

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00789

(22) Data de depozit: 16/12/2021

(41) Data publicării cererii:
30/06/2023 BOPI nr. 6/2023

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• PĂVĂLOIU IONEL-BUJOREL,
CALEA RAHOVEI, NR.344, BL.31, AP.17,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• GOGA NICOLAE, STR.FĂINARI, NR.24,
BL.51, AP.75, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;

• VASILĂȚEANU ANDREI,
STR.LABORATOR, NR.129, BL.S2A, AP.9,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• BRATOSIN IOAN-ALEXANDRU,
STR.CALOMFIRULUI, NR.3, URZICENI, IL,
RO;
• HADĂR ANTON, CALEA CRÂNGAȘI
NR.26-28, BL.48-49, SC.C, AP.67,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) DISPOZITIV HAPTIC DE TIP LANSETĂ PENTRU SISTEME
DE REALITATE VIRTUALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv haptic care reproduce senzațiile și funcționarea oferite de o lansetă cu mulineta în timpul pescuitului, dispozitivul putând fi integrat în aplicații de realitate virtuală. Dispozitivul conform invenției cuprinde în partea frontală trei ansambluri (1, 2 și 3) formate din motoare de curent continuu și elice, orientate pe axele carteziene Ox, Oz și Oy, și protejate de incinte tubulare, care se continuă cu un corp (5) al undiței în care se află montate componentele de putere, și anume: un acumulator (7) pentru alimentare electrică și drivere (8) ale motoarelor, componentele de control și comunicație, și anume: un microcontroler (6) cu comunicație fără fir, precum și niște senzori (9) conștând dintr-un accelerometru și dintr-un giroscop, iar la partea inferioară stângă este prevăzut un cilindru (4) cu mâner rotitor reprezentând mulineta în care se află montat un motor electric care se opune mișcării de rotație cu o forță de rezistență variabilă și un clichet selectabil care permite rotirea într-un singur sens.

Revendicări: 6

Figuri: 2

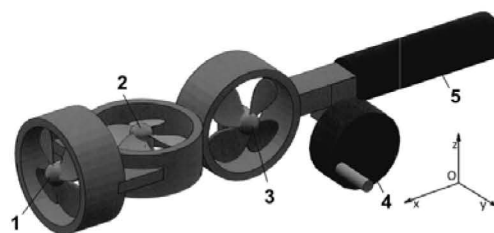


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 22 0789
Data depozit16.-12.-2021.

27

Titlul invenției: Dispozitiv haptic de tip lansetă pentru sisteme de realitate virtuală

Invenția se referă la un **dispozitiv haptic care reproduce senzațiile și funcționarea oferite de o lansetă cu mulinetă** în timpul pescuitului. Dispozitivul poate fi integrat în aplicații de Realitate Virtuală (VR), pentru a crește imersiunea în mediul virtual și senzația de autenticitate. Un exemplu de domeniu de aplicare este un sistem de realitate virtuală dedicat simulării pescuitului. O aplicație particulară urmărește îmbunătățirea gestiunii durerii cronice sau acute, prin imersiune într-un mediu relaxant și efectuarea de acțiuni care deconectează pacientul de la senzația de durere.

Numărul de invenții similare ce utilizează un ansamblu haptic pentru a simula activitatea de pescuit este relativ restrâns [1-3]. Pentru simularea activității de pescuit în brevetul [1] este utilizat un obiect extern în forma de pește cu dimensiuni semnificativ de mari aproximativ 50x50 cm, în interiorul acestuia fiind un motor cu un fir ce este legat la undiță. Feedbackul fiind transmis de la motor prin fir către undiță. Un dispozitiv haptic cu aspect de undiță similar cu invenția [1] este prezentat în brevetul [2]. Acest dispozitiv are cel puțin un grade de libertate și utilizează o frâna cu fluid magnetoreologic. Fluidul își schimbă vâscozitatea pentru a exercita forța de feedback.

Echipamentele contemporane folosite în mod curent pentru simularea pescuitului sunt fie dispozitive simple care reproduc o undiță [4] fie o undiță și un dispozitiv optic de VR [5]. Echipamentele de VR precum Oculus au aplicații de pescuit, dar care folosesc controlerele standard, nespecifice Touch [6]. Există și simulare de pescuit profesionale, cu feedback superior, dar extrem de costisitoare și care se bazează pe simularea prinderii peștilor de dimensiuni mari [7]. În lucrarea [8] este prezentat un simulator cu 3 grade de libertate, unde poziția peștelui este simulată într-un cadru rectangular aflat pe sol și forța de tragere este dată de un motor care rotește o rolă pe care se înfășoară filamentul.

Interesul pentru aplicațiile de antrenare prin simulare care folosesc efecte haptice a crescut în ultimii ani și se urmărește îmbunătățirea realismului prin acționare kinestezică eficientă și transparentă, folosind motoare electrice, frâne, actuatori pneumatici și hidraulici [9]. În momentul actual, două dispozitive care exercită forța de feedback folosind jeturi de aer produse de motoare cu elice sunt Windblaster [10] și Aero-Plane [11]. Pentru Windblaster, două motoare cu elice care se pot roti în jurul unei axe perpendiculare pe axa de rotație a elicei sunt atașate unei brățări care exercită forțe asupra încheieturii mâinii. La Aero-plane, două elice cu motoare sunt dispuse în lateralele părții frontale a unui dispozitiv de tip baston și pot genera efect haptic prin baston.

Aplicațiile de VR din domeniul medical dedicate pacienților se bazează pe dispozitive de control clasice, folosind o imersiune limitată în scopul reabilitării după operații, înfraângerii fobiilor și axietății, precum și tratamentul durerii. Așa cum se specifică în [12], probabil că cea mai mare limitare a tehnologiei VR actuale este lipsa unei senzații de atingere realiste (efect haptic).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la realizarea unui dispozitiv haptic, sub forma unei lansete cu mulinetă atașată, care să poată fi utilizat în aplicații de tip pescuit care se desfășoară în realitatea virtuală, pe un calculator conectat wireless la dispozitiv. Utilizatorul va simți în mână prezența undiței, precum și forțele pe care peștele le exercită asupra undiței și a cuplului care se transmite în manivela mulinetei. Interacțiunea fizică din mediul real va fi percepută într-un mod coerent în mediul VR, atât vizual cât și auditiv.

Echipamentul va oferi un feedback îmbunătățit și o integrare fluidă în realitatea virtuală. El va fi realizat ca un dispozitiv independent din punct de vedere al conexiunilor și alimentării, cu o autonomie ridicată. Cel mai asemănător dispozitiv existent este cel din [11], unde două motoare cu elice sunt dispuse în lateralele părții frontale a unui dispozitiv de tip baston și care este utilizat și într-o aplicație de tip pescuit. Dispozitivul propus, în comparație cu [11] oferă o interacțiune senzorială fizică completă pe trei axe de mișcare, detectarea poziției și mișcării echipamentului prin senzorul de accelerații și giroscopic, conexiune fără fir wireless - Bluetooth sau WiFi și autonomie a alimentării prin folosirea unui acumulator.

Astfel, **avantajele invenției** față de stadiul actual al tehnicii sunt următoarele:

1. Prezenta invenție oferă un dispozitiv care reproduce în mod natural forțele existente în lansetă în timpul pescuitului – forța de tragere atunci când peștele prins încearcă să se îndepărteze, forța de apăsare datorată greutatea și încercării de a se scufunda, precum și forțele laterale spre stânga și spre dreapta, când acesta înoată în direcția respectivă. Este reprodusă în mod natural funcționarea mulinetei, cu forță de rotație în manivela acesteia atunci când peștele trage de fir și funcționarea frânei, care îl împiedică să facă acest lucru.
2. Se realizează antrenarea mușchilor și reflexelor ca în timpul unei activități de pescuit reale, efectuate însă în siguranță și repaos. Undița este percepută ca un obiect real în mâinile utilizatorului și este văzută în poziția ei reală în realitatea virtuală, folosind un sistem video/audio dedicat de VR.
3. Aplicațiile în care dispozitivul este integrat pot fi utilizate pentru relaxare, pentru antrenament, sau ca substitut în perioadele de interdicție a pescuitului. Utilizarea lui poate duce la ocrotirea unor specii de pești și reducerea degradării mediului natural.
4. Prin asigurarea corelării dintre senzații, crește nivelul de imersiune în realitatea virtuală prin antrenarea realistă a simțurilor și prin replicarea forțelor resimțite în timpul unei capturi într-o aplicație VR de pescuit. Sentimentul de nemulțumire cauzat de lipsa capturilor este evitat, iar prezentarea unor scenarii odihnitoare are un efect calmant.
5. Dispozitivul poate fi integrat în aplicații medicale, unde imersiunea în realitate virtuală are un efect sedativ și de reducere a durerii pentru pacienții cu afecțiuni cronice. Aplicațiile de realitate virtuală sunt testate și folosite în prezent pentru gestionarea durerii și pentru ameliorarea stresului, oferind o experiență multi-senzorială, care distrage atenția unei persoane la un nivel mult mai profund decât metodele obișnuite. Pescuitul promovează relaxarea și integrează pescarul în mediul virtual, îndepărtând gândurile neplăcute și calmând durerea și este realizat cu mișcări limitate și lente, reducând riscul răului de mișcare, o problemă asociată cu utilizarea VR.

I. Metoda de funcționare a aparatului

Invenția constă în realizarea unui dispozitiv haptic reproducând funcționarea unei undițe într-o aplicație care simulează pescuitul într-un mediu VR. Elemente ca redarea forțelor de interacțiune cu mediul pe trei direcții ortogonale, interacțiunea cu manivela mulinetei, coerența poziției și a acțiunilor din mediul virtual cu cele din mediul real, lipsa conectării prin fire pentru transferul de date și pentru alimentare, oferă o simulare fluidă și o imersiune profundă în mediul virtual.



Dispozitivul de VR oferă intrări multi-senzoriale corelate, care dau o senzație de integrare/intrupare și implicit de imersiune în mediul virtual. Sunt realizate toate cele trei condiții din [9]:

- Co-localizarea membrilor virtuale și reale, astfel încât feedback-ul vizual și cel proprioceptiv, legate de poziția corpului, se corelează.
- Feedback video-motor, în care se află mișcările corpului din realitate se corelează cu cele ale avatarului virtual.
- Feedback video-tactil, în care contactul unui obiect virtual cu corpul virtual este subliniat de senzația tactilă la locația potrivită în viața reală.

Mai mult decât atât, dispozitivul asigură feedback haptic – forțele care acționează asupra undiței și a mulinetei vor da senzația de atingere și de utilizare a unui dispozitiv real.

Dispozitivul are în partea frontală trei ansambluri formate din motoare de curent continuu și elice, orientate pe axele carteziene Oy, Oz, Ox și protejate de incinte tubulare continuate de corpul undiței, în care se află componentele de putere (baterie și drivere pentru motoare), de control și comunicație (placa de dezvoltare cu microcontroler) și de senzori (accelerometru și giroscop). În partea inferioară stângă are un cilindru cu mâner rotitor reprezentând mulineta, în care se află un motor electric care se opune mișcării de rotație cu o forță de rezistență variabilă și un clichet selectabil, care permite rotirea într-un singur sens.

Din punct de vedere funcțional, utilizatorul va vedea în casca de realitate virtuală undița în aceeași poziție cu dispozitivul pe care îl are în mână, precum și imagini corelate realistic cu forțele resimțite – peștele trage spre stânga, firul și vârful undiței se deplasează în acea direcție, iar în dispozitiv se simte o forță de tragere spre stânga. Acțiunea sa de tragere spre dreapta va necesita o forță mai mare decât cea exercitată de motoare și va fi resimțită de senzori, care vor trimite aplicației datele necesare pentru reprezentarea grafică a undiței și a mâinii în timp real.

Feedback-ul haptic al dinamicii undiței este realizat prin aplicarea de forțe pe trei axe folosind trei motoare electrice de curent continuu (DC) cu elice (ca în cazul unei drone aeriene), iar simularea sarcinii în mulineta prin folosirea unui alt motor DC, care va simula forța exercitată în fir și se va opune rotirii mulinetei. Poziția lansetei este măsurată în timp real printr-un accelerometru și giroscop pe trei axe. Achiziția de date și controlul motoarelor se face cu un microcontroler ESP32 sau echivalent, conectat prin Bluetooth sau WiFi la dispozitivul pe care rulează aplicația de realitate virtuală. În mediul virtual, lanseta va fi reprezentată în poziția în care este în realitate, prin integrarea mișcărilor (acclerații și rotații) trimise de microcontroler după pornirea din poziția inițială. Atunci când este simulată prinderea unui pește virtual, forța exercitată de firul întins va fi realizată prin activarea proporțională a celor trei motoare cu elice, care vor simula forța de tragere în lateral (stânga-dreapta), forța de tragere în jos (apăsare) și forța de tragere în față. Motorul cuplat la mulineta va simula forța din fir și se va opune operației de mulinare. Mărimile și direcțiile celor patru forțe sunt calculate și transmise în timp real de aplicația de realitate virtuală și sunt conforme cu desfășurarea activității de pescuit (dimensiunea și forța peștelui, dinamicitatea lui, instanța de timp etc.). Utilizatorul va opera lanseta haptică sub acțiunea acestor forțe, ca și cum ar pescui în realitate și va observa, în mediul virtual, mișcări ale firului undiței corelate cu forțele care se exercită în lanseta haptică.



Dispozitivul haptic inventat este caracterizat de următoarele elemente originale:

- Interacțiune senzorială fizică completă pe trei axe de mișcare.
- Interacțiune senzorială la rotirea manivelei mulinetei.
- Corelare dintre poziția reală și cea din realitatea virtuală
- Integrare în aplicație care simulează pescuitul în realitatea virtuală
- Integrare în aplicație care simulează pescuitul în scop medical (reducere durere și anxietate) în realitatea virtuală

II. Descrierea componentelor si rolul acestora în ansamblu

Avantajele lansetei haptice sunt redate în descrierea unui prototip de realizare a invenției, reprezentat în figurile anexate:

- Figura 1 reprezintă modalitate de realizare a unei lansete haptice pentru un sistem de realitate virtuală.

- Figura 2 reprezintă o vedere schematică a invenției - lansetă haptică pentru un sistem de realitate virtuală.

Lanseta haptică este compusă din trei perechi motor-elice (1), (2), (3), care reproduc forțele care acționează asupra undiței și care reprezintă respectiv forța de tragere, de apăsare și cea laterală, precum și ansamblul mulineta (4) și corpul undiței (5). În corpul undiței (5) se găsesc un microcontroler cu comunicație wireless (6), un acumulator (7), un driver (8) pentru motoarele (1),(2),(3),(4), precum și un senzor de accelerație și giroscop (9).

Ansamblul motor și elice (1) reproduce forța de tragere pe axa O_x – axială. Prin controlul turației motorului se va asigura simularea unei forțe variabile, iar prin sensul de rotație – orientarea acesteia. În marea parte a timpului va fi o forță de tragere în față.

Ansamblul motor și elice (2) simulează forța de tragere pe axa O_z – verticală. Prin controlul turației motorului se va asigura simularea unei forțe variabile, iar prin sensul de rotație – orientarea acesteia. În marea parte a timpului va fi o forță de apăsare.

Ansamblul motor și elice (3) simulează forța de tragere pe axa O_y - laterală – la stânga și la dreapta. Prin controlul turației motorului se va asigura simularea unei forțe variabile, iar prin sensul de rotație – orientarea acesteia.

Ansamblul mulineta cu motor, manivelă, frână (4) simulează forța de tragere din fir simțită în manivela mulinetei. Prin controlul turației motorului se va asigura simularea unui cuplu variabil, care va simula forța de tragere din fir pentru un singur sens de rotație, invers trigonometric. Prezența frânei de rotație din mulineta poate fi realizată din motor sau cu ajutorul unui clichet selectabil, care va împiedica selectiv rotirea mulinetei în direcția de tragere a firului de către prada virtuală.

Motoarele din componentele (1),(2),(3),(4) sunt motoare de curent continuu și pot fi cu perii sau fără perii (brushless), pentru performanțe superioare.

Corpul lansetei (5) conține componentele electrice și electronice - microcontroler cu transmițător wireless (6), acumulator (7), driver/driver de motoare (8) și accelerometru/giroscop (9);

Microcontrolerul (6) asigură citirea și procesarea datelor, controlul motoarelor, precum și comunicația cu sistemul de calcul pe care funcționează aplicația de Realitate Virtuală. Un exemplu de astfel de controler este dat de plăcile de dezvoltare ESP32, care asigură regulator de tensiune, comunicație WiFi și Bluetooth, citire/scriere analogică și digitală, precum control prin Pulse Width Modulation (PWM).

Acumulatorul (7) reprezintă sistemul de alimentare al dispozitivului și are o tensiune care asigură funcționarea motoarelor din (1),(2),(3),(4). El alimentează microcontrolerul 6 (prin regulatorul de tensiune) și driverul de motoare, care va folosi tensiunea de alimentare și semnalele de control pentru alimentarea și controlul motoarelor.

Driverul de motoare (8) controlează motoarele din ansamblurile (1), (2), (3), (4) folosind semnalele de control motoare primite de la (6) și tensiunea de alimentare de la (7).

Senzorul de accelerație și giroscopul (9) trimite către microcontroler date despre accelerația și rotația dispozitivului, care permit reconstruirea în mediul virtual a poziției și orientării lansetei.



Referințe

- [1].N. Shinji, “Video-game-use simulated-experience remote control button”, CN Patent, CN106964152A, Jul. 21 2017.
- [2].L. B. Rosenberg, B. M. Schena, “Force feedback devices using fluid braking”, US Patent, US7113166B1, Sept. 26 2006.
- [3].N. Nakamura, Y. Fukui, M. Sakai, N. Koda, K. Osaki, “Haptic information presentation system and method”, US Patent, US10416767B2, Sept. 17 2019
- [4].VR Real Feel Fishing W/ Headset. Disponibil: <https://www.walmart.com/ip/VR-Real-Feel-Fishing-W-Headset/556727141> (accesat Sept. 22, 2021).
- [5].Electronic Sport Fishing Game. Disponibil: (accesat Sept. 15, 2021).
- [6].Real VR Fishing. Disponibil: https://www.oculus.com/experiences/quest/2582932495064035/?locale=en_US (accesat Sept. 18, 2021).
- [7].Scatri Sport Fishing Simulator. Disponibil: <https://www.evike.com/products/74846/> (accesat Sept. 22, 2021).
- [8].Jeong-Jin Kang, Young-Dae Lee, Chan-Woo Moon, Development of a Haptic Fishing Robot, 2010 Proceedings of the 5th International Conference on Ubiquitous Information Technologies and Applications
- [9].Arnaud Lelevé, Troy McDaniel and Carlos Rossa, Haptic Training Simulation, Front. Virtual Real., 08 July 2020
- [10].Seungwoo Je, Hyelip Lee, Myung Jin Kim, and Andrea Bianchi. 2018. Wind-blaster: a wearable propeller-based prototype that provides ungrounded force-feedback. In ACM SIGGRAPH 2018 Emerging Technologies (SIGGRAPH '18). ACM, New York, NY, USA, Article 23, 2 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3214907.3214915>,
- [11].Seungwoo Je, Myung Jin Kim, Woojin Lee, Byungjoo Lee, Xing-Dong Yang, Pedro Lopes, and Andrea Bianchi. 2019. Aero-plane: A Handheld Force-Feedback Device that Renders Weight Motion Illusion on a Virtual 2D Plane. In Proceedings of the 32nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 763–775. DOI: <https://doi.org/10.1145/3332165.3347926>
- [12].Tony Donegan, Brenda E. Ryan, Justyna Swidrak and Maria V. Sanchez-Vives, Immersive Virtual Reality for Clinical Pain: Considerations for Effective Therapy, Front. Virtual Real., 15 October 2020.



Revendicări

1. Dispozitiv haptic de tip lanseta, caracterizat prin aceea că reproduce funcționarea unei lansete, cu utilizare în aplicații de realitate virtuală pentru simularea pescuitului în scop ludic sau medical și care este compus din ansamblurile motor și elice (1),(2),(3), ansamblul mulinetei (4) și corpul lansetei (5), care conține microcontrolerul (6), acumulatorul (7), driverul de motoare (8) și senzorul de accelerație și giroscopic (9).
2. Dispozitivul haptic de tip lansetă, **conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că** forța de reacție este obținută prin aplicarea de forțe pe trei axe ortogonale, prin intermediul unor ansambluri ortogonale motor-elice (1), (2) și (3).
3. Dispozitivul haptic de tip lansetă, **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** pentru simularea reacției din mulinetei are în componență un motor care se va opune rotirii manivelei mulinetei și un clichet selectabil care împiedică rotirea acesteia în direcția de tragere (4).
4. Dispozitivul haptic de tip lansetă, **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** folosește un sistem cu un accelerometru și giroscop pe trei axe (9), pentru a trimite la calculator parametrii de mișcare ai lansetei, spre a putea fi calculată poziția și orientarea acesteia în scopul co-localizării în mediul real și cel de realitate virtuală.
5. Dispozitiv cu efect haptic de tip lansetă, **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** integrat într-o aplicație software de tip pescuit în realitatea virtuală accentuează imersiunea în VR datorită integrării/întrupării în mediul virtual prin co-localizare, feedback video-motor, feedback video-tactil și feedback haptic.
6. Dispozitiv cu efect haptic de tip lansetă, **conform revendicărilor 1, caracterizat prin aceea că** integrat într-o aplicație software de tip pescuit cu un grad înalt de imersiune în realitatea virtuală și prin executarea unor scenarii liniștitoare, duce la reducerea durerii.



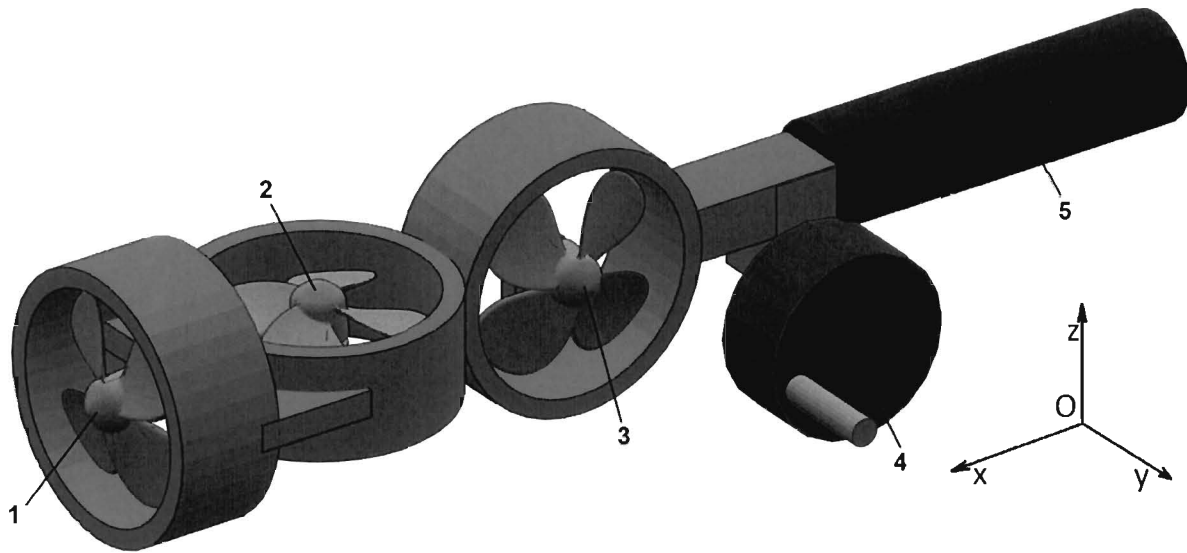


Fig. 1. Dispozitiv haptic de tip lansetă pentru sisteme de realitate virtuală

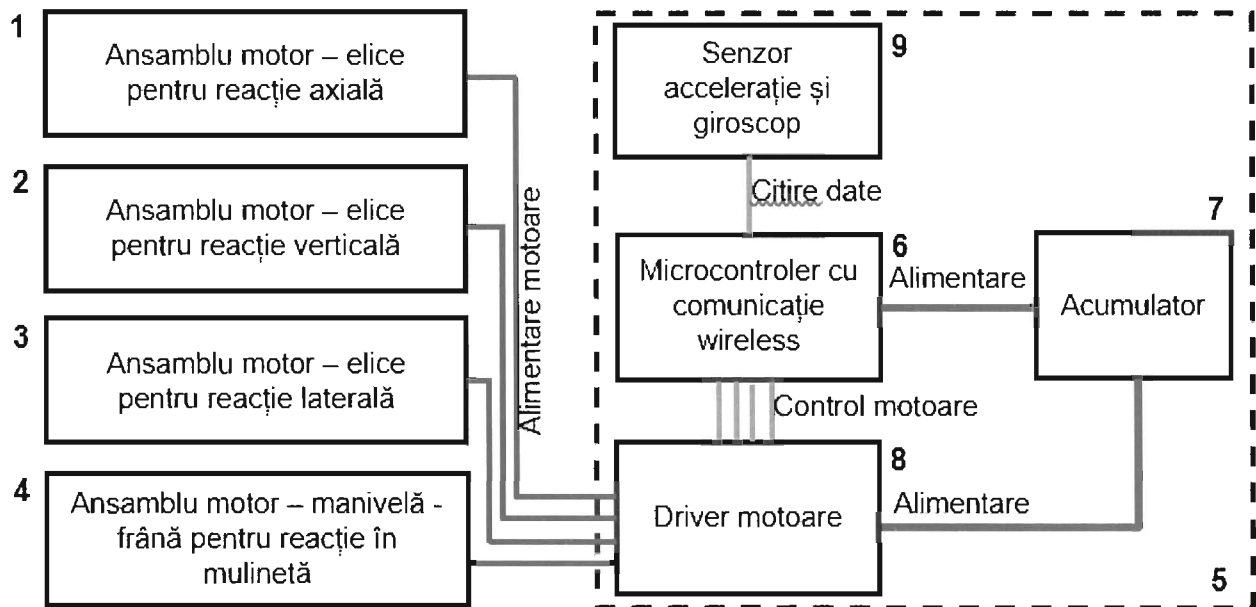


Fig. 2. Reprezentare schematică a dispozitivului haptic de tip lansetă pentru sisteme de realitate virtuală

[Handwritten signature]