

2 本指マイクロハンドの操作性評価

学籍番号 90172111 新井研究室 西 大輔

1. はじめに

近年、医学やバイオテクノロジー分野における細胞等を取り扱う作業において、それらの微細作業技術の高度化、効率化が望まれている。本研究では、圧電素子をパラレルリンク上に配置した2本指マイクロハンドを用いて、数[μm]の微小対象物を遠隔操作するためのインタフェースの操作性について、評価実験及び比較検討を行った。

2. システム構成

Fig.1 にシステムの構成を示す。顕微鏡ステージに2本指マイクロハンドが設置され、TV モニタを見ながらインタフェースを用いて顕微鏡視野内の対象物の操作を行う。

マイクロハンドは、並進3自由度の2つのモジュールから構成され、各先端部を計算機からの指令により制御する。

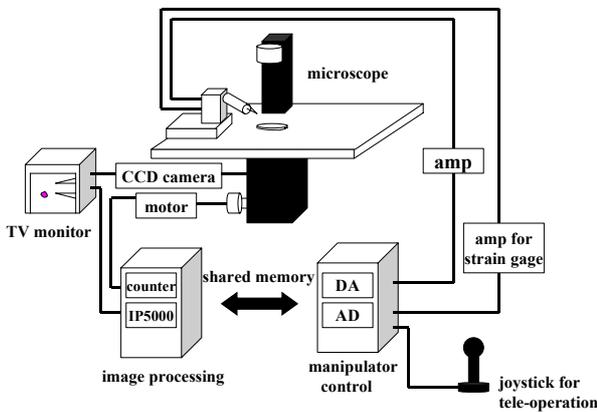


Fig.1 System configuration

3. キャリブレーションと動作精度

マイクロハンドを使用するためのキャリブレーション作業を行った結果、各モジュール毎で約2[μm]の絶対位置決め精度を得たが、実用に十分な精度であると判断した。

4. マイクロハンドの操作性評価

操作性評価は、対象物の把持・吸着解除作業を例にして行った。操作デバイスとしてデジタル入力のキーボード、多自由度に操作可能なジョイスティックを用い、ガラス粒子・イースト菌を対象に、評価実験と比較を行った。ジョイスティックは、レバーの傾きに比例した速度でハンドを動かす速度指令と、レバーの傾きに比例した位置にハンドを動かす位置指令の2つのモード切り替えを可能とした。

4.1 把持動作実験

Fig.2 のように、初期位置からマイクロハンドを操作し対象物を把持する。この所要時間を測定し、キーボードとジョイスティック(速度指令)で比較検討を行う。

Table.1 の結果より、ジョイスティックの方が平均時間が少なく、標準偏差が大きい結果となった。ジョイスティックの速度指令は、レバーの傾きにより速度を変えるので操作者

の慣れが必要な分、データがばらついたが、速度を変更できるというメリットで平均時間が少なくなったと言える。

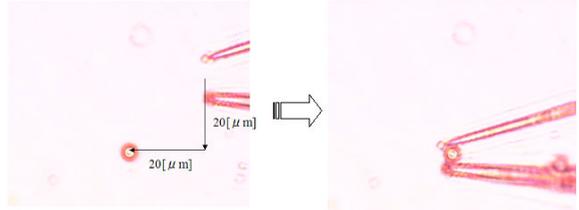


Fig.2 Grasp experiment (glass grain : diameter5[μm])

Table.1 Comparison of keyboard with joystick

デバイス	Keyboard (長押 30[$\mu\text{m/s}$])	Joystick(速度指令) (max30[$\mu\text{m/s}$])
平均時間[s]	11.409	8.787
標準偏差	0.536	0.810
サンプル数	20	20

同様の実験を液中のイースト菌に対して行ったところ、針速度の上昇による液流の発生で対象物が移動する現象が起こったが、それ以外にデータに大きな差はなかった。

4.2 吸着解除実験

Fig.3 のように、対象物を把持した状態から上部モジュールのみの操作により吸着解除を行った。多自由度な操作が必要となる吸着解除は、ジョイスティックを用いた速度指令・位置指令で比較し、成功率・成功時の所要時間を調べた。

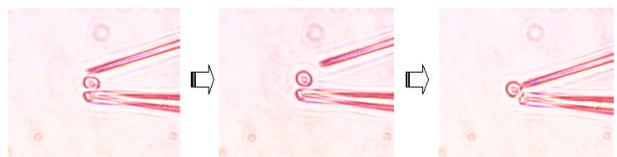


Fig.3 Release experiment (yeast cell : diameter7[μm])

Table.2 Comparison of velocity and position control

指令モード	速度(max30[$\mu\text{m/s}$])	位置
成功率	50%(10/20)	80%(16/20)
平均時間[s]	15.700	7.671
標準偏差	0.915	0.462
サンプル数(成功時)	10	16

Table.2 より、位置指令の方が成功率などすべてにおいて優位な結果を得た。原因としては、速度指令による吸着解除は、局所的作業のため意図した速さで行いにくく、対象物が飛散する等の現象が起こってしまうことが挙げられる。

同様にイースト菌でも実験したところ、対象物が柔軟で粘着性が弱く、容易に吸着解除可能であった。

5. まとめ

把持・吸着解除操作を例に操作性評価実験を行い、キーボードとジョイスティック、位置指令と速度指令で比較検討を行った。得られた定量的なデータから各デバイスの特徴を示し、また、吸着解除操作における位置指令モードの有効性を示した。