

(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2018-24082

(P2018-24082A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
B 2 5 J 3/00 (2006.01) B 2 5 J 3/00 Z 3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L 外国語出願 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2017-106536 (P2017-106536)	(71) 出願人	517024571
(22) 出願日	平成29年5月30日 (2017.5.30)		プリンコ・コーポレーション
(31) 優先権主張番号	105117479		台湾、シンチュ・シティ、クリエイション
(32) 優先日	平成28年6月2日 (2016.6.2)		・フォース・ロード ナンバー6
(33) 優先権主張国	台湾 (TW)	(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100166235
			弁理士 大井 一郎
		(74) 代理人	100179914
			弁理士 光永 和宏
		(74) 代理人	100179936
			弁理士 金山 明日香
		最終頁に続く	

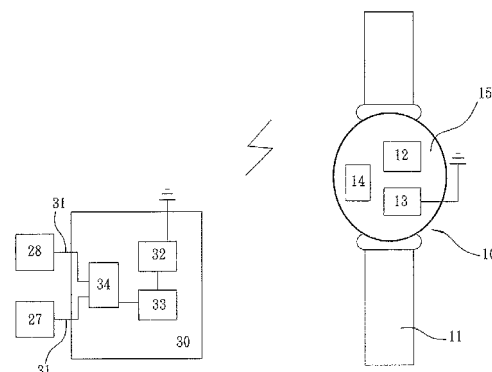
(54) 【発明の名称】 多軸運動制御デバイス、ロボットアームシステム、ロボットアームシステムの動きを制御する方法及び多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 運動検出に基づく多軸運動制御デバイス及び方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、多軸運動制御デバイスであって、可動物の複数の軸方向の動きを検出し、検出結果を出力するために可動物へ取り付けられる運動検出器と、前記検出結果を多軸運動駆動デバイスのための運動制御命令、特にロボットアームの複数のアームセグメントのための運動制御命令へ変換するための制御デバイスとを含む、多軸運動制御デバイスに関する。制御デバイスを使用して、多軸運動駆動デバイス、特にロボットアームの運動を制御する方法も開示される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多軸運動制御デバイスであって、
可動物の運動量を連続的に検出し、
検出結果を出力するために前記可動物上に取り付けるための運動検出器と、
制御デバイスであって、
前記運動検出器の前記検出結果を受信し、
前記検出結果に基づいて、
前記多軸運動駆動デバイスの運動の各軸方向成分のために設計された複数の運動アクチュエータを含む、多軸運動駆動デバイスのための運動制御命令を生成するための制御デバイスと
を含み、
前記運動検出器が、
多軸運動検出器であって、前記運動検出器の運動を検出し、
少なくとも 3 つの軸における前記運動の軸方向運動成分を、前記運動検出器の前記検出結果として定義する運動パラメータを生成するための多軸運動検出器を含み、
前記制御デバイスが、
前記運動検出器の一連の連続的運動パラメータを一連の運動制御命令へ変換するための命令解釈回路を含み、
1 つの運動制御命令が前記それぞれの運動アクチュエータのための駆動命令を含み、
前記運動アクチュエータが共に、前記多軸運動駆動デバイス上の基準点を実質的に前記運動検出器の運動軌道に沿って動かすように、前記一連の連続的運動制御命令が前記運動アクチュエータを制御する、多軸運動制御デバイス。

【請求項 2】

前記多軸運動駆動デバイスが、
複数のアームセグメントを有するロボットアームであって、
前記運動制御命令が、
前記ロボットアームの前記それぞれのアームセグメントを駆動する、
それぞれの運動アクチュエータのための駆動命令を含む、請求項 1 に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 3】

前記多軸運動駆動デバイスが、
複数の駆動車輪を有する無人搬送車（AGV）であって、
前記運動制御命令が、
前記 AGV を平面上で動くように駆動する前記それぞれの駆動車輪のための駆動命令を含む、請求項 1 に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 4】

前記多軸運動駆動デバイスが、
流体により担持された前記多軸運動駆動デバイスであって、
前記運動制御命令が、
前記多軸運動駆動デバイスを 3 次元で動くように駆動する複数の運動アクチュエータのための駆動命令を含む、請求項 1 に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 5】

前記多軸運動駆動デバイスが、
補助要素の運動の駆動において、前記デバイス自体の前記運動と無関係の運動駆動性能を備え、
前記命令解釈回路が、前記運動検出器の運動パラメータを前記補助要素のための運動制御命令へ解釈するように構成される、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 6】

前記多軸運動駆動デバイスが、
運動駆動性能以外の補助動作性能を備え、
前記命令解釈回路が、
前記運動検出器の運動パラメータを前記補助動作のための動作命令へ解釈するように構成される、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 7】

前記補助動作が、音を発生させること及び光を発することからなる群から選択される少なくとも 1 つである、請求項 6 に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 8】

前記運動制御命令が、始動運動、停止運動、加速及び減速からなる群から選択される少なくとも 1 つを更に含む、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 9】

前記運動検出器が、3 軸運動検出器、6 軸運動検出器及び 9 軸運動検出器からなる群から選択される 1 つである、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 10】

前記運動検出器により生成された前記運動パラメータが、前記少なくとも 3 つの軸における前記運動の個々の軸方向成分の代表的な情報を含む、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 11】

前記運動検出器により生成された一連の運動パラメータが、時系列での 3 次元空間における運動の運動方向及び運動量の代表的な情報を含む、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 12】

前記制御デバイスが、前記命令解釈回路により生成された前記運動制御命令に基づき、駆動命令を前記多軸運動駆動デバイスの前記それぞれの運動アクチュエータへ提供するための駆動デバイスを含む、請求項 1～4 のいずれか一項に記載の多軸運動制御デバイス。

【請求項 13】

ロボットアームシステムであって、
ロボットアームであって、
ベースと、
少なくとも第 1 アームセグメント及び第 2 アームセグメントと、
前記第 1 アームセグメント及び前記ベースを動作可能に接続する第 1 関節部と、
前記第 1 及び第 2 アームセグメントを動作可能に接続する第 2 関節部と、
運動アクチュエータであって、前記第 1 アームセグメントをそれぞれ前記ベース及び第 2 運動アクチュエータへ動くように駆動して、前記第 2 アームセグメントをそれぞれ前記第 1 アームセグメントへ動くように駆動するための運動アクチュエータと
を含むロボットアームと、

可動物の運動量を連続的に検出し、検出結果を出力するために前記可動物上に取り付けるための運動検出器と、

前記運動検出器の前記検出結果を受信し、前記検出結果に基づいて、前記ロボットアームのための運動制御命令を生成するための制御デバイスと
を含み、

前記運動検出器が、
多軸運動検出器であって、前記運動検出器の運動を検出し、
少なくとも 3 つの軸における前記運動の軸方向運動成分を前記運動検出器の前記検出結果として定義する運動パラメータを生成するための多軸運動検出器を含み、

前記制御デバイスが、
前記運動検出器の一連の連続的運動パラメータを一連の連続的運動制御命令へ変換するための命令解釈回路を含み、

1 つの運動制御命令が前記それぞれの運動アクチュエータのための駆動命令を含み、

10

20

30

40

50

前記運動アクチュエータが共に、前記ロボットアーム上の基準点を実質的に前記運動検出器の運動軌道に沿って動かすように、前記一連の連続的運動制御命令が前記運動アクチュエータを制御する、ロボットアームシステム。

【請求項 14】

前記運動検出器が、3軸運動検出器、6軸運動検出器及び9軸運動検出器からなる群から選択される1つである、請求項13に記載のロボットアームシステム。

【請求項 15】

前記運動検出器により生成された前記運動パラメータが、前記少なくとも3つの軸における前記運動の個々の軸方向成分の代表的な情報を含む、請求項13に記載のロボットアームシステム。

10

【請求項 16】

前記運動検出器により生成された一連の運動パラメータが、時系列での3次元空間における運動の運動方向及び運動量の代表的な情報を含む、請求項13に記載のロボットアームシステム。

【請求項 17】

前記運動検出器により生成された一連の運動パラメータが、時系列での3次元空間における位置の代表的な情報を含む、請求項13に記載のロボットアームシステム。

【請求項 18】

前記制御デバイスが、前記命令解釈回路により生成された前記運動制御命令に基づき、前記多軸運動駆動デバイスの前記それぞれの運動アクチュエータへ駆動命令を提供するための駆動デバイスを含む、請求項13に記載のロボットアームシステム。

20

【請求項 19】

請求項13に記載の運動検出器を使用して、請求項13に記載のロボットアームシステムの前記ロボットアームの動きを制御する方法であって、

運動軌道に沿った前記運動検出器の運動を生成するステップと、

前記運動検出器が前記運動を検出し、前記運動を表す運動パラメータを生成するステップと、

前記制御デバイスが前記運動パラメータを受信し、前記運動パラメータを、前記ロボットアームの前記アームセグメントを動かすための複数の運動制御命令へ変換するステップと、

30

前記制御デバイスが、前記それぞれのアームセグメントを互いに対して及び／又は前記ベースに対して動くように駆動するために、前記運動制御命令を前記それぞれの運動アクチュエータへ提供するステップとを含む、

前記ベースから離れている前記第2アームセグメントの自由端の基準点が、前記運動検出器の運動軌道に沿って動くように、一連の運動制御命令が、共同して前記アームセグメントを動かすように前記運動アクチュエータを制御する、ロボットアームの動きを制御する方法。

【請求項 20】

前記運動パラメータが、少なくとも3つの軸における前記運動の軸方向成分を表す情報を含む、請求項19に記載のロボットアームの動きを制御する方法。

40

【請求項 21】

請求項1に記載の多軸運動制御デバイスを使用して、請求項1に記載の多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法であって、

運動軌道に沿った前記運動検出器の運動を生成するステップと、

前記運動検出器が前記運動を検出し、少なくとも3つの軸における前記運動の軸方向成分を定義する運動パラメータを生成するステップと、

前記多軸運動制御デバイスの前記制御デバイスが前記運動パラメータを受信し、前記運動パラメータを、前記多軸運動駆動デバイスの前記複数の運動アクチュエータのための運動制御命令へ変換するステップと、

50

前記制御デバイスが前記運動制御命令を前記それぞれの運動アクチュエータへ供給するステップと
を含み、

それにより、一連の運動制御命令が前記複数の運動アクチュエータを制御し、そのため、前記多軸運動駆動デバイス上の基準点を実質的に前記運動検出器の運動軌道に沿って動くように、前記複数の運動アクチュエータが共に駆動する、多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法。

【請求項 2 2】

前記運動パラメータが、少なくとも 3 つの軸における前記運動の軸方向成分を表す情報を含む、請求項 2 1 に記載の多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法。

10

【請求項 2 3】

前記運動パラメータが、空間における前記運動の運動軌道を表す情報を含む、請求項 2 1 に記載の多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本非仮特許出願は、2016 年 6 月 2 日に出願された台湾特許出願第 1 0 5 1 1 7 4 7 9 号明細書からの優先権の利益を主張し、その開示はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0 0 0 2】

20

本発明は、多軸運動制御デバイス及び方法、並びにより具体的にはロボットアームを制御するための方法及びデバイスに関する。本発明は、運動検出に基づく多軸運動制御デバイス及び方法、並びに制御方法及び制御デバイスを使用する多軸運動駆動システムを開示する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

多軸運動駆動デバイスは、プラットフォームを備えた搬送機であって、プラットフォームを複数の軸方向に同時に動くように駆動する搬送機を指す。ほとんどの適用では、軸という用語は、通常、空間座標系における複数の軸のうちの 1 つを指す一方、それは平面座標系における軸のうちの 1 つであり得る。多軸運動駆動の結果は、通常、3 次元の動きであるが、2 次元又は更には 1 次元運動でもあり得る。

30

【0 0 0 4】

業界で最も一般的に使用される多軸運動駆動デバイスは、ロボットアームである。ロボットとしても既知のロボットアームは、製造業で広く使用されている機械である。近年、ロボットアームは、宇宙空間、潜水艦、医療、軍事、農業、警備、サービス、レジャー業界、及び更には日常生活などの様々な領域に参入している。

【0 0 0 5】

人型ロボットは、通常、人の行動及び更には人間の生理現象を高度に模倣するロボットを指す。産業用ロボットで使用される人型ロボットの制御は、管理方法論の新興分野となっている。理論上、ロボットアーム又はその指が人の腕又は指の動きと同様の方式で動くことができる場合、より精緻な作業を行うことができる。したがって、人の腕又は指の動きをまねるため、ロボットのアーム又は指の様々な制御又はトレーニング技術が開発されてきた。

40

【0 0 0 6】

中国実用新案第 2 0 3 4 1 8 5 3 9 U 号明細書は、画像認識システムを備えたじゃんけん (finger-guessing) ロボットを開示する。ロボットはカメラを備え、且つ画像認識技術を使用して対称物のジェスチャーを識別し、じゃんけんジェスチャーをランダムに生じる。

【0 0 0 7】

「Gesture recognition device, robot system including the same and gesture reco

50

gnition method using the same」という名称の米国特許第 9, 129, 154 号明細書は、ロボットアームであって、顔認識技術を使用してジェスチャー領域を画定するジェスチャー認識デバイスを含むロボットアームを開示する。このシステムは、画像認識技術でジェスチャー領域におけるジェスチャーを識別する。ジェスチャー識別パラメータには位置、運動方向及び形状変化が含まれる。この特許は、この技術を人型ロボットのための制御デバイスとして使用することを提案している。

【0008】

Sylvain Calinonらは、その刊行物「Stochastic Gesture Production and Recognition Model for a Humanoid Robot」において、人型ロボットを制御するのに使用するためのジェスチャー認識方法を開示している。このシステムは、人間の手と同じように行動するようロボットを訓練するのに光学画像認識技術を使用している。Proceedings of 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (September 28 –October 2, 2004, Sendai, Japan) を参照されたい。

【0009】

米国特許出願公開第 2015 / 109202 号明細書は、限られた計算資源でジェスチャー識別を実行するシステム、物品、及び方法を開示する。システムは、ジェスチャーライブラリを備え、このジェスチャーライブラリは、複数のジェスチャーモデルを記憶し、且つ決定木の技術を使用して、検出器により検出されたアームの動きと同じものを見つけ、アームの動きにより表されたジェスチャーを識別する。

【0010】

韓国特許第 2008-0114197 号明細書は、ウェアラブルロボットアームの位置を計算する方法を開示する。方法は、運動により到達する位置を受信した入力に基づいて推定し、且つロボットアームの自由端をその位置へ動かす。

【0011】

国際公開第 2009 / 124951 号は、関節接合肢を使用した可動式ロボットのための制御命令アーキテクチャを開示する。この発明は、人型ロボットのための制御方法に関し、ロボットアームの運動命令を生成し、且つ平滑化技術により正しい運動制御を達成する 3 つのレベルのコンピュータを備えるアーキテクチャを提供する。

【0012】

更に、遠隔制御デバイスによるロボットアームの制御も既知である。しかしながら、この制御方法は、ロボットアームのそれぞれのアームセグメントの動きを制御するために、ボタン又はジョイスティックを必要とし、これは直観的ではない。操作者は、運動制御を行えるようになる前に訓練されなければならない。

【0013】

上記の既知の技術の議論から明らかなとおり、従来のロボットアーム制御技術は、人のジェスチャー又は行動に従って同じジェスチャー又は行動を行うことができている。しかしながら、既知の技術は、人のジェスチャー又は行動の分析に際して主に光学画像認識技術に基づいている。光学検出技術は、基本的に 2 次元検出技術であるという事実により制限されるため、そのように検出された人のジェスチャー又は行動は正確ではあり得ない。他のタイプの検出器の使用は、検出の精度を向上させ得る一方、それらは、複数の検出器を人の腕などに設置する必要がある。識別又は制御時に複数の検出器の全てのパラメータを計算することが必要である。別の欠点は、操作者が、運動制御ができるようになる前に訓練される必要があることである。

【0014】

ロボットアームに加えて、他の多軸運動駆動デバイスもある。それらは、例えば無人搬送車 (AGV)、遠隔的に制御される航空機又は潜水艦、電子ペットなどである。これらのうち、遠隔的に制御される航空機又は潜水艦は、3 次元運動駆動を行うことが可能である必要があり、AGV は、通常、2 次元の動きを行えばよい。電子ペット又は他の同様のものもちゃについては、平面又は実質的な平面で動き回ることに加えて、ジャンプ、立ち上がる、及びしゃがむなどの垂直な動きを行う必要がある。しかしながら、業界では、ユーザ

10

20

30

40

50

が学習なしに運動制御を行うことができる多軸運動駆動若しくは制御デバイス又は方法はない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

運動検出に基づく多軸運動制御デバイス及び方法を提供することが本発明の目的である。

【0016】

多軸運動駆動デバイスを、同じ動きを行うように制御するための、人の腕又は指の動きの正しい検出のための多軸運動制御デバイスを提供することも本発明の目的である。

10

【0017】

少ない数の検出器のみを使用して、人の腕又は指の動きに従ってロボットアームを駆動する、新規な多軸運動制御デバイスを提供することも本発明の目的である。

【0018】

多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための直観的アプローチをユーザに提供するための多軸運動制御デバイスを提供することも本発明の目的である。

【0019】

発明された多軸運動制御デバイスを使用する多軸運動駆動システムを提供することも本発明の目的である。

【0020】

多軸運動制御デバイスを使用して多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法を提供することも本発明の目的である。

20

【課題を解決するための手段】

【0021】

実施形態によると、本発明の多軸運動制御デバイスは、

可動物の運動量を連続的に検出し、且つ検出結果を出力するために可動物上に取り付けるための運動検出器と、

制御デバイスであって、運動検出器の検出結果を受信し、且つ検出結果に基づいて、多軸運動駆動デバイスであって、多軸運動駆動デバイスの運動の各軸方向成分のために設計された複数の運動アクチュエータを含む多軸運動駆動デバイスのための運動制御命令を生成するための制御デバイスと

30

を含み、

運動検出器が、多軸運動検出器であって、運動検出器の運動を検出し、且つ少なくとも3つの軸における運動の軸方向運動成分を運動検出器の検出結果として定義する運動パラメータを生成するための多軸運動検出器を含み、

制御デバイスが、運動検出器の一連の連続的運動パラメータを一連の連続的運動制御命令へ変換するための命令解釈回路を含み、1つの運動制御命令がそれぞれの運動アクチュエータのための駆動命令を含み、

運動アクチュエータが共に、多軸運動駆動デバイス上の基準点を実質的に運動検出器の運動軌道に沿って動かすように、一連の連続的運動制御命令が運動アクチュエータを制御する。

40

【0022】

本発明の好ましい実施形態では、多軸運動駆動デバイスは複数のアームセグメントを有するロボットアームであり、及び運動制御命令は、ロボットアームのそれぞれのアームセグメントを駆動するそれぞれの運動アクチュエータのための駆動命令を含む。本発明の他の実施形態では、多軸運動駆動デバイスは複数の駆動車輪を有するAGVであり、及び運動制御命令は、AGVを平面上で動くように駆動するそれぞれの駆動車輪のための駆動命令を含む。多軸運動駆動デバイスはまた、流体により担持された多軸運動駆動デバイスであってもよい。この例では、運動制御命令は、多軸運動駆動デバイスを3次元で動くように駆動する複数の運動アクチュエータのための駆動命令を含む。

50

【0023】

本発明の好ましい実施形態では、運動検出器は、3軸運動検出器、又は好ましくは6軸運動検出器、最も好ましくは9軸運動検出器／磁気探知機である。

【0024】

本発明の有利な適用例では、可動物は人の腕又は指である。このような例では、運動検出器は、腕又は指の自由端の近傍で取り付けのための運動検出器を含む。

【0025】

本発明の特定の例では、運動検出器により生成された運動パラメータは、3次元空間における運動方向及び運動量の表示を含み、複数の連続的運動パラメータが運動の空間的運動軌道を形成する。

【0026】

本発明の好ましい実施形態では、制御デバイスは、命令解釈回路により生成された運動制御命令に従って、多軸運動駆動デバイスのそれぞれの軸方向成分の運動アクチュエータを駆動する駆動デバイスを含む。本発明の他の実施形態では、制御デバイスは、運動制御命令を多軸運動駆動デバイスへ送るために多軸運動駆動デバイスとの通信チャネルを確立するための無線通信デバイスを含む。このような例では、多軸運動駆動デバイスは、運動制御命令に従って多軸運動駆動デバイスのそれぞれの軸方向成分の運動アクチュエータを駆動するための駆動デバイスを含む。

【0027】

多軸運動駆動デバイスがロボットアームである場合、ロボットアームは、ベースと、少なくとも2つのアームセグメントと、アームセグメントを動作可能に接続する関節部と、関節部であって、アームセグメントとベースと運動アクチュエータとを、アームセグメントを関節部に対して動くように駆動するように動作可能に接続する関節部とを含んでもよい。少なくとも2つのアームセグメントは、ベースに可動に接続された第1アームセグメントと、第1アームセグメントに可動に接続された第2アームセグメントとを含む。

【0028】

上記の実施形態では、制御デバイスは、アームセグメントを関節部に対して駆動するための運動制御命令を生成し、それにより、第2アームセグメントの自由端の基準点が運動検出器の運動軌道に従って運動軌道に沿って動く。

【0029】

多軸運動駆動デバイスはまた、補助要素の運動を駆動するために、デバイス自体の運動と無関係の運動駆動性能を提供してもよい。多軸運動駆動デバイスはまた、駆動される運動と無関係に、すなわち、多軸運動制御デバイスの運動に従って動作を作動させるために補助機能を提供してもよい。

【0030】

本発明はまた、多軸運動制御デバイスを使用して多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法、特に、多軸運動制御デバイスを使用してロボットアームの動きを制御するための方法を開示する。方法は、以下のステップ、

運動軌道に沿った運動検出器の運動を生成するステップと、

運動検出器が運動を検出し、且つ少なくとも3つの軸における運動の軸方向成分を運動検出器の検出結果として定義する運動パラメータを生成するステップであって、検出結果が動きの空間的運動軌道の記述も含み得る、ステップと、

制御デバイスが運動パラメータを受信し、且つ運動パラメータを、多軸運動駆動デバイスの複数の運動アクチュエータのための駆動命令を含む運動制御命令へ変換するステップと、

駆動デバイスが、駆動命令をそれぞれの運動アクチュエータへ提供するステップであって、それにより、一連の運動制御命令が前記複数の運動アクチュエータを制御し、そのため、前記多軸運動駆動デバイス上の基準点を実質的に前記運動検出器の運動軌道に沿って動くように、前記複数の運動アクチュエータが共に駆動するステップと

10

20

30

40

50

を含む。

【0031】

本発明の好ましい実施形態では、多軸運動駆動デバイスは、複数のアームセグメントを含むロボットアームである。この例では、制御デバイスは、検出結果の運動パラメータを、ロボットアームの複数のアームセグメントを制御するための運動制御命令へ変換し、一連の運動制御命令が、ロボットアーム上の基準点を実質的に運動検出器の運動軌道に沿って動かすようにアームセグメントを駆動するように、運動制御命令は、アームセグメントを互いに対して及び／又はベースに対して動かすようにアームセグメントの各々の運動アクチュエータを駆動する。

【0032】

本発明の上記及び他の目的及び利点は、以下の図面を参照した以下の詳細な説明からより明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の多軸運動制御デバイスの実施形態を使用するロボットアームシステムの概略図を示す。

【図2】図1のロボットアームシステムのブロック図を示す。

【図3】本発明の多軸運動制御デバイスの実施形態により生成された、時系列での3つの軸における運動の運動成分を示す曲線図である。

【図4】ロボットアームの制御で使用されている、多軸運動制御のための発明された方法の一実施形態のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以降、本発明の多軸運動制御デバイス及び方法の実施形態が図面を参照して一例として説明される。最初に、本発明による多軸運動制御デバイス、並びに発明された制御デバイスを含む多軸運動制御システム及び制御デバイスを使用する多軸運動制御方法が、ロボットアームシステム及びロボットアーム制御デバイスを適用例として説明される。

【0035】

図1は、本発明の多軸運動制御デバイスの実施形態を使用するロボットアームシステムの概略図を示す。ロボットアームシステムは、ユーザの手首へ取り付けられた運動検出器10と、ロボットアーム20と、制御デバイス30とを含む。図1に示されるロボットアームシステムは、単に本発明の多軸運動制御デバイスの適用の一例であり、ロボットアーム制御デバイスは単なる本発明の特定の実施形態であることを理解されたい。ロボットアームシステム及びロボットアーム制御デバイスの両方は、本発明の特徴及び範囲を限定することなく、本発明の実施及び適用を図示することを意図される。

【0036】

図に示される運動検出器10は、ユーザの手首に装着される。しかしながら、実際の適用では、運動検出器10は、人又は動物の体、肢、指など任意の可動物へ保持／取り付けられてもよい。これはまた、車両、航空機、飛行物などの動いている又は前進している可動物へ取り付けられてもよい。ウェアラブルな適用では、運動検出器10は、リング状ストラップ又は時計バンド11などの保持部材を含むことができる一方、運動検出器10を可動物へ取り付けることができ、それにより可動物の動きに沿って動く限り、例えば粘着テープ、バックル、クリップ、鎖、吸着カップ、磁気ホルダなどの他の形態の保持部材も利用可能である。最も容易に考えられる適用例は、ユーザの手首に装着される腕時計の形態又はユーザの指に装着される指輪の形態の運動検出器10を形成することである。

【0037】

本発明に好適なロボットアームシステムは、ロボットアーム20上の特定の基準点（O）が運動検出器10の動きに応答して動くように、そのロボットアーム20の動きを制御するように構成される。図1は、特に、2つのアームセグメント21及び22を有するロボットアーム20を示す。ロボットアーム20の第1アームセグメント21は第1関節部

23を通じてベース24へ可動に接続される。図示のとおり、図1の例では、第1関節部23は、内部に運動駆動手段、すなわち、回転モータ及び必要な歯車、滑車などの第1運動アクチュエータ27を備える回転関節部であってもよい。第1アームセグメント21は、図における二重矢印Yにより示されるとおりベース24に対して水平に回転する。第1運動アクチュエータ27は、好ましくは、本発明の制御デバイス30などの外部コントローラにより、ベース24に対する第1アームセグメント21の回転角度を制御し得るステッピングモータである。図示の第1アームセグメント21は、第1運動アクチュエータ27により駆動された回転運動を拡大するために特定の傾斜角を有する。

【0038】

図1の実施形態では、ロボットアーム20の第2アームセグメント22は、第2関節部25を通じて第1アームセグメント21へ可動に接続される。この例では、第2関節部25は、内部に運動駆動手段、すなわち、回転モータ及び必要な歯車、滑車などの第2運動アクチュエータ28を備える回転関節部であってもよい。第2アームセグメント22は、図において二重矢印Xにより示されるとおり、第1アームセグメント21に対してピッチ方向に回転する。第2運動アクチュエータ28は、好ましくは、制御デバイス30などの外部コントローラにより第1アームセグメント21に対する第2アームセグメント22のピッチ角度を制御し得るステッピングモータである。図1では、基準点Oが特定され、及びそれは第2アームセグメント22の自由端の終端、すなわち、第1アームセグメント21へ接続されていない端部に位置する。第1アームセグメント21及び第2アームセグメント22の動きは協働して、第1アームセグメント21及び第2アームセグメント22の長さの合計に等しい半径内の空間における実質的にいずれのポイントにも到達するように、共同して基準点Oを動かす。

【0039】

ロボットアーム20は、可動クランプ26を更に含んでもよい。可動クランプ26は、第3関節部を通じて第2アームセグメント22へ可動に接続される。可動クランプ26の2つの締付部品にも、締付及び解放のためにアクチュエータが取り付けられてよい。しながら、可動クランプ26は本発明の焦点ではない。したがって、その詳細は省略される。この例では、ロボットアーム20の基準点Oは2つの締付部品の接合部に設定される。

【0040】

図1に示されるロボットアーム20は、回転運動のためのアクチュエータを各々備えた2つのアームセグメントを有するが、当業者には、ロボットアーム20は2つ未満又は3つ以上のアームセグメントを有してもよいことが分かる。同時に、それらのそれぞれのアクチュエータは、ピストン運動、軌道運動のためのものなどの回転駆動手段以外の駆動手段を含んでもよく、各アームセグメントの運動の方法は同じであっても異なってもよい。

【0041】

更に、図1はまた、ロボットアーム20に接続された制御デバイス30を示す。制御デバイス30は、制御／駆動命令を生成し、且つそれを信号線31を通じて第1運動アクチュエータ27及び第2運動アクチュエータ28へ提供して、第1アームセグメント21及び第2アームセグメント22の動きを駆動する際にその動作をそれぞれ制御し、第1アームセグメント21及び第2アームセグメント22が協働して、必要に応じて基準点を動かす。ロボットアーム20及び制御デバイス30により求められる電力は、従来の電源（図示せず）により供給され得る。

【0042】

上述のとおり多関節ロボットアーム及びその制御方法は、当該技術分野で周知である。基準点Oをロボットアーム20の到達可能な範囲内の空間における任意のポイントへ動かすための、第1アームセグメント21及び第2アームセグメント22の相対的な動き、並びに第1アームセグメント21及びベースの相対的な動きは、第1運動アクチュエータ27及び第2運動アクチュエータ28へ駆動命令を提供する従来のコントローラにより駆

動され得る。その詳細については、多関節ロボットアームの設計及び制御に関する関連技術刊行物が参照され得る。

【0043】

従来の技術の他に、本発明は、ロボットアーム20の自由端、すなわち第2アームセグメント22の自由端の基準点を、図1に示される矢印Aなどの運動検出器10の軌道に対応して、運動検出器10の運動に従って、すなわち、図1の矢印Bの基準点Oの軌道などの軌道に沿って動かすことを目的として、多軸運動制御デバイス及び方法を提供する。

【0044】

図2は、本発明で適用可能なロボットアームシステムのブロック図を示す。図2に示されるとおり、ロボットシステムは、運動検出器10と、ロボットアーム20と、制御デバイス30とを含む。また、図示のとおり、制御デバイス30は、ユーザが運動検出器10を使用してロボットアーム20の動きを制御できるように、運動検出器10へ無線で接続される。図2の例では、制御デバイス30はロボットアーム20の側に設けられる。また、制御デバイス30を運動検出器10の側に設けることも可能であることが当業者に理解される。この例では、制御デバイス30及びロボットアーム20は、データ／情報の交換のために、無線通信デバイス32及びロボットアーム20における無線通信デバイス（図示せず）を介して無線で接続される。

【0045】

図2における運動検出器10は、運動検出器10の運動検出要素12を受け入れるためのハウジング15と、運動検出器10をユーザの手首又は他の身体部位へ取り付けするためのハウジング15へ取り付けられたストラップ11とを有する。運動検出器10は、その運動検出要素12を使用して手首の動きを検出する。制御デバイス30がロボットアーム20の側に設けられる場合、運動検出器10はまた、検出結果を無線通信デバイス32を介して制御デバイス30へ伝送するために、無線通信モジュール13を提供してもよい。

【0046】

運動検出要素12は、例えば加速度計、ジャイロ스코ープなどの任意のタイプの運動検出デバイスであってもよいが、好ましくは多軸運動検出性能を有する。一般に、3軸加速度計が本発明における全ての必要な機能を提供するのに十分であり、一方で本発明の運動検出要素12として、例えば6軸又は9軸運動検出デバイスを使用することも可能である。米国特許出願第15／341, 295号明細書「Wrist Watch Embedded with a Wireless Control Module」は、全てある運動に関連する、3方向における加速値、3方向における角速度値、及び3方向における磁場値を検出することのできる運動検出デバイスを提供する。そこで開示された検出器は、本発明に適用され得る。他のタイプ又は同じタイプの運動検出デバイスなども本発明で適用可能である。

【0047】

当業者には既知のとおり、運動検出デバイスは、一般に、運動を検出し、その電極からのその検出結果を出力する検出器本体と、検出器本体の検出結果を使用して、特定の方向における運動量又は運動成分を計算する演算回路とを含む。この演算回路は、必要なソフトウェアが補充された商業的に利用可能なマイクロプロセッサ回路を使用することにより実現化され得る。関連技術は当業者にとって周知である。本発明の運動検出要素12は、ある運動の運動パラメータ、すなわち特定の方向における運動量又は運動成分を計算するための性能を有し、且つ結果の運動量又は運動成分を直接出力する演算回路（図示せず）が設けられてもよい。しかしながら、本発明の好ましい実施形態では、検出結果、すなわち運動パラメータは、必要な前処理を伴った運動検出要素12の電極の直接出力である。特定の方向又は幾つかの方向における運動量又は運動成分の計算及び後続の処理に関して、それらは制御デバイス30により実施される。

【0048】

この理由のため、運動検出要素12の検出結果は、アナログからデジタルへの変換などの必要な前処理後に制御デバイス30へ直接供給される。制御デバイス30がロボットアーム20の側に設けられる一方、運動検出要素12の検出結果は第1に無線通信モジュール

ル 13 へ供給され、次いで無線通信チャネルを介して制御デバイス 30 へ供給される。この例では、運動検出器 10 の無線通信モジュール 13 は、検出結果、すなわち運動検出要素 12 から出力される運動パラメータを受信し、且つ運動パラメータを無線伝送に好適な適切なフォーマットへ変換するために、運動検出要素 12 へ接続される。

【0049】

無線通信モジュール 13 は、データ／情報の交換のための制御デバイス 30 との通信チャネルを確立するために、任意の商業的に利用可能な無線通信チップ又は回路を含んでもよい。本発明の好ましい実施形態では、無線通信モジュール 13 は、運動検出器 10 の検出結果を予め決められた伝送速度で連続的に伝送するように構成される。

【0050】

運動検出要素 12 のタイプに依存して、検出結果の内容、すなわち運動パラメータも異なる。本発明の好ましい実施形態では、運動検出要素 12 は、上記の米国特許出願第 15 / 341, 295 号明細書のために提供された運動検出器などの 9 軸運動検出デバイスである。運動検出器は、全てある運動に関係する、3 方向における加速値、3 方向における角速度値、及び 3 方向における磁場値を検出可能な運動検出デバイスを含む。このタイプの運動検出デバイスの検出結果は、検出結果を空間における検出器の絶対座標へ変換し、且つそれらを運動パラメータとして出力する演算回路へ提供され得る。関連する操作方法について、その特許明細書の説明を参照することができ、それは参照により本明細書に組み込まれる。そのような実施形態では、無線通信モジュール 13 は、計算結果の座標値を制御デバイス 30 へ単純に連続的に伝送する。

【0051】

しかしながら、本発明のほとんどの適用では、そのような精密な運動検出デバイスを使用する必要はない。一般に、検出／サンプリング／伝送サイクルごとの運動量を提供するために、少なくとも 3 方向におけるある運動の運動成分を提供し得る検出器で十分である。そのような実施形態では、運動検出要素 12 はまた、運動検出要素 12 の電極により出力された信号を予め決められた 3 方向における運動成分へ変換し、且つそれらを無線通信モジュール 13 へ供給する演算回路を含んでもよい。運動検出要素 12 は演算回路を含まなくてもよい。この場合、運動検出要素 12 がその検出結果を制御デバイス 30 へ直接供給し、必要な結果は、制御デバイス 30 の側に設けられた演算回路（図示せず）により計算される。

【0052】

当業者にとって、少なくとも 3 方向の運動成分を提供するとき、例えば 3 方向における運動成分を提供するとき、運動検出要素 12 が実際には 3 セットの運動パラメータを提供する必要がないことは周知である。例えば、2 軸加速度計は、2 方向における運動の量を表す 2 セットの運動パラメータのみを生成し得る。しかしながら、変換後、3 方向における運動成分は依然として供給され得る。この変換技術は既に既知の技術である。したがって、その詳細は省略される。

【0053】

上述のとおり、そのような実施形態では、運動検出要素 12 はまた、検出器電極出力値を予め決められた 3 方向における運動成分へ変換し、且つそれらを制御デバイス 30 へ提供するための演算回路を含み得る。当然のことながら、2 セットのみの運動パラメータを制御デバイス 30 へ提供することも可能であり、望ましい結果は、制御デバイス 30 の側に提供された命令解釈回路 33 により計算される。

【0054】

運動検出器 10 は、一般に、ウェアラブルデバイスの形態であり、且つ可動物へ取り付けられるため、それは可動物と共に動く。運動検出器 10 には、好ましくは、電力を運動検出要素 12（及び無線通信モジュール 13）へ供給するための電源 14 が設けられる。電源 14 は、好ましくは充電バッテリーと必要な電力管理回路とを備え、すなわち、使用の際外部電源は必要ではない。一般的な適用では、電源 14 は、バッテリーと節電回路（両方とも図示せず）とを含む。バッテリーは、かなりの電荷を蓄積することができ、且つ例えば

無線充電技術により充電され得る。節電回路はまた、バッテリーの電源を制御し、使用する必要がない場合にはバッテリー電源を停止させる。節電回路はまた、その運動パラメータの定期的伝送のために無線通信モジュール13を制御することができる。特定の例では、節電回路は、依然としてバッテリーの電源を始動させるために外部ウェイクアップ信号を受信することができる。上述の電源14の構造、制御、適用及び他の詳細は、全て既知の技術のものである。したがって、その詳細は省略される。

【0055】

運動検出器10のハウジング15は、可動物に装着される時計バンド又は他の形態の指輪、ベルト、バックル、吸着カップ、磁気ホルダなどの保持部材11へ、運動検出器10が可動物の動きと共に動くように接続され得る。本発明の好ましい実施形態では、運動検出器10は、人の腕の手首又は指に装着されてもよく、手首又は指の動きに従って動く。

【0056】

制御デバイス30の機能は、運動検出器10の検出結果を受信することと、検出結果に基づいて、ロボットアームを制御するための運動制御命令を生成及び出力することである。制御デバイス30がロボットアーム20の側に設けられる場合、制御デバイス30には、運動検出器10により提供された運動パラメータを受信するために無線受信機能が設けられる。図2に示されるとおり、制御デバイス30は無線通信モジュール32を有する。無線通信モジュール32は、運動検出器10の無線通信モジュール13と同様の無線通信要素である。本発明のほとんどの適用では、制御デバイス30の無線通信モジュール32及び運動検出器10の無線通信モジュール13は両方とも、Bluetooth（登録商標）チップなどの短距離無線通信チャネルを支持する要素である。この2つは、情報の交換のために同じ無線通信プロトコルを通じて接続され得る。適用可能な無線通信モジュールは商業的に利用可能な製品を含み、その中で使用される回路はまた、業界にとって周知である。制御デバイス30が運動検出器10の側に設けられる場合、無線通信モジュール32の機能は、制御デバイス30により生成された運動制御命令をロボットアーム20へ伝送することである。このような場合、制御デバイス30の無線通信モジュール32と通信するために、ロボットアーム20には同様の無線通信モジュールが設けられ得る。

【0057】

運動検出器10の検出パラメータをロボットアームの運動制御命令へ変換するために、制御デバイス30は、検出結果、すなわち、運動検出器10の運動パラメータを、ロボットアーム20の複数のアームセグメントの運動を制御するための制御命令へ変換するための命令解釈回路33を含む。制御デバイス30はまた、ロボットアーム20のアームセグメント21、22の運動アクチュエータ27、28を命令解釈回路33により生成された運動制御命令に従って駆動するための命令解釈回路33へ結合された駆動デバイス34を含む。

【0058】

上述のとおり、本発明のほとんどの実施形態では、運動検出器30は、少なくとも3つの軸におけるある運動のそれぞれの運動成分を表すのに十分な運動パラメータを生成する。更に、適用の際、運動検出器30は運動パラメータを連続的に、すなわち時間軸に沿ったある順序で生成する。したがって、一連の運動パラメータは、3次元空間における運動検出器10の運動方向及び運動量を連続的時間で表すデータを含み、一連の運動パラメータは組み合わせさせて、空間における運動検出器10の運動の軌道を形成する。本発明の特定の例では、運動パラメータは、本質的に時間における連続的ポイントでの空間における運動検出器10の位置又は座標であり、運動軌道も連続的位置又は座標の組合せにより形成される。

【0059】

運動検出器10により提供された運動パラメータが運動検出要素12の直接的な検出結果である場合、命令解釈回路33は、運動パラメータを、ベース平面における第1アームセグメント21の回転角度 Θ 、すなわち図1において二重矢印Yにより示された円内の角度、及び垂直方向における第2アームセグメント22のピッチ角度 Δ 、すなわち図1にお

いて二重矢印 X により示される方向のピッチ角度により定義される運動へ変換するように構成されてもよい。ロボットアーム 20 上の基準点が、拡大又は縮小された運動を含む対応する運動を生じるように、命令解釈回路 33 は、計算された運動を、第 1 運動アクチュエータ 27 及び第 2 運動アクチュエータ 28 をそれぞれ第 1 アームセグメント 21 の回転角度 θ 及び第 2 アームセグメント 22 のピッチ角度 Δ を変更するようにそれぞれ駆動するための運動制御命令へ変換するように更に構成される。命令解釈回路 33 はまた、運動制御命令を駆動デバイス 34 へ提供するように更に構成される。

【0060】

運動検出要素 12 の検出結果が、どのように直交座標系又は軸座標系により定義される運動へ変換され得るかは、当該技術分野で既に周知である。ロボットアームの動きを制御するための、光学画像認識技術により位置又は運動を認識するための上で説明された様々な技術は、必要な小さい修正を伴って本発明に適用することができる。図 1 の例では、運動は回転角度 θ 及びピッチ角度 Δ により定義されるが、空間における運動又は位置変更を定義及び制御するための他の方法も本発明に適用され得る。

【0061】

他方、運動検出器 10 により提供された運動パラメータが、ある運動の 3 軸運動成分又は他の位置変更記述子を表すデータである場合、命令解釈回路 33 は、運動成分又は位置変更情報を、第 1 アームセグメント 21 の回転角度 θ 及び第 2 アームセグメント 22 のピッチ角度 Δ により定義される運動へ変換するように構成されなければならない。命令解釈回路 33 は、したがって、第 1 運動アクチュエータ 27 及び第 2 運動アクチュエータ 28 による運動の適切な実現のための運動制御命令を生成するよう更に構成され得る。

【0062】

本発明の好ましい実施形態では、運動検出器 10 は運動パラメータを連続的に生成し、それにより、連続的運動パラメータに応答して制御デバイス 30 により生成された一連の運動制御命令が、空間における第 2 アームセグメント 22 の基準点 O の動きが運動検出器 10 の運動軌道に従うように、ロボットアーム 20 のアームセグメント 21、22 の相対的な動きを制御する。したがって、この方法により制御されるロボットアーム 20 は、例えば人の行動をまねるために可動物の動きを模倣することができる。このような制御方法は、ユーザが制御方法を学んで習熟する必要があるため、極めて価値がある。このようなアプローチは、業界で強い需要があるが、この目的を達成する技術は依然として存在しない。

【0063】

命令解釈回路 33 は、運動制御命令を連続的に生成し、且つそれらを駆動デバイス 34 へ供給するように構成されてもよく、それにより駆動デバイス 34 が対応する駆動命令を生成して、それらを信号線及び／又は電力線 31 を介して第 1 運動アクチュエータ 27 及び第 2 運動アクチュエータ 28 へ供給する。そのため、第 1 運動アクチュエータ 27 及び第 2 運動アクチュエータ 28 が作動して、第 1 アームセグメント 21 及び第 2 アームセグメント 22 を動くように駆動する。

【0064】

図 3 は、発明された多軸運動制御デバイスの実施形態の運動検出器により生成された、時系列での 3 つの軸における運動の運動成分を示す。この図に示された運動は、人の手の「空中に円を描く」動きである。水平軸はサンプリング時間を表し、サンプリング周波数は 40 Hz である。3 つの曲線は、それぞれデカルト座標系の X、Y 及び Z 軸上の運動の運動成分を表す。各サンプリングポイントで得られた成分の値は、グラフの左側に表で示されている。空間における運動検出器の運動量は、各サンプリングポイントで得られた 3 軸運動成分から計算され得る。

【0065】

本発明は、本発明の多軸運動制御デバイスを使用して、多軸運動駆動デバイスの動きを制御するための方法を提供する。以下では、本発明の多軸運動制御デバイスを使用して、ロボットアームシステムにおいてロボットアームの動きを制御するための方法が説明され

る。これは発明された方法を説明するための例として機能する。図4はロボットアーム制御方法のフローチャートを示す。図に示されるとおり、ステップ401では、ユーザは、運動検出器10と制御デバイス30との間に無線通信チャネルを確立し、運動検出結果、すなわち運動パラメータ、運動検出器10による出力に基づいて、基準点Oの開始位置が設定される。ステップ402では、ユーザは、運動検出器10に対するロボットアーム20の運動量のスケーリング比を、運動検出器10の運動量及び第2アームセグメント22の基準点の対応する運動量に基づいて設定する。初期化はこのようにして完了する。作動開始後、ステップ403では、運動検出器10はそれ自体の運動を検出し、検出結果、すなわち、運動パラメータを連続的に生成する。運動パラメータは、少なくとも3つの軸において検出された運動の運動成分を説明する情報を含む。運動パラメータは、単純に電圧／電流信号、又は運動成分若しくは運動を代表する値、又は位置の空間的座標を代表する値の形態であってもよい。ステップ404では、制御デバイス30は運動パラメータを受信し、且つ運動パラメータを複数のロボットアーム20のアームセグメント21、22に適用可能な運動制御命令へ解釈する。運動制御命令は、一般に、第1アームセグメント21の回転角度 θ 及び第2アームセグメント22のピッチ角度 Δ により定義される運動と、運動の速度、すなわち、第1運動アクチュエータ27及び第2運動アクチュエータ28の作動速度、例えばそれらの回転速度とを含む。ステップ405では、制御デバイス30は対応する駆動命令を生成し、且つそれらをロボットアーム20のそれぞれのアームセグメント21、22の運動アクチュエータ27、28へ供給して、ロボットアーム20のそれぞれのアームセグメント21、22を動かすように運動アクチュエータ27、28を駆動する。それにより、基準点Oは、運動の同じ又は拡大された又は縮小された縮尺で運動検出器10の動きに従って動く。ステップ406では、制御デバイス30は、新たな運動パラメータが受信されたか否かを決定する。受信された場合、ステップは404へ戻り、受信されなかった場合、ステップは407で終わる。

【0066】

本発明の好ましい実施形態では、運動アクチュエータは、駆動デバイスにより駆動された際にヒステリシス又はポーズを引き起こし得る。ロボットアーム20の動きを滑らかにするため、及び運動検出器10に厳密に従うために、必要な修正又は較正が従来の技術の動力制御方法を使用してなされる。

【0067】

上述のとおり、本発明の多軸運動制御デバイス及び方法は、ロボットアームに加え、他のタイプの多軸運動駆動デバイスにも適用され得る。本発明で使用される多軸運動検出器は、単に正確な検出結果を達成することに加えて、他の検出機能を提供することも、ロボットアームシステムの適用例の上記説明から明らかとなるであろう。例えば、AGVへ適用されると、車両は平面又は実質的な平面上のみを動くことができ、垂直に動くことはできない。しかしながら、多軸運動検出器により検出可能な運動の残りの方向が、他の運動命令又は非運動命令を生成するために使用され得る。例えば、ユーザは、運動検出器を、「加速」命令を生成するために上方へ動かし、「減速」命令を生成するために下向きに動かすことができる。生成され得る他の命令には、運動検出器を反転させることによる「歩行停止／開始」命令、運動検出器を時計回り又は反時計回りにはじくことによる「右折」又は「左折」命令、又は運動検出器を上下又は左右に揺動させることにより音、光を発生させるなどの他の命令を含む。

【0068】

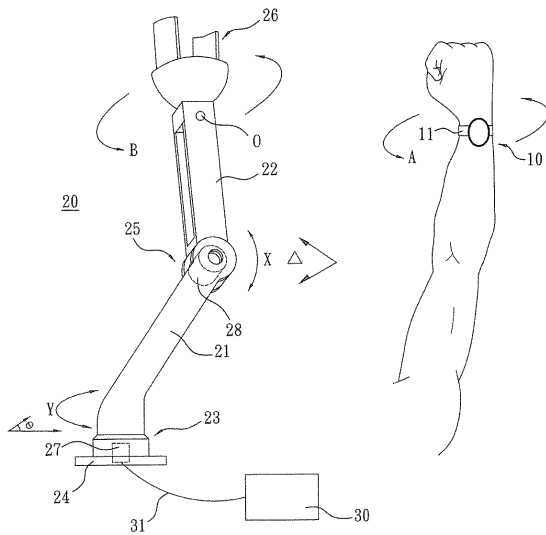
本発明の多軸運動制御デバイス及び方法は、上述のとおり、の制御方法を使用して、ヘリコプター又は潜水艦などの流体により担持された遠隔制御車両を制御することができる。発明された運動制御デバイス及び方法を使用することにより、ヘリコプター又は潜水艦などは、運動検出器の動きに従って3次元空間内を動く。本発明の多軸運動制御デバイス及び方法はまた、電子おもちゃの犬などの電子ペットを、前述のAGVの制御方法と同様の方法で平面上を動くように制御することができる。更に、発明された多軸運動駆動デバイスは、ジャンプ、起立、スクワット及び他の行動の命令などの追加的な命令を生成し得る。

【 0 0 6 9 】

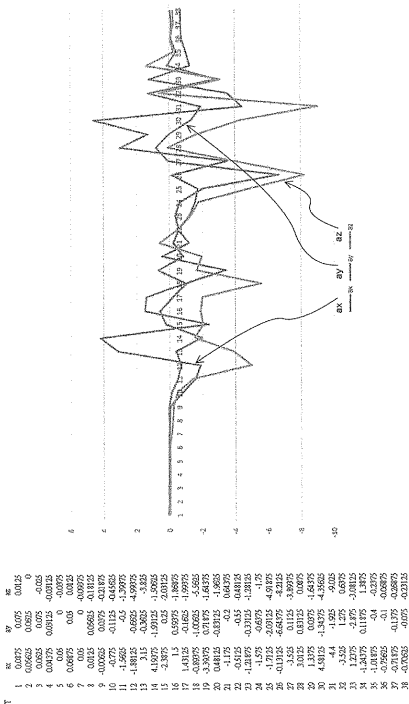
10

【 0 0 7 0 】

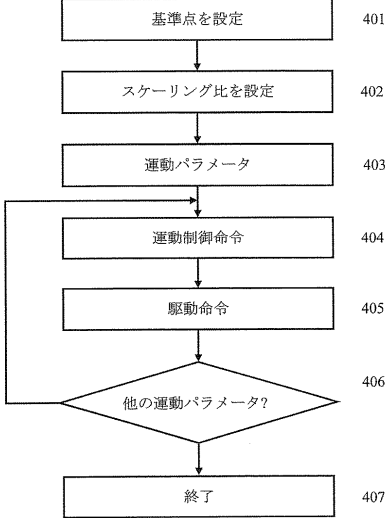
【 図 1 】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ペイーリャン・チウ

台湾、シンチュ・シティ、サイエンスベースド・インダストリアル・パーク、クリエイション・
フォース・ロード、ナンバー6

Fターム(参考) 3C707 BS10 DS01 HS27 JT10 KS11 KS24 KX19 LS06 MT01 MT03

【外国語明細書】

Title of the invention: MULTIAXIAL MOTION CONTROL DEVICE, ROBOT ARM SYSTEM, METHOD OF CONTROLLING MOVEMENT OF ROBOT ARM SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING MOVEMENT OF MULTIAXIAL MOTION DRIVING DEVICE

Related Application

This non-provisional application claims priority benefit from Taiwan patent application filing number 105117479, filed on June 2, 2016, the disclosure of which is incorporated herein by reference in its entirety.

Background

1. Technical Field

The present invention relates to a multiaxial motion control device and method, and more particularly to a method and device for controlling a robot arm. The present invention discloses a multiaxial motion control device and method based on motion detection, and a multiaxial motion driving system using the control method and the control device.

2. Related Art and Problems Being Solved

The multiaxial motion driving device refers to a carrier machine with a platform which drives the platform to move in a plurality of axial directions at the same time. In most applications, the term axis is usually referred to one of the plural axes in the space coordinate system, while it can also be one of the axes in a plane coordinate system. The result of a multiaxial motion driving is usually a movement of three dimensions, but it can also be two- or even one-dimensional motion.

The multiaxial motion driving device most commonly used in the industry is the robot arm. Robot arm, also known as the robot, is a widely-used machine in the manufacturing industrial. In recent years the robot arm has entered into a variety of areas such as outer space, submarine, medical, military, agriculture, security,

service and recreation industries, and even in daily life.

Humanoid robots usually refer to robots that highly simulate human behavior and even the physiological phenomena of human being. The control of humanoid robots used in industrial robots has become an emerging field of the control methodology. Theoretically, if the robot arm or its fingers can be moved in a manner similar to that of a human arm or finger, more elaborate work can be performed. Therefore, a variety of control or training technology of robot arm or finger to imitate the human arm or finger movement has been developed.

Chinese utility model No. CN 203418539U discloses a finger-guessing robot with an image recognition system. The robot is equipped with a camera and uses image recognition techniques to identify the gestures of an object and randomly generate finger-guessing gestures.

U.S. Patent No. 9,129,154 B2, entitled "Gesture recognition device, robot system including the same and gesture recognition method using the same," discloses a robot arm comprising a gesture recognition device that defines a gesture area using face recognition techniques. The system identifies gestures in the gesture area with image recognition techniques. Gesture identification parameters include position, motion direction and shape changes. The patent proposes to use this technique as a control device for humanoid robots.

Sylvain Calinon et al. discloses a gesture recognition method for use in controlling a humanoid robot in their publication "Stochastic Gesture Production and Recognition Model for a Humanoid Robot." The system uses optical image recognition technology to train the robot to make the same action as the hand of human being. See: Proceedings of 2004 IEEE / RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, September 28-October 2, 2004, Sendai, Japan.

U.S. patent publication US 2015/109202 discloses systems, articles, and methods

perform gesture identification with limited computational resources. The system is equipped with a gesture library that stores a plurality of gesture models and uses the techniques of the decision tree to match the movements of an arm detected by the detector to identify the gestures represented by the arm movements.

Korean patent KR20080114197 discloses a method of calculating the position of a wearable robot arm. The method estimates a position to be reached by a motion based on an input force received and moves the free end of a robot arm to that position.

WO2009/124951 discloses a control-command architecture for a mobile robot using articulated limbs. The invention relates to a control method for a humanoid robot, providing an architecture with three levels of computers that generates a motion command of a robot arm and achieves correct motion control by a smoothing technique.

In addition, controlling the robot arm by a remote-control device is also known. However, this control method requires buttons or a joystick to control the movement of the respective arm segments of the robot arm, which is not intuitive. Maneuvers must be trained before they can perform motion control.

As is apparent from the discussion of the above known techniques, the conventional robot arm control technique has been able to make the same gesture or actions according to the human gesture or actions. However, the known technology is mainly based on optical image recognition technology in their analyses of human gesture or actions. Limited by the fact that the optical detection technology is basically a two-dimensional detection technology, the human gesture or actions so detected cannot be accurate. While the use of other types of detectors may improve the accuracy of detection, they need to install a plurality of the detector on human arm, etc. It is necessary to calculate the parameters of all

the plural detectors at the time of identification or control. Another shortcoming is that the maneuvers need to be trained before they can perform the motion control.

In addition to the robot arm, there are other multiaxial motion driving devices. They are, such as, the automated guided vehicle (AGV), the remotely controlled aircraft or submarine, the electric pet and so on. Among them, the remotely controlled aircraft or submarine need to be able to perform three-dimensional motion drive, AGV usually only needs to perform two-dimensional movements. As for the electric pet or other similar toys, in addition to moving around in a plane or a substantial plane, they need to perform vertical movements, such as jumping, standing up and squatting down. However, in the industry there is no multiaxial motion driving or control device or method that allows the user to perform motion control without learning.

Objectives of the Invention

It is an object of the present invention to provide a multiaxial motion control device and method based on motion detection.

It is also an object of the present invention to provide a multiaxial motion control device for correct detection of the movement of a human arm or finger for controlling a multiaxial motion driving device to perform the same movement.

It is also an object of the present invention to provide a novel multiaxial motion control device which drives a robot arm following the movement of a human arm or finger, using only a small amount of detectors.

It is also an object of the present invention to provide a multiaxial motion control device for providing a user with an intuitive approach to control the movement of a multiaxial motion driving device.

It is also an object of the present invention to provide a multiaxial motion driving system using the invented multiaxial motion control device.

It is also an object of the present invention to provide a method for controlling the movement of a multiaxial motion driving device using the multiaxial motion control device.

Summary of the Invention

According to the embodiments, the multiaxial motion control device of the present invention comprises:

- a motion detector for wearing on a movable object to successively detect an amount of motion of the movable object and output a detection result; and

- a control device for receiving the detection result of the motion detector and, based on the detection result, generating a motion control command for a multiaxial motion driving device comprising a plurality of motion actuators designated for each axial component of motion of the multiaxial motion driving device;

- wherein the motion detector comprises a multiaxial motion detector for detecting a motion of the motion detector and generating motion parameters defining axial motion components of the motion in at least three axes as the detection result of the motion detector;

- wherein the control device comprises a command interpreting circuit for converting a series of successive motion parameters of the motion detector into a series of successive motion control commands; wherein one motion control command comprises driving commands for the respective motion actuators; and

- wherein the series of successive motion control commands controls the motion actuators, so that they together move a reference point on the multiaxial motion driving device substantially along a motion trajectory of the motion detector.

In a preferred embodiment of the present invention, the multiaxial motion driving device is a robot arm having a plurality of arm segments and the motion control command comprises driving commands for respective motion actuators

driving the respective arm segments of the robot arm. In other embodiments of the present invention, the multiaxial motion driving device is an AGV having a plurality of driving wheels and the motion control command comprises driving commands for the respective drive wheels that drive the AGV to move on a plane. The multiaxial motion driving device may also be a multiaxial motion driving device carried by a fluid. In this example, the motion control command comprises driving commands for a plurality of motion actuators driving the multiaxial motion driving device to move in three dimensions.

In a preferred embodiment of the present invention, the motion detector is a triaxial motion detector, or preferably a six-axis motion detector, most preferably a nine-axis motion detector/magnetometer.

In an advantageous application example of the present invention, the movable object is a human arm or a finger. In such an example, the motion detector comprises a motion detector for wearing in the vicinity of the free end of the arm or finger.

In a particular example of the invention, the motion parameters generated by the motion detector comprises representations of a motion direction and a motion amount on a three-dimensional space, and a plurality of successive motion parameters forms a spatial motion trajectory of the motion.

In a preferred embodiment of the present invention, the control device comprises a driving device for driving the motion actuators of the respective axial components of the multiaxial motion driving device in accordance with the motion control command generated by the command interpreting circuit. In other embodiments of the present invention, the control device comprises a wireless communication device for establishing a communication channel with the multiaxial motion driving device to transmit the motion control command to the multiaxial

motion driving device. In such an example, the multiaxial motion driving device comprises a driving device for driving the motion actuators of the respective axial components of the multiaxial motion driving device in accordance with the motion control command.

When the multiaxial motion driving device is a robot arm, the robot arm may comprise a base, at least two arm segments, a joint operatively connecting the arm segments, a joint operatively connecting an arm segment and the base and motion actuators to drive the arm segments to move relatively to the joints. The at least two arm segments comprise a first arm segment movably connected at the base and a second arm segment movably connected to the first arm segment.

In the above embodiment, the control device generates a motion control command for driving the arm segments to move relatively to the joints, whereby a reference point at a free end of the second arm segment moves along a motion trajectory following a motion trajectory of the motion detector.

The multiaxial motion driving device may also provide a motion driving capability independent of the motion of the device itself, to drive a motion of an auxiliary element. The multiaxial motion driving device may also provide an auxiliary function independent of a motion to be driven; i.e, to actuate an action in accordance with a motion of the multiaxial motion control device.

The present invention also discloses a method for controlling the movement of the multiaxial motion driving device using the multiaxial motion control device, in particular a method for controlling the movement of a robot arm by using the multiaxial motion control device. The method comprises the following steps:

generating a motion of the motion detector along a motion trajectory;

the motion detector detecting the motion and generating motion parameters defining axial components of the motion in at least three axes as a detection result of

the motion detector; the detection result may also include description of a spatial motion trajectory of the movement;

the control device receiving the motion parameters and converting the motion parameters into a motion control command comprising driving commands for a plurality of motion actuators of the multiaxial motion driving device; and

the driving device providing the driving commands to the respective motion actuators, whereby a series of motion control commands controls the plurality of motion actuators, so that they together drive a reference point on the multiaxial motion driving device to move substantially along a motion trajectory of the motion detector.

In a preferred embodiment of the present invention, the multiaxial motion driving device is a robot arm comprising a plurality of arm segments. In this example, the control device converts the motion parameters of the detection result into a motion control command for controlling the plurality of arm segments of the robot arm; the motion control command drives a motion actuator of each of the arm segments to move the arm segment relatively to each other and/or to the base, so that a series of motion control commands drives the arm segments to move a reference point on the robot arm substantially along the movement trajectory of the motion detector.

The above and other objectives and advantages of the present invention will become more apparent from the following detailed description with reference to the following drawings:

Brief Description of the Drawings

Figure 1 shows the schematic diagram of a robot arm system using an embodiment of the multiaxial motion control device of the present invention.

Figure 2 shows the block diagram of the robot arm system of Figure 1.

Figure 3 is a curve diagram showing motion components of a motion in three axes in time sequence, as generated by an embodiment of the multiaxial motion control device of the present invention.

Figure 4 shows a flow chart of one embodiment of the invented method for multiaxial motion control while used in the control of a robot arm.

Detailed Description of the Invention

Hereinafter, embodiments of the multiaxial motion control device and method of the present invention will be described by way of example with reference to the drawings. At first, a multiaxial motion control device according to the present invention, as well as a multiaxial motion control system including the invented control device and a multiaxial motion control method using the control device, will be described taking the robot arm system and the robot arm control device as an applicational example.

Figure 1 shows the schematic diagram of a robot arm system using an embodiment of the multiaxial motion control device of the present invention. The robot arm system includes a motion detector 10 attached to the wrist of a user, a robot arm 20, and a control device 30. It shall be appreciated that the robot arm system shown in Fig. 1 is merely an example of the applications of the multiaxial motion control device of the present invention, and the robot arm control device is only a specific embodiment of the present invention. Both the robot arm system and the robot arm control device are intended to illustrate the practice and application of the invention, without limiting the features and scope of the invention.

The motion detector 10 shown in the figure is worn on the wrist of the user. However, in practical applications, the motion detector 10 may be held/attached to any movable object, such as the body, a limb, a finger etc. of a person or an animal. It may also be attached to a moving or marching object, such as a vehicle, an aircraft,

a flying object etc. In the wearable application, the motion detector 10 may include a holding member, such as a ring like strap or a watch strap 11, while other forms of holding member, such as sticky tape, buckle, clip, chain, sucking cup, magnetic holder etc. are also applicable, as long as it can attach the motion detector 10 to the movable object, whereby moving along with the movements of the moveable object. The most easily conceivable application example is to form a motion detector 10 in the form of a wrist watch, worn on a user's wrist, or in the form of a ring, which is worn on a user's finger.

The robot arm system suitable for the present invention is configured to control the movement of its robot arm 20 so that a particular reference point (O) on the robot arm 20 is moved in response to the movement of the motion detector 10. Figure 1 especially shows a robot arm 20 having two arm segments 21 and 22. The first arm segment 21 of the robot arm 20 is movably connected to a base 24 through the first joint 23. As shown, in the example of Fig. 1, the first joint 23 may be a rotary joint, internally equipped with a motion drive means, i.e., a first motion actuator 27, such as a rotary motor, as well as necessary gears, pulleys. The first arm segment 21 is rotated horizontally with respect to the base 24 as shown by the double arrow Y in the figure. The first motion actuator 27 is preferably a stepping motor which can control the rotation angle of the first arm segment 21 with respect to the base 24 by means of an external controller, such as the control device 30 of the present invention. The first arm segment 21 shown in the figure has a specific angle of tilt, so to enlarge the rotational movement driven by the first motion actuator 27.

In the embodiment of Fig. 1, the second arm segment 22 of the robot arm 20 is movably connected to the first arm segment 21 through a second joint 25. In this example, the second joint 25 may be a rotary joint, internally equipped with a motion

drive means, i.e., a second motion actuator 28, such as a rotary motor, as well as necessary gears, pulleys, etc. The second arm segment 22 is rotated in a pitch direction with respect to the first arm segment 21, as shown by the double arrow X in the figure. The second motion actuator 28 is preferably a stepping motor which can control the pitch angle of the second arm segment 22 with respect to the first arm segment 21 by means of an external controller, such as the control device 30. In Fig. 1 a reference point O is specified and locates at the terminal of the free end of the second arm segment 22, i.e., the end not connected to the first arm segment 21. The movement of the first arm segment 21 and the second arm segment 22 cooperates to jointly move the reference point O to reach substantially every point in the space within a radius equal to the sum of lengths of the first arm segment 21 and the second arm segment 22.

The robot arm 20 may additionally include a movable clamp 26. The movable clamp 26 is movably connected to the second arm segment 22 through a third joint. The two clamping pieces of the movable clamp 26 may also be provided with an actuator for clamping and releasing. However, the movable clamp 26 is not any focus of the present invention. Details thereof are thus omitted. In this example, the reference point O of the robot arm 20 is set at the joint of the two clamping pieces.

Although the robot arms 20 shown in Fig. 1 has two arm segments, each provided with an actuator for rotational motions, those skilled in the art are aware that the robot arm 20 may also have less than two, or more than two arm segments. At the same time, their respective actuators may include driving means other than rotational driving means, such as those for piston movement, orbital motion etc., and the manner of movement of each arm segment may be the same or different.

In addition, Fig. 1 also shows a control device 30 in connection with the robot

arm 20. The control device 30 generates and provides control/driving commands to the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28 through the signal line 31, to respectively control the operation thereof in driving the movement of the first arm segment 21 and the second arm segment 22, which cooperates to moves the reference point as desired. The electric power required by the robot arm 20 and the control device 30 can be provided by means of a conventional power supply (not shown).

The multi-joint robot arm as described above and its control method are well known in the art. The relative movement of the first arm segment 21 and the second arm segment 22 and of the first arm segment 21 and the base, for moving the reference point O to any point in the space within the reachable range of the robot arm 20, can be driven by a conventional controller that provides driving commands to the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28. For details thereof, reference may be made to the relevant technical publications regarding the design and control of multi-joint robot arms.

Apart from the conventional art, the present invention provides a multiaxial motion control device and method for the purpose of making the reference point on the free end of the robot arm 20, i.e., the free end of the second arm segment 22, move following the motion of the motion detector 10, i.e., along a trajectory such as the trajectory of the reference point O, arrow B in Fig. 1, corresponding to the trajectory of the motion detector 10, such as arrow A as shown in Fig. 1.

Fig. 2 shows a block diagram of a robot arm system applicable in the present invention. As shown in Fig. 2, the robot system includes a motion detector 10, a robot arm 20 and a control device 30. Also, as shown, the control device 30 is wirelessly connected to the motion detector 10 to allow the user to control the movement of the robot arm 20 using the motion detector 10. In the example of Fig.

2, the control device 30 is provided on the side of the robot arm 20. It is also appreciated by those skilled in the art that it is also possible to provide the control device 30 on the side of the motion detector 10. In this example, the control device 30 and the robot arm 20 are wirelessly connected via the wireless communication device 32 and a wireless communication device (not shown) in the robot arm 20 to exchange data/information.

The motion detector 10 in Fig. 2 has a housing 15 for receiving the motion detection element 12 of the motion detector 10 and a strap 11 attached to the housing 15 for mounting the motion detector 10 to the user's wrist or other bodily parts. The motion detector 10 uses its motion detection element 12 to detect the movement of the wrist. If the control device 30 is provided on the side of the robot arm 20, the motion detector 10 may also provide a wireless communication module 13 to transmit the detection result to the control device 30 via the wireless communication device 32.

The motion detection element 12 may be any type of motion detecting device, such as an accelerometer, a gyroscope, etc., but preferably has a multiaxial motion detection capability. In general, a triaxial accelerometer would be sufficient to provide all required functionalities in the present invention, while it is also possible to use, for example, a six-axis or nine-axis motion detecting device as the motion detection element 12 of the present invention. US Patent Application Series No. 15/341,295 "Wrist Watch Embedded with a Wireless Control Module" provides a motion detection device that can detect the acceleration values in three directions, the angular velocity values in three directions, and the magnetic field values in three directions, all relating to a motion. The detector disclosed therein can be applied to the present invention. Other types or motion detecting devices of the same type or else are also applicable in the present invention.

As is known to those skilled in the art, a motion detecting device generally comprises a detector body that detects a motion and outputs its detection results from its electrodes and an arithmetic circuit that calculates the motion amount or motion components in specific directions using the detection results of the detector body. This arithmetic circuit can be realized by using a commercially available microprocessor circuit, supplemented by the necessary software. Related technologies are well known to those skilled in the art. The motion detection element 12 of the present invention may be provided with an arithmetic circuit (not shown) having a capacity for calculating a motion parameter, i.e., motion amount or motion components in particular directions, of a motion and directly outputting the resulted motion amount or motion components. In the preferred embodiments of the present invention, however, the detection results, i.e., the motion parameters, are the direct outputs of the electrodes of the motion detection element 12, with necessary preprocessing. As for the calculation of the motion amount or the motion components in a particular direction or a number of directions, and the subsequent processing, they are executed by the control device 30.

For this reason, the detection results of the motion detection element 12 is supplied directly to the control device 30 after necessary preprocessing such as A to D conversions. While the control device 30 is provided on the side of the robot arm 20, the detection results of the motion detection element 12 are first supplied to the wireless communication module 13 and then supplied to the control device 30 via a wireless communication channel. In this example, the wireless communication module 13 of the motion detector 10 is connected to the motion detection element 12 for receiving the detection results, i.e., the motion parameters, output from the motion detection element 12 and converting the motion parameters into a suitable format suitable for wireless transmission.

The wireless communication module 13 may comprise any commercially available wireless communication chip or circuit for establishing a communication channel with the control device 30 for exchange of data/information. In a preferred embodiment of the present invention, the wireless communication module 13 is configured to continuously transmit the detection results of the motion detector 10 at a predetermined transmission rate.

Depending on the type of the motion detection element 12, the content of the detection result, i.e., the motion parameter, is also different. In a preferred embodiment of the present invention, the motion detection element 12 is a nine-axis motion detecting device, such as the motion detector provided for the above-mentioned US Patent Application S/N 15/341,295. The motion detector includes a motion detecting device that can detect the acceleration values in three directions, the angular velocity values in three directions, and the magnetic field values in three directions, all pertaining to a motion. The detection results of this type of motion detecting device can be provided to an arithmetic circuit that converts the detection results into the absolute coordinates of the detector in space and outputs them as the motion parameters. The related operation method can be referred to the description of the patent specification, which is incorporated herein by reference. In such embodiments, the wireless communication module 13 simply continuously transmits the coordinate values of the calculation result to the control device 30.

However, in most applications of the present invention, it is not necessary to use such a precision motion detecting device. In general, a detector that can provide motion components of a motion in at least three directions, so to provide the amount of motion per detection/sampling/transmission cycle, would suffice. In such an embodiment, the motion detection element 12 may also include an

arithmetic circuit for converting the signals output by the electrodes of the motion detection element 12 into motion components in three predetermined directions and supplying them to the wireless communication module 13. The motion detection element 12 may not include an arithmetic circuit. In this case, the motion detection element 12 directly supplies its detection results to the control device 30, and the desired results are calculated by an arithmetic circuit (not shown) provided on the side of the control device 30.

It is well known to those skilled in the art that the motion detection element 12 does not actually need to provide three sets of motion parameters when providing motion components of the at least three directions, for example, when providing motion components in three directions. For example, a two-axis accelerometer can only produce two sets of motion parameters representing the amount of motion in two directions. However, after conversion, the motion components in three directions can still be provided. This conversion technique is already a known technique. Details thereof are thus omitted.

As described above, in such embodiments, the motion detection element 12 may also include an arithmetic circuit for converting the detector electrode output values into motion components in three predetermined directions and providing them to the control device 30. Of course, it is also possible to provide only two sets of motion parameters to the control device 30, and the desired results are calculated by the command interpreting circuit 33 provided on the side of the control device 30.

Since the motion detector 10 is generally in the form of a wearable device and is attached to a movable object, it moves with the object. The motion detector 10 is preferably provided with a power supply 14 for supplying power to the motion detection element 12 (and the wireless communication module 13). The power supply 14 is preferably equipped with a chargeable battery and a necessary power

management circuit, i.e., no external power supply is required when used. In a general application, the power supply 14 includes a battery and a power saving circuit (both not shown). The battery can store a considerable charge and be charged with, for example, a wireless charging technique. The power saving circuit controls the power supply of the battery and stops the battery power supply when no use is necessary. The power saving circuit may also control the wireless communication module 13 for its periodical transmission of the motion parameters. In a particular example, the power saving circuit may still receive an external wake-up signal to start the power supply of the battery. The structure, control, application and other details of the power supply 14 described above are all of the known technique. Details thereof are thus omitted.

The housing 15 of the motion detector 10 may be connected to a holding member 11, such as a watch strap or other forms of ring, belt, buckle, suction cup, magnetic holder etc., to be worn on a movable object such that the motion detector 10 moves with the movement of the object. In a preferred embodiment of the present invention, the motion detector 10 may be worn on the wrist or finger of a human arm and moves following a movement of the wrist or finger.

The function of the control device 30 is to receive the detection results of the motion detector 10 and to generate and output, based on the detection results, motion control commands for controlling the robot arm. If the control device 30 is provided on the side of the robot arm 20, the control device 30 is provided with a wireless receiving function for receiving the motion parameters provided by the motion detector 10. As shown in Fig. 2 the control device 30 has a wireless communication module 32. The wireless communication module 32 is a wireless communication element similar to the wireless communication module 13 of the motion detector 10. In most applications of the present invention, both the

wireless communication module 32 of the control device 30 and the wireless communication module 13 of the motion detector 10 are elements that support short-distance wireless communication channels, such as a Bluetooth chip. The two can be connected through the same wireless communication protocol for exchange of information. Applicable wireless communication modules include the commercially available products, the circuit used therein being also well known to the industry. If the control device 30 is provided on the side of the motion detector 10, the function of the wireless communication module 32 would be to transmit the motion control command generated by the control device 30 to the robot arm 20. In such a case, the robot arm 20 will be provided with a similar wireless communication module, so to communicate with the wireless communication module 32 of the control device 30.

In order to convert the detection parameter of the motion detector 10 into a motion control command of the robot arm, the control device 30 includes a command interpreting circuit 33 for converting the detection results, i.e., motion parameters of the motion detector 10 into a control command for controlling the motion of the plurality of arm segments of the robot arm 20. The control device 30 also includes a driving device 34 coupled to the command interpreting circuit 33 for driving the motion actuators 27, 28 of the arm segments 21, 22 of the robot arm 20 in accordance with the motion control commands generated by the command interpreting circuit 33.

As described above, in most embodiments of the present invention, the motion detector 30 produces motion parameters sufficient to represent the respective motion components in at least three axes of a motion. In addition, in application, the motion detector 30 generates the motion parameters successively, i.e., in a sequence along the time axis. Thus, a series of the motion parameters will include

data representing the motion direction and motion amount of the motion detector 10 in the three-dimensional space at successive times; the series of motion parameters in combination will form a trajectory of the motion of the motion detector 10 in the space. In a particular example of the invention, the motion parameter is essentially the position or coordinates of the motion detector 10 in the space at successive points in time, and a motion trajectory will also be formed by the combination of the successive positions or coordinates.

If the motion parameter provided by the motion detector 10 is the direct detection result of the motion detection element 12, the command interpreting circuit 33 may be configured to convert the motion parameter into a motion defined by: a rotation angle θ of the first arm segment 21 in the base plane, i.e., an angle in the circle indicated by the double arrow Y in Fig. 1 and a pitch angle Δ of the second arm segment 22 in the vertical direction, i.e., the pitch angle in the direction indicated by the double arrow X in Fig. 1. The command interpreting circuit 33 is further configured to convert the calculated motion into a motion control command for respectively driving the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28 to respectively change the rotation angle θ of the first arm segment 21 and the pitch angle Δ of the second arm segment 22, so that the reference point on the robot arm 20 generates a motion correspondingly, including an enlarged or reduced scale of the motion, and to provide the motion control command to the driving device 34.

It is already well known in the art how the detection results of the motion detection element 12 may be converted into a motion defined by a rectangular coordinate system or an axis coordinate system. The above-described various techniques for recognizing a position or motion by the optical image recognition technique, in order to control the movement of a robot arm can be applied to the present invention with necessarily minor modifications. Although in the example of

Fig. 1 the motion is defined by a rotation angle θ and a pitch angle Δ , other methods for defining or controlling a motion or a position change in the space can also be applied to the present invention.

On the other hand, if the motion parameters provided by the motion detector 10 are data representing the triaxial motion components of a motion or other position change descriptions, the command interpreting circuit 33 should be configured to convert the motion components or position change information into a motion defined by a rotation angle θ of the first arm segment 21 and a pitch angle Δ of the second arm segment 22. The command interpreting circuit 33 may be further configured to generate motion control commands for the proper realization of the motion by the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28 accordingly.

In a preferred embodiment of the present invention, the motion detector 10 generates the motion parameter successively, whereby a series of motion control commands generated by the control device 30 in response to the successive motion parameters controls the relative movement of the arm segments 21, 22 of the robot arm 20, such that the movement of the reference point O of the second arm segment 22 in space follows the motion trajectory of the motion detector 10. The robot arm 20, which is controlled in this manner, thus can simulate the movement of the movable object, for example, to mimic the human actions. Such a control method is quite worthwhile, because the user does not need to learn to familiarize himself with the control method. Such approach has a strong demand in the industry, yet there is no technology to achieve this purpose.

The command interpreting circuit 33 may be configured to successively generate the motion control commands and supply them to the driving device 34, whereby the driving device 34 generates corresponding drive commands and provide them via

the signal line and/or power line 31 to the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28, so they operate to drive the first arm segment 21 and the second arm segment 22 to move.

Figure 3 shows motion components of a motion in three axes in time sequence, as generated by the motion detector of an embodiment of the invented multiaxial motion control device. The motion shown in this figure is a "drawing a circle in the air" movement of a human hand. The horizontal axis represents the sampling time and the sampling frequency is 40Hz. The three curves represent the motion components of the motion on the X, Y and Z axes of the Cartesian coordinate system, respectively. The values of the components obtained at each sampling point are displayed in the table on the left side of the graph. The amount of motion of the motion detector in space can be calculated from the triaxial motion components obtained at each sampling point.

The present invention provides a method for controlling the movement of a multiaxial motion driving device using the multiaxial motion control device of the invention. In the followings, a method for controlling the movement of the robot arm in a robot arm system using the multiaxial motion control device of the present invention will be described, serving as an example to illustrate the invented method. Figure 4 shows a flow chart of the robot arm control method. As shown in the figure, at step 401, a user establishes a wireless communication channel between the motion detector 10 and the control device 30 and, based on the motion detection result, i.e., the motion parameter, output by the motion detector 10, the start position of the reference point O is set. In step 402, the user sets the scaling ratio of the motion amount of the robot arm 20 in respect to the motion detector 10 based on the amount of motion of the motion detector 10 and the corresponding motion amount of the reference point of the second arm segment 22. The

initialization is thus complete. After the operation is started, at step 403, the motion detector 10 detects its own motion and generates detection results, i.e., the motion parameter, successively. The motion parameter comprises information describing the motion components of the detected motion in at least three axes. The motion parameter may be in the form of simply a voltage/current signal, or values representative of the motion components or a motion, or values representative of the spatial coordinates of a position. In step 404, the control device 30 receives the motion parameter and interprets the motion parameter into a motion control command applicable to the plural arm segments 21, 22 of the robot arm 20. The motion control command generally includes a motion defined by a rotation angle θ of the first arm segment 21 and a pitch angle Δ of the second arm segment 22, and a speed of motion, i.e., the operation speed of the first motion actuator 27 and the second motion actuator 28, such as their rotational speed. In step 405, the control device 30 generates corresponding driving commands and supplies them to the motion actuators 27, 28 of the respective arm segments 21, 22 of the robot arm 20 to drive the motion actuators 27, 28 to move the respective arm segments 21, 22 of the robot arm 20, whereby the reference point O moves following the movement of the motion detector 10 in the same or an enlarged or reduced scale of motion. In step 406, the control device 30 determines whether or not a new motion parameter has been received. If so, the step returns to 404; otherwise, the step ends at 407.

In the preferred embodiments of the present invention, the motion actuators may cause hysteresis or pause when driven by the driving device. In order to smooth the movement of the robot arm 20 and to follow the motion detector 10 closely, necessary corrections or calibrations can be made by using the power control method of the conventional technique.

As described above, the multiaxial motion control device and method of the present invention can be applied to other types of multiaxial motion driving devices in addition to the robot arm. It will also be apparent from the above description of the application example of the robot arm system that the multiaxial motion detector used in the present invention provides other detection functions, in addition to simply achieving accurate detection results. For example, when applied to an AGV, the vehicle can only move on a plane or a substantial plane and cannot move vertically. However, the remaining direction of motion detectable by the multiaxial motion detector can be used to generate other motion commands or non-motion commands. For example, the user can move the motion detector upwardly to produce an "accelerate" command, and downward to produce a "decelerate" command. Other commands possibly generated including a "stop/start walking" command by turning the motion detector upside down, a "right turn" or "left turn" command by flipping the motion detector clockwise or counterclockwise, or other commands such as generating sound, light by swinging the motion detector up and down or left and right.

The multiaxial motion control device and method of the present invention can control a remote-control vehicle carried by a fluid, such as helicopter or submarine, using the control method as described above. By using the invented motion control device and method, the helicopter or submarine, or the like, moves in the three-dimensional space following the movement of the motion detector. The multiaxial motion control device and method of the present invention can also control an electric pet, such as an electric toy dog, to travel on a plane in a manner similar to the control method of the aforementioned AGV. In addition, the invented multiaxial motion driving device can generate additional commands, such as jump, rise, squat and other action commands. The multiaxial motion detector detects a

motion operation that is independent of the motion command and is defined, for example, as an action command such as a command for making a sound, wagging, mouth opening and closing, eye opening and closing etc. All these applications can be realized by the appropriate settings in the command interpreting circuit 33.

It is also known from the above disclosure that in the present invention, the axes or axial components of a motion or the number of the axes or axial components detectable by the motion detector does not need to correspond to the motion driving axes or axial components, and numbers thereof, of the multiaxial motion driving device. In addition, the multiaxial motion driving device may also provide a motion drive capability independent of the motion of the device itself and may generate actions in response to the motion operation of the user.

Although the multiaxial motion driving device and method of the present invention, have been described with reference to specific embodiments regarding the robot arm system, this description is not meant to be construed in a limiting sense. Various modifications of the disclosed embodiments, as well as alternative embodiments, will be apparent to persons skilled in the art. It is, therefore, contemplated that the appended claims will cover all modifications that fall within the true scope of the invention.

1. A multiaxial motion control device, comprising:

a motion detector for wearing on a movable object to successively detect an amount of motion of the movable object and output a detection result; and

a control device for receiving the detection result of the motion detector and, based on the detection result, generating a motion control command for a multiaxial motion driving device comprising a plurality of motion actuators designated for each axial component of motion of the multiaxial motion driving device;

wherein the motion detector comprises a multiaxial motion detector for detecting a motion of the motion detector and generating motion parameters defining axial motion components of the motion in at least three axes as the detection result of the motion detector;

wherein the control device comprises a command interpreting circuit for converting a series of successive motion parameters of the motion detector into a series of motion control commands; wherein one motion control command comprises driving commands for the respective motion actuators; and

wherein the series of successive motion control commands controls the motion actuators, so that they together move a reference point on the multiaxial motion driving device substantially along a motion trajectory of the motion detector.
2. The multiaxial motion control device of claim 1, wherein the multiaxial motion driving device is a robot arm having a plurality of arm segments and the motion control command comprises driving commands for respective motion actuators driving the respective arm segments of the robot arm.
3. The multiaxial motion control device of claim 1, wherein the multiaxial motion driving device is an automated guided vehicle (AGV) having a plurality of driving wheels and the motion control command comprises driving commands for the

respective drive wheels that drive the AGV to move on a plane.

4. The multiaxial motion control device of claim 1, wherein the multiaxial motion driving device is a multiaxial motion driving device carried by a fluid and the motion control command comprises driving commands for a plurality of motion actuators driving the multiaxial motion driving device to move in three dimensions.
5. The multiaxial motion control device as claimed in any one of claims 1 to 4, wherein the multiaxial motion driving device is provided with a motion drive capability independent of the motion of the device itself, in driving a motion of an auxiliary element and wherein the command interpreting circuit is configured to interpret a motion parameter of the motion detector into a motion control command for the auxiliary element.
6. The multiaxial motion control device as claimed in any one of claims 1 to 4, wherein the multiaxial motion driving device is provided with an auxiliary operation capability other than a motion driving capability and the command interpreting circuit is configured to interpret a motion parameter of the motion detector into an operation command for the auxiliary operation.
7. The multiaxial motion control device of claim 6, wherein the auxiliary operation is at least one selected from the group consisting of generating a sound and emitting light.
8. The multiaxial motion control device according to any one of claims 1 to 4, wherein the motion control command further comprises at least one selected from the group consisting of starting motion, stopping motion, acceleration and deceleration.
9. The multiaxial motion control device according to any one of claims 1 to 4, wherein the motion detector is one selected from the group consisting of a

triaxial motion detector, a six-axis motion detector and a nine-axis motion detector.

10. The multiaxial motion control device according to any one of claims 1 to 4, wherein the motion parameter generated by the motion detector comprises representative information of individual axial components of the motion in the at least three axes.
11. The multiaxial motion control device as claimed in any one of claims 1 to 4, wherein a series of motion parameter generated by the motion detector comprises representative information of motion direction and motion amount of a motion in the three-dimensional space in a time sequence.
12. The multiaxial motion control device according to any one of claims 1 to 4, wherein the control device comprises a driving device for providing driving commands to the respective motion actuators of the multiaxial motion driving device based on the motion control command generated by the command interpreting circuit.
13. A robot arm system comprising:
a robot arm comprising a base, at least a first arm segment and a second arm segment, a first joint operatively connecting the first arm segment and the base and a second joint operatively connecting the first and second arm segments, and a motion actuator to drive the first arm segment to move respectively to the base and a second motion actuator to drive the second arm segment to move respectively to the first arm segment;
a motion detector for wearing on a movable object to successively detect an amount of motion of the movable object and output a detection result; and
a control device for receiving the detection result of the motion detector and, based on the detection result, generating a motion control command for the

robot arm;

wherein the motion detector comprises a multiaxial motion detector for detecting a motion of the motion detector and generating motion parameters defining axial motion components of the motion in at least three axes as the detection result of the motion detector;

wherein the control device comprises a command interpreting circuit for converting a series of successive motion parameters of the motion detector into a series of successive motion control commands; wherein one motion control command comprises driving commands for the respective motion actuators; and wherein the series of successive motion control commands controls the motion actuators, so that they together move a reference point on the robot arm substantially along a motion trajectory of the motion detector.

14. The robot arm system of claim 13, wherein the motion detector is one selected from the group consisting of a triaxial motion detector, a six-axis motion detector and a nine-axis motion detector.
15. The robot arm system of claim 13, wherein the motion parameter generated by the motion detector comprises representative information of individual axial components of the motion in the at least three axes.
16. The robot arm system of claim 13, wherein a series of motion parameter generated by the motion detector comprises representative information of motion direction and motion amount of a motion in the three-dimensional space in a time sequence.
17. The robot arm system of claim 13, wherein a series of motion parameter generated by the motion detector comprises representative information of positions in the three-dimensional space in a time sequence.
18. The robot arm system of claim 13, wherein the control device comprises a

driving device for providing driving commands to the respective motion actuators of the multiaxial motion driving device based on the motion control command generated by the command interpreting circuit.

19. A method of controlling movement of the robot arm of the robot arm system of claim 13, using the motion detector of claim 13, comprising the steps of:
 - generating a motion of the motion detector along a motion trajectory;
 - the motion detector detecting the motion and generating a motion parameter representing the motion;
 - the control device receiving the motion parameter and converting the motion parameter into a plurality of motion control commands for moving the arm segments of the robot arm;
 - the control device providing the motion control commands to the respective motion actuators to drive the respective arm segments to move relatively to each other and/or to the base;
 - wherein a series of motion control commands controls the motion actuators to jointly move the arm segments, such that a reference point on a free end of the second arm segment away from the base moves along a motion trajectory of the motion detector.
20. The method of claim 19, wherein the motion parameter comprises information representing axial components of the motion in at least three axes.
21. A method for controlling movement of the multiaxial motion driving device of claim 1 using the multiaxial motion control device of claim 1, comprising the steps of:
 - generating a motion of the motion detector along a motion trajectory;
 - the motion detector detecting the motion and generating motion parameters defining axial components of the motion in at least three axes;

the control device of the multiaxial motion control device receiving the motion parameter and converting the motion parameter into a motion control command for the plurality of motion actuators of the multiaxial motion driving device; and

the control device supplying the motion control command to the respective motion actuators,

whereby a series of motion control commands controls the plurality of motion actuators, so that they together drive a reference point on the multiaxial motion driving device to move substantially along a motion trajectory of the motion detector.

22. The method of claim 21, wherein the motion parameter comprises information representing axial components of the motion in at least three axes.
23. The method of claim 21, wherein the motion parameter comprises information representing a motion trajectory of the motion in space.

Abstract

The present invention relates to a multiaxial motion control device, comprising a motion detector to be attached to a moveable object to detect multiple axial movement of the moveable object and to output detection results and a control device to convert said detection results into motion control commands for a multiaxial motion driving device, in particular motion control commands for a plurality of arm segments of a robot arm. A method to control motions of the multiaxial motion driving device, in particular the robot arm, using the control device are also disclosed.

Representative drawing: FIG. 2

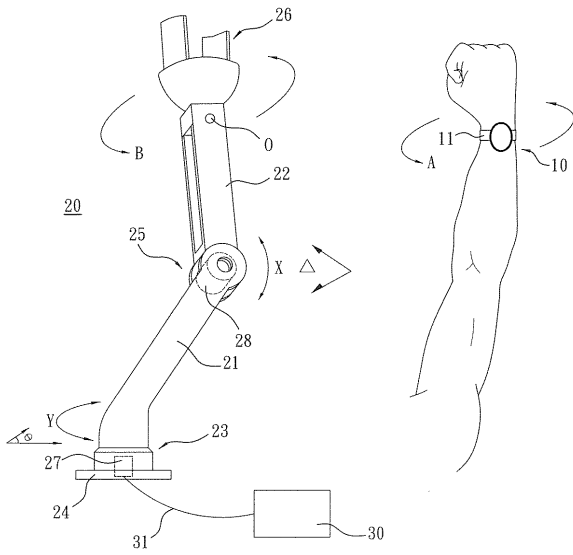


Fig. 1

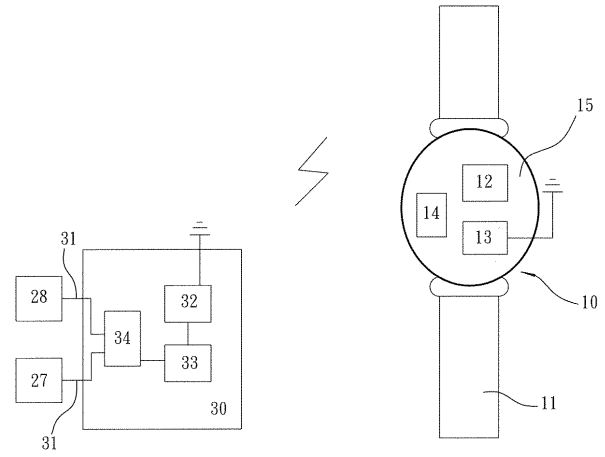


Fig. 2

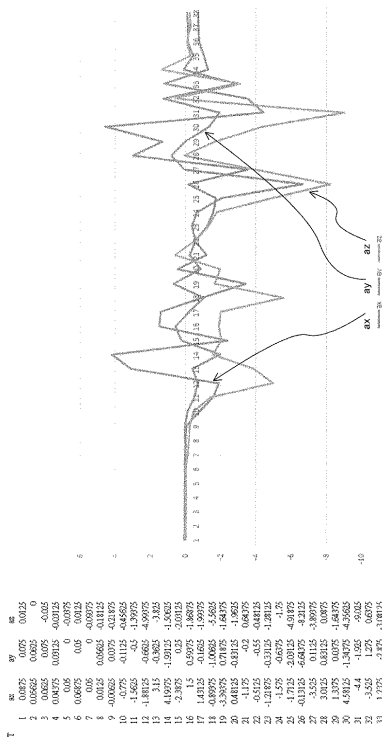


Fig. 3

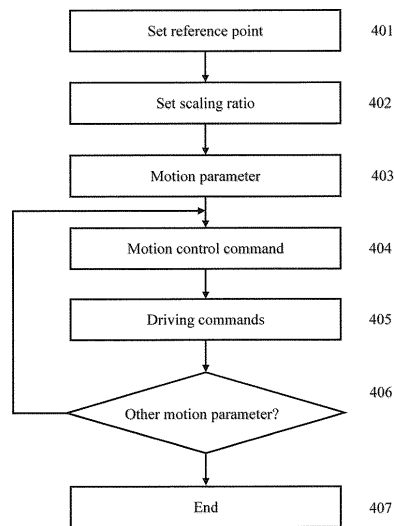


Fig. 4