

O abordare centrată pe utilizator în dezvoltarea unui sistem inteligent pentru generarea Registrelor Naționale de Cancer

Adriana-Mihaela Guran
Universitatea Babeș-Bolyai,
Facultatea de Matematică și
Informatică
Str. M. Kogălniceanu nr. 1,
Cluj-Napoca
adriana@cs.ubbcluj.ro

Grigoreta-Sofia Cojocar
Universitatea Babeș-
Bolyai, Facultatea de
Matematică și Informatică
Str. M. Kogălniceanu nr.
1, Cluj-Napoca
grigo@cs.ubbcluj.ro

Luciana Neamțiu
Institutul Oncologic "Prof. dr.
I.Chiricuta" Cluj-Napoca
Str. Republicii, 34-36,
400015 Cluj-Napoca
luciana@iocn.ro

REZUMAT

Generarea Registrelor Naționale de Cancer este un subiect de interes în orice țară datorită faptului că aceste registre furnizează informații despre rata de supraviețuire a populației afectată de această maladie și determină strategiile de acțiune ale oficialităților în direcția creșterii nivelului de supraviețuire a populației. În această lucrare prezentăm o modalitate de abordare a acestui subiect, în care sarcina generării acestor registre să se realizeze automat. Această abordare este sprijinită de o arhitectură multiagent, iar în această lucrare propunem o abordare centrată pe utilizator în dezvoltarea sistemului, care include un agent personal (agentul de interfață responsabil de interacțiunea dintre utilizator și sistem).

Cuvinte cheie

Proiectare centrată pe utilizator, agenți de interfață, analiza sarcinilor.

Clasificare ACM

H5.2. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

INTRODUCERE

Proiectul CRONIS își propune ca obiectiv principal dezvoltarea unui serviciu IT în domeniul medical, destinat eficientizării sistemului de sănătate publică și a terapiilor medicale pentru bolile cronice netransmisibile (BCN), prin aplicarea tehnicilor multi-agent. Generarea, optimizarea și managementul Registrelor Naționale de BCN vor fi realizate de un sistem de suport decizional, inteligent (IDSS). În domeniul medical aceste sisteme au utilizări din cele mai diverse pornind de la stocarea datelor medicale, continuând cu examinarea și evaluarea în timp real a datelor rezultate din monitorizare. Sistemul de suport decizional va facilita accesul și analiza ad-hoc a unor seturi mari de date de pacienți cu afecțiuni cronice, provenite din indicații de patologie, înregistrări administrative despre pacienți, date de laborator, programe de screening, înregistrări din fișele de pacient de la medicii de familie și/sau din fișele de internare/externare, eficientizând astfel managementul clinic sau administrativ. De asemenea va realiza introducerea automată a pacienților în Registrele Naționale bazându-se în triere pe expertiza umană din domeniu transpusă în logica computerizată. IDSS va fi compus din subsisteme distribuite geografic care lucrează independent. Sistemul informatic este destinat generării Registrelor Naționale de BCN, introducerii automate a datelor de

pacient, cercetării clinice, managementului clinic și administrativ la nivel populațional și procesului de instruire a personalului medical. Mecanismele de procesare a datelor se vor baza pe tehnici de tip agenți inteligenți fiind capabile să primească și să reacționeze la cererile utilizatorilor conform recomandărilor specifice generându-și ele însele justificarea. IDSS-ul îmbunătățește explicațiile și justificările pentru recomandări specifice, îmbunătățește managementul incertitudinii și formalizează cunoștințele organizaționale. El se va baza pe un sistem de suport decizional inteligent, compus din subsisteme distribuite geografic, lucrând independent. Sistemul inteligent va fi structurat pe trei nivele – nivelul național, nivelul regional și nivelul local compus din entități amplasate în diverse clinici medicale: la nivel național, respectiv regional va exista câte o bază de cunoștințe (KB-N, KB-R) și mecanismele software care asigură conexiunile către Registrele de BCN amplasate la nivel local (baze de date medicale distribuite) în scopul realizării managementului clinic și organizațional sanitar; nivelul local va evidenciază o bază de date locală (REG.) componentă a Registrului Național de BCN, o bază de cunoștințe (KB-D) utilizată în scopul introducerii automate a datelor în registre și mecanismele software pentru înregistrarea datelor, validarea acestora și exploatarea lor în cercetarea și/sau managementul clinic. Abordări în dezvoltarea unor sisteme de management a Registrelor de Cancer există în alte țări, precum: Statele Unite ale Americii [6], Marea Britanie [5], Irlanda [2]. Sistemele dezvoltate furnizează funcționalități pentru colectarea, analiza și stocarea de informații actuale, precise și utile despre cancer, pentru a facilita planificarea serviciilor de prevenire a cancerului, diagnosticarea și furnizarea de informații corecte și pertinente despre cancer.

REGISTRUL DE CANCER

Registrul de Cancer este un sistem informațional destinat colectării, managementului și analizei datelor persoanelor cu diagnosticul de boală neoplazică [9].

Înregistrarea cancerului este procesul continuu și sistematic de colectare a datelor despre apariția și caracteristicile neoplasmelor raportabile cu scopul realizării controlului impactului bolii canceroase la nivelul populației.

Există trei tipuri generale de Registre de Cancer:

- Registre de Cancer Instituționale: conțin date despre toți pacienții diagnosticați și/sau tratați pentru cancer în cadrul unității sanitare respective;
- Registre Teritoriale: sunt populaționale și conțin date despre toți pacienții cu cancer dintr-o anumită zonă geografică;
- Registre de Cancer speciale: conțin date despre un anumit tip de cancer (ex. tumori cerebrale); în ce privește înregistrarea cazurilor, trebuie făcută distincția între Registrele Teritoriale Populaționale și Registrele Instituționale de Cancer. Registrele Populaționale înregistrează toate cazurile noi de cancer într-o populație bine definită, având interes epidemiologic și de sănătate publică. Registrele Instituționale înregistrează toate cazurile noi maligne dintr-o unitate sanitară, cu interes pentru activitatea clinică și administrația de spital. Registrul Instituțional poate constitui nucleul pentru un Registrul Populațional.

Principala funcție a unui registru de cancer este aceea de a menține o bază de date cuprinzând toate cazurile noi de cancer apărute într-o populație dată, de a colecta și documenta, continuu și sistematic, din surse diferite de date informații privind caracteristicile pacientului și caracteristicile clinice și patologice ale bolii [12].

În sistemele informaționale din domeniul medical sunt folosite numeroase vocabulare, liste de termeni, liste de coduri, dintre care unele au o răspândire internațională, în timp ce altele sunt definite în cadrul anumitor nevoi proprii.

Raportarea trebuie să includă toate tumorile diagnosticate sau tratate, prevăzute în Clasificarea Internațională a Maladiilor pentru Oncologie (CIM)[11]: cancere in situ, metastatice, leziuni preneoplazice, tumori benigne ale sistemului nervos, diagnosticate prin examen histologic, radiologic, examinări de laborator, observație clinică, autopsie sau examen citologic.

Înregistrarea automată a cancerelor este procesul prin care informația este primită, validată, comparată, relaționată și folosită pentru actualizarea bazei de date existente la nivelul RC. Înregistrarea automată nu înseamnă că nu există și etape "manuale". Totuși, pentru ca un proces să fie considerat "automatizat", fiecare stadiu al procesului de înregistrare trebuie să fie capabil să funcționeze fără nici o intervenție "manuală". Această capacitate este rezolvată printr-o serie predefinită de algoritmi sau reguli. Înregistrarea automată a cancerului necesită disponibilitatea unor multiple surse de date electronice.

Date colectate de registrele de cancer

Conform ordinului 2027/2007 referitor la Registrele de Cancer, în România, următoarele variabile sunt obligatorii de cules de către Registrul de Cancer:

- Date personale: nume, prenume, CNP, sex (cod), data nașterii – data calendaristică (zz/ll/aaaa), adresa (Oraș/ Comună, Sector, Județ, Detalii adresă (Stradă, număr, etc.), vârsta la data incidenței;
- Date tumorale: data incidenței – dată calendaristică (zz/ll/aaaa), baza de înregistrare (cod), topografia tumorii primare (cod CIM-O-3), lateralitatea tumorii primare (cod);

- morfologia tumorii primare (cod CIM-O-3);
- comportamentul tumorii primare (cod);
- gradul de diferențiere histologică (cod);
- stadiul clinic (cod), TNM clinic (cod);
- stadiul patologic (cod), TNM patologic (cod);
- certitudinea stadializării (cod);
- TNM Condensat (cod);
- stadializare Non-TNM;
- tipul stadializării Non-TNM aplicate;
- tipul primului tratament aplicat (cod);
- intenția primului tratament aplicat (cod);
- data primului tratament aplicat – data calendaristică (zz/ll/aaaa);
- relația cu screeningul (cod);
- status vital (cod);
- data ultimei documentări – data calendaristică (zz/ll/aaaa);
- data decesului – data calendaristică (zz/ll/aaaa);
- cauza principală de deces (cod CIM 10), alte stări morbide (cod CIM 10);
- sursa informației (tipul sursei: certificat de deces, medic, laborator, spital, altele; sursa actuală: numele laboratorului, spitalului, medicului, data).

ANALIZA SARCINILOR

În vederea conceperii unui sistem automat pentru generarea Registrelor Naționale de Boli Cronice Netransmisibile s-a recurs la aplicarea unei abordări centrate pe utilizator, folosind metoda GTA [13] de analiza sarcinilor. GTA urmează un proces care constă în dezvoltarea modelului descriptiv al sarcinilor (Modelul 1 al sarcinilor), urmată de dezvoltarea modelului prescriptiv al sarcinilor (Modelul 2 al sarcinilor), care propune soluții de îmbunătățire a situației curente a sarcinilor. Astfel, primul pas constă în culegerea de informații despre modul actual de realizare a sarcinilor. Astfel vom avea posibilitatea de a identifica acele sarcini care pot fi automatizate, respectiv probleme cu care se confruntă viitorii utilizatori ai sistemului în realizarea curentă a sarcinilor. Pentru construirea modelului 1 al sarcinilor s-a recurs la tehnici precum interviul și observația. Studiul s-a realizat în Institutul Oncologic, pentru cazul generării Registrelor Instituționale de Cancer (RIC), respectiv a Registrelor Regionale de Cancer (RRC).

Astfel, principalele roluri identificate care participă în mod cooperativ (vezi Fig. 1) la realizarea sarcinii de completare a Registrelor Naționale de Cancer (RNC) sunt: **gestionarul de date** - responsabil cu verificarea validității datelor din RIC și raportarea registrului instituțional și regional de cancer; **registratoarele** - persoane responsabile cu introducerea cazurilor noi, respectiv actualizare cazurilor existente de fiecare dată când apare o informație mai relevantă, respectiv **expertul medical** care este responsabil de validitatea datelor din punct de vedere medical. Modelele sarcinilor au fost create folosind instrumentul de modelare a sarcinilor CTTE [14]. Scenariul de completare a Registrelor de Cancer este descris în continuare.

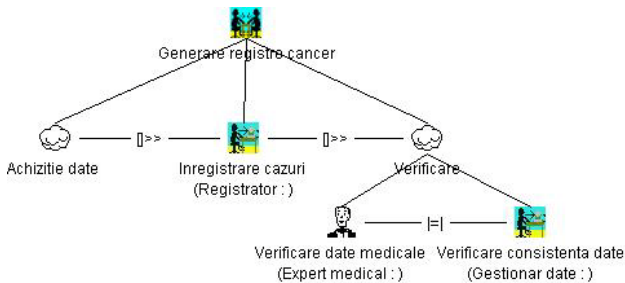


Figura 1 – Modelul cooperativ al sarcinilor

La externarea unui pacient dosarul conținând documentele sale medicale este trimis registratoarelor. Acestea au rolul de a stabili dacă informațiile existente despre pacient trebuie să fie înregistrate în RIC. În caz afirmativ, există două situații posibile: crearea unei înregistrări noi, respectiv actualizarea unei înregistrări deja existente. Această decizie este luată de către registratoare fără sprijinul unui instrument informatic. Registratoarele dispun de un instrument informatic care le ajută în activitatea de introducere a informațiilor necesare pentru generarea RIC.

În cazul introducerii unei noi înregistrări în registrul de cancer, pașii care trebuie efectuați sunt descriși în continuare. Registratoarea preia un dosar cu documentele medicale ale pacientului externat și consultă foaia de observație. Din aceasta se citește diagnosticul și decide dacă e vorba de un caz raportabil, în acest caz selectând în cadrul aplicației existente opțiunea *Registru*, respectiv *Caz nou*. Registratoarea introduce numărul unic de identificare în cadrul instituției medicale și verifică corespondența persoanei din baza de date cu cea căreia îi aparține fișa de observație medicală. Dacă există corespondență se trece la completarea informațiilor medicale relevante. Componentele care trebuie completate în formularul de raportare a unui caz de cancer sunt descrise în cele ce urmează:

- *Data diagnosticului* - această dată poate fi extrasă din buletinul histo-patologic (BHP), din foaia de observație clinică (FO) sau fișierele existente în intranetul instituției sau din alte documente medicale care atestă existența unui caz de cancer;

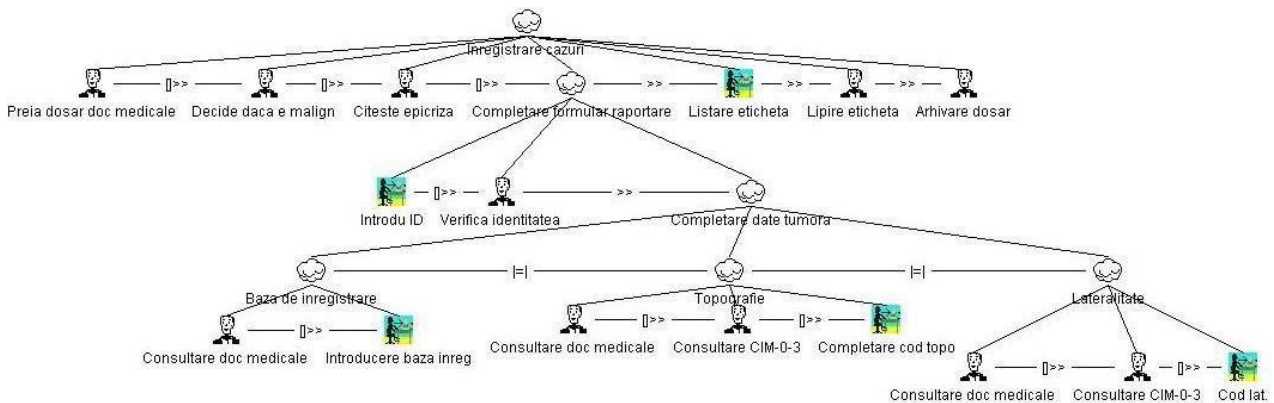


Figura 2 – Modelul 1 al sarcinilor pentru rolul Registratoare

Relativ la rolul *Gestionar de date*, în urma observației și interviurilor se constată necesitatea realizării a numeroase sarcini de tip interacțiune care implică utilizarea unor

- *Baza de înregistrare* - care se va completa din documente medicale precum documente provenite de la anatomie patologică sau documente medicale provenite de la alte instituții (clinici, spitale, etc.), epicriza, etc.
- *Topografia tumorii primare* - aceasta se completează din buletine histo-patologice, foaia de observație, protocolul operator și prin consultarea CIM-0-3;
- *Lateraliitatea tumorii primare* - acesta este un câmp care se completează în cazul organelor pereche folosind informațiile din buletine histo-patologice, foaia de observație, protocolul operator și prin consultarea CIM-0-3;
- *Morfologia tumorii primare* - aceasta se completează din BHP și prin consultarea CIM-0-3; dacă BHP nu există, completarea se va face obligatoriu folosind alte surse de informare;
- *Comportamentul tumorii primare* - se va completa din BHP și CIM-0-3;
- *Gradul de diferențiere histologică* - se va completa folosind BHP și CIM-0-3;
- *Stadializarea clinică TNM /stadializarea anatomopatologică TNM* - se vor completa folosind manualul, respectiv BHP;
- *Tratamente aplicate* - această secțiune se completează folosind toată documentația medicală (inclusiv cea provenind de la farmacii);
- *Status vital la ultimul contact* - se consideră a fi ultima dată de pe un document medical, respectiv data de pe buletinul statistic de deces.

După completarea formularului de raportare documentele medicale sunt aranjate în dosarul pacientului, se listează eticheta dosarului și acesta este arhivat.

Astfel, registratoarele realizează numeroase sarcini de interacțiune care sunt precedate de sarcini de tip utilizator, care necesită sarcini cognitive complexe (vezi Fig. 2). Se dorește ca aceste sarcini utilizator să fie delegate sistemului sau să devină în majoritate sarcini de interacțiune.

o anumită perioadă de timp (spre exemplu, o lună) folosind o aplicație. În acest scop se selectează datele limită ale perioadei pentru care se face prelucrarea datelor și se selectează o machetă care cuprinde variabilele necesare creării de rapoarte. La pasul următor se exportă fișierul în format CSV, deoarece acesta este formatul acceptat de o altă aplicație (DEPEdits [10]) necesară procesului de verificare a RIC. Folosind această aplicație se preia fișierul generat la pasul anterior și se selectează variabilele de interes, urmată de selecția opțiunii de verificare. Aplicația impune delimitarea câmpurilor corespunzătoare variabilelor selectate și selectarea codurilor variabilelor și formatul datelor. La pasul următor

gestionarul de date verifică dacă sunt respectate corespondențele precum codul pentru sex, datele sunt valide, codurile sunt corecte precum și corespondența între diverse variabile precum vârstă și topografia tumorii, vârstă și morfologia tumorii sau cazuri imposibile precum tumoră de prostată la un pacient de sex feminin. În urma finalizării acestor verificări se generează un raport care conține numărul de înregistrări, atenționări, respectiv erori, dacă există. În cazul apariției unor atenționări și/sau erori, acestea trebuie verificate și listate. Erorile vor fi transmise registratorilor pentru a fi corectate. Modelul 1 al sarcinilor este redat în Fig. 1.

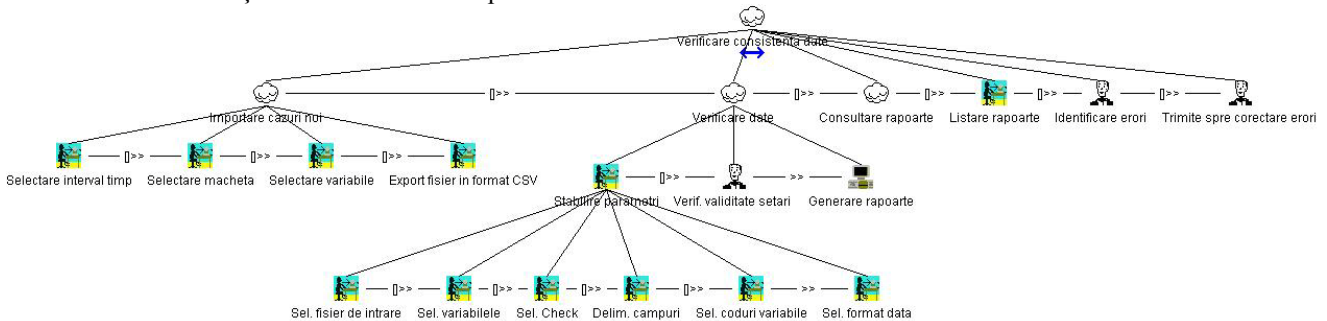


Figura 3 - Modelul 1 al sarcinilor pentru rolul Gestionar Date

Expertul medical este consultat în situația în care programul de verificare al gestionarului de date raportează erori care apar din cauza unei probabilități scăzute de combinații ale unor factori de natură medicală. Acesta realizează o verificare manuală a dosarului pacientului pentru a lua o decizie asupra codificărilor finale care vor apărea în formularul de raportare din RIC.

Imaginarea situației viitoare a sarcinilor – Modelul 2 al sarcinilor

În perspectivă se dorește înlocuirea sarcinilor utilizator cu sarcini de interacțiune sau sarcini aplicație care să reducă încărcarea cognitivă a utilizatorilor sistemului. Acest lucru este posibil prin delegarea sarcinilor utilizator unor entități (inteligente), capabile să prelucreze informații din surse multiple. Aceste entități au fost identificate a fi agenți care să colaboreze pentru realizarea sarcinii complexe de generare și gestiune a RNBCN. Astfel, modelul 2 cooperativ al sarcinilor este prezentat în Fig. 4.

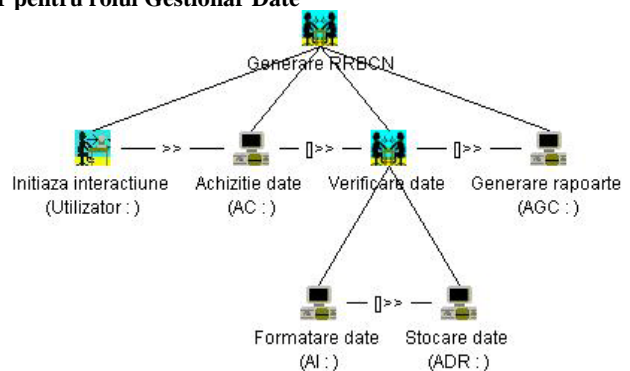


Figura 5 - Modelul 2 al sarcinilor cooperativ la nivel regional

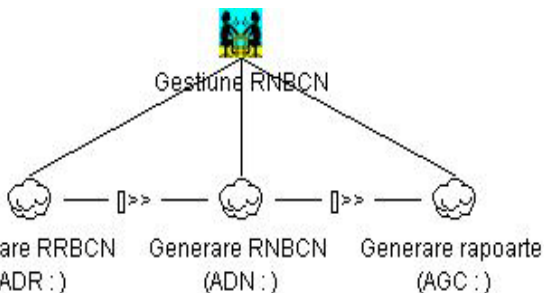


Figura 4 - Modelul 1 al sarcinilor pentru rolul Gestionar Date

La nivel regional, sarcinile sunt preluate de către agenți după cum arată Fig. 5.

Scenarii de utilizare

În arhitectura propusă se disting două niveluri: nivelul regional (corespunzător unor noduri locale) și nivelul național (corespunzător unui nod central). La nivelul fiecărui nod local s-au identificat următoarele cazuri de utilizare:

- actualizarea RRBCN;
- exploatarea RRBCN.

La nivelul nodului central s-au identificat următoarele cazuri de utilizare:

- actualizarea RNBCN;
- exploatarea RNBCN.

În continuare descriem fiecare caz de utilizare menționat anterior.

Actualizarea RRBCN

Interacțiunea cu sistemul de suport al deciziei este inițiată de utilizator care prin autentificarea sa activează agentul personal AP. Agentul stochează informațiile furnizate de utilizator și transmite un mesaj de activare agentului colector AC. Este posibilă configurarea agentului colector AC astfel încât să se activeze la intervale de timp stabilite

de utilizator (folosind AP). Agentul colector AC preia datele pe care le salvează într-un depozit de date (temporar) și trimite o cerere de interpretare agentului interpretativ AI. Agentul interpretativ AI preia datele colectate de agentul colector AC, le formatează/codifică și le trimite agentului decizional regional ADR. Agentul ADR salvează datele primite într-o bază de date istoric, iar apoi, folosind baza lui de cunoștințe, calculează scorul S pentru fiecare înregistrare din lotul curent de înregistrări transmise de agentul colector AC. În funcție de scorul S determinat, agentul decide actualizarea unui RRBCN asociat unei anumite boli cronice. Scorul S reprezintă măsura în care o înregistrare din baza de date istoric ar trebui să se regăsească într-un RRBCN (gradul de încredere/probabilitatea relativă la corectitudinea înregistrării). Pentru memorarea unei înregistrări în RRBCN acest scor S trebuie să aibă o valoare mai mare decât un prag stabilit, (dependent de boala cronică netransmisibilă asociată registrului).

Exploatarea RRBCN

Pentru consultarea rapoartelor sintetice utilizatorul interacționează cu agentul personal AP. Agentul AP trimite un mesaj agentului de gestiune a cunoștințelor AGC. Acesta prelucrează datele din RRBCN și returnează rezultatele obținute (raport statistic) agentului personal care le prezintă utilizatorului.

Actualizarea RNBCN

Pentru colectarea datelor agentul colector AC de la nivelul central preia datele din RRBCN-uri, pe care le salvează în depozitul de date temporar corespunzător nivelului central.

Apoi trimite un mesaj de activare agentului decizional național ADN. Acesta consultă depozitul de date temporar și decide actualizarea RNBCN.

Exploatarea RNBCN

Pentru consultarea rapoartelor sintetice utilizatorul interacționează cu agentul personal AP. Agentul AP trimite un mesaj agentului de gestiune a cunoștințelor AGC. Acesta prelucrează datele din RNBCN și returnează rezultatele obținute (raport statistic) agentului personal care le prezintă utilizatorului.

ARHITECTURA SISTEMULUI

Clasele de agenți care au fost identificate sunt următoarele (vezi Fig. 6):

Agent personal (AP) - este un agent software de interfață responsabil de gestiunea interacțiunii dintre utilizator și sistemul de decizie;

Agent colector (AC) - este un agent software mobil responsabil cu colectarea datelor relevante de la diverse surse de date (farmacii, spitale, servicii de evidență populației, laboratoare, clinici) / registre de boli cronice;

Agent interpretativ (AI) - este un agent software cu rol de formare și codificare a surselor de date primare primite de la agentul colector (AC);

Agent decizional regional (ADR) - este un agent software inteligent cu următoarele funcții:

- Salvează datele primite de la agentul interpretativ (AI) într-o bază de date istoric;
- Folosind baza de date istoric și baza de cunoștințe (BC) calculează scorul asociat unei

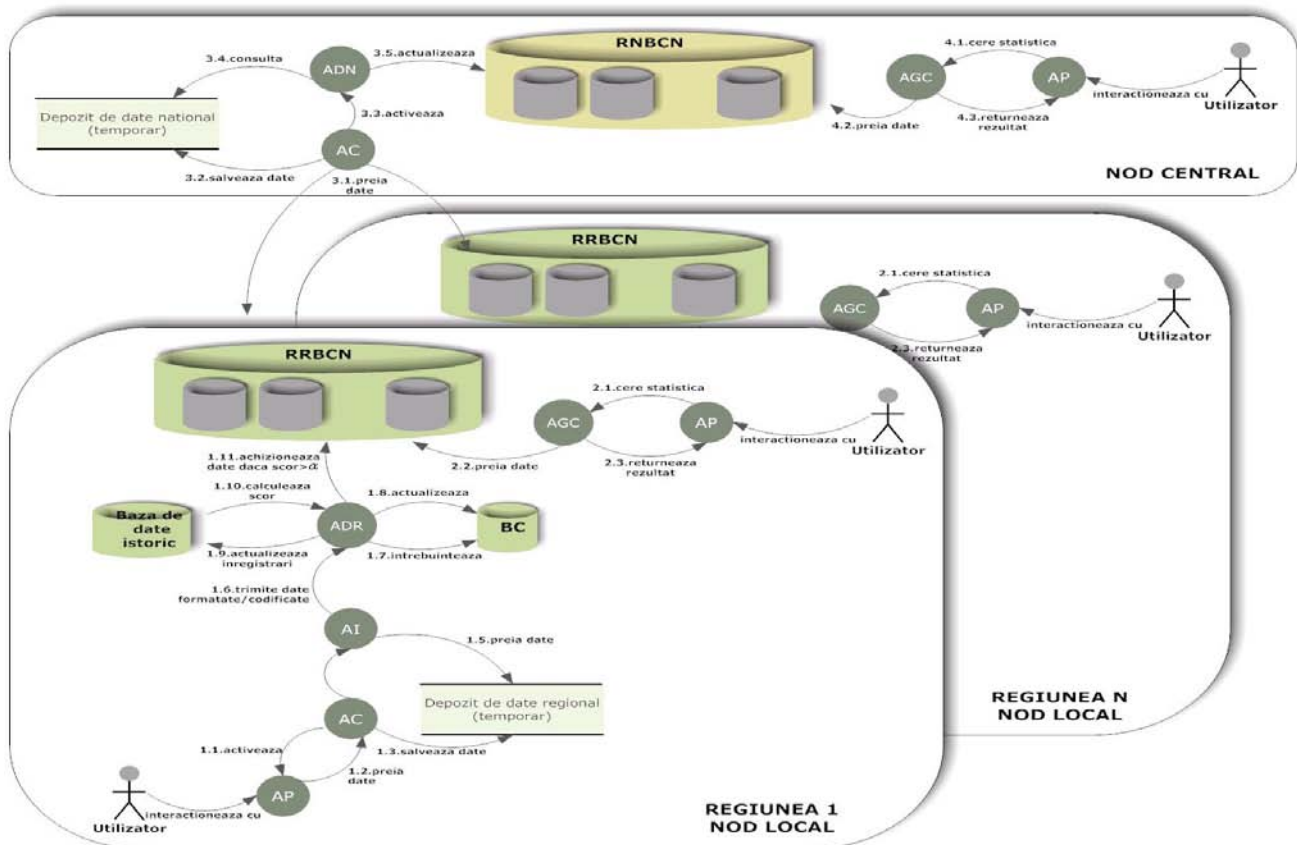


Figura 6 –Arhitectura sistemului Cronis

înregistrări de tipul celor din registrul de boli cronice, reprezentând măsura în care această înregistrare ar trebui să fie salvată în Registrul Regional de Boli Cronice Netransmisibile (RRBCN);

- Pe baza scorului obținut anterior decide actualizarea RRBCN.

Agent decizional național (ADN) – este un agent software inteligent responsabil cu actualizarea Registrului Național de Boli Cronice Netransmisibile (RNBCN);

Agent de gestiune a cunoștințelor (AGC) – este un agent software cu rol de procesare a datelor din RRBCN/RNBCN în scopul furnizării de rapoarte.

CONCLUZII

În această lucrare am realizat o prezentare a procesului de dezvoltare a unui sistem inteligent bazat pe tehnologia multiagent pentru a sprijini procesul de generare a Registrului de Cancer. Deși acest proces se dorește a fi automatizat, acest scop nu este deplin realizabil, astfel încât rămâne necesară interacțiunea cu utilizatorul. Sarcina de interacțiune cu utilizatorii este delegată unui agent de interfață. Pentru a înțelege modul în care utilizatorii realizează această sarcină am început procesul de proiectare cu analiza nevoilor utilizatorilor. În prima fază am recurs la discuții cu persoanele responsabile pentru înregistrarea cazurilor în Registrul de Cancer și am organizat sesiuni de observație. În urma acestor activități am realizat modelele sarcinilor 1 și 2, conform abordării GTA. În continuare ne propunem implementarea componentelor sistemului propus și studierea unor metode de evaluare a rezultatelor obținute.

CONFIRMARE (MULȚUMIRI)

Aceste cercetări au fost sprijinite din proiectul de cercetare CRONIS 11-003/2007 PN II, finanțat de Consiliul National Al Cercetării Stiintifice Din Invatamantul Superior. Mulțumiri Coordonatorului Registrului Instituțional de Cancer al Institutului Oncologic “Prof. dr. I.Chiricuță” și a Registrului Regional de Cancer Nord-Vest, doamna dr. Daniela Coza, și personalului Registrului de Cancer.

REFERINȚE

1. Michael R. Genesereth and Steven P. Ketchpel. Software Agents. *Communications of the ACM*, 37(7), 1997.
2. The National Cancer Registry, Ireland. <http://www.ncr.ie>.
3. Hyacinth S. Nwana. Software Agents: An Overview. *Knowledge Engineering Review*, 11(2):205–244, 1995.
4. Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, second edition, 2003.
5. The United Kingdom Association of Cancer Registries. <http://www.ukacr.org/>.
6. U.S. National Cancer Institute Seer Program. <http://seer.cancer.gov>.
7. Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2):115–152, 1995.
8. Van Welie, M., Task-Based user interface design. SIKS, Netherland, 2001.
9. Jensen O.M., Parkin D.M., MacLennan R., Muir C.S., Skeet R.G.: *Cancer Registration. Principles and Methods*, IARC Scientific Publications No. 95, Lyon 1991.
10. European Network of Cancer Registries <http://www.enr.com.fr/ENCR.HTM>.
11. April Fritz et al., *International Classification of Diseases for Oncology, Third Edition*, World Health Organization, Geneva, 2000.
12. Alexandru Irimie, Florian Al. Nicula, Ofelia Suteu, Daniela Coza, Luciana Neamțiu, Programul de prevenție și control în patologia oncologică (coordonator Florian Al. Nicula), Editura Medicală Universitară “Iuliu Hațieganu”, Cluj–Napoca, 2002.
13. Martijn van Welie, *Task-based User Interface Design*, Vrije Universiteit Amsterdam, 2001.
14. Giulio Mori, Fabio Paterno, Carmen Santoro, CTTE: Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design}, *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 28, nr. 9, pp. 1-17, 2002.