

## 微小部品の積載作業用遠隔操作ロボットシステムの開発

### Development of a remote control robot system for buildup work of minute parts

○佐藤文和\*, 小林義和\*\*, 白井健二\*\*

○Fumikazu Sato\*, Yoshikazu Kobayashi\*\*, Kenji Shirai\*\*

\*日本大学大学院, \*\*日本大学

\*Graduate School, Nihon University, \*\*Nihon University

**キーワード**: 遠隔制御 (remote control), 微小部品 (minute parts)

**連絡先**: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地  
日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 佐藤文和,  
TEL: (024) 956-8824, Fax: (024) 956-8863, E-mail: fumi@ushiwaka.ce.nihon-u.ac.jp

## 1. 緒言

電子機器の高性能化, 小型化に伴い, これらを構成する部品の高集積化, 高密度実装化が進んでいる. そのため, 微小部品の操作技術の必要性が高まっている<sup>1)</sup>. これまでにも, 微小部品を対象とした操作ロボットシステムは存在しているが, 高速ネットワークの普及に対応した遠隔操作システムは少ない. 遠隔操作により, ICチップの製造のような温度変化に敏感な作業や過酷環境での作業への適用が可能となる.

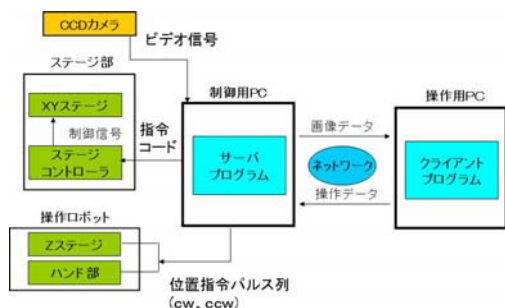
そこで, 本研究においては微小部品の積載作業を対象とした遠隔操作ロボットシステムを開発し, 実験, 評価をした.

## 2. システム構成

**Fig. 1** にシステム構成を示す. 本システムは操作ロボット本体, XY ステージ, CCD カメラ, 制御用 PC 及び操作用 PC により構成されている. なお, 制御用 PC と操作用 PC は 100Mbps のネットワークに接続されている. 操作ロボット本体は部品の把持, 運搬を行う. XY ステージは部品の位置決め, CCD カメラはステージ上の部品の認識に用いている. データの流れは, 操作用 PC が各装置の操作データを制御用 PC に送り, 制御用 PC が認識用画像データを送る. 操作ロボットへはモーションコントロールボードからの位置指令パルス列を入力する. XY ステージコントローラへは制御指令コードを送り, CCD カメラ

からのビデオ信号を画像処理ボードにより取り込む。モーションコントロールボードおよびXYステージの仕様をそれぞれ **Table. 1**, **Table. 2** に示す。

**Fig. 2** に操作ロボット本体の構成を示す。ロボットはハンド部、Zステージから構成されている。ハンド部にピンセットを取り付け、対象物を把持する。最大9mm動作し、分解能は0.09mmである。Zステージ部は部品の把持の際の高さを調整する。これは最大20mm動作し、分解能は0.86μmである。モータはすべてステッピングモータを使用している。



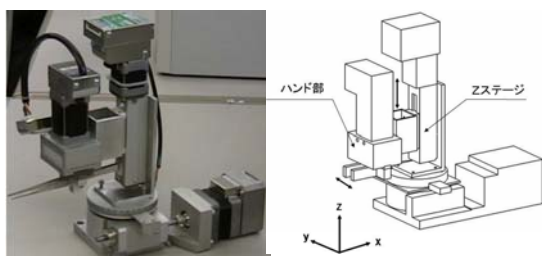
**Fig. 1 システム構成**

**Table. 1 モーションコントロールボードの仕様**

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| 速度範囲   | 0.1Mpps～6.5Mpps               |
| 位置指令範囲 | $2^{27}-1 \sim -2^{27}$ pulse |

**Table. 2 XYステージの仕様**

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| 最大動作幅 | 0.1Mpps～6.5Mpps               |
| 分解能   | $2^{27}-1 \sim -2^{27}$ pulse |



**Fig. 2 操作ロボット構成**

### 3. システムの制御概要

本システムは制御用PC内のサーバプログラム、操作用PC内のクライアントプログラムによって動作する。これらは通信機能を有しており、遠隔操作を可能としている。クライアントプログラムは操作インターフェースを持つ。クライアントプログラムの操作インターフェースを **Fig. 3** に示す。画像ファイル表示部において、カメラから取り込み送信されてきた画像データを表示する。操作部により、操作ロボット、XYステージの操作を可能とする。サーバ、クライアントプログラムの処理概要を **Fig. 4** に示す。サーバ、クライアントプログラムは起動後、双方の接続を開始する。接続完了後、サーバ側は一定間隔ごとに認識用画像の生成、転送を繰り返し、クライアント側は受信後に表示する。また、クライアント側は接続の確立後、各装置を操作する。操作に応じてコマンドがサーバ側に送信され、サーバ側で受信後にコマンドを判別する。その際、ステージはX、Y軸ともに0.5mmきざみで動作する。操作ロボットはハンド部が0.5mmきざみ、Zステージが1mmきざみである。



**Fig. 3 操作インターフェース**



**Fig. 4 処理概要**

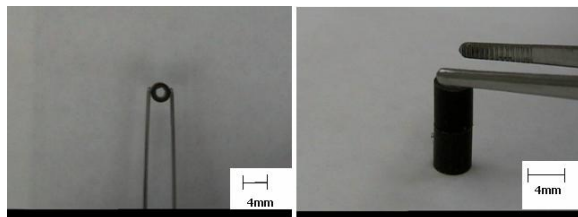
## 4. 操作実験

前述の操作プログラムにより，遠隔操作実験を行った。Fig. 5(a), (b), (c)にそれぞれ操作対象を示す。剛体(a), (b)に関しては積載作業を行い，軟体(c)に関しては把持のみを行う。

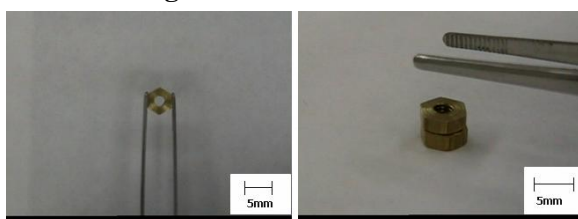
(a), (b)の2つの対象部品に対する把持結果と積載結果を Fig. 6, Fig. 7にそれぞれ示す。これらの実験を行い，2つの部品を積載することができた。この結果から，剛体に関して点接触，面接触での把持，運搬がそれぞれ可能であることが分かった。次に(c)に対する把持結果を Fig. 8に示す。この結果から，軟体を潰さずに把持が可能であることが分かった。また，本システムでの認識用画像の転送，表示の処理時間を計測し，画面の更新頻度の調査を行った。計測結果を Table. 3に示す。計測結果から本システムの画像更新頻度は13フレーム/秒であることが分かった。



Fig. 5 対象物

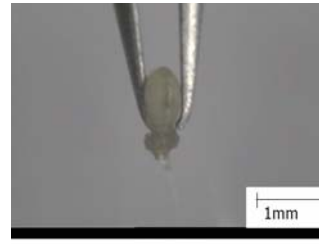


把持結果 積載結果  
Fig. 6 部品(a)の実験結果



把持結果 積載結果

Fig. 7 部品(b)の実験結果



把持結果

Fig. 8 対象(c)の実験結果

Table. 3 認識用画像更新のための処理時間

|        |      |
|--------|------|
| 画像生成   | 32ms |
| JPGに圧縮 | 18ms |
| 転送     | 16ms |
| BMPに復元 | 9ms  |
| 画像表示   | 1ms  |
| 合計     | 76ms |

## 5. 結言

### 5. 1 結論

微小部品を対象とした遠隔操作ロボットシステムを開発し，以下の結論を得た。

- (1) 4~5mmの大きさの剛体部品の把持，運搬を行い，2つの部品を積載することができた。
- (2) 軟体である約1mmの大きさのミジンコを潰さずに把持，運搬が行えた。

### 5. 2 今後の課題

- (1) 画像処理を取り入れ，半自動的に位置決めが可能となるようにシステムの改良を検討していく。
- (2) 数百 $\mu$ m程度の大きさの部品を適用し，実験を行っていく。
- (3) 処理の並列化や軽量化を行い，画像更新頻度の向上を図る。

## 参考文献

- 1) 佐藤知正、古谷野宏一、古畑洋太郎、中尾政之：集動マニピュレーションシステムの構築と微細作業実験による評価、日本機械学会論文集、62-598、C(1996)、228。