

**RST Etapa II/2015 – Proiectare și implementare SIACT. Teste preliminare
în laborator. Diseminare rezultate**

Etapa II/2015

**RST – Proiectare și implementare SIACT. Teste preliminare în laborator.
Diseminare rezultate**

**Valoare buget: 222.731,10 lei
Valoare cofinanțare: 17.962,00 lei**

Activități:

- 1. Implementare subsistem telemonitorizare parametri fiziologici - componenta hardware**
- 2. Implementare subsistem telemonitorizare parametri fiziologici - proiectare componenta software**
- 3. Proiectare și implementare subsistem comunicare cu comutator mecanic**
- 4. Proiectare și implementare subsistem comunicare prin detecția privirii cu ajutorul analizei video a deplasării globilor oculari - componenta hardware**
- 5. Proiectare și implementare subsistem supraveghetor - componenta hardware**
- 6. Proiectare și implementare subsistem supraveghetor - componenta software**
- 7. Implementare baze de date pentru serverul SIACT**
- 8. Proiectare și implementare protocoale de comunicații pentru serverul SIACT**
- 9. Diseminare rezultate**
- 10. Participare la manifestări tehnico-stiințifice din domenii specifice proiectului**

Obiectivul principal al proiectului SIACT constă în realizarea cercetărilor privind proiectarea și implementarea practică la nivel de prototip funcțional și testabil a unui sistem de asistare pentru persoane cu afecțiuni neuromotorii severe, care asigură comunicarea bidirecțională cu aceste persoane, realizând în același timp telemonitorizarea parametrilor fiziologici vitali ai pacienților. Sistemul va include două componente: una pentru comunicare și a doua pentru telemonitorizare, care utilizează practic același hardware (cu excepția senzorilor pentru captarea parametrilor fiziologici) și o mare parte din software.

Conform cu planul de lucru al contractului SIACT, coordonatorul de proiect (CO - TUIASI), pe baza obiectivelor și activităților specificate în planul de lucru, a stabilit sarcinile concrete ale fiecărui partener (P1 – UMF și P2 – RomSoft) precum și modul de colaborare și comunicare între parteneri. De la început s-a constatat că este absolut necesar ca activitatea să fie una de echipă, cu comunicare - colaborare permanentă, deoarece fiecare obiectiv include toate aspectele – tehnice (software și hardware), precum și medicale, astfel încât nu este posibilă realizarea unui obiectiv de către un singur partener, fără aportul celorlalți.

După stabilirea în prima etapă a structurii generale (hardware și software) și a parametrilor subsansamblelor sistemului, în cadrul Etapei II/2015, intitulată „**Proiectare și implementare SIACT. Teste preliminare în laborator. Diseminare rezultate**”, membrii echipei de cercetare au început implementarea subsansamblelor sistemului SIACT, conform activităților prevăzute în planul de realizare al proiectului:

1. Implementare subsistem telemonitorizare parametri fiziologici - componenta hardware;
2. Implementare subsistem telemonitorizare parametri fiziologici - proiectare componenta software;
3. Proiectare și implementare subsistem comunicare cu comutator mecanic;
4. Proiectare și implementare subsistem comunicare prin detecția privirii cu ajutorul analizei video a deplasării globilor oculari - componenta hardware;
5. Proiectare și implementare subsistem supraveghetor - componenta hardware;
6. Proiectare și implementare subsistem supraveghetor - componenta software;
7. Implementare baze de date pentru serverul SIACT;
8. Proiectare și implementare protocoale de comunicații pentru serverul SIACT;
9. Diseminare rezultate;
10. Participare la manifestări tehnico-stiințifice din domenii specifice proiectului.

Sistemul asistiv **SIACT** include trei subsisteme (Fig. 1):

1) **Subsistemul pacient**, format dintr-un laptop (tabletă sau alt dispozitiv similar) pentru comunicare și colectare date, precum și dintr-o rețea de senzori pentru captarea parametrilor fiziologici; în anumite cazuri se vor folosi ochelari speciali, cameră video în infraroșu și/sau electrozi montați în jurul ochilor;

2) **Subsistemul server**, care constă dintr-un calculator (uzual desktop) cu funcții de dispecer;

3) **Subsistemul supraveghetor** format dintr-un Smartphone (sau tabletă) pentru comunicare cu pacientul prin intermediul serverului.

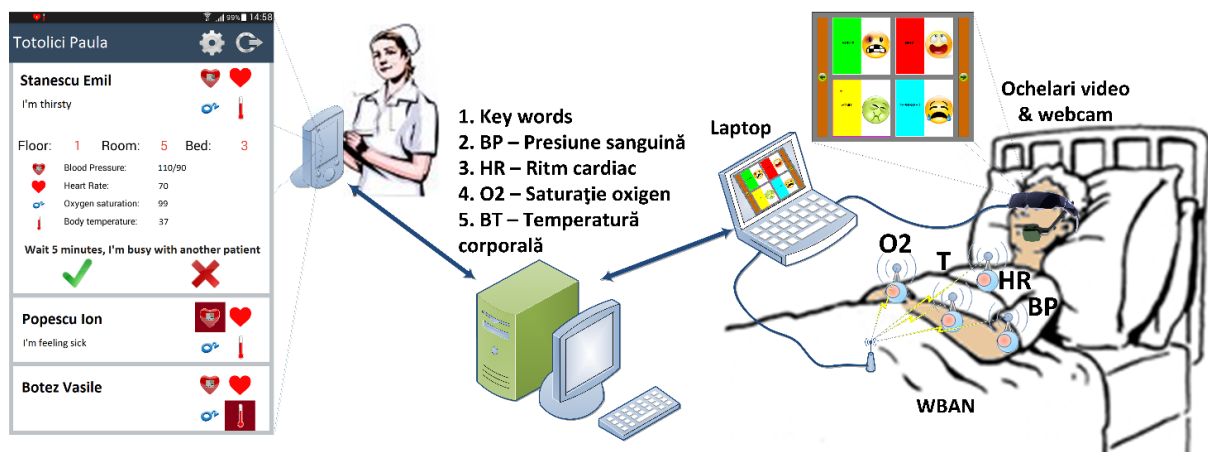


Fig. 1. Arhitectura sistemului SIACT

Conform planului de realizare al proiectului, Partenerul P1 – UMF a realizat **implementarea componentelor hardware și proiectarea componentei software a subsistemului pentru telemonitorizarea parametrilor fiziologici.**

Componenta hardware a rețelei de telemonitorizare include o rețea fără fir de dispozitive medicale pentru prelevarea parametrilor fiziologici selectați a fi monitorizați, al cărei nod central este cuplat cu unitatea de calcul a pacientului și prin aceasta la serverul de baze de date (Fig. 2 – 4). Informațiile colectate sunt stocate și analizate în server. Dacă se

constată depășirea unor nivele considerate periculoase, serverul, în urma analizei automate a datelor, alarmează supraveghetorul.

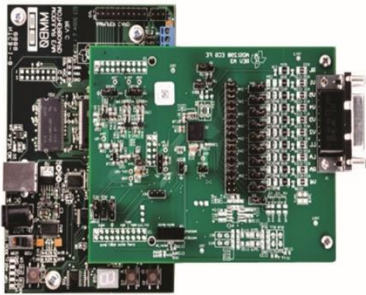


Fig. 2. ADS1298ECG front end demonstration kit



Fig. 3. AFE4400 SpO2 and HR evaluation module



Fig. 4. eZ430RF2500 wireless development kit

Alegerea parametrilor fiziologici care sunt monitorizați diferă în funcție de patologii, posibilități tehnice și financiare. Dintre aceste semnale s-au considerat doar cele relevante pentru afecțiunile frecvent telemonitorizate. Rețeaua de telemonitorizare utilizează o arhitectură de tip WBAN, care utilizează protocolul de comunicație SimpliciTI, în vederea monitorizării următorilor parametri fiziologici: **ritmul cardiac (pulsul – HR), saturația oxigenului din sânge (SpO2), reacția galvanică a pielii, presiunea arterială (PA), temperatura corpului, ritmul respirator.**

Componenta software a rețelei de telemonitorizare este implementată cu ajutorul microcontrolerului MSP430F2274 de pe modulul eZ430 – RF2500. Aplicația de telemonitorizare realizează următoarele funcții:

- preia datele de la modulele de prelevare a semnalelor prin intermediul interfețelor seriale sau a convertoarelor A/D;
- realizează automat analiza datelor achiziționate și calculul parametrilor fiziologici;
- se conectează periodic la calculatorul pacientului prin *Access Point*, unde descarcă valorile numerice ale parametrilor monitorizați.

Coordonatorul proiectului (TUIASI) a realizat **proiectarea și implementarea subsistemului de comunicare cu comutator mecanic** (Fig. 5 – 6).

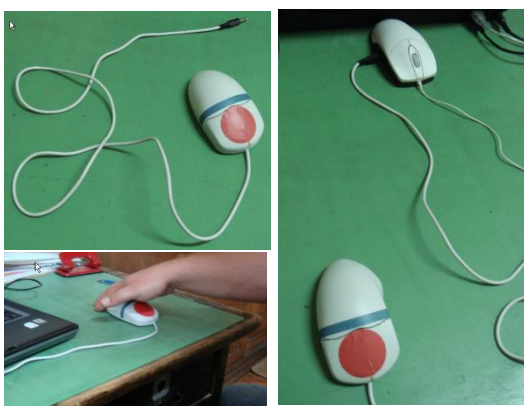


Fig. 5. Comutator mecanic realizat dintr-un mouse



Fig. 6. Câteva tipuri de comutatoare mecanice pentru sistemul SIAC

Această componentă de comunicare a sistemului propus asigură *comunicarea bidirecțională* cu pacienții cu afecțiuni neuromotorii severe prin intermediul tehnologiei cuvintelor/caracterelor cheie (KW): pacientului i se prezintă, în succesiune, cuvinte cheie, ideograme sau caractere alfanumerice, iar acesta selectează pe cel dorit, folosind un comutator mecanic adaptat gradului său de invaliditate (prin presiune - *USB switch, sip/puff breeze with headset, mini pal pad, wobble switch, ribbon swich*). În aceste scopuri se folosește o unitate de calcul pe ecranul căreia se derulează seturi de cuvinte cheie și/sau ideograme. Cuvântul/caracterul selectat se transmite calculatorului server și de aici la unitatea de calcul mobilă a îngrijitorului. În funcție de situație, îngrijitorul răspunde, iar răspunsul acestuia se transmite pacientului.

În cadrul Etapei nr. II/2015, Coordonatorul TUIASI a realizat **proiectarea și implementarea componentei hardware a subsistemului de comunicare prin detecția privirii cu ajutorul analizei video a deplasării globilor oculari** (Fig. 7).

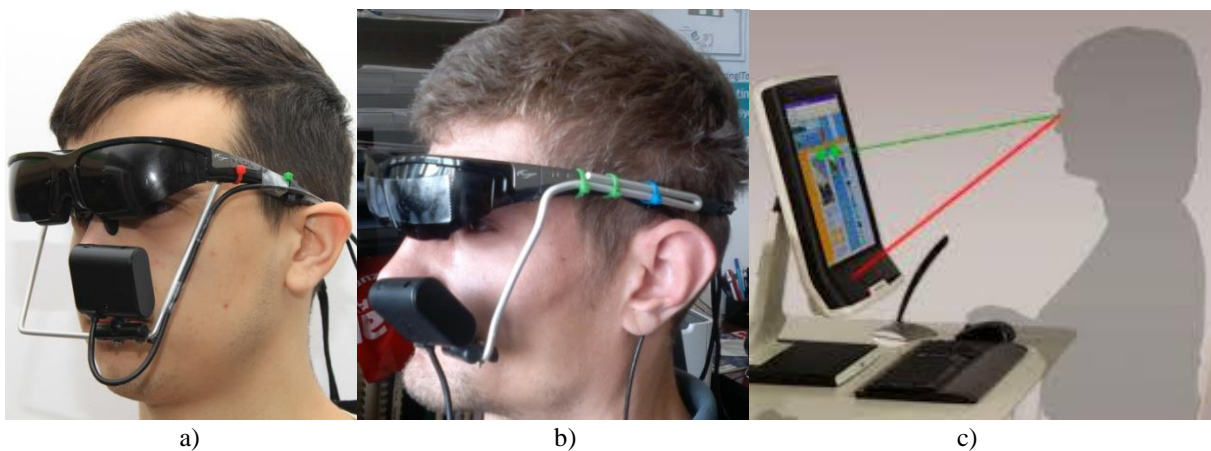


Fig. 7. Componenta hardware subsistemului de comunicare prin detecția privirii cu ajutorul analizei video a deplasării globilor oculari – ochelari video pentru vizualizarea ecranului utilizatorului (a, b); camera video în infraroșu (a, b); calculatorul pacientului și poziția utilizatorului în fața ecranului (c)

Acest sistem include o cameră video în infraroșu, care preia imaginea ochiului folosind tehnica pupilei negre („*dark pupil technique*”) pentru a demarca cât mai bine pupila, față de iris și scleră. Imaginile furnizate de videocameră sunt preluate de sistemul de calcul al pacientului în vederea analizei video. Acestea sunt procesate în timp real, cadru cu cadru, în vederea detecției coordonatelor centrului pupilei. Maparea între coordonatele centrului pupilei și coordonatele cursorului pe ecranul pacientului se face prin intermediul unei funcții matematice neliniare. Coeficienții optimi ai acestei funcții, care sunt dependenți de pacient (fiziologia ochiului), condițiile de iluminare se determină în etapa de calibrare a sistemului, care precede punerea în funcție a acestuia.

Coordonatorul TUIASI a realizat în cadrul acestei etape **proiectarea și implementarea componentelor hardware și software ale subsistemului supraveghetor.**

Componenta hardware a subsistemului supraveghetor constă într-un Smartphone (sau o Tabletă) conectat prin rețeaua WI-FI (WLAN) la serverul sistemului SIACT (Fig. 8). Când situația permite, îngrijitorul se poate afla în afara clădirii în care este pacientul, deoarece Smartphone-ul poate comunica cu serverul prin rețeaua Internet.

Componenta software a dispozitivului supraveghetorului implementată în sistemul de operare Android realizează următoarele acțiuni:

- recepționează mesajele transmise de pacienți, afișându-le sub formă de mesaj text sau audio;
- realizează transmiterea către pacienți a răspunsurilor supraveghetorului;
- afișează în permanență valorile parametrilor fiziologici telemonitorizați;

- realizează alarmarea supraveghetorului atunci când valorile normale ale parametrilor fiziologici telemonitorizați sunt depășite;
- afișează evoluția în timp a parametrilor fiziologici telemonitorizați de-a lungul perioadei de tratament a pacientului;
- afișează foaia de observație clinică generală a pacientului.

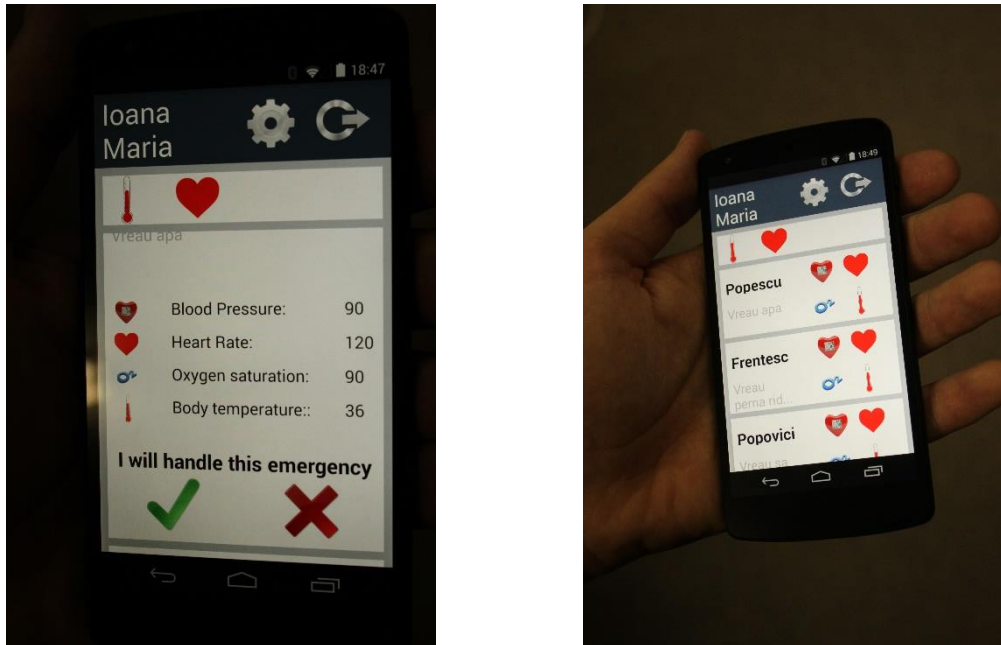


Fig. 8. Dispozitivul supraveghetorului – Smartphone

Structura software a sistemului SIACT include bazele de date de la server, precum și protocoalele de comunicații dintre *subsistemul pacientului* <==> *server* <==> *subsistemul supraveghetorului*.

În cadrul Etapei II/2015, Partenerul P2 – RomSoft a realizat **implementarea bazei de date pentru serverul SIACT** (Fig. 9). Aceasta include: Tabela definiție în baza de date (*Tabela Utilizatori*), Tabela Ideograme, Tabela Propoziții, Fișa pacient, Medicații, Istoric medical, Operații chirurgicale, Date senzori, Alarmer, Mesaje, Configurare (*Tabela Pacient Propoziții, Biosenzori, Pacient senzori*).

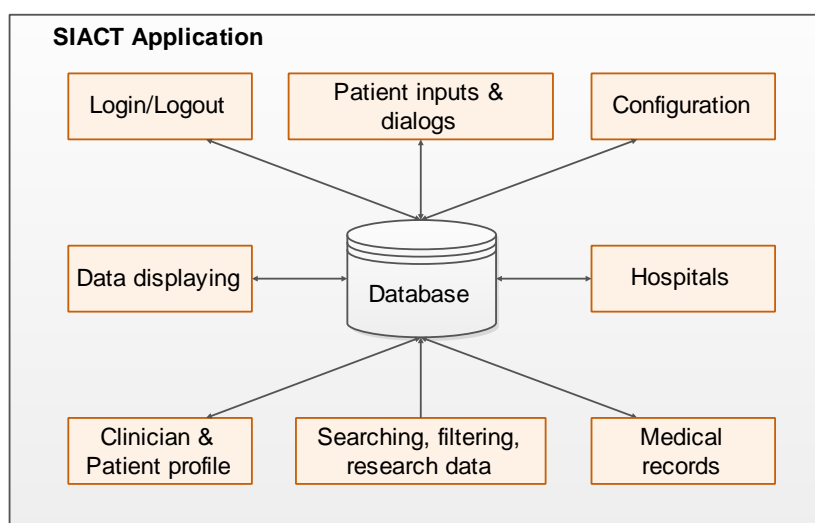


Fig. 9. Aplicația web care gestionează interacțiunea cu pacientul și cu administrarea datelor medicale

Partenerul P2 – RomSoft a realizat **proiectarea și implementarea protocoalelor de comunicații pentru serverul SIACT**. Acestea pot fi sintetizate astfel:

- implementarea metodei de comunicare prin ideograme (Fig. 10);
- implementarea bazei de date pentru ideograme;
- construirea propozitiilor;
- transmiterea mesajelor către pacient: realizarea paginii pacientului și a paginii supraveghetorului.

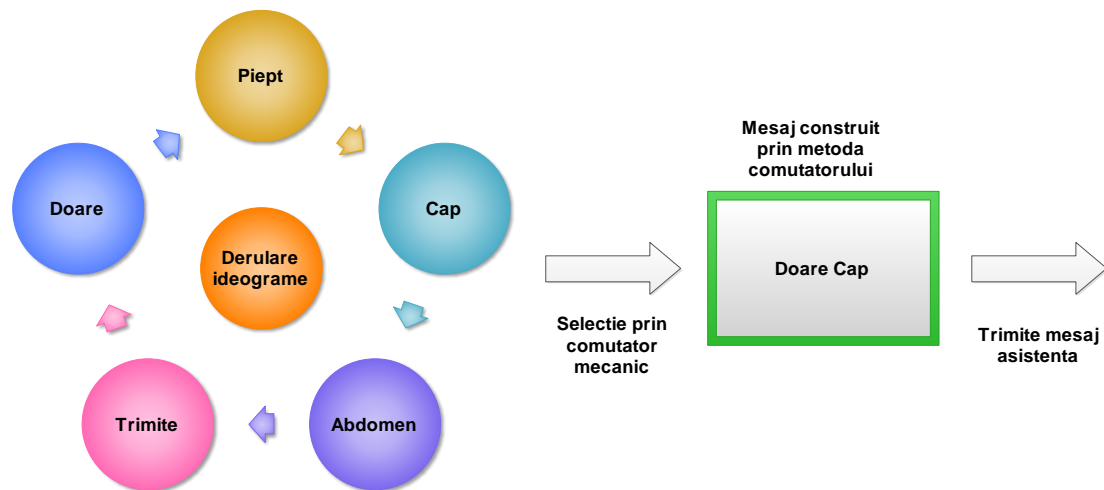


Fig. 10. Workflow-ul metodei ideogramelor

În cadrul Etapei nr. 2/2015, membrii echipei de cercetare SIACT au conceput un număr de **14 lucrări științifice**, care au fost prezentate la Simpozionul Internațional IEEE, **ISSCS 2015** (2 lucrări), Simpozionul Internațional IEEE **ISSE 2015** (4 lucrări), Simpozionul Internațional IEEE **SIITME 2015** (2 lucrări), Conferința Internațională **BIOMEPP 2015** (1 lucrare), Conferința Internațională **ATEE 2015** (1 lucrare) și la Conferința Internațională IEEE **EHB 2015** (4 lucrări).

Partenerul P1 – UMF și Coordonatorul proiectului (TUIASI) au organizat un workshop în domeniul tehnologiei asistive, intitulat „*Assistive technologies for people with disabilities*” în cadrul celei de a cincea ediții a „*International Conference on e-Health and Bioengineering*” (EHB 2015), organizată de Universitatea de Medicină și Farmacie „Grigore T. Popa” din Iași, în perioada 19-21 noiembrie 2015, sub egida IEEE.

Toate obiectivele Etapei de execuție nr. II/2015 și activitățile prevăzute au fost realizate în totalitate, conform cu planul de realizare al contractului SIACT.