

Sistem interactiv de management al competențelor bazat pe ontologii, pentru companiile de IT

Cristina NICULESCU

Institutul de Cercetări pentru Inteligență
Artificială

Calea 13 Septembrie nr.13, București
ncristina@racai.ro

Ștefan TRĂUȘAN-MATU

Universitatea Politehnică București
Str. Splaiul Independenței nr. 313,
București

Institutul de Cercetări pentru Inteligență
Artificială

Calea 13 Septembrie nr.13, București
trausan@racai.ro

REZUMAT

Lucrarea prezintă un sistem interactiv de management al competențelor bazat pe ontologii pentru companiile de IT. Avantajul utilizării unui sistem bazat pe ontologii este posibilitatea de identificare a unor relații noi între concepte, prin inferențe, pornind de la cunoștințele existente. Inferențele se pot realiza în abordarea noastră de un motor de inferență ce utilizează clasificări în mediul Protégé, cu facilitatea dată de logicile descrierii (*Descriptions Logics*). Utilizatorul poate alege să interogheze instanțe ale unui tip de concept, bazându-se pe relațiile ce sunt afișate. Adicional alegerii 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 și dezvoltări ulterioare.

Cuvinte cheie

Competențe, interfață, ontologie, sistem de management de competențe, tehnologia informației (IT)

Clasificare ACM

H.2 DATABASE MANAGEMENT: H.2.3 Languages: *Data description languages (DDL)*; *Query languages*; H.4 INFORMATION SYSTEMS APPLICATIONS: H.4.1 Office Automation: *Workflow management*; H.5 INFORMATION INTERFACES AND PRESENTATION (e.g., HCI): H.5.m Miscellaneous.

INTRODUCERE

Lucrarea prezintă un sistem interactiv de management de competențe bazat pe ontologii 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 universități economice, un institut de cercetare al Academiei Române și o companie privată de IT. 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 task-uri operaționale ce se bazează în totalitate pe diviziunea muncii, ontologiile pot ajuta la integrarea unui anumit task relevând componentele cunoștințelor aducând domeniul acestora într-o formă structurată. În ziua de azi, informaticienii și cei implicați în domeniul IT-ului deși par să vorbească aceeași limbă ei nu se înțeleg destul de bine între ei. Mai mult decât atât, este nevoie de un nou limbaj pe care atât cei din domeniul afacerilor cât și cei din domeniul IT-ului 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: [4], [6], [7], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18].

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.

STRUCTURA ONTOLOGIEI SMC

Conform lui Nicola Guarino [9], 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” [5].

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” [8]. 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.

O ontologie include [19]: 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.

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.

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 ce joacă rolul unui depozit de cunoștințe declarative, conținând concepte de bază (cum sunt: funcție în companie, competență, domeniu, grup, persoană etc.) (Figura 1) și relațiilor lor cu alte concepte, instanțe și proprietăți. Mediul Protégé [2] a fost utilizat pentru dezvoltarea acestei ontologii. Cel mai 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 [3]. DL este bazat fundamental pe colectarea tuturor informațiilor despre o anumită clasă, proprietate, sau element individual într-o singură construcție, numită *frame*.

Ierarhia de concepte din domeniul tehnic (subdomeniu în domeniul ontologiei: Figura 2) a fost construită folosind *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* [1]. Această ontologie este descrisă de autori în [20]. 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 logicile descrierii (*DL-Descriptions Logics*) pot fi utilizate pentru reprezentarea definițiilor de concepte ale domeniului de aplicație într-o modalitate structurată și formalizată (Figura 3). Achiziția de cunoștințe este realizată în abordarea noastră prin îmbogățirea ontologiei, în acord cu cerințele companiei de IT.

CONSTRUCȚIA ȘI EXPLOATAREA 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 tablul *Descriptions Logics* asociat cu mediul Protégé.

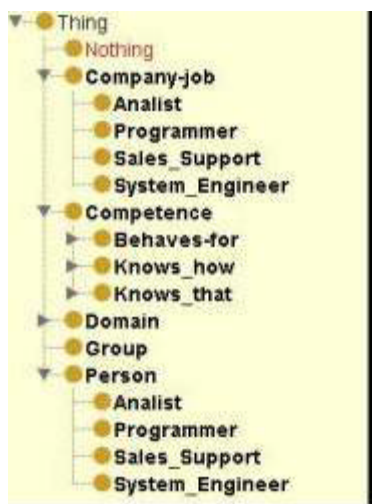


Figura 1 Conceptele de bază ale ontologiei SMC



Figura 2 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 4).

Achiziția cunoștințelor este realizată în abordarea noastră prin îmbogățirea ontologiei în acord cu cerințele companiei de IT. De exemplu, Figura 5 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.

În faza de achiziție a cunoștințelor, echipa proiectului colectează toate informațiile relevante necesare conceptualizării ontologiei. Fazele de achiziție de cunoștințe 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.

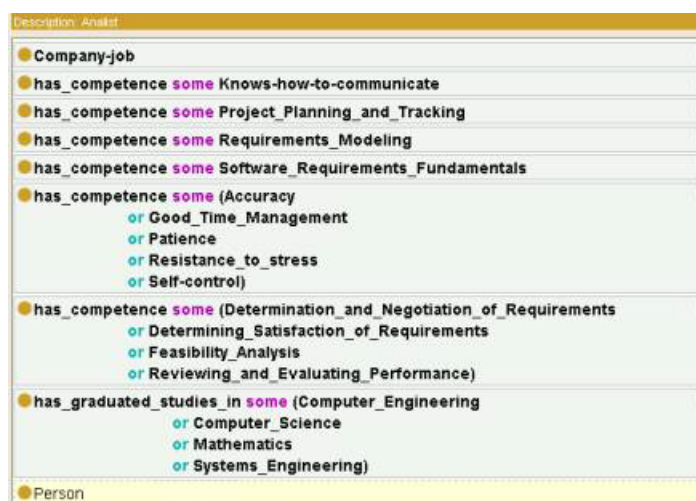


Figura 3 Utilizarea DL în reprezentarea definirii conceptelor

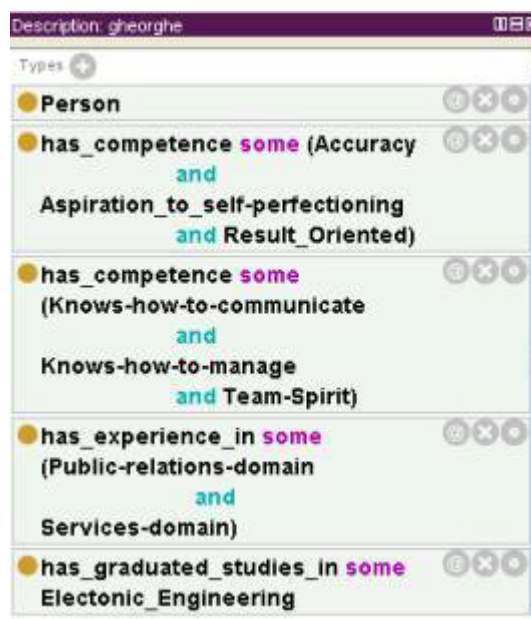


Figura 5 Un exemplu de achiziție de cunoștințe: CV-ul persoanei Gheorghe

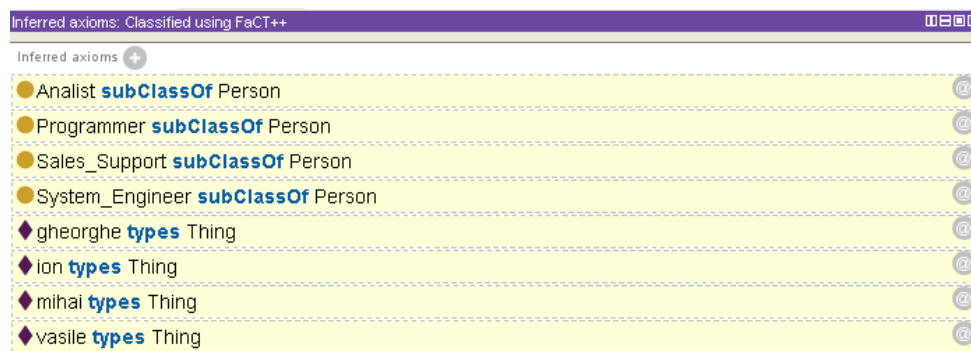


Figura 4 Axiome inferențiate clasificate utilizând FaCT++

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 6). 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.

Utilizatorul poate alege să interogheze (*query*) instanțe ale unui tip de concept, bazate pe relațiile ce sunt afișate pentru el în meniu (Figura 7). 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.

Scenarii de utilizare

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

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

Rezultatele interogării: *Thing, Person, Analist, System_Engineer, Gheorghe*

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

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”.

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.

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.

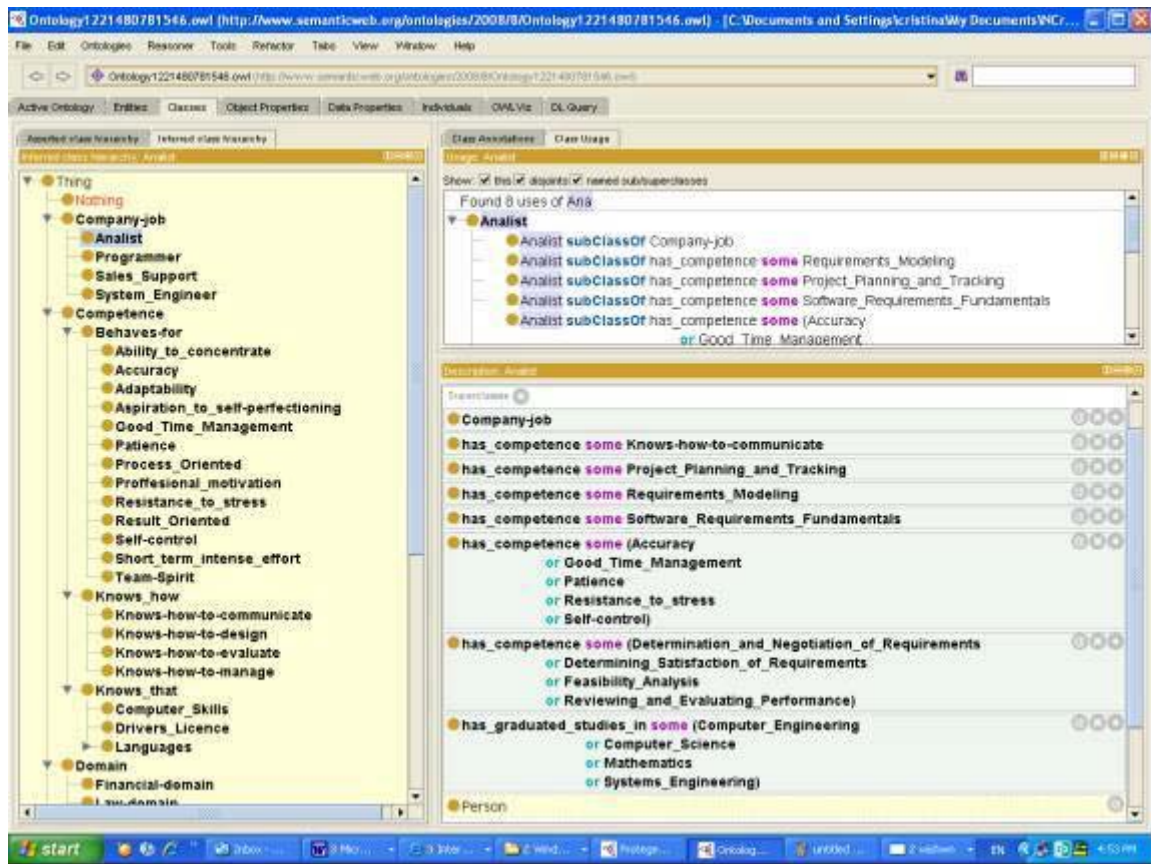


Figura 6 Interfața SMC

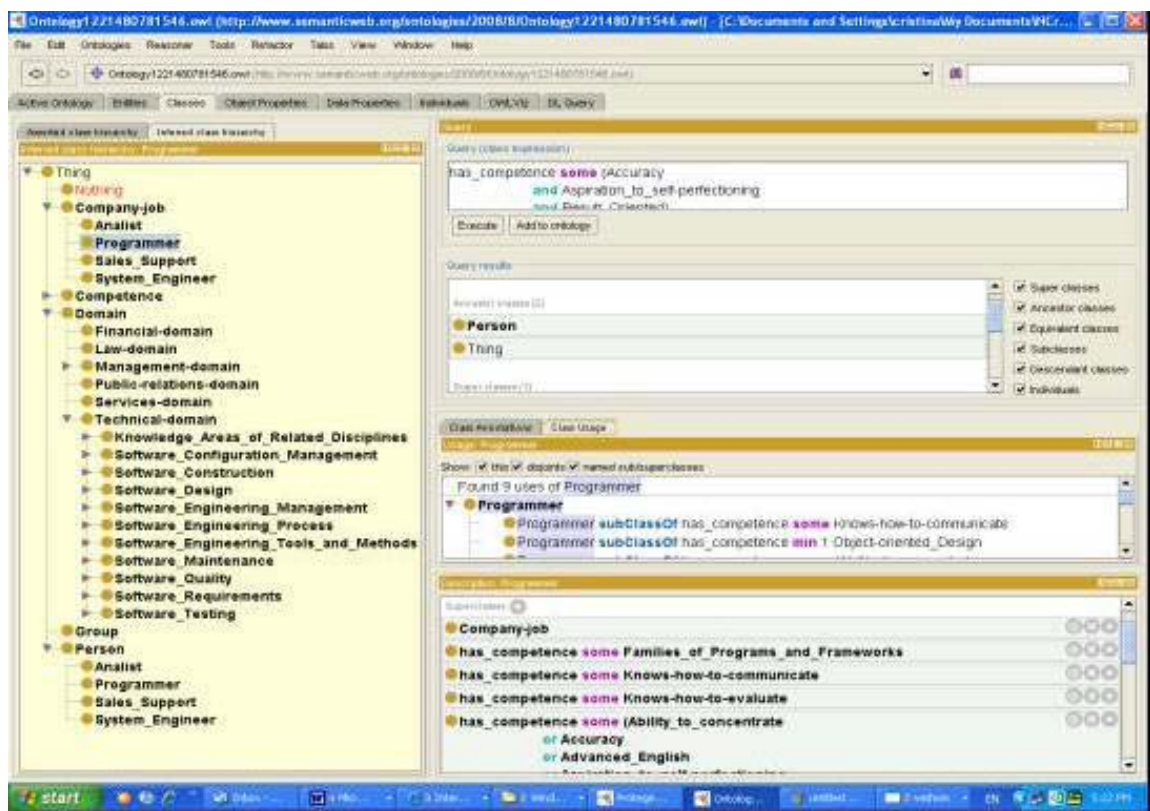


Figura 7 Interogarea de instanțe a unui tip de concept

REFERINȚE

1. ***, Guide to the Software Engineering. Body of Knowledge,
www.swebok.org/ironman/pdf/SWEBOK_Guide_2004.pdf
2. ***, Mediul Protégé, <http://protege.stanford.edu>
3. ***, Sintaxa Manchester OWL,
<http://www.w3.org/2007/OWL/wiki/ManchesterSyntax>
4. 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.
5. Dicționarul explicativ al limbii române, Academia Română, Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan”, Editura Univers Enciclopedic, 1998.
6. 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.
7. 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.
8. Gruber, T. „What is an Ontology”, <http://www.kr.org/top/definitions.html>, 1996.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Scholz, C., Djarrazadeh, M. Strategisches Personal-Management – Konzeptionen und Realisationen. In: *USW-Schriften für Führungskräfte Band 28*, Schäffer Poeschel, 1995.
16. Schuler, R. S. Strategic Human Resource Management: Linking People with the Strategic Needs of the Business. In: *Organizational Dynamics*, 1992.
17. 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.
18. 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.
19. Trăușan-Matu, Ș. Interfațarea evoluată om-calculator, Ed. MATRIX ROM, București, 2000.
20. Trăușan-Matu, Ș. 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.