

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00162

(22) Data de depozit: 08/04/2021

(41) Data publicării cererii:
28/10/2022 BOPI nr. 10/2022

(71) Solicitant:
• MARCTEL S.I.T. S.R.L., STR. DR. LOUIS
PASTEUR NR. 8, SECTOR 5, BUCUREȘTI,
B, RO

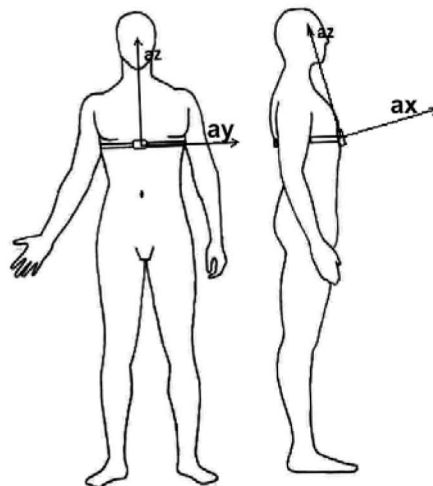
(72) Inventatori:
• BOICESCU LAURENȚIU,
STR.GAROAFELOR, NR.1, AFUMAȚI, IF,
RO;
• VOICA TIBERIU, BD.BANUL MANTA,
NR.21, BL.35, SC.B, ET.1, AP.52,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(54) PROCEDEU DE DETERMINARE A SITUAȚIEI DE "OM
CĂZUT"

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de determinare a situației "om căzut". Procedeu, conform invenției, utilizează o centură elastică prevăzută cu un accelerometru 3D fixată pe torsul subiectului monitorizat, o aplicație software instalată pe un telefon mobil care înregistrează niște valori medii de referință ale proiecțiilor accelerației gravitaționale pe 3 axe, în timp ce subiectul stă în picioare, nemișcat, câteva secunde, iar în timpul activității subiectului, aplicația software preia continuu valori ale proiecțiilor accelerațiilor și calculează un unghi de înclinație al acestuia față de verticală, efectuând și corecții pentru compensarea înclinației inițiale a accelerometrului, rezultată din valorile de referință, procedeu evaluând și o înclinare nefirească, persistentă a subiectului.

Revendicări: 1
Figuri: 1



24

Descrierea invenției: Procedeu de determinare a situației de "om căzut"

Domeniul tehnic de încadrare: activități în care un lucrător este izolat (la distanță) de colegii săi; procedeul facilitează atenționarea unui monitor uman al activității privind posibila stare de pierdere a cunoștinței pentru lucrătorul în cauză.

Prezentarea stadiului tehnicii:

Sesizarea posibilei pierderi a cunoștinței pentru un lucrător și luarea imediată de măsuri este o problemă tratată de multă vreme, prin metode cu diverse grade de complexitate: la locomotive există o pedală care trebuie acționată permanent de către mecanic (altfel, locomotiva este frânată automat), la avioane (lipsa de reacție a pilotului la atenționări periodice duce la coborârea automată a plafonului de zbor sau, mai nou, la pilotarea automată către cel mai apropiat aeroport- vezi Garmin G3000), dar și la alte tipuri de echipamente care pot cauza daune în lipsa supravegherii umane.

Mai aproape de procedeul care face obiectul prezentei solicitări de brevet, există sisteme comercializate de determinare a situației de "om căzut" bazate pe accelerometre pe trei axe, atașate subiectului monitorizat. Un exemplu este sistemul oferit de StaySafe ([staysafeapp.com /lone-worker-solution/man-down-system](https://staysafeapp.com/lone-worker-solution/man-down-system))

Obiectivul urmărit de cererea prezentă:

Descrierea procedurii de determinare a situației de „om căzut”, cu aplicabilitate atât în situația unor lucrători aflați singuri în locuri izolate, cât și a unora care lucrează în cadrul unor instituții de tip „first responders”, care pot cădea victimă unor accidente sau unor atacuri din partea unor inamici.

Procedeul propus:

El este legat de contextul tehnic de aplicabilitate, anume un sistem care cuprinde:

- Centură (ex: centură de piept, cum sunt cele pentru determinarea valorilor unor parametri cardiaci) pe care este fixat un accelerometru 3D în tehnologie MEMS, într-o poziție fixă, așa cum se vede în Figura 1. Unele centuri de piept cu senzori cardiaci, cum ar fi Polar H10, includ un asemenea accelerometru. Fizic, acest dispozitiv (alimentat de la o mică baterie înglobată), are o formă destul de apropiată de un paralelipiped cu grosime de câțiva milimetri, pentru a nu deranja

purtătorul. Este esențial să fie solidar cu torsul subiectului, nu -de exemplu- pe o mână a acestuia. De aceea nici accelerometrul inclus în orice telefon modern nu este util în acest context. Între accelerometru și un telefon inteligent aflat în posesia persoanei monitorizate se stabilește o legătură pe suport Bluetooth.

- Telefon mobil inteligent, pe care rulează o aplicație software dedicată, care se lansează după ce posesorul și-a fixat centura de piept cu accelerometrul.
- Aplicația software, odată lansată, prelevează valorile digitale ale accelerației pe cele trei axe, în timp ce posesorul stă cât mai imobil pentru câteva secunde, mediază valorile succesive pentru fiecare dintre axe și memorează cele 3 medii. Vom nota aceste valori a_{x0} , a_{y0} și a_{z0} . Accelerometrul, chiar și în lipsa altor mișcări ale subiectului, care să creeze valori pe fiecare axă, sesizează accelerația gravitațională, descompusă pe cele trei axe ortogonale, raportate la dispozitivul însuși, ca în Figura 1. În poziție perfect verticală a dispozitivului cu accelerometru, întreaga accelerație gravitațională se găsește pe axa z (verticală), fără componente pe cele două axe orizontale. Centura de piept se așază cam în dreptul diafragmei, în contact cu pielea; datorită anatomiei posesorului, sistemul de referință ortogonal poate avea axa z înclinată față de verticala locului, când posesorul stă în picioare, cu un unghi estimat ca nu mai mare de 15 grade sexagesimale. Astfel, pentru această valoare a unghiului,

$$a_{z0} = -g \cdot \cos 15^\circ = (\text{cca}) -0.96g$$
, unde g este accelerația gravitațională terestră (cca $9,81 \text{ m/s}^2$)

$$a_{x0} = -g \cdot \sin 15^\circ = (\text{cca}) -0.26g$$
 Se vede că a_{x0} e o valoare nenulă, relativ scăzută.

În general, calculul unghiului de înclinație față de axa z, dacă unghiul între axa z și verticala locului este nul, pornind de la valoarea măsurată a proiecției accelerației pe z, notată a_z , și care este livrată de accelerometru ca fracțiuni din g, se efectuează cu formula

$\gamma = -\arccos(a_z/g)$. Pentru axele x și y, cu valorile măsurate respectiv a_x și a_y , și modulele $|a_x|$ și $|a_y|$ respectiv, acest unghi se calculează cu formulele:

$\gamma = \arcsin(|a_x|/g)$ și, respectiv, $\gamma = \arcsin(|a_y|/g)$

Atât a_{x0} cât și a_{z0} sunt valori negative, în situația din Fig. 1. Valoarea a_{y0} este neglijabilă. Memorarea valorilor accelerației pe cele trei axe, la pornirea

25

aplicației, reprezintă o referință pentru decizii ulterioare, legate de înclinarea corpului subiectului față de verticală.

Procedeeul constă în monitorizarea valorilor accelerației pe cele trei axe, cu ajutorul aplicației software. Când posesorul este în mișcare, ele variază substanțial. Un accelerometru MEMS uzual are o sensibilitate de cel puțin $0,015 \text{ m/s}^2$, mult mai mare decât necesitățile aplicației, astfel că biții mai puțin semnificativi din valorile digitale măsurate pot fi ignorați; scara utilizată pentru valorile proiecțiilor pe axe este stabilită în cadrul proiectării unui sistem efectiv de sesizare a stării de "om căzut", pentru a menține o rezoluție suficientă în luarea deciziilor.

Procedeeul implică studierea a două evoluții:

a) în primul rând, calculul unei medii, pe câteva secunde, a unghiului corpului față de verticală. O înclinație mai mare de 30° (grade sexazecimale) față de verticala locului, care se menține pentru 30 de secunde, va genera informația de posibilă cădere a subiectului. Acesta poate să cadă, practic, la orizontală, caz în care este ușor de sesizat amplexarea modificării valorii pe az, dar poate să rămână rezemat de un perete, de exemplu. Dacă subiectul este aplecat continuu în față la 40° față de verticala locului (o valoare nefirească), iar în Figura 1 unghiul între axa az proprie a accelerometrului și verticala locului este 15° , din valoarea proiecției pe axa z a accelerometrului, aplicația va evalua o înclinație de $\beta = 40 - 15 = 25^\circ$, sub cea de alertă. Dar, în acest caz, apare o valoare negativă mare a proiecției pe axa x, față de valoarea ax_0 , ceea ce permite aplicației sesizarea situației reale. Cu valorile de mai sus:

$$ax_{\text{măsurat}} = +g \cdot \sin \beta = (\text{cca}) +0.42g, \text{ comparativ cu } ax_0 = -0.26g$$

O înclinare substanțială ($\alpha = 30^\circ$ sau mai mult) pe laterală, față de verticala locului, se reflectă în valoarea măsurată pe axa y. La $\alpha = 30^\circ$, valoarea măsurată va fi $g \cdot \sin 30^\circ$, adică $0.5g$, față de o valoare ay_0 în vecinătatea lui 0.

b) măsurarea continuă a accelerațiilor pe axe și compararea cu niște valori prag permite aplicației software să evalueze în ce măsură subiectul e inert și cât timp se menține starea inertă. Valorile limită depind de implementarea practică (inclusiv tipul de accelerometru și specificațiile acestuia) și se determină experimental.

Aplicația software combină cele două linii de evaluare a stării subiectului.

Dacă se determină că subiectul este inert și stă într-o poziție înclinată nefiresc prea mult timp, timp de câteva zeci de secunde, se concluzionează că e posibilă o situație de "om căzut", ceea ce va determina transmiterea, de către aplicația

software, a unui mesaj către operatorul care monitorizează echipa, via infrastructura de telefonie mobilă (5G, LTE sau 3G), cu informații legate de identitatea subiectului (parametru introdus în prealabil în setările aplicației), ora apariției situației descrise și poziția geografică (de la receptorul GPS din telefon), parametri extrași de aplicație din funcțiile puse la dispoziție de sistemul de operare al telefonului. Dispecerul, la primirea mesajului de alarmă, va contacta subiectul în cauză, pentru a verifica dacă sunt probleme reale.

Avantaje în raport cu sisteme existente:

Sistemele existente utilizează, pe câte știm, doar al doilea criteriu de determinare a situației de „om căzut”, anume gradul în care subiectul se mișcă. Dar este posibil ca situația din teren a subiectului să necesite ca acesta să stea cât mai imobil (ex membrii echipelor antitero), de unde pot să apară false alarme.

Prima abordare, expusă mai sus la punctul a), nu este aplicabilă lucrătorilor care se află într-un context care le impune o poziție apropiată de verticală (ex un ham, o cușcă îngustă sau altele asemenea). Dar este aplicabilă în tandem cu cea de a doua, pentru o caracterizare mai exactă a situației de fapt.

O implementare concretă a procedurii

Pentru monitorizarea unor agenți care se află în mișcare, de exemplu forțe de ordine, disimulate sau nu, echipe antitero, pompieri, alte tipuri de lucrători salvatori/ „first responders”, se poate concepe un sistem bazat pe ideile de la descrierea de mai sus a procedurii. Centurile Polar H10 sau alte tipuri asemănătoare pot fi utilizate pentru a furniza în timp real operatorului care monitorizează personalul din teren, date legate de activitatea cardiacă (pulsul, variabilitatea pulsului, eventual electrocardiografe, precum și avertizările de tip „om căzut”).

Aplicația de pe telefon preia și prelucrează continuu datele primite de la centura de piept, via conexiunea Bluetooth dintre telefon și centură. Aceste date legate de activitatea cardiacă sunt concatenate cu cele legate de identitatea posesorului, poziția sa geografică și momentul de timp curent; cadrele de informație rezultate sunt trimise ciclic, de exemplu la fiecare 5 secunde, sub forma unor datagrame UDP, la centrul de monitorizare, prin infrastructura operatorului de telefonie mobilă. În cadrele de date este prevăzut un câmp de tip „da/nu” dedicat avertizării de tip „om căzut”. La centrul de monitorizare, cadrele de date sunt

preluate de o altă aplicație software dedicată, care separă câmpurile din cadrul de date și stochează informațiile, pe tipuri, într-o bază de date. Cum mesajele trebuie să apară la fiecare 5 secunde, lipsa lor persistentă indică probleme legate de legătura prin operatorul de telefonie (eventual, lipsa de semnal) sau de telefonul/ aplicația software a subiectului monitorizat. Dacă în câmpul rezervat situației de „om căzut”, aceasta este confirmată, aplicația de monitorizare semnalizează optic și acustic avertismentul pentru dispecer și afișează identitatea, poziția, momentul determinării situației. Astfel, dispecerul va încerca să ia legătura cu subiectul în cauză, pentru verificări.

Revendicări

Există numeroase tipuri de activități în care un lucrător este izolat (la distanță) de colegii săi; procedeul expus în prezenta cerere de brevet facilitează atenționarea unui monitor uman al activității privind posibila stare de pierdere a cunoștinței pentru lucrătorul în cauză, situație numită generic: om căzut (în engleză: man down).

O parte din aplicațiile posibile: monitorizarea unor agenți care se află în mișcare, de exemplu forțe de ordine, disimulate sau nu, echipe antitero, pompieri, alte tipuri de lucrători salvatori/ „first responders”.

Sunt cunoscute sisteme disponibile comercial care utilizează următorul context tehnic: un accelerometru pe 3 axe, de regulă în tehnologie MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) aflat la subiectul monitorizat, care comunică via Bluetooth cu un telefon inteligent aflat în posesia subiectului. Pe telefon rulează o aplicație software care preia continuu valorile măsurate ale accelerației pe cele 3 axe. Dacă valorile acestea ajung să nu mai varieze semnificativ un timp, aplicația decide că subiectul este inert și trimite o atenționare, folosind infrastructura operatorului de telefonie mobilă, către o altă aplicație software care servește un dispecer uman. Acesta monitorizează membrii echipei din teren și primește de la aplicație o atenționare optică/acustică privind posibila situație de "om căzut" și identitatea celui în cauză.

Procedeul revendicat de noi utilizează un context tehnic asemănător celui de mai sus. El este caracterizat prin adăugarea unui alt criteriu de determinare a situației de "om căzut", care are următoarele particularități:

- accelerometrul 3D este fixat solidar cu torsul subiectului, prin o centură elastică (centură de piept)

- după lansare, aplicația software de pe telefonul mobil înregistrează valorile medii de referință ale proiecțiilor accelerației gravitaționale pe cele 3 axe, în timp ce subiectul stă în picioare, cât mai nemișcat, câteva secunde

- în timpul activității subiectului, aplicația preia continuu valorile proiecțiilor pe axe ale accelerației subiectului și calculează unghiul de înclinație al acestuia față de verticală, efectuând și corecții pentru compensarea înclinației inițiale a accelerometrului, rezultată din valorile de referință, și care este datorată caracteristicilor anatomice ale subiectului, cum reiese din Figura 1.

21

- pe lângă evaluarea stării inerte a subiectului, specifică metodelor existente, procedeul caracterizează și o stare de înclinare nefirească, persistentă a subiectului. Astfel se minimizează atenționările false, care pot să apară la procedurile deja puse în practică, dacă subiectul trebuie să stea cât mai imobil, prin natura activității sale (disimularea prezenței proprii în vecinătatea unor inamici, de exemplu) .

Desene

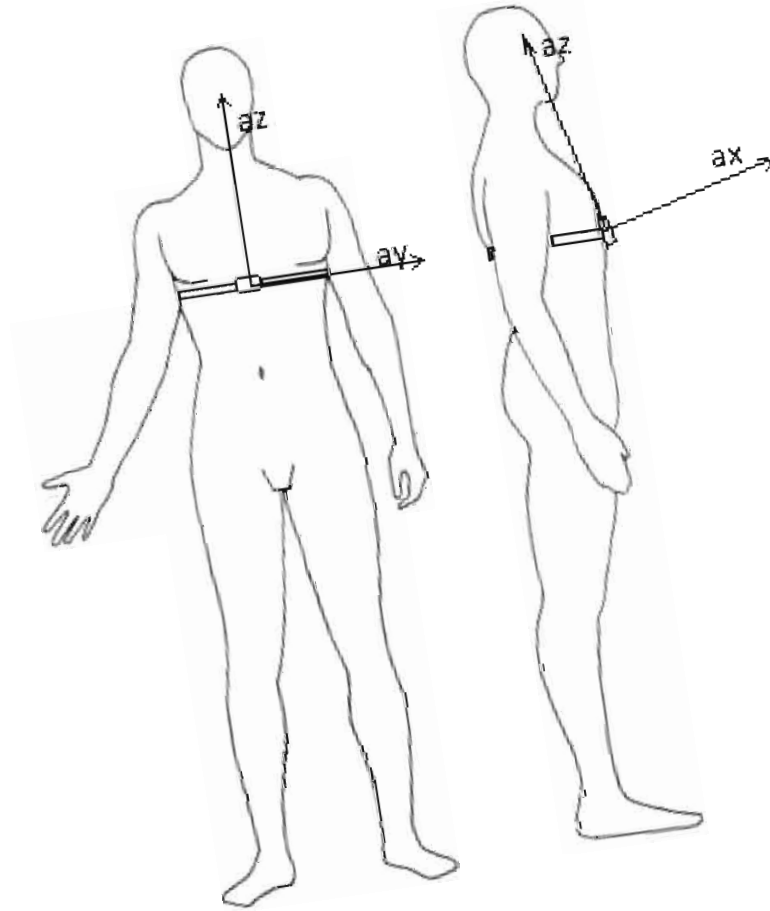


Figura 1