

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6532531号
(P6532531)

(45) 発行日 令和1年6月19日(2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 5 J 9/10 (2006.01)	B 2 5 J 9/10 A
B 2 5 J 17/00 (2006.01)	B 2 5 J 17/00 G

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2017-522795 (P2017-522795)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成27年6月9日(2015.6.9)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/066637		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02016/199228	(74) 代理人	100118913
(87) 国際公開日	平成28年12月15日(2016.12.15)		弁理士 上田 邦生
審査請求日	平成30年5月16日(2018.5.16)	(74) 代理人	100142789
			弁理士 柳 順一郎
		(74) 代理人	100163050
			弁理士 小栗 真由美
		(74) 代理人	100201466
			弁理士 竹内 邦彦
		(72) 発明者	飯田 雅敏
			東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用マニピュレータ制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンドエフェクタを移動させる関節部と、張力伝達部材を介して前記関節部を駆動する駆動部とを備える医療用マニピュレータの数式モデルを記憶する記憶部と、

該記憶部に記憶された数式モデルと、前記駆動部に入力された目標指令信号と、該目標指令信号によって前記駆動部が駆動されたときに、前記張力伝達部材にかかる張力とに基づいて、前記関節部に作用する負荷を推定する負荷推定部と、

該負荷推定部により推定された負荷と、前記駆動部の駆動量とに基づいて、前記関節部の実際の移動量を推定する移動量推定部と、

該移動量推定部により推定された前記関節部の実際の移動量と、無負荷の場合の前記関節部の目標移動量とに基づいて、前記駆動部に対して出力する指令信号を補正する補正部とを備える医療用マニピュレータ制御装置。

【請求項2】

前記補正部は、前記負荷推定部により推定された負荷が変化した場合に、前記指令信号を補正する請求項1に記載の医療用マニピュレータ制御装置。

【請求項3】

前記補正部は、前記関節部に作用する負荷が減少したときに、前記指令信号を減少させるように補正する請求項2に記載の医療用マニピュレータ制御装置。

【請求項4】

前記エンドエフェクタが開閉可能な把持部を備え、該把持部の開閉情報が入力され、

10

20

前記補正部が、入力された前記開閉情報に基づいて前記指令信号を補正する請求項 3 に記載の医療用マニピュレータ制御装置。

【請求項 5】

前記補正部は、前記負荷推定部により推定された負荷の時間変化から負荷の変化を検出する請求項 2 または請求項 3 に記載の医療用マニピュレータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療用マニピュレータ制御装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

長尺の挿入部の先端に配置したエンドエフェクタおよび関節部を、挿入部の基端側に配置した駆動部によって、挿入部内に配置したワイヤを介して駆動する医療用マニピュレータが知られている（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】米国特許第 7 0 9 0 6 8 3 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

特許文献 1 の医療用マニピュレータは、挿入部の基端側に配置した駆動部を指令信号に従って制御するものである。

エンドエフェクタが組織を把持したり組織に当たったりして関節部に負荷がかかると、ワイヤにかかる張力によってワイヤが伸びるため、駆動部においては指令信号通りに駆動されていても、先端の関節部は移動できず、目標位置と実際の位置とが異なってしまい、正確な位置に移動させることができない。

【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、エンドエフェクタにかかる負荷が変動しても関節部を精度よく駆動することができる医療用マニピュレータ制御装置を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、エンドエフェクタを移動させる関節部と、張力伝達部材を介して前記関節部を駆動する駆動部とを備える医療用マニピュレータの数式モデルを記憶する記憶部と、該記憶部に記憶された数式モデルと、前記駆動部に入力された目標指令信号と、該目標指令信号によって前記駆動部が駆動されたときに、前記張力伝達部材にかかる張力とに基づいて、前記関節部に作用する負荷を推定する負荷推定部と、該負荷推定部により推定された負荷と、前記駆動部の駆動量とに基づいて、前記関節部の実際の移動量を推定する移動量推定部と、該移動量推定部により推定された前記関節部の実際の移動量と、無負荷の場合の前記関節部の目標移動量とに基づいて、前記駆動部に対して出力する指令信号を補正する補正部とを備える医療用マニピュレータ制御装置である。

40

【0007】

本態様によれば、目標指令信号が駆動部に入力されると、駆動部が駆動され、張力伝達部材に張力が発生して関節部が動作させられてエンドエフェクタが移動させられる。張力伝達部材に発生している張力が検出されると、負荷推定部により、検出された張力と、記憶部に記憶されている数式モデルと、目標指令信号とに基づいて、関節部に作用する負荷が推定される。そして、推定された負荷と駆動部の駆動量とに基づいて移動量推定部により関節部の実際の移動量が推定される。

【0008】

50

駆動部により張力伝達部材を介して関節部を駆動する場合には、関節部の実際の移動量は、関節部に作用する負荷によって異なってくるので、補正部により指令信号を補正することにより、負荷が存在していても無負荷の目標移動量に近づけるように関節部を駆動しエンドエフェクタを移動させることができる。

【0009】

上記態様においては、前記補正部は、前記負荷推定部により推定された負荷が変化した場合に、前記指令信号を補正してもよい。

このようにすることで、負荷の変動に合わせて、無負荷の目標移動量に近づくように関節部を駆動することができる。

【0010】

また、上記態様においては、前記補正部は、前記関節部に作用する負荷が減少したときに、前記指令信号を減少させるように補正してもよい。

関節部に負荷が作用している場合に、補正部は、駆動部に無負荷の場合よりも大きな指令信号を出力させているので、そのままの指令信号では、関節部に作用する負荷が減少したときには、移動させ過ぎになる。本態様によれば、負荷が減少したときには指令信号を減少させて関節部の移動させ過ぎを防止することができる。

【0011】

また、上記態様においては、前記エンドエフェクタが開閉可能な把持部を備え、該把持部の開閉情報が入力され、前記補正部が、入力された前記開閉情報に基づいて前記指令信号を補正してもよい。

把持部を閉じて対象物を把持している状態から把持部を開いて対象物を解放すると、関節部にかかる負荷が急激に変化する。本態様によれば、把持部の開閉情報によって負荷の変化を早期に検出し、指令信号を迅速に補正することができる。

【0012】

また、上記態様においては、前記補正部は、前記負荷推定部により推定された負荷の時間変化から負荷の変化を検出してよい。

このようにすることで、推定された負荷自体の変化を検出して指令信号を補正するよりも迅速に負荷の時間変化、例えば、微分あるいは2回微分によって負荷の変化を予測することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、エンドエフェクタにかかる負荷が変動しても関節部を精度よく駆動することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置を備える医療用マニピュレータシステムを示す全体構成図である。

【図2】図1の医療用マニピュレータ制御装置を示すブロック図である。

【図3】図2の医療用マニピュレータ制御装置の記憶部に記憶される数式モデルの一例を示すグラフである。

【図4】図2の医療用マニピュレータ制御装置の記憶部に記憶される数式モデルの一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置1について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置1は、図1に示されるように、操作部(図示略)からの操作指令に応じて医療用マニピュレータ2を制御する装置である。

【0016】

医療用マニピュレータ2は、先端のエンドエフェクタ3を支持する1以上の屈曲関節(

10

20

30

40

50

関節部) 4 と、該屈曲関節 4 を駆動するための張力 T を伝達するワイヤ (張力伝達部材) 5 と、基端側に配置されてワイヤ 5 に張力 T を付与するモータ (駆動部) 6 と、ワイヤ 5 の張力 T を検出する張力検出部 7 とを備えている。エンドエフェクタ 3 は、例えば、把持部 8 を有する把持鉗子である。

操作部は、操作者により操作される図示しないレバーを有し、レバーの傾斜角度に比例した目標指令信号 s を出力するようになっている。

【0017】

本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置 1 は、図 2 に示されるように、操作部から入力された目標指令信号 s に基づいてモータ 6 に出力する駆動指令 m を生成する駆動指令生成部 9 と、医療用マニピュレータ 2 の数式モデル f_1 , f_2 を記憶する記憶部 10 と、エンドエフェクタ 3 に作用している負荷 R を推定する負荷推定部 11 と、該負荷推定部 11 により推定された負荷 R に基づいて屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 を推定する移動量推定部 12 と、該移動量推定部 12 により推定された屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 に基づいてモータ 6 に出力する駆動指令 m を補正する補正部 13 とを備えている。

10

【0018】

負荷推定部 11 は、目標指令信号 s と、張力検出部 7 により検出されたワイヤ 5 の張力 T と、記憶部 10 に記憶されている数式モデル f_1 とに基づいて、エンドエフェクタ 3 に作用している負荷 R を推定するようになっている。

負荷推定部 11 は、具体的には、記憶部 10 に記憶されている、式 (1) で示される数式モデル f_1 を用いて負荷 R を推定するようになっている。

20

$$T = f_1 (s, R) \quad (1)$$

【0019】

説明を簡単にするために、数式モデル f_1 が 1 次関数であるとする、図 3 に示されるように、張力 T と目標指令信号 s との関係は、負荷 R の大きさによって変化する。したがって、張力 T と目標指令信号 s と数式モデル f_1 とを用いることにより、エンドエフェクタ 3 に作用している負荷 R を推定することができる。図 3 には、無負荷の場合の張力 T_1 と、負荷 R が作用したときの張力 T_2 とが示されている。

【0020】

移動量推定部 12 は、負荷推定部 11 により推定された負荷 R と、記憶部 10 に記憶されている数式モデル f_2 と、操作部から入力されてきた目標指令信号 s とに基づいて、屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 を推定するようになっている。

30

移動量推定部 12 は、具体的には、記憶部 10 に記憶されている、式 (2) で示される数式モデル f_2 を用いて実際の移動量 d_2 を推定するようになっている。

$$d_2 = f_2 (s, R) \quad (2)$$

【0021】

説明を簡単にするために、数式モデル f_2 が 1 次関数であるとする、図 4 に示されるように、実際の移動量 d_2 と目標指令信号 s との関係は、負荷 R の大きさによって変化する。したがって、負荷 R と目標指令信号 s と数式モデル f_2 とを用いることにより、屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 を推定することができる。図 4 には、無負荷の場合の屈曲関節 4 の実際の移動量 d_1 と、負荷 R が作用したときの屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 とが示されている。

40

【0022】

補正部 13 は、目標指令信号 s から無負荷の場合の移動量 d_1 を算出する。移動量推定部 12 により推定された屈曲関節 4 の実際の移動量 d_2 と、無負荷の場合の移動量 d_1 との差分 $d_2 - d_1$ を演算し、 $d_2 - d_1$ を得るための差分指令信号 m を算出し、駆動指令 m を新たな駆動指令 $m + m$ に補正して出力するようになっている。

【0023】

このように構成された本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置 1 の作用について説明する。

エンドエフェクタ 3 によって対象物が把持された状態で屈曲関節 4 を駆動する場合には

50

、把持していない無負荷の場合と比較して負荷 R が作用する。

【 0 0 2 4 】

本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置 1 によれば、操作部が操作されて目標指令信号 s が入力されると、張力検出部 7 により検出されたワイヤ 5 の張力 T と目標指令信号 s と、記憶部 10 に記憶されている数式モデル $T = f_1(s, R)$ とに基づいて、負荷 R が推定される。次いで、推定された負荷 R と、目標指令信号 s と、記憶部 10 に記憶されている数式モデル $\Delta = f_2(s, R)$ とから屈曲関節 4 の実際の移動量が算出される。

【 0 0 2 5 】

そして、補正部 13 において、同じ数式モデルを用いて算出された無負荷の場合の屈曲関節 4 の移動量 Δ_1 と実際の移動量 Δ_2 との差分 Δ が算出され、かつ、当該差分 Δ を達成するための差分指令信号 m が算出されて、駆動指令生成部 9 から出力された駆動指令 m が新たな駆動指令 $m + \Delta$ に補正されてモータ 6 に出力される。

10

【 0 0 2 6 】

その結果、本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置 1 によれば、操作者による操作部に対する操作指令が同じでも、エンドエフェクタ 3 にかかる負荷 R が大きいほど大きな駆動指令 $m + \Delta$ が出力されるように駆動指令 m が補正されるので、負荷 R の大きさに関わらず、同じ操作によってほぼ同様にエンドエフェクタ 3 を移動させることができるという利点がある。

【 0 0 2 7 】

また、本実施形態に係る医療用マニピュレータ制御装置 1 によれば、ワイヤ 5 にかかる張力 T から負荷 R および実際の屈曲関節 4 の移動量 Δ を推定するので、屈曲関節 4 に移動量 Δ を検出するセンサを配置する必要がなく、医療用マニピュレータ 2 の構造を単純化、軽量化あるいは細径化することができるという利点がある。

20

【 0 0 2 8 】

なお、本実施形態においては、エンドエフェクタ 3 に作用する負荷 R が増えた場合を例示して説明したが、エンドエフェクタ 3 に作用する負荷 R が減少した場合にも適用できることは言うまでもない。この場合、操作者によって操作部に入力される目標指令信号 s が同じでも、エンドエフェクタ 3 にかかる負荷 R が小さくなればなるほど駆動指令 $m + \Delta$ が減少されて出力されるように駆動指令 m が補正される。

30

【 0 0 2 9 】

また、エンドエフェクタ 3 に作用する負荷 R が急激に減少する場合がある。例えば、エンドエフェクタ 3 により把持していた対象物が不意に外れたり、あるいは、エンドエフェクタ 3 を開いた瞬間に把持していた対象物が解放されたりする場合である。これらの場合には、負荷 R がある場合の大きな駆動指令 $m + \Delta$ がモータ 6 に入力されている状態で、突然負荷 R がなくなるので、エンドエフェクタ 3 が大きく移動してしまうことが考えられる。

【 0 0 3 0 】

そこで、これらの場合には負荷変動を早期に検出して現在の移動量 Δ が維持されるように駆動指令 $m + \Delta$ を減少させる必要がある。

40

負荷変動を早期に検出する方法としては、負荷推定部 11 により推定される負荷 R の時間変化を検出することが挙げられる。すなわち、負荷 R の変動速度あるいは負荷 R の変動加速度を検出することにより、負荷変動を予測して早期に対応することができる。

【 0 0 3 1 】

また、負荷変動を早期に検出する方法として、把持部 8 の開閉情報を検出することにより、把持部 8 が開かれたときには、負荷 R が消滅するものとして駆動指令 $m + \Delta$ を減少させることにしてもよい。これにより、さらに迅速に駆動指令 $m + \Delta$ を減少させてエンドエフェクタ 3 が急激に移動してしまうことを防止することができる。

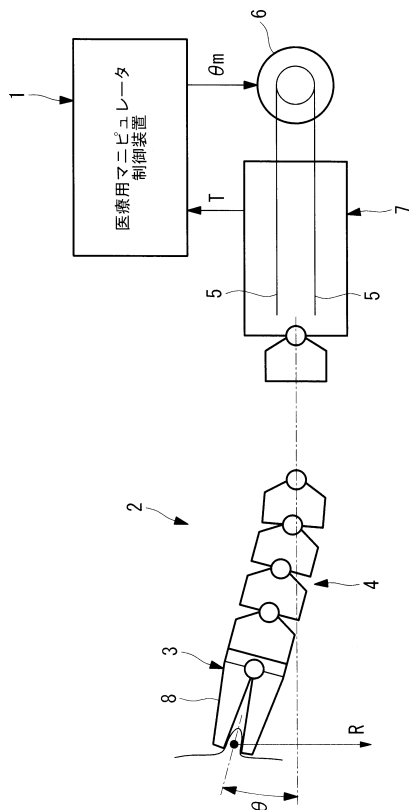
【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

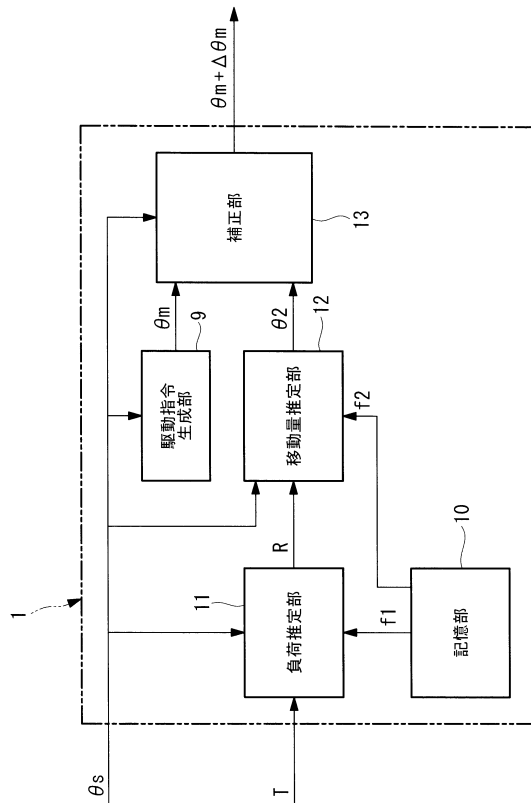
50

- 1 医療用マニピュレータ制御装置
 - 2 医療用マニピュレータ
 - 3 エンドエフェクタ
 - 4 屈曲関節（関節部）
 - 5 ワイヤ（張力伝達部材）
 - 6 モータ（駆動部）
 - 8 把持部
 - 10 記憶部
 - 11 負荷推定部
 - 12 移動量推定部
 - 13 補正部
- 移動量
- s 目標指令信号
 - f1, f2 数式モデル
 - R 負荷
 - T 張力

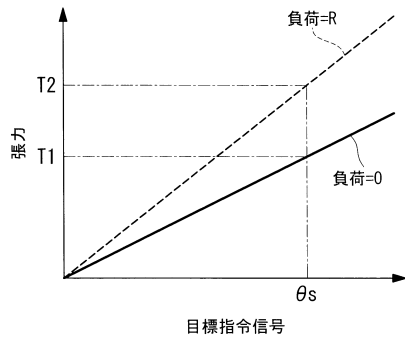
【図1】



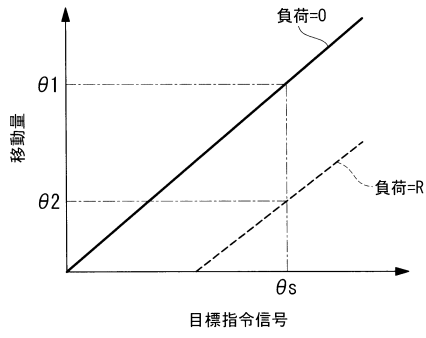
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 若井 浩志
東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

審査官 武市 匡紘

(56)参考文献 特開2010-35768(JP,A)
特開2009-107074(JP,A)
特開2009-131374(JP,A)
国際公開第2011/58893(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02
A61B 34/00 - 98/98
G05B 1/00 - 21/02