



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: 10 2009 019 767.2

(22) Anmeldetag: 28.04.2009

(43) Offenlegungstag: 04.11.2010

(51) Int Cl.⁸: **G08B 21/02** (2006.01)

H04M 1/21 (2006.01)

H04M 11/04 (2006.01)

G08C 17/02 (2006.01)

G01P 15/18 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686 München,
DE; Universität Rostock, 18055 Rostock, DE**

(72) Erfinder:

**Salomon, Ralf, Prof. Dr., 18119 Rostock, DE;
Lüder, Marian, Dipl.-Ing., 18106 Rostock, DE;
Bieber, Gerald, Dipl.-Ing., 18059 Papendorf, DE**

(74) Vertreter:

**Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig &
Schneider, 10179 Berlin**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2005 047983 A1

DE 60 2004 005596 T2

US 2007/00 38 268 A1

US 2005/01 10 648 A1

WO 2008/1 29 451 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

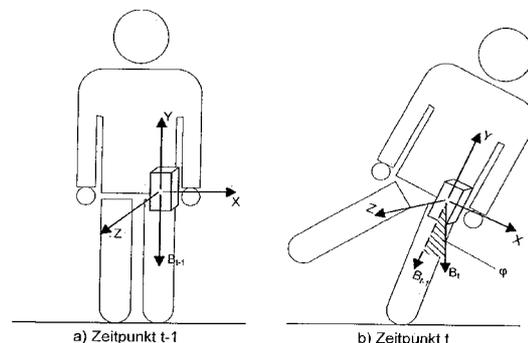
(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Sturzerkennung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und Verfahren zur Sturzerkennung.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Sturzerkennung anzugeben, die eine sichere Sturzerkennung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt gewährleistet, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung möglichst kostengünstig ausgebildet sein soll und wobei weiterhin auf die Kenntnis der Richtung der Erdbeschleunigung verzichtet werden kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Sturzerkennung weist einen dreidimensionalen Beschleunigungssensor auf, der ausgebildet ist, Beschleunigungsvektoren $(\vec{B}_{t-1}, \vec{B}_t)$ mit drei Beschleunigungskomponenten $(\vec{b}_x, \vec{b}_y, \vec{b}_z)$ jeweils unterschiedlicher Raumrichtungen (x, y, z) zu unterschiedlichen Zeitpunkten (t-1, t) zu messen, wobei eine Auswerteeinheit, die ausgebildet ist, aus den

Beschleunigungskomponenten $(\vec{b}_x, \vec{b}_y, \vec{b}_z)$ unterschiedlicher Zeitpunkte (t-1, t) einen Raumwinkel (φ) zwischen zwei Beschleunigungsvektoren $(\vec{B}_{t-1}, \vec{B}_t)$ aufeinanderfolgender Zeitpunkte (t-1, t) zu bestimmen, wobei der Betrag des bestimmten Raumwinkels (φ) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den in den Patentansprüchen 1 und 16 genannten Merkmalen.

[0002] Vorrichtungen und Verfahren zur Sturzerkennung werden verwendet, um Stürze von Personen möglichst frühzeitig zu registrieren, um im Falle eines Sturzes rechtzeitig geeignete Maßnahmen treffen zu können. Solche geeigneten Maßnahmen können beispielsweise im Aussenden eines Notrufs bestehen, wodurch für die gestürzte Person eine möglichst zeitnahe ärztliche Versorgung gewährleistet werden kann. Sturzerkennungssysteme finden insbesondere bei älteren Menschen Anwendung, da diese sich nach einem Sturz häufig nicht aus eigener Kraft aufhelfen bzw. einen Arzt rufen können.

[0003] Ein Detektor zur Sturzerkennung ist beispielsweise aus DE 60 2004 006 803 T2 bekannt. Dort wird ein geeigneter Sensor auf die Haut einer Trägerperson aufgeklebt, wodurch die drei Raumachsen des Sensors definiert zu den Körperachsen des Trägers ausgerichtet werden. Der Sensor weist sowohl einen dreidimensionalen Beschleunigungssensor als auch einen dreidimensionalen Sensor zur Messung des Erdmagnetfeldes auf. Ein Sturz der Trägerperson wird dann angenommen, wenn eine schnelle Rotationsbeschleunigung in Bezug auf das Erdschwerefeld gemessen wird. Die in DE 60 2004 006 803 T2 offenbarte Lehre setzt zur Sturzerkennung nachteilhafterweise die Kenntnis der Richtung der Erdbeschleunigung bezüglich des Sensorsystems/der Trägerperson voraus. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass der Sturz gegebenenfalls zu einem relativ späten Zeitpunkt erkannt wird.

[0004] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Sturzerkennung anzugeben, das eine sichere Sturzerkennung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt gewährleistet, wobei die erfindungsgemäße Vorrichtung möglichst kostengünstig ausgebildet sein soll und wobei weiterhin auf die Kenntnis der Richtung der Erdbeschleunigung im Bezug zum Sensor verzichtet werden kann. Dadurch soll es erfindungsgemäß möglich sein, die Erkennung eines Sturzes einer Trägerperson sicher festzustellen, wobei die vorzugsweise tragbare erfindungsgemäße Vorrichtung nicht notwendigerweise definiert zur Trägerperson ausgerichtet werden muss.

[0005] Diese Aufgaben werden erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 (Vorrichtungsanspruch) sowie des Anspruchs 16 (Verfahrensanspruch) im Zusammenwirken mit den Merkmalen im Oberbegriff gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0006] Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass für das Erkennen eines Sturzes keinerlei Orientierung bzw. Abgleich mit einem körperbezogenen Koordinatensystem erforderlich ist. Vielmehr wird ein Sturz erfindungsgemäß lediglich durch die Korrelation zeitlich aufeinanderfolgender, normierter Beschleunigungsvektoren erkannt. Weiterhin vorteilhaft ist, dass sich mit diesem Ansatz der Sturz in einem besonders frühen Stadium erkennen lässt. Vorzugsweise wird ein vorzugsweise tragbares System verwendet, das einen handelsüblichen 3D-Beschleunigungssensor aufweist. Der Beschleunigungssensor liefert einen Vektor $\vec{B} = (b_x, b_y, b_z)^T$, wobei die einzelnen, linear unabhängigen Komponenten des Beschleunigungsvektors sowohl von der Bewegung als auch der Lage des Systems relativ zur Trägerperson abhängen.

[0007] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Sturzerkennung weist einen dreidimensionalen Beschleunigungssensor auf, der ausgebildet ist, Beschleunigungsvektoren mit drei zueinander linear unabhängigen Beschleunigungskomponenten jeweils unterschiedlicher Raumrichtungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu messen, wobei erfindungsgemäß eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die ausgebildet ist, aus den Beschleunigungskomponenten unterschiedlicher Zeitpunkte ein Maß der räumlichen Orientierungsänderung (vorzugsweise einen Raumwinkel) zwischen zwei Beschleunigungsvektoren direkt aufeinanderfolgender Messzeitpunkte zu bestimmen, wobei der Betrag des Maßes der Orientierungsänderung (vorzugsweise des bestimmten Raumwinkels) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.

[0008] Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung des Maßes der Orientierungsänderung (des Raumwinkels) ohne Bezug zum Erdschwerefeld bzw. weist die Vorrichtung keine Mittel zur Bestimmung der Richtung der Erdbeschleunigung auf. Vorzugsweise werden fortlaufend Beschleunigungsvektoren gemessen, wobei der zeitliche Abstand aufeinanderfolgender Messzeitpunkte geringer als 0.05 s, noch bevorzugter 0.01 s ist. Vorzugsweise wird ein Sturz angenommen, wenn der Betrag des Gradmaßes des Raumwinkels zweier Beschleunigungsvektoren (aufeinanderfolgender Messzeitpunkte) größer als 15 Grad pro 0.1 Sekunde, noch bevorzugter größer als 30 Grad pro 0.1 Sekunde ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Beobachtung zugrunde, dass ein Sturz häufig durch eine plötzliche äußere Kraft und somit ein äußeres Moment eingeleitet wird. Ein einfaches kanonisches Beispiel ist das Hängenbleiben mit dem Fuß an einer Teppichkante. Dieses eingeleitete (Dreh-)Moment führt zu einer veränderten Orientierung des Beschleunigungsvektors \vec{B} , was vorzugsweise mittels des normierten Skalarprodukts wie folgt

$$\cos \varphi = \frac{\vec{B}_t \cdot \vec{B}_{t-1}}{\|\vec{B}_t\| \cdot \|\vec{B}_{t-1}\|} \quad (1)$$

bestimmt werden kann. In Gleichung (1) bezeichnen \vec{B}_t und \vec{B}_{t-1} zwei zeitlich aufeinanderfolgende Beschleunigungsvektoren. Der Winkel φ repräsentiert dabei das Maß der Orientierungsänderung bzw. die zeitliche Änderung der Orientierung zweier Beschleunigungsvektoren unmittelbar aufeinanderfolgender Messzeitpunkte.

[0010] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann zur Sturzerkennung folgende Messgröße:

$$v = \frac{(\vec{B}_t \times \vec{B}_{t-1}) \cdot \vec{B}_{t-2}}{\|\vec{B}_t\| \cdot \|\vec{B}_{t-1}\| \cdot \|\vec{B}_{t-2}\|} \quad (2)$$

verwendet werden, wobei \vec{B}_t , \vec{B}_{t-1} und \vec{B}_{t-2} in Gleichung (2) drei zeitlich direkt aufeinanderfolgende Beschleunigungsvektoren bezeichnen und v das Spatprodukt angibt und somit das Maß der Orientierungsänderung bzw. die zeitliche Änderung der Orientierung zweier Beschleunigungsvektoren unmittelbar aufeinanderfolgender Messzeitpunkte repräsentiert, wobei dieses Maß normalerweise nahe Null liegt und im Falle eines Sturzes signifikant ansteigt, d. h. v ist im Falle eines Sturzes vorzugsweise größer als 0.03, und noch bevorzugter größer als 0.05 pro 0.1 Sekunde.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung kann die Divergenz mindestens dreier Beschleunigungsvektoren unmittelbar aufeinanderfolgender Messzeitpunkte Maß für die Orientierungsänderung verwendet und mit einem Grenzwert verglichen werden.

[0012] Wie sich aus den oben genannten Ausführungen ergibt, kann das Maß der räumlichen Orientierungsänderung durch unterschiedliche mathematische Operationen von mindestens zwei Beschleunigungsvektoren direkt aufeinanderfolgender Messzeitpunkte errechnet werden. Unter dem Begriff „Maß der räumlichen Orientierungsänderung“ im Sinne der vorliegenden Erfindung wird die zeitliche Änderungen der Raumrichtung der Beschleunigungsvektoren aufeinanderfolgender Messzeitpunkte zueinander verstanden.

[0013] Vorteilhafterweise lässt sich der Beschleunigungsvektor \vec{B} mit handelsüblichen Beschleunigungssensoren bestimmen. So können beispielsweise zur Bestimmung des Beschleunigungsvektors \vec{B} solche Beschleunigungssensoren verwendet werden, die in heute bereits handelsüblichen Mobiltelefonen integriert sind. Damit ist es erfindungsgemäß möglich, die Funktionalität der erfindungsgemäßen Sturzerkennung in besonders preiswerter Weise in ein ohnehin einen Beschleunigungssensor aufweisendes Mobiltelefon zu integrieren.

[0014] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass keine weiteren Mittel zur Bestimmung physikalischer Referenzgrößen benötigt werden und die mathematischen Berechnungen zur Bestimmung des Winkels (bzw. der Korrelation der zeitlich aufeinanderfolgenden Beschleunigungsvektoren) relativ einfach sind. So reicht die Rechenleistung herkömmlicher Mobiltelefone für solche Berechnungen problemlos aus, so dass gleichzeitig ein Notruf im Falle eines Sturzes integriert werden kann. Aufgrund des geringen Aufwandes an Gerätekomponenten kann eine erfindungsgemäße Sturzerkennungsvorrichtung ohne störende Eigenschaften von Personen mitgeführt werden. Insbesondere vorteilhaft ist es, dass ein bestimmtes Ausrichten von Trägerperson zur Sturzerkennungsvorrichtung nicht notwendig sind. Weiterhin ist es bevorzugt, dass derjenige Grenzwert, ab welchem ein Sturz angenommen wird, an die normalen Aktivitäten bzw. den Gesundheitszustand der Trägerperson angepasst wird. Neben den bereits genannten Anwendungsmöglichkeiten ist es weiterhin möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren, welches ohne Ausrichtung zu einem externen Bezugssystem auskommt, beispielweise für die Lageerhaltung zu verwenden, wobei das Umkippen oder das Verrutschen von Containern oder anderen Behältnissen in einfacher Weise detektiert werden kann.

[0015] Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Vorrichtung Mittel zum Auslösen eines Notrufs und/oder Mittel zum Auslösen eines Alarms auf. Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Vorrichtung genau einen

dreidimensionalen Beschleunigungssensor auf. Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Vorrichtung Mittel zum Kompensation eines Sturzes auf, beispielsweise Mittel zur Befüllung eines (Gel-)Kissens oder eine aufblasbare Halskrause.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung sind Mittel zur Bestimmung der Richtung des Falles bezogen auf mindestens eine Körperachse einer Trägerperson, wobei vorzugsweise Mittel zur selektiven Kompensation des Sturzes, beispielsweise Airbags, die lediglich in Fallrichtung auslösen, vorgesehen sind.

[0017] Die Verwendung des Maßes der Orientierungsänderung (vorzugsweise Änderung des Raumwinkels) reicht prinzipiell zur Sturzerkennung aus. Vorzugsweise kann die Zuverlässigkeit der Sturzerkennung durch Hinzunahme weiterer Sensorinformationen noch weiter verbessert werden. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante wird daher zusätzlich der Betrag (die Länge) des Beschleunigungsvektors \vec{B}_i ausgewertet. Ein Sturz ist erfindungsgemäß dann gegeben, wenn das Maß der Orientierungsänderung einen definierten Schwellwert (beispielsweise größer als 15 Grad pro 0.1 Sekunde) überschritten hat, sich jedoch der Betrag des Beschleunigungsvektors (bzw. der Beschleunigungsvektoren zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten) nicht zu stark vergrößert. Dieser Ausführungsvariante liegt folgende Beobachtung zugrunde: Das Auftreten externer (Dreh-)Momente, wie sie beim kanonischen Fall des Stolperns an einer Teppichkante auftreten, führen in der Regel zu einer Orientierungsänderung aber nicht zu einer deutlichen Änderung des Betrages. Andererseits führt das Loslaufen oder Anhalten zu einer zusätzlichen Beschleunigung, die i. d. R. senkrecht zur Erdgravitation steht, was auch zu einer Vergrößerung des Gesamtbetrages des Beschleunigungsvektors führt. Diese Betragsänderung wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung zur Vermeidung von Fehlalarmen berücksichtigt. Der zu verwendende Schwellwert kann in Abhängigkeit des Alters und/oder der Mobilität des Trägers (welche durch einen Testlauf vorab bestimmt werden kann) frei gewählt werden. Auch kann das tatsächliche Verhalten des Trägers zur permanenten Justierung des Schwellwerts und/oder des Maßes der Orientierungsänderung verwendet werden. In einer besonders bevorzugten Variante wird ein Sturz angenommen, wenn das Maß der Orientierungsänderung einen definierten Schwellwert (beispielsweise größer als 15 Grad pro 0.1 Sekunde) überschritten hat, jedoch der Betrag der Beschleunigungsvektoren zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten kleiner als 50% der Erdbeschleunigung (bevorzugter kleiner als 50% der Erdbeschleunigung) und noch bevorzugter kleiner als 15% der Erdbeschleunigung) ist. Die Erdbeschleunigung beträgt i. S. d. vorliegenden Erfindung $9,81 \text{ m/s}^2$. Es ist besonders bevorzugt, dass der Schwellwert durch Auswertung des tatsächlichen Verhaltens des Trägers angepasst wird, beispielsweise durch Messung der absoluten Maximalbeschleunigung und Anpassung (Gleichsetzen) des Schwellwerts auf diese absoluten Maximalbeschleunigung, sofern nicht ein Sturz erfolgte, was vorzugsweise durch eine nachträgliche Dateneingabe festgestellt werden kann.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung weist die Vorrichtung zur Sturzerkennung (bevorzugt zusätzlich) eine Druckmesseinheit auf, wobei die Druckmesseinheit mindestens zwei Drucksensoren zur Messung des Umgebungsluftdrucks aufweist, wobei jeder Drucksensor jeweils eine Sensorfläche aufweist und die Flächennormalen der mindestens zwei Sensorflächen unterschiedliche (Raum-)Richtungen aufweisen. Vorzugsweise sind die Sensorflächen planar ausgebildet, alternativ ist es jedoch auch möglich, dass nicht planare Sensorflächen verwendet werden. Dann bezieht sich die Flächennormale der Sensorfläche auf die Flächennormale im geometrischen Schwerpunkt der Sensorfläche. Als Sensorfläche wird vorzugsweise diejenige Fläche angesehen, welche durch Druckänderungen entsprechende Änderungen in ihrer Form, Position, Leitfähigkeit oder sonstigen physikalischen Parametern erfährt, so dass daraus der Umgebungsluftdruck abgeleitet werden kann. Mit der genannten Druckmesseinheit können weitere Störsignale, beispielsweise das Öffnen einer Tür, eliminiert werden, welche zu unerwünschten Beschleunigungen des Beschleunigungssensors führen können.

[0019] Die Verwendung dieser Druckmesseinheit liegt folgende Beobachtung zugrunde: im Falle eines Sturzes ändert sich aufgrund der Fallhöhe auch der messbare Luftdruck. Moderne Luftdrucksensoren können bereits einen Luftdruckunterschied detektieren, der einem Höhenunterschied von etwa 30 cm entspricht. Allerdings können diese Luftdruckschwankungen auch durch das Öffnen von Türen, einem Windstoss etc. verursacht werden. Bei Verwendung der erfindungsgemäßen Druckmesseinheit würden sich diese Luftdruckschwankungen quasi zeitgleich an allen Einzelsensoren bemerkbar machen. Diese zeitliche Quasiparallelität wäre aber nicht mehr im Falle eines Sturzes beobachtbar, da diejenigen Sensorflächen, die in Fallrichtung zeigen, einen höheren Luftdruck messen (Staudruck), als diejenigen, die entgegengesetzt der Fallrichtung liegen (Windschatten); Sensoren, die quer zur Fallrichtung angeordnet sind, zeigen aufgrund der Sogeffekte ebenfalls einen verringerten Luftdruck an. Aufgrund dieser Beobachtung kann bei Verwendung der Druckmesseinheit eine Fallrichtung bezüglich der Druckeinheit abgeleitet werden, die sich aus dem Gradienten der ermittel-

ten Druckwerte (Skalare) ergibt. Ein Sturz liegt vorzugsweise dann vor, wenn die aus der Druckmesseinheit abgeleitete Fallgeschwindigkeit mindestens 2 m/s entspricht. Vorzugsweise wird die über die Druckmesseinheit ermittelte Fallrichtung und die abgeleitete Fallgeschwindigkeit mit den Messwerten des Beschleunigungssensors abgeglichen. Dazu sind Druckmesseinheit und Beschleunigungssensor vorzugsweise definiert zueinander angeordnet.

[0020] Vorzugsweise weisen die Flächennormalen der mindestens zwei Sensorflächen einen Raumwinkel größer als 30° , bevorzugter größer als 60° und noch bevorzugter von genau 90° auf. Vorzugsweise weist die Druckmesseinheit sechs Drucksensoren auf, deren Sensorflächen jeweils entsprechend einer Seitenfläche eines Würfels ausgerichtet sind. Vorzugsweise weisen die Sensorflächen eine Abschirmung mit einer Öffnung auf, wobei die Flächennormale der Öffnung parallel zur Flächennormale der jeweiligen Sensorfläche ist.

[0021] Das Verfahren zur Sturzerkennung gemäß der vorliegenden Erfindung weist folgende Verfahrensschritte auf: Messung von Beschleunigungsvektoren mit drei Beschleunigungskomponenten jeweils unterschiedlicher Raumrichtungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wobei aus den Beschleunigungskomponenten unterschiedlicher Zeitpunkte ein Raumwinkel zwischen zwei Beschleunigungsvektoren aufeinanderfolgender Zeitpunkte bestimmt wird, wobei der bestimmte Raumwinkel zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird. Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung des Raumwinkels ohne Bezug zum Erdschwerefeld.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 eine Vorrichtung zur Sturzerkennung gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung mit einem dreidimensionalen Beschleunigungssensor,

[0024] Fig. 2 und Fig. 3 den zeitlichen Verlauf des Raumwinkels zeitlich aufeinanderfolgender Beschleunigungsvektoren (Orientierungsänderung) bei einem Sturz einer Trägerperson bei vorherigem Gehen sowie den absoluten mittels des Beschleunigungssensors gemessenen Betrag der Beschleunigung, und

[0025] Fig. 4 eine Druckmesseinheit gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Sturzerkennung.

[0026] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur Sturzerkennung gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung mit einem dreidimensionalen Beschleunigungssensor (als Quader dargestellt). Der Beschleunigungssensor liefert fortlaufend mit einer vorgebbaren Frequenz, unter anderem zu den aufeinanderfolgenden Zeitpunkten $t-1$ und t , Beschleunigungswerte b_x , b_y , b_z in Richtung einzelner, linear unabhängiger Komponenten x , y , z , die sowohl von der Bewegung als auch der Lage des Systems relativ zur Trägerperson abhängen. Eine feste Fixierung des Sensors in Relation zum Trägersystem ist nicht erforderlich. Dabei wird ein Sturz erfindungsgemäß lediglich durch Korrelation zeitlich aufeinanderfolgender, normierter Beschleunigungsvektoren erkannt, also durch Korrelation der Beschleunigungswerte b_x , b_y , b_z zu den Zeitpunkten $t-1$ und t , wobei die Beschleunigungswerte b_x , b_y , b_z im Zeitpunkt $t-1$ in Richtung der Komponenten x_{t-1} , y_{t-1} , z_{t-1} und die Beschleunigungswerte b_x , b_y , b_z im Zeitpunkt t in Richtung der Komponenten x_t , y_t , z_t ermittelt werden. Vorzugsweise wird aus den resultierenden Beschleunigungsvektoren \vec{B}_{t-1} bzw. \vec{B}_t der Raumwinkel φ als Maß der Orientierungsänderung bestimmt, und der Betrag des bestimmten Raumwinkels φ (der Orientierungsänderung) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen. Ist der Grenzwert – beispielsweise 15 Grad pro 0.1 Sekunde – überschritten, wird ein Sturz angenommen.

[0027] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen die Orientierungsänderung φ bei einem Sturz einer Trägerperson der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei vorherigem Gehen im Vergleich zur absolut gemessenen Beschleunigung des Sensors, wobei die Abzisse die Zeitachse darstellt. Der Sturz findet in Fig. 1 bei $t \approx 275$ statt und kann durch die erfindungsgemäße Auswertung der Orientierungsänderung φ deutlich früher erkannt werden ($\cos \varphi \approx 0.6$) als durch Auswertung der absoluten Beschleunigung, die erst bei $t \approx 290$ einen deutlichen Ausschlag zeigt. Eine Einheit auf der Zeitachse (Abzisse) beträgt in beiden Ausführungsbeispielen je $1/30$ s. Durch das frühere Erkennen kann der Sturz effektiver verhindert – denkbar ist eine Gewichtsverlagerung eines entsprechenden Sicherheitssystems – bzw. können die Folgen des Sturzes effektiver abgemildert werden, beispielsweise durch Auslösen von in der Bekleidung integrierten Schutzmechanismen (Airbag etc.). Im Beispiel der Fig. 2 findet der Sturz bei $t \approx 695$ statt ($\cos \varphi \approx 0.1$).

[0028] Fig. 4 zeigt eine Druckmesseinheit **1** einer der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Sturzerkennung. Die Druckmesseinheit **1** weist sechs Drucksensoren auf, deren Sensorflächen **2** jeweils Flächennormalen **3** mit

unterschiedlichen Raumrichtungen aufweisen. Die von den einzelnen Sensoren **2** gemessene Änderung der Druckwerte hängen von der Fallgeschwindigkeit und dem Winkel zwischen Fallrichtung und Flächennormale **3** des Sensors **2** ab. Je nach Ausführung der Messeinheit **1** ergeben sich verschiedene Messwerte, aus denen sowohl die relative Fallrichtung als auch die Fallgeschwindigkeit abgeleitet werden kann. Es ist bekannt, dass sich die vektorielle Fallrichtung aus den paarweisen Differenzen der Messwerte ergeben. Die so ermittelten Werte können zusätzlich zur Sturzerkennung verwendet werden, insbesondere, um Störsignale zu unterdrücken.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 602004006803 T2 [0003, 0003]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Sturzerkennung, aufweisend:
 - einen dreidimensionalen Beschleunigungssensor, der ausgebildet ist, Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) mit drei Beschleunigungskomponenten (b_x , b_y , b_z) jeweils unterschiedlicher Raumrichtungen (x, y, z) zu unterschiedlichen Zeitpunkten (t-1, t) zu messen, gekennzeichnet durch
 - eine Auswerteeinheit, die ausgebildet ist, aus den Beschleunigungskomponenten (b_x , b_y , b_z) unterschiedlicher Zeitpunkte (t-1, t) ein Maß (φ) der Orientierungsänderung zweier Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Zeitpunkte (t-1, t) zu bestimmen, wobei der Betrag des Maßes (φ) der Orientierungsänderung zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Maß der Orientierungsänderung ein Raumwinkel (φ) zwischen zwei Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Zeitpunkte (t-1, t) bestimmt wird, und der Betrag des bestimmten Raumwinkels (φ) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Bestimmung des Raumwinkels (φ) ohne Bezug zum Erdschwerefeld erfolgt.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung keine Mittel zur Bestimmung der Richtung der Erdbeschleunigung aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sukzessive Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) gemessen werden, wobei der zeitliche Abstand aufeinanderfolgender Messzeitpunkte (t-1, t) geringer als 0.5 s ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2–5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sturz angenommen wird, wenn der Betrag des Gradmaßes des Raumwinkels (φ) zweier Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Messzeitpunkte (t-1, t) größer als 10 Grad ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sturz angenommen wird, wenn der Betrag des Gradmaßes des Raumwinkels (φ) zweier Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Messzeitpunkte (t-1, t) größer als 30 Grad ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit zusätzlich ausgebildet ist, den Betrag mindestens eines Beschleunigungsvektors (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) zu bestimmen, wobei der Betrag des Beschleunigungsvektors (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sturz angenommen wird, wenn der Betrag des mindestens einen Beschleunigungsvektors (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) kleiner als 20% der Erdbeschleunigung ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Auslösen eines Notrufs und/oder Mittel zum Auslösen eines Alarms vorgesehen sind, und anhand der ermittelten Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) und/oder einer ermittelten Fallhöhe einer Trägerperson eine Klassifizierung über Risiko einer potentiellen Schwere einer Verletzung erfolgt, und die potentielle Schwere der Verletzung über den Notrufs übermittelt wird.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckmesseinheit (1) mit mindestens zwei Drucksensoren zur Messung des Umgebungsluftdrucks vorgesehen ist, wobei jeder Drucksensor jeweils eine Sensorfläche (2) aufweist und die Flächennormalen (3) der mindestens zwei Sensorflächen (2) unterschiedliche Raumrichtungen aufweisen.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Kompensation eines Sturzes vorgesehen sind.
13. Mobiltelefon mit einer integrierten Vorrichtung zur Sturzerkennung nach einem der Ansprüche 1–12, wobei über das Mobiltelefon im Falle eines Sturzes automatisch ein Alarm ausgelöst und/oder eine Notrufnummer gewählt wird.

14. Mobiltelefon nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Mobiltelefon weiterhin Mittel zur Positionsbestimmung aufweist und im Falle eines Sturzes eine Notrufnummer gewählt wird und an den Gesprächsteilnehmer der Notrufnummer die aktuellen Positionsdaten übermittelt werden.

15. Mobiltelefon nach einem der Ansprüche 13 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der dreidimensionale Beschleunigungssensor neben der Sturzerkennung auch für weitere Anwendungen genutzt wird.

16. Verfahren zur Sturzerkennung, mit folgenden Verfahrensschritten:

Messung von Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) mit drei Beschleunigungskomponenten (\vec{b}_x , \vec{b}_y , \vec{b}_z) jeweils unterschiedlicher Raumrichtungen (x, y, z) zu unterschiedlichen Zeitpunkten (t-1, t),
dadurch gekennzeichnet, dass
aus den Beschleunigungskomponenten (\vec{b}_x , \vec{b}_y , \vec{b}_z) unterschiedlicher Zeitpunkte (t-1, t) ein Maß (φ) der Orientierungsänderung zwischen zwei Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Zeitpunkte (t-1, t) bestimmt wird, wobei der Betrag des Maßes (φ) der Orientierungsänderung zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Maß der Orientierungsänderung ein Raumwinkel (φ) zwischen zwei Beschleunigungsvektoren (\vec{B}_{t-1} , \vec{B}_t) aufeinanderfolgender Zeitpunkte (t-1, t) bestimmt wird, und der Betrag des bestimmten Raumwinkels (φ) zur Sturzerkennung mit einem Grenzwert verglichen wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung des Raumwinkels (φ) ohne Bezug zum Erdschwerefeld erfolgt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

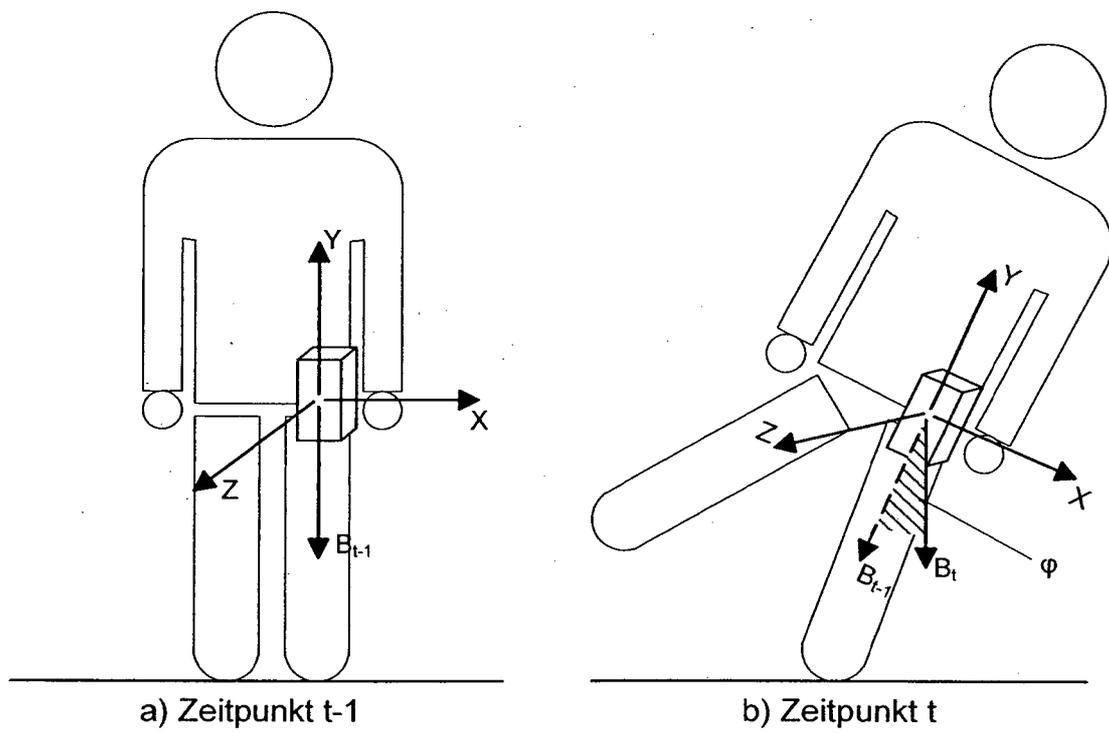


Fig. 1

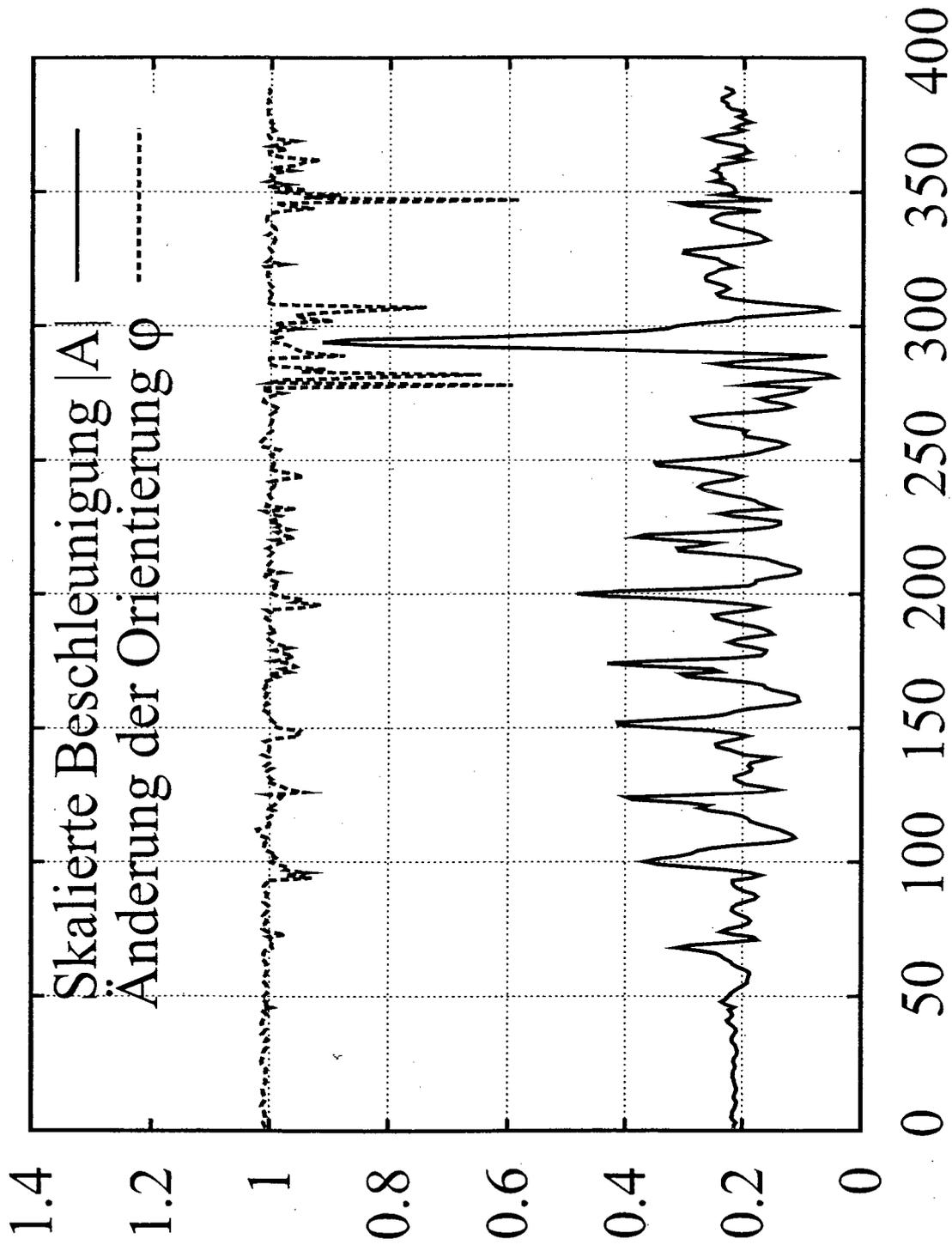


Fig. 2

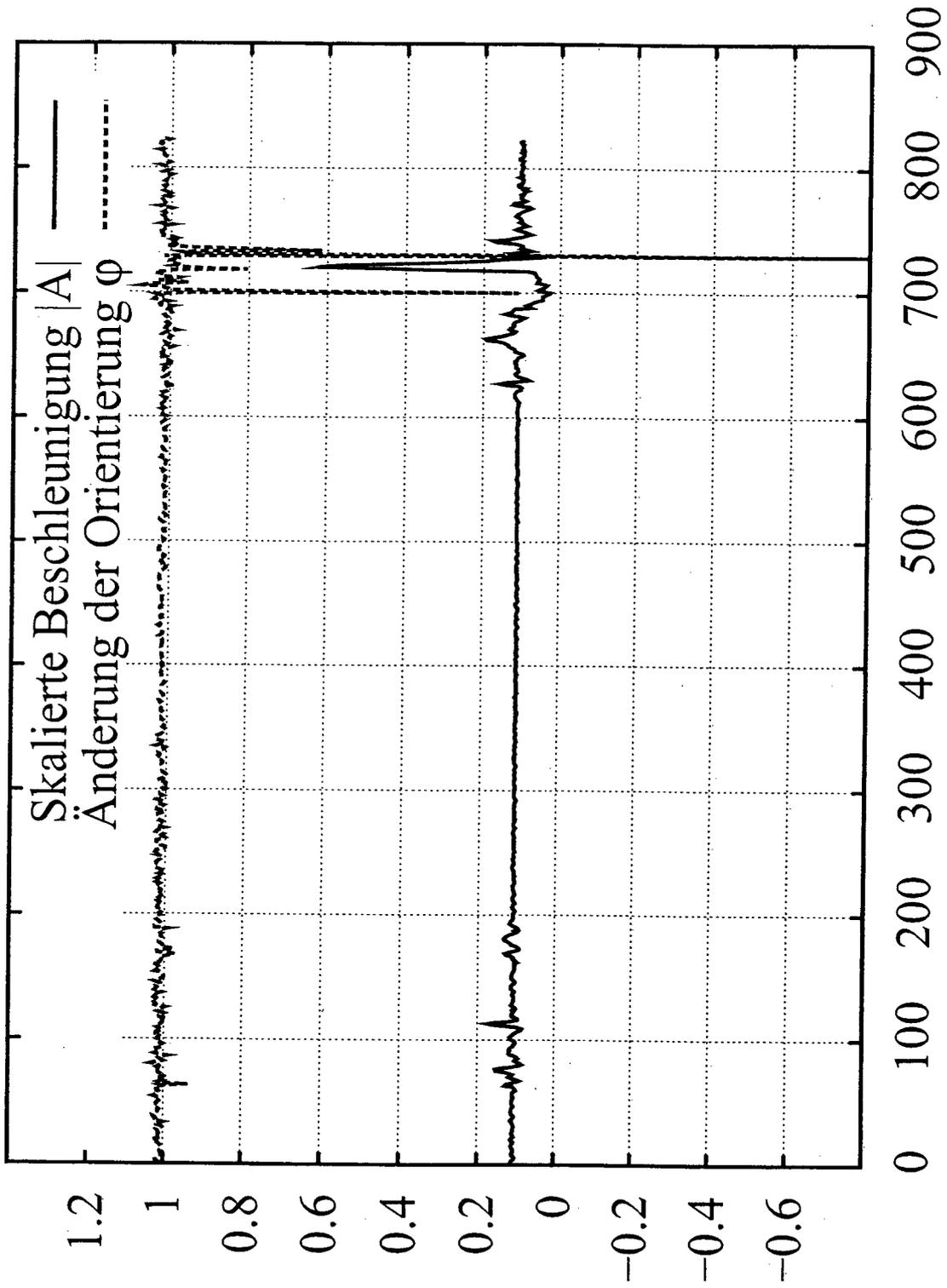


Fig. 3

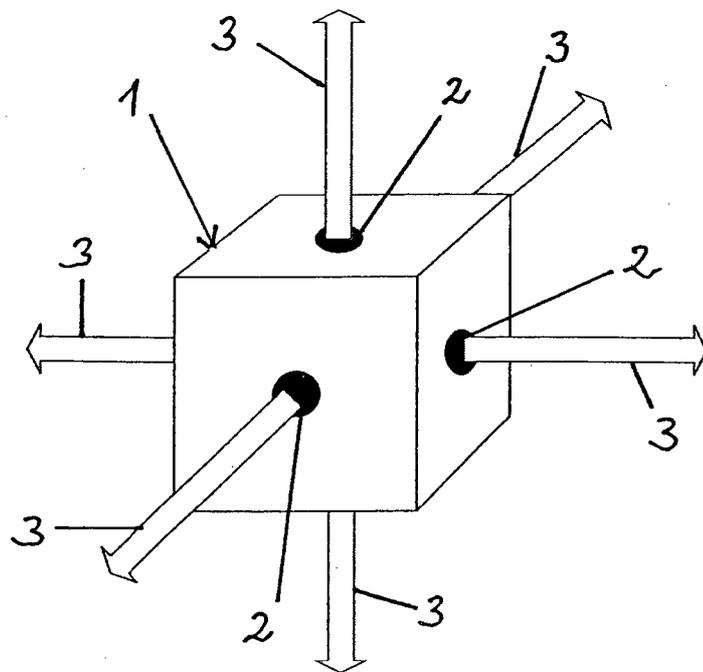


Fig. 4