

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6692987号
(P6692987)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月17日(2020.4.17)

(51) Int. Cl.		F I
G 1 6 H	20/00	(2018.01)
A 6 1 B	5/00	(2006.01)
A 6 1 G	7/043	(2006.01)
G 0 8 B	25/04	(2006.01)
G 0 8 B	21/02	(2006.01)
G 1 6 H	20/00	
A 6 1 B	5/00	1 0 2 A
A 6 1 G	7/043	
G 0 8 B	25/04	K
G 0 8 B	21/02	

請求項の数 15 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2019-510665 (P2019-510665)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成29年8月24日 (2017. 8. 24)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65) 公表番号	特表2019-534495 (P2019-534495A)		ヴェ
(43) 公表日	令和1年11月28日 (2019. 11. 28)		KONINKLIJKE PHILIPS
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/071320		N. V.
(87) 国際公開番号	W02018/037073		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
(87) 国際公開日	平成30年3月1日 (2018. 3. 1)		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
審査請求日	平成31年2月21日 (2019. 2. 21)		2
(31) 優先権主張番号	16185507.7	(74) 代理人	110001690
(32) 優先日	平成28年8月24日 (2016. 8. 24)		特許業務法人M&Sパートナーズ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ウエフェアース-アルブ ミレラ アリナ
早期審査対象出願			オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン
			ドーフエン ハイ テック キャンパス
			5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ベッド転落を予測及び防止する患者監視のためのデバイス、システム、及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

個人のベッド転落リスクに関連した前記個人に対する適応型の介入のためのデバイスであって、

前記デバイスが、

前記個人の個人データと前記個人の総リスクスコアとを取得するための第1のポートと

取得された前記データに基づいて前記個人の切迫したベッド転落に関係した予測と前記個人の前記ベッド転落を防止するための介入のための時間枠とを特定するための介入ユニットと、

前記予測と取得された前記データとに基づいて介入信号を出力するための第2のポートと、

を備え、

前記介入ユニットが、前記総リスクスコア、並びに、所定の時間枠内における前記総リスクスコアの変化及び/又は推移に基づいて、前記総リスクスコアが所定の閾値を上回るまでの時間を予測する、デバイス。

【請求項 2】

前記介入ユニットが、前記個人の近傍に配置されたインターフェースにより、直接、前記個人に前記介入信号を出力する、

請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

スタッフのスケジュールに関係したデータを取得するための第3のポートをさらに備える、
請求項1に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記介入ユニットが、前記スタッフのスケジュールと取得された前記データと前記予測とに基づいて、スタッフメンバーに前記介入信号を出力し、かつ、前記個人に対するスタッフの介入を開始させる、
請求項3に記載のデバイス。

【請求項 5】

前記個人の前記個人データが、年齢、性別、神経学的症状、症状、身体障害、服薬、転落履歴、心理プロファイルのうちの1つ又は複数を含む、
請求項1に記載のデバイス。

【請求項 6】

前記総リスクスコアが、前記個人の前記個人データを取得することにより、並びに、前記個人の近傍に、及び/又は前記個人に接触して配置された少なくとも1つのセンサーからセンサーデータを取得することにより特定される、
請求項1に記載のデバイス。

【請求項 7】

前記介入ユニットが、前記個人の前記個人データに基づいて、前記個人の個々の能力レベルを分類し、前記個人の前記能力レベルが、認知能力レベル、対話能力レベル、遵守性レベルを含む、
請求項1に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記認知能力レベルは、前記総リスクスコアが所定の閾値未満であるが、限られた時間窓内において所定の平均傾き以下の傾きのもとで増加する当該総リスクスコアに関する、
請求項7に記載のデバイス。

【請求項 9】

前記対話能力レベルは、前記総リスクスコアが所定の閾値未満であるが、限られた時間窓内において所定の平均傾きを超過する傾きのもとで増加する当該総リスクスコアに関する、
請求項7に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記遵守性レベルは、所定の閾値を上回ると特定される前記総リスクスコアに関する、
請求項7に記載のデバイス。

【請求項 11】

個人のベッド転落リスクに関連した前記個人に対する適応型の介入のためのシステムであって、
前記システムが、
前記個人の個人データを提供するための分類ユニットと、
前記個人の総リスクスコアを計算するための計算ユニットと、
前記分類ユニット及び前記計算ユニットの出力に基づく、前記個人に対する適応型の介入のための請求項1から請求項10のいずれか一項に記載のデバイスと、
を備える、システム。

【請求項 12】

個人のベッド転落リスクの特定のための方法であって、前記方法が、
前記個人の個人データを取得するステップと、
前記個人の総リスクスコアを取得するステップと、

10

20

30

40

50

取得された前記データに基づいて前記個人の切迫したベッド転落に関係した予測と前記個人の前記ベッド転落を防止するための介入のための時間枠とを特定するステップと、

取得された前記データと前記予測とに基づいて前記個人に介入するステップと、
を有し、

前記特定するステップが、前記総リスクスコア、並びに、所定の時間枠内における前記総リスクスコアの変化及び/又は推移に基づいて、前記総リスクスコアが所定の閾値を上回るまでの時間を予測するステップを有する、方法。

【請求項 1 3】

前記個人に介入するステップが、スタッフのスケジュールと取得された前記データと前記予測とに基づいて、インターフェースを介して直接前記個人に対応するステップ、及び/又は、スタッフによる介入を開始させるステップを有する、
請求項 1 2 に記載の方法。

10

【請求項 1 4】

前記スタッフによる介入を開始させるステップが、
最も近くに対応可能なスタッフメンバーを識別するステップと、
前記スタッフメンバーに警報コードを送信するステップと、
ベッド転落事故を防止するために利用可能な時間枠について前記スタッフメンバーに知らせるステップと、

前記個人の患者プロファイルの詳細について前記スタッフに知らせるステップと、
推奨される介入行動について前記スタッフに知らせるステップと、

20

前記スタッフメンバーの他のタスクとの関係において前記介入を優先順位付けするステップと、

のうちの 1 つ又は複数を有する、

請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 に記載の方法の前記ステップをコンピュータに実行させるプログラムコード
手段を備える、

コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、個人、特に病院内の、又は在宅ケアを受ける患者、を監視するためのデバイスに関し、本デバイスは、ベッド外への人の顕著な転落の予測を可能にするように適応される。本デバイスは、多くの関連のあるリスク因子が規定の閾値を上回ったときに、警報を発する。本発明はさらに、前述のデバイスを組み込んだシステム、及び、個人を監視してベッド転落を予測する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

転落は、病院において報告される最も一般的な有害事象であり、院内のけがの主な原因となり、入院を長引かせるか、又は複雑なものとなることが多い。救急病院における観察研究の考察は、転落率が 1.3 から 8.9 転落 / 1,000 患者日の範囲であることと、高齢者ケア、神経内科、及びリハビリテーションに注目した集団で、より高い転落率が生じることを示す。転落リスク因子に関する幅広い研究及び多くの転落リスク対策器具の進歩にもかかわらず、プロトコルは一貫性なく適用され、リスク因子に対応した介入は標準化されるには程遠い。

40

【0003】

転落はすべての年齢において起こり得るが、転落は、入院を必要とする緊急の健康問題と組み合わせられたときに高齢の人又は高転落リスク集団に属する人に、又は、施設ケア環境への入所を必要とする人に重大なけがをもたらすことが知られている。

【0004】

50

加えて、他の観察研究は、病院におけるすべての転落のうちの60～70%が、ベッド又はベッドわきの椅子から発生すること、転落の80%を上回る部分が目撃者のいないものであること、及び、約50%が繰り返し転落する患者に発生することを示す。

【0005】

患者の健康及び生活の質並びに医療費に対する転落事故の高い影響を鑑みると、ベッド転落事故の数を減らすために、患者監視及び転落防止のための拡張可能で費用効率の高い解決策を見つけることが最も重要となる。

【0006】

従来技術として、ベッド転落事故防止の手段としての看護人サービス、ベッド転落事故防止の手段としてのベドレール、及び、患者監視のための特定の自動解決策などの解決策が挙げられる。

10

【0007】

看護人サービスは、実現することが困難であり、拡張可能ではなく、費用効率が高くない。その実現に向けて、病院は典型的には、サービスの高いコストに起因して財政的に負担の重い、病院スタッフ以外から看護人を採用すること、又は、典型的にはスタッフ不足に起因して既に負担の過大なスタッフの責任及び作業負荷を大幅に増やす、病院自体の病院スタッフに看護人の職務を割り当てることの間で選択をしなければならない。加えて、資格をもつスタッフに（医療訓練を必要としない）看護人の任務を割り当てることは、人員の資格及び技量の適切な活用を妨げる。

【0008】

20

その意味で、看護人サービスは、入院患者のベッド転落事故に対する信頼可能な、拡張可能な、及び費用効率の高い防止技法を実現することに関して、好ましい展望を見せない。

【0009】

単一の防止技法としてのベドレールは、ベッド転落事故の防止を保証するとは思われない。病院におけるベッドからの転落の50～90%は、ベドレールが適用されているにもかかわらず発生し、概して、転落を防止することについて成功例が限られることを示す。加えて、ベドレールの使用は、動揺、恐怖、及び精神錯乱の悪化にも関係する。例えば神経遮断薬の使用により転落を防止するという誤った意図にもかかわらず神経遮断薬を使用する形態の「化学的」抑制は、より高い転落率に関係する。さらに、抑制又はベドレールの使用は、筋肉疲労、動かないことによる感染症又は床ずれ、及び体調不良をもたらし得る。最後に、患者の運動能力を制限することに関して、検討を必要とされる倫理的要素が存在する。

30

【0010】

技術ベースの製品が看護人サービスに置き換わるように試みることに使用されてきたが、内在する欠点ももつ。いくつかのシステムは、患者を監視するときいわゆる「e S i t t e r（電子看護器）」をサポートするインテリジェンスをまったく提供せず、このことが並行して監視される患者の数を制限する。このような解決策の拡張可能性は限られているので、拡大は、追加的なデバイス及び遠隔監視ステーションを必要とする。リアルタイムで転落リスクを自動的に判定するインテリジェンスが実現されていないことは、懸念を高め、転落事故防止の実行可能性に疑念をもたらす。評価される転落リスクは、病院スタッフによる初期の、及び継続的に患者と連絡を取ることにより取得された入力に基づいているが、リアルタイムで患者の連続した自動観察に基づいて更新されることがない。転落リスクの更新は、入所時及び入院中の患者との面会に基づくので、これらの更新は、不正確であり大幅な遅延を伴う傾向があるので、さらに懸念を高める。

40

【0011】

他のシステムは、実際の患者のベッド離床を伴わずに（ブランケットによる又は患者の腕による）部分的なベッド縁部との交差が発生したときに、いつでも、システムが警報を始動させる技術的なアプローチを実現する。これは、誤警報の割合が高くなることにつながる。

50

【 0 0 1 2 】

加えて、効果的な予防介入に関係して、これらの技術は、監視及び警報に非常に注目しているが、特定の時点に特定の患者プロフィールが与えられたときに提供されなければならない最適な介入を理解することに注意が払われていない。さらに、医療スタッフが介入しなければならない場合、これらのシステムは、スタッフの人的資源を最適化するために通知されなければならない実際の人を決定することについて、サポートを提供しない。最後に、すべての警報は、転落のリスクが非常に高い、及び、事故の発生が切迫しているときにのみ発せられ、この時点で、実際に転落を防止する効果的な介入を提供する機会が減らされる。

【 0 0 1 3 】

WO 2 0 1 3 / 1 5 0 5 2 3 A 1 は、臨床症状の発現の監視、予測、及び処置について説明する。処置プロトコルを指定された患者とともに使用するための装置及び方法が提供される。センサーが、患者の少なくとも1つの生理学的パラメータを検出する。制御ユニットは、生理学的パラメータを分析する、かつ、患者が処置プロトコルに従ったか否かを判定する信号分析機能を含む。ユーザーインターフェースは、(a) 患者が処置プロトコルに従わなかったことを分析機能が特定したことに応答して出力が生成される、生理学的パラメータと患者による処置プロトコルの非遵守性との間の相関、又は、(b) 患者が処置プロトコルに従ったことを分析機能が特定したことに応答して出力が生成される、生理学的パラメータと患者による処置プロトコルの遵守性との間の相関を表す、患者に対する出力を生成する。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 4 】

動きパターン及び患者のバイタルサインを監視するだけでなく、さらに、データを評価することと、一方で、信頼可能な予測を可能にしながら、他方で、誤警報を最小化するリスクスコアを査定することとを行うことにより、患者のための効果的でありながら注意深いケアを可能にする、患者の監視のためのデバイス、システム、及び方法を提供することが本発明の目的である。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

本発明の第1の態様において、個人の個人データと個人の総リスクスコアとを取得するための第1のポートと、取得されたデータに基づいて個人の切迫したベッド転落に関係した予測と個人のベッド転落を防止するための介入のための時間枠とを特定するための介入ユニットと、予測と取得されたデータとに基づいて介入信号を出力するための第2のポートとを備える、個人のベッド転落リスクに関連した個人に対する適応型の介入のためのデバイスが提示される。

【 0 0 1 6 】

本発明のさらなる態様において、個人の個人データを提供するための分類ユニットと、個人の総リスクスコアを計算するための計算ユニットと、分類ユニット及び計算ユニットの出力に基づく、個人に対する適応型の介入のためのデバイスとを備える、個人のベッド転落リスクに関連した個人に対する適応型の介入のためのシステムが提示される。

【 0 0 1 7 】

本発明の別の一態様において、個人のベッド転落リスクの特定のための方法が提示され、本方法は、個人の個人データを取得するステップと、個人の総リスクスコアを取得するステップと、取得されたデータに基づいて個人の切迫したベッド転落に関係した予測と個人のベッド転落を防止するための介入のための時間枠とを特定するステップと、取得されたデータと予測とに基づいて個人に介入するステップとを有する。

【 0 0 1 8 】

本発明のさらに異なるさらなる一態様において、コンピュータにおいてコンピュータプログラムが実行されたとき、方法のステップをコンピュータが実行することをもたらず

10

20

30

40

50

ログラムコード手段を備えるコンピュータプログラムが提示される。

【0019】

ベッド転落リスクの特定のための本発明のデバイス、システム、方法、及びコンピュータプログラムは、介入ユニットが、一方で個人の個人データを考慮し、他方で動きデータと健康記録とに基づいて個人のリスクスコアと能力レベルとを検出するように、及び、ベッド転落を防止するために、個人にどのように効果的に、及び信頼可能に介入するか、データ集合体に基づいて決定するように構成されるという点で上述の従来技術と異なる。

【0020】

本発明の好ましい実施形態は、従属請求項において定義される。請求項に記載された方法が、請求項に記載されたデバイス及び従属請求項において規定されたものと同様の、及び/又は同一の好ましい実施形態を含むことが理解されなければならない。

10

【0021】

好ましくは、介入ユニットが、個人の近傍に配置されたインターフェースにより直接個人に介入信号を出力するように構成される。これは、スタッフ又は他のリソースに任せずに個人に介入するための、最も簡単かつ最も直接的なアプローチである。この直接的な介入が失敗した場合、次のステップが開始され得る。

【0022】

有益な実施形態によると、本デバイスは、スタッフのスケジュールに関係したデータを取得するための第3のポートをさらに備える。警報が出された場合、スタッフのスケジュールが考慮され得、最も近い、若しくは手の空いた、又はより低い優先度のタスクを受けたスタッフが、個人を補助するために最初に警報を受ける。

20

【0023】

有益には介入ユニットは、スタッフのスケジュールと取得されたデータと予測とに基づいて、スタッフメンバーに介入信号を出力するように、及び、個人に対するスタッフの介入を開始させるように構成される。従って、行動が、ケアを受ける人に対するリスクを最小にしながら、スタッフの相応の労力、及び最も効果的な介入を伴って効率化される。

【0024】

好ましくは、個人の個人データは、年齢、性別、神経学的症状、症状、身体障害、服薬、転落履歴、心理プロファイルのうちの1つ又は複数を含む。これらのデータは、任意の事例において、個人が収容されるときにケア環境のITシステムに記憶され、従って、個人のリスクスコアの特定のために簡単に利用可能である。

30

【0025】

総リスクスコアは、有益には、個人の個人データを取得することにより、並びに、個人の近傍に、及び/又は個人に接触して配置された少なくとも1つのセンサーからセンサーデータを取得することにより特定される。従って、個人の実際の挙動と長期の健康記録との両方に基づく個人のリスクスコアがカスタマイズされ得、個人のベッド転落のリスクが高確度で予測され得る。

【0026】

本発明の好ましい実施形態によると、介入ユニットは、総リスクスコアと、所定の時間枠内における総リスクスコアの変化及び/又は推移とに基づいて、個人の個々の能力レベルを区別するように構成され、個人の能力レベルは、認知能力レベル、対話能力レベル、遵守性レベルを含む。異なるレベルが、切迫したベッド転落のリスクの簡単かつ信頼可能な評価を可能にし、互いに簡単に識別され得る。従って、それぞれの介入が開始され得る。

40

【0027】

認知能力レベルは、総リスクスコアが低いか又は中程度であるが、限られた時間窓内において低速から中程度の速度で増加することに関係する。これは、個人がインターフェースによる直接的な介入により介護され得る可能性が最も高い、最低レベルの介入である。

【0028】

対話能力レベルは、総リスクスコアが低いか又は中程度であるが、限られた時間窓内に

50

において大幅に増加することに関係する。この場合、システムが警報を受け、総リスクスコアが増加し続けた場合に警報を発する準備が整う。低下した場合、システムが警報ステータスを下げる。

【0029】

遵守性レベルは、総リスクスコアが高いと特定されることに関係する。総リスクスコアが終わりなく高い場合、システムは終わらない警報状態となり、厳しい状況についてスタッフが知らされ続けるようにする。

【0030】

好ましくは、個人に介入するステップは、インターフェースを介して直接個人に対応し、及び/又は、スタッフのスケジュールと取得されたデータと予測とに基づいてスタッフによる介入を開始させるステップを有する。これは、すべてのリソースの最適な使用により効果的に介入することを可能にし、従って、処理を効率化し、同時に各人をそれぞれの必要性に応じて個別に監視することを可能にする。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】患者の監視のための、並びにベッド転落を予測及び防止するための本発明のデバイス及びシステムの概略図である。

【図2】ビデオコンポーネントにより射程に入れられたベッドフレームの概略図である。

【図3】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図4】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

20

【図5】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図6】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図7】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図8】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図9】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図10】異なる条件におけるベッド内の患者を示す図である。

【図11】特定の患者の姿勢及び動きの加速度計信号の図である。

【図12】特定の患者の姿勢及び動きの加速度計信号の図である。

【図13】特定の患者の姿勢及び動きの加速度計信号の図である。

【図14】患者の落ち着きのない状態に関する図である。

30

【図15】患者の落ち着きのない状態と動揺とを比較した図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図1において、本発明の好ましい実施形態の概要が図式的に示される。本実施形態は、個人2を監視するためのデバイス1を備える。個人2は、特に病院のベッド内の患者であり得る。従って、以下、個人2は患者2と呼ばれるが、個人2は、また、療養施設の入居者、精神科病棟に入院している人、在宅ケアなどを受ける個人2であり得る。デバイス1の基礎となる原理は、監視下にある患者2に関係したベッド転落リスクは、例えば、患者2の年齢、特定の衰弱して行く（永久的な）状態、身体障害など、並びに、（病院における医療指針に対する遵守性/忠実さレベルに関係した）心理的構造といった変更不能なリスク因子と、例えば、落ち着きのない状態、錯乱のレベル、不安のレベル、ベッドを占有している間の患者2の動き（例えば不規則な動き）のタイプ及び速度といった変更可能なリスク因子との両方により特定される。

40

【0033】

デバイス1は、各患者2に関係したリスクスコアの計算が（変更不能な、及び変更可能な）上述のすべてのリスク因子の評価に基づくことを確実なものとし、かつ、ベッド転落事故を防止することによる解決策の完全な有効性を確実なものとするために、並びに、必要となきのみ医療関係者を関与させることに加えて、介入を実現するために最もアクセスしやすく、及び/又は対応しやすいスタッフを関与させることにより、医療スタッフの人的資源の最適化を確実なものとするために、実施された介入技法が各患者2に対して調

50

整されることを確実なものとする。

【 0 0 3 4 】

図 1 に示す実施形態のデバイス 1 は、第 1 のポート 3 を介して患者 2 が位置する患者の部屋 4 0 内に位置するセンサー 1 2 及び 1 3 に接続する。本実施形態は、特に、患者 2 の動きを監視するためのビデオカメラ 1 2 又は別の適切なデバイスの形態のセンサー 1 2 と、バイタルサインセンサー 1 3 の形態のセンサー 1 3 とを提供する。バイタルサインセンサー 1 3 は、特に、いずれもバイタルサインを査定するために適切であって、同時にストレス、不安、動揺などに関して結論が導かれることを可能にする、光電式容積脈波記録センサー、心拍モニター、血圧モニター、S p O 2 センサー、及び / 又は呼吸モニターであり得る。バイタルサインセンサー 1 3 は、患者の身体上に配置されるか、又は、特に P P G センサーが使用されるときは離れた位置に配置され得る。従って、連続的に、又は離散的な間隔でリアルタイムで入力を受けるセンサー 1 2、1 3 は、監視のための特定の冗長性を提供し、事故の正確でフェイルセーフな予測を可能にする。センサー 1 2、1 3 のうちの 1 つが正常でない場合、他方が依然としてデータを提供し得る。

10

【 0 0 3 5 】

センサー 1 2、1 3 により収集されたセンサーデータ 1 0 0、すなわちビデオデータ 1 3 0 及びバイタルサインデータ 1 4 0 は、それぞれ、ビデオ処理ユニット 8 及びバイタルサイン処理ユニット 9 に伝達される。処理ユニット 8、9 は、ビデオデータ 1 3 0 及びバイタルサインデータ 1 4 0 を分析することにより、リスク因子をリアルタイムで検出するように、及び、検出されたリスク因子に基づいて、各データセットに対するリスクスコア 1 1 0、1 1 1 を計算するように構成される。ビデオ処理ユニット 8 及びバイタルサイン処理ユニット 9、並びにビデオ処理ユニット 8 及びバイタルサイン処理ユニット 9 の機能は、図 2 から図 1 5 を参照しながら後でより詳細に説明される。

20

【 0 0 3 6 】

デバイス 1 は、センサーデータ 1 0 0 の品質を示す品質情報を特定するための査定ユニット 4 をさらに含む。従って、ビデオデータ 1 3 0 及びバイタルサインデータ 1 4 0 の信頼性が、評価され、及び重み付けされる。査定ユニット 4 は、処理ユニット 8、9 のそれぞれからリスクスコア 1 1 0、1 1 1 を取得し、データ 1 3 0、1 4 0 のそれぞれに対する信頼性値を特定し、後でより詳細に説明されるように、そこから可変リスクスコア 1 1 2 を計算する。バイタルサイン処理ユニット 9 は査定ユニット 4 と組み合わせて、バイタルサインリスクスコア検出デバイス 2 0 と呼ばれるのに対し、ビデオ処理ユニット 8 は査定ユニット 4 と組み合わせて、ビデオデータリスクスコア検出デバイス 3 0 と呼ばれる。ビデオセンサー 1 2 及びバイタルサインセンサー 1 3 のそれぞれが、デバイス 3 0 及び 2 0 のそれぞれと組み合わせて、システム 3 1 及び 2 1 と呼ばれる。

30

【 0 0 3 7 】

査定ユニット 4 は、ベッド転落事故に対する全体的な患者可変リスクスコア 1 1 2 をリアルタイムで計算するために、(上述のように規定された)リスク因子 1 1 0 及び 1 1 1、並びに、(以下でさらに詳細に説明されるように)センサー信頼性インジケータを使用する。可変リスクスコア 1 1 2 は、さらなる処理のために、計算ユニット 6 に送信される。特に、可変リスクスコア 1 1 2 は、ネットワーク通信プロトコルを介して、患者の部屋 4 0 から遠隔ワークステーションルーム 5 0 に送信され得る。

40

【 0 0 3 8 】

センサー信頼性は、以下でさらにビデオ処理ユニット 8 及びバイタルサイン処理ユニット 9 の機能を参照しながら詳細に説明されるように、環境及び接続能力因子に応じて、各センサーに関係した信頼性のレベルを示す。

【 0 0 3 9 】

従って、可変リスクスコア (V a r i a b l e R i s k S c o r e) 1 1 2 は、(上述のように規定された) R _ V i d e o 及び R _ V i t a l S i g n s の複合体であると規定され、センサー信頼性インジケータ (S R _ V 及び S R _ V S) は、重み付け因子として機能する。一例として、可能な実施態様において、S R _ V と S R _ V S との両

50

方が0である場合、可変リスクスコアが-1に設定され、システムが、信頼できない入力に起因して可変リスクスコアを計算することができないことを示す。すべての他の例において次式があてはまる。

$$\text{Variable Risk Score} = (\text{SR_V} * \text{R_Video} + \text{SR_VS} * \text{R_VitalSigns}) / (\text{SR_V} + \text{SR_VS})$$

$$(\text{可変リスクスコア} = (\text{SR_V} * \text{R_Video} + \text{SR_VS} * \text{R_VitalSigns}) / (\text{SR_V} + \text{SR_VS}))$$

【0040】

上述の式は、ビデオ信号が信頼できないときは常に、可変リスクスコア112が事実上、R_VitalSignsに等しいことを意味する。逆に、バイタルサイン信号が信頼できない場合、可変リスクスコア112が事実上、R_Videoに等しい。両方の信号が利用可能である場合、可変リスクスコア(variable risk score)112は、上述の2つのリスクスコア110及び111の平均である。疑似コードで次のように記述される。

```
if (SR_V = 0 AND SR_VS = 0) then
    variable risk score = -1
```

```
else
```

```
    variable risk score = (SR_V * R_Video
+ SR_VS * R_VitalSigns) / (SR_V + SR_VS)
(SR_V = 0であってSR_VS = 0である場合、可変リスクスコア = -1であり、その他の場合、可変リスクスコア = (SR_V * R_Video + SR_VS * R_VitalSigns) / (SR_V + SR_VS)である。)
```

【0041】

上述のコンポーネントは、患者2の近傍に配置される。しかし、以下のコンポーネントは、有益には、遠隔ワークステーションルーム50内に配置される。

【0042】

分類ユニット10は、患者2の臨床及び心理プロフィールに基づいて患者2を分類し、患者プロフィールに基づいて内因性リスクスコア113を提供する。本実施形態における患者プロフィールは、第2のポート5を介してデータベース16から取得される。患者プロフィールは、患者2に関して利用可能な任意の情報を含み、年齢及び性別から始まり、現在の診断結果、それぞれの服薬方法、患者の全面的な状態、病歴及びベッド転落履歴などをさらに含む。従って、患者プロフィールは、患者2のベッド転落リスクの評価のための主な情報源である。

【0043】

個人データ120は、臨床及び心理プロフィールを構成する変更不能なリスク因子を提供し、そこからの内因性リスクスコア113を提供する。

【0044】

変更不能なリスク因子は、患者の年齢（より高齢の患者は認知障害を発症するリスクがより高いので、ベッド転落リスクがより高い）、患者の性別（男性患者は、おそらくベッドを離れるときに補助を受けたがらない傾向がより高いことから、転落事故のリスクがより高いと考えられる）、（神経学的）症状（認知症（例えばアルツハイマー病）患者及びパーキンソン病患者は、空間失見当識、動揺の発現、及び睡眠障害に起因して患者の夢を行動化することといった傾向がより強いことに起因して、ベッドの外に落ちるリスクがより高いことが知られる。神経疾患を患うことは、これらの疾患を患っていない場合とは反対に、ベッド転落リスクレベルがより高いことに対応する）、現在又は以前の症状（幻覚／睡眠障害の発生が記録／観測されている場合、ベッド転落リスクレベルが高い、（認知、視覚）障害（視覚障害者は適切な距離を推定しないリスクがより高く、空間的に不注意であり、ベッド転落リスクレベルを高めることに寄与する）、服薬（多数の処方薬、又は鎮静状態、錯乱、平衡障害、又は立位性血圧変化を引き起こし得る薬を飲む患者は、転落のリスクがより高い）、ベッド転落履歴（一貫したベッド転落発生の履歴は、このような

10

20

30

40

50

事象が散発的である（又は以前に履歴がない）場合とは反対に、以後、事象が反復する可能性を高める）、及び心理プロファイル - 遵守性 / 忠実さレベル（患者の入院中の医療指針（例えば介護無しでベッドを離れない）に対する遵守性 / 忠実さレベルがより低い患者は、そうでない場合より、ベッドを離床しようとするときの転落のリスクがより高い）である。

【 0 0 4 5 】

上述のすべての変更不能な因子は（ベッド転落履歴及び心理プロファイルを除いて）、図 1 に示されるように患者電子健康記録 1 6 から分類ユニット 1 0 により規定される。

【 0 0 4 6 】

患者ベッド転落履歴は、患者が以前に経験した転落数に関係した単純な質問を介して評価される。（病院における医療指針に対する患者の遵守性 / 忠実さレベルに関係した）患者心理プロファイルは、ベースラインを特定する一手法として入院時のアンケート試験により特定される。このプロファイルは、入院中に介護無しでベッドを離れないといった医療上の助言に対する患者の遵守性 / 忠実さレベルに関係したさらなる学習に基づいて更新される。

10

【 0 0 4 7 】

内因性リスクスコア 1 1 3 は、上述の変更不能なリスク因子を評価することに基づいており、内因性リスクスコア (*Intrinsic Risk Score*) は、各リスク因子に関してパラメータ x_i ($i = 1 \dots 8$) だけ増やされる。これは、次の試験及び関係する演算を意味する。

20

【数1】

If Patient Age > 65 then
 Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x1

(患者の年齢>65である場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x1である。)

If Patient Gender = male then
 Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x2

(患者の性別=男性である場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x2である。)

If Patient (Neurologic) condition = yes then

Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x3

(患者の(神経学的)症状=yesである場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x3である。)

If Patient disabilities (visual or motoric) = yes then

Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x4

(患者の(視覚又は運動)障害=yesである場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x4である。)

If Patient medication (causing sedation etc.) = yes then

Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x5

(患者の(鎮静状態などをもたらす)服薬=yesである場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x5である。)

If Patient symptoms = yes then

Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x6

(患者の症状=yesである場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x6である。)

If Patient having a bed falling history = yes then

Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x7

(患者にベッド転落履歴がある=yesである場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x7である。)

If Patient level of adherence = low then
 Intrinsic Risk Score = Intrinsic Risk Score ⊗ x8

(患者の忠実さレベル=低である場合、内因性リスクスコア=内因性リスクスコア⊗x8である。)

ここで、単純な例において「⊗」は単純な加算を表し得る。

【0048】

システムの初期化時に、パラメータx1からx8が文献調査により示される値に基づいて初期化され得る一方で、経時的に、システムが、手近にある特定の集団に対するベッド転落の発生に対する上述の各リスク因子の影響を学習することにより、パラメータ値を調節する。これは、ベッド転落事象の可能性に対する各リスク因子の影響を理解するために、及び、上述のパラメータの値を更新するために、相関分析を実行すること、及び、各ベッド転落事故後、回帰法を適用することにより行われる。ここまでに示されるすべてのリスク因子は、転落事故の発生に対する原因的関連性を知るために、医療文献から得られる。(患者の特定の患者プロファイルが与えられたとき)各患者に対して各リスク因子がどの程度の原因的関連性をもつかという問題が残る。パラメータx1からx8は、それらの関係するリスク因子の原因的関連性を定量化し、このことは、それらの特定を必要なものとする。特定は、それらの(関係する)リスク因子の存在と転落事故の発生との間における相関レベルの査定により行われる。すなわち、リスク因子の発生が転落事故の発生に先行する回数が多いほど、リスク因子が特定のプロファイルをもつ患者に対する転落事故の

10

20

30

40

50

発生に対してより高い原因的関連性をもつ可能性が高い。リスク因子が転落事故をもたらす場合、リスク因子はさらに予測力をもつ。相関は、2つの変数 - この場合、リスク因子及び転落の発生 - が関係する程度を定量化する。相関係数 (r) を演算することは、他方の変数が変化したとき、一方の変数がどれだけ変化する傾向があるかを示す。その理由により、一実施形態において、パラメータ x 1 から x 8 は、例えば、相関係数 (又はこれらの因子) により表され得る。時間が経過するにつれて、システムは、この内因性リスクを特定することにおいて、益々正確になる。ベッド転落事故が発生しなかった場合、パラメータ調節は必要とされない。

【 0 0 4 9 】

さらに、査定ユニット 4 から可変リスクスコア 1 1 2 を取得し、分類ユニット 1 0 から内因性リスクスコア 1 1 3 を取得して、それらから総リスクスコア 1 1 4 を計算する計算ユニット 6 が提供される。総リスクスコア 1 1 4 は、データベース 1 6 から取得された患者プロフィールと一緒に、患者の臨床及び心理プロフィール及び総リスクスコア 1 1 4 に基づいて、患者 2 の切迫したベッド転落の防止のための技法を提供する介入ユニット 1 5 に対する入力となる。総リスクスコア (Total Risk Score) 1 1 4 は、次のように内因性リスクスコア (Intrinsic Risk Score) 1 1 3 値と可変リスクスコア (Variable Risk Score) 1 1 2 値との複合体である。

【 数 2 】

$$\text{Total Risk Score} = \text{Intrinsic Risk Score} + \text{Variable Risk Score}$$

(総リスクスコア=内因性リスクスコア+可変リスクスコア)

【 0 0 5 0 】

可能な実施態様において、この式は、上述の2つのリスクスコア 1 1 2 及び 1 1 3 の加重又は加重平均を表し得、変更可能なリスク因子と変更不能なリスク因子との衝突のレベルを表す、監視される集団のデータからの連続的なシステム学習に基づいて、重みが更新され得る。

【 0 0 5 1 】

好ましい実施形態によるデバイス 1 は、患者 2 の近傍に位置した、切迫したベッド転落をデバイス 1 が検出した場合に患者 2 に直接的に対応し得るフィードバックユニット 1 4 のような追加的なコンポーネントにさらに対応する。概して、デバイス 1 は、好ましくは、患者の部屋 4 0 と、他の構成要素が位置する遠隔ワークステーションルーム 5 0 との中にそれぞれにできる限り小さなコンポーネントを提供する構成を含む。この構成は、各患者 2 に対して監視システム全体を必要とせず、様々な位置にいる多くの患者 2 の監視を可能にする。

【 0 0 5 2 】

図 1 に示す好ましい実施形態によると、患者の部屋 4 0 内に、次のコンポーネントのみ、すなわち、ビデオカメラ 1 2、バイタルサインセンサー 1 3、それぞれの処理ユニット 8、9、及び査定ユニット 4 が設置される。代替的に、遠隔ワークステーションルーム 5 0 内に処理ユニット 8、9 及び査定ユニット 4 を配置すること、及び、例えば無線ネットワークにより、処理ユニット 8、9 に対してデータ 1 3 0、1 4 0 を送信することも可能であり得る。しかし、現在、現代のビデオカメラ 1 2 及びバイタルサインセンサー 1 3 は、ビデオカメラ 1 2 及びバイタルサインセンサー 1 3 のそれぞれの処理ユニット 8、9 と既に組み合わせられ得る小さなコンポーネントであるので、これらのコンポーネントは、患者の部屋 4 0 内に目立たずに配置され得る。処理ユニット 8、9 の近傍における査定ユニット 4 の配置は、各患者の個人センサーデータ 1 0 0 が、それぞれの患者 2 にあいまいさを伴わずに割り当てられて、例えば、個人センサーデータ 1 0 0 が計算ユニット 6 から要求されるまでデータ記憶装置 (図示されない) に収容され得るので、より簡単なデータ管理を可能にする。

【 0 0 5 3 】

さらに、フィードバックユニット14は、患者の部屋40内に配置される。フィードバックユニット14は、例えば、通常は患者2の娯楽のために病院内の患者の部屋40の各々内にいずれにせよ提供され、患者2と対話するために介入ユニット15により使用され得るマイクロホンを具備したTVディスプレイであり得る。代替的に、フィードバックユニット14は、どちらかと言えば医療スタッフにより使用される監視システムの一部であり得る追加的な独立したユニットであり得る。この場合、フィードバックユニット14は、切迫したベッド転落に関する警報があった場合に部屋に入るスタッフに対する情報源としても機能し得る。

【0054】

以下、ビデオカメラ12及びそれぞれの処理ユニット8の機能は、図2から図10を参照してより詳細に説明される。簡潔となるように、以下、ビデオカメラ12及び割り当てられた処理ユニット8は、参照符号12及び8を付されたコンポーネントを指して「ビデオコンポーネント」と呼ばれる。

【0055】

上述のように、ビデオコンポーネントは、2つの主機能を備えており、すなわち、一方で、ビデオデータ130の信頼性が評価され、その一方で、リアルタイムでリスク因子の存在の検出が行われ、それに基づいて、ビデオカメラ12により検出されたパラメータの観点からベッド転落事故の可能性を示すビデオデータリスクスコア110が計算される。この機能は、上述のビデオデータ130の信頼性が十分であると判定された場合にのみ実行される。

【0056】

ビデオデータ130の信頼性の評価は、例えば、ビデオセンサー信頼性を表す変数(SR_V)の使用により行われ得る。センサー信頼性が十分であると評価されたとき、SR_Vが1に設定され、そうでない場合に0に設定される。

【0057】

評価は、主に、照明レベル、シーンにおける動く物体のコントラスト変動の推定、並びに、カメラの信号対ノイズ比、及び、その結果としてさらにビデオデータ130の信号対ノイズ比に基づく。本出願において信号は、シーンにおける物体の動きの結果としての、シーンにおける最小コントラスト変化である。その意味で、照明レベル又はビデオデータ130の信号対ノイズ比が閾値未満であるとき(例えば6ルクス、3dBの信号対ノイズ比)は常に、センサー信号が信頼できないと判定され、SR_Vが0に設定される。照明と信号対ノイズ比との両方が閾値を上回った場合、SR_Vが1に設定される。閾値は、使用されるカメラのタイプ及び品質に依存し、初期化時にそのように設定されなければならない。この信号信頼性評価は、SR_Vの値が変えられる必要があるか否かを確認するために、特定の頻度で時間通りに、及び/又は、所定の間隔中に、又は代替的に連続的に行われ得る。

【0058】

リスク因子の検出及びビデオデータリスクスコア110の計算は、信頼性値SR_Vが1であることが観測された場合にのみ行われる。ビデオデータ130が信頼可能であるとみなされる限り、ビデオ処理ユニット8がビデオデータ130を処理し、患者の体の姿勢及びベッド内の占有された位置を主に表す多くのリスク因子をリアルタイムで検出する。例は、患者の胸が仰向けの位置から起きていること、患者2が落ち着きなく、向きを変え、かつ転げ回ること、又は、患者2がベッド縁部付近にいることである。

【0059】

加えて、ビデオコンポーネントは、例えば意図的な、及び意図しない患者2のベッド離床といった事象を検出することができる。患者2が意図的にベッドを離床した場合、ベッド離床インジケータが1に設定される(BE=1)のに対し、そうでない場合は、ベッド離床インジケータが0に設定される。患者2が意図せずベッドの外に落ちた場合、ベッド転落離床インジケータが1に設定される(BF=1)のに対し、そうでない場合は、ベッド転落離床インジケータが0に設定される。追加的に人が部屋内に存在する場合

10

20

30

40

50

、追加的人インジケータが1に設定される（ $AP = 1$ ）のに対し、そうでない場合は、追加的人インジケータが0に設定される。

【0060】

上述の変更可能なリスク因子を検出することは、ビデオデータ130に基づいて、ベッド転落事故に対するビデオデータリスクスコア110を計算することを可能にする。カメラが信頼できない（ $SR_V = 0$ ）場合、処理ユニット8は、信号をまったく処理せず、ビデオデータリスクスコア110が、信号の信頼性欠如に起因してリスクが評価されなかったことを示す-1に設定される。ビデオ信号が信頼可能でないことが見出された場合、システムは、バイタルサインセンサー13からのリスクスコアに基づいて応答し、逆も同様である。信号のうちのいずれも信頼可能でない場合、デバイス1は、リアルタイム監視が不可能であることと、技術チームが患者の部屋40に行き、問題を解決して信号品質を回復させる必要があることとに関するメッセージを介入ユニット15に送信する。好ましい実施形態によると、デバイス1は、自己診断して、信号の信頼性欠如の原因と共にログを記録し得る。バイタルサイン信号の場合、原因は、例えば不十分なネットワーク帯域幅、不十分なスループットなどであり得る。ビデオ信号の場合、不適切な照明状態などが、信号の信頼性欠如の原因であり得る。ログは、さらには、最も多く現れる原因、最も多く発生する位置/患者の部屋40などに対する統計を提供し得る。次に、ログは、問題を解決するために技術チームにより使用される。

10

【0061】

ビデオデータ処理ユニット8の出力は、 SR_V 信号信頼性インジケータ及びビデオデータリスクスコア110を含む。これらのデータは、査定ユニット4に伝送される。

20

【0062】

さらに、ビデオデータ処理ユニット8は、例えば介護無しでベッドを離れないことに対する患者の遵守性レベルを学習することに役立つように、分類ユニット10による検索のためにデータを提供する。分類ユニット10に引き渡されるデータは、 SR_V 信号信頼性インジケータ、検出された意図的なベッド離床及び意図しないベッド転落事象に対するBE及びBFコード、並びに追加的人インジケータAPである。

【0063】

以下、上述のリスク因子の検出のためのアルゴリズムが説明される。まず図2を参照する。

30

【0064】

図2に、患者2（図2に示されない）のための非常に概略的なベッド200が示される。

【0065】

ベッド転落予測のための本発明のデバイス1は、知られることになるビデオカメラ12により射程に入れられたフレーム内の、例えば4つのベッド縁部201a、201b、201c、及び201dといったベッド空間を示す点の（ x, y ）座標を推定する。ベッド縁部201a、201b、201c、及び201dは、例えば入力デバイス（図示されない）として機能する視覚エディタ内にベッド縁部201a、201b、201c、及び201dを描くことにより手動で示され得るか、又は、ベッド縁部201a、201b、201c、及び201dは自動的に検出され得る。

40

【0066】

ベッド縁部201a、201b、201c、及び201dの座標に基づいて、アルゴリズムが以下のステップを実行する。

1. パラメータを検出するときに後で使用される、第1の関心領域202と、第1の関心領域202に隣接して、及びベッド縁部201c及び201dに隣接して配置された2つの部分203a及び203bに分かれる第2の関心領域203とを規定する。

2. 学習に基づいて特定された特定の長さ及び最大分散により有効な軌道が規定された状態で、第2の関心領域203a及び203b内における有効な運動軌道を特定する。

3. 有効な運動軌道をクラスター化して、多くの像フレーム（本例では15像フレーム

50

- この閾値は速度などの、シーンにおける動き挙動に従って、学習及び適応される必要がある)にわたって、方向、傾き、位置、及び長さに基づいて、動くエンティティを識別する。

4. エンティティに属するすべての有効な運動軌道の終点の x 、 y 座標の中央値を計算することにより、各エンティティの重心運動を特定する。

5. 基準センターオブモーショングラビティ、すなわち、すべての重心のうちの最大 x 座標をもつ重心である最右部センターオブモーショングラビティ 401 と、すべての重心のうちの最低 x 座標をもつ重心である最左部センターオブモーショングラビティ 400 と、すべての重心のうちの最大 y 座標をもつ重心である最高部センターオブモーショングラビティ 402 と、すべてのエンティティにわたるシーンにおけるすべての有効な軌道の終点の x 座標の中央値に基づいて計算されるグローバルセンターオブモーショングラビティとを特定する。

【0067】

軌道は、シーンにおける特定の点のコントラストの変化に基づいて計算される、ビデオシーンにおける物体の動きの軌道として規定される。これらの点は、可能な開始軌道点として示される点である。シーンにおける点のコントラスト変動性は、その点が開始軌道点になるか否かを判定する。候補となる開始軌道点により始まり、その開始点からの移動方向を与える像内における x 方向及び y 方向の勾配が計算される。このように、次の軌道点が特定される。軌道は、所与の数のビデオフレーム（例えば15フレーム）中に形成される。軌道がその数のフレーム中に形成されたとき、軌道を有効な軌道として容認又は拒絶するための確認が実施される。軌道の有効性は、物体の理論的な動きの典型的な特性に基づいて、判断され得る。例えば、軌道の長さ、軌道の湾曲、軌道点の変動などが、軌道の容認のための品質インジケータとして使用され得る。

【0068】

以下のエンティティは、共通した特性をもつシーンにおける軌道の集合又は動点の集合として規定される。クラスター化アルゴリズム、すなわち、よく知られた k -means クラスター化が、例えば色、軌道の長さ、軌道の傾き、軌道点のヒストグラムなどに基づいて、軌道又は動点をクラスター化するために使用され得る。本例において、軌道が例えば15フレーム長にわたって計算されるが、その長さは対応する動く物体の速度に依存することに注意されたい。シーンにおける軌道又は動点をクラスター化することにより、患者の体の部位だけでなく、さらにベッドシートなどの他の動くものが、それらに共通した特性に起因してそのように識別される。

【0069】

重心値は、ビデオ情報に基づく。実際に、重心値は、動点及び/又は軌道をクラスター化するための異なる、及びより簡単なアルゴリズムである。シーンにおける(以下で説明される)関心領域 202、203 内のすべての動点又は軌道の開始点の x 座標の中央値が、重心 400、401 の x 座標値を導出するために計算される。比較可能な、シーンにおける関心領域 202、203 内のすべての動点又は軌道の開始点の y 座標の中央値が、重心 402 の y 座標値を導出するために計算される。加えて、シーンにおける関心領域 202、203 内の動点の一部が、関心領域 202、203 内における物体の特定の副次的部分の重心 400、401、402 を計算するために使用され得、すなわち、シーンにおける窓の全域的な重心点の右側における点の30%のみを使用する。

【0070】

ベッド縁部 201a、201b、201c、201d の座標に基づいて、アルゴリズムが、上述の2つの関心領域 202 並びに 203a 及び 203b を規定する。第1の関心領域 202 は、ベッド 200 の中央セクションにわたって水平に延びた下基部 204 をもつ長方形である。水平の下基部 204 は、長さの観点でベッド 200 の幅を上回らない。縦方向において、第1の関心領域 202 は、上部ベッド縁部 201a を越えて延び、上部ベッド縁部 201a は、縦方向において第1の関心領域 202 の中央に位置する。

【0071】

第2の関心領域203a及び203bも、形状という観点で実質的に長方形であり、下基部205は水平に延び、ベッド200の中央セクションにわたって第1の関心領域202の下基部204に実質的に平行である。水平の基部205は、ベッド200の幅の約半分だけベッド200の幅を越える。縦方向において、本領域は、上部ベッド縁部201aを越えて延び、上部ベッド縁部201aが、縦方向において第1の関心領域202の中央に位置する。第2の関心領域203a及び203bの総寸法は、第1の関心領域202と概ね同じ寸法である。しかし、関心領域202及び203のための任意の適切な寸法が選択され得る。

【0072】

以下、方法が説明され、本方法により、ビデオコンポーネントが関心領域202、203及びセンターオブモーショングラビティ400、401、402に基づいて、異なる動きのタイプに割り当てられたパラメータを自動的に検出する。各パラメータ検出ステップの結果は、各パラメータの設計に従って計算されたインジケータの値である。値は、次の式に従った[R, G, B]タプルである緑色から赤色の範囲内における、検出可能なパラメータ(落ち着きのない状態、ベッド離床、胸が起きた状態など)の各々に対する個人視覚出力インジケータUI_RGB300に変換される。

$$UI_RGB = [*255, (1 -) * 255, 0]$$

【0073】

出力インジケータ値は、ビデオコンポーネントのユーザーインターフェースにおける表示のために使用される。ユーザーインターフェースは、図1において明示的に示されないが、例えばスクリーンなどの任意の適切なディスプレイユニットであり得る。その意味で、特定のパラメータのUI_RGBインジケータ300が赤色により近い場合、そのパラメータは、カメラにより射程に入れられたフレーム内でより目立って存在するように検出され、例えば、患者2がベッド縁部201a、201b、201c、又は201dにより近いこと、又は患者2が非常に落ち着きのない状態にあることが検出される。逆に、特定のパラメータのUI_RGBインジケータ300が緑色により近い場合、そのパラメータは、カメラにより射程に入れられたフレーム内でより目立たずに存在するように検出され、例えば、患者2がベッド縁部201a、201b、201c、201dからより遠いこと、又は、患者2がベッド内で非常に静かな状態で寝ていることが検出される。

【0074】

図3から図10に、患者2の異なる条件において、カメラにより射程に入れられたフレームが示される。ディスプレイに、それぞれのUI_RGBインジケータ300が、ディスプレイの左側及び右側における2つの列に例示的に配置され、左側は、「ベッド離床」事象に対するインジケータ301、「ベッド縁部」201a、201b、201c、201dに向かう患者の動きに対するインジケータ302、直立した「胸が起きた状態」の姿勢に対するインジケータ303、及び、「落ち着きのない状態」に対するインジケータ304を含む。右側には、ビデオデータ「リスクスコア」110に対するインジケータ305、及び、「転落事故」に対するインジケータ306が配置される。もちろん、任意の他の適切な数及び配置のUI_RGBインジケータ300が可能である。さらに、図において白黒で鮮明にUI_RGBインジケータ300の色を表すために、インジケータ300のうちの任意のものに対する空の正方形が緑色を表すのに対し、正方形内の点の数の増加は黄色及びオレンジ色を経由して赤色に向かう変化を表す。インジケータ300の各々に対する塗りつぶされた正方形は、赤色を表す。

【0075】

前述の関心領域202、203に基づいて、ビデオコンポーネントは、最高部センターオブモーショングラビティ402が特定の閾値より高く位置するとき、患者の胸が寝ている位置から起きていることを検出する。この特定の閾値は、図2に示す第1の関心領域の上部境界202未満である。この閾値は、ビデオの集合にわたって学習される。患者の胸が直立位置にある状況が図3に示される。

【0076】

10

20

30

40

50

閾値は、シーンにおける動く物体の点を実際に表すシーンにおける動点から、ノイズに起因して動くように見えるシーンにおける動点を区別するために使用される。閾値の値は、ビデオのノイズレベルを推定することにより計算される。その計算は、像内におけるそれらの位置に動く物体が位置しないときのシーンにおける特定の点の平均ノイズレベルに基づいて実施する。例示的なフレームの上部における5つの点が、ビデオのノイズを計算するために使用されるが、シーンに散在する点の任意の集合が、この計算のために使用され得る。閾値は、多くのステップにおいて計算される。

【0077】

閾値を計算するために使用される点が、シーンにおける動く物体の点でない場合、最新の、すなわち60フレームにわたる点の強度の値を取得して、点の強度の分散が計算される。

10

【0078】

ビデオの閾値を計算するために使用される点は、シーンにおけるその点に動く物体が位置するか否かに関係して評価される。それは、点の強度変化を監視することにより実施する。点の強度の平均値の変化、すなわちビデオの最新の60フレームにわたって計算された変化が急激な変化を示す場合、その点の分散、すなわちビデオの最新の60フレームにわたる分散は、その瞬間におけるビデオの閾値の計算において考慮されない。

【0079】

上述の検討に基づいて拒絶されない点が、その瞬間におけるビデオのノイズレベルの分散を計算するために使用される。その瞬間におけるビデオのノイズレベルの分散は、シーンの閾値を計算するために使用される点の分散に依存する。その依存関係は、分散の平均又は分散の最大値であり得る。

20

【0080】

次に、その瞬間におけるビデオの閾値が、標準偏差（その瞬間におけるビデオの前述の評価された分散の平方根）の倍数として計算される。乗算の係数は4に設定される（標準偏差の4倍）が、それは、現場データが利用可能なときの訓練アルゴリズムに基づく。訓練アルゴリズムは、臨床試験からの実際のビデオを使用しながら反復学習システムを訓練することに基づく。

【0081】

図3においてさらに認識され得るように、最高部センターオブモーショングラビティー402が閾値より高いとき、「胸が起きた状態」の姿勢に対するインジケータ303が赤色になるだけでなく、さらに、ビデオデータリスクスコア110を示すそれぞれのインジケータ305が緑色からオレンジ色に変化して、ベッド200からの転落が発生する可能性があることを示す。同様に、患者2が上半身を起こすだけでなく、ベッド200の片側にわずかに移動したので、ベッド縁部201a、201b、201c、201dへの接近に対するインジケータ302が、オレンジ色に向かって変化する。上半身を起こすことは特定の量の動きを意味するので、落ち着きのない状態に対するインジケータ304が、さらに、緑色からわずかに離れる。

30

【0082】

ここで図4を参照すると、ビデオコンポーネントは、落ち着きのない状態を検出するために、多くの連続したフレームにわたり、例えば2秒の時間間隔で、水平方向におけるグローバルセンターオブモーショングラビティーの運動の分散を計算し得る。この分散が学習を介して決定され得る閾値より高い場合、ビデオコンポーネントは、患者2に落ち着きがないことを検出する。図4における落ち着きのない状態に対するインジケータ304は、上述の分散が閾値より高いときに赤色になる。分散が閾値から遠く離れているほど、インジケータ304が赤色から遠く離れて緑色に近づいて、患者2が静かに休んでいることを示す。さらに、「胸が起きた状態」の姿勢に対するインジケータ303、及び、ベッド縁部201、201b、201c、201dへの患者の接近に対するインジケータ302は、緑色からオレンジ色又は赤色に向かって変化する、ビデオデータリスクスコア110に対するインジケータ305も同様である。

40

50

【 0 0 8 3 】

図 5 A 及び図 5 B によると、ビデオコンポーネントは、縦方向のベッド縁部 2 0 1 c、2 0 1 d に対する患者の位置の段階的なインジケータ 3 0 2 をさらに提供する。その意味で、右側のベッド縁部 2 0 1 c に対する患者の位置を監視することは、図 2 における第 1 の関心領域 2 0 2 の右の縦縁部に対する最右部センターオブモーショングラビティ 4 0 1 の位置を監視することにより行われる。

【 0 0 8 4 】

逆に、ビデオコンポーネントは、第 1 の関心領域 2 0 2 の左の縦縁部に対する最左部センターオブモーショングラビティ 4 0 0 の位置を監視することにより、左のベッド縁部 2 0 1 d に対する患者の位置を監視する。インジケータ 3 0 2 の値は、センターオブモーショングラビティ 4 0 0、4 0 1 のそれぞれが同じ側の第 1 の関心領域 2 0 2 の縦縁部からより遠いとき、緑色により近く、センターオブモーショングラビティ 4 0 0、4 0 1 がその同じ縁部により近いとき、赤色により近い。

10

【 0 0 8 5 】

結果的に、図 5 A は、患者 2 がベッド縁部 2 0 1 c に触れているので、オレンジ色でインジケータ 3 0 2 を示すのに対し、図 5 B では、患者 2 がベッド縁部 2 0 1 c を登っているか、又は、ベッド縁部 2 0 1 c の上にいるので、インジケータ 3 0 2 が赤色である。関与する異なる動きの混じり合いに起因して、同様に他のインジケータ 3 0 0 もそうした他のインジケータ 3 0 0 の色を変える。図 5 A では、患者 2 が依然としてベッド内 2 0 0 にいるので、「ベッド離床」インジケータ 3 0 1 が依然として緑色であるのに対し、患者 2 がベッド 2 0 0 を離れつつあるとき、図 5 B においてそれぞれのインジケータ 3 0 1 がオレンジ色に変わる。ビデオデータリスクスコア 1 1 0 に対するインジケータ 3 0 5 もオレンジ色である。患者 2 の行動が多くの動きを伴うとき、落ち着きのない状態のインジケータ 3 0 4 が同様に緑色から離れる。

20

【 0 0 8 6 】

さらに、ビデオコンポーネントは、水平センターオブモーショングラビティ（最右部及び最左部）4 0 0 及び 4 0 1 の両方が第 1 の関心領域 2 0 2 の縦方向の境界内にあるとき、患者 2 が、例えば睡眠又は鎮静状態にある間、大きな動きをせずにベッド 2 0 0 内で安全であることを検出し得る。これは図 7 に示され、図 7 では、患者 2 が動いていないので、インジケータ 3 0 0 のそれぞれがすべて緑色である。

30

【 0 0 8 7 】

図 6 A 及び図 6 B は、患者 2 がベッド内で安全であることが検出される、昼光及び夜間状態におけるビデオコンポーネントの実行を示す。この場合、インジケータ 3 0 0 は示されない。しかし、患者 2 を覆うブランケット上の点 4 0 0 及び 4 0 1 は、ベッド縁部 2 0 1 c、2 0 1 d の領域内、すなわち、第 1 の関心領域 2 0 2 の縦方向の境界内において両方が観測される 2 つの水平センターオブモーショングラビティを表す。

【 0 0 8 8 】

最左部センターオブモーショングラビティが第 1 の関心領域 2 0 2 の右の縦縁部を越えた、及び、最右部センターオブモーショングラビティ 4 0 1 が第 2 の関心領域 2 0 3 b の右の縦縁部を越えたとき、ビデオコンポーネントは、患者 2 がベッド 2 0 0 を意図的に離床したことを検出する。図 8 及び図 9 に示されるように、前述の条件が満たされたとき、「ベッド離床」に対するインジケータ 3 0 1 が赤色になる。ここまで既に詳細に説明されるように、この場合、ベッド 2 0 0 を離れることは、例えば胴を起こすこと、ベッド縁部 2 0 1 c に向かって動くこと、従って、さらにビデオデータリスクスコア 1 1 0 を大きくさせるきっかけとなることといった多くの動きを伴うので、他のインジケータ 3 0 0 が色を変える。

40

【 0 0 8 9 】

ビデオコンポーネントは、最高部センターオブモーショングラビティ 4 0 2 が関心領域 2 0 2 の基部 2 0 4 及び関心領域 2 0 3 の基部 2 0 5 の下方に位置する特定の水平閾値未満に位置する場合、最左部センターオブモーショングラビティ 4 0 0 が第 1 の関心領

50

域 202 の右の縦縁部を越えた、及び最右部センターオブモーショングラビティ 401 が第 2 の関心領域 203 b の右の縦縁部を越えたとき、患者 2 がベッド 200 の外に落ちたことを検出する。閾値は、多くのビデオにわたる学習を介して決定される。図 10 に示されるように、前述の条件が満たされたとき、「ベッド転落」に対するインジケータ 306 が赤色になる。患者 2 がこの時点でベッド 200 の外部で寝ているが、胸が下がっているため、他のインジケータ 300 が同様に参与して色を変化させ、「胸が起きた状態」のインジケータ 303 のみが緑色となる。

【0090】

全面的なベッド転落リスクを示すビデオデータリスクスコア (Video data risk score) 110 の計算は、転落検出を除く検出されたすべてのパラメータの線形結合又は和を、計算に関係する検出されたリスク因子の数 (No_RF) で割ったものに基づく。図 3 から図 10 に示される例において、リスク因子の数は 3 であり (No_RF = 3)、すなわち次式のとおりである。

$$\text{Video data risk score} = (\text{Torso Up} + \text{Restless} + \text{Bed Edge}) / \text{No_RF}$$

(ビデオデータリスクスコア = (胸が起きた状態 + 落ち着きのない状態 + ベッド縁部) / No_RF)

【0091】

以下、バイタルサインセンサー 13 の機能が詳細に説明される。以下、ビデオコンポーネントと同様に、バイタルサインセンサー 13 及びそれぞれのバイタルサイン処理ユニット 9 は、「バイタルサインコンポーネント」と呼ばれる。処理ユニット 9 は、ここまでに図 1 を参照して説明されるように、患者の部屋 40 内のバイタルサインセンサー 13 から入力を受信する。

【0092】

デバイス 1 のこの部分が、例えば脈拍計、血圧を監視するためのデバイスなどといった、患者の部屋 40 内に、又は患者の体に直接配置されたバイタルサインセンサー 13 から入力を受信する。代替的に、バイタルサインセンサー 13 は、遠隔センサー、例えば特定の皮膚エリアを照射することにより血中酸素含有量を監視し得る PPG センサーであり得る。バイタルサインコンポーネントは、繰り返しになるがビデオコンポーネントと同様に 2 つの機能を兼ね備える。一方で、バイタルサイン又は生理学的信号 (例えば心臓信号、呼吸信号、加速度計信号など) の信頼性が評価され、その一方で、システムがリスク因子の存在をリアルタイムで検出し、リスク因子の存在に基づいて、システムが、ベッド転落事故の可能性を示すリスクスコアを計算する。この機能は、上述のように生理学的信号の信頼性が十分であると判定された場合にのみ実行される。

【0093】

リアルタイムで検出される変更可能なリスク因子は、次のもの、すなわち、患者が緊張又はストレスを感じることに、患者が不安を感じることに、患者が落ち着きのない状態にあることに、すなわち転げ回ること、及び向きを変えることに、又は、患者が動揺を感じることにあり、これらは強く又は速く大きな不規則な動きを介して表される。さらに、ベッド空間における患者の姿勢、すなわち、患者の胸が起きた状態であることに、患者がベッド縁部から身を乗り出した状態であることに、又は、患者がベッド外に到達した状態であることが検出され得る。

【0094】

上述の変更可能なリスク因子を検出することは、バイタルサインセンサー 13 からの入力に基づいて、ベッド転落事故に対するバイタルサインリスクスコア 111 を計算することを可能にする。以下のバイタルサインリスクスコア 111 は、R_Vital Signs と表記される。バイタルサインセンサーが信頼できない場合、システム 11 は、信号をまったく処理せず、信号の信頼性欠如に起因してリスクが評価されなかったことを示すために、R_Vital Signs が -1 に設定される。

【0095】

10

20

30

40

50

バイタルサインセンサーから受信された生理学的信号の信頼性の評価は、バイタルサインセンサー信頼性 SR_VS を表す変数により行われる。センサー信頼性が十分であると評価されたとき、 SR_VS が 1 に設定され、そうでないときは、0 に設定される。

【0096】

評価は、信号ブロードキャストイングレートに、並びに、信号アーチファクトのレートに基づく。その意味で、信号ブロードキャストイングレートがシステム要件として規定された閾値（例えば 1 Hz）未満であるときは常に、バイタルサインセンサー 13 の信号が信頼できないと判定され、 SR_VS が 0 に設定される。同様に、信号アーチファクトのレートが閾値を上回った場合、例えば、動く時間窓内における外れ値サンプルの割合が閾値より高い場合、すなわち、例えば、1 分の窓内において 10 % を上回るサンプルが外れ値である場合、バイタルサインセンサー 13 の信号が信頼できないと判定され、 SR_VS が 0 に設定される。

10

【0097】

しかし、信号ブロードキャストイングレート並びに信号アーチファクトレートが上述の閾値に対して許容可能範囲内である場合、 SR_VS が 1 に設定される。

【0098】

この生理学的信号の信頼性評価は、特定の頻度で、若しくは特定の間隔で時間通りに、又は、動く信号窓を使用して連続的に行われ得る。動く信号窓を使用して連続的に行うという選択肢は、評価される信号の小部分をバッファリングすることを意味し、プロセッサの性能を簡略化することに役立つ。

20

【0099】

以下、バイタルサインデータ 140 に基づくリスク因子の検出及びリスクスコアの計算が説明される。

【0100】

バイタルサインコンポーネントは、専用処理ユニット 9 において動作し、バイタルサインセンサー 13 から入力を受信し、その入力に基づいて、バイタルサインコンポーネントが、上述のようにベッド転落事故につながる多くのリスク因子をリアルタイムで検出する。本コンポーネントは、上述のリスク因子の検出を使用して、ベッド転落事故に対する可能性をリアルタイムで示すバイタルサインリスクスコア $R_Vital\ Signs\ 111$ を計算する。従って、それぞれの構成要素の出力は、 SR_VS 信号信頼性インジケータ及び $R_Vital\ Signs$ リスクスコア 111 を含む。

30

【0101】

患者 2 が何らかの緊張又はストレスを感じた場合、それぞれのリスク因子が、次の手法で、すなわち、システムが（例えば 0.5 分といった）閾値より長い時間窓内において、HR、RSP 速度に対するベースライン平均に対するわずかに高い平均値の増加傾向（例えば 5 % 未満の増加）を検出し、HRV に対するわずかに低い値を検出するが、システム 11 が ACC 信号において大幅な動きを検出しない手法で、心拍（HR）、心拍変動（HRV）、呼吸速度（RSP 速度）、及び加速度計（ACC）信号を分析することにより検出される。加速度計は好ましくは、患者 2 の胸に配置されるが、体の他の適切な位置にも配置され得る。

40

【0102】

患者 2 が不安を感じた場合、システムは、（例えば 0.5 分といった）閾値より長い時間窓内において HR、RSP 速度に対するベースライン平均に対する大幅に高い平均値の増加傾向（例えば 5 % より大きな増加）を、及び、HRV に対するより低い値を検出するが、システムは、ACC 信号において大幅な動きを検出しない。

【0103】

さらに、図 11 から図 15 を参照して説明されるように、ベッド 200 内における患者の姿勢が、それぞれのリスク因子を特定するために使用される。

【0104】

患者 2 がベッド 200 内で上半身を起こしている場合、図 11 に示す「T o r s o u

50

p (胸が起きた状態) 信号が、x、y、z 加速度計信号に次の式 (1)、すなわち、
【数 3】

$$\text{Torso up(胸の起きた状態)} = \sin(\varphi) = \frac{-tn_y}{\sqrt{tn_x^2 + tn_y^2 + tn_z^2}} \quad (1)$$

及び、

【数 4】

$$tn_i = \frac{lcounts_i - cming_i}{cplusg_i - cming_i} \cdot 2 - 1 \quad 10$$

を適用することにより計算される。

【0105】

ここで、 $lcounts_i$ (i はチャンネル番号 x、y、z を表す) は、カットオフ = 1 Hz として低域通過フィルタ処理された加速度計カウントであり、 $cming_i$ = 加速度 - g に対する $lcounts$ 、 $cplusg_i$ = 加速度 + g に対する $lcounts$ である。

【0106】

前述の式は、加速度計カウント「 $lcounts$ 」の正規化のために使用されて、(重力加速度が負の座標方向を指す場合の)「-1」から(重力加速度が正の座標方向を指す場合の)「+1」の範囲に正規化された値「 tn 」を導く。「+x」方向は、患者の胸から患者の左側に向かう方向を指し示し、「-x」方向は、患者の右側に向かう方向を指し示す。「+y」方向は、患者の頭部に向かう方向を指し示し、「-y」方向は、患者の足に向かう方向を指し示す。「+z」方向は、胸から外に向かう方向を指し示す、「-z」方向は、患者の胸から患者の背中に向かう方向を指し示す。例：休んでいる患者の正規化された加速度計読み取り値 (0 ; 0 ; -1) は、「仰向け」の位置を示すのに対し、読み取り値 (0 ; -1 ; 0) は、「胸が起きた状態」の位置を示す。

【0107】

図 11 に示されるように、Torso Up (胸が起きた状態) 信号が 0.7 より大きなピーク値に達したとき、システム 11 は、患者 2 が患者 2 の胸を起こしたことを検出する。図 11 における左下部分の丸印は、図 11 の残りの 3 つの部分において 3 つの軸に沿って示される、現在の「胸が起きた状態」の状況を示す。

【0108】

患者がベッドの外に到達した状態である場合、図 12 に示す「Reach out (外に到達した状態)」信号が、x、y、z 加速度計信号に式 (2)、つまり、

$$\text{Reach out} = |\sin(2\psi)| \cdot (tn_z > 0) \cdot \sin(2\psi) \cdot (tn_y < 0) \quad (2)$$

$$(\text{外に到達した状態} = |\sin(2\psi)| \cdot (tn_z > 0) \cdot \sin(2\psi) \cdot (tn_y < 0) \quad (2)) \quad 40$$

並びに、

【数 5】

$$\sin(2\psi) = \frac{2 \cdot |tn_x \cdot tn_z|}{tn_x^2 + tn_z^2}$$

及び、

【数 6】

$$\sin(2\varphi) = \frac{-2 \cdot \tan_y \cdot \sqrt{\tan_x^2 + \tan_z^2}}{\tan_x^2 + \tan_y^2 + \tan_z^2}$$

を適用することにより計算される。

【0109】

従って、「Reach out」における第1の因数(=|sin(2)|*(t_z > 0))は、 = 45度であってt_z > 0の場合に最大(=1)となる。「Reach out」における第2の因子(=sin(2)*(t_y < 0))は、 = 45度であってt_y < 0の場合に最大(=1)となる。

【0110】

図12に示されるように、Reach out信号が0.8より大きなピーク値に達したとき、システム11は、患者2が外に到達した状態であることを検出する。図12における左下部分の丸印は、図12の残りの3つの部分において3つの軸に沿って示される現在の「外に到達した状態(reach out)」の状況を示す。

【0111】

患者2がベッド縁部201から身を乗り出した状態である場合、図13に示す「Lean over(身を乗り出した状態)」信号が、x、y、z加速度計信号に式(3)、すなわち、

$$\text{Lean over} = |\sin(2)| \cdot (t_{n_z} > 0) \cdot -\sin(2) \cdot (t_{n_y} > 0) \quad (3)$$

$$(\text{身を乗り出した状態} = |\sin(2)| \cdot (t_{n_z} > 0) \cdot -\sin(2) \cdot (t_{n_y} > 0) \quad (3))$$

並びに、

【数 7】

$$\sin(2\psi) = \frac{2 \cdot |\tan_x \cdot \tan_z|}{\tan_x^2 + \tan_z^2}$$

及び、

【数 8】

$$\sin(2\varphi) = \frac{-2 \cdot \tan_y \cdot \sqrt{\tan_x^2 + \tan_z^2}}{\tan_x^2 + \tan_y^2 + \tan_z^2}$$

を適用することにより計算される。

【0112】

従って、「Lean over」における第1の因数(=|sin(2)|*(t_z > 0))は、 = 45度であってt_z > 0である場合、最大(=1)となる。「Lean over」における第2の因子(=-sin(2)*(t_y > 0))は、 = -45度であってt_y > 0である場合、最大(=1)となる。

【0113】

図13に示されるように、Lean Over信号が0.5より大きなピーク値に達した場合、システム11は、患者2が身を乗り出した状態であることを検出する。図13における左下部分の丸印は、図13の残りの3つの部分において3つの軸に沿って示される現在の「身を乗り出した状態」の状況を示す。

【0114】

落ち着きのない状態は、患者の胸が水平に配向されて、体の転げ回る動き、及び向きを変える動きに注目したとき、動きの広がりが限られ、x軸及びz軸において支配的となる運動として規定される。患者2が落ち着きのない状態にあるとき、図14に示される「restlessness (落ち着きのない状態)」信号がx、y、z加速度計信号に式(4)、すなわち、

$$Restlessness = movav(50 \cdot rm, 5s) \quad (4)$$

(落ち着きのない状態 = $movav(50 \cdot rm, 5s)$ (4))

及び、

【数9】

$$rm = \sqrt{rn_x^2 + rn_y^2 + rn_z^2} \cdot (1 - TorsoUp)$$

を適用することにより取得され、ここで、TorsoUpは、上述の式(1)において規定され、さらに次式が使用される。

【数10】

$$rn_i = \frac{hcounts_i}{cplusg_i - cming_i} \cdot 2$$

であり、ここで、 $movav(A, T)$ は期間TにわたるAの移動平均であり、 $hcounts_i$ はカットオフ=2Hzとして高域通過フィルタ処理された加速度計カウントを表す(iは加速度計チャンネルx、y、又はzである)。

【0115】

量「 rn_i 」は、各座標方向iに対する、正規化された高域通過フィルタ処理された加速度計信号である。次に、個々の成分 rn_i により与えられたベクトルの大きさ、すなわち、患者2の急速に変動する加速度を示す量が計算される。しかし、患者2は、歩行、走行、又は跳躍などの「通常の」行動も実施し得る。これらの「通常の」行動のすべてが、1に近い「TorsoUp」信号を特徴とするのに対し、ベッド内で寝ている患者の「restlessness」は、0に近い「TorsoUp」信号を特徴とする。従って、「rm」の定義は、「restlessness」の計算において、言及される「通常の」行動を抑制する因子「(1 - TorsoUp)」を含む。落ち着きのない状態の段階中、信号「rm」が0とその最大値との間で急速に振動するので、最終的に、「Restlessness」信号を取得するために、「移動平均」の演算「movav」、すなわち、直近の5sにわたって(任意の因数50により乗算された)信号「rm」を平均化することが実施される。

【0116】

図14において、落ち着きのない状態は、x、y、z加速度計信号に式(1)を適用することにより取得された信号を介して表される。

【0117】

患者の動揺は、患者の胸が縦方向に配向されて、動きの広がりが高く、特に、図14に示す落ち着きのない状態の場合より大幅に高く、さらに、y軸及びx軸において支配的である運動として規定される。動揺は、強く/速く大きな不規則な動きを介して表される。

【0118】

これは、次の式(5)、すなわち、

$$Agitation = movav(50 \cdot rm, 5s) \quad (5)$$

(動揺 = $movav(50 \cdot rm, 5s)$ (5))

によりモデル化され、ここで、

10

20

30

40

【数 1 1】

$$rm = \sqrt{rn_x^2 + rn_y^2 + rn_z^2} \cdot TorsoUp$$

であり、ここで、Torso Upは上述の式(1)において規定され、さらに、

【数 1 2】

$$rn_i = \frac{hcounts_i}{cplusg_i - cming_i} \cdot 2$$

であり、ここで、movav(A, T)は期間TにわたるAの移動平均であり、hcounts_iはカットオフ=2Hzとした高域通過フィルタ処理された加速度計カウントを表す(iは加速度計チャンネルx、y、又はzである)。

【0 1 1 9】

図15において、restlessness(落ち着きのない状態)信号とagitation(動揺)信号とが組み合わされた図は、落ち着きのない状態の場合(図15における上のグラフ)より、動揺時の動きの広がりが大幅に高いことを示す。

【0 1 2 0】

R_VitalSignsリスクスコア111の計算は、上述のリスク因子を評価することに基づいており、この場合において、R_VitalSignsは-各リスク因子に 20
関係して-パラメータx_i(i=1..8)だけ増やされる。これは、次の試験及び関係する演算を意味する。

【数 1 3】

```

If Stress detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x1
(ストレスの検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア⊗x1である)
If Anxiety detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x2
(不安の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア⊗x2である)
If Patient TorsoUp detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x3
(患者の胸の起きた状態の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア⊗x
3である)
If Patient ReachOut detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x4
(患者の外に到達した状態の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア⊗
x4である)
If Patient Lean Over detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x5
(患者の身を乗り出した状態の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア
⊗x5である)
If Patient Restlessness detected = yes t
hen
    Risk Score = Risk Score ⊗ x6
(患者の落ち着きのない状態の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア
⊗x6である)
If Patient Agitation detected = yes then
    Risk Score = Risk Score ⊗ x7
(患者の動揺の検出=yesである場合、リスクスコア=リスクスコア⊗x7である)

```

ここで、単純な例において、「⊗」は、単純な加算を表し得る。

【0 1 2 1】

しかし、リスクスコアを結び付ける他の可能性が存在する。実際の式は、データから、すなわち単一のパラメータの異なる発生状況から学習される。

【0 1 2 2】

システムの初期化時に、パラメータx₁からx₇が、文献調査により示される値に基づ 50

10

20

30

40

いて、初期化され得るのに対し、経時的に、システム 11 が手近にある特定の集団に対するベッド転落の発生に対する上述の各リスク因子の影響を学習することにより、パラメータ値を調節する。これは、ベッド転落事象の可能性に対する各リスク因子の影響を理解するため、及び、上述のパラメータの値を更新するために、相関分析を実行すること、及び、各ベッド転落事故後に回帰法を適用することにより行われる。従って、時間が経過するにつれて、システム 11 は、リスクスコアを特定することが益々正確になる。ベッド転落事故が発生しなかった場合、パラメータ調節は必要とされない。

【 0 1 2 3 】

以下、介入ユニット 15 がより詳細に説明される。介入ユニット 15 は、好ましくは、医療スタッフによる、及び同様に保守スタッフによるアクセスを可能にするために、並びに同時に多くの個人を監視することを可能にするために、患者の部屋 40 から離れたワークステーションルーム 50 内に位置する。介入ユニット 15 が、分類ユニット 10 からの患者プロファイルと、計算ユニット 6 からの上述の総リスクスコア 114 とを入力として受信する。

10

【 0 1 2 4 】

それらの値（例えば総リスクスコア 114 が閾値を上回っているか、又は短い時間窓内で大幅に増加しつつある）に基づいて、介入ユニット 15 が次のアクションのうちの 1 つ又は複数を実施する。

【 0 1 2 5 】

医療スタッフが患者の要求に応じて介護に向かう途中で、介入ユニット 15 が、患者の部屋 40 内のフィードバックユニット 14 を介して患者と連絡を取り、状況を評価し、必要な場合は患者 2 を落ち着かせることを試み、及び、ベッド 200 内に留まるように患者 2 を説得する。

20

【 0 1 2 6 】

代替的に、又は同時に、介入ユニットは、最も近くて対応可能な医療スタッフを識別し、そのスタッフメンバーに上述の情報を送信して迅速な行動を確実なものとする。患者の部屋 40 に最も近いスタッフを識別するために、介入ユニット 15 は、測位技術（例えば GPS）を使用し得る。その時点で対応可能なスタッフを識別するために、介入ユニット 15 は、その時点でのスタッフの対応可能性を示した、データベースに記憶されたスタッフのスケジュール 17 を参照する。

30

【 0 1 2 7 】

介入ユニット 15 は、任意の例において、医療スタッフに、必要とされる介入と共にベッド転落事故に対するリスクを示す警報コードをエンドする。

【 0 1 2 8 】

患者プロファイルに関係した詳細を示す介入情報、及び、この特定の患者により与えられたプロファイルに対して推奨される介入も、介入ユニット 15 により送信される。

【 0 1 2 9 】

加えて、介入ユニット 15 は、中の時間枠に関係した医療スタッフに、効果的であるように、及び事故を防止するために、介入が提供される必要があることを知らせる。

【 0 1 3 0 】

さらに、介入ユニット 15 は、他の予測される行動を上回るように、現在の患者の要求を優先順位付けすることに役立つ。

40

【 0 1 3 1 】

介入ユニット 15 は、図 1 において説明される、患者監視、ベッド転落リスク評価、プロファイルに基づく患者分類、及び適応型の介入を担うより大きなインフラの一部である。

【 0 1 3 2 】

介入ユニット 15 は、例えば必要に応じた患者 2 との直接的な対話のための音声認識を利用した、人工知能の実施態様を使用する。システムは、この背景に関連した次の 3 つの状況を区別する。

50

1. 総リスクスコア 114 は、低いか、又は中程度（特定の閾値未満）であるが、限られた時間窓内で低速から中程度の速度で増加する - 例えば、リスクスコア値は、直前の 10 分間に最大 10 度の角度の平均傾き（平均傾き ≤ 0.17 ）のもとで上昇する。

2. 総リスクスコア 114 は、低いか、又は中程度（特定の閾値未満）であるが、限られた時間窓（例えば 5 ~ 10 分）内で大幅に増加する - 例えばリスクスコア値が 10 度より大きな角度の平均傾き（平均傾き > 0.17 ）のもとで上昇する。

3. 総リスクスコア 114 が、高い（特定の閾値を上回る）と特定される。

【0133】

介入ユニット 15 は、上述の各状況において、患者プロフィールに由来する情報に基づいて応答する。その意味で、システムは、認知能力レベル（CgAL）、対話能力レベル（CmAL）及び遵守性レベル（CL）の観点から患者 2 を分類する。患者プロフィールに基づいて、患者が認知障害をもたない、及び、発話障害がない場合、CgAL が高い（High）と設定される。任意の他の状況において、CgAL が低い（Low）に設定される。加えて、患者プロフィール（特に心理遵守性プロフィール）に基づいて、システムが、CL を高い（High）又は低い（Low）に設定する。

10

【0134】

次の表において状況が説明され、この状況により、介入ユニット 15 が総リスクスコア 114 の値の傾向に応答する。

【0135】

1. 総リスクスコア 114 が低いか、又は中程度（特定の閾値未満）であるが、限られた時間窓（例えば 10 分）内に低速から中程度の速度で増加する場合、介入ユニット 15 は、現在のリスクスコアの上昇に基づいて、効果的な防止のために利用可能な時間枠を看護師に示すために、総リスクスコア 114 が高くなるまでどれくらいの時間があるか予測を行う。これは、介護を必要とする患者を優先順位付けすることに役立つ。

20

【0136】

【表 1】

番号	CgAL	CmAL	CL	eSitter の介入
1	高い	高い	高い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を介して患者 2 と対話し、すなわち、患者が介護される必要のあることをする必要があるか否かを患者に尋ね、患者の応答を記録し(AV ストリーム)、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に優しく提案し、さらに、勤務中の看護師が直ちに知らせを受けることを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、勤務中の看護師と連絡を取り、ベッド転落リスクが高まっていることを伝えるメッセージを看護師の携帯電話に送信し、患者の要求を示す患者の記録を再生し、事故を防ぐために看護師が患者の要求に応じて介護しなければならない時間枠を看護師に示す。</p> <p>介入ユニット 15 が、看護師が要求に応じて介護するまでにかかる時間を更新することにより、連絡を保って患者 2 を安心させる。</p>
2	高い	高い	低い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を介して患者 2 と対話し、すなわち、患者が介護される必要のあることをする必要があるか否かを患者に尋ね、患者の応答を記録し(AV ストリーム)、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に助言し、さらに、勤務中の看護師が直ちに知らせを受けることを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、勤務中の看護師と連絡を取り、ベッド転落リスクが高まっていること、患者 2 が遵守しないことを伝えるメッセージを看護師の携帯電話に送信し、患者の要求を示す患者 2 の記録を再生し、事故を防ぐために看護師が患者の要求に応じて介護しなければならない時間枠を看護師に示す。</p> <p>介入ユニット 15 が、看護師が要求に応じて介護するまでにかかる時間を更新することにより、患者 2 との連絡を保つ。</p>
3	高い	低い	高い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を介して患者 2 と対話し、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に優しく提案し、さらに、勤務中の看護師が直ちに知らせを受けることを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、勤務中の看護師と連絡を取り、ベッド転落リスクが高まっていること、患者 2 が言葉により対話することがで</p>

10

20

30

				<p>きないことを伝えるメッセージを看護師の携帯電話に送信し、事故を防ぐために看護師が患者の要求に応じて介護しなければならない時間枠を看護師に示す。</p> <p>介入ユニット 15 が、看護師が要求に応じて介護するまでにかかる時間を更新することにより、連絡を保って患者 2 を安心させる。</p>	
4	高い	低い	低い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を通して患者 2 と対話し、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に優しく提案し、さらに、勤務中の看護師が直ちに知らせを受けることを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、勤務中の看護師と連絡を取り、ベッド転落リスクが高まっていること、患者 2 が言葉により対話することができないこと、患者 2 が遵守しないことを伝えるメッセージを看護師の携帯電話に送信し、事故を防ぐために看護師が患者の要求に応じて介護しなければならない時間枠を看護師に示す。</p> <p>介入ユニット 15 が、看護師が要求に応じて介護するまでにかかる時間を更新することにより、連絡を保って患者 2 を安心させる。</p>	10
5	低い	高い	高い	<p>介入ユニット 15 が、例えば患者 2 に向けられた音声を通して患者 2 と対話し、医療スタッフが直ちに介護することを優しく伝える (AV ストリーム)。介入ユニット 15 が患者との連絡を保って、安心した状態を維持しながら、追加的な落ち着かせる刺激 (例えば穏やかな性質の音又は音楽) が提供され得る。</p> <p>介入ユニット 15 が、勤務中の看護師と連絡を取り、ベッド転落リスクが高まっていること、患者 2 が認知障害を患っていること、患者 2 が対応し得ることを伝えるメッセージを看護師の携帯電話に送信し、事故を防ぐために看護師が患者の要求に応じて介護しなければならない時間枠を看護師に示し、認知障害により誘発される予測不可能性がより高いこの患者 2 に看護師が非常に高い優先度を与える必要のあることを看護師に示し、認知障害を患った患者の所に行く途中にいるスタッフを推薦し、さらに、おそらくその患者 2 が失見当識状態である、錯乱状態である、及び/又は不安であると感じ始めることを伝える。</p>	20
6	低い	高い	低い	<p>患者 2 が遵守しないことを医療スタッフが知らされることを除いて、番号 5 と同様である。</p>	30
7.	低い	低い	高い	<p>患者 2 が対話することができないことを医療スタッフが知らされることを除いて、番号 5 と同様である。</p>	40
8.	低い	低い	低い	<p>患者 2 が対話することができないこと、及び遵守しないことを医療スタッフが知らされることを除いて、番号 5 と同様である。</p>	

【 0 1 3 7 】

2 . 総リスクスコア 1 1 4 が、低いか、又は中程度 (特定の閾値未満) であるが、限られた時間窓 (例えば 5 ~ 1 0 分) 内において大幅に増加する場合、介入ユニット 1 5 は、効果的な予防介入のために利用可能な時間枠を、勤務中の看護師又は最も近くて対応可能な医療スタッフに示すために、現在のリスクスコアの上昇に基づいて、総リスクスコア 1

1 4 が高くなるまでどれくらいの時間があるか再度予測を行う。これは、介護を必要とする患者 2 を優先順位付けすることに役立つ。

【 0 1 3 8 】

介入マトリックスは、表 1 に記述されたものと同様であるが、この場合、患者が勤務中の看護師に対して自動的に最高優先度を与えられ、勤務中のすべての看護師が他の患者 2 に割り当てられており、介護することができない場合、最も近くて対応可能な医療スタッフが連絡を受けるという点で違いがある。

【 0 1 3 9 】

3 . 総リスクスコア 1 1 4 が高い（特定の閾値を上回る）と特定された場合、前述の状況に関して違いが生まれる。行動がすぐに必要とされる。介入ユニット 1 5 は、単に最も近くて対応可能な医療スタッフを識別し、同様に勤務中の看護師にも患者が介護される必要があることを知らせる。

【 0 1 4 0 】

【表 2】

番号	CgAL	GnAL	CL	eSitter の介入
1	高い	高い	高い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を通じて患者 2 と対話し、すなわち、今にもベッドを離床しそうな理由を尋ね、患者の応答を記録し (AV ストリーム)、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に優しく提案し、さらに、医療スタッフが患者の要求に応じて直ちに介護することを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、最も近くて対応可能な医療スタッフの位置を特定し、ベッド転落に対する警報コードを記述した重要性の高いメッセージを、特定された医療スタッフの携帯電話に送信し、患者により表された要求に応じて、患者の要求を示す患者 2 の記録を再生し、介入ユニット 15 が、スタッフのための行動指針を考慮することを勧める。</p> <p>介入ユニット 15 が、医療スタッフが到着するまでにかかる時間を更新することにより、連絡を保って患者 2 を安心させる。代替的に、ビデオ UI インターフェースは、病院の地図を表示し、及び患者の部屋 40 に向かうスタッフの位置を動く点として表示し得る。</p>
2	高い	高い	低い	<p>介入ユニット 15 が、例えば音声を通じて患者 2 と対話し、転落のリスクを理由に、介護されるまで患者 2 に対してベッド内に留まる必要のあることを強調する (AV ストリーム)。</p> <p>介入ユニット 15 が、最も近くて対応可能な医療スタッフの位置を特定し、ベッド転落に対する警報コードを記述した重要性の高いメッセージを、特定された医療スタッフの携帯電話に送信し、患者 2 が対応し得るが遵守性が低く、即時の介護が必要とされることを伝え、説得手法に関して、患者の所に行く途中にいるスタッフを推薦する。</p> <p>介入ユニット 15 が、患者 2 との連絡を保ち、医療スタッフが「今すぐそちらに向かいますので、ベッドを離れないでください」と伝える。</p>

10

20

30

40

50

3	高い	低い	高い	<p>介入ユニット 15 は、例えば音声を通じて患者 2 と対話し、ベッド内で安全な状態で待つように患者 2 に優しく提案し、さらに医療スタッフが、患者の要求に応じて直ちに介護することを伝える。</p> <p>介入ユニット 15 が、最も近くて対応可能な医療スタッフの位置を特定し、ベッド転落に対する警報コードを記述した重要性の高いメッセージを、特定された医療スタッフの携帯電話に送信する。</p> <p>介入ユニット 15 が、医療スタッフが到着するまでにかかる時間を更新することにより、連絡を保って患者 2 を安心させる。代替的にビデオ UI インターフェースが、病院の地図を表示し得、及び、患者の部屋 40 に向かうスタッフの位置を動く点として表示し得る。</p>	10
4	高い	低い	低い	番号 2 と同様。	
5	低い	高い	高い	<p>介入ユニット 15 が、例えば患者 2 に向けられた音声を通じて患者 2 と対話し、医療スタッフが直ちに介護することを優しく伝える (AV ストリーム)。介入ユニット 15 が患者 2 との連絡を保って、安心した状態を維持しながら、追加的な落ち着かせる刺激 (例えば穏やかな性質の音又は音楽) が提供され得る。</p> <p>介入ユニット 15 が、最も近くて対応可能な医療スタッフの位置を特定し、ベッド転落に対する警報コードを記述した重要性の高いメッセージを、特定された医療スタッフの携帯電話に送信し、患者が対応し得るが認知能力が低いこと、及び即時の介護が必要とされることを示し、認知障害を患った患者の所に行く途中にいるスタッフを推薦し、おそらく患者 2 が失見当識状態である、錯乱状態である、及び/又は不安であると感じていることを伝える。</p>	20
6	低い	高い	低い	番号 5 と同様である。	
7.	低い	低い	高い	患者 2 が対話することができないことを医療スタッフが知らされることを除いて、番号 5 と同様である。	
8.	低い	低い	低い	患者 2 が対話することができないこと、及び遵守しないことを医療スタッフが知らされることを除いて、番号 5 と同様である。	30

40

【 0 1 4 1 】

前述のように、フィードバックユニット 1 4 (表 1 及び表 2 において「音声による対話」と呼ばれる) は、現在病室において通常利用可能な TV 受像機であり得る。しかし、環境が例えば認知障害者のための療養施設である場合、フィードバックユニットが、スピーカーを含むディスプレイ、マイクロホン、及び患者 2 付近の適切な位置に配置されたさらなる対話の手段であり得る。

【 0 1 4 2 】

図面及び上述の説明において本発明が詳細に例示及び説明されるが、このような例示及び説明は例示又は一例とみなされ、限定とはみなされず、本発明は、開示される実施形態に限定されない。開示される実施形態に対する他の変形例が、図面、本開示、及び付属の

50

特許請求の範囲の考察により、請求項に記載された発明を実施する当業者により理解及び実現され得る。

【0143】

特許請求の範囲において、「備える」という用語は、他の要素もステップも排除せず、「1つ(a)」又は「1つ(an)」という単数表現の不定冠詞は、複数を排除しない。単一の要素又は他のユニットが、特許請求の範囲に記載されるいくつかの項目の機能を実現してもよい。単に、特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されているという事実は、利点を得るためにこれらの手段の組み合わせが使用不可能なことを示すわけではない。

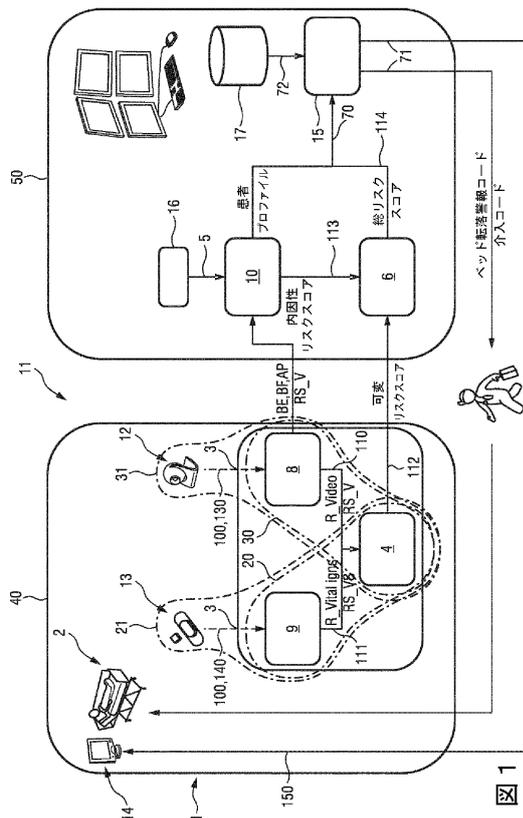
【0144】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一体的に、又は他のハードウェアの一部として供給される、光記憶媒体又はソリッドステート媒体などの適切な媒体に記憶/分散されてもよいが、例えば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、他の形態でも分散されてもよい。

【0145】

特許請求の範囲における参照符号は、いずれも特許請求の範囲を限定するように解釈されてはならない。

【図1】



【図2】

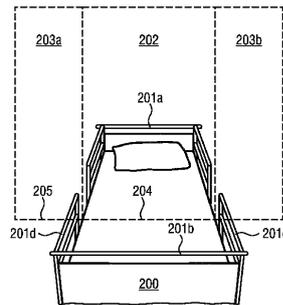


FIG.2

【図3】

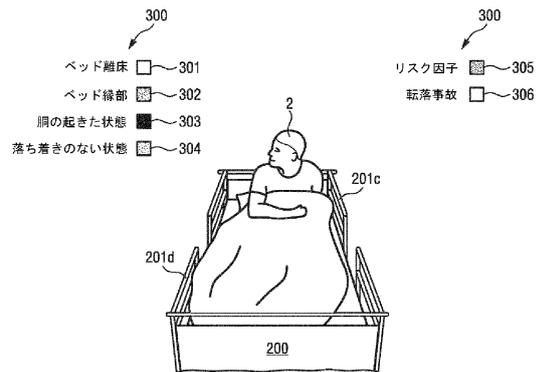


図3

【図4】

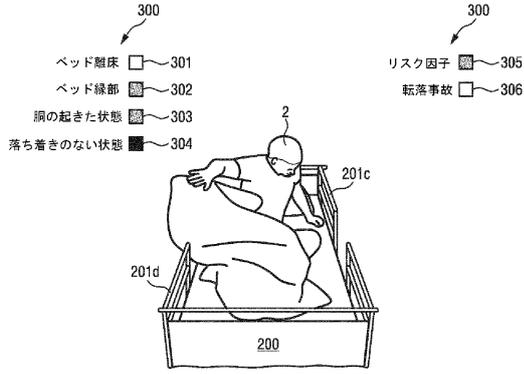


図4

【図5A】

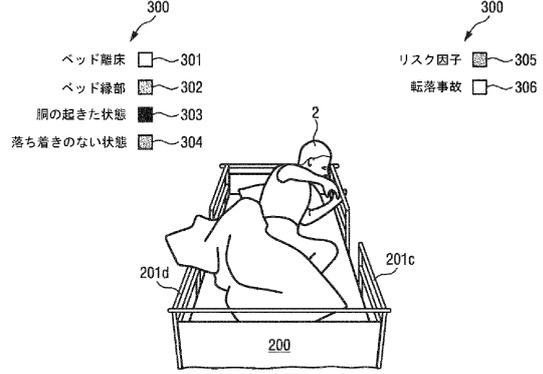


図5A

【図5B】

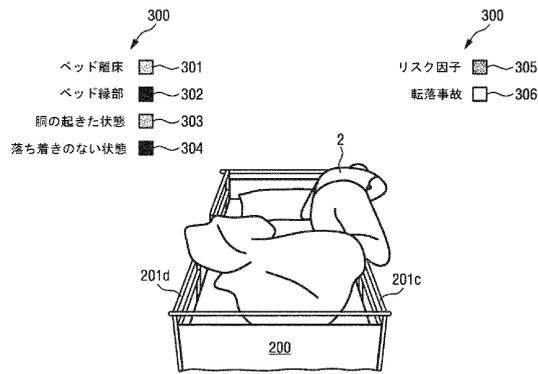


図5B

【図6A】

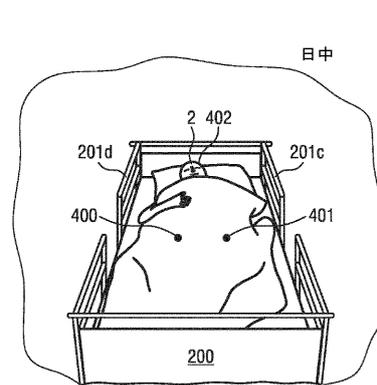


図6A

【図6B】

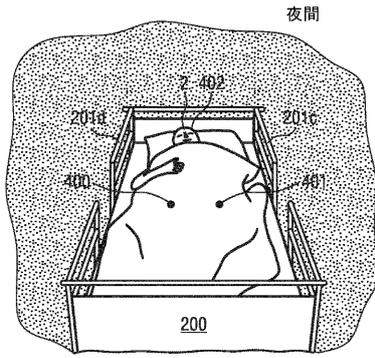


図6B

【図7】

- 300
 - ベッド離床 301
 - ベッド縁部 302
 - 胸の起きた状態 303
 - 落ち着きのない状態 304
- 300
 - リスク因子 305
 - 転落事故 306

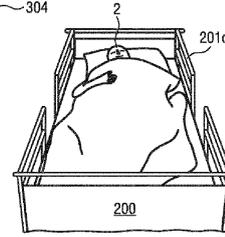


図7

【図8】

- 300
 - ベッド離床 301
 - ベッド縁部 302
 - 胸の起きた状態 303
 - 落ち着きのない状態 304
- 300
 - リスク因子 305
 - 転落事故 306

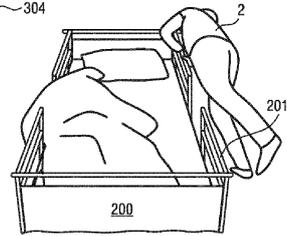


図8

【図9】

- 300
 - ベッド離床 301
 - ベッド縁部 302
 - 胸の起きた状態 303
 - 落ち着きのない状態 304
- 300
 - リスク因子 305
 - 転落事故 306

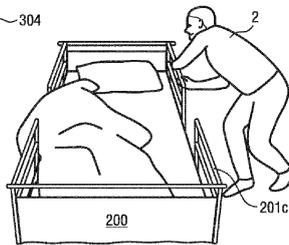


図9

【図10】

- 300
 - ベッド離床 301
 - ベッド縁部 302
 - 胸の起きた状態 303
 - 落ち着きのない状態 304
- 300
 - リスク因子 305
 - 転落事故 306

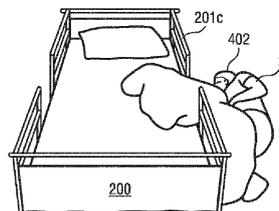


図10

【 図 1 1 】

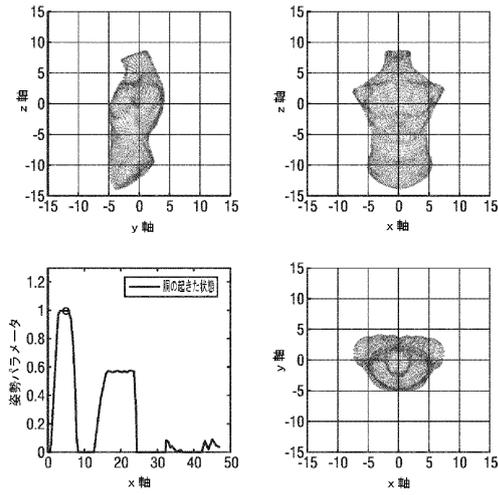


図 1 1

【 図 1 2 】

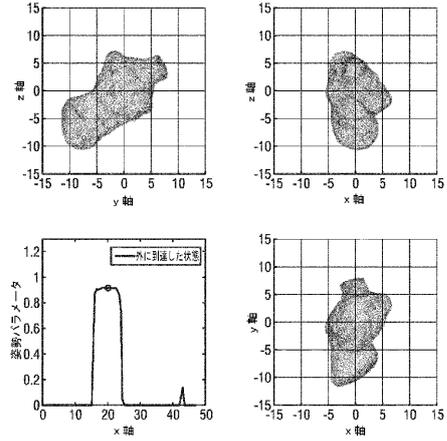


図 1 2

【 図 1 3 】

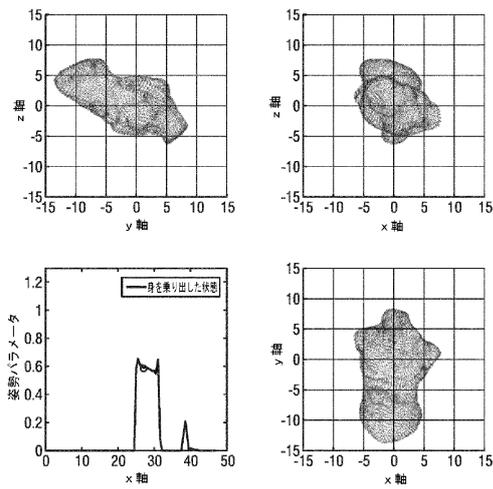


図 1 3

【 図 1 4 】

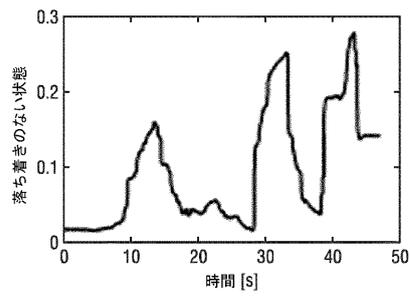


図 1 4

【 図 1 5 】

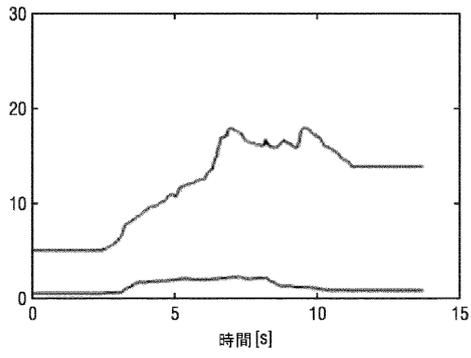


図 1 5

フロントページの続き

審査官 海江田 章裕

- (56)参考文献 特開2015-128574(JP,A)
特開2014-219957(JP,A)
特開2009-005849(JP,A)
特開2005-128967(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00-99/00
G16H 10/00-80/00
A61B 5/00
A61G 7/043
G08B 21/02
G08B 25/04