

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6253660号
(P6253660)

(45) 発行日 平成29年12月27日(2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日(2017.12.8)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/11 (2006.01) A 6 1 B 5/10 3 1 0 A

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-544584 (P2015-544584)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成25年11月25日 (2013.11.25)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2016-501593 (P2016-501593A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成28年1月21日 (2016.1.21)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2013/060371		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02014/083490		
(87) 国際公開日	平成26年6月5日 (2014.6.5)	(74) 代理人	100122769
審査請求日	平成28年11月17日 (2016.11.17)		弁理士 笛田 秀仙
(31) 優先権主張番号	61/731,599	(74) 代理人	100163809
(32) 優先日	平成24年11月30日 (2012.11.30)		弁理士 五十嵐 貴裕
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザの転倒リスクを推定するコンピュータプログラム、装置、デバイス及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピュータ又はプロセッサ上で実行される場合に、
 ユーザが着席 起立移動を実行したかどうかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析し、

前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別し、

前記ユーザの前記加速度の測定結果から重力加速度を推定し、

スケーリングされたピーク垂直加速度を与えるように前記識別されたピーク垂直加速度から前記推定された重力加速度を減算し、

前記スケーリングされたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定する、

ことにより前記コンピュータ又はプロセッサに前記ユーザに対する転倒リスクを決定させるコンピュータプログラムコードを有する、コンピュータプログラム。

【請求項 2】

コンピュータ又はプロセッサ上で実行される場合に、

ユーザが着席 起立移動を実行したかどうかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析し、

前記ユーザの前記加速度の測定結果から重力加速度を推定し、

前記ユーザの前記加速度のスケーリングされた測定結果を与えるように前記ユーザの前

10

20

記加速度の測定結果から前記推定された重力加速度を減算し、

前記加速度のスケーリングされた測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのスケーリングされたピーク垂直加速度を識別し、

前記スケーリングされたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定する、

ことにより前記コンピュータ又はプロセッサに前記ユーザに対する転倒リスクを決定させるコンピュータプログラムコードを有する、コンピュータプログラム。

【請求項 3】

前記推定された重力加速度が、

前記着席 起立移動の開始前の時間期間に生じる複数の前記加速度の測定結果を平均する、

ことにより前記加速度の測定結果から得られる、請求項 1 又は 2 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 4】

前記推定された重力加速度は、前記着席 起立移動の開始前の時間期間に生じる前記複数の加速度の測定結果の標準偏差、分散又は範囲が閾値より小さい場合にのみ、前記時間期間内の前記加速度の測定結果から得られる、請求項 3 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 5】

前記スケーリングされたピーク垂直加速度が、前記推定された重力加速度を使用して正規化され、前記正規化されたスケーリングされたピーク垂直加速度が、前記ユーザに対する転倒リスクを推定するのに使用される、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 6】

複数の着席 起立移動に対してピーク垂直加速度を識別し、前記複数の着席 起立移動に対して識別された前記ピーク垂直加速度の平均から前記転倒リスクを決定する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 7】

前記複数の着席 起立移動に対して識別された前記ピーク垂直加速度の平均と、前記ユーザが指定された時間期間内に前記着席 起立移動を実行した回数の標示とから前記転倒リスクを決定する、請求項 6 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 8】

前記ユーザに対する転倒リスクを決定するように前記推定された転倒リスクを 1 以上の以前に推定された転倒リスクと比較する、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9】

前記転倒リスクが前記スケーリングされたピーク垂直加速度に反比例する、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 10】

ユーザに対する転倒リスクを推定する装置において、

前記ユーザが着席 起立移動を実行したかどうかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析し、

前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別し、

前記ユーザの前記加速度の測定結果から重力加速度を推定し、

スケーリングされたピーク垂直加速度を与えるように前記識別されたピーク垂直加速度から前記推定された重力加速度を減算し、

前記スケーリングされたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定する、

ように構成される処理ユニット、

10

20

30

40

50

を有する、装置。

【請求項 1 1】

前記転倒リスクが前記スケーリングされたピーク垂直加速度に反比例する、請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 2】

ユーザにより着用されるデバイスであって、
三次元において前記デバイスに作用する加速度を測定する加速度計と、
請求項 1 0 又は 1 1 に記載の装置であって、前記処理ユニットが、前記加速度計からの前記加速度の測定結果を処理する、装置と、
を有するデバイス。

10

【請求項 1 3】

ユーザにより着用されるデバイスであって、三次元において前記デバイスに作用する加速度を測定する加速度計を有する、デバイスと、
前記デバイスと通信し、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の装置を有し、前記処理ユニットが前記加速度計からの前記加速度の測定結果を処理する、ベースユニットと、
を有する、システム。

【請求項 1 4】

フォースプレートと、
請求項 1 0 又は 1 1 に記載の装置を有するベースユニットであって、前記処理ユニットが、前記フォースプレートから力の測定結果を受け取り、前記加速度の測定結果を決定するように前記力の測定結果を処理する、ベースユニットと、
を有する、システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ユーザの転倒リスクを推定する方法及び装置に関し、より具体的には、ユーザによる着席 起立移動動作 (sit-to-stand transfer movement) の分析に基づいてユーザの転倒リスクを推定する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

転倒は、高齢者に対する最大の健康リスク因子の 1 つである。65 歳以上の高齢者の約 3 分の 1 が、少なくとも年に 1 回転倒する。

30

【0003】

これらの転倒の多くは、転倒リスクの早期の識別並びに効果的かつ目標とされる転倒予防プログラムの使用により避けられることができる。

【0004】

筋力及びバランストレーニング (S B T) に基づく転倒予防検査は、高齢者に対する転倒のリスクが低減されることができるとを示している。バランス能力測定は、転倒リスクの早期のインジケータとして、及び転倒予防プログラムの進展を測定するためにも、使用されることができ。この「着席 - 起立」(S T S) 移動は、バランス能力測定、したがって転倒リスクの測定として使用されることができ 1 つの重要な動作として識別されている。日常生活において、人は、一日に何回も S T S 移動を実行する。

40

【0005】

従来、(例えばフォースプレート及び光マーカシステムを含む) 臨床測定システムは、着席 起立移動中のパワーの正確な数量化を提供するのに使用される。これらの測定システムにおいて、前記フォースプレートは、垂直地面反力を提供し、前記光マーカシステムは、三次元における変位の測定を提供する。両方の測定の組み合わせは、着席 起立移動中のパワーを数量化するのに使用される。

【0006】

これらの測定システムは、いくつかの欠点を持つ。第一に、これらは、ユーザが診療所

50

に通うことを要求する臨床機器である。測定を準備し、実行するのは、（特に光マーカが身体の特定の部分に取り付けられる必要がある場合）労力を要する。加えて、これらは、臨床設定のせいで、ユーザが一般に平均的能力より上で実行する場合に、前記ユーザのバランス能力のスナップショットを提供するのみである。最終的に、前記測定システムは、ユーザにとってかなり煩わしい手順を含む。

【0007】

家庭環境における転倒リスク評価は、通常、電話面接又はユーザ自身からの自己報告により実行されるが、これらの評価は、特に信頼できるものではない。

【0008】

しかしながら、オンボディ（on-body）センサの最近の進歩は、家庭ベースの転倒リスク評価アプリケーション/ツールを改善している。着席 起立移動のパワーは、加速度計を含むオンボディ感知プラットフォームを使用して得られることができる。1つのこのようなシステムは、WO 2010/035187に記載されている。

【0009】

実験は、加速度計で測定されたSTS中に用いられたパワーが、標準的な臨床評価においてフォースプレートを使用して測定されたものと相関することが示された。しかしながら、この方法の不利点は、STS移動の開始及び終了時間の良好な抽出を要求することであり、これらの時間は、計算の結果に影響を与える。特に、前記開始時間は、パワーを得るために加速度計信号に適用されなければならない積分に影響を与えるので、識別される最大パワーに影響を与える。

【0010】

臨床的又は実験室設定において、前記開始及び終了時間は、前記STSを実行する、前記ユーザの観察により決定されることができるので、この問題は、あまり決定的ではない。前記信号の分析は、これらの観察からの支援を受けて実行されることができ。また、前記STS移動の周りの加速度信号は、日常生活状況であるので、あまり雑音が多くない。これは、前記抽出及び前記抽出における誤差の影響を低減するのを助ける。臨床設定の外で（例えば日常生活において）、この観察は不在であり、抽出は問題である。加えて、前記加速度信号は、より雑音が多い。ユーザが、例えば前記STSの開始または終了時にボタンを押すことにより、前記移動の開始及び/又は終了を手動で示すことは、可能であるが、これは、前記システムが控えめではないことを意味する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、着席 起立移動の分析により転倒リスクを推定する改善された方法及び装置に対する要望が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

着席 起立移動中に生じるピーク垂直加速度と前記移動中にユーザにより生成されるピークパワーとの間に高度な線形相関が存在することがわかっている。この相関は、複数の異なるユーザに対する着席 起立動作の複数の変形に対するピーク垂直加速度に対して着席 起立移動中のピークパワーをプロットする図1に示される。この図において、加速度及びパワーの両方が、重力に対してスケールング及び正規化されている。前記着席 起立移動の変形は、通常速度移動（NormSTS）、ユーザが腕を使用しない通常速度移動（NormSTSwitouthArms）、より速い移動（FastSTS）、及び（それぞれSTSinFastTUG及びSTSinNormTUGとラベル付けされる）ユーザが起立し、歩き、着席位置に戻らなくてはならない、高速及び通常速度アップアンドゴー（timed-up-and-go, TUG）試験の一部として生じる移動を含む。

【0013】

図2のグラフは、ピーク垂直加速度がピークパワーと同じ転倒リスクに対する感度を示すことを示している。特に、図2（a）の左側は、健康な（すなわち低い転倒リスク）ユ

10

20

30

40

50

ーザに対して見つかった（重力に対してスケーリングされた）ピーク垂直加速度値の分散の分析を示し、右側は、虚弱な（すなわち高い転倒リスク）ユーザに対して見つかった（重力に対してスケーリングされた）ピーク垂直加速度値の分散の分析を示す。図2（b）は、ピークパワーに対する分散の対応する分析を示し、このようにして着席 起立移動中のピーク垂直加速度値が、ユーザの転倒リスクに関する、ピークパワーと同様の情報を提供することが見られることができる。

【0014】

このようにして、本発明は、着席 起立移動中のピーク垂直加速度が、ユーザの転倒リスクの有用な尺度を提供するという結果を利用する。特に、本発明の第1の態様によると、ユーザの転倒リスクを推定する方法が提供され、前記方法は、前記ユーザが着席 起立移動を実行したかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析するステップと、前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別するステップと、前記識別されたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定するステップとを有する。

10

【0015】

好適な実施例において、前記識別されたピーク垂直加速度は、前記ユーザの前記加速度の測定結果から得られた重力の推定値を使用してスケーリングされ、前記スケーリングされたピーク垂直加速度は、前記ユーザに対する前記転倒リスクを推定するのに使用される。センサ測定における較正誤差は、前記ピーク垂直加速度に、したがって前記転倒リスクの評価に誤差を導入することができる。したがって、このように前記ピーク垂直加速度をスケーリングすることは、前記較正誤差が前記センサ測定から除去されることができるとを意味する。

20

【0016】

好適な実施例において、前記方法は、前記ユーザの前記加速度の測定結果から重力加速度を推定するステップと、スケーリングされたピーク垂直加速度を与えるように前記識別されたピーク垂直加速度から前記推定された重力加速度を減算するステップとを更に有する。

【0017】

代替実施例において、前記方法は、前記ユーザの前記加速度の測定結果から重力加速度を推定するステップと、前記ユーザのスケーリングされた加速度の測定結果を与えるように前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記推定された重力加速度を減算するステップとを更に有し、前記着席 起立移動中の前記ユーザの前記ピーク垂直加速度を識別するステップが、前記スケーリングされた加速度の測定結果から前記ユーザの前記ピーク垂直加速度を識別するステップを有する。

30

【0018】

好ましくは、重力の推定値は、前記重力の推定値を与えるように前記着席 起立移動の開始の前の時間期間に生じる複数の前記加速度の測定結果を平均することにより前記加速度の測定結果から得られる。

【0019】

一部の実施例において、前記重力の推定値は、前記時間期間に生じる複数の加速度の測定結果の標準偏差、分散又は範囲が閾値より小さい場合にのみ前記着席 起立移動の開始の前の時間期間に前記加速度の測定結果から得られる。

40

【0020】

一部の実施例において、前記スケーリングされたピーク垂直加速度は、前記重力の推定値を使用して正規化され、前記正規化されたスケーリングされたピーク垂直加速度は、前記ユーザに対する転倒リスクを推定するのに使用される。

【0021】

好適な実施例において、前記ユーザの前記加速度の測定結果は、前記ユーザに付着された又は着用された1以上の加速度計を使用して得られる。

【0022】

50

代替実施例において、前記ユーザの前記加速度の測定結果は、動作中の前記ユーザにより発生された力を測定するフォースプレートを使用して得られる。

【0023】

一部の実施例において、前記方法は、複数の着席 起立移動に対して前記識別するステップを実行するステップを有し、前記転倒リスクを推定するステップは、前記複数の着席 起立移動に対して識別された前記ピーク垂直加速度の平均値から前記転倒リスクを決定するステップを有する。

【0024】

一部の実施例において、前記転倒リスクを推定するステップは、前記複数の着席 起立移動に対して識別された前記ピーク垂直加速度の平均値と、前記ユーザが指定された時間 10
期間に前記着席 起立移動を実行した回数の標示(indication)から前記転倒リスクを決定するステップを有する。

【0025】

一部の実施例は、前記ユーザに対する転倒リスク傾向を決定するように前記推定された転倒リスクを1以上の以前に推定された転倒リスクと比較するステップを有する。

【0026】

本発明の第2の態様によると、コンピュータ又はプロセッサ上で実行される場合に、ユーザが着席 起立移動を実行したかどうか決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析し、前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別し、前記識別されたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転 20
倒リスクを推定することにより、前記コンピュータ又はプロセッサに前記ユーザに対する転倒リスクを決定させるコンピュータプログラムコードを有するコンピュータプログラムが提供される。

【0027】

好適な実施例において、前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータ又はプロセッサに、前記ユーザの前記加速度の測定結果から得られる重力の推定値を使用して前記識別されたピーク垂直加速度をスケールングさせ、前記ユーザに対する前記転倒リスクを推定するように前記スケールングされたピーク垂直加速度を使用させるように更に構成される。

【0028】

前記コンピュータプログラムの様々な他の実施例も考えられ、前記コンピュータプログラムコードは、コンピュータ又はプロセッサに上記の方法のいずれかを実行させるように更に構成される。

【0029】

本発明の第3の態様によると、ユーザに対する転倒リスクを推定する装置が提供され、前記装置は、前記ユーザが着席 起立移動を実行したかどうかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析し、前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席 起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別し、前記識別されたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定するように構成された処理ユニットを有する。

【0030】

好適な実施例において、前記処理ユニットは、前記ユーザの前記加速度の測定結果から得られた重力の推定値を使用して前記識別されたピーク垂直加速度をスケールングし、前記ユーザに対する転倒リスクを推定するのに前記スケールングされたピーク垂直加速度を使用するように構成される。

【0031】

前記装置の様々な他の実施例も考えられ、前記処理ユニットは、上記の方法ステップのいずれかを実行するように更に構成される。

【0032】

本発明の第4の態様によると、ユーザにより着用されるデバイスが提供され、前記デバイスは、三次元において前記デバイスに作用する加速度を測定する加速度計と、上記の装 50

置とを有し、前記処理ユニットは、前記加速度計からの前記加速度の測定結果を処理するように構成される。

【0033】

本発明の第5の態様によると、ユーザにより着用されるデバイスであって、三次元において前記デバイスに作用する加速度を測定する加速度計を有するデバイスと、前記デバイスと通信し、上記の装置を有するベースユニットとを有するシステムが提供され、前記処理ユニットは、前記加速度計からの前記加速度の測定結果を処理するように構成される。

【0034】

本発明の第6の態様によると、フォースプレートと、上記の装置を有するベースユニットとを有し、前記処理ユニットが、前記フォースプレートから力の測定結果を受信し、前記加速度の測定結果を決定するように前記力の測定結果を処理する、システムが提供される。

10

【0035】

本発明の第7の態様によると、ユーザの転倒リスクを推定する方法が提供され、前記方法は、前記ユーザが着席 起立移動を実行したかどうかを決定するように前記ユーザの加速度の測定結果を分析するステップと、前記ユーザの前記加速度の測定結果から前記着席

起立移動中の前記ユーザのピーク垂直加速度を識別するステップであって、前記識別されたピーク垂直加速度が、前記ユーザの前記加速度の測定結果から得られる重力の推定値を使用してスケーリングされる、ステップと、前記スケーリングされたピーク垂直加速度から前記ユーザに対する転倒リスクを推定するステップとを有する。

20

【0036】

本発明のより良好な理解のために、及びどのように実施されうるかをより明確に示すために、例としてのみ、添付の図面が参照される。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】着席 起立移動におけるピーク垂直加速度とピークパワーとの間の相関を示すグラフである。

【図2】転倒リスクに対するピーク垂直加速度及びピークパワーの感度を示す。

【図3】着席 起立移動中の垂直加速度の変化の一例を示すグラフである。

【図4】一実施例による転倒リスクを決定する方法を示すフローチャートである。

30

【図5】他の実施例による転倒リスクを決定する方法を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一部の実施例による装置のブロック図である。

【図7】ユーザの垂直加速度の測定結果において着席 起立移動を検出するアルゴリズムを示すブロック図である。

【図8】アルゴリズムに対する入力信号及び処理ステップの一部の間に得られる信号を示す。

【図9】着席 起立移動を検出するのに使用するように最適化された典型的なマッチドフィルタを示す。

【発明を実施するための形態】

【0038】

40

図3のグラフは、(重力加速度を除外するようにスケーリングされた)典型的な着席起立運動中の垂直加速度を示す。前記ユーザは、安静から開始し(すなわち前記ユーザの運動による垂直方法の測定される加速度はおおよそ0である)、前記ユーザは、時間 t_s において移動し始める。この時間において測定される加速度は、 Acc_{vert_s} と示される。典型的には、前記ユーザが移動し始めた直後及び椅子から立ち上がる前の加速度プロファイルに小さな最小値が存在する。この後に、前記ユーザの腰は、時間 t_{ho} (ho は腰が離れることを表す)において支持手段(すなわち椅子)を離れ、この時間における加速度は、 Acc_{vert_ho} と示される。垂直方向における加速度は、この場合、時間 t_{pr} において Acc_{vert_pr} と示されるピーク(ピーク反応)に増大する。前記ピーク反応の後に、時間 t_{lr} において生じる Acc_{vert_lr} で示される負の加速度である最小反応が続く。動作の終了は、時間 t_e に

50

においてAcc_{vert_e}で示される加速度で生じる。

【0039】

図4のフローチャートは、一実施例によるユーザに対する転倒リスクを決定する方法を示す。ステップ101において、前記ユーザが着席 起立移動を実行したかどうか決定される。このステップは、前記ユーザの動作が監視される方法に依存して複数の異なる方法で実行される。

【0040】

一部の実施例において、前記ユーザは、フォースプレート上に配置される間に着席 起立移動を実行してもよく、前記フォースプレートは、前記移動を実行する間に前記ユーザにより発生される力を測定する。この場合、ステップ101は、前記移動を実行する間に前記ユーザを観察している臨床医から又は移動を実行するときに前記ユーザから（例えばボタン押しから生じる）標示を受け取るステップを有してもよく、又は前記ユーザが移動を実行したかどうかを決定するために光マーカシステムからの信号を分析する又は前記フォースプレートにより測定された力を分析するステップを有してもよい。

【0041】

他の実施例において、前記ユーザは、加速度計のような1以上の動作センサを含むデバイスを着用する又は持ってもよく、この又はこれらのセンサからの信号は、前記ユーザが移動を実行したかどうかを決定するように処理されることができる。これらの実施例において、前記ユーザが、（例えば前記デバイス上のボタンを押すことにより）移動を開始及び/又は完了したことの標示を手動で提供することも可能でありうる。

【0042】

前記ユーザが着席 起立移動を実行したことが決定される場合、前記方法は、次いで、前記着席 起立移動を完了する際の前記ユーザにより発生されるピーク垂直加速度を識別するように進む（ステップ103）。このピーク垂直加速度は、一般に図3の「ピーク反応」とラベル付けされたピークに対応し、前記着席 起立移動中に生じる最大の上向き加速度である。

【0043】

前記ユーザの動作が、フォースプレートを使用して監視される場合、前記垂直加速度を表す信号は、前記測定された力を前記ユーザの質量で除算することにより前記力測定から決定されることができる。別な方法として、前記ユーザの動作が加速度計を使用して監視される場合、前記垂直方向の加速度は、前記三次元加速度計からの信号から推定されることができる。一部の実施例において、前記垂直加速度は、前記三次元加速度測定の最頻値として推定されることができる。

【0044】

このようにして、着席 起立移動が生じたというステップ101における決定（前記決定は、例えば前記移動の開始及び終了時間に関して、前記移動が生じた時間の標示をも提供する）に続いて、前記識別された着席 起立移動の周りの垂直加速度信号の一部が、分析に対して選択され（すなわち前記着席 起立移動の識別された開始時間と終了時間との間の部分）、前記ピーク垂直加速度が、前記着席 起立移動に対応する前記垂直加速度信号の部分における最大の最大値として識別される。

【0045】

一度前記ピーク垂直加速度がステップ103において決定されると、前記方法は、ステップ105に進み、前記ピーク垂直加速度が、前記ユーザに対する転倒リスクを推定するのに使用される。一般に、図2(a)に示されるように、より高い転倒リスクにあるものは、より低い転倒リスクにあるものより、小さいピーク垂直加速度値を生成する。したがって、一部の実施例において、前記転倒リスクは、前記ピーク垂直加速度値に反比例することができる（例えばfall_risk 1/peak_vertical_acceleration）。

【0046】

一部の実施例において、転倒リスクは、ステップ105において複数の着席 起立移動にわたる前記ユーザにより発生された前記ピーク垂直加速度の平均から生成されてもよい

10

20

30

40

50

。前記ピーク垂直加速度の平均は、単一の監視セッションにおいて実行された複数の着席 起立移動から又は複数の異なる日にわたり実行された着席 起立移動から得られてもよい。

【 0 0 4 7 】

一部の実施例において、ステップ 1 0 5 において決定された転倒リスクは、前記ユーザによる前記着席 起立移動の能力の傾向を識別するように以前に決定された転倒リスクと比較されることができる。このようにして、前記ピーク垂直加速度（又は平均ピーク垂直加速度）の減少は、前記ユーザの転倒リスクの増加を示し、逆も同様である。

【 0 0 4 8 】

一部の実施例において、前記ユーザが所定の時間期間（例えば一日）に着席 起立移動を実行した回数も、前記転倒リスクの標示を提供するのに前記ピーク垂直加速度と併せて記録及び使用されることができる。

10

【 0 0 4 9 】

転倒リスクを推定するのにパラメータとして前記ピーク垂直加速度を使用することは、パワー又はピークパワーの使用に対して複数の利点を持つ。第一に、前記ピーク垂直加速度は、前記着席 起立移動の開始点及び終了点の正確な検出に対する感受性が低く、これは、パワーより、転倒リスク評価に対してロバストかつ信頼できるものにする。加えて、前記ピーク垂直加速度の推定は、（加速度信号の積分を伴う）前記パワーを推定するより低い計算労力を必要とする。これらの利点は、ピーク垂直加速度の監視を、例えばオンボディセンサを使用する長期の転倒リスク監視アプリケーションを実施するのに適したものにする。

20

【 0 0 5 0 】

他の実施例による転倒リスクを決定する方法は、図 5 に示される。この方法において、最初の 2 つのステップは、図 4 と同じである。すなわち、ユーザが着席 起立移動を実行したかどうか決定され（ステップ 1 0 1 ）、そうであれば、前記移動中のピーク垂直加速度が識別される（ステップ 1 0 3 ）。

【 0 0 5 1 】

この実施例において、特に本発明のオンボディセンサに基づく実施に対して、センサ測定における較正誤差が、転倒リスクの評価に誤差を導入することができることが、認識される。

30

【 0 0 5 2 】

したがって、これらの較正誤差は、前記着席 起立移動が実行される時間の周りの垂直加速度の測定結果から得られる重力加速度の推定値を使用して前記ピーク垂直加速度をスケールリングすることにより考慮される。

【 0 0 5 3 】

特に、ステップ 1 0 7 において、重力加速度の推定値は、垂直加速度信号から推定され、ステップ 1 0 9 において、この推定値が、前記識別されたピーク垂直加速度をスケールリングするのに使用され、スケールリングされたピーク垂直加速度を与える。前記ピーク垂直加速度は、好ましくは、前記ピーク垂直加速度から前記重力の推定値を減算することによりスケールリングされる。前記スケールリングされた垂直加速度は、次いで、前記ユーザに対する転倒リスクを決定するのに使用される（ステップ 1 1 1 ）。

40

【 0 0 5 4 】

前記重力加速度の推定値が、前記センサ（例えば加速度計）からの垂直加速度の測定結果から得られるので、前記推定値も、センサ較正誤差にさらされ、この推定値を用いて前記ピーク垂直加速度をスケールリングすることは、前記較正誤差を大きく除去する。

【 0 0 5 5 】

ステップ 1 0 1、1 0 3、1 0 7 及び 1 0 9 が図 5 に示される順序で実行される必要がないと理解される。例えば、着席 起立移動が後で検出されるときに使用する重力加速度の推定値を決定し、定期的に更新し、次いでステップ 1 0 3 において識別されるときにピーク垂直加速度にこれを適用することが可能である。代わりに、前記重力の推定値は、前

50

記ピーク垂直加速度が前記スケーリングされた垂直加速度測定結果から識別されるという条件で、前記垂直加速度測定結果の全てをスケーリングするのに使用されることができる。

【 0 0 5 6 】

一部の実施例において、前記重力加速度の推定値は、ステップ 1 0 7 において前記着席起立移動の標示された開始の前の所定の期間における複数の垂直加速度サンプルにわたり前記垂直加速度の平均（例えば中間）値を取ることににより得られる。前記所定の期間は、一般に、前記ユーザが椅子に座っている時間の期間に対応すべきであり、したがって、前記垂直加速度は、重力加速度により支配されるべきである。前記所定の期間は、いかなる適切な長さ、例えば 3 秒であることができる。

10

【 0 0 5 7 】

一部の実施例において、前記所定の期間内の垂直加速度が、おそらく、前記所定の期間内の前記垂直加速度の標準偏差が閾値より小さいかどうかを決定することにより重力のみから結果として生じることが、確認されることができる。一部の実施例において、前記閾値は、0 . 1 であることができるが、他の値が使用されることができると理解される。前記垂直加速度の分散又は範囲のような、標準偏差以外の尺度が、前記所定の期間内の垂直加速度がおそらく重力のみから結果として生じるかどうかを決定するのに使用されることができることも理解される。これが閾値より小さい場合、前記垂直加速度値の平均が決定され、重力加速度の推定値として使用されることができる。図 3 の例において、（前記着席起立移動が開始する）サンプルインデックス 1 0 0 乃至 2 5 0 からの前記垂直加速度の平均値は、前記移動の前記ピーク垂直加速度をスケーリングするために重力加速度の推定値として使用される。

20

【 0 0 5 8 】

前記重力加速度の推定値が決定され、定期的に更新される実施例において、前記加速度測定は、上記のように所定の期間の発生（すなわち標準偏差が前記閾値より低い）に対して連続的に又は定期的に監視されることができ、このような期間が発生する場合、前記重力加速度の推定値に対する新しい値が、当該期間における前記サンプルを使用して決定されることができる。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、本発明の一実施例によるユーザに対する転倒リスクを決定するのに使用する装置 2 を示す。この実施例において、本発明は、ユーザにより着用されるべきであるセンサユニット 2 の形式の装置を提供する。センサユニット 2 は、前記ユーザの首の周りに配置するネックコードを持つペンダントの形式で提供されることができる。代わりに、センサユニット 2 は、胴体、骨盤又は胸骨のような前記ユーザの身体の異なる部分に着用されるように構成されることができ、センサユニット 2 を身体の当該部分に取り付ける適切な構成（例えばユニット 2 が骨盤又は胸骨に取り付けられる場合にベルト又はストラップ）を有する。

30

【 0 0 6 0 】

センサユニット 2 は、前記ユーザの動作を測定するのに使用され、いつ前記ユーザが着席姿勢から起立姿勢への変化を実行したか及びこの動作中に生じるピーク垂直加速度を決定するように測定結果を処理するのに使用されることができる。センサユニット 2 は、前記決定されたピーク垂直加速度からユーザ 4 に対する転倒リスクを決定するのに使用されることもできる。

40

【 0 0 6 1 】

代替実施例において、前記測定結果の処理、前記ピーク垂直加速度の決定、前記転倒リスクの標示の一部又は全ては、（図 6 に示されない）前記ユーザにより着用されるセンサユニット 2 とは別であるベースユニットにおいて実行されることができる。この場合、センサユニット 2 は、有線又は無線接続を使用して前記ベースユニットに動作測定結果又は前記識別された移動に関する情報を送信することができる。

【 0 0 6 2 】

50

図示された実施例において、センサユニット 2 は、3 つの直交軸に沿った加速度を測定する（及び前記軸の各々に沿った加速度を示すそれぞれの信号を出力する）加速度計 4 と、地面からのセンサユニット 2 の高度又は高さを測定する（又はより具体的には地面からのセンサユニット 2 の高度又は高さの変化を測定する、又はこれらの変化が測定されることを可能にする）光センサ 6 とを有する。センサユニット 2 の高度又は高さを測定するセンサ 6 は、例えば、高度計又は気圧センサを有することができるが、当業者は、使用されることができる他のタイプのセンサに気づくだろう。一部の実施例において、加速度計 4 からの測定結果は、地面からのセンサユニット 2 の高さを決定するように、又はセンサユニット 2 の高さの変化を決定するように処理されることができる。加速度計 4 及び（存在する場合には）センサ 6 による信号出力は、分析のために処理ユニット 8 に提供される。

10

【0063】

センサユニット 2 は、メモリ 10 及びオプションとして送信器又は送受信器回路 12 をも有する。メモリ 10 は、加速度計 4 及びセンサ 6 からの測定結果を記憶し、プロセッサ 8 による分析の結果を記憶するのに使用される。送信器又は送受信器回路 12 は、前記測定結果又は前記分析の結果を、これらが前記ユーザ又はヘルスケアプロバイダにより見られる又は調査されることができる遠隔（ベース）ユニット又はコンピュータに送信するのに使用される。

【0064】

一部の実施例において、加速度計 4 は、微小電気機械システム（MEMS）加速度計である。加速度計 4 により経験される加速度は、50 Hz のレートでサンプリングされることができ、多くの他のサンプリング周波数が使用されることができると理解される。センサ 6 が、気圧センサ又は高度計である場合、地面からのセンサユニット 2 の高さの測定は、1.8 Hz の周波数でサンプリングされることができ、他のサンプリング周波数が使用されることができると理解される。

20

【0065】

高さを測定するセンサ 6 に対して使用される特定のタイプのセンサに依存して、センサ 6 は、地面（又は気圧センサの場合には海水位）からの高さを示す信号を出力してもよく、この場合に、高さ測定結果の時系列は、サンプルごとに（又は所定数の測定サンプルにわたり）高さの変化を決定するように処理ユニット 8 により分析されることができる。代わりに、センサ 6 は、以前の又は早期の指定された測定サンプルからセンサユニット 2 の高さの変化の標示を直接的に出力することができる。

30

【0066】

上に示したように、一部の実施例において、加速度計 4 及びセンサ 6 により収集された測定結果は、いつユーザが着席 起立移動を実行したか、前記着席 起立移動を実行した場合に前記ユーザにより経験されるピーク垂直加速度、及び前記ピーク垂直加速度からの前記ユーザに対する転倒リスクを決定するようにセンサ装置 2 内の処理ユニット 8 により分析されることができる。代わりに、加速度計 4 及びセンサ 6 からの測定結果は、送信器 / 送受信器回路 12 を介してベースユニットに送信されることができ、前記ベースユニットは、着席 起立移動の発生を決定するように前記測定結果を分析する。いずれの場合にも、前記処理は、（近）リアルタイムで実行されることができ、又は加速度計 4 及びセンサ 6 からの測定結果は、未来の処理（すなわちオフライン）のためにメモリ 10 又は前記ベースユニットに記憶されることができる。

40

【0067】

本発明の代替実施例において、加速度計 4 及びセンサ 6 を有するオンボディデバイスの形式で提供されるのではなく、装置 2 が、前記着席 起立移動を実行した場合に前記ユーザにより及ぼされる垂直の力を測定するフォースプレートを使用する又は含むように構成されてもよいと理解される。この場合、処理ユニット 8 は、フォースプレート測定結果を処理し、前記着席 起立移動における前記ユーザの垂直過疎高度を決定するように構成されることができる。

【0068】

50

加速度の測定結果における着席 起立移動の検出

着席 起立移動を検出するように加速度計測定結果を処理する典型的なアルゴリズムは、図7、8及び9を参照していかに記載される。この技術は、2012年6月19日にKoninklijke Philips Electronics N.V.の名前で出願された国際特許出願PCT/IB2012/053083に記載されており、その内容は、参照によりここに組み込まれる。本発明が、着席 起立移動を検出する以下に記載される技術の使用に限定されず、着席 起立移動を検出する他の技術が使用されることができると当業者により理解されるだろう。

【0069】

図7は、着席 起立移動を検出し、前記移動のタイミングを決定する典型的なアルゴリズムを示す。前記アルゴリズムは、(加速度計4の3つの軸の各々に対して別々の信号を有する)加速度計4により測定される三次元加速度信号及び気圧センサ6からの気圧測定結果を入力として取得する。

【0070】

ブロック19、20、21、22及び23により表される、前記アルゴリズムの最初の部分は、前記加速度計及び気圧センサ信号が前記アルゴリズムの後の分析段階で使用するために処理される前処理段階である。第一に、加速度計4からの3D加速度信号は、後の処理の精度に影響を与えることができるノイズを除去するようにローパスフィルタリングされる(ブロック19)。一実施例において、2Hzのカットオフ周波数を持つバターワースローパスフィルタが、加速度計4の3つの軸の各々からの信号に適用される。代わりに、チェビシェフローパスフィルタ又は当業者に既知である他のタイプのフィルタのような異なるフィルタ特性を使用することが可能である。2Hzのカットオフ周波数が、加速度計4からノイズの特定の特性に依存して変更されることができるとも理解される。

【0071】

前記ユーザが移動する(地球のような)固定の基準座標系に対するセンサユニット2の配向が、(特にセンサユニット2がペンダントの形式である場合に)変更されることができるので、前記動作中にセンサユニット2(したがってユーザ)により経験される加速度の垂直成分を決定するように加速度計4からの測定結果を処理することは必要である。

【0072】

したがって、ローパスフィルタリングされた3D加速度信号は、前記垂直加速度を推定するブロック20に入力される。前記垂直加速度は、vert_accで示される。

【0073】

任意の配向を持つ3D加速度計信号から加速度の垂直成分を推定する1つの技術は、WO2010/035191に記載されており、その内容は参照によりここに組み込まれる。簡潔には、当該技術によると、加速度の垂直成分は、(i)加速度の最高成分を持つ前記加速度計の軸を識別するように前記加速度計からの信号を検査し、(ii)前記加速度計に採用する加速度(この加速度は一般に重力によると推測される)と前記加速度の最高成分を持つ軸との間の角度を決定することにより前記加速度計の配向を決定し、(iii)前記加速度の測定結果から垂直方向における加速度を決定するように前記加速度計の推定された配向を使用することにより、固定の基準座標系に対して任意の配向を持つ加速度計に作用する加速度の測定結果から推定される。

【0074】

当業者は、3D加速度計からの測定結果から加速度の垂直成分を推定する他の技術に気づくだろう。例えば、センサユニット2は、センサユニット2の配向を示す信号を提供するジャイロスコープを含むことができ、この信号は、加速度の垂直成分を得るのに使用されることができる。

【0075】

図8(a)は、着席 起立移動を実行し、3メートル歩き、再び着席し、これが3回繰り返されるユーザのセンサユニット2による測定結果から得られる垂直加速度を表す典型的な信号を示す。図8において、前記信号に表れる活動の3つの別々の領域が存在することが見られることができる。

【 0 0 7 6 】

前記前処理の他の段階は、前記加速度の変化の推定値の計算にかかわる。第一に、ハイパスフィルタ 2 1 が、D C 成分を除去するために前記ローパスフィルタリングされた 3 D 加速度信号の各々に適用される。一実施例において、例えば、チェビシェフハイパスフィルタ又は当業者に既知である他のタイプのフィルタが、使用されることができ。0 . 5 H z とは異なるカットオフ周波数が選択されることができるとも理解される。

【 0 0 7 7 】

ハイパスフィルタリングの後に、前記加速度の変化は、ブロック 2 2 において推定される。好適な実施例において、前記 3 D 加速度信号の 3 つの成分の各々の標準偏差は、所定の長さ（例えば、1 秒であるが、他の適切なサイズの窓が使用されることができ）の窓上で時間 t に対して計算され、前記 3 つの軸の中の最大の標準偏差が識別される。時間 t における最大の標準偏差は、max_std_acc で示され、以下の式 1 により与えられる。

$$\text{max_std_acc} = \max[\text{std}(\text{acc_i}(t-0.5, t+0.5)), i=x, y, z] \quad (1)$$

【 0 0 7 8 】

図 8 (d) は、前記加速度の 3 つの軸の各々に対して計算された標準偏差を示す。図 8 (d) において、線 4 0 は、x 軸加速度計信号に対応し、線 4 2 は、y 軸加速度計信号に対応し、線 4 4 は、z 軸加速度計信号に対応する。

【 0 0 7 9 】

第 3 の前処理段階 2 3 は、気圧センサ 6 からの測定結果からセンサユニット 2 の高度を推定する。上で示したように、この段階 2 3 に対する入力、気圧センサ 6 からの生の気圧信号 p_t である。前述のように、気圧は、1 . 8 H z （又はいかなる場合にも前記加速度信号より大幅に低いサンプリングレート）のレートでサンプリングされることができ。したがって、気圧信号 p_t は、第一に、前記加速度信号のサンプリングレート（例えば 5 0 H z ）にマッチするようにアップサンプリングされる（アップサンプリングされた気圧信号は p_t' で示される）。時間 t における高度（alt_t で示される）は、次いで、以下の式 2 を使用して気圧センサ測定結果から推定されることができ。

$$\text{alt_t} = 44330 * (1 - p_t' / 101325)^{0.19} \quad (2)$$

式 (2) は、式 (3) に示される高度変換関数に対する気圧から得られる。

$$\text{alt_t} = (T_0/L)(1-(p/p_0)^{RL/gm}) \quad (3)$$

ここで、

シンボル	量	典型的な値
alt_t	メートルでの高度	
p	気圧	
p ₀	海水位における標準大気圧	101325 kPa
L	気温減率	0.0065 Km ⁻¹
T ₀	海水位における標準温度	288.15 K
g	地球表面における重力加速度	9.80665 ms ⁻²
M	乾燥空気モル質量	0.0289644 kg mol ⁻¹
R	一般気体定数	8.31447 J mol ⁻¹ K ⁻¹

【 0 0 8 0 】

結果として生じる高度信号は、好ましくは所定の長さを持つ、例えば約 3 秒のメジアンフィルタで、平滑化される。前記フィルタは、推定された高度の時系列に適用され、結果として図 8 (c) に示されるように高度推定段階 2 3 から出力される平滑化された高度信号 alt_meas を生じる。図 8 (c) において、y 軸は、海水位に対するメートルでの高度を表す。

【 0 0 8 1 】

異なるタイプの高度、高さ又は高さの変化のセンサが使用される、本発明の代替実施例において、処理段階 2 3 が、必要に応じて適応又は省略されうると理解される。

【 0 0 8 2 】

前記入力信号の前処理に続いて、様々なフィーチャは、着席 起立移動が生じたかどうか

か、及びそうである場合に前記着席 起立移動を実行する際の前記ユーザのパワーを決定するために抽出される。

【 0 0 8 3 】

フィーチャ抽出の2つの主な段階は、着席 起立移動が生じたかどうかを決定するために必要とされる。第1の段階24は、前記vert_acc信号における候補動作を識別する。特に、ブロック24は、着席 起立移動中に生じることが予測される前記垂直加速度を表す所定のパターンに対して前記vert_acc信号をマッチングする。

【 0 0 8 4 】

一部の実施例において、前記フィーチャ抽出の第1の段階24は、着席 起立移動中に経験された前記垂直加速度を近似するインパルス応答を持つマッチドフィルタを、垂直加速度推定ブロック20からの垂直加速度信号 (vert_acc) に適用する。前記マッチドフィルタの出力は、前記パターンに対する前記測定結果のマッチを示す係数のセットである。各係数は、前記所定のパターンに対する (前記所定のパターンと同じ長さの時間期間をカバーする) 複数の連続した測定サンプルのマッチを表す。前記係数が高いほど、前記パターンに対する前記測定結果のマッチは良好である (したがって着席 起立移動が生じた可能性も高い)。前記フィルタリングされた信号は、vert_acc_matfiltで示され、図8 (b) に示される。

【 0 0 8 5 】

一部の実施例において、ブロック24において使用された前記マッチドフィルタは、図9に示されることができ、着席 起立移動を検出するように最適化されている。図9に示される前記マッチドフィルタは、重力 (9.8 m s^{-2}) を除外する。第1の曲線50は、着席 起立移動の典型的な垂直加速度パターンを示す。第2の曲線51は、第1の曲線50を近似する適用されたマッチドフィルタ特性を示す。前記マッチドフィルタ特性が、多くの異なる関数を使用して表されてもよいと理解されるが、この実施例において、前記マッチドフィルタ特性は、以下の式 (4) により与えられる。

$$A_1 * \text{sinc}[W_1(t-t_1)] + A_2 * \text{sinc}[W_2(t-t_2)] \quad (4)$$

【 0 0 8 6 】

この特性は、pにおいて規定されるスケールパラメータを持つ2つのsinc関数の組み合わせである。pは、6つの要素を持つパラメータベクトルである。

$$[A_1, A_2, W_1, W_2, t_1, t_2] \quad (5)$$

【 0 0 8 7 】

pにおける各エントリは、異なるスケールパラメータを規定する。 A_1 及び A_2 は、振幅スケールパラメータであり、2つのsinc波のピーク偏差をそれぞれ規定する。パラメータ W_1 及び W_2 は、周波数スケールパラメータであり、前記2つのsinc波の周波数を規定する。パラメータ t_1 及び t_2 は、位相スケールパラメータであり、前記sinc波の位置を規定する。パラメータベクトルp内の6つの要素の値は、図7における着席 起立移動特性50に対して前記マッチドフィルタの関数を調整するようにセットされる。

【 0 0 8 8 】

パラメータベクトルpの要素の値が、多くの既知の曲線フィッティング方法により提供されることができると理解される。ある場合において、所望のパラメータは、非線形最小二乗回帰アルゴリズムを適用することにより計算されることができ、しかしながら、多くの他のタイプのフィッティングアルゴリズムが、当技術分野において周知であり、適用されることができ。前記非線形最小二乗回帰アルゴリズムは、異なる関数に対応する異なるパラメータ組み合わせを生成する。前記生成された関数は、最小二乗誤差基準によって所望のパターンのデータセットにフィッティングされる。前記関数が、パラメータの組み合わせの中で最小二乗誤差の最小値を生じる場合、最適化されたフィットが見つかる。

【 0 0 8 9 】

マッチドフィルタリングの後に、前記フィルタリングされた信号は、前記ユーザによる着席 起立移動に対応しうる動作を識別するように処理される。前記処理は、まず、前記

10

20

30

40

50

vert_acc_matfilt信号において所定の範囲内の強度を持ついかなるピークをも識別することからなる。図8(d)に示される典型的な信号において、強度が110乃至200の範囲内であるピークが、識別される。前記処理のこの部分が、代替的に、前記vert_acc_matfilt信号において閾値より上の強度を持ついかなるピークをも識別することを有すると理解される。この場合、前記閾値は、上記の所定の範囲の下限に対応することができる。しかしながら、この分類は、上記の範囲実施例より高い偽陽性識別を生じうる。

【0090】

各識別されたピークに対して、前記アルゴリズムは、前記vert_acc_matfilt信号における前記識別されたピークの前後の所定の時間期間内に生じるそれぞれの極小値を識別しようと試みる。図8(b)に示される典型的な信号において、前記アルゴリズムは、前記識別されたピークの前後の2秒の期間内の極小値を探す。特定のピークに対して極小値が識別されない場合、前記vert_acc_matfilt信号のピークは、着席 起立移動に対応すると見なされない。

10

【0091】

最後に、着席 起立移動に対応する候補動作が、要求される前記極小値を持つピークとして識別され、前記ピークの強度と前記ピークの前の極小値の強度との間の差は、第1の閾値より小さく、前記ピークの強度と前記ピークの後の極小値の強度との間の差は、第2の閾値より小さく、前記ピークの後の極小値の強度は、前記ピークの前の極小値の強度より小さい。

【0092】

20

単純化された実施例において、前記極小値に適用された強度要件は、緩和されることができ、前記アルゴリズムは、単純に、前記ピーク、前記ピークの強度、及び前記ピークの前後の極小値の存在を識別する。

【0093】

図8(b)に示される典型的な信号において、第1の閾値は25であり、第2の閾値は200である。第1及び第2の閾値に対して選択された値が、実験データセットに対して調整されると理解され、異なる閾値が使用されることができる。

【0094】

図8(b)において、4つの可能な動作が、およそ時間1.65、1.69、1.78及び1.87に生じる、候補着席 起立移動として強調されている。

30

【0095】

候補着席 起立移動は、所定の範囲内であるセンサユニット2の高さの変化と同時に生じる場合に、実際の着席 起立移動として識別される。このようにして、ブロック25は、各候補着席 起立移動中に生じた高さ又は高度の変化を決定する。ブロック25がマッチドフィルタリングブロック24において識別された候補着席 起立移動の高度変化を評価するために、ブロック25は、前記vert_acc_matfilt信号のコピーと、前記信号のいずれの部分がマッチドフィルタリングブロック24からの候補着席 起立移動に対応するかを標示とを受け取る。ブロック25は、推定ブロック23から前記推定された高度測定信号alt_measをも受け取る。

【0096】

40

マッチドフィルタ24からの出力において見つかった候補着席 起立移動は、3つのキーサンプルからなる。これらは、前記ピーク、前記ピークの前の極小値(min_1)及び前記ピークの後の極小値(min_2)である。これらのサンプルは、図8(b)において前記候補着席 起立移動の1つに対してマークされる。正しい時間期間にわたり前記高度変化を推定するために、前記高度測定信号において正しいサンプルを識別することが必要である。

【0097】

第一に、閾値より大きい前記ピークの前の極小値(min_1)の前の最も近いサンプル(s1)が見つけれられる。第二に、閾値より大きい前記ピークの後の最小値(min_2)の後の最も近いサンプル(s2)が見つけれられる。理論的に、この閾値は g^2 であるべきであるが、し

50

かしながら実際には、異なる値が、例えば、前記加速度計のわずかな不正確性のためにトレーニングデータセットにより提供されてもよいと理解される。一実施例において、この閾値は98である。

【0098】

前記候補着席 起立移動の高度変化は、この場合、サンプルs1及びs2における高度間の差として推定される。

【0099】

(ノイズによる)前記高度測定における小さな揺らぎが存在しうるので、前記候補着席 起立移動の高度変化は、第2の極小値において開始する時間窓にわたる前記高度測定の平均と、前記第1の極小値において終了する時間窓にわたる前記高度測定の平均との間の差として推定されることができる。これらの時間窓は、1秒であることができるが、他の長さの窓が使用されることができると理解される。式の形では、これは、

$$\text{alt_diff} = \text{mean}(\text{alt_meas}(s2:s2+t_w)) - \text{mean}(\text{alt_meas}(s1-t_w:s1)) \quad (6)$$

として表されることができ、ここで t_w は前記窓の長さである。このようにして、前記候補移動の1秒前及び1秒後の前記高度の平均値が、評価される。着席 起立移動が生じた場合、より低い高度は、前記移動の後(前記ユーザが起立位置にあるとき)に観察される高度より、前記移動の前(前記ユーザが着席位置にあるとき)に観察されるべきである。

【0100】

候補着席 起立移動識別ブロック24及び高度変化ブロック25の出力は、前記候補のいずれかが着席 起立移動であるかどうかを決定する決定ブロック26に提供される。特に、所定の範囲内の高度又は高さの変化と同時に生じるいかなる候補動作も、着席 起立移動であると見なされる。前記高さの変化は、(着席 起立移動の定義により)高さの増加であるべきであり、前記所定の範囲は、例えば、0.1乃至0.75メートルであることができる。場合により、上限は、より大きな偽陽性検出率を犠牲にして省略されることができる。

【0101】

図8において、図8(b)において強調される4つの候補動作のうち、最後の3つは、範囲0.1乃至0.75内である高さの増加と同時に生じる。したがって、時間1.69、1.78及び1.87における候補動作は、着席 起立移動に対応すると見なされる。時間1.65における候補動作は、測定された高さの減少と一致し、したがって捨てられる。前記アルゴリズムは、次いで、(図7のブロック27により表される)入力データの新しいセットに対して繰り返す。

【0102】

上記のように、前記ピーク垂直加速度を識別するステップ103は、検出された着席 起立移動に対して検出された着席 起立移動の推定されたタイミング情報(例えば推定された開始及び終了時間)を使用する。

【0103】

したがって、ブロック30は、前記着席 起立移動のタイミングを決定し、前記加速度の変化及びマッチドフィルタリング後の垂直加速度プロファイル`vert_acc_matfilt`を推定するブロック22から入力を受け取る。

【0104】

単純な実施例において、s1及びs2は、前記ピーク垂直加速度を識別する目的で前記着席 起立移動の開始及び終了を識別するのに使用される。

【0105】

しかしながら、当業者に知られるように、前記マッチドフィルタは、フィルタタップの数に関連する遅延を導入する。この遅延は、前記候補着席 起立移動を前記`vert_acc_matfilt`信号における前記着席 起立移動の実際の開始に対して遅延させる。したがって、一部の実施例において、前記加速度の変化を推定するブロック22の出力`max_std_acc`は、着席 起立移動の実際の開始を決定するのに使用されることができる。

【0106】

10

20

30

40

50

第一に、閾値より小さい値を持つ、s1の前の信号max_std_acc内の最も隣接したサンプルが、識別される。この閾値は、どこで実際の着席 起立移動 (t_startで示される) が見つかるかを決定する。典型的な場合には、前記閾値は0.35でありうるが、1より小さい異なる閾値が使用されてもよく、特定の値は、部分的に、前記信号に適用される計算窓のサイズに依存して選択されると理解される。この場合、s1とs2との間の前記垂直加速度 (vert_acc) の推定値の最大の極小値 (換言すると、s1とs2との間のvert_accの最小の値) が見つけられる。特定の実施例において重力 (すなわち 9.8 m s^{-2}) に基づく、閾値より大きい値を持つ、前記垂直加速度の推定値の最大の極小値の後の最も隣接したサンプルは、前記実際の着席 起立移動の終了 (t_end) として規定される。図8 (b) 内の黒い実線バー及び図8 (a) 内の対応する円は、各実際の着席 起立移動に対するt_start及びt_endを示す。各検出された着席 起立移動に対するt_start及びt_endに対する値は、ブロック30により出力され、前記ピーク垂直加速度を決定するように分析されるサンプルのサブセットを決定するのに使用される。

10

【0107】

したがって、着席 起立移動の分析により、特に着席 起立移動を実行する際の前記ユーザにより発生されるピーク垂直加速度の推定値により、ユーザに対する転倒リスクを推定することができる方法及び装置が提供される。

【0108】

本発明は、図面及び先行する記載において詳細に図示及び記載されているが、このような図示及び記載は、実例又は典型的であり、限定的ではないと見なされるべきであり、本発明は、開示された実施例に限定されない。

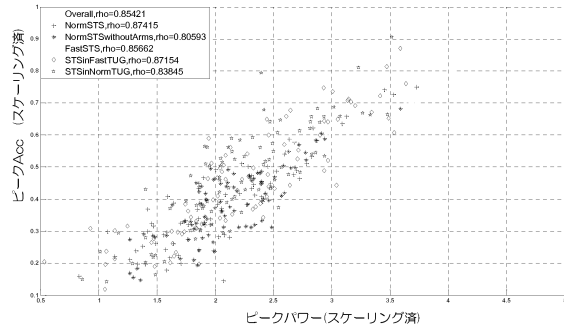
20

【0109】

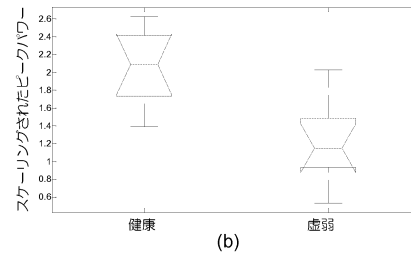
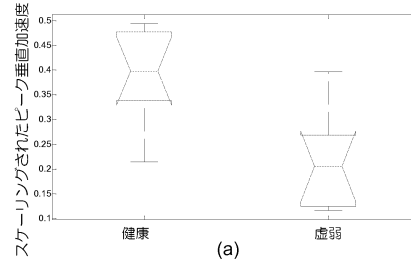
開示された実施例に対する変形例は、図面、開示及び添付の請求項の検討から、請求された発明を実施する際に当業者により理解及び達成されることができる。請求項において、単語「有する」は、他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞「ある」は、複数を除外しない。単一のプロセッサ又は他のユニットは、請求項に記載された複数のアイテムの機能を満たしてもよい。特定の方策が相互に異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの方策の組み合わせが有利に使用されることができないことを示さない。コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一緒に又は一部として提供される光記憶媒体又は半導体媒体のような、適切な媒体に記憶/分配されてもよいが、インターネット又は他の有線若しくは無線電気通信システムを介して、他の形で分配されてもよい。請求項内のいかなる参照符号も、範囲を限定すると解釈されるべきではない。

30

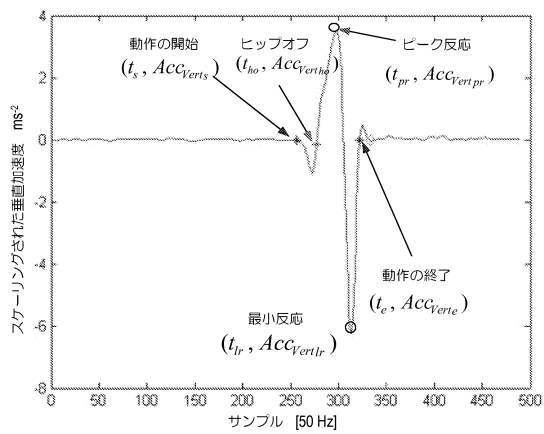
【図 1】



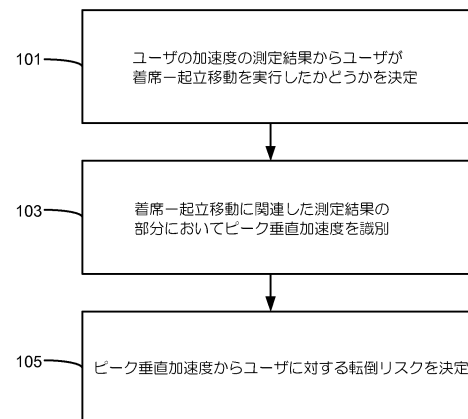
【図 2】



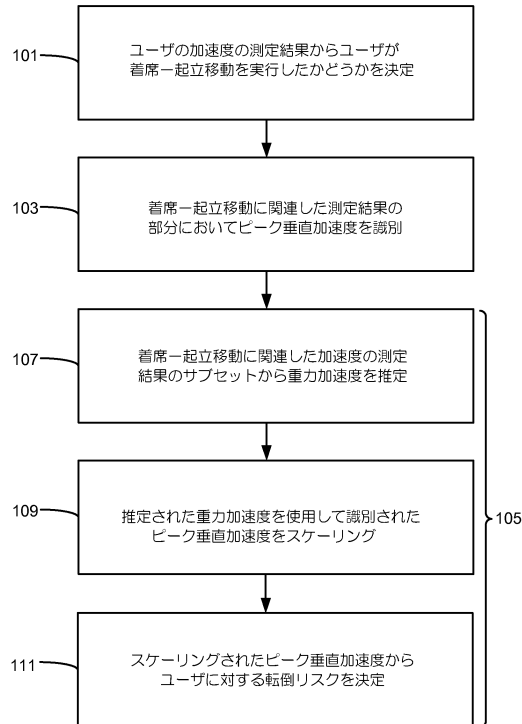
【図 3】



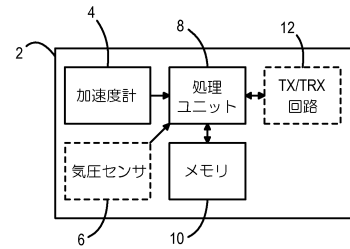
【図 4】



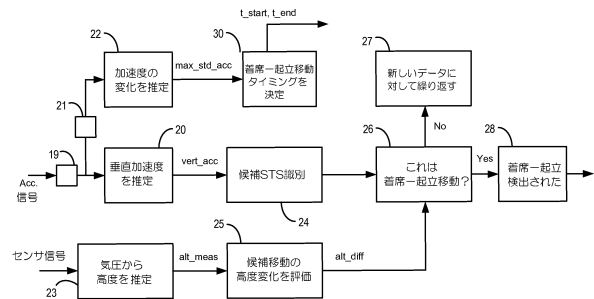
【図 5】



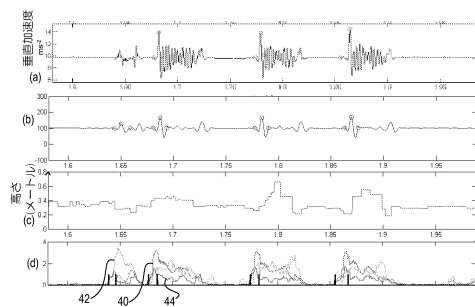
【図 6】



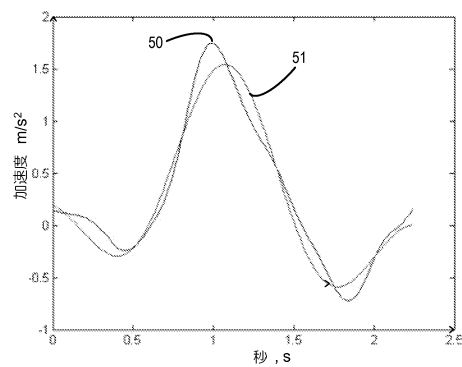
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 ジャーン ウエイ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

(72)発明者 テン カテ ワルネル ルドルフ テオフィル

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 佐藤 高之

(56)参考文献 米国特許第 0 8 2 0 6 3 2 5 (U S , B 1)

国際公開第 2 0 1 0 / 0 3 5 1 8 7 (W O , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 2 3 2 8 2 3 (U S , A 1)

特開 2 0 0 8 - 1 7 3 2 4 9 (J P , A)

国際公開第 0 2 / 0 2 8 2 8 2 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 5 / 0 0 - 5 / 2 2