

HAPTIC GLOVE IMMERSIVE SYSTEM FOR UPPER LIMB REHABILITATION

DARABONT Vlad-Andrei

Facultatea: Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Echipamente pentru terapii de recuperare,
Anul de studii: I, email: v.darabont@yahoo.com

Conducător științific: S.L..dr.ing. Robert IACOB

REZUMAT: In a world of incessant activity, our hands might be put in jeopardy. Because of their uniqueness and fragility, science and medicine combined found a very smart and effective solution: HAPTIC GLOVE IMMERSIVE SYSTEM. This haptic glove is able to recreate situations as closed as possible to the real world and, with the help of VR/AR, it can stimulate other senses (sight, hearing, tactile and kinesthetic) for a better and faster rehabilitation of the movement of the hand and it's tremendous capabilities.

CUVINTE CHEIE: Haptic, Imersiv, Membru superior, Recuperare

1. Introducere

Explorarea mediului înconjurător și asumarea rolului de creator au permis omului posibilitatea de a avea un oarecare control asupra propriei situații. Înaintea erei noastre, omul folosea mâna pentru a culege, pentru a vâna, pentru a se hrăni și alte activități rudimentare. În ziua de azi omul folosește mâna pentru a elibera inteligența și arta ce zace în interiorul său; acesta realizează acțiuni elaborate, cum ar fi intervențiile chirurgicale pe creier sau cântatul la vioară.

Tot ceea ce putem vedea azi în jurul nostru a fost creat de mâna omului aflată sub comanda unui sistem complex aflat în dezvoltare de mii de ani – sistemul nervos central.

Este interesant cum de la începutul timpurilor nouă ne-a fost dat un „instrument” cu un potențial colosal, un „instrument” care va urma întotdeauna, fără greșală, ceea ce creierul „dictează”.

Ideea de mai sus evidențiază posibilitatea mâinii de a face lucruri pe care la momentul actual le găsim a fi imposibile omului. Poate, în viitor omul va fi capabil să vindece o boală doar prin intermediul atingerii, însă până atunci aceasta rămâne în continuare un bun de o valoare inestimabilă pentru individ.

Prin intermediul mâinii noi reușim să cunoaștem, să explorăm și să relaționăm cu mediul înconjurător și tocmai de aceea afecțiunile acestui segment sau incapacitatea de la acest nivel constituie un subiect de maxim interes pentru lumea medicală.

Numeroase afecțiuni, atât neurologice cât și ortopedice, pot afecta independența acestei porțiuni.

În momentul în care starea de boală se instalează la nivelul mâinii, nu numai că ne pierdem independența, dar ne limitează și o mare parte din relația noastră cu mediul extern, diminuându-se masiv fluxul de informații.

Bebelușii caută mereu să aibă activitate cu mâinile, să apuce ceva, să strângă un obiect și să-și miște membrele superioare. Aceste activități au un rol foarte important în acumularea de informații din

mediul în care trăim, practic copilul învață prin activitatea sa manuală. Lucrul acesta este posibil datorită receptorilor ce se află în piele, receptori cu care putem simți dacă o suprafață este netedă sau aspră, dacă un obiect este prea rece sau cald, ori prea ascuțit, putem simți textura acestuia, greutatea acestuia, putem simți dacă se află în mișcare, vibrează sau este static, putem simți durerea și multe alte senzații. În fiecare secundă suntem bombardați de zeci de stimuli, pe marea majoritate nu îi conștientizăm pentru că sunt cunoscuți, în schimb, stimulii noi, ne atrag atenția imediat.

Având în vedere importanța membrului superior, în special a mâinii, omul a încercat să găsească metode cât mai eficiente pentru a menține sau pentru a restabili starea de sănătate a acesteia. Așa a aparut ideea de sistem haptic.

Termenul „haptic” vine de la cuvântul grecesc „haptikós” care înseamnă a fi capabil să apuci sau să percepi prin atingere. Cu alte cuvinte, experiența haptică este experiența pe care o avem de fiecare dată când atingem ceva cu mâinile sau simțim apa ori vântul în palme. Din această experiență haptică mai face parte și kinestezia, care se referă la simțul poziției segmentelor, oaselor, a mâinii în spațiu, simțul amplitudinii articulare, simțul tensiunii musculare și a tendoanelor.

Pe scurt, acest sistem haptic are capacitatea de a crea situații cât mai reale și mai obiective în vederea recuperării optime și rapide a structurilor afectate. Spre exemplu acest dispozitiv poate simula strângerea unei mingi din cauciuc cu ajutorul degetelor, iar cu ajutorul tehnologiei VR acest lucru devine aproape real.

Dispozitivul abordat în această lucrare de cercetare științifică este reprezentat de o un sistem immersiv de tip mânușă haptică. Întrebuințarea acestui dispozitiv este multiplă, însă, în lucrare, se va pune accent recuperare funcțională.

Acest dispozitiv oferă o serie de beneficii cum ar fi: poate efectua mobilizări pasive ale articulațiilor mâinii (flexie-extensie degete), poate oferi rezistență, opunându-se mișcării efectuate de pacient, poate simula prinderea unor obiecte de diferite forme și mai poate oferi stimuli mecanici (de exemplu vibrații) care să faciliteze procesele de recuperare funcțională și reeducare senzitivă. Mai multe de atât, acest echipament îl poate atenționa pe utilizator cu privire la mișcările greșite pe care le execută print-un stimul mecanic și se mai pot conecta două mânuși astfel încât segmentul indemn să realizeze mișcarea, iar cel bolnav să realizeze pasiv mișcarea în oglindă (aici mânușa face mișcarea).

Împreună cu o tehnologie VR, care să simuleze o situație din lumea reală, mânușa haptică, oferă o abordare holistică a patologiei deoarece stimulează simțul vizual, auditiv, tactil și kinestezic, ceea ce înseamnă că la encefal ajung o gramada de informații prețioase, facilitând răspunsul motor.

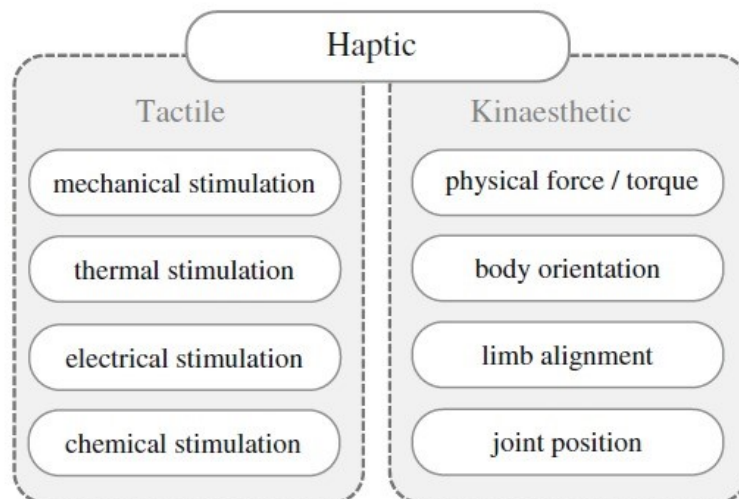


Fig. 1. Haptic

Tehnologia haptică are și alte aplicații pe lângă cele de recuperare. Spre exemplu, poate fi folosită pentru instruirea studenților la medicină: două dispozitive legate între ele, debutantul execută procedura medicală, iar supraveghetorul poate simți mișcările acestuia.

Sistemul mai poate fi folosit și pentru efectuarea unor intervenții chirurgicale de mare precizie sau la intervenții chirurgicale la distanță: medicul aflat la distanță de locul de este operat pacientul, se conectează la dispozitiv, iar, mai departe, mișcările sunt transmise unui alt dispozitiv de la locul spitalului.

2. Stadiul actual

Dispozitivele haptice au fost prima oară implementate în 1950 și 1960 odată cu apariția sistemelor robotice teleoperate. Aceste sisteme constau în controlarea de la distanță a unui braț robotic care să lucreze în medii periculoase ghidat de către un utilizator.

Mănușile haptice au fost prima oară folosite în cadrul unor investigații clinice pentru reabilitarea mâinii în ceea ce privește pacienții suferind de boli neurologice sau atac vascular cerebral. De asemenea, aceste mănuși pot să măsoare amplitudinea mișcărilor efectuate și să furnizeze un feedback care să asiste utilizatorul în procesul de recuperare.

Atunci când mănușile sunt cuplate la un mediu virtual atunci se pot crea jocuri și astfel se pot seta obiective de performanță care să stimuleze pacientul să le urmărească. O altă chestiune importantă constă în libertatea pacientului de a putea parcurge procesul de recuperare de acasă.

Provocarea de la momentul actual constă în asigurarea unui feedback cât mai realist și obiectiv.

Din păcate senzorii tactili nu au ajuns încă la același nivel de complexitate ca sistemele vizuale folosite multe în industriile și aplicații mobile ale roboților. Pentru a crea acești senzori tactili, s-au folosit mai multe variante de tehnologii: capacitivă, magnetică, piezorezistivă, piezoelectrică și optice, fiecare având avantajele și limitările sale. Cea mai mare problemă întâmpinată la majoritatea tehnologiilor este fragilitatea. Senzorii trebuie să fie robuști pentru a rezista la contactul repetat cu alte suprafețe.

Materialele moi și structurile deformabile au fost create pentru a fi incorporate în roboți maleabili, însă aceste implementări necesită noi abordări. Electronicele flexibile și care se pot întinde reprezintă un pas important în îmbunătățirea sensului tactil în mănușile haptice.

Mai multe idei și aplicații sunt în curs de dezvoltare și promit oferirea de noi perspective asupra unor domenii precum sportul de performanță, cercetare, medicină, industrii și multe altele. Un exemplu bun ar fi un dispozitiv care să informeze utilizatorul în legătură cu postura sa și să indice ce articulație se mișcă și cum.

Termenul imersiv se referă la crearea unei situații care să simuleze interacțiunea din viața reală. În altă ordine de idei, caracterul imersiv al mănușii haptice este reprezentat de posibilitatea de a reda, într-un mediu virtual, cu ajutorul tehnologiei VR, o situație reală, cum ar fi strivirea unui strugure.

Sistemele imersive de tip mănușă haptică se află în strânsă corelație cu interacțiunea naturală. Spre exemplu un utilizator avansat al computerului folosește în mod natural și intuitiv mouse-ul pentru a naviga, iar acțiunea și urmările acesteia sunt evidente. Același lucru este valabil și pentru sistemele imersive de tip mănușă haptică: utilizatorul se așteaptă să simtă o anumită senzație și să se întâmple exact ceea ce s-ar fi întâmplat și în lumea reală. Spre exemplu, dacă utilizatorul interacționează cu un cub, acesta ar trebui să-i simtă muchiile, duritatea, greutatea și fețele plane. Mai mult de atât, dacă acesta dă drumul cubului, obiectul trebuie să cadă.

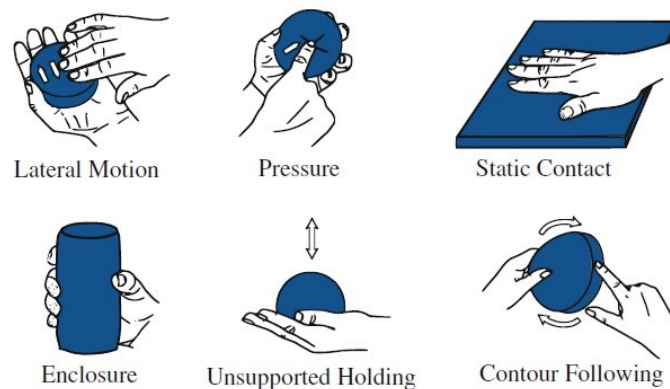


Fig. 2. Interacțiunea naturală

Pentru a crea un sistem imersiv este crucial să înglobăm cât mai multe simțuri cu o calitate cât mai bună (să fie cât mai aproape de realitate).

”**Hand of Hope**” este un dispozitiv de rehabilitare, robotizat, care combină tehnologia avansată a roboticii cu neuroștiința pentru a ajuta la recuperarea funcțională a mâinii paralizate. Aparatul se fixează pe mâna afectată, apoi se amplasează 2 senzori de suprafață pe mușchii flexori și extensori ai antebrațului pentru a detecta semnalele electromiografice de suprafață (sEMG). Aceste semnale sunt procesate și simplificate pentru a putea fi văzute printr-un feedback vizual, fapt ce impune ca pacientul să fie implicat activ pe parcursul sesiunii de terapie. Sistemul ”Hand of hope” are la dispoziție 5 jocuri cu 4 niveluri de dificultate. Dispozitivul este mutat cu ajutorul creierului pacientului.

Aceasta este utilizată pentru a facilita:

- inițierea voluntară a contracției musculare
- controlul motor și coordonarea
- relaxarea musculară
- motivația
- controlul activității musculare anormale

Sistemul de operare al ”Hand of hope” se realizează în 5 pași simpli:

1. intenția de mișcare- impulsurile nervoase sunt detectate de senzorii sEMG
2. semnaul de mișcare- semnalele sunt procesate și trimise dispozitivului
3. realizarea mișcării- dispozitivul funcționează pentru mișcarea mâinii
4. feedback-ul pozitiv- pacientul redobândește funcțiile mâinii
5. interactiv-jocurile interactive accelerează recuperarea

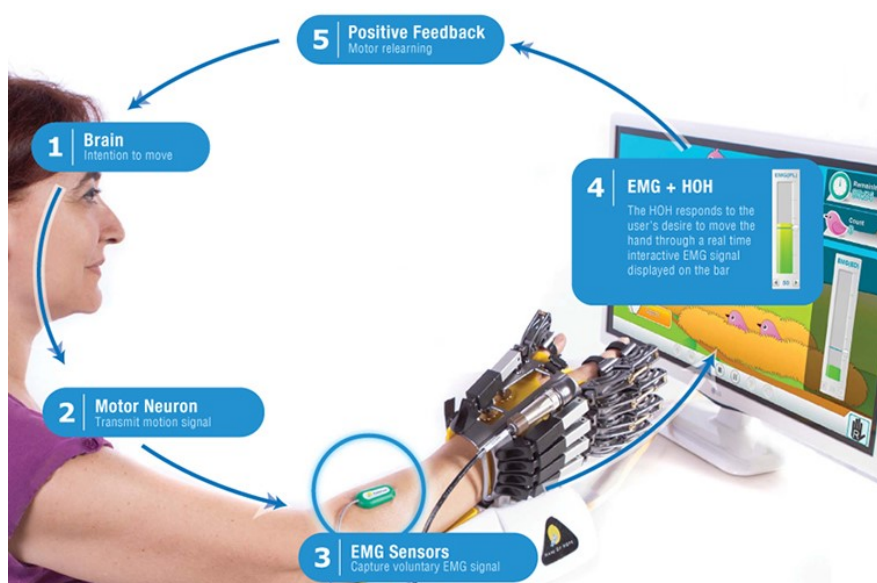


Fig. 3. Sistemul ”Hand of Hope”