

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2023-527812
(P2023-527812A)

(43)公表日 令和5年6月30日(2023.6.30)

(51)国際特許分類
A 6 1 B 5/11 (2006.01)

F I
A 6 1 B 5/11 2 3 0

テーマコード (参考)
4 C 0 3 8

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全19頁)			
(21)出願番号	特願2022-572427(P2022-572427)	(71)出願人	597160510
(86)(22)出願日	令和3年5月21日(2021.5.21)		リジェネロン・ファーマシューティカル
(85)翻訳文提出日	令和5年1月17日(2023.1.17)		ズ・インコーポレイテッド
(86)国際出願番号	PCT/US2021/033558		REGENERON PHARMACE
(87)国際公開番号	WO2021/242623		UTICALS, INC.
(87)国際公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)		アメリカ合衆国10591-6707ニ
(31)優先権主張番号	63/030,006		ューヨーク州タリータウン、オールド・
(32)優先日	令和2年5月26日(2020.5.26)		ソー・ミル・リバー・ロード777番
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100105957
(31)優先権主張番号	63/054,007		弁理士 恩田 誠
(32)優先日	令和2年7月20日(2020.7.20)	(74)代理人	100068755
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 恩田 博宣
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA	(74)代理人	100142907
	最終頁に続く		弁理士 本田 淳
		(72)発明者	ウー、シュエファン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 歩行分析システム

(57)【要約】

歩行分析システムが開示される。歩行分析システムのいくつかの実装形態は、モバイルセンサと、プロセッサと、プログラム命令を記憶するコンピュータ可読データ記憶デバイスとを含む、計器付きソフトウェアを含む。プログラム命令は、計器付きソフトウェアを使用して、試験ルーチンを実行しているユーザの歩行情報を判定することを含む動作を実行するようにシステムを制御することができる。動作はまた、歩行情報に基づいて、歩行パラメータを判定することを含むことができる。動作はまた、歩行パラメータに基づいて、ユーザの歩行対称性を判定することを含むことができる。動作はまた、歩行パラメータに基づいて、ユーザの歩行シグネチャを判定することを含むことができる。動作はまた、歩行シグネチャに基づいて、治療効果を判定することを含むことができる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歩行分析システムであって、
1つ以上のモバイルセンサを含む計器付きフットウェアと、
プロセッサと、
プログラム命令を記憶するコンピュータ可読データ記憶デバイスであって、前記プログラム命令は、前記プロセッサによって実行されると、
前記計器付きフットウェアを使用して、試験ルーチンを実行しているユーザの歩行情報を判定し、
前記歩行情報に基づいて、複数の歩行パラメータを判定し、
前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行対称性を判定し、
前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行シグネチャを判定し、
前記歩行シグネチャに基づいて、治療効果を判定する、
ように前記システムを制御する、コンピュータ可読データ記憶デバイスと、を備える、
歩行分析システム。

10

【請求項 2】

前記 1つ以上のモバイルセンサは、複数の力変換器及び多軸加速度計を含む、請求項 1 に記載の歩行分析システム。

【請求項 3】

前記複数の歩行パラメータは、歩行ライン及び前記歩行ラインからの偏差を含む、請求項 1 に記載の歩行分析システム。

20

【請求項 4】

前記複数の歩行パラメータは、
前記ユーザのストライドの踵接地構成要素の発生を表す第 1 のピーク地面反力と、
前記ユーザの前記ストライドの立脚終期構成要素の発生を表す局所的最小力と、
前記ユーザの前記ストライドの前遊脚期構成要素の発生を表す第 2 のピーク地面反力と、
を含む、請求項 1 に記載の歩行分析システム。

【請求項 5】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記試験ルーチンの距離にわたって判定された前記複数の歩行パラメータをまとめることを含む、請求項 1 に記載の歩行分析システム。

30

【請求項 6】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記試験ルーチン中の前記ユーザのストライドの構成要素を判定することを含む、請求項 5 に記載の歩行分析システム。

【請求項 7】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記ユーザの前記ストライドの前記構成要素のそれぞれの歩行速度レベルを判定することを含む、請求項 6 に記載の歩行分析システム。

【請求項 8】

前記それぞれの歩行速度レベルを判定することは、低速レベル、通常速度レベル、及び高速レベルを含むセットから、前記それぞれの歩行速度レベルを選択することを含む、請求項 7 に記載の歩行分析システム。

40

【請求項 9】

前記歩行パラメータを判定することは、前記複数の歩行パラメータの前記それぞれの歩行速度レベルに基づいて、前記複数の歩行パラメータを組み合わせることを含む、請求項 8 に記載の歩行分析システム。

【請求項 10】

計器付きフットウェアを使用する歩行分析のための方法であって、
計器付きフットウェアから受信した歩行データに基づいて、試験ルーチンを実行しているユーザの歩行情報を判定することと、

50

前記歩行情報に基づいて、複数の歩行パラメータを判定することと、
前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行対称性を判定することと、
前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行シグネチャを判定することと

、
前記歩行シグネチャに基づいて、治療効果を判定することと、を含む、方法。

【請求項 11】

前記歩行情報を判定することは、前記フットウェアに含まれる複数の力変換器及び多軸加速度計から、前記歩行データを受信することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記複数の歩行パラメータは、歩行ライン及び前記歩行ラインからの偏差を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記複数の歩行パラメータは、
前記ユーザのストライドの踵接地構成要素の発生を表す第 1 のピーク地面反力と、
前記ユーザの前記ストライドの立脚終期構成要素の発生を表す局所的最小力と、
前記ユーザの前記ストライドの前遊脚期構成要素の発生を表す第 2 のピーク地面反力と、
を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記試験ルーチンの距離にわたって判定された前記複数の歩行パラメータをまとめることを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 15】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記試験ルーチン中の前記ユーザのストライドの構成要素を判定することを含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、前記ユーザの前記ストライドの前記構成要素のそれぞれの歩行速度レベルを判定することを含む、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記それぞれの歩行速度レベルを判定することは、低速レベル、通常速度レベル、及び高速レベルを含むセットから、前記それぞれの歩行速度レベルを選択することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記歩行パラメータを判定することは、前記複数の歩行パラメータの前記それぞれの歩行速度レベルに基づいて、前記複数の歩行パラメータを組み合わせることを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

プログラム命令を記憶するコンピュータ可読データ記憶デバイスを備えるコンピュータプログラム製品であって、前記プログラム命令は、コンピュータプロセッサによって実行されると、歩行分析システムに、

計器付きフットウェアから受信した歩行データに基づいて、試験ルーチンを実行しているユーザの歩行情報を判定することと、

前記歩行情報に基づいて、複数の歩行パラメータを判定することと、

前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行対称性を判定することと、

前記複数の歩行パラメータに基づいて、前記ユーザの歩行シグネチャを判定することと

、
前記歩行シグネチャに基づいて、治療効果を判定することと、を含む動作を実行させる、コンピュータプログラム製品。

【請求項 20】

前記複数の歩行パラメータを判定することは、

前記試験ルーチン中の前記ユーザのストライドの構成要素を判定することと、

低速レベル、通常速度レベル、及び高速レベルを含むセットから、前記ユーザの前記ス

10

20

30

40

50

トライドの前記構成要素のそれぞれの歩行速度レベルを判定することと、

前記複数の歩行パラメータの前記それぞれの歩行速度レベルに基づいて、前記複数の歩行パラメータを組み合わせることと、を含む、請求項 19 に記載のコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、歩行分析システムに関する。

【背景技術】

【0002】

歩行障害は、多種多様な傷害、疾患、及び他の病気から生じ得る。現在、歩行障害を診断するために使用される試験は、多くの場合、単純な機能評価を伴う。しかしながら、そのような試験から収集されたデータは主観的であり、症状の相対的な重症度を評価するのに十分な情報を提供しない。場合によっては、臨床検査室が歩行評価を行うことがある。しかしながら、検査室グレードのセンサシステムは、コストが高く複雑であることにより、サイズが制限され得る。したがって、検査室グレードのセンサシステムでは、十分な距離にわたる歩行の評価ができない場合がある。

【発明の概要】

【0003】

以下は、開示される主題のいくつかの態様の基本的な理解を提供するために、開示される主題の簡略化された概要を提示する。この概要は、開示される主題の重要な又は必須の要素を特定すること、あるいは特許請求される主題の範囲を制限することを意図するものではない。

【0004】

本開示は、歩行分析システム及び方法を提供する。いくつかの実装形態では、歩行分析システムは、1つ以上のモバイルセンサと、プロセッサと、プログラム命令を記憶するコンピュータ可読データ記憶デバイスとを含む、計器付きフットウェアを含む。プログラム命令は、プロセッサによって実行されると、計器付きフットウェアを使用して、試験ルーチンを実行しているユーザの歩行情報を判定することを含む動作を実行するようにシステムを制御することができる。動作はまた、歩行情報に基づいて、歩行パラメータを判定することを含むことができる。動作はまた、歩行パラメータに基づいて、ユーザの歩行対称性を判定することを含むことができる。動作はまた、歩行パラメータに基づいて、ユーザの歩行シグネチャを判定することを含むことができる。動作はまた、歩行シグネチャに基づいて、治療効果を判定することを含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図 1 A】本開示の態様による、システム及び方法を実装するための例示的な環境を示すブロック図を示している。

【図 1 B】本開示の態様による、システム及び方法によって判定されるストライドの要素を示している。

【図 1 C】本開示の態様による、計器付きフットウェアによって歩行分析システムに提供される歩行情報を示している。

【図 1 D】本開示の態様による、計器付きフットウェアに関する歩行パラメータを示している。

【図 1 E】本開示の態様による、歩行相に関する歩行パラメータを示している。

【図 2】本開示の態様による、歩行分析システムの一例を示すブロック図を示している。

【図 3】本開示の態様による、基準歩行情報を判定するための方法の一例を示すフローブロック図を示している。

【図 4】本開示の態様による、治療の有効性を評価するための方法の一例を示すフローブロック図を示している。

10

20

30

40

50

【図 5 A】本開示の態様による、歩行パラメータを示している。

【図 5 B】本開示の態様による、歩行パラメータを示している。

【図 5 C】本開示の態様による、歩行パラメータを示している。

【図 6 A】本開示の態様による、歩行パラメータ間の相関を示すヒートマップを示している。

【図 6 B】本開示の態様による、歩行パラメータ間の相関を示すヒートマップを示している。

【図 6 C】本開示の態様による、歩行パラメータ間の相関を示すヒートマップを示している。

【発明を実施するための形態】

【0006】

本開示は、歩行評価に関する。より具体的には、本開示は、歩行を評価すること、及び歩行評価に基づいて治療効果を判定することに関する。治療効果とは、基準歩行と比較した、症状の治療の結果としてもたらされる、個人の歩行における相対的改善である。本明細書に開示されるシステム及び方法の実装形態は、ウェアラブルセンサを使用していくつかのストライド (stride) にわたって歩行情報を生成し、歩行情報に基づいて歩行パラメータを判定し、歩行パラメータに基づいて歩行シグネチャを判定し、歩行シグネチャ及び歩行パラメータに基づいて治療の有効性を判定する。

【0007】

次に、添付の図面に示された特定の実装形態を参照する。以下の詳細な説明では、開示される実装形態の完全な理解を提供するために、多数の特定の詳細が記載される。しかしながら、当業者にはこれらの具体的な詳細なしに実装形態を実施し得ることが明らかであろう。他の例では、実装形態の態様を不必要に不明瞭にしないように、周知の方法、手順、構成要素、回路、及びネットワークは詳細に説明されていない。

【0008】

図 1 A は、本開示の態様によるシステム及び方法を実装するための例示的な環境 101 を示すシステムブロック図を示している。環境 101 は、計器付きフットウェア 109 A 及び 109 B を着用して、徒歩で地面 107 を移動しているユーザ 105 を含む。計器付きフットウェア 109 A 及び 109 B は、それぞれの歩行情報 115 A 及び 115 B を生成し、1 つ以上の通信リンク 119 A 及び 119 B を使用して、その情報を歩行分析システム 113 に提供する。例えば、歩行分析システム 113 は、歩行、走行、及び立位を伴う試験ルーチンをユーザ 105 が実行する間に、計器付きフットウェア 109 A、109 B から歩行情報 115 A、115 B を受信することができる。

【0009】

ユーザ 105 は、いずれかの個人であり得る。いくつかの実装形態では、ユーザ 105 は、歩行に影響を及ぼす症状を有する個人であり得、ユーザ 105 は、その症状に関して理学療法などの治療を受けている可能性がある。症状は、例えば、ユーザ 105 のストライドにおける非対称性を引き起こす個人 105 の筋骨格系又は神経系の損傷、劣化、又は先天性異常であり得る。例えば、ユーザの脊柱における椎間板ヘルニアによる神経損傷により、ユーザ 105 は、一方の足を他方の足に対しかばうことがある。加えて、いくつかの実装形態では、ユーザ 105 は、歩行に影響を及ぼすいずれの病気にも罹患していない又は実質的に罹患していない無症状の個人であってもよい。ユーザ 105 は、無症状のストライドを表す基準歩行情報 115 A、115 B を生成することができる。

【0010】

計器付きフットウェア 109 A、109 B は、ユーザ 105 が着用可能な、一対の計器付きの靴、インソール、靴下、又は他のフットカバーであり得る。計器付きフットウェア 109 A、109 B は、加速度計、ジャイロスコプ、圧力センサ、及び力変換器を含む、モバイルセンサを有することができる。計器付きフットウェア 109 A、109 B はまた、プロセッサ、コンピュータ可読メモリ、及びデータ通信デバイスを含むことができる。いくつかの実装形態では、プロセッサ、コンピュータ可読メモリ、及びデータ通信デバ

10

20

30

40

50

イスは、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）によって提供される。特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）は、センサが出力した信号を増幅し、調整し、正規化し、組み合わせて歩行情報１１５Ａ、１１５Ｂを生成する。プロセッサは、データ通信デバイスを使用して通信リンク１１９Ａ、１１９Ｂを介して、歩行情報１１５Ａ、１１５Ｂを歩行分析システム１１３に通信する。いくつかの実装形態では、計器付きフットウェア１０９Ａ、１０９Ｂは、ＭＯＴＩＣＯＮ ＲＥＧＯＳ ＡＧ（ドイツ）製のＭＯＴＩＣＯＮ ＳＣＩＥＮＣＥ ＩＮＳＯＬＥＳであり得る。

【００１１】

歩行分析システム１１３は、歩行情報１１５を分析して歩行パラメータを判定する１つ以上のコンピューティングデバイスであり得る。歩行分析システム１１３は、歩行パラメータを使用してユーザ１０５の歩行を評価することができる。加えて、歩行分析システム１１３は、歩行パラメータ及び歩行分析に基づいて、ユーザ１０５が受けている可能性がある治療の有効性を判定することができる。例えば、歩行分析システム１１３は、ユーザ１０５の現在の歩行パラメータを過去の歩行パラメータ及び他の基準情報と比較して、能力の改善を特定することができる。

10

【００１２】

通信リンク１１９Ａ、１１９Ｂは、１つ以上のタイプの伝送技術及びプロトコルの任意の組み合わせを使用する任意の有線リンク、無線リンク、又はそれらの組み合わせとすることができる。例えば、通信リンク１１９Ａ及び１１９Ｂは、ＢＬＵＥＴＯＯＴＨ（登録商標）無線通信プロトコルを使用することができる。いくつかの実装形態では、計器付きフットウェア１０９Ａ及び１０９Ｂは、通信リンク１１９Ａ、１１９Ｂを介して、歩行分析システム１１３に情報をストリーミングすることができる。いくつかの他の実装形態では、計器付きフットウェア１０９Ａ及び１０９Ｂは、試験ルーチンの完了後に、歩行情報１１５Ａ、１１５Ｂをバンドルし、通信リンク１１９Ａ、１１９Ｂを介して送信することができる。

20

【００１３】

図１Ｂは、本開示の態様によるシステム及び方法によって、距離１１９にわたって測定可能なユーザ１０５のストライド１２１の要素を示している。ストライド１２１は、立脚相１２３及び遊脚相１２５を含む。立脚相１２３の構成要素は、初期接地１２７、荷重反応期１２９、立脚中期１３１、立脚終期１３３、及び前遊脚期１３５を含むことができる。遊脚相１２５の構成要素は、遊脚初期１３７、遊脚中期１３９、及び遊脚終期１４１を含むことができる。更に、初期接地１２７、荷重反応期１２９は、ユーザ１０５の両足が地面に接触する第１の組み合わせとすることができ、これは、両脚支持動作１４３と呼ばれる。立脚中期１３１及び立脚終期１３３は、ユーザ１０５の片足のみのみ地面に接触する第２の組み合わせとすることができ、これは、単脚支持動作１３４と呼ばれる。前遊脚期１３５は、第２の両脚支持動作１４７であり得る。遊脚初期１３７、遊脚中期１３９、及び遊脚終期１４１は、第２の単脚支持動作１４９であり得る。図１Ｂは、距離１１９にわたる単一のストライド１２１を示しているが、本明細書に開示されるものと一致するシステム及び方法は、より長い距離にわたる２つ以上のストライドを含む歩行評価ルーチンを含み得ることが理解される。

30

40

【００１４】

図１Ｃは、本開示の態様による、計器付きフットウェア１０９Ａ又は１０９Ｂによって通信リンク１１９Ａ、１１９Ｂを介して歩行分析システム１１３に提供される歩行情報１１５Ａ、１１５Ｂを示している。いくつかの実装形態では、計器付きフットウェア１０９Ａ、１０９Ｂは、力センサ１１６及び加速度計１６５を含む。例えば、力センサ１６１は、ユーザ１０５の足と地面との間にかかる垂直圧を測定することができる。加えて、いくつかの実装形態では、力センサ１６１は、計器付きフットウェア１０９Ａ、１０９Ｂの領域にわたって分散され得る。図１Ｃに示す例に示すように、計器付きフットウェア１０９Ａ、１０９Ｂは、計器付きフットウェア１０９Ａ、１０９Ｂの表面領域全体にわたって実質的に分散されている１６個の力センサ１６１を含むことができる。いくつかの実装形態

50

では、力センサ 161 は、ユーザの足の指球群及び踵に対応する接触点においてグループ化される。いくつかの実装形態では、力センサ 161 は、計器付きフットウェア 109 A、109 B の実質的に領域全体にわたって分散されており、指球群及び踵に対応する接触点において密度が高い。

【0015】

加えて、計器付きフットウェア 109 A、109 B は、1 つ以上の軸における加速度を示すデータを出力する 1 つ以上の加速度計 165 を含むことができる。いくつかの実装形態では、加速度計 165 は、6 つの自由度（前方並進（+X 軸）、後方並進（-X 軸）、右（+Y 軸）、左（-Y 軸）、上（+Z 軸）、下（-Z 軸）、ピッチ（X 軸を中心とした回転）、ロール（Y 軸を中心とした回転）、及びヨー（Z 軸を中心とした回転））において加速度を測定することができる多軸（垂直方向の X 軸、水平方向の Y 軸及び仰角方向の Z 軸）加速度計である。例えば、加速度計 165 の測定ユニットは、3 次元ジャイロスコープであり得る。

10

【0016】

更に、フットウェア 109 A、109 B は、それぞれのマイクロプロセッサ、データ入出力（I/O）回路、データ調整回路、及び送信機（図示せず）を含む、コントローラ 169 を含むことができる。いくつかの実装形態では、コントローラ 169 はまた、加速度計 165 を含むことができる。コントローラ 169 は、力センサ 161 及び加速度計 165 から、デジタル I/O 回路を介して約 30 ヘルツ～約 120 ヘルツの割合でデータを収集する。加えて、コントローラ 169 は、力センサ 161 及び加速度計 165 からのデータを増幅し、調整し、処理して歩行情報 115 A、115 B を判定する、ハードウェア、ソフトウェア、又はそれらの組み合わせを含むことができる。更に、コントローラ 169 は、送信機を使用して通信リンク 119 A、119 B を介して、歩行情報 115 A、115 B を送信することができる。図 1 C は、歩行情報 115 A、及び、力センサ 161 と加速度計 165 とコントローラ 169 とを含む計器付きフットウェア 109 A の要素のみを示しているが、計器付きフットウェア 109 B は、実質的に同じ又は同様の歩行情報 115 B を生成する同じ又は同様のセンサを含み得ることが理解される。

20

【0017】

歩行情報 115 A、115 B は、例えば、力センサ 161 の出力と力センサ 161 のそれぞれの表面積との積の合計であり得る総地面反力を表す情報を含むことができる。加えて、コントローラ 169 は、計器付きフットウェア 109 A、109 B のそれぞれの圧力中心を判定することができる。更に、コントローラ 169 は、総力、個々の力、圧力中心、及び前後方向に沿った加速度から判定される、それぞれの踵接地（初期接地）イベント及びつま先離地（立脚終了）イベントの時点を判定することができる。コントローラ 169 により判定される他のデータは、各圧力センサにかかる圧力、3 D 加速度、及び 3 D 角速度を含むことができる。

30

【0018】

図 1 D は、計器付きフットウェア 109 A 及び 109 B からの歩行情報 115 A 及び 115 B に基づいて、歩行分析システム 113 により判定された歩行ライン 171 A 及び 171 B の一例を示している。歩行ラインは、ストライド（例えば、ストライド 121）の立脚相（例えば、立脚 123）中の圧力中心（center of pressure: COP）の並進移動を表す。歩行ライン 171 A、171 B は、試験歩行中に行われたステップの平均歩行ラインを表している。歩行偏差ライン 173 A 及び 173 B は、歩行全体にわたる歩行ライン 171 A、171 B の内外側方向における標準偏差を表している。左足と右足との間の差は、可視化された線及びパーセンテージ値 175 によって示されている。パーセンテージ値は、インソールの長さ及び幅に対するものである。例えば、図 1 D は、足の中央部分において、左足と右足との間の内外側方向における 1 % の差を示している。いくつかの実装形態では、試験ルーチン中に個々のステップについて、歩行ライン 171 A、171 B が計算される。歩行ライン 171 A、171 B 及び他の歩行情報は、計器付きフットウェア 109 A 及び 109 B から得られるタイミング、バランス、圧力、

40

50

力、及び動きの情報を使用して判定することができる。

【0019】

図1Eは、計器付きフットウェア（例えば、計器付きフットウェア109A、109B）からの力情報（例えば、歩行情報115A及び115B）に基づいて、ユーザの片足について歩行分析システム113が判定したストライド（例えば、ストライド121）の構成要素に対応する歩行パラメータの一例を示している。ストライドの歩行パラメータは、初期接地127、荷重反応期129、立脚中期131、立脚終期133、及び前遊脚期135を含むことができ、これらは、図1Bに関して上述したものと同じであり得る。図1Eに示すように、第1のピーク地面反力179は、荷重反応期129中に生じる踵接地（立脚初期）後に生じ得る。加えて、局所的最小力181は、荷重反応期129と立脚終期133との間の立脚中期131中に生じ得る。更に、第2のピーク地面反力183は、前遊脚期135のつま先離地（立脚後期）の前に生じ得る。

10

【0020】

図2は、上述したものと同じ又は同様であり得る歩行分析システム113の一例を示すシステムブロック図を示している。歩行分析システム113は、本明細書に開示されるプロセス及び機能を実行するハードウェア及びソフトウェアを含む。歩行分析システム113は、コンピューティングデバイス230と、入出力（I/O）デバイス233と、記憶システム235とを含む。I/Oデバイス233は、個人（例えば、ユーザ103）がコンピューティングデバイス230（例えば、ユーザインターフェース）と相互作用することを可能にする任意のデバイス、及び／又は任意のタイプの通信リンクを使用してコンピューティングデバイス230が1つ以上の他のコンピューティングデバイスと通信することを可能にする任意のデバイスを含むことができる。I/Oデバイス233は、例えば、タッチスクリーンディスプレイ、ポインタデバイス、キーボードなどであり得る。

20

【0021】

記憶システム235は、情報及びプログラム命令を記憶するコンピュータ可読不揮発性ハードウェア記憶デバイスを含むことができる。例えば、記憶システム235は、1つ以上のフラッシュドライブ及び／又はハードディスクドライブであり得る。本開示の態様によれば、記憶システム235は、ユーザプロファイル257、歩行情報リポジトリ259、歩行パラメータ261、及び基準歩行情報263を記憶することができる。ユーザプロファイル257は、歩行分析システム113が歩行情報115A、115Bを収集した個人（例えば、ユーザ105）を記述する情報を含むことができる。ユーザプロファイル257は、識別情報、年齢、性別、身長、体重、ボディマス指数、痛み、傷害、及び病気を含み、ユーザの人口統計（demographic）情報及び身体情報を含むことができる。歩行情報リポジトリ259は、計器付きフットウェア109A、109Bが生成した歩行情報115A、115Bを記憶することができる。例えば、歩行情報は、計器付きフットウェア109A、109Bからの時間当たりの力データ及び時間当たりの加速度データを含むことができる。歩行パラメータ261は、ユーザプロファイル257及び歩行情報リポジトリ259に含まれる情報に基づいて、歩行分析システムにより生成された情報を記憶することができる。いくつかの実装形態では、歩行パラメータ261は、図5A、図5B、及び図5Cに示される情報のうちのいくつか又は全部を含むことができる。基準歩行情報263は、病気による影響を受けた歩行の基準情報と歩行パラメータを関連付ける情報を含むことができる。いくつかの実装形態では、基準歩行情報263は、特定の歩行パラメータ又は歩行パラメータと病状との組み合わせを特徴付けることができる。例えば、歩行基準情報263は、特定の病気に罹患している被験者の歩行の力及び非対称性を示す歩行パラメータと病気の重症度との間の対応関係を定義する。

30

40

【0022】

いくつかの実装形態では、コンピューティングデバイス230は、1つ以上のプロセッサ239（例えば、マイクロプロセッサ、マイクロチップ、又は特定用途向け集積回路）、1つ以上のメモリデバイス221（例えば、ランダムアクセスメモリ（RAM）及びリードオンリーメモリ（ROM））、1つ以上のI/Oインターフェース223、並びに1

50

つ以上のネットワークインターフェース 245 を含む。メモリデバイス 221 は、プログラム命令の実行中に使用されるローカルメモリ（例えば、RAM 及びキャッシュメモリ）を含むことができる。加えて、コンピューティングデバイス 230 は、少なくとも 1 つの通信チャネル 232（例えば、データバス）を含み、少なくとも 1 つの通信チャネル 232 によって I/O デバイス 233 及び記憶システム 235 と通信する。プロセッサ 239 は、メモリデバイス 221 及び／又は記憶システム 235 内に記憶され得るコンピュータプログラム命令（例えば、オペレーティングシステム及び／又はアプリケーションプログラム）を実行する。

【0023】

プロセッサ 239 はまた、歩行パラメータモジュール 271、歩行分析モジュール 273、及び治療評価モジュール 275 のコンピュータプログラム命令を実行することができる。歩行パラメータモジュール 271 は、計器付きフットウェア 109A、109B により生成され、かつ、歩行情報リポジトリ 259 に記憶された歩行情報 115A、115B を使用して、歩行パラメータ 261 内に記憶された情報を判定することができる。歩行分析モジュール 273 は、様々な歩行情報と歩行パラメータとの間の相関を判定し、ユーザの歩行を特徴付けることができる。例えば、歩行分析モジュール 273 は、図 6A、図 6B、及び図 6C に示す例示的なヒートマップによって示されるように、歩行パラメータ間のスピアマン（Spearman）の相関を使用することができる。いくつかの実装形態では、歩行分析モジュール 273 は、個々のユーザの歩行シグネチャを判定することができる。治療評価モジュール 275 は、歩行シグネチャ、歩行パラメータ、歩行情報、及びプロファイルに基づいて、治療の有効性を判定することができる。いくつかの実装形態では、治療評価モジュール 275 は、ユーザの歩行シグネチャと歩行基準情報 263 内に記憶された基準歩行シグネチャとの間の差異を判定して、治療によるユーザの歩行の改善を評価することができる。例えば、治療評価モジュール 275 は、図 1D に示されるようなユーザの歩行ラインを、以前の歩行ライン、同じ又は同様の病気に罹患している、同様のプロファイル（身体的及び人口統計的）の症状のある個人から取得された基準歩行ライン、並びに同様のプロファイルの無症状の個人から取得された基準歩行ラインと、比較することができる。

【0024】

コンピューティングデバイス 230 は、インストールされたコンピュータプログラム命令を実行することが可能な任意の汎用コンピューティング製品（例えば、パーソナルコンピュータ、サーバなど）を含み得ることに留意されたい。しかしながら、コンピューティングデバイス 230 は、本明細書に記載されるプロセスを実行することができる様々な考え得る同等のコンピューティングデバイスの代表にすぎない。この点で、実装形態では、コンピューティングデバイス 230 によってもたらされる機能性は、汎用の及び／又は特定の目的のハードウェア及び／又はコンピュータプログラム命令の任意の組み合わせで実現され得る。各実装形態において、プログラム命令及びハードウェアは、標準的なプログラミング技術及びエンジニアリング技術をそれぞれ使用して作成することができる。

【0025】

図 3 及び図 4 のフロー図は、本開示と一致する様々な実装形態によるシステム、方法、及びコンピュータプログラム製品のいくつかの実装形態の機能及び動作の例を示している。図 3 及び図 4 のフロー図における各ブロックは、示された機能及び動作を実装するための 1 つ以上のコンピュータ実行可能命令を含む、モジュール、セグメント、又はプログラム命令の一部分を表すことができる。いくつかの代替実装形態では、フロー図の特定のブロックに示される機能及び／又は動作は、図 3 及び図 4 に示された順序とは異なる順序で生じ得る。例えば、連続して示されている 2 つのブロックを実質的に同時に実行することができる、あるいは、時にはそれらのブロックを、関連する機能に応じて逆の順序で実行することができる。また、フロー図の各ブロック及びブロック内のブロックの組み合わせは、指定された機能もしくは動作を実行する専用のハードウェアベースのシステム、又は専用のハードウェアとコンピュータ命令との組み合わせによって実装することができ

10

20

30

40

50

とも留意されたい。

【0026】

図3は、本開示と一致するいくつかの実装形態による、基準歩行情報（例えば、基準歩行情報263）を判定する方法300を示す。ブロック307において、方法300は、計器付きフットウェア（例えば、計器付きフットウェア109A、109B）を使用して、試験ルーチンを実行しているユーザ（例えば、ユーザ105）の歩行情報（例えば、歩行情報115A、115B）を判定することを含むことができる。いくつかの実装形態では、ユーザは、ユーザの歩行に影響を及ぼす病気に実質的に罹患していない個人を含む。加えて、いくつかの実装形態では、ユーザはまた、ユーザの歩行に影響を及ぼす病気に罹患している個人を含む。ユーザは、病気を様々な度合いで示すことができる。例えば、ユーザは、ユーザの病気に対して様々な程度の治療及び回復を経験している場合がある。いくつかの実装形態では、試験ルーチンは、歩行試験及び立位試験を含む。例えば、試験ルーチンは、試験者が、約30秒間立位で静止し、第1の快適な速度である距離（例えば、距離119）を歩き、ある期間にわたって立位で静止し、第2の低速でその距離を歩き、ある期間にわたって立位で静止し、第3の高速でその距離を歩くことを伴い得る。いくつかの実装形態では、距離は約10メートル以上であり、立位で静止している時間は約30秒以上であり得る。

【0027】

ブロック311において、方法300は、307で収集された歩行データを使用して歩行パラメータを判定する。いくつかの実装形態では、歩行パラメータを判定することは、ブロック315において、ブロック311で試験ルーチンから判定した歩行パラメータをまとめることを含む。いくつかの実装形態では、まとめることは、試験ルーチンにおいて使用される距離にわたる歩行パラメータの平均及び標準偏差を判定することを含む。いくつかの実装形態では、歩行パラメータを判定することはまた、ブロック319において、ブロック311で判定された歩行パラメータを使用して、試験ルーチン中に生じる歩行相の構成要素を判定することを含む。歩行相の構成要素は、上述したものと同一又は同様であり得る。いくつかの実装形態では、歩行相は、立脚相（初期接地、荷重反応期、立脚中期、立脚終期前遊脚相）及び遊脚相（遊脚初期、遊脚中期、遊脚終期）を含む。いくつかの実装形態では、歩行パラメータを判定することはまた、ブロック325において、ブロック311で判定された歩行パラメータの歩行速度レベル（例えば、低速、快適、高速）を判定することを含む。いくつかの実装形態では、歩行パラメータを判定することはまた、ブロック327において、ブロック323で判定された速度レベルにおける、311で判定された歩行パラメータを組み合わせることを含む。いくつかの実装形態では、歩行パラメータは、ユーザの足ごとに、平均歩行ライン長、平均歩行ライン幅、平均圧力中心（X軸、Y軸、Z軸）、圧力中心の標準偏差（X軸、Y軸、Z軸）、圧力中心のバウンディングボックスの長さ、圧力中心のバウンディングボックスの幅、平均圧力中心速度、圧力中心トレース長、立脚相の構成要素中の平均総力、立脚相中の最大総力、立脚相中の総力の全最大値の平均、平均歩行周期時間、平均歩行ケイデンス（cadence）、平均両脚支持時間、平均両脚支持率、平均ステップ期間、平均立脚期間、立脚期間の標準偏差、平均遊脚期間、遊脚期間の標準偏差、平均立脚相率、立脚相の標準偏差、平均遊脚期間率、力の上昇、踏み切り時の拳動、歩行方向の拳動、平均ストライド長、足の柔軟性、歩行距離、及び平均歩行速度を含むことができる。例えば、歩行パラメータは、図5A、図5B、及び図5Cに示されるもののうちのいくつか又は全部を含むことができる。

【0028】

ブロック331において、方法300は、ブロック311で判定された歩行パラメータに基づいて歩行対称性を判定する。歩行対称性は、ユーザが一方の足を他方の足に対してかばっていたかどうかを示すことができる。ブロック335において、方法は、311で判定された歩行パラメータ及びブロック331で判定された歩行対称性を使用して、基準歩行シグネチャを判定する。ブロック339において、方法は、311で判定された歩行パラメータ間の相関を判定する。歩行パラメータ間の相関は、歩行パラメータの未加工の

10

20

30

40

50

値の間のスピアマンの相関を導出することによって計算することができる。共にクラスタリングされるパラメータは高度に相関しており、それらは、歩行において非常に類似した傾向が測定されることを示している。低い個人内変動性を有するパラメータは、級内相関係数 (intraclass correlation: ICC) を用いて測定される。いくつかの実装形態では、61個の未加工の歩行パラメータの約5～約7個のクラスタを使用して、類似する歩行傾向について説明することができる。これらの変数は、多くの場合、同様の名前を有する、又は左右 (左足対右足) で同じ動きを測定するパラメータである。本研究におけるほとんどのパラメータは、高い級内相関係数 (例えば、低い個人内変動性) を有する。複数のパラメータのサマリーメトリックであるエンドポイントは、個々のパラメータのノイズを抑制するため、この分析は、これらのエンドポイントを計算するのに役立ち得る。高い級内相関係数を有する変数を特定することは、臨床グループを比較するための候補エンドポイントを精緻化するのに役立つ。この分析は、個人の歩行パターンにおける非対称性を知るために役立ち得る。

10

【0029】

ブロック343において、方法300は、311で判定された歩行パラメータとブロック331で判定された歩行対称性との間の相関を判定する。例えば、システムは、線形モデリング及び主成分分析 (principle component analysis: PCA) を使用して、歩行パラメータと臨床変数及び人口統計変数との間の関係を判定することができる。

【0030】

20

図4は、本開示の態様による、治療の有効性を評価するための方法の一例を示すフローブロック図を示している。ブロック405において、方法400は、計器付きフットウェア (例えば、計器付きフットウェア109A、109B) を使用して、評価ルーチンを実行しているユーザ (例えば、ユーザ105) の歩行情報 (例えば、歩行情報115A、115B) を判定することを含むことができる。いくつかの実装形態では、ユーザは、病気の症状があり、かつ、病気の治療を受けている可能性があるユーザであり得る。いくつかの実装形態では、評価ルーチンは、図3、ブロック307に関して本明細書で前述した試験ルーチンと同じ又は同様であり得る。

【0031】

ブロック409において、方法400は、図3のブロック311に関して本明細書で前述したものと同じ又は同様の様式で、405で収集された歩行データを使用して歩行パラメータを判定する。上記で詳述したように、いくつかの実装形態では、歩行パラメータを判定することは、ブロック413において歩行パラメータをまとめることと、ブロック417において歩行相の構成要素を判定することと、ブロック421において歩行速度レベルを判定することと、ブロック425においてそれぞれの速度レベルにおける歩行パラメータを組み合わせることとを含むことができる。

30

【0032】

ブロック429において、方法400は、ブロック409で判定された歩行パラメータに基づいて歩行対称性を判定する。ブロック433において、方法は、411で判定された歩行パラメータ及びブロック431で判定された歩行対称性を使用して、基準歩行シグネチャを判定する。ブロック437において、方法400は、ブロック433で判定されたシグネチャ及びブロック409で判定された歩行パラメータに基づいて、治療効果を判定する。いくつかの実装形態では、患者の歩行シグネチャ及び歩行パラメータを以前の歩行シグネチャと比較して、変化を特定する。例えば、比較によって、患者の治療により患者の歩行シグネチャが変化したかどうかを判定することができる。いくつかの実装形態では、患者の歩行シグネチャ及び歩行パラメータを基準歩行シグネチャ及び歩行パラメータと比較して、類似性を判定する。例えば、比較は、患者の歩行シグネチャ及び歩行パラメータが、異なる度合いの変形性関節症など、異なるレベルの症状の基準歩行シグネチャ及び歩行パラメータと同様であるかどうかを判定することができる。

40

【0033】

50

図 5 A、図 5 B、及び図 5 C は、本開示の態様による、例示的な歩行パラメータを示している。図 5 A、図 5 B、及び図 5 C に示した歩行パラメータは、上述のものと同じ又は同様であり得る。いくつかの実装形態では、図 5 A、図 5 B、及び図 5 C に示した歩行パラメータは、計器付きフットウェア（例えば、計器付きフットウェア 109 A、109 B）のセンサから直接取得される情報から導出される情報を含む。加えて、図 5 A、図 5 B、及び図 5 C に示した歩行パラメータは、計器付きフットウェアのセンサから直接取得される情報を含むことができる。歩行パラメータとして、図 5 A、図 5 B、及び図 5 C に示した歩行パラメータのうちのいくつか又は全部を使用することができ、ユーザの歩行の態様を説明する他の好適なパラメータを含むことができることを理解されたい。

【0034】

10

図 6 A、図 6 B、及び図 6 C は、本開示の態様による、歩行パラメータ間の相関を示すヒートマップを示している。図 6 A は、通常（例えば中）歩行速度グループとの歩行パラメータ間の相関を示している。図 6 B は、固有の歩行シグネチャを有することを実証する、通常歩行速度グループの歩行パラメータのクラスタリングを示している。図 6 C は、個人が固有の歩行シグネチャを有することを実証する、低速グループ、通常速度グループ、及び高速グループ内のクラスタリングを示している。

【0035】

図 6 A、図 6 B、及び図 6 C に示したヒートマップは、臨床変数及び人口統計変数に基づく傾向を示すパラメータをグループ化するために教師なし階層的クラスタリングを使用した歩行パラメータの変量を示す。ヒートマップでは、臨床変数及び人口統計変数は互いに関連しており（例えば、混同され）、同様の行変数は共にクラスタリングされる。ヒートマップの列は、個々の試験ルーチンを表し、個々のユーザ（例えば、ユーザ 105）は、個々のユーザ自体とクラスタリングされる。いくつかの実装形態では、歩行パラメータは、歩行報告に対応する約 45 個のパラメータと、バランスに対応する約 16 個のパラメータとを含むことができる。約 61 個の未加工の歩行パラメータの約 5 ～ 約 7 個のクラスタを使用して、類似の歩行傾向を特定することができる。各パラメータについて、歩行分析システム（例えば、歩行分析システム 113）は、各速度レベル内の個々のユーザについての平均を計算することができる。これらのパラメータは、同じカテゴリ内にある、あるいは、左右（左足対右足）で同じ動きを測定するパラメータである。各対のパラメータについて、歩行分析システムは、個々の速度レベル内のスピアマンの相関を計算することができる。スピアマンの相関は、教師なし階層的クラスタリングを実行して傾向を視覚化するための距離メトリックとして使用され得る。更に、主成分分析（序列化）は、元データ内の事実上全ての変量を保持しながら、変数を 61 個の次元から 2 個の次元（主成分）に低減する。上記分析は、ユーザの歩行パターンにおける非対称性（左足測定値対右足測定値の差）を知ることができる。加えて、固有の歩行シグネチャにより、個々のユーザを特定することができる。

20

30

【0036】

本開示は、様々な態様の例示として意図される、本出願に記載された特定の実装形態に関して、限定されるべきではない。当業者には明らかなように、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、多くの修正及び変形を行うことができる。前述の説明から、本明細書に列挙されたものに加えて、本開示の範囲内の機能的に等価な方法及び装置が当業者には明らかであろう。そのような修正及び変形は、添付の特許請求の範囲に含まれることが意図される。本開示は、添付の特許請求の範囲の条件によってのみ制限されるものであり、そのような特許請求の範囲が権利を有する均等物の全範囲も含まれる。また、本明細書で使用される用語は、実装形態の例を説明することを目的とし、限定することを意図するものではないことを理解されたい。

40

【0037】

本明細書における実質的に任意の複数形及び／又は単数形の使用に関して、当業者は、文脈及び／又は適用例に対して適切であるように、複数形から単数形へと、かつ／又は単数形から複数形へと変換することができる。本明細書では、明確にするために、様々な単

50

数形／複数形の置換を明示的に記載することがある。

【0038】

一般に、当業者には、本明細書及び特に添付の特許請求の範囲（例えば、添付の特許請求の範囲の本文）で使用される用語は、一般に「オープン」な用語として意図されている（例えば、「含む（including）」という用語は「含むがこれに限定されない（including but not limited to）」と解釈されるべきであり、「を有する（having）」という用語は「少なくとも有する（having at least）」と解釈されるべきであり、「含む（includes）」という用語は「含むがこれに限定されない（includes but is not limited to）」と解釈されるべきであるなど）と理解されるであろう。当業者には、特定の数の導入されたクレーム記載事項が意図される場合、そのような意図がクレームに明示的に列挙され、明示的な記載がない場合には、そのような意図は存在しないことが更に理解されるであろう。例えば、理解を助けるものとして、以下の添付の特許請求の範囲は、クレーム記載事項を導入するために「少なくとも1つ（at least one）」及び「1つ以上（one or more）」という導入句の使用が含み得る。しかしながら、そのような句の使用は、不定冠詞「a」又は「an」による導入されたクレーム記載事項は、同じクレームが「1つ以上」又は「少なくとも1つ」という導入句と「a」又は「an」などの不定冠詞とを含む場合であっても、そのような導入されたクレーム記載事項を含んでいる任意の特定のクレームを、そのような1つの記載事項のみを含んでいる実装形態に限定することを示唆すると解釈されるべきではなく（例えば、「a」及び／又は「an」は「少なくとも1つ」又は「1つ以上」と解釈すべきであり）、クレーム記載事項を導入するために使用される定冠詞の使用についても同じことが当てはまる。加えて、特定の数の導入されたクレーム記載事項が明示的に列挙されている場合であっても、当業者は、そのような列挙が少なくとも列挙された数を意味する（例えば、他の修飾語のない「2つの記載事項」という単なる記載事項は、少なくとも2つの記載事項、又は2つ以上の記載事項を意味する）ことを認識するであろう。更に、「A、B、及びCなどのうちの少なくとも1つ」に類似する表記を使用する場合、一般に、そのような構造は、当業者がその表記を理解するであろう意味で意図される（例えば、「A、B、及びCのうちの少なくとも1つを有するシステム」は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、A及びBを共に、A及びCを共に、B及びCを共に、並びに／又はA、B、及びCを共に有するシステムなどを含むが、これらに限定されない）。「A、B、又はCなどのうちの少なくとも1つ」に類似する表記を使用する場合、一般に、そのような構造は、当業者が当該表記を理解するであろう意味が意図される（例えば、「A、B、又はCのうちの少なくとも1つを有するシステム」は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、A及びBを共に、A及びCを共に、B及びCを共に、並びに／又はA、B、及びCを共に含むシステムなどを含むが、これらに限定されない）。当業者は、本明細書、「特許請求の範囲」、又は図面にかかわらず、2つ以上の代替用語を提示する事実上任意の離接語及び／又は離接句は、それらの用語のうちの1つ、それらの用語のいずれか、又はそれらの用語の両方を含む可能性を企図することを更に理解するであろう。例えば、語句「A又はB」は、「A」、「B」又は「A及びB」の可能性を含むと理解されるであろう。加えて、本開示の特徴又は態様がマーカッシュ群として記載されている場合、当業者は、本開示がまた、マーカッシュ群の要素の任意の個々の要素又はサブグループとして記載されることを認識するであろう。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1 A】

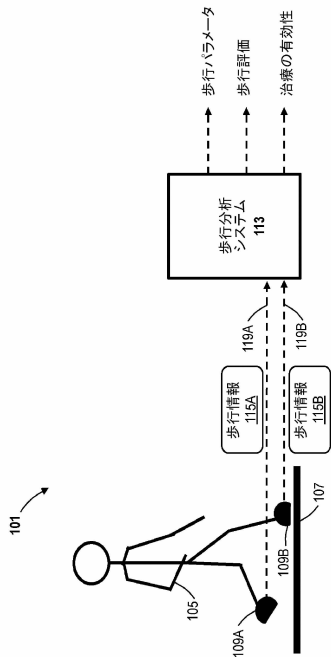


FIG. 1A

【図 1 B】

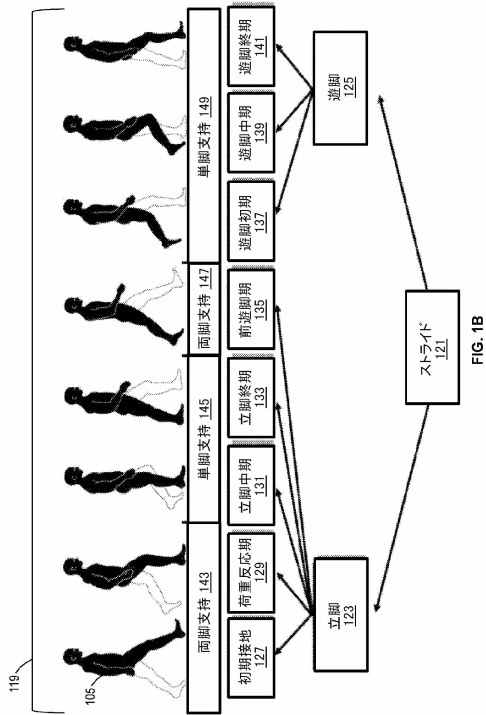


FIG. 1B

【図 1 C】

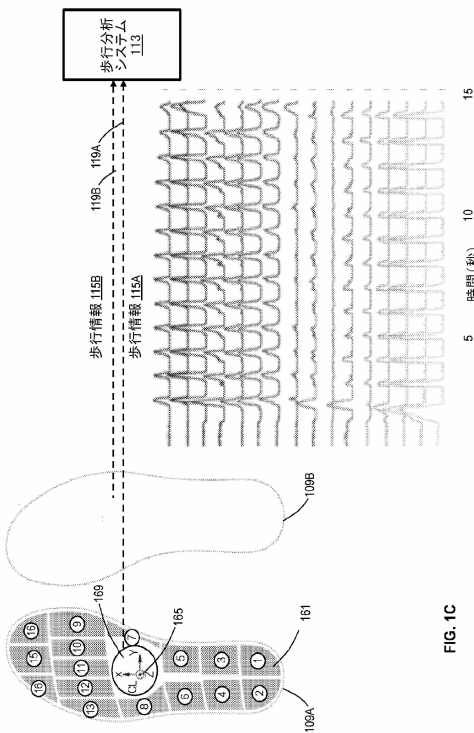


FIG. 1C

【図 1 D】

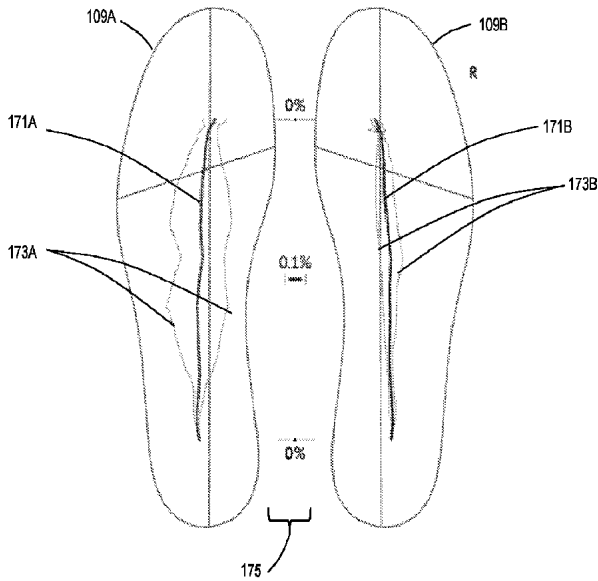


FIG. 1D

10

20

30

40

50

【図 1 E】

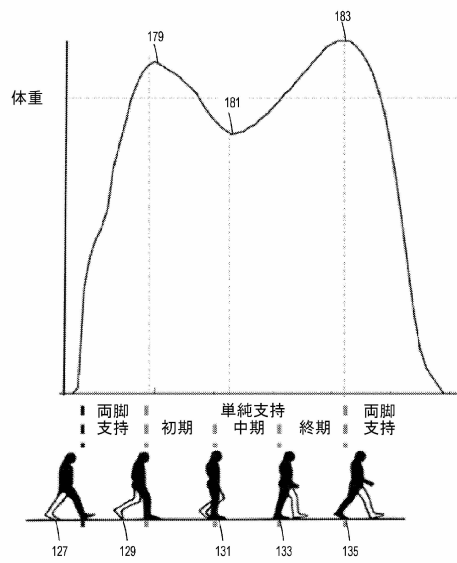


FIG. 1E

【図 2】

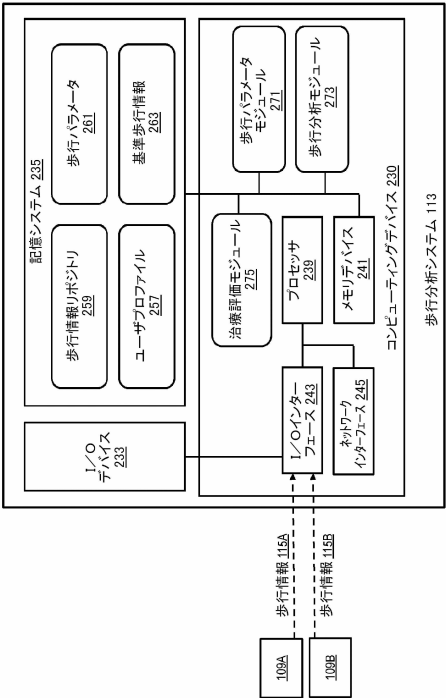


FIG. 2

【図 3】



FIG. 3

【図 4】

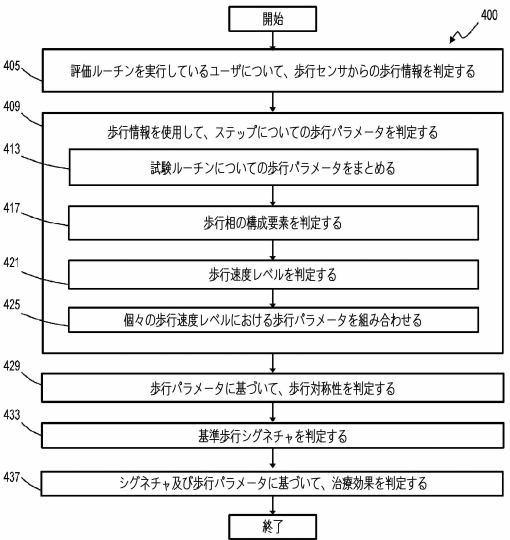


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5 A】

圧力中心 (COP)			
平均歩行ライン長 (左)	mm	平均歩行ラインの長さ (左足)	
平均歩行ライン長 (右)	mm	平均歩行ラインの長さ (右足)	
平均歩行ライン幅 (左)	mm	平均歩行ラインの幅 (左足)	
平均歩行ライン幅 (右)	mm	平均歩行ラインの幅 (右足)	
x方向における平均COP (AP/ML) (左)	mm	x方向における圧力中心の平均 (左足)	
y方向における平均COP (AP/ML) (左)	mm	y方向における圧力中心の平均 (左足)	
x方向における平均COP (AP/ML) (右)	mm	x方向における圧力中心の平均 (右足)	
y方向における平均COP (AP/ML) (右)	mm	y方向における圧力中心の平均 (右足)	
x方向におけるSD COP (AP/ML) (左)	mm	x方向における圧力中心の標準偏差 (左足)	
y方向におけるSD COP (AP/ML) (左)	mm	y方向における圧力中心の標準偏差 (左足)	
x方向におけるSD COP (AP/ML) (右)	mm	x方向における圧力中心の標準偏差 (右足)	
y方向におけるSD COP (AP/ML) (右)	mm	y方向における圧力中心の標準偏差 (右足)	
COPのバウンディングボックスの長さ (AP/ML) (左)	mm	全てのCOP点のみ含んでいるボックスの長さ (左足)	
COPのバウンディングボックスの幅 (AP/ML) (左)	mm	全てのCOP点のみ含んでいるボックスの幅 (左足)	
COPのバウンディングボックスの長さ (AP/ML) (右)	mm	全てのCOP点のみ含んでいるボックスの長さ (右足)	
COPのバウンディングボックスの幅 (AP/ML) (右)	mm	全てのCOP点のみ含んでいるボックスの幅 (右足)	
平均COP速度 (左)	mm/s	センサインソール表面にわたって移動するCOPの平均速度 (左足)	
平均COP速度 (右)	mm/s	センサインソール表面にわたって移動するCOPの平均速度 (右足)	
COPトレース長 (左)	mm	センサインソール表面にわたるCOPの移動全体 (左足)	
COPトレース長 (右)	mm	センサインソール表面にわたるCOPの移動全体 (右足)	

FIG. 5A

【図 5 B】

地面反力 (GRF)			
立脚相中の平均総力 (左)	N	全ステップの平均力 (左足)	
立脚相中の平均総力 (右)	N	全ステップの平均力 (右足)	
立脚相中の最大総力 (左)	N	全ステップの最大力 (左足)	
立脚相中の最大総力 (右)	N	全ステップの最大力 (右足)	
全立脚相中の総力の全最大値の平均 (左)	N	全ステップの最大総力の平均 (左足)	
全立脚相中の総力の全最大値の平均 (右)	N	全ステップの最大総力の平均 (右足)	
時間パラメータ			
平均歩行周期時間	s	全ステップで平均した、同じ足の1つの踵接地から次の踵接地までの時間	
平均歩行ケイデンス	ストライド/分	ストライド数/分	
平均両脚支持時間	s	平均歩行周期時間に対する平均両脚支持時間	
平均両脚支持率	%	平均歩行周期時間に対する平均両脚支持時間	
平均両脚支持時間 (左)	s	片側特有の両脚支持時間 (左)、左の平均両脚支持時間は、右足の踵接地から開始して左足のつま先離地まで (及びその逆) の時間を考慮している。	
平均両脚支持時間 (右)	s	片側特有の両脚支持時間 (右)、右の平均両脚支持時間は、左足の踵接地から開始して右足のつま先離地まで (及びその逆) の時間を考慮している。	
平均ステップ期間 (左)	s	左足の連続する踵接地間の平均時間	
平均ステップ期間 (右)	s	右足の連続する踵接地間の平均時間	
平均立脚期間 (左)	s	全ステップで平均した、(左足側の) 踵接地からつま先離地までの時間	
平均立脚期間 (右)	s	全ステップで平均した、(右足側の) 踵接地からつま先離地までの時間	

FIG. 5B

【図 5 C】

時間パラメータ			
SD立脚期間 (左)	s	立脚相の期間の標準偏差 (左足)	
SD立脚期間 (右)	s	立脚相の期間の標準偏差 (右足)	
平均遊脚期間 (左)	s	全ステップで平均した、(左足側の) つま先離地から踵接地までの時間	
平均遊脚期間 (右)	s	全ステップで平均した、(右足側の) つま先離地から踵接地までの時間	
SD遊脚期間 (左)	s	遊脚相の期間の標準偏差 (左足)	
SD遊脚期間 (右)	s	遊脚相の期間の標準偏差 (右足)	
平均立脚相率 (左)	%	平均歩行周期時間に対する平均立脚期間 (左足)	
平均立脚相率 (右)	%	平均歩行周期時間に対する平均立脚期間 (右足)	
SD立脚相率 (左)	%	立脚相率の標準偏差 (左足)	
SD立脚相率 (右)	%	立脚相率の標準偏差 (右足)	
平均遊脚相率 (左)	%	平均歩行周期時間に対する平均遊脚期間 (左足)	
平均遊脚相率 (右)	%	平均歩行周期時間に対する平均遊脚期間 (右足)	
SD遊脚相率 (左)	%	遊脚相率の標準偏差 (左足)	
SD遊脚相率 (右)	%	遊脚相率の標準偏差 (右足)	
力の上昇 (左)	s	初期接地後の最初の力ピークまでの時間 (左足)	
力の上昇 (右)	s	初期接地後の最初の力ピークまでの時間 (右足)	
踏み切り時の挙動 (左)	1	立脚相における力の最小値と第2の力のピーク値 (踏み切り) との比率 (左足)	
踏み切り時の挙動 (右)	1	立脚相における力の最小値と第2の力のピーク値 (踏み切り) との比率 (右足)	
歩行方向の挙動 (左)	g	歩行方向における足の加速度の振幅 (左足)	
歩行方向の挙動 (右)	g	歩行方向における足の加速度の振幅 (右足)	
空間パラメータ			
平均ストライド長	m	歩行方向における同じ足の変位。このパラメータは、全ての検出されたステップの平均である。左及び右のデータから別々に平均を求め、最終的に左と右を平均する	
足の柔軟性 (左)	g	身体の垂直方向における足の加速度の振幅 (左足)	
足の柔軟性 (右)	g	身体の垂直方向における足の加速度の振幅 (右足)	
歩行距離	m	全測定にわたって移動した歩行距離	
平均歩行速度	m/s	平均ストライド長/平均歩行周期時間	

FIG. 5C

【図 6 A】

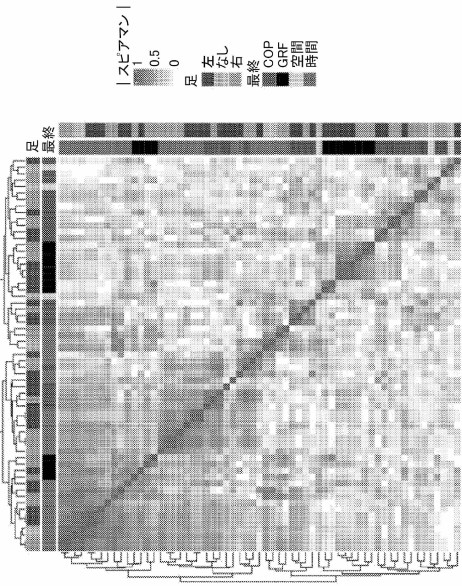


FIG. 6A

FIG. 5C

10

20

30

40

50

【図 6 B】

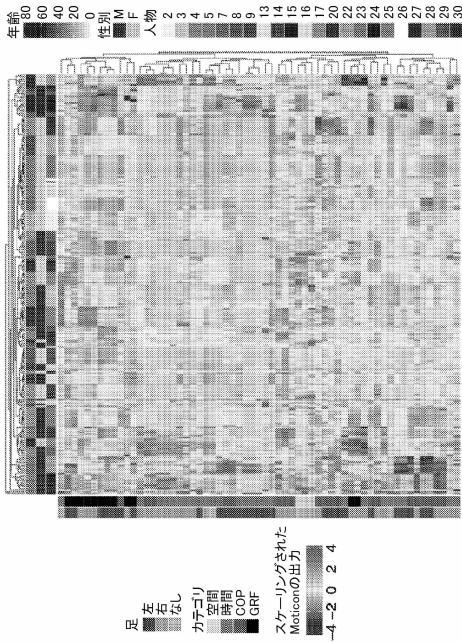


FIG. 6B

【図 6 C】

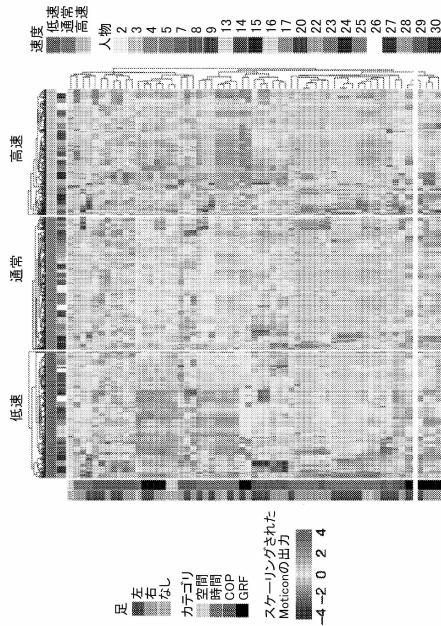


FIG. 6C

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2021/033558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - A61B 5/11; A43B 3/00; A61B 5/00; A61B 5/103; G01P 13/00; G06K 9/00 (2021.01)
CPC - A61B 5/112; A43B 3/0005; A61B 5/1038; A61B 5/1118; A61B 5/1123; G06K 9/00348 (2021.08)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
see Search History document

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
see Search History document

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
see Search History document

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2020/0000373 A1 (THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN THE CITY OF NEW YORK) 02 January 2020 (02.01.2020) entire document	1-20
A	US 2010/0324455 A1 (RANGEL et al) 23 December 2010 (23.12.2010) entire document	1-20
A	US 2018/0092572 A1 (ARTHROKINETIC INSTITUTE LLC) 05 April 2018 (05.04.2018) entire document	1-20
A	US 2016/0370854 A1 (STEELE) 22 December 2016 (22.12.2016) entire document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"D" document cited by the applicant in the international application

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 August 2021

Date of mailing of the international search report

SEP 14 2021

Name and mailing address of the ISA/US
Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Facsimile No. 571-273-8300

Authorized officer

Harry Kim

Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD
,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,
LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,
RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,Z
W

アメリカ合衆国 0 1 7 4 8 マサチューセッツ州 ホプキントン カブス パス 7

(72)発明者 アラジ、リノル

アメリカ合衆国 1 0 5 9 1 ニューヨーク州 タリータウン オールド ソー ミル リバー ロード
7 7 7 リジェネロン・ファーマシューティカルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ハモン、サラ

アメリカ合衆国 1 0 5 9 1 ニューヨーク州 タリータウン オールド ソー ミル リバー ロード
7 7 7 リジェネロン・ファーマシューティカルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ワイパーマン、マシュー エフ.

アメリカ合衆国 1 0 5 9 1 ニューヨーク州 タリータウン オールド ソー ミル リバー ロード
7 7 7 リジェネロン・ファーマシューティカルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ハラリ、オリビエ

アメリカ合衆国 1 0 5 9 1 ニューヨーク州 タリータウン オールド ソー ミル リバー ロード
7 7 7 リジェネロン・ファーマシューティカルズ・インコーポレイテッド内

F ターム (参考) 4C038 VA12 VB14 VC20