

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 1 部門第 2 区分

【発行日】平成28年8月25日(2016.8.25)

【公表番号】特表2015-526116(P2015-526116A)

【公表日】平成27年9月10日(2015.9.10)

【年通号数】公開・登録公報2015-057

【出願番号】特願2015-515231(P2015-515231)

【国際特許分類】

A 6 1 B 90/00 (2016.01)

B 2 5 J 9/10 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 19/00 5 0 2

B 2 5 J 9/10 A

【手続補正書】

【提出日】平成28年7月6日(2016.7.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 及び第 2 のマニピュレータアームと、

プロセッサとを含み、

各マニピュレータアームは、遠位部分と、近位ベースに結合され且つ前記遠位部分を前記近位ベースに対して無人操作で移動させるために構成される近位部分とを有し、各マニピュレータアームは、前記遠位部分と前記近位ベースとの間に複数の継手を有し、該複数の継手は、前記第 1 及び第 2 のマニピュレータアームの遠位部分状態のために或る範囲の継手状態を可能にするのに十分な自由度を備える継手空間を有し、

前記プロセッサは、前記第 1 のマニピュレータアームの第 1 の基準幾何学的構成及び前記第 2 のマニピュレータアームの第 2 の基準幾何学的構成を決定するように構成され、前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成は、作業空間内で関連付けられるマニピュレータアームと共に移動可能であり、且つ重なり合う運動の範囲を有し、

前記作業空間内の前記第 1 の基準幾何学的構成と前記第 2 の基準幾何学的構成との間の相対的状态を決定するように構成され、

所望の回避ベクトルを決定するように構成され、

前記作業空間内の前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の分離を維持するよう 1 つ又はそれよりも多くの継手の回避動作を計算するように構成され、該回避動作は、該回避動作が前記それぞれのマニピュレータアームと関連付けられるヤコビアンヤコビアンの零空間内に制約されるよう、前記所望の回避ベクトルに基づき、前記継手空間内で計算され、

該計算される動作に従って前記 1 つ又はそれよりも多くの継手を駆動させる、

ロボットシステム。

【請求項 2】

前記プロセッサは、前記相対的状态が前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の所望の隙間未満に応答するときに、前記相対的状态の前記決定に応答して前記回避動作を計算するように更に構成され、前記所望の回避ベクトルに沿う前記計算される動作は、隙間の増大に対応する、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 3】

前記相対的状态は、前記マニピュレータアームの前記作業空間に対応する三次元座標を用いて前記プロセッサによって決定される、請求項1に記載のロボットシステム。

【請求項 4】

前記プロセッサによる前記回避動作の計算は、前記マニピュレータアームの前記継手空間と前記作業空間との間の前記所望の回避ベクトルを変換することを含む、請求項1に記載のロボットシステム。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータアームの各々は、継手センサを含み、前記プロセッサによる前記相対的状态の前記決定は、前記第 1 及び第 2 のマニピュレータアームの各々のマニピュレータアームの前記継手センサからの継手センサデータを用いる、請求項1に記載のロボットシステム。

【請求項 6】

前記第 1 の基準幾何学的構成は、前記第 1 のマニピュレータアームの構成に対応するラインセグメントを含み、前記第 2 の基準幾何学的構成は、前記第 2 のマニピュレータアームの構成に対応するセグメントを含む、請求項1に記載のロボットシステム。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の各々は、複数のラインセグメントを含み、各ラインセグメントは、前記それぞれのマニピュレータアーム上の構成に対応し、

前記相対的状态を決定することは、

前記第 2 の基準幾何学的構成の前記複数のラインセグメントのうちの或るラインセグメントに最も近い、前記第 1 の基準幾何学的構成の前記複数のラインセグメントのうちの或るラインセグメントを決定することを更に含み、前記最も近いラインセグメントは、前記第 1 及び第 2 のマニピュレータアームの最も近い構成に対応し、

前記最も近いラインセグメントを通じて延びるよう前記回避ベクトルを計算することを更に含む、

請求項6に記載のロボットシステム。

【請求項 8】

前記プロセッサは、

前記回避動作を計算することが、

前記回避ベクトルの方向において適用されるときに前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の前記所望の距離を維持するのに十分な前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の反発力を計算すること、及び

前記回避ベクトルに沿って前記マニピュレータアームに適用される前記反発力に応答して前記継手の動作を計算すること、

を含むように更に構成される、

請求項5に記載のロボットシステム。

【請求項 9】

前記プロセッサは、

前記回避動作を計算することが、

前記回避ベクトルの方向において適用されるときに前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の前記所望の距離を維持するのに十分な第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の反発被命令速度を計算すること、及び

前記回避ベクトルに沿う前記マニピュレータアームのラインセグメントに適用される前記反発被命令速度に応答して前記継手の動作を計算すること、

を含むように更に構成される、

請求項5に記載のロボットシステム。

【請求項 10】

前記反発力は、前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の距離に反比例する大きさを有する、請求項8に記載のロボットシステム。

【請求項 11】

前記反発被命令速度は、前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の距離に反比例する大きさを有する、請求項 7 に記載のロボットシステム。

【請求項 1 2】

前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の前記相対的状态を決定することは、前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成の間の相対的位置、相対的速度、及び相対的加速度のいずれか又は全部を含む、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 1 3】

所望の遠位部分動作で前記遠位部分を移動させる操作命令を受信するための入力を更に含み、

前記プロセッサは、

前記操作命令に応答して前記継手の遠位部分変位動作を計算するように更に構成され、前記継手の前記遠位部分変位動作は、前記継手動作が前記ヤコビアンヤコビアンの零垂直空間に沿って内側に制約されるように計算され、前記零垂直空間は、前記零空間に対して直交し、

前記所望の遠位部分動作をもたらすために前記継手の前記計算される遠位部分変位動作に従って前記継手を駆動させるように更に構成される、

請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 1 4】

1 つ又はそれよりも多くの追加的なマニピュレータアームを更に含み、各アームは、移動可能な遠位部分と、前記近位ベースに結合される近位部分と、前記遠位部分と前記近位ベースとの間の複数の継手とを含み、該複数の継手は、前記 1 つ又はそれよりも多くの追加的なマニピュレータアームの各々のマニピュレータアームの遠位部分の状態のために或る範囲の異なる継手状態を可能にするのに十分な自由度を備える継手空間を有し、

前記プロセッサは、

前記第 1 及び第 2 の基準幾何学的構成を重なり合う運動の範囲を有する前記 1 つ又はそれよりも多くの追加的なマニピュレータアーム上の基準幾何学的構成を決定するように更に構成され、

前記作業空間内で重なり合う運動の範囲を有する基準幾何学的構成との間の相対的状态と、前記 1 つ又はそれよりも多くの追加的なマニピュレータアームの前記基準幾何学的構成と前記第 1 又は第 2 の基準幾何学的構成との間の所望の回避ベクトルとを決定するように更に構成され、

各マニピュレータアームの前記基準幾何学的構成の間の分離を維持するために 1 つ又はそれよりも多くの継手の前記回避動作を計算するように更に構成され、前記回避動作は、前記回避動作が前記ヤコビアンヤコビアンの前記零空間内に制約されるように前記継手空間内で計算され、

該計算される動作に従って前記 1 つ又はそれよりも多くの継手を駆動させることを更に含み、

請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 1 5】

各アームの前記遠位部分は、手術エンドエフェクタに対して遠位に延びる細長いシャフトを有する手術器具を含み或いはそれを解放可能に支持するように構成され、各器具シャフトは、手術中に遠隔中心について旋回し、前記 1 つ又はそれよりも多くの継手の前記回避動作は、前記継手の駆動中に前記遠隔中心の位置を維持するように計算される、請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 1 6】

各マニピュレータアームは、中間部分と各中間部分の遠位端にあるエンドエフェクタとを有する工具を支持するように構成され、前記中間部分は、前記近位部分の遠位に挿入軸に沿って延び、前記継手の少なくとも一部は、作業部位での前記エンドエフェクタの動作を促進するために、前記それぞれのマニピュレータアームの前記遠位部分が前記挿入軸に配置される遠隔中心について旋回するよう、前記近位ベースに対する前記遠位部分の動作を機械的に制約し、前記作業部位は、挿入開口を通じてアクセスされる、請求項 1 3 に記

載のロボットシステム。

【請求項 17】

各マニピュレータアームの複数の継手が、前記それぞれのマニピュレータアームの前記近位部分の遠位に配置され且つ前記遠位部分の近位に配置される遠隔球状中心継手を含み、該遠隔球状中心継手は、前記遠隔球状中心継手の関節が前記それぞれのマニピュレータアームの前記遠位部分を第1、第2、及び第3の遠隔中心軸について旋回させるよう機械的に制約され、前記第1、第2、及び第3の遠隔中心軸は、その遠隔中心と交差する、請求項16に記載のロボットシステム。

【請求項 18】

各マニピュレータアームの前記近位部分は、前記近位部分が移動するときに、その遠位部分がその遠隔中心について旋回するよう、前記近位ベースに対して機械的に制約される、請求項16に記載のロボットシステム。

【請求項 19】

各マニピュレータアームの前記1つ又はそれよりも多くの継手は、前記マニピュレータアームの遠位部分の近くに回転継手を含み、該回転継手は、前記挿入軸を前記遠位回転継手の軸について旋回させ、該軸は、前記遠隔中心を通じて延びる、請求項16に記載のロボットシステム。

【請求項 20】

前記エンドエフェクタの変位動作は、前記所望の遠位部分の変位動作をもたらすために前記遠位回転継手が駆動させられないように計算される、請求項19に記載のロボットシステム。

【請求項 21】

前記継手の前記回避動作は、1つ又はそれよりも多くのマニピュレータアームの少なくとも前記遠位回転継手を駆動させるように計算される、請求項20に記載のロボットシステム。

【請求項 22】

第1の継手が前記近位部分を前記近位ベースに結合させ、中間リンクが前記遠位部分の近位に並びに前記遠位部分に隣接して配置され、第2の継手をそれらの間に備え、前記第2の継手は、第2の継手軸についての回転に対して、前記中間リンクに対する前記遠位部分の動作を機械的に制約する回転継手を含み、前記第2の継手軸は、前記遠隔中心を通じて延びる前記挿入軸と交差するよう、前記第2の継手から遠位に前記中間部分軸に向かって延びる、請求項16に記載のロボットシステム。

【請求項 23】

前記エンドエフェクタ変位動作は、前記所望の遠位部分変位動作をもたらすために前記第2の継手が駆動させられないよう計算され、前記継手の前記回避動作は、1つ又はそれよりも多くのマニピュレータアームの前記第2の継手の駆動を含む、請求項22に記載のロボットシステム。

【請求項 24】

各マニピュレータアームの第1の継手が前記近位部分を前記近位ベースに結合させ、前記第1の継手は、各マニピュレータアームの前記遠位部分を支持する回転継手を含むことで、該回転継手の継手動作は、前記それぞれのマニピュレータアームの前記遠位部分を前記回転継手の旋回軸について旋回させ、前記旋回軸は、前記マニピュレータアームの前記挿入軸が前記遠隔中心に向かって方向付けられる遠位に先細る円錐に沿って移動するよう、前記回転継手から前記それぞれの遠隔中心を通じて延びる、請求項16に記載のロボットシステム。

【請求項 25】

前記プロセッサは、前記少なくとも1つの継手の前記被命令動作が、前記継手の前記計算される動作と共に、前記それぞれのマニピュレータアームと関連付けられるヤコビアンヤコビアンの零空間内にあるように、前記再構成命令に応答して前記複数の継手の動作を計算するように更に構成され、前記プロセッサは、前記再構築動作中に、前記遠位部分の所望の状態

を維持するために、前記少なくとも1つの継手の前記被命令動作中に前記計算される動作に従って前記継手を駆動させるように構成され、

前記プロセッサは、前記第1及び第2のマニピュレータアームの間の衝突を抑制しながら、前記所望の再構成動作さをもたらすために、前記相対的状态が、所望未満である前記第1及び第2のマニピュレータアームの幾何学的構成の間の分離に応答するときに、前記継手を前記計算される回避動作と同時に前記計算される再構成動作に従って駆動させるように構成される、

請求項24に記載のロボットシステム。

【請求項26】

前記第1の継手は、前記遠位部分が或る経路に沿って前記近位ベースに対して移動可能であるよう、前記近位部分を前記近位ベースに結合させ、前記経路は、前記前記経路に沿う前記近位部分の動作が、前記それぞれのマニピュレータアーム軸の前記遠位部分の前記挿入軸を、その遠隔中心に向かって方向付けられる遠位に先細る円錐に沿って旋回させるよう、円弧状又は実質的に円形である、請求項25に記載のロボットシステム。

【請求項27】

前記少なくとも1つの継手は、前記第1の継手であり、前記少なくとも1つの継手を駆動させることは、前記経路に沿って前記第1の継手を並進させることを含む、請求項26に記載のロボットシステム。

【請求項28】

第1及び第2のマニピュレータアームと、

該マニピュレータアームに結合されるプロセッサとを含み、

各マニピュレータアームは、遠位エンドエフェクタを有し、該遠位エンドエフェクタを近位ベースに対して無人操作で移動させるために構成され、各マニピュレータアームは、複数の運動学的に接合されるリンクを含み、該リンクは、作業空間内で移動可能であり、且つ前記第1及び第2のマニピュレータアームの前記遠位エンドエフェクタの状態のために前記それぞれのマニピュレータアームと関連付けられるヤコビアンヤコビアンの零空間を通じて或る範囲の運動を可能にするのに十分な自由度を有し、

前記プロセッサは、

前記第1のマニピュレータアームの第1の基準幾何学的構成及び第2のマニピュレータアームの第2の基準幾何学的構成を決定するように構成され、前記第1及び第2の基準幾何学的構成は、重なり合う前記作業空間内の運動の範囲を有し、

前記第1の基準幾何学的構成と前記第2の基準幾何学的構成との間の相対的状态を決定するように構成され、

前記第1及び第2の基準幾何学的構成の間の分離を維持するために前記それぞれのマニピュレータの前記リンクを運動学的に結合する1つ又はそれよりも多くの継手を駆動させることによって前記第1及び第2の基準幾何学的構成の間の回避ベクトルに沿って前記第1及び第2の基準幾何学的構成の一方又は両方の1つ又はそれよりも多くのリンクの回避動作を計算するように構成され、該回避動作は、前記継手の動作が前記ヤコビアンヤコビアンの零空間内にあるように計算され、

該計算される動作に従って前記リンクを移動させるように構成される、

ロボットシステム。

【請求項29】

所望のエンドエフェクタ動作で各遠位エンドエフェクタを移動させる操作命令を受信するための入力を更に含み、該入力ユーザインターフェース上に配置され、

前記プロセッサは、

前記操作命令に応答して前記リンクのエンドエフェクタの変位動作を計算するように更に構成され、前記リンクのエンドエフェクタの変位動作を計算することは、前記ヤコビアンヤコビアンの零垂直空間内の前記継手の動作を計算することを含み、前記零垂直空間は、前記零空間に対して直交し、

前記所望のエンドエフェクタ動作をもたらすために前記継手を駆動させることによって

前記リンクの前記計算されるエンドエフェクタ変位動作に従って前記リンクを移動させるように更に構成される、

請求項 2 8 に記載のロボットシステム。

【請求項 3 0】

前記プロセッサは、前記遠位エンドエフェクタの変位動作を計算するときに駆動させられない 1 つ又はそれよりも多くの継手の駆動を含むよう前記回避動作を計算するように更に構成される、請求項 2 9 に記載のロボットシステム。