

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6904992号
(P6904992)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年6月28日(2021.6.28)

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 5/00 (2006.01) B 2 5 J 5/00 F

請求項の数 10 外国語出願 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-24085 (P2019-24085) (22) 出願日 平成31年2月14日 (2019. 2. 14) (62) 分割の表示 特願2016-572822 (P2016-572822) の分割 原出願日 平成27年8月14日 (2015. 8. 14) (65) 公開番号 特開2019-89200 (P2019-89200A) (43) 公開日 令和1年6月13日 (2019. 6. 13) 審査請求日 平成31年2月15日 (2019. 2. 15) (31) 優先権主張番号 62/041, 281 (32) 優先日 平成26年8月25日 (2014. 8. 25) (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US) (31) 優先権主張番号 14/659, 012 (32) 優先日 平成27年3月16日 (2015. 3. 16) (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 518096722 ボストン ダイナミクス, インコーポレイ テッド アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02 451, ウォルサム, スミス ストリ ート 200, ユニット 4100 (74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸 (74) 代理人 100126480 弁理士 佐藤 睦 (72) 発明者 クリピン, アレックス アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94 043, マウンテン ビュー, アンフィシ アター パークウェイ 1600, グーグ ル インコーポレイテッド内 最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 自然なピッチとロール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理システムにおいて、ロボットに接続された複数のセンサから、前記ロボットの本体に接続された複数の関節肢のそれぞれの関節角を示す複数の測定値を受信すること、

前記処理システムにおいて、前記ロボットの前記本体の姿勢を示す本体の姿勢の測定値を受信すること、

前記処理システムによって、前記複数の測定値、前記本体の姿勢の測定値、及び前記ロボットの前記複数の関節肢に関連したそれぞれの特性に基づいて、前記ロボットの将来の姿勢を予測することであって、前記ロボットの前記姿勢は、前記ロボットの前記本体及び前記接続された複数の関節肢の基準フレームに対する姿勢を示すこと、

前記処理システムによって、前記基準フレームに対する前記予測された姿勢の特定の角度が、前記予測された姿勢が不安定な姿勢である又は前記不安定な姿勢になると判定することであって、前記不安定な姿勢は、経時的に増大された角速度をもたらし、前記特定の角度は、ヨー角、ピッチ角、及びロール角のうちの一つであること、及び

前記予測された姿勢が不安定な姿勢である又は前記不安定な姿勢になると判定することに応じて、前記処理システムによって、前記ロボットが前記不安定な姿勢より安定な別の姿勢をとるように、前記関節肢の少なくとも一つに、特定の位置に移動し特定の姿勢になる命令を提供することであって、前記別の姿勢は、前記特定の角度の減少された値に関連すること、を含む方法。

【請求項 2】

前記関節肢の前記少なくとも1つに命令を提供することは、前記ロボットが前記予測された姿勢をとる前に前記ロボットが前記別の姿勢をとるように、前記関節肢の前記少なくとも1つに命令を提供することを含む、請求項1の方法。

【請求項3】

前記予測された姿勢が不安定な姿勢である又は前記不安定な姿勢になると判定することは、前記予測された姿勢の前記特定の角度が加速していると判定することを含む、請求項1の方法。

【請求項4】

前記ロボットの前記将来の姿勢を予測することは、前記関節肢の前記少なくとも1つの重量配分に基づき、前記それぞれの関節角と前記本体の姿勢の測定値との間の関係を判定することを含み、前記関係は、前記それぞれの関節角が前記予測された姿勢に影響を及ぼす程度を表す、請求項1の方法。

10

【請求項5】

前記それぞれの関節角と前記本体の姿勢の測定値との間の前記関係は、前記関節肢の前記少なくとも1つを動かすことから生じ前記本体にかけられるトルクを示す、請求項4の方法。

【請求項6】

前記関節肢の前記少なくとも1つに前記命令を提供することは、前記関節肢の前記少なくとも1つが前記別の姿勢をとるように地面に対して及ぼす力の程度を推定すること、及び

20

前記関節肢の前記少なくとも1つを前記地面に配置し、前記推定された力の程度を及ぼす命令を提供することを含む、請求項1の方法。

【請求項7】

前記関節肢の前記少なくとも1つに命令を提供することは、前記別の姿勢をとるように前記関節肢の前記少なくとも1つを移動させる位置を推定すること、及び

前記関節肢の前記少なくとも1つを前記推定された位置に移動させる命令を提供することを含む、請求項1の方法。

【請求項8】

前記ロボットは2脚を含み、前記予測された姿勢は、前記ロボットが地面より上の中空にあり、かつ前記2脚が前記地面に接触していないときにおける前記ロボットを表し、前記方法は、

30

前記処理システムによって、前記ロボットが前記別の姿勢をとるように前記2脚のうちの1つを調節する角度を、前記2脚のうちの少なくとも1つが前記地面に降り着くとき推定すること、及び

前記処理システムによって、前記ロボットが前記別の姿勢をとるように、前記推定された角度によって前記2脚のうちの前記1つを調節する命令を提供することをさらに含む、請求項1の方法。

【請求項9】

前記処理システムによって、前記ロボットがたどる所望の軌道を推定すること、及び前記処理システムによって、前記ロボットが前記所望の軌道をたどるように前記予測された姿勢に対する修正を推定することをさらに含み、前記別の姿勢は前記推定された修正を含む、請求項1の方法。

40

【請求項10】

前記提供される命令は第1の命令であり、前記方法は、前記処理システムによって、前記予測された姿勢に基づく前記ロボットの角速度を推定すること、

前記処理システムにおいて、前記ロボットに加えられる外力を示す第2の複数の測定値を受信すること、

前記第2の複数の測定値及び前記ロボットの前記推定された角速度に基づき、前記処理

50

システムによって、前記ロボットに加えられる前記外力によって引き起こされる前記推定された角速度の構成要素を推定すること、及び

前記処理システムによって、前記ロボットに加えられる前記外力によって引き起こされる前記推定された角速度の前記推定された構成要素に基づき、前記関節肢の前記少なくとも1つに第2の命令を提供することをさらに含む、請求項1の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年8月25日に出願された米国仮特許出願第62/041, 281号、2014年12月30日出願された米国特許出願第14/586, 519号、及び2015年3月16日に出願された米国特許出願第14/659, 012号の優先権を主張し、その内容はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

[0002] 技術が進歩するにつれて、ユーザを支援し得る様々な機能を実行するために様々なタイプのロボット装置 (robotic device) が考案されている。ロボット装置は、とりわけ、材料運搬、輸送、溶接、組み立て、及び分配を含む用途に使用され得る。時間の経過とともに、これらのロボットシステムが動作する仕方は、より賢く、効率的、かつ直感的になってきている。ロボットシステムが近代的な生活の多くの側面ですます普及するようになってきているので、ロボットシステムが効率的であることが望ましい。したがって、効率的なロボットシステムに対する要求は、アクチュエータ、移動、検知技術のほか、部品設計及び組み立てにおける革新の分野の開拓に一役買っている。

【発明の概要】

【0003】

[0003] 本出願は、ロボット装置の脚の位置を制御してロボット装置のバランスをとることに関する実施形態を開示している。例示的な実施形態は、ロボットによって、ロボットに接続された複数のセンサに対応するそれぞれの関節角を示す第1の複数の測定値を受信することを含み得る。ロボットは、本体と、本体に接続された複数の関節肢とを含み得る。関節肢は、それぞれの特性和関連付けされ得る。実施形態はまた、ロボットの本体の姿勢 (orientation) を示す本体の姿勢の測定値を受信することを含み得る。実施形態は、ロボットの関節肢に関連する特性に基づき、第1の複数の測定値と本体の姿勢の測定値との関係を判定することをさらに含み得る。加えて、実施形態は、第1の複数の測定値、本体の姿勢の測定値、及び判定された関係に基づき、ロボットの集成的姿勢 (aggregate orientation) を推定することを含み得る。さらに、実施形態は、ロボットの推定された集成的姿勢に基づき、ロボットの少なくとも1つの関節肢を制御するための命令を提供することを含み得る。

【0004】

[0004] 別の例示的な実施形態では、本出願は、本体、本体に接続された複数の関節肢、第1の複数のセンサ、第2のセンサ、処理システム、及び制御システムを含むロボットを記載する。関節肢は、それぞれの特性和関連し得る。第1の複数のセンサは、関節肢のそれぞれの関節角を示す第1の複数の測定値を提供するように構成され得る。第2のセンサは、ロボットの本体の姿勢を示す本体の姿勢の測定値を提供するように構成され得る。第2のセンサは本体に結合され得る。処理システムは、第1の複数の測定値と関節肢に関連した特性に基づく本体の姿勢の測定値との間の関係を判定するように構成され得る。処理システムは、第1の複数の測定値、本体の姿勢の測定値、及び判定された関係に基づきロボットの集成的姿勢を推定するようにも構成され得る。制御システムは、ロボットの推定された集成的姿勢に基づき少なくとも1つの関節肢を制御する命令を提供するように構成され得る。

【0005】

[0005] さらに別の例示的な実施形態では、本出願は、少なくとも1つのプロセッサによる実行時に、ロボットが一連の動作を行うようにさせる、記憶された命令を有する非一時的なコンピュータ可読媒体を記載している。動作は、ロボットに接続された複数のセンサに対応するそれぞれの関節角を示す第1の複数の測定値を受信することを含み得る。ロボットは、本体及び本体に接続された複数の関節肢を含み得る。関節肢は、それぞれの特性に関連し得る。動作は、ロボットの部分の姿勢を示す本体の姿勢の測定値を受信することも含み得るが、ロボットの部分は特定の基準フレームに対応する。動作は、ロボットの第1の複数の測定値と関節肢に関連した特性に基づく本体の姿勢の測定値との間の関係を判定することをさらに含み得る。加えて、動作は、第1の複数の測定値、本体の姿勢の測定値、及び判定された関係に基づきロボットの集合的姿勢を推定することを含み得る。さらに、動作は、ロボットの推定された集合的姿勢に基づきロボットの少なくとも1つの関節肢を制御する命令を提供することを含み得る。

10

【0006】

[0006] またさらに別の実施形態では、本出願はシステムを記載している。システムは、ロボットによって、ロボットに接続された複数のセンサに対応するそれぞれの関節角を示す第1の複数の測定値を受信するための手段を含み得る。ロボットは、本体及び本体に接続された複数の関節肢を含み得る。関節肢は、それぞれの特性に関連し得る。システムは、ロボットの本体の姿勢を示す本体の姿勢の測定値を受信するための手段も含み得る。システムは、ロボットの第1の複数の測定値と関節肢に関連した特性に基づく本体の姿勢の測定値との間の関係を判定するための手段をさらに含み得る。加えて、システムは、第1

20

【0007】

[0007] これら並びに他の態様、利点、及び代替案は、必要に応じて添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことにより、当業者には明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】[0008] 例示的な実施形態による、ロボットシステムの構成を示す図である。

30

【図2】[0009] 例示的な実施形態による、四足ロボットを示す斜視図である。

【図3】[0010] 例示的な実施形態による、四足ロボットを示す斜視図である。

【図4】[0011] 例示的な実施形態による、二足ロボットを示す斜視図である。

【図5A】[0012] 例示的な実施形態による、二足ロボットの構え(stance)を示す斜視図である。

【図5B】[0013] 例示的な実施形態による、二足ロボットの簡易描写を示す図である。

【図5C】[0014] 例示的な実施形態による、二足ロボットの構えを示す斜視図である。

【図5D】[0015] 例示的な実施形態による、二足ロボットの簡易描写を示す図である。

【図6】[0016] 例示的な実施形態による流れ図である。

【図7】[0017] 例示的な実施形態により構成されたコンピュータ可読媒体を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0009】

[0018] 以下の詳細な説明は、開示されるシステム及び方法の様々な特徴及び機能を、添付の図面を参照して説明するものである。本明細書に記載の説明的なシステム及び方法の実施形態は限定的であることを意図されていない。開示されるシステム及び方法の特定の態様は、多種多様な異なる構成で配置及び組み合わせ可能であり、本明細書においてそのすべてが想定されることが、容易に理解されるであろう。

【0010】

I. 概要

50

[0019] 例示的な実施形態は、少なくとも1つのロボット肢、センサ、及び処理システムを有するロボット装置を含む。ロボット肢は、関節によって接続されたいくつもの部材を含む多関節ロボット付属物であり得る。ロボット肢は、部材を接続する関節によって制限される動きの範囲を通じてロボット肢の運動を促進する肢の部材に結合されたいくつものアクチュエータ（例えば2～5個のアクチュエータ）も含み得る。センサは、関節の角度、アクチュエータ内の圧力、及び/又は所定時点でのロボット肢の位置、速度、及び加速度などのロボット装置の特性を測定するように構成され得る。センサは、ロボット装置本体（本明細書ではロボットの「基部」とも呼ばれ得る）の姿勢（すなわち本体の姿勢の測定値）を測定するようにも構成され得る。他の例示的な特性は、ロボット装置の様々な構成要素の質量、ロボット装置又はロボット装置の様々な構成要素の質量中心の場所、その他の特性では、ロボット装置又はロボット装置の構成要素の慣性モーメントを含む。ロボット装置の処理システムは、角度センサ情報から直接的、又は関節角を計算し得る他のセンサ情報から間接的のいずれかによってロボット肢の関節の角度を判定し得る。処理システムは、次にはロボット装置基部の感知された姿勢及び関節角に基づきロボット装置の姿勢を推定し得る。

10

【0011】

[0020] 姿勢は、本明細書では物体の角度位置と呼ぶことができる。場合によっては、姿勢は、3つの軸を中心とする回転の量（単位は度又はラジアン）と呼ぶことができる。場合によっては、ロボット装置の姿勢は、ロボット装置が立っている地面又は表面などの特定の基準フレームに対するロボット装置の姿勢と呼ぶことができる。姿勢は、オイラー（Euler）角又はテイト・ブライアン（Tait-Bryan）角（ヨー（yaw）角、ピッチ（pitch）角、及びロール（roll）角としても周知）を用いて角度位置を記載し得る。場合によっては、コンピュータ可読媒体などで、姿勢は、姿勢行列（orientation matrix）によって、又はその他の表示の中でも姿勢四元数（orientation quaternion）によって表示され得る。

20

【0012】

[0021] いくつかのシナリオでは、ロボット装置基部上のセンサからの測定値は、ロボット装置がそのようなやり方で方向づけられていること、及び/又は、ロボット装置のバランスを維持するために、多関節付属物の1つ以上の制御を必要とする角速度を有することを示し得る。ただし、これらのシナリオでは、ロボット装置の肢は、バランス制御が不要であるように、方向づけられ、及び/又は動いている場合であり得る。例えば、ロボット装置本体は、左に傾斜させられ、したがって、本体の姿勢を測定するセンサは、ロボット装置のバランスをとる肢を動かす必要性を示し得るが、ロボット装置の1つ以上の肢は右に延び、ロボット装置基部上のセンサはそうでないことを示すにもかかわらず、ロボット装置のバランスをとらせることができる。ロボット装置の肢は、ロボット装置本体にトルクをかけ、ロボット装置の質量中心に影響を及ぼすこともある。したがって、ロボット装置の一部分の姿勢及び角速度の測定値は、ロボット装置本体及び肢の組み合わせの姿勢及び角速度の不正確な描写であり得る（本明細書では、「集合的」姿勢及び角速度と呼ばれ得る）。

30

【0013】

[0022] いくつかの実施形態では、処理システムは、ロボット装置基部の感知された姿勢及び測定された関節角に基づき、ロボット装置全体の集合的姿勢及び/又は角速度を推定するように構成され得る。処理システムは、ロボット装置の関節角と、ロボット装置の関節角がロボット装置基部の姿勢及び/又は角速度に影響を及ぼす程度との間の関係を記憶している。ロボット装置の関節角とロボット装置基部の動きとの間の関係は、ロボット装置の肢の運動力学及び質量特性に基づき判定され得る。言い換えれば、関係は、関節角がロボット装置の集合的姿勢及び/又は角速度に及ぼす影響を特定し得る。加えて、処理システムは、内部動作及び外部動作によって引き起こされるロボット装置の姿勢及び/又は角速度の構成要素によって引き起こされるロボット装置の姿勢及び/又は角速度の構成要素を判定するように構成され得る。さらに、処理システムは、ロボット装置の総ヨーレー

40

50

ト、ピッチレート、及びロールレート（全体として「集会的角速度」と呼ぶことができる）を判定するために、集会的姿勢の構成要素を区別し得る。

【0014】

[0023] いくつかの実施形態では、ロボット装置は、ロボット装置の簡略化モデルに基づき、ロボット装置を制御するように構成された制御システムも含み得る。制御システムは、ロボット装置の推定された集会的姿勢及び/又は角速度を受信し、その後、ロボット装置の1つ以上の関節肢を特定の仕方で作動させるように（例えば、ロボット装置のバランスを維持するように）構成され得る。例えば、制御システムは、ロボット装置の足を置く位置、及び/又はロボット装置の足によって力が、集会的姿勢に基づいて表面上に作用する位置を判定し得る。

10

【0015】

[0024] いくつかの実施形態では、ロボット装置は、ロボット装置の肢の姿勢を測定する運動力学センサと一緒に、外力（例えば、ロボット装置の脚部によって地面に対して加えられる力）を測定又は推定する力センサを含み得る。処理システムは、センサによって測定された情報に基づきロボット装置の角運動量を判定するように構成され得る。制御システムは、測定された角運動量及び総角速度を受信し、ロボット装置の角運動量の低減されたノイズ推定値を提供するフィードバックベースの状態オブザーバで構成され得る。また、状態オブザーバは、ロボット装置に作用するトルク又は力の測定値及び/又は推定値を受信し、ロボット装置の角運動量の低減されたノイズ推定値を判定するための基礎として他の情報の中でそれらを使用し得る。いくつかの例では、測定された角運動量は、第1の平均振幅（例えば、-80デシベル乃至-20デシベル）を有するノイズを含み、角運動量の低減ノイズ推定値は、第2の平均振幅（例えば、-70デシベル乃至10デシベル）を有するノイズを含む。場合によっては、ノイズの第2の平均振幅はノイズの第1の平均振幅よりも小さく、状態オブザーバはノイズの平均振幅を低減するように作用する。

20

【0016】

[0025] 制御システムは、ロボット脚の構成要素にわたって接続された1つ以上のアクチュエータを作動させるように構成され得る。アクチュエータは、ロボット脚を上下させるように制御し得る。場合によっては、ロボット脚は、3次元でロボット脚の動きを制御するためのアクチュエータを含み得る。特定の実施形態に応じて、制御システムは、ロボットを特定の仕方（例えば、静止バランス、ウォーキング、ランニング、ギャロッピングなど）を制御するための基礎として、他のセンサ測定値と一緒に集会的姿勢を使用するように構成され得る。

30

【0017】

[0026] いくつかの実施形態では、ロボット装置基部の姿勢及び/又は角速度に対する関節角とそれらの影響との間の複数の関係を処理システムに記憶させることができる。処理システムは、関節角に基づき集会的姿勢及び/又は角速度を判定する特定の関係を選択し得る。例えば、ある関係は0度と90度との間の特定の関節に関連し、別の関係は91度と180度との間の特定の関節に関連し得る。選択された関係は、ロボット装置の集会的姿勢を他の関係よりも正確に推定し得る。

【0018】

[0027] いくつかの実施形態では、処理システムは、ロボット装置の関節角と、ロボット装置の関節角がロボット装置の関節角と、ロボット装置基部の姿勢及び/又は角速度に影響を及ぼす程度との間に2つ以上の関係を記憶している場合がある。各関係は、1つ以上の範囲の関節角の値（すなわち動作範囲）に対応し得る。

40

【0019】

[0028] いくつかの実施形態では、ロボット装置は、1つ以上のモードで作動し得る。動作モードは、動作範囲の対応する設定内である関節角の1つ以上に対応し得る。これらの実施形態では、各動作モードは、特定の関係に対応し得る。

【0020】

[0029] ロボット装置の角速度は、多数の平面に沿ってロボット装置の姿勢（すなわち回

50

転角度)を描写する多数の構成要素を有し得る。ロボット装置の視点から、左又は右に方向を変えたロボット装置の回転速度は、本明細書では「ヨー(yaw)」と呼ばれ得る。上方又は下方へのロボット装置の回転角度は、本明細書では「ピッチ(pitch)」と呼ばれ得る。左又は右に傾斜されたロボット装置の回転角度は、本明細書では「ロール(roll)」と呼ばれ得る。加えて、ヨー、ピッチ、及びロールの変更レートは、本明細書では、それぞれ「ヨーレート」、「ピッチレート」、及び「ロールレート」と呼ばれ得る。

【0021】

II. 例示的なロボットシステム

[0030] ここで図面を参照すると、図1は、例示的な実施形態によるロボット装置の例示的な構成を示す。ロボットシステム100は、本明細書に記載された動作を実行するように構成された例示的なロボット装置を表す。加えて、ロボット装置100は、自律的に、半自律的に、及び/又はユーザによって提供される指示を用いて動作するように構成され、かつ、人間型ロボット、又はその他の例の中でも四足ロボットなどの様々な形で存在し得る。さらに、ロボット装置100は、ロボット装置、可動性ロボット、又はその他の呼称の中でもロボットとも呼ばれ得る。

10

【0022】

[0031] 図1に示したように、ロボット装置100は、プロセッサ102、データ記憶装置104、プログラム命令106、コントローラ108、センサ110、電源112、機械部品114、及び電気部品116を含む。ロボット装置100は、例示目的のために示されており、本明細書における開示の範囲から逸脱することなく多少の構成要素を含み得ることに留意されたい。ロボット装置100の様々な構成要素は、有線接続又は無線接続などを含む、任意の仕方で接続され得る。さらに、いくつかの例では、ロボット装置100の構成要素は、単一の物理的実体ではなく、多数の異なる物理的実体に配置され得る。ロボット装置100の他の例示的な実例もまた存在し得る。

20

【0023】

[0032] プロセッサ102は、1つ以上の汎用プロセッサ又は専用プロセッサ(例えば、デジタル信号プロセッサ、特定用途向け集積回路など)として動作し得る。プロセッサ102は、データ記憶装置104に記憶され、本明細書に記載のロボット装置100の動作を提供するために実行可能なコンピュータ可読プログラム命令106を実行するように構成され得る。例えば、プログラム命令106は、コントローラ108の動作を提供するように実行可能であり、コントローラ108は、機械部品114及び電気部品116の起動及び停止を引き起こすように構成され得る。プロセッサ102により、ロボット装置100は作動し、本明細書に記載された機能を含む、様々な機能を実行することが可能である。

30

【0024】

[0033] データ記憶装置104は、メモリなどの記憶媒体の様々なタイプとして存在し得る。例えば、データ記憶装置104は、プロセッサ102によって読み取り又はアクセスが可能な1つ以上のコンピュータ可読記憶装置媒体を含み、又はこの形をとり得る。1つ以上のコンピュータ可読記憶装置媒体は、プロセッサ102と全体的又は部分的に統合し得る、光学的、磁氣的、有機、又は他のメモリやディスク記憶装置などの揮発性及び/又は不揮発性の記憶装置構成要素を含み得る。いくつかの実施形態では、データ記憶装置104は、単一の物理的装置(例えば、1つの光学、磁気、有機又は他のメモリやディスク記憶装置)を用いて実施できるが、他の実施形態では、データ記憶装置104は、有線通信又は無線通信を介して通信し得る2つ以上の物理的装置を用いて実施し得る。さらに、コンピュータ可読プログラム命令106に加えて、データ記憶装置104は、他の可能性の中でも診断データなどの追加データを含み得る。

40

【0025】

[0034] ロボット装置100は、ロボット装置100とインターフェースで接続し得る少なくとも1つのコントローラ108を含むことができ、コントローラ108は、このよう

50

な機械部品 1 1 4 及び / 又は電気部品 1 1 6 間のリンクなどのロボット装置 1 0 0 の部分間のリンクとして機能し得る。場合によっては、コントローラ 1 0 8 は、ロボット装置 1 0 0 と別の計算装置との間のインターフェースとして機能し得る。また、コントローラ 1 0 8 は、ロボットシステム 1 0 0 とユーザとの間のインターフェースとして機能し得る。コントローラ 1 0 8 は、とりわけ、操作レバー、ボタンを含む、ロボット装置 1 0 0 と通信するための様々な構成要素を含み得る。コントローラ 1 0 8 は、同様に、ロボット装置 1 0 0 のための他の動作を実行し得る。コントローラの他の例も同様に存在し得る。

【 0 0 2 6 】

[0035] 加えて、ロボット装置 1 0 0 は、1 つ以上のセンサ 1 1 0 は、その他の可能性の中でも、力センサ、近接センサ、運動センサ、荷重センサ、位置センサ、タッチセンサ、深度センサ、超音波距離センサ、赤外線センサなどの 1 つ以上のセンサを含む。センサ 1 1 0 は、適切な環境でロボットシステム 1 0 0 の相互作用のほか、ロボット装置 1 0 0 のシステムの動作の監視を可能にするために、プロセッサ 1 0 2 にセンサデータを提供し得る。センサデータは、コントローラ 1 0 8 及び / 又はロボット装置 1 0 0 の計算装置によって、機械部品 1 1 4 及び電気部品 1 1 6 を活性化及び非活性化するための様々な要因の評価に使用され得る。

10

【 0 0 2 7 】

[0036] センサ 1 1 0 は、コントローラ 1 0 8 及び / 又は計算システムのためのロボット装置の環境を示す情報を提供し、ロボット装置 1 0 0 のための動作を判定するために使用し得る。例えば、センサ 1 1 0 は、環境認識及びナビゲーションなどで支援し得る、環境の地形又は近くの物体の場所に対応するデータを捕捉し得る。例示的な構成では、ロボット装置 1 0 0 は、カメラ、R A D A R、L I D A R、全地球測位システム (G P S) トランシーバー、及び / 又はロボット装置 1 0 0 の環境の情報を捕捉するための他のセンサを含み得る。センサ 1 1 0 は、リアルタイムで環境を監視し、障害物、地形の要素、天候状態、温度、及び / 又はロボット装置 1 0 0 のための他の環境パラメータを検出し得る。

20

【 0 0 2 8 】

[0037] さらに、ロボット装置 1 0 0 は、ロボット装置 1 0 0 の様々な構成要素の状態を監視し得るセンサ 1 1 0 を含む、ロボット装置 1 0 0 の状態を示す情報を受信するように構成されたセンサ 1 1 0 を含み得る。センサ 1 1 0 は、ロボット装置 1 0 0 のシステムの活動を測定し、ロボット装置 1 0 0 の様々な機構の動作、拡張可能な脚、腕、又はロボット装置 1 0 0 の他の機械的及び / 又は電氣的機構の動作に基づく情報を受信し得る。センサによって提供されるセンサデータにより、ロボット装置 1 0 0 の計算システムは、動作におけるエラーを判定するほか、ロボット装置 1 0 0 の構成要素の全体的な機能を監視することが可能となる。

30

【 0 0 2 9 】

[0038] 例えば、計算システムは、センサデータを使用し、電力レベル、通信動作、その他の情報のうち、修理が必要な構成要素に関連する動作だけでなく、測定中にロボット装置 1 0 0 の安定性を判定するために、センサデータを使用し得る。例示的な構成として、ロボット装置 1 0 0 は、ロボット装置の動作状態に関するセンサデータを提供するために、ジャイロスコープ、加速度計、及び / 又は他の可能なセンサを含み得る。さらに、センサ 1 1 0 は、ロボットシステム 1 0 0 が現在動作中であり得る、歩行などの機能の現在の状態を監視し得る。加えて、センサ 1 1 0 は、ロボット装置の所定のロボット脚及びロボット装置の質量中心との間の距離を測定し得る。センサ 1 1 0 の他の例示的な使用も存在し得る。

40

【 0 0 3 0 】

[0039] 加えて、ロボット装置 1 0 0 は、ロボット装置 1 0 0 の様々な構成要素に電力を供給するように構成された 1 つ以上の電源 1 1 2 を含み得る。可能な電力システムの中でも、ロボット装置 1 0 0 は、油圧システム、電気システム、バッテリー、及び / 又は他のタイプの電力システムを含み得る。例示的な実例として、ロボット装置 1 0 0 は、有線接続及び / 又は無線接続を介して構成要素に電力を供給するように構成された 1 つ以上のパ

50

ッテリーを含み得る。実施例内では、機械部品 1 1 4 及び電気部品 1 1 6 の構成要素は、それぞれ異なる電源に接続することができ、又は同じ電源によって電力が供給され得る。ロボットシステム 1 0 0 の構成要素は、同様に複数の電源に接続し得る。

【 0 0 3 1 】

[0040] 例示的な構成内では、ロボット装置 1 0 0 に電力を供給するために、ガソリンエンジンなどの任意のタイプの電源が使用され得る。さらに、電源 1 1 2 は、外部電源への有線接続、無線充電、燃焼、又は他の例などの様々なタイプの充電を使用して充電し得る。他の構成も可能である。加えて、ロボット装置 1 0 0 は、流体力を用いて、機械部品 1 1 4 に電力を供給するように構成された油圧システムを含み得る。ロボット装置 1 0 0 の構成要素は、例えば、種々の油圧モータと油圧シリンダに油圧システム全体に送られる圧油に基づいて動作し得る。ロボット装置 1 0 0 の油圧システムは、ロボット装置 1 0 0 内に含めることができる小さなチューブ、可撓性ホース、又はロボット装置 1 0 0 の他の動力源の構成要素間の他のリンクを介して大量の電力を転送し得る。他の電源がロボット装置 1 0 0 内に含まれ得る。

10

【 0 0 3 2 】

[0041] 機械部品 1 1 4 は、ロボット装置 1 0 0 が動作し、物理的な機能を実行することを可能にし得るロボットシステム 1 0 0 のハードウェアを表す。いくつかの例として、ロボット装置 1 0 0 は、アクチュエータ、拡張可能な脚（「脚」）、腕、ホイール、計算システム又は他の構成要素、及び/又は他の機械部品を収容するための 1 つ又は多数の構造体を含み得る。機械部品 1 1 4 は、ロボット装置 1 0 0 の設計に依存し得るとともに、ロボット装置 1 0 0 が実行するように構成され得る機能及び/又は作業に基づくこともできる。したがって、ロボット装置 1 0 0 の動作及び機能に応じて、異なる機械部品 1 1 4 は、利用するロボット装置 1 0 0 のために利用可能である。いくつかの例では、ロボット装置 1 0 0 は、ユーザ及び/又は他のロボット装置からの支援を含み得る機械部品 1 1 4 を、追加及び/又は除去するように構成され得る。例えば、ロボット装置 1 0 0 は、最初に 4 脚で構成され得るが、ユーザ又はロボット装置 1 0 0 によって、4 脚のうち 2 脚を除去し、二足として動作するように変更されうる。機械部品 1 1 4 の他の例が含まれ得る。

20

【 0 0 3 3 】

[0042] 電気部品 1 1 6 は、例えば、電荷又は電気信号を処理し、転送し、提供することが可能な様々な構成要素を含み得る。可能な例の中でも、電気部品 1 1 6 は、ロボット装置 1 0 0 の動作を可能にするために、電気配線、回路、及び/又は、無線通信送信機及び受信機を含み得る。電気部品 1 1 6 は、機械部品 1 1 4 と連携し、ロボット装置 1 0 0 が様々な動作を実行することを可能にし得る。電気部品 1 1 6 は、例えば、様々な機械部品 1 1 4 に、電源 1 1 2 から電力を供給するように構成され得る。さらに、ロボット装置 1 0 0 は、電気モータを含み得る。電気部品 1 1 6 の他の例も同様に存在し得る。

30

【 0 0 3 4 】

[0043] いくつかの実施形態では、ロボット装置 1 0 0 は、情報を送信及び/又は受信するように構成された通信リンク 1 1 8 を含み得る。通信リンク 1 1 8 は、例えば、ロボット装置 1 0 0 の様々な構成要素の状態を示すデータを送信し得る。例えば、センサ 1 1 0 によって読み込まれた情報は、通信リンク 1 1 8 を介して別の装置に送信され得る。電源 1 1 2、機械部品 1 1 4、電気部品 1 1 8、プロセッサ 1 0 2、データ記憶装置 1 0 4、及び/又はコントローラ 1 0 8 の完全性や健全性を示す他の診断情報は、通信リンク 1 1 8 を介して外部通信装置に送信され得る。

40

【 0 0 3 5 】

[0044] いくつかの実施形態では、ロボット装置 1 0 0 は、プロセッサ 1 0 2 によって処理される通信リンク 1 1 8 で情報を受信し得る。受信情報は、プログラム命令 1 0 6 の実行中にプロセッサ 1 0 2 によってアクセス可能であるデータを示し得る。さらに、受信情報は、機械部品 1 1 4 又は電気部品 1 1 6 の挙動に影響を及ぼし得るコントローラ 1 0 8 の様相を変更し得る。場合によっては、受信情報は、一部の情報（例えば、ロボット装置 1 0 0 の構成要素の 1 つ以上の動作状態）を要求する質問を示し、プロセッサ 1 0 2 は、

50

その後、一部の情報が通信リンク 118 をバックアウトすることを送信し得る。

【0036】

[0045] 場合によっては、通信リンク 118 は有線接続を含む。ロボット装置 100 は、通信リンク 118 を外部装置にインターフェースで接続する 1 つ以上のポートを含み得る。通信リンク 118 は、有線接続に加えて又はその代わりに、無線接続を含み得る。いくつかの例示的な無線接続では、CDMA、EVDO、GSM/GPRS、又は、WiMAX 又は LTE などの 4G の通信などの携帯電話接続が利用され得る。あるいは、又はさらに、無線接続は、無線ローカルエリアネットワーク (WLAN) にデータを送信するための Wi-Fi 接続を利用し得る。いくつかの実施形態では、無線接続は、赤外線リンク、Bluetooth、又は近距離無線通信 (NFC) 装置を介して通信し得る。

10

【0037】

[0046] 図 2 は、例示的な実施形態による例示的な四足ロボットの斜視図を示す。他の可能な機能の中でも、ロボット装置 200 は、動作中に本明細書に記載された手順を実行するように構成され得る。ロボット装置 200 は、ロボット装置 200 の本体 208 に接続された脚 204A、204B、204C、及び 204D を含み、ロボット装置 200 の計算システムにセンサデータを提供するように構成されたセンサも含み得る。各脚 204A、204B、204C、及び 204D は、それぞれ、足 206A、206B、206C、及び 206D を含み得る。センサは、脚 204A、204B、204C、及び 204D の部分内に組み込まれ、圧力、位置、加速度、及びその他の測定値の中でも姿勢を検出し得る。さらに、ロボット装置 200 は、本体 208 上に物体 212 を運搬していることが図示されている。他の例示的な実施形態内で、ロボット装置 200 は、多少の構成要素を含み、加えて、図 2 に示されていない構成要素を含み得る。

20

【0038】

[0047] ロボット装置 200 は、図 1 に示したロボットシステム 100 の物理表現であり得、又は他の構成に基づき得る。動作するために、ロボット装置 200 は、ロボット装置 200 の様々な動作において支援するように構成された 1 つ以上の計算装置で作られる計算システムを含む。これらの動作は、データを処理し、データに基づく出力を提供することを含み、ロボット装置 200 の物理的状态に様々な変化をもたらし得る。計算システムは、ロボット装置 200 の様々なシステム (例えば、センサシステム) によって、又は他のソース (例えば、ユーザ、別のロボット装置、サーバ) から提供される情報を処理し、呼応して動作するように、これらのシステムに命令を提供し得る。

30

【0039】

[0048] 加えて、計算システムは、動作中にロボット装置 200 のシステムを監視し得るが、これは、例えば、エラーの監視及び / 又は通常動作の監視を含み得る。いくつかの例示的な構成では、計算システムは、ロボット装置 200 の様々なシステム間の接続として役立ち、システムの動作を連携させ、ロボット装置 200 が動作を実行することを可能にし得る。さらに、計算システムは、複数の装置、プロセッサ、コントローラ、及び / 又は制御又はロボット装置の動作を支援するように構成された他の実体を含み得る。加えて、計算システムは、様々なタイプのメモリ及び / 又は他の構成要素を使用して動作し得る。

40

【0040】

[0049] ロボット装置 200 は、4 つの拡張可能な脚 204A、204B、204C、及び 204D を有する四足ロボット装置として存在する。ロボット装置 200 は、図 2 に示した実例の 4 つの脚 204A、204B、204C、及び 204D を含むが、ロボット装置 200 は、他の実施例内で多少の脚を含み得る。さらに、脚 204A、204B、204C、及び 204D の構成、位置、及び / 又は構造は、例示的な実施形態では変動し得る。脚 204A、204B、204C、及び 204D は、ロボット装置 200 が動くのを可能にし、実行される移動の異なる技術を可能にする多数の自由度で動作するように構成され得る。特に、脚 204A、204B、204C、及び 204D は、脚 204A、204B、204C、及び 204D を機械的に制御することにより、ロボット装置 200 が様々な速度で移動することを可能にし得る。

50

【 0 0 4 1 】

[0050] 各ロボット脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D は、関節 2 1 4 でのような関節、及びアクチュエータを含み得る。関節は、ロボット脚の部材が多くの自由度での角度範囲を通じて動くことを可能にする。動作中、アクチュエータは、様々な位置にロボット脚を動かすために容易に拡張又は圧縮され得る。特定の関節は、動きの範囲が限定され得る（例えば、- 1 2 0 度乃至 1 2 0 度）。関節及び部材のいくつかの組み合わせは、ロボット脚が横位置、縦位置、及び / 又は垂直方向の位置に動くことを可能にし得る。

【 0 0 4 2 】

[0051] 歩行が、動物の肢、ロボット装置、又は他の機械的構造物の動きのパターンである。したがって、ロボット装置 2 0 0 は、脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D を動作することによってナビゲートし、様々な歩行を実行し得る。ロボット装置 2 0 0 は、様々な歩行を使用して環境内を移動し得るが、これは速度、地形、操縦の必要性、及び / 又はエネルギー効率に基づく歩行を選択することを含み得る。ロボット装置 2 0 0 は、歩行間で動的に切り替えるように構成され得るが、これは、ロボット装置が脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D を作動させる速度又機構を変更することを可能にし得る。

10

【 0 0 4 3 】

[0052] さらに、異なるタイプのロボット装置では、特定の歩行の使用を予防し得る設計の違い（例えば、ロボット装置の脚の数）による異なる歩行を使用し得る。いくつかの歩行は、特定の名称を有し得るが（例えば、歩く、速歩、走る、ギャロップ、及び結合した）、これらの歩行間の区別はわずかであり得る。歩行は、足音パターン、伸縮脚（例えば、足）の先端部を配置するための表面上の位置を含むパターンに基づき分類され得る。同様に、歩行も力学に基づいて分類し得る。同様に、歩行は機構に基づき分類もされ得る。

20

【 0 0 4 4 】

[0053] 加えて、ロボット装置 2 0 0 は、様々な位置にロボット装置 2 0 0 に取り付けることができる他の機械的開口又は付属物を含み得る。ロボット装置 2 0 0 は、機械的な腕、グリッパ、ホイール、又は他の機構を含み得る。脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D は、ロボット装置が遭遇し得る様々なタイプの表面上で制御を可能にする足又は他のタイプの機械的機構（例えば、ロボット装置と表面との間の摩擦を増加させるゴム足）を有し得る。

30

【 0 0 4 5 】

[0054] 例示的なロボット装置 2 0 0 の設計の一部として、ロボット装置 2 0 0 本体 2 0 8 は、脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D に接続し、このようにロボット装置 2 0 0 の様々な構成要素を收容し得る。したがって、本体 2 0 8 の構造は、実施例内で変動し、所定のロボット装置が実行するように設計されている、さらに特定の動作に依存しうる。例えば、重い荷物を運ぶために開発されたロボット装置は、負荷の配置を可能にする幅広の本体を有し得る。同様に、高速に達するように設計されたロボット装置は、実質的な重量を有することがない幅の狭い、小さな本体を有し得る。さらに、本体 2 0 8 と同様に脚 2 0 4 A、2 0 4 B、2 0 4 C、及び 2 0 4 D は、多様な金属又はプラスチックなどの様々なタイプの材料を使用して開発され得る。他の実施例の中では、ロボット装置は、異なる構造を有する本体を有してよく、又は他のタイプの材料で製造され得る。

40

【 0 0 4 6 】

[0055] ロボット装置 2 0 0 のセンサ 2 1 0 は、様々なタイプのセンサを含み得る。センサ 2 1 0 は、ロボット装置の様々な位置に配置され得る。ロボットシステム 1 0 0 について記載したように、ロボット装置 2 0 0 は、カメラ、RADAR、LIDAR、GPS トランシーバー、加速度計、ジャイロスコープ、及び / 又は他のタイプのセンサを含むセンサシステムを含み得る。センサは、ロボット装置 2 0 0 の環境のパラメータを測定するだけでなく、いくつかの実施例では、ロボット装置 2 0 0 のシステムの内部動作を監視するように構成され得る。いくつかの例では、ロボット装置 2 0 0 は、各脚 2 0 4 A、2 0

50

4 B、204 C、及び204 Dの姿勢、位置、速度、又は加速度を測定するセンサを含み得る。

【0047】

[0056] いくつかの実施形態では、センサ210は、ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dの部分に結合され得る。例えば、センサは、ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dの関節の角度を測定するように構成され得る。いくつかの実施形態では、センサによる情報又はデータ出力は、制御システム202に提供され得る。場合によっては、ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dの各部分の姿勢を判定するために、ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dのセクションに慣性測定ユニット（IMU）が取り付けられ得る。さらに、圧力トランスデューサなどのセンサは、アクチュエータ内の圧力を測定するために、及び/又はアクチュエータが伸長又は圧縮される長さを測定するためにロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dのアクチュエータに結合され得る。ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dの関節の角度を計算し得る、ロボット装置200の態様を測定するために、前述のセンサに加えて他のセンサが含まれ得る。

10

【0048】

[0057] いくつかの実施形態では、ロボット脚204 A、204 B、204 C、及び204 Dのアクチュエータは、力の様々な量を適用するように制御され得る。いくつかのシナリオでは、制御システムが、多かれ少なかれ力を適用する特定のロボット脚を制御し得る。加えて、所定のロボット脚によって適用される力の量が、ロボット脚に結合されたセンサ又はロードセルなどのセンサを用いて測定され得る。

20

【0049】

[0058] ロボット装置200によって運ばれる負荷212は、ロボット装置200が輸送し得る様々なタイプの貨物を表し得る。負荷212は、ロボット装置200が利用し得る外部バッテリー又は他のタイプの電源（例えば、ソーラーパネル）を表し得る。負荷212は、ロボット装置200が構成されうる例示的な使用を表す。したがって、ロボット装置200は、他の動作も実行するように構成され得る。

【0050】

[0059] 加えて、ロボットシステム100で示したように、ロボット装置200もロボット装置200の機械的機構間で動作及び通信を可能にし得る様々な電気部品を含み得る。すでに述べたように、ロボット装置200は、入力を処理して出力を提供することを含む、様々な機能を実行するように構成された1つ又は多数のプロセッサを含む1つ以上の計算システムを含み得る。計算システムは、様々なタイプの記憶装置及び電源等などの追加の構成要素を含み得る。

30

【0051】

[0060] ロボット装置200の制御システム202は、感知システムからのセンサデータに基づき、ロボット装置200に環境をナビゲートさせることができる。感知システムは、ロボット装置200の部分に結合された感知システムのセンサを含み得る。ロボット装置200は、通信システム経由でナビゲーションコマンドを受信し得る。例えば、ロボット装置は、コマンドを受信し、毎時5キロメートルで前進し得る。コマンドは、100メートルなどの特定の距離を歩いて前進するように指定し得る。一例では、コマンドは、特定の脚を置く1つ以上の場所を指定し得る。

40

【0052】

[0061] いくつかの例では、ナビゲーションコマンドはGPS座標を含み得る。場合によっては、コマンドが、特定のGPS座標によって定義し得る特定の位置に移動するロボット装置に指示し得る。次いで、ロボット装置は、制御システムによって（おそらく知覚センサからのデータに基づき）識別され、地形の物理的特徴をナビゲートしながら、移動システムをその位置に移動させることができる。別のコマンドは、それらと人の位置を示すデータを生成し、GPS対応装置を有し得る特定の人を、従うようにロボット装置に指示し得る。データは、制御システムによって識別された地形の物理的特徴をナビゲートしな

50

から、移動システムが人に追従させることができるロボット装置に通信され得る。

【 0 0 5 3 】

[0062] いくつかの例示的な実施形態では、動作中、計算システムは、有線通信又は無線通信を介してロボット装置 200 の他のシステムと通信することができ、さらにロボット装置の 1 人又は多数のユーザと通信するように構成され得る。1 つの可能な実例として、計算システムは、ユーザが特定の方向に特定の歩行を実行するためのロボット装置を望んでいることを示すユーザからの入力を受信し、ロボット装置のシステムが要求された歩行を実行させることができる。加えて、ロボット装置の電気部品は、インターフェースに限定されず、ワイヤ、バス、及び/又は通信するロボット装置のシステムを可能にするように構成された他の通信リンクを含めて、他のタイプの電気部品を含み得る。

10

【 0 0 5 4 】

[0063] さらに、ロボット装置 200 は、1 人又は多数のユーザ、及び/又は他のロボット装置と様々なタイプのインターフェースを介して通信し得る。例示的な実施形態では、ロボット装置 200 は、操作レバー又は同様のタイプのインターフェースを介してユーザからの入力を受信し得る。計算システムは、力の量、操作レバーにかけられる力の持続時間、及び他の可能な情報を示すデータを、操作レバーインターフェースから受信するように構成され得る。同様に、ロボット装置 200 は、入力を受信し、そのようなモバイル機器やマイクロフォンなどの他のタイプのインターフェースを介してユーザと通信し得る。とにかく、ロボット装置 200 の計算システムは、ロボット装置 200 が受信し得る様々なタイプの入力を処理するように構成され得る。

20

【 0 0 5 5 】

[0064] 図 3 は、図 2 に示したロボット装置 200 と同様の例示的な実施形態による別の例示的な四足ロボットを示し、ロボット装置 300 は、図 1 に示したロボットシステム 100 に対応し得る。ロボット装置 300 は、ロボット装置の姿勢、ヨー、ピッチ、及び/又はロールを推定するように構成され得るロボット装置の別の可能な実施形態として役立つ。ロボット装置の他の例示的な実施形態が存在し得る。

【 0 0 5 6 】

[0065] 図 4 は、図 2 に示したロボット装置 400 と同様の例示的な実施形態による別の例示的な二足ロボットを示し、ロボット装置 400 は、図 1 に示したロボットシステム 100 に対応し得る。ロボット装置 400 は、ロボット装置の姿勢、ヨー、ピッチ、及び/又はロールを推定するように構成され得るロボット装置の別の可能な実施形態として役立つ。ロボット装置の他の例示的な実施形態が存在し得る。

30

【 0 0 5 7 】

[0066] ロボット装置 400 は、ロボット脚及び/又はロボット腕などのいくつもの多関節付属物を含み得る。各関節付属物は、多関節付属物が一定の自由度で移動を可能にする関節によって接続されたいくつもの部材を含み得る。多関節付属物の各部材は、他の特性の中でも、例えば、その重量、重量配分、長さ、及び/又は形状と部材の態様を説明する特性を有し得る。同様に、多関節付属物の部材を接続する各関節は、関節が可能にする動きのその範囲の程度、関節の大きさ、及び他の特性の中でも関節によって接続された部材間の距離などの周知の特性を有し得る。所定の関節は、1 つの自由度を可能にする関節（例えば、ナックル関節又はヒンジ関節）、2 つの自由度を可能にする関節（例えば、円筒形関節）、3 つの自由度を可能にする関節（例えば、ボール及びソケット関節）、又は 4 つ以上の自由度を可能にする関節であり得る。自由度は、特定の並進又は回転軸の周りを移動するように関節に接続された部材の能力を指すことができる。

40

【 0 0 5 8 】

[0067] ロボット装置 400 は、その多関節付属物の関節の角度を測定するセンサもまた含み得る。さらに、多関節付属物は、多関節付属物の部材を拡張し、後退させるように制御し得るいくつものアクチュエータを含み得る。場合によっては、関節の角度は、所定のアクチュエータの突出又は後退の程度に基づき判定し得る。場合によっては、関節角は多関節付属物の部材に取り付けられた慣性測定ユニット（IMU）の位置データから推測し

50

得る。いくつかの実施形態では、関節角は、ロータリエンコーダなどの回転位置センサを用いて測定し得る。他の実施形態では、関節角は、光反射技術を使用して測定し得る。他の関節角測定技術も使用され得る。

【 0 0 5 9 】

[0068] ロボット装置 4 0 0 は、処理システム、コンピュータシステム、又は制御システムなどのロボット装置 4 0 0 に接続された装置への多関節付属物からのセンサデータを送信するように構成され得る。ロボット装置 4 0 0 は、センサデータが記憶されているいずれかのロボット装置 4 0 0 上の装置に又は独立構成要素として含まれ得るメモリを含み得る。いくつかの実施形態では、センサデータは、一定時間メモリに保持されている。場合によっては、記憶されたセンサデータを処理され、そうでなければ、ロボット装置 4 0 0 上の制御システムによる使用のために転換され得る。場合によっては、ロボット装置 4 0 0 は、外部装置への有線接続又は無線接続を介してセンサデータを送信し得る。

10

【 0 0 6 0 】

I I I . 例示的なシナリオ

[0069] 図 5 A 及び図 5 C は、例示的な二足ロボットの構えを示す。図 5 A 及び図 5 C に示す二足ロボットは、図 4 に示したロボット装置 4 0 0、図 3 に示したロボット装置 3 0 0、又は図 2 に示したロボット装置 2 0 0 と同じ又は同様であり得る。図 5 B 及び図 5 D は、それぞれ、図 5 A 及び図 5 C の二足ロボットの簡略描写を示す。図 5 B 及び図 5 D に示した簡略描写は、それぞれ、図 5 A 及び図 5 C からの二足ロボットの集成的姿勢の剛性本体推定値である。図 5 A 及び 5 C に示した二足ロボット、及び図 5 B 及び図 5 D に示した二足ロボットの簡略描写は、説明の目的のために示されており、必ずしも縮尺通りに描かれていなくてよい。同様に、図 5 B 及び 5 D に示した特定の角度及び位置は、一定の縮尺で描かれておらず、必ずしも二足ロボットの集成的姿勢の正確な描写を表すものではない。

20

【 0 0 6 1 】

[0070] 図 5 A 及び 5 C は、x 軸、y 軸、及び z 軸の方向を示す軸を示している。軸は、説明の目的のためなどに指定され、様々な実施形態で異なって表され得る。その中心にある点と円は図の前面から指し示す x 軸を表す。図 5 B 及び図 5 D は、x 軸、y 軸、及び z 軸の特定の呼称も有する軸の 3 次元の描写を示す。図 5 B 及び図 5 D の軸は、様々な実施形態の他のやり方で示され得る。

30

【 0 0 6 2 】

[0071] 図 5 A、図 5 B、図 5 C、及び図 5 D は、ヨー回転、ピッチ回転、及びロール回転の量を示す矢印を含む。回転量は、度又はラジアンとして表され得る。図 5 A 及び図 5 C では、これらの矢印は、二足ロボットの基部（すなわち、主本体）に結合されたセンサから測定されたヨー回転、ピッチ回転、及びロール回転の量（すなわち、二足ロボットの基部の姿勢）を表す。図 5 B 及び図 5 D では、ヨー矢印、ピッチ矢印、及びロール矢印は、二足ロボットの基部の姿勢及び二足ロボットの関節の角度に基づき、二足ロボットの処理システムによって推定されたヨー回転、ピッチ回転、及びロール回転の総量を表す。

【 0 0 6 3 】

[0072] 図 5 A 及び図 5 C に示した矢印は、必ずしもヨー回転、ピッチ回転、ロール回転の量があることを意味するものではない。例えば、図 5 A の二足ロボットのロール回転量は 0 度であり得る。矢印は、説明目的のために示されており、ヨー、ピッチ、及びロールの回転量は、本出願の特定のセクション内で指定され得る。

40

【 0 0 6 4 】

[0073] 図 5 A 及び 5 C の二足ロボットは、4 本のロボット肢（2 本の多関節脚及び 2 本の多関節腕）で示されているが、任意の数の肢を有する任意の他のロボット装置の集成的姿勢及び / 又は角速度が、本出願の動作に応じて推定され得る。例えば、集成的姿勢及び / 又は角速度は、図 2 に示したロボット装置 2 0 0、及び他のロボット装置の中でも、図 3 に示したロボット装置 3 0 0 について判定され得る。

【 0 0 6 5 】

50

[0074] 図5Aは、例示的な実施形態による二足ロボット502の構え500を示す。二足ロボット502は、片脚で表面504上に立っている。二足ロボット502は、図4に示したロボット装置400と同様であってもよく、また、図1のロボット装置100の1つ以上の構成要素を含み得る。二足ロボット502の本体は、表面504に平行であるように描かれており、その結果二足ロボット502の本体に接続されたセンサが0である本体のロール角度を示す可能性がある。

【0066】

[0075] 二足ロボット502の肢は、二足ロボット502にトルクがかけられるように拡張されている。二足ロボット502は直立しているように示されているが、図5Aに示された二足ロボット502は、肢を動かすバランス制御が適用されない場合は、右に倒れてしまうであろう。二足ロボット502が不安定な構えであるにもかかわらず、二足ロボット502の本体に結合されたセンサからの情報を受信する制御システムは、二足ロボットのバランスを維持するために制御が必要とされないことを判定し得る。場合によっては、制御システムは、二足ロボットが倒れ始めた後に感知した角速度に反応し得るが、しかしながら、角速度の変化に反応することは、二足ロボットのバランスを維持する抜本的な制御対策を提供する制御システムをもたらし得る。したがって、角速度の変化に基づき二足ロボットを制御することは反応性であり、制御システムには別の不必要な量の制御努力を生じさせ得る。

【0067】

[0076] 二足ロボット502は、二足ロボット502の集成的姿勢を推定するように構成されている処理システムを含み得る。処理システムは、二足ロボット502の集成的姿勢のレートを計算し、二足ロボット502の角速度及び/又は角運動量をも判定し得る。いくつかの実施形態では、処理システムは、二足ロボット肢の関節の角度及び二足ロボット502の本体の測定された姿勢に基づき二足ロボット502の集成的姿勢を推定する。二足ロボット502の集成的姿勢、角速度、及び/又は角運動量は、二足ロボットに結合された制御システムに入力として提供され得る。制御システムは、特定の挙動(すなわち、静止バランス、ウォーキング、ランニング等)を有する二足ロボットを動作するように構成され得る。

【0068】

[0077] 処理システムは、ロボット装置の関節角と、ロボット装置の関節角がロボット装置基部の姿勢及び/又は角速度に影響を及ぼす程度との関係を記憶するメモリを含み得る。二足ロボット502の各肢は、各肢が様々なやり方で配置されることを可能にする部材及び関節を含む。前述の通り、肢の配置は、二足ロボット502の肢の部材に結合されたアクチュエータの作動により達成され得る。所定の肢がその動きの範囲を通して動くとき、肢の質量中心は、二足ロボット502本体の質量中心からの様々な距離を有する様々な場所に配置され得る。二足ロボットの本体から離れて拡張された二足ロボット502の肢の質量は、拡張された肢の重力の結果として二足ロボット502本体にトルクを導入し得る。したがって、運動力学及び二足ロボット502の様々な部分の質量特性に基づき、関節角と二足ロボット502本体の動きとの間の関係が判定され得る。処理システムは、次いで、二足ロボット502の集成的姿勢を判定するために、二足ロボット502本体の測定された姿勢に関節角の効果を適用し得る。

【0069】

[0078] いくつかの実施形態では、処理システムは、二足ロボットの角速度を推定するために集成的姿勢に時間微分を実行する。処理システムは、推定された角速度に基づき、二足ロボット502の推定された角運動量もまた判定し得る。

【0070】

[0079] いくつかの実施形態では、角速度及び/又は角運動量は、将来の時点で二足ロボット502の集成的姿勢を予測するために使用され得る。したがって、制御システムは、二足ロボット502本体が相当の角速度で移動する前にバランス制御を積極的に提供し得る。二足ロボット502がその方向に回転する前に二足ロボット502の集成的姿勢を予

10

20

30

40

50

測することによって、不安定な姿勢が先制して識別され、反応性制御システムと比べ、二足ロボット502のバランスをとるために必要な制御努力を大幅に削減し得る。

【0071】

[0080] 一例として、図2のロボット装置200又は図3のロボット装置300などの四足ロボットは、脚が一定の時間に地面と接触しないほど十分に大きな速度で移動し得る。これらの場合、四足ロボットが空中にある間に、四足ロボットの集成的姿勢を予測することは、地面と接触する前に、四足ロボットの前脚をどのように方向づけるかの判定に有用であり得る。

【0072】

[0081] 場合によっては、ロボット装置は、本体が湾曲及び/又は回転することを可能にするロボット装置本体に結合された可撓性部材を含み得る。センサは、可撓性部材の回転部分の角度を測定し、処理システムへの入力として、角度測定値を提供し得る。処理システムは、他の角度測定及びロボット装置の集成的姿勢を判定する際に本体の一部の姿勢を測定するとともに、これらの角度測定値を考慮し得る。

【0073】

[0082] 図5Aに示されている二足ロボット502の本体は、0度のヨー角、0度のピッチ角、及び0度のロール角を有する。ただし、二足ロボット502の肢は、二足ロボットが不安定であるように方向づけられている。したがって、時間が進むにつれて、バランス制御が肢に提供されなかった場合には、二足ロボット502は転倒することになる。

【0074】

[0083] 図5Bは、図5Aに示した二足ロボット502の簡易描写510を示す。二足ロボット502の処理システムは、二足ロボット502の関節の角度と一緒に、ヨー角、ピッチ角、及びロール角の0度の測定値を受信し得る。処理システムは、次いで、二足ロボット502の集成的姿勢を判定し得る。二足ロボット502本体のヨー角、ピッチ角、及びロール角は0度ではあったが、二足ロボット502の集成的姿勢は、非ゼロ値を有し得る。

【0075】

[0084] 図5Bでは、二足ロボット502の簡易描写512は非ゼロのヨー角、ピッチ角、及びロール角を有する。二足ロボット502の簡易描写512は、表面又は地面であり得る基準フレーム510に対して方向づけられている。いくつかの実施形態では、非ゼロのヨー角、ピッチ角、及びロール角の少なくとも1つは、二足ロボット502のバランスに不安定性を示し得る。例えば、非ゼロのロール角は、場合によっては、二足ロボット502の一侧に拡張されている1つ以上の脚に起因する、二足ロボット502本体にかけられるトルクを示し得る。したがって、二足ロボット502の本体が表面504と平行であるにもかかわらず、集成的姿勢は、経時的に二足ロボット502の角速度を増大させることになる不安定性を示す。

【0076】

[0085] 推定された集成的姿勢は、二足ロボット502の制御システムによって提供され、これはその後二足ロボット502のバランスをとるために二足ロボット502の肢の少なくとも1つを制御し得る。例えば、図5Aの二足ロボット502の持ち上げられた脚は、地面に配置され得るが、それによって持ち上げられた脚の1つ以上の関節の角度を変更する。脚は表面504と接触するように拡張されることを示すために、脚変化関節角として、処理システムによって推定された集成的姿勢は、二足ロボット502がますます安定になることを示し得る。例えば、脚を表面504に拡張することによって生じる関節角の変更は、集成的ロール角を減少させ得る。

【0077】

[0086] 場合によっては、二足ロボット502の制御システムは、特定のペース(例えば、ウォーキングペース又はランニングペース)で二足ロボット502の並進速度を維持するように構成されている。

【0078】

10

20

30

40

50

[0087] 例示的な実施形態では、ロボット装置は、その関節角の位置をロボット装置の集会的姿勢と相関させる関係を有し得る。ロボット装置は、一方の腕がロボット装置本体に取り付けられた部材を別の部材に接続する1つの関節を有する2脚と2腕を有し得る。この関係は、関節が0度乃至90度である角度を有するとき、腕はロボットを転倒させるのに十分なトルクを導入しないことを規定し得る。この関係は、関節が90度と180度の間の角度を有するとき、腕はロボット装置本体に十分なトルクを生じさせ、ロボット装置を角度的に加速させ、最終的に転倒させることも規定し得る。関節角範囲の任意の組み合わせは、様々な実施形態では、ロボット装置本体上に生じるトルクに相関させることができる。

【0079】

[0088] 場合によっては、ロボット装置は走行し得るため、特定の時点で地面と接触することがない。ロボット装置の本体は走行しながら振動し得るため、ロボット装置本体の姿勢の測定値のみを考慮する制御装置が、特定の時点で、ロボット装置が不安定であり、したがって、バランスを維持する制御努力を要することを判定し得る。ただし、ロボット装置の脚の関節角とロボット装置本体の姿勢との関係は、ロボット装置の集会的姿勢が、ロボット装置の本体の姿勢と比べ重度がはるかに少ない振動を有することを示し得る。これらの場合、本発明の制御システムは、他では用いられている可能性がある不必要な制御努力を低減する。

【0080】

[0089] 図5Cは、例示的な実施形態による二足ロボット522の構え520を示す。二足ロボット502と同様、二足ロボット522は片脚で表面524上に立っている。ただし、二足ロボット522の本体は傾斜して示されており、二足ロボット522の本体に結合されたセンサは、本体のロール角が非ゼロであることを示すかもしれない。二足ロボット522は、図4に示したロボット装置400と同じ又は同様であり得るとともに、図1のロボット装置100の1つ以上の構成要素も含み得る。

【0081】

[0090] 二足ロボット522の肢は、二足ロボット522がバランスをとれるように拡張される。図5Aの二足ロボット502とは異なり、二足ロボット522は安定しており、バランスを維持するために肢の制御を必要としない。二足ロボット522の肢は、二足ロボット522の本体にトルクがかからないやり方で拡張される。

【0082】

[0091] 二足ロボット502と同様、二足ロボット522は、二足ロボット522の集会的姿勢を推定するように構成される処理システムを含み得る。処理システムは、二足ロボット522の関節の角度及び測定された本体の姿勢を受信し、二足ロボットの集会的姿勢を判定し得る。図5Cに示された例示的な構え520では、本体の姿勢は二足ロボット522のバランスを維持するために制御を必要とする不安定な構えを示してはいるが、処理システムは、二足ロボット522が安定であることを集会的姿勢から判定する。処理システムは、集会的姿勢の時間微分もまた実行し、二足ロボット522の角速度が変更していないことを判定し得る。

【0083】

[0092] 図5Cの二足ロボット522の本体は、0度のヨー角、0度のピッチ角、及び非ゼロのロール角を有する。ただし、二足ロボットの集会的姿勢 図5Dの二足ロボット522の簡易描写に示されている は、ゼロのロール角を有すると判定され得る。

【0084】

[0093] 図5Dは、例示的な実施形態による二足ロボット522の簡易描写532を示す。二足ロボット502の簡易描写532は、表面又は地面であり得る基準フレーム530に対して方向づけられている。二足ロボット522の処理システムは、0度のヨー角とピッチ角、及び非ゼロのロール角を示す二足ロボット522の本体の姿勢の測定値を受信し得る。二足ロボット522の処理システムは、二足ロボット522の関節の角度の測定値もまた受信し得る。次いで、処理システムは、前述と同じ又は同様の仕方で二足ロボット

10

20

30

40

50

5 2 2 の集合的姿勢を推定し得る。二足ロボット本体の受信されたロール角は非ゼロではあるが、二足ロボット 5 2 2 の集合的姿勢は、二足ロボット 5 2 2 が 0 度のロール角を有することを示す。

【 0 0 8 5 】

[0094] 推定された集合的姿勢は、二足ロボット 5 2 2 の制御システムに提供され得る。制御システムは、二足ロボット 5 2 2 が安定であり、二足ロボット 5 2 2 のバランスを維持するために制御する必要がないことを判定し得る。

【 0 0 8 6 】

[0095] 場合によっては、集合的姿勢は、二足ロボット 5 2 2 の集合的ロール角がきわめて小さい非ゼロ量であることを示し得る。その結果として、処理システムは、二足ロボット 5 2 2 の集合的姿勢がロール軸の周りで加速していることを予測し得る。これらの例では、制御システムは、二足ロボット 5 2 2 の肢を制御して二足ロボット 5 2 2 のバランスを維持し得る。いくつかの実施形態では、制御システムは、バランスを維持するために、二足ロボット 5 2 2 の脚によって地面にかけられる力を変化し得る。

【 0 0 8 7 】

[0096] 場合によっては、処理システムは、他の測定値（例えば、ロボット装置の速度及び速度の方向）の中でも、推定された集合的姿勢に基づきロボットの予想軌道を示す進路を判定する。これは、閾値時間の間の推定された集合的姿勢に基づきロボット装置の予想される位置を計算することを含み得る。例えば、判定された経路は、将来 1 分間の予測軌道を示し得る。

【 0 0 8 8 】

[0097] 処理システムは、物体が判定された進路内に存在するかどうかも判定し得る。これは、ロボット装置に結合された画像取込システムから画像を受信し、物体検出法を実行して可能な物体を識別する処理システムを含み得る。場合によっては、物体が特定の閾値サイズを上回る場合には検出され得る。

【 0 0 8 9 】

[0098] 物体が予想される進路に沿って検出されると、処理システムは、その軌道が物体との衝突を回避するように、ロボットの進路を修正あるいは変更し得る。処理システムは、ロボット装置の姿勢及び / 又は速度（x 方向、y 方向、及び / 又は z 方向に）変更する命令を提供することによって、これを達成し得る。場合によっては、処理システムは、ロボット装置の予想される軌道を計算し、ロボット装置の検出物体との衝突を確実に回避し得る。

【 0 0 9 0 】

[0099] 場合によっては、予想進路に沿って物体が検出されると、処理システムは、ロボット装置が物体に当たるのを停止させるようにロボット装置に命令を提供し得る。

【 0 0 9 1 】

[00100] いくつかの実施形態では、処理システムは、ロボット装置が通る所望の軌道を受信し得る。処理システムは、次いで、ロボット装置の所望の軌道及び推定された集合的姿勢に基づき、所望の軌道に沿って移動させるロボット装置を動作する仕方を判定し得る。これは、ロボット装置の姿勢及び / 又は速度（x 方向、y 方向、及び / 又は z 方向に）を修正する命令を提供することを含み得る。

【 0 0 9 2 】

I V . 例示的な方法

[00101] 図 6 は、例示的な実施形態による流れ図 6 0 0 である。流れ図における動作は、例えば、図 1 のロボット装置 1 0 0、図 2 のロボット装置 2 0 0、図 3 のロボット装置 3 0 0、図 4 のロボット装置 4 0 0、又はロボット装置 1 0 0、ロボット装置 2 0 0、ロボット装置 3 0 0、及び / 又はロボット装置 4 0 0 からの構成要素の任意の組み合わせによって実行され得る。図 6 は、1 つ以上の動作、又はブロック 6 0 2、6 0 4、6 0 6、6 0 8、及び 6 1 0 の 1 つ以上によって示されるような手順を含み得る。ブロックは順番に図示されているが、これらのブロックは、いくつかの例では、本明細書に記載されたも

10

20

30

40

50

のと並行して、及び/又は異なる順序で実行され得る。また、様々なブロックがより少数のブロックに結合され、追加のブロックに分割され、及び/又は所望の実施形態に基づいて除去され得る。

【 0 0 9 3 】

[00102] さらに、図 6 及び本明細書に記載の他の手順及び動作について、流れ図は、本実施形態の 1 つの可能な実施形態の機能及び動作を示す。これに関して、各ブロックは、このプロセスにおいて特定の論理演算又はステップを実施するためにプロセッサによって実行可能な 1 つ以上の命令を含むモジュール、セグメント、又はプログラムコードの一部を表し得る。さらに、各ブロックは、ロボット装置の動作を実行及び/又は変更するプログラムコードの一部を表し得る。プログラムコードは、例えば、ディスク又はハードドライブを含む記憶装置などの、任意のタイプのコンピュータ可読媒体に記憶し得る。コンピュータ可読媒体は、例えばレジスタメモリ、プロセッサキャッシュ及びランダムアクセスメモリ (RAM) のような短時間のデータを記憶するコンピュータ可読媒体などの非一時的なコンピュータ可読媒体を含み得る。コンピュータ読み取り可能媒体はまた、読み取り専用メモリ (ROM)、光学ディスク又は磁気ディスク、コンパクトディスク読み取り専用メモリ (CD-ROM) などの、第 2 の又は永続的な長期記憶装置などの他の非一時的媒体を含み得る。コンピュータ可読媒体は、任意の他の揮発性又は不揮発性記憶装置システムであり得る。コンピュータ可読媒体は、例えば、コンピュータ可読記憶媒体、有形記憶装置、又は他の製造品と見なし得る。プログラムコード (又はコードのためのデータ) はまた、通信媒体を含む他の媒体上に記憶又は提供されてもよい。例えば、コマンドは、無線通信媒体上で受信され得る。

10

20

【 0 0 9 4 】

[00103] さらに、図 6 及び本明細書に記載の他の手順及び動作のために、各ブロックは、特定の論理動作を実行するように構成された回路を表し得る。

【 0 0 9 5 】

[00104] 図 6 の動作は、制御装置によって、又はプロセッサによって完全に実行され、又は複数の制御装置に分散され得る。いくつかの例では、制御装置は、ロボット装置のセンサから情報を受信し、又は制御装置は、情報を収集するプロセッサから情報を受信し得る。制御システムは、例えば、他の装置のセンサから情報を受信するために、遠隔制御システム (例えば、別のロボット装置上の制御装置) と通信し得る。説明のために、ブロック 602、604、606、608、及び 610 の動作は、制御装置によって実行されるものとして説明されているが、しかし、上記のような他の装置が動作を実行し得る。

30

【 0 0 9 6 】

[00105] ブロック 602 では、処理システムは、ロボットに接続された複数のセンサに対応するそれぞれの関節角を示す第 1 の複数の測定値を受信する。場合によっては、受信された関節角測定値は、関節角を表すアナログ電気信号であり得る。いくつかの実施形態では、センサは、アナログ電気信号を関節角を表すデジタル電気信号に変換する回路を含む。場合によっては、所定のセンサが関節角の相対的变化を検出し、処理システムは、経時的な関節角の変化を測定することによって関節の位置を追跡し得る。関節角は、特定の実施形態に応じて、度又はラジアンで表すことができる。センサは、関節角を有線接続又は無線接続を介して処理システムに送信し得る。

40

【 0 0 9 7 】

[00106] ブロック 604 では、処理システムは、ロボット本体の姿勢を示す姿勢測定値を受信する。ロボット装置本体の姿勢は、他のセンサの中でも、加速度計、ジャイロ스코ープ、磁力計、及び/又は慣性測定ユニット (IMU) などの 1 つ以上のセンサによって測定し得る。センサは、ロボット装置本体の加速度及び/又はロボット本体のピッチ、ロール、及びヨーなどの回転角度を測定し得る。センサは、処理システムに加速及び/又は回転角度を提供することができ、処理システムは、ロボット本体の速度、位置、姿勢、及び角速度のうちの少なくとも 1 つを判定し得る。いくつかの実施形態では、センサは、ロボット本体の速度、位置、姿勢及び/又は角速度の少なくとも 1 つを判定するための回路

50

を含むことができ、これらの測定値を処理システムに提供し得る。

【 0 0 9 8 】

[00107] ロボット装置の本体は、ロボット肢が接続されるロボット装置の任意の部分であり得る。いくつかの実施形態では、ロボット肢は回転可能な関節を介してロボット装置の本体に接続される。

【 0 0 9 9 】

[00108] ブロック 6 0 6 では、処理システムは、ロボットの関節肢に関連する特性に基づき、第 1 の複数の測定値と姿勢測定値との間の関係を判定する。この関係は、先に説明した関係と同じ又は同様であり得る。関係は、ロボットに結合されたメモリに記憶される。ロボット装置は、メモリに記憶されたプログラム命令を実行するように構成された計算装置を含み得る。いくつかの実施形態では、関係をプログラム命令に統合し得る。

10

【 0 1 0 0 】

[00109] この関係は、姿勢測定及び関節角測定からロボットの集成的姿勢を判定するために使用できる数式又はアルゴリズムであり得る。ロボット装置の処理システム及び/又は計算装置は、ロボットの集成的姿勢を判定するために、数式の計算を実行してもよく、アルゴリズムを実行してもよい。場合によっては、この関係は、現場プログラム可能ゲートアレイ (F P G A) などの制御装置上に実施される制御システムの一部として統合され得る。

【 0 1 0 1 】

[00110] いくつかの実施形態では、関係を更新するか、又は別の方法で修正し得る。場合によっては、関係を更新又は変更するための命令が、ロボットの通信リンクで受信され得る。前述のように、複数の関係を使用してロボットの総体的な姿勢を判定し、ロボット装置は、1 つ以上のこれらの関係を追加、除去、更新、又は変更するための指示を受信し得る。

20

【 0 1 0 2 】

[00111] ブロック 6 0 8 では、処理システムは、第 1 の複数の測定値、姿勢の測定値、及び判定された関係に基づき、ロボット装置の姿勢を推定する。ロボット装置の推定された姿勢は、前述のロボット装置の集成的姿勢と同じ又は同様であり得る。推定された姿勢は、受信された関係に従って第 1 の複数の測定値及び姿勢の測定値に対して数学的又はアルゴリズム的演算を実行することによって判定され得る。

30

【 0 1 0 3 】

[00112] 推定された姿勢は、ロボットのメモリに記憶され得る。いくつかの実施形態では、推定された姿勢は、有線接続又は無線接続のいずれかを介して外部計算装置に送信される。さらに、場合によっては、推定された姿勢は、制御システムなどのロボットの他の装置又はシステムに提供され得る。

【 0 1 0 4 】

[00113] ブロック 6 1 0 では、処理システムは、ロボットの推定された姿勢に基づき、ロボット装置の少なくとも 1 つの関節肢を制御するための命令を提供する。命令は、ロボットの 1 つ以上の肢の操縦に対応し得る。例えば、命令は、ロボット装置の肢を特定の位置に移動させ、特定の姿勢にし得る。命令はまた、肢を動かす仕方 (例えば、肢を特定の位置にどのくらい速く動かすか) を指定することもできる。命令は、特定の肢が地面又は他の表面に加えられる力の量をさらに指定し得る。

40

【 0 1 0 5 】

[00114] いくつかの実施形態では、命令は、ロボットの肢のアクチュエータを制御するアナログ信号である。場合によっては、アクチュエータは、デジタル信号を受信するように構成され得るとともに、命令は、ロボットの肢を制御するために 1 つ以上のアクチュエータに提供されるデジタル信号であり得る。

【 0 1 0 6 】

V . 例示的なコンピュータ可読媒体

[00115] 図 7 は、本明細書に記載された少なくともいくつかの実施形態により構成され

50

た例示的なコンピュータ可読媒体を示す。例示的な実施形態では、例示的なシステムは、1つ以上のプロセッサ、1つ以上の形のメモリ、1つ以上の入力装置/インターフェース、1つ以上の出力装置/インターフェース、及び、1つ以上のプロセッサによって実行されると、上述した様々な機能の作業、能力等をロボット装置にさせる機械可読命令を含むことができる。

【0107】

[00116] 上述したように、開示された手順は、機械可読フォーマットでコンピュータ可読記憶媒体上に符号化されたコンピュータプログラム命令によって、又は他の媒体又は製造品によって実施できる。図7は、本明細書に開示された少なくともいくつかの実施形態に従って構成された、計算装置上でコンピュータプロセスを実行するためのコンピュータプログラムを含むコンピュータプログラム製品700の概念的部分を示す概略図である。

10

【0108】

[00117] 一実施形態では、例示的なコンピュータプログラム製品700は、信号担持媒体702を使用して提供される。信号担持媒体702は、1つ以上のプロセッサによって実行されると、図1～図6に関して上述した機能性又は機能性の一部を提供し得る1つ以上のプログラム命令704を含み得る。いくつかの例では、信号担持媒体702は、ハードディスクドライブ、コンパクトディスク(CD)、デジタルビデオディスク(DVD)、デジタルテープなどのコンピュータ可読媒体706であることができるが、いくつかの実施形態では、信号担持媒体702は、メモリ、読み取り/書き込み(R/W)CD、R/W DVDなどであるが、これに限定されないコンピュータ記録可能媒体708であることができる。いくつかの実施形態では、信号担持媒体702は、通信媒体710(例えば、光ファイバケーブル、導波路、有線通信リンクなど)であることができる。したがって、例えば、信号担持媒体702は、通信媒体710の無線形式によって伝達することができる。

20

【0109】

[00118] 1つ以上のプログラム命令704は、例えば、コンピュータ実行可能命令及び/又は論理実行命令であることができる。いくつかの例では、計算装置は、コンピュータ可読媒体706、コンピュータ可読媒体708、及び/又は通信媒体710によって計算装置に伝達されるプログラム命令704にตอบสนองして、様々な動作、機能、又は動作を提供するように構成される。他の例では、計算装置は、ロボット装置に結合された装置と通信する外部装置であることができる。

30

【0110】

[00119] コンピュータ可読媒体706は、互いに離れて位置し得る複数のデータ記憶要素に分散することもできる。記憶された命令の一部又は全部を実行する計算装置は、外部コンピュータ、又は、とりわけ、スマートフォン、タブレット装置、パーソナルコンピュータ、又は装着型装置などのモバイル・コンピューティング・プラットフォームであることができる。あるいは、記憶された命令の一部又は全部を実行する計算装置は、サーバなどの遠隔に位置するコンピュータシステムであることができる。例えば、コンピュータプログラム製品700は、図6を参照して説明した動作を実施することができる。

40

【0111】

VI. 結論

[00120] 本明細書に記載された構成は、例示のみの目的のためのものであることを理解されたい。したがって、当業者であれば、他の構成及び他の要素(例えば、機械、インターフェース、機能、順序、及び機能のグループなど)を代わりに使用することができ、いくつかの要素は、所望の結果に従いすべて省略し得る。さらに、記載されている要素の多くは、別個の又は分散された構成要素として、又は他の構成要素と組み合わせて、任意の適切な組み合わせ及び位置で実施し得る機能実体であり、又は独立した構造物として記載される他の構造的要素を組み合わせることができる。

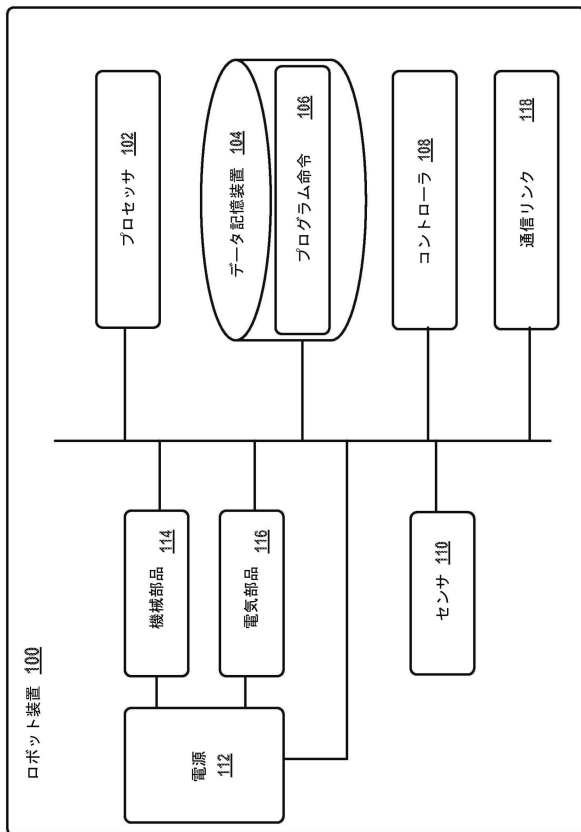
【0112】

[00121] 様々な態様及び実施形態が本明細書に開示されているが、他の態様及び実装形

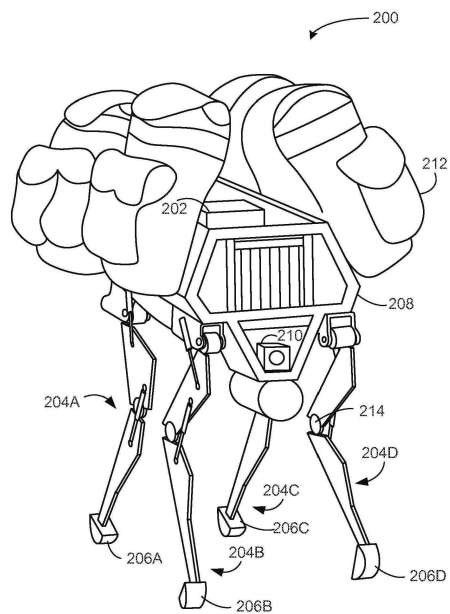
50

態は当業者には明らかであろう。本明細書に開示された様々な態様及び実施形態は、例示のためのものであり、限定することを意図したものではなく、請求項が権利を有する等価物の全範囲とともに以下の特許請求の範囲によって示される。本明細書で使用される用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、限定することを意図するものではないことも理解されたい。

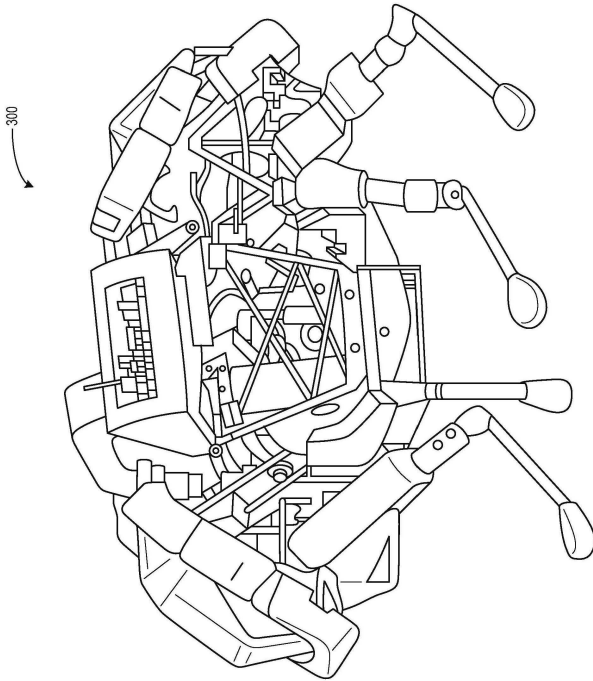
【図1】



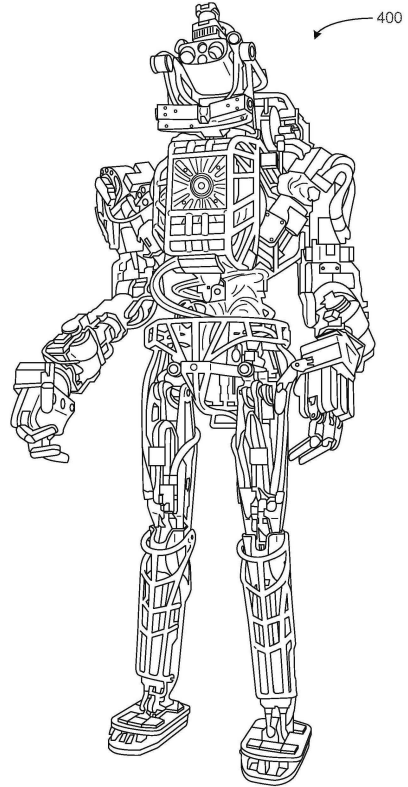
【図2】



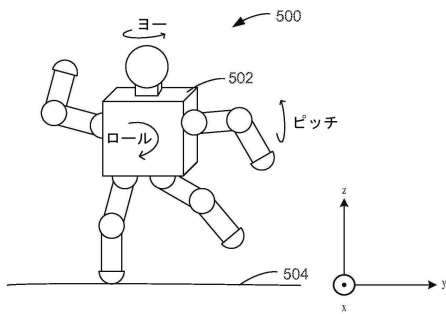
【図3】



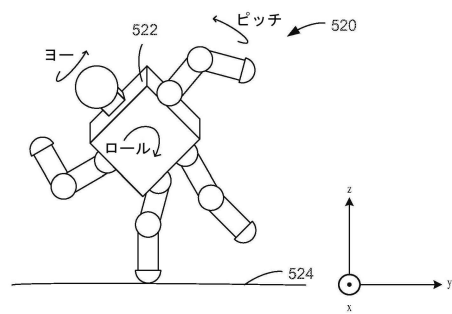
【図4】



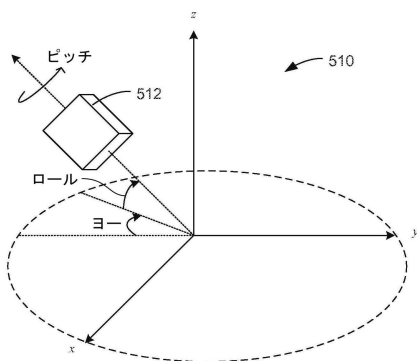
【図5A】



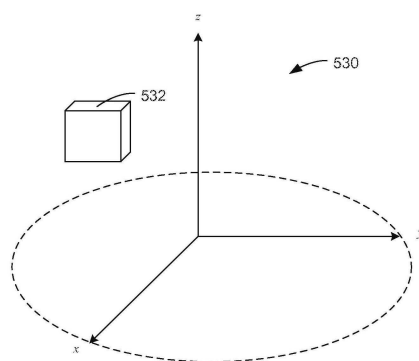
【図5C】



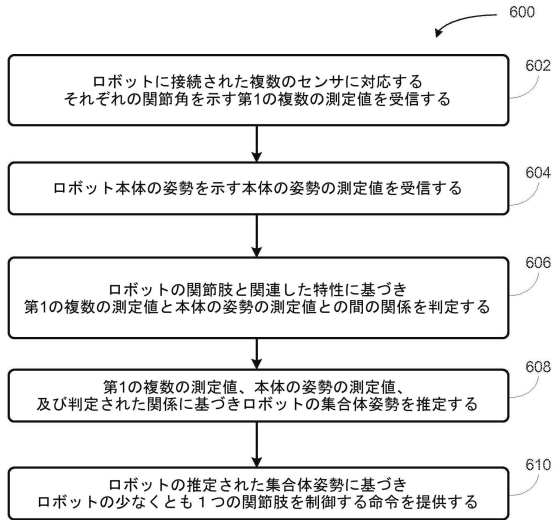
【図5B】



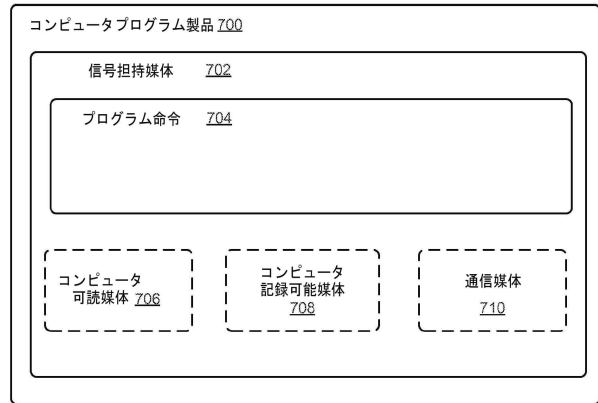
【図5D】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 14/586,519
(32)優先日 平成26年12月30日(2014.12.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

前置審査

- (72)発明者 リッジ, アルフレッド アンソニー
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94043, マウンテン ビュー, アンフィシアター パー
クウェイ 1600, グーグル インコーポレイテッド内

審査官 尾形 元

- (56)参考文献 特開2011-224757(JP, A)
特開2013-000878(JP, A)
特開平04-201186(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02