

(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2016-185225
(P2016-185225A)

(43) 公開日 平成28年10月27日 (2016. 10. 27)

(51) Int.Cl.
A61B 90/10 (2016.01)

F I
A61B 19/00 510

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-66722 (P2015-66722)
(22) 出願日 平成27年3月27日 (2015. 3. 27)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 110000578
名古屋国際特許業務法人
(72) 発明者 奥田 英樹
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72) 発明者 高橋 稔
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

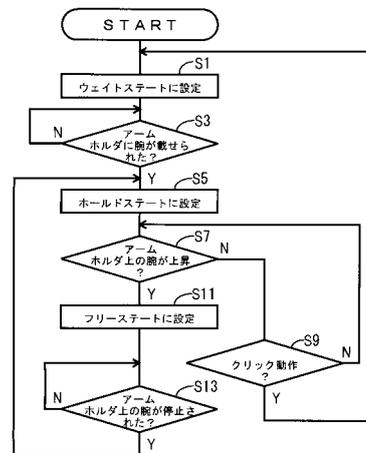
(54) 【発明の名称】 身体支持追従装置

(57) 【要約】

【課題】 載置部の移動を制限する動作態様である制限ステートと、前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステートとを、自動的に切り替えて設定する身体支持追従装置において、動作態様の切り替えに起因する作業者の不安を軽減すること。

【解決手段】 作業者の身体部分を支持する身体支持追従装置であって、前記身体部分が載置される載置部と、少なくとも1つの関節を有する支持部と、前記支持部における少なくとも1つの前記関節の機能を制限して前記載置部の移動を制限する動作態様である制限ステート (S1, S5) と、前記関節の機能を制限を解除して前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステート (S11) と、を実現するためのブレーキとを備え、前記動作態様を設定する設定処理には、クリック動作が身体部分によってなされたか否かを判断する処理 (S9) が含まれる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作業者の身体部分を支持する身体支持追従装置（ 1 ）であって、
 前記身体部分が載置される載置部（ 5 ）と、
 少なくとも 1 つの関節（ 3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 , 3 5 ）を有してその関節で屈曲することにより、前記載置部を少なくとも上下方向に移動可能に支持する支持部（ 3 ）と、
 前記支持部における少なくとも 1 つの前記関節の機能を制限して前記載置部の移動を制限する動作態様である制限ステートと、前記関節の機能の制限を解除して前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステートと、を実現するためのブレーキ（ 3 1 A , 3 2 A , 3 3 A ）と、
 前記解除ステートにおいて上方への付勢力を前記載置部に付与することによって、前記載置部を前記身体部分の移動に追従移動させるバランス機構（ 4 6 , 4 7 , 4 8 ）と、
 前記載置部に前記身体部分から加わる力、前記載置部に前記身体部分から加わるトルク、前記載置部の加速度、前記載置部の速度、前記載置部の位置、又は、前記載置部と前記身体部分との接触若しくは近接の、少なくともいずれか 1 つを検出する検出部（ 3 1 B , 3 2 B , 3 3 B , 4 5 ）と、
 前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様を設定する設定処理を実行する設定手段（ 7 ）と、

10

を備え、

前記載置部に対して前記作業者が前記身体部分を予め設定されたパターンに従って意図的に動かす動作をクリック動作として、前記設定手段による設定処理には、前記検出部による検出結果に基づいて前記クリック動作が前記身体部分によってなされたか否かを判断する処理が含まれることを特徴とする身体支持追従装置。

20

【請求項 2】

前記クリック動作は、前記作業者が前記身体部分によって前記載置部を上方以外の予め設定された所定方向に一旦押圧して直後に前記押圧を止める動作であることを特徴とする請求項 1 に記載の身体支持追従装置。

【請求項 3】

前記制限ステートとして、前記載置部に前記身体部分が載置されている状態に対応付けて設定されるホールドステートと、前記載置部に前記身体部分が載置されていない状態に対応付けて設定されるウェイトステートと、を備え、

30

前記設定手段は、前記動作態様として前記ホールドステートが設定されている場合、前記クリック動作がなされたと判断したときに、前記動作態様を前記ウェイトステートに設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の身体支持追従装置。

【請求項 4】

前記設定手段は、前記動作態様として前記制限ステートが設定されている場合に前記クリック動作がなされたと判断したとき、前記動作態様を前記解除ステートに設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の身体支持追従装置。

【請求項 5】

作業者の身体部分を支持する身体支持追従装置（ 1 ）であって、
 前記身体部分が載置される載置部（ 5 ）と、
 少なくとも 1 つの関節（ 3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 , 3 5 ）を有してその関節で屈曲することにより、前記載置部を少なくとも上下方向に移動可能に支持する支持部（ 3 ）と、
 前記支持部における少なくとも 1 つの前記関節の機能を制限して前記載置部の移動を制限する動作態様である制限ステートと、前記関節の機能の制限を解除して前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステートと、を実現するためのブレーキ（ 3 1 A , 3 2 A , 3 3 A ）と、
 前記解除ステートにおいて上方への付勢力を前記載置部に付与することによって、前記載置部を前記身体部分の移動に追従移動させるバランス機構（ 4 6 , 4 7 , 4 8 ）と、
 前記載置部に前記身体部分から加わる力、前記載置部に前記身体部分から加わるトルク

40

50

、前記載置部の加速度、前記載置部の速度、前記載置部の位置、又は、前記載置部と前記身体部分との接触若しくは近接の、少なくともいずれか1つを検出する検出部(31B, 32B, 33B, 45)と、

前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様を設定する設定手段(7)と、
を備え、

前記制限状態として、前記載置部に前記身体部分が載置されている状態に対応付けて設定されるホールド状態と、前記載置部に前記身体部分が載置されていない状態に対応付けて設定されるウェイト状態と、を備え、

前記設定手段は、前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様の設定を前記解除状態から前記ホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ホールド状態から前記解除状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ウェイト状態から前記ホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ホールド状態から前記ウェイト状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記解除状態から前記ウェイト状態へ切り替える切替処理、のうち少なくとも1つを実行し、前記設定を前記ウェイト状態から前記解除状態へ直接切り替える処理は実行しないことを特徴とする身体支持追従装置。

10

【請求項6】

前記設定手段は、前記動作態様として前記ホールド状態が設定されている場合に、前記検出部による検出結果が、前記身体部分が上げられた状態に対応する検出結果となったとき、前記動作態様を前記解除状態に設定することを特徴とする請求項5に記載の身体支持追従装置。

20

【請求項7】

前記載置部に対して前記作業者が前記身体部分を予め設定されたパターンに従って意図的に動かす動作をクリック動作として、少なくともいずれかの1つの前記切替処理を実行するか否か判断するための前記設定手段における処理は、前記検出部による検出結果に基づいて前記クリック動作が前記身体部分によってなされたか否かを判断する処理を含むことを特徴とする請求項5又は6に記載の身体支持追従装置。

【請求項8】

前記クリック動作は、前記作業者が前記身体部分によって前記載置部を上方以外の予め設定された所定方向に一旦押圧して直後に前記押圧を止める動作であることを特徴とする請求項7に記載の身体支持追従装置。

30

【請求項9】

前記動作態様として前記解除状態が設定されている場合に、前記載置部が静止された状態が所定時間継続したとき、前記設定手段は前記動作態様として前記制限状態を設定することを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の身体支持追従装置。

【請求項10】

前記載置部に載置される身体部分は、腕であることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の身体支持追従装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、作業者の身体部分を支持して追従移動する身体支持追従装置に関する。

【背景技術】

【0002】

脳神経外科手術等のように緻密な手作業を要求される作業では、作業者の腕(身体部分の一例)を支持する身体支持追従装置が用いられることがある。このような身体支持追従装置では、作業者が腕を動かしたいときには、腕が載置される載置部が当該腕に追従移動し、作業者が腕の位置を固定したいときには、前記載置部が固定されるのが望ましい。そこで、載置部の移動を制限する動作態様と、載置部の移動の制限を解除する動作態様とを、載置部に加わる力や載置部の動きに応じて自動的に切り替える技術が提案されている(

50

例えば、特許文献 1 参照。)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 18321 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、載置部に加わる力や載置部の速度がどのような閾値を超えたときにどの動作態様を設定すればよいかは、作業者によって異なる場合がある。その結果、作業者が意図しない動作態様が自動的に設定されることがあると、作業者は、当該身体支持追従装置を使用する際に不安を抱くことがある。

10

【0005】

そこで、本発明は、載置部の移動を制限する動作態様である制限ステートと、前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステートとを、自動的に切り替えて設定する身体支持追従装置において、動作態様の切り替えに起因する作業者の不安を軽減することを目的としてなされた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、作業者の身体部分を支持する身体支持追従装置 (1) であって、載置部 (5) と、支持部 (3) と、ブレーキ (31A , 32A , 33A) と、バランス機構 (46 , 47 , 48) と、検出部 (31B , 32B , 33B , 45) と、設定手段 (7) と、を備え、前記載置部に対して前記作業者が前記身体部分を予め設定されたパターンに従って意図的に動かす動作をクリック動作として、前記設定手段による設定処理には、前記検出部による検出結果に基づいて前記クリック動作が前記身体部分によってなされたか否かを判断する処理が含まれる。

20

【0007】

本発明では、載置部には身体部分が載置される。支持部は、少なくとも 1 つの関節 (31 , 32 , 33 , 34 , 35) を有してその関節で屈曲することにより、前記載置部を少なくとも上下方向に移動可能に支持する。ブレーキは、前記支持部における少なくとも 1 つの前記関節の機能を制限して前記載置部の移動を制限する動作態様である制限ステートと、前記関節の機能の制限を解除して前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除ステートと、を実現する。バランス機構は、前記解除ステートにおいて上方への付勢力を前記載置部に付与することによって、前記載置部を前記身体部分の移動に追従移動させる。このため、動作態様が解除ステートに設定されている場合、作業者が身体部分を移動させると、その身体部分の移動に追従して載置部も移動する。

30

【0008】

検出部は、前記載置部に前記身体部分から加わる力、前記載置部に前記身体部分から加わるトルク、前記載置部の加速度、前記載置部の速度、前記載置部の位置、又は、前記載置部と前記身体部分との接触若しくは近接の、少なくともいずれか 1 つを検出する。設定手段は、前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様を設定する設定処理を実行する。

40

【0009】

本発明では、この設定処理に、クリック動作が前記身体部分によってなされたか否かを、前記検出部による検出結果に基づいて判断する処理が含まれる。クリック動作とは、載置部に対して作業者が前記身体部分を予め設定されたパターンに従って意図的に動かす動作である。

【0010】

例えば、前記クリック動作は、作業者が前記身体部分によって載置部を上方以外の予め設定された所定方向に一旦押圧して直後に前記押圧を止める動作であってもよい。その場

50

合、このクリック動作がなされたか否かの判断に係る前記押圧されたか否か等を判断するためのパラメータ及び閾値や、前記「直後」の範囲を規定する時間は、載置部に載置される身体部分や、当該身体支持追従装置が使用される作業の繊細さ等に応じて適宜設定される。

【0011】

このようなクリック動作は、作業者が動作態様を設定するために意図的に行う動作である。このため、本発明では、作業者がクリック動作を行うことによって意図的に動作態様を切り替えることができ、作業者の不安を軽減することができる。

【0012】

なお、作業者が意図的に動作態様を切り替える構成としては、例えば、前記身体部分が腕である場合、作業者が足でペダルを踏んだことを検出するなどの構成も考えられるが、前記クリック動作は、載置部に載置された身体部分を用いて実行することができる。従って、作業者は前記身体部分の動作に専念することができ、作業者の不安を一層良好に軽減することができる。

10

【0013】

また、本発明は、作業者の身体部分を支持する身体支持追従装置(1)であって、載置部(5)と、支持部(3)と、ブレーキ(31A, 32A, 33A)と、バランス機構(46, 47, 48)と、検出部(31B, 32B, 33B, 45)と、設定手段(7)と、を備え、前記制限状態として、前記載置部に前記身体部分が載置されている状態に対応付けて設定されるホールド状態と、前記載置部に前記身体部分が載置されていない状態に対応付けて設定されるウェイト状態と、を備え、前記設定手段は、前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様の設定を前記解除状態から前記ホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ホールド状態から前記解除状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ウェイト状態から前記ホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記ホールド状態から前記ウェイト状態へ切り替える切替処理、前記設定を前記解除状態から前記ウェイト状態へ切り替える切替処理、のうち少なくとも1つを実行し、前記設定を前記ウェイト状態から前記解除状態へ直接切り替える処理は実行しないものであってもよい。

20

【0014】

この場合も、支持部は、少なくとも1つの関節(31, 32, 33, 34, 35)を有してその関節で屈曲することにより、身体部分が載置される載置部を少なくとも上下方向に移動可能に支持する。ブレーキは、前記支持部における少なくとも1つの前記関節の機能を制限して前記載置部の移動を制限する動作態様である制限状態と、前記関節の機能の制限を解除して前記載置部の移動の制限を解除する動作態様である解除状態と、を実現する。バランス機構は、前記解除状態において上方への付勢力を前記載置部に付与することによって、前記載置部を前記身体部分の移動に追従移動させる。このため、動作態様が解除状態に設定されている場合、作業者が身体部分を移動させると、その身体部分の移動に追従して載置部も移動する。

30

【0015】

検出部は、前記載置部に前記身体部分から加わる力、前記載置部に前記身体部分から加わるトルク、前記載置部の加速度、前記載置部の速度、前記載置部の位置、又は、前記載置部と前記身体部分との接触若しくは近接の、少なくともいずれか1つを検出する。設定手段は、前記検出部による検出結果に基づいて、前記動作態様を設定する。

40

【0016】

設定手段は、前記動作態様の設定を解除状態からホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定をホールド状態から解除状態へ切り替える切替処理、前記設定をウェイト状態からホールド状態へ切り替える切替処理、前記設定をホールド状態からウェイト状態へ切り替える切替処理、前記設定を解除状態からウェイト状態へ切り替える切替処理、のうち少なくとも1つを実行し、前記設定をウェイト状態から解除状態へ直接切り替える処理は実行しない。

50

【 0 0 1 7 】

ここで、ホールド状態とは、前記制限状態の1つの形態であって、載置部に身体部分が載置されている状態に対応付けて設定される。一方、ウェイト状態とは、前記制限状態の1つの形態であって、載置部に身体部分が載置されていない状態に対応付けて設定される。このため、作業者が載置部から身体部分を離している状態に対応するウェイト状態から、作業者が載置部に身体部分を載置して載置部を追従移動させる解除状態へ、作業者の意図に反して自動的に切り替えられると、作業者は不安を抱く場合がある。そこで、本発明における設定手段は、ウェイト状態から解除状態への直接的な切替処理を実行せず、動作態様に係る他の切替処理（例えば解除状態からホールド状態への切替処理等）の少なくとも1つを実行する。このため、動作態様の設定がウェイト状態から解除状態へ作業者の意図に反して自動的に切り替えられるのを抑制して、作業者の不安を軽減することができる。

10

【 0 0 1 8 】

なお、この欄及び特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明が適用された第1実施形態の身体支持追従装置を表す模式図である。

【 図 2 】 その身体支持追従装置のアームホルダの構成を表す模式図である。

【 図 3 】 その身体支持追従装置における設定処理を表すフローチャートである。

【 図 4 】 その設定処理に応じた状態変化を表す状態遷移図である。

【 図 5 】 第2実施形態における設定処理を表すフローチャートである。

【 図 6 】 その設定処理に応じた状態変化を表す状態遷移図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明が適用された実施形態について、図面を用いて説明する。なお、以下に示す各実施形態では、手術を行う作業者としての医師の、身体部分としての腕（具体的には前腕）を支持する装置について説明するが、本発明の身体支持追従装置は精密機械の製造作業等にも応用可能で、腕の他、手、指、足、顎、臀部等を支持してもよい。

30

【 0 0 2 1 】

[1 . 第 1 実施形態]

[1 - 1 . 構成]

図1に模式的に示すように、本発明が適用された第1実施形態の身体支持追従装置1は、多関節アーム3と、その多関節アーム3の先端に取り付けられたアームホルダ5と、それらを制御する状態判定コンピュータ7とを備えている。多関節アーム3は、アームホルダ5に作用する外力に応じてアームホルダ5を移動可能に支持する移動機構であって、5つの関節31, 32, 33, 34, 35を有して5自由度に構成されている。なお、関節31~35はいずれも回転関節である。

【 0 0 2 2 】

多関節アーム3は、手術室の床F鉛直に固定されたベース部41を備え、そのベース部41によって次のように全体が支持されている。すなわち、ベース部41の上端には、関節31を介して肩部42が鉛直軸回りに回転可能に接続されている。なお、ベース部41は、図示しないキャスタによって床Fの上を容易に移動可能に構成されている。キャスタには、周知のストッパが設けられ、ベース部41は床Fの上における所望の位置に固定的に配置可能となっている。また、関節31には、その関節31におけるベース部41と肩部42との回転を抑制する電磁ブレーキからなるブレーキ31Aと、ベース部41に対する肩部42の回転量を検出するエンコーダ31Bとが設けられている。

40

【 0 0 2 3 】

肩部42の上端には、関節32を介して第1腕部43の一端が水平軸回りに回転可能に

50

接続されている。なお、第1腕部43は、2本の棒材の両端が上下方向に一定間隔に維持された平行リンク機構として構成され、上側の棒材の一端が関節32に接続されている。第1腕部43の他端には、同様の平行リンク機構として構成された第2腕部44の一端が、関節33を介して水平軸回りに回動可能に接続されている。第2腕部44の他端には、水平軸回りに回転可能な関節34とその関節34とは回転軸が直交する関節35とを介して、アームホルダ5が接続されている。なお、アームホルダ5は、力センサ45を介して関節35に接続されており、力センサ45はアームホルダ5に加わる3軸方向の力と3軸回りのトルクとを検出している。

【0024】

また、関節32, 33にも、関節31と同様に、ブレーキ32A, 33Aとエンコーダ32B, 33Bとが設けられている。更に、関節33と第1腕部43, 第2腕部44の間には、バネ46, 47が設けられ、第1腕部43は関節32を突き抜けて延びていてその部分にカウンタウエイト48が設けられている。このバネ46, 47とカウンタウエイト48とは、アームホルダ5に医師の腕が載置されたとき、アームホルダ5及び多関節アーム3に加わる力のバランスを取るものである。

【0025】

すなわち、バネ46, 47とカウンタウエイト48とから加わる付勢力が、アームホルダ5の自重、医師の腕の自重、及び、多関節アーム3の自重の和と釣り合うことにより、アームホルダ5が支持される。ここで、上方への付勢力と前記各自重による下方への力とは、完全に釣り合うのが理想であるが、医師の手が患者の患部の上方から作業を行うことを考慮して、安全方向である上方へ、アームホルダ5を極めて弱い力で付勢するように設定されている。また、この付勢により、アームホルダ5は腕に下方から圧接され、両者の間に摩擦力が作用することによって、アームホルダ5は腕に追従移動する。

【0026】

次に、図2に示すように、アームホルダ5は、上方が開いた形状(断面U字形)に構成され、載置面(底面)54に載置された腕を左右両側から挟む壁51, 52を備える。また、アームホルダ5は、載置される腕の長手方向(矢印Yで示す方向であり、以下「腕軸方向」ともいう。)における肘側に、肘位置規制部材53を備える。アームホルダ5における腕軸方向の掌側は、前腕が載置面54に載置されるときに障害とならないように開放されている。左右の壁51, 52及び肘位置規制部材53は、剛性の高い材料で形成されており、アームホルダ5に載置された腕の水平方向における左右両側及び肘側への移動(アームホルダ5に対する相対移動)を制限する。なお、左右の壁51, 52と肘位置規制部材53とは、異なる材料で形成されてもよい。

【0027】

図1に示すように、ステート判定コンピュータ7は、CPU71, ROM72, RAM73を備えた電子制御回路を内蔵している。また、ステート判定コンピュータ7には、前述の各エンコーダ31B, 32B, 33B及び力センサ45による検出信号が入力され、その検出信号に基づいて、ステート判定コンピュータ7は、各ブレーキ31A, 32A, 33Aの状態を次のように制御する。

【0028】

[1-2. 処理]

次に、ステート判定コンピュータ7では、身体支持追従装置1の電源が投入されると、ROM72に記憶されたプログラムに基づいてCPU71が次のような設定処理を実行する。以下、この設定処理について、図3のフローチャートを用いて説明する。

【0029】

図3に示すように、この処理では、先ず、S1(Sはステップを表す:以下同様)にて、ステート(すなわち動作態様)がウェイトステートに設定される。このウェイトステートは、腕がアームホルダ5に載置されていない状態を想定しており、各関節31, 32, 33がブレーキ31A, 32A, 33Aにより制動される(以下、各軸ブレーキONともいう)。従って、このウェイトステートでは、各軸ブレーキがONにされているため、ア

10

20

30

40

50

ームホルダ 5 から医師が腕を外しても、ームホルダ 5 の位置は固定されている。但し、関節 3 4 , 3 5 にはブレーキがないため、ームホルダ 5 の角度は自由に調整することができる。

【 0 0 3 0 】

続く S 3 では、エンコーダ 3 1 B , 3 2 B , 3 3 B 及び力センサ 4 5 による検出信号のいずれか 1 つ又は複数に基づいて、ームホルダ 5 に医師の腕が載置されたか否かが判断される。この S 3 における腕が載置されたとの判断は、例えば、ームホルダ 5 に下方方向に加わる力が、腕の自重とみなせる所定値 F 1 以上の状態に、所定時間 T 1 以上維持された場合になされる。なお、この処理で参照される前記検出信号やその閾値は、例えば前述の特許文献 1 等に記載のような周知のアルゴリズムに基づいて適宜選択されればよい。特に、所定値 F 1 , 所定時間 T 1 等に係るしきい値等は、当該身体支持追従装置 1 が使用される手術の種類に応じた値に設定されるのが望ましい。この点は、後述の処理における所定値, 所定時間, 所定速度等も同様である。S 3 にて、ームホルダ 5 に腕が載置されていないと判断された場合は (S 3 : N)、処理はそのまま S 3 にて待機し、ームホルダ 5 に腕が載置されたと判断された場合は (S 3 : Y)、処理は S 5 へ移行する。

10

【 0 0 3 1 】

S 5 では、ステートがホールドステートに設定される。このホールドステートは、医師がームホルダ 5 の位置を固定し、そのームホルダ 5 の上に腕を載置して手術をしようとしている状態を想定しており、各軸ブレーキが ON とされる。このステートが設定されることにより、医師は、位置が固定されたームホルダ 5 の上で腕を動かして微細な手術を行うことができる。

20

【 0 0 3 2 】

S 5 に続く S 7 では、ームホルダ 5 に載置された腕が上昇されたか否かが判断される。この S 7 における腕が上昇されたとの判断は、例えば、ームホルダ 5 に下方方向に加わる力が、0 とみなせる所定値 F 2 以下の状態に、所定時間 T 2 以上維持された場合になされる。S 7 にて、腕が上昇されていないと判断された場合は (S 7 : N)、処理は S 9 へ移行する。S 9 では、クリック動作がなされたか否かが判断される。クリック動作とは、ームホルダ 5 が腕で軽く下方に小突かれる動作をいう。このため、クリック動作がなされたとの判断は、例えば、ームホルダ 5 に下方に加わる力が、一旦、腕によって押圧されたときとみなせる所定値 F 3 以上となり、所定時間 T 3 以内にその力が 0 とみなせる前記所定値 F 2 以下となった場合になされる。S 9 にて、クリック動作がなされていないと判断された場合は (S 9 : N)、処理は前述の S 7 へ移行する。

30

【 0 0 3 3 】

すなわち、ステートがホールドステートに設定されている間は (S 5)、ームホルダ 5 に載置された腕が上昇されたか否かの判断と (S 7)、クリック動作がなされたか否かの判断とが (S 9)、繰り返し実行される。そして、S 7 , S 9 のループ処理中に、クリック動作がなされたと判断されると (S 9 : Y)、処理は前述の S 1 へ移行して、ステートがウェイトステートに設定される。

【 0 0 3 4 】

一方、S 7 , S 9 のループ処理中に、ームホルダ 5 に載置された腕が上昇されたと判断されると (S 7 : Y)、処理は S 1 1 へ移行する。S 1 1 では、ステートがフリーステート (解除ステートの一例) に設定される。このフリーステートは、医師がームホルダ 5 を腕に追従移動させようとしている状態を想定しており、各関節 3 1 , 3 2 , 3 3 のブレーキ 3 1 A , 3 2 A , 3 3 A による制動が解除される (以下、各軸ブレーキ OFF ともいう)。従って、このフリーステートでは、各軸ブレーキが OFF にされているため、医師が腕を動かせばームホルダ 5 は腕に追従移動する。しかも、前述のようにームホルダ 5 から腕に加わる力は極めて小さく、ブレーキ 3 1 A , 3 2 A , 3 3 A の摺動抵抗も小さいので、医師は腕にそれ程力を加えなくてもその腕にームホルダ 5 を追従移動させることができる。

40

【 0 0 3 5 】

50

S 1 1 に続く S 1 3 では、アームホルダ 5 に載置された腕が停止されたか否かが判断される。この S 1 3 における腕が停止されたとの判断は、アームホルダ 5 の移動速度が、0 とみなせる所定速度 V 1 以下の状態に所定時間 T 4 以上維持された場合になされる。その場合、アームホルダ 5 の移動速度は、各エンコーダ 3 1 B , 3 2 B , 3 3 B の検出信号に基づいて算出される。S 1 3 にて、腕が停止されていないと判断された場合は (S 1 3 : N)、処理はそのまま S 1 3 にて待機し、腕が停止されたと判断された場合は (S 1 3 : Y)、処理は前述の S 5 へ移行して、ステートがホールドステートに設定される。

【 0 0 3 6 】

以上の設定処理をステート判定コンピュータ 7 が実行することにより、身体支持追従装置 1 のステートは次のように遷移する。すなわち、図 4 に示すように、電源投入時にはステートがウェイトステートに設定され (S 1)、各軸ブレーキが ON である。そして、ステートがウェイトステートに設定されているときに、アームホルダ 5 に腕が載せられると (S 3 : Y)、ステートはホールドステートに設定される (S 5)。

10

【 0 0 3 7 】

ホールドステートでも、各軸ブレーキは ON である。そして、ホールドステートが設定されている場合に、腕が上げられると (S 7 : Y)、フリーステートが設定される (S 1 1)。フリーステートでは、各軸ブレーキが OFF であり、医師はアームホルダ 5 を腕に追従移動させることができる。そして、フリーステートが設定されている場合に、腕の動きが止まると (S 1 3 : Y)、前述のホールドステートが設定される (S 5)。一方、ホールドステートが設定されている場合に、クリック動作がなされると (S 9 : Y)、前述

20

【 0 0 3 8 】

なお、図 1 に示すようにステート判定コンピュータ 7 にはロックボタン 9 0 が接続されている。このロックボタン 9 0 は、アームホルダ 5 に設けられてもよく、フットスイッチ等として設けられてもよい。ロックボタン 9 0 が押下されると、図 3 の設定処理とは別ルーチンの処理により、それまで設定されていたステートがウェイトステート、ホールドステート、フリーステートのいずれであっても、強制的にステートがロックステートに設定される。このロックステートは、アームホルダ 5 にどのような力が加わっても、各軸ブレーキが ON に維持される。そして、ステートがロックステートであるときにロックボタン 9 0 が押下されると、ステートがウェイトステートに設定される。

30

【 0 0 3 9 】

本実施形態において、フリーステートが解除ステートの一例であり、ウェイトステート、ホールドステート、ロックステートがいずれも制限ステートの一例である。また、バネ 4 6 , 4 7 及びカウンタウェイト 4 8 はバランス機構の一例に、エンコーダ 3 1 B , 3 2 B , 3 3 B 及び力センサ 4 5 は検出部の一例に、ステート判定コンピュータ 7 は設定手段の一例に、多関節アーム 3 は支持部の一例に、アームホルダ 5 は載置部の一例に、それぞれ相当する。

【 0 0 4 0 】

[1 - 3 . 効果]

以上詳述した第 1 実施形態によれば、以下の効果が得られる。

40

[1 A] 医師がアームホルダ 5 を追従移動させようとして腕を上げると (S 7 : Y)、ステートがフリーステートに設定され (S 1 1)、アームホルダ 5 が腕に追従移動するようになる。また、医師が腕の動きを止めると (S 1 3 : Y)、ステートがホールドステートに設定され (S 5)、アームホルダ 5 がその位置に固定される。このため、医師は円滑に手術を行うことができる。

【 0 0 4 1 】

[1 B] また、ステートがホールドステート又はフリーステートに設定されている場合、腕がアームホルダ 5 に載置されていない状態に対応するウェイトステートは、クリック動作がなされるかロックボタン 9 0 が押下されるかしない限り設定されない。クリック動作もロックボタン 9 0 の押下も、医師が意図的に行う動作である。このため、医師は、自

50

分の意図に反してウェイトステートが設定されてしまう懸念を抱く必要がなくなる。従って、本実施形態では、医師の不安を良好に軽減することができる。しかも、前記クリック動作は、最後は腕を上げる方向に力を入れるように予め設定されたパターンに従う動作であるので、医師は、安心してクリック動作を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

[1 C] 更に、フリーステートは、ホールドステートが設定されている状態からしか設定することができず、ウェイトステートが設定されている状態から直接フリーステートが設定されることはない。腕がアームホルダ 5 に載置されていない状態に対応するウェイトステートから、アームホルダ 5 を追従移動させるフリーステートへ、医師の意図に反してステートが直接切り替えられると、医師は不安を抱く場合があるが、本実施形態ではその

10

【 0 0 4 3 】

[2 . 第 2 実施形態]

[2 - 1 . 処理]

第 2 実施形態の身体支持追従装置 1 は、構成は第 1 実施形態と同様であるが、ステート判定コンピュータ 7 における設定処理が以下のように異なる。以下、第 2 実施形態におけるステート判定コンピュータ 7 の設定処理について、図 5 のフローを用いて説明する。なお、第 2 実施形態はこのように設定処理のみが第 1 実施形態と異なる。このため、第 1 実施形態及び第 2 実施形態は、1 つの身体支持追従装置 1 における 2 種類の処理形態として、医師が動作モードの設定等によっていずれか一方の処理を選択可能であってもよい。

20

【 0 0 4 4 】

この設定処理は、冒頭の S 1 ~ S 5 は第 1 実施形態の処理と同様であるが、S 5 にてホールドステートが設定されると、続く S 2 9 にて、クリック動作がなされたか否かが判断される。そして、S 2 9 にて、クリック動作がなされていないと判断された場合は (S 2 9 : N)、処理はそのまま S 2 9 にて待機し、クリック動作がなされたと判断された場合は (S 2 9 : Y)、処理は第 1 実施形態と同様の S 1 1 , S 1 3 へ順次移行する。

【 0 0 4 5 】

すなわち、クリック動作がなされると (S 2 9 : Y)、第 1 実施形態の S 1 1 と同様にフリーステートが設定され、続く S 1 3 にて、腕が停止されるまで処理が待機する (S 1 3 : N)。そして、アームホルダ 5 に載置された腕が停止されると (S 1 3 : Y)、第 1

30

【 0 0 4 6 】

以上の設定処理をステート判定コンピュータ 7 が実行することにより、身体支持追従装置 1 のステートは次のように遷移する。すなわち、図 6 に示すように、電源投入時にはステートがウェイトステートに設定され (S 1)、各軸ブレーキが ON である。そして、ステートがウェイトステートに設定されているときに、アームホルダ 5 に腕が載せられると (S 3 : Y)、ステートはホールドステートに設定される (S 5)。

【 0 0 4 7 】

ホールドステートでも、各軸ブレーキは ON である。そして、ホールドステートが設定されている場合に、クリック動作がなされると (S 2 9 : Y)、フリーステートが設定される (S 1 1)。フリーステートでは、各軸ブレーキが OFF であり、医師はアームホルダ 5 を腕に追従移動させることができる。そして、フリーステートが設定されている場合に、腕の動きが止まると (S 1 3 : Y)、前述のホールドステートが設定される (S 5)。

40

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態でも、ロックボタン 9 0 が押下されると、図 5 の設定処理とは別ルーチンの処理により、それまで設定されていたステートがウェイトステート、ホールドステート、フリーステートのいずれであっても、強制的にステートがロックステートに設定される。また、ステートがロックステートであるときにロックボタン 9 0 が押下されると、ステートがウェイトステートに設定される。

50

【 0 0 4 9 】

[2 - 3 . 効果]

以上詳述した第2実施形態によれば、第1実施形態における[1 C]の効果に加えて、以下の効果が得られる。

【 0 0 5 0 】

[2 A] 医師がアームホルダ5を追従移動させたい場合、クリック動作を行うと(S 2 9 : Y)、ステートがフリーステートに設定され(S 1 1)、アームホルダ5が追従移動するようになる。また、医師が腕の動きを止めると(S 1 3 : Y)、ステートがホールドステートに設定され(S 5)、アームホルダ5がその位置に固定される。このため、医師は、意図的にクリック動作をしてアームホルダ5を移動させながら、円滑に手術を行うことができる。このため、医師は、自分の意図に反してフリーステートが設定されてしまう懸念を抱く必要がなくなる。従って、本実施形態でも、医師の不安を良好に軽減することができる。しかも、前記クリック動作は、最後は腕を上げる方向に力を入れるように予め設定されたパターンに従う動作であるので、医師は、安心してクリック動作を行うことができる。

10

【 0 0 5 1 】

[2 B] ステートがホールドステート又はフリーステートに設定されている場合、腕がアームホルダ5に載置されていない状態に対応するウェイトステートは、ロックボタン90が押下されない限り設定されない。また、フリーステートは、ホールドステートが設定されている場合にクリック動作がなされない限り設定されない。このため、医師は、自分の意図に反してフリーステート又はウェイトステートが設定されてしまう懸念を抱く必要がなくなる。従って、本実施形態では、医師の不安を良好に軽減することができる。

20

【 0 0 5 2 】

[2 C] このように、本実施形態では、各軸ブレーキがONとされるホールドステートに、ステートを安定して維持することができる。すなわち、ホールドステートからフリーステートへ切り替える場合も、ホールドステートからウェイトステートへ切り替える場合も、いずれも医師の意図的な操作が必要となる。従って、この第2実施形態の設定処理は、第1実施形態の設定処理に比べて、アームホルダ5を一定の位置に固定する機会が多い静的な手術に向いている。逆に第1実施形態の設定処理は、アームホルダ5を動かしては止める動作を繰り返す動的な手術に向いている。

30

【 0 0 5 3 】

[3 . 他の実施形態]

[3 A] ウェイトステートやホールドステートでは、ブレーキ31A, 32A, 33Aは必ずしも多関節アーム3を完全に固定する必要はなく、多少動くように固定してもよい。更に、前記各実施形態では、ブレーキ31A, 32A, 33Aをウェイトステートでもホールドステートでも同様に制御しているが、ブレーキ31A, 32A, 33Aの制動力を両ステートで異ならせてもよい。

【 0 0 5 4 】

[3 B] 前記各実施形態では、フリーステートにおいて上方への付勢力をアームホルダ5に付与して腕に追従移動させるバランス機構を、バネ46, 47及びカウンタウェイト48によって構成しているが、これに限定されるものではない。例えば、バランス機構は、複数のカウンタウェイトを用いることによってバネは使わずに構成されてもよく、バネのみによって構成されてもよく、他の手段を用いて構成されてもよい。

40

【 0 0 5 5 】

[3 C] 前記各実施形態では、検出部としてのエンコーダ31B, 32B, 33B及び力センサ45からの検出信号に基づいてステートが設定されるが、これに限定されるものではない。例えば、検出部としては、腕がアームホルダ5に載置されたことを静電容量の変化や光路の遮断等によって検出するセンサも用いられてもよい。すなわち、いわゆる接触センサや近接センサが検出部として用いられてもよい。その場合、腕がアームホルダ5に軽く一回接触して離れた動作もクリック動作として検出したり、腕がアームホルダ5に

50

近接して離れた動作もクリック動作として検出したりすることが可能となる。

【0056】

[3D] 前記各実施形態の設定処理は、いずれもクリック動作がなされたか否かを判断する処理を有しているが、これに限定されるものではない。クリック動作がなされたか否かの判断の代わりに、前記特許文献1に開示されているような周知の判断がなされたとしても、前記各実施形態では、ウェイトステートが設定されている状態から直接フリーステートが設定されることはない。従って、前記[1C]の効果は生じる。

【0057】

[3E] 前記各実施形態では、ウェイトステートとフリーステートの直接的な切替ができないが、これに限定されるものではない。例えば、フリーステートにおいて腕が素早く上げられた場合、ステートはフリーステートからウェイトステートへ直接切り替えられてもよい。なお、腕が素早く上げられたとの判断は、アームホルダ5に下方方向に加わる力の変化速度(すなわち時間微分)が所定値-A(Aは正の値)未満である場合になされてもよい。その場合、身体支持追従装置1の安全性が向上する場合がある。また、ウェイトステートにおいてクリック動作がなされた場合に、ステートはウェイトステートからフリーステートへ直接切り替えられてもよい。

10

【0058】

[3F] 前記各実施形態では、クリック動作を、アームホルダ5が腕で軽く下方に小突かれる動作としたが、これに限定されるものではない。例えば、腕を一旦上に上げた後、アームホルダ5を下方に押圧して直後に腕を上げる動作をクリック動作としてもよい。また、アームホルダ5を下方に押圧して直後に腕を上げる動作が2回繰り返されること(いわゆるダブルクリック)をクリック動作としてもよい。また、アームホルダ5を左右方向又は肘側に押下して直後に腕を上げる動作をクリック動作としてもよい。

20

【0059】

[3G] 前記各実施形態では、制限ステートとしてホールドステートとウェイトステートとを備えているが、これに限定されるものではない。例えば、第2実施形態において、ウェイトステートを備えず、制限ステートとしてはホールドステートのみを備えるようにしてもよい。その場合、ステート(すなわち動作態様)が2種類のみとなり、装置の操作が簡略化して誤操作を抑制できる場合がある。

30

【0060】

[3H] 前記実施形態における1つの構成要素が有する機能を複数の構成要素として分散させたり、複数の構成要素が有する機能を1つの構成要素に統合させたりしてもよい。また、前記実施形態の構成の少なくとも一部を、同様の機能を有する公知の構成に置き換えてもよい。また、前記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、前記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の前記実施形態の構成に対して付加又は置換してもよい。なお、特許請求の範囲に記載した文言のみによって特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本発明の実施形態である。

40

【0061】

[3I] 上述した身体支持追従装置の他、当該身体支持追従装置を構成要素とするシステム、当該身体支持追従装置における設定手段としてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した媒体、身体支持追従装置の設定方法など、種々の形態で本発明を実現することもできる。

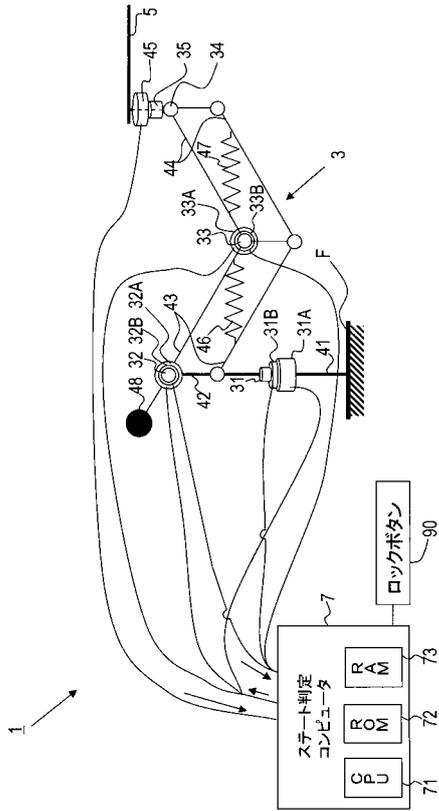
【符号の説明】

【0062】

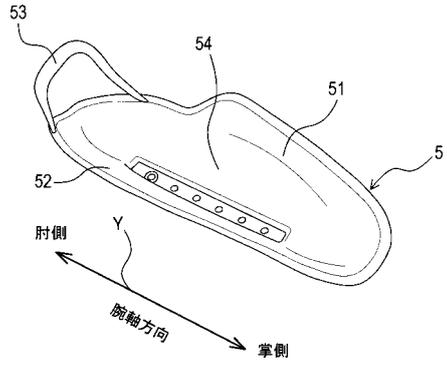
- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 ... 身体支持追従装置 | 3 ... 多関節アーム |
| 5 ... アームホルダ | 7 ... ステート判定コンピュータ |
| 31, 32, 33, 34, 35 ... 関節 | 31A, 32A, 33A ... ブレーキ |
| 31B, 32B, 33B ... エンコーダ | 45 ... 力センサ |
| 46, 47 ... パネ | 48 ... カウンタウェイト |
| 90 ... ロックボタン | |

50

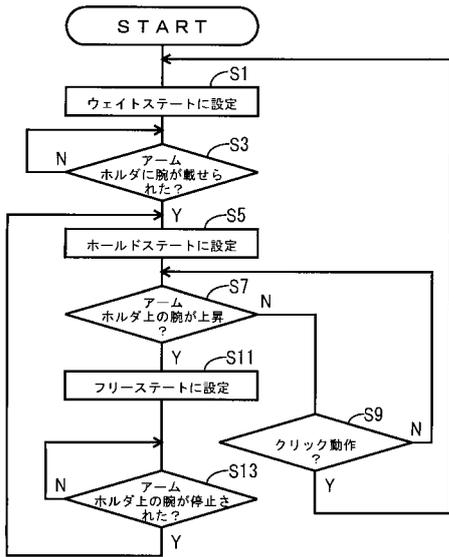
【図1】



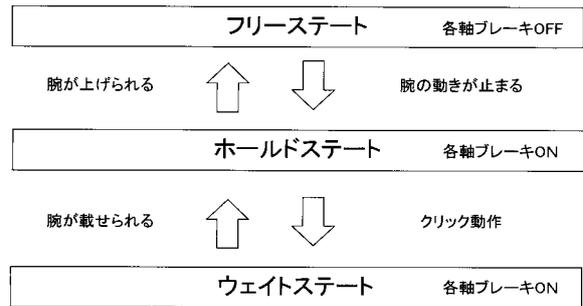
【図2】



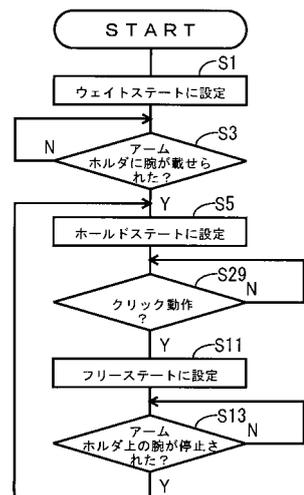
【図3】



【図4】



【図5】



【 図 6 】

