

1. はじめに

現在、一般的な遠隔操作の方法としてマスタースレーブシステムがあり手術ロボットなどに応用されている。マスタースレーブシステムでは、使用者がマスターを操作すると、スレーブ装置はマスターと同じ動作をする。また、必要であれば、スレーブ側の動作で反力を受ければ、それを操作者が感じることができる力覚が備わっている場合もある。

一般的に力覚を有するマスタースレーブシステムでは、スレーブの駆動やマスターでの力覚のために外部電源や、力センサが必要である。その結果、装置が大型になり、使用場所が限られる。

本研究では、モータの特性によるエネルギー回生を用いたマスタースレーブシステムを提案する。エネルギー回生を用いることにより、大型の外部電源や力センサを使用することなく、従来のマスタースレーブシステムと同等の遠隔操作システムが実現可能である。また、力センサがなくてもマスター装置でスレーブ装置の反力を感じる力覚を有する。本報では、提案手法が有する力覚について実験的検討を行った。

2. システム概要

提案するシステムは2つのDCモータを1つの電子回路に設置し、一方のモータをマスター装置、もう一方をスレーブ装置とする。マスターモータに力学的エネルギーである仕事を与えると、マスターモータは発電機として働き、仕事を電気エネルギーに変換する。この電気エネルギーをスレーブモータが再び仕事に変換することで、スレーブモータはアクチュエータとして働き、エネルギー回生を用いた遠隔操作が成立する。

また、2つのモータが1つの電気回路内に存在するので共通の電流が流れる。モータの特性からトルクは電流に比例するので、センサを用いることなく、マスターモータでスレーブモータの反力を感じながら操作が可能になる。

3. 力覚検討実験

提案のシステムを実際に動かした場合、反力はモータの特性式(1)より、モータのアクチュエータ係数比で伝達される。そこで、今回はマスターとスレーブで同じアクチュエータ係数のモータを用いた場合と異なるアクチュエータ係数のモータを用いた場合について、どのような反力伝達が行われているかを確認する。

$$T = Ai \tag{1}$$

実験方法は、図1のようにスレーブモータ側に電子秤を設置し、マスターモータ側に力センサを取り付ける。マスターモータ側にマスターモータのアームに対して垂直になるように負荷を加え、マスター側に取り付けた力センサで、計測を行った。その際、スレーブモータ側に設置した電子秤で、重さを測った。

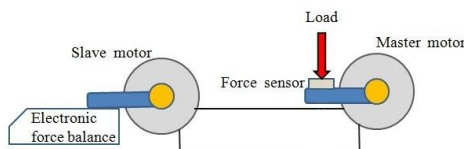


Fig.1 Experimental method

図2に同じアクチュエータ係数のモータを用いた場合、図3に異なるアクチュエータ係数[74:1]のモータを用いた場合のマスタートルクに対するスレーブ側への伝達率を示す。なお、異なるアクチュエータ係数のモータを用いた場合の伝達率はトルクがアクチュエータ係数の比で伝達されているかを確認した。

同じアクチュエータ係数のモータを用いた場合の反力は、ほぼ1:1で伝達されていることが確認できる。しかし、異なるアクチュエータ係数のモータを用いた場合は伝達率が低いことが見てわかる。これは反力伝達の際、ギアなどの機構的なロスや摩擦が発生したため、伝達率が低かったと考えられる。

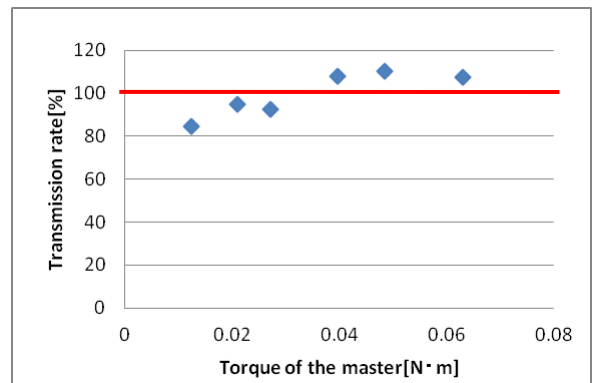


Fig.2 Case of the same actuator coefficient

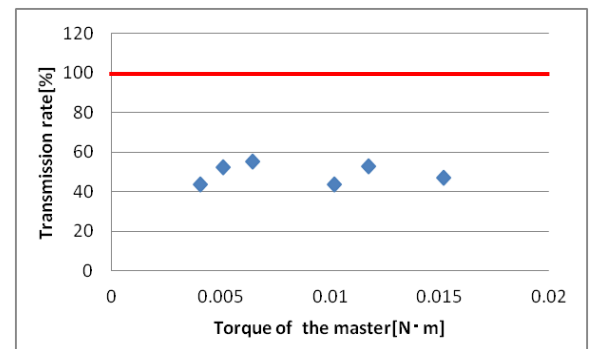


Fig.3 Case of the different actuator coefficient

4. おわりに

2つのモータを組み合わせ、一方を発電機、もう一方をアクチュエータとして働かせることによるエネルギー回生を用いたマスタースレーブシステムを提案した。また、実験から、アクチュエータ係数比が1:1の場合は反力がほぼ1:1で伝達されていることが確認できた。今後はアクチュエータ係数比が異なる場合の伝達率の改善を検討していく。

文献

(1)伊賀上貴幸ほか4名, エネルギー回生を用いたマスタースレーブの研究, 日本機械学会中国四国支部第50期総会・講演解説論文集, No.125-1(2012), K-612