

O abordare bazată pe ontologii în proiectarea unui sistem interactiv de management al competențelor pentru companiile de IT

Cristina Niculescu¹, Ștefan Trăușan-Matu^{1,2}

¹Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială
Calea 13 Septembrie nr.13, București
E-mail: ncristina@racai.ro

²Universitatea Politehnică București
Str. Splaiul Independenței nr. 313, București
E-mail: trausan@racai.ro

Rezumat. Lucrarea prezintă o abordare bazată pe ontologii în proiectarea unui sistem interactiv de management al competențelor pentru companiile de tehnologia informației (IT). Acest tip de abordare ajută la direcționarea atenției de la abordarea orientată pe funcții și instrumente, la o abordare orientată pe semantică. În lucrare sunt tratate subiecte cum sunt: definiții ale ontologiilor, arhitectura generică a sistemului de management al competențelor (SMC), structura ontologiei SMC, construcția și exploatarea ontologiei (integritatea și inferența ontologiei, achiziția cunoștințelor, faza de conceptualizare, interogarea tipurilor de concepte). Avantajul utilizării unui sistem bazat pe ontologii este posibilitatea identificării unor relații noi între concepte, prin inferențe, pornind de la cunoștințele existente. Utilizatorul poate alege să interogheze instanțe ale unui tip de concept, bazându-se pe relațiile ce sunt afișate. În plus față de alegerea relațiilor modelate de ontologie, utilizatorul poate interoga relații deduse prin inferență (ce nu sunt explicit memorate în baza de cunoștințe). Alt tip de căutare este navigarea prin ontologie. Scheletul ontologiei este văzut ca un arbore cu noduri și hiperlegături ce se referă la alte concepte sau instanțe. Pornind de la conceptele de bază, utilizatorul poate obține informații specifice despre orice altă instanță sau concept. Lucrarea prezintă de asemenea câteva scenarii de utilizare, concluzii și dezvoltări ulterioare.

Cuvinte cheie: competențe, interfață, ontologie, sistem de management de competențe, tehnologia informației (IT).

1. Introducere

Lucrarea prezintă o abordare bazată pe ontologii în proiectarea unui sistem interactiv de management al competențelor pentru companiile din domeniul

tehnologiei informației (IT). Rezultatele ce vor fi descrise sunt obținute în cadrul proiectului “CONTO – *Managementul competențelor în domeniul tehnologiei informației, o abordare bazată pe ontologii*”, finanțat de Ministerul Educației și Cercetării, implicând două instituții de învățământ economic (ASE București și Facultatea de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor a Universității “Babes-Bolyai” Cluj-Napoca), Institutul de Cercetări pentru Inteligență Artificială al Academiei Române și o companie privată de IT (SC NET BRINEL SA). În prima etapă sistemul va fi aplicat la această companie de IT, urmând ca funcționarea lui să fie verificată la alte organizații de același tip.

Un sistem de management de competențe (SMC) poate fi văzut ca o parte a unui sistem de management al resurselor umane. Managementul competențelor (prin competență înțelegând abilitatea demonstrată de aplicare a cunoștințelor și/sau abilităților și atributele personale demonstrate) reprezintă ansamblul proceselor de dezvoltare a competențelor, cu aliniere la obiectivele de afaceri. Aceste procese sunt: identificarea, valorificarea și dezvoltarea competențelor, prin susținerea proceselor de instruire. Managementul competențelor reprezintă o componentă a managementului resurselor umane (MRU), funcțiune determinantă într-o organizație. Cea mai bună valorificare a personalului trebuie să reprezinte o prioritate strategică a organizației. Pentru a asigura acest lucru, este necesară o abordare strategică a managementului resurselor umane. MRU se află în strânsă legătură cu managementul cunoașterii în organizație.

Managementul competențelor este un proces prin care se determină resursele umane necesare pentru atingerea obiectivelor organizației, dezvoltarea strategiilor de recrutare de personal sau dezvoltare internă pentru atingerea nivelurilor de competență cerute. Cunoștințele exacte despre competențe pot fi utilizate pentru planificarea a ceea ce va face organizația în viitor.

Un SMC care nu este bazat pe ontologii va satisface cu dificultate cerințele de afaceri ale companiei, deoarece nu ar fi suficient de flexibil pentru a putea fi integrat cu infrastructura IT existentă și, în plus, nu ar permite efectuarea de prelucrări inteligente, bazate pe cunoștințe.

Managementul competențelor este dificil de realizat în primul rând datorită a două probleme. Prima, cunoștințele relevante de cele mai multe ori nu pot fi găsite într-o formă explicită. În plus, cunoștințele sunt incluse

în documente care se referă la anumite circumstanțe. Aceste cunoștințe implicite nu sunt imediat accesibile; în anumite cazuri ele nu pot fi introduse într-un sistem convențional de baze de date. În al doilea rând, accesul la cunoștințe este îngreunat datorită faptului că actori diferiți folosesc termeni diferiți pentru a expune aceeași idee. În special, în cazul unor sarcini operaționale ce se bazează în totalitate pe diviziunea muncii, ontologiile pot ajuta la integrarea unei anumite sarcini relevând componentele cunoștințelor aducând domeniul acestora într-o formă structurată. Este nevoie de un nou limbaj pe care atât cei din domeniul afacerilor cât și cei din domeniul IT să îl înțeleagă și folosească. De exemplu, în contabilitate, experții în afaceri și în IT au un limbaj destul de asemănător. În contrast cu aceștia, în spațiul în care se derulează procesele de afaceri mai sunt încă multe de realizat pentru a elimina ambiguitățile semantice existente. De aceea este nevoie de încercarea de noi abordări cum ar fi cea bazată pe ontologii.

În mod obișnuit, managementul competențelor tratează procesele la nivelul unei organizații, prin raportarea strictă la mediul intern. Referințe semnificative sunt: (Scholz și Djarrazadeh, 1995), (Schuler, 1992), (Gronau și Uslar, 2004), (Lau și Sure, 2002), (Ehrig et al., 2004), (Stader și Macintosh, 1999), (Jarvis et al., 1999), (McGuinness, 2003), (Liao et al., 1999), (Sure et al., 2000), (Colucci et al., 2003), (Posea, 2004).

Un SMC, în viziunea noastră, trebuie să asigure trei funcții:

1. să suporte achiziția de cunoștințe completă și sistematică despre competența membrilor unei întreprinderi;
2. să furnizeze cunoștințele despre competențe și a posesorilor lor;
3. să aplice cunoștințele disponibile pentru a servi unui scop.

O ontologie a competențelor poate aduce mai multe avantaje, după cum urmează:

- În contextul schimbării tehnologiei unei întreprinderi, o ontologie a competențelor poate oferi un ajutor la luarea deciziei spre a găsi noile competențe necesare.
- O ontologie a competențelor ajută la luarea deciziei de a schimba postul unui angajat sau de a-l utiliza prin măsura departajării între

competențele necesitate de postul respectiv și competențele dobândite de către individ.

- O ontologie a competențelor oferă instrumente pentru a compara și a descrie meseriile în scopul de a avea aceleași denumiri pentru meserii care necesită competențe similare.

Ontologia competențelor va constitui baza instrumentului pe care dorim să-l construim – sistemul de management a competențelor și a cunoștințelor. Ea poate ameliora procesul de management printr-o mai bună organizare a competențelor (definirile competențelor și ale relațiilor dintre ele) organizare care oferă multe avantaje managerului.

Investigația noastră își propune o abordare integrativă și inovativă a managementului competențelor, în care mediului extern organizației (reprezentat de oferta de pregătire inițială și de dezvoltare de competențe, de asociațiile profesionale care dezvoltă standardele de competențe profesionale etc.) îi este asociat mediul intern, reprezentat de cerințele specifice de competențe reclamate de activitățile organizației, disponibilul de competențe și de procesele de perfecționare a competențelor prin dobândirea de experiență.

2. Definiții ale ontologiilor în contexte diferite

Conform lui Nicola Guarino (1998), o ontologie reprezintă o teorie logică cu privire la semnificația intenționată a unui vocabular formalizat, adică o conceptualizare particulară a lumii. Termenul „ontologie” este inspirat din filosofie, unde reprezintă “o ramură a filosofiei care studiază trăsăturile generale ale existenței” (DEX, 1998).

Studiul ontologiilor a devenit o necesitate pentru furnizarea unor modele „bune” ale domeniilor organizaționale în contextul dezvoltării subsistemelor informaționale computerizate cum sunt: sisteme de baze de date/cunoștințe, sisteme expert sau sisteme de suport a deciziei.

În cazul modelării, ontologia reprezintă „o specificare a unei conceptualizări” (Gruber, 1996). Conceptualizarea în acest caz cere o formalizare adecvată. Deci, ontologiile stabilesc o terminologie comună pentru membrii unei comunități de interes. Acești membri pot fi actori umani sau artificiali (agenți). Pentru a reprezenta o conceptualizare este nevoie de un limbaj. Ontologiile sunt dependente de limbaj, în timp ce conceptualizările sunt independente de limbaj. Integrarea informațiilor

reprezintă problema cheie pentru ontologii. Chiar dacă două sisteme adoptă același vocabular, nu vor conține aceleași informații decât în cazul în care vor avea aceeași conceptualizare.

O ontologie include (Trăușan-Matu, 2000): categoriile, conceptele fundamentale; proprietățile conceptelor; relațiile și distincțiile dintre concepte. Din perspectiva reprezentării cunoștințelor, ontologiile sunt rețele semantice conținând ca noduri conceptele existente în domeniul considerat și ca arce relațiile care există între ele (ex. abstracție-particular sau „parte din”). Dacă un concept este o particularizare a unui alt concept, el deține toate caracteristicile conceptului mai abstract plus unele particulare.

3. Arhitectura generică a SMC

Arhitectura generică a sistemului de managementului competențelor bazat pe ontologii prefigurată a se realiza în cadrul cercetărilor noastre este prezentată în Figura 1.

Cea mai importantă componentă a prototipului este ontologia. În plus față de reprezentarea conceptelor, relațiilor și a proprietăților, ontologia va reprezenta reguli de integritate și inferență. Regulile de inferență permit explicarea cunoștințelor implicite despre competențele angajaților. În baza de cunoștințe sunt păstrate cunoștințe despre competențele angajaților și ale companiei. Motorul de inferență va servi la explicarea cunoștințelor implicite. Cunoștințele deduse vor fi salvate în baza de cunoștințe. Serverul web realizează comunicarea între browser și aplicație. Folosind XML se pot schimba datele între aplicații externe și SMC.

4. Structura ontologiei SMC

În faza de achiziție a cunoștințelor, echipa proiectului colectează toate informațiile relevante necesare conceptualizării ontologiei. Fazele de achiziția cunoștințelor și conceptualizare se realizează într-o buclă iterativă. Sunt surse diferite ce pot fi utilizate pentru crearea bazei de cunoștințe. În primul rând angajații și superiorii lor dintr-o organizație pot fi intervievați referitor la abilitățile angajaților. O altă posibilitate poate fi extragerea de

cunoștințe din documentele electronice pentru determinarea abilităților sau pentru evaluarea angajaților utilizând testări prin întrebări sau alte mijloace. În toate cazurile este important să acordăm atenție faptului că se vor construi cunoștințe (sau meta-cunoștințe) despre cunoștințele angajaților.

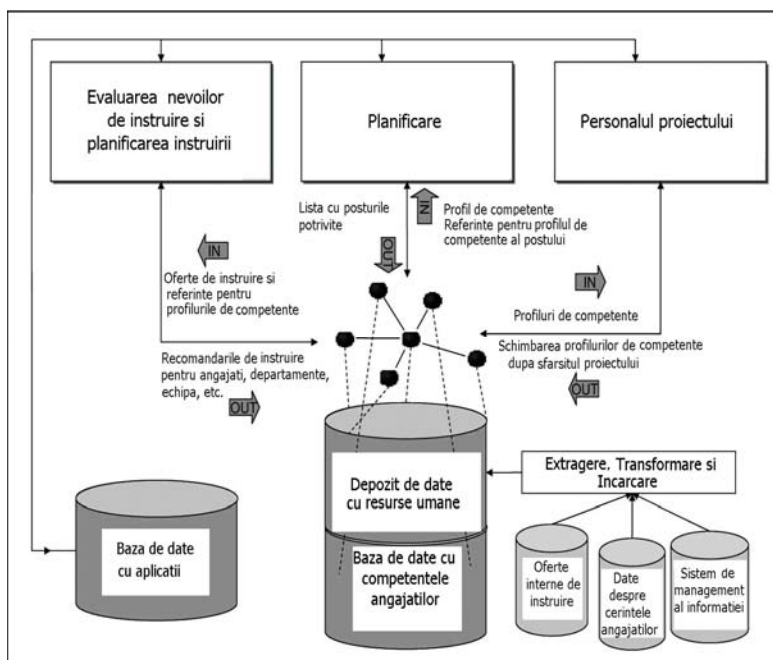


Figura 1. Arhitectura generică a sistemului de managementul competențelor bazat pe ontologii

În faza de conceptualizare se va dezvolta modelul ontologiei. Pe de o parte acest model conține un sistem conceptual al domeniului (terminologie) și pe de altă parte el conține reguli de interpretare și utilizare a conceptelor. Nu numai membrii echipei de proiect pot conceptualiza, dar de asemenea, utilizatorii ce au fost intervievați în timpul fazei de achiziție a cunoștințelor. Conceptualizarea nu trebuie să fie acompaniată de un limbaj sau cerință tehnică.

Nucleul sistemului nostru de management de cunoștințe este o ontologie care joacă rolul unui depozit de cunoștințe declarative, conținând concepte de bază (cum sunt: funcție în companie, competență, domeniu, grup, persoană etc.) (Figura 2) și relațiilor lor cu alte concepte, instanțe și

proprietăți. Pentru dezvoltarea acestei ontologii a fost utilizat sistemul Protégé (<http://protege.stanford.edu>). Un mare avantaj al Protégé este extensibilitatea sa. Mai multe *plugin*-uri au fost dezvoltate pentru el și există, de asemenea, un API (*Application Programming Interface*) și documentație spre a scrie un *plugin* propriu. *Plugin*-ul *DL Query* dă posibilitatea căutărilor într-o ontologie clasificată. Limbajul de interogare (*query language*) suportat de *plugin* este bazat pe sintaxa Manchester OWL (<http://www.w3.org/2007/OWL/wiki/ManchesterSyntax>). DL este bazat fundamental pe colectarea tuturor informațiilor despre o anumită clasă, proprietate, sau element individual într-o singură construcție, numită *frame*.

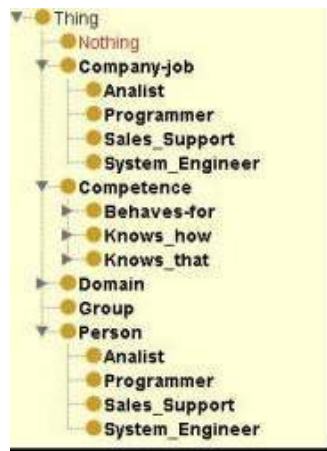


Figura 2. Conceptele de bază ale ontologiei SMC

Ierarhia de concepte din domeniul tehnic (subdomeniu în domeniul ontologiei: Figura 3) a fost construită folosind ghidul: ”*Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*” (SWEBOK_Guide, 2004). Această ontologie este descrisă de autori în (Trăușan-Matu și Niculescu, 2008). Adicional cu reprezentarea conceptelor, relațiilor și proprietăților, ontologia are nevoie să fie extinsă cu reguli de integritate și inferență. Regulile de inferență permit explicitarea cunoștințelor actuale implicite despre competențele angajaților. Din baza de cunoștințe fac parte cunoștințele despre competențele organizației și ale angajaților. Structura ontologiei este conceptualizată astfel încât pot fi utilizate logici descriptive (*Description Logics* - DL) pentru reprezentarea definițiilor de concepte ale

domeniului de aplicație într-o modalitate structurată și formalizată (Figura 4). Achiziția de cunoștințe este realizată în abordarea noastră prin îmbogățirea ontologiei, în acord cu cerințele companiei de IT.

5. Construcția și exploatarea ontologiei

5.1 Integritatea și inferența ontologiei

Un avantaj în utilizarea unui sistem bazat pe ontologii este posibilitatea de identificare a unor relații noi între concepte bazate pe inferențe pornind de la cunoștințele existente. Inferențele se pot realiza în abordarea noastră printr-un motor de deducție, utilizând clasificatori în *tab-ul Description Logics* asociat cu mediul Protégé.

Description: Analyst	
●	Company-job
●	has_competence some Knows-how-to-communicate
●	has_competence some Project_Planning_and_Tracking
●	has_competence some Requirements_Modeling
●	has_competence some Software_Requirements_Fundamentals
●	has_competence some (Accuracy
○	or Good_Time_Management
○	or Patience
○	or Resistance_to_stress
○	or Self-control)
●	has_competence some (Determination_and_Negotiation_of_Requirements
○	or Determining_Satisfaction_of_Requirements
○	or Feasibility_Analysis
○	or Reviewing_and_Evaluating_Performance)
●	has_graduated_studies_in some (Computer_Engineering
○	or Computer_Science
○	or Mathematics
○	or Systems_Engineering)
●	Person

Figura 3. Ontologia domeniului SMC

Regulile de inferență permit explicitarea cunoștințelor actuale implicite despre competențele angajaților. Din baza de cunoștințe fac parte cunoștințele despre competențele organizației și ale angajaților. Motorul de inferență servește la explicitarea cunoștințelor implicite. În acest scop, motorul de inferență va accesa ontologia și baza de cunoștințe. Cunoștințele deduse vor fi salvate în baza de cunoștințe (Figura 5).



Figura 4. Utilizarea DL în reprezentarea definirii conceptelor

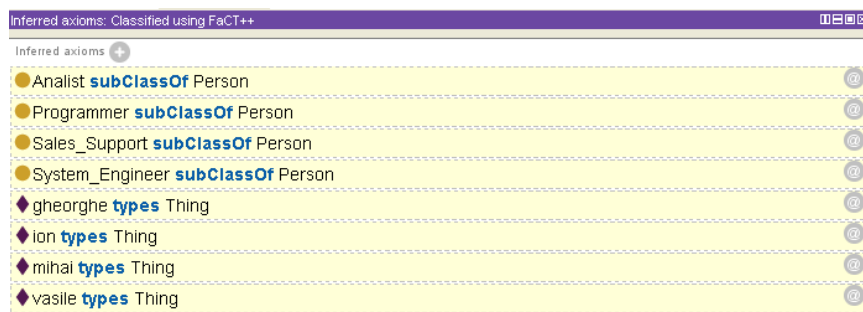


Figura 5. Axiome inferențiate clasificate utilizând FaCT++

5.2 Achiziția cunoștințelor

Achiziția cunoștințelor este realizată în abordarea noastră prin îmbogățirea ontologiei în acord cu cerințele companiei de IT. De exemplu, Figura 6 ilustrează un exemplu de achiziție de cunoștințe: CV pentru persoana Gheorghe. Aceste date corespund cu datele reale ale companiei de IT: SC NET BRINEL SA, partener la proiectul CONTO.

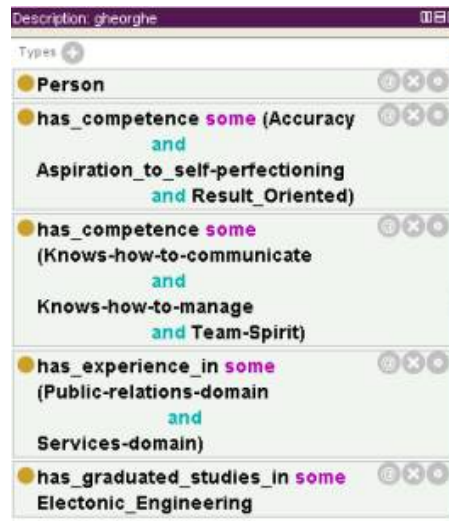


Figura 6. Un exemplu de achiziție de cunoștințe: CV-ul persoanei Gheorghe

În faza de achiziție a cunoștințelor, echipa proiectului colectează toate informațiile relevante necesare conceptualizării ontologiei. Fazele de achiziția cunoștințelor și conceptualizare se realizează într-o buclă iterativă. Sunt surse diferite ce pot fi utilizate pentru crearea bazei de cunoștințe. În primul rând, angajații și superiorii lor dintr-o organizație pot fi intervievați referitor la abilitățile angajaților. O altă posibilitate poate fi extragerea de cunoștințe din documentele electronice pentru determinarea abilităților sau pentru evaluarea angajaților utilizând testări prin întrebări sau alte mijloace. În toate cazurile este important să acordăm atenție faptului că se vor construi cunoștințe (sau meta-cunoștințe) despre cunoștințele angajaților.

5.3 Faza de conceptualizare

În faza de conceptualizare se va dezvolta modelul ontologiei. Pe de o parte, acest model conține un sistem conceptual al domeniului (terminologie) și pe de altă parte el conține reguli de interpretare și utilizare a conceptelor (Figura 7). Nu numai membrii echipei de proiect pot conceptualiza, dar de asemenea, utilizatorii ce au fost intervievați în timpul fazei de achiziție a cunoștințelor. Conceptualizarea nu trebuie să fie acompaniată de un limbaj sau cerință tehnică.

5.4 Interogarea tipurilor de concepte

Utilizatorul poate alege să interogheze instanțe ale unui tip de concept, bazate pe relațiile ce sunt afișate pentru el în meniu (Figura 8). Adicional cu alegerea relațiilor modelate în ontologie, utilizatorul poate de asemenea interoga relații deduse ce nu sunt memorate explicit în baza de cunoștințe.

Alt tip de căutare este navigarea prin ontologie. Scheletul ontologiei este văzut ca un arbore cu noduri și hiperlegături ce se referă la alte concepte sau instanțe. Pornind de la conceptele de bază, utilizatorul poate obține informații specifice despre orice instanță sau concept.

Pe de o parte, baza de cunoștințe poate fi interogată direct. Pe de altă parte, există posibilitatea de a lucra cu motorul de inferențe pentru obținerea rezultatelor de calitate mai bună.

5.5 Scenarii de utilizare

Unul din scenariile de utilizare este determinarea persoanelor adecvate posturilor din companie:

Interogare: has_competence some
(Accuracy or Good_Time_Management or Patience or
Resistance_to_stress or Self-control)

Rezultatele interogării: Thing, Person, Analyst, System_Engineer,
Gheorghe

Gheorghe este o persoană care poate obține postul “Analist” sau
“System_Engineer”.

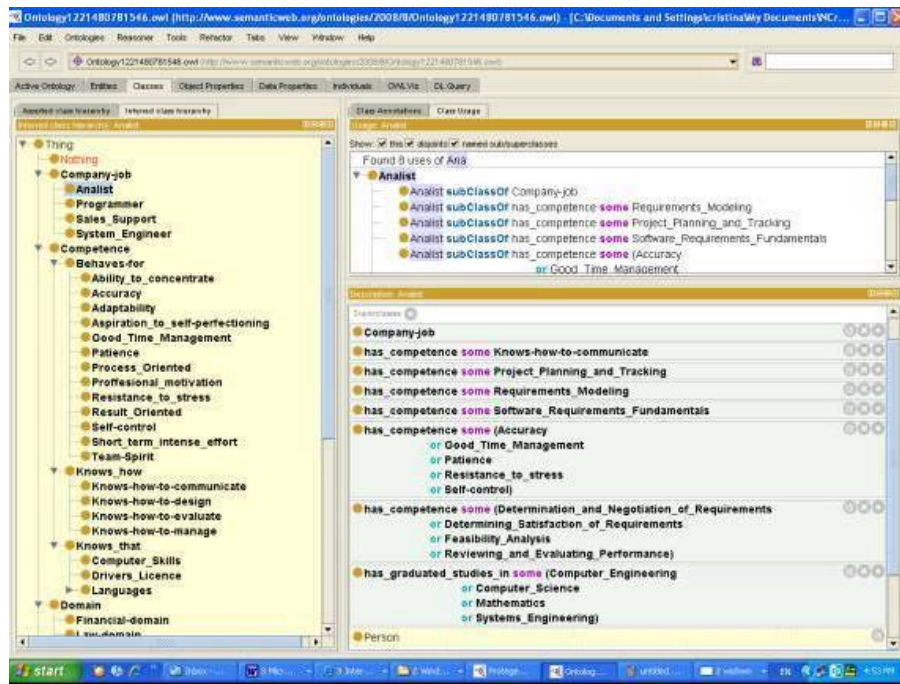


Figura 7. Un fragment al structurii conceptualizate a ontologiei SMC

Alt scenariu este identificarea competențelor care nu sunt acoperite de personalul existent din companie:

Interogare: `has_competence some`

`Project_Planning_and_Tracking`

Rezultatele interogării: *Thing, Person, Analist*

Competența “`Project_Planning_and_Tracking`” trebuie să fie deținută de persoanele care ocupă postul “`Analist`”.

6. Concluzii și direcții viitoare de implementare

Această abordare bazată pe ontologii a proiectării sistemului SMC ajută la direcționarea atenției de la abordarea orientată pe funcții și instrumente la o abordare orientată pe semantică.

Dezvoltarea unui sistem bazat pe ontologii pentru managementul competențelor permite interacțiuni complexe, oferind interfațări inteligente. Mediul Protégé permite o dezvoltare ușoară și iterativă a ontologiilor,

urmată de execuții pentru validarea interacțiunilor. Ontologiile pot fi dezvoltate mai ușor dacă se folosesc resurse care fac clasificări ale conceptelor existente în domeniul considerat.

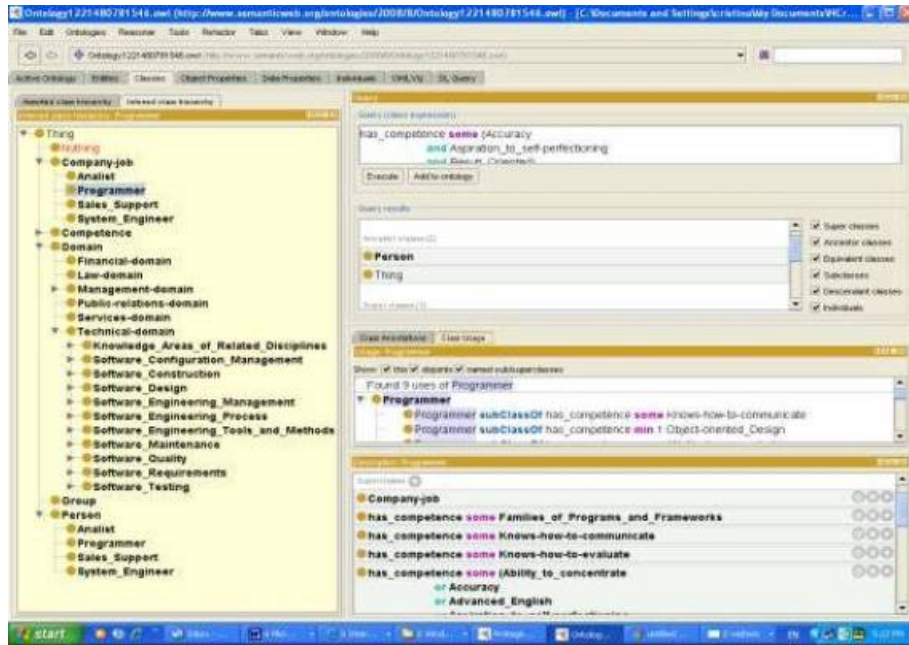


Figura 8. Interogarea de instanțe a unui tip de concept

O posibilitate ce va fi examinată în viitor de utilizare a sistemului nostru informațional de management de competențe este legarea acestei ontologii de altă ontologie de management de competențe pentru management de proiecte și deducerea modului optim de construcție a echipelor, cu minimum în necesitățile educaționale.

În faza de implementare va fi dezvoltată partea formală a ontologiei. Faza de implementare constă în reprezentarea formală a conceptualizării și a integrării aplicației bazate pe ontologii în sistemul informațional al companiei de IT. În acest sens va fi ales un limbaj adecvat luând în considerare funcționalitatea și capabilitatea ontologiei și restricțiile rezultate din informațiile oferite de sistem companiei.

Rezultatele reprezentării ontologiei vor fi implementate în sistemul informatic al companiei de IT SC NET BRINEL SA, astfel încât utilizatorii să poată extrage cunoștințe despre competențe. De asemenea, se intenționează ca SMC să poată explica noi cunoștințe despre competențe pe bază de documente și baze de date care sunt deja folosite de organizație.

Referințe

- ***, Mediul Protégé, <http://protege.stanford.edu>
- ***, Sintaxa Manchester OWL, <http://www.w3.org/2007/OWL/wiki/ManchesterSyntax>
- Colucci, S., Di Noia, T., Di Sciascio, E., Donini, F.M., Mongiello, M. and Mottola, M., A Formal Approach to Ontology-Based Semantic Match of Skills Descriptions. *Journal of Universal Computer Science (J.UCS)* 9(12): 1437-1454, Springer Verlag, 2003.
- DEX-Dicționarul explicativ al limbii române, Academia Română, Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan”, Editura Univers Enciclopedic, 1998.
- Ehrig, M., Hefke, M. and Stojanovic, N. Similarity for Ontologies – a Comprehensive Framework. In *5th Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM 2004)*, 2004.
- Gronau, N., Uslar, M. Requirements and Recommenders for Skill Management. In: R. Dieng-Kuntz and N. Matta *ECAI-04 Workshop on Knowledge Management and Organizational Memory*, Valencia, Spanien, 2004.
- Gruber, T. „What is an Ontology”, <http://www.kr.org/top/definitions.html>, 1996.
- Guarino N. 1998. „Formal Ontology and Information Systems”. In N. Guarino (ed.), *Formal Ontology in Information Systems*. Proc. of the 1st International Conference, Trento, Italy, 6-8 June 1998.
- Jarvis P, Stader J, Macintosh A, Moore J and Chung P. What Right Do You Have to Do That? In: *ICEIS-1st Int. Conf. on Enterprise Information Systems*, Portugal, 1999.
- Lau, T., Sure Y. Introducing Ontology-based Skills Management at a large Insurance Company, In *Modellierung 2002, Modellierung in der Praxis -Modellierung für die Praxis*, Tutzing, pp. 123-134, 2002.
- Liao, M., Hinkelmann, K., Abecker, A. and Sintek, M. A Competence Knowledge Base System for the Organizational Memory. In: F. Puppe (Hrsg.): *XPS-99 / 5. Deutsche Tagung Wissensbasierte Systeme*, Würzburg, Springer Verlag, LNAI 1570, 1999.
- McGuinness, D. L. Ontologies Come of Age. In: *Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential* (D. Fensel, J. Hendler, H. Lieberman, W. Wahlster, eds.), MIT Press, 2003.
- Posea, V. *Démarche de Construction d'une Ontologie des Compétences*, Mémoire pour obtenir Le DEA Extraction des Connaissances à partir des Données, Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes, Institut de Recherche en Informatique de Nantes, 24/06/2004.

- Scholz, C., Djarrazadeh, M. Strategisches Personal-Management – Konzeptionen und Realisationen. In: *USW-Schriften für Führungskräfte Band 28*, Schäffer Poeschel, 1995.
- Schuler, R. S. Strategic Human Resource Management: Linking People with the Strategic Needs of the Business. In: *Organizational Dynamics*, 1992.
- Stader, J., Macintosh, A. Capability Modelling and Knowledge Management. Applications and Innovations in Expert Systems VII. In *Proc. ES'99 – 19th Int. Conf. of the BCS Specialist Group on Knowledge-Based Systems and Applied Artificial Intelligence*, pages 33–50. Springer-Verlag, 1999.
- Sure, Y., Maedche, A., Staab, S. Leveraging Corporate Skill Knowledge-From ProPer to OntoProPer. In: D. Mahling and U. Reimer (Hrsg.): *3rd Int. Conf. on Practical Aspects of Knowledge Management (PAKM 2000)*, 2000.
- SWEBOK_Guide, Guide to the Software Engineering. Body of Knowledge, 2004.
http://www.swebok.org/ironman/pdf/SWEBOK_Guide_2004.pdf
- Trăușan-Matu, Șt. Interfațarea evoluată om-calculator, Ed. MATRIX ROM, București, 2000.
- Trăușan-Matu, Șt. și Niculescu, C. A Framework for an Ontology-based Information System for Competence Management, In *Informatica Economica Journal*, No. 4, 2008, Editura INFOREC, București, ISSN 1453-1305, pp 105-108, 2008.S.H. von Solms, I. van der Merwe, The Mangement of Computer Security Profile, 2000
- B. Lampson, Protection, Proceedings of the Fifth Annual Princeton Conference on Information Sciences and Systems, pp 437–443, Princeton University, 1971
- P.V. McMahon, *SESAME V2 Public Key and Authorization Extensions to Kerberos*, Proceedings of the 1995 Symposium on Network and Distributed System Security, pp 114-131, February 1995
- S.P. Miller, B.C. Neuman, J. I. Schiller, J.H. Saltzer, *Section E.2.1: Kerberos Authentication and Authorization System*, Project Athena Technical Plan, MIT Project Athena, Cambridge, Massachusetts, October 1988,
<http://web.mit.edu/Kerberos/papers.html>
- B. C. Neuman, *Proxy-based authorization and accounting for distributed systems*, Proceedings of the 13th International Conference in Distributed Computing Systems, pp 283-291, May 1993, ISBN: 0-8186-3770-6
- M. Nyanhama, S. Osborn, *Access Rights Administration in Role-Based Security Systems*, Database Security VIII: Status and Prospects, 1994, pp. 37-56
- M. Ordean, D. Gorgan, "*Formal Definition of Scar-Ace Role-Based Access Control Model*", Proceedings CSCS-16, 16th International Conference on Control System and Computer Science, 22-25 May 2007, Bucharest, Vol. 2, pp 155-159, ISBN:978-973-718-743-7
- M. Ordean, D. Gorgan, *RBAC and SCAR-ACE Role Based Access Models*, VIPSI 2007 Venice, International Conferences on Advances in the Internet, Processing, Systems, and

- Interdisciplinary Research, March 19-22, 2007, Italy, Book of Abstracts, ISBN 86-7466-117-3, pp. 12
- T. Parker, D. Pinkas, “*SESAME V4 – Overview*”, December 1995,
<http://www.esat.kuleuven.ac.be/cosic/sesame/doc-txt/overview.txt>
- R. Sandhu, *Lattice-based access control models*, IEEE Computer, 26(11), pp. 9–19, 1993, ISSN: 0018-9162
- R. Sandhu, E. Coyne, H. Feinstein, C. Youman, *Role-based access control models*, IEEE Computer, pp 38-47, 1996, csrc.nist.gov/rbac/sandhu96.pdf
- R. Sandhu, D. Ferraiuolo, R. Kuhn, *The NIST model for role-based access control: Towards a unified standard*, Proceedings of the Fifth ACM Workshop on Role-Based Access Control, July 2000, pp. 47-63, ISSN:1094-9224
- K. R. Sollins, *Cascaded Authentication*, Proceedings of the 1988 IEEE Symposium on Security and Privacy, IEEE Computer Society, 1988, pp. 156, ISBN: 0-8186-0850-1
- Z. Tari, S. Chan, *A role based access control for intranet security*, IEEE Internet Computing, September/October 1997, pp. 24-34, Digital Object Identifier 10.1109/4236.623965
- W. Tolone et al, *Access control in collaborative systems*, ACM Computing Surveys (CSUR), March 2005, pp. 91-100, ISSN:0360-0300
- M. V. Tripunitara, N. Li, *Comparing the expressive power of access control models*, Proceedings of the 11th ACM conference on Computer and communications security, October 2004, pp. 62-71, ISBN:1-58113-961-6
- T.Y.C. Woo, S.S. Lam, *Designing a Distributed Authorization Service*, Proceedings of IEEE INFOCOM’98, March 1998, ISBN: 0-7803-4383-2 Hall, 2004.
- Card, S. Moran, T. and Newell, A. *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Cariere. Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- Chin, J. P., Diehl, V. A., and Norman, K. L., *Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface*. In CHI ’88: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pages 213–218, New York, NY, USA, 1988. ACM Press
- Ivory, M. Y. and Hearst, M. A., *The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces*, ACM Computing Surveys, vol. 33, no. 4, pp. 470–516, 2001.
- Kiczales, G., Lamping, J., Menhdhekar, A., Maeda, C., Lopes, C. Loingtier, and Irwin, J.-M., *Aspect-Oriented Programming*, in *Proceedings European Conference on Object-Oriented Programming*. Springer-Verlag, 1997, vol. 1241, pp. 220–242.
- Maes, P., *Social Interface Agents: Acquiring Competence by Learning from Users and Other Agents*. In O. Etzioni, editor, *Software Agents — Papers from the 1994 Spring Symposium* (Technical Report SS-94-03, pages 71–78. AAAI Press, 1994.
- Moldovan, G. S. and Tarța. A. M., *Developing an Usability Evaluation Module Using AOP*. In *International Conference on Computers, Communications & Control, ICCCC 2006*, pages 320–325, Felix Spa, România, 2006.
- Moldovan, G. S., and Tarța, A. M., *A Comparison of Using AOP and Java Accessibility for*