

(様式第9 別紙2：公開版)

養成技術者の研究・研修成果等

1．養成技術者氏名：高橋 良至

2．養成カリキュラム名：福祉ロボット実用化に向けた知能化及びロボットスキル向上の研究

3．養成カリキュラムの達成状況

本養成カリキュラムを通じて、当初の目的であった福祉ロボットの研究開発におけるハンドリング、マニピュレーションといったロボットの要素技術を習得した。今後これらの技術を福祉ロボット、サービスロボットの研究開発に役立てることで、産業へのフィードバックに繋がると考える。

4．成果

ロボットがカメラ画像から把持対象物の大まかな位置を認識し、ロボットアームに取り付けられたハンドを対象物に接近させた後、対象物のどの部分をどのように把持するかといった最終的な把持計画、把持動作を、操作者自身が確認しながら行うことができるマスタスレーブ方式のロボットハンドシステムの開発を行った。開発したシステムは、操作者が市販の手袋をベースにしたマスタハンドを装着して実際に把持動作を行うことで、ロボットアームに取り付けられたスレーブハンドが操作者の手の動きに追従して対象物の把持を行うものである。また、スレーブハンドの把持力をマスタハンドにフィードバックすることで、対象物を把持している力覚を操作者に呈示し、操作者が直感的かつ容易にスレーブハンドの操作を行うことができるユーザインターフェースを提供する。

マスタハンドはグローブ、曲げセンサ、バルーン、バルブ、空気圧源及びマイクロコントローラで構成される。(Fig.1)グローブには市販の手袋を使用しており、第1指、第2指及び第3指の外側には曲げセンサが、内側の指の腹に接触する部分には力覚呈示用のバルーンが取り付けられている。曲げセンサは指の角度を検出し、バルーンは空気圧で膨張、収縮させることで、スレーブが対象物に接触したときの力覚を操作者に呈示することを行う。将来的に小型、軽量で持ち運び可能なシステムとすることを目的としていることから、制御にはマイクロコントローラ(SIEMENS Infineon社製、C167)を用い、曲げセンサが検出した指の角度を取り込みスレーブに転送し、スレーブハンドから転送された力覚情報に従ってバルーン内の空気圧を変化させるバルブ(FESTO社製高速応答弁)の制御を行うものとした。マスタ、スレーブ間はCANバスで接続されている。バルーン内圧の変化を調べる動作確認実験を行った結果、バルーン内圧は指令通り変化していることがわかった。(Fig.2)また、実際にマスタハンドを手に装着したとき、バルーンの状態を段階的に認識することができたことから、ゆっくりとした把持動作であればバルーンの膨張、収縮に要する時間も、大まかな力覚の提示には支障ないと考えられる。

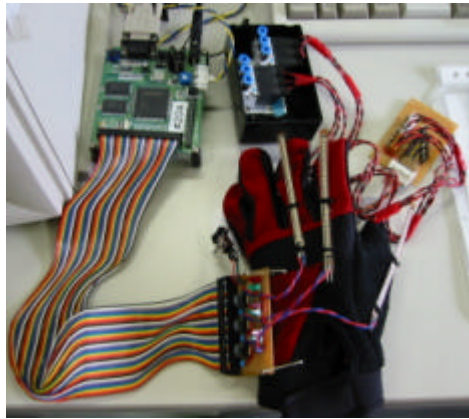


Fig.1 マスタハンド

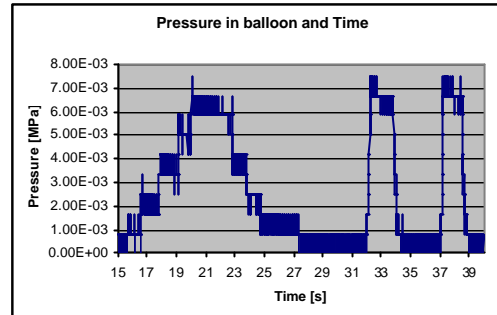


Fig.2 制御実験結果

スレーブハンドは、試作として1指のみ製作した。以下、スレーブ指という。Fig.3にスレーブ指の機構を示す。DCモータにより2つの関節を同時に駆動することができ、モータ動力伝達要素としてタイミングプリー・ベルトに加え歯車列を用いたことでモータ動力伝達部を小型化することができた。モータ出力軸に取り付けられた歯車列が90[deg]回転すると、近位の関節に取り付けられたリンクが90[deg]回転する。この時、遠位の関節を駆動する歯車列は2倍の180[deg]回転する機構とすることで、人間の指の自然な屈曲・伸展動作と同じく近位と遠位の関節は相対的に常に同様の角度になる。

開発したマスタハンド及びスレーブ指を用いて、操作者がマスタハンドからスレーブ指を操作できるか動作確認実験を行った。実験ではマスタハンドを装着した指を屈曲させ、スレーブ指の動作、マスタハンドの角度及びスレーブ指モータの電流量を、電流量センサを用いて計測した。その結果、マスタハンドに取り付けられた曲げセンサの分解能が低いものの、スレーブ指はマスタハンドの動作に従い屈曲・伸展動作することを確認した。(Fig.4)スレーブ指のモータ電流量は、無負荷起動・停止時に電流センサ出力値でおおよそ2.4[V]まで変化することがわかった。スレーブ指が停止しており、かつ電流センサ値がこの値以上であれば、スレーブ指は把持対象物等に接触したと考えられ、電流量に比例した力覚をマスタハンドに提示することで、対象物を把持している感覚を操作者に与えることができると考える。

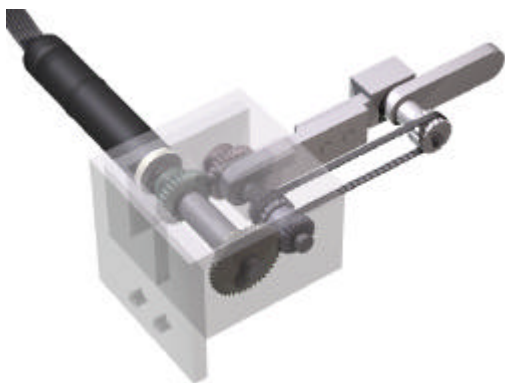


Fig.3 スレーブハンド

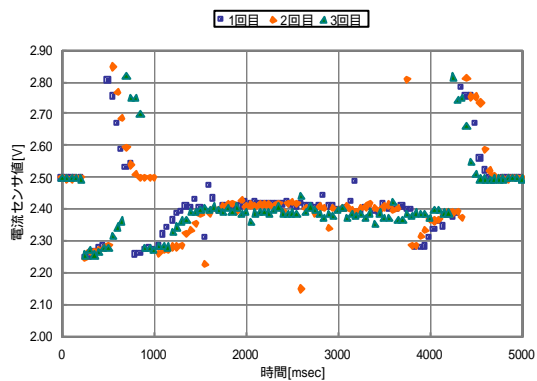


Fig.4 動作確認実験

5 . 成果の対外的発表等

(1) 論文発表 (論文掲載済、または査読済を対象。)

特になし

(2) 口頭発表 (発表済を対象。)

高橋良至 , マリオ・エルサイヤ , 西澤祐輔 , 米田隆志 , 福祉ロボットのためのマスタス
レーブハンドの開発 第4回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(S
I2003) 講演論文集 , pp.942-943 , 2003 .

(3) 特許等の出願件数

特になし