

Livrabil 3.1. Algoritm de decizie și interfață cu utilizatorul

Dezvoltarea funcțiilor de decizie avansată pentru robotul de recuperare RIASE presupune integrarea și utilizarea unui set complex de senzori interni și externi pentru a colecta și analiza date în timp real. Aceste funcții avansate permit robotului să evalueze situațiile din mediul înconjurător, să interpreteze informațiile primite și să ia decizii rapide și informate. Astfel, robotul poate efectua exercițiile de recuperare cu o eficiență și precizie sporită, adaptându-se dinamic la condițiile variabile întâlnite în timpul procesului de recuperare.

Procesul de implementare a funcțiilor de decizie avansată este reprezentat grafic în Figura 1, fiind pe scurt descris prin următoarele componente cheie:

1.1. Colectarea datelor de la senzori

Senzori interni

Encodere: Folosite pentru a măsura poziția și viteza articulațiilor, encoderele oferă feedback precis asupra unghiurilor articulațiilor, esențial pentru coordonarea mișcărilor.

Senzori de tensiune/forță: Acești senzori monitorizează forțele aplicate pe articulații și alte componente, asigurând că robotul nu aplică forțe excesive care ar putea răni utilizatorul.

Senzori externi

OptiTrack: Sistemele OptiTrack folosesc camere pentru a capta mișcările cu precizie, creând o imagine tridimensională a mediului și a mișcărilor utilizatorului. Aceste informații sunt esențiale pentru navigarea și adaptarea mișcărilor robotului în funcție de poziția și dinamica utilizatorului.

Biometrics: Sensorii de la Biometrics sunt folosiți pentru măsurarea amplitudinilor de mișcare pe durate sesiunii de recuperare și transmiterea acestor amplitudini spre o unitate de monitorizare și stocare.

Senzori EMG (Electromiografie): Acești senzori detectează semnalele musculare ale utilizatorului, permițând robotului să adapteze mișcările în funcție de intențiile și eforturile utilizatorului.

BCI (Brain Computer Interface): sunt sisteme care permit comunicarea directă între creierul uman și dispozitive externe, cum ar fi calculatoarele sau alte aparate electronice. Aceste tehnologii interpretează activitatea neuronală și o transformă în comenzi, permițând utilizatorilor să controleze dispozitivele fără a folosi mușchii sau vocea.

1.2. Prelucrarea și analizarea datelor:

Filtrarea datelor: Pentru filtrarea datelor provenite de la senzorii aflați pe robotul RAISE, s-a utilizat filtrul Kalman, pentru a integra datele de la senzori și pentru a estima poziția și mișcarea exactă a robotului în timpul exercițiilor. Adicional a fost utilizată transformata Fourier pentru a detecta și elimina componentele de frecvență nedorite din semnalele colectate de la senzori.

Analiza datelor a inclus sincronizarea și alinierea temporală astfel încât datele colectate de la toți senzorii incluși în robot să poată fi utilizate în timp real.

Datele au fost sincronizate utilizând două tehnici distincte pentru a asigura alinierea precisă și corectitudinea în condiții variabile de funcționare. A fost aplicată tehnica **cross-correlation** pentru identificarea corelațiilor între semnalele de la diferite surse de date, facilitând astfel alinierea temporală și determinarea offset-urilor corespunzătoare între timestamp-uri. În plus, a fost utilizată tehnica **Dynamic Time Warping** pentru ajustarea derivațiilor de timp, astfel încât să se asigure un mediu în care datele sunt corect sincronizate chiar și în cazul în care sursele de date prezintă variații în rata de eșantionare sau în lungimea semnalelor înregistrate.

1.3. Algoritmi de decizie avansată

Algoritmul Gradient Boosting Regressor a fost folosit în procesul de predicție bazat pe datele colectate de la motoare și senzori, reprezentând o abordare eficientă pentru evaluarea și îmbunătățirea tratamentului de recuperare a membrului inferior. Acesta facilitează o predicție precisă și anticipativă a evoluției pacientului, permite adaptarea dinamică la schimbările în starea acestuia, optimizează personalizarea tratamentului, asigură o monitorizare continuă și obiectivă a progresului, și contribuie la eficiența generală a procesului de recuperare prin gestionarea mai eficientă a resurselor și a timpului în îngrijirea pacientului.

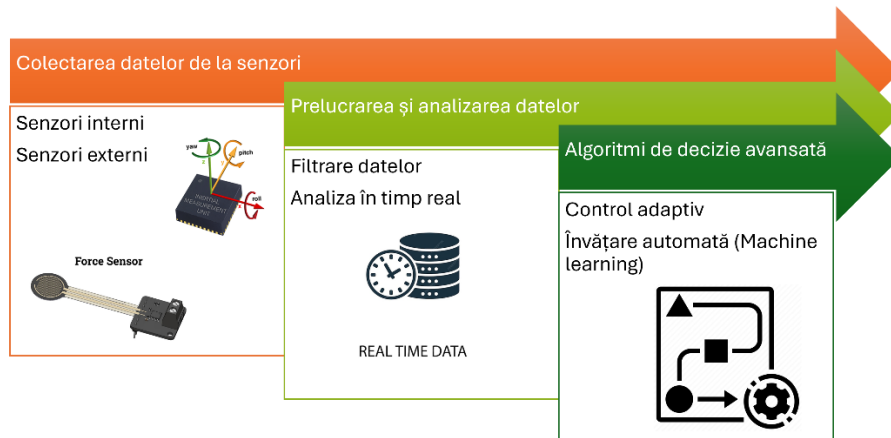


Figura 1. Procesul de implementare a funcțiilor de decizie avansată implementate în sistemul de recuperare robotic RAISE

O parte din interfața cu utilizatorul a fost prezentată în etapa 2 când a fost dezvoltată o baza de date pentru evaluarea și monitorizarea pacienților. Partea de interfață poate fi lansată tot din cadrul acestei interfețe prin apăsarea butonului de "New Rehab Session" din partea stângă sus a ferestrei grafice (Figura 2). Prin apăsarea butonului de lansare se deschide o aplicație separată care permite comunicarea cu sistemul robotic (Figura 3). Din cadrul acestei ferestre se pot lansa diferita funcționalități care necesită conectarea cu structura mecanică și cea de control a robotului.

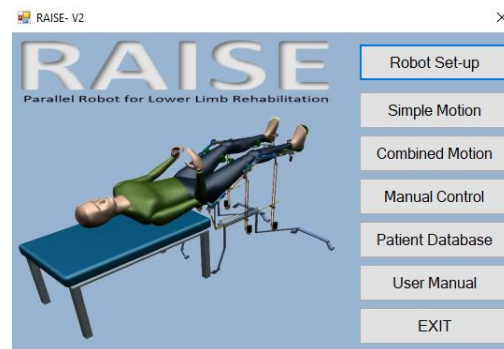
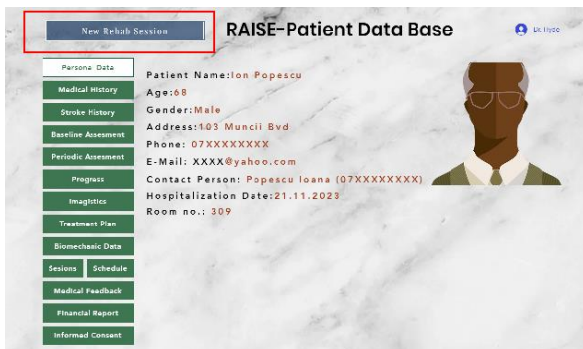
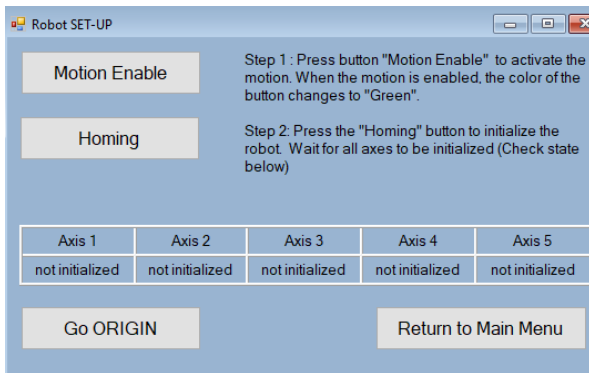
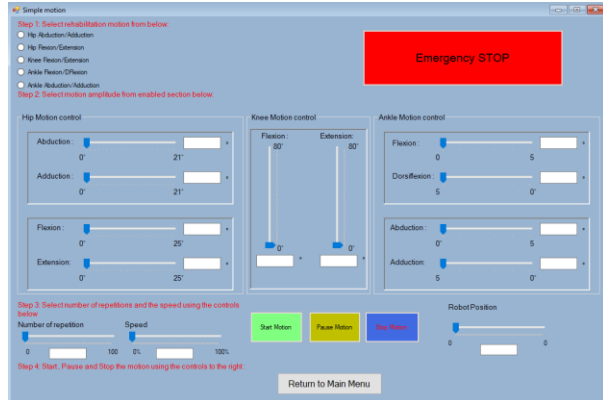


Figura 2. Lansarea Interfeței de comandă



Fereastra de inițializare robot

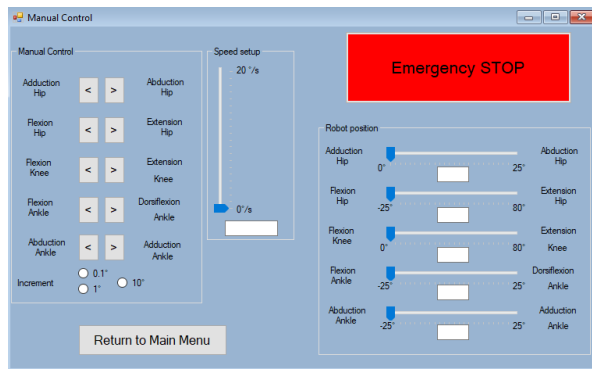
Figura 3. Fereastra principală a interfeței de comandă



Fereastra de mișcări simple



Fereastra de mișcări combinate



Fereastra de mișcări manuale

Figura 4. Ferestrele de funcționalitate ale robotului RAISE

Director proiect

Prof. Dr. Ing. Calin VAIDA

24.06.2024