1P1-33 直接感覚で微細手術できる生体マニピュレーションロボットシステムの構築

Development of biological micro manipulation robot system for micro surgery

小西 聡, 野方 誠, ○柴山 美由紀, Jeong Ok Chan, 榎原 毅, 楠田 晋也, 津々美 秀敏 (立命館大)

S.Konishi, M.Nokata, M.Kuwayama, Jeong O.C, T.Sakakibara, S.Kusuda, H.Tsutsumi

Ritsumeikan University, 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu, Shiga

1. 緒言

本研究では、新規ロボット技術であるマイクロマシン技術をコア技術とし、ガイドロボット技術、VR(Virtual Reality)技術と組み合わせることにより、小さな生物や生体の内外組織、器官に触れ、操作するといったマイクロ世界(微小空間)との遭遇を可能にするロボットを実現する。

開発するロボットは、「マイクロフィンガー」「ガイドロボット」「VRヒューマンインターフェース」を構成要素とする。本稿では、操作者が直接感覚で微小物体の把持操作を行うために、統合システムに関する研究開発を行った。

2. マイクロフィンガー

PDMS (Polydimethylsiloxane)と呼ばれるシリコンラバー材料で製作したフィルム状のマイクロフィンガーは、指の関節部分にマイクロバルーンが作りこまれており、加圧することによりフィルム構造の曲がり動作が実現する。^[1]

圧力レベルは、入力装置であるデータグローブからの信号を基に制御されるようになっている。実現したデモンストレーションモデルを用いて直径1mm程度の魚卵を一粒把持することに成功した。

3. ガイドロボット

本ガイドロボットは、駆動源をすべて根元に配備したマイクロパラレルリンク機構の採用により、小型でありながら人間の腕に相当する能動多自由度関節でのマイクロフィンガーの高精度位置決めを可能とし、液体中駆動を実現した。

Fig.1に示すモデルでは、関節軸の駆動源を高性能マクソン製DCサーボモータとし、回転軸の高い駆動精度を実現した。また、肘関節部において、スラストベアリングを用いることで、ガタつきを軽減した。入力装置からの信号を基に、位置制御を行い、良好な動作が確認できた。

Fig.1 Schematic view of our designed guide robot

4. ヒューマンインターフェースシステム

VR技術において利用されている例えばデータグローブのような入力インターフェースを利用し、ロボット操作者の入力動作をマイクロフィンガーに伝えることを目的として、本システムを設計した。本研究では入力インターフェースに、

Immersion Corporation製のCyberTouch(バイブレータ付きデータグローブ)とFastrak(3次元磁気センサ)を採用した。

データ取得プログラムを作成し、指や手の甲の18箇所の角度データ、手首の3次元位置データ、手首の3次元姿勢データの取得実験を行った。システム搭載では、個人差や外乱の課題を解決し、操作に必要なデータの抽出に成功した。

5. 統合システムの構築と動作検証

以上の構成要素に関する研究成果を統合することにより、生体マニピュレーションロボットシステムを構築した。マイクロフィンガーを用いた作業は微細な領域で行われるため、動作環境を拡大して把握するための映像機器を統合システムに導入した。動作検証として、Fig.2に示すように、造作模型の人頭に対して、まつ毛のパーマ作業や、擬似宝石による装飾といった美容作業、また、魚卵操作を行った。まつ毛のパーマ作業に関しては、まつ毛をマイクロフィンガーで把持し、ロッドと呼ばれる円柱状の固定道具に巻きつける作業に成功し、柔軟な魚卵操作にも成功した。操作者は、拡大された微小物体を直接感覚で把持することができた。

Fig.2 Manipulation system and Object-grasping motion

6. 結言

本報では、開発した生体マニピュレーションロボットシステムについて、その構成要素と統合システムを説明し、実証試験において、操作者が直接感覚での微小物体の把持に成功したことを報告した。

今後は、信頼性や耐久性を検証し、また、要求される作業特有の課題について検討する。その結果を踏まえ、生体マニピュレーションや微細手術など様々な分野への応用に向けた研究開発を進めていく。

参考文献

- [1] Jeong, Kusuda, Konishi: ALL PDMS PNEUMATIC BALLOON ACTUATORS FOR BIDIRECTIONAL MOTION OF MICRO FINGER, Proc. of IEEE International Conference of MEMS, pp. 407-410, 2005.