concepte - sistemul de suport decizional bazat pe agenți și e-Commerce – într-o viziune unică.

S-au realizat experimente pentru a valida modelul matematic al sistemelor investigate (profilul de utilizator, coordonarea pe baza sistemelor de tip multi-agent, etc.). Experimentele au fost realizate cu ajutorul utilizatorilor și toate datele obținute au fost anonimizate pentru a respecta intimitatea utilizatorului.

În cele din urmă, au fost utilizate studii de caz pentru a valida și colecta "feedback" referitor la soluția propusă în ceea ce privește: arhitectura programului software, algoritmi propuși și acceptarea programului software de către utilizator.

Teza este împărțită în șapte capitole, așa cum sunt prezentate în continuare.

În *capitolul 2*, sunt prezentate cele trei concepte cuprinse în teza de față: e-Commerce, Agenți și Sistemul de suport decizional.

Ciprian Candea- October 2016

E-Commerce, cu un impact profund asupra fiecărei laturi a societății umane, de la producție și ocuparea forței de muncă, administrație centrală și locală, drept și sisteme de învățământ, și așa mai departe. În continuare, sunt investigați agenții și “asociații” acestora, sistemele multi-agent.

Sistemele de suport decizional sunt descrise prin prisma impactului lor asupra organizațiilor care le utilizează. De asemenea, sunt prezentate tehnicile și metodele folosite în sistemul de suport decizional și baza lor teoretică.

Gradul de integrare a componentelor e-Commerce, Sisteme de suport decizional și Agenți este investigat din punctul de vedere al procesului decizional parcurs de oameni.

În *capitolul 3*, este prezentat un model adaptiv al profilului de utilizator, precum și o serie de experimente.

Sunt prezentate elementele de bază și interpretările acestora, urmate de noțiuni teoretice privind metodele de extragere automată a informației.

Modelarea profilului utilizatorului este una dintre componentele esențiale ale oricărui sistem inteligent de extragere și filtrare a informațiilor. Modelul prezentat este dinamic și adaptabil la nevoile utilizatorului care, în timp, evoluează în funcție de interesele utilizatorului. Este prezentată arhitectura unui program software “multi-agent” servind sistemului de suport decizional, util în faza de “căutare”, atunci când utilizatorul caută să obțină informații care să îl ajute în formularea unei viitoare decizii, și în faza de “alegere”, când sunt făcute recomandări.

În *capitolul 4*, conceptul de portal introdus în termeni generali în *capitolul 2*, este descris în detaliu, începând de la structură și arhitectură și până la funcționalități. O nevoie presantă pentru organizațiile actuale și viitoare constă în colaborarea dintre echipele interdisciplinare și coordonarea activității acestora, activitate mediata prin aplicații de tip portal.

Sunt prezentate două studii de caz prin care se susține utilitatea portalului în economia reală.

Primul studiu de caz prezintă implementarea unui mediu colaborativ virtual care răspunde nevoilor de afaceri critice pentru IMM-urilor în contextul utilizării dispozitivelor mobile - “mobile Business” (m-Business). Rezultatul este un portal web inteligent, modular și flexibil, care are la bază un depozit central de cunoștințe și care rulează o serie de procese integrate.

Al doilea studiu de caz prezintă o implementare complexă a *arhitecturii portalului* pentru procesele din producție care integrează diferite instrumente și aplicații software într-un flux complex de schimb de informații și comunicare.

În *capitolul 5*, este descrisă arhitectura generală a Sistemului de suport decizional (SSD). Sunt prezentate fundamente teoretice și matematice a unui sistem de suport decizional bazat pe cunoștințe. Un sistem de suport în luarea deciziilor, care oferă un cadru sigur, util, eficient în care se

Ciprian Candea- October 2016

integrează aplicații specializate (realizate de terți) cu rol de instrumente de suport decizional. Este prezentată arhitectura generală SSD care acceptă conceptul agentului.

În *capitolul 6*, este prezentată soluția integrată care cuprinde toate conceptele prezentate în prezenta lucrare. Soluția integrată oferă funcționalitatea colaborativă în vederea susținerii activităților de e-Commerce, precum și a proceselor de dezvoltare a produsului. Sunt detaliate trei studii de caz care prezintă viabilitatea sistemelor dezvoltate și prezentate în prezenta lucrare cu beneficii reale în practica industrială.

În *capitolul 7*, este prezentat parcursul urmat de autor în realizarea lucrării, concluziile finale și posibilitățile de extindere viitoare.

## Capitolul 2. e-Commerce, Sistem de suport decizional și Agenți inteligenți

Datorită accesului la internet un element important al vieții moderne, este reprezentat de "e-Commerce" care permite intermedierea de mărfuri și servicii. Prezența "e-Commerce" în afaceri conduce la o revoluție în modul în care se desfășoară relațiile dintre companii și clienți.

e-Commerce produce modificări în organizarea companiilor, dar și în viața personală, prin multiplele sale implementări, de la procesul de tranzacționare clasic la un proces mult mai simplificat de plasare a unei comenzi. Toate acestea formează un cadru foarte dinamic și complex în care e-Commerce joacă un rol central. e-Commerce este perceput astăzi de public ca un "magazin online", când, de fapt, participă într-un sens mai larg la progresul societății.

De asemenea, sunt prezentați agenții și se explică ADN-ul lor, urmat de Sistemele de Multi-Agenți (MAS - Multi Agent Systems) care dau posibilitatea de a investiga modalitatea de comunicare, unde se întâlnesc și cum se coordonează aceștia.

Al treilea concept introdus este acela al sistemelor de suport decizional (SSD) și este evaluat impactul acestuia la nivel de organizație, cât și la nivel personal. Tehnici de inteligență artificială (IA), precum rețele bayesiene sau analize multi atribut (MAU) reprezintă abordarea actuală pentru realizarea de instrumente, tot mai multe și mai performante, folosite în SSD.

Este prezentată integrarea componentelor e-Commerce, agenți și SSD prin trasarea celor patru procese de bază folosite pentru luarea deciziilor, conform nevoilor utilizatorului care exploatează un sistem e-Commerce.



## Capitolul 3. Profilul utilizatorului

În acest capitol este prezentată arhitectura și implementarea acesteia pentru un sistem de suport decizional centrat utilizator. Conform Simon (Simon, 1997), sistemul propus în acest capitol asigura utilizatorului suport în faza de căutare de informații (“intelligence”), fază în care utilizatorul urmărește să obțină informații de calitate despre subiectul de interes cât și în faza de alegere (“choice”) unde utilizatorul alege una din opțiunile dezvoltate, sistemul propune recomandări. (capitolul 2.4.2)

Într-un astfel de cadru, utilizatorul este susținut pe tot parcursul demersului de la formularea unei cereri de căutare, filtrarea rezultatelor și selecția opțiunilor. Sistemul oferă utilizatorului suport pentru următoarele etape cheie: formularea cererii, selectarea paginilor/informațiilor returnate în urma căutării și localizarea informațiilor dorite (C. Candea et al., 2000).

În capitolul 3.3 este prezentată arhitectura unui sistem adaptiv pentru crearea profilului digital a unui utilizator. Sistemul prezentat utilizează tehnici adaptive de extragere automata a informației pentru a realiza profilul digital individual. “Pentru aceasta, se ia în considerare feedback-ul utilizatorilor referitor la cât de utile au fost paginile recomandate, feedback necesar pentru a adapta profilul utilizatorului.” (C. Candea et al., 2000)

În arhitectura sistemului este utilizată paradigma sistemelor multi agent (MAS). MAS reprezintă una dintre cele mai promițătoare abordări pentru dezvoltarea de arhitecturi complexe dar flexibile care permit o nouă dimensiune de integrarea.

Este prezentată evoluția în timp a arhitecturii software; prima versiune este reprezentată de o aplicație de sine stătătoare (client) care încapsulează toate comportamentele sistemului multi agent. O evoluție a arhitecturii exploatează avantajele tehnologiilor oferite de Internet în care agenții rulează pe server, distribuit, dar și pe sisteme client.

“În comparație cu motoarele de căutare tradiționale, sistemul propus promovează o orientare mai degrabă antropocentrică pentru a îmbunătăți atât capacitățile de acces la date, cât și capacitatea de comunicare.” (C. Candea et al., 2000)

Sistemul prezentat oferă utilizatorului suport pentru generarea de interogări specifice motoarelor de cautare pentru cererile utilizatorului și rafinarea profilului digital al utilizatorului o dată ce procesul de căutare este finalizat. "Generatorul de Interogare preia solicitarea utilizatorului și crează interogări specifice pentru fiecare motor de căutare, interogări folosite de către agenți (pentru aceasta, folosește informații din profilul de utilizator) ; rezultatele obținute de agenții de căutare sunt clasificate (această clasificare se face luând în considerare a) clasificarea paginilor

Ciprian Candea- October 2016

oferite de către motoarele de căutare b) cuvintele cheie din interogare c) profilul utilizatorului).” (C. Candea et al., 2000)

## Capitolul 4. “Portal” – punct central pentru e-Business

Acest capitol prezintă portalul ca pe un centru pentru arhitecturile și funcționalitățile e-Business.

Portalul este componenta care susține, de fapt, colaborarea dintre membrii sau actorii digitali ai arhitecturii e-Business, centrat pe următoarele două aspecte principale :

- permiterea părților interesate să colaboreze în cadrul diferitelor activități digitale și
- permiterea integrării diferitelor instrumente / aplicații de suport care urmăresc obiective specifice (SSD, realitate virtuală, etc.)

Un portal este reprezentat de o locație virtuală cu o interfață de tip “tablou de comandă” care integrează toate modulele digitale și care oferă, astfel, utilizatorului un punct informațional central.

Arhitectura portalului asigură un mediu foarte sigur în care confidențialitatea și caracterul privat sunt pe primul plan.

Sunt prezentate studii de caz care exemplifică modalități de exploatare practică a conceptului de portal.

Primul studiu de caz prezintă o abordare practică în care portalul permite accesul IMM-urilor la funcționalități de e-Marketing și e-Broker. Cu ajutorul “funcționalităților inteligente”, marketing-ul de tip unu-la-unu permite companiilor să rămână conectate la cerințele utilizatorilor privind produsele promovate, analizând informații despre “profilul de utilizator” online cât și produsele disponibile. Astfel, informațiile sunt personalizate în interesul utilizatorilor, astfel încât aceștia nu vor percepe reclama primită ca “spam”. Conceptul “e-piață” (e-marketplace) este esențial pentru utilizatorii de internet, care cumpără și vând produse “on-line”, utilizând o platformă de informare și comunicare eficientă.

Al doilea studiu de caz este plasat în cadrul proceselor de fabricație și integrează instrumente software și aplicații într-un flux complex de comunicare și schimb de date intermediare de punctul central, portal-ul. DiFac (Digital Factory – Fabrica Digitală) “reprezintă o comunitate hibrid în care un mediu bogat virtualizat demonstrează o varietate de activități de producție, care facilitează partajarea resurselor fabricii, a informațiilor și cunoștințelor privind procesul de fabricație și asigură suportul necesar prin intermediul simulatoarelor în activitatea de proiectare, planificare și

## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

asigura un mediu de lucru colaborativ pentru participanții din diversele departamente.” (Sacco et al., 2007)

## Capitolul 5. Arhitectura sistemului de suport decizional

Arhitectura sistemului de suport decizional (SSD) prezentată în acest capitol a fost cercetată și dezvoltată în mod iterativ de către autor în ultimii ani. A fost implementată în diferite organizații și a servit drept instrument de cercetare dovedindu-se că arhitectura este una flexibilă și adaptabilă la o gamă largă de nevoi.

Arhitectura prezentata respecta principiile prezentate in (Radu, Candea, Zamfirescu, 2014):

- “ Schimbul de date si informații este realizat pe baza unei ontologii”
- “ Este posibilă crearea unor lanțuri de sesiuni decizionale prin înlănțuire a diverselor tipuri de unelte decizionale“
- “ Instrumente software decizionale sunt reprezentate de agenți software care pot rula în infrastructura “cloud” ”

„Sistemele distribuite în rețeaua Internet au devenit esențiale în organizațiile moderne. Atunci când aceste sisteme sunt combinate cu tehnici de inteligență artificială (IA), cum ar fi agenții inteligenți, astfel de sisteme devin soluții puternice ale factorilor decizionali”. (McDermott, Mikulak, & Beauregard, 2008). Utilizarea agenților software în Sistemele de suport decizional s-a dovedit a fi o abordare foarte eficientă pentru acest tip de sisteme așa cum se descrie în studii precum cele ale lui (Yen, Fan, Sun, Hanratty, & Dumer, 2006). Arhitecturii SSD dezvoltată și prezentată în lucrare îmbină conceptul de agent cu cel de sistem suport decizional (SSD).

Sunt prezentate investigațiile în domeniul soluțiilor software pentru suport decizional realizate “în cloud, avantajele sunt prezentate pentru fiecare nivel disponibil în paradigma cloud-ului inclusiv nivelul cel mai complex BaaS (“business as a service”) a fost evaluat. La nivelul BaaS orice companie poate beneficia de cele mai bune instrumente pentru suport decizional, precum și de cele mai bune modele pentru a gestiona situațiile care necesită suport decizional.” (Radu, Candea, Zamfirescu, 2014).

Utilizarea unui sistem care permite crearea unor lanțuri („workflow”) de sesiuni decizionale permițând ca datele de ieșire să devină date intrare pentru următoarea sesiune din lanț permite modelarea unor procese decizionale complexe. "De exemplu, în cazul în care unele idei trebuie să fie dezvoltate, după care este necesară selectarea celei mai potrivite, este modelat prin intermediul unui flux de lucru, care constă într-o sesiune de tip “brainstorming”, urmată de o sesiune pentru exprimarea votului.” (Cândea, Candea, & FG, 2012) “Astfel, ideile care se generează în cadrul sesiunii de “brainstorming” sunt importate în mod automat în cadrul sesiunii de exprimare a votului, sunt clasificate și ideea care adună cele mai multe voturi este apoi selectată. O dată ce prima

Ciprian Candea- October 2016

sesiune s-a încheiat, sistemul inițiază automat următoarea sesiune unde importă elementele și detaliile rezultate în prima sesiune.”(Cândea, Candea, & FG, 2012)

Pentru succesul sistemului SSD prezentat aplicațiile specializate reprezentând instrumente decizionale dezvoltate de terțe părți (exemplu: alte companii) se pot integra într-un mod simplu cu sistemul SSD.

Aplicațiile terțe, se pot integra cu sistemul SSD prezentat dacă respectă specificațiile de integrare și schimb de date. Imediat după înregistrarea unei aplicații în sistemul SSD, utilizatorii pot folosi noua resursă disponibilă. Procesul de integrare este unul simplu, sistemul SSD primește "URL-ul de acces și informații referitoare la comportamentul instrumentului, cum ar fi: tipul de rezultate (dacă utilizează formatul comun de date sau are propriile sale reprezentări interne) dar și transformările XSLT necesare pentru a transfera rezultatul către un alt instrument” (Cândea et al., 2012).

## Capitolul 6. Sisteme implementate – studii de caz

În acest capitol sunt prezentate soluțiile integrate cu exemplele de utilizare aferente. Prin intermediul studiilor de caz prezentate este dovedită viabilitatea practică a sistemelor propuse, identificând beneficiile pentru exploatarea industrială.

Primul studiu de caz prezintă implementarea arhitecturii SSD în mediul universitar. Arhitectura SSD implementată răspunde cerințelor: "culegerea de informații; analiza informațiilor și crearea de alternative; alegerea unei alternative; implementarea acesteia; și monitorizarea implementării." (Oprean et al., 2009) Sistemul prezentat a fost implementat la Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu, în anul 2009, și a demonstrat posibilitatea implementării sistemelor SSD într-un mod integrat pentru un mediu dificil (existența a numeroase procese decizionale) și provocator. Soluția inovatoare implementată scurtează ciclul proceselor de luare a deciziilor, cum ar fi planificarea strategică, dezvoltarea de noi produse universitare sau rezolvarea problemelor operaționale.

În continuare, sunt prezentate două studii de caz, centrate pe conceptul de Fabrica Digitală.

Soluția integrată (Portal, Sistem de suport decizional și Profilul de utilizator) asigură funcționalitatea unei soluții colaborative web centrată pe activități de e-Commerce, precum și pentru procesele de dezvoltare produse. Echipele sunt tot mai des dispersate geografic, dar utilizând soluția software propusă au posibilitatea să lucreze online, într-un mod intuitiv și colaborativ, exploatând un mediu bogat virtualizat, unde toate datele, informațiile și procesele necesare pentru atingerea obiectivelor sunt disponibile. Cerințele clienților și implicațiile aferente proiectării și fabricării produsului pot fi evaluate ușor, rapid și în timp real în mediul de lucru colaborativ.

Ciprian Candea- October 2016

Instrumentele și serviciile oferite de soluția software integrată furnizează părților interesate (clienți, furnizori, angajați) informații în timp real, exploatănd mediul de colaborare și folosind orice dispozitiv disponibil (laptop, tabletă, etc.), pentru vizualizare și urmărirea datelor și a diversilor indicatori de proiect.

Arhitectura prezentată este centrul soluției DiFac (Digital Factory) (C. Căndea & Căndea, 2011; Sacco et al., 2007) integrând un număr mare de instrumente decizionale specifice activităților din zona fabricii digitale, rezultând date și procese integrate. Fiecare dintre aceste instrumente este executat în mediul său (de asemenea, este posibil ca toate instrumentele software să ruleze în același mediu), în timp ce unele dintre ele au nevoie de echipamente "hardware" specifice. O gamă largă de instrumente colaborative specifice fabricii digitale sunt integrate: Realitatea Virtuală, gestionarea și formalizarea sarcinilor de muncă, forumuri de discuții, ședințe live și sondaje interactive, permit membrilor grupului să facă schimb de informații asincron sau în timp real.

## Capitolul 7. Concluzii

**Istoricul realizării lucrării.** În 1999 au început investigațiile privind modul în care se poate realiza un sistem de suport decizional care să răspundă cerințelor utilizatorilor din medii de lucru diferite.

Arhitectura SSD și pachetele software au fost dezvoltate iterativ, adaptate în permanență la tehnologiile prezente, în momentul actual soluția fiind adaptată la utilizare în "cloud" și pentru utilizare de pe dispozitive mobile. În această perioadă soluția prezentată a fost implementată în diferite organizații și, de asemenea, utilizată ca instrument de cercetare.

Următoarele câteva paragrafe prezintă cele mai importante repere din această călătorie în care am fost însoțit de prieteni minunați.

În 2001 călătoria a început cu primul model integrat pe bază de agenți pentru Sistemul de suport pentru deciziile de grup (GDSS - Group Decision Support System). Sistemul GDSS susține că "reprezentarea explicită a rolului factorului decizional, configurările procedurale și contextuale, împreună cu angajamentul grupului de a partaja un plan de acțiuni ca modalitate de a atinge un obiectiv comun, au ca rezultat capabilități, clasă și flexibilitate îmbunătățite ale GDSS". (Zamfirescu et al., 2002).

Incepând cu anul 2002, sistemul GDSS propus a fost implementat în cadrul inițiativei eUNIV (Oprean, Moisil, & Candea, 2002), o inițiativă prin care s-a transferat o soluție de e-business pentru gestionarea cunoștințelor în mediul academic și în sistemul informatic al universității.

Ciprian Candea- October 2016

Între 2006 – 2007, sistemul a fost adaptat pentru mediul academic prin folosirea “mai multor instrumente inteligente de software care să asiste procesul de asigurare și gestionare a calității, cum ar fi: extractor al indicatorilor de performanță a studenților, votare electronică pentru selectarea propunerilor de bursă, gestionarea chestionarelor de evaluare (generator, distribuitor și analizor de chestionare)” (Oprean et al., 2009)(I., Oprean, C.V., & Căndea, 2007).

În anul 2007, arhitectura sistemului SSD a fost adaptată și dezvoltată pentru a permite integrarea a unor terțe instrumente decizionale. Astfel a fost adăugat un strat nou conceptual în care orice terță parte poate contribui cu idei și soluții creative la modelarea procesului decizional (Georgescu et al., 2007). În anul 2007 sistemul SSD a fost nominalizat la premiile IST-PRIZE ([www.ict-prize.org](http://www.ict-prize.org)), cel mai distins premiu pentru produse și servicii inovatoare din Europa în domeniul ICT, din acel moment. Sistemul SSD a fost prezentat în a doua ediție a cărții publicate de Academician Florin Gh. FILIP “Sisteme suport pentru decizii” (F.G. Filip, 2007) (C. Candea, 2007)

Începând cu anul 2009 integrarea cu succes a sistemului SSD cu soluția “m-Business” a permis validarea arhitecturii SSD conform nevoilor speciale ale “Întreprinderilor Mici și Mijlocii” (IMM), soluția fiind adaptată pentru o piață nouă. (C. Candea, Ciovica, & Radu, 2008).

Abordarea integrată a SSD (portal web și suport decizional), oferind o soluție web colaborativă pentru asistarea activităților de e-Commerce, precum și a proceselor de dezvoltare de produs a fost introdusă în 2008. (C. Căndea, Georgescu, et al., 2008) Cerințele clienților și implicațiile aferente privind proiectarea și fabricarea produsului pot fi evaluate ușor și rapid, în timp real și într-un mediu de lucru colaborativ. (Căndea et al., 2012)

Adaptarea arhitecturii SSD și a cadrului software pentru implementarea în industria manufacturieră a început în 2006 cu proiectul Digital Factory (DiFac). (C. Căndea & Căndea, 2011; Sacco et al., 2007) “DiFac are drept obiectiv dezvoltarea unui Mediu colaborativ în manufacturare (MCM) inovator pentru o manufacturare digitalizată revoluționară”. (C. Căndea & Căndea, 2011).

Mai târziu, în 2012, platforma SSD a fost integrată cu succes în mediul complex “Cadrul Fabricii Virtuale” și a ajuns să fie implementată în diferite unitați de fabricație Europene din industria manufacturieră (Căndea et al., 2012).

În această perioadă de timp au fost realizate investigații și cercetări în jurul metodelor, algoritmilor și instrumentelor folosite în sistemul de suport decizional.

Pentru suportul decizional unde exista un grup de persoane implicate se “investighează” posibilitatea de externalizare și asistență, dintr-o perspectivă metacognitivă, utilizarea eficientă a cunoștințelor de facilitare cu capacități de auto-dezvoltare. Rezultatele experimentelor scot în evidență faptul că aceste capacități pot fi ușor proiectate prin adoptarea principiilor de bază ale

Ciprian Candea- October 2016

modelului de apariție a construirii unui instrument de facilitare a e-ședințelor, care acționează ca un mediu colaborativ stigmergic pentru participanți." (C. B. Zamfirescu, Duta, & Candea, 2010)

Planificarea în spații colaborative stigmergice "investighează modul în care capacitățile ingineresti de structurare a cunoștințelor codificate în spațiile de lucru colaborative afectează inteligența colectivă a utilizatorilor săi. Investigarea se face pentru cazul particular de planificare colaborativă și este fundamentată pe cadrul teoretic al sistemelor stigmergice." (C.-B. Zamfirescu & Candea, 2011)

Un sistem stigmergic de ghidare care să faciliteze procesul de decizie de grup "prezintă o abordare stigmergică de proiectare a unui sistem de ghidare care să soluționeze problema complexă a proiectării proceselor decizionale de grup. Sistemul își propune să ofere recomandări contextuale și de acțiune, pe baza cunoștințelor și experienței anterioare a utilizatorilor săi așa cum au fost înregistrate într-un mediu de lucru colaborativ implementat în jurul conceptului de sisteme stigmergice. Printr-un experiment de socio-simulare pe bază de agenți, am demonstrat fezabilitatea acestei abordări. Lucrarea ilustrează modul în care rezultatele simulării sunt transferate într-un sistem de ghidare care facilitează modelul procesului decizional de grup prin reformulări interogative iterative pentru identificarea, reprezentarea și manipularea cunoștințelor relevante". (C.-B. Zamfirescu & Candea, 2012)

A fost investigată posibilitatea implementării SSD în modelele de tip cloud, "software as a service" (SaaS), "platform as a service" (PaaS), "infrastructure as a service" (IaaS) și "business as a service" (BaaS). Modelul "Business as a Service (BaaS), în care sistemul nu este oferit clientului ca serviciu pur și simplu, dar este gestionat astfel încât obiectivele de business să fie atinse" (Radu et al., 2014), pare să fie următoarea provocare pentru arhitectura actuală a SSD.

În 2014, arhitectura SSD este prezentată în articolul publicat în "Neuro Computing" Journal în care se expune cea mai nouă dezvoltare a platformei SSD legată de Modelul procesului decizional de grup (GDPP) ca "o abordare inginerască de interacțiune om-calculator pentru a concepe un prototip de software care să ofere recomandări personalizate, contextuale și acționabile pentru GDPP". (C.-B. Zamfirescu, Candea, & Radu, 2014)

**Contribuții majore.** Investigarea propusă de teză se referă la trei domenii complexe : e-Commerce, agenți inteligenți și sisteme de suport decizional. Teza de doctorat oferă o serie de contribuții, cele mai multe dintre ele fiind comunicate la conferințe internaționale (14 lucrări), articole în reviste de specialitate (3 articole) și capitole de carte (3 capitole).

În teză sunt prezentate patru experimente pentru validarea profilului de utilizator și a sistemului adaptiv de recomandări; două exemple de utilizare pentru portal ca soluție de e-Business fiind



Ciprian Candea- October 2016

implementări cu succes în industrie a arhitecturii prezentate. Alte două exemple de implementare cu succes în industrie a arhitecturii SSD sunt prezentate în cadrul tezei.

Paradigma sistemului centrat multi-agent (MAS) este folosită pentru a construi o arhitectură în jurul utilizatorului a unui instrument de suport decizional pentru recomandări adaptive. Arhitectura folosește tehnici adaptive de extragere a informației pentru a identifica profilul unui utilizator: "Pentru aceasta, se ia în considerare feedback-ul utilizatorului contului referitor la cât de utile sunt paginile recomandate, informație utilizată pentru a adapta profilul utilizatorului." (C. Candea et al., 2000) Metoda propusă introduce o abordare simplă, modelând profilul de utilizator prin prisma a trei dimensiuni: comportament pozitiv (reprezintă interesul prezent); comportament negativ (nu este interesant în prezent) și comportament sau interes pe termen lung. Algoritmi care mențin și modelează profilul real al utilizatorului în mediul digital, sunt prezentați prin prisma a două dimensiuni: învățarea explicită și învățarea implicită. Sunt prezentate o serie de experimente privind metoda propusă pentru profilul utilizatorului, cu rezultatele aferente.

Arhitectura MAS propusă exploatează tehnologiile oferite de Internet, utilizate pentru ca agenții să ruleze pe server(e), dar și pe sistemele client (calculatoare standard sau dispozitive mobile). Portalul ca și punct central pentru arhitecturile de e-Business și exemplele de utilizare aferente reprezintă contribuția autorului la domeniile e-Commerce. Portalul este componenta care susține, de fapt, colaborarea dintre actorii digitali ; arhitectura ține cont de două aspecte principale: a) să permită părților interesate să colaboreze în cadrul diferitelor activități digitale; b) să permită integrarea diferitelor instrumente / aplicații de suport care urmăresc obiective specifice (SSD, realitate virtuală, etc). Arhitectura portalului oferă un mediu extrem de sigur în care confidențialitatea și intimitatea sunt pe primul loc.

"Orice afacere în era digitală reflectă o comunitate-hibrid permanentă în care un mediu bogat virtualizat, constând într-o varietate de activități și procese, facilitează schimbul de resurse, informații și cunoștințe și sprijină colaborarea între participanți și departamente diferite, pornind de la planificare, producție și până la management." (C. Candea & Candea, 2011)

Contribuția majoră în domeniul SSD constă în realizarea unui sistem de suport decizional care oferă siguranță, utilitate, eficiență și posibilitate de utilizare ca și cadru care să integreze aplicații terțe cu rol de instrumente de suport decizional care adoptă conceptul agenților.

Arhitectura sprijină în mod eficient complexitatea și dinamica SSD-urilor; răspunde diferitelor categorii de nevoi SSD și implementării acestora în practică. În același timp, respectă cerințele arhitecturii generice a SSD care permite adaptarea sistemului în exploatarea diverselor scenarii industriale.

Ciprian Candea- October 2016

"Cadrul propus ca instrumente de asistare a deciziilor oferă un mediu colaborativ în care diferite instrumente software folosite pentru luarea deciziilor pot fi integrate cu ușurință în timp ce utilizatorii le pot accesa de la distanță și asincron." (Georgescu et al., 2007)

**Continuări ale lucrării curente.** În lucrarea de față, sunt abordate exemple de utilizare SSD în industrie, "business to business" (B2B) fiind considerată principala categorie de e-commerce.

Este investigat sistemul de suport decizional și arhitectura portalului adaptat la nevoile de B2B. În viitor, o cercetare separată trebuie să fie efectuată pentru o mai bună înțelegere a cerințelor pentru alte categorii de e-Commerce, cum ar fi: "business to customer" (business pentru client) sau "business to government" (business pentru guvern).

Sistemul adaptiv de recomandări bazat pe profilul de utilizator în evoluție a fost testat în contextul cerințelor "business to customer" (B2C) și o investigație detaliată trebuie să fie efectuată pentru identificarea și adaptarea la alte categorii de e-Commerce.

Mai multe provocări în cercetare în domeniul Cloud Computing (Armbrust, Joseph, Katz, & Patterson, 2009; Zhang, Cheng, & Boutaba, 2010) trebuie luate în considerare atunci când sisteme SSD sunt integrate în „cloud”. Sunt necesare mai multe evaluări și teste pentru adaptarea arhitecturii SSD la nevoile modulului de implementare "business as a service" (BaaS).

Integrarea arhitecturii SSD cu platforma CowdLang (Bernstein, Klein, & Malone, 2012) pentru inteligența colectivă și programarea "creierului global" reprezintă alte oportunități viitoare de cercetare.

## Selected References

- Adam Farquhar, Richard Fikes, J. R. (1996). The Ontolingua Server: a Tool for Collaborative Ontology Construction. *International Journal of Human-Computer Studies*, (46), 707–727. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.37.7547>
- Armbrust, M., Joseph, A. D., Katz, R. H., & Patterson, D. A. (2009). Above the Clouds : A Berkeley View of Cloud Computing. *Science*, 53(UCB/EECS-2009-28), 07–013. doi:10.1145/1721654.1721672
- Armstrong, D. J. (2006). The quarks of object-oriented development. *Communications of the ACM*, 49(2), 123–128. doi:10.1145/1113034.1113040
- Arnott, D., & Pervan, G. (2005). A critical analysis of decision support systems research. *Journal of Information Technology*, 20(2), 67–87. doi:10.1057/palgrave.jit.2000035
- Badica, C., Ganzha, M., & Paprzycki, M. (2007). Developing a model agent-based e-commerce system. *E-Service Intelligence*. Retrieved from [http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-37017-8\\_26](http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-37017-8_26)
- Barbat, B. (2002). *Sisteme inteligente orientate spre agent*. Bucharest: Ed. Academiei Romane.
- Bellifemine, F., Caire, G., & Greenwood, D. (2007). *Developing multi-agent systems with JADE*. Wiley.
- Bernstein, A., Klein, M., & Malone, T. W. (2012). Programming the global brain. *Communications of the ACM*, 55(5), 41–43.
- Berry, M., Dumais, S., & O'Brien, G. (1995). Using Linear Algebra for Intelligent Information Retrieval.
- Berry, M. W., Drmac, Z., & Jessup, E. R. (1999). Matrices, Vector Spaces, and Information Retrieval. *SIAM Review*, 41(2), 335–362. doi:10.1137/S0036144598347035
- Butt, A. S., Haller, A., & Xie, L. (2014). Ontology search: An empirical evaluation. In P. Mika, A. Bernstein, C. Welt, C. Knoblock, D. Vrandečić, P. Groth, ... C. Goble (Eds.), *The Semantic Web -- ISWC 2014: 13th International Semantic Web Conference* (pp. 130–147). Springer International Publishing.
- Candea, C. (2007). iGDSS. In F. . Filip. (Ed.), *SISTEME SUPORT PENTRU DECIZII* (2nd ed., pp. 353–362). Bucharest: Editura TEHNICĂ.
- Candea, C. (2015). PERSONALIZED SEARCH SYSTEM FOR RE-RANKING WEB SEARCH RESULTS. *Revista Română de Informatică și Automatică*, 25(1), 35–50. Retrieved from [http://rria.ici.ro/ria2015\\_1/](http://rria.ici.ro/ria2015_1/)

## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

Candea, C., & Candea, G. (2011). i-Portal and Factory Hub. In Caneta L., M. Flores, & C. Redaelli (Eds.), *Digital Factory for Human Centred Production Systems* (pp. 217–282). London: Springer.

Cândeă, C., Candea, G., & FG, F. (2012). iDecisionSupport - Web-Based Framework for Decision Support Systems. In B. Theodor (Ed.), *Proceedings, 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, (pp. 1117–1122). Bucharest: PapersOnLine, Vol. 14., doi:10.3182/20120523-3-RO-2023.00332

CÂNDEA, C., CÂNDEA, G., RADU, C., TERKAJ, W., SACCO, M., & SUCIU, O. (2012). A practical use of the Virtual Factory Framework. In *14th International Conference on Modern Information Technology in the Innovation Process of the Industrial Enterprises* (pp. 256–266). Budapest. Retrieved from [https://igor.xen.emi.sztaki.hu/mitip/media/MITIP2012\\_proceedings.pdf#page=256](https://igor.xen.emi.sztaki.hu/mitip/media/MITIP2012_proceedings.pdf#page=256) (literal

Candea, C., Ciovica, L., & Radu, G. (2008). mBusiness - SME Collaborative Portal. In *Proceedings of the 2008 E-Comm Line*. Bucharest. doi:10 - 973 - 1704 - 11 - 6

Candea, C., Georgescu, A. V., & Candea, G. (2008). iPortal-Management Framework for Mobile Business. In *Proceedings of the International Conference on Manufacturing Science and Education MSE*. Sibiu, Romania, 4-6 June. doi:1843 - 2522

Candea, C., Hu, H., Iocchi, L., Nardi, D., & Piaggio, M. (2001). Coordination in multi-agent RoboCup teams. *Robotics and Autonomous Systems*, 36(2-3), 67–86. doi:10.1016/S0921-8890(01)00137-3

Candea, C., Staicu, M., & Zamfirescu, C. B. (2000). An Agent-based System for Modelling the Searching Process on the Web. In *Proceedings of 4th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems*.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. Retrieved from <http://econpapers.repec.org/RePEc:eee:ejores:v:2:y:1978:i:6:p:429-444>

CLARK, J. (1999). Xsl Transformations (xslt). *World Wide Web Consortium (W3C)*. Retrieved January 25, 2015, from <http://www.w3.org/TR/xslt>

Cohen, H. (1982). *You Can Negotiate Anything*. Bantam.

Davis, N. J., Weeks, R., & Revett, M. C. (1997). Information Agents for the World-Wide Web. In *Software Agents and Soft Computing. Towards Enhancing Machine Intelligence1* (pp. 81–99). Berlin: Springer.

Davydov, M. (2001). *Corporate Portals and eBusiness Integration*. New York, New York, USA: McGraw-Hill.

## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

Detlor, B. (2000). Corporate portal as information infrastructure: Towards a framework for portal design. *International Journal of Information Management*, 20(2), 91–101. doi:10.1016/S0268-4012(99)00058-4

Doorenbos, R. B., Etzioni, O., & Weld, D. S. (1997). A Scalable Comparison-Shopping Agent for the World-Wide Web. In *Proceedings of the 1st International Conference on Autonomous Agents* (pp. 39–48). Marina del Rey. doi:10.1145/267658.267666

Durfee, E. (1999). Distributed Problem Solving and Planning. In G. Weiß (Ed.), *Multiagent Systems: a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence* (pp. 121–164). Cambridge: MIT Press.

Filip, F. G. (2004). *Decision Support Systems* (1st ed.). Bucharest: Technical Publishers.

Filip, F. G. (2007). *Sisteme suport pentru decizii* (Editia II.). Bucharest: Ed. Tehnica.

Filip, F. G. (2008). Decision support and control for large-scale complex systems. *Annual Reviews in Control*, 32(1), 61–70.

Finin, T., Fritzson, R., McKay, D., & McEntire, R. (1994). KQML as an agent communication language. In *Proceedings of the third international conference on Information and knowledge management - CIKM '94* (pp. 456–463). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/191246.191322

Finkelstein, C., & Aiken, P. (2000). *Building Corporate Portals with XML*. New York, NY, USA: McGraw-Hill.

GEORGESCU, A., CANDEA, C., & ZAMFIRESCU, C. (2007). iGDSS – A Software Framework for Group Decision Support Systems. In *Proceedings of The Good, The Bad and The Unexpected Conference, The User And Future of Information and Communication Technologies, COST Action 298 Participation in the Broadband Society – European Science Foundation*. Moscow. doi:5-901907-17-5

Goodwin, R. (1995). Formalizing properties of agents. *Journal of Logic and Computation*, 5(December), 763–781.

Guzzo, R., & Salas, E. (1998). Team Effectiveness and Decision Making in Organizations. *Current Directions in Psychological Science*, 7(3), 88–87. doi:10.1111/1467-8721.ep10773005

Hauben, M., & Hauben, R. (1998). Netizens: On the History and Impact of Usenet and the Internet. *First Monday*, 3(7). doi:10.5210/fm.v3i7.605

Hayes-Roth, F. (1994). Architecture-Based Acquisition and Development of Software: Guidelines and Recommendations from the ARPA Domain-Specific Software Architecture (DSSA) Program. *Teknowledge Federal Systems*. Retrieved from available from Teknowledge

## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

I., M., Oprean, C., C.V., K., & Căndea, C. (2007). e-Edu-Quality - Software Tools for Quality Management in Higher Education. In *Proceedings of the 2007 WSEAS International Conference* (pp. 266–271). Tenerife, Spain. doi:978 - 960 - 6766 - 22 - 8

J. Hendler, H. Kitano, B. N. (2008). *Handbook of knowledge representation*. (B. P. (University of T. at A. Harmelen, Frank (Vrije Universiteit/Amsterdam), Vladimir Lifschitz (University of Texas at Austin), Ed.). Elsevier.

Jennings, N. R., Sycara, K., & Wooldridge, M. (1998). A Roadmap of Agent Research and Development. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 38, 7–38.  
doi:10.1023/A:1010090405266

Labrou, Y., & Finin, T. (2000). History, State of the Art and Challenges for Agent Communication Languages. *INFORMATIK-Zeitschrift Der Schweizerischen ...*, (7). Retrieved from <http://www.csee.umbc.edu/pub/finin/papers/papers/drafts/Labrou-Finin99swiss.pdf>

Laudon, K., Trever, C. G. (2013). *e-Commerce 2013: Business Technology Society* (9th ed.). Prentice Hall.

Lenz, M., & Burkhard, H.-D. (1996). Case retrieval nets: Basic ideas and extensions. In G. Görz & S. Hölldobler (Eds.), *KI-96: Advances in Artificial Intelligence* (pp. 227–239). Springer Berlin Heidelberg.

Lesser, V. R. (1999). Cooperative multiagent systems: a personal view of the state of the art. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 11(1), 133–142. doi:10.1109/69.755622

Lim, E. P., Zhang, J., Li, Y. Y., Wang, Z., Chang, C. H., Chatterjea, K., ... Theng, Y. L. (2006). *G-Portal: A cross disciplinary digital library research program from Singapore*. Retrieved from <http://www.ieee-tcdl.org/Bulletin/v3n1/lim/lim.html>

Nwana, H. S., Lee, L., & Jennings, N. R. (1996). Coordination in Software Agent Systems. *BT Technology Journal*, 14(4), 79–88.

OASIS. (n.d.). Business Process Execution Language Specification. Retrieved from <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.pdf>

Omg.org. (n.d.). Business Process Modeling Notation specification. Retrieved from <http://www.omg.org/bpmn>

Oprean, C., Kifor, C. V., Negulescu, S. C., Candea, C., Oprean, L., & Kifor, S. (2009). eCollaborativeDecisions – a DSS for Academic Environment. In *World Academy of Science: Engineering & Technology* (Vol. 39, pp. 173–179).

## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

Oprean, C., Moisil, I., & Candea, C. (2002). eUniv: an e-business solution for a university academic environment. In *In proceedings of 3rd Global Congress on Engineering Education* (pp. 363–366). Glasgow, Scotland, United Kingdom. doi:ISBN 0732622018

Phillips-Wren, G. (2006). Agent-enabled decision support for information retrieval in technical fields. In B. Gabrys, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Knowledgebased intelligent information and engineering systems 10th International Conference Proceedings* (pp. 508–514). Berlin: Springer.

Phillips-Wren, G. E. (2008). Intelligent Agents in Decision Support Systems. In *Encyclopedia of Decision Making and Decision Support Technologies* (pp. 505–523). Information Science Reference.

Phillips-Wren, G., & Jain, L. (2007). Recent advances in intelligent decision technologies. In B. Apolloni, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Knowledge-based intelligent information and engineering systems 11th International Conference Proceedings*.

Pivk, A., & Gams, M. (2000). E-commerce Intelligent Agents. *Proceedings of ICTEC'00*, 67(5), 251–260. Retrieved from <http://dis.ijs.si/sandi/docs/ECIAgents.pdf>

Porter, M. (1997). An algorithm for suffix stripping. In S. Jones & K. and P. Willett (Eds.), *Readings in Information Retrieval* (pp. 313–316). Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Poslad, S. (2007). Specifying protocols for multi-agent systems interaction. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*, 2(4), 15–es. doi:10.1145/1293731.1293735

Qin, Z. (2009). *Introduction to E-commerce*. (Q. Zheng, Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-49645-8

Radu, C., Căndea, C., Căndea, G., & Zamfirescu, C. (2014). Towards a Cloud-Based Group Decision Support System. In A. Badica, B. Trawinski, & N. T. Nguyen (Eds.), *Recent Developments in Computational Collective Intelligence* (pp. 187–196). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-01787-7\_18

Richardson, L., & Ruby, S. (2007). *RESTful Web Services*. O'Reilly Media.

Robbins, S. (1992). *Essentials of Organizational Behavior*. Prentice-Hall.

Robinson, H. (1997). *Using Poka-Yoke Techniques for Early Defect Detection*.

Russell, S., & Norvig, P. (2002). *Artificial intelligence: a modern approach* 2nd edition. Prentice Hall.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York, New York, USA: McGraw-Hill.

Sacco, M., Redaelli, C., Căndea, C., & Georgescu, A. V. (2009). DiFac: an integrated scenario for the Digital Factory. *Proceedings of ICE*.

Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

Sacco, M., Redaelli, C., Constantinescu, C., Lawson, G., D'Cruz, M., & Pappas, M. (2007). DiFac: Digital Factory for Human Oriented Production System. In J. A. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services* (pp. 1140–1149). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-73111-5\_125

Scott-Morton, M. (1971). *Management Decision Systems: Computer -based Support for Decision Making*. Cambridge: Harvard University Press.

Sharma, S. K., Gupta, J. N. D., & Wickramasinghe, N. (2006). A framework for designing the enterprise-wide e-commerce portal for evolving organizations. *Electronic Commerce Research*, 6(2), 141–154. doi:10.1007/s10660-006-1180-3

Shaw, M., & Garlan, D. (1996). *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Simon, H. A. (1997). *Administrative Behavior* (4th edition, first edition 1947). NY: The Free Press.

Sullivan, D. (2003). *Proven Portals: Best Practices for Planning, Designing, and Developing Enterprise Portals: Best Practices for Planning, Designing, and Developing Enterprise Portals* (1st ed.). Addison-Wesley Professional.

Sumit, P., Singh, A., & Sammal, P. S. (2014). Implementation of Distributed Multi Agent System using JADE Platform. *International Journal of Computer Applications*, 105(1).

Sumner, T., & Marlino, M. (2004). Digital libraries and educational practice: a case for new models. *Proceedings of the 2004 Joint ACM/IEEE Conference on Digital Libraries, 2004*. doi:10.1109/JCDL.2004.1336115

W. Holsapple, C. (2008). DSS Architecture and Types. In *Handbook on Decision Support Systems 1* (pp. 163–189). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-48713-5\_9

Wang, Y., D. (2006). A decision theoretic approach to the evaluation of information retrieval systems. University of Maryland Baltimore County, Baltimore, MD.

Widyantoro, D. (1999). Dynamic modeling and learning user profile in personalized news agent, (May).

Wimmer, R. D., & Dominick, J. R. (2006). *Mass Media Research: An Introduction*. Thomson, Wadsworth. Retrieved from <https://books.google.ro/books?id=ay5lKmAw2UcC>

Wojcik, R., Bachmann, F., Bass, L., Clements, P., Merson, P., Nord, R., & Wood, B. (2006). *Attribute-Driven Design (ADD), Version 2.0*. Retrieved from <http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr023.pdf>



## Contributions To The Development Of Decision Support Systems Based On Intelligent Agents With Applications In E-Commerce

Ciprian Candea- October 2016

Yen, J., Fan, X., Sun, S., Hanratty, T., & Dumer, J. (2006). Agents with shared mental models for enhancing team decision makings. *Decision Support Systems*, 41(3), 634–653.

doi:10.1016/j.dss.2004.06.008

Yin, J., Miller, M. S., Ioerger, T. R., & Yen, J. (2000). A Knowledge-Based Approach for Designing Intelligent Team Training Systems. *Agents 2000*, (Barcelona – Spain, ACM Press), 427–434.

Yin, R. K. (2013). *Case Study Research: Design and Methods* (5 edition.). SAGE Publications.

Zamfirescu, Bărbat, & Filip. (1998). The “coach” metaphor in CSCW decision making systems design. In L. Matos Camarinha, A. H., & Marik V. (Eds.), *Intelligent Systems for Manufacturing: Multi-Agent Systems and Virtual Organizations* (pp. 241–250). Kluwer Academic Publishers.

Zamfirescu, C. B., DUTA, L., & Candea, C. (2010). Implementing the “Design for Emergence” Principle in GDSS. In J. Respício, A., Adam, F., Phillips-Wren, G.E., Teixeira, C., Telhada (Ed.), *Bridging the Socio-technical Gap in Decision Support Systems* (pp. 61–72). IOS Press. doi:10.3233/978-1-60750-577-8-61

ZAMFIRESCU, C., CANDEA, C., & LUCA, S. (2002). On Integrating Agents Into GDSS. In F. Filip, I. Dumitrache, & S. Iliescu (Eds.), *Large Scale Systems: Theory and Applications* (pp. 231–236). Pergamon Press, Elsevier.

Zamfirescu, C.-B., & Candea, C. (2011). Planning in Collaborative Stigmergic Workspaces. In K. H. Piotr Jędrzejowicz, Ngoc Thanh Nguyen (Ed.), *Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications* (pp. 160–169). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-23938-0\_17

Zamfirescu, C.-B., & Candea, C. (2012). A Stigmergic Guiding System to Facilitate the Group Decision Process. In *2012 IEEE 28th International Conference on Data Engineering Workshops* (pp. 98–102). Arlington, VA: IEEE. doi:10.1109/ICDEW.2012.35

Zamfirescu, C.-B., Candea, C., & Radu, C. (2014). A stigmergic approach for social interaction design in collaboration engineering. *Neurocomputing*, 146, 151–163. doi:10.1016/j.neucom.2014.04.061

Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state- of- the -art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18.