

IONIS – NITICSplus - soluții pentru prevenirea demenței

Etapa 2: Implementarea și testarea componentelor sistemului

(1.01.2018 – 31.12.2018)

Contract: Nr. 53/2017 / AAL2017-AAL-2016-074-IONIS-2 / IONIS

Contents

1.	Scopul proiectului	1
2.	Obiective etapa 2018.....	2
3.	Rezumatul etapei.....	2
4.	Descriere activități	2
5.	Prezentare rezultate verificabile etapă.....	22
6.	Concluzii	22
7.	Diseminare	22
8.	Pagina web a proiectului – actualizata cu datele ultimei raportari.....	22

1. Scopul proiectului

Persoanele cu demență demonstrează, încă din stadiul incipient al bolii, pierderea memoriei, episoade de confuzie și dezorientarea în spațiu și timp. Acestea din urmă se întâmplă adesea în mod imprevizibil, cu consecințe care uneori pot fi foarte grave. Odată cu evoluția bolii, pierderea și rătăcirile pot deveni evenimente simptomatice și recurente. În prezent, membrii familiilor care, fără alte soluții, decurg adesea la măsuri drastice, reducând libertatea pacientului. Dacă acest lucru nu este posibil, persoanele care au grijă de un pacient cu demență trăiesc într-o stare de stres continuu. Serviciile bazate pe localizare au potențialul de a oferi, cu un cost accesibil, un ajutor util pentru persoanele care îngrijesc persoanele cu demență. Motivată de acest context, propunem dezvoltarea proiectului IONIS prin exploatarea serviciilor bazate pe localizare, monitorizarea calității somnului, servicii de comunicare pentru a oferi o gamă largă de soluții specifice demenței prin sprijinul continuu pentru persoanele cu demență atunci când sunt acasă sau în exterior. Pentru a dezvolta și a valida soluția IONIS, se va utiliza un proiect centrat pe utilizator care implică încercări ample de testare.

În cadrul proiectului UPB va contribui la proiectarea arhitecturii sistemului, dezvoltarea de metode pentru detectarea ratacirilor, precum și extragerea de informații referitoare la tulburările de somn.

2. Obiective etapa 2018

Obiectivele etapei 2018 au constat în implementarea activităților din planul de realizare: proiectarea arhitecturii sistemului, implementarea și testarea componentelor aferente UPB. În acest context au fost implementate și evaluate o primă versiune a componentelor de identificare a rătăcirilor persoanelor supravegheate, precum și o analiză în vederea corelării parametrilor achiziționați în timpul somnului în vederea identificării unor posibile probleme. Activitățile prevăzute pentru 2018 sunt următoarele:

- Activitatea 2.1: Proiectarea arhitecturii platformei
- Activitatea 2.2: Contribuții la dezvoltarea modulelor sistemului
- Activitatea 2.3: Testarea modulelor sistemului
- Activitatea 2.4: Participare la manifestări științifice, vizite de lucru

3. Rezumatul etapei

Obiectivele au fost realizate integral, gradul de atingere al rezultatelor fiind de 100%. **Activitatea 2.1** a avut ca scop proiectarea arhitecturii sistemului, prin definirea modulelor componente și a modalității de comunicare între acestea. În cadrul **activității 2.2** au fost implementate o primă versiune a modulelor de detectie a ratacirilor, precum și pentru extragerea de informații referitoare la corelarea parametrilor corespunzători tulburărilor de somn. Totodată UPB a contribuit la modulele de localizare a obiectelor (prin propunerea de rețele neurale convoluționale de recunoaștere a obiectelor), precum și la interfața sistemului, interacțiunea între utilizator și sistem prin comenzi vocale. **Activitatea 2.3** a avut drept scop testarea modulelor implementate, precum și a senzorului de monitorizare a somnului utilizat. **Activitatea 2.4** a avut ca scop participarea la manifestări științifice, precum și vizite de lucru – în cadrul acestei etape a fost prezentat posterul ce descrie aspectele principale ale proiectului în cadrul forumului AAL (24-26 Septembrie 2018), Bilbao, Spania, au fost publicate 3 articole științifice prezentate și publicate în cadrul unor conferințe cu proceedings indexate ISI și au avut loc 2 întâlniri cu membrii consorțiului (25 iunie 2018, 19 octombrie 2018, București) în care s-a discutat stadiul curent al proiectului, și s-a realizat planificarea activităților următoare în cadrul proiectului.

4. Descriere activități

Activitatea 2.1: Proiectarea arhitecturii platformei în cadrul acestei activități au fost stabilite funcționalitățile principale ale sistemului. Pe baza acestor funcționalități a fost proiectată arhitectura platformei IONIS.

Funcționalitățile sistemului IONIS sunt următoarele:

- Localizarea obiectelor
- Localizarea persoanelor în interior și în exterior și identificarea căderilor
- Identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor pe baza analizei traiectoriilor efectuate de persoanele supravegheate într-o perioadă de timp
- Monitorizarea calității somnului, corelarea parametrilor măsurați în timpul somnului în vederea identificării diferitelor probleme ce apar în timpul somnului
- Monitorizarea parametrilor medicali și generarea de notificări în condițiile în care sunt detectate valori anormale (tensiune, puls, greutate)

- Monitorizarea mediului ambiental și generarea de notificări în condițiile în care sunt identificate situații de urgență (deteecție fum, apă, lipsa mișcării persoanei monitorizate)
- Calendar personalizat și atenționări referitoare la medicația curentă
- Interfață ușor de folosit pentru utilizator, dar și pentru persoana care are grijă de acesta.

Dintre aceste funcționalități în cadrul acestei etape UPB a proiectat, implementat și evaluat o primă versiune a componentelor: i) identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor pe baza analizei traiectoriilor și ii) monitorizarea calității somnului prin analiza datelor colectate în timpul somnului utilizând senzorul Emfit QS¹.

Pornind de la funcționalitățile principale ale sistemului IONIS s-a decis proiectarea unei arhitecturi personalizate, pe baza următoarelor considerente:

- Necesitatea unei arhitecturi care să valorifice la maxim experiența partenerilor din proiect
- Fezabilitatea a proiectului din punct de vedere comercial.
- Dispoziții adecvate pentru tratarea datelor medicale cont de legislația în vigoare pentru protecția datelor.
- Cerințele legate de modelele funcționale și de afaceri au dus la motivarea utilizării unei structuri bazată pe Cloud. Acest lucru va ajuta la stocarea și procesarea datelor, precum și la partajarea acestora cu persoanele care au grijă de utilizatori.
- Proiectarea unei arhitecturi modulare, ușor de extins.
- Utilizarea unor tehnologii standard, care permit colectarea datelor de la senzori, precum și de la utilizator prin intermediul interfeței sistemului, utilizând un gestionar de flux de evenimente și stocarea acestora atât local cât și în Cloud.

Sistemul IONIS este alcătuit din următoarele componente principale, prezentate în Figura 1:

- Monitorizarea parametrilor de sănătate și ai mediului
- Localizare în interiorul casei (personae și obiecte)
- Localizare exterioară și delimitare spațiului în care persoana monitorizată se poate deplasa
- Interfață pentru utilizatori, dar și pentru persoanele care au grijă de aceștia

Principalele componente ale sistemului IONIS sunt:

- Modulul de achiziție a datelor care realizează colectarea datelor de la senzorii medicali, cât și de la cei din mediu
- Modulul de localizare în interior: se realizează localizarea obiectelor și a persoanelor. Totodată se identifică căderile, generându-se alerte în cazul unui astfel de eveniment.
- Modulul de localizare în exterior: se realizează localizarea utilizatorului în exterior. Totodată se delimitează spațiul în care se poate deplasa persoana supravegheată – în cazul în care aceasta iese dintr-un anumit domeniu, se va transmite o notificare persoanei care are grijă de supravegherea utilizatorului curent. Modulul oferă localizarea în aer liber și geo-împrejmuirea prin: (1) detectarea intenției de plecare, (2) informarea utilizatorului (vizuale, voce) asupra problemelor legate de plecarea acestuia (de exemplu lucruri uitate), (3) - conformarea utilizatorului (de exemplu, informarea unui îngrijitor) printr-o interfață simplă și ușor de utilizat (comenzi vocale și butoane). De asemenea, analog modulului de localizare

¹ <https://www.emfit.com/>

în interior se detectează căderile, generându-se alerte în cazul producerii unui astfel de eveniment.

- Interfață web simplu de utilizat ce îmbină facilitățile unei interfețe tradiționale cu o interfață ce permite comenzi de tip touch-based, vocale² – vor exista diferite forme ale interfeței – o versiune mai simplă pentru utilizator și o versiune mai complexă pentru persoana supravegheată.
- Modulul Core: oferă cadrul minimal al sistemului IONIS: inițializare, colectare, stocare și interogare date, comunicare, interfață utilizator minimală, monitorizare de parametri medicali și ai mediului.
 - Mecanismul de stocare de date din NITICS va fi extins la un sistem de stocare a conținutului
 - Interfețele grafice simple și intuitive vor fi concepute pentru utilizatori și îngrijitori.
 - Analiza datelor: extragerea caracteristicilor comportamentului utilizatorului:
 - modele de mobilitate calculate pe baza datelor colectate în interior și exterior. Estimarea tendințelor va ajuta la generarea de avertismente și la inițierea unor acțiuni preventive deja atunci când comportamentul utilizatorului începe să se deterioreze.
 - Detectarea deviației comportamentului de deplasare (o formă incipientă a detecției rătăcirilor în cazul persoanelor cu demență) calculat pe baza datelor de localizare de interior
 - Monitorizarea somnului
 - Generare de remindere pentru medicația curentă
 - Crearea calendar personalizat
 - Calculul locației de la rezultatele măsurărilor provenite de la ancore
 - Comportamentul inteligent al sistemului: utilizarea unui motor bazat pe reguli, care va controla funcționarea sistemului pe baza unui set de reguli adaptabile dinamic.

Pentru a proiecta o interfață potrivită pentru utilizatorii care au probleme cognitive, precum și probleme de mobilitate trebuie ținut cont de următoarele specificații³:

- interfața accesibilă de către utilizator este o versiune simplificată a interfeței asociată persoanei care are grijă de acesta. În acest fel, îngrijitorul cunoaște interfața și poate ajuta de la distanță utilizatorul în vederea folosirii interfeței.
- pornire ușoară
- simboluri intuitive pentru navigație (butoane mari, colorate și, eventual, control vocal)
- să sprijine personalizarea conținutului, de exemplu, pentru a permite personalizarea individuală și / sau cerințe geografice diferite
- susține conversația ușoară cu persoana care are grijă de utilizator
- existența diferitelor meniuri de ajutor (înregistrări scrise, verbale sau înregistrări video de dimensiuni mici)

² Ramazan Gündogdu, Alexander Bejan, Christophe Kunze, and Matthias Wölfel. 2017. Activating people with dementia using natural user interface interaction on a surface computer. In Proceedings of the 11th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth '17). ACM, New York, NY, USA, 386-394. DOI: <https://doi.org/10.1145/3154862.3154929>

³ Bruno Loureiro and Rui Rodrigues. 2011. Multi-touch as a Natural User Interface for elders: A survey. 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011) (2011), pp. 1–6

- include caracteristici multimedia, cum ar fi fotografii personale, muzică etc. pentru efect terapeutic
- cititul poate reprezenta o barieră majoră pentru persoanele cu demență de a accesa informații relevante. Utilizatorii declară că anumite elemente, vizuale și tehnice, pot reduce impactul potențial al acestei bariere. Astfel sunt necesare următoarele aspecte:
 - ecranul ar trebui să fie alb și destul de mare,
 - utilizarea unei scheme de culori cu contrast ridicat, cu posibilitatea de personalizare a utilizatorului,
 - dacă este posibil, să se utilizeze litere negre
 - dimensiunea textului ar trebui să fie de 16 pixeli și să nu fie condensată
 - utilizarea unui sitemap vizibil
 - utilizarea de imagini familiare (contacte) sau pictograme atunci când este necesar pentru a facilita recunoașterea sarcinilor
 - evitarea generalizărilor și utilizarea unui text cât mai ușor de înțeles
 - evitarea jargonului sau a limbajului prea tehnic.

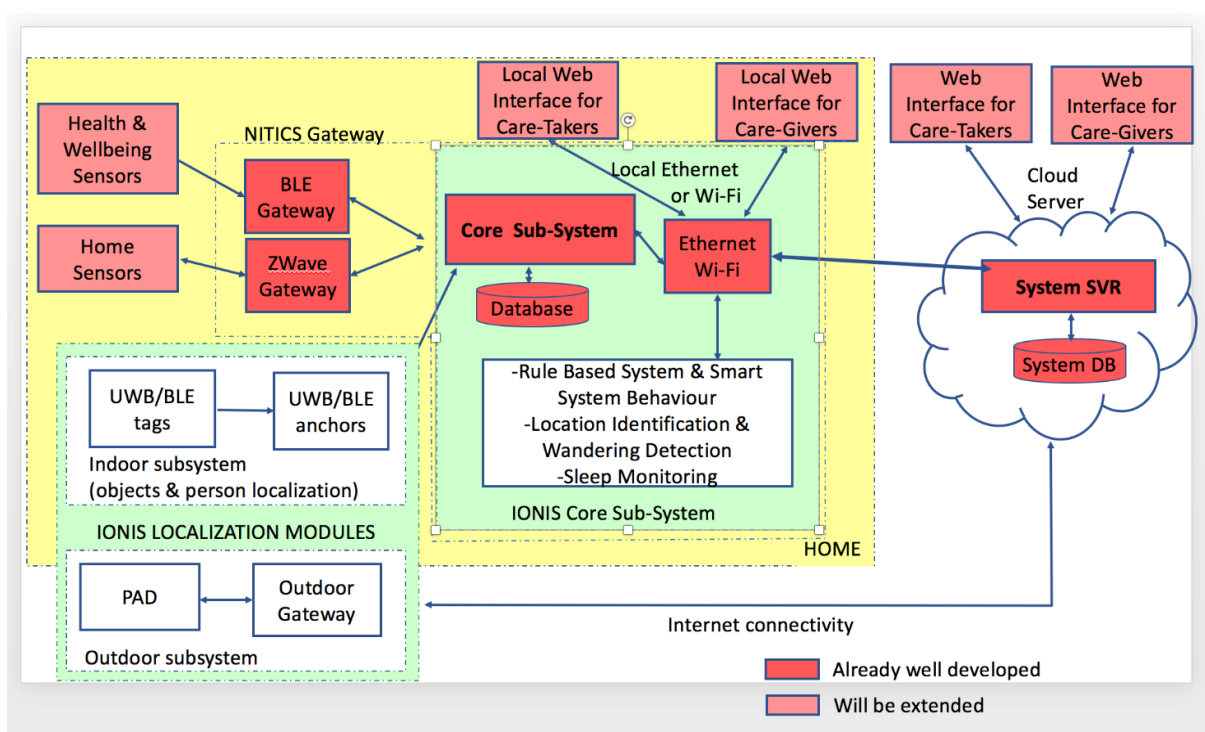


Figura 1. Arhitectura sistemului IONIS

Activitatea 2.1: Contribuții la dezvoltarea modulelor sistemului în cadrul acestei activități a fost dezvoltată o prima versiune pentru modulele: i) detectia ratacirilor - identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor pe baza analizei traiectoriilor efectuate de persoanele supravegheate într-o perioadă de timp și ii) monitorizarea calității somnului, corelarea parametrilor măsurați în timpul somnului în vederea identificării diferitelor probleme ce apar în timpul somnului

Detecția ratacirilor - Identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor (Detecția rătăcirilor) - Rătăcirea este unul dintre comportamentele cele mai frecvente, problematice și dăunătoare pentru persoanele cu demență, care este strâns asociată cu evenimente adverse cum ar fi căderea sau pierderea. Pe baza studiilor medicale, rătăcirea poate fi definită ca:

- (1) mișcarea înainte și înapoi între oricare două puncte;
- (2) mișcarea circulară reluând unele puncte secvențial de-a lungul unei căi;
- (3) mișcare aleatoare, fără repetarea punctelor într-o secvență de deplasare.

Pentru a detecta rătăcirea în traiectoriile zilnice, considerăm următoarea ipoteză conform⁴: în ciuda diferențelor, oamenii urmează modele simple în rutina zilnică⁵. Acest lucru este valabil mai ales pentru persoanele în vârstă cu demență, deoarece majoritatea mențin un stil de viață simplu. De asemenea, există situații în care mobilitatea umană este aleatoare, iar oamenii diferiți au obiceiuri diferite în ceea ce privește locurile pe care le vizitează și traiectoriile pe care le urmează.

Soluția implementată se bazează pe metoda descrisă în ⁴. Traectoria utilizatorului este proiectată în celulele unui grid și modelată ca un graf în care nodurile reprezintă locuri frecventate și laturile corespund căilor între locuri. Astfel, traectoria de mișcare a fiecărei persoane poate fi reprezentată ca o secvență de simboluri de celule traversate și detectarea rătăcirii devine o problemă de comparare a traectoriei de mișcare în desfășurare cu traectoria de mișcare obișnuită a fiecărui utilizator. Prin urmare, traectoria cu rătăcirii a unui utilizator va conține rute care se abat de la comportamentul cunoscut sau bucle în interiorul traectoriei. Pentru a realiza detectarea rătăcirii, folosim, de asemenea, istoricul traectoriilor. Implementarea realizată diferă față de cea descrisă în lucrare prin că implementarea nu clasifică traectoria drept rătăcire sau nu, ci oferă un set de caracteristici calculate ale traectoriei, cum ar fi distanța fiecărei părți deviate a traectoriei și numărul de bucle dintr-o cale. Pentru implementarea metodei s-au utilizat traectorii simbolizate și ale matricei specificate în lucrarea⁴. În cazul de față sunt analizate traectorii ale utilizatorilor achiziționate în urma deplasării în exterior, traectorii care contin momentul de timp și locația GPS (latitudine și longitudine). În vederea analizei acestor traectorii s-au efectuat următorii pași:

1. clasificarea traectoriilor în funcție de momentul de timp asociat fiecărei locații din traectorie.
2. delimitarea traectoriilor: Este utilizată o valoare constantă pentru dimensiunea celulei gridului care este mapat peste traectorie. Se elimină punctele de zgomot din traectorii, care sunt puncte ale căror locații GPS au fost înregistrate greșit și care sunt de obicei identificate printr-o distanță nerealistă între acestea și punctele adiacente în aceeași traectorie. După eliminarea punctelor de zgomot, se calculează limitele traectoriei curente. Aceste limite se extind în cele patru direcții (nord, sud, est, vest) cu același procent, ca în Figura 2. Aceste limite extinse de încadrare a traectoriei sunt utilizate în vederea identificării traectoriilor similare (ca locații) cu traectoria curentă. În pasul următor se creează matricea de celule. Matricea de celule are dimensiunea fixă, specificată la intrare. Dimensiunea celulei este măsurată în metri, astfel este necesară o conversie la coordonate GPS pentru a putea calcula fiecare punct din matrice, conform:

$$lat_2 = lat_1 + (distance/earth_radius) \times (180/\pi)$$

$$lon_2 = lon_1 + (distance/earth_radius) \times (180/\pi) / \cos(lat \times \pi/180)$$

⁴ Qiang Lin, Daqing Zhang, Kay Connelly, Hongbo Ni, Zhiwen Yu, and Xingshe Zhou. 2015. Disorientation detection by mining GPS trajectories for cognitively-impaired elders. **Pervasive Mob. Comput.** 19, C (May 2015), 71-85. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmcj.2014.01.003>

⁵ M.C. González, C.A. Hidalgo, A.L. Barabási, Understanding individual human mobility patterns, *Nature* 453 (2008) pp. 779–782

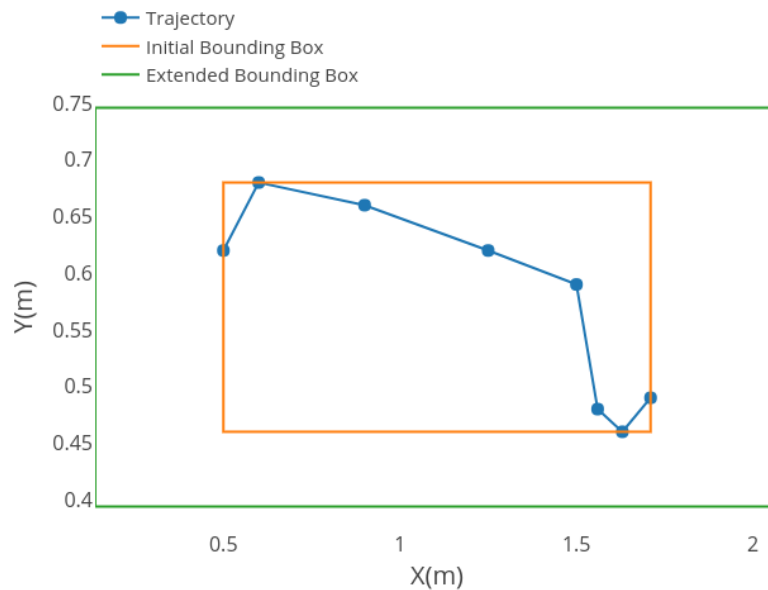


Figura 2. Delimitarea traiectoriilor

3. calculul traiectoriilor similare cu traiectoria curentă: Traiectoria curentă analizată este comparată cu fiecare dintre traiectoriile din istoricul utilizatorului. Compararea între cele două traiectorii se realizează utilizând dreptunghiul înconjurător calculat anterior pentru traiectoria curentă. Pentru ca o traiectorie să fie similară cu cea analizată, un anumit procent selectat din punctele sale trebuie să fie în interiorul dreptunghiului înconjurător asociat traiectoriei curente. În cazul în care analiza este efectuată și cu privire la timpul zilei, se adaugă și alte criterii de similitudine, astfel încât a doua traiectorie trebuie să aibă peste un procent selectat din punctele sale în același interval de timp ca majoritatea punctelor din traiectoria curentă.
4. simbolizarea traiectoriilor: în vederea determinării ratacirilor, traiectoriile analizate sunt descrise într-un mod mai ușor de analizat. Astfel fiecare locație din traiectorie este mapată într-o celulă a gridului, traiectoria fiind transformată într-o secvență de celule ale gridului.
5. calculul parametrilor asociați traiectoriei curente: traiectoria curentă este analizată în vederea identificării caracteristicilor acesteia comparată cu traiectoriile cunoscute (istoricul utilizatorului), raportată la gridul mapat peste traiectorii. Astfel pentru traiectoriile analizate se calculează numărul de celule repetate, distanța traiectoriei în aceste celule, distanța traiectoriei în celulele care nu au fost vizitate anterior de nici o altă traiectorie din istoria utilizatorului (traiectorii similare cu traiectoria analizată).
6. compararea traiectoriei curente cu traiectoriile similare ale utilizatorului: pentru fiecare celulă din traiectoria curentă se determină numărul de apariții ale acesteia în traiectoriile simbolizate din setul de traiectorii similare; apoi se calculează, pentru fiecare celulă, raportul dintre numărul de apariții ale celei și lungimea acestui set, adică numărul de traiectorii simbolizate găsite în el. Dacă acest raport este mai mic decât un anumit prag (prestabilit), celulă este considerată o deviere de la modelul de mișcare obișnuit al utilizatorilor și celulă este adăugată la o listă de celule de deviere. Celulele de buclă sunt numărate prin, căutarea celei curente în traiectorie. Dacă celulă se găsește în traiectoria simbolizată, ea este considerată o celulă de buclă.

Monitorizarea calității somnului - Când vine vorba de evaluarea somnului de cele mai multe ori se folosesc valori generale, de exemplu, "sunt necesare 8 ore de somn pe zi". Există diferite tabele cu numărul de ore de somn recomandate în funcție de vârstă. Fiecare persoană este unică în felul ei și acest lucru se aplică și nevoilor fiziologice, unde se încadrează și odihna. Avem tendința să considerăm că dacă o persoană poate să facă un lucru, de exemplu să doarmă 6 ore și să se simtă perfect odihnită, rămânându-i 18 ore din zi pentru a-și petrece ziua este în regulă. Dar nu se ține cont de faptul că fiecare corp funcționează diferit având cerințe diferite. Este adevărat că vârsta influențează cantitatea de somn necesar pentru un individ, dar și alte caracteristici: durata în care persoana a fost trează, ritmul cardiac, activitatea fizică desfășurată. Problema principală este că dispozitivele de monitorizare a somnului care încearcă o evaluare a calității somnului folosesc drept reper valorile standard. Spre exemplu, dacă o persoană care are nevoie de 5-6 ore de somn pe noapte doarme 5 ore și jumătate, iar altă persoană este obișnuită să doarmă 8-9 ore pe noapte și doarme 7, conform acestor dispozitive persoana din urmă va avea un scor mai mare deși aceasta nu și-a îndeplinit norma de somn obișnuită, în timp ce prima persoană are parte de un somn obișnuit și odihnitor, dar mereu va primi un scor mic, comparativ cu cealaltă persoană. Este de dorit ca în cazul în care, scorul somnului este mai mic să se specifice cauza care a dus la acest lucru. De exemplu, s-a obținut un scor mai mic deoarece rata bătăilor inimii a fost mai ridicată ceea ce ar putea descrie faptul că utilizatorul a resimțit un stres fizic sau psihic ceea ce a condus la multiple treziri.

În cadrul acestei etape s-a implementat o metoda de identificare a corelărilor între calitatea somnului unei persoane și valorile pentru diferiți parametri măsurați în timpul somnului. În vederea monitorizării somnului a fost utilizat senzorul Emfit QS, care se montează sub salteaua patului. Acesta monitorizează rata de respirație, ritmul cardiac și activitatea din timpul somnului, durata somnului, precum și durata și tipul perioadelor de somn.

În timp ce dormim, trecem de obicei prin trei faze de somn: stadiile 1, 2, 3 la care se adaugă și somnul REM (rapid eye movement), caracterizat prin mișcarea rapidă a ochilor. Primele trei etape se mai numesc și somnul de tip non-REM (NREM). În etapa REM, ritmul cardiac, respirația și mișcările ochilor devin din ce în ce mai rapide. Creierul devine mai activ, prelucrând lucrurile pe care le-am învățat în timpul zilei, pentru a ne ajuta să formăm amintiri. De obicei, în timpul somnului REM visăm.

Stadiul 1 de somn (AWAKE) - în această etapă avem un somn lin, trecem cu ușurință de la starea de veghe la cea de somn și putem fi treziți chiar și de cel mai mic zgomot. Ochii noștri se mișcă foarte încet și activitatea musculară încetinește. De asemenea, experimentăm contracții musculare bruște, involuntare, adesea precedate de o senzație de cădere în gol.

Stadiul 2 de somn (Light) - atunci când intrăm în etapa a doua de somn, mișcările ochilor se opresc, inima începe să bată mai lent, mușchii se relaxează și temperatura corpului scade. De asemenea, undele cerebrale devin mai lente și apar o serie de unde ocazionale rapide. Practic, organismul se pregătește pentru somnul profund.

Stadiul 3 de somn (Deep) - Etapa 3 de somn este caracterizată de unde cerebrale extrem de lente și lipsa oricărei mișcări a ochilor sau spasme musculare, fapt care favorizează somnul profund. Odată ajuns în această etapă, este foarte dificil să ne trezim. Cu toate acestea, nu este exclus. Persoanele trezite în timpul somnului profund nu se adaptează imediat la realitate și, timp de câteva minute, sunt amețite și dezorientate.

Achiziția datelor colectate de senzorul Emfit QS: sDatele colectate de senzorul Emfit QS sunt încărcate automat în Cloud-ul Emfit. Pentru a prelua în mod automat datele din Cloud-ul Emfit, a fost implementată o aplicație Python. Aplicația va descărca date de la Cloud-ul EMFIT la un server

local (localizat la domiciliul utilizatorului). Aplicația Python asculta pe un port HTTP pentru a descărca datele din Cloudul Emfit (Figura 3) (pentru a descărca automat datele din Cloud-ul Emfit trebuie plătită o taxă lunară: 5-7 Euro / lună).

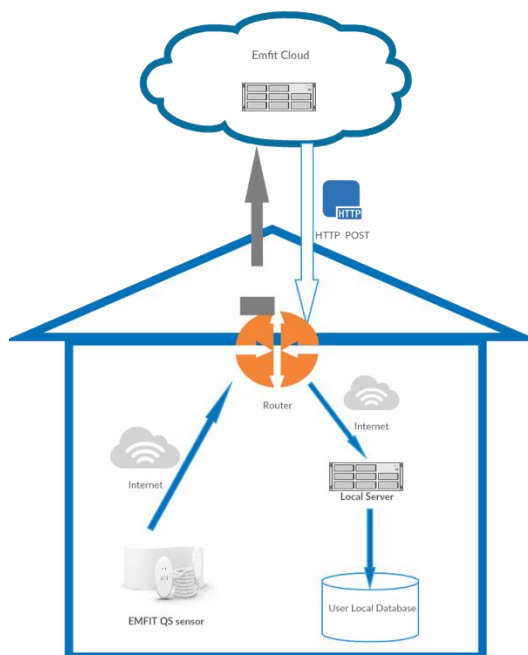


Figura 3. Preluarea datelor din Cloud-ul Emfit

Serverul local asculta printr-o rețea de domiciliu protejată de un firewall. Astfel, a trebuit să găsim o modalitate de a furniza acces extern la serverul nostru. Problema a fost rezolvată folosind:

1. Serviciu DNS dinamic furnizat de producătorul routerului (în cazul de față Asus)
2. Configurația firewall-ului routerului pentru a permite accesul extern la acest server și port specific.

Datele preluate de pe Cloud-ul Emfit sunt salvate într-un fișier JSON. Codul prin care se preiau datele de pe Cloud-ul Emfit este prezentat în listing-ul 1, iar un exemplu de fișier JSON cu datele achiziționate este dat în listing-ul 2.

```
import cherrypy
import json

cherrypy.config.update({'server.socket_host': 'XXX.XXX.X.XXX', 'server.socket_port': 8080,})
class Root(object):
    @cherrypy.expose
    @cherrypy.tools.json_in()
    def index(self):
        data = cherrypy.request.json
        jsondata = data["data"]
        f = open('/home/odroid/emfit/input_js.txt','a')
```

```

    try:
        json.dump(jsondata, f)
    except (RuntimeError, TypeError, NameError):
        print("Exception")
    f.close()
if __name__ == '__main__':
    cherrypy.quickstart(Root(), '/')

```

Listing 111. Achizitia datelor de pe Cloud-ul Emfit

```

{
  "data": [
    {
      "device": "001a02",
      "activity": 0,
      "date_occurred": 1475179560
    },
    {
      "device": "001a02",
      "heart_rate": 92,
      "respiration_rate": 9.6,
      "activity": 0,
      "date_occurred": 1475179532
    },
    {
      "device": "001a02",
      "heart_rate": 89,
      "respiration_rate": 9.5,
      "activity": 0,
      "date_occurred": 1475179558
    }
  ],
  "events": [
    {
      "device": "001a02",
      "event_type": 1,
      "date_occurred": 1475179532
    }
  ],
  "hrv_data": [
    {

```

```

"device": "001a02",
"date_occurred": 1475202053,
"rmssd": 47.3,
"tp": 0.5,
"lfn": 45,
"hfn": 55
}
]
}

```

Listing 22. Exemplu fisier JSON cu date achizitionate de pe Cloud-ul Emfit

Analiza datelor achizitionate de senzorul Emfit QS. Datele preluare de la senzorul Emfit QS (prin intermediul Cloud-ului Emfit) sunt analizate în vederea identificării diferitelor corelări între calitatea somnului și parametri măsurați în perioada de somn utilizând analiza prin regresie. Analiza prin regresie este o metodă de estimare a relațiilor dintre variabile. Aceasta este de folosită atunci când dorim să evidențiem relațiile dintre variabile dependente și variabile independente. Astfel, regresia oferă o estimare a așteptărilor variabilelor dependente condiționate de variabilele independente, iar de cele mai multe ori se ajunge la o funcție de variabile independente, numită funcție de regresie.

În cadrul acestei etape s-a utilizat un model de regresie liniară pentru a încerca să se identifice dependențe între rata respiratorie medie, ritmul mediu cardiac, scorul somnului, limitând datele pe perioade de timp. Apoi, tot pe perioade de timp, pentru fiecare parametru menționat s-a utilizat câte un model de regresie folosind ca variabile independente date ce îi influențează în mod direct. Spre exemplu, pentru scorul somnului, ca variabile independente s-au utilizat variabilele care intră în metoda de calcul al acestuia, adică duratele diferitelor etape de somn sau numărul de treziri.

Activitatea 2:2: Testarea modulelor sistemului: în cadrul acestei activități au fost evaluate cele două module dezvoltate în cadrul UPB: identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor a utilizatorului, precum și monitorizarea calitatii somnului.

Evaluarea modului de identificarea deviațiilor în comportamentul mișcărilor

Pentru evaluare s-a utilizat setul de date descris în⁶, publicat de Microsoft Research Asia. Acest set de date conține seturi de traiectorii pentru 182 de utilizatori. A fost utilizată o versiune redusă a setului de date, conținând date pentru 31 de utilizatori, deoarece pentru această versiune traiectoriile au fost etichetate cu metoda de transport, astfel încât să putem utiliza și metoda de transport pentru determinarea traiectoriilor similare.

Pentru testarea timpului de execuție, s-a iterat mai multe ori prin setul de traiectorii similare pentru a vedea cât de mult lungimea acestui set afectează timpul de calcul. Figura 4 evidențiază timpul de execuție al algoritmului pentru diferite dimensiuni ale setului de traiectorii. După cum se observă, timpul de execuție nu crește semnificativ în cazul în care numărul de traiectorii din set crește.

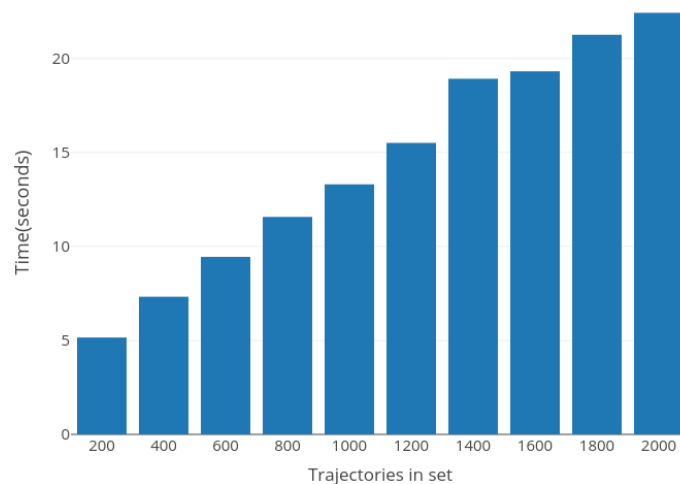


Figura 4. Timp de executie

A fost implementata posibilitatea de vizualizare a traiectoriilor, precum si a zonelor din traiectorii identificate drept deviate sau bucle. În Figura 5 poate fi vizualizat acest lucru. Gridul reprezintă matricea de celule mapată peste traiectorii, în timp ce limitele graficului sunt aceleași cu limitele dreptunghiului incadrator. Traiectoriile de culoare gri reprezintă setul de traiectorii similare (istoria traiectoriilor pentru utilizator), iar cea albastră este traiectoria curent analizată. Zona de culoare roșie reprezintă partea deviată și, așa cum se vede în figură, doar câteva traiectorii conțin celulele care traversează acea zona. Pragul utilizat pentru raportul dintre traiectoriile care trebuie să conțină celula analizată și toate traiectoriile similare a fost setat la 0,25. Zona de culoare portocalie a traiectoriei indică o posibilă buclă și, după cum se arată, traiectoria părăsește celula, apoi revine din nou la ea.

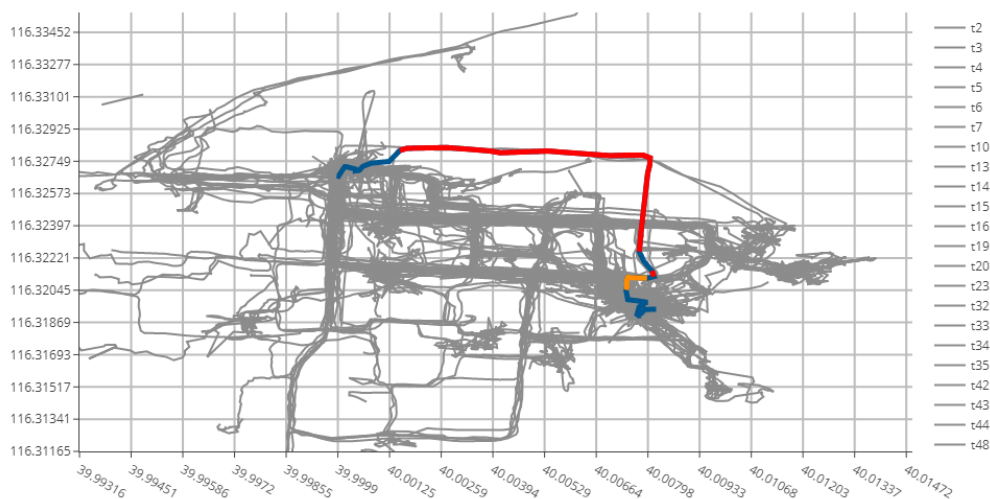


Figura 5. Vizualizarea traiectoriilor

Evaluarea monitorizării calității somnului. În prima fază a fost evaluat senzoul de monitorizare a calității somnului utilizat – Emfit QS (Figura 6) și s-a dezvoltat o interfață în care să se vizualizeze parametrii colectați de acest sensor în vederea analizei ulterioare.



Figura 6. Senzorul Emfit QS pentru monitorizarea calității somnului

Acesta măsoară următorii parametri pe durata somnului:

- ritmul cardiac
- rata de respirație
- mișcările din timpul somnului
- numărul de treziri și ridicări din pat
- durata somnului (nu include timpul în care utilizatorul a fost treaz)
- activitatea sistemului nervos

și calculează următoarele elemente referitoare la perioada de somn (aceste valori sunt calculate în interval de 10-15 minute după finalizarea perioadei de somn; o perioadă de somn este finalizată dacă senzorul nu mai detectează prezența utilizatorului în pat pentru o perioadă mai mare de 10 minute; orice părăsire a patului pentru o perioadă mai mică de 10 minute este contorizată sub forma unei treziri în timpul somnului):

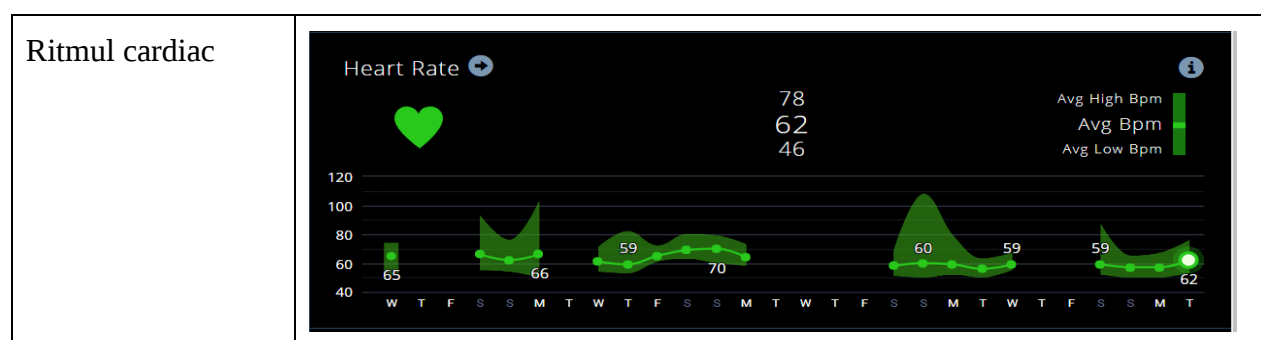
- scorul asociat perioadei de somn, calculat conform:

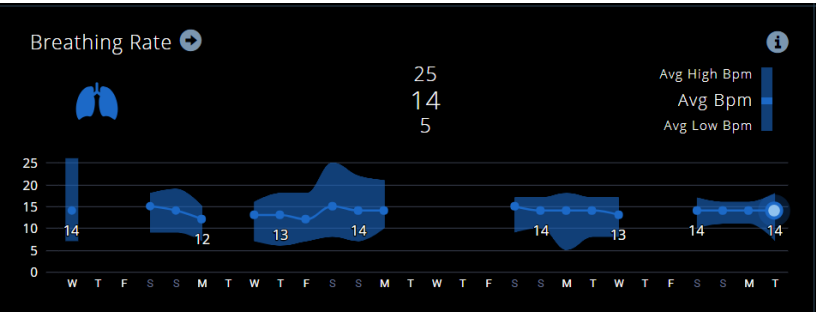
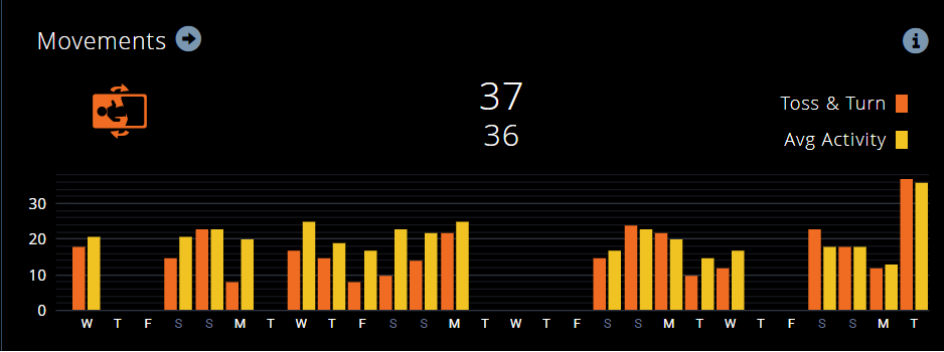
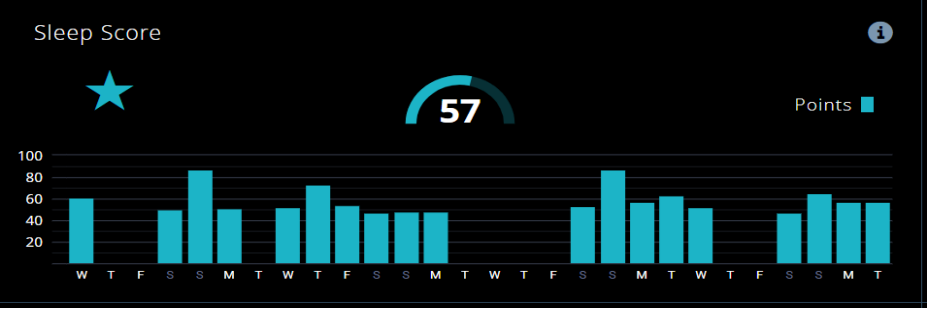
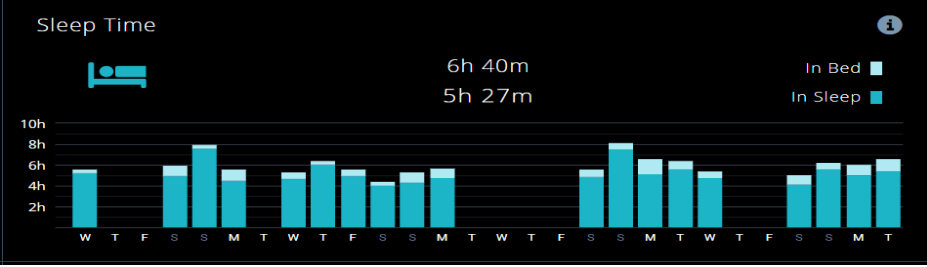
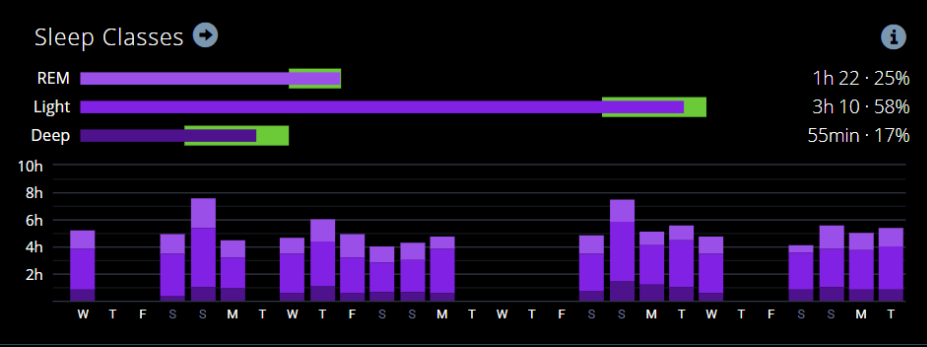
$$\left(durata_{\text{somnului}} + durata_{\text{REM}} * 0.5 + durata_{\text{DEEP}} * 1.5 \right) - \left(\frac{durata_{\text{trezire}}}{360} * 0.5 + \frac{numar_{\text{treziri}}}{15} \right) * 8.5$$

- variația ritmului cardiac
- perioadele de somn (împreună cu durata asociată).

Clasele de somn detectate de sensor sunt REM, Light, Deep. De asemenea se consideră și perioadele în care utilizatorul este treaz (AWAKE).

Exemplul pentru valorile măsurate de acest sensor pot fi vizualizate în Figura 7.



Rata de respirație	 Breathing Rate 25 14 5 Avg High Bpm Avg Bpm Avg Low Bpm
Mișcări	 Movements 37 36 Toss & Turn Avg Activity
Scor	 Sleep Score 57 Points
Durata somnului	 Sleep Time 6h 40m 5h 27m In Bed In Sleep
Clasele de somn (REM, Light, Deep)	 Sleep Classes REM Light Deep 1h 22 · 25% 3h 10 · 58% 55min · 17%

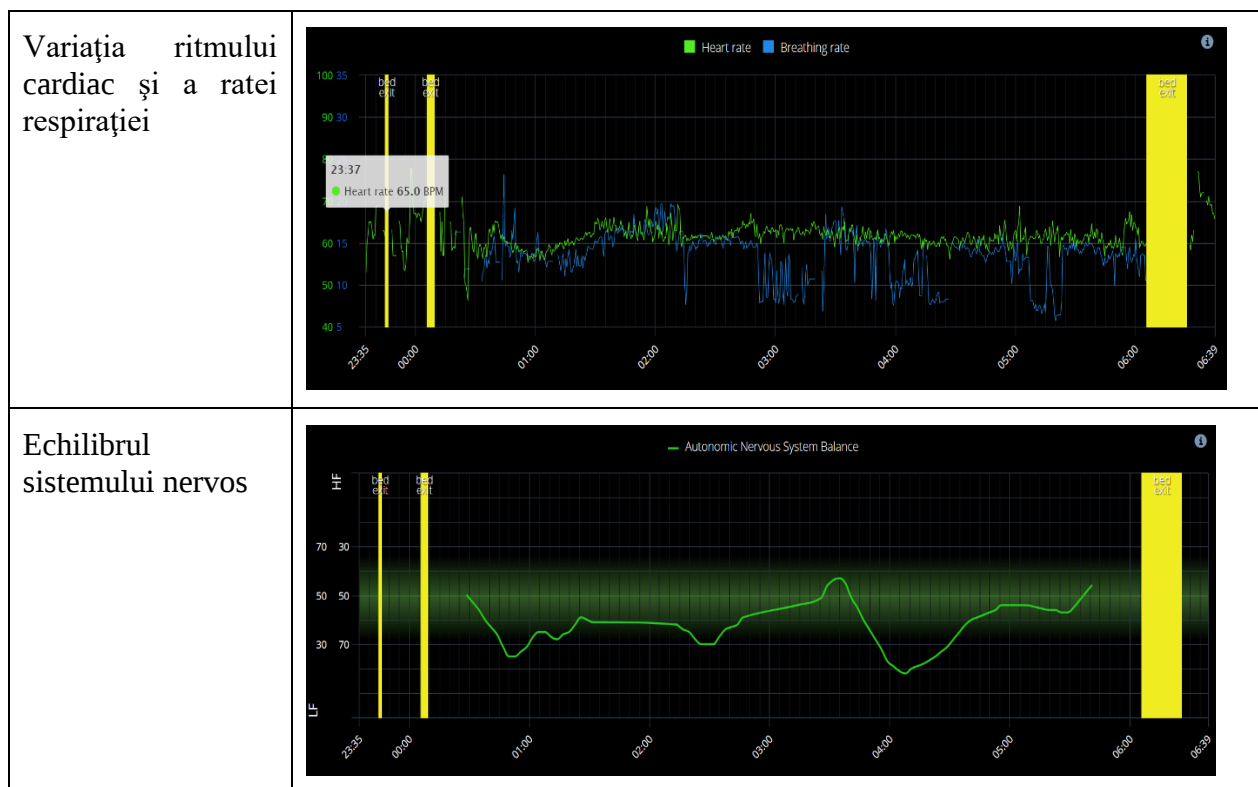


Figura 7. Parametri măsurăți de senzorul EmfitQS

Folosind datele colectate de la un utilizator au fost analizați parametrii următori: rata de respirație, ritmul cardiac, activitatea, durata somnului, precum și durata corespunzătoare fiecărei clase de somn. A fost creată o interfață care conține mai multe metode de vizualizare ale acestora. Figura 8 redă histograma activității din timpul somnului, box plot-ul asociat ritmului cardiac, precum și graficul sub formă de piechart pentru clasele de somn. Figura 9 redă histograma ritmului cardiac, rata de respirație și boxplotul activității.

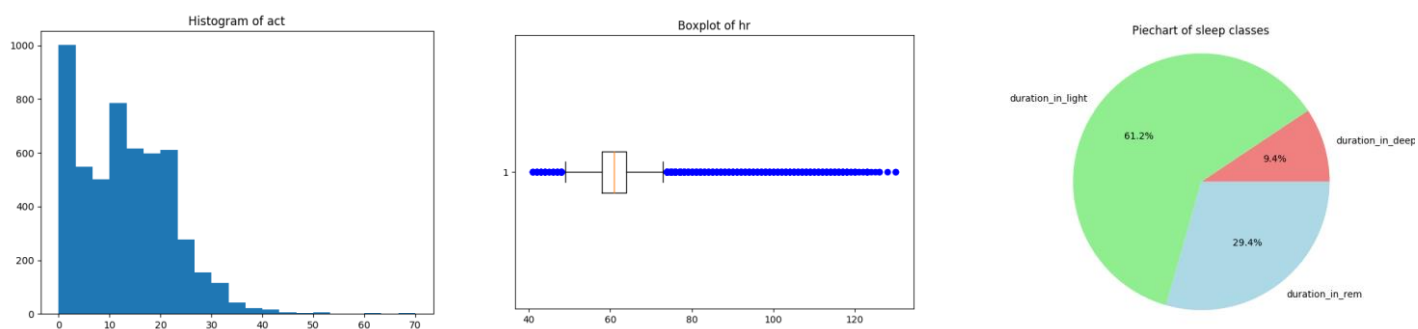


Figura 8. Afisarea parametrilor de somn: histograma activității din timpul somnului, box plot-ul asociat ritmului cardiac

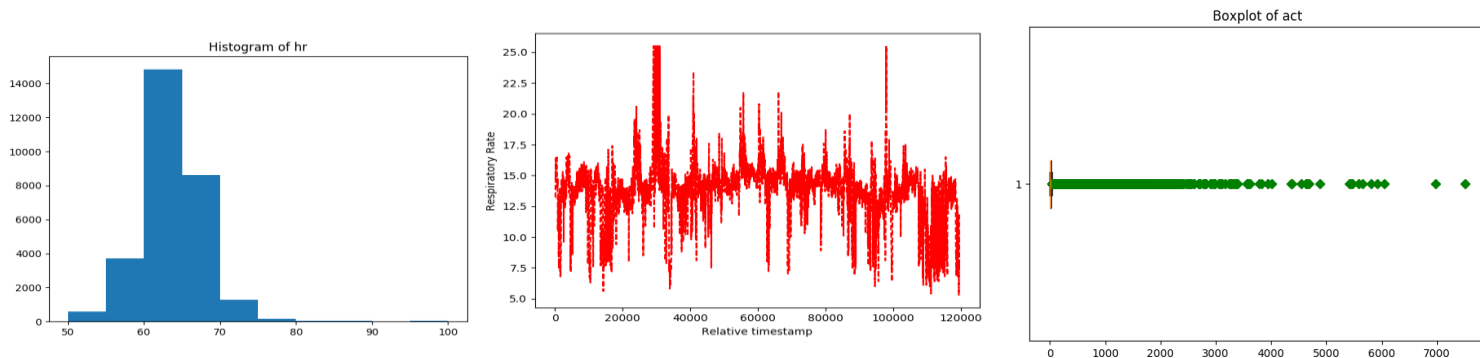


Figura 9. Afisarea parametrilor de somn: histograma ritmului cardiac, rata de respiratie si bloxpotul activitatii

Pentru o categorie de semnale, s-au utilizat în prima parte doar semnalele pentru ritmul cardiac și rata de respiratie deoarece acestea doua au o distributie normala, activitate neputand fi inclusa în aceasta categorie. Astfel, pentru ambele tipuri de parametri s-au creat urmatoarele tipuri de comparatii:

- comparatie prin diferentiere a doua perioade consecutive: au fost considerate perechi de câte doua perioade consecutive și s-a aplicat formula de obtinere a ratei de diferentiere ($(val_{ref} - val_{crt}) / \max(val_{ref}, val_{crt})$). S-a considerat perioada anterioada din cele doua comparate ca fiind cea de referinta.
- comparatie a tuturor perioadelor fata de o perioada de referinta globala: întregul semnal pe care îl are la dispoziție aplicația din datele unui beneficiar; formula se păstrează și modul de vizualizare pentru ambele tipuri de comparație este același

Criteriile considerate pentru realizarea comparatiei au fost: minimul și media semnalului (obținute din boxplotul pe o un interval al unui semnal) și varianta semnalului (pentru o corelare foarte buna inre coeficienti).

Figura 10 reprezintă valori ale criteriului calculat pentru perioade consecutive ale semnalului; sunt prezentate exemple atât pentru date neprocesate cât și pentru date procesate considerand criteriile de minim, medie și varianta atât pentru ritmul cardiac cât și pentru rata de respiratie. Valoarea criteriului este pe ordonata, iar pe abscisa sunt valorile intre perioadele de la momentul t, respective momentul urmator ($t+1$), perioade consecutive, și pentru perioada de la momentul t fata de valoarea globala.

Salturile pe care le putem remarca în grafice denotă faptul ca diferențele între perioade sunt considerabile (în raport cu ordinul de mărime calculat) ce sugerează o lipsa de constanta în somnul utilizatorului.

Folosind datele obtinute la proiectele anterioare, în format RAW s-au realizat regresii care au un rezultat (denumit Y in cele ce urmeaza) bazat pe o serie de caracteristici (X-data). Primul calculează corelatia pe care scorul de smn o are cu durata somnului. Cel de-a doilea calculează corelatia pe care scorul somnului o are cu durata in care utilizatorul a dormit și cu durata in care utilizatorul s-a aflat in pat.

Funcția în care Y-data depinde de o caracteristica, *simple_regression(x_list_data, y_list_data, nr_test_pts, x_label, y_label)*, împarte datele asociate unui utilizator în date pentru antrenarea și date de test (train/test) în raportul dat de *nr_test_pts* (câte puncte din total să fie pastrate ca puncte de test).

Obiectul de regresie antreaza punctele și apoi face predicție pentru punctele de test și apoi afiseaza doua grafice: primul reprezintă punctele de test cu valorile reale, iar al doilea conține și linia valorilor prezise (regresia) printre aceste puncte.

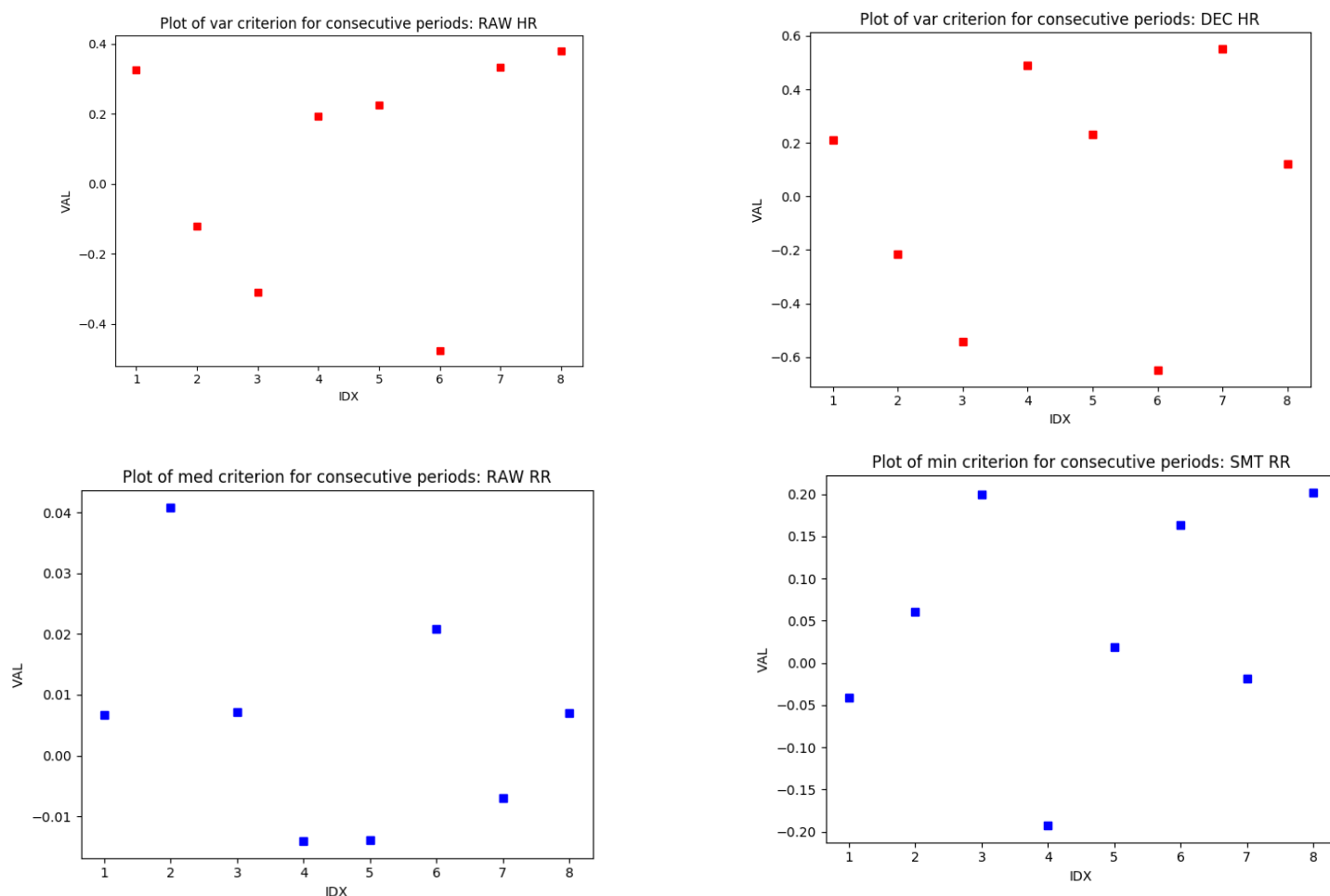


Figura 10. Valori criteriu

Funcția pentru doua caracteristici, *double_regression(feature1, feature2, y_feature, nr_test_pts, total_len, x_label, y_label, z_label)*, realizeaza în mod asemănător împărțirea datelor și antrenarea lor, însă, pentru a putea fi posibilă o vizualizare, este nevoie de o trasare a graficelor în 3 dimensiuni. Prima afiseaza punctele scalate în 3D și a doua adauga acestor puncte, planul de regresie al punctelor prezise prin antrenare.

Figura 11 prezinta evaluarea pentru setul de date de 20 de puncte de test, considerat cel mai bun ca valoare a procentajului (pentru datele analizate) când numărul total de puncte pentru utilizatorului e 75.

Pentru a identifica corelațiilor între calitatea somnului, ritmul cardiac și rata respiratorie a fost antrenată regresie pentru diferite perioade de timp: 7 zile, 14 zile, 31 de zile și 62 de zile.

În cazul utilizării datelor ce caracterizau o săptămână s-au obținut erori mari, eroarea medie fiind de 31%. Prin validarea modelului de regresie peste setul de date folosit, utilizând metoda K-fold, s-a obținut o acuratețe foarte scăzută. Acest lucru s-ar traduce prin faptul că datele sunt prea dispersate sau prea disproporționate pentru a putea face o regresie cu grad de precizie ridicat. O altă

interpretare ar putea fi faptul că datele folosite au fost obținute într-o săptămână în care utilizatorul a avut nopți inconsistente.

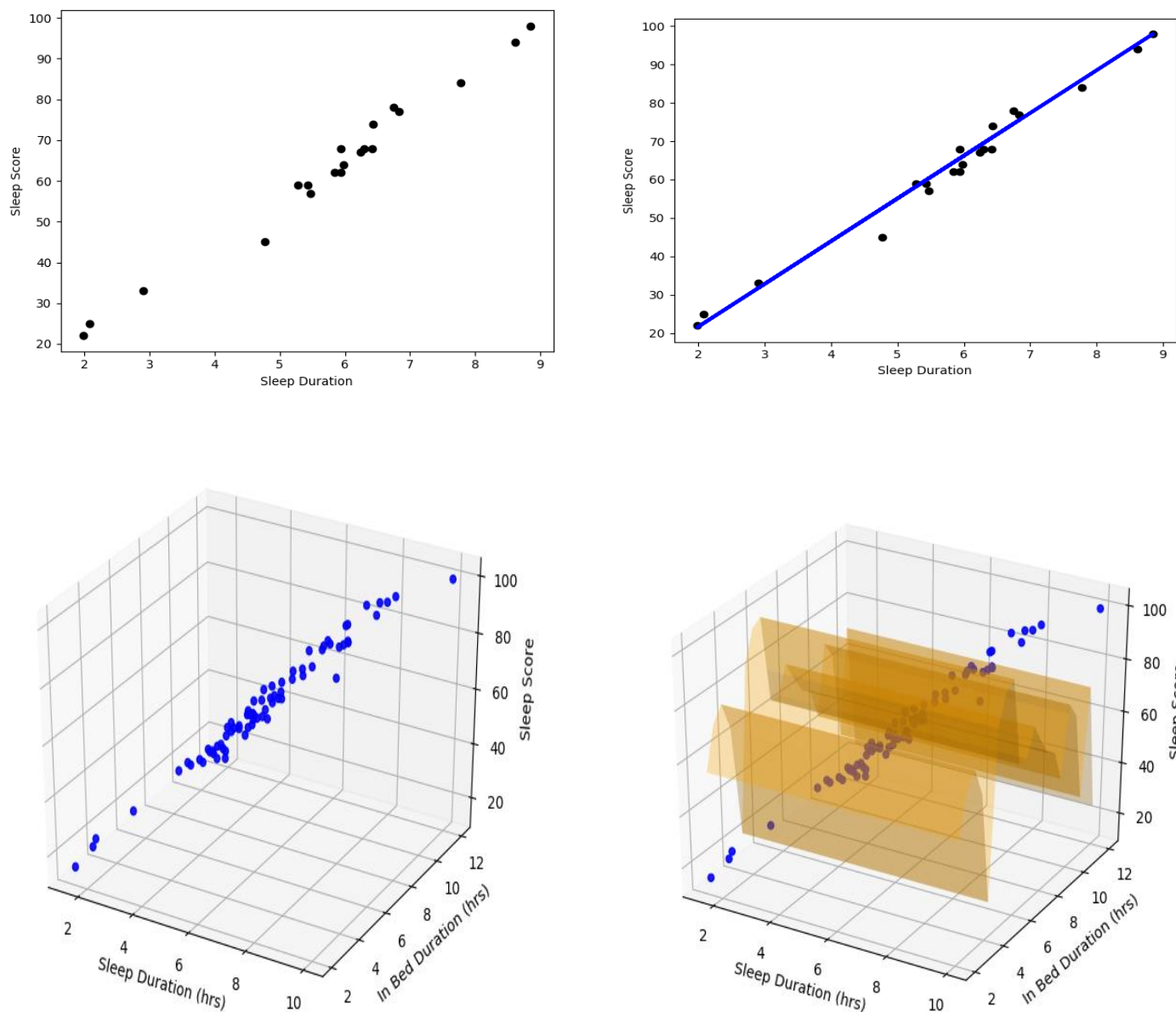


Figura 11. Evaluare sub set de date

Crescând perioada la două săptămâni, eroarea a scăzut, eroarea medie fiind de 15%. Prin validarea modelului folosind K-fold, acuratețea a crescut. Totuși, precizia modelului și scorul validării încă nu au un grad satisfăcător. O interpretare a acestor rezultate poate fi faptul că dacă în prima săptămână au existat, 5 date apropiate din punct de vedere al regresiei și 2 date izolate, în săptămâna a doua au fost mai multe zile care s-au apropiat de primele două zile considerate izolate și au oferit o aproximare mai bună.

Trecând la regresia pe perioada a 31 de zile, progresul față de perioada anterioară, două săptămâni, nu este la fel de vizibil ca de la 7 la 14 zile, dar există un progres, eroarea medie fiind de 12%.

Realizarea regresiei pentru o perioadă de 62 de zile, s-a obținut cea mai mică eroare medie, 9%. Însă a existat cel puțin o zi care a fost departe de rezultatul funcției de regresie. Rezultatele validării conduc la o îmbunătățire a preciziei, dar, din nou, aceasta nu este ridicată.

Conform etapei de validare, cel mai mare salt s-a produs între regresiiile pe perioada de o săptămână și două săptămâni.

Creând o regresie pentru datele referitoare la somn, variabile dependente fiind reprezentate de scor și cele independente de durate din timpul somnului, s-a obținut o acuratețe pentru perioade de peste 7 zile (14, 31 sau 62 zile), iar eroarea medie este cuprinsă între 5% și 15%. Deși scorul este calculat folosind mai mulți parametri folosiți la antrenare, celelalte variabile independente nu erau constante și de aici apare o discrepanță față de funcția folosită. De asemenea, erorile pot proveni și de la faptul că pentru anumite valori, setul de date de antrenare este subîncărcat. Regresia caracteristică respirației în timpul somnului, rata medie fiind variabila dependentă și ceilalți parametri referitori la respirație, pe care senzorul Emfit QS îi achiziționează, ca variabile independente, conform rezultatelor validării modelului, scorul modelului este mult mai mic decât cel precedent, dar erorile sunt mult mai mici, erorile medii variind între 2% și 6%, erorile fiind din ce în ce mai mici în timp ce numărul de date crește. Acest lucru este datorat faptului că media ratei respiratorii rămâne într-un interval relativ mic, astfel termenul liber al funcției va fi în intervalul menționat, iar coeficienții variabilelor independente vor fi foarte mici. În cazul regresiei pentru rata bătăilor inimii, cazul este similar cu cel al ratei respiratorii, nu este un model considerat la fel de precis precum cel pentru scorul somnului, dar prezintă erori mai mici decât acesta, cu erori medii cuprinse între 1% și 3%. Erorile sunt chiar mai mici decât la rate respiratorii deoarece dimensiunea intervalului în care oscilează valorile ratei medii a bătăilor inimii este de o dimensiune comparativă cu cel al ratei medii respiratorii, dar valorile sunt mai mari în primul caz, astfel termenul liber este și mai mare în timp ce coeficienții variabilelor independente sunt chiar mai mici decât în cazul regresiei cu datele respirației.

Activitatea 2:4: Participare la manifestări științifice, vizite de lucru: în cadrul acestei activități s-au realizat următoarele:

- **Elaborare articole manifestări științifice:**

1. Irina Mocanu, Cosmin Clapon- Multimodal Convolutional Neural Network for Object Detection Using RGB-D Images – 2018, 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, pp. 1-5, 2018, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*
2. Irina Mocanu, Dana Axinte, Oana Cramariuc, Bogdan Cramariuc - Human Activity Recognition with Convolution Neural Network Using TIAGo Robot, 2018, 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, pp. 1-4, 2018, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*
3. Imad Alex Awada, Irina Mocanu, Dumitru-Iulian Nastac, Dan Benta, Serban Radu - Adaptive User Interface for Healthcare Application for People with Dementia, 2018, 17th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research, pp. 96-100, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*

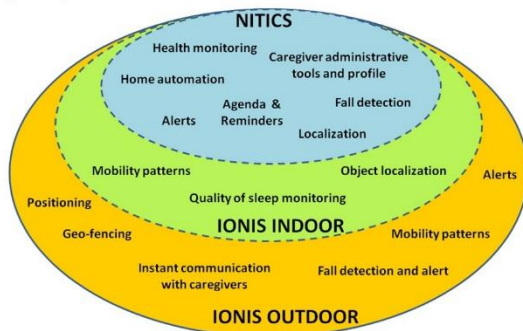
- **Intâlniri proiect:**
 - 25-26 iunie 2018 – București, întâlnire la care s-a analizat stadiul curent al proiectului, precum și stabilirea etapelor următoare din proiect;
 - 19 octombrie 2018 – București, întâlnire la care s-a analizat stadiul curent al proiectului și s-au planificat și discutat componentele sistemului IONIS care vor fi prezentate în cadrul review-ului de la jumătatea proiectului
- **Prezentare poster descriere proiect în cadrul forumului AAL, 24-26 Septembrie 2018, Bilbao, Spania:** Indoor and outdoor support for people with mild cognitive impairment and memory loss

IONIS Indoor and outdoor support for people with mild cognitive impairment and memory loss

A. Consoli, J. Ayadi, O. Cramariuc*, I.A. Awada, I. Mocanu, A.M. Florea, N. Samar Brenčič, B.D. Krivec, J. Kołakowski, K. Broczek, D. Perényi, Z. Nagymáté, E. Matis

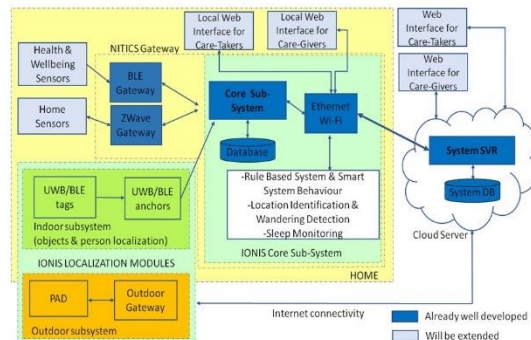
CONCEPT

- ❖ IONIS builds on the results of the AAL NITICS “Networked InfrasTructure for Innovative home Care Solutions” project - selected as one of the AAL success stories.
- ❖ IONIS adds new functionalities for both indoor and outdoor services as well as a dedicated design for people with mild dementia.



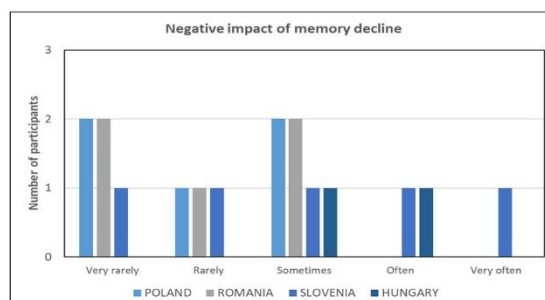
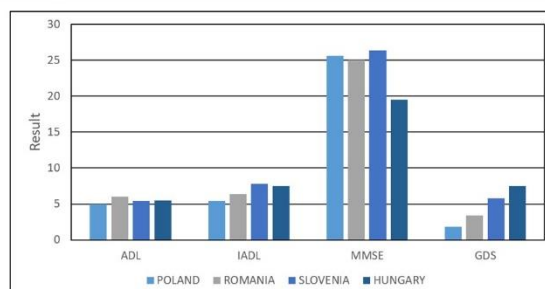
OBJECTIVES

- ❖ Support people with dementia when indoor or outdoor.
- ❖ Avoid isolation and help an optimal level of activity and mobility.
- ❖ Reduce stress and burden for informal caregivers.
- ❖ Facilitate the communication between informal caregivers and professionals.



USER-CENTERED DESIGN

- ❖ Primary end-users: early to mild dementia; still capable of performing regular indoor and outdoor activities despite declining memory and cognitive functions.
- ❖ Secondary end-users: main target are informal caregivers who are also impacted physically, psychologically and economically.



ACKNOWLEDGEMENTS

Under the Call AAL-2016-074, this work is supported within the Active and Assist Living Programme together with the:

- ❖ Hungarian National Research, Development and Innovation Office, NKFIH
- ❖ Polish National Centre For Research And Development, NCBI
- ❖ Romanian Executive Agency for Scientific Research and Innovation, UEFISCDI
- ❖ Slovenian Ministry of Education, Science and Sport, MIZS
- ❖ Swiss Federal Officer for Professional Education and Technology, OPET



5. Prezentare rezultate verificabile etapă

- **Activitatea 2.1: Proiectarea arhitecturii platformei**
- **Activitatea 2.3: Contribuții la dezvoltarea modulelor sistemului**
- **Activitatea 2.3 Testarea modulelor sistemului**
- **Activitatea 2.4: Participare la manifestări științifice, vizite de lucru**

6. Concluzii

Obiectivele au fost realizate integral, gradul de atingere al rezultatelor fiind de 100%. În cadrul **activității 2.1** a fost realizată proiectarea sistemului IONIS, descrierea modulelor componente și a modalității de comunicare între acestea. În cadrul **activității 2.2** a fost implementată o primă versiune a modulelor de detecție a atacurilor, precum și pentru extragerea de informații referitoare la corelarea parametrilor corespunzători tulburărilor de somn. Totodată UPB a contribuit la modulele de localizare a obiectelor (prin propunerea de rețele neurale convoluționale de recunoaștere a obiectelor), precum și la interfața sistemului, interacțiunea între utilizator și sistem prin comenzi vocale. **Activitatea 2.3** a avut drept scop testarea modulelor implementate, precum și a senzorului de monitorizare a somnului utilizat. **Activitatea 2.4** a avut ca scop participarea la manifestări științifice, precum și vizite de lucru – în cadrul acestei etape a fost prezentat posterul ce descrie aspectele principale ale proiectului în cadrul forumului AAL (24-26 Septembrie 2018), Bilbao, Spania, au fost publicate 3 articole științifice prezentate și publicate în cadrul unor conferințe cu proceedings indexate ISI și au avut loc 2 întâlniri cu membrii consorțiului (25 iunie 2018, 19 octombrie 2018, București) în care s-a discutat stadiul curent al proiectului, totodată s-a realizat planificarea activităților următoare.

7. Diseminare

- Elaborare 3 articole acceptate și publicate la conferința proceedings-uri indexate ISI.
 1. Irina Mocanu, Cosmin Clapon- Multimodal Convolutional Neural Network for Object Detection Using RGB-D Images – 2018, 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, pp. 1-5, 2018, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*
 2. Irina Mocanu, Dana Axinte, Oana Cramariuc, Bogdan Cramariuc - Human Activity Recognition with Convolution Neural Network Using TIAGo Robot, 2018, 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, pp. 1-4, 2018, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*
 3. Imad Alex Awada, Irina Mocanu, Dumitru-Iulian Nastac, Dan Benta, Serban Radu - Adaptive User Interface for Healthcare Application for People with Dementia, 2018, 17th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research, pp. 96-100, IEEE Proceedings, *ISI Proceedings*
- 2 întâlniri de lucru ale proiectului 25-26 iunie, 19 octombrie, București
- Prezentare poster în cadrul forumului AAL 2018, Bilbao, Spania

8. Pagina web a proiectului – actualizată cu datele ultimei raportări.

Pagina proiectului este: aimas.cs.pub.ro/ionis/