

# Sistem informatic integrat pentru identificarea și monitorizarea pacienților – SIMOPAC

Cornel Turcu, Cristina Turcu

**Abstract**—Domeniul medical este unul din domeniile care, la momentul actual, suferă modificări cantitative și calitative din punctul de vedere al gradului de informatizare. Luând în considerare necesitatea de interconectare a sistemelor medicale europene, precum și necesitatea de a asigura servicii medicale de urgență persoanelor incapabile de a transmite informații vitale actului medical, lucrarea de față propune un sistem informatic integrat pentru identificarea și monitorizarea pacienților. Bazat pe aplicarea unor tehnologii cu un ridicat indice al exploatării, cum ar fi, tehnologiile RFID și multi-agent, sistemul are capacitatea de a satisface nevoile specifice domeniului medical și de a contribui la creșterea calității serviciilor medicale oferite pacienților.

**Index Terms**—RFID, tag, agent, medical

## I. INTRODUCERE

**D**OMENIUL medical, la toate nivelele lui (local, regional, național și internațional) este asimilat unui mediu deschis, caracterizat de un proces decizional partajat și distribuit, care presupune coordonarea și comunicarea unor diverse tipuri de informații între diverși actori (pacienți, medici, laboratoare, clinici etc.). În ultimii ani, s-a conturat o tendință generală orientată către creșterea calității serviciilor medicale oferite populației, lucru care presupune, printre altele, existența unor aplicații software care să permită reducerea erorilor în diagnoza și stabilirea tratamentelor pacienților, creșterea nivelului de educație sanitară și a gradului de accesibilitate la informația medicală, furnizarea acesteia la distanță etc. În contextul integrării europene, în sistemul național de sănătate se constată luarea unor măsuri concrete pentru în vederea alinierii la aceste tendințe internaționale.

Conform unui studiu publicat de fundația HealthGrades [1], se estimează că în Statele Unite ale Americii 195.000 persoane mor anual din cauza erorilor medicale. O serie de statistici realizate în SUA în 2004 au reliefat faptul că unele erori medicale (ce puteau fi prevenite) au cauzat moartea a peste 98.000 persoane, iar 770.000 decese au fost provocate de administrarea greșită a medicamentelor [2]. Conform unui raport al Comisiei Europene din 2005, numărul persoanelor decedate în SUA din cauza erorilor medicale a fost mai mare decât numărul total al persoanelor care au murit de cancer la sân, SIDA sau accidente de mașină [3]. Pe de altă parte, un studiu din SUA a indicat faptul că aproximativ 25% din pacienți au avut reacții adverse la medicație; în multe cazuri acestea ar fi putut fi prevenite sau ameliorate [4]. De

asemenea, se înregistrează astfel de reacții și la pacienți aflați sub îngrijire primară, dar nu există prea multe studii în această direcție. Multe din aceste erori ar fi putut fi evitate utilizând tehnologia informațiilor [4]. Dar, în 2004 doar 3% din cele 64.000 spitale din SUA aveau integrat un sistem informatic care să permită administrarea înregistrărilor referitoare la pacienți (Hospital Information System – HIS) [2].

La ora actuală, în România, gradul de informatizare a sistemului sanitar este relativ redus, informația despre pacienți este dispersată la nivel de entități medicale, fișele pacienților nu sunt unitare și complete, și nu pot fi accesate online de personalul medical în caz de nevoie. În 2006 s-a adoptat legea nr. 95 privind reforma în domeniul sănătății, prin care se impune asigurarea existenței unui sistem informațional și informatic integrat pentru managementul sănătății publice. De asemenea, prin planul strategic al Ministerului Sănătății Publice pentru perioada 2008 – 2010 se are în vedere informatizarea sistemului de servicii de sănătate și urmărirea parcursului pacientului, precum și realizarea registrelor de boli cronice la nivel județean, regional și național. Dar, atât pe plan național, cât și pe plan internațional se pot evidenția o serie de situații care nu sunt rezolvate de sistemele existente. De exemplu, imposibilitatea de a obține informații vitale actului medical în cazul:

- persoanelor accidentate, care sunt inconștiente sau incapabile să transmită informații referitoare la starea lor medicală;
- persoanelor care călătoresc în alte țări și care, în caz de urgență medicală, nu vor putea oferi informații vitale actului medical din cauza barierei lingvistice.

Pe plan internațional există preocupări în domeniu, putându-se aminti propunerile de utilizare a unor smartcard-uri ce conțin informații specifice, de exemplu:

*ONKOCARD* – persoanele bolnave de cancer,  
*DIABCARD* – persoanele bolnave de diabet,  
*QUASINIERE* – pentru persoanele înregistrate în programe de dializă,  
*DEFICARD* – pentru bolnavi de inimă,  
*HEALTHCARD* – pentru femeile însărcinate,  
*PATIENTCARD* – pentru medicamentele prescrise unui pacient.

Dar aceste card-uri conțin informații specifice unei anumite boli. În plus, un sistem bazat pe card-uri nu asigură automat mobilitatea utilizatorului. Astfel, este necesar un reader de

smart card-uri care să suporte același standard. De asemenea, tehnologia bazată pe smart-card-uri poate fi scumpă. Prețul reader-elor de card-uri este relativ ridicat (pornind de la 25\$), mai ales dacă oferă facilități de securitate (250\$). Prețul card-urilor este, de asemenea, ridicat (în jur de 10\$-30\$). În unele cazuri, pentru fiecare smart card, se percep peste 100\$ pentru licența software. Astfel, chiar dacă aceste costuri vor scădea în timp, investiția inițială în aplicarea tehnologiei smart-card-urilor poate depăși 100.000 \$ pentru o instituție, cum este un spital care are câteva mii de angajați. Aceste costuri sunt prohibitive pentru instituțiile din domeniul medical, care se confruntă cu lipsa resurselor financiare [8].

În aceste condiții, echipa noastră de cercetare propune o soluție alternativă, de cost scăzut, sistemul informatic integrat pentru identificarea și monitorizarea pacienților – SIMOPAC, bazat pe tehnologii RFID și sisteme multi-agent.

#### A. Tehnologia RFID

Identificarea prin radiofrecvență (RFID - Radio Frequency Identification) sau proximitate face parte din categoria tehnologiilor de identificare automată (AutoID). Termenul de identificare automată, pe scurt automatic ID, descrie orice sistem dedicat identificării automate a unor entități. RFID reprezintă tehnologia de identificare a unei entități folosind undele radio. La ora actuală tehnologia RFID este cea mai avansată metodă tehnologică de achiziție automată a datelor, fiind din ce în ce mai mult acceptată pe măsură ce această tehnologie este înțeleasă și utilizată.

Sistemele bazate pe tehnologia RFID sunt compuse, în general, din trei componente:

- un cititor (reader);
- un transponder (tag sau etichetă de radiofrecvență);
- un calculator sau orice alt sistem de prelucrare a datelor.

Există mai multe tipuri de tag-uri, clasificate în funcție de diferite criterii, de exemplu, sursa de energie, frecvență etc.

#### B. Aplicarea tehnologiei RFID în domeniul medical

În momentul de față, pe plan internațional în domeniul medical, următoarele sectoare principale beneficiază de aplicarea tehnologiei RFID (Fig. 1):

- managementul articolelor medicale – se oferă posibilitatea de localizare rapidă a articolelor medicale mobile, se asigură o mai bună utilizare a acestora, cu reducerea pierderilor și, implicit, a noilor achiziții, concomitent cu reducerea considerabilă a timpului pierdut de personalul medical pentru căutarea echipamentelor [5];
- îngrijirea pacienților – posibilitatea de identificare corectă a pacienților și de localizare a acestora în orice moment de timp poate duce la o creștere a siguranței acestora (de exemplu, în cazul pacienților bolnavi de Alzheimer), dar și la o mai bună gestionare a paturilor din cadrul unei unități spitalicești [6];
- managementul medicamentelor și al substanțelor periculoase – este foarte importantă trasabilitatea medicamentelor pentru eliminarea cazurilor de

contrafacere. Prin identificarea medicamentelor se poate obține o reducere semnificativă a erorilor în administrarea medicației pentru pacienții internați, putându-se asigura chiar verificarea dozajului prescris pentru un anumit pacient;

- managementul inventarului – posibilitatea de identificare rapidă a elementelor de inventar, de realizare într-un timp scurt a inventarului poate conduce la eliminarea situațiilor de „stoc 0”, optimizarea utilizării inventarului curent etc. [7].



Fig. 1. Exemple de aplicare a tehnologiei RFID în diferite sectoare din domeniul medical.

#### C. Agenți și sisteme multi-agent

Un agent inteligent este un sistem care are o mare flexibilitate în atingerea anumitor obiective, fiind capabil de acțiune autonomă pentru îndeplinirea obiectivelor planificate. Caracteristicile pe care trebuie să le aibă un agent sunt următoarele:

- *autonomie*: reprezintă abilitatea de a lua decizii asupra acțiunilor pe care urmează să le execute, fără o consultare continuă a utilizatorului. Astfel, un agent își poate controla propriile acțiuni independent de alte entități, interacționând cu acestea doar în cazul în care consideră că este necesar;
- *reactivitate*: abilitatea de a răspunde în timp util la schimbările dintr-un mediu dinamic și imprevizibil;
- *proactivitate*: abilitatea de a lua inițiativa, de a acționa prin anticiparea scopurilor viitoare, astfel încât să fie îndeplinite obiectivele sale.

În vederea atingerii obiectivelor, agenții au nevoie să interacționeze cu alți agenți similari, independenți. Această interacțiune poate varia de la simple comunicații, până la modalități mai elaborate de interacțiune socială. Acești agenți care cooperează, respectiv schimbă informații, alcătuiesc un sistem multi-agent. O serie de caracteristici ale sistemelor multi-agent le recomandă pentru utilizarea lor în domeniul medical, de exemplu:

- sistemele multi-agent permit interconectarea și interoperarea unor sisteme existente, care pot fi diferite unele de altele;
- oferă soluții pentru probleme distribuite pe arii geografice mari;
- permit integrarea informațiilor ce provin din surse informaționale distribuite;
- au abilitatea de a opera cu informații și cunoștințe;
- pot fi relativ ușor modificate, permițând extinderea facilă a unei aplicații, dar și o mai bună utilizare a resurselor disponibile.

#### D. Agenți în domeniul medical

Pe plan internațional există o serie de consorții transnaționale care se ocupă de informatizarea serviciilor medicale, inclusiv prin aplicarea tehnologiilor agent. Astfel, se disting: **AgentCities** ([www.agentcities.org](http://www.agentcities.org)), adresată unor diverse domenii, inclusiv medical; **BHN** (Baltic Health Network - Norvegia, Suedia, Lituania, Estonia); **EVISAND** (Spania) etc.

## II. PREZENTAREA SISTEMULUI SIMOPAC

Scopul sistemului SIMOPAC este de a opera în mediul medical distribuit și, în particular, de a rezolva problemele legate de identificarea și monitorizarea pacienților pe baza celor mai noi tehnologii aplicabile în domeniu: identificare în radio-frecvență (Radio Frequency IDentification), rezolvarea colaborativă a problemelor în mediu distribuit (tehnologii inteligente multiagent) și asigurarea unei infrastructuri de comunicații care să permită accesul multi-punct la informația medicală vehiculată în sistem.

Obiectivele majore ale sistemului SIMOPAC sunt:

- eficientizarea procesului de management al informației medicale;
- creșterea calității serviciilor medicale prin aplicarea pe scară largă a tehnologiilor informaționale de nivel înalt;
- creșterea nivelului de informatizare a sistemului de sănătate românesc, în vederea asigurării corelării acestuia cu cerințele impuse de UE în domeniu;
- eliminarea constrângerilor legate de localizarea fișei medicale în format tipărit și facilitarea accesului la aceasta;
- creșterea calității și eficienței activității de informare a cetățeanului.

În cadrul sistemului se propune ca identificarea pacienților să se realizeze pe baza informațiilor stocate într-o *Carte de Identitate electronică Personală* (CIP). Aceasta se va

implementa prin utilizarea tehnologiilor RFID în care purtătorul informației este un transponder (tag) – chip electronic cu memorie. Pentru sistemul propus, CIP-urile vor memora elementele de identificare ale persoanei, informații medicale minimale privind starea de sănătate, eventuale specificații necesare în actul medical de urgență etc. Pentru implementarea pe scară largă a sistemului, se propune utilizarea unor tag-uri pasive, de cost scăzut. În cadrul sistemului SIMOPAC, reader-ele ce vor fi utilizate pentru citirea/scrierea informațiilor de pe/pe CIP vor putea fi atașate unor echipamente de tip PC sau PDA, constituind astfel cititoare fixe, respectiv mobile. Reader-ele pot fi utilizate de medicii de familie, specialiști, laboratoare de analize medicale, farmacia, secții spitalicești etc. Pentru asigurarea unui grad ridicat de mobilitate în cadrul sistemului se vor utiliza cititoare mobile. De exemplu, se propune folosirea lor în ambulanțe pentru obținerea rapidă în situații de urgență a informațiilor vitale, în care orice întârziere sau decizie necorespunzătoare poate avea consecințe grave asupra pacientului critic.

Structura sistemului propus este prezentată în Fig. 2.

Se consideră că sistemul va fi ierarhizat pe trei nivele:

- Nivel regional;
- Nivel local;
- Nivel de culegere date.

La dezvoltarea sistemului se va acorda o atenție deosebită securității sistemului, precum și respectării standardelor medicale (HL7, EHR etc.).

Echipa de cercetare își propune proiectarea și dezvoltarea următorilor agenți:

- Agenți de interfață – care să furnizeze îndrumare în cadrul sistemului; astfel de agenți vor prezenta utilizatorului o interfață grafică către sistemul multiagent, vor iniția o căutare sau vor arăta utilizatorului rezultatele unei interogări;
- Agent broker – agentul care va cunoaște toate capacitățile sistemului; prin intermediul lui utilizatorul va putea comunica cu agenții sau va putea realiza o căutare generală printre toți agenții;
- Agent doctor – va păstra profilul unui anumit doctor și, în funcție de drepturi, va fi capabil de realizarea unor acțiuni în sistem;
- Agent de administrare – va implementa administrarea medicală, cum ar fi împărțirea sarcinilor sau cooperarea dintre departamente și agenți;
- Agent controller – va controla întreg sistemul și va media conflictele dintre agenți;
- Agent bază de date – va controla accesul la o bază de date ce conține înregistrările medicale despre un pacient; toate comunicațiile dintre acest agent, doctor și pacient vor fi criptate.

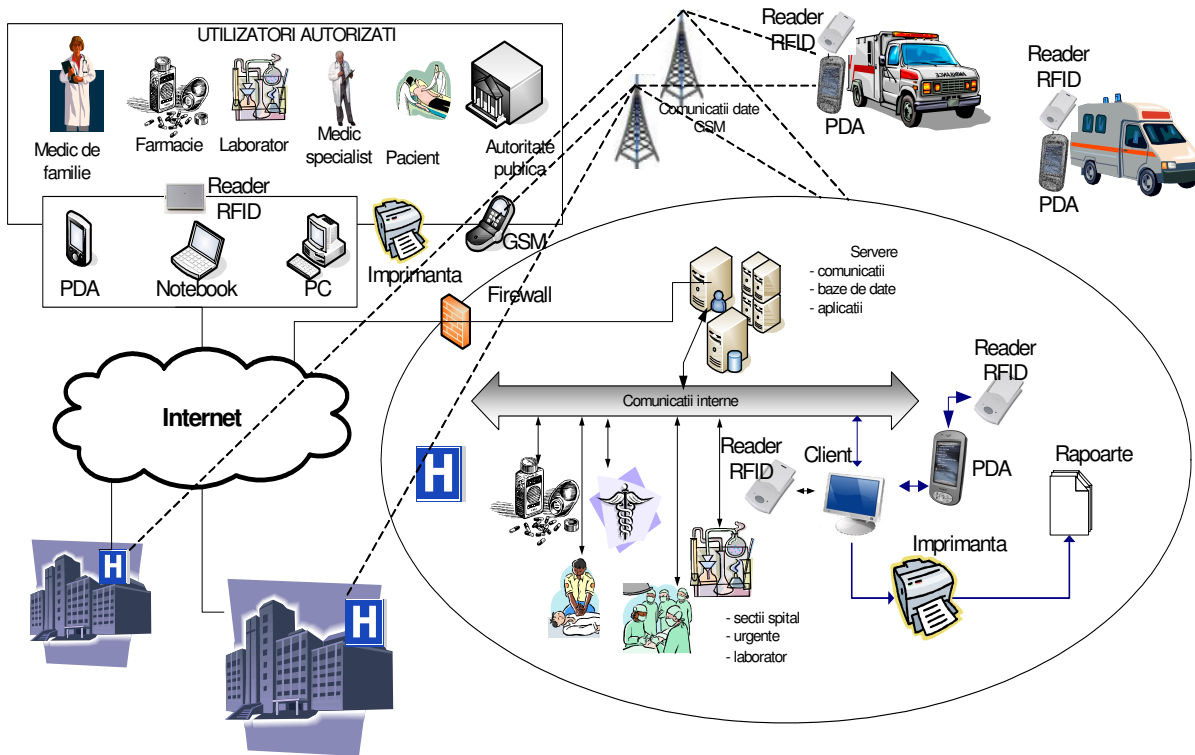


Fig. 2. Structura sistemului SIMOPAC.

În urma analizei unor platforme multi-agent existente (Jade [Telecom Italia Group, 2007], JACK [Agent Oriented Software Pty. Ltd., 2006], AgentBuilder [Acronymics, Inc., 2006], Aglet [IBM Research, 2002], etc.), pentru implementarea agenților din cadrul sistemului SIMOPAC s-a optat pentru platforma multi-agent Jade (Java Agent Development Framework), datorită multiplelor avantaje oferite, printre care se pot aminti: oferă suport pentru dispozitive handheld, este scalabilă, oferă facilități de dezvoltare și depanare etc.

### III. CONCLUZII

La ora actuală creșterea calității serviciilor medicale nu poate fi obținută fără a se utiliza sisteme software complexe, care să rezolve în primul rând existența multipunct a informației medicale referitoare la un pacient. Structura sistemului propus se bazează pe tehnologii RFID și multi-agent, sinergia acestora permițând implementarea unei serii de funcționalități ce permit creșterea accesului la informația medicală, reducerea erorilor în diagnoză și stabilirea tratamentului pacienților, rezolvarea problemei distribuției informației pe arii geografice mari etc.

Adoptarea unor standarde comune la nivel internațional poate avea beneficii major în ceea ce privește asigurarea serviciilor medicale de urgență în condițiile liberei circulații a persoanelor.

### MULȚUMIRI

Sistemul prezentat în cadrul acestei lucrări face obiectul contractului nr. 11-011, intitulat *Sistem informatic integrat*

pentru identificarea și monitorizarea pacienților, finanțat în cadrul competiției naționale de proiecte de cercetare PNCDI II, Parteneriate, sesiunea 2007. Pe această cale, autorii doresc să aducă mulțumiri tuturor celor care s-au implicat în materializarea acestei propuneri de proiect.

### REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- [1] California HealthCare Foundation, New England Journal of Medicine, www.chcf.org
- [2] Jonathan Collins, "RFID Remedy for Medical Errors", RFID Journal, 2004, <http://www.rfidjournal.com/article/view/961/1/1>
- [3] Veli N. Stroetmann, Jean-Pierre Thierry, Karl A. Stroetmann, Alexander Dobrev, "Impacts of ICT on Patient Safety and Risk Management", eHealth for Safety Report, European Commission, Information Society and Media, 2007
- [4] Quoted in BMA Board of Science, Reporting adverse drug reactions. A guide for healthcare professionals, 2006
- [5] <http://www.rfidhealthcare.com/rfid-healthcare-asset-management-solutions.aspx>
- [6] <http://www.rfidhealthcare.com/rfid-patient-healthcare-solutions.aspx>
- [7] <http://www.rfidhealthcare.com/rfid-healthcare-inventory-control-solutions.aspx>
- [8] David Chadwick, "Smart Cards Aren't Always the Smart Choice", IEEE Computer, 32(12), 1999