

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7285703号
(P7285703)

(45)発行日 令和5年6月2日(2023.6.2)

(24)登録日 令和5年5月25日(2023.5.25)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 6 T 7/70 (2017.01)	G 0 6 T 7/70	Z		
B 2 5 J 13/00 (2006.01)	B 2 5 J 13/00	Z		
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00	H		
G 0 1 B 11/26 (2006.01)	G 0 1 B 11/26	H		
A 6 3 H 11/00 (2006.01)	A 6 3 H 11/00	Z		
請求項の数 13 (全19頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号	特願2019-112101(P2019-112101)	(73)特許権者	310021766 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント 東京都港区港南1丁目7番1号
(22)出願日	令和1年6月17日(2019.6.17)	(74)代理人	100105924 弁理士 森下 賢樹
(65)公開番号	特開2020-204889(P2020-204889A)	(74)代理人	100109047 弁理士 村田 雄祐
(43)公開日	令和2年12月24日(2020.12.24)	(74)代理人	100109081 弁理士 三木 友由
審査請求日	令和4年6月9日(2022.6.9)	(74)代理人	100134256 弁理士 青木 武司
		(72)発明者	石塚 健作 東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテイ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボット制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

上半身と、腰部および複数の可動脚をもつ下半身と、を有するロボット装置を制御するシステムであって、

人の画像が記録された画像データを取得して、前記人の姿勢を推定する姿勢推定部と、前記姿勢推定部の推定結果にもとづいて、前記ロボット装置の運動を制御する運動制御部と、を備え、

前記運動制御部は、

前記姿勢推定部により推定された前記人の上半身の姿勢に、前記ロボット装置の上半身の姿勢を同調させる第1運動制御部と、

前記姿勢推定部により推定された前記人の下半身の姿勢に、前記ロボット装置の下半身の姿勢を同調させず、前記ロボット装置の下半身を安定化制御する第2運動制御部と、を有する、

ロボット制御システム。

【請求項2】

前記ロボット装置の上半身は、前記ロボット装置の腰部より上の部位である、請求項1に記載のロボット制御システム。

【請求項3】

前記第2運動制御部は、前記姿勢推定部により推定された前記人の腰の位置情報から、3次元空間における前記ロボット装置の腰部の目標高さを決定する、

請求項 1 または 2 に記載のロボット制御システム。

【請求項 4】

前記姿勢推定部は前記画像データから、前記人の複数の特徴点の位置情報を推定し、複数の前記特徴点の位置情報にもとづいて、前記人の関節の角度を推定する、

請求項 1 から 3 のいずれかに記載のロボット制御システム。

【請求項 5】

前記姿勢推定部は、複数の前記特徴点を連結する直線の長さにもとづいて、前記人の関節の角度を推定する、

請求項 4 に記載のロボット制御システム。

【請求項 6】

前記姿勢推定部は、顔の第 1 特徴点と、顔より下方に位置する第 2 特徴点と、前記第 2 特徴点より下方に位置する第 3 特徴点にもとづいて、前記人の胴体の向きを推定する、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のロボット制御システム。

【請求項 7】

前記姿勢推定部は、前記第 2 特徴点と前記第 1 特徴点を連結するベクトルと、前記第 2 特徴点と前記第 3 特徴点を連結するベクトルの外積にもとづいて、前記人の胴体の向きを推定する、

請求項 6 に記載のロボット制御システム。

【請求項 8】

前記運動制御部は、前記ロボット装置の少なくとも 1 つの関節の目標角度を決定し、決定した目標角度への目標到達時間をもとに、前記関節を構成するモータの回転速度を決定する制御を行う、

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のロボット制御システム。

【請求項 9】

前記ロボット装置は複数の関節を備え、関節ごとに、目標角度への目標到達時間が設定されている、

請求項 8 に記載のロボット制御システム。

【請求項 10】

1 つの関節が複数のモータで構成され、モータごとに、目標角度への目標到達時間が設定されている、

請求項 9 に記載のロボット制御システム。

【請求項 11】

上半身の先端側の関節に設定される目標到達時間は、体幹側の関節に設定される目標到達時間よりも短い、

請求項 9 または 10 に記載のロボット制御システム。

【請求項 12】

肘関節に設定される目標到達時間は、肩関節に設定される目標到達時間よりも短い、

請求項 11 に記載のロボット制御システム。

【請求項 13】

前記第 1 運動制御部は、人体の姿勢情報を用いてロボット装置の複数の関節のそれぞれの目標角度を演算する演算式にもとづいて、前記姿勢推定部により推定された前記人の姿勢情報を用いて前記ロボット装置の複数の関節の目標角度を決定して、前記ロボット装置を同調運動させる、

請求項 1 から 12 のいずれかに記載のロボット制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボット装置の運動を制御する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

様々なタイプのロボットの研究、開発が行われている。特許文献1は、カメラ画像入力器を介して入力されたユーザの画像に応じて、ユーザの動作と同調した動作を生成するモジュールを備えたロボット装置を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2005-342873号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

4足歩行する動物の身体メカニズムや動作を模した「ペット型」ロボットや、2足直立歩行する人間の身体メカニズムや動作を模した「人間型」ロボットが実用化されている。エンターテインメント性を重視した動作を行うロボット装置は「エンターテインメントロボット」と称され、市販されている。

【0005】

エンターテインメントロボットは、その性質上、ユーザを楽しませるアクションを提供する。そのようなアクションの一つとして、特許文献1では、ユーザの動作を真似する同調動作を実現するモジュールをロボット装置に持たせている。本発明者は、ユーザの動作に同調する機能をもつエンターテインメントロボットの可能性に注目し、同調動作を効果的に実現するための仕組みを考案した。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様は、上半身と、腰部および複数の可動脚をもつ下半身とを有するロボット装置を制御するシステムであって、人の画像が記録された画像データを取得して、人の姿勢を推定する姿勢推定部と、姿勢推定部の推定結果にもとづいて、ロボット装置の運動を制御する運動制御部とを備える。運動制御部は、姿勢推定部により推定された人の上半身の姿勢に、ロボット装置の上半身の姿勢を同調させる第1運動制御部と、ロボット装置の下半身を安定化制御する第2運動制御部とを有する。

【0007】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムを読み取り可能に記録した記録媒体、データ構造などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例の情報処理システムの概略構成を示す図である。

【図2】ロボット装置の外観を示す図である。

【図3】ロボット装置が備える関節構造を模式的に示す図である。

【図4】ロボット制御システムのハードウェア構成を示す図である。

【図5】姿勢推定部により検出される特徴点を示す図である。

【図6】姿勢推定部により検出される特徴点を示す図である。

【図7】ロボット装置が同調動作をする様子を示す図である。

【図8】関節角度を表現する躍度最小モデル軌道の例を示す図である。

【図9】複数のロボット装置が対戦するロボットシステムを示す図である。

【図10】肩関節のピッチ角に下限を設定した状態を示す図である。

【図11】特徴点の補正処理の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は、実施例の情報処理システム1の概略構成を示す。情報処理システム1は、ロボット装置20およびサーバ装置10を備える。ロボット装置20は自律運動可能な移動体であって、アクセスポイント(AP)3を介して、インターネットなどのネットワーク2

10

20

30

40

50

経由でサーバ装置 10 と通信可能に接続する。

【0010】

ロボット装置 20 は、上半身と、腰部および複数の可動脚をもつ下半身とを有するロボットであり、オーナーであるユーザにより所有される。実施例でロボット装置 20 は 2 本の可動脚をもち、ユーザの動きをカメラで撮影して、ユーザの動きを真似する同調機能をもつ。ロボット装置 20 はユーザを、画像解析による顔認証や音声解析による声紋認証などによって認識できることが好ましい。ロボット装置 20 がユーザを認識することで、たとえばユーザからの指示を受け付け、またユーザの動きのみを真似するように動作できる。

【0011】

ロボット装置 20 は、転倒を防止する機能、歩く機能などを含む基本機能を、複数の関節を構成する関節モータの制御手法を記述した基本アプリケーションプログラム（以下、「基本アプリケーション」とも呼ぶ）により実現する。ロボット装置 20 が運動する上で最も重要なことは転倒しないことであり、基本アプリケーションは、Cart-Tableモデルや倒立振り子モデルを利用して姿勢を安定化する安定化制御アプリケーションを含む。基本アプリケーションはロボット装置 20 の基本機能を担当することから、ロボット装置 20 にプリインストールされていることが好ましく、たとえばミドルウェアに組み込まれてよい。

10

【0012】

基本アプリケーション以外のアプリケーションプログラムは、応用アプリケーションプログラム（以下、「応用アプリケーション」とも呼ぶ）であり、応用アプリケーションはたとえばダンス機能などの付加的な機能を実現する。応用アプリケーションは、サーバ装置 10 から必要に応じて供給されて、ロボット装置 20 にインストールされる。ロボット装置 20 は、新しい応用アプリケーションをダウンロードしてインストールすることで、新しい機能を獲得する。実施例のロボット装置 20 は、応用アプリケーションの一つとして、ユーザの動きに同調して運動する同調アプリケーションをインストールしている。同調アプリケーションが実行されると、ロボット装置 20 はユーザの動きを真似するように同調運動する。実施例において同調運動は、ロボット装置 20 が、推定したユーザの姿勢と同じまたは似た姿勢をとる運動を意味する。

20

【0013】

図 2 は、ロボット装置 20 の外観を示す。ロボット装置 20 は人間と同じような部位および関節を持ち、人間の姿勢と同じまたは似た姿勢をとることのできる構造を有することが好ましい。ロボット装置 20 は上半身および下半身を有して構成される。下半身は、腰部 30、および腰部 30 より下の部位である右大腿 31 a、左大腿 31 b、右下腿 32 a、左下腿 32 b、右足 33 a、左足 33 bを含む。上半身は、腰部 30 より上の部位で構成され、頭部 21、首 22、胴体 23、右肩 24 a、左肩 24 b、右上腕 25 a、左上腕 25 b、右前腕 26 a、左前腕 26 b、右手 27 a、左手 27 bを含む。隣り合う部位間には関節部分を構成する関節モータが配置され、関節モータ間はリンク機構で連結される。

30

【0014】

図 3 は、ロボット装置 20 が備える関節構造を模式的に示す。ロボット装置 20 がユーザと同じまたは似た姿勢をとるためには、ロボット装置 20 の関節構造が、人間の関節構造と同じまたは近似していることが好ましい。胴体 23 に対して頭部 21 を支持する首関節は、首関節ヨー軸用モータ 41、首関節ピッチ軸用モータ 42、首関節ロール軸用モータ 43 を備える。

40

【0015】

胴体 23 と右手 27 a の間には、右肩関節を構成する肩関節ピッチ軸用モータ 51 a、肩関節ロール軸用モータ 52 a、肩関節ヨー軸用モータ 53 a、右肘関節を構成する肘関節ピッチ軸用モータ 54 a、右手首関節を構成する手首関節ピッチ軸用モータ 55 a が設けられる。胴体 23 と左手 27 b の間には、左肩関節を構成する肩関節ピッチ軸用モータ 51 b、肩関節ロール軸用モータ 52 b、肩関節ヨー軸用モータ 53 b、左肘関節を構成する肘関節ピッチ軸用モータ 54 b、左手首関節を構成する手首関節ピッチ軸用モータ 5

50

5 b が設けられる。なお人間の関節構造に近づけるために、手首関節には、さらにロール軸用モータが設けられてよい。

【 0 0 1 6 】

胴体 2 3 と腰部 3 0 の間には、体幹関節を構成する体幹ロール軸用モータ 6 1、体幹ピッチ軸用モータ 6 2、体幹ヨー軸用モータ 6 3 が設けられる。図 3 において、体幹ヨー軸用モータ 6 3 は、下半身である腰部 3 0 に配置されているが、実施例の姿勢制御において、体幹ヨー軸用モータ 6 3 は、上半身の姿勢を制御するための関節モータとして取り扱われる。

【 0 0 1 7 】

腰部 3 0 から右足 3 3 a、左足 3 3 b までの間のモータは、下半身の姿勢を制御するための関節モータである。腰部 3 0 と右足 3 3 a の間には、右股関節を構成する股関節ヨー軸用モータ 7 1 a、股関節ロール軸用モータ 7 2 a、股関節ピッチ軸用モータ 7 3 a、右膝関節を構成する膝関節ピッチ軸用モータ 7 4 a、右足首関節を構成する足首関節ピッチ軸用モータ 7 5 a、足首関節ロール軸用モータ 7 6 a が設けられる。腰部 3 0 と左足 3 3 b の間には、左股関節を構成する股関節ヨー軸用モータ 7 1 b、股関節ロール軸用モータ 7 2 b、股関節ピッチ軸用モータ 7 3 b、左膝関節を構成する膝関節ピッチ軸用モータ 7 4 b、左足首関節を構成する足首関節ピッチ軸用モータ 7 5 b、足首関節ロール軸用モータ 7 6 b が設けられる。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、ロボット装置 2 0 を制御するロボット制御システム 1 0 0 のハードウェア構成を示す。ロボット制御システム 1 0 0 はロボット装置 2 0 の筐体内に設けられ、モーションセンサ 1 0 2、通信部 1 0 4、撮像部 1 0 6、第 1 プロセッサ 9 0 および第 2 プロセッサ 9 2 を備える。第 1 プロセッサ 9 0 は、姿勢推定機能を実現する姿勢推定部 1 0 8 を有する。第 2 プロセッサ 9 2 は、ロボット装置 2 0 の運動制御機能を実現する運動制御部 1 1 0 を有する。運動制御部 1 1 0 は、第 1 運動制御部 1 2 0、第 2 運動制御部 1 4 0 およびモード設定部 1 4 2 を備え、第 1 運動制御部 1 2 0 は、同調制御部 1 2 2、補正処理部 1 2 4、パターン判定部 1 2 6 および姿勢履歴記憶部 1 2 8 を有する。

【 0 0 1 9 】

ロボット制御システム 1 0 0 の構成は、ハードウェアコンポーネントでいえば、任意のコンピュータの CPU、メモリ、メモリにロードされたプログラム、ストレージなどによって実現される。第 1 プロセッサ 9 0 および第 2 プロセッサ 9 2 は図示する機能ブロックを有し、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【 0 0 2 0 】

通信部 1 0 4 は無線 LAN で A P 3 に接続し、A P 3 を介してサーバ装置 1 0 と通信する。通信部 1 0 4 は、サーバ装置 1 0 から応用アプリケーションやパッチファイルをダウンロードできる。通信部 1 0 4 はアドホック通信機能を有し、複数のロボット装置 2 0 が存在する空間では、ロボット装置 2 0 同士がアドホック通信により接続できる。

【 0 0 2 1 】

モーションセンサ 1 0 2 は、3 軸加速度センサおよび 3 軸ジャイロセンサを有する。モーションセンサ 1 0 2 は腰部 3 0 に設けられて、3 次元空間における位置および姿勢を示すセンサデータおよび / または位置および姿勢の変化を示すセンサデータを運動制御部 1 1 0 に提供する。さらにモーションセンサ 1 0 2 は各関節部分に設けられて、センサデータを運動制御部 1 1 0 に提供してよい。

【 0 0 2 2 】

撮像部 1 0 6 は、RGB カラーセンサであって、所定の周期（たとえば 1 / 6 0 秒）で撮影した RGB 画像データを姿勢推定部 1 0 8 に供給する。実施例の RGB 画像データは、深度情報をもたない 2 次元画像データである。なお撮像部 1 0 6 は他の種類のイメージセンサであってもよい。撮像部 1 0 6 は頭部 2 1 に設けられて、ロボット装置 2 0 の顔が向いている方向を撮影する。なお顔が向いている方向のみならず、顔の横方向、後ろ方向

10

20

30

40

50

を撮影するために、複数の撮像部 106 が頭部 21 に設けられてもよい。ロボット装置 20 において同調アプリケーションが実行されると、ロボット装置 20 は、撮像部 106 により撮影されたユーザの動きを真似する同調運動を行う。

【0023】

同調アプリケーションの一つの動作モードでは、ロボット装置 20 がユーザと向かい合い、撮像部 106 で撮影したユーザの動作を、ユーザと向き合った状態で真似する。このときロボット装置 20 は、ユーザの動作を左右対称にコピーし、たとえばユーザが右手を上げると、ロボット装置 20 は左手を上げ、ユーザが右手を左右に振ると、ロボット装置 20 は左手を右左に振る。ユーザからロボット装置 20 を見ると、ロボット装置 20 が鏡に映るユーザのように運動することから、この動作モードを「ミラーリングモード」と呼ぶ。

10

【0024】

同調アプリケーションの別の動作モードでは、ロボット装置 20 が、ユーザの動作と基本的には同じように運動する。この動作モードでは、ユーザが右手を上げると、ロボット装置 20 は右手を上げ、ユーザが右手を左右に振ると、ロボット装置 20 は右手を左右に振る。この動作モードは、2人のユーザが、それぞれのロボット装置 20 を操作して、ロボット装置 20 同士を対戦させるようなシーンで利用される。たとえば2台のロボット装置 20 がボクシングをする場合、ユーザが右ストレートを出すと、ロボット装置 20 は対戦相手のロボット装置 20 に対して右ストレートを出し、ユーザが左フックを出すと、ロボット装置 20 は対戦相手のロボット装置 20 に対して左フックを出す。またロボット装置 20 の右手 27a に物体（刀などの武器）を持たせた状態で、ユーザが体を中心として水平面で右腕を反時計回りに回すと、ロボット装置 20 が体を中心として水平面で物体を反時計回りに回して、対戦相手のロボット装置 20 に物体の先端をぶつけるように運動する。このような動作モードを「バトルモード」と呼ぶ。

20

【0025】

このように同調アプリケーションでは、複数の動作モードが用意されている。ユーザは利用シーンに応じて動作モードを選択した後、ロボット装置 20 に同調運動をさせる。動作モードを選択するための手段は何でもよい。たとえばロボット装置 20 に動作モードを選択するためのボタンが設けられていてもよいし、音声認識機能を有するロボット装置 20 がユーザによる動作モードの発話を音声認識して、発話された動作モードを特定してもよい。また他のアプリケーション、たとえばゲームなどによって、動作モードが自動的に選択されてもよい。モード設定部 142 が、選択された動作モードを受け付けると、第1運動制御部 120 および第2運動制御部 140 が、選択された動作モードでロボット装置 20 の運動を制御する。

30

【0026】

同調アプリケーションを実施する前提として、ロボット装置 20 は、ユーザの姿勢を認識する必要がある。そのため姿勢推定部 108 は、ユーザの画像が記録された RGB 画像データを取得して、ユーザの姿勢を推定する。なお姿勢推定部 108 は、RGB 画像データに限らず、ユーザの画像が記録された別の種類の画像データから、ユーザの姿勢を推定してもよい。姿勢推定部 108 は、機械学習されたモデルを用いて人の姿勢を推定するニューラルネットワークを有してよい。

40

【0027】

近年、人の姿勢を推定するためのライブラリがオープンソースで公開されている。このライブラリは、ディープラーニングを実施したニューラルネットワークを用いて2次元画像から人の関節位置などの特徴点を検出し、特徴点を繋ぎ合わせることで人の姿勢を推定する。ある姿勢推定モデルでは、一人につき25個の特徴点の位置が推定される。25個の特徴点は、鼻、首、右肩、右肘、右手首、左肩、左肘、左手首、中央腰、右腰、右膝、右足、左腰、左膝、左足、右目、左目、右耳、左耳、左足親指、左足小指、左かかと、右足親指、右足小指、右かかとである。実施例の姿勢推定部 108 は、このような姿勢推定モデルを利用して、撮影された人の姿勢を推定する。

50

【 0 0 2 8 】

実施例の姿勢推定部 1 0 8 は、人の画像が記録された 2 次元画像データから 2 5 個の特徴点の位置を推定し、これらの特徴点を用いて人の姿勢を推定する。具体的に姿勢推定部 1 0 8 は、3 次元空間における人の胴体、脚、腕、手などの各部位の位置や向きを推定し、推定した人の姿勢を表現する姿勢情報を運動制御部 1 1 0 に供給する。

【 0 0 2 9 】

姿勢推定部 1 0 8 は、人の姿勢を表現する姿勢情報として、人の関節の角度情報および体の向きを示す情報を運動制御部 1 1 0 に供給するが、3 次元空間における特徴点の相対的な位置情報（3 次元座標）を姿勢情報として供給してもよい。また姿勢推定部 1 0 8 は、最初に 2 次元画像における 2 5 個の特徴点の位置情報を推定するが、これらの特徴点の位置情報（2 次元座標）も人の姿勢を表現する姿勢情報であり、これらの特徴点の位置情報を姿勢情報として運動制御部 1 1 0 に供給してもよい。この場合、運動制御部 1 1 0 は、複数の特徴点の 2 次元座標から、3 次元空間における人の姿勢を推定する機能をもつ必要がある。

10

【 0 0 3 0 】

図 5 (a) は、姿勢推定部 1 0 8 により検出される特徴点の例を示す。姿勢推定部 1 0 8 は、2 5 個の特徴点の位置を推定し、撮影されたユーザの姿勢を推定する。実施例で撮像部 1 0 6 は、ロボット装置 2 0 のオーナーであるユーザを撮影する。同調運動の開始前、ユーザは図 5 (a) に示す基準姿勢で撮影され、姿勢推定部 1 0 8 は、基準姿勢をとるユーザに関して検出した特徴点から、体の各パーツの長さを算出して保持する。各パーツは 2 つの特徴点を連結した直線で表現され、この直線を「ボーン」と呼ぶ。基準姿勢は、ユーザが撮像部 1 0 6 に対して正対した直立姿勢であり、各パーツを表現するボーンの長さは、基本的には正対姿勢で最大となる。姿勢推定部 1 0 8 は、基準姿勢で検出した各ボーンの長さを「最大ボーン長」として保持する。なおユーザが撮像部 1 0 6 に近付くと、検出されるボーン長は、最大ボーン長を超え、その場合は、検出されるボーン長を最大ボーン長として更新する処理を行う。このときボーン長の相対比を事前に決めておき、その相対比にしたがって最大ボーン長を更新してもよい。以下の説明では、便宜上、ユーザと撮像部 1 0 6 の間の距離が変化せず、最大ボーン長が固定であることを前提とする。

20

【 0 0 3 1 】

図 5 (b) は、姿勢推定部 1 0 8 により検出される特徴点の別の例を示す。図 5 (b) に示す撮影画像では、基準姿勢から、ユーザが右手を上振り上げる状態が撮影されている。図 5 (a) と比較して、右肘、右手の検出位置が大きく変化し、したがって右手上腕のボーン長と、右手前腕のボーン長が、基準姿勢と比較して短くなっている。姿勢推定部 1 0 8 は、ボーン長にもとづいて人の関節の角度を推定する。

30

【 0 0 3 2 】

姿勢推定部 1 0 8 は、以下の式より、深度を算出する。

【 数 1 】

$$Z = \sqrt{(\text{最大ボーン長})^2 - (\text{ボーン長})^2}$$

40

人体の構造上、撮像部 1 0 6 から見たときの 2 つの関節の前後関係は、以下の基準により決定してよい。

- ・ 肘関節は肩関節よりも前
- ・ 手首関節は肘関節よりも前
- ・ 膝関節は股関節よりも前
- ・ 膝関節は足首関節よりも前
- ・ 膝関節はかかとよりも前

ここで「前」は、撮像部 1 0 6 により近い位置であることを意味する。

【 0 0 3 3 】

50

姿勢推定部 108 は、この前後関係の基準および算出した深度を用いて、3次元空間における特徴点の位置を推定し、3次元空間における特徴点を連結したベクトル（ボーンベクトル）を推定する。姿勢推定部 108 は、3次元空間のボーンベクトルを2次元平面に射影することで、ユーザの各関節の角度、つまりユーザの各関節のピッチ角度、ロール角度、ヨー角度をそれぞれ推定する。

【0034】

このとき姿勢推定部 108 は、ロボット装置 20 の関節構造に対応するユーザの関節角度を推定することが好ましい。たとえばロボット装置 20 の肩関節は、ピッチ軸、ロール軸、ヨー軸のそれぞれに関節モータを有するため、姿勢推定部 108 は、人の肩関節のピッチ角度、ロール角度、ヨー角度をそれぞれ推定する。またロボット装置 20 の肘関節は

10

【0035】

なお人の胴体が撮像部 106 に対して右側を向いているか、または左側を向いているかは、以下のように導出する。

図 6 は、ユーザを撮影した画像から検出される特徴点を示す。なお、いくつかの特徴点については図示を省略している。図 6 (a) は、ユーザが撮像部 106 に対して右側を向いた状態を、図 6 (b) は、ユーザが撮像部 106 に対して左側を向いた状態を示している。

20

【0036】

姿勢推定部 108 は、ユーザの顔の特徴点 A と、顔より下方に位置する特徴点 B と、特徴点 B より下方に位置する特徴点 C にもとづいて、胴体の向きを推定する。ここで特徴点 A、B、C は、基準姿勢（撮像部 106 に対して正対した直立姿勢）で、上から下に向けて直線的に並ぶ特徴点であり、ここでは特徴点 A が鼻、特徴点 B が首、特徴点 C が中央腰である。姿勢推定部 108 は、特徴点 A、B、C を繋いだ線から、胴体が右側を向いているか、左側を向いているかを判断する。

【0037】

具体的に姿勢推定部 108 は、特徴点 B と特徴点 A を連結する2次元のボーンベクトルと、特徴点 B と特徴点 C を連結する2次元のボーンベクトルの外積にもとづいて、人の胴体の向きを推定してよい。2つのボーンベクトルの外積が正である場合、胴体の向きは撮像部 106 に対して右向きであり、外積が負である場合、胴体の向きは撮像部 106 に対して左向きと判定される。

30

【0038】

実施例の姿勢推定部 108 は、人の姿勢を表現する姿勢情報として、少なくとも人の関節の角度情報を運動制御部 110 に供給する。姿勢推定部 108 は、姿勢情報として、胴体の向きを示す情報および特徴点の3次元座標を運動制御部 110 に供給してもよい。また姿勢推定部 108 は、姿勢情報として、特徴点の2次元座標を姿勢情報として運動制御部 110 に供給してもよい。

【0039】

運動制御部 110 は、姿勢推定部 108 の推定結果にもとづいて、ロボット装置 20 の運動を制御する。運動制御部 110 は、各関節モータの回転速度を導出し、各関節モータに対応するマイコンに回転指示を供給する。

40

【0040】

第1運動制御部 120 における同調制御部 122 は、推定したユーザの上半身の姿勢にロボット装置 20 の上半身の姿勢を同調させる。ユーザの上半身は、腰より上の部位である。図 3 に示す関節構造において、ロボット装置 20 の上半身の関節を構成するモータは、首関節ヨー軸用モータ 41、首関節ピッチ軸用モータ 42、首関節ロール軸用モータ 43、肩関節ピッチ軸用モータ 51 a、肩関節ロール軸用モータ 52 a、肩関節ヨー軸用モータ 53 a、肘関節ピッチ軸用モータ 54 a、手首関節ピッチ軸用モータ 55 a、肩関節

50

ピッチ軸用モータ 5 1 b、肩関節ロール軸用モータ 5 2 b、肩関節ヨー軸用モータ 5 3 b、肘関節ピッチ軸用モータ 5 4 b、手首関節ピッチ軸用モータ 5 5 b、体幹ロール軸用モータ 6 1、体幹ピッチ軸用モータ 6 2、体幹ヨー軸用モータ 6 3 である。

【 0 0 4 1 】

第 1 運動制御部 1 2 0 の機能は、同調アプリケーションを実行することで実現される。同調制御部 1 2 2 は、推定したユーザの上半身の姿勢にもとづいて、ロボット装置 2 0 の上半身の関節モータを制御して、ロボット装置 2 0 の上半身の姿勢をユーザの上半身の姿勢に同調させる。同調した姿勢は、ユーザがロボット装置 2 0 の姿勢を見て、自分の動きを真似していることが分かる程度に似た姿勢であればよい。

【 0 0 4 2 】

ロボット装置 2 0 の姿勢をユーザの姿勢に同調させるために、同調制御部 1 2 2 は、人体の姿勢情報を用いてロボット装置 2 0 の複数の関節のそれぞれの目標角度を演算する演算式を定義した演算規則を保持する。同調制御部 1 2 2 は、演算規則に定義された演算式にもとづいて、姿勢推定部 1 0 8 により推定された人の姿勢情報を用いてロボット装置 2 0 の複数の関節のそれぞれの目標角度を決定し、目標角度にしたがって関節モータを駆動する。これによりロボット装置 2 0 の姿勢がユーザの姿勢に同調する。

【 0 0 4 3 】

演算式は、人の姿勢情報を入力されると、ロボット装置 2 0 の関節の目標角度を出力するように構成される。最も単純な例で説明すると、人の右肘の関節角度情報を演算式に入力すると、演算式は、ロボット装置 2 0 の右肘の関節の目標角度を出力する。目標角度が、推定した人の関節角度と等しく、または近似した値となることで、ロボット装置 2 0 の同調運動が実現される。

【 0 0 4 4 】

一方、第 2 運動制御部 1 4 0 は、ロボット装置 2 0 の下半身を安定化制御し、上記演算式にもとづいた同調制御を実施しない。つまり第 2 運動制御部 1 4 0 は、ロボット装置 2 0 の下半身の姿勢を、ユーザの下半身の姿勢に同調させない。図 3 に示す関節構造において、下半身の関節を構成するモータは、股関節ヨー軸用モータ 7 1 a、股関節ロール軸用モータ 7 2 a、股関節ピッチ軸用モータ 7 3 a、膝関節ピッチ軸用モータ 7 4 a、足首関節ピッチ軸用モータ 7 5 a、足首関節ロール軸用モータ 7 6 a、股関節ヨー軸用モータ 7 1 b、股関節ロール軸用モータ 7 2 b、股関節ピッチ軸用モータ 7 3 b、膝関節ピッチ軸用モータ 7 4 b、足首関節ピッチ軸用モータ 7 5 b、足首関節ロール軸用モータ 7 6 b である。第 2 運動制御部 1 4 0 の機能は、安定化制御アプリケーションを実行することで実現され、モーションセンサ 1 0 2 のセンサデータを常時監視して、ロボット装置 2 0 が転倒しないように姿勢を安定化させる。なお第 2 運動制御部 1 4 0 の機能は、同調アプリケーションに組み込まれていてもよい。第 2 運動制御部 1 4 0 は、姿勢安定化制御において、上半身の運動による負荷を外乱要素として処理することになる。

【 0 0 4 5 】

この安定化制御で第 2 運動制御部 1 4 0 は、姿勢推定部 1 0 8 により推定された人の腰の位置情報から、3次元空間におけるロボット装置 2 0 の腰部 3 0 の目標高さを決定する。また第 2 運動制御部 1 4 0 は、人の両足の位置情報から、ロボット装置 2 0 の右足 3 3 a と左足 3 3 b の目標位置を決定してもよい。人の両足の位置情報は、たとえば右かかと、左かかとの位置情報を利用する。第 2 運動制御部 1 4 0 は、基準姿勢における人の腰の位置情報と、現在の腰の位置情報の差分から、ロボット装置 2 0 の腰部 3 0 の目標高さを決定してよい。なお第 2 運動制御部 1 4 0 は、基準姿勢と現在の姿勢とで、両足の位置を結ぶ直線に対して中央腰から垂線を下ろした長さを算出し、その長さの比から、ロボット装置 2 0 の腰部 3 0 の目標高さを決定してもよい。

【 0 0 4 6 】

上記したように第 2 運動制御部 1 4 0 は、ロボット装置 2 0 の下半身の姿勢を、ユーザの下半身の姿勢に同調させるものではないが、右足 3 3 a、左足 3 3 b の位置と、腰部 3 0 の高さに関してはユーザの姿勢に合わせることで、ユーザの下半身に近似した姿勢を作

10

20

30

40

50

り出せる。第2運動制御部140は、右足33a、左足33bの目標位置と、腰部30の目標高さを決定した後、インバースキネマティクス演算を行って下半身に含まれる複数の関節モータを制御してよい。

【0047】

図7は、ロボット装置20がミラーリングモードで同調動作をする様子を示す。図7に示す例では、ユーザが膝を曲げた状態で右手を上げている。このユーザの姿勢に対してロボット装置20の上半身は、同調制御部122によってユーザの上半身の姿勢に同調し、ロボット装置20の下半身は、ユーザの下半身の姿勢に同調することなく、第2運動制御部140によって転倒しないように姿勢制御される。ロボット装置20の腰部30の高さは、ユーザの腰の高さに応じた高さに設定されている。

10

【0048】

なお本発明者が、姿勢推定部108の検出値を使用してロボット装置20の動作実験を行ったところ、実際の撮影環境では被写体である人が動かなくても、姿勢推定部108の検出値に揺れが発生することが分かった。そのため姿勢推定部108の検出値をそのまま利用して運動制御部110が関節モータを回転制御すると、検出値の揺れ頻度が大きいほど、各関節が忙しく動き続けるようになる。そこで同調制御部122は、躍度最小(Minimum Jerk)モデルを用いて、各関節のモータの回転速度を決定する。

【0049】

図8は、関節角度を表現する躍度最小モデル軌道の例を示す。躍度最小モデルは、加速度の変化率が小さくなる軌道を求める手法であり、姿勢推定部108の検出値に基づいた関節角度軌道と比べると、目標角度に対して軌道を滑らかにできることが分かる。同調制御部122が、躍度最小モデルを用いてモータの回転速度を決定することで、姿勢推定部108の検出値に揺れが生じても関節の回転を緩やかにできる。

20

【0050】

なお姿勢推定部108においては、特徴点位置の検出誤差、深度の算出誤差、関節角度の推定誤差など、姿勢に関する様々な誤差が発生する。ロボット装置20の上半身では、体幹関節を起点として、肩関節、肘関節、手首関節と角度変化が伝達されるため、姿勢推定部108において発生する姿勢推定誤差は、体幹関節から手首関節の間で次第に累積される。そのため全ての関節を同じように動かすと、先端となる右手27a、左手27bは、姿勢推定誤差が最大に累積されて、暴れるような挙動をとることがある。このような挙動を回避するために、同調制御部122は、少なくとも1つの関節の目標角度を決定し、決定した目標角度への目標到達時間をもとに、関節を構成するモータの回転速度を決定する制御を行う。

30

【0051】

姿勢推定部108は、人の各関節の角度情報を、所定の周期 T_1 (たとえば20m秒)で推定し、運動制御部110に供給する。したがって同調制御部122は、同じ周期 T_1 で、供給された推定角度情報から、ロボット装置20の上半身の各関節の目標角度を決定する。つまり同調制御部122は、周期 T_1 (20m秒)ごとに、各関節の新たな目標角度を決定する。この目標角度は姿勢推定誤差を含んでいるため、周期 T_1 ごとに決定される目標角度は、姿勢推定誤差に揺れが生じている場合には、離散的な値となることもある。

40

【0052】

このとき同調制御部122が、周期 T_1 で各関節が目標角度となるように関節モータの回転速度を決定すると、上半身先端に近づくにつれて関節が発振する(暴れる)ような挙動となる。そこで同調制御部122は、決定した目標角度への目標到達時間 T_2 を、目標角度の決定周期 T_1 より長く設定して、関節の急峻な回転を回避し、関節の回転を緩やかにさせる。

【0053】

たとえば、現在角度と目標角度との差が θ であったとする。同調制御部122は、時間 T_2 後に関節が θ 度回転するためのモータの回転速度を決定し、その回転速度で時間 T_1 だけ回転させる。時間 T_1 の間に回転する角度は $(\theta \times T_1 / T_2)$ であり、そのため T

50

2 = 10 × T1とした場合、時間T1後の回転量は、 / 10となる。時間T1後、同調制御部122は、姿勢推定部108から供給される推定角度情報にもとづいて、新たな目標角度を決定し、その時点から時間T2後に関節が目標角度となるためのモータの回転速度を決定する。

【0054】

目標角度への目標到達時間T2を、目標角度の決定周期T1よりも長くすることで、同調運動に遅延は発生するものの、ロボット装置20がユーザの動きに滑らかに追従できるようになる。なお目標到達時間T2を決定周期T1よりも長くするほど、ロボット装置20の動きは滑らかになるが、一方で、目標到達時間T2を決定周期T1よりも長くしすぎると、同調運動の遅延は大きくなる。

10

【0055】

同調運動の遅延をユーザに小さく見せるために、目標角度の目標到達時間T2は、関節ごとに設定されることが好ましい。具体的に上半身の先端側の関節に設定される目標到達時間は、体幹側の関節に設定される目標到達時間よりも短くされる。先端側の関節、つまり手首関節に連結する右手27a、左手27bの動きや、肘関節に連結する右前腕26a、左前腕26bの動きは、胴体23から離れて動くため、ユーザの目につきやすい。そのため先端側の関節における目標到達時間T2を短く設定することで、同調運動の遅延をできるだけ小さく見せることが可能となる。

【0056】

一方で、体幹側の関節については、目標到達時間T2を相対的に長く設定することで、姿勢推定誤差が先端側に累積する影響を低減する。これにより、ロボット装置20の全体の動きが滑らかに制御される。たとえば手首関節、肘関節の目標到達時間T2を80m秒、より体幹側の肩関節の目標到達時間T2を100～200m秒、体幹関節の目標到達時間T2を250m秒と設定して、同調運動の低遅延と滑らかさを実現してよい。

20

【0057】

なお肩関節内でも、より先端側である関節モータの目標到達時間T2を相対的に短く設定することが好ましく、肩関節ヨー軸用モータ53aの目標到達時間T2を100m秒、肩関節ロール軸用モータ52aの目標到達時間T2を160m秒、肩関節ピッチ軸用モータ51aの目標到達時間T2を200m秒と設定してよい。つまり体幹側から先端(手先)の間に配置された1つの関節モータの目標到達時間T2は、当該関節モータよりも先端側の関節モータの目標到達時間T2以上であり、当該関節モータよりも体幹側の関節モータの目標到達時間T2以下に設定される。なお首関節の速い動きは違和感を生じさせるため、首関節の目標到達時間T2は最大値(たとえば400m秒)に設定されてよい。

30

【0058】

図9は、複数のロボット装置を、それぞれのユーザが操作して対戦させるロボットシステムを示す。このロボットシステム200では、ユーザAがロボット装置20aを操作し、ユーザBがロボット装置20bを操作して、ロボット装置20aとロボット装置20bとをボクシングで対戦させる。各ロボット装置20a、20bにおいては、動作モードとして「バトルモード」が設定され、さらに「バトルモード」の中の「ボクシングモード」が選択される。「ボクシングモード」でロボット装置20は、ユーザの動きと基本的には同じように運動し、ユーザが右ストレートを出すと、ロボット装置20も右ストレートを出し、ユーザが左フックを出すと、ロボット装置20も左フックを出す。

40

【0059】

対戦型のロボットシステム200では、ロボット装置20同士が向かい合い、それぞれのユーザは、ロボット装置20の顔の正面には立たない。ロボット装置20の頭部21に全方位を撮影する複数の撮像部106が設けられている場合、姿勢推定部108は、撮像部106がユーザを撮影した画像データを取得して、撮影されたユーザの姿勢を推定する。

【0060】

この例では、ロボット装置20aにおいて、姿勢推定部108が、撮像部106で撮影した画像データからユーザAの姿勢を推定し、同調制御部122が、ユーザAの姿勢に口

50

ロボット装置 20 a の姿勢を同調させる制御を行う。またロボット装置 20 b において、姿勢推定部 108 が、撮像部 106 で撮影した画像データからユーザ B の姿勢を推定し、同調制御部 122 が、ユーザ B の姿勢にロボット装置 20 b の姿勢を同調させる制御を行う。このようにロボットシステム 200 では、ユーザ A、B が、ボクシングの動きをすることで、ロボット装置 20 a、20 b が、それぞれユーザ A、B の動きを真似して運動する。それぞれのユーザにとって、ロボット装置 20 が自分の分身のように動くため、ロボット装置 20 を利用した、これまでにないエンタテインメント性を実現できる。

【0061】

なおロボット装置 20 は、ユーザを撮影した画像データを、別の外部装置から供給されてもよい。ユーザは、ロボット装置 20 とは離れた場所にいながら、自身を撮影した画像データを外部装置からロボット装置 20 に送信する。ロボット装置 20 において姿勢推定部 108 が、受信した画像データからユーザの姿勢を推定し、同調制御部 122 が、ユーザの姿勢にロボット装置 20 の姿勢を同調させる制御を行う。この場合、ユーザは、ロボット装置 20 とは別の場所にいながら、ロボット装置 20 同士の対戦を実現できる。

10

【0062】

なおロボット装置 20 が、顔が向いている方向を撮影する単一の撮像部 106 のみを有する場合、体は相手のロボット装置 20 に向いたまま、顔をユーザに向けさせて、撮像部 106 でユーザを撮影してもよい。しかしながらロボット装置 20 同士の対戦では、それぞれのロボット装置 20 の顔が相手のロボット装置 20 の方向を向いてない状況となり、違和感が生じる。そのためロボット装置 20 が、相手のロボット装置 20 のユーザの姿勢を推定し、推定した姿勢を当該相手のロボット装置 20 に送信してもよい。

20

【0063】

つまりロボット装置 20 a においては、撮像部 106 がユーザ B を撮影し、姿勢推定部 108 が、ユーザ B の姿勢を推定して、通信部 104 がユーザ B の姿勢情報をロボット装置 20 b に送信する。この送信は、アドホック通信を用いてよい。ロボット装置 20 b では、通信部 104 がユーザ B の姿勢情報を受信し、運動制御部 110 が、ユーザ B の姿勢情報にもとづいて、ロボット装置 20 b の運動制御を実施する。

【0064】

同様にロボット装置 20 b においては、撮像部 106 がユーザ A を撮影し、姿勢推定部 108 が、ユーザ A の姿勢を推定して、通信部 104 がユーザ A の姿勢情報をロボット装置 20 a に送信する。ロボット装置 20 a では、通信部 104 がユーザ A の姿勢情報を受信し、運動制御部 110 が、ユーザ A の姿勢情報にもとづいて、ロボット装置 20 a の運動制御を実施する。このようにロボット装置 20 が対戦相手のユーザの姿勢を推定して、対戦相手のロボット装置 20 に送信することで、互いに画像データを送信するよりも、処理時間を短縮できる。

30

【0065】

「バトルモード」には、シンプルにパンチを繰り出して「ボクシングモード」だけでなく、武器を装着して戦うモードがあり、たとえば三節棍を武器とする「三節棍対戦モード」や、刀を武器とする「刀対戦モード」がある。このような武器対戦モードでは、武器の種類によって、ロボット装置 20 の同調運動を補正する方がよいことがある。そこでバトルモードで動作させる際、ユーザはロボット装置 20 に装着する武器に応じた動作モードを選択し、モード設定部 142 は、装着する武器に応じた動作モードを設定する。なおロボット装置 20 が、装着される武器を自動認識する機能を有していれば、モード設定部 142 が、自動認識した武器に応じた動作モードを設定してよい。補正処理部 124 は、設定された動作モードに応じて、ロボット装置 20 の同調運動を補正する。

40

【0066】

(a) 「三節棍対戦モード」

三節棍は、3本の棒を紐や鎖で一直線になるように連結した武器である。三節棍をロボット装置 20 a の右手 27 a に持たせる場合、ユーザ A が右腕を振らない状態だと、把持した棒以外の2本の棒は、だらんと垂れ下がり、床面に付いてしまう。そこで補正処理部

50

124は、「三節棍対戦モード」においては、右肩関節のピッチ角に下限を設定して、ロボット装置20aが、三節棍を高く上げた状態を維持して、棒が床面に付かないようにする。なお左手27bに三節棍を持たせる場合には、補正処理部124は、左肩関節のピッチ角に下限を設定すればよい。

【0067】

図10は、肩関節のピッチ角に下限を設定した状態を示す。下限角度は、三節棍の長さに依存して定められてよい。肩関節のピッチ角に下限を設定しない場合、ユーザAの腕が下がった状態では、三節棍も垂れ下がった状態となり、脚部に絡まることがある。また、ユーザAが腕を十分に上げない状態でぐるぐると回すと、三節棍がロボット装置20aの胴体に巻き付くような状況も発生しうる。そこで「三節棍対戦モード」では、補正処理部124が肩関節のピッチ角に下限を設定し、ユーザAがそれほど腕を上げずにぐるぐると回しても、ロボット装置20aが三節棍を自然にぐるぐると回して、相手のロボット装置20bを攻撃できる。

10

【0068】

(b)「刀対戦モード」

刀をロボット装置20aの右手27aに持たせる場合、ロボット装置20aは、低い位置よりも高い位置に刀を構えた方が見映えがよい。ユーザAが右上腕を高い位置まで上げれば、同調制御部122によりロボット装置20aは、高い位置に刀を構えることができる。しかしながら実際に試したところ、ユーザAは刀を持っていないため、その感覚が分かりづらく、「刀対戦モード」においてユーザAは上腕を高い位置に上げないことが判明した。そこでユーザAが右上腕を高い位置まで上げなくても、ロボット装置20aの右上腕25aを高く上げられるように、補正処理部124がロボット装置20aの同調運動を補正する。

20

【0069】

図11(a)は、姿勢推定部108により検出される特徴点の例を示す。特徴点Dが首、特徴点Eが右肩、特徴点Fが右肘、特徴点Gが右手首である。同調制御部122は、人体の姿勢情報を用いてロボット装置20の複数の関節のそれぞれの目標角度を演算する演算式を定義した演算規則を用いて、ロボット装置20の関節の目標角度を決定している。したがって、たとえば「ボクシングモード」における同調制御においてロボット装置20の右肩の目標関節角度は、特徴点D、特徴点E、特徴点Fの位置関係から定まる姿勢情報を用いて決定される。

30

【0070】

一方で「刀対戦モード」では、補正処理部124は、同調制御における演算式の少なくとも一部を変更して、同調運動を補正する。

図11(b)は、補正処理部124による補正処理の例を示す。この補正処理では、ロボット装置20の右肩の目標関節角度が、特徴点D、特徴点E、特徴点Gの位置関係から定まる姿勢情報を用いて決定される。なおロボット装置20の右手首は、図11(a)に示す特徴点Fから特徴点Gに向かうボーンベクトルを、特徴点Gを起点に設定したときの終点Hを基準に算出される。

【0071】

このように補正処理部124が、同調制御における演算規則の少なくとも一部を変更して、ロボット装置20の関節の目標角度を補正することで、演算規則をそのまま適用した同調制御を実施するよりも、エンターテインメント性に優れたロボット運動を実現できる。

40

【0072】

なおロボット装置20aの補正処理部124は、対戦相手であるロボット装置20bの運動にもとづいて、ロボット装置20aの同調運動を補正してもよい。補正処理部124は、対戦相手を撮影した画像を撮像部106から取得し、たとえば対戦相手の攻撃が自分に当たりそうであることを判断すると、同調制御部122による同調運動を強制中止して、攻撃を回避する行動をとってもよい。

【0073】

50

なお人とロボット装置 20 の関節構造は完全には同じではないため、ロボット装置 20 は人の動きを正確に真似できないことがある。また人の動きを撮像部 106 で捉えきれないこともある。そのような状況に対応するべく、補正処理部 124 は、ロボット装置 20 の姿勢の変化が所定のパターンを示す場合に、その後のロボット装置 20 を、当該パターンに対応付けられた運動パターンで運動させてよい。

【0074】

姿勢履歴記憶部 128 は、現在から所定時間過去までのロボット装置 20 の姿勢を記憶する。姿勢履歴記憶部 128 は、たとえば十数秒程度前までのロボット装置 20 の姿勢を記憶できればよい。パターン判定部 126 は、姿勢履歴記憶部 128 に記憶された姿勢を参照して、現在に至るロボット装置 20 の姿勢の変化が所定のパターンを示すか判定する。ロボット装置 20 の姿勢の変化が所定のパターンを示す場合、補正処理部 124 は、その後のロボット装置 20 を、当該パターンに対応付けられた運動パターンで運動させる。たとえばミラーリングモードにおいて、ユーザが物を右手で掴み、右腕を右肩ピッチ軸回りに回して右手を右肩越しに背中まで持っていき、背後に物を落とす、という動作を行うとする。このとき撮像部 106 は、ユーザが右手を右肩越しに背後に持っていった様子を撮影できない。そこで姿勢履歴記憶部 128 に、ロボット装置 20 が、手に物を把持した状態で腕を耳よりも後ろに動かしたことを示す姿勢の変化が記憶されると、パターン判定部 126 が、現在に至る姿勢の変化が所定のパターンであることを判定して、補正処理部 124 が、手を開いて、物を背中に落とす動作をさせてよい。

【0075】

本発明を実施例をもとに説明した。実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。実施例では、運動制御部 110 が上半身のみを同調制御したが、全身を同調制御してもよい。

【0076】

また実施例では上半身の同調制御において、同調制御部 122 が、決定した目標角度への目標到達時間 T_2 を、目標角度の決定周期 T_1 より長く設定して、関節の急峻な回転を回避することを説明したが、下半身の姿勢安定化制御において、第 2 運動制御部 140 が、同様に目標角度への目標到達時間 T_2 を、目標角度の決定周期 T_1 より長く設定する制御を行ってよい。下半身の急な動きは上半身に伝達されることから、目標到達時間 T_2 は、上半身における最大の目標到達時間、つまり体幹関節の目標到達時間よりも長く設定されることが好ましい。

【符号の説明】

【0077】

1・・・情報処理システム、10・・・サーバ装置、20, 20a, 20b・・・ロボット装置、100・・・ロボット制御システム、102・・・モーションセンサ、104・・・通信部、106・・・撮像部、108・・・姿勢推定部、110・・・運動制御部、120・・・第 1 運動制御部、122・・・同調制御部、124・・・補正処理部、126・・・パターン判定部、128・・・姿勢履歴記憶部、140・・・第 2 運動制御部、142・・・モード設定部、200・・・ロボットシステム。

10

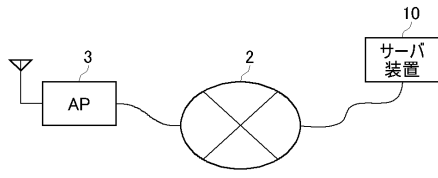
20

30

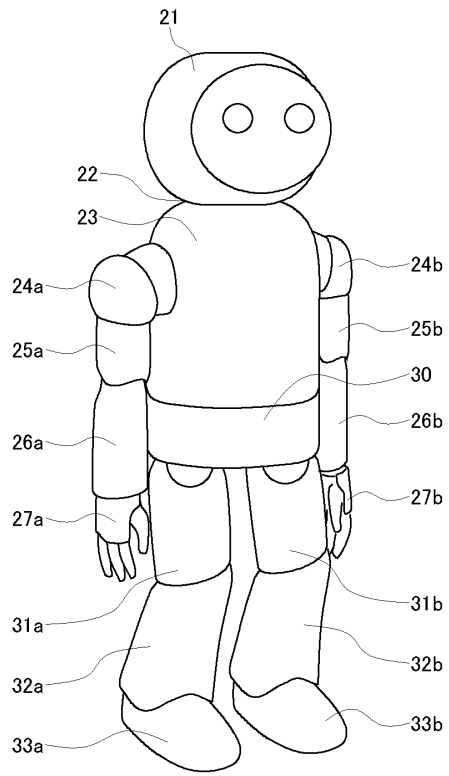
40

【図面】

【図 1】



【図 2】



20

10

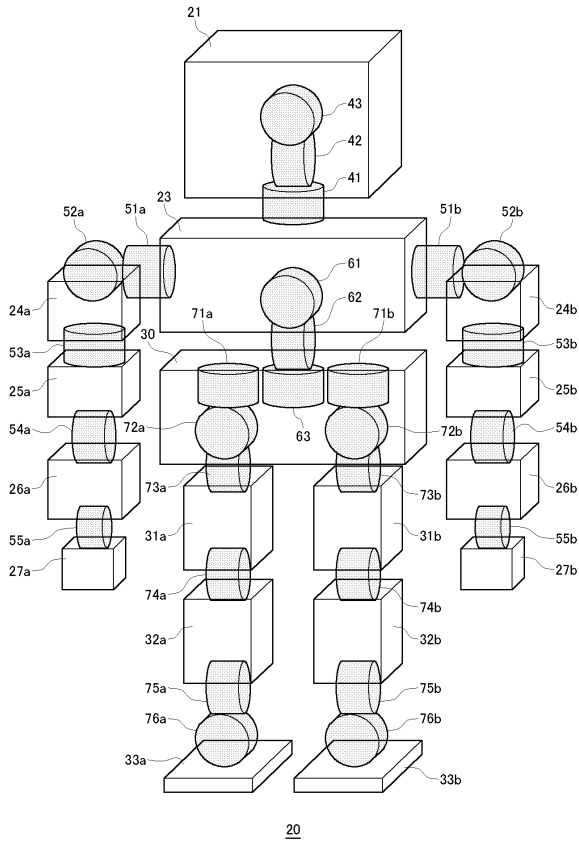
20

30

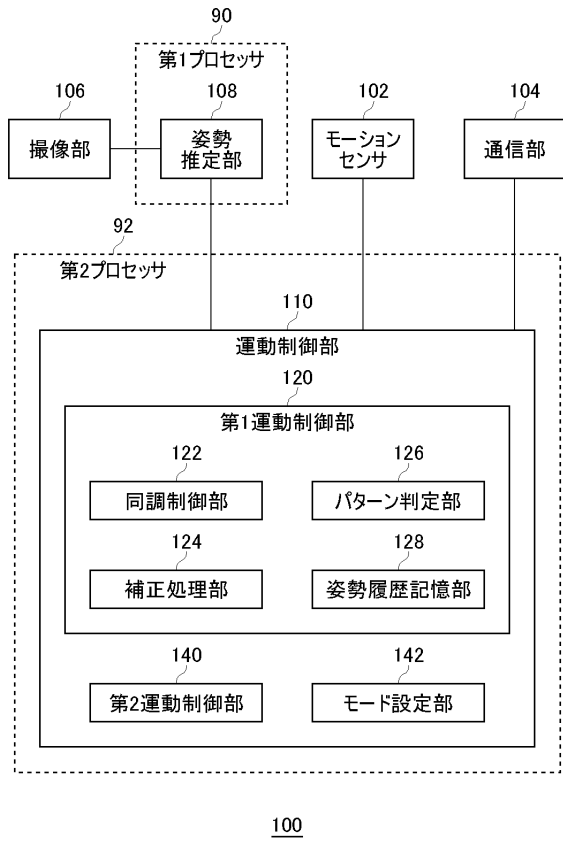
40

50

【図3】



【図4】



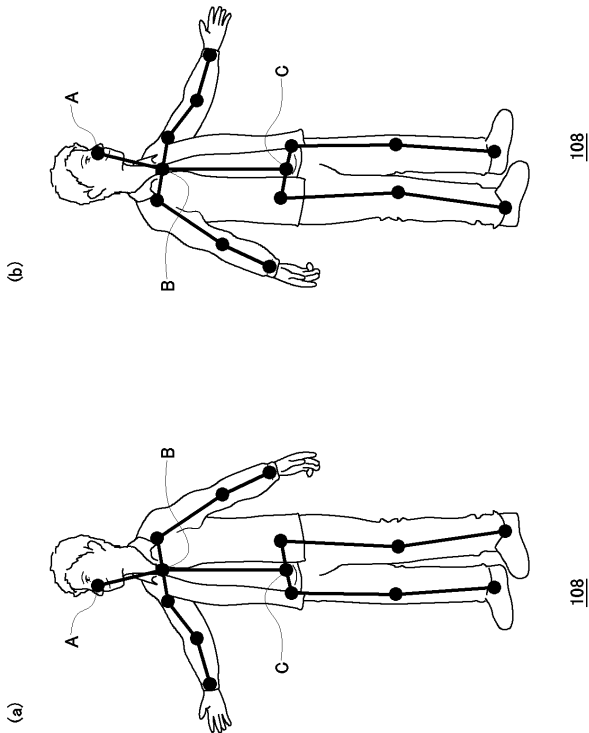
10

20

【図5】



【図6】

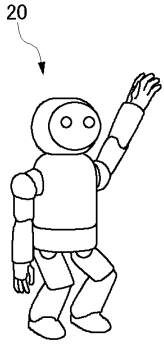


30

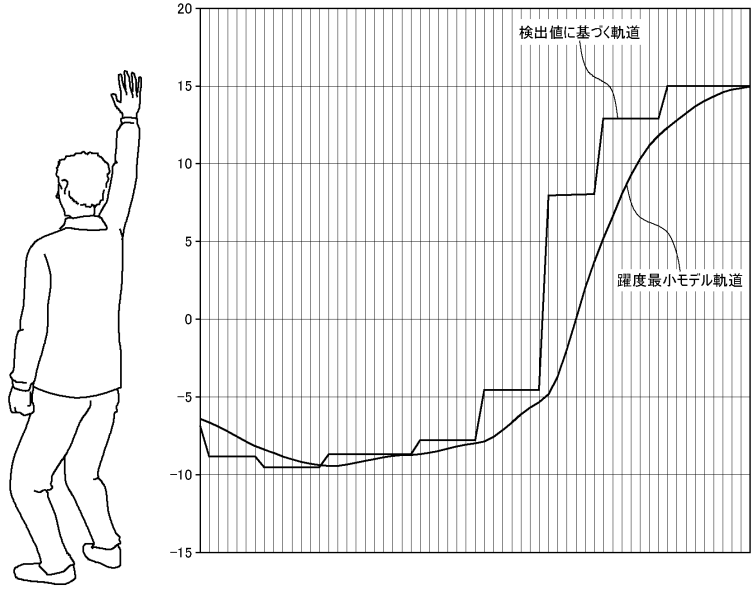
40

50

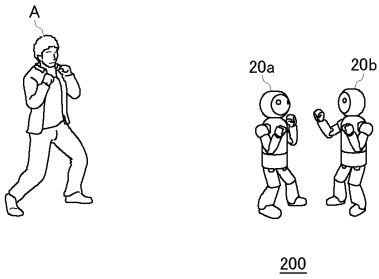
【 図 7 】



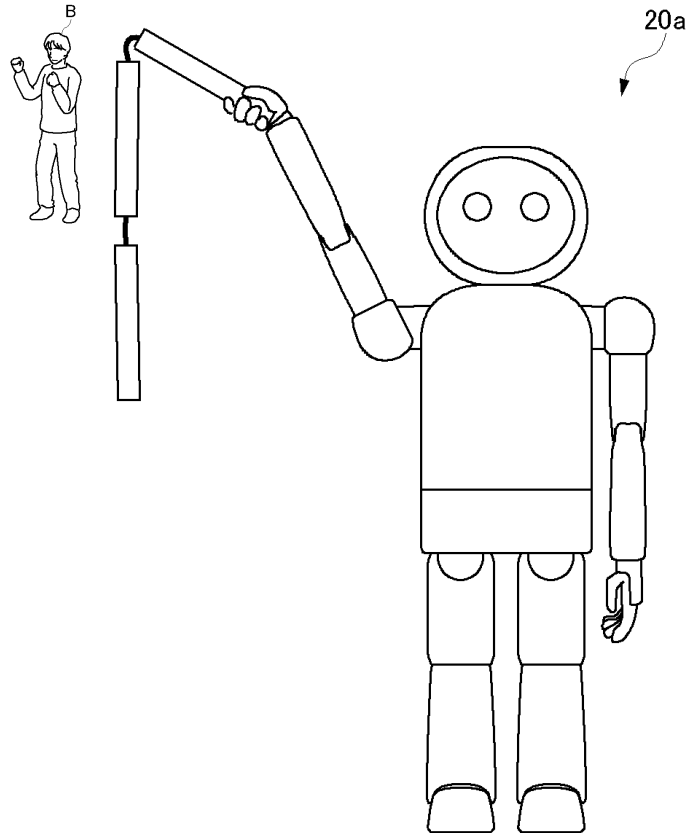
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

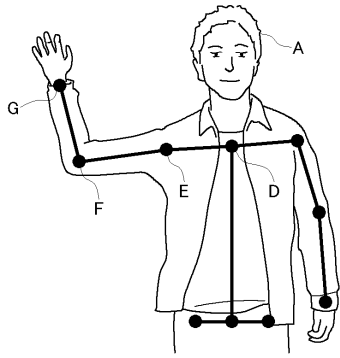
30

40

50

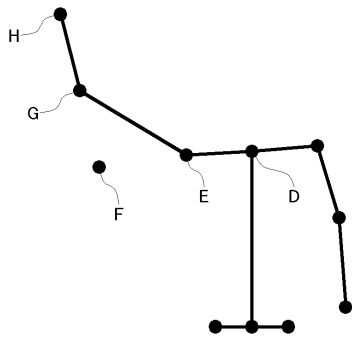
【 1 1 】

(a)



10

(b)



20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
A 6 3 H 11/18 (2006.01) A 6 3 H 11/18 A

ンメント内

(72)発明者 稲川 妙子
東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内

審査官 小太刀 慶明

(56)参考文献 特開2003-117858(JP, A)
国際公開第2017/086364(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G 0 6 T 7 / 0 0
B 2 5 J 1 3 / 0 0
G 0 1 B 1 1 / 0 0
G 0 1 B 1 1 / 2 6
A 6 3 H 1 1 / 0 0
A 6 3 H 1 1 / 1 8