福祉ロボットのためのパラレルリンク型力制限機構の動作検証

The analysis of Parallel-link-type Force Limitation Mechanism for a Rehabilitation Robot

○増子邦夫, 手嶋教之

立命館大学大学院 理工学研究科 創造理工学専攻 機械システムコース

Kunio Masuko, Dept of Science & Engineering, Graduate School of Ritsumeikan University

Noriyuki Tejima, Dept. Robotics, Ritsumeikan University

1. はじめに

福祉ロボットのような人共存型ロボットの設計に当たっては安全基準というものが明確にされておらず、そのため安全性の確保を行うのにこれまで様々なシステムや機構が考え出されている。本研究では、そのリスク軽減の為の機構として2002年開発のパラレルリンク型力制限機構を用いて検証実験を行い、その有効性を検証すると共に安全な共存ロボットの設計指標を提案することを目的とした。今回はこの力制限機構の検証実験として動的荷重下での衝撃力に対する検証を行った。

2. パラレルリンク型力制限機構の概要

本研究で用いたパラレルリンク型力制限機構の概要をFig.1に示した。本実機は磁石と異方性ダンパを使用した直動式の小型制限機構を3つ並列につなげた仕組みとなっている。これはロボットアームなどの手先を想定したシャフト部分に任意方向から荷重が加わるといづれかの小型機構がその閾値を越えた圧縮力を与えられた瞬間に短縮し、その荷重が掛かった方向にシャフトが曲がり衝撃力を和らげるといった構造になっている。

Fig1 パラレルリンク型力制限機構

3. 実験方法

力制限機構の動的荷重負荷での特性を検証するのに、直動式リニアアクチュエータの上に実機をのせ移動させて、固定された木製の丸棒に衝突させるという実験を行った。衝突させた箇所は実機シャフト部先端から3[cm]の位置とした。

また実験条件として、①衝撃速度を変えたときの検証、と②実機衝突方向を変えたときの検証、の2点についての条件を設けて実験を行った。

4. 実験結果と考察

まず速度変化による検証実験の結果をFig.2に示す。

Fig2 衝撃速度変化における衝撃力との関係

衝撃速度 v [m/s] と衝突時にシャフトにかかる衝撃力 F [N]

の関係はFig2のような特性となった。しかしながら人と共存する機器を考える上では、稼働速度が増大していても使用者等に加わる衝撃力は常に一定の値に収まるのが望ましい。

理想としてはFig2に示すような理想値を取る必要がある。これは安全装置を考える上で重要な点であり今後考えるべき問題である。

次に角度変化による検証実験の結果をFig.3に示す。

Fig3 角度変化における衝撃力との関係

Fig.3ではFig.4で示したように移動方向に対して実機の衝突させる角度 θ [度]を変える事によって閾値が違ってくるとい事がわかり、これは静的荷重負荷時と同様である。しかしながら、 $20^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ の時の F の値をみてみるとどれも3[N]程度しか働いていない上、実験観察中では小型機構が1つしか働いていない部分が見られた。これを検証するために衝撃力が加わっているはずの角度をセンサ出力の値から算出した。Fig.4は $\theta = 20^\circ$ で衝突した時にかかった衝撃力の方向を表したものである。a,b,cは実機の各小型機構であり移動方向に対して予測稼働方向と実測稼働方向を示している。これより実際に小型機構が作動する方向は予測方向と異なっている事がわかった。これは各小型機構の単独動作での閾値が異なっている為と考えられる。単独動作とは違ってパラレルリンク機構という複数のリンクを繋ぎ合わせたものでは閾値が低い機構が他の機構に比べて先に過負荷吸収を行い、結果その方向に衝撃力が流れていってしまうことが考えられる。

この閾値の安定性についてはさらなる検証が必要である。

Fig.4 $\theta = 20^\circ$ で衝突をした時の衝撃力のかかった角度

5. 参考文献

秋岡貴生, “福祉ロボットのためのパラレルリンク型力制限機構の開発”, 第18回ライフサポート学会大会講演予稿集 P91, 2002