

モーションキャプチャデバイスを用いた 人体追従ロボットによる狭隘空間作業実験

神田 皆人 (富山高専)・李 知祐 (富山高専)・佐藤 圭祐 (富山高専)

1. はじめに

我々は制御系の中に人間とロボットを含む、双方向ジェスチャーコントロールマスタ・スレーブマニピュレータシステムの開発[1]を行っている。このシステムは、操縦者の腕をマスタアーム (以後 M-Arm とする) とし、ロボットアームをスレーブアーム (以後 S-Arm とする) とすることで、操縦者の腕の動きに追従するように S-Arm を制御するものである。また S-Arm には受けとった距離情報を人間に返す圧覚フィードバックシステムが備わっている。圧覚情報について、先行研究[2]では振動の有無の 2 値のみで圧覚を表現していた。しかし、2 値の圧覚だけでは狭隘空間における障害物との位置関係が分かりづらいという問題が発生した。

そこで本研究では、圧覚デバイスの刺激量を変化させ障害物までの距離情報をフィードバックすることにより認識能力を向上させ、より狭い空間での作業能力を向上させることを目的として狭隘空間作業実験により有効性を確認する。

2. システムの概要

本研究で開発したシステムの構成図を図 1 に示す。このシステムはモーションキャプチャデバイスとして Kinect v1 を使用しており、深度情報を用いて操縦者の骨格座標を取得する。また、得られた骨格座標をもとにして関節角度を算出し、各関節に対応するモータの目標値を送信することで S-Arm の制御を行っていた。また、S-Arm の前腕部には、距離センサ (VL6180X) をプリント基板上に 8 つ配置した長さ 270[mm]、幅 30[mm]のセンサボードが、全 8 方向に合計 64 個取り付けられており、障害物とアーム間の距離情報を無線モジュールによって、M-Arm 側に送信する。操縦者は圧覚デバイスとして近接覚センサの位置に対応した、計 22 個の振動モータ (FM34F) を前腕部に装着しており、障害物との距離情報をもとに S-Arm と同じ方向の振動モータを振動させ、距離感覚を圧覚刺激として操縦者にフィードバックする。なお、近接覚センサや振動モータについては、先行研究にて開発されたものを使用している。圧覚デバイスの圧覚方法について、本研究では障害物との距離に応じて強・弱の 2 段階の振動の強さで圧覚情報を送信している。

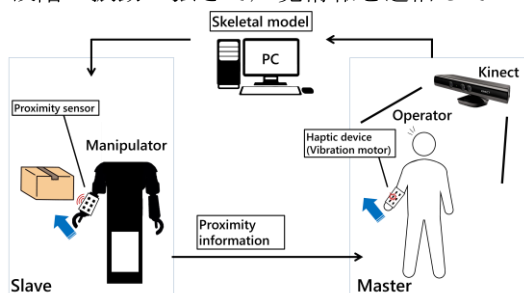


図 1 システムの構成図

振動の強弱については、先行研究にて行われた振動パターンによる強弱の分別認識の違いについての研究より、パルス間隔を変化させることによって振動の強弱をつけている。

3. 狭隘空間での作業実験

圧覚情報での障害物の認識性能を評価するために、狭隘空間での作業実験を行った。実験環境を図 2 に示す。今回は、狭隘空間において S-Arm を壁に接触せずに移動させることが可能であるかという実験を、圧覚に強弱をつけてない 2 値の場合と、強弱をつけた 3 値の場合の 2 種類で行った。なお、被験者は操作聴覚と視覚を遮断した状態で、装着した振動モータの圧覚を頼りに S-Arm を制御した。障害物との距離に対する圧覚の強さは、2 値の場合は 100[mm]未満で強、3 値の場合は 100[mm]未満 50[mm]以上で弱、50[mm]未満で強とする。表 1 に実験結果を示す。

表 1 狭隘空間での作業実験結果

障害物間距離 L mm	成功者数 (被験者数3人)	
	2値	3値
400	1	3
300	0	3

実験結果より、圧覚に強弱をつけることで、より狭隘な空間での作業能力が向上することがわかる。

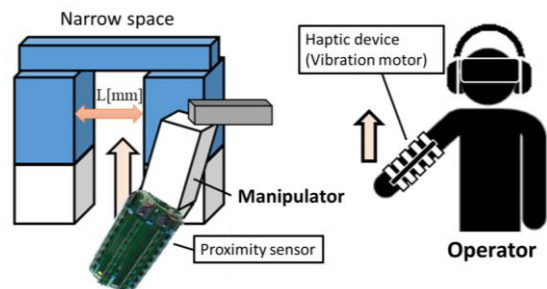


図 2 狭隘空間での作業実験のイメージ図

4. まとめ

本研究では圧覚情報における障害物の認識性能を、狭隘空間での作業実験によって評価した。実験結果より多値の圧覚情報の伝達は、狭隘空間作業において障害物の距離を把握する上で有効であることが確認出来た。

参考文献

- [1] Keisuke Sato and Yuuhei Sugimori, "Development of a Haptic Interface with Proximity Sensors and Vibration Motors", Journal of Mechanic Engineering and Automation, Vol. 5, No. 6, pp 377-381, 2015.
- [2] 窪田 太一, 佐藤 圭祐, "皮膚上に近接覚を与えるハプティックデバイスのための振動パターン評価", ロボティクス・メカトロニクス 講演会, 2A1-U04, 2019.