

Metode inteligente, proactive pentru diagnosticul precoce si personalizarea tratamentului bolilor neurologice ALAMEDA

Număr Proiect: 66 din 01/11/2021

PN-III-P3-3.6-H2020-2020-0186

Etapa 1: Proiectarea strategiei digitale ALAMEDA

1.11.2021-31.12.2021

Scopul proiectului ALAMEDA este de a cerceta și prototipa următoarea generație de sisteme de asistență medicală personalizate, bazate pe Inteligență Artificială (IA), având ca scop răspunsul la nevoile persoanelor cu boli și tulburări neurologice, concentrându-se în mod special pe nevoile tratamentelor de reabilitare ale pacienților și pe trei afecțiuni: parkinson, scleroză multiplă și atac cerebral. Inovațiile ALAMEDA sunt ancorate în integrarea datelor colectate asupra stilului de viață, precum și a fluxurilor noi de date de monitorizare a pacienților în timpul activităților zilnice, inclusiv comportamentul de somn, implementarea analizei avansate a datelor și a servicii de recomandare asupra stilului de viață, bazate pe IA. Această abordare oferă clinicienilor posibilitatea de a modifica intervențiile pe baza înregistrărilor de date personalizate, care pot include atât opțiuni terapeutice farmacologice, cât și non-farmacologice, cum ar fi regimurile de efort.

In cadrul proiectului ALAMEDA, UPB:

- coordonează pachetul de lucru 3 (WP3) - **Shared Decision Making and Value-Based**

Assessment. WP3 are ca scop definirea și planificarea metodelor și ciclurilor de transformare digitală prin:

- Definirea și dezvoltarea strategiei digitale ALAMEDA;
 - Definirea și dezvoltarea metodelor de cuantificare a impactului factorilor care nu sunt legați de boală (de ex. psihologic, financiar, societal, legat de mediul de acasă) privind tratamentul și recuperarea pacientului;
 - Cercetare și inovare pe baza metodologiei stabilite și recunoscute internațional “Shared Decision Making”, concentrându-se în mod special pe nevoile de recuperare fizică, cognitivă și emoțională.
- participă în pachetul de lucru 4 (**WP4**) - **Data Aggregation, AI Analytics and Secure Service Delivery, UPB participant** în cadrul căruia:
 - conduce activitatea T4.3 „Agent-based Lifestyle Data Collection” care are drept scop
 - dezvoltarea mijloacelor care să colecteze și să interpreteze date care caracterizează aspectele stilului de viață (și în special modificările stilului de viață), cum ar fi activitățile zilnice, starea de spirit și factorii legați de stres, nivelul de sprijin social sau calitatea somnului. Pe baza modelării semantice a fluxului de date din mediul înconjurător și senzori purtabili, se dezvoltă servicii care detectează activitatea zilnică, precum și modelele de somn ale pacienților, utilizând o combinație de abordări bazate pe date și pe cunoștințe. Aplicația însoțitoare bazată pe agentul conversațional va fi proiectată și implementată pentru a colecta și cuantifica date despre bunăstarea emoțională și percepția sprijinului social. Interacțiunile vor avea la bază aspecte relevante medicale (de exemplu, chestionarul HPQ-9, scara HADS), iar agentul va încorpora aspecte ale unei personalități empatică și va efectua analize de sentiment asupra textului introdus de utilizator.
 - participa în activitatea T4.4 „Data Analytics, Machine Learning, Deep-Learning”, activitate care este dedicată testării și dezvoltării unei game de algoritmi de analiză a datelor bazați pe învățare profundă pentru a efectua diagnosticarea precoce a bolilor cerebrale. Accentul este pus pe detectarea modificărilor și anomaliilor în comportamentul unei persoane în timp, care ar putea indica un declin preclinic semnificativ.

În vederea identificării caracteristicilor care vor fi implementate de către UPB, a fost creat un scenariu de utilizare a aplicației ALAMEDA, ce va fi utilizat în cazul pacienților care au suferit accident vascular cerebral. Scenariul a fost validat de către partenerul medical din România Spitalul Universitar de Urgență București.

În cele ce urmează sunt furnizate două scenarii pentru a pune în evidență tipurile dorite de interacțiuni cu sistemul ALAMEDA în timpul studiilor pilot pentru accident vascular cerebral. Colectarea datelor pacientului se va face în două moduri, în ceea ce privește distribuția intrărilor în timp:

1. Intrări independente de perioada de timp: date care pot fi colectate de la senzori sau raportate de către pacient pe toată durata studiului pilot
2. Intrări dependente de perioada de timp: date care vor fi colectate într-o perioadă predefinită față de un reper stabilit (de exemplu, cu două săptămâni înainte și/sau după etapa de referință)

Colectarea datelor poate fi caracterizată în continuare prin frecvența intrării:

1. Intrare continuă - pacientul va furniza date prin purtarea senzorilor și răspunsuri consecvente la întrebări simple privind stilul de viață și starea de bine, având un nivel scăzut de intruziune.
2. Intrare specifică sarcinii - pacientul efectuează (după ce este notificat de aplicația ALAMEDA) un anumit tip de activitate la domiciliu (de exemplu, 6mwt (testul de mers de 6 minute), pacientul se înregistrează vorbind pentru a putea evalua tulburările de vorbire, un chestionar specific, joacă jocul existent în aplicația ALAMEDA). Instrucțiunile privind modul de realizare a activității trebuie să fie disponibile în aplicația ALAMEDA, iar pacientul poate cere informații suplimentare de la echipa de suport a pacienților.

Următoarele scenarii prezintă fluxul de interacțiuni tipic: unul pentru cazul intrărilor independente de perioada de timp și celălalt pentru cazul intrărilor dependente de perioada de timp.

Intrări independente de perioada de timp

Maria este o femeie de 59 de ani care lucrează ca economist. Are 3 copii, toți studenți. Ea lucrează 10 ore/zi pentru a le asigura copiilor ei un viitor cât mai bun. Recent, ea a suferit un accident vascular cerebral ischemic, care a făcut aproape imposibil ca ea să poată continua să muncească. În plus, nu poate găti în weekend, așa cum ei îi plăcea foarte mult. Maria este diagnosticată cu hemipareză și cu dificultăți de vorbire. De la accidentul vascular cerebral, ea se simte deprimată și nesigură de viitorul ei. În timpul spitalizării, ea a început procesul de recuperare, însă din cauza lipsei locurilor libere într-un centru specializat de recuperare neurologică ea nu este sigură cum poate continua programul de recuperare simțind că are nevoie de feedback. Neurologii i-au sugerat că poate încerca să folosească sistemul ALAMEDA și i-au recomandat o schemă standard de recuperare care poate fi ajustată pentru nevoile ei specifice folosind informațiile primite.

Maria folosește un smartphone și poartă un ceas inteligent pe care a fost instalată aplicația ALAMEDA Digital Assistance.

Intrări independente de perioada de timp:

- Continuu: număr de pași, activitatea fizică, parametri de somn
- Specifice sarcinii de realizat: viteza de mers (măsurată lunar folosind „testul de mers de 10 metri”), tonusul muscular (chestionar lunar), gradul de mobilitate (folosind chestionarul ACTIVIM la fiecare 2 săptămâni), echilibru (chestionar lunar), calitatea somnului (lunar, folosind indexul Pittsburgh pentru calitatea somnului), evaluarea vorbirii (evaluare la fiecare 2 săptămâni, scala COAST - rezultatul comunicării după accident vascular cerebral), HPQ9 (lunar), evaluare cognitivă (jocuri cognitive, lunar)

Intrări dependente de perioada de timp:

- Continuu: calitatea somnului (folosind senzori pentru măsurarea parametrilor somnului plasați sub saltea), dinamica apăsării tastelor, analiza expresiei faciale, lungimea pașilor (la fiecare 6 luni), analiza mersului (la fiecare 6 luni)
- Specifice sarcinii de realizat (la fiecare 6 luni în timpul spitalizării): gradul de dizabilitate (scala MRS), testul Romberg, scala de echilibru Berg, scala MRC, scala Ashworth modificată, testul MOCA, scala FAST

Colectare automată

Ceasul inteligent este capabil să detecteze când este purtat de Maria. În timpul purtării, ceasul colectează automat date despre activitatea fizică și starea de bine (de exemplu, numărul de pași, activitate fizică, parametrii de somn). La fiecare oră, aplicația ALAMEDA de pe telefonul Mariei fuzionează datele colectate automat de la ceasul inteligent și le trimite către cloud-ul ALAMEDA pentru a îmbogăți statisticile pacienților pentru ziua curentă.

Monitorizarea stilului de viață și a stării de bine

ALAMEDA urmărește colectarea datelor despre aspectele legate de stilul de viață și de starea de bine care pot informa asupra fisei de recuperare a pacientului.

Aplicația ALAMEDA este concepută pentru a exploata în mod inteligent datele colectate de la senzorii purtați de Maria. Mai exact, asistentul ALAMEDA poate exploata detecția folosirii de către utilizatori a senzorilor, astfel putând ști unde urmează să fie trimise datele: către ceasul inteligent sau către smartphone.

Capacitatea de a efectua activitățile zilnice

În vederea colectării informații adaptate stării de sănătate curente a Mariei și a observa impactul exercițiilor de recuperare recomandate asupra vieții de zi cu zi a Mariei, echipa care urmărește pacienții din studiile pilot în cadrul ALAMEDA a implicat-o pe Maria în determinarea unui set de întrebări despre activitățile din viața de zi cu zi pe care ea le realizează frecvent. Întrebările caută să evalueze cât de dificil este pentru Maria să desfășoare acele activități.

Deoarece sunt multe aspecte legate de stilul de viață și aplicația ALAMEDA este concepută pentru a nu o supraîncărca pe Maria cu prea multe solicitări de autoevaluare, ea va trebui să răspundă la întrebările despre activitățile din viața de zi cu zi în principal o dată pe săptămână. Aplicația ALAMEDA are specificate două intervale posibile când va trimite cereri de răspuns la întrebări: la prânz și seara.

Maria poartă ceasul inteligent. În fiecare săptămână, într-o zi fixată (de exemplu, în weekend), aplicația ALAMEDA trimite o notificare prin care o întreabă dacă este dispusă să răspundă la o serie de întrebări referitoare la activitățile de zi cu zi. Acestea se bazează pe tonusul muscular, gradul de mobilitate, echilibrul, calitatea somnului, evaluarea vorbirii, analiza depresiei. Maria poate: să aleagă să răspundă, să amâne răspunsurile pentru seara respectivă sau să renunțe complet la a răspunde la întrebări în ziua respectivă. Dacă Maria alege să răspundă, ceasul

inteligent afișează prima întrebare Pentru a răspunde la fiecare întrebare, Maria trebuie să selecteze o opțiune dintr-o listă de opțiuni ce se vor afișa pe ecranul ceasului inteligent. De asemenea, o dată pe lună, Maria va primi notificare (dimineața și după-amiaza) de a juca câteva jocuri cognitive instalate pe smartphone-ul ei.

Intrări dependente de perioada de timp

Branțuri inteligente, brățară inteligentă, centură inteligentă, saltea inteligentă și dispozitiv pentru monitorizarea mișcărilor ochilor în timpul somnului

ALAMEDA explorează puterea predictivă a unei serii dispozitive specializate care pot colecta informații despre progresul și starea unui pacient diagnosticat cu accident vascular cerebral.

În timpul spitalizării, la fiecare 6 luni, Maria primește o pereche de brățuri inteligente (pentru a măsura cu exactitate aspectele mersului și poziției), o centură inteligentă (pentru a măsura aspectele de echilibru, mișcările axiale), dispozitiv de monitorizare a somnului (monitorizarea mișcărilor oculare), o brățară inteligentă care include senzori IMU și care este capabilă să măsoare în mod fiabil valorile activității fizice (număr de pași, distanța parcursă, echilibrul) și o saltea inteligentă (pentru a măsura mișcarea și pozițiile în timpul somnului).

Mariei i s-a explicat cum să instaleze brățurile inteligente în pantofii ei preferați, cum să verifice dacă brățurile inteligente transmit date către telefonul ei și dacă trebuie să fie reîncărcate.

Brățara inteligentă este configurată pentru a colecta date cu o frecvență de eșantionare adecvată pentru a asigura o durată de viață a bateriei de două săptămâni.

Branțuri inteligente

Mariei i s-a explicat să poarte în permanență brățurile inteligente pantofi în timpul spitalizării și să facă doar igiena personală și alte activități zilnice. Brățurile inteligente transmit în mod continuu date către aplicația ALAMEDA instalată pe telefonul Mariei, care sunt apoi redirecționate în cloud unde distribuția presiunii colectată de braturile inteligente din pantofii Mariei este folosită ca intrare pentru a clasifica modelul sau de mers.

La sfârșitul fiecărei zile, aplicația ALAMEDA îi reamintește Mariei să încarce brățurile inteligente în timpul nopții.

Brătara inteligentă

Brătara inteligentă are un senzor detașabil și este echipată cu curele și cleme care permit purtarea senzorului pe diferite părți ale corpului (de exemplu, în jurul taliei sau atasată pe braț sau pe picior).

Mariei i s-a explicat să respecte un protocol prin care:

- sa poarte brătara inteligentă în mod continuu în timpul zilei, cuplată cu ceasul inteligent în timpul spitalizării

Centura inteligentă

- Maria este rugată să poarte centura inteligentă în jurul taliei în mod continuu în timpul zilei. Acest lucru va permite înregistrarea datelor referitoare la poziție, echilibru și mobilitatea axială.

Saltea inteligentă

O saltea inteligentă este plasată pe patul pacientului și va monitoriza activitatea și pozițiile acestuia în timpul somnului.

Intrări specifice sarcinii

Maria va fi notificată să se plimbe în fiecare dimineață. Dacă ea nu va realiza acest lucru, ea va primi din nou această notificare după prânz; când ea este pregătită pentru plimbare, va activa acest lucru în aplicație și va începe această activitate; în acel moment este pornit un cronometru și un semnal sonor o va informa când au trecut cele 10 minute. Informațiile vor fi transmise automat în cloud, sau vor fi încărcate în momentul vizitei la clinică.

În urma realizării acestui scenariu au fost analizate. Dispozitivele necesare dezvoltării funcționalităților necesare scenariului prezentat. Astfel, se vor implementa următoarele componente:

- Analiza mersului și posturii realizată folosind brățuri inteligente (pentru a măsura cu exactitate aspectele mersului și poziției) (de exemplu brățuri inteligente [Novel loadsol-2](#))
- Analiza și măsurarea parametrilor ce caracterizează diferitele aspecte de echilibru, mișcările axiale folosind un set de centuri inteligente (de exemplu utilizarea unor brățuri [GeneActiv Original](#) și a kit-ului de banderole de prindere la umăr și pe coapsa)

- Analiza activității fizice (număr de pași, distanța parcursă, echilibrul) folosind o brățară inteligentă care include senzori IMU (de exemplu Fitbit).
- Aplicația bazată pe agent conversațional pentru a colecta și cuantifica date despre bunăstarea emoțională și percepția sprijinului social.
- Colectarea și adnotarea unor seturi de date utilizate în dezvoltarea componentelor, care vor contribui la creșterea calității rezultatelor.