



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2022 00771**

(22) Data de depozit: **28/11/2022**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2024 BOPI nr. **5/2024**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN
INFORMATICĂ, BD. MAREȘAL AVERESCU
NR.8-10, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **STANCIU ALEXANDRU,
STR. BARBU LĂUTARU, NR.8, BL.23,
AP.31, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **PARASCHIV ELENA- ANCA,
CALEA CRÂNGAȘI, NR.58, BL.2, SC.1,
ET.4, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NICOLAU DRAGOȘ, STR.MAȘINA DE
PÂINE, NR.41, BL.OD55, SC.A, AP.13,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **IANCULESCU MARILENA,
STR.CPT.AVIATOR NICULAE DROSSU,
NR.16, ET.2, AP.5, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **METODĂ PENTRU DETECTAREA CĂDERII FOLOSIND
UN DISPOZITIV PURTABIL**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru detectarea căderii unei persoane. Metoda, conform invenției, cuprinde etapa de înregistrare a datelor provenite de la un dispozitiv portabil incluzând un senzor pentru monitorizarea semnalului electromiografic, un accelerometru triaxial pentru detectarea accelerației și un giroscop triaxial pentru măsurarea vitezei unghiulare pe trei axe X, Y, Z ale spațiului tridimensional, etapa de eșantionare a datelor de către un modul de procesare digitală, etapa de transmitere a datelor de către un modul de comunicații wireless către un serviciu web pentru recepționarea datelor, etapa de înregistrare a secvențelor de

date într-o bază de date, etapa de comparare a secvențelor de date estimate cu cele recepționate de la senzori de către un modul de procesare date și executare algoritmi, iar în cazul în care diferența depășește un prag prestabilit, dar personalizat utilizatorului, etapa de transmitere a unei notificări de către un modul de alertare a căderii la un utilizator care trebuie să intervină pentru ajutor.

Revendicări: 1
Figuri: 3



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2022 00771
Data depozit 28.-11.-2022

RO 138165 A2

24

METODĂ PENTRU DETECTAREA CĂDERII FOLOSIND UN DISPOZITIV PURTABIL

Pentru persoanele în vârstă riscul de a suferi o cădere este semnificativ, acest lucru putând avea consecințe serioase asupra stării de sănătate. Este de dorit să poată preîntâmpina astfel de evenimente, iar în cazul nefericit al unui accident să se poată interveni cât mai operativ. În acest sens este foarte utilă monitorizarea neintruzivă a unei persoane în vârstă cu scopul de a reduce riscul de a suferi un accident în cazul în care aceasta are o cădere.

Metoda propusă utilizează datele furnizate de către senzori portabili minim invazivi astfel încât să se poată determina gradul de risc al persoanei în vârstă și în consecință să se aplice strategii adecvate de prevenție sau intervenții pentru a reduce traumele cauzate de o cădere.

Invenția se referă la o metodă pentru detectare căderilor folosind un dispozitiv portabil care este atașat la încheietura mâinii unei persoane. Acest dispozitiv portabil include senzori care înregistrează modificările care survin în poziția utilizatorului, precum și activitatea musculară a membrului superior corespunzător. Datele înregistrate sunt apoi transmise către subsistemul de gestiune și analiză a datelor de la senzori folosind o conexiune wireless. În cadrul subsistemului de gestiune și analiză a datelor de la senzori se realizează stocarea datelor în cadrul unei baze de date pentru serii de timp și apoi se realizează procesul de analiză utilizând un algoritm care determină riscul ca acesta să fi suferit o cădere. Subsistemul de analiză a datelor include un modul de alertare care are rolul de a transmite o notificare atunci când riscul unei căderi a depășit un anumit prag prestabilit care este personalizat pentru fiecare utilizator.

Invenția este utilă pentru îmbunătățirea siguranței unei persoane, în special în cazul persoanelor în vârstă, prin detectarea căderii și alertarea a cel puțin unui alt membru al familiei sau o altă persoană care are rolul de îngrijitor al acesteia.

În **US 10,548,512 B2** este descrisă o metodă pentru determinarea caracteristicilor mersului unei persoane în baza căreia se determină o serie de parametri asociați mișcărilor efectuate în timpul deplasării persoanei și care sunt apoi comparați cu valori limită pentru a identifica dacă a survenit o cădere. Această metodă se bazează pe detectarea iregularităților din mersul unei persoane și se bazează pe datele care sunt colectate cu ajutorul unui dispozitiv care este atașat corpului unei persoane în zona lombară.

În **US 8,990,041 B2** este descris un dispozitiv ce poate fi asociat fără echivoc unei persoane pentru a detecta o cădere, acesta putând să realizeze și predicția dacă un astfel de eveniment este iminent în funcție de informațiile colectate în timpul deplasării persoanei.

În **US 8,675,920 B2** se prezintă un tehnologie pentru detectarea căderilor care folosește

analiza imaginilor pentru a identifica poziția persoanei la un moment de timp, iar în situația în care se determină că survenit un eveniment este trimis un mesaj de atenționare. Implementarea acestei metode mai include și un dispozitiv care este atașat persoanei cu scopul de a monitoriza activitatea acesteia, și având capacitatea de a detecta un impact, poziția persoanei și o eventuala perioadă de inactivitate.

În **US 2011/0077865 A1** este prezentat un sistem pentru detectarea căderilor care utilizează un senzor pasiv pentru monitorizarea vibrațiilor, precum și alți senzori care au scopul de a determina orientarea persoanei, precum accelerometru sau barometru. O caracteristică a acestui sistem constă în faptul că senzorii sunt activați și utilizați progresiv în funcție de rezultatul dat de senzorul de monitorizare a vibrațiilor și care are rolul de a detecta efectuarea unei mișcări.

În **US 8.408,041 B2** se descrie un sistem pentru detectarea căderilor care se bazează pe un modul de monitorizare ce trebuie să fie atașat persoanei cu scopul de a colecta date referitoare la mișcările efectuate de aceasta, respectiv se utilizează un accelerometru triaxial pentru a determina dacă pentru o durată predeterminată înaintea unui potențial impact magnitudinea accelerației este stabilă și nu depășește un prag pre-determinat.

Dezavantajul tuturor acestor metode constă în faptul că se bazează pe utilizarea unor praguri pentru detectarea căderii care sunt prestabilite, acestea nefiind adaptate utilizatorului. Mai mult, pentru a putea determina aceste praguri se experimentează sistemul cu un număr limitat de persoane, în special persoane tinere, deoarece este necesară atât înregistrarea de date în timpul executării activităților cotidiene dar și în situația în care a survenit o cădere. Utilizatorii care au riscul cel mai mare de a suferi o cădere sunt persoanele în vârstă, iar consecințele pot fi extrem de grave. Ca atare, toate aceste metode de detecție nu pot fi personalizate utilizatorului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă detectarea căderii unei persoane și trimiterea de alerte către un utilizator care are rolul de îngrijitor al acestuia, astfel încât să poată interveni pentru a verifica starea persoanei și să acorde primul ajutor dacă este necesar.

Problema tehnică este rezolvată de această invenție prin utilizarea unui dispozitiv portabil (1) care include un senzor (2) pentru monitorizarea semnalului electromiografic, un accelerometru (3) triaxial pentru detectarea accelerației și un giroscop (4) triaxial pentru măsurarea vitezei unghiulare pe cele trei axe X, Y, Z dintr-un spațiu tridimensional. Datele înregistrate de la senzori (2, 3, 4) sunt eșantionate de către modulul de procesare digitală (5) și sunt apoi transmise de către modulul de comunicații wireless (6) către serviciul web (7) pentru recepționarea datelor. Secvențele de date sunt înregistrate în cadrul unei baze de date (8). Modulul (9) de procesare date și executare algoritmi pentru detecția căderii compară secvența estimată cu cea recepționată de la senzori (2, 3, 4), iar dacă diferența depășește un

prag prestabilit, modulul (10) de alertare trimite o notificare cu scopul de a alerta detectarea unei căderi.

Metoda de detectare a căderii unei persoane, conform invenției, integrează 5 subsisteme: dispozitivul portabil (1), serviciul web (7) pentru recepționarea datelor, baza de date (8) pentru serii de timp, modulul (9) de procesare date și executare algoritmi pentru detecția căderii, modulul (10) de alertare.

Exemplul preferat de realizare a metodei, din care reies alte avantaje și caracteristici, este prezentat în figurile următoare: - FIG. 1, dispozitivul portabil sub forma unei brățări. - FIG. 2, sub-sistemele care sunt integrate pentru colectarea, pre-preprocesarea, transmiterea, stocarea și analiza datelor, precum și modulul de alertare în cazul detecției unei căderi. - FIG. 3, schema logică a procesului de detectare a riscului de cădere și alertare.

Pentru aplicarea metodei este necesară antrenarea unui algoritm (108) de modelare predictivă a seriilor de timp care folosește două rețele neuronale de tip Actor și Critic pentru a modela secvențele de date (101) care sunt înregistrate de senzori (100).

Ideea inovatoare iese în evidență prin faptul că se folosește un dispozitiv portabil minim invaziv care include senzori pentru monitorizarea accelerației și a vitezei unghiulare triaxiale, precum și semnalul electromiografic, iar algoritmul de detecție este personalizat utilizatorului deoarece se bazează pe o perioadă de antrenare de 14 zile, în urmă căreia se realizează o grupare și selectare a instanțelor reprezentative (105), astfel încât se pot determina praguri specifice pentru fiecare utilizator pentru detecția căderii.

În soluție se folosesc tehnici avansate de învățare cu întărire folosind rețele neuronale de tip Actor - Critic.

Se pot folosi metode din stadiu tehnicii pentru:

- transmiterea datelor înregistrate de la senzori prin comunicații wireless. - înregistrarea datelor de la senzori în cadrul unor baze de date pentru serii de timp. - trimiterea de alerte către un dispozitiv mobil.

Un exemplu de implementare al metodei constă în executarea următoarele etape: - În prima etapă se realizează culegerea datelor pentru antrenarea modelului de detecție al căderii prin parcurgerea pașilor următori: se înregistrează datele provenite de la senzori (100), respectiv accelerometru, giroscop și semnal EMG și se realizează conversia semnalului analogic în semnal digital prin eșantionarea cu o frecvență de 10 Hz (101). Se utilizează accelerația liniară pe cele trei axe X, Y, Z, viteza unghiulară pe cele trei axe X, Y, Z și intensitatea semnalului EMG. Datele sunt grupate într-o secvență care este apoi transmisă către serviciul web (7) pentru recepționarea datelor care poate fi implementat sub forma unui broker de mesaje MQTT precum serviciul AWS IoT Core. Secvența de date recepționată este înregistrată (102) în cadrul unei baze de date (8) pentru serii de timp care poate fi implementată folosind

serviciul AWS Timestream. Înregistrarea datelor se face în mod continuu pentru o perioadă de 14 zile, perioadă în care regimul de învățare este activ **(103)**. - În a doua etapă, dacă nu s-a realizat selecția secvențelor reprezentative **(104)**, se continuă cu clusterizarea secvențelor de date **(105)** folosind algoritmul K-means, în cadrul căruia se folosește ca factor similaritate divergența Kullback - Leibler și un număr fix de 200 de clustere. Din cele 200 de clustere sunt selectate în mod aleatoriu câte 100 de secvențe și se construiește setul de date pentru antrenarea modelului de procesare date și executare algoritmi pentru detecția căderii **(9)**. - În etapa a treia, dacă nu s-a realizat antrenarea modelului de detecție cădere **(106)** se execută antrenarea modelului predictiv pentru detecția căderii **(108)** folosind un algoritm de învățare automată cu întărire (engleza Reinforcement Learning) în cadrul căruia se aplică o metodă de învățare prin demonstrație în care se utilizează două rețele neuronale de tip Actor și Critic și se folosește setul de date obținut în etapa a doua. Modelul de detecție al căderii este construit astfel încât să poată estima o secvență de date **(107)** similară cu cea care este înregistrată în baza de date. Estimarea se realizează pentru o secvență formată din 5 elemente. - După ce se finalizează antrenarea modelului de detecție al căderii **(108)**, în etapa a patra datele care provin de la senzori **(100)** și care sunt structurate în secvențe **(101)** sunt transmise modului de procesare date și execuție algoritmi pentru detecția căderii **(9)** pentru a estima continuarea secvenței cu 5 eșantioane. Secvența estimată este comparată cu noua secvență înregistrată de către senzori **(109)**. Pentru comparare se calculează dacă media diferențelor dintre eșantioanele estimate și cele înregistrate este mai mare decât un prag prestabilit care poate fi dublul deviației standard a distribuției tuturor datelor înregistrate pentru fiecare tip de eșantion (acelerație liniară pe cele trei axe X, Y, Z; viteză unghiulară pe cele trei axe X, Y, X; intensitate semnal EMG). În situația în care diferența este mai mare decât pragul prestabilit se detectează riscul de cădere **(110)** și se realizează alertarea unei persoane interesate folosind un serviciu precum Amazon SNS.

REVENDICĂRI

1. Metodă pentru detectarea căderii unei persoane și trimiterea de alerte către un utilizator care are rolul de îngrijitor al acestuia, astfel încât să poată interveni pentru a verifica starea persoanei și să acorde primul ajutor dacă este necesar. Metoda **se caracterizează prin aceea că** utilizează unui dispozitiv purtabil (1) care include un senzor (2) pentru monitorizarea semnalului electromiografic, un accelerometru (3) triaxial pentru detectarea accelerației și un giroscop (4) triaxial pentru măsurarea vitezei unghiulare pe cele trei axe X, Y, Z dintr-un spațiu tridimensional. Datele înregistrate de la senzori (2, 3, 4) sunt eșantionate de către modulul (5) de procesare digitală și sunt apoi transmise de către modulul de comunicații wireless (6) către serviciul web (7) pentru recepționarea datelor. Secvențele de date sunt înregistrate în cadrul unei baze de date (8). Modulul (9) de procesare date și executare algoritmi pentru detecția căderii compară secvența estimată cu cea recepționată de la senzori (2, 3, 4), iar dacă diferența depășește un prag prestabilit dar personalizat utilizatorului, modulul (10) de alertare trimite o notificare cu scopul de a alerta detectarea unei căderi. Metoda de detectare a căderii unei persoane, conform invenției, integrează 5 subsisteme: dispozitivul purtabil (1), serviciul web (7) pentru recepționarea datelor, baza de date (8) pentru serii de timp, modulul (9) de procesare date și executare algoritmi pentru detecția căderii, modulul (10) de alertare. Pentru aplicarea metodei este necesară antrenarea unui algoritm (108) de modelare predictivă a seriilor de timp care folosește două rețele neuronale de tip Actor și Critic pentru a modela secvențele de date (101) care sunt înregistrate de senzori (100).

22



FIG 1

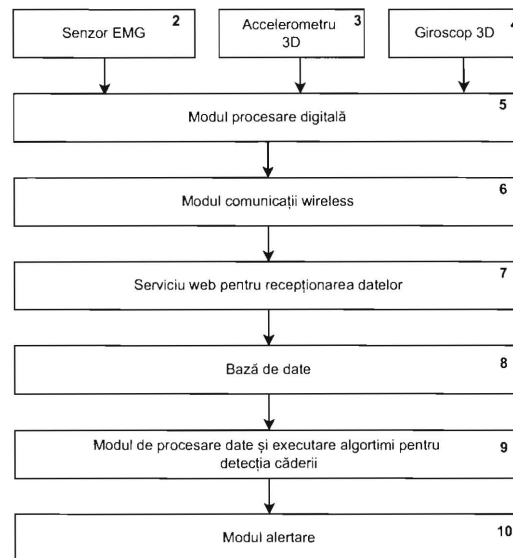


FIG 2

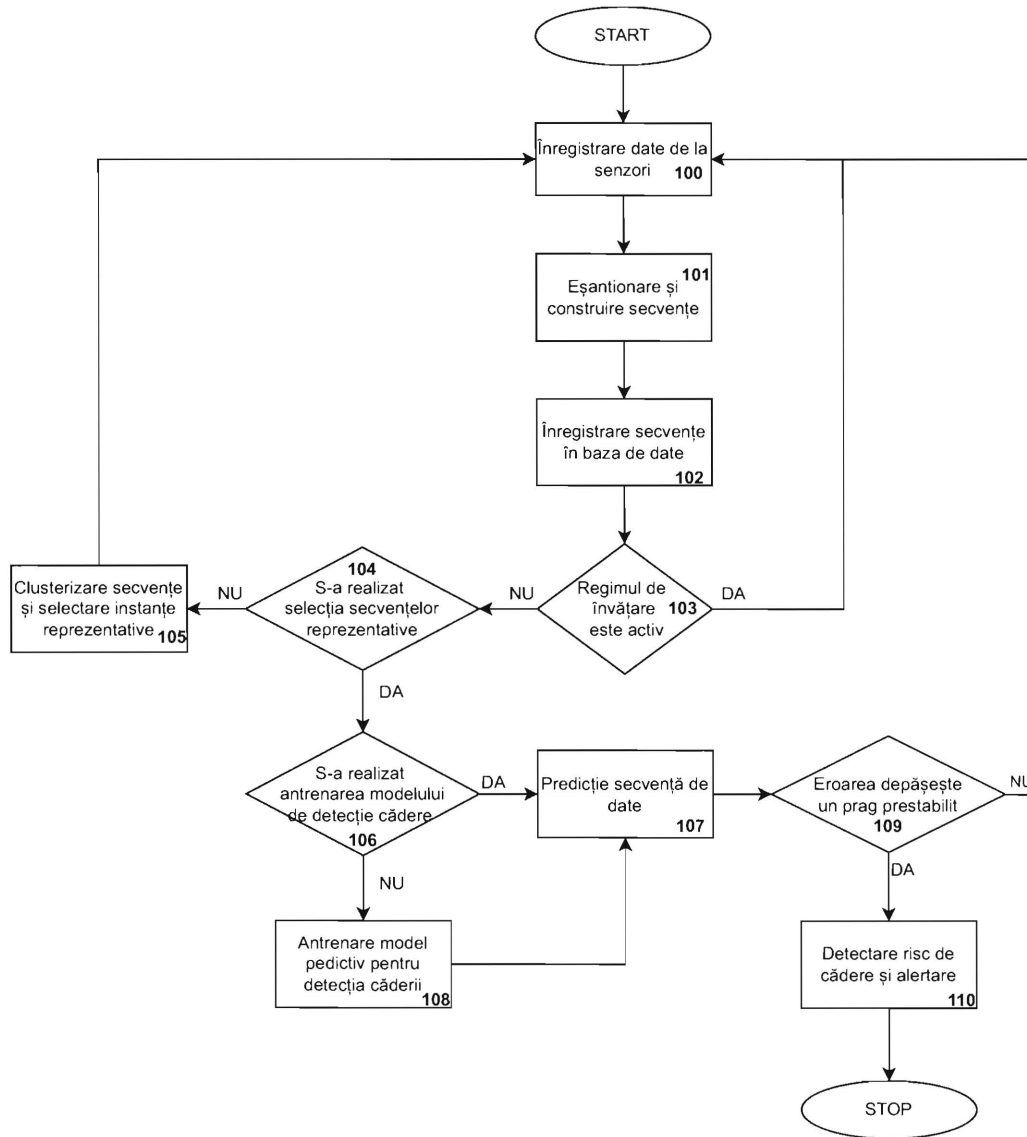


FIG 3