

UTILIZAREA UNUI SISTEM MULTI-AGENT PENTRU LOGISTICA UNUI SPITAL MOBIL

USING A MULTI-AGENT SYSTEM FOR LOGISTIC OF MOBILE HOSPITAL

Laura Floroian¹, Dan Floroian¹, Mihaela Badea²

¹Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor,
Universitatea Transilvania din Brașov

²Facultatea de Medicină, Universitatea Transilvania din Brașov
Autor corespondent: **Laura Floroian**, lauraf@unitbv.ro

Abstract:

The paper describes a modern method for solving the problem of mobile hospital logistics. This method focuses on real medical service issues leaving medical management to an application intuitive and easy to use. E-health care applications require cooperation and open standard-based information knowledge exchange between all the participants of the global information environment in real-time. As a result, a new direction of knowledge logistics has emerged. The needs in flows in medical supplies are indicated by information system placed in every zone. We want to optimize the routing of these flows knowing that these needs are different according to several criteria. The paper also describes a multi agent community implementation designed as a part of research of the knowledge logistics system. Results of the developed multi agent community application to coalition based operations support are presented via a portable hospital configuration case study.

Key-words: *Distributed logistic system, Multi-agent system, Holonic agents, e-health, Mobile hospital*

Introducere

Concept de origine militară, logistica și-a făcut intrarea în întreprinderi și spitale cu aproape patruzeci de ani în urmă. El a apărut pentru prima dată în sectorul distribuției mari și a industriei de automobile în primul rând fiind legat de transport sau de producție și ulterior devenind o funcție de sine stătătoare, în mijlocul anilor 1970 [1].

Introducerea logisticii în cadrul sistemului de producție s-a născut dintr-o nevoie de structurare și de supraveghere a acestor sisteme prin intermediul organizației, a raționalizării, a ierarhizării și a coordonării fluxurilor sale [2, 3].

În prezent, companiile de logistică trebuie să fie într-o evoluție constantă ca să rămână competitive și pentru a răspunde la toate așteptările și nevoile clienților. Sistemele corespunzătoare acestor exigențe trebuie să mențină un nivel de flexibilitate ridicat, așa că sistemul logistic flexibil de producție impune constrângeri de fiabilitate foarte severe și cele mai mici disfuncții ale sistemului pot afecta procesul de fabricație sau de organizare. Măiestria și managementul resurselor sistemului

logistic de producție sunt esențiale pentru a sprijini un proces flexibil și eficient de producție sau de organizare [2, 4].

Un sistem multi-agent oferă un set de modele și posibilitatea de simulare a sistemului logistic în timp ce reprezentarea elementelor, a comportamentelor și a interacțiunilor lor se face direct sub forma entităților din calculator care au propria lor autonomie [5].

O operare pe bază de coaliții implică alianțe temporare ale grupurilor slab asociate de agenți (unități ale organizației, instrumente, oameni, etc.), fiecare cu propriul său nivel de angajament față de coaliția la care participă, fiecare cu propria agendă, și fiecare având un rol limitat în cadrul operațiunii. Astfel crește cantitatea de cunoștințe necesară și apare o cooperare intensă în coaliție, fapt care cauzează o nevoie de a crea un schimb de cunoștințe eficiente și schimburi de informații între membri la nivel global [4, 5].

Aplicațiile bazate pe modelul coalițiilor necesită un sistem specific care reacționează în mod dinamic la schimbări neprevăzute și la nevoile neașteptate ale utilizatorilor, pentru a

ține actualizate datele de evaluare și valoarea resurselor, și de asemenea pentru a sprijini conducerea rapidă a operațiunilor complexe, în noua locație. În acest scop, noile tehnologii informaționale, cum ar fi agenții inteligenți și managementul ontologic sunt utilizate pe scară largă.

În contextul dezvoltării logisticii unui spital a fost creat un sistem de abordare a cunoștințelor logistice. Această abordare utilizează tehnologii cum ar fi managementul ontologiei, agenți inteligenți, crearea de profiluri de utilizator, programarea constrângerilor, soft computing, etc. Pentru a găsi cunoștințe adecvate, solicitările utilizatorilor de intrare în sistem prin interfețe proiectate și pentru a primi răspunsuri. Fiecare cerere de utilizator este formată din două părți: (i) componenta structurală (care conține condițiile de solicitare și relațiile dintre ele), și (ii) componenta parametrică (care conține constrângeri suplimentare definite de utilizator). Pentru procesarea cererii, este construită o configurație de rețea sursă bazată pe cunoștințe auxiliare (KS) care stabilește când și ce cunoștințe KS urmează să fie utilizate pentru procesarea cererii în cel mai eficient mod. În acest scop se utilizează depozitul de informații al sistemului, inclusiv biblioteca "ontologii", harta de cunoștințe, profilurile de utilizator și baza de cunoștințe internă [6].

Din cauza naturii distribuite a problemei, sistemul de abordare a cunoștințelor logistice presupune o arhitectură bazată pe agent. Arhitectura sistemului multi-agent ales se bazează pe modelul de referință FIPA [7, 8, 9], ca infrastructură pentru definirea proprietăților agenților inteligenți și a funcțiilor acestora. Rezultatele aplicării în comunitatea multi-agent dezvoltată pentru a sprijini operațiunile pe bază de coalitție sunt prezentate printr-un studiu de caz bazat pe o operațiune umanitară.

Sistemul propus

Sistemul Logic Distribuit (DLS) se întinde pe mai multe zone de interes, plecând de la furnizorul de resurse și terminând cu distribuția produselor în zonele destinație ale unui spital. Totodată, el este un proces complex, supus mai multor constrângeri.

Dificultatea comunicării între diferitele zone, care este un element esențial pentru fluxul

de informații și gestionarea produselor care circulă prin intermediul acestui lanț, prezintă constrângerile la care sistemul distribuit trebuie să facă față.

O altă piedică a problematicii generale a DLS-ului nostru, care este la fel de complicată ca dificultatea comunicării dintre zone, este optimizarea fluxurilor. Am ales ca și instrument de optimizare estimate statistice; acestea vor avea regula să ne informeze cu privire la cantitățile de resurse extinse și vitezele de dirijare a fluxurilor.

În prezent, tratamentul dinamic al informațiilor de către estimate este integrat într-un proces de asistență la decizia DLS. Am realizat unele modele pentru a face posibilă apariția unui echilibru între elementele reprezentative, pentru a controla dinamica sau chiar și viabilitatea unui sistem, pentru a ajuta la decizie și pentru a anticipa posibilele evoluții.

Sistemul logistic distribuit poate fi descris conform cu două principii diferite. Putem menține o acțiune anticipată care să ne conducă pentru a trata un flux generat de un furnizor către un client sau, dacă luăm în considerare problema în direcția opusă, avem principiul prin care fluxurile trasate de către client ajung către furnizor. În problema care ne interesează, cooperarea și relațiile de responsabilitate sunt esențiale. Tratamentul independent al zonelor poate genera pierderi de date și informații eronate deoarece fiecare zonă are informații incomplete și capacități limitate, pentru a rezolva problema. Prin urmare aceste limite vor fi în măsură să influențeze comportamentul global al sistemului.

Din acest motiv, coordonarea zonelor se dovedește a fi un element cheie pentru fiabilitatea sistemului. Astfel, fiecare actor al lanțului va fi capabil să joace după propria regulă, în zona căreia îi este funcțională influența, pe de o parte, și prin asociere cu ceilalți actori din zona vecină pe de altă parte. În ultimul timp modelarea multi-agent a fost adoptată pentru soluționarea problemelor din cauza complexității sistemului logistic distribuit.

Un sistem multi-agent (MAS) este un set de agenți situați într-un anumit mediu și care interacționează între ei în funcție de o anumită organizare. Un agent este o entitate caracterizată prin faptul că acesta este, cel puțin parțial,

autonom. Acesta poate fi un proces, un robot, o ființă umană, etc.

Așa că soluția multi-agent a apărut datorită comportamentelor individuale și a interacțiunilor. Prin urmare sistemul Multi-agent reprezintă o nouă abordare pentru analiza, concepția și implantarea sistemelor complexe de calcul.

Un sistem multi-agent MAS este caracterizat de:

- percepție parțială a mediului pentru fiecare agent,
- experiență limitată care nu le permite să rezolve problema în mod individual,
- informație descentralizată,
- tratare a problemelor asincronă și echilibrată.

Un MAS este reprezentat o rețea de agenți (rezolvitori) slab interconectați, care cooperează pentru a rezolva problemele care depășesc capacitățile sau cunoștințele individuale ale

fiecărui agent. Acești agenți sunt autonomi și pot fi de natură heterogenă.

Modelarea constă în stabilirea unui anumit număr de direcții distincte pentru a analiza această realitate complexă. Prima direcție distinctă constă în separarea structurii sistemului de agenți real de cel al domeniului în care activează. În exemplul nostru, considerăm domeniul noțiunilor de fluxuri și cel al zonelor de tratament.

Ne vom îndrepta atenția către modelarea MAS. Sunt 3 componente esențiale:

- Modelele agenților (care țin cont de individualitatea fiecărui agent);
- Modelele de interacțiuni (alese sub forma regulilor: același agent este capabil să joace roluri diferite);
- Modele organizaționale (care reprezintă proprietățile globale ale societății de agenți).

Agent	Role	Regulă	Interacțiune
AgP	Agent pilot	Supervizează structuri variate de sisteme distribuite DLS	AgR Ag1...Agin AgT1...AgTm
AgR	Agent de regrupare a resurselor	Stocheză resurse și fluxuri	AgP Ag1...Agin
Ag1 Agin	Agent de zonă	Primește resurse și fluxuri și le distribuie către zonele finale	AgP AgT1...AgTm Ag1+1...Agin
AgT1 AgTm	Agent de zonă finală	Primește resurse și fluxuri de la zonele intermediare	AgP Ag1...Agin AgTi+1...AgTm

Tabelul 1 Descrierea agenților

Sistemul multi-agent propus este constituit din patru tipuri de agenți: agentul pilot Agp, agentul de regrupare resurse AGR, agentul de zonă intermediară AG1, și agentul zona terminală Agt. Tabelul 1 prezintă natura, regula și interacțiunea fiecărui agent cu vecinii săi.

Fiecare agent este responsabil pentru zona sa, acesta poate răspunde fie la solicitarea omului, fie a agentului pilot, fie a unui agent care-i este ierarhic superior lui.

Un agent și sub-agenții săi constituie un sistem holonic. Întregul sistem poate fi considerat ca o suprapunere a mai multor sisteme holonice. În cazul unui sistem logistic

compus distribuit, cu zone diferite, fiecare zonă este un agent holonic care este o interfață între agenții părinți și elementele secundare. Aceasta înseamnă că toate tranzacțiile între agenții părinți și sub-agenți vor trece prin ea. Pentru sub-agent singurul părinte este agentul însuși.

Figura 1 prezintă diferiți agenți holonici ale sistemului. Agentul holonic 1 vede doar agentul holonic 2, care reprezintă tot sistemul sub-holonic. Sub-agenții 3 și 4 știu doar agentul holonic 2: aceasta este întregul sistem din punctul lor de vedere. În special în zona terminală, avem o viteză variabilă de consum, de aceea trebuie să estimăm, în mod eficient,

nevoia de fluxuri diferite (medicamente, haine, mâncare, etc.).

Agentul de estimare a necesităților (NEA) este o interfață pentru un sistem holonic întreg, care ar trebui să indice un agent de zonă de care va avea nevoie, utilizând toate datele pe care agentul de zonă le poate oferi.

Fiecare agent de zonă trebuie să cunoască propriile nevoi, în scopul de a le cere de la agentul responsabil de zonă și care i le poate furniza. Agentul de zonă poate fi el însuși un furnizor pentru alți agenți de zonă într-un sistem sub-holonic. Agenții ierarhic inferiori cer tot ceea ce au nevoie. Agent de zonă pasează cererile lor la propriul său furnizor în același timp. De asemenea, este în măsură să satisfacă nevoile cele mai urgente cu un stoc special de la furnizorii lor care au prevăzut anticiparea consumului. Toate cererile primite sunt precise și în mod direct folosite, fără a le procesa.

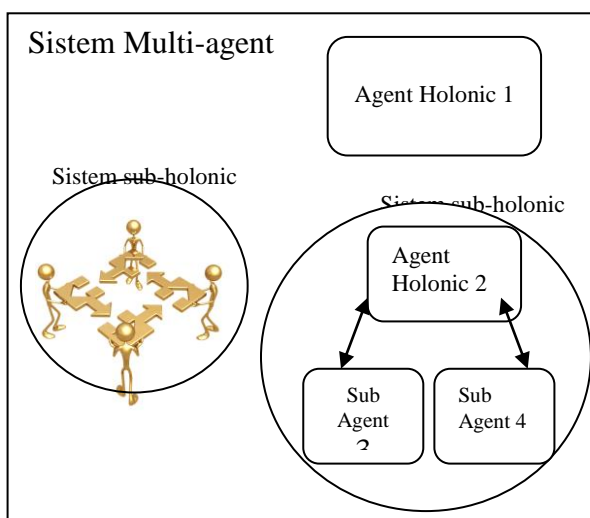


Fig. 1 Organizarea unui sistem multi-agent holonic ca DLS

Un agent de zonă este un furnizor pentru sub-agenții din zonă, dar este, de asemenea, un consumator pentru propriile sale nevoi. Sunt oameni care trebuie să se hrănească, motoarele, etc. Pentru a estima nevoile lor, sistemul oferă un instrument pe care fiecare agent îl poate utiliza. Acest instrument este un sistem holonic complex numit Agent de Estimare a Necesităților (NEA).

Cei mai mulți sub-agenți, sunt singurele componente ale unui ierarhic superior și care fac parte dintr-un singur sistem holonic, fiind doar consumatori. Ei trebuie doar să folosească necesitatea de a ști ce să comande.

În figura 2 este reprezentat un sistem holonic de estimare a necesităților.

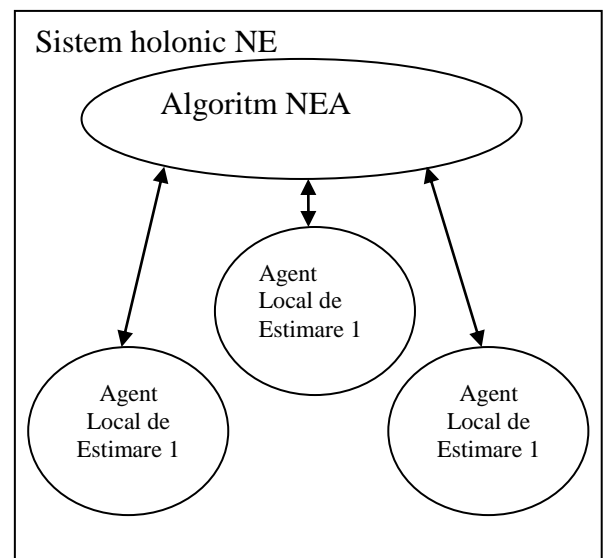


Fig. 2 Sistem holonic de estimare a necesităților

Sistemul logistic al unui spital mobil

Arhitectura sistemului (v. fig. 3) ia în considerare cerințele moderne ale aplicației, cum ar fi [10-15]: flexibilitatea, învățarea de la utilizator, integritatea, viteza, deschiderea la conectivitate, motivarea, customizarea.

Sistemul funcționează în termenii unei aplicații comune de ontologie (AO), care descrie un domeniu al problemei și este stocată într-o bibliotecă de ontologii. AO se bazează pe domenii, sarcini și metode ontologice, care sunt de asemenea stocate în biblioteca de ontologie. Fiecare grup de utilizator sau utilizator funcționează în termenii unei ontologii expandabile la cererea utilizatorului. Fiecare cerere de utilizator este formată din două părți: o parte structurală (conținând termenii cererii și relațiile dintre ei), o parte parametrică (conținând constrângerile adiționale definite de utilizator).

Pentru a maximiza eficiența de prelucrare a cererii va fi construită o configurație auxiliară definind când și ce KSS urmează să fie utilizate. În acest scop, se utilizează o hartă de cunoștințe, inclusiv informații despre locațiile KSS. Traducerea între notațiile KS și sistemului se realizează cu ajutorul ontologiilor KS.

Ca un studiu de caz pentru arhitectura propusă a fost ales un scenariu. Scopul scenariului este de a oferi un mediu multi-agent, concentrându-se asupra noilor aspecte ale

problemelor de coaliție și a noilor tehnologii care demonstrează capacitatea funcției de agent de servicii orientate spre coaliție într-un mediu din ce în ce mai dinamic.

Scopul acestui experiment este destinat demonstrației modului în care un sistem multi-agent poate fi utilizat pentru managementul lanțului de aprovizionare, logistică și alte probleme de operațiuni de coaliție. Ca un exemplu, este considerată o sarcină a configurației spitalului portabil ca o aplicație de asistență medicală pentru un anumit loc izolat. O analiză a sarcinii a arătat necesitatea de a găsi și utiliza KSS conținând următoarele informații și cunoștințe:

- informații legate de spital (constrângeri de structură, necesar de componente, timpi de livrare);
- furnizorii disponibili (constrângeri de furnizori, capacități, capacități, locații);
- furnizorii disponibili atașați serviciilor de transport (constrângeri asupra tipurilor disponibile, rute și timp de livrare);
- geografia și vremea regiunii (constrângeri asupra tipurilor, rute și timpi de livrare, de exemplu pe calea aerului, rutier, cu vehicule off-road);
- situația politică, ocupația politică, existența unor acțiuni militar, etc. (constrângeri suplimentare pentru rutele de livrare).

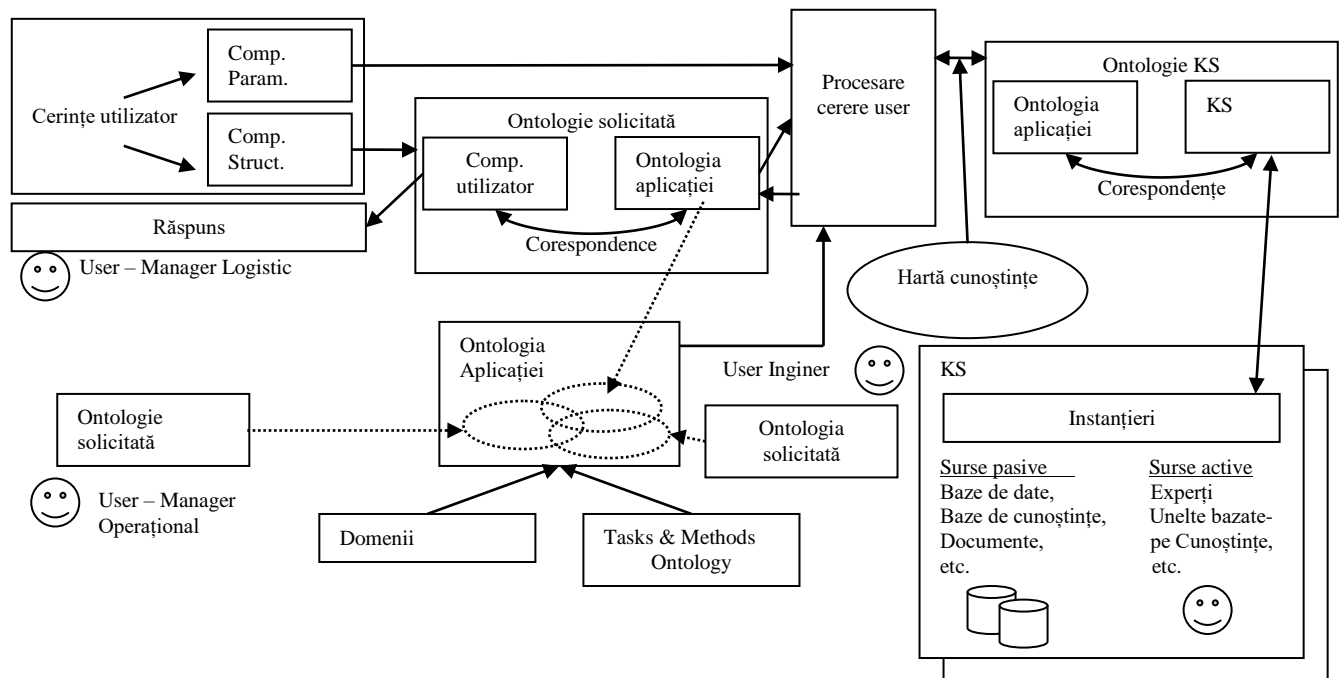


Fig. 3 Schema conceptuală a unui sistem bazat pe ontologii pentru managementul lanțului de aprovizionare a unui spital mobil

Exemple de cereri pot fi:

- în cât timp poate fi construit un spital de o anumită capacitate într-o anumită locație dată?;
- unde este mai bine să fie construit spitalul?;
- găsește cea mai bună rută pentru a livra ceva de la punctul A la punctul B;

În exemplul prezentat este considerată următoarea cerere: Definirea furnizorilor, rutele de transport și planificarea pentru construirea unui spital de capacitate dată la locația dată într-un timp dat. Părțile de ontologii corespunzătoare sarcinii descrise au fost găsite în bibliotecile de

ontologii disponibile pe Internet. Au fost construite ontologia aplicației (v. fig. 4) și ontologia sarcinii (v. fig. 5) pentru această sarcină legată de îngrijirea sănătății și a fost realizată o legătură a surselor constatate de către sistemul propus. Clasele de ontologii reutilizate (adoptate din bibliotecile de ontologii de pe Internet) sunt indicate prin linii ferme, clasele reutilizate care au fost redenumite sunt afișate prin linii punctate, iar noile clase de ontologii (clasele incluse de către experți) sunt prezentate prin linii groase; săgețile unidirecționale ferme reprezintă relații ierarhice "este-o", săgețile

unidirecționale punctate reprezintă relații ierarhice "parte-a", săgețile duble arată relaționările asociative. O parte a ontologiei corespunzătoare AO pentru procesarea cererii de utilizator este reprezentat de zona hașurată.

Acest scenariu consideră ca sarcină clădirea spitalului portabil. Inițial, un utilizator vede un ecran cu o hartă a regiunii cu orașele și drumurile afișate. Apoi, utilizatorul arată pe hartă locația dorită pentru construirea spitalului. Harta este actualizată și locațiile posibile cele

mai apropiate de cel indicat de către utilizator sunt afișate prin triunghiuri. Aceste locații sunt introduse în sistem de către experți, luând în calcul considerente ca: disponibilitatea resurselor de apă, drumuri, zonele înconjurătoare și orașe. Utilizatorul selectează o destinație dorită din cele sugerate de către sistem. Pe lângă o destinație de spital sistemul solicită caracteristici suplimentare pentru spital, cum ar fi capacitatea sau mobilierul și echipamentele medicale (cantitativ).

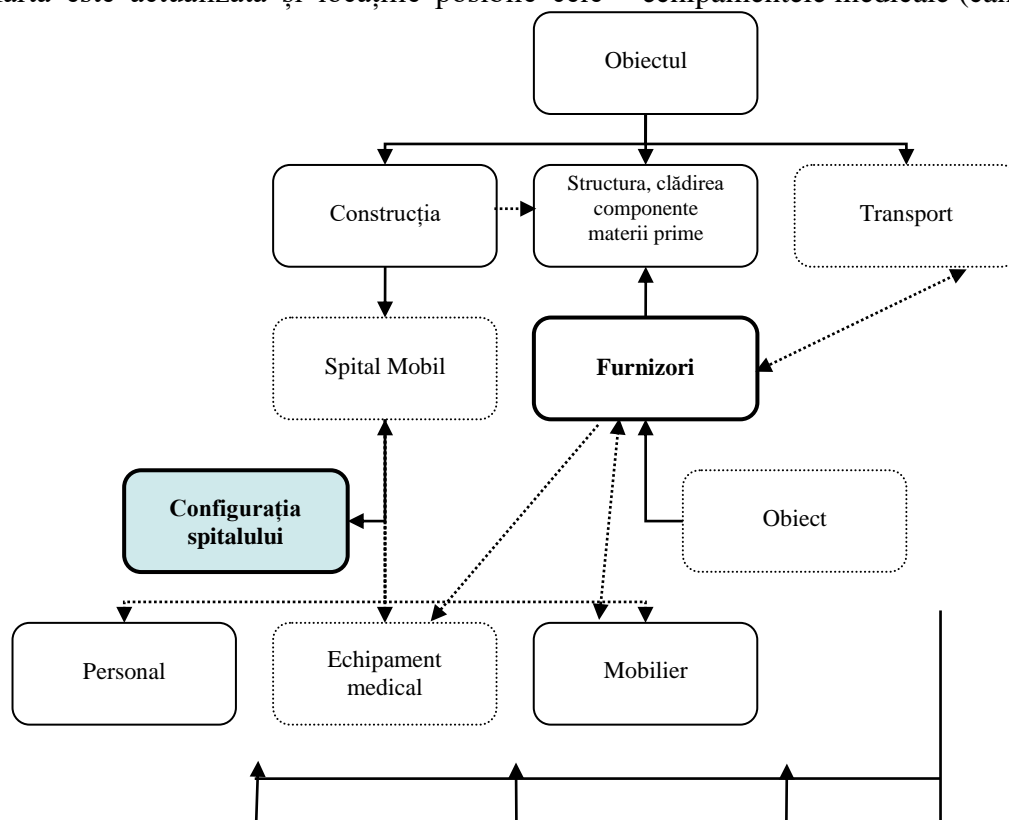


Fig. 4 Ontologia rezultată pentru "Spital mobil"

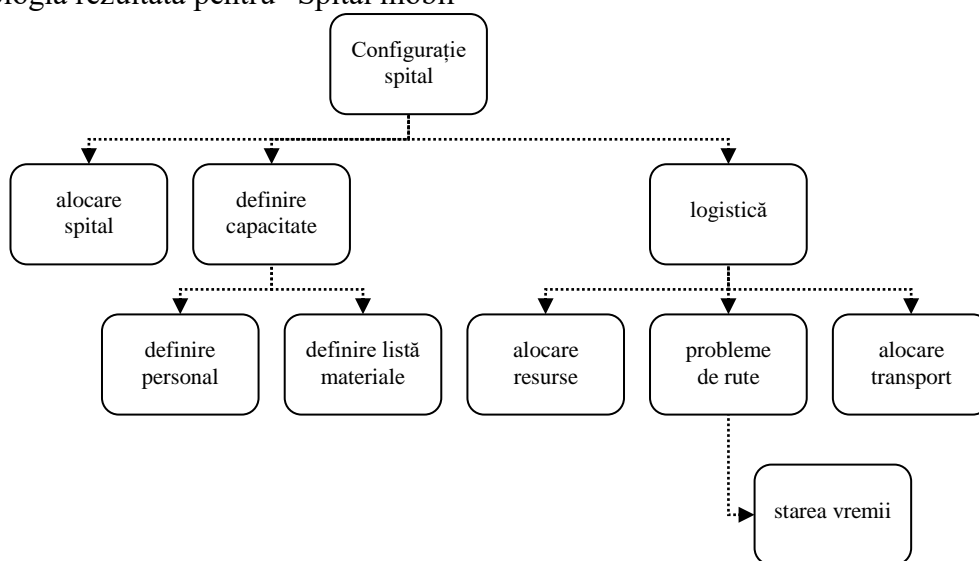


Fig. 5 Sarcinile ontologice pentru "Configurație spital"

Caracteristicile sunt rezultatul analizei ontologice și de regulă, corespund valorilor atributelor necesare pentru soluția sarcinii atribuite.

După ce utilizatorul introduce informațiile solicitate sistemul începe procesarea cererii. Pentru cererea de prelucrare a constrângerii este utilizată tehnologia propagării.

Concluzii

Lucrarea descrie o metodă modernă de rezolvare a problemelor de logistică ale unui spital mobil. Această metodă focalizează serviciul medical asupra problemelor reale medicale lăsând gestiunea logisticii pe o aplicație de calcul intuitivă și ușor de folosit. Conceptul de e-sănătate este un concept modern care a fost demonstrat pe parcursul lucrării. Problema descrisă a logisticii cunoașterii este o direcție nouă de management al cunoștințelor pentru serviciul "oricând-oriunde" a clienților, cunoștințe esențiale pentru o coaliție bazată pe e-aplicații care necesită schimbul de cunoștințe de informații în timp real. Utilizând agenți inteligenți crește eficiența sistemului și interoperabilitatea. O aplicabilitate a acestei abordări în domeniile e-business, e-guvernare și e-sănătate (configurația spital portabil pentru o anumită locație, luând în considerare situația actuală în regiunea locației) demonstrează posibilitatea de utilizare a acestuia pentru suportul informațiilor în operațiunile bazate pe coaliții.

Bibliografie:

[1] Fayah B (2003) Regulation of Multimodal Transportation Network: Multi-Agent Systems and Evolution Algorithms. PhD

Thesis. Sciences and Technologies University, Lille (In French)

[2] Floroian D, Moldoveanu F (2008) Using Multiagent Systems for Shop Floor Agility. Bulletin of Transilvania University 1(50):327-334

[3] Jennings N R (2000) On Agent-based Software Engineering. Artificial Intelligence 117: 277-296

[4] Floroian D (2009) Sisteme multiagent. Albastra, Cluj Napoca

[5] Wooldridge M J, Jennings N R (1995) Agent Theories Architecture and Languages: A Survey, Intelligent Agents Proc. Workshop on Agents Theories, Architecture and Languages (ECAI-94), Amsterdam, Holland, 1995, pp 1-39

[6] Smirnov A, Pashkin M, Chilov N et al. (2003) Knowledge Source Network Configuration Approach to Knowledge Logistics. Int J General Systems 32(3):251-269

[7] JADE at <http://sharon.csel.it/projects/jade/>

[8] Foundation for Intelligent Physical Agents at <http://www.fipa.org/>

[9] Protégé-2000 at <http://protege.stanford.edu>

[10] Ontolingua. Stanford University, Knowledge Systems Laboratory at <http://ontolingua.stanford.edu>

[11] Ontoprise: Semantics for the Web at <http://www.ontoprise.de>

[12] The Semantic Web Community Portal, at <http://www.semanticweb.org>

[13] WordNet at <http://www.cogsci.princeton.edu>

[14] Loom Ontology Browser. Information Sciences Institute at <http://sevak.isi.edu:4676/loom/shuttle.html>

[15] WebOnto. Knowledge Media Institute (KMI), The Open University at <http://eldora.open.ac.uk:3000/webonto/>