

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901903796A1

Publication Date

20120630

Applicant

UNIVERSITA' DI PISA

Title

DISPOSITIVO E PROCEDIMENTO PER IL RICONOSCIMENTO DI FALSI
ALLARMI IN UN APPARECCHIO PERSONALE DI SEGNALAZIONE DI
EMERGENZE

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:
"Dispositivo e procedimento per il riconoscimento
di falsi allarmi in un apparecchio personale di se-
gnalazione di emergenze"

Di: UNIVERSITÀ DI PISA, nazionalità italiana, Lun-
garno Pacinotti 43/44, I-56126, Pisa

Inventori designati: Marco AVVENUTI, Alessio VEC-
CHIO, Paolo CORSINI, Stefano ABBATE, Guglielmo COLA

Depositata il: 30 Dicembre 2010

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un dispositivo
ed un procedimento per il riconoscimento di falsi
allarmi in un apparecchio personale di segnalazione
di emergenze per il rilevamento delle cadute.

L'aspettativa di vita media è diventata sempre
più elevata grazie ai progressi nel campo medico e
a una generale migliore qualità della vita. Il con-
sequente invecchiamento della popolazione, partico-
larmente evidente nella società occidentale, produ-
ce a sua volta un'elevata richiesta di assistenza
domiciliare per le persone anziane che vivono da
sole. Le cadute sono uno dei fattori che maggior-
mente influenzano la salute fisica e psicologica
della popolazione anziana, in quanto sono la prin-

cipale causa dei ricoveri ospedalieri e delle morti legate a ferite. Si pensi, ad esempio, che negli Stati Uniti un adulto su tre, con riferimento alla categoria degli over-65, è soggetto a un evento di questo tipo nell'arco di un anno.

Nel 2000 i costi diretti imputabili alle cadute sono stati pari a 19 miliardi di US\$ ed è previsto che nel 2020 i costi diretti e indiretti supereranno i 54 miliardi di US\$. Nel 2008, sempre negli Stati Uniti, oltre due milioni di persone hanno avuto necessità di recarsi in un pronto soccorso a causa di una caduta.

L'effetto nocivo delle cadute e l'impatto negativo sui costi dei servizi sanitari hanno portato ad un grande interesse verso i sistemi di rilevamento automatico delle cadute. La presenza di un sistema automatico in grado di rilevare le cadute può migliorare l'assistenza delle persone anziane.

Infatti, i sistemi non automatici, ovvero quelli basati sull'attivazione esplicita da parte dell'anziano, ad esempio tramite la pressione di un pulsante, non sono in generale soddisfacenti poiché l'anziano soggetto a caduta può essere vittima di una perdita di coscienza o può aver subito dei traumi tali da non essere in grado di richiedere

soccorso.

Gli approcci più promettenti sono quelli basati su dispositivi indossabili che monitorano i movimenti del paziente, riconoscono una caduta e segnalano un allarme. Pertanto, viene dato alle persone anziane che vivono da sole un apparecchio personale di segnalazione di emergenze (Personal Emergency Response System - PERS) in grado di avvertire automaticamente le strutture sanitarie in caso di caduta.

Molti dei dispositivi esistenti basano il loro funzionamento su dati di movimento (cinematici e informazioni di postura) registrati da accelerometri o giroscopi posizionati a contatto con il corpo del paziente.

Una prima valutazione dei dati acquisiti può essere fatta dal dispositivo stesso il quale è provvisto di un'unità di elaborazione e calcolo, mentre per un'ulteriore elaborazione i dati raccolti vengono generalmente inviati ad una stazione remota tramite una comunicazione wireless.

Tali dispositivi sono tuttavia soggetti al problema dei falsi allarmi, poiché alcune normali attività della vita quotidiana, quali alzarsi, sedersi, sdraiarsi, salire o scendere le scale, ven-

gono talvolta erroneamente interpretate come cadute.

Per poter essere efficaci, infatti, tali dispositivi di rilevamento automatico devono offrire un elevato grado di accuratezza nel rilevare cadute reali. In particolare, devono avere una buona sensibilità (definita come rapporto tra il numero di cadute correttamente rilevate e le cadute che si sono veramente manifestate) e una buona specificità (capacità di filtrare i falsi allarmi, definita come rapporto tra azioni simili ad una caduta che vengono eliminate e il numero totale di azioni simili ad una caduta).

Sono noti alcuni dispositivi di rilevamento automatico capaci di distinguere attività della vita quotidiana da cadute. Tali dispositivi si basano su due differenti soluzioni.

Nel primo caso, si utilizza una soglia cinematica fissa, in particolare un valore di accelerazione o di velocità angolare, per verificare se vi sia stata o meno una caduta. In tali sistemi, tuttavia, è difficile determinare il valore di soglia più corretto: se è troppo alto, alcune cadute reali possono essere interpretate come attività normali; se è troppo basso, vengono generati troppi falsi

allarmi.

Nel secondo caso, si combinano una soglia cinematica e informazioni di postura del paziente. In tali sistemi è necessario utilizzare dispositivi aggiuntivi per acquisire i dati di postura, che sono fastidiosi e scomodi per i pazienti. Inoltre, è necessario che i vari sensori comunichino tra loro per poter combinare le varie informazioni, e questo riduce notevolmente la durata delle batterie di alimentazione.

Scopo della presente invenzione è dunque quello di proporre un dispositivo ed un procedimento per il riconoscimento di falsi allarmi, in un apparecchio personale di segnalazione di emergenze, che abbiano un'elevata specificità, che siano di semplice realizzazione e che non necessitino di informazioni di postura del paziente.

Questo ed altri scopi vengono raggiunti con un dispositivo e un procedimento per il riconoscimento di falsi allarmi le cui caratteristiche sono definite nelle rivendicazioni 1 e 4.

Modi particolari di realizzazione formano oggetto delle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrale e integrante della presente descrizione.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno dalla descrizione dettagliata che segue, effettuata a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 è un disegno schematico di un apparecchio personale di segnalazione di emergenze provvisto di un dispositivo per il riconoscimento di falsi allarmi secondo la presente invenzione;
- la figura 2 è un diagramma a blocchi di un procedimento per il riconoscimento di falsi allarmi secondo la presente invenzione; e
- la figura 3 è un grafico dei valori della media delle variazioni di ampiezza dell'accelerazione per una pluralità di eventi.

In figura 1 con 1 è indicato un apparecchio personale di segnalazione di emergenze predisposto per essere indossato da un paziente. In particolare, esso viene posizionato intorno alla vita, ad esempio tramite una cintura.

Tale dispositivo di emergenza portatile 1 comprende dei sensori di movimento 2, in particolare un accelerometro triassiale, atti ad essere posizionati a contatto con il corpo del paziente per rilevare dati di movimento di detto corpo.

L'accelerometro misura valori di accelerazione lineare su differenti assi x , y , z di un sistema cartesiano di riferimento, ma nel dispositivo secondo l'invenzione viene utilizzato solo il modulo del vettore accelerazione (e non, pertanto, le sue tre componenti lungo gli assi cartesiani) in quanto così non è necessario che l'apparecchio personale di segnalazione di emergenze 1 sia solidale con il corpo del paziente. In questo modo, eventuali cambiamenti dell'orientazione del dispositivo causati da spostamenti dell'apparecchio personale di segnalazione di emergenze 1 non influenzano il procedimento descritto in seguito.

Tutti i dati descritti nel seguito fanno riferimento a valori misurati dai sensori di movimento 2 considerando il corpo del paziente immerso nel campo di gravità terrestre. Pertanto, i sensori di movimento 2 misureranno, ad esempio, $1 \cdot g$ (dove g è l'accelerazione di gravità) quando il corpo del paziente è fermo, 0 quando il corpo è in caduta libera, etc.

I dati di movimento vengono inviati dai sensori di movimento 2 ad un'unità di elaborazione 3 che li acquisisce e poi prima calcola il modulo del vettore accelerazione e successivamente esegue una

serie di verifiche iniziali, come descritto in seguito.

L'unità di elaborazione 3 è collegata ad un dispositivo per il riconoscimento di falsi allarmi 4, il quale comprende almeno un modulo di decisione 6a, 6b, ..., 6N, predisposto per ricevere dall'unità di elaborazione 3 un segnale di informazione 8 rappresentativo dei dati di movimento (in particolare, i campioni del modulo dell'accelerazione acquisiti in un predeterminato intervallo di tempo, come specificato in seguito), elaborarlo come descritto in seguito e fornirlo ad un modulo di uscita 10 predisposto per produrre un segnale di uscita 12 indicativo del fatto che vi sia stato o meno un falso allarme.

Nella forma di attuazione preferita descritta in seguito sono presenti due moduli di decisione 6a, 6b ma possono esserne aggiunti anche degli altri, genericamente indicati con 6N, predisposti per eseguire differenti elaborazioni dei dati di movimento in modo da aumentare la precisione di riconoscimento di falsi allarmi.

I moduli di decisione 6a, 6b, ..., 6N sono predisposti per operare ciascuno in maniera autonoma e decidere se l'andamento del modulo del vettore

accelerazione può essere interpretato come caratteristico di un'attività quotidiana o meno.

Nel caso in cui i dati di movimento siano interpretabili come attività quotidiane, il rispettivo modulo di decisione 6a, 6b, ..., 6N emette un segnale intermedio 14a, 14b, ..., 14N rappresentativo del fatto che si tratta di un falso allarme. Ad esempio, il modulo di decisione 6a, 6b, ..., 6N associa ad un *flag* un valore pari a TRUE nel caso di attività quotidiana (falso allarme) o pari a FALSE nel caso di probabile caduta.

I segnali intermedi 14a, 14b, ..., 14N vengono inviati al modulo di uscita 10, il quale produce un segnale di uscita 12 che indica un falso allarme se almeno uno dei segnali intermedi 14a, 14b, ..., 14N indica che si è verificato un falso allarme.

L'unità di elaborazione 3 è inoltre collegata ad un modulo di riconoscimento emergenze 16 il quale è predisposto in modo di per sé noto per ricevere un segnale di avviso 17 indicativo del fatto che si è verificata una probabile caduta ed inviare ad un'interfaccia radio 20 di per sé nota un segnale di allarme 18 rappresentativo del fatto che si è verificata una caduta. Secondo la presente invenzione, il modulo di riconoscimento emergenze 16 è

inoltre predisposto per ricevere il segnale di uscita 12 proveniente dal modulo di uscita 10 e per inviare il segnale di allarme 18 solo nel caso in cui il segnale di uscita 12 indichi che non si tratta di un falso allarme. Il modulo di riconoscimento emergenze 16, ricevuto il segnale di avviso 17 che indica una probabile caduta, verifica pertanto il valore del segnale di uscita 12 prima di inviare il segnale di allarme 18. L'interfaccia radio 20 a sua volta trasmette il segnale di allarme 18 ad una stazione remota in modo che possano essere attivati i soccorsi.

Alternativamente, il modulo di riconoscimento emergenze 16 è integrato nell'unità di elaborazione 3, che riceve pertanto il segnale di uscita 12 e invia a sua volta il segnale di allarme 18.

Alternativamente, il dispositivo per il riconoscimento di falsi allarmi 4 e l'unità di elaborazione 3 sono integrati in un unico modulo di elaborazione, che può includere o meno il modulo di riconoscimento emergenze 16.

Un procedimento di riconoscimento di emergenze di per sé noto comprende le fasi di rilevare dati di movimento rappresentativi del movimento del corpo di un paziente, identificare una probabile cadu-

ta e inviare un segnale di allarme rappresentativo del fatto che si è verificata una caduta.

Secondo la presente invenzione, il procedimento di riconoscimento di emergenze sopra descritto viene migliorato aggiungendo una fase di riconoscimento di falsi allarmi in modo che il segnale di allarme venga inviato solo nel caso in cui non si sia verificato un falso allarme.

Nella figura 2 è illustrato un diagramma a blocchi del procedimento per il riconoscimento di falsi allarmi secondo la presente invenzione.

Come prima operazione 100 vengono acquisiti di dati di movimento rilevati dai sensori di movimento 2 e, al passo 102, vengono calcolati, sulla base di detti dati di movimento, campioni del modulo dell'accelerazione in un primo predeterminato intervallo di tempo t_1 .

Al passo 104 l'unità di elaborazione 3 verifica se un primo sottoinsieme predeterminato dei campioni del modulo dell'accelerazione supera una prima soglia predeterminata S_1 , ad esempio $3 \cdot g$. Tale primo sottoinsieme verrà nel seguito indicato come il picco che ha superato la prima soglia S_1 .

Al successivo passo 106 si verifica se il superamento della prima soglia S_1 è seguito da un se-

condo intervallo di tempo di durata predeterminata t_2 , ad esempio 1200ms, caratterizzato da un basso tasso di movimento, ovvero in cui il modulo dell'accelerazione è minore o uguale ad una seconda soglia predeterminata S_2 , ad esempio $2,8 \cdot g$. Questo indica che l'attività si è conclusa.

Le fasi sopra descritte sono note dai dispositivi di rilevamento automatico che si basano su una soglia cinematica fissa del tipo descritto nell'introduzione.

Nel caso in cui entrambe le condizioni siano soddisfatte, l'unità di elaborazione 3 invia ai moduli di decisione 6a e 6b il segnale di informazione 8 rappresentativo dei campioni del modulo del vettore accelerazione prelevati in un terzo predeterminato intervallo di tempo t_3 intorno al picco che ha superato la prima soglia S_1 , come specificato in seguito. Parallelamente, l'unità di elaborazione 3 invia al modulo di riconoscimento emergenze 16 il segnale di avviso 17.

Nel caso in cui almeno una delle due condizioni sopra citate non sia soddisfatta, il procedimento si interrompe fino alla successiva acquisizione di nuovi dati di movimento.

Al passo 108 il primo modulo di decisione 6a

verifica se i dati di movimento possono essere ricondotti ad una di dette seguenti attività: sedersi/sdraiarsi velocemente su una superficie morbida/elastica o sedersi velocemente su una superficie dura.

Nel caso in cui il paziente monitorato si segga o si sdrai rapidamente su una superficie morbida quale un letto, un divano o una poltrona, l'andamento del modulo dell'accelerazione è caratterizzato da un picco seguito da una serie di oscillazioni smorzate, con variazioni meno brusche di quelle che si verificano nel caso di una caduta. Questo è dovuto al fatto che l'energia cinetica viene dissipata gradatamente dopo l'impatto.

Quando il paziente invece si siede rapidamente su una superficie dura come una sedia, le variazioni del modulo dell'accelerazione possono essere rilevanti ma sono caratterizzate poi da una rapida stabilizzazione.

Una caduta, invece, è caratterizzata da un impatto violento su una superficie dura che causa un improvviso picco nel grafico che rappresenta l'andamento del modulo dell'accelerazione nel tempo. In generale, un tale grafico contiene una pluralità di picchi (sebbene non tutti maggiori della

prima soglia S_1 sopra citata) poiché differenti parti del corpo toccano il suolo in differenti istanti di tempo oppure perché l'energia cinetica relativamente elevata causa una sorta di effetto "di ritorno" sul corpo o parti di esso. Il picco improvviso è caratterizzato da rapide variazioni del modulo dell'accelerazione tra un campione e il successivo.

Il passo 108 di verifica viene eseguito calcolando una media delle variazioni di ampiezza dell'accelerazione (Average Acceleration Magnitude Variation - AAMV) secondo la seguente espressione:

$$AAMV = \sum_{i \in W} \frac{|acc_{i+1}| - |acc_i|}{\text{numero di campioni} \in W}$$

dove

acc_i rappresenta il campione i -esimo del vettore accelerazione, e W è il terzo intervallo di tempo t_3 sopra citato, ovvero l'intervallo di tempo che contiene il picco che ha superato la prima soglia S_1 e una pluralità di altri campioni precedenti e successivi a detto picco. Vantaggiosamente, W ha una durata che inizia 640ms prima del primo sottinsieme di campioni del modulo dell'accelerazione

che hanno superato la prima soglia S_1 e termina 540ms dopo.

Il valore di AAMV è direttamente proporzionale non solo a quanto velocemente cambia l'ampiezza dell'accelerazione ma anche al numero di picchi presenti nell'intervallo di tempo W .

In figura 3 è illustrato un grafico del valore di AAMV per una pluralità di eventi successivi in cui sono mostrate una serie di cadute reali (rappresentate con asterischi) e una serie di attività quotidiane (rappresentate con quadrati e triangoli), in cui i quadrati indicano le attività di sedersi/sdraiarsi su superfici morbide, mentre i triangoli indicano le attività di sedersi su superfici dure. Le linee A e B indicano i valori medi, rispettivamente, dei valori di AAMV per le cadute reali e per le attività quotidiane.

Il valore di AAMV, confrontato con un opportuno valore di riferimento, ad esempio $0.27 \cdot g$, viene dunque usato per distinguere attività quotidiane dalle cadute, in quanto le cadute reali hanno un valore di AAMV maggiore del valore di riferimento, mentre le attività quotidiane hanno un valore di AAMV che è inferiore a detto valore di riferimento.

Se il valore di AAMV è inferiore al valore di

riferimento il primo modulo di decisione 6a invia un segnale intermedio 14a in cui il *flag* viene posto pari a TRUE (falso allarme).

In una variante preferita dell'invenzione, il procedimento di riconoscimento di falsi allarmi comprende ulteriori fasi ora descritte.

Al passo 110 il secondo modulo di decisione 6b verifica se i dati di movimento possono essere ricondotti ad un'attività quale l'esecuzione di un salto o la corsa.

Un salto si compone di tre fasi: spinta, caduta libera e atterraggio. Al passo 110 il secondo modulo di decisione 6b riconosce un salto eseguendo le seguenti fasi:

- verificare la presenza di almeno un picco del modulo dell'accelerazione associato alla fase di spinta, ovvero l'esistenza di un secondo sottoinsieme di campioni del modulo dell'accelerazione superiori ad una terza soglia predeterminata S_3 , ad esempio $1,5 \cdot g$, precedente il picco che ha superato la prima soglia S_1 ;
- calcolare un istante di atterraggio, quale l'istante di tempo che si trova a un certo quarto intervallo di tempo predeterminato t_4 , ad esempio 80ms, prima del picco che ha superato la prima so-

glia S_1 ;

- calcolare un istante di fine spinta cercando a ritroso nella sequenza di campioni del modulo dell'accelerazione un valore maggiore o uguale ad una quarta soglia predeterminata S_4 , ad esempio $1*g$, iniziando la ricerca da un quinto intervallo di tempo predeterminato t_5 , ad esempio 20ms, prima dell'istante di atterraggio;
- calcolare un intervallo di caduta libera quale intervallo di tempo tra l'istante di atterraggio e l'istante di fine spinta;
- calcolare un'ampiezza dell'accelerazione media di caduta libera quale media del modulo dell'accelerazione nell'intervallo di caduta libera.

Se l'intervallo di caduta libera è maggiore di un sesto intervallo di tempo predeterminato t_6 , ad esempio pari a 100ms, e l'ampiezza dell'accelerazione media di caduta libera è minore di una quinta soglia predeterminata S_5 , ad esempio pari a $0,5*g$, l'evento viene considerato un salto e il secondo modulo di decisione 6b invia un segnale intermedio 14b in cui il *flag* viene posto pari a TRUE (falso allarme).

Per quanto riguarda l'evento di una corsa, essendo questa assimilabile a una sequenza di salti,

viene riconosciuta seguendo la stessa procedura.

A questo punto, al passo 112 il modulo di uscita 10, ricevuti i segnali intermedi 14a, 14b provenienti dai moduli di decisione 6a e 6b (o solo il segnale intermedio 14a proveniente dal primo modulo di decisione 6a, nel caso in cui non vengano eseguite le fasi del passo 110) verifica se almeno uno di detti segnali intermedi 14a, 14b indica che è avvenuto un falso allarme e invia al modulo un segnale di uscita 12 corrispondente.

Il modulo di riconoscimento emergenze 16 invia pertanto il segnale di allarme 18 solo nel caso in cui non sia stato segnalato un falso allarme.

Alternativamente, è possibile eseguire solo le fasi 100, 102, 104, 106 e 110 (e non, dunque, il passo 108); al passo 112 il modulo di uscita 10 riceve pertanto solo il segnale intermedio 14b proveniente dal secondo modulo di decisione 6b, verifica se tale segnale intermedio 14b indica che è avvenuto un falso allarme e invia al modulo un segnale di uscita 12 corrispondente.

Riepilogando, l'apparecchio personale di segnalazione di emergenze campiona l'accelerazione con frequenza predeterminata, ad esempio 50Hz, e quando viene rilevata una possibile caduta, si ana-

lizza il segnale di uscita 12. Se il valore di tale segnale di uscita 12 indica che non si è verificato un falso allarme, l'evento viene comunicato ad una stazione base o a un cellulare usando l'interfaccia radio 20 associata all'apparecchio personale di segnalazione di emergenze.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempio non limitativo, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione come definito nelle annesse rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per il riconoscimento di falsi allarmi (4) in un apparecchio personale di segnalazione di emergenze (1) comprendente

sensori di movimento (2) atti ad essere posizionati a contatto con il corpo di un paziente per rilevare dati di movimento di detto corpo,

un'unità di elaborazione (3), collegata ai sensori di movimento (2), atta a calcolare il modulo di un vettore accelerazione di detto corpo sulla base di detti dati di movimento,

un modulo di riconoscimento emergenze (16), associato all'unità di elaborazione (3), predisposto per ricevere un segnale di avviso (17) indicativo del fatto che si è verificata una probabile caduta, e per inviare un segnale di allarme (18) rappresentativo del fatto che si è verificata una caduta;

il dispositivo (4) essendo caratterizzato dal fatto di comprendere:

- almeno un modulo di decisione (6a, 6b, ...6N) predisposto per ricevere dall'unità di elaborazione (3) un segnale di informazione (8) rappresentativo del modulo del vettore accelerazione e per elaborarlo

in modo da fornire al modulo di riconoscimento emergenze (16) un corrispondente segnale intermedio (14a, 14b,...14N) rappresentativo del fatto che si è verificato o meno un falso allarme, in modo che il modulo di riconoscimento emergenze (16) invii il segnale di allarme (18) solo nel caso in cui non si sia verificato un falso allarme.

2. Dispositivo (4) secondo la rivendicazione 1, comprendente:

- una pluralità di moduli di decisione (6a, 6b, ...6N) predisposti per ricevere ciascuno dall'unità di elaborazione (3) un segnale di informazione (8) rappresentativo del modulo del vettore accelerazione e per elaborarlo in modo da ottenere corrispondenti segnali intermedi (14a, 14b,...14N) rappresentativi del fatto che si è verificato o meno un falso allarme;

- un modulo di uscita (10) predisposto per ricevere i segnali intermedi (14a, 14b,...14N) e per fornire al modulo di riconoscimento emergenze (16) un segnale di uscita (12) rappresentativo del fatto che si è verificato un falso allarme se almeno uno dei segnali intermedi (14a, 14b, ..., 14N) indica che si è verificato un falso allarme.

3. Apparecchio personale di segnalazione di emergenze

(1) comprendente

sensori di movimento (2) atti ad essere posizionati a contatto con il corpo di un utente per rilevare dati di movimento di detto corpo,

un'unità di elaborazione (3), collegata ai sensori di movimento (2), atta a calcolare il modulo di un vettore accelerazione di detto corpo sulla base di detti dati di movimento,

un modulo di riconoscimento emergenze (16), associato all'unità di elaborazione (3), predisposto per ricevere un segnale di avviso (17) indicativo del fatto che si è verificata una probabile caduta, e per inviare un segnale di allarme (18) rappresentativo del fatto che si è verificata una caduta;

l'apparecchio personale di segnalazione di emergenze (1) essendo caratterizzato dal fatto di comprendere un dispositivo per il riconoscimento di falsi allarmi (4) secondo le rivendicazione 1 o 2.

4. Procedimento per il riconoscimento di falsi allarmi comprendente le operazioni di:

- acquisire (100) dati di movimento rappresentativi del movimento del corpo di un paziente;

- calcolare (102) campioni del modulo dell'accelerazione, in un primo intervallo di tempo predeterminato (t_1), sulla base di detti dati di movimento;

- verificare (104) se un primo sottoinsieme predeterminato di detti campioni supera una prima soglia predeterminata (S_1);

- verificare (106) se il superamento della prima soglia (S_1) è seguito da un secondo intervallo di tempo predeterminato (t_2) in cui il modulo dell'accelerazione è minore o uguale ad una seconda soglia predeterminata (S_2);

il procedimento essendo caratterizzato dal fatto di comprendere inoltre le operazioni di:

- generare un segnale di informazione (8) rappresentativo di detto primo sottoinsieme di campioni dell'accelerazione;

- calcolare (108), sulla base del segnale di informazione (8), una media delle variazioni di ampiezza dell'accelerazione secondo la seguente espressione:

$$AAMV = \sum_{i \in W} \frac{|acc_{i+1}| - |acc_i|}{\text{number of elements } \in W}$$

dove

acc_i rappresenta il campione i -esimo del modulo dell'accelerazione, e W rappresenta un terzo intervallo di tempo predeterminato (t_3) che contiene detto primo sottoinsieme di campioni dell'accelerazione più una pluralità di campioni dell'accelerazione precedenti e successivi a detto primo sottoinsieme;

- generare un segnale di falso allarme (14a, 14b, ...14N; 12) rappresentativo del fatto che si è verificato un falso allarme se la media delle variazioni di ampiezza dell'accelerazione è inferiore ad un predeterminato valore di riferimento.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, comprendente inoltre le operazioni di:

- verificare (110), sulla base del segnale di informazione (8), la presenza di almeno un secondo sottoinsieme predeterminato di campioni del modulo dell'accelerazione superiori ad una terza soglia predeterminata (S_3) precedenti detto primo

sottoinsieme;

- calcolare un istante di atterraggio quale l'istante di tempo che si trova a un quarto intervallo di tempo predeterminato (t_4) prima di detto primo sottoinsieme;

- calcolare un istante di fine spinta cercando a ritroso nella sequenza di campioni del modulo dell'accelerazione un valore maggiore o uguale ad una quarta soglia predeterminata (S_4) iniziando la ricerca da un quinto intervallo di tempo predeterminato (t_5) prima dell'istante di atterraggio;

- calcolare un intervallo di caduta libera quale intervallo di tempo tra l'istante di atterraggio e l'istante di fine spinta;

- calcolare un'ampiezza dell'accelerazione media di caduta libera quale media del modulo dell'accelerazione nell'intervallo di caduta libera;

- verificare se l'intervallo di caduta libera è maggiore di un sesto intervallo di tempo predeterminato (t_6) e se l'ampiezza dell'accelerazione media di caduta libera è minore di una quinta soglia predeterminata (S_5) e, se entrambe

le suddette condizioni sono verificate, generare un segnale di falso allarme (14a, 14b, ...14N; 12) rappresentativo del fatto che si è verificato un falso allarme.

6. Procedimento per il riconoscimento di emergenze comprendente le operazioni di:

- rilevare dati di movimento rappresentativi del movimento del corpo di un paziente;
- identificare una probabile caduta;
- inviare un segnale di allarme (18) rappresentativo del fatto che si è verificata una caduta,

il procedimento essendo caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di riconoscere falsi allarmi secondo le rivendicazioni 4 o 5 e generare il segnale di allarme (18) solo nel caso in cui non siano stati identificati falsi allarmi.

CLAIMS

1. Device for identifying false alarms (4) in a personal emergency response system comprising:

 movement sensors (2) arranged to be put in touch with the body of a patient to detect movement data of said body,

 an elaboration unit (3), connected to the movement sensors (2), arranged to calculate the modulus of an acceleration vector of said body based on said movement data,

 an emergency identifying module (16), associated to the elaboration unit (3), arranged to receive an alert signal (17) indicative of the fact that a likely fall has occurred, and to send an alarm signal (18) representative of the fact that a fall has occurred;

 the device (4) being characterized in that it comprises:

- at least one decision module (6a, 6b ...6N) arranged to receive from the elaboration unit (3) an information signal (8) representative of the modulus of the acceleration vector and to elaborate it so as to furnish to the emergency identifying module (16) a corresponding intermediate signal (14a, 14b, ...14N) representative of the fact that

a false alarm has occurred or not, so that the emergency identifying module (16) sends the alarm signal (18) only if a false alarm has not occurred.

2. Device (4) according to claim 1, comprising:

- a plurality of decision modules (6a, 6b, ...6N) arranged to receive each from the elaboration unit (3) an information signal (8) representative of the modulus of the acceleration vector and to elaborate it so as to obtain corresponding intermediate signals (14a, 14b, ...14N) representative of the fact that a false alarm has occurred or not;

- an output module (10) arranged to receive the intermediate signals (14a, 14b, ...14N) and to furnish to the emergency identifying module (16) an output signal (12) representative of the fact that a false alarm has occurred if at least one of the intermediate signals (14a, 14b, ...14N) indicates that a false alarm has occurred.

3. Personal emergency response system (1) comprising:

- movement sensors (2) arranged to be put in touch with the body of a patient to detect movement data of said body,

- an elaboration unit (3) connected to the move-

ment sensors (2) arranged to calculate the modulus of an acceleration vector of said body based on said movement data,

an emergency identifying module (16), associated to the elaboration unit (3), arranged to receive an alert signal (17) indicative of the fact that a likely fall has occurred, and to send an alarm signal (18) representative of the fact that a fall has occurred;

the personal emergency response system (1) being characterized in that it comprises a device for identifying false alarm (4) according to claims 1 or 2.

4. Method for identifying false alarm comprising the steps of:

- acquiring (100) movement data representative of the movement of the body of a patient;
- calculating (102) samples of the modulus of the acceleration in a first predetermined time interval (t_1) based on said movement data;
- verifying (104) whether a first predetermined subset of said samples exceed a first predetermined threshold (S_1);
- verifying (106) whether exceeding the first threshold (S_1) is followed by a second predeter-

mined time interval (t_2) wherein the modulus of the acceleration is lower or equal than a second predetermined threshold (S_2);

the method being characterized in that it further comprises the steps of:

- generating an information signal (8) representative of said first subset of samples of the acceleration;
- calculating (108), based on the information signal an average acceleration magnitude variation according to the following equation:

$$AAMV = \sum_{i \in W} \frac{|acc_{i+1}| - |acc_i|}{\text{number of elements } \in W}$$

Where acc_i represents the i -th sample of the acceleration modulus, and W represents a third predetermined time interval (t_3) which contains said first subset of samples of the acceleration plus a plurality of samples of the acceleration preceding and following said first subset;

- generating a false alarm signal (14a, 14b, ...14N; 12) representative of the fact that a false alarm has occurred if the average acceleration magnitude variation is lower than a predetermined ref-

erence value.

5. Method according to claim 4, further comprising the steps of:

- verifying (110), based on the information signal (8), the presence of at least a second predetermined subset of samples of the modulus of the acceleration greater than a third predetermined threshold (S_3) preceding said first subset;
- calculating a landing instant as the time instant that is present as a fourth predetermined time interval (t_4) before said first subset;
- calculating a leap end instant looking for back in the sequence of samples of the modulus of the acceleration a value greater or equal than a fourth predetermined threshold (S_4), by beginning the search from a fifth predetermined time interval (t_5) before the landing instant;
- calculating a free-fall interval as the time interval between the landing instant and the leap end instant;
- calculating the free-fall average acceleration magnitude as the mean of the modulus of the acceleration in the free-fall interval;
- verifying whether the free-fall interval is greater than a sixth predetermined time interval

(t₆) and whether the free-fall average acceleration magnitude is lower than a fifth predetermined threshold (S₅) and, if both the conditions are verified, generating a false alarm signal (14a, 14b, ...14N; 12) representative of the fact that a false alarm has occurred.

6. Method for identifying emergency comprising the steps of:

- detecting movement data representative of the movement of a body of a patient;
- identifying a likely fall;
- sending an alarm signal (18) representative of the fact that a fall has occurred;

the method being characterized in that it comprises the step of identifying false alarm according to claims 4 or 5 and generating the alarm signal (18) only if false alarms have not been identified.

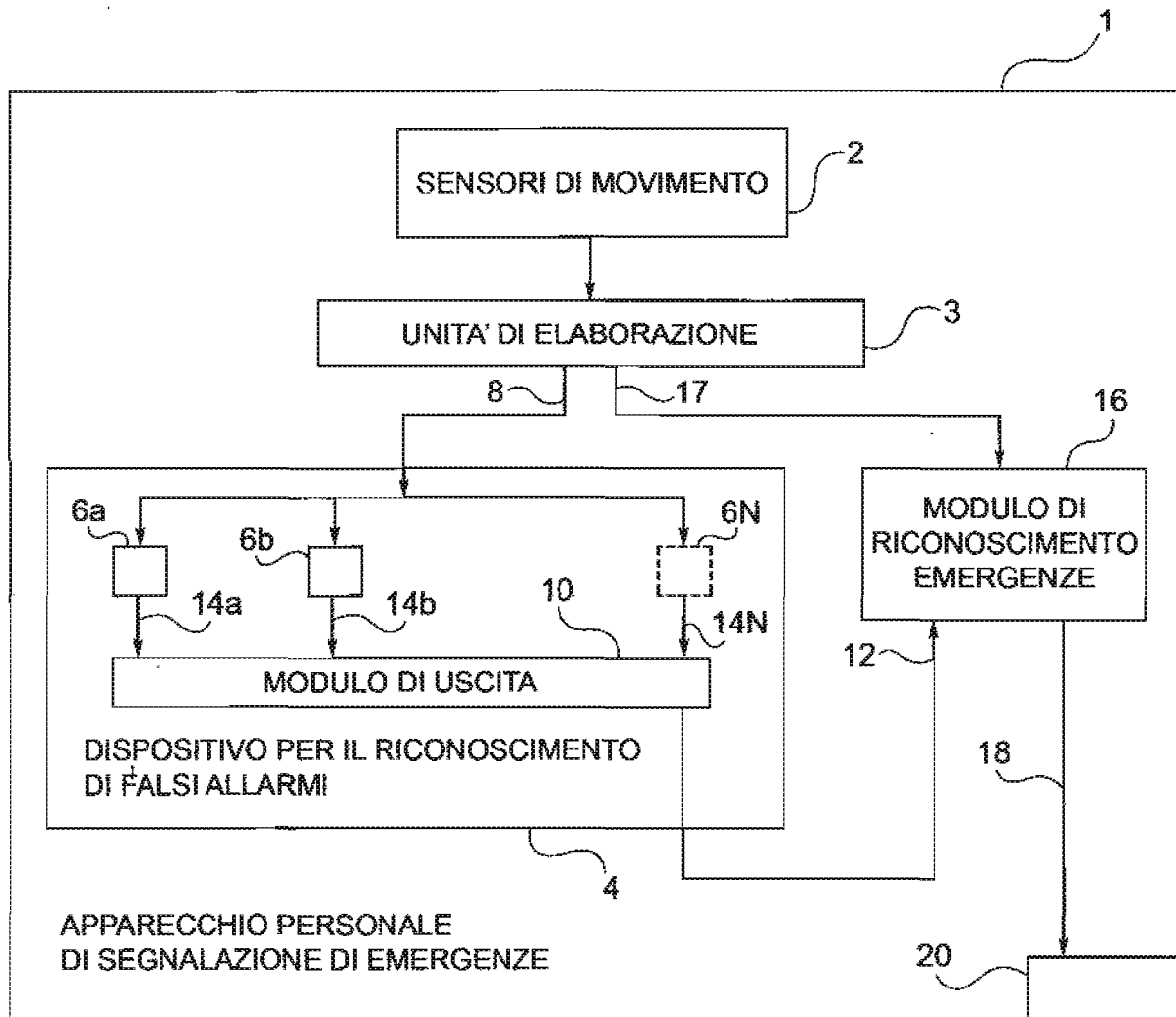


FIG. 1

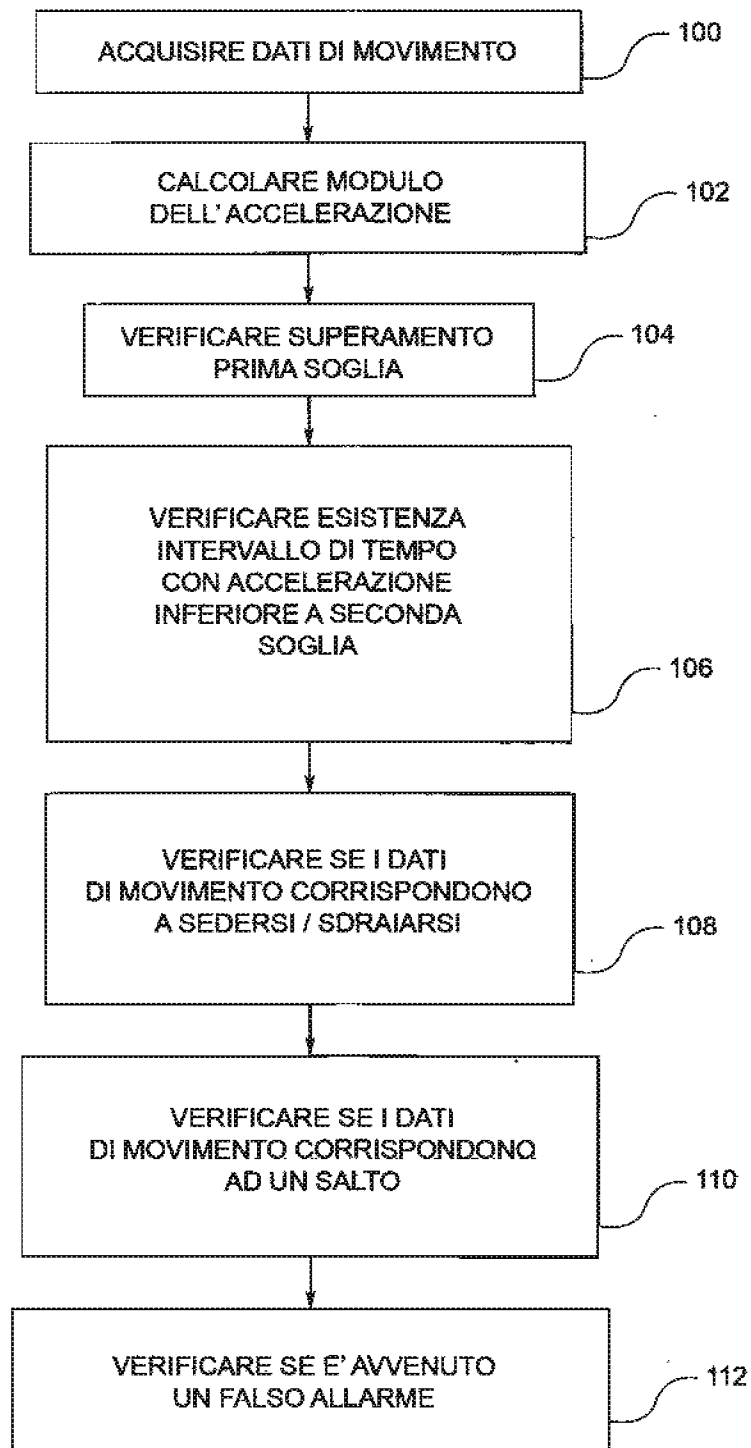


FIG. 2

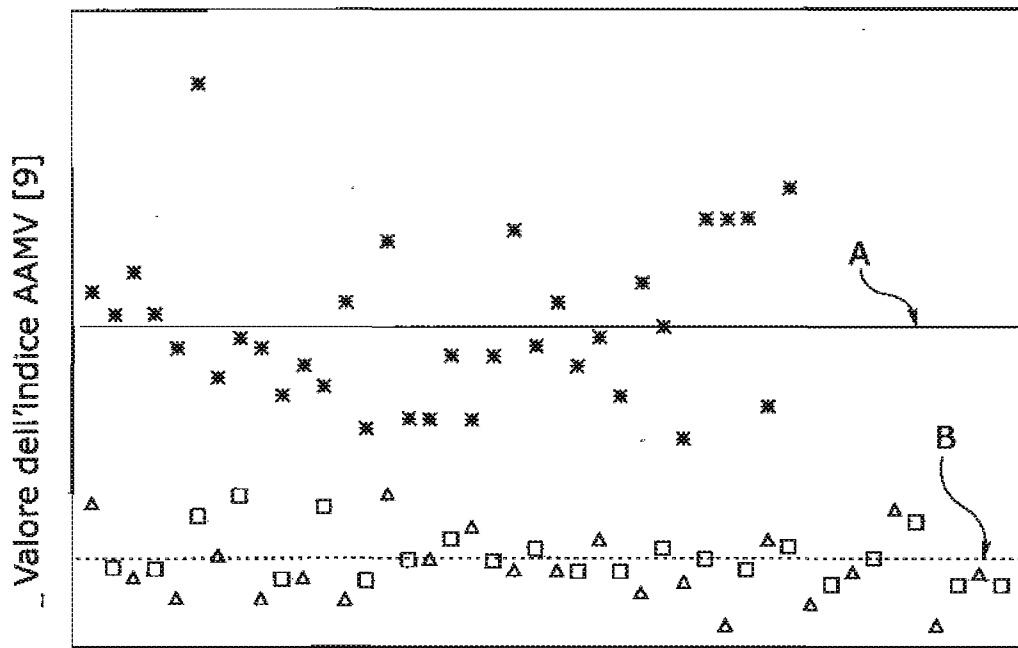


FIG. 3