



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI ȘI
PROTECȚIEI SOCIALE
AMPOSDRU

fe

Fondul Social European
POS DRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



OIPOSDRU



Universitatea
Lucian Blaga
Sibiu

Gabriela Simona Iozon (c. Cândea)

PhD Thesis/ Teză de Doctorat

**Quality Improvements in Product Design and
Development with Knowledge Capitalization/**

**Îmbunătățirea calității în proiectarea și dezvoltarea
produsului folosind capitalizarea cunoștințelor**

REZUMAT/ ABSTRACT

Conducator științific:

Prof. univ. dr. ing. Claudiu Vasile KIFOR

SIBIU 2014

Cuprins

Preface	3
Acknowledgements	5
Table of Contents	6
Abbreviations	10
1. Introduction: thesis objectives and research methodology	12
1.1 Introduction	12
1.1.1 The problem	12
1.1.2 The existing context	12
1.1.3 Why knowledge capitalization?	14
1.1.4 Why Failure Mode and Effect Analysis?	15
1.1.5 Why Case based reasoning?	16
1.2 The objectives	17
1.2.1 Objectives to be analysed and solved	17
1.2.2 Research methodology	18
1.2.3 The structure of the thesis	19
2. Product design and development phase	22
2.1 Design analysis process and APQP	22
2.2 Related research in the reference model factory	27
2.2.1 Y-CIM reference model	27
2.2.2 VFF Reference model	30
2.3 Knowledge management in design process analysis	31
2.4 Knowledge management: Strategies, tools and modeling frameworks	33
2.4.1 Knowledge management in product development	36
2.4.2 Product Knowledge Representation	38
2.5 What is capitalization of knowledge	40
2.6 Failure Mode and Effects Analysis	43
2.7 FMEA and knowledge	45
2.8 FMEA Process	46
2.9 Literature Review	50
2.10 Conclusions	51
3. Case-based reasoning approach	52
3.1 Introduction	52
3.2 Knowledge and experience	53
3.3 Process Models of Case Based Reasoning	58
	2



3.3.1 Allen's Process Model	58
3.3.2 Aamodt-Plaza Model	59
3.3.3 Leake's Model	60
3.4 The four steps of CBR	61
3.4.1 Case Retrieval	61
3.4.2 Case Reuse	65
3.4.3 Case Revision	66
3.4.4 Case Retention - Learning	67
3.5 Case representation	69
3.6 Similarity concept	70
3.6.1 Weighted Euclidean Distance	70
3.6.2 Hamming and Levenshtein Distances	71
3.6.3 Cosine Coefficient for Text-Based Cases	72
3.6.4 Vector space model	73
3.7 Conclusions	73
4. A proposed framework to capitalize the knowledge in FMEA process using the CBR	75
4.1 Intelligent FMEA with CBR	75
4.2 Case structure of FMEA	77
4.3 General overview of the proposed framework	79
4.4 Experiences database	82
4.5 The basic architecture of the system	86
4.6 Architecture design	88
4.6.1 Functional view	88
4.6.2 Process view	95
4.6.3 Interface view	103
4.6.4 Design View	103
4.7 Infrastructure View	105
4.7.1 Deployment view	105
4.7.2 Operational View	106
4.7.3 Data view	106
4.8 Specifications and constraints	108
4.9 The methodology of development	108
4.10 Summary	111
5. The CBR integrated in a FMEA knowledge driven system	113
5.1 System Modules	113

5.1.1 Login module	113
5.1.2 Viewer module	115
5.1.3 Search module	117
5.1.4 Filtering Module	117
5.1.5 Nomenclatures Module	119
5.1.6 Reports Module	120
5.1.7 CBR module	120
5.2 The new flow of data within FMEA framework	122
5.3 The FMEA case structure and mathematical formulas used in similarity functions	124
5.4 The algorithms implemented for case retrieval	129
5.4.1 Vector Space Model (VSM)	130
5.4.2 Latent Semantic Indexing (LSI)	132
5.4.3 Fast Case Retrieval Net (FCRN)	139
5.5 Testing and evaluation of the system proposed	143
5.6 Conclusions	148
6. Conclusions, contributions and directions of future research	151
6.1 Main findings	152
6.2 Directions for further research	158
7. References	161
Index of tables	170
Index of images	171
Annexes	174
Annex 1 Confirmation of practical application	174
Annex 2 The structure case of FMEA in jColibri	175
Annex 3 A test-case: How to use the defects stored in Knowledge Repository	177
Annex 4 List of publications	180
Annex 1 Curriculum Vitae	189



Prefață

În prezent, industria de prelucrare trebuie să își schimbe abordarea de la una bazată pe reducerea costurilor la una bazată pe cunoaștere un plus de valoare bazat pe cunoaștere pentru a obține o creștere durabilă și sustenabilă.

Conceptele de automatizare avansată, robotică de mare precizie, livrare la timp s-au materializat în beneficii și realizări importante în producția de componente auto. Dar, în climatul actual de afaceri la nivel mondial, cu piețele tradiționale în stagnare și concurența din partea economiilor emergente în creștere, producătorii de componente auto trebuie să privească dincolo de producție pentru a-și menține poziția pe piețele mondiale. Producătorii auto reprezintă un procent foarte mare din totalul activelor și investițiilor anuale ale producătorilor globali. În prezent, organizațiile nu numai că trebuie să fie suficient de flexibile pentru a se adapta unor serii multiple de produse și unor cicluri de viață scurte ale produselor, dar periodic o schimbare semnificativă de proiectare poate solicita o reconfigurare completă sau construirea unor utilaje complet noi.

Astfel, literatura de specialitate relevă o explozie de studii propuse și metode demonstrate, dar și strategii dovedite care să faciliteze procesul de globalizare în ciuda obstacolelor, fie ele politice, economice, demografice sau de altă natură. Realizările și studiile sunt axate pe automatizarea activităților, orice fel de activități din industria prelucrătoare. Această industrie prelucrătoare flexibilă și automată trebuie să includă atât cunoștințele lucrătorilor cât și cunoștințele inginerilor în activitățile de zi cu zi.

Scopul principal al acestui studiu este o abordare orientată spre cunoștințe care va sprijini obținerea unor rezultate de calitate în industria prelucrătoare. Modelul dezvoltat ajută companiile multinaționale sau companiile care au externalizat anumite procese să colecteze, în timpul procesului de fabricație, cunoștințe specifice, cunoștințe care trebuie să fie reutilizabile, partajabile și ușor întreținute.

În mod normal, companiile producătoare de componente auto dețin procese foarte bine organizate ca urmare a sistemelor de calitate; cu toate acestea, aceste procese nu vizează în mod direct reutilizarea cunoștințelor.

Cercetarea de față își propune să găsească o soluție, o metodă care să sprijine îmbunătățirea calității în industria prelucrătoare prin colectarea cunoștințelor specifice, cunoștințe care vor fi reutilizate, partajate și întreținute. Astfel, sistemul dezvoltat își găsește aplicabilitatea în cea mai mare companie românească exportatoare de componente auto care produce piese de schimb. Necesitatea unui astfel de sistem a fost identificat prin evidențierea dificultăților de

comunicare între membrii implicați în procesul de planificare, a deficiențelor în reutilizarea cunoștințelor deja existente în cadrul companiei și a reliefat nevoia de captare a cunoștințelor de la oamenii calificați care părăsesc compania. Cu toate provocările pieței globale, interesul pentru un astfel de sistem a venit din interiorul companiei, dar toate eforturile de implementare s-au dovedit a fi benefice pentru companie.

Această teză de doctorat aduce contribuții în dezvoltarea unui sistem orientat spre cunoaștere, care va valorifica know-how-ul inginerilor, sistem care va duce la creșterea calității în etapa de proiectare și de produs.

Mulțumiri

Îmi exprim recunoștința sinceră pentru conducătorul meu științific, Profesor Claudiu Vasile KIFOR, care m-a ghidat prin cunoștințele și sprijinul său, m-a motivat și inspirat pe tot parcursul tezei mele de cercetare.

Doresc să mulțumesc Prof. Dr.-Ing, MBA Carmen Constantinescu de la Institutul de Inginerie Industrială Fraunhofer – IAO, pentru sprijinul și îndrumarea acordate pe tot parcursul acestui studiu și de asemenea pentru că mi-a oferit posibilitatea de a studia la Institutul de Inginerie Industrială Fraunhofer – IAO.

Doresc să mulțumesc profesorilor din cadrul Universității Lucian Blaga din Sibiu, Centrul de Cercetări în Domeniul Calității și Departamentul de Inginerie Industrială și Management pentru sfaturile lor, pentru sprijinul și pentru observațiile practice care au ajutat ca valoarea acestei lucrări să fie îmbunătățită.

Aș dori să mulțumesc Dr. Ing. Marco Sacco de la Institutul de Tehnologii Industriale și Consiliul National de Cercetare în Automatizare din Italia, coordonatorul proiectului VFF pentru sprijinul și îndrumarea acordate în modelarea cunoștințelor pe tot parcursul proceselor de planificare.

Doresc să mulțumesc ing. Olimpiu Sulea, Director Proiectare Procese și ing. Octavian Suciuc, Director al Sistemelor de Management al Mediului și Calității la COMPA S.A Sibiu pentru că mi-a înlesnit aplicarea practică și implementarea sistemului dezvoltat în cadrul companiei.

Le mulțumesc părinților mei Maria și Ioan Adrian Iozon pentru sprijinul nemărginit și încurajarea permanentă și pentru că au crezut întotdeauna în eforturile și activitățile mele.

Nu în ultimul rând, vreau să-mi exprim aprecierea profundă pentru sprijinul de nădejde și încurajarea soțului meu Ciprian și a fiicelor mele Clara și Cezara. Ei au demonstrat multă răbdare și înțelegere remarcabilă și au tolerat lipsa mea de la multe activități de familie.



1. Introducere: obiectivele tezei și metodologia de cercetare

În prezent, industria de prelucrare trebuie să își schimbe abordarea de la una bazată pe reducerea costurilor la una bazată pe cunoaștere un plus de valoare bazat pe cunoaștere pentru a obține o creștere durabilă și sustenabilă.

Relația dintre produse, fabrică și procese prezintă o mare nevoie de implicare și interdependență între diferiți actori. Produsul cerut de piața tot mai competitivă determină caracteristicile și configurarea procesului, precum echipamente, organizare și volumul produsului și toate acestea trebuie să fie combinate pentru a obține cea mai bună calitate și prețurile cele mai mici ale bunurilor. Procesul determină aspectul fabricii și echipamentele sale, instrumentele și serviciile de suport pe baza cărora indivizii operează, controlează și supraveghează; și, în consecință, fabrica determină volumul produsului. Schimbarea unei componente atrage modificări ale altor componente. Toate aceste elemente se aplică liniilor de producție, precum și unei întregi fabrici. În cazul în care o schimbare mică apare în lanțul de mai sus, totul trebuie reluat de la început.

Cercetarea își propune să studieze **îmbunătățirile aduse calității** în faza de proiectare și dezvoltare a produsului prin **valorificarea cunoștințelor** în această varietate de schimbări și modificări ale proceselor, echipamentelor, instalațiilor, persoanelor, componentelor și solicitărilor clienților.

Analiza este activitatea esențială a unui inginer; este ceea ce diferențiază inginerul de tehnician. Analiza tehnologică sprijină procesul de luare a deciziilor și ghidează procesul de proiectare. Analiza modurilor de defectare și a efectelor acestora (AMDE/AMDE) este o metodă puternică și documentată utilizată pentru a defini, identifica și elimina deja cunoscute și/sau posibile defecțiuni, probleme și erori de sistem sau de proiectare ale procesului și/sau serviciului înainte de a ajunge la client sau chiar înainte ca acestea să ajungă la producția de masă.

Colectarea și organizarea cunoștințelor obținute din aplicarea metodologiei AMDE vor fi de mare ajutor în reutiliza și împărtășirea cu actorii implicați în procesul AMDE, dar și cu toți actorii din organizație care au nevoie de aceste cunoștințe. Utilizarea pertinentă de cunoștințe AMDE pe tot parcursul procesului de fabricație este o asigurare a îmbunătățirii continue a calității în procesul de fabricație.

Pentru companiile multinaționale sau companiile care au externalizat anumite procese din activitatea de proiectare și planificare apare nevoia posibilității de colectare în timpul

procesului de fabricație de cunoștințe AMDE specifice, cunoștințe care trebuie să fie reutilizabile, partajabile și întreținute.

Manufacturarea este modelată de schimbarea de paradigmă de la producția de masă la o producție proactivă la cerere dictată, personalizată, determinată de client, bazată pe cunoștințe. Astfel, ciclurile de viață tot mai scurte ale produselor, un număr crescut de tipuri de produse, procesele de înaltă performanță și sistemele de producție flexibile generează o complexitate crescută în proiectarea produsului, dezvoltarea procesului, planificarea la nivel de fabrică și producție și operațiunile din fabrică.

Limitările procedurii AMDE evidențiate de către membrii implicați în acest proces sunt:

- durata mare de timp necesară completării inițiale a procedurii AMDE.
- timpul petrecut cu argumentarea completării formularelor și nu cu investigarea măsurilor recomandate
- documentele AMDE sunt de obicei completate dar nu sunt utilizate pe parcursul procesului de proiectare
- informații valoroase pentru un anumit post părăsesc compania împreună cu angajatul
- semnificația informațiilor AMDE depinde de interpretarea echipei / unui membru al echipei care realizează AMDE
- delocalizarea membrilor echipei la un moment dat
- interferența în activitățile zilnice ale actorilor implicați în procesul de AMDE.

Procedura de AMDE este metoda care se aplică în faza de proiectare și planificare, și în această fază 80 % dintre cunoștințe sunt legate de procesul de dezvoltare a produsului: cunoștințe referitoare la mașini, operatori și procese.

Raționamentul bazat pe cazuri (CBR) este o metodologie de rezolvare a problemelor care funcționează pe baza experiențelor din trecut . Aceasta tehnică încearcă să rezolve o problemă nouă prin folosirea unui proces de recuperare și adaptarea soluțiilor cunoscute deja pentru probleme similare. Sistemul CBR se bazează pe cunoștințe și are obligația de a selecta situații utile (numite cazuri) cu privire la situația actuală a problemei. Această selecție de cazuri utile se bazează pe ipoteza de bază a CBR : probleme similare au soluții similare.

Aceasta înseamnă că o anumită problemă poate fi rezolvată prin reutilizarea unei soluții care a fost aplicată cu succes la probleme similare din trecut. Astfel problema care trebuie rezolvată va fi comparată cu probleme mai vechi descrise în cazuri. Soluțiile cuprinse în cazurile care reprezintă probleme foarte similare sunt apoi considerate a fi cei mai buni candidați pentru rezolvarea problemei curente.



Această cercetare este axată pe modul de a reutiliza cunoștințele existente deja în organizație într-un mod care nu întrerupe activitățile de zi cu zi ale persoanelor implicate cu scopul de îmbunătăți calitatea din cadrul fazei de proiectare și dezvoltare a produsului. Pentru a reutiliza cunoștințele, este nevoie de un sistem capabil de a capta cunoștințele; un astfel de sistem este prezentat în capitolele următoare.

Rezultatele acestui studiu constau în dezvoltarea unui sistem asociat de cunoștințe acționat de AMDE, ca parte a proiectarea produsului și fazei de dezvoltare, pentru a asigura funcționare ireproșabilă a liniei de producție și pentru a asigura calitatea produselor în funcție de cerințele clientului .

Acest studiu prezintă o analiză a procesului de AMDE și a metodologiei de raționament bazat pe cazuri, urmată de implementarea și evaluarea diferiților algoritmi pentru o analiză comparativă cu privire la reutilizarea cunoștințelor în interiorul etapei de proiectare și dezvoltare a produsului.

Obiectivele au fost definite în timpul perioadei de cercetare și au fost urmărite pentru a realiza etapele finale ale implementării. Aceste obiective ale prezentei cercetări sunt, după cum urmează:

- să construiască un sistem care îmbunătățește calitatea produsului final prin valorificarea și reutilizarea cunoștințelor specifice, din etapa de proiectare și până în etapa de lansare în producție a produsului;
- să construiască un sistem care reduce timpul procesului de AMDE și permite o colaborare reală între diferitele departamente implicate în procesul de AMDE;
- să construiască un sistem de cunoștințe folosind abordarea raționamentului bazat pe cazuri (CBR);
- să identifice algoritmi necesari pentru recuperarea cunoștințelor din baza de cunoștințe;
- să îmbunătățească calitatea din cadrul etapei de proiectare și dezvoltare a produsului;
- să elimine riscul de întrerupere a activităților zilnice ale actorilor implicați în procedura de AMDE prin folosirea de instrumente software.
- Să îmbunătățească calitatea documentelor create în timpul fazei de proiectare și dezvoltare a produsului
 - eliminarea prescurtărilor și limitarea descrierilor diferite ale aceluiași evenimente
 - reducerea impactului mobilității echipei asupra rezultatelor din etapa de proiectare și dezvoltare a produsului
- îmbunătățirea calității rezultatelor din faza de proiectare și dezvoltare a produsului asigurând acces ușor la cunoștințe actualizate

- integrarea și adaptarea sistemului în cadrul una dintre cele mai mari companii românești de componente auto;

Cercetarea își propune să dezvolte un sistem de cunoștințe specifice procedurii AMDE ca element integrant al etapei de proiectare și dezvoltare a produsului, cu scopul de a asigura cunoștințe actualizate și corecte, pentru realizarea produselor de ultimă generație în conformitate cu cerințele clientului.

Cel mai important aspect al indicatorilor cheie de performanță este timpul. Timpul alocat etapei de proiectare și dezvoltare a produsului este cel mai adesea întârziat din cauza multor greutăți, dar mai ales din cauza accesului limitat la cunoștințele potrivite, la momentul potrivit, de către oamenii potriviți.

Nu este suficient simpla captare a cunoștințelor inginerilor în interiorul unui instrument software sau pe hârtie, dar și accesul rapid la aceste cunoștințe este esențial în timpul etapei de proiectare și dezvoltare a produsului, și, de asemenea, cunoștințele actualizate utilizate reprezintă una dintre cele mai importante provocări în timpul acestei faze.

2. Etapa de proiectare și dezvoltare a produsului

2.1 Procesul de analiză a proiectării și planificarea avansată a calității produselor (APQP)

Analiza este activitatea esențială a unui inginer; este ceea ce diferențiază inginerul de tehnician. Planificarea avansată a calității produselor (APQP) este un cadru de proceduri și tehnici utilizate pentru a dezvolta produse în industrie, în special în industria de componente auto. Potrivit Grupului de acțiune din industria auto (AIAG), scopul pe care îl are APQP este "de a produce un plan de calitate a produselor menit să sprijine dezvoltarea unui produs sau serviciu care să satisfacă clientul". Procesul este descris în manualul AIAG (www.aiag.org).

Metode precum APQP sunt necesare pentru a transmite fluxul de informații în cadrul organizației, în cadrul proiectelor, dar și de la proiect la proiect, reducând în același timp birocrăția (Mitchell, 2001). Brewer (Brewer, 2002) subliniază că puterea deținută de APQP este mai bine evidențiată mai ales în etapa de planificare, prin unificarea timpurie a tuturor informațiilor privind cerințele de dezvoltare, decât reproiectarea și refacerea noului produs în timpul fabricației.

Este important să se evidențieze faptul că metoda APQP nu este un proces secvențial, sau chiar liniar. Multe din activități și sarcini pot și trebuie să se facă în același timp.



2.2 Cercetări asociate în modelarea datelor

Modele de referință în planificarea fabricii sunt depozite mari de cunoștințe și oferă o hartă de concepte interconectate care descriu un anumit spațiu problemă. Modelele de referință sunt construite de către experți, într-un anumit domeniu de interes, și oferă un ajutor vizual care facilitează foarte mult înțelegerea și diseminarea cunoștințelor în rândul indivizilor (Scheer & Güngözü, 2007).

Proiectul Virtual Factory Framework (VFF) este un proiect de cercetare co-finanțat de Comisia Europeană în Cadrul Programului 7 (FPVII-NMP #228595). Proiectul a avut un consorțiu format din 29 de parteneri din Europa și obiectivul principal al proiectului a fost de a crea un mediu virtualizat de colaborare orientat-obiect, reprezentând diverse activități din fabrică menite să faciliteze schimbul de resurse, de informații de fabricație și cunoștințe.

Modelul de referință VFF dezvoltat în cadrul proiectului, este extensibil și deschis pentru implementarea datelor suplimentare în activitățile de planificare, atunci când se detaliază fazele de planificare în sarcini și activități (Westkämper, 2009). În același timp, Modelul de Referință VFF este clar și bine definit și este structurat prin utilizarea unei metode de modelare cunoscute. Modelul de referință VFF pentru fabrici și procesul de planificare este împărțit în șapte etape de planificare care acoperă întregul proces din fabrică și cel de planificare:

R&M: Managementul cerințelor și specificațiile KPI, FPP: Planificarea performanței în fabrică, SNP: Planificarea sitului și rețelei, BIM: Planificarea construcției, infrastructurii și mediilor de comunicare, LTP: Planificarea aspectului, ILO: Logistica Internă, PSP: Planificarea proceselor, EWP: Planificarea echipamentelor și spațiilor de lucru, RUP: Optimizare.

Etapele de planificare identificate, stabilite și definite și pașii acestora nu trebuie să fie procesate secvențial. O secvență predefinită nu face obiectivul Modelului de Referință VFF. Cu toate acestea, există dependențe și schimburi de informații între fazele sale de planificare. Activitățile de planificare reprezentate în fluxul de lucru trebuie să fie detaliate, adaptate și determinate de situație (re)aranjate într-un anumit proiect de planificare. Mai mult decât atât, fluxul de lucru de planificare trebuie să fie cât mai detaliat posibil și cât mai generic posibil, cu scopul de a aplica Modelul de referință VFF în diferite sectoare de activitate ale industriei (Constantinescu, 2010).

2.3 Managementul cunoștințelor în analiza procesului de proiectare

Managementul cunoștințelor (KM) care a fost considerat la început o miză științifică a devenit o miză industrială în această luptă economică globală. Este o activitate complexă care

poate fi analizată din mai multe puncte de vedere: socio-organizațional, financiar și economic, tehnic, uman și juridic și se referă la know-how-ul teoretic și practic al persoanelor/ grupurilor de persoane din cadrul organizației. Mai mulți cercetători au studiat managementul cunoștințelor și s-au axat pe definirea metodelor cu scopul de a construi amintiri corporative, alți cercetători consideră memoria organizațională ca o "reprezentare explicită, imaterială și persistentă a cunoștințelor și informații dintr-o organizație" (Van Heijst, 1997), alți cercetători s-au concentrat pe valorificarea experienței din trecut. Alte studii au analizat modul de urmărire și verificare a unei activități și mai ales a unui proiect, în timp ce altele studii au investigat cu convingere capitalizarea cunoștințelor dar fără a interveni în activitățile de zi cu zi la locul de muncă.

Cunoștințele companiei sunt alcătuite din elemente tangibile (baze de date, proceduri, desene, modele, algoritmi, documente utilizate pentru analiza și sintetizarea datelor.) și elemente intangibile (abilități ale oamenilor, talent profesional, "secrete comerciale", "rutine" - regulile nescrise folosite de un individ -, cunoștințele din istoria companiei și contextele de luare a deciziilor, cunoașterea mediului companiei (clienți, concurenți, tehnologii, factori socio-economici influenți). Elementele corporale și necorporale sunt reale chiar dacă societatea le recunoaște ca fiind cunoștințe sau nu .

Literatura de specialitate arată că tehnologia informației oferă elementul util pentru stocarea cunoștințelor explicite, dar mai puțin util pentru distribuirea cunoștințelor tacite și stimularea folosirii acestora și crearea de cunoștințe noi. Gestionarea acestor cunoștințe a devenit un element important în comunitatea cercetătorilor și mai mulți autori i-au analizat natura, conceptele, structurile, arhitecturile, metodologiile, uneltele, funcțiile, și ca urmare sunt mai multe structuri care au fost definite ca putând gestiona cunoștințele.

Pe baza cercetării (Shaobo L., 2010) putem spune că managementul cunoștințelor în dezvoltarea de produse suprapune un spectru vast de activități și operațiuni la niveluri diferite: de la individ la întreaga organizație. Un management al cunoștințelor realizat abordează nu numai soluții tehnologice, ci și oameni, procese și legături la activități de bază ale afacerii.

Ce este valorificarea cunoștințelor?

Expresii-cheie, cum ar fi economia bazată pe cunoștințe, organizațiile bazate pe cunoștințe, educația bazată pe cunoștințe sunt adesea folosite în ziua de azi, când Internetul schimbă lumea în care trăim în fiecare zi și îmbrățișarea erei digitale este o provocare pentru toate organizațiile. În locul cunoștințelor utile, organizațiile au disponibile cantități imense de date brute stocate în baze de date, sisteme de fișiere și diferite sisteme de arhivare, dar nu au întotdeauna disponibile cunoștințele.

Cunoștințele reprezintă un capital intelectual foarte volatil pentru orice companie. Întreprinderile mici și mijlocii sunt slăbite considerabil ori de câte ori unul dintre membrii personalului lor pleacă, aceasta ducând la pierderea cunoștințelor (Wong et al, 2004; McAdam et al, 2001). Această pierdere de cunoștințe ar putea fi contrabalansată în condițiile în care companiile ar fi capabile să valorifice aceste cunoștințe și abilități ale persoanei în cauză. Cunoștințele, chiar mai mult decât capitalul și resursele fizice, au devenit ingredientul esențial pentru crearea de valoare (Rikowski, 2003).

La nivel de organizație, cunoștințele pot fi regăsite la un individ, la un grup dar și la resurse externe, în toate activitățile întreprinse. O resursă de cunoștințe individuală înseamnă calificări profesionale, experiențe personale și capacitatea de a transforma informațiile în cunoștințe. În schimb, resursele de cunoștințe de grup implică acte patentate, modele, concepte, cultura și managementul unei organizații. Totalul resurselor de cunoștințe individuale și de grup reprezintă resursele interne ale organizației. Spre deosebire de resursele interne, resurse externe sunt definite de relațiile cu clienții, furnizorii și partenerii. Cunoștințele tacite și explicite sunt transferate între aceste resurse, iar cunoștințele suferă transformări când sunt transferate de la o resursă la alta.

2.4 Analiza modurilor de defectare și a efectelor acestora

Analiza modurilor de defectare și a efectelor acestora (AMDE) este o metodă puternică și documentată utilizată pentru a defini, identifica și elimina defecțiunile, problemele și erorile de sistem, proiectare, ale procesului și/sau serviciilor cunoscute și/sau potențiale înainte de a ajunge la client, chiar înainte de a ajunge la producția de masă. Astăzi, AMDE este utilizat pe scară largă de către o multitudine de industrii, dintre care multe au început impunerea utilizării metodologiei AMDE ca un standard intern.

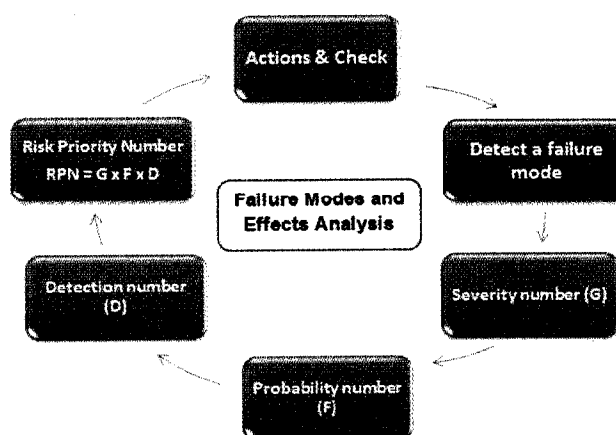


Figura 1 Principalii pași ai AMDE

Pentru a grăbi procesul de implementare a metodologiei AMDE și obținerea de beneficii care rezultă din această implementare, cunoștințele incluse într-un proces AMDE deja dezvoltat trebuie să fie reutilizate, iar primul pas este de a valorifica cunoștințele. Capitalizarea cunoștințelor nu doar va scurta procesul de AMDE, dar va preveni ca informațiile valoroase specializate pentru un loc de muncă să parăsească compania, împreună cu angajatul.

Refolosirea cunoștințelor AMDE suferă un mare dezavantaj menționat de către Wirth et al. (Wirth, 1996): informațiile legate de AMDE sunt dobândite într-un limbaj natural și nu este cu mult reutilizabil deoarece componentele sistematizate, funcțiile și modurile de defectare nu sunt descrise explicit. Sensul acestor informații depinde de interpretarea membrilor echipei care efectuează AMDE și poate fluctua atunci când o altă echipă reutilizează aceste cunoștințe AMDE sau chiar în cazul în care aceeași echipă încearcă să-l reutilizeze ulterior cu altă ocazie.

Deși o singură persoană este responsabilă de coordonarea procesului de AMDE, toate AMDE-urile sunt procese bazate pe echipă. Obiectivul unei echipe de AMDE este de a aduna o serie de perspective și experiențe în cadrul proiectului. Pentru că fiecare proces de AMDE este unic în abordarea diferitelor aspecte ale produsului sau procesului (de producție, inginerie, logistică, marketing, suport), echipele de AMDE sunt formate și dispersate la nevoie. Pe baza acestui aspect referitor la alcătuirea echipelor, se poate stabili un dezavantaj datorat lipsei de disponibilitate (echipa delocalizată, suprapunerea statului de membru între echipe) a membrilor echipei și implicit de a participa la reuniunea pentru aplicarea metodologiei AMDE.

Eventualele procese de analiză a potențialelor moduri de defectare și a efectelor acestora (pe baza metodologiei AMDE) se bazează pe foi de lucru tabelare care conțin informații importante despre sistemul / componenta unui sistem / proces, data de revizuire, echipa implicată în acest proces, numele componentei analizate, persoana responsabilă de procesul de AMDE. Pe aceste foi de lucru toate elementele sau funcțiile elementului de analizat ar trebui să fie enumerate într-un mod logic pe baza schemei blocului. Pentru o abordare sistematică, sistemul / componenta / procesul analizat este împărțit în grupuri de operațiuni (ex: sudură, spălare, etc). Pentru fiecare element sau funcție, posibilele moduri de defectare, efectele și cauzele sunt enumerate și fiecare dintre ele sunt clasificate pentru severitatea lor (S), frecvența cu care apar (F) și este apreciată ușurința detectării (D). În continuare, indicele de risc (RPN) se calculează prin înmulțirea S, F și D. Odată finalizată această operațiune este ușor să se determine zonele care determină cea mai mare îngrijorare adică cu riscuri crescute. Acest lucru trebuie să fie făcut pe întregul proces și / sau proiectare iar elementele care au cel mai mare indice de risc ar trebui să primească cea mai mare prioritate pentru măsuri corective. După ce sunt alocate aceste valori, sunt notate pe foile de lucru acțiunile

recomandate cu obiectivele necesare, responsabilul de îndeplinirea acțiunilor și termenul limita de implementare.

Dittmann (Dittmann et al, 2007) evidențiază potențialul combinării sistemelor IT bazate pe cunoștințe și ingineria calității, în special în procedura de AMDE. Ca rezultat al acestui studiu, autorii consideră că utilizarea ontologiilor în reprezentarea cunoștințelor poate simplifica procedura AMDE și poate rezolva minusurile majore evidențiate de către cei care utilizează această metodologie: reutilizarea cunoștințelor, păstrarea la zi a cunoștințelor în baza de cunoștințe, prin evitarea redundanțelor.

De asemenea, Molhanec (Molhanec et al., 2012) exploatează utilizarea ontologiei în procedura de AMDE, dar cercetarea este specializată în procesul de sudură. În acest studiu a fost confirmat faptul că ontologia oferă o înțelegere comună a domeniului și, prin urmare, cunoștințele conținute în modelul bazat pe ontologie pot fi prelucrate electronic.

Xiuxu (Xiuxu Z., 2012) a studiat necesitatea practică de a dobândi cunoștințe de AMDE în procesul de fabricație și a reușit să achiziționeze, depoziteze și să regăsească cunoștințele de AMDE în timpul procesului de fabricație pentru o îmbunătățire continuă a calității.

Dar există încă zone care au nevoie de cercetări suplimentare. Este nevoie de o ontologie de calitate pentru a oferi părți de componente standardizate și o taxonomie funcțională. Ar fi util să se poată conta pe acordul comun al industriei, dar integrarea procedurii AMDE în bazele de cunoștințe existente nu a fost examinată în mod exhaustiv.

3. Abordare prin raționamentul bazat pe cazuri

Acest capitol va analiza fundamentele raționamentului bazat pe cazuri (CBR) dintr-o perspectivă diferită față de studiile tradiționale asupra CBR, și va examina relația dintre sistemele expert (ESs) și sistemele CBR.

Raționamentul bazat pe cazuri este o abordare de rezolvare a problemelor pe baza soluțiilor găsite pentru probleme similare din trecut, rezolvarea noii probleme înseamnă utilizarea soluției folosite în trecut sau adaptarea soluției vechi pentru noi probleme. Sistemele CBR reprezintă un tip unic de sistem de raționament analogic și în ultimii ani s-a dezvoltat software-ul de specialitate, cu aplicare în diferite domenii (Aamodt A., 1994; Dubois D., 1999; Maher M.L., 1997; Schank R.C. 1982; Schank R.C., 1989; Watson I. 1997). Cercetarea CBR-ului a adunat probleme precum modelarea proceselor (Aamodt A., 1994), planificarea bazată pe cazuri (Hammond, 1989), organizarea bazelor de cazuri (McCartney R, Sanders KE 1990), algoritmi eficienți pentru recuperarea cazului (Bartsch-Spörl B., et al., 1999), evaluarea similitudinii cazurilor (Hüllermeier E, et al., 2001).



3.1 Cunoștințe și experiență

Pentru a oferi cunoștințele relevante în etapa de proiectare și dezvoltare a produsului, este necesară captarea cunoștințelor corespunzătoare. Cunoștințele create și împărtășite în rândul membrilor organizației pot fi clasificate în două forme tipice de cunoștințe - tacite și explicite.

Cunoștințele tacite sunt extrem de personale, strâns legate de experiența personală și implică factori intangibili, de context specific și, prin urmare, greu de formalizat și comunicat. Acest tip de cunoștințe sunt stocate în creierul uman, cum ar fi cazul credințelor personale, expertizei, perspectivei și valorilor formate ca urmare a experienței.

Cunoștințele explicite sunt definite ca fiind cunoștințe publice și se referă la acele aspecte ale cunoașterii care pot fi articulate în limbaj formal și pot fi transmise cu ușurință în rândul persoanelor care folosesc tehnologia informației, pot fi procesate cu ușurință de un calculator și stocate în baze de date. Cunoștințele explicite pot fi exprimate în limbaj formal, inclusiv enunțurile gramaticale (cuvinte și numere), expresii matematice, specificații tehnice, manuale, etc.

Una dintre principalele provocări cu care se confruntă organizațiile este modul de a dobândi cunoștințele necesare și de a gestiona sursele de incertitudine pentru a reduce riscul de eșec al proiectului sau al produsului rezultat. Dobândirea cunoștințelor necesare pentru a aborda problemele, incertitudinile și posibilele cauze ale unui eșec, ipotezele și relația dintre ele este dificilă, susținând că este chiar mai dificil ca aceste cunoștințe să fie utilizate în alte proiecte din cauza volumului de cunoștințe create în timpul fiecărui proiect nou de dezvoltare de produse.

Experiență

Este greu de definit ce este experiența, la fel cum este dificil să se definească ce sunt cunoștințele. În general, experiența poate fi văzută ca și cunoștințe anterioare sau abilitățile obținute în activitățile de zi cu zi. De exemplu, Gabriela conducea ieri cu grijă pe strada principală, concentrându-se la condus a putut evita un accident. Aceasta este o experiență normală pentru activitățile de conducere. În general, experiența reprezintă cunoașterea anterioară, care constă în probleme pe care cineva le-a întâlnit, dar și soluția de succes a problemei.

În urmă cu peste 200 de ani, Platon a crezut că atunci când ne gândim că vom descoperi sau că vom învăța ceva, de fapt, noi doar ne amintim ceea ce știam deja într-o existență anterioară (Newell A. et al., 1987). Strict vorbind, experiența este principala parte a activităților inteligente.

În lucrarea sa Kolodner (Kolodner, 1993) susține că un caz este o parte contextualizată de cunoștințe reprezentând o experiență care exprimă un mod esențial pentru a atinge obiectivul motivului. Prin urmare, un caz poate fi văzut ca o experiență; această experiență poate fi reutilizată pentru rezolvarea altor probleme pentru că reprezintă o descriere a soluției pentru o problemă rezolvată anterior.

3.2 Cei patru pași ai raționamentului bazat pe cazuri

Fiecare caz de CBR constă în cel puțin două componente, o problemă și soluția sa. Cercetatorii au adăugat, de asemenea, și alte componente, cum ar fi justificarea rezultatului; acestea sunt stocate ca și cunoștințe suplimentare (Recio-Garcia et. all, 2006; Massie et all, 2007).

Recuperarea cazului

Cele mai vechi sisteme CBR, adică PERSUADER (Sycara 1987, Sycara 1988), BATTLE PLANNER (Goodman 1989), CLAVIER (Hennessy & Hinkle 1992), CASCADE (Simoudis 1991, Simoudis 1992), ARCHIE-2 (Domeshek & Kolodner 1991, Domeshek & Kolodner 1992, Domeshek & Kolodner 1993) și ASK (Ferguson, Bareiss, Birnbaum & Osgood 1992) au fost sisteme orientate exclusiv către recuperare cunoștințelor iar ceilalți pași ai raționamentului bazat pe cazuri au rămas să fie rezolvați de utilizatori umani.

Recuperarea cazului este procesul de a identifica, în cadrul unei baze de cazuri, acele cazuri care sunt cel mai aproape de cazul de față. Pentru a efectua recuperarea eficientă a cazului, trebuie să existe criterii de selecție care determină modul în care un caz este considerat a fi adecvat pentru recuperare și un mecanism pentru a controla modul în care este cercetată baza de cazuri. Criteriile de selecție sunt necesare pentru a determina care este cel mai bun caz pentru a fi recuperat, prin determinarea cât de aproape de cazurile stocate este cazul de față.

Reutilizarea cazului

Reutilizarea soluției cazului recuperat în contextul noului caz se concentrează pe două aspecte: diferențele dintre trecut și cazul de față; și care parte din cazul recuperat poate fi transferat către noul caz.

Lucrări recente au dus la dezvoltarea unor tehnici automate de adaptare, dar rămân încă domenii dependente și scumpe computațional (Craw, Wiratunga & Rowe 2006, Leake & Powell 2007, Cojan & Lieber 2008, Sugandh, Ontan'on & Ram 2008, Badra, Cordier & Lieber 2009, Leake & Kendall-Morwick 2009, Dufour-Lussier, Lieber, Nauer & Toussaint 2010, Leake & Powell 2010, Ontan'on & Plaza 2010).

Revizuirea cazului

Când soluția cazului generată de etapa de regăsire nu este corectă, apare oportunitatea de a învăța din eșec. Această etapă se numește revizuirea cazului și constă în două sarcini:

- Evaluează soluția cazului generată de reutilizare. Dacă va avea succes, învață din succes (reținerea cazului, vezi secțiunea următoare)
- În caz contrar repară soluția cazului folosind cunoștințe specifice domeniului sau cunoștințe introduse de utilizator.

Reținerea cazului - Învățare

Acesta este procesul de integrare a ceea ce este util de reținut din noua situație de rezolvat în cadrul cunoștințelor existente. Învățarea din succesul sau eșecul soluției propuse sunt declanșate de rezultatul evaluării și posibila reparare. Aceasta implică selectarea acelor informații care să fie păstrate din caz, în ce formă să se păstreze, cum să marchez cazul pentru recuperare ulterioară de la probleme similare, și cum să integreze noul caz în structura memoriei.

3.3 Conceptul de similaritate

Înțelesul termenului similaritate depinde întotdeauna de contextul de bază a unei anumite aplicații, și nu transmite o caracteristică fixă care se aplică la orice context comparativ. În raționamentul bazat pe cazuri (CBR), calculul de similaritate devine o problemă foarte importantă în procesul de recuperare a cazului. Eficacitatea unei măsurători de similaritate este determinată de utilitatea unui caz recuperat în rezolvarea unei probleme noi. Există (în linii mari) două abordări majore de recuperare. Prima se bazează pe calculul distanței dintre cazuri, unde cazul cel mai similar este determinat prin evaluarea unei măsuri de similaritate (de exemplu, un sistem de măsurare). A doua abordare este legată mai mult de structurile de reprezentare / indexare a cazurilor. Structura de indexare poate fi traversată în căutarea unui caz similar.

Distanța Euclidean ponderată

Cel mai utilizat tip de măsurare a distanței se bazează pe poziția obiectelor în spațiu euclidian (de exemplu, un set ordonat de numere reale), în care distanța este calculată ca rădăcina pătrată a sumei pătratelor diferențelor aritmetice între coordonatele corespunzătoare a două obiecte. Mai formal, distanța euclidiană ponderată între cazuri poate fi exprimată în felul următor : fie $CB = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$ care indică o mulțime de cazuri cu N cazuri. Fiecare caz din această mulțime poate fi identificat prin indexul caracteristicilor corespunzătoare. În plus, fiecare caz are o acțiune asociată. Mai formal, folosim o colecție de caracteristici

$\{F_j (j = 1, 2, \dots, n)\}$ pentru a indexa cazurile și o variabilă V care să indice acțiunea. Cazul al i -lea în biblioteca, e_i , poate fi reprezentat ca un vector cu $(n + 1)$ dimensiuni, adică $e_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}, \theta_i)$, unde x_{ij} corespunde valorii trăsăturii $F_j (1 \leq j \leq n)$ și θ_i corespunde valorii acțiunii $V (i = 1, 2, \dots, N)$. Să presupunem că pentru fiecare caracteristică $F_j (1 \leq j \leq n)$, o pondere $w_j (w_j \in [0, 1])$ este asignat către elementul a j -lea cu scopul de a indica importanța caracteristicii respective. Apoi, pentru orice pereche de cazuri e_p și e_q din mulțime, un sistem de măsurare a distanței ponderate poate fi creat ca în formula nr. 1

$$(1) \quad d_{pq}^{(w)} = d^{(w)}(e_p, e_q) = \left[\sum_{j=1}^n w_j^2 (x_{pj} - x_{qj})^2 \right]^{1/2}$$

Când toate ponderile sunt egale cu 1, sistemul de măsurare a distanței ponderate definetă cele mai sus degenerează în distanța Euclidiană $d_{pq}^{(1)}$.

Coefficientul cosinusal pentru cazuri bazate pe text

În multe aplicații practice, este necesară compararea cazurilor bazate pe text. Acest lucru duce către necesitatea unor măsurători de similaritate care pot evalua relația dintre documente. În domeniul de regăsire a informațiilor (IR), analiza clusterului a fost folosită pentru a crea grupuri de documente care au un grad ridicat de asociere între membrii din același grup și un grad scăzut între membrii din grupuri diferite.

Fie $DT = \{s_1, s_2, \dots, s_N\}$ care indică N - secvențe de documente s_i , unde s_i este un membru al setului DT . Fie $TT = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$ care indică o secvență M de tipuri de termeni (i.e., cuvinte sau expresii specifice t_j , unde t_j este un membru al setului TT). Termenul frecvență indică TF_{s_i, t_j} ca fiind frecvența de apariție a termenului t_j din documentul s_i . Frecvența inversă a documentului, indicată de IDF_{DT, t_j} acordă valori mari cuvintelor rare și valori mici cuvintelor obișnuite. Este definită ca logaritmul (în baza 2) a proporției numărului de documente în setul DT la numărul de documente s_i din setul DT care conține cel puțin o apariție a termenului t_j . Fiecare termen primește apoi un scor, numit greutatea termenului, care este definită ca

$$(2) \quad W_{s_i, t_j} = TF_{s_i, t_j} \times IDF_{DT, t_j}$$

Similaritatea celor două documente S_i și S_j poate fi exprimată ca o relație cosinusală (coeficient cosinusal):

$$(3) \quad \cos SM_{S_i S_j} = \frac{\sum_{j=1}^m (W_{s_i, t_j} W_{s_j, t_j})}{\sqrt{\sum_{j=1}^M (W_{s_i, t_j})^2 * \sum_{j=1}^M (W_{s_j, t_j})^2}}$$

Modelul spațiului vectorial

Modelul spațiului vectorial pentru documentele de tip text este folosit pentru a evalua titlul, rezumatul, indexurile și similitudinile de conținut între două documente. Luând în considerare un vocabular T de termeni atomici t care apar în fiecare document, un document este reprezentat ca vector de numere reale $v \in R^{|T|}$, unde fiecare element corespunde unui termen. Fie v_t care indică un element al v care corespunde termenului t , $t \in T$. Valoarea v_t este legată de importanța lui t în documentul reprezentat de v . Folosind schema de cântărire Frecvența Termenului – Frecvența inversă a documentului (TF-IDF) v_t este definit ca

$$(4) \quad v_t = \log(TF_{v,t} + 1) \times \log(IDF_t)$$

unde $TF_{v,t}$ este numărul de apariții al lui t în documentul reprezentat de v , $IDF_t = N/n_t$, N este numărul total de documente din baza de date, iar n_t este numărul total de documente din baza de date care conține termenul t .

4. CBR integrat într-un sistem AMDE bazat pe cunoștințe

Sistemul este menit să fie un produs în care inteligența ajută utilizatorii în luarea deciziilor cu privire la planificarea și proiectarea produselor și proceselor. Sistemul este o aplicație web, ceea ce înseamnă că trebuie să fie accesibil de la orice calculator cu conexiune la Internet, indiferent de browser-ul folosit, pe baza unui cont și o parolă.

4.1 AMDE inteligent cu CBR

Scopul final al procedurii de AMDE este de a ajuta proiectanții și inginerii să elimine sau să reducă defectele și prin prisma acestui scop, procesul de AMDE și documentul AMDE nu sunt finalizate decât mult timp de la scoaterea din producție a produsului respectiv. Acesta este un document viu care ar trebui să fie utilizat în mod constant pe parcursul tuturor etapelor din ciclul de viață al produsului.

Ca orice instrument software de management, AMDE este la fel de bun ca informațiile pe care le conține. Pentru a asigura calitatea superioară a documentului AMDE, procedura ar

trebuie să fie realizată de către o echipă de oameni, care să includă toți experții implicați în proiectare sau proces. Această abordare va permite o abordare proaspătă „cu ochii limpezi” prin inetrmediul unei sesiuni de brainstorming amănunțită. Folosirea cazurilor pentru probleme de fabricație este o poveste de succes a utilizării-ului CBR in manufacturare. În această cercetare, vom folosi CBR integrat în procesul de AMDE.

Sistemul cercetat și propus în această lucrare urmează cei patru pași ai unui sistem CBR: regăsire, reutilizare, revizuire și stocare, dar vor exista unele ajustări efectuate pe baza procesului de AMDE. Elementele AMDE conțin: piesă / parte / proces / funcție / operație / caracteristică, potențialul mod de defectare, efecte ale potențialului mod de defectare, cauze posibile, măsuri de verificare pentru a preveni potențialul defect, măsuri de verificare pentru a detecta potențialul defect identificat, acțiunile recomandate, responsabilul pentru efectuarea acțiunilor recomandate, intervalul de timp pentru a efectua și livra rezultatele acțiunilor recomandate.

Dacă la începuturi, procesul de AMDE era pe hârtie, apoi orientat spre utilizarea tabelelor, în zilele noastre, pe această piață globală cu companii la nivel mondial, procesul de AMDE trebuie să fie împins la pasul următor: sistem web AMDE bazat pe cunoștințe, accesibil oamenilor potriviți, la momentul potrivit, având cunoștințele potrivite. În Figura 2 sunt prezentate pașii AMDE și integrarea raționamentului bazat pe cazuri (CBR). Pentru sistemul propus, considerăm ca și soluție a cazului măsurile recomandate, iar pentru problema cazului considerăm restul câmpurilor dintrun articol AMDE (o linie in tabel).

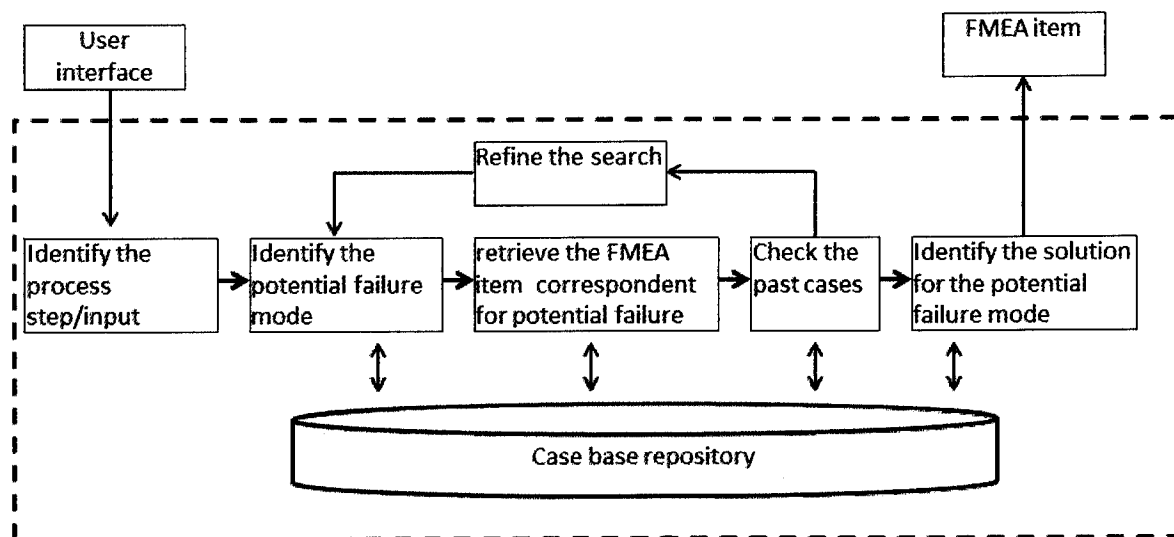


Figura 2 Raționamentul bazat pe cazuri integrat in procedura MADE



4.2 Privire generală asupra sistemului propus

Sistemul este proiectat ca un sistem web, cu arhitectură client-server iar accesul se face pe baza drepturilor specifice. Accesarea proiectelor este permisă pe bază de cont și parolă, iar modificările sunt stabilite în funcție de rolul utilizatorului. Vizualizarea elementelor poate fi aleasă de utilizator: sub formă de tabel sau Gantt. În imaginea de mai jos (Figura 3) interfața principală a sistemului este prezentată, urmată apoi de o listă a cerințelor funcționale a prezentului sistem.

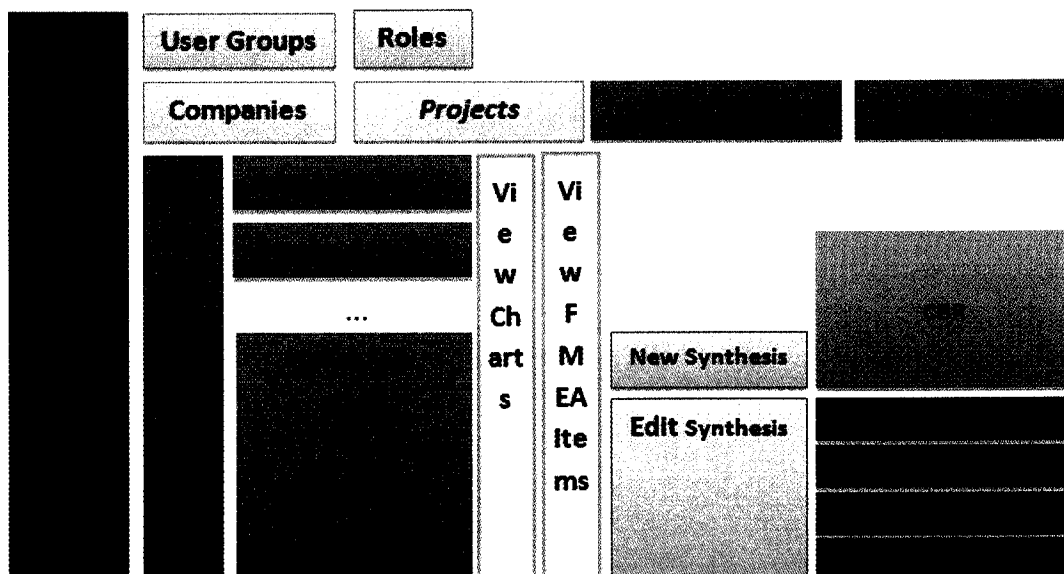


Figura 3 Imaginea de ansamblu a sistemului propus

Cerințele funcționale sunt:

- Login – accesul la elementele AMDE se face pe bază de cont și parolă.
- Vizualizarea elementelor AMDE – informația este vizibilă în funcție de rolul alocat fiecărui cont. Informațiile AMDE sunt vizualizate în trei moduri (alese de utilizator): sub formă de arbore pe mai multe niveluri, în formă tabelară sau sub formă de grafic Gantt.
- Căutarea informațiilor se poate face în baza de date sau în CBR
- Filtrarea informațiilor este posibilă pe baza coloanelor din AMDE
- Informațiile sintetizate sunt gestionate de coordonatorul AMDE (adaugă o nouă sinteză atunci când are loc o întâlnire; modifică și salvează – arhitectura este una de utilizator multiplu și există un mecanism de blocare la debutul unei activități și o eliberare la finalul editării).
- Nomenclatorii sunt folosiți pentru a evita problemele legate de limbă naturală și vor fi gestionate de un cont special.

- Rapoartele vor fi generate pe baza rolului și cererii utilizatorului.
- Metodologia CBR integrată îmbunătățește funcționalitatea sistemului încercând să rezolve situații noi pe baza experiențelor anterioare, rezolvate deja cu succes.

Un sistem CBR implică raționamentul din exemplele anterioare, memorarea problemelor anterioare și a soluțiilor asociate și rezolvarea problemelor noi, prin corelarea cunoștințelor. Ciclul de viață de rezolvare a problemelor din sistemul nostru CBR constă în principal din următorii patru pași (modelul Aamodt-Plaza):

- Regăsirea cazurilor similare prezentate anterior (de exemplu, tripletul problemă-soluție-rezultat) a căror problemă este considerată a fi similară
- Reutilizarea cazurilor prin copierea sau integrarea soluțiilor cazurilor preluate
- Revizuirea sau adaptarea soluției/soluțiilor recuperate în încercarea de a rezolva problema nouă
- Păstrarea noii soluții imediat ce a fost confirmată sau validată.

4.3 Algoritmii implementați pentru recuperarea cazurilor

În prezenta cercetare am implementat patru algoritmi: modelul spațiului vectorial (Salton et al. 1975), Latent Semantic Indexing, două abordări (S. Deerwester et al., 1990) și (Berry et al., 1994), Fast Case Retrieval Net (Chakraborti et al., 2006).

Indiferent de metoda aplicată documentele sunt reprezentate ca vectori în spațiul dimensional t , unde t este numărul de termeni indexați în colecția de documente. O colecție de documente d descrise de termenii t poate fi reprezentată ca o matrice A $t \times d$ numită matrice termen-document. Fiecare element a_{ij} al matricei termen-document reprezintă gradul legăturii între termenul i și documentele j , vectorii de coloană din matricea A , reprezintă vectorii de documente, iar vectorii de rând din matricea A , reprezintă vectorii termen.

4.3.1 Modelul spațiului vectorial (VSM)

În modelul spațiului vectorial (Salton et al., 1975), documentele sunt codificate cu ajutorul unui vector foarte mare, iar elementele reprezintă indexul asociat termenului în cadrul documentului:

$$(5) \quad d_j^T = [a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}] \text{ unde } j = \overline{1..n}.$$

În modelul spațiului vectorial, o interogare este reprezentată de un vector în spațiul coloanei matricei termen-document. Acest lucru înseamnă că interogarea poate fi tratată ca un pseudo-document. În procesul de potrivire a interogării, documentele trebuie să fie selectate, iar



vectorii lor sunt cei mai apropiați în spațiu de vectorul de interogare. O măsură comună de similitudine între doi vectori este cosinusul unghiului dintre ele. În matricea A termen-document $m \times n$, cosinusul dintre vectorul d_j vector de documente și vectorul de interogare q este:

$$(6) \quad \cos \alpha_j = \frac{q^T * d_j}{\|q\| * \|d_j\|} = \frac{\sum_{i=1}^m q_i * a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m q_i^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}$$

Putem concluziona că VSM recuperează doar cazurile care conțin entități de informare (IES) de la vectorul de interogare, indiferent de metoda cu care este construită matricea termen-document.

Limitările Modelului spațiului vectorial: dacă o interogare și un document conțin seturi disjuncte de IE-uri, atunci vectorii care reprezintă interogarea și documentul sunt ortogonale între ele și orice măsură rezonabilă ar trebui să indice că similaritatea între ele este zero. Dacă, totuși, doi sau mai mulți termeni sunt sinonimi între ei, atunci cele două documente ar trebui să aibă similaritate non-zero. Astfel de probleme apar deseori pentru că în multe situații termenii sunt legați unul de celălalt iar în timpul căutării cineva dorește să ia în considerare aceste relații. Această problemă este rezolvată prin folosirea algoritmului indexării semantice latente.

4.3.2 Algoritm Latent Semantic Indexing (LSI)

Latent Semantic Indexing (LSI) este o metodă de indexare și regăsire automată a documentelor pe baza noțiunii de concept utilizate în Regăsirea Informațiilor. LSI a fost proiectat pentru a recupera documentele pe baza asocierii conceptelor și nu pe baza asocierii termenilor indexați. Asocierea bazată pe acest concept permite documentelor să fie identificate și recuperate, chiar dacă acestea nu sunt indexate de către termenii indexați pentru interogare. Acest mecanism este posibil datorită datelor care sunt construite pe baza unei structuri semantice latente. Astfel, LSI depășește deficiențele de recuperare în funcție de termen observată ca o problemă de statistică în asocierea termen-document. Apoi, pentru a estima structura latentă și pentru a elimina "zgomotul" de la tehnicile statistice, LSI folosește metoda Singular Value Decomposition (SVD). În cadrul SVD, un spațiu semantic este construit dintr-o matrice mare de date de asociere termen-document, apoi matricea originală este înlocuită cu trei matrici de dimensiuni mai mici, o matrice vectorială stângă, una dreaptă și o matrice diagonală de valori singulare (Hendrickson, 2006). Reducerea dimensionalității urmărește reducerea "zgomotului" în matricea termen-document, rezultând o structură relațională de cuvinte mai "bogată". În spațiul semantic termenii și documentele strâns asociate sunt plasate aproape unele de altele (Scott, 1990; Lu, 1999). Spațiul semantic



conține un spațiu termen-concept și un spațiu document-concept; respectiv, matricele de vectori singulari din stânga și dreapta.

Deseori algoritmul LSI este aplicat în activitățile de căutare și recuperare (Deerwester, 1990; Dumais, 1992), clasificare (Zelikovitz, 2001) și filtrare (Dumais, 1992, Dumais, 1994) a documentelor.

În recuperarea tradițională de informații, documentele și interogările sunt reprezentate ca vectori în spațiul t -dimensional, unde t este numărul de termeni indexați în colecție. Algoritmul LSI este o variantă a VSM în care matricea originală termen-document este descompusă folosind descompunerea în valori unice (SVD), în trei matrici: U , un termen după matricea dimensiune $(m \times m)$, S – o matrice cu valoare unică (dimensiune cu dimensiuni, $(m \times n)$), și V , un document prin matrice dimensiune $(n \times n)$. Matricea originală poate fi obținută, prin multiplicarea matricială a $U * S * V^T = A$. (A este o matrice $(m \times n)$).

În algoritmul LSI, matricele U , S și V sunt trunchiate la dimensiuni k . Scopul reducerii de dimensionalitate este de a reduce zgomotul în spațiul latent, rezultând o structură mai bogată a relației prin cuvânt care dezvăluie semantica latentă prezentă în colecție.

LSI se bazează pe un parametru k , pentru reducerea dimensionalității. k optim este determinat empiric pentru fiecare colecție în parte. În general, valori mai mici ale lui k sunt preferate atunci când se utilizează LSI, din cauza costurilor de calcul asociate cu algoritmul SVD, precum și costurile de depozitare și compararea vectorilor de mari dimensiuni.

Gradul de reducere a dimensiunii, și anume, alegerea lui k , este critică pentru munca noastră. Este important pentru metoda LSI ca matricea A_k derivată nu reconstruiește cu exactitate matricea A a documentului-termen original. SVD trunchiat, într-un sens, surprinde cea mai importantă structură de bază în asocierea de termeni și documente, dar, în același timp, elimină zgomotul sau variabilitatea în utilizarea cuvintelor care lezează metodele de recuperare bazate pe cuvinte.

Prima abordare pentru algoritmul LSI

Având aproximarea nivelului k a matricei termen-document A_k , potrivirea interogării poate fi efectuată prin calcularea cosinusului unghiului dintre vectorul de interogare după specificarea lungimii coloanei și vectorii de coloană ai matricii A_k .

A doua abordare a algoritmului LSI

Această a doua abordare a algoritmului LSI constă de fapt în descompunerea matricei A , documentele și interogarea pot fi reprezentate în spațiul dimensional k (Berry et al, 1994).

4.3.3 Fast Case Retrieval Net (FCRN)

Algoritmul Fast Case Retrieval Net a apărut ca rezultat al cercetării în domeniul de mineritul textelor și are scopul de a facilita recuperarea și reutilizarea cunoștințelor în contextul volumelor în creștere de documente textuale peste depozitele web și corporative.

Rețeaua de recuperare a cazurilor (CRN) a fost propusă ca formalism de reprezentare pentru CBR în (Lenz, 1996). Entități de informație (cuvinte cheie) sunt regăsite de-a lungul rândurilor matricei și fiecare caz este reprezentat ca o coloană. Cuvintele-cheie sunt tratate ca valori caracteristice care sunt denumite entități de informație (IE-uri).

Relevanța este obținută direct de la matricea document - termen după menționarea lungimii coloanei. În versiunea originală a FCRN este folosită matricea document-termen fără normalizarea lungimii coloanei, iar rezultatele sunt mai puțin precise. Noduri IE sunt legate între ele prin arce de similaritate (săgeți circulare), care au puncte forte numerice care denotă similaritatea semantică între doi termeni. Formula folosită pentru matricea termen-termen este

$$(7) \quad T = U_k * S_k * (U_k * S_k)^T$$

unde U_k este o matrice termen (U) truncată la dimensiunea k și S_k este o matrice de valoare singulară (S) truncată la dimensiunea k (în exemplul de mai sus am folosit $k=2$), U și S au fost obținute după ce am aplicat procesul SVD asupra matricei termen-document $A = U * S * V^T$.

A doua variantă a Rețelei de recuperare rapidă a cazurilor (FCRN)

Descrierea funcțiilor:

- Funcția de relevanță ρ este definită ca fiind similaritatea (cosinus) între documente și fiecare termen.
- funcția de similaritate σ este definită ca fiind similaritatea (cosinus) între termeni.
- Funcția de relevanță eficientă Λ este definită în același mod ca și în versiunea originală a FCRN.

Pentru calcularea funcției de relevanță ρ și funcției de similaritate σ avem nevoie de coordonatele documentelor și termenii din spațiul dimensional k. Coordonatele de documente în spațiul dimensional k sunt date de liniile matricei V_k și coordonatele termenilor sunt date de liniile matricei $U_k * S_k^{-1}$.

4.4 Testarea și evaluarea sistemului propus

Sistemul cercetat și implementat acoperă următoarele funcționalități:

- Funcționalitatea de autentificare
- Funcționalitatea de gestionare a utilizatorilor
- Funcționalitatea gestionării proiectelor (adaugare, deschidere, închidere proiecte)
- Funcționalitatea gestionării elementelor AMDE (adaugă, editează, șterge elemente AMDE)
- Căutarea unui potențial mod de defectare în baza de date
- Funcționalitatea gestionării sintezelor
- Funcționalitatea gestionării nomenclatoarelor
- Utilizarea raționamentului bazat pe cazuri CBR (reutilizarea cunoștințelor din experiențele sau proiectele anterioare).

Pentru utilizarea raționamentului bazat pe cazuri CBR cercetarea principală s-a concentrat pe identificarea celei mai potrivite funcție de similaritate. Care este cea mai bună structură de caz pentru procedura AMDE? Ar trebui adăugate și un alt tip de depozit pentru cunoștințe (planuri, schițe, documente, proiecte), altele decât elementele AMDE? Cum va fi acest sistem testat și evaluat? Cine este cel mai bun tester al sistemului? Testele finale și evaluările au fost realizate pentru algoritmul Latent Semantic Indexing - ambele abordări și algoritmul Fast Case Retrieve Net.

Influența numărului de utilizatori simultani

Pentru a îmbunătăți nu doar rezultatele etapei de regăsire a cunoștințelor ci și în ceea ce privește operativitatea sistemului, a fost analizată influența numărului de utilizatori simultani asupra sistemului implementat.

Desigur, această cercetare a început cu evidențierea problemelor legate de capitalizarea cunoștințelor și reutilizarea lor într-o companie de componente auto. Astfel, în ipoteza noastră se găsește, de la început, premiza că acest sistem va fi utilizat de maxim 50 de utilizatori în același timp. Acest număr de utilizatori simultan a fost calculat luând în considerare faptul că utilizatorii maximi implicați într-o singură ședință AMDE va fi de zece utilizatori din diferite departamente, și în același timp pot fi maxim trei sau patru întâlniri AMDE. Toți ceilalți utilizatori sunt doar utilizatorilor interesați să caute diverse informații.

Concluzia analizei acestui aspect este că ambele abordări bazate pe algoritmi FCRN sunt bune, mai ales că pe FCRN există mai puține calcule realizate cu matrici decât în cadrul algoritmului LSI.



Numărul de cazuri verificat printr-o acțiune de regăsire

Dimensiunea bazei de cazuri depinde de domeniul în care este implementat raționamentul bazat pe cazuri. În domeniul studiat în această cercetare (cunoștințe AMDE, și chiar mai mult accent, în domeniul auto), după o analiză a logicii afacerii, fluxului de execuție și fluxului de date, estimăm că numărul de cazuri din baza de cazuri vor fi la început aproximativ 1500 de cazuri. Ancheta a arătat aproape 20% din cazuri din diferență au fost de fapt redundanțele din corecțiile recomandate care au fost deja în baza de cazuri. În acest punct nomenclatoarele concepute la începutul dezvoltării acestui sistem sunt justificate. Au fost editate 193 de cazuri, ceea ce evidențiază vigilența responsabilului de nomenclatori.

În ceea ce privește cei patru algoritmi care au fost implementați au fost testați pentru a analiza numărul de cazuri investigate în timpul unei acțiuni de regăsire a unui caz (la o singură căutare). Numărul de cazuri similare listate în timpul acțiunii de regăsire poate fi personalizat de către utilizator. Odată cu implementarea unui fișier jurnal, pentru fiecare algoritm a fost măsurat numărul mediu de cazuri examinate în timpul recuperării pentru o anumită dimensiune a bazei de cazuri.

Influența dimensiunii bazei de cazuri asupra eficienței acțiunii de recuperare

Un alt aspect urmărit în testele de evaluare a fost eficiența algoritmilor implementați. A fost folosită încă de la început următoarea definiție a eficienței: numărul de cazuri recuperate care sunt în măsură să rezolve problema, și am măsurat procentul mediu de recuperare corectă (s-a considerat recuperare corectă cazul în care utilizatorul a folosit cazul similar propus de către sistem). Testul funcționează pentru cei patru algoritmi implementați pentru activitatea de recuperare. S-a observat că un număr mai mare de cazuri în baza de cazuri determină rezultate mai bune. Pe baza rezultatelor obținute se poate considera că utilizarea ambilor algoritmi în acțiunea de regăsire a cunoștințelor generează rezultate similare, ceea ce forțează utilizatorul să analizeze și alte aspecte (avantaje și dezavantaje) ale implementării acestor algoritmi.

Îmbunătățirea timpului alocat procesului AMDE

Expresia "timpul înseamnă bani" este cât se poate de realistă. În interiorul organizației totul poate fi tradus în timp și mai departe în bani. Sistemul propus în acest studiu dorește în același timp să reducă timpul alocat procesului AMDE, metodologie care este bine cunoscută ca un proces mare consumator de timp. În timpul analizei conduse în interiorul companiei COMPA SA inginerii s-au plâns de mai multe ori cu privire la cantitatea de timp petrecută în cadrul acestui proces și, după mai multe investigații, rezultatul privind cantitatea de timp petrecut rezultă din:

- Întâlniri frecvente

- La începutul ședinței ultima versiune a foilor de AMDE (fișiere MS Excel) este întotdeauna căutată (nu este clar unde este stocată ultima versiune, cine are ultima versiune, etc)ș
- Nu toți membrii implicați în ședința AMDE sunt disponibili în același timp (nu se află în interiorul fabricii) și timpul total alocat pentru procesul de AMDE crește;
- Cantitatea de timp petrecut cu căutarea unui posibil element AMDE utilizat într-un proiect vechi care să poată fi reutilizat în proiectul curent este mare.

Pentru departamentul administrativ al societății COMPA scăderea cu 18% a timpului alocat procesului de AMDE este semnificativ, iar sistemul a primit acceptul de a fi implementat în cadrul companiei (sunt evaluate avantajele și dezavantajele sistemului din multe puncte de vedere: timp pentru implementare, timp pentru instruire, întreținerea sistemului, echipament necesar ca noul sistem să ruleze, și așa mai departe).

Îmbunătățirea calității informațiilor în cadrul procesului AMDE

Reducerea timpului petrecut cu procedura de AMDE nu este singura îmbunătățire a calității pe care o aduc sistemul propus în această cercetare. De asemenea, este îmbunătățită calitatea informațiilor circulate în cadrul acestei proceduri.

În timpul analizei dezvoltate în interiorul companiei COMPA SA, inginerii subliniază cantitate mică de cunoștințe care sunt reutilizate din proiectele trecute care se datorează modului în care sunt capturate aceste cunoștințe. După investigațiile referitoare la cunoștințele circulate în cadrul proiectului AMDE au fost identificate următoarele imperfecțiuni ale cunoștințelor:

- În cadrul întâlnirii cunoștințele reutilizate sunt doar cunoștințe care au existat pe laptopul-calculatorul coordonatorului AMDE, iar acesta este singurul în măsură să caute informații specifice în proiectul AMDE mai vechi;
- Cunoștințele care trebuie să fie recuperate din documente AMDE scrise pe hârtie sunt abandonate de obicei, deoarece este nevoie de prea mult timp pentru a găsi și extrage cunoștințe relevante din aceste documente.
- Chiar dacă cunoștințele sunt găsite și recuperate de cele mai multe ori nu pot fi reutilizate, deoarece limbajul natural este în stilul foarte personal al scriitorului, există o mulțime de abrevieri non-standard, cunoștințele sunt scrise în texte foarte scurte și numai scriitorul poate identifica cu exactitate sensul textului.

Astfel, discutăm despre imprecizia, siguranța, accesibilitatea și caracterul incomplet al cunoștințelor circulate în interiorul procedurii de AMDE. În timpul evaluării a fost investigat

cât de ușor este modul de a accesa depozitul de cunoștințe, cât de mult din cunoștințele propuse de sistem sunt acceptat și folosite de către utilizatorul sistemului de AMDE.

5. Concluzii, contribuții și direcții ale cercetărilor viitoare

5.1 Principalele constatări

5.1.1 Lucrări integrate în cercetarea la nivel European

Studiul prezentat poate fi integrat cu ușurință într-o cercetare mai mare axată pe interoperabilitatea datelor. În 2009, a început proiectul Virtual Factory Framework¹ (VFF - un proiect de cercetare de colaborare finanțat de către Comisia Europeană în cadrul Programului 7th Framework) iar autorul cercetării de față a reprezentat compania curentă (locul de muncă) în interiorul consorțiului. Proiectul VFF a implementat un cadru pentru un mediu virtualizat de colaborare orientat - obiect, reprezentând diverse activități din fabrică menite să simplifice schimbul de resurse, informații din fabrică și cunoștințe.

Pornind de la interoperabilitatea săracă între diferitele platforme software, folosind elemente de formate proprietare, a fost dezvoltat în interiorul proiectului VFF un model de date din fabrica de referință pentru reprezentarea comună a obiectelor din fabrică. Dar structura trebuia să se ocupe de interacțiunea între diferite activități și nu este suficient pentru a avea doar un cadru al instalației de producție reală în interiorul modelului de date, dar este necesar să se aibă grijă de evoluția datelor de-a lungul fazelor ciclului de viață al fabricii. Modelul de date de fabrică VFF a fost conceput ca ontologie prin adoptarea limbajului OWL. Cum ontologia definește toate clasele, proprietățile și restricțiile care pot fi folosite pentru a crea *indivizi* (obiecte din fabrică) pentru a fi stocate în depozitul de date. Toate instrumentele software dezvoltate în cadrul proiectului VFF au fost instrumente software de proiectare a planului fabricii, unelte software de optimizare a producției și simulatoare, instrument software de vizualizare a aspectului fabricii în format 3D. Instrumentul de analiză a modurilor de defectare și a efectelor acestora a fost un instrument solicitat de către toți cei cinci utilizatori finali și, în consecință, cercetarea prezentată a început cu reprezentarea cunoștințelor specifice AMDE folosind ontologia. Cercetarea efectuată în cadrul acestui proiect a fost prezentat într-o lucrare (Candea et. all 2012).



5.1.2 Contribuții ale tezei

Această teză este rezultatul unor studii intensive de 3,5 ani întrprinse în Universitatea “Lucian Blaga” din Sibiu, Institutul de Inginerie Industrială Fraunhofer - IAO din Stuttgart, Germania, și o fabrică de componente auto din Sibiu (COMPA SA). În cadrul acestei cercetări au fost investigate o serie de aspecte legate de reutilizarea cunoștințelor AMDE, procedura de AMDE și implementarea raționamentului bazat pe cazuri CBR și sunt menționate propuneri de îmbunătățire. În acest scop, s-au analizat noi perspective în ceea ce privește folosirea AMDE în industrie (capitolul 2) și integrarea în metodologia AMDE a raționamentului bazat pe cazuri (capitolul 3) și mai ales în algoritmi de recuperare a cunoștințelor (capitolul 5).

Pentru o perioadă de opt luni, am fost implicată în Virtual Factory Framework , Intelligent Manufacturing Projected, în cadrul Institutului de Inginerie Industrială Fraunhofer - IAO, în care un conglomerat de companii de producție, organizații de cercetare și întreprinderi în domeniul ICT a dezvoltat o nouă paradigmă pentru planificarea în fabrică. În urma acestei experiențe, studiul a continuat la Sibiu, la nivel teoretic în cadrul Universității Lucian Blaga și la nivel practic în interiorul companiei de piese auto (COMPA SA).

Dobândirea de cunoștințe de la inginerii implicați în procedura de AMDE nu este întotdeauna privită ca o activitate utilă (sau eficientă din perspectiva costurilor) (Smith și Hinchcliffe, 2004), care, la rândul său, face ca analiza, părerile, reutilizarea și îmbunătățirea să fie foarte dificile. Această situație trebuie rezolvată.

Prin urmare, am fost propus un system software AMDE acționat de cunoștințe (capitolul 4), capabil să capteze cunoștințele, să fie ușor de utilizat și integrat în activitățile de zi cu zi, și a fost îmbunătățit cu o abordare a raționamentului bazat pe cazuri pentru o mai bună reutilizare a cunoștințelor (capitolul 5).

Principalele rezultate ale cercetării sunt: Diagrama fluxului de date AMDE în CBR, modelul organizațional pentru Managementul cunoștințelor, Modelul de Management al cunoștințelor și Platforma pentru proiectarea și dezvoltarea produselor și proceselor.

Principalele contribuții teoretice prezentate în cadrul acestei lucrări sunt:

- definirea și sistematizarea termenilor și conceptelor cheie utilizate în această lucrare;
- analiza bibliografică și colectarea sistematică a datelor;
- sinteză în ceea ce privește modelele de referință utilizate în planificarea fabricii;
- identificarea nevoii pentru un management al cunoștințelor AMDE integrat în activități de zi cu zi din procesul de fabricare;

- sinteză în ceea ce privește algoritmi de extragere folosiți în raționamentul bazat pe cazuri de text;
- identificarea principalilor factori care influențează rezultatele procedurii de AMDE;
- identificarea celor mai buni algoritmi utilizați în recuperarea cunoștințelor cu text scurt în interiorul CBR;
- definirea și sistematizarea funcțiilor de similaritate folosite în activitățile de recuperare în interiorul sistemelor CBR;

Contribuțiile practice originale prezentate în această lucrare sunt:

- identificarea cerințelor necesare pentru sistemul AMDE condus de cunoștințe cu abordare CBR;
- modelarea fluxului de procese AMDE integrat cu abordarea CBR;
- aplicarea teoretică și experimentală a sistemului AMDE condus de cunoștințe cu abordare CBR;
- simularea matematică a sistemului integrat;
- crearea și dezvoltarea sistemului AMDE bazat pe cunoștințe și integrat cu CBR pentru utilizarea practică;
- identificarea factorilor care trebuie să fie luați în considerare în sistemul AMDE bazat pe cunoștințe;
- sublinierea relației dintre text scurt și algoritmi necesari pentru o abordare CBR;
- analiza rezultatelor obținute ca urmare a rezultatelor testelor sistemului în cadrul întreprinderii de fabricare;
- recomandarea de modificare cu privire la algoritmul FCRN;
- validarea sistemului AMDE condus de cunoștințe cu abordare CBR sistemului în cadrul întreprinderii de fabricare.

Rezultatele acestei lucrări vor facilita cercetarea în acest domeniu la un nivel mai detaliat. Acestea vor reprezenta un punct de plecare pentru noi eforturi de integrare.

5.2 Direcțiile pentru cercetări viitoare

În această secțiune, sunt discutate direcțiile de cercetare viitoare pentru obiectivele individuale de cercetare și pentru lucrarea ca un întreg. Testarea și evaluarea sistemului, care au avut loc în interiorul companiei COMPA SA din Sibiu, au condus la unele ipoteze cu privire la utilizarea unui sistem software AMDE bazat pe cunoștințe și integrat cu raționamentul bazat pe cazuri.

5.2.1 Analiza modurilor de defectare și efectele acestora: valorificarea cunoștințelor

Acest studiu generează o serie de oportunități pentru continuarea cercetărilor. Companiile din industria de prelucrare aplica diverse tehnici de control al calității pentru a îmbunătăți calitatea procesului prin reducerea variabilității. AMDE este una dintre aceste tehnici și conține un bagaj bogat de cunoștințe. La începutul acestei cercetări am identificat ceea ce se consideră a fi cea mai bună metodă de a reprezenta cunoștințele în interiorul sistemului propus și direcțiile de studiu în domeniul ontologiei. Analiza literaturii de specialitate arată că această direcție a fost foarte puțin studiată și nu există rezultate practice de implementare a unui sistem software de AMDE folosind ontologia (Dittmann, et. all, 2004; Xiuxu, et. all, 2012).

Ontologia cuprinde un limbaj și înțelegerea comună pentru structurile de informații eterogene care îi vizează pe angajați. Deoarece este nevoie de consecvență, este necesar să se convină asupra ontologie și să se abordeze sensul vocabularului.

Astfel, următoarea direcție de cercetare va fi în domeniul ontologiei și mai exact cum să se reprezinte cunoștințele cu scopul de a reduce eforturile și să se îmbunătățească randamentul investițiilor în valorificarea cunoștințelor. Deoarece cunoștințele care sunt circulate în interiorul procedurii de AMDE sunt vaste și în mai multe formate diferite, cum ar fi: printuri, schițe, proceduri, planuri, cerințe, etc.

5.2.2 Analiza modurilor de defectare și efectele acestora: abordarea raționamentului bazat pe cazuri

O nouă problemă este rezolvată prin regăsirea unuia sau mai multor cazuri rezolvate anterior, reutilizarea soluției propuse, revizuirea soluției bazată pe reutilizarea unui caz anterior și reținerea noii experiențe prin încorporarea în baze de cunoștințe existente (baza de cazuri).

În sistemul software propus cunoștințele cuprinse în elementele AMDE sunt toate concatenate și prelucrate. Această soluție a fost aleasă deoarece în procedura de AMDE utilizatorilor implicați nu scriu de obicei mult text, ci doar câteva detalii explicite și de multe ori în jargon de inginerie. În cercetările viitoare, scopul este de a investiga în continuare o relație între câmpurile elementelor AMDE, noul sistem propus și reutilizarea cunoștințelor deja plasate în depozitul de cunoștințe.

O altă direcție care va fi acoperită de cercetările viitoare se referă la modul în care poate fi menținută calitatea unei baze de cazuri. Care sunt cele mai bune metode de a identifica și elimina cazurile rele, dar și cazurile redundante?



5.2.3 Proiectarea unui sistem AMDE condus de cunoștințe integrat cu raționamentul bazat pe cazuri

Sistemul propus și dezvoltat (descriș în capitolul 4) a fost proiectat și testat în industria proceselor (în COMPA SA din Sibiu). Sistemul propus reprezintă punctul de plecare pentru următorul sistem evoluat în cazul în care cercetările viitoare vor avea ca scop studierea calității cunoștințelor din sistem, dar și a cunoștințelor dobândite, și, de asemenea, interoperabilitatea informațiilor sistemului cu un alt sistem funcțional în interiorul organizației.

În ceea ce privește interoperabilitatea sistemelor există deja unele rezultate - proiectul Virtual Factory Framework care studiază un nou cadru conceptual menit să implementeze următoarea generație de fabrică virtuală, în mod constant sincronizată cu cea reală. Cercetările efectuate în acest proiect au fost prezentat într-o lucrare (Candea et. all 2012).

6. Referințe

Aamodt, A., Plaza, E., *Case-based reasoning: Foundational issues, methodological Variations, and system approaches*, Artificial Intelligence Communications, IOS Press, 7(1), 1994, pp 39-59

Aidi, M., Gautier, R., Tollenaere, M., Pourroy, F., Maalej, A., *Steering numerical simulations by means of requirement engineering*, International Journal Of Design and Innovation Research, Vol. 4, N°1, 2008, pp. 23-37

Allen B. P. *Case-based Reasoning: Business Applications*, Communications of The ACM, 37 (3), 1994, pp 40-42

Alpar, P., *Application-oriented information systems: Strategic planning, development, and utilization of information systems* (3rd ed.); 2002.

Badra, F., Cordier, A., Lieber, J., *Opportunistic Adaptation Knowledge Discovery*, in L. McGinty & D. C. Wilson (eds), ICCBR 2009, LNAI 5650, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009, pp. 60–74.

Ballou, D.P., Pazer, H.L., *Modeling data and process quality in multi-input, multi-output Information systems*. Management Science 1985, 31 (2). pp. 150–162.

Bartsch-Spörl, B., Lenz, M., Hübner, A., *Case-Based Reasoning - Survey and future directions*. In Puppe F.(ed): XPS-99: Knowledge-Based Systems: Survey and Future Directions: Proceedings of the Fifth Biannual German Conference on Knowledge-Based

Systems, Würzburg, Germany, LNCS 1570. Berlin: Springer-Verlag, 1999, pp 67-89.

Batini, C., Scannapieca, M., *Data Quality*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2006, p. 19–48.

Berry, M.W., Dumais, S. T., and O'Brian, G. W., *Using Linear Algebra for Intelligent Information Retrieval*, society of industrial and applied mathematics (SIAM) Review, Vol.37, pp.573-595, 1995.

Berry, M.W., Dumais, S.T., and O'Brien, G.W., *The computational complexity of alternative updating approaches for an svd-encoded indexing scheme*. In SIAM Conference on Parallel Processing for Scientific Computing, 1994, p. 159.

Brewer, J.C., *Better launches begin at estimating*, in *Automotive Industries*, vol. 182, 2002, pp. 34-36.

Cândea, C., Cândea, G. S., Radu, C., Terkaj, W., Sacco, M., Suciu, O., *A practical Use of the Virtual Factory Framework*, 14th International Conference on Modern Information Technology in the Innovation Processes of Industrial Enterprises, 2012, MITIP 2012.

Cândea, G.S., Constantinescu, C., *Development and validation of a AMDE-driven software tool for improvement of product engineering quality*, 2nd International Conference on Quality and Innovation in Engineering and Management, 2012, QIEM2012.

Cândea, G.S., Kifor, S., Constantinescu, C., *Usage of case-based reasoning in AMDE-driven software*, 8th International Conference on Digital Enterprise Technology - DET 2014 – “Disruptive Innovation in Manufacturing Engineering towards the 4th Industrial Revolution, 2014, Stuttgart, Germany.

Chakraborti, S., Lothian, R., Wiratunga, N., Orecchioni, A., & Watt, S., *Fast Case Retrieval Nets for Textual Data*. Proc. of the 8th European Conference on Case-Based Reasoning (ECCBR-06), 2006, pp. 400-414, Springer.

Checkland, P., *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, 1981

Cojan, J., Lieber, J., *Conservative adaptation in metric spaces*, in K.-D. Althoff, R. Bergmann, M.Minor & A. Hanft (eds), ECCBR 2008, LNAI 5239, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008, pp. 135–149.

Constantinescu, C., Hummel, V., Westkämper, E., *The Migration of the Life Cycle Paradigm into the Manufacturing Engineering*, Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb. Stuttgart, 2006.

Constantinescu, C., Westkämper, E., *A Reference Model for Factory Engineering and Design*. Proceedings of the 6th CIRP-Sponsored International Conference on Digital



Enterprise Technology (pp. 1551-1564), 2010, Berlin: Springer.

Craw, S., Wiratunga, N., Rowe, R.C., *Learning adaptation knowledge to improve case-based reasoning*, Artificial Intelligence, 2006, 170: 1175–1192.

Davenport, T.H., Prusak L. *Working Knowledge*, Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 1998.

Deerwester, S., Dumais, S.T., Furnas, G.W., Landauer, T.K. and Harshman, T.K., *Indexing by latent semantic analysis*. Journal of the American Society for Information Science, 1990, 41(96).

Deerwester, S., et al, *Improving Information Retrieval with Latent Semantic Indexing*, Proceedings of the 51st Annual Meeting of the American Society for Information Science 25, 1988, pp. 36–40.

Dittmann, L., Rademacher, T., Zelewski, S., *Combining Knowledge Management and Quality Management Systems*, IEEE press, 2005, pp.11-19.

Dittmann, L., Rademacher, T., Zelewski, S., *Performing AMDE Using Ontologies*, IEEE press, 2007.

Domeshek, E., Kolodner, J.L., *A case-based design aid for architecture*, in J. Gero (ed.), Proceedings of the 2nd International Conference on Artificial Intelligence in Design, Kluwer Academic, Norwell, MA, 1992, pp. 497–516.

Domeshek, E., Kolodner, J.L., *Finding the points of large cases*, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AIEDAM), 1993, 7(2): 87–96.

Domeshek, E., Kolodner, J.L., *Towards a case-based aid for conceptual design*, International Journal of Expert Systems, 1991, 4: 201–220.

Dubois, D., Esteva, F., Garcia, P., Godo, L., de Mántaras, R.L., Prade, H., *Case-based Reasoning: A Fuzzy Approach*. In: Ralescu A.L., Shanahan J.G. (eds) Fuzzy Logic in Artificial Intelligence, IJCAI'97 Work-shop, Berlin: Springer-Verlag; 1999. pp 79-90

Dufour-Lussier, V., Lieber, J., Nauer, E., Toussaint, Y., *Text adaptation using formal concept analysis*, in I. Bichindaritz & S. Montani (eds), ICCBR 2010, LNAI 6176, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010, pp. 96–110.

Dumais, S., *Enhancing performance in LSI retrieval*. Technical Report, Bellcore, 1991, p. 157-159.

Dumais, S.T., *LSI meets TREC: A status report*. In D. Harman, editor, The First Text REtrieval Conference (TREC-1), National Institute of Standards and Technology Special Publication 500-207, pages 137–152, 1992



Dumais, S.T., *Latent semantic indexing (LSI) and TREC-2*, in D. Harman, editor, *The Second Text REtrieval Conference (TREC-2)*, National Institute of Standards and Technology Special Publication 500-215, pages 105–116, 1994.

Ebrahimipour, V., Rezaie, K., Shokravi, S., *An Ontology Approach to Support AMDE Studies*, *Journal Expert Systems with Applications*, 2010, vol. 37, pp. 671–677.

Ermine, J.L., Chaillot, M., Bigeon, P., Charreton, B., Malavieille, D., *MKSM, a method for knowledge management. Knowledge Management, Organization, Competence and Methodology*, *Advances in Knowledge Management*, Vol. 1, 1996, pp. 288-302.

Ferguson, W., Bareiss, R., Birnbaum, L., Osgood, R., *ASK systems: An approach to the realization of story-based teachers*, *Journal of the Learning Sciences*, 1992, 2: 95–134.

Gamble, P.R., Blackwell, J., Gamble, P., *Knowledge Management*, ISBN-10: 0749436492, ISBN-13: 978-0749436490, 2002.

Goodman, M., *CBR in battle planning*, *Proceedings of Workshop on case-based reasoning (DARPA)*, 1989, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA.

Hammond, K., *Case-based Planning: Viewing Planning as a Memory Task*. Cambridge, MA: Academic Press, 1989.

Hatch, J., *Defining Organizational Knowledge: Turning individual knowledge into organizational intellectual capital*, <http://knol.google.com/k/defining-organizational-knowledge>, (access November 2012)

Hendrickson, B., *Latent semantic analysis and fielder embedding*. In *Proceedings of SIAM Workshop on Text Mining*, 2006

Hennessy, D., Hinkle, D., *Applying case-based reasoning to autoclave loading*, *IEEE Expert*, 1992, 7(5): 21–26.

Horvath, J. A., *Working with Tacit Knowledge*, *The Knowledge Management Yearbook*, 2001.

Hüllermeier, E., Dubois, D., Prade, H., *Formalizing case based inference using fuzzy rules*. In: Pal SK, Dillon TS, Yeung DS (eds) *Soft Computing in Case Based Reasoning*. London: Springer; 2001, pp 47-72.

Jungwoo Lee, Younghee, Lee, Yeontaek Ryu, TaeHoon, Kang., *Information Quality Drivers of KMS*. *IEEE Computer: International Conference on Convergence Information Technology*, 2007.

Karwowski, W., Kantola, J., Rodrick, D., Salvendy, G., *Macro-ergonomic aspects of Manufacturing*. In: Hendrick H, Kleiner M, editors. *Macro-ergonomics: theory, methods, and applications*, 2002, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc. Publishers.

Kasvi, J., Vartiainen, M., and Hailikari, M., *Managing knowledge and knowledge competences in projects and project organisations*. *International Journal of Project Management*, 2003, 21(8), 571

Kim, H., Lee, K.J., Park, H.J., Park, J.B., and Jang, S.K., *Applying digital manufacturing technology to ship production and the maritime environment*. *Integrated Mfg Systems*, 2002, 13(5), 295–305.

Kolodner, J., *Case-based Reasoning*. San Mateo: Morgan-Kaufmann Publishers; 1993, 668 p.

Kolodner, J., *Improving human decision making through case-based decision aiding*, *Artificial Intelligence Magazine* 12(2):52–68, 1991.

Kontostathis, A., Pottenger, W.M., *A framework for understanding Latent Semantic Indexing (LSI) performance*, *Information Processing and Management*, 42(1):56–73, 2006.

Leake, D., *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons & Future Direction*. Menlo Park, California: AAAI Press / MIT Press; 1996, 420 p

Leake, D., Kendall-Morwick, J., *Four heads are better than one: Combining suggestions for case adaptation*, in L. McGinty & D. C. Wilson (eds), *ICCBR 2009, LNAI 5650*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2009, pp. 165–179.

Leake, D., Powell, J., *A general introspective reasoning approach to web search for case adaptation*, in I. Bichindaritz & S. Montani (eds), *ICCBR 2010, LNAI 6176*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010, pp. 186–200.

Leake, D., Powell, J., *Mining large-scale knowledge sources for case adaptation knowledge*, in R. O. Weber & M. M. Ritcher (eds), *ICCBR 2007, LNAI 4626*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2007, pp. 209–223.

Leake, D.B., Plaza, E. (eds): *Case-Based Reasoning Research and Development*. Proc. 2nd International Conference on CBR, *ICCBR-97*. Providence, USA, 1997, Springer.

Lee, W.Y, Strong, D.M., Kahn, B.K., Wang, R.Y., *AIMQ: a methodology for information quality assessment*. 2002, Elsevier Science B.V.

Lenz, M., Burkhard, H.D., *Lazy propagation in case retrieval nets*. In 12th ECAI 1996, ed., W. Wahlster, 1996, pp. 127-131. John Wiley & Sons.

Liebowitz, J., and Megbolugbe, I., *A set of frameworks to aid the project manager in*

conceptualising and implementing knowledge management initiatives, International Journal of Project Management Vol 21, 2003, 189-198.

Liu, S., Young, R.I.M., *An exploration of key information models and their relationships in global manufacturing decision support*, 2007, Proc. IMechE, Vol. 21, Journal of Engineering Manufacture, 711-724.

Lu, G., *Multimedia Database Management Systems*, Artech House, 1999.

Maher, M.L., Pu, P., *Issues and Applications of Case-based Reasoning in Design*. Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

Massie, S., *Complexity Modelling for Case Knowledge Maintenance in Case-Based Reasoning*, PhD thesis, 2006, The Robert Gordon University, Aberdeen.

Massie, S., Wiratunga, N., Craw, S., Donati, A. & Vicari, E., *From anomaly reports to cases*, in K. D. Ashley & D. G. Bridge (eds), ICCBR'07, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007, pp. 359–373.

McAdam R. and Reid R. *SME and Large Organisation Perception of Knowledge Management: Comparisons and Contrasts*. The Journal of Knowledge Management, 2001, 5(3): 231-241.

McCartney, R., Sanders, K.E., *The case for cases: A call for purity in case-based reasoning*. In: Proceedings AAAI Symposium on Case-based Reasoning; 1990, pp 12-16.

Mertins, K., Heisig, P. & Vorbeck, J., 'Introduction', in *Knowledge Management: Best Practices in Europe*, K. Mertins, P. Heisig & J. Vorbeck (eds.), Springer, Berlin, 2001, pp. 1-10

Mitchell, E., *Web-based APQP keeps everyone connected*, in Quality, vol. 40, 2001, pp. 40-45.

Molhanec, M., Mach, P., Bamfo Mensah, D.A., *The Ontology based AMDE of Lead Free Soldering Process*, 33rd Int. Spring Seminar on Electronics Technology, 2010, IEEE.

Newell, A., Simon, H.A., *Computer science as empirical inquiry: Symbols and search*, Turing Award Lecture. In: ACM Press Anthology Series: ACM Turing Award Lectures The First Twenty Years (1966 to 1985), New York: ACM Press; 1987. pp 287-317

Nikitinsky, N., Sokolova, T., Pshehotskaya, E., *Composite Heuristic Algorithm for Clustering Text Data Sets*, International Journal of Cyber-Security and Digital Forensics (IJCSDF) 3(3): 153 - 162 The Society of Digital Information and Wireless Communications, 2014 (ISSN: 2305-0012).

Nonaka, I., Toyama, R. and Byosièrè, P., *A theory of organizational knowledge creation: understanding the dynamic process of creating knowledge*. In Dierkes, M., Antel, A.B.,

Child, J. and Nonaka, I. (Eds), *Handbook of organizational learning and knowledge*. Oxford:Oxford University Press, 2001, pp 491-517

Nonaka, I., Takeuchi, H., *The knowledge-creating company*. How Japanese companies create the dynamics of innovation, Oxford University Press, 1995, Oxford.

Nooteboom, B., *Towards a learning based model of transactions*. In: Groenewegen, J. Ed., *TCE and Beyond*. Kluwer, Deventer, 1996, pp. 327–349.

Ontan'ón, S., Plaza, E., *Amalgams: A formal approach for combining multiple case solutions*, in I. Bichindaritz & S. Montani (eds), *ICCBR 2010*, LNAI 6176, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010, pp. 257–271.

Pal, S.K., Dillon, T.S., Yeung, D.S. (eds): *Soft Computing in Case Based Reasoning*. London: Springer; 2001.

Pires, J.N., *Semi-autonomous manufacturing systems: The role of the human-machine interface software and of the manufacturing tracking software*, *Mechatronics* 15, 2005, 1191–1205

Recio-Garcia, J. A., Diaz-Agudo, B., Sanchez-Ruiz, P. A., Gonzalez-Calero, P. A., *Lessons learnt in the development of a CBR framework*, *Procs. of the 11th UK CBR Workshop*, 2006, 60-71.

Rich, E., Knight, K., *Artificial Intelligence* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill, Inc. 1991

Rikowski, R., *Value - the Life Blood of Capitalism: knowledge is the current key*, *Policy Futures in Education*, Vol. 1, No. 1, 2003, pp. 160-178.

Rosu, S. M., Guran, M., Dragoi, G., *Knowledge management solutions for products development in the enterprise business intelligence*, *U.P.B. Sci. Bull., Series D*, Vol. 71, Iss. 4, 2009, ISSN 1454-2358

Salton, G., Wong, A., and Yang, C., *A vector space model for automatic indexing*. *Communications of the ACM*, 18:613–620. Association of Computing Machinery, 1975, p. 86.

Schank, R.C., *Dynamic Memory: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People*. New York: Cambridge University Press; 1982.

Schank, R.C., Riesbeck, C., *Inside Case-Based Reasoning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1989.

Scheer, A.W., *Information systems*. Berlin: Springer; 1998.

Scheer, A.W., Güngöz, Ö., *A Reference model for industrial enterprises*. In P. Fettke, & P. Loos, *Reference Modeling for Business Systems Analysis* (pp. 166-181). Hershey: Idea

Group Publishing, 2007.

Scott, C., Deerwester, S., Dumais, T., Landauer, T.K., Furnas, G.W. and Harshman, R.A., *Indexing by latent semantic analysis*, Journal of the American Society of Information Science, 41(6):391–407, 1990.

Shaobo L., Qingsheng X., *Knowledge Management in product development integration system*, Proceedings of the 6th International Conference on Frontiers of Design and Manufacturing, 2010.

Simoudis, E., *Knowledge acquisition in validated retrieval*, International Journal of Expert Systems: Research and Applications, 1991, 4(3): 299–315.

Simoudis, E., *Using case-based retrieval for customer technical support*, IEEE Expert, 1992, 7(5): 7–13.

Smith, M., Hinchcliffe, G.R., *RCM-Gateway World Class Maintenance*, Oxford, 2004, Elsevier Butterworth-Heinemann.

Stahlknecht, P., Hasenkamp, U., *Introduction to information systems (11th ed.)*, Heidelberg: Springer, 2005.

Sugandh, N., Ontan'on, S., Ram, A., *Real-time plan adaptation for case-based planning in real-time strategy games*, in K.-D. Althoff, R. Bergmann, M. Minor & A. Hanft (eds), ECCBR 2008, LNAI 5239, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008, pp. 533–547.

Sycara, E., *Resolving adversarial conflicts: An approach to integrating case-based and analytic methods*, Technical Report GIT-ICS-87/26, 1987, Georgia Institute of Technology, School of Information and Computer Science.

Sycara, K., *Patching up old plans*, Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1988, Erlbaum, Northvale, NJ.

Tan, H.T., Libby, R., *Tacit Managerial versus Technical Knowledge As Determinants of Audit Expertise in the Field*, Journal of Accounting Research, Vol. 35, No. 1, 1997, pp. 97–113.

Uluoğlu, B., *Design knowledge Communicated in Studio Critiques*, Design Studies, Vol. 21, No. 1, 2000, pp. 33–58.

Van der Spek, R., Spijkervet, A., *Knowledge Management Dealing Intelligently with knowledge*, in Knowledge Management and its integrative elements, edited by J. Liebowitz and L.C. Wilcox, 1997, CRC Press

Wall, M.E., Rechtsteiner, A., Rocha, L.M., *Singular value decomposition and principal component analysis*. in A Practical Approach to Microarray Data Analysis. D.P. Berrar, W.

Dubitzky, M. Granzow, eds. pp. 91-109, Kluwer: Norwell, MA (2003). LANL LA-UR-02-4001, 2003.

Watson, I. (Ed.), *Applying Knowledge Management: techniques for building corporate memories*. Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco CA, 2003, ISBN: 1-55860-760-9.

Watson, I., *Applying Case-Based Reasoning: Techniques for Enterprise Systems*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann Publishers; 1997.

Westkämper, E., Constantinescu, C., *Reference Model for Factory Engineering and Design*, Institut für Produktionstechnik und Automatisierung; Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb. Stuttgart, 2009.

Wirth, R., & Berthold, B., & Krämer, A., & Peter, G. *Knowledge-Based Support of System Analysis for Failure Mode and Effects Analysis*. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 9, 1996, 219-229.

Wong K. Y and Aspinwall E. *Knowledge Management Implementation Frameworks: A Review*. Knowledge and Process Management, 2004, 11(2): 93–104.

Xiuxu, Z., Yuming, Z.; Application Research of Ontology-enabled Process AMDE Knowledge Management Method, I.J. Intelligent Systems and Applications, 2012, 3, 34-40.

Zelikovitz, S., Hirsh, H., *Using LSI for text classification in the presence of background text*, in H. Paques, L. Liu, and D. Grossman, editors, Proceedings of CIKM-01, tenth ACM International Conference on Information and Knowledge Management, pages 113–118, Atlanta, GA, 2001. ACM Press, New York.