

Numar contract: 315/2014

Nr. inregistrare: PT_770/16.09.2014

Cod proiect: PN-II-PT-PCCA-2013-4-2241

Asistent pentru persoane varstnice bazat pe modele de mobilitate (Mobile@Old)

Etapa 4/2017: Stabilirea cerintelor platformei

1.01.2017-31.30.09.2017

Rezultate etapa: Integrare și evaluare

Coordonator: Universitatea POLITEHNICA din București (UPB)

Parteneri: P1: Centrul IT pentru Știință și Tehnologie

P2: Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca

P3: Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava

Descriere proiect: Scopul principal al acestui proiect este de a dezvolta o platformă prietenoasă, adaptată nevoilor persoanelor vârstnice, pentru asistarea acestora și a-i ajuta să-și mențină un stil de viață sănătos. Platforma abordează problemele persoanelor vârstnice în corelare cu activitatea fizică desfășurată. Platforma Mobile@Old va supraveghea persoanele în vârstă, urmărindu-le activitatea fizică zilnică, supervizându-le parametri vitali (pulsul, ritmul cardiac, etc) și recomandându-le exerciții fizice adaptate profilului personal (medical și psihologic). Mobile@Old se bazează pe o abordare interdisciplinară, folosind tehnici și algoritmi din domeniul inteligenței artificiale, analiza de imagini, fuziunea datelor preluate de la senzori, extragerea de cunoștințe și sisteme multi-agent aplicate în inteligența ambientală, toate acestea fiind corelate cu abordări medicale și psihologice. Proiectul va susține menținerea sănătății și a capacităților funcționale a persoanelor în vârstă și va promova un stil de viață mai bun și mai sănătos pentru persoanele pe baza următoarelor componente: (a) VSM (Vital Sign Monitoring): analiza parametrilor vitali folosind expertiza medicală precum și a comportamentului observat (prin interacțiunea cu o echipă de psihologi); (b) PAT (Physical Activity Trainer): recomandarea efectuării de exerciții fizice suplimentare, în cazul detectării unui nivel scăzut al activității fizice. Aceste exerciții vor fi efectuate în mod interactiv, sub forma unui joc adaptiv, conceput pentru persoanele vârstnice, având la bază expertiza psihologică și medicală (kinetoterapeut și medic).

Rezumat Etapa 4/2017: Scopul etapei 4/2017 – "Integrare și evaluare" constă în finalizarea platformei, prin rafinarea implementării celor două componente PAT și VSM, realizarea modelului funcțional pentru acestea, integrare și testare. În cadrul componentei PAT au fost realizate modalități de adaptare a exercițiilor fizice realizate de utilizator: în funcție de emoțiile utilizatorului, dar și pe baza comportamentului și preferințelor acestuia. A fost realizată evaluarea bunăstării psihologice a utilizatorilor. Totodată a fost realizată o sesiune interactivă cu persoane vârstnice și îngrijitori informali în vederea demonstrării funcționalității și performanțelor platformei complete. Obiectivele acestei etape au fost realizate în proporție de 100%.

1. Descrierea platformei Mobile@Old

Platforma Mobile@Old propune un sistem integrat adresat persoanelor vârstnice, oferind un joc adaptat cerințelor acestora în vederea menținerii unui stil de viață sănătos și totodată permite urmărirea activităților fizice realizate. Totodată platforma colectează parametri medicali ai utilizatorului generând remindere referitoare la statusul medical al utilizatorului. Sistemul este format din două componente principale: *Vital Signs Monitoring - VSM* și *Physical Activity Trainer - PAT* (Figura 1) [Mocanu et al., 2017b], [Jecan et al., 2017a]:

- *Vital Sign Monitoring (VSM)* - analizează parametri vitali folosind expertiza medicală. Frecvența cardiacă, pulsul, glicemia sau saturația de oxigen vor fi măsurate automat cu diferiți senzori, precum centura Bioharness Zephyr (Zephyr),

glucometru, pulsoximetru, brațara Microsoft sau ceas inteligent (ceas Garmin). Totodată sunt stocate date ce influențează activitatea fizică zilnică: număr de pași efectuați, număr de trepte urcate/coborâte, precum și distanța parcursă. Parametri vitali vor fi analizați în vederea generării de remindere, structurate în: informații despre medicația curentă (alarme pentru anunțarea momentului în care trebuie luată medicația curentă), respectiv remindere legate de activitatea sa zilnică (nivelul de mișcare).

- *Physical Activity Trainer (PAT)* – realizează recomandarea efectuării de exerciții fizice suplimentare, în cazul detectării unui nivel scăzut al activității fizice. Exercițiile vor fi stabilite pe baza istoricului medical al persoanei supravegheate. Aceste exerciții fizice vor fi realizate prin joc, iar gradul de realizare va fi calculat pe baza acurateții mișcărilor realizate, ținând cont de parametri medicali și influența emoțiilor. Totodată nivelul jocului va fi adaptat în funcție de timpul de răspuns al utilizatorului.

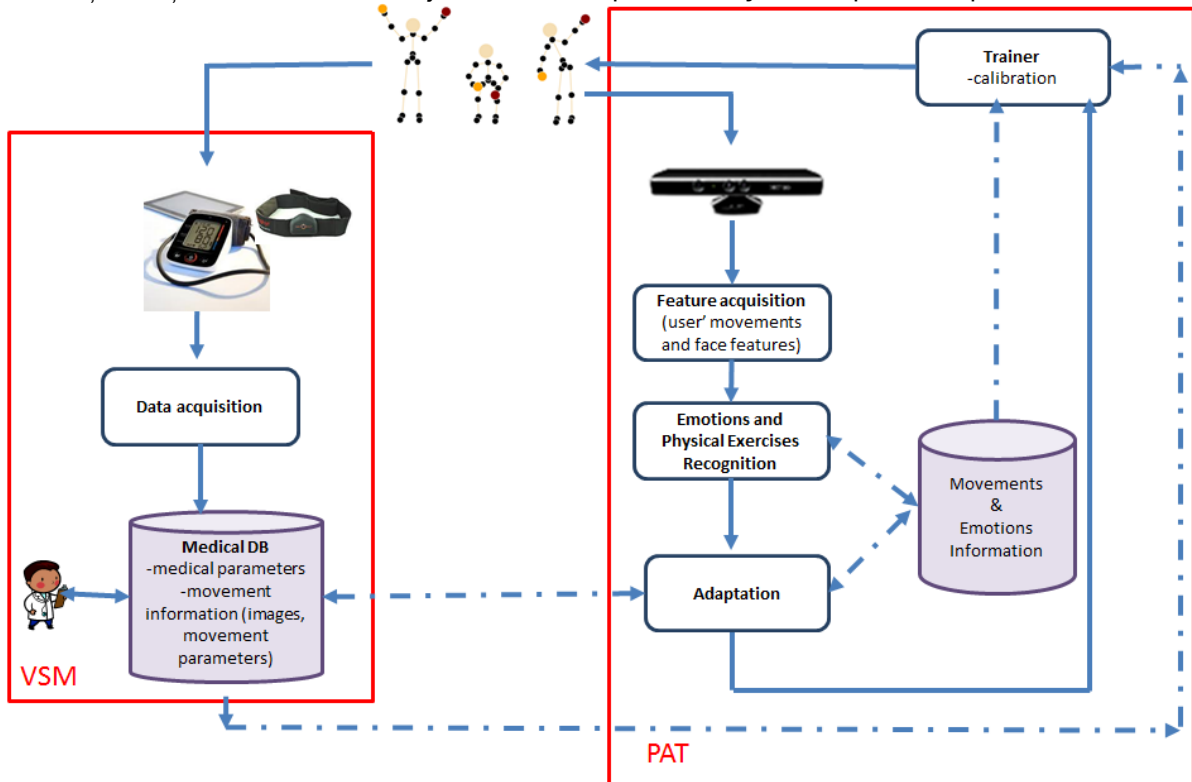


Figure 1. Arhitectura Mobile@Old

Cele două componente sunt conectate cu ajutorul componentei *MR@Old*, ce oferă un remindere utilizatorului raportate la condiția de sănătate a acestora [Awada et al., 2017a], [Awada et al., 2017b], [Awada et al., 2017c]. Această componentă este dezvoltată sub forma unei interfețe, create pe baza factorilor de memorie. Interfața are drept scop utilizatorii vârstnici ca principali beneficiari și reprezintă un factor important în acceptarea platformei integrate de către aceștia. Astfel interfața va fi adaptată atât preferințelor utilizatorilor vârstnici, cât și dispozitivelor pe care va rula, suportând diferite tipuri de interacțiune. În acest caz, interfața multimodală suportă aceste cerințe și permite comenzi atât prin voce cât și prin gesturi.

1.1 Modelul funcțional pentru componenta VSM

Modulul *VSM* face parte din *platforma Mobile@Old* și are 3 actori implicați în monitorizarea și tratamentul vârstnicilor: *doctorul*, *kinetoterapeutul* și *caregiver* (îngrijitori informali) (Figura 2) [Jecan et al., 2017b]. *Doctorul*, face examinarea vârstnicului (pas 1) și completează datele din tablele *Daily_Habit*, *Elder_Disease*, *Disease_Type*, *Generic_Drug*, *Drug*, *Normal_Analysis*, *Schedule for LAB Analyse* ce sunt incluse în *Data Repository* a platformei *Mobile@Old* (pas 2) (descries în raportul aferent etapei 2/2015). El/ea indică sau modifică medicația, poate adăuga, modifica sau șterge articole sau câmpuri din tablele asociate vârstnicului, în concordanță cu medicina personalizată și parametri de sănătate ai vârstnicului. *Doctorul* decide managementul timpului în medicație: dimineața, la pranz sau seara, zilele săptămânii, înainte de masa sau după, cât timp înainte de masa, după masa sau după mesele principale, dă indicații și contraindicații pentru exerciții sau activități zilnice la domiciliu, urmărește și decide prescripții bazate pe informații din tablele: *Analysis*, *Medication Administration* și *History*. Aceste table sunt punctul central al

aplicației mobile (MR@Old), ca sursă pentru mesaje de reminder, medicație, analize și probleme cognitive specifice vârstei a treia.

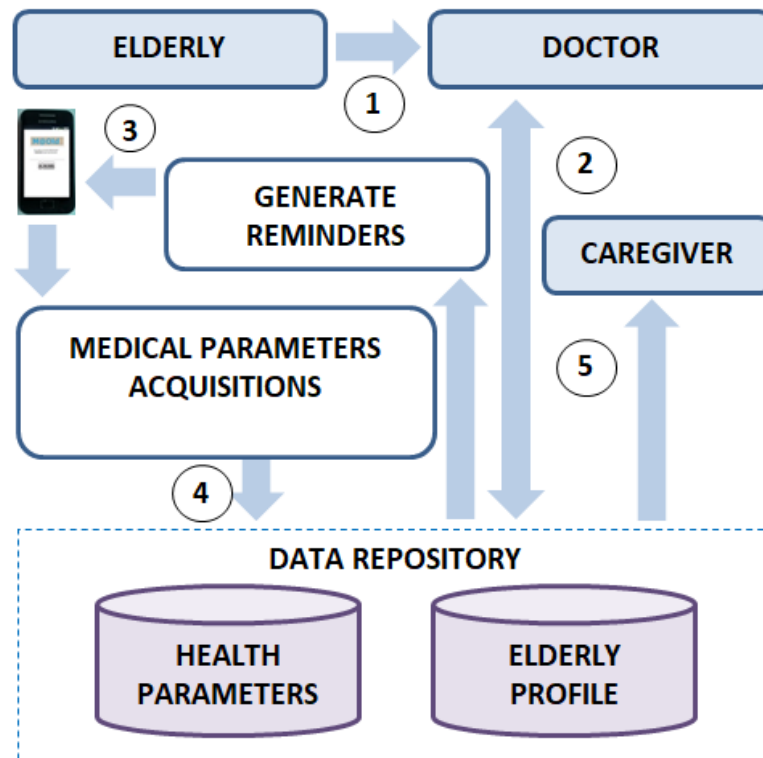


Figura 2. Arhitectura VSM

Bazat pe *Elderly profile*, zilnic se trimite câteva mesaje automate către vârstnic, pentru a-și lua medicația corect, în concordanță cu *Daily_Habit*, *Elder_Disease* (pas 3). Managementul medicamentelor este funcționalitatea centrală a aplicației MR@Old și folosește datele personale ale vârstnicilor din tabelele: *Analysis*, *Medication Administration* și *History*.

Folosind informații din tabelele: *Normal_Analysis and Schedule for LAB Analyze*, MR@Old vârstnicul primește mesaje avertizatoare pentru a-și repeta analizele periodice, sau pentru controalele medicale (pas 3). În plus, vârstnicul poate folosi un buton de localizare via GPS și un buton SOS pentru Personal Emergency Response System (PERS). Aceste funcții se potrivesc vârstnicilor care suferă de Age-Associated Memory Impairment (AAMI) și Mild Cognitive Impairment (MCI). AAMI este un declin normal al funcțiilor cognitive legat de vârstă, manifestat prin sincope de memorie (uitare). Mild Cognitive Impairment (MCI) poate fi considerat un declin peste medie al funcțiilor cognitive a persoanelor vârstnice, care poate avea șanse de a progresa în timp spre boala Alzheimer (AD) dacă nu este stopat sau ameliorat.

Alte mesaje sunt legate de parametri vitali zilnici: temperatura, tensiunea sistolică și diastolică, pulsul, respirația, concentrația lipidică, specific vârstnicilor cronici. Seniorii trimite aceste valori via aplicația mobilă MR@Old (pas 4) care sunt comparate cu tabelul *Normal_Analysis*. Acest tabel conține valori personalizate pentru fiecare senior (minimum și maximum) dependente de sex, vârstă, boli cronice și alți factori [Young, 1989]. Dacă se depășesc limitele superioare or inferioare aplicația web Mobile@Old va trimite un mesaj automat *Alarm message* către doctor și îngrijitor (pas 5). Dacă seniorul nu poate utiliza aplicația MR@Old, comunicația între platforma Mobile@Old și aplicația mobilă MR@Old poate fi realizată de îngrijitorul asociat cu seniorul, pe baza setărilor de configurare din platforma Mobile@Old. Menționăm că între doctor, îngrijitor și senior este o asocieră de 1-n. În situații normale, drepturile de acces la îngrijitor sunt read-only pentru tabelele: *Daily_Habit*, *Elder_Disease*, *Disease_Type* și *Normal_Analysis* și actualizare la câmpuri din tabelele: *Analysis*, *Medication Administration* și *History*.

Orice caz anormal din autoevaluarea zilnică este trimis la doctor, kinetoterapeut sau îngrijitor, depinzând de clasificarea internă din tabelele Data Repository. Dacă stările anormale de sănătate apar după programul

exergame kinetoterapeutul trebuie să decidă următoarea conduită, în concordanță cu decizia doctorului. Menționăm câteva probleme severe care pot să apară: se simt obosiți, se simt obosiți după exerciții, se simt rău, au dureri musculare, au dureri de cap, își pierd echilibrul, dureri cervicale, dureri de coloana, dureri de articulații.

Alte dureri ale vârstnicilor cu inconveniente frecvente sunt: stare febrile, își pierd capacitatea de a gândi, pierd puterea de concentrare, nu pot dormi bine, nu sunt recuperate după somn, nu pot gândi profund, dorm prea mult, îngrijorarea cu privire la starea de sănătate, simt depresia, nu doresc să meargă, nu își amintesc ceva. În acest caz doar doctorul poate decide tratamentul sau evaluări suplimentare de sănătate.

Kinetoterapeutul indică exerciții medicale pentru recuperare sau întreținere supervizează implementarea, monitorizând progresele pacienților și adaptând schema de recuperare la nevoile și progresul înregistrat. Rolul principal al lui este să urmeze recomandările medicului din Data Repository pentru tratament personalizat al seniorului, accesând câteva tabele ca și: *Exercise_Type*, și *Exercise_details* pentru a adăuga/modifica sau șterge articol sau câmpuri din exerciții personalizate.

Înainte și după terminarea programului exergame seniorii trimit parametri de sănătate (*pas 4*) și alte simptome via MR@Old. Kinetoterapeutul primește parametri de sănătate ai vârstnicului (*pas 4*) și alte simptome via MR@Old și decide continuarea sau oprirea programului de exerciții.

Din păcate din cei 69 de seniori participanți la studiu, doar 8 din 69 (12%) au acceptat monitorizarea parametrilor de sănătate folosind aplicația mobilă pusă la dispoziția lor și doar 4 din 69 (6%) au acceptat monitorizarea via Kinect. În acest caz e dificil să discutăm despre utilizabilitatea pentru vârstnici. Pe de altă parte un număr semnificativ de participanți au activități intense înafara casei (peste 5 ore pe zi), de exemplu grădinaritul, în special în cazurile din zonele rurale (12 din 19 seniori din zonele rurale). Aceste activități sunt echivalente cu 7 exergame proiectate de proiectul GameUp, pentru mobilitate, elongații și echilibru.

1.1.1 Scenarii de utilizare și workflow Mobile@Old

Scenariu de utilizare: Vârstnicul contactează doctorul pentru evaluarea medicală și prescripții. Doctorul recomandă toate investigațiile și analizele necesare, apoi completează raportul în formularele Mobile@Old, referitoare la: *Elder_Disease*, *Disease_Type*, *Generic_Drug*, *Drug*, *Daily_Habit* și fac anumite recomandări/restricții dacă vârstnicul are una sau mai multe boli cronice. De asemenea recomandă *Normal_Analysis* și *Schedule for LAB Analyse* care devin surse de mesaje în aplicația MR@Old. Zilnic vârstnicul primește un mesaj cu parametri de sanătate solicitați (temperatură, tensiune sistolică și diastolică, puls, respirație, concentrația de glucoză). Dacă acesta are alte simptome ca dureri de cap, stare de rău, dureri musculare le poate preciza folosind un meniu drop down menu asociat funcției *Reminder* (*pas 3 and pas 4*). Kinetoterapeutul consultă recomandările doctorilor și face program de exerciții în concordanță cu bolile cronice existente. Zilnic vârstnicul face exerciții pe baza unui program personalizat, rezultatele fiind salvate. Platforma Mobile@Old compară valorile actuale cu cele din tabela *Normal_Analysis* și dacă depășesc acele valori precizate în funcție de vârstă și un trigger acționează în MR@Old și trimite *Alarm message* la doctor și kinetoterapeut (*pas 5*). În acest caz kinetoterapeutul va finaliza programul de exerciții asociat vârstnicului.

Fluxul de lucru (Figura 2) automatizează procesul de realizare a planului de exerciții fizice. Acest proces presupune [Jecan et al., 2017a]:

- completarea datelor pacientului, precum și completarea analizelor acestuia de către medicul desemnat
- realizarea planului de exerciții fizice de către kinetoterapeut
- trimiterea planului de exerciții fizice către pacient
- arhivarea și indexarea documentelor, rezultatelor analizelor, precum și a planului de exerciții fizice pentru o ușoară regăsire și consultare.

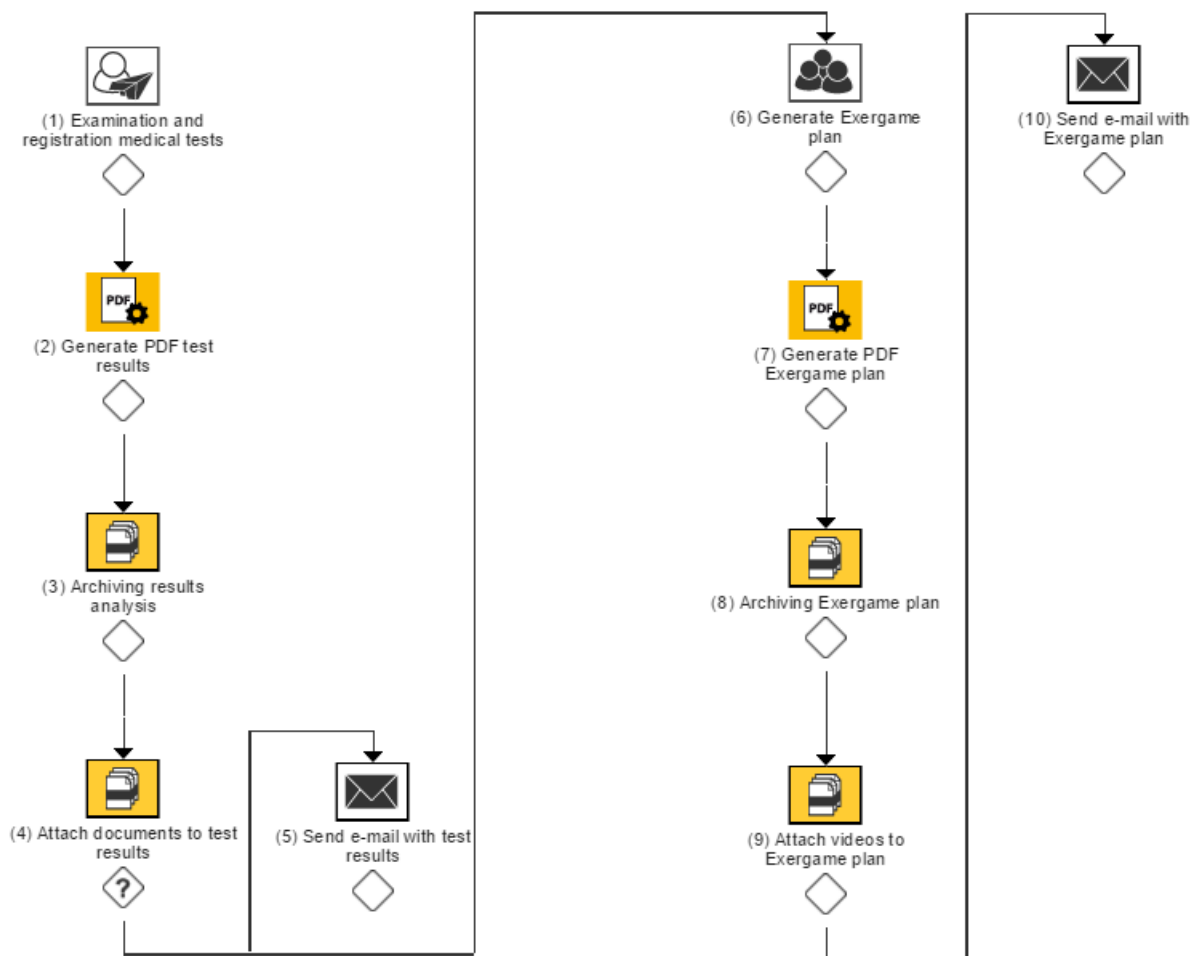


Figura 3. Diagrama fluxului de lucru

Descrierea detaliată a fiecărui pas din workflow, a actorilor implicați și a fluxului automatizat al documentelor este prezentată în detaliu în Tabelul 1. În fiecare pas se solicită acceptul pacientului și/sau motivarea personalizată a acestuia.

Nume pas	Tip pas	Utilizator/Rol alocat pasului	Descriere detaliată pas
(1) Examinarea și înregistrarea testelor	User Pas Start Pas	Inregistrare pacient și analize	Medicul desemnat completează formularul cu datele personale ale pacientului, cu rezultatele analizelor (tensiune, puls etc.) Se completează data efectuării analizelor, dacă au fost efectuate după ce pacientul a luat masa sau înainte, iar opțional se pot completa alte boli sau restricții. Se pot atașa documente ale analizelor. Pacientul poate decide dacă dorește să înceapă programul de exerciții sau nu.
(2) Generare rezultate în format PDF	Sistem Pas JobPDF	Procesat de sistem	Pe baza unui șablon definit anterior, se generează un fișier PDF aferent formularului.
(3) Arhivarea rezultatelor analizelor	Sistem Pas	Procesat de	Formularul generat în format PDF este arhivat.

	JobArchive	sistem	
(4) Atașarea documentelor rezultatelor	Sistem Pas JobArchive	Procesat de sistem	Documentele aferente analizelor sunt atașate formularului arhivat la pasul 3.
(5) Trimitere email cu rezultatele testelor	Sistem Pas Send E-mail	Procesat de sistem	Dacă pacientul nu dorește să continue cu programul de exerciții, primește un e-mail în care îi este confirmat acest lucru. În acest e-mail îi este trimis un document cu rezultatele analizelor.
(6) Generare plan de exerciții fizice	User Pas	Kinetoterapeut	Dacă pacientul acceptă programul de exerciții fizice, kinetoterapeutul desemnat primește rezultatele analizelor împreună cu o solicitare de a crea un plan de tratament pentru pacient în funcție de aceste rezultate. Acesta completează formularul planului de exerciții cu următoarele câmpuri: nume exercițiu, frecvența și opțional poate adauga un video cu acest exercițiu.
(7) Generare PDF cu planul de exerciții	Sistem Pas JobPDF	Procesat de sistem	Pe baza unui șablon definit anterior, se generează un fișier PDF aferent formularului planului de exerciții.
(8) Arhivare plan de exerciții	Sistem Pas JobArchive	Procesat de sistem	Formularul generat în format PDF este arhivat.
(9) Atașare video planului de exerciții	Sistem Pas JobArchive	Procesat de sistem	Video-urile aferente fiecărui tip de exercițiu sunt atașate formularului arhivat la pasul 3.
(10) Trimitere e-mail cu planul de exerciții	Sistem Pas Send E-mail	Procesat de sistem	După realizarea planului de tratament pacientul primește un e-mail în care se afla un document cu planul de exerciții și documentele aferente rezultatelor analizelor.

Tabel 1. Descrierea pasilor fluxului de lucru

1.1.3 Aspecte de proiectare de detaliu

În cadrul aplicației *MR@Old* s-au definit mai multe fațete [Taut et. al., 2017b]:

Fațeta subiect

Aplicația determină următoarele opțiuni: funcție de înregistrare a evenimentelor surprinse; buton de adăugare a evenimentelor; buton de salvare a evenimentelor; buton de ștergere acestora; buton cu alte opțiuni existente; date calendaristice și ora exactă; existența unor spații de scriere a titlului și a mesajului alertat; SOS; alertarea în funcție de data calendaristică aleasă; formular de adăugare contacte; pagină despre sistemul în care a fost creat aplicația și informații despre programator.

Fațeta utilizare

Realizarea acestei aplicații care este prezentată sub forma unui reminder are scopul de a anunța din timp, o dată sau de mai multe ori, în funcție de setările aferente din contul portalului M@O, că se aproprie un eveniment important în cadrul respectivei persoane. Acest tip de sistem este destinat oricărui utilizator de telefon tip smartphone și face parte dintr-un proces de tip organizațional. Din perspectiva programului utilizarea nu este tocmai atât de grea deoarece fiecare buton are specific comanda la care acționează,

astfel se pot realiza evenimente precum selectarea unei date calendaristice, scrierea unui mesaj, ștergerea fiecărui eveniment înregistrat, acțiunea butonului option în cadrul căreia există anumite funcționalități precum ștergerea tuturor evenimentelor, selectarea informațiilor prin procedeele de realizare a sistemului și alte funcții de adăugare a numărului de telefon sau înregistrarea unei alerte după secundele setate.

Fațeta IT

Aplicația poate fi rulată pe orice sistem de operare. Codul programului poate să ruleze pe orice smartphone care dispune de o platformă precum iOS, Android sau Windows. Această realizare se datorează unei mici configurări (config.xml) iar ca aplicația respectivă să aibă o vizualizare exactă indiferent de mărimea interfaței unui dispozitiv, dispune de o gamă variată de mărimi egale cu numărul de pixeli pentru orice tip de telefon, indiferent de dimensiunile acestuia. Această disponibilitatea se datorează programului PhoneGap. Prin intermediul acestui tip de program se poate construi aplicația pentru dispozitivele mobile care la rândul lor sunt realizate în principal prin intermediul unor limbaje specializate cum ar fi CSS, HTML, JavaScript precum și codul în funcție de platforma dispozitivului. Amestecarea fragmentelor de cod nativ și hibrid a fost posibilă cu versiunea 1.9 a acestui cadru. În momentul instalării există o platformă web care are acest rol de a compila aplicația descărcată din interiorul calculatorului iar în funcție de complexitatea acestuia poate să declare dacă arhiva descărcată pe platformă este corectă sau nu.

Procese și activități

Principalele activități ale unei astfel de aplicații sunt: adăugarea, editarea sau ștergerea de evenimente, alegerea de dată și timp după care are loc acțiunea, suprinderea unei liste cu opțiuni care întrevide ștergerea tuturor reminderelor, înregistrarea de contacte, crearea unei alarme în funcție de secunde alese.

Evidențierea tuturor proceselor care se realizează la nivel de aplicație, începând de la intrările aplicației până în momentul în care se înregistrează evenimentul dorit este prezentată în Figura 4.

Sistemul se bazează pe arhitectura user-servicii js-database. Acest tip de arhitectură, are la bază o interfață a aplicației pe care utilizatorul o vizualizează, serviciile js care îndeplinesc toate funcțiile (server) și o bază de date unde sunt stocate toate informațiile deținute de telefon. Acest tip de sistem este permis unui singur utilizator deoarece un alt utilizator nu are cum să își înregistreze evenimentele în baza de date a primului utilizator.

Diagrama UML pe componente este utilizată pentru a se evidenția modul prin care fiecare componentă în parte pentru reminder sunt conectate între ele iar această relație determină îndeplinirea obiectivelor principale [Jecan et al., 2017c]. Pe baza acestei diagrame au fost identificate următoarele componente:

- User – componenta externă a acestei aplicații care se identifică pe partea de client și cuprinde totodată toate activitățile pe care acesta le poate utiliza.
- App – componenta principală a sistemului ce rulează pe partea de server indentificându-se toate activitățile pe care aceasta le poate genera.
- Baza de date – componenta de bază care se ocupa cu înregistrarea tuturor evenimentelor din cadrul aplicației.

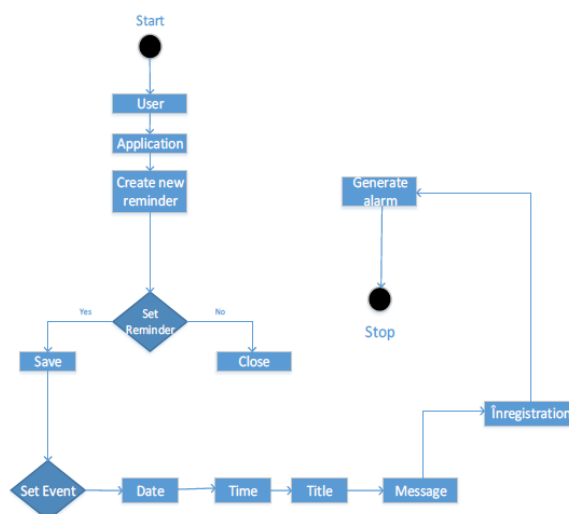


Figura 4. Diagrama de activități generale ale reminderului

Aplicația tip reminder are ca scop prin procesarea de cod generearea de evenimente în urma unei înregistrări. La nivel de programare există mai multe funcții pe care aplicația le efectuează:

- Creare reminder prin alocarea de dată și timp, titlu și mesaj;
- Crearea reminder cu funcția de alert;
- Modificare evenimente la nivel de reminder;
- Ștergere de reminder;
- Adăugare de noi contacte;
- Ștergerea tuturor înregistrărilor;
- Transmitere a doua alarmă;

Fiecare medic o data logat în sistem, își poate vizualiza și/sau modifica datele personale sau parola de acces în sistem. Se pot vizualiza medicamentele generice sau cele comerciale, care au fost introduse în sistem. Se pot adauga noi planuri de tratament sau se pot vizualiza respectiv modifica planurile de tratament actuale. Un medic poate vedea și modifica planul de tratament doar la pacienții care i-au fost arondați.

Kinetoterapeutul poate adauga, modifica, vizualiza sau șterge un plan de tratament la pacienții care i-au fost alocați. La fiecare plan de tratament se va alege pacientul, se asignează o denumire cât mai sugestivă respectivului plan de tratament și o descriere cât mai amănunțită a exercițiilor ce trebuie efectuate. Totodată se poate adauga și un fișier video care poate fi urmărit de către pacientul vârstnic.

Vârstnicul, o dată logat în sistem, va vizualiza interfața planurilor de tratament (Figura 5). Sunt grupate și colorate diferit pentru o mai ușoară identificare atât planurile de tratament actuale, cât și cele încheiate sau cele viitoare, putându-se urmări ușor istoricul tratamentelor urmate. Totodată din meniul *Exerciții kinetoterapeut*, pot fi vizualizate exercițiile fizice recomandate de kinetoterapeut, putându-se citi descrierea, vizualiza o poză cu exercițiul curent, cât și descărcarea filmului cu exercițiul ce trebuie urmat.

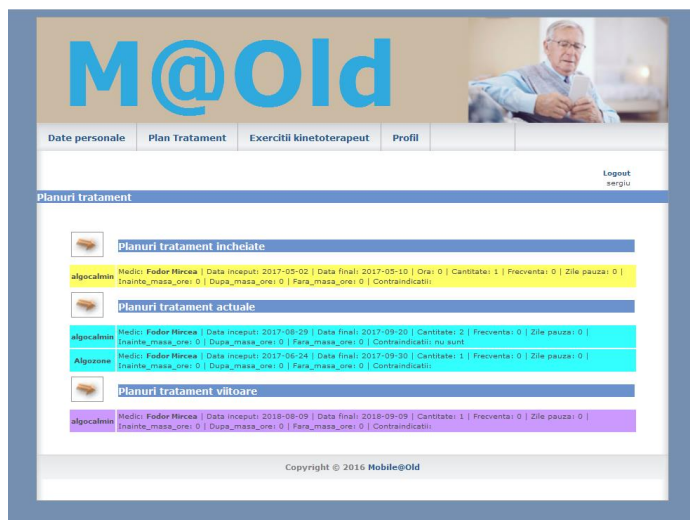


Figura 5. Interfața de vizualizare a planurilor de tratament pentru persoana vârstnică

1.2 Modelul funcțional pentru componenta PAT

Scopul componentei PAT constă în monitorizarea persoanelor vârstnice în timpul efectuării exercițiilor fizice. Sunt calculate erorile de mișcare ale punctelor de articulație ale încheieturilor utilizatorului față de mișcări de referință. Datele sunt colectate prin achiziționarea lor folosind senzorul Kinect prin obținerea acestora pornind de la scheletul furnizat de sensor (Figura 6) [Taerel et al., 2017a], [Taerel et al., 2017b], [Moldoveanu et al., 2017].

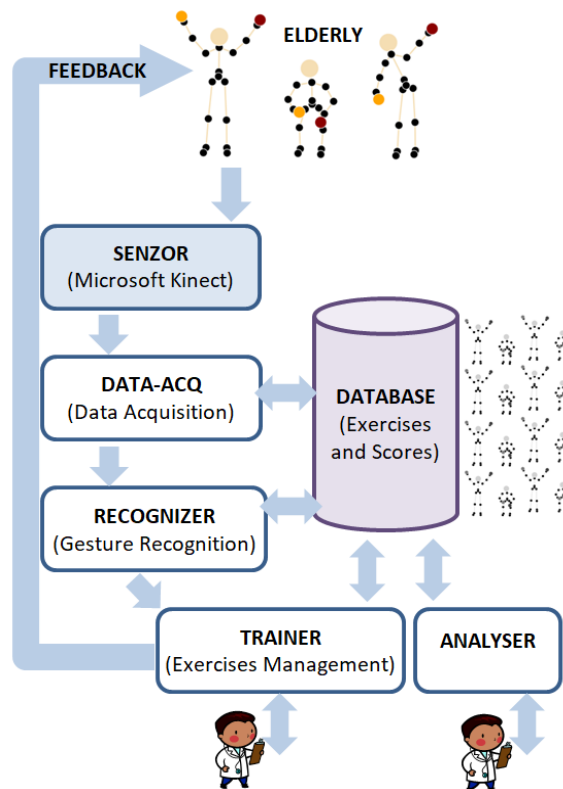


Figure 6. Arhitectura PAT

DATA-ACQ achiziționează informațiile de la senzorul Kinect, translatându-le în format intern. Gesturile (folosite pentru antrenare, dar și cele de testare), precum și scorul obținut de utilizatori sunt stocate în DATABASE. Aceste informații sunt ulterior utilizate de sub-modulul RECOGNIZER în vederea clasificării gesturilor realizate de utilizatori. Inregistrarea și gestiunea exercițiilor sunt implementate în sub-modulul TRAINER din PAT. Evaluarea performanțelor participanților în timpul exercițiilor fizice este realizată în cadrul sub-modulului ANALYSER.

Similitudinea dintre mișcările reale și cele ale avatarului sunt calculate folosind metoda Dynamic Time Warping (DTW). DTW aliniază două gesturi pentru a calcula distanța dintre două gesturi pentru a calcula distanța geometrică dintre punctele de articulație corespunzătoare asociate posturilor.

În cadrul acestei etape s-a realizat adaptarea tipului de exercițiu în funcție de emoția detectată pe fața utilizatorului în timpul efectuării exercițiilor cât și pe baza comportamentului și preferințele acestora.

1.2.1 Adaptarea exercițiilor fizice pe baza emoțiilor utilizatorului

Emoțiile utilizatorilor sunt analizate pe baza caracteristicilor extrase de pe fețele acestora, prin analiza imaginilor furnizate de senzorul Kinect. Astfel sunt detectate un număr de puncta de referință și intensități ale "action units". Achiziția de date este realizată utilizând Microsoft.Kinect.Face și Microsoft.Kinect (KinectSDK, 2017). Imaginile achiziționate de la Kinect sunt transformate în imagini grey-scale pentru care se aplică egalizarea histogramei. Cu ajutorul Microsoft.Kinect.Face se obțin 1000 de puncta de referință de pe fața utilizatorului. Dintre aceste sunt selectate numai 51 de puncta: 5 puncte pentru fiecare sprânceană, 6 puncte pentru fiecare ochi, 11 puncte pentru nas și 20 de puncta pentru gură. Aceste 51 de puncta sunt mapate în "action units" (AU) ce sunt asociate emoțiilor de bază.

Recunoașterea de emoții este realizată pe baza FACS (Mortazavi et al., 2016) – în care cele 7 emoții de bază sunt descrise folosind diferite AU. În specificațiile Kinect (Su et al. 2014) nu sunt specificate corespondențe între AU propria și AU din FACS (Ekman, 1978). Astfel am asociat fiecare AU de la Kinect cu AU din FACS. Această asociere este furnizată în Tabelul 2.

<i>Kinect - AU</i>	<i>FACS - AU</i>
JawOpen	AU26 (Jaw Drop) / AU27 (Mouth Stretch)
LipPucker	AU18 (Lip Puckered)
JawSlideRight	AU6? (Cheek Raiser)
LipStrecherRight, LipStrecherLeft	AU20 (Lip Stretcher)
LipCornerPullerLeft, LipCornerPullerRight	AU12 (Lip Corner Puller)
LipCornerDepressorLeft, LipCornerDepressorRight	AU15 (Lip Corner Depressor)
LeftcheekPuff, RightcheekPuff	AU13 (Cheek Puffer)
LefteyeClosed, RighteyeClosed	AU46 (Wink) / AU45 (Blink) / AU43 (Eyes Closed)
RighteyebrowLowerer, LefteyebrowLowerer	AU4 (Brow Lowered)
LowerlipDepressorLeft, LowerlipDepressorRight	AU16 (Lower Lip Depressor)

Tabel 2 – corespondența AU

În cadrul recunoașterii de emoții am folosit 19 AU. Astfel au fost antrenate 19 support vector regression networks (SVR) pentru calculul intensităților AU. Fiecare rețea utilizează o parte a punctelor de referință extrase. SVR pentru AU 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9 folosește primele 31 de puncte. Celelalte 20 de puncte sunt utilizate ca intrare pentru SVR ce calculează intensitățile pentru AU 10, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 26, 27. O rețea SVR finală este utilizată pentru obținerea emoției utilizatorului. Intrările acestei rețele sunt intensitățile emoțiilor anterior determinate. În acest caz am considerat 7 emoții de bază: fericire, tristețe, surpriză, teamă, furie, dezgust, dispreț. Pe baza acestor emoții am creat 2 grupuri de emoții **[Mocanu, 2017a]**:

- *grup 1*: fericire, surpriză;
 - *grup 2*: tristețe, teamă, furie, dezgust și dispreț
- pentru care am creat 2 reguli de adaptare a exercițiilor pe baza emoțiilor utilizatorilor:
- dacă emoția detectată face parte din grupul 1, atunci se păstrează tipul exercițiului
 - dacă emoția detectată face parte din grupul 2, utilizatorul este nefericit și sistemul va modifica tipul exercițiului pentru a încerca ca utilizatorul să realizeze activități fizice.

Recunoașterea emoțiilor a fost evaluată utilizând baza de date CK+ (Lucey et al., 2010). Implementarea rețelei SVR a fost folosită din biblioteca scikit-learn (Scikit-learn, 2017). Rezultatele sunt prezentate în Tabelul 3. Acuratețea scăzută a fost obținută pentru emoția dispreț – pentru toate celelalte emoții au fost obținute rezultate bune.

Emoție	Acuratețe
Fericire	98.2%
Tristețe	89.3%
Surpriză	98.6%
Frică	84%
Furie	82%
Dispreț	89.5%
Dezgust	60%

Tabel 3 - Acuratețe

1.2.2 Adaptarea exercițiilor fizice pe baza analizei comportamentului și preferințelor utilizatorilor

În cadrul etapelor anterioare ale proiectului am implementat un algoritm de recunoaștere a gesturilor și mișcărilor efectuate de utilizatori în vederea realizării de exerciții și antrenamente fizice folosind o metodă a învățării supravegheate, și anume clasificarea bazată pe vecinul cel mai apropiat (1-NN, Nearest-Neighbor classification) împreună cu funcția de disimilaritate DTW (Dynamic Time Warping) care compară gesturi candidat cu exemple de mișcări stocate anterior și disponibile clasificatorului sub forma unui set de antrenare; vezi (Myers, 1981; Keogh și Ratanamahatana, 2005; Salvador și Chan, 2007; Vatavu, 2012b; Vatavu, 2017; Lou et al., 2017) pentru referințe din literatură privind eficacitatea funcției de disimilaritate DTW în diverse scenarii de utilizare. De asemenea, au fost calculate abaterile mișcărilor utilizatorilor, la

nivel de încheietură individuală (en.: *body joint*) detectată de către senzorul Microsoft Kinect, față de modelele de exerciții de antrenare, raportate sub forma unei mulțimi de erori (vezi structura `double[] errorPerJoint` din codul C# ilustrat în Figura 7).

În cadrul etapei curente am procedat la identificarea de oportunități privind folosirea și aplicarea măsurătorilor de eroare sau abatere față de modelele de mișcare pentru a realiza:

- (a) Adaptarea exercițiilor fizice pe baza performanței utilizatorului în timpul realizării acestora, respectiv
- (b) Adaptarea exercițiilor fizice pe baza preferințelor utilizatorului.

În acest sens, am realizat într-o primă instanță o actualizare a modului aplicației Physical Activity Trainer (PAT) folosită pentru calculul abaterilor de la modelele de exerciții. Modificarea a constat în actualizarea abordării inițiale bazată pe memorarea și parcurgerea în sens invers a traseului de aliniere optimă a posturilor corpului constituente ale unei mișcări gestuale cu folosirea unei matrice de cost indexată 3-D, în care: primul indice (i , vezi ecuația (1)) face referire la o postură a corpului constituantă a mișcării candidat, al doilea indice (j) face referire la postura corespunzătoare modelului de exercițiu stocat în setul de antrenare cu care postura i este aliniată, iar al treilea indice (k , vezi ecuația (1)) specifică tipul încheieturii pentru care se calculează abaterea sau eroarea față de modelul de exercițiu înregistrat în prealabil, parte a setului de antrenare. (În conformitate cu specificațiile Kinect SDK v1.8, există $J = 20$ de încheieturi distincte detectate și urmărite de către senzorul Microsoft Kinect pentru utilizatorii detectați în cadrele video de adâncime, astfel: HipCenter, Spine, ShoulderCenter, Head, ShoulderLeft, ElbowLeft, WristLeft, HandLeft, ShoulderRight, ElbowRight, WristRight, HandRight, HipLeft, KneeLeft, AnkleLeft, FootLeft, HipRight, KneeRight, AnkleRight, respectiv FootRight.) Această actualizare realizată permite calculul erorilor față de modelul de exercițiu folosind o singură parcurgere a matricei de cost (de la locația (0,0) către locația (m, n), unde m , respectiv n , reprezintă numărul de posturi ale celor două mișcări gestuale supuse comparației), evitând astfel întoarcerea către punctul de start (0,0) realizată în versiunea anterioară a implementării.

De asemenea, calculul disimilarității a fost actualizat pentru a permite o recunoaștere a exercițiului de mișcare efectuat în funcție de particularitățile utilizatorului sau a preferințelor acestuia, stabilite anterior începerii antrenamentului. În acest sens, am introdus folosirea unei mulțimi de valori pondere (câte o valoare pondere pentru fiecare articulație detectată și urmărită de către senzorul Microsoft Kinect) în cadrul formulei de calcul a distanței dintre două posturi ale corpului, care să controleze importanța relativă mișcării efectuate la nivelul unei anumite articulații în raport cu celelalte; vezi ecuația (1). Ponderile w_k ($k = 0..J$) iau valori reale în intervalul $[0..1]$, unde 0, respectiv 1 semnifică ignorarea, respectiv considerarea în totalitate a mișcării efectuate la nivelul articulației respective în ansamblul mișcării realizate pentru întreg exercițiul fizic. Valori ale ponderilor w_k din intervalul deschis (0..1) descriu situații în care mișcarea unei părți a corpului (specificată la nivel de articulații) este considerată ca fiind mai mult (e.g., 0.75) sau mai puțin importantă (e.g., 0.10) în cadrul mișcării totale efectuate de utilizator pentru realizarea exercițiului. Valorile ponderilor sunt configurate în cadrul interfeței de editare a exercițiilor de mișcare a aplicației Physical Activity Trainer. Figura 7 ilustrează modificările în codul actualizat, conform procedurii prezentate iar ecuația 1 prezintă actualizarea formulei de calcul pentru funcția de disimilaritate DTW, respectiv distanța dintre posturi ale corpului.

$$cost_{i,j,k} = \begin{cases} \|A_0 - B_0\| & i = 0 \text{ și } j = 0 \\ cost_{i-1,j,k} + \|A_i - B_0\| \text{ sau } cost_{i,j-1,k} + \|A_0 - B_j\| & j = 0 \text{ sau } i = 0 \\ \min(cost_{i-1,j-1,k}, cost_{i-1,j,k}, cost_{i,j-1,k}) + \|A_i - B_j\| & i > 0 \text{ și } j > 0 \end{cases}$$

unde distanța dintre două posturi A_i și B_j folosește formula actualizată:

$$\|A_i - B_j\| = \sum_{k=0}^J w_k \left((A_{i,k,x} - B_{j,k,x})^2 + (A_{i,k,y} - B_{j,k,y})^2 + (A_{i,k,z} - B_{j,k,z})^2 \right)^{1/2}$$

(1)

```
/// <summary>
/// Computes the Dynamic Time Warping dissimilarity measure between
/// the candidate gesture and the model and returns the errors,
/// expressed in meters, of the candidate with respect to the model,
```

```

/// computed for each body joint.
/// </summary>
public static double DTW_AllBodyJoints(BodyGesture gestureCandidate,
    BodyGesture gestureModel,
    double[] weightsJoints, ref double[] errorPerJoint)
{
    // number of body postures of the candidate
    int n = gestureCandidate.BodyPostures.Count;
    // number of body postures of the model
    int m = gestureModel.BodyPostures.Count;
    // number of body joints (should be 20 for Kinect SDK v1.8)
    int numJoints = gestureCandidate.BodyPostures[0].Joints.Count;
    // stores the cost of matching body postures
    // from gestureCandidate to body postures from gestureModel, at joint level
    double[,] cost = new double[n, m, numJoints];
    double[,] costTotal = new double[n, m]; // sum of all cost[,indexJoint] values
    int[,] numMatchings = new int[n, m]; // number of matchings between postures

    ///-----
    /// computes the minimum alignment cost to match gestureCandidate to gestureModel
    ///-----
    List<double> measuredErrors = null;
    costTotal[0, 0] = BodyPosture.EuclideanDistance(
        gestureCandidate.BodyPostures[0],
        gestureModel.BodyPostures[0],
        weightsJoints,
        ref measuredErrors
    );
    numMatchings[0, 0] = 1;
    for (int indexJoint = 0; indexJoint < measuredErrors.Count; indexJoint++)
        cost[0, 0, indexJoint] = measuredErrors[indexJoint];

    ///-----
    /// compute the values of the first row of the DTW matrix
    ///-----
    for (int j = 1; j < m; j++)
    {
        costTotal[0, j] = costTotal[0, j - 1] + BodyPosture.EuclideanDistance(
            gestureCandidate.BodyPostures[0],
            gestureModel.BodyPostures[j],
            weightsJoints,
            ref measuredErrors
        );
        numMatchings[0, j] = numMatchings[0, j - 1] + 1;
        for (int indexJoint = 0; indexJoint < measuredErrors.Count; indexJoint++)
            cost[0, j, indexJoint] = cost[0, j - 1, indexJoint] +
                measuredErrors[indexJoint];
    }

    ///-----
    /// compute the values of the first column of the DTW matrix
    ///-----
    for (int i = 1; i < n; i++)
    {
        costTotal[i, 0] = costTotal[i - 1, 0] + BodyPosture.EuclideanDistance(
            gestureCandidate.BodyPostures[i],
            gestureModel.BodyPostures[0],
            weightsJoints,

```

```

    ref measuredErrors
);
numMatchings[i, 0] = numMatchings[i - 1, 0] + 1;
for (int indexJoint = 0; indexJoint < measuredErrors.Count; indexJoint++)
    cost[i, 0, indexJoint] = cost[i - 1, 0, indexJoint] +
        measuredErrors[indexJoint];
}

///-----
/// compute the values of the rest of the DTW matrix
///-----
for (int i = 1; i < n; i++)
    for (int j = 1; j < m; j++)
    {
        double localCost = BodyPosture.EuclideanDistance(
            gestureCandidate.BodyPostures[i],
            gestureModel.BodyPostures[j],
            weightsJoints,
            ref measuredErrors
        );

        int indexI = i - 1, indexJ = j - 1;
        if (costTotal[i - 1, j] < costTotal[indexI, indexJ]) {
            indexI = i - 1;
            indexJ = j;
        }
        if (costTotal[i, j - 1] < costTotal[indexI, indexJ]) {
            indexI = i;
            indexJ = j - 1;
        }

        costTotal[i, j] = costTotal[indexI, indexJ] + localCost;
        numMatchings[i, j] = numMatchings[indexI, indexJ] + 1;
        for (int indexJoint = 0; indexJoint < measuredErrors.Count; indexJoint++)
            cost[i, j, indexJoint] = cost[indexI, indexJ, indexJoint] +
                measuredErrors[indexJoint];
    }

///-----
/// return the matching cost between gestureCandidate and gestureModel
/// (and errors for each body joint)
///-----
errorPerJoint = new double[measuredErrors.Count];
for (int indexJoint = 0; indexJoint < errorPerJoint.Length; indexJoint++)
    errorPerJoint[indexJoint] = cost[n-1, m-1, indexJoint] / numMatchings[n-1, m-1];
return costTotal[n - 1, m - 1] / numMatchings[n - 1, m - 1];
}

```

Figura 7. Algoritmul actualizat pentru calculul erorii mișcării candidat față de modelul de exercițiu fizic pentru fiecare încheietură a corpului detectată de către senzorul Microsoft Kinect.

Pentru calculul erorilor față de modelul de exercițiu fizic, setul de ponderi folosește toate valorile 1. Ulterior, pot fi folosite valori particularizate pentru ponderile aplicate încheieturilor pentru fiecare tip de exercițiu sau fiecare tip de participant în vederea determinării nivelului de disimilaritate dintre mișcările efectuate de utilizator și modelele de exerciții stocate de către aplicația Physical Activity Trainer, după modelul de calcul ilustrat în ecuația (1), respectiv în codul din Figura 7.

Aplicația Physical Activity Trainer (PAT) a fost actualizată în cadrul acestei etape în vederea asigurării de funcții suport pentru adaptarea exercițiilor fizice pe baza analizei comportamentului utilizatorului, precum și a preferințelor sale. În acest sens, următoarele funcții au fost adăugate:

1. A fost actualizat modelul de exerciții și, respectiv, formatul fișierelor XML care stochează exercițiile prin adăugarea unui câmp suplimentar (*InvolvementOfBodyJoints*) care specifică importanța acordată fiecărei părți a corpului (la nivel de încheietură) în mișcarea fizică necesară pentru efectuarea exercițiului respectiv. Acest lucru a permis memorarea de asocieri între diverse tipuri de exerciții și ponderile folosite pentru calculul disimilarității dintre mișcările gestuale din ecuația (1). Valorile ponderilor pot fi modificate la nivel de încheietură. Valorile implicite sunt 1 pentru un exercițiu nou înregistrat.
2. A fost implementată o tehnică de redare a filmului reprezentând exercițiul de mișcare care adaptează viteza de redare a exercițiului curent în funcție de performanța utilizatorului măsurată cu ajutorul abaterilor sau erorilor față de modelele de exerciții deja efectuate. Astfel, viteza de redare este 1.0x (viteză normală de realizare a exercițiului) în cazul în care erorile se încadrează într-un interval considerat normal (specificat în cadrul aplicației Physical Activity Trainer), scade proporțional până la 0.5x (jumătate din viteza normală) în cazul în care erorile cresc peste limita superioară a intervalului acceptat, respectiv crește proporțional până la 2.0x (viteză dublă de realizare a exercițiului față de cea înregistrată și considerată ca fiind normală) în cazul în care performanța utilizatorului comparativ cu modelul de exercițiu înregistrează abateri care se poziționează sub limita inferioară.

Adaptarea tipului de exerciții se realizează și pe baza parametrilor medicali [Awada et al., 2017d]. Ritmul cardiac este achiziționat cu ajutorul senzorului Zephyr BioHarness belt. Se compară valoarea acestui parametru la sfârșitul exercițiului. Pe baza acestei diferențe se va alege următorul exercițiu. La început exercițiul se stabilește pe baza trendului crescător sau descrescător al ritmului cardiac determinat pe baza regresiei liniare (așa cum a fost exemplificat în etapa 2/2015). În cazul unui trend crescător, se va propune un alt tip de exercițiu utilizatorului. Dacă ritmul cardiac este mai mare ca valoare fixate de medic, sesiunea de exerciții va fi oprită.

1.3 Testarea componentelor VSM și PAT

Componenta PAT a fost testată cu 10 utilizatori, persoane vârstnice, cu 6 tipuri de exerciții: hip extension, squats, lateral lunge, quadriceps stretch, lateral stretch, arm stretches în vederea evaluării modelului individual de mobilitate pentru utilizatorii folosiți în exeperimente. Fiecare exercițiu a fost comparat cu un exercițiu de referință realizat de un utilizator ideal, mediu sau slab (din punct de vedere al rezultatelor obținute). Rezultatele sunt exemplificate în Figura 8. Eroarea medie pentru fiecare punct de articulație (exprimată în mm) este prezentată în Figura 9.

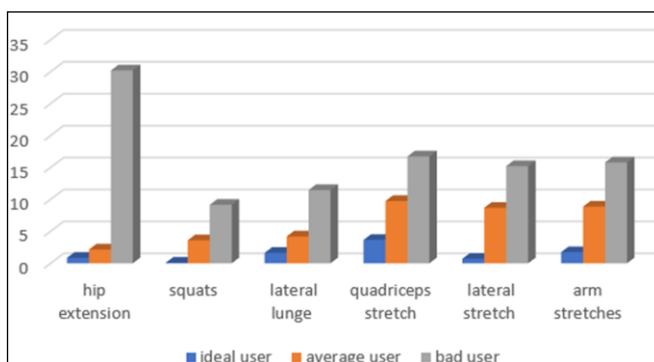


Figura 8. Scorul exercițiilor

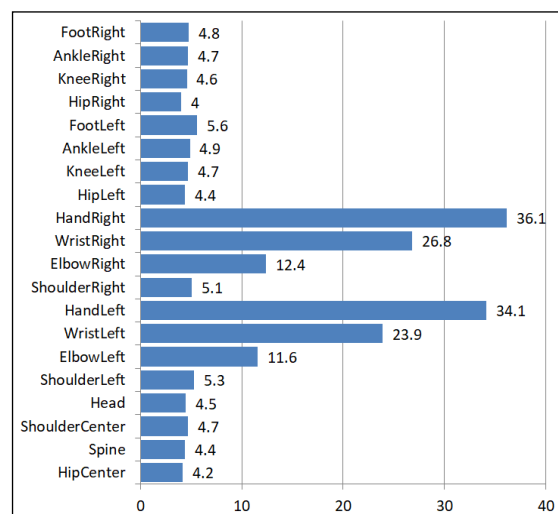


Figura 9. Eroarea punctelor de articulație (exprimate în mm)

Evaluarea componentei PAT a fost realizată atât cu adaptarea exercițiilor fizice pe baza emoțiilor utilizatorului (utilizând ponderile în vederea calculului distanței față de exercițiile de referință pentru a ține cont de profilul utilizatorului) – față de cazul în care nu se folosește adaptare. Astfel, utilizatorii au efectuat exerciții pentru un timp mai lung în cazul utilizării adaptării (Figura 10).

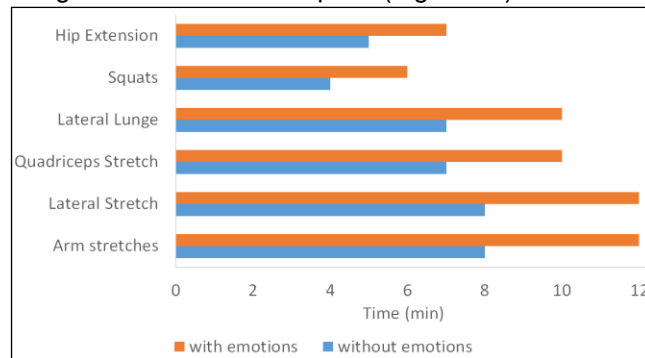


Figura 10. Evaluarea timpului de efectuare a exercițiilor

1.4 Colectarea și stocarea informațiilor colectate

Pentru o bună organizare a informațiilor corespunzătoare fiecărui utilizator, platforma Mobile@Old dispune de o bază de date ce păstrează datele personale și informațiile medicale în baza de date cu tabelele, descrise în etapa 2/2015. Fiecare utilizator are asociate exercițiile recomandate (*Exercises*), înregistrări ale sesiunilor trecute (*Records*), precum și rezultatele obținute (*Results*). De asemenea, este stocat și un fișier de configurare în care este salvată starea fiecărui punct de articulație în vederea stabilirii ponderilor folosite în calculul distanței față de exercițiul real (Figura 11). Pentru a se putea analiza ușor progresul utilizatorului, acestuia în evidență progresul realizat (Figura 12).

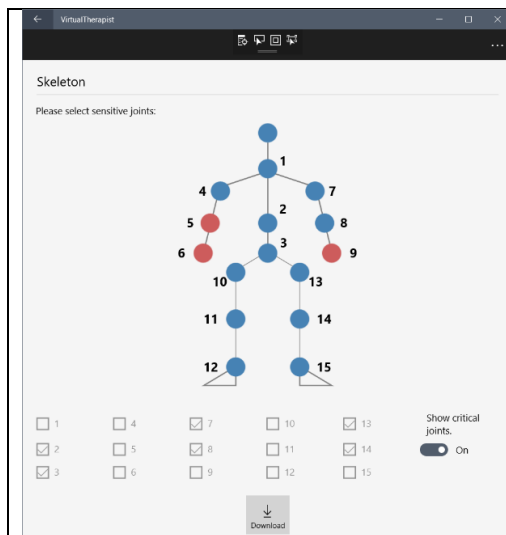


Figura 11. Vizualizarea articulațiilor cu probleme

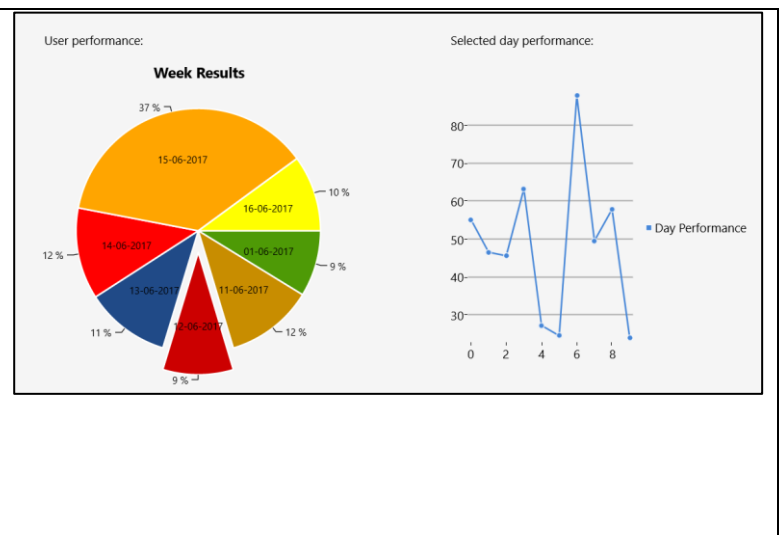


Figura 12. Exemplificare rezultate obținute în urma unor sesiuni de exerciții fizice

Arhitectura hardware a platformei Mobile@Old este prezentată în Figura 8. În această arhitectură, platforma încorporează două servere SRV1 și SRV2 instalate la utilizator și interconectate prin Ethernet. Primul server, SRV1, este bazat pe sistemul de operare Windows (versiunea 10) și este parte a componentei PAT (Physical Activity Trainer). Pe aceste rulează pachetele software care stau la baza componentei PAT. De asemenea, senzorul Kinect necesar captării și redării mișcărilor utilizatorului este conectat la SRV1.

Al doilea sever al platformei M@Old, desemnat SVR2 în Figura 13 deservește componenta VSM (Vital Sign Monitoring) a platformei. De asemenea, pe SVR2 sunt instalate bazele de date asociate utilizatorilor și componentei VSM precum și programele de prelucrare/vizualizare a datelor achiziționate. SVR2 rulează Linux ca sistem de operare. Procesul de colectare a datelor cuprinde atât colectarea cât și transmiterea datelor către acest server. Acestea sunt transmise către server folosind o conexiune de date de tip WiFi.

Datele de sănătate stocate pe serverul SVR2 pot fi vizualizate ca și grafice reprezentând evoluția parametrilor de sănătate (ex. tensiune arterială, puls, glicemie, etc) în timp. Datele achiziționate provin de la senzorii și dispozitivele de sănătate (glucometru, tensiometru, oximetru, cântar și termometru) care aparțin componentei VSM a platformei Mobile@Old. În plus, tot pe acest server sunt instalate și programele de achiziție și prelucrare a datelor de la centura Zephyr. Aceasta centură face parte din componenta PAT putând fi purtată de utilizator în timpul exercițiilor fizice pentru a măsura parametri de tip puls, frecvența respiratorie, etc. Centura Zephyr poate fi folosită însă și în afara exercițiilor fizice ca dispozitiv de monitorizare a sănătății (parte a VSM) întrucât permite o monitorizare continuă a parametrilor menționați. În plus, centura permite măsurarea unor parametri caracteristici din electrocardiogramă (ex. amplitudine).

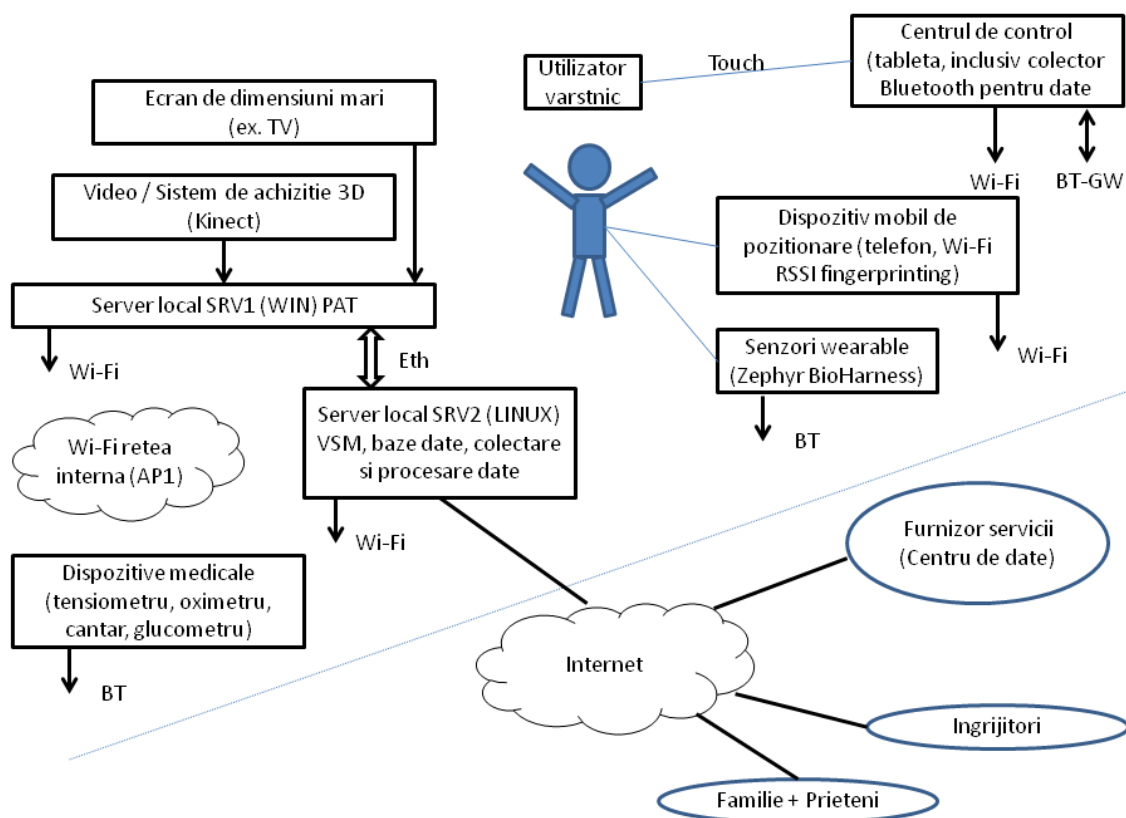


Figura 13. Arhitectura hardware a platformei Mobile@Old.

2. Evaluarea bunăstării psihologice

Pentru evaluarea utilizabilității platformei Mobile@Old am apelat la psihometrie (numită uneori și psihografie) pentru a măsura trăsăturile psihologice. Pe baza a cinci trăsături – cunoscute și sub acronimul OCEAN (acronym de la termenii openness, conscientiousness, extroversion, agreeableness, neuroticism) am realizat o evaluare relativ precisă a genului de vârstnic sau specialist. Aceasta include necesitățile și temerile vârstnicului, și care este modul probabil în care va reacționa. Folosind *Big Five*, ca standard tehnic al psihometrilor, am evaluat vârstnicii pe baza a 5 trăsături ale personalității: Deschiderea (cât de deschiși

sunt la noi experiențe), Conștiințiozitatea (cât de perfecționisti sunt?), Extravertirea (cât de sociabili sunți?), Acceptabilitatea (cât de prevenitori și cooperanți sunți?) și Nevrotismul (dacă sunt ușor iritabili?) [Taut et. Al., 2017a].

Ulterior acestor măsurători psihometrice am evaluat utilizabilitatea platformei Mobile@Old și a aplicației mobile MR@Old folosind un chestionar ce a inclus solicitări de informații demografice de la utilizatori: numele, instituția, rolul lor, data evaluării utilizatorului, durata evaluării și experiența utilizatorului folosind software-ul. Chestionarul a furnizat următoarele 10 declarații standard cu 5 opțiuni de răspuns pe scala Likert în 5 puncte cu ancore pentru acord puternic și dezacord total astfel: 1. Cred că aș dori să folosesc frecvent acest sistem; 2. Am găsit sistemul inutil de complex; 3. Am crezut că sistemul era ușor de folosit; 4. Cred că aș avea nevoie de sprijinul unei persoane tehnice pentru a putea folosi acest sistem; 5. Am descoperit că diferitele funcții din acest sistem au fost bine integrate; 6. Am crezut că există prea multe inconsecvențe în acest sistem; 7. Mi-aș imagina că majoritatea oamenilor ar învăța să folosească acest sistem foarte repede; 8. Am găsit sistemul foarte greu de folosit; 9. M-am simțit foarte încrezător în utilizarea sistemului; 10. Trebuia să învăț o mulțime de lucruri înainte de a putea merge cu acest sistem.

Majoritatea vârstnicilor participanți la acest studiu doar 8 din 69 (12%) au acceptat utilizarea workflow-ului propus ca soluție automată de monitorizare a parameterilor de sănătate și a exercițiilor și au acceptat aplicația mobilă din care doar 4 din 69 (6%) au acceptat monitorizarea exercițiilor folosind senzorul Kinect. Dintre cei 69 de vârstnici au boli coronare (7), Angina (2), Hipertensiune (5), Miopia (6), Hipermetropia (4), Osteoporoză (4), Diabet (3), tiroidă (2), AAMI (4), MCI (3), supraponderali (3). Doar 2 au disabilități: Hemipareză. Toți sunt computer literate users (CLUs) și au stil de viață sănătos, acceptând propunerea de evaluare pentru workflow și testul de utilizabilitate.

Am invitat câțiva CLUs: doctori (5) kinetoterapeuți (3) și îngrijitori informali (6) care au utilizat workflowul și au evaluat utilizabilitatea sistemului lor pe baza unui chestionair de 15 întrebări. Ei au interacționat cu workflow ca utilizatori și cu vârstnicii ca pacienți.

Prezentăm doar răspunsurile vârstnicilor deoarece doctorii (5) kinetoterapeuți (3) și îngrijitori informali (6) au răspuns doar strongly agree sau agree. Figura 14 prezintă detalii despre 6 din 15 răspunsuri, restul (4) fiind întrebări deschise, legate de CLU (3) și wearable technologies (2). Persoanele vârstnice găsesc sistemele utile (Q4) și le-au învățat repede (Q3). Puțini utilizatori nu au acceptat interfața (Q1), nu o recomandă altora și sunt neutri să facă anumite taskuri folosind sistemele propuse (Q2).

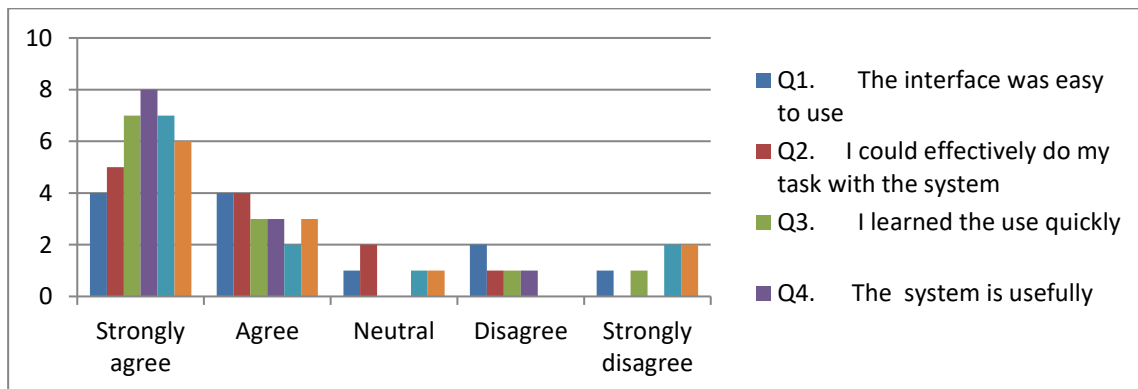


Figura 14. Acceptanța MR@Old și Mobile@Old din partea vârstnicilor

3. Consiliere pentru persoanele în vârstă

Sistemului dezvoltat constituie o noutate semnificativă în viața obișnuită a participanților. În vederea creșterii acceptării și îmbunătățirii ușurinței de utilizare s-a dezvoltat un îndrumar care să stea la baza consilierii vârstnicilor cu privire la rolul, impactul, funcțiile și procedurile de utilizare.

3.1 Scurt preambul

Tehnologiile au devenit un aspect ubicuu al vieții cotidiene în marea majoritate a țărilor dezvoltate și chiar și a celor mai puțin dezvoltate. Din perspectiva utilizatorului, diferențele majore între prezența tehnologiei într-o țară avansată și una mai puțin dezvoltată este, în primul rând, accesibilitatea individului de rând la aceste tehnologii și, în secundar, calitatea și noutatea tehnologiilor.

Cu toate acestea, începând de la nivelul utilităților și funcționalităților de bază, tehnologiile existente astăzi asistă sau chiar asigură majoritatea activităților lucrative și se îndreaptă rapid spre a acoperi zone foarte largi din paleta activităților recreative și de timp liber.

3.2 Specificul folosirii, acceptării și integrării tehnologiilor de către vârstnici

În ceea ce privește end-userii persoane vârstnice (acele persoane care se califică sub aspectul vârstei și care sunt vizate ca potențiali utilizatori ai tehnologiilor dezvoltate), folosirea tehnologiilor are un specific aparte, influențat de factori precum tipul și capacitatea de învățare a folosirii tehnologiilor și dispozitivelor digitale, preocupările și interacțiunile sociale specifice vârstei, precum și cerințele speciale legate de sănătate, date de declinuri cognitive și fiziologice naturale sau deficite funcționale asociate cu condiții medicale agravate sau specifice vârstei.

Așadar, având în vedere cele de mai sus, acceptarea, folosirea și integrarea tehnologiilor de către persoanele vârstnice trebuie să țină cont de o serie de factori specifici care dau, la rândul lor, măsura fezabilității unor eventuale obiective strategice legate de funcționarea tehnologiei de către vârstnici. În egală măsură, aceste obiective trebuie explicate și promovate corespunzător, pentru a îi asigura și educa pe potențialii utilizatori vârstnici de accesibilitatea și utilitatea tehnologiilor care sunt proiectate pentru ei.

Orice asemenea demers de consiliere în privința acceptanței și folosirii tehnologiei de către vârstnici este, așadar, legat intrinsec de paradigma designului centrat pe utilizator (user-centered design), și, ca orice demers educativ, trebuie să plece de la ușor la mai greu (cu grade de dificultate crescătoare într-o curbă a învățării accesibilă), și să fie particularizat/adaptat/individualizat, (întrucât utilizatorii sunt extrem de diverși iar flexibilitatea învățării este scăzută, comparativ cu tinerii sau chiar cu adulții tineri).

3.3 Specificul designului promovării tehnologiilor către end-userii vârstnici

În ceea ce privește variabilitatea pe continuumul generic-specific al prezentării informațiilor către end-useri, nu este recomandabilă o abordare unidirecțională, doar de la generic la specific sau invers. Folosirea încă de la bun început, în cadrul prezentării, al demonstrațiilor sau al field-trialurilor, de exemple specifice, poate facilita substanțial acceptanța și înțelegerea tehnologiilor prezentate. Acest fenomen se fundamentează pe folosirea analogiilor care ușurează activarea legăturilor semantice dintre cunoștințele nou asimilate și cele existente deja, aspect cunoscut în științele învățării ca reactivare de prerechizite cognitive [Cramariuc et al., 2017].

De asemenea, folosirea exemplelor concrete (așadar capitalizarea pe aspecte specifice), creează proximitate (diminuează distanța existentă) față de eventualele beneficii legate de utilizare (validarea și recompensarea consecutivă folosirii), ceea ce îi conferă end-userului perspectiva concretă a utilității acceptării respectivei tehnologii. Această abordare este necesară deoarece toleranța și răbdarea în situații de învățare a vârstnicilor poate fi mult scăzută comparativ cu a persoanelor foarte tinere și tinere.

Un alt treilea aspect important pentru care informațiile generale trebuie combinate cu cele specifice, iar prezentările generice trebuie să fie sprijinite de exemplificări și demonstrații concrete se leagă de capacitatea efectivă și imediată a end-userului de a învăța să folosească respectiva tehnologie. Cu cât există validări (dovezi) mai multe și mai dese despre propria capacitate de a folosi tehnologia respectivă sau una similară, cu atât stima de sine și autoeficacitatea percepută a persoanei respective este mai întărită, iar utilizările viitoare sunt mai facilitate și mai ușor acceptate.

Prin urmare, din perspectiva structurării prezentării informațiilor și a generării de cunoștințe/competențe (în utilizare), abordarea optimă este una modulară, care să includă în fiecare întâlnire/sesiune de lucru un road map (syllabus) cu etape și finalități/obiective de învățare.

Sub aspectul conținuturilor specifice, este recomandabil ca informațiile prezentate să fie organizate în funcție de importanța lor pentru viața persoanei. În mod concret, spre exemplu, acelor end-useri ale căror probleme sunt prioritar legate de alienare socială, primele module de promovare și prezentare a informațiilor și generatoare de cunoștințe (competențe) să fie proiectate în conformitate. În mod similar, end-userilor care se confruntă cu probleme de sănătate, să le fie prezentate la început module informative și/sau formative care se referă la tehnologii și funcționalități care adresează acest tip probleme. Este util, de asemenea, ca restul de informații și formări să fie construite tangențial și centrifug modulelor centrale.

4. Demonstrarea funcționalității și performanțelor platformei complete

În data de 14 septembrie 2017 a fost organizată la sediul CITST o sesiune demonstrativă în care a fost prezentată platforma Mobile@Old (obținută prin integrarea componentelor sale), precum și funcționalitățile aferente acesteia. La sesiune au participat 10 persoane vârstnice (70-88 ani) precum și 2 persoane care au rolul de îngrijitori informali (40-50 ani).

Sesiunea a început printr-o introducere asupra tehnologiilor inovative (Figura 15a) existente care pot fi exploatate pentru a sprijini persoanele vârstnice. Au fost prezentate inclusiv dezvoltări în domeniul roboticii (Figura 15b).



Figura 15. Prezentare tehnologii inovative la începutul sesiunii demonstrative (a) și prezentare tehnologii robotice de asistență (b).

Sesiunea a continuat prin prezentarea și testarea dispozitivelor medicale din platformă (Figura 16).



Figura 16. Prezentare dispozitive de măsurare a parametrilor de sănătate: tensiometru (stânga), centura

Zephyr (dreapta).

Exercițiile fizice supervizate de calculator au fost prezentate și demonstrate participanților (Figura 17)



Figura 17. Prezentarea asistentului personal (stanga), avatarilor (mijloc) și exemplificare utilizării platformei (dreapta).

În finalul sesiunii de demonstrare s-au purtat discuții asupra interesului participanților în tehnologiile prezentate și asupra disponibilității acestora de a achiziționa astfel de tehnologii. În general participanții au fost deosebit de interesați în achiziționarea unor dispozitive medicale moderne care să permită stocarea automată a parametrilor de sănătate. În privința exercițiilor supervizate de calculator, ei și-au exprimat interesul și dorința de a le utiliza pe termen mai lung pentru a vedea dacă se pot adapta folosirii lor. Opinia a fost una pozitivă mai ales datorită componentei de feedback pe care o primesc în urma efectuării exercițiilor. De asemenea, a fost deosebit de apreciată și adaptarea exercițiilor la capacitățile utilizatorului.

5. Diseminare

În cadrul etapei 4 au fost publicate:

- 12 lucrări la conferințe cu proceedings ISI

[Taerel et al., 2017a] R. Taerel, I. Mocanu, O. Balan, A. Moldoveanu, A. Morar. ACTIVE GAMING TO PROMOTE PHYSICAL ACTIVITY FOR ELDERLY PEOPLE, EDULEARN17 Proceedings, pp. 1776-1781, 2017, Barcelona, Spania.

[Moldoveanu et al., 2017] A. Moldoveanu, B. Taloi, O. Balan, I. Stanica, D. Flamaropol, M.I. Dascalu, F. Moldoveanu, I. Mocanu (2017) VIRTUAL MINI-GAMES – A SERIOUS LEARNING TOOL FOR SENSORY SUBSTITUTION DEVICES, EDULEARN17 Proceedings, pp. 1761-1769, 2017, Barcelona, Spania.

[Cramariuc et al., 2017] B. Cramariuc, I. Mocanu, L. Malicki and A. M. Florea, "Barriers to Acceptance and Learning of ICT Technologies in an European Ambient Assisted Living Project", In the 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, Barcelona, Spain, pp. 2372-2381, 2017.

[Taut et. Al., 2017a] D.A. Sitar-Taut, I. Mocanu, L.M. Stanca (2017) THE STUDENT DESIGN BEHAVIOR AND AFFECTIVE SKILLS TO FAVOR ACADEMIC AND CAREER SUCCESS, EDULEARN17 Proceedings, pp. 4031-4037, 2017, Barcelona, Spania.

[Awada et al., 2017a] Imad Alex Awada, Irina Mocanu, Sergiu Jecan, Lucia Rusu, Adina Magda Florea, Oana Cramariuc and Bogdan Cramariuc, "Mobile@Old – An Assistive Platform for Maintaining a Healthy Lifestyle for Elderly People", In the 2017 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), Sinaia, Romania, pp. 591-594, IEEE, 2017.

[Jecan et al., 2017b] Sergiu Jecan, Raluca Arba, Lucia Rusu, I. Mocanu. Personalized mHealth Monitoring for Elders Using MR@Old, in the 2017 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), Sinaia, Romania, pp. 309-312, IEEE, 2017, Sinaia, Romania.

[Awada et al., 2017b] Imad Alex Awada, Irina Mocanu, Adina Magda Florea and Bogdan Cramariuc, "Multimodal Interface for Elderly People", In the 21st International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS), Bucharest, Romania, pp. 536-541, IEEE, 2017.

[Mocanu, 2017a] Mocanu, O. A. Schipor. A Serious Game for Improving Elderly Mobility Based on User Emotional State, 13th eLearning and Software for education Conference, 27-28 April 2017, Bucharest , Romania, Vol. 2, pp. 487-494.

[Awada et al., 2017c] Awada Imad-Alex, Mocanu I., Florea Adina Magda, Codreanu Andra, Apostu Mihaela. An Adaptive Multimodal Interface to Improve Elderly People's Rehabilitation Exercises, 13th eLearning and Software for education Conference, 27-28 April 2017, Bucharest Romania, Vol. 2, pp. 41-47.

[Taerel et al., 2017b] Rareș Tăerel, I. Mocanu, Oana Bălan, Anca Morar, Alin Moldoveanu. Maintaining Healthy Lifestyle for Elderly People through Serious Games, 11th International Technology, Education and Development Conference (INTED) 2017, March 2017, pp. 6481-6488, doi: 10.21125/inted.2017.1494.

[Awada et al., 2017d] Imad Alex Awada, Irina Mocanu, Lucia Rusu, Raluca Arba, Adina Magda Florea and Bogdan Cramariuc, "Enhancing the Physical Activity of Older Adults Based on User Profiles", In the 16th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), Targu Mures, Romania, pp. 120-125, IEEE, 2017.

[Jecan et al., 2017c] Sergiu Jecan, Lucia Rusu, Raluca Arba, Daniel Mican, Mobile application for elders with cognitive impairments, IEEE Proceedins of ITA17 Seventh International Conference on Internet Technologies & Applications, pp.214-218, 2017.

- **1 lucrare la conferință cu proceedings BDI**

[Taut et. al., 2017b] Dan-Andrei Sitar-Tăut, Sergiu Jecan, Lucia Rusu Daniel Mican, Mr@Old a Mobile Application for Seniors' Cognitive Impairments, Proceedings of the IE 2017 International Conference, 4-7 mai 2017, Bucharest, pp.116-122.

- **1 lucrare la jurnal indexat ISI cu factor de impact – acceptată spre publicare**

[Jecan et al., 2017a] Sergiu Jecan, Dan Benta, Lucia Rusu, Raluca Arba, Elder Monitoring Workflow for Independent Living, acceptata spre publicare in International Journal of Computers, Communications & Control, , ISSN 1841-9836, acceptat, în curs de publicare.

- **1 lucrare aflată în evaluare la jurnale cu factor indexat ISI, cu factor de impact**

[Mocanu et al., 2017b] I. Mocanu, O. A. Schipor, B. Cramariuc, L. Rusu, Mobile@Old: A Smart Home Platform for Enhancing the Elderly Mobility, Advances in Electrical and Computer Engineer (IF: 0.595), in evaluare

- **Depunere cerere de brevet:** *Sistem de recuperare, mentinere si imbunatatire a mobilitatii si conditiei fizice prin gimnastica medicala pe baza unui joc video adaptat persoanelor varstnice (A00772/28.09.2017)*, care se referă la un sistem hardware și software de recuperare prin gimnastică medicală, adresat persoanelor vârstnice, realizat sub forma unui joc, la care gradul de dificultate al mișcărilor propuse a fi realizate este adaptat în funcție de parametri vitali ai utilizatorului, preluați în timpul exercițiilor efectuate. Adaptarea se face de asemenea și în funcție de condiția medicală, capabilitățile și performanța utilizatorului din timpul jocului. Sistemul este format dintr-un senzor de captare a mișcării, un senzor de achiziție a parametrilor medicali, un sistem de calcul pe care sunt stocate un set de mișcări și algoritmi de captare a mișcărilor utilizatorului, un algoritm de mapare a mișcărilor efectuate de acesta pe un avatar, un algoritm de analiză și interpretare a datelor medicale, precum și un algoritm de adaptare a tipului și a gradului de dificultate a mișcărilor realizate de utilizator în funcție de mișcărilor realizate de acesta.
- **Realizarea workshop-ului de prezentare finală a proiectului** care a avut loc pe 18.09.2017 în cadrul Universității Politehnica din București. In cadrul acestui workshop au fost evidențiate principalele caracteristici ale platformei dezvoltate în cadrul proiectului Mobile@Old, totodată fiind și o sesiune de demonstrare a facilităților oferite de platformă. La workshop au participat reprezentanți ai fiecărui partener, studenți, masteranzi și doctoranzi.

Referințe

- [Ahmed *et al.*, 2015] Faisal Ahmed, Padma Polash Paul, and Marina L. Gavrilova. 2015. DTW-based kernel and rank-level fusion for 3D gait recognition using Kinect. *Vis. Comput.* 31, 6-8 (June 2015), 915-924. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00371-015-1092-0>
- [Ekman, 1978] P. Ekman și W. Friesen, 1978. *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*, Consulting Psychologists Press, Palo Alto.
- [KinectSDK, 2017] Kinect for Windows SDK 2.0, <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=44561>
- [Keogh și Ratanamahatana, 2005] Keogh, E., Ratanamahatana, C.A. 2005. Exact indexing of dynamic time warping. *Knowledge and Information Systems* 7 (3): 358–386. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10115-004-0154-9>
- [Lucey *et al.*, 2010] P. Lucey, J. F. Cohn, T. Kanade, J. Saragih, Z. Ambadar și I. Matthews, 2010, The Extended Cohn-Kande Dataset (CK+): A complete facial expression dataset for action unit and emotion-specified expression, Third IEEE Workshop on CVPR for Human Communicative Behavior Analysis (CVPR4HB 2010), pp. 94-101.
- [Lou *et al.*, 2017] Yihua Lou, Wenjun Wu, Radu-Daniel Vatavu, Wei-Tek Tsai. (2017). Personalized Gesture Interactions for Cyber-Physical Smart-Home Environments. *Science China Information Sciences* 60 (7). Science China Press & Springer, 072104:1–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11432-015-1014-7>
- [Mortazavi *et al.*, 2016] B. J. Mortazavi, M. Pourhomayoun, S. I. Lee, S. Nyamathi, B. Wu, M. Sarrafzadeh, 2016. User-optimizezed Activity
- [Myers, 1981] Myers, C.S., Rabiner, L.R. 1981. A comparative study of several dynamic time-warping algorithms for connected word recognition. *The Bell System Technical Journal*, 60(7):1389-1409, September 1981. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/j.1538-7305.1981.tb00272.x>
- [Salvador și Chan, 2007] Stan Salvador and Philip Chan. 2007. Toward accurate dynamic time warping in linear time and space. *Intell. Data Anal.* 11, 5 (October 2007), 561-580 DOI: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1367993>
- [Scikit-learn, 2017] Scikit-learn, <http://scikit-learn.org/stable/>, last accessed September 2017
- [Su *et al.*, 2014] Chuan-Jun Su, Chang-Yu Chiang, and Jing-Yan Huang. 2014. Kinect-enabled home-based rehabilitation system using Dynamic Time Warping and fuzzy logic. *Appl. Soft Comput.* 22 (September 2014), 652-666. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asoc.2014.04.020>
- [Vatavu, 2012b] Radu-Daniel Vatavu. 2012. Nomadic Gestures: A Technique for Reusing Gesture Commands for Frequent Ambient Interactions. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 4(2). IOS Press, 79-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.3233/AIS-2012-0137>
- [Vatavu, 2017] Radu-Daniel Vatavu. 2017. Smart-Pockets: Body-Deictic Gestures for Fast Access to Personal Data during Ambient Interactions. *International Journal of Human-Computer Studies* 103. Elsevier, 1-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.01.005>