

# Soluție bazată pe tehnologia RFID pentru identificarea și monitorizarea pacienților

Remus Cătălin PRODAN, Cristina Elena TURCU, Tudor CERLINĂ, Marius CERLINĂ

**Abstract**—Soluția prezentată propune utilizarea tehnologiei RFID pentru identificarea pacienților, atunci când aceștia intră în contact cu personalul medical. În acest sens, tag-ul RFID al pacientului va memora datele de identificare ale pacientului, dar și o serie de informații legate de eventualele boli grave ale pacientului, precum și informații securizate legate de istoricul pacientului. Această abordare asigură identificarea pacientului, chiar aflat în situații critice și, în același timp, informează medicul de pe ambulanță despre bolile pe care le are pacientul, evitând administrarea unei medicații de urgență, incorectă.

**Index Terms**—RFID tag, sistem medical, EMR, HL7, ambulanță, urgență

## I. INTRODUCERE

Tehnologia RFID reprezintă o soluție de identificare a unei entități pe baza undelor radio. Tehnologia poate fi utilizată pentru identificarea, urmărirea și localizarea unei game largi de entități, inclusiv pacienți. Datorită faptului că acest tip de tehnologie este dificil de falsificat, RFID asigură un grad înalt de securitate. Astfel, RFID este considerată o tehnologie flexibilă, convenabilă, ușor de folosit și potrivită operațiilor automate. Aceasta oferă avantaje care nu se regăsesc la alte tehnologii de identificare.

Deși, în practică, tehnologia nu este complet nouă, majoritatea aplicațiilor sunt în faza de explorare. Interesul pentru RFID există în foarte multe sectoare ale vieții de zi cu zi, iar în Europa au început să fie făcute tot mai multe încercări pentru punerea în practică a unor aplicații care exploatează această tehnologie. Un domeniu ce poate beneficia de avantajele acestei tehnologii îl reprezintă sistemul medical.

Un sistem de bază RFID este constituit din trei componente:

- un transponder (tag RFID), programat electronic, ce va conține informații unice;
  - un reader RFID - ce transmite semnale în radiofrecvență;
  - antenă sau bobină (folosită pentru transmiterea semnalelor radio dintre reader și dispozitivul RFID).
- Suplimentar acestui echipament de bază, sistemul RFID poate include și un software specific.

Tag-ul sau transponder-ul RFID (nume derivat din termenii de transmițător și responder) reprezintă o etichetă compusă dintr-un microcip de memorie și o antenă (Fig. 1).

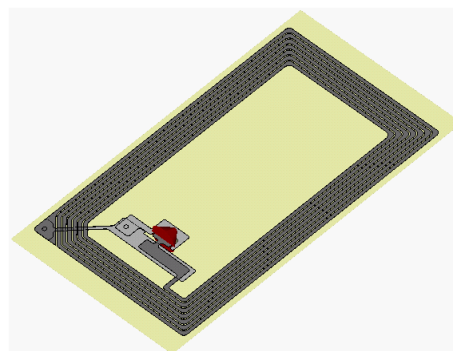


Fig. 1. Transponder RFID.

Unul din cei mai importanți parametri în utilizarea tag-urilor este reprezentat de capacitatea memoriei disponibile. Ținând seama de acest aspect se poate ajunge la o soluție mixtă de stocare a datelor, astfel:

- datele vitale vor fi memorate, în clar, pe transponder;
- datele suplimentare, vor fi accesate pe baza unei machete, identificate prin intermediul TAG-ului, accesând un site specializat.

Această tehnică a fost adoptată în cadrul soluției propuse, astfel încât personalul medical poate dispune de date în clar, pe baza citirii conținutului tag-ului, sau de date suplimentare, accesând site-ul SIMOPAC, a cărui adresă este stocată pe transponder.

## II. ARHITECTURA SISTEMULUI

Sistemul propus, denumit SIMOPAC, permite o monitorizare reală a pacienților, pe baza tag-urilor RFID personale (denumite, în continuare CIP – Carte de Identitate electronică Personală), oferind posibilitatea obținerii rapide a unor informații privind starea de sănătate a purtătorului tag-ului RFID (pacient).

Soluția propusă, având arhitectura conform Fig. 2, integrează mai multe module, necesare în cadrul monitorizării pacientului, atât în medii EMR (Electronic Medical Record) standardizate, cât și în cadrul sistemelor nonEMR.

Singura condiție, impusă de către sistem, o constituie existența unui reader RFID conectat la o stație de lucru, restul modulelor din sistem, fiind implementate în java, nu impun restricții majore privind sistemul de operare.

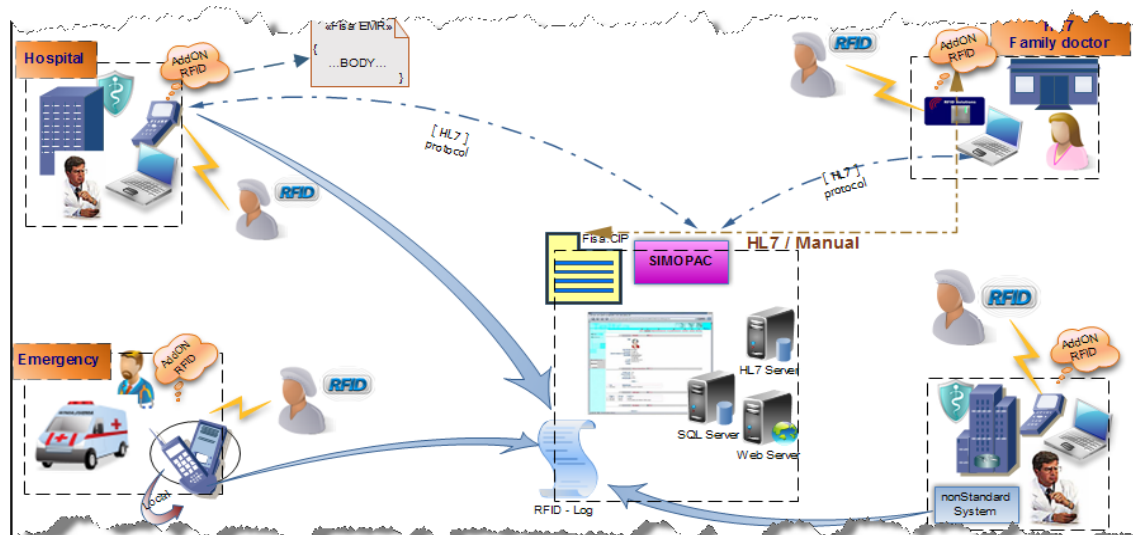


Fig. 2. Arhitectura generală a sistemului SIMOPAC.

În continuare sunt descrise, pe scurt, modulele componente ale sistemului SIMOPAC.

#### A. Modulul de management al utilizatorilor

Managementul utilizatorilor are rolul de a gestiona utilizatorii sistemului SIMOPAC, un sistem alcătuit din module diferite, cu entități diferite și drepturi de acces diferite.

Pentru a se elimina posibilitatea de acordare abuzivă a drepturilor de acces la informațiile furnizate de către sistemul SIMOPAC, accesul la aplicația de gestiune a utilizatorilor se realizează pe bază de nume și parolă. Parolele trimise pe Internet sunt, în prealabil, criptate. De asemenea, toate informațiile importante (utilizatori, parole etc.) sunt criptate, înainte de a fi stocate în baza de date. Un exemplu de operare în cadrul modulului de management a utilizatorilor poate fi urmărit în Fig.3.



Fig. 3. Editarea drepturilor de acces în managementul utilizatorilor.

#### B. Modulul de vizualizare a fișei pacient

Modulul VizEMR-PC, are drept scop vizualizarea, pe stația PC, a fișei medicale electronice a unui pacient care a fost

identificat pe baza tag-ului RFID (CIP-ului) sau a identificatorului pacientului imprimat pe CIP. Acest modul poate fi utilizat atunci când se citește CIP-ul la o unitate medicală și apoi se dorește obținerea mai multor informații despre pacient. În acest scop, modulul asigură afișarea informațiilor în limba solicitată de către utilizator. De asemenea, se asigură și generarea facilă a rapoartelor personalizate, cu posibilitatea exportului în diferite formate, precum și listarea acestora la imprimantă.

Acest modul pune la dispoziția utilizatorilor următoarele facilități:

- un editor pentru crearea modelului de raport corespunzător fișei medicale electronice. Modelul de raport va fi creat o singură dată, de către personalul medical calificat, pe baza fișei medicale electronice a sistemului EHR/EMR. Acest model va conține toate sau doar o parte din câmpurile fișei medicale specifice unității EHR/EMR și va putea fi tradus în mai multe limbi de circulație. Operația de traducere facilitează colaborarea dintre unitățile medicale din țări diferite.
- un generator de rapoarte. Generatorul de rapoarte va fi responsabil cu realizarea următoarelor operații:
  - o completarea modelului de raport cu informații preluate din fișa medicală a unui pacient. Extragerea informațiilor din fișa medicală se realizează cu ajutorul unor comenzi HL7 dedicate;
  - o generarea raportului (XML, CVS, MDB etc.) în limba solicitată de către utilizator.

Accesul la aplicația utilizată pentru crearea modelului de raport corespunzător fișei medicale electronice se realizează pe bază de nume și parolă. Comunicația client-server este sigură, parolele trimise pe Internet fiind, în prealabil, criptate la client. De asemenea, accesul la diferitele facilități oferite de VizEMR-PC se realizează în concordanță cu drepturile setate pentru utilizatorul conectat. Drepturile de acces sunt stabilite cu ajutorul aplicației de gestiune a utilizatorilor.

### III. ORGANIZAREA DATELOR PE TAG-UL RFID. MODULUL DE ADMINISTRARE ȘABLOANE

Structurarea datelor s-a realizat la nivelul transponderului (CIP), pe baza unui șablon. În afara datelor structurate pe baza șablonului, pe tag se mai memorează, în clar, informații vitale, ce pot fi accesate la o simplă citire a CIP-ului. Accesarea șablonului se va face pe baza adresei URL, înscrisă pe CIP. La adresa respectivă se va permite descărcarea unei aplicații „add-on”, care va putea fi folosită pentru accesarea reader-ului, oferind astfel personalului medical accesul la datele de pe CIP.

Această secțiune a aplicației este concentrată pe crearea șabloanelor utilizate pentru structurarea informațiilor pe fișa CIP a pacientului. În cadrul fișei CIP a pacientului, se vor identifica două zone cu informații despre pacient. În prima zonă, se vor găsi informații de primă urgență, vizibile în clar, informații pe baza cărora se identifică pacientul și eventualele boli grave de care suferă. Trebuie spus că această primă secțiune, este cu un format impus și necriptat. A doua secțiune a CIP-ului conține date care pot fi interpretate doar dacă există șablonul definit la înscriere. În plus, se poate obține și traducerea acestor informații, dacă personalul ce a creat șablonul și fișa CIP a realizat traducerea respectivă. Traducerea va fi disponibilă într-un format XML, ușor de transferat și citit.

De asemenea, trebuie precizat faptul că în cadrul acestui modul sunt dezvoltate instrumente prin intermediul cărora se permite editarea șablonului. Pe baza acestui șablon se va construi fișa CIP, corespunzătoare unui sau mai multor pacienți, în funcție de politica unității medicale, unde sunt create fișele respective.

Unul dintre avantajele structurării informațiilor conform unui șablon este dat de faptul că informațiile ce urmează a fi înscrise în fișa CIP sunt traduse o singură dată. Pe lângă acest prim avantaj se mai pot aminti și altele, de exemplu:

- pentru un grup țință de pacienți se folosește același șablon, deoarece toți vor avea înscrise același tip de date în fișa CIP;
- se permite o mai bună organizare a datelor ce urmează a fi înscrise în CIP;
- interpretarea fișei CIP a unui pacient se va face mai ușor dacă șablonul folosit de medicul curant a fost deja descărcat de pe server, odată cu cazul altui pacient;
- obținerea unui raport bun, de spațiu ocupat util comparativ cu spațiul necesar pentru delimitare;
- etc.

Șablonul este construit pe baza unor câmpuri definite prin nume și tip de dată. Tipurile de date uzuale sunt cele prezentate în Fig. 4, la care se mai pot adăuga și alte tipuri.

După cum se observă și în Fig. 4, fiecare tip de dată are, pe lângă un nume, și un format de afișare, care va fi folosit de către modulul plugin, pentru afișarea corectă a informației. Interpretarea formatului de afișare este următoarea:

- (A/\_ ) – pot apare caractere litere (A...Z), cât și alte caractere ASCII afișabile ( \_ ) ;
- [+](9) – pot apare simbolurile + sau – , element opțional

[+], urmate de cifre (9);

- [+](9)[(9)] – pot apare simbolurile + sau – , element opțional [+], urmate de cifre (9). În acest format mai poate apare și simbolul virgula (punct zecimal [(9)] ) , urmat evident de alte cifre;

- yyyy-mm-dd – formatul deja impus pentru afișarea unei date calendaristice (y – year, m – month, d – day) ;

- hh/mm/ss – formatul deja impus pentru afișarea timpului (h – hour, m – minute, s – second) ;

- yyyy-mm-dd hh/mm/ss – format bazat pe formatele descrise anterior.

| idTip | numeTip | formatAfișare |
|-------|---------|---------------|
| 1     | String  | (A/_ )        |
| 2     | Intreg  | [+](9)        |
| 3     | Real    | [+](9)[.(9)]  |
| 4     | Data    | yyyy-mm-dd    |
| 5     | Timp    | hh/mm/ss      |

Fig. 4. Tipuri de date utilizate în crearea șabloanelor.

În cadrul descrierii șablonului, la nivel de câmpuri, se va mai folosi și un index, pe baza căruia se poate realiza ordonarea dorită a câmpurilor.

Atunci când în sistem există cel puțin o fișă CIP asociată șablonului, nu mai există posibilitatea de a edita șablonul curent, decât dacă este construit un alt șablon pe baza primului.

| « SIMOPAC - CIP »                 |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| { ID in baza de date EHR / EMR }  |                                |
| «Language»<br>EN                  | «Language»<br>RO               |
| ID_Field_#1<br>{ Description #1 } | ID_Camp_#1<br>{ Descriere #1 } |
| ID_Field_#2<br>{ Description #2 } | ID_Camp_#2<br>{ Descriere #2 } |
| ID_Field_#3<br>{ Description #3 } | ID_Camp_#3<br>{ Descriere #3 } |
| .....                             | .....                          |

Fig. 5. Fișa CIP descrisă pe baza șablonului și traducerilor disponibile.

După construirea șablonului, următoarea fază este de traducere a câmpurilor, traducere ce va fi memorată într-un format XML, stocat în baza de date a sistemului. În acest fișier XML, pentru câmpurile șablonului selectat se pot realiza oricâte traduceri sunt necesare (în limbile străine de interes). În momentul în care un medic din sistem, vizualizează fișa CIP a pacientului, el va putea accesa și informațiile structurate în fișa CIP, pe baza șablonului construit și tradus. În acest moment aplicația plugin va face traducerea câmpurilor, automat (pe baza localizării) sau manual, la dorința medicului, utilizând traducerea descărcată odată cu șablonul asociat fișei CIP a pacientului, ca în Fig. 5.

Accesarea șablonului se face de către modulul „add-on”, descărcabil de pe site-ul oficial al aplicației SIMOPAC, site indicat ca și adresă URL chiar pe partea vizibilă a TAG-ului RFID, conform Fig. 6.

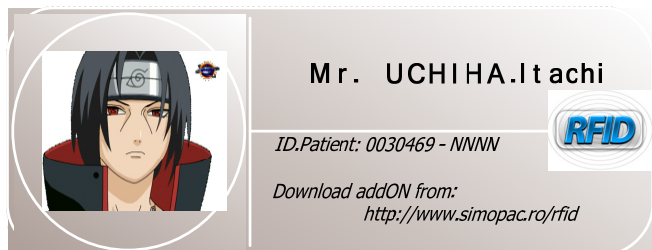


Fig. 6. Partea vizibilă a CIP-ului.

După accesarea modulului „add-on”, acesta va realiza următoarele acțiuni:

- caută să identifice în sistem un reader RFID, acceptat de sistem;
- dacă identifică un astfel de reader, va accesa baza de date SIMOPAC, pentru a descărca șablonul și traducerea acestuia;
- pe baza acestor informații și folosind funcția de localizare, va afișa șablonul tradus împreună cu datele extrase de pe fișa CIP (transponderul local).
- nu în ultimul rând, după investigarea pacientului, tot cu ajutorul modulului add-on, vor fi trimise rezultate/concluzii către zona de log-uri a serverului SIMOAPC. Acest lucru este vizibil în Fig. 7.

Completarea fișei CIP a pacientului, împreună cu crearea sau administrarea șablonului/șabloanelor, revine medicului curant al pacientului.

#### IV. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE SOLUȚIEI

Sistemul, propus și implementat, este capabil să asigure o interfață către diferitele zone ale serviciilor medicale, cum ar fi:

- serviciul de medicină de familie,
- serviciul de analize medicale,
- serviciul de spitalizare,
- serviciul de urgențe,
- etc.

Atunci când sistemul propus interacționează cu un alt sistem EMR complet, integrarea va fi optimă. În cazul în care unitatea medicală nu folosește un astfel de sistem, va fi totuși posibilă utilizarea sistemului SIMOPAC, dar fără facilitățile obținute de la un sistem EMR (de exemplu, importul direct al datelor referitoare la pacienți),

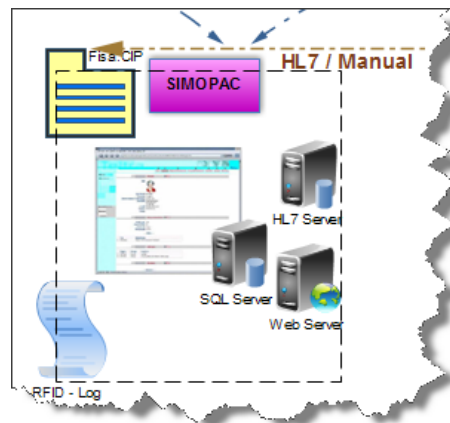


Fig. 7. Zona de log-uri (istoric) a serverului SIMOPAC.

#### REFERINTE

- [1] *Examples of AIDC*, <http://www.rfidgazette.org>, 2005
- [2] Bhuptani Manish, Moradpour Shahram, *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Prentice Hall, 2005
- [3] Himanshu Bhatt, Bill Glover (2006), *RFID Essentials*, O'Reilly
- [4] Sandip Lahiri (2005), *RFID Sourcebook*, Prentice Hall PTR, 2005
- [5] Klaus Finkenzeller (2003), *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, Second Edition, John Wiley & Sons
- [6] IBM (2003), *Smart tags: RFID becomes the new bar code*, Executive technology report, [ibm.com/bcs](http://ibm.com/bcs)
- [7] David Dressen, *Considerations for RFID Technology Selection*, Atmel Applications Journal, [http://www.atmel.com/dyn/resources/Prod\\_documents/secrerf\\_3\\_04.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/Prod_documents/secrerf_3_04.pdf)
- [8] *What is Radio Frequency Identification (RFID)?*, <http://www.peacocks.com.au/about-rfid.htm>
- [9] Cr. Turcu, Co. Turcu, *Sistem informatic integrat pentru identificarea și monitorizarea pacienților - SIMOPAC*, Seminarul „Sisteme distribuite”, Suceava, 2008
- [10] Cristina Turcu, Remus Prodan, Marius Cerlincă s.a. (2007), *Information Storage on RFID Tags: Some Structural Optimizing Solutions*, RFID Eurasia, 2007, ISBN: 978-975-01566-0-1