

エネルギー回生を用いたウェアラブルな生活支援機器の開発

知能機械力学研究室 下 正治

1. 緒言

ウェアラブルな生活支援機器や医療機器においてインテリジェントな制御を行うにはエネルギー源が必要となる。軽量のバッテリーではすぐに消費してしまうため、本研究では機器の制御に用いるためのエネルギー源として DC モータにより回生したエネルギーを用いることを考える。DC モータをインテリジェントなセミアクティブ減衰と考えると同時に、患者自身の運動から力学的エネルギーを電気エネルギーとして回生する手段と位置づけ、ウェアラブルな機器への使用に適した条件を定めるための検討を行った。本実験では具体例として短下肢装具¹⁾での使用を想定した DC モータによる回生実験を行い、条件が異なる場合での充電電流の差・減衰として働くモータトルク値を比較検討した。

2. 実験装置および方法

本研究で行った実験装置の概略図を図 1 に示す。DC モータ 1 と DC モータ 2 間は一方の回転をもう一方に伝えられる様にシャフトを結合させた。DC モータ 1 は患者の運動を表し、回転させることにより DC モータ 2 を発電機として作動させる。DC モータ 2 が回転すれば起電力が発生し、DC モータ 2 の回路に電流が流れることによりトルクが発生するので、それが DC モータ 1(患者)の動きに対する抵抗トルクとなる。このトルクはモータ特性によって算出される減衰定数と比例関係にあり、関係式を(1.1)に示す。式(1.1)の T はトルクを、 C_0 は減衰定数を、 ω は DC モータの回転速度を表す。

$$T = C_0 \omega \quad (1.1)$$

抵抗により吸収される力学的エネルギーを電気エネルギーに変換しバッテリーに充電するには、バッテリーの電圧に抗して電流が流れる必要があるが、DC モータ 2 からの起電力がバッテリー電圧より小さい場合には昇圧コンバータを併用することにより DC モータ 2 からの起電力がバッテリー電圧より小さい場合でも充電させることができるようにした。

実験の方法は外部電源を用いて DC モータ 1 を回転させ DC モータ 2 で発電し、昇圧コンバータを介してバッテリーへと充電する。その際にバッテリーへ流れる電流を調べた。外部電源の電圧値と DC モータ 2 の種類を変更し充電電流とモータトルクを比較検討した。

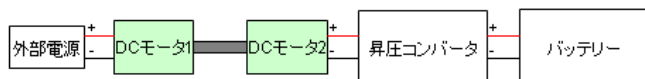


Fig. 1 Schematic diagram

3. 実験結果および考察

図 2 は外部電源の電圧値を 12V で固定し、DC モータ 2 を変更し計 3 種の DC モータで測定した充電電流値を表したものである。図 2 より各 DC モータの逆起電力係数の違いによる回生効率の差が確認できる。

図 3 は外部電源の電圧値を変更した際の DC モータ 2 の回転速度におけるモータトルクを計 3 種の DC モータで測定し、表したものである。図 3 より減衰として働くモータトルクと DC モータ 2 の回転速度の傾きが各 DC モータの特性によって算出される減衰定数によって決定することが確認できた。そして実験に用いた DC モータのなかで最も減衰定数の値が大きいものが motor1 であり、図 3 より減衰定数の値が大きいほど減衰として優れていることが確認できる。また回転速度が遅く DC モータ 2 からの起電力がバッテリー電圧より小さい場合においても、昇圧コンバータの併用によってバッテリー電圧に抗して電流が流れていることが確認できる。

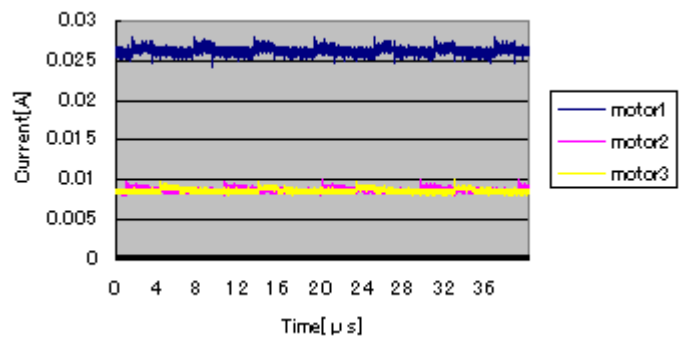


Fig. 2 Charge current of three motors

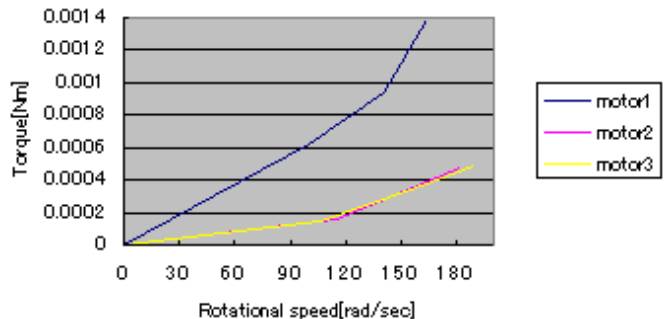


Fig. 3 Rotational speed change

4. 結論

本研究では DC モータをセミアクティブ減衰と考えると同時に、力学的エネルギーを電気エネルギーとして回生する手段としてウェアラブルな機器への使用を検討した。昇圧コンバータを併用することでバッテリーへの充電は可能でありエネルギー源として用いることが可能であるとの確認を得た。そして DC モータの減衰としての機能はモータ特性によって算出される減衰定数によって定まるとの確認を得た。またショートブレーキの際に電流制御を行うことでセミアクティブ減衰としても用いることが可能であると考えられ、今後検討を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 松村圭介・井上喜雄・芝田京子:マイコンを用いたインテリジェント短下肢装具の開発, 日本機械学会講演論文集, 中国・四国支部, pp391-392, 2005