

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6495235号
(P6495235)

(45) 発行日 平成31年4月3日 (2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日 (2019.3.15)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

G O 1 T 1/161 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 3 3 O C

A 6 1 B 6/03 3 3 A

A 6 1 B 6/03 3 7 O B

A 6 1 B 5/055 3 8 2

G O 1 T 1/161 E

請求項の数 15 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-503744 (P2016-503744)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月12日 (2014.3.12)
 (65) 公表番号 特表2016-514508 (P2016-514508A)
 (43) 公表日 平成28年5月23日 (2016.5.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2014/059664
 (87) 国際公開番号 WO2014/147519
 (87) 国際公開日 平成26年9月25日 (2014.9.25)
 審査請求日 平成29年3月9日 (2017.3.9)
 (31) 優先権主張番号 61/803,505
 (32) 優先日 平成25年3月20日 (2013.3.20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 High Tech Campus 5,
 NL-5656 AE Eindhoven
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮像における予測動きゲーティングのための神経生理学的監視

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

医療用撮像中の動きを監視するためのシステムの作動方法であって、
 前記システムは、監視システムと処理装置とを含み、
 前記処理装置が、画像データの獲得を開始するステップと、
 前記監視システムが、患者の神経生理学的信号を含む生理学的信号を測定するステップと、

前記処理装置が、前記獲得中、所定の期間にわたる前記神経生理学的信号に基づいて予測信号を生成するステップと、

前記処理装置が、前記予測信号に基づいて、患者の身体の動きが生じる可能性が高いかをどうか判断するステップと、

前記処理装置が、患者の身体の動きが生じる可能性が高いと予測された場合に、画像データの前記獲得の計画を修正するステップとを含む、作動方法。

【請求項 2】

前記処理装置が、患者の動きの許容される範囲を示す動き許容インジケータを決定するために、獲得を計画されている画像データに関する調査情報を抽出するステップを更に含む、請求項 1 に記載の作動方法。

【請求項 3】

前記調査情報が、身体部位、モダリティ、プロトコル、解像度、及び視野のうちの 1 つを含む、請求項 2 に記載の作動方法。

10

20

【請求項 4】

前記予測信号が、前記神経生理学的信号について、(i) 予測に先立つある期間にわたって平均すること、(i i) 最小値、最大値、又は中央値を求めること、及び(i i i) 標準偏差を計算することのうちの 1 つによって、生成される、請求項 1 に記載の作動方法。

【請求項 5】

前記生理学的信号が、数学的関数によって信号タイプを越えて統合される、請求項 1 に記載の作動方法。

【請求項 6】

前記処理装置に、前記数学的関数を定義する機械学習アルゴリズムを更に備え、前記機械学習アルゴリズムが、(i) 既知の信号値、及び固定又は適応時間枠内での後続の患者の動きの発生の有無を含む前の患者のデータと、(i i) 前の撮像セッション中に獲得された現在の患者のデータとのうちの 1 つを用いて訓練され、前記機械学習アルゴリズムが、人工ニューラルネットワーク、サポートベクトルマシン、ベイズネットワーク、決定木、線形判別、及び最近傍分類器のうちの少なくとも 1 つである、請求項 5 に記載の作動方法。

10

【請求項 7】

前記処理装置が、患者の集中を引き付ける精神集中デバイスを起動するステップを更に含む、請求項 1 に記載の作動方法。

【請求項 8】

患者の動きが生じる可能性が高いかどうか判断するステップが、前記処理装置が、前記予測信号が閾値を超えるかどうか判断するステップを含む、請求項 1 に記載の作動方法。

20

【請求項 9】

画像データの獲得の計画を修正するステップが、前記処理装置が、(i) 画像データの獲得を休止すること、(i i) X 線管への電流を休止すること、及び(i i i) 動きに対する感度がより低い患者の領域にデータの獲得をシフトすることのうちの 1 つを含む、請求項 1 に記載の作動方法。

【請求項 10】

前記処理装置が、再起動信号の受信後に、画像データの獲得の計画を元の状態に再起動するステップを更に含み、前記再起動信号が、固定タイマ、及び前記患者が元の位置に戻ったことを示すセンサ観察のうちの 1 つに基づく、請求項 1 に記載の作動方法。

30

【請求項 11】

医療用撮像中に動きを監視するためのシステムであって、
患者の神経生理学的信号を含む生理学的信号を測定する監視システムと、
画像データの獲得を開始し、前記獲得中、所定の期間にわたる前記神経生理学的信号に基づいて予測信号を生成し、前記予測信号に基づいて患者の身体の動きが生じる可能性が高いかどうか判断し、患者の身体の動きが生じる可能性が高いと予測される場合に画像データの前記獲得の計画を修正する処理装置とを備える、システム。

40

【請求項 12】

前記処理装置が、患者の動きの許容される範囲を示す動き許容インジケータを決定するために、獲得を計画されている画像データに関する調査情報を抽出する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

患者の集中を引き付ける精神集中デバイスを更に備える、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記処理装置が、前記予測信号が閾値を超えるかどうか判断することによって、患者の動きが生じる可能性が高いかどうか判断する、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 15】

50

処理装置によって実行可能な命令セットを含む非一時的なコンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令セットが、
画像データの獲得を開始し、
患者の神経生理学的信号を含む生理学的信号を測定し、
前記獲得中、所定の期間にわたる前記神経生理学的信号に基づいて予測信号を生成し、
前記予測信号に基づいて、患者の身体の動きが生じる可能性が高いかどうか判断し、
患者の身体の動きが生じる可能性が高いと予測される場合に、画像データの前記獲得の計画を修正するように動作可能である、
非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【背景技術】

【0001】

[0001] 例えばCTやMRI等、断層撮影に関する医療用画像の獲得は、長期間（例えば数秒又は数分）にわたって行われることがある。データは、ある期間にわたって収集され、復元されて、最終的な画像体積を生成する。しかし、撮像期間中の患者の動きにより、データの一部が破損されることがある。なぜなら、患者が異なる体勢である間に獲得されたデータは、残りのデータと合成され得ないからである。従って、撮像期間中の動きは、画像復元を大幅に複雑にする。

【0002】

[0002] 現在の動き補正及び動き補償アルゴリズムは、遡及的なものである。例えば、動きにより破損されたデータは、最終的な画像復元中に拒絶され得る。しかし、動きにより破損されたデータがどれほど獲得されているかを撮像中に決定することは難しい。従って、他の点では同一のスキャンでも、画像復元において異なる量のデータが使用され得るので、最終的な画像特性（例えば信号対雑音）は異なることがある。更に、電離放射線が必要とする医療用撮像プロセス（例えばCT撮像）に関して、撮像システムの近くの患者及び任意の操作者への放射線被曝を制限することが望ましい。しかし、最終的には拒絶されることになる破損データの獲得は、追加の利益を何ら伴わずに、患者を放射線に被曝させる。獲得中の動き自体を検出するために動き補償法を利用するデバイスも、やはりまず画像データが獲得されなければならないので、同じ問題をまだ有する。

20

【発明の概要】

30

【課題を解決するための手段】

【0003】

[0003] 医療用撮像中に動きを監視するための方法である。この方法は、画像データの獲得を開始し、患者の生理学的信号を測定し、生理学的信号を統合することによって予測信号を生成し、予測信号に基づいて患者の動きが生じる可能性が高いかどうか判断し、患者の動きが生じる可能性が高いと予測される場合に画像データの獲得を修正することを含む。

【0004】

[0004] 医療用撮像中に動きを監視するためのシステムである。このシステムは、患者の生理学的信号を測定する監視システムと、画像データの獲得を開始し、生理学的信号を統合することによって予測信号を生成し、予測信号に基づいて患者の動きが生じる可能性が高いかどうかを判断し、患者の動きが生じる可能性が高いと予測される場合に画像データの獲得を修正する処理装置とを含む。

40

【0005】

[0005] 処理装置によって実行可能な命令セットを含む非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。命令セットは、画像データの獲得を開始し、患者の生理学的信号を測定し、生理学的信号を統合することによって予測信号を生成し、予測信号に基づいて患者の動きが生じる可能性が高いかどうか判断し、患者の動きが生じる可能性が高いと予測される場合に画像データの獲得を修正するように動作可能である。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 0 6 】

【図 1】[0006] 例示的实施形態によるシステムの概略図である。

【図 2】[0007] 図 1 のシステムの別の概略図である。

【図 3】[0008] 例示的实施形態による方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 7 】

[0009] 以下の説明及び添付図面を参照して、例示的实施形態が更に理解され得る。添付図面において、同様の要素は同じ参照番号で表されている。例示的实施形態は、医療用撮像プロセスを最適化するためのシステム及び方法に関する。特に、例示的实施形態は、患者の動きを予測し、予測される動き期間中に画像の獲得を休止するためのシステム及び方法を述べる。例えば、より快適な位置にずれるためや、痒みをなくすために患者が動くとき等、患者の動きは随意であり得る。E E G、M E G、又は E M G 等の神経生理学的測定が、動きが生じる前に実際の身体運動を予測して特徴付けるために使用され得るパターンを示すことを研究が示している。これらの測定は、筋収縮を生じる思考過程、又は随意運動を実行する筋肉群へのその信号の伝達に対応することがある。不随意運動も、同様の手法を使用して予想され得る。従って、患者が撮像されている間に神経生理学的信号を監視することによって、撮像データに悪影響を及ぼす患者の動きの一部を予測し、この動き期間中に画像データの獲得を防止することが可能である。

【 0 0 0 8 】

[0010] 図 1 及び図 2 に示されるように、本開示の例示的实施形態によるシステム 1 0 0 は、動きにより破損されたデータの獲得を回避するために、生理学的測定によって撮像プロセス中に患者の動きを予測する。システム 1 0 0 は、処理装置 1 0 2 と、ユーザインターフェース 1 0 4 と、ディスプレイ 1 0 6 と、メモリ 1 0 8 とを備える。処理装置 1 0 2 は、監視システム 1 1 0 によって患者からの生理学的信号を測定することによって、患者の動きを予測する。監視システム 1 1 0 は、例えば、脳波計 (E E G : electroencephalograph)、脳磁計 (M E G : magnetoencephalograph)、脳電計 (E M G : electromyography)、心電計 (E C G / E K G : electrocardiograph)、カメラ、レンジイメージングカメラ、サーマルプローブ若しくはカメラ、圧力センサ、又は間もなく生じる任意の動きを示す任意の生理学的状態を測定する任意のセンサ、又はそれらの任意の組合せを含む。調査特徴抽出モジュール 1 1 2 は、例えば、身体部位 (例えば頭や胸)、モダリティ (例えば M R I や C T)、プロトコル、解像度、及び視野等、要求された画像調査に係付けられる調査情報を抽出する。処理装置 1 0 2 の予測エンジン 1 1 4 は、監視システム 1 1 0 によって測定された信号を解釈し、抽出された調査情報を元に、患者の動きが生じる可能性が高いかどうか、及び動きが生じる可能性が高い時間を決定する。予測エンジン 1 1 4 は、患者の動きが生じると判断したとき、ストップ信号をスキャナ制御モジュール 1 1 6 に送信し、スキャナ制御モジュール 1 1 6 は、所与の期間中、スキャナ 1 2 0 による画像データの獲得を休止する。任意選択的に、システム 1 0 0 は、再起動モジュール 1 1 8 を更に備え、再起動モジュール 1 1 8 は、画像データの獲得を再起動するために、再起動信号を発生してスキャナ 1 2 0 に送信する。再起動信号は、例えば、ユーザによる手動介入、及び / 又は患者が元の位置に戻ったことを示す再起動モニタ 1 2 4 を介するセンサ観察に基づく。代替として、監視システム 1 1 0 のセンサが患者の戻り動きを検出するために使用される。

【 0 0 0 9 】

[0011] 追加の任意選択的な特徴として、システム 1 0 0 はまた、精神集中デバイス 1 2 2 を更に備え、精神集中デバイス 1 2 2 は、患者が動かないように患者の精神集中を引き付ける。例えば、患者が精神集中デバイスに集中している場合、患者の動きを引き起こすことがある他の物事に注意が向けられる可能性がより低くなる。精神集中デバイス 1 2 2 は、例えば、ライト、画面上のビデオ、オーディオ信号、又は人の知覚の注意を引き付けることができる任意の他のものである。この実施形態では、監視システム 1 1 0 は、精神集中デバイス 1 2 2 への患者の注意レベルを検出するために使用される。画像データが

獲得されるとき、データはメモリ 108 に記憶される。メモリ 108 は、任意選択的に、患者情報（例えば、識別情報、症状、診断）等の患者データ、以前のスキャン、及び画像スキャンに関する検査オーダーも記憶する。画像データが全て獲得されると、処理装置 102 は、必要であれば画像データをコンパイルして最終画像を生成し、最終画像は、ディスプレイ 106 に表示され得る及び／又はメモリ 108 に記憶され得る。ユーザは、ユーザインターフェース 104 を介して任意の望みの嗜好及び／又は設定を示すことができ、ユーザインターフェース 104 は、例えば、キーボード、マウス、及び／又はディスプレイ 106 上のタッチディスプレイ等の入力デバイスを含む。

【0010】

[0012] 図 3 は、システム 100 が患者の動きを予測して、この期間中に画像データの獲得を防止する方法 200 を示す。ステップ 210 で、調査特徴抽出モジュール 112 が、身体部位、モダリティ、プロトコル、解像度、及び視野等、要求されたスキャンに関する調査情報を抽出する。例えば、調査特徴抽出モジュール 112 は、調査情報を抽出するための検査オーダーを分析する。次いで、ステップ 220 で、調査情報は、動き許容インジケータを決定するために利用される。動き許容インジケータは、例えば、患者の動きの許容範囲を示す閾値又は値範囲である。動き許容インジケータは、例えば、検査のタイプ（例えば MRI や CT）に応じてルックアップテーブルから決定されて、画像復元に悪影響を及ぼさずに許容され得る動き範囲を決定する。例えば、MRI は、より狭い許容範囲を有することがあり、CT スキャンは、より広い許容範囲を有することがある。

【0011】

[0013] ステップ 230 で、スキャナ 120 は、画像データを獲得し始める。システムが、例えばライト、画面上のビデオ、オーディオ信号等の精神集中デバイス 122 も含む場合、精神集中デバイス 122 も、スキャナ 120 がデータを獲得している間にユーザがデバイス 122 に集中するように作動される。患者が動くことをしないように精神集中を引き付けるために、興味深いニュース等のビデオ信号が使用され得る。撮像検査中に患者ができるだけ集中を保つことができるように、撮像検査の開始前に、患者が幾つかのビデオ又はオーディオテーマの中から選択することができる。

【0012】

[0014] ステップ 240 で、監視システム 110 は、患者の生理学的信号を測定する。生理学的信号は、例えば、電磁信号（例えば脳波や他の神経系の要素から放出される信号）、皮膚外観（例えば色や質感）、温度、呼吸数、心拍数、発汗、伝導率、若しくは機械的圧力、又は不快を示すカメラベースの表情認識を含む。精神集中デバイス 122 も利用されている場合、監視システム 110 は、精神集中デバイス 122 に患者が集中している注意レベルを測定及び検出することができる。精神集中のレベルが高ければ高いほど、患者が他の物事（例えば痒い場所等）を気にする可能性が低くなり、それにより、身体動きの可能性を減少させる。この技法はまた、撮像機器の操作者によって与えられる指示に被験者がどれほどよく集中しているかを検出するためにも使用され得る。例えば、数回の息止め収集が実施される心臓 MR の獲得に関して、精神集中のレベルは、呼吸を止めるために命令に従う患者の精神的な協調性を示す。

【0013】

[0015] ステップ 250 で、生理学的信号が予測エンジン 114 に送信され、それにより、予測エンジン 114 は、時間にわたって及び／又は信号タイプを越えてこれらの信号を統合して予測信号にすることができ、この予測信号は、患者の動きが生じる可能性が高いどうか、及び患者の動きが生じる時間を予測する。1つの例示的实施形態では、生理学的信号は、予測の瞬間に先立つある期間にわたって平均することによって、時間にわたって統合される。代替として、最小値、最大値、中央値、標準偏差、又は任意の他の統計的尺度が使用され得る。

【0014】

[0016] システム動作の一例では、生理学的信号は、監視システム 110 によって発生される信号値の線形結合等の数学的関数によって、信号タイプを越えて統合される。代替

として、結合は非線形関数でよく、その特性は、既知の機械学習又は最適化方法によって決定され得る。予測エンジンモジュール 114 は、前の患者からのデータを用いて訓練され得る。例えば、訓練データの集合が取得され得て、それらの訓練データに関して、信号値が既知であり、固定又は適応時間枠内での後続の患者の動きイベントの発生の有無も既知である。数学的結合関数のパラメータ（例えば係数や指数等）は、それらのパラメータの選択が患者の動きの予測をもたらすように最適化され得る。そのような関数を定義して生成するための方法は、限定はしないが、人工ニューラルネットワーク、ベイズ推定器、サポートベクトルマシン、及び最近傍整数分類器を含む。これらの方法は、次いで、固定又は適応時間枠内で動きイベントが生じる確率を生成する。現在の患者に対してスキャンが繰り返し実施される更なる実施形態では、収集される訓練データは、現在の患者に特有のものでよい。更なるオプションとして、システム 100 は、例えば画像分析機能を備えるビデオカメラ等、動き検出デバイスを更に備えることができる。動き検出デバイスは、スキャナ 120 と同期される。前の患者からのデータを用いて訓練された予測エンジンモジュール 114 が、現在の患者の動きを予測するために現在の患者に適用される。予測されたときに現在の患者が動いていなかった場合、記録される信号は、「動き発生なし」のクラスに属するものとラベルされる。患者が動いている場合、記録される信号は「動き発生あり」とラベルされる。十分な訓練データがあるときには、予測エンジンモジュール 114 は、現在の患者のデータのみを用いて又はそれらを前の患者の訓練データに加えて用いて訓練されて、患者の動きを予測する予測エンジンモジュール 114 の性能及び精度を高める。

10

20

【0015】

[0017] システム動作の別の例では、予測は、1つ又は複数の離散時点に実施され得て、生成された予測が、時間にわたって組み合わせられ得る。予測が信号タイプを越えて組み合わせられる場合、予測エンジンモジュール 114 は、生じ得る動きのタイプも予測することができる。例えば、予測エンジンモジュール 114 は、予測される動きの解剖学的位置及び規模を予測することができる。

【0016】

[0018] ステップ 260 で、スキャナ制御モジュール 116 は、動きが生じると予測されるか否かを判断するために、予測信号、及び / 又は精神集中デバイス 122 に対する測定された注意レベルを受信する。例えば、予測信号が、ステップ 220 で決定される閾値を超える（例えば動きの確率が高い）場合、システム 100 は、動きが生じると予測されたと判断することができ、データ獲得を修正（例えば休止）するステップ 270 に進む。予測信号が閾値以下である場合、システム 100 は、動きが生じると予測されない、又は画像復元を妨げるには動きが不十分であると判断することができる。この場合、方法 200 は、ステップ 240 に戻り、患者から生理学的信号を引き続き獲得する。ステップ 220 に関して上述したように、閾値は、抽出された調査情報に基づいて変わることがある。閾値は、身体部位に応じて異なることがある。例えば、頭と、胸と、脚とのスキャンに関して、閾値はそれぞれ異なることがある。上述のように、（画像復元に影響を及ぼすのに十分に大きい）動きが生じる可能性があるか否かの判断は、例えば値範囲又は閾値を使用する多くの異なる様式のうちの任意の様式で決定され得ることが当業者によって理解されよう。精神集中デバイスへの患者の注意のレベルを決定するために使用される閾値は、スキャナ 120 のデータ獲得が修正されるべきか否かを判断するために使用される閾値とは異なることがある。

30

40

【0017】

[0019] ステップ 270 で、動きの確率が閾値を超えると判断されたときにデータ獲得が修正される。スキャナ 120 が CT スキャナである一例では、動きが生じると予測されるとき、X 線管への電流が休止され得る。スキャナ 120 が MR スキャナである別の例では、単にデータ獲得が休止され得る。代替実施形態では、動き位置が予測される場合、獲得は、動きに対する感度がより低い領域にシフトされ得る。例えば、画像スライスが取得される MR スキャンに関して、スライス選択は、解剖学的構造の異なる部位、又はより中

50

央に近い、動きに対する感度がより低いMRk空間の部分に集中され得る。更なる実施形態では、システム100の感度は、ユーザインターフェース104を介してユーザによって調節され得る。例えば、ユーザは、ステップ220で取得された閾値を調節することができる。

【0018】

[0020] ステップ280で、再起動モジュール118が、再起動信号をスキャナ120に送信して、データ獲得を再開する又はその元の状態に戻す。再起動信号は、固定タイム、ユーザによる手動介入、又は患者が元の位置に戻ったことを示すセンサ観察に基づいてよい。この戻り動きを検出するセンサは、監視システム100の要素を含むことがあり、又は別個のものでもよい。これらのセンサは、動きを予測せず、患者の現在の物理的位置をステップ270で獲得が修正される前の物理的位置と比較する。

10

【0019】

[0021] 特許請求の範囲は、PCT規則6.2(b)に従って参照符号/番号を含むことがあることに留意されたい。しかし、本願の特許請求の範囲は、参照符号/番号に対応する例示的实施形態に限定されるとみなされるべきではない。

【0020】

[0022] 当業者は、上述の例示的实施形態が、例えば、独立したソフトウェアモジュールとして、ハードウェアとソフトウェアの組合せとして等、多くの様式で実装され得ることを理解されよう。例えば、調査特徴抽出モジュール112、予測エンジンモジュール114、スキャナ制御モジュール116、及び再起動モジュール118は、コンパイルされたときに処理装置で実行され得るコードのラインを含むプログラムでよい。

20

【0021】

[0023] 本開示の精神又は範囲から逸脱することなく、開示される例示的实施形態、方法、及び代替形態に様々な修正が施され得ることが当業者には明らかであろう。従って、本開示は、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物の範囲内に入るという条件で修正形態及び変形形態を網羅することを意図される。

【図 1】

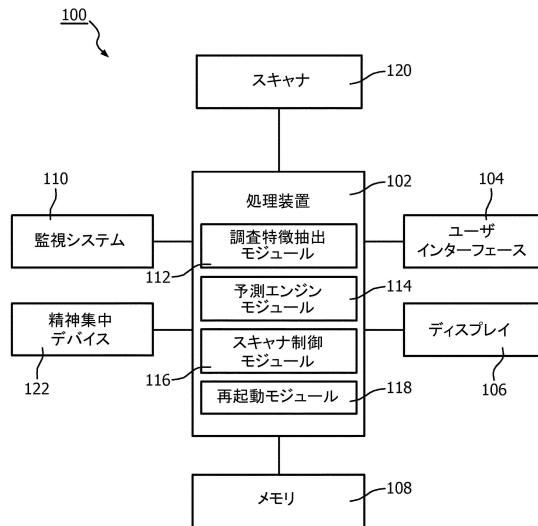


図 1

【図 2】

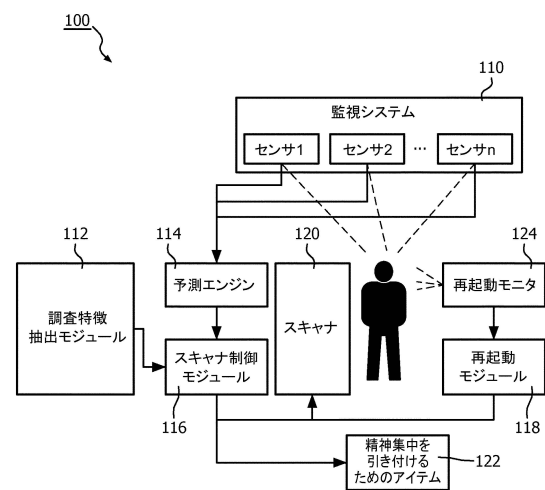


図 2

【図 3】

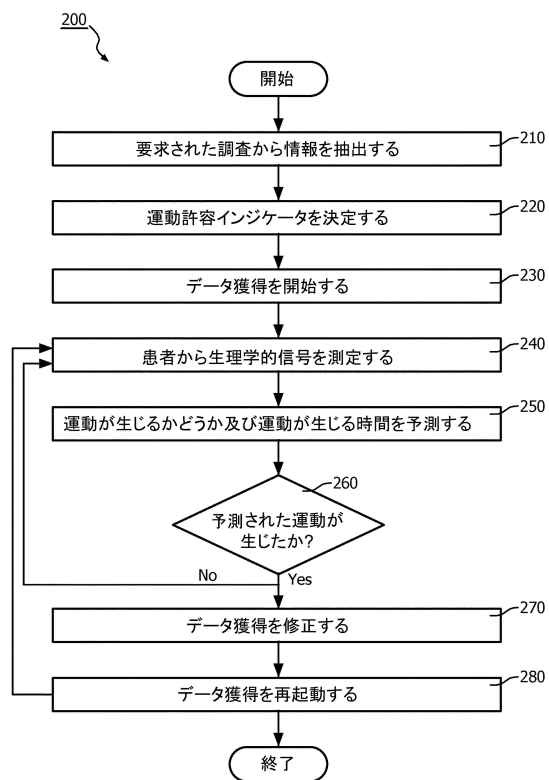


図 3

フロントページの続き

- (72)発明者 リー ミカエル チュン チー
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 マンズケ ロバート
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 チェン ユエチェン
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 コーエン ソラル エリック
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 九鬼 一慶

- (56)参考文献 特表2005-514975(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0290683(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	6 / 0 0 - 6 / 1 4
A 6 1 B	5 / 0 5 5
G 0 1 T	1 / 1 6 1