

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-5782
(P2010-5782A)

(43) 公開日 平成22年1月14日 (2010.1.14)

(51) Int.Cl.
B25J 5/00 (2006.01)
B25J 13/00 (2006.01)

F I
B25J 5/00 E
B25J 13/00 Z

テーマコード (参考)
3C007

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-45635 (P2009-45635)	(71) 出願人	390019839
(22) 出願日	平成21年2月27日 (2009. 2. 27)		三星電子株式会社
(31) 優先権主張番号	10-2008-0061523		SAMSUNG ELECTRONICS
(32) 優先日	平成20年6月27日 (2008. 6. 27)		CO., LTD.
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞416
			416, Maetan-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si,
			Gyeonggi-do 442-742
			(KR)
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

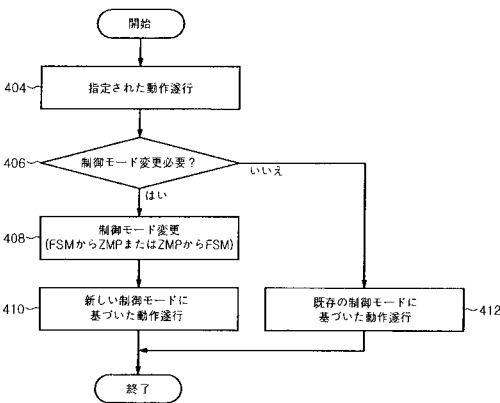
(54) 【発明の名称】 歩行ロボット及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 遂行しようとする作業の特徴を考慮した上で、ZMP制御方法とFSM制御方法のうち何れか一つを選択して制御モードを転換し、転換された制御モードに基づいて作業を遂行することで歩行ロボットの効率と性能を改善する歩行ロボット及びその制御方法を提供する。

【解決手段】 作業命令を受信し、位置基盤の第1制御モードとトルク基盤の第2制御モードのうち前記受信された作業命令を遂行するのに適切であると判断される制御モードを選択し、前記選択された制御モードによって前記作業命令を遂行する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

作業命令を受信し、

位置基盤の第 1 制御モードとトルク基盤の第 2 制御モードのうち前記受信された作業命令を遂行するのに適切であると判断される制御モードを選択し、

前記選択された制御モードによって前記作業命令を遂行する歩行ロボットの制御方法。

【請求項 2】

前記第 1 制御モードが Z M P 基盤の制御モードで、

前記第 2 制御モードが F S M 基盤の制御モードであることを特徴とする請求項 1 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 3】

正確な位置制御が要求される作業命令を遂行するとき、前記 Z M P 基盤の制御モードを選択することを特徴とする請求項 2 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 4】

前記受信された作業命令を遂行するために、前記第 1 制御モードと前記第 2 制御モードとの間の相互転換を遂行することを特徴とする請求項 2 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 5】

前記第 1 制御モードから前記第 2 制御モードへの転換は、

前記歩行ロボットの現在位置と目標位置との間の位置誤差を計算し、

前記位置誤差を通して前記歩行ロボットの増加変位を計算し、

前記増加変位が予め設定された値以下であると、前記第 1 制御モードから前記第 2 制御モードに転換して前記作業命令を遂行することを特徴とする請求項 4 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 6】

前記歩行ロボットの増加変位は、

前記歩行ロボットの上体の増加変位と、前記歩行ロボットのスイングする脚の増加変位とを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 7】

前記増加変位が前記予め設定された値より大きいと、前記増加変位の補間された値を獲得し、

前記補間された増加変位に基づいて前記作業命令を遂行することを特徴とする請求項 5 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 8】

前記補間された増加変位を獲得すると、前記歩行ロボットの制御モードを前記第 1 制御モードに再設定し、次に行われる前記第 1 制御モードから前記第 2 制御モードへの転換に備えることを特徴とする請求項 7 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 9】

前記歩行ロボットの制御モードが前記第 1 制御モードに再設定される場合にも、前記作業命令の実質的な遂行は前記第 2 制御モードで遂行することを特徴とする請求項 8 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 10】

前記第 2 制御モードから前記第 1 制御モードへの転換は、

前記歩行ロボットの現在の Z M P と目標 Z M P との間の Z M P 誤差を計算し、

前記 Z M P 誤差を通して前記歩行ロボットの増加変位を計算し、

前記増加変位が予め設定された値以下であると、前記第 2 制御モードから前記第 1 制御モードに転換して前記作業命令を遂行することを特徴とする請求項 4 に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項 11】

前記歩行ロボットの増加変位は、

10

20

30

40

50

前記歩行ロボットの重力中心点（ＣＯＧ）の増加変位を含むことを特徴とする請求項１０に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項１２】

前記増加変位が前記予め設定された値より大きいと、前記増加変位の補間された値を獲得し、

前記補間された増加変位に基づいて前記作業命令を遂行することを特徴とする請求項１０に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項１３】

前記補間された増加変位を獲得すると、前記歩行ロボットの制御モードを前記第２制御モードに再設定し、次に行われる前記第２制御モードから前記第１制御モードへの転換に備えることを特徴とする請求項１２に記載の歩行ロボットの制御方法。

10

【請求項１４】

前記歩行ロボットの制御モードが前記第２制御モードに再設定される場合にも、前記作業命令の実質的な遂行は前記第１制御モードで遂行することを特徴とする請求項１３に記載の歩行ロボットの制御方法。

【請求項１５】

上体と、

前記上体を支持する複数の足と、

作業命令を受信し、位置基盤の第１制御モードとトルク基盤の第２制御モードのうち前記受信された作業命令を遂行するのに適切であると判断される制御モードを選択し、前記選択された制御モードによって前記作業命令が遂行されるように制御する制御部と、を含む歩行ロボット。

20

【請求項１６】

前記第１制御モードがＺＭＰ基盤の制御モードで、

前記第２制御モードがＦＳＭ基盤の制御モードであることを特徴とする請求項１５に記載の歩行ロボット。

【請求項１７】

前記制御部は、

正確な位置制御が要求される作業命令を遂行するとき、前記ＺＭＰ基盤の制御モードを選択することを特徴とする請求項１６に記載の歩行ロボット。

30

【請求項１８】

前記制御部は、

前記受信された作業命令を遂行するために、前記第１制御モードと前記第２制御モードとの間の相互転換を遂行することを特徴とする請求項１６に記載の歩行ロボット。

【請求項１９】

前記ＦＳＭ基盤の制御モードを遂行するための予め定められた状態情報を保存する状態情報保存部を備えることを特徴とする請求項１６に記載の歩行ロボット。

【請求項２０】

ロボットが歩行する地形の傾斜及び困難性を決定する段階と、

前記傾斜がなく、及び前記困難性が低い場合、ＦＳＭ基盤の歩行制御を選択する段階と

40

、

前記傾斜があり、又は前記困難性が高い場合、ＺＭＰ基盤の歩行制御を選択する段階と、を含む歩行ロボットの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ロボットに関し、特に、複数の脚を備えて、これら複数の脚を用いて歩行する歩行ロボット及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

50

ロボットは、人間の動作と類似した運動を行う機械装置を意味する。初期のロボットは、工場の生産作業の自動化・無人化などを目的にしたマニピュレーターや搬送ロボットなどの産業用ロボットであった。最近には、人間の2足歩行を模倣した歩行ロボットの研究開発が進行されている。2足歩行は、4足または6足歩行に比べて不安定であり、姿勢制御や歩行制御が相対的に難しいという短所があるが、不均一な地面（険路）または不連続的な歩行面（例えば階段）に一層柔軟に対応できるという長所を有する。

【0003】

歩行ロボットの制御方法としては、位置基盤のZMP（Zero Moment Point）制御方法、トルク基盤の動的歩行制御方法またはFSM（Finite State Machine）制御方法が挙げられる。本発明における動的歩行制御方法またはFSM制御方法は、一般的には、歩行制御方式でZMP制御を利用せずにトルク制御を利用する全ての方式を意味する。ZMP制御方法は、歩行方向、歩行幅及び歩行速度などを予め設定し、この設定に対応する各脚の歩行パターンを生成し、その歩行パターンによって各脚の歩行軌跡を計算する。また、2足歩行ロボットは、計算された歩行軌跡の逆運動学計算を通して各脚の関節の位置を計算し、各関節のモーターの現在位置と目標位置に基づいて各関節のモーターの目標制御値を計算する。また、計算された歩行軌跡を各脚が追従するようにするサーボ制御を通して具現される。したがって、歩行時に各脚の位置が歩行パターンによる歩行軌跡を正確に追従するかを検出し、各脚が歩行軌跡を離脱すると、モーターのトルクを調節し、各脚が歩行軌跡を正確に追従するように制御する。FSM制御方法は、歩行ロボットの各動作状態を予め定義しておき、歩行時に各動作状態を参照して適切に歩行する方式である。FSM制御方法は、歩行ロボットの各動作のFSMと状態（ここで、状態とは、Finite State MachineでのStateを意味する。）を予め定義しておき、歩行時に各動作の状態を参照して適切に歩行する方式である。一つの実施例を挙げると、論文（K. Yin, K. Loken, M. Pannet, "SIMBICON: Simple Biped Locomotion Control", SIGG 2007）に説明したように、定義されたFSMとFSM内で状態転換のために必要な制御入力に対する決定を遂行し、決定された制御入力によって均衡及び歩行のために胴体、スイング脚などのロボット身体における各部分の指令を計算する。その後、均衡を維持するためにエラーをフィードバックし、このフィードバックされた値によってアクチュエーターを駆動して歩行を具現するようになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ZMP制御方法は、位置基盤の制御方法であり、正確な位置制御が可能である反面、このために高いサーボゲインが必要となるため、エネルギー効率が低く、剛性が大きくなり、周囲環境に大きな衝撃を加えるようになる。

【0005】

FSM制御方法は、トルク命令によって制御がなされ、弾性メカニズムに適用できるので、エネルギー効率が高く、剛性が低くなり、周囲環境に対して安全である反面、正確な位置制御が不可能であるので、階段を上がったり、障害物を避けるなどの正確な全身モーションを遂行することが難しい。

【0006】

本発明に係る歩行ロボット及びその制御方法は、遂行しようとする作業の特徴を考慮した上で、ZMP制御方法とFSM制御方法のうち何れか一つを選択して制御モードを転換し、転換された制御モードに基づいて作業を遂行することで歩行ロボットの効率と性能を改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記のような目的を達成するための本発明に係るロボットの制御方法は、作業命令を受信し、位置基盤の第1制御モードとトルク基盤の第2制御モードのうち受信された作業命

10

20

30

40

50

令を遂行するのに適切であると判断される制御モードを選択し、選択された制御モードによって作業命令を遂行する。

【0008】

また、上述した第1制御モードがZMP基盤の制御モードで、第2制御モードがFSM基盤の制御モードである。

【0009】

また、正確な位置制御が要求される作業命令を遂行するとき、ZMP基盤の制御モードを選択する。

【0010】

また、受信された作業命令を遂行するために、第1制御モードと第2制御モードとの間の相互転換を遂行する。

10

【0011】

また、上述した第1制御モードから第2制御モードへの転換は、歩行ロボットの現在位置と目標位置との間の位置誤差を計算し、位置誤差を通して歩行ロボットの増加変位を計算し、増加変位が予め設定された値以下であると、第1制御モードから第2制御モードに転換して作業命令を遂行する。

【0012】

また、上述した歩行ロボットの増加変位は、歩行ロボットの上体の増加変位と、歩行ロボットのスイングする脚の増加変位とを含む。

【0013】

20

また、上述した増加変位が予め設定された値より大きいと、増加変位の補間された値を獲得し、補間された増加変位に基づいて作業命令を遂行する。

【0014】

また、補間された増加変位を獲得すると、歩行ロボットの制御モードを第1制御モードに再設定し、次に行われる第1制御モードから第2制御モードへの転換に備える。

【0015】

また、上述した歩行ロボットの制御モードが第1制御モードに再設定される場合にも、作業命令の実質的な遂行は前記第2制御モードで遂行する。

【0016】

また、上述した第2制御モードから第1制御モードへの転換は、歩行ロボットの現在のZMPと目標ZMPとの間のZMP誤差を計算し、ZMP誤差を通して前記歩行ロボットの増加変位を計算し、増加変位が予め設定された値以下であると、第2制御モードから第1制御モードに転換して作業命令を遂行する。

30

【0017】

また、上述した歩行ロボットの増加変位は、歩行ロボットの重力中心点(COG)の増加変位を含む。

【0018】

また、上述した増加変位が予め設定された値より大きいと、増加変位の補間された値を獲得し、補間された増加変位に基づいて作業命令を遂行する。また、上述した補間された増加変位を獲得すると、歩行ロボットの制御モードを第2制御モードに再設定し、次に行われる第2制御モードから第1制御モードへの転換に備える。

40

【0019】

また、上述した歩行ロボットの制御モードが第2制御モードに再設定される場合にも、作業命令の実質的な遂行は第1制御モードで遂行する。

【0020】

上述した目的を達成するための本発明に係る歩行ロボットは、上体と、上体を支持する複数の足と、作業命令を受信し、位置基盤の第1制御モードとトルク基盤の第2制御モードのうち受信された作業命令を遂行するのに適切であると判断される制御モードを選択し、選択された制御モードによって作業命令が遂行されるように制御する制御部とを含む。

【0021】

50

また、上述した第 1 制御モードが Z M P 基盤の制御モードで、第 2 制御モードが F S M 基盤の制御モードである。

【 0 0 2 2 】

また、上述した制御部は、正確な位置制御が要求される作業命令を遂行するとき、Z M P 基盤の制御モードを選択する。

【 0 0 2 3 】

また、上述した制御部は、受信された作業命令を遂行するために、第 1 制御モードと第 2 制御モードとの間の相互転換を遂行する。

【 0 0 2 4 】

また、上述した F S M 基盤の制御モードを遂行するための予め定められた状態情報を保存する状態情報保存部を備える。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

本発明に係る歩行ロボット及びその制御方法は、遂行しようとする作業の特徴を考慮した上で、Z M P 制御方法と F S M 制御方法のうち何れか一つを選択して制御モードを転換し、転換された制御モードに基づいて作業を遂行することで歩行ロボットの効率と性能を改善する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 本発明の一実施例に係る歩行ロボットを示した図である。

20

【 図 2 】 図 1 に示した歩行ロボットの関節構造を示した図である。

【 図 3 】 本発明の一実施例に係る歩行ロボットの制御系統を示した図である。

【 図 4 】 本発明の一実施例に係る歩行ロボットの制御方法を示した図である。

【 図 5 】 本発明の一実施例に係る歩行ロボットにおける Z M P 基盤の制御モードから F S M 基盤の制御モードへの転換方法を示した図である。

【 図 6 】 本発明の一実施例に係る歩行ロボットにおける F S M 基盤の制御モードから Z M P 基盤の制御モードへの転換方法を示した図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 7 】

以下、本発明の好適な実施例を図 1 乃至図 6 に基づいて説明する。まず、図 1 は、本発明の一実施例に係る歩行ロボットを示した図である。図 1 に示すように、歩行ロボット 100 の上体 102 の上部には、首 120 を通して頭 104 が連結される。上体 102 の上部両側には、肩 114 L , 114 R を通して二つの腕 106 L , 106 R が連結される。二つの腕 106 L , 106 R のそれぞれの末端には、手 108 L , 108 R が連結される。上体 102 の下部両側には、二つの脚 110 L , 110 R が連結される。二つの脚 110 L , 110 R のそれぞれの末端には、足 112 L , 112 R が連結される。頭 104 、二つの腕 106 L , 106 R 、二つの脚 110 L , 110 R 、二つの手 108 L , 108 R 及び二つの足 112 L , 112 R は、それぞれ関節を通して一定水準の自由度を有する。上体 102 の内部はカバー 116 によって保護される。上体 102 は胸 102 a と腰 102 b に分割される。図中、参照符号 " R " と " L " は、それぞれ歩行ロボット 100 の右側と左側を表している。

30

40

【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 に示した歩行ロボットの関節構造を示した図である。図 2 に示すように、歩行ロボット 100 の二つの脚 110 R , 110 L は、大腿リンク 21、下腿リンク 22 及び足 112 L , 112 R をそれぞれ備えている。大腿リンク 21 は、大腿関節部 210 を通して上体 102 に連結される。大腿リンク 21 と下腿リンク 22 は膝関節部 220 を通して互いに連結され、下腿リンク 22 と足 112 L , 112 R は足首関節部 230 を通して互いに連結される。

【 0 0 2 9 】

大腿関節部 210 は 3 自由度を有する。具体的に、大腿関節部 210 は、ヨー方向 (Z

50

軸周囲の回転)の回転関節211と、ピッチ方向(Y軸周囲の回転)の回転関節212と、ロール方向(X軸周囲の回転)の回転関節213を有する。

【0030】

膝関節部220は、ピッチ方向の回転関節221を含んで1自由度を有する。足首関節部230は、ピッチ方向の回転関節231とロール方向の回転関節232を含んで2自由度を有する。

【0031】

このように、二つの脚110R, 110Lには、三つの関節部210, 220, 230に対して6個の回転関節が設けられるので、二つの脚110R, 110L全体に対しては12個の回転関節が設けられる。

【0032】

一方、二つの脚110R, 110Lにおける足112L, 112Rと足首関節部230との間には、多軸F/Tセンサー(Multi-Axis Force and Torque Sensor)24がそれぞれ設置される。多軸F/Tセンサー24は、足112L, 112Rから伝達される力の3方向成分(Fx、Fy、Fz)とモーメントの3方向成分(Mx、My、Mz)を測定することで、足112L, 112Rの着地可否及び足112L, 112Rに加えられる荷重を検出する。

【0033】

頭104には、歩行ロボット100の視覚として機能するカメラ41と、歩行ロボット100の聴覚として機能するマイクロホン42が設置される。頭104は、首関節部280を通して上体102と連結される。首関節部280は、ヨー方向の回転関節281、ピッチ方向の回転関節282及びロール方向の回転関節283を含んで3自由度を有する。

【0034】

首関節部280の各回転関節281, 282, 283には、頭回転用モーター(図示せず)がそれぞれ連結される。

【0035】

肩関節アセンブリ250R, 250Lは、上体102の両側に装着され、二つの腕106R, 106Lを上体102に連結する。

【0036】

二つの腕106R, 106Lは、上腕リンク31、下腕リンク32及び手108を備えている。上腕リンク31は、肩関節アセンブリ250を通して上体102に連結される。上腕リンク31と下腕リンク32はヒジ関節部260を通して互いに連結され、下腕リンク32と手108は手首関節部270を通して互いに連結される。

【0037】

ヒジ関節部260は、ピッチ方向の回転関節261及びヨー方向の回転関節262を含んで2自由度を有し、手首関節部270は、ピッチ方向の回転関節271及びロール方向の回転関節272を含んで2自由度を有する。

【0038】

手108には5個の指33aが設置される。各指33aには、モーターによって駆動される多数の関節(図示せず)が設置される。指33aは、腕106の動きに連動して物を把持したり、特定の方向を示すなどの多様な動作を実行する。

【0039】

上体102にはボーズセンサー14が設置される。ボーズセンサー14は、鉛直軸に対する上体102の傾斜角度及びその角速度などを検出し、姿勢情報を発生させる。このボーズセンサー14は、上体102のみならず頭104に設置されても良い。また、上体102を構成する胸102aと腰102bとの間には、胸102aを腰102bに対して回転させるためのヨー方向の回転関節15が設置される。

【0040】

図面に示していないが、歩行ロボット100には、各回転関節を駆動するモーターが設置される。歩行ロボット100の動作全般を制御する制御部は、これらモーターを適切に

10

20

30

40

50

制御することで、歩行ロボット 100 の多様な動作を具現することができる。

【0041】

図3は、本発明の一実施例に係る歩行ロボットの制御系統を示した図である。図3に示した制御部300は、基本的に歩行ロボット100の歩行制御を遂行するとともに、歩行ロボット100の歩行環境（歩行面の平坦可否または障害物有無など）によってFSM（Finite State Machine）基盤の歩行制御とZMP（Zero Moment Point）基盤の歩行制御のうち何れか一つを選択して歩行ロボット100の歩行を制御する。FSM基盤の歩行制御はトルク基盤の歩行制御で、ZMP基盤の歩行制御は位置基盤の歩行制御である。制御部300は、平坦地形での歩行または比較的単純な形態の歩行制御のためにFSM基盤の歩行制御を選択する。これと異なり、制御部300は、階段などの非平坦地形や障害物などによって歩幅などが指定されるべきである場合、またはドア開きや物移しなどのような正確な全身動作制御が必要である場合、ZMP基盤の歩行制御を選択する。

10

【0042】

制御部300のモード設定部302は、モードスイッチ304、ZMP-FSMモード転換部306及びFSM-ZMPモード転換部308によって構成される。モードスイッチ304は、歩行ロボット100の現在の制御モード（FSMまたはZMP）、使用者インターフェース310を通して外部から入力される使用者命令、及びモーション計画部312を通して入力される歩行ロボット100の目標動作に基づいてZMP-FSMモード転換部306とFSM-ZMPモード転換部308のうち何れか一つを活性化させ、歩行ロボット100の歩行制御方法を相互転換する。また、モードスイッチ304は、歩行ロボット100の歩行制御方法を相互転換するにおいて、歩行データベース314の歩行制御データ、FSMデータベース（状態情報保存部）316のFSM制御データ、センサー部328を通して測定される足の裏に加えられる力、各関節のトルク、上体の姿勢（傾き）、視覚情報及び聴覚情報も一緒に参照する。

20

【0043】

ZMP-FSMモード転換部306は、歩行ロボット100の歩行制御をZMP基盤の制御モード（第1制御モード）からFSM基盤の制御モード（第2制御モード）に転換する。歩行ロボット100の制御モードがFSM基盤の制御モードに転換されると、歩行ロボット100の動作は、FSM基盤の歩行制御部318によってFSM制御方式で制御される。FSM-ZMPモード転換部308は、歩行ロボット100の歩行制御をFSM基盤の制御モードからZMP基盤の制御モードに転換する。歩行ロボット100の制御モードがZMP基盤の制御モードに転換されると、歩行ロボット100の動作は、ZMP基盤の歩行制御部320によってZMP制御方式で制御される。歩行ロボット100の制御は、インピーダンス制御部322による各関節のインピーダンス制御（剛性制御）及び関節制御部324による各関節部326のトルク/位置制御を通して行われる。

30

【0044】

図4は、本発明の一実施例に係る歩行ロボットの制御方法を示した図である。図4に示すように、本発明の一実施例に係る歩行ロボットの制御方法は、新しい動作命令が入力され、その動作命令が制御モードの変更を必要とする場合、該当の動作遂行に適した制御モードに転換して歩行ロボット100を制御する。

40

【0045】

まず、歩行ロボット100は、新しい動作命令が発生すると（404）、この新しい動作命令による動作を遂行するために現在の制御モードを他の制御モードに変更する必要があるかを判断する（406）。例えば、新しく発生した動作命令の動作が平坦地形での歩行または比較的単純な形態の歩行である場合、FSMモードを選択する。これと異なり、階段などの非平坦地形や障害物などによって歩幅などが指定されるべきである場合、またはドア開きや物移しなどのような正確な全身動作制御が必要である場合、ZMPモードを選択する。

【0046】

50

制御モードの変更が必要である場合（４０６のはい）、新しく発生した動作命令の動作に必要な制御モードに歩行ロボット１００の動作モードを転換する（４０８）。動作モードが転換されると、転換された新しい動作モードに基づいた動作を遂行する（４１０）。これと異なり、制御モードの変更が必要でない場合（４０６のいいえ）、既存の制御モードに基づいた動作を遂行する（４１２）。

【００４７】

図５は、本発明の一実施例に係る歩行ロボットにおけるＺＭＰ基盤の制御モードからＦＳＭ基盤の制御モードへの転換方法を示した図である。図５に示すように、ＺＭＰ基盤の歩行制御が行われる状態で、モーション計画部３１２のデータまたはセンサー部３２８のデータから歩行ロボット１００の現在状態（ＦＳＭでのＳｔａｔｅ）を推定する（５０２）。歩行ロボット１００の現在状態（ＦＳＭでのＳｔａｔｅ）による上体１０２及びスイングする脚１１０Ｌまたは１１０Ｒの現在位置を設定する（５０４）。歩行ロボット１００の上体１０２及びスイングする脚１１０Ｌまたは１１０Ｒの現在位置と目標位置との間の位置誤差を計算する（５０６）。上体１０２及びスイングする脚１１０Ｌまたは１１０Ｒの位置誤差から上体及びスイングする脚の増加変位（ x ）を獲得する（５０８）。増加変位（ x ）が予め設定された値より大きいと（５１０のはい）、補間された増加変位（ x' ）を獲得する（５１２）。この補間された増加変位（ x' ）は、上体１０２及びスイングする脚１１０Ｌまたは１１０Ｒの過度な動作を防止し、柔軟な動作を可能にするためのものである。補間された増加変位（ x' ）の獲得後、歩行ロボット１００の制御モードをＺＭＰ基盤の制御モードに再設定する（５１４）。その反対に、増加変位（ x ）が予め設定された値以下であると（５１０のいいえ）、直ちに歩行ロボット１００の制御モードをＦＳＭ基盤の制御モードに転換し、転換されたＦＳＭ基盤の制御モードによって歩行ロボット１００の動作を制御する（５１６）。ブロック５１４のＺＭＰ基盤の制御モードの設定は、歩行ロボット１００の次の歩行制御で行われるＺＭＰ基盤の制御モードからＦＳＭ基盤の制御モードへの転換に備えるためのもので、歩行ロボット１００の実質的な制御は、ブロック５１６で転換されたＦＳＭ基盤の制御モードに基づいて行われる。

【００４８】

図６は、本発明の一実施例に係る歩行ロボットにおけるＦＳＭ基盤の制御モードからＺＭＰ基盤の制御モードへの転換方法を示した図である。図６に示すように、ＦＳＭ基盤の歩行制御が行われる状態で、現在の関節位置、速度及び加速度から現在の重力中心（Center Of Gravity、COG）（ x ）とＺＭＰ（ P_x ）を計算する（６０２）。また、目的とする歩幅内に存在する安定的な目的とするＺＭＰ（ P_{xd} ）を設定する（６０４）。現在のＺＭＰ（ P_x ）と目的とするＺＭＰ（ P_{xd} ）との間のＺＭＰ誤差（ $P_x - P_{xd}$ ）を計算する（６０６）。ＺＭＰ誤差（ P_x ）が計算されると、このＺＭＰ誤差（ P_x ）をＺＭＰ方程式に代入し、ＺＭＰ方程式を満足するCOGの増加変位（ x ）を獲得する（６０８）。増加変位（ x ）が予め設定された値より大きいと（６１０のはい）、補間された増加変位（ x' ）を獲得する（６１２）。この補間された増加変位（ x' ）は、上体１０２及びスイングする脚１１０Ｌまたは１１０Ｒの過度な動作を防止し、柔軟な動作を可能にするためのものである。補間された増加変位（ x' ）の獲得後、歩行ロボット１００の制御モードをＦＳＭ基盤の制御モードに再設定する（６１４）。その反対に、増加変位（ x ）が予め設定された値以下であると（６１０のいいえ）、直ちに歩行ロボット１００の制御モードをＺＭＰ基盤の制御モードに転換し、転換されたＺＭＰ基盤の制御モードに基づいて歩行ロボット１００の動作を制御する（６１６）。ブロック６１４のＦＳＭモード設定は、歩行ロボット１００の次の歩行制御で行われるＦＳＭ基盤の制御モードからＺＭＰ基盤の制御モードへの転換に備えるためのもので、歩行ロボット１００の実質的な制御は、ブロック６１６で転換されたＺＭＰ基盤の制御モードに基づいて行われる。

【符号の説明】

【００４９】

10

20

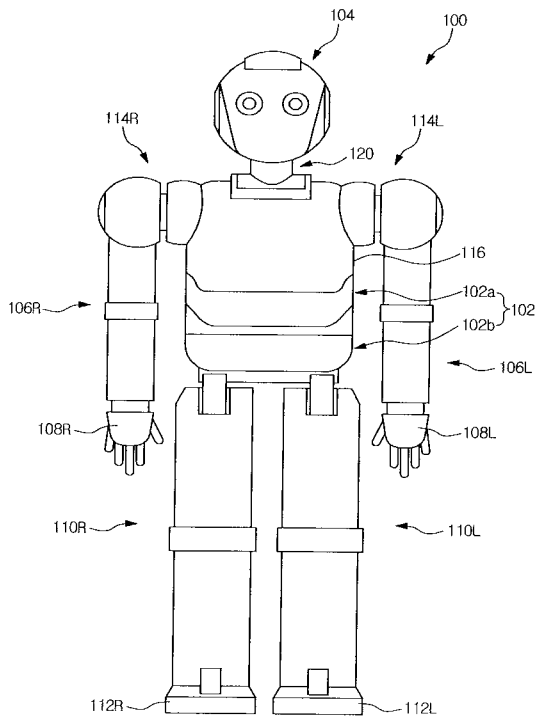
30

40

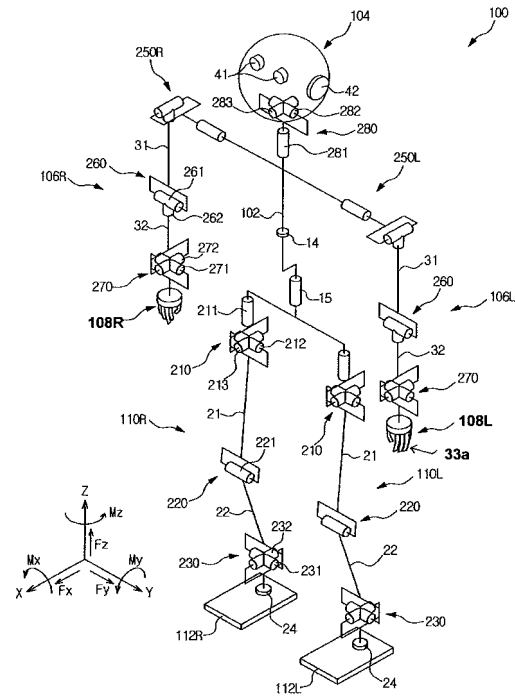
50

1 4	ポーズセンサー	
1 5、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 6 1、2 6 2、2 7 1、2 7 2、2 8 2、2 8 3	回	
転 関 節		
2 1	大腿リンク	
2 2	下腿リンク	
2 4	多軸 F / T センサー	
3 1	上腕リンク	
3 2	下腕リンク	
3 3 a	指	10
4 1	カメラ	
4 2	マイクロホン	
1 0 0	歩行ロボット	
1 0 2	上体	
1 0 2 a	胸	
1 0 2 b	腰	
1 0 4	頭	
1 0 6 L、1 0 6 R	腕	
1 0 8 L、1 0 8 R	手	
1 1 0 L、1 1 0 R	脚	20
1 1 2 L、1 1 2 R	足	
1 1 4 L、1 1 4 R		
1 2 0	首	
2 1 0	大腿関節部	
2 2 0	膝関節部	
2 3 0	足首関節部	
2 5 0 L、2 5 0 R	肩関節アセンブリー	
2 6 0	ヒジ関節部	
2 7 0	手首関節部	
2 8 0	首関節部	30

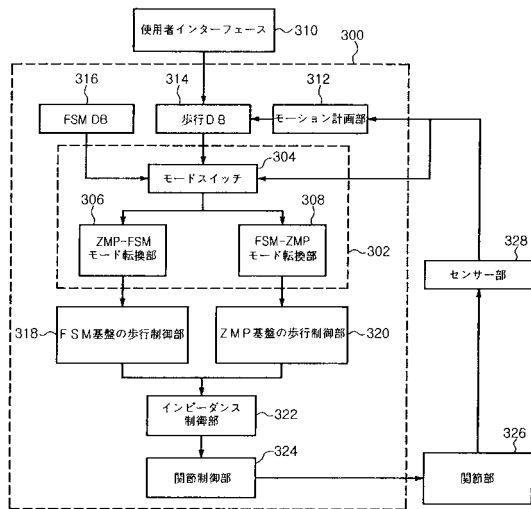
【図 1】



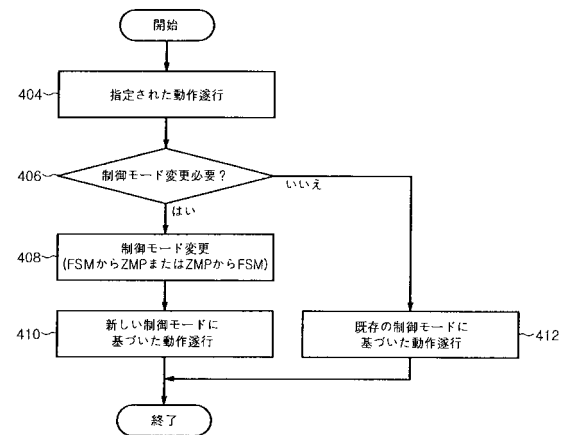
【図 2】



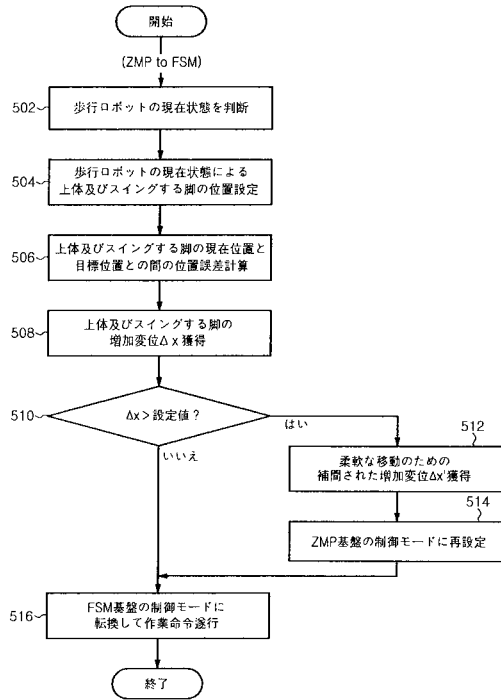
【図 3】



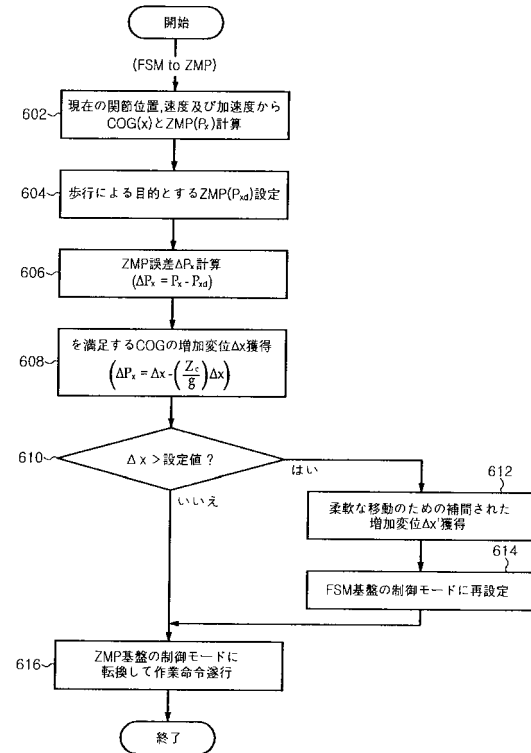
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 権 雄

大韓民国京畿道城南市盆唐区二梅洞 1 2 4 番地 二梅村 2 0 4 - 1 8 0 3 号

(72)発明者 金 賢 圭

大韓民国ソウル特別市松坡区可樂本洞 7 9 番地 ロッテキャッスル - パインヒル 1 1 0 1 号

(72)発明者 尹 碩 浚

大韓民国ソウル特別市蘆原区上溪 2 洞 ジョンガン - ハイツアパート 2 0 9 - 1 3 0 3 号 (番地
なし)

F ターム (参考) 3C007 CS08 MT08 WA03 WA13 WB07 WB23