

坂井 俊哉・東京電機大学

斎藤 之男・東京電機大学

音琴 浩・東京電機大学

Toshiya Sakai, Tokyo Denki University

Yukio Saito, Tokyo Denki University

Hiroshi Negoto, Tokyo Denki University

大西 謙吾・大分大学

大島 徹・富山県立大学

Kengo Ohnishi, Oita University

Toru Ohshima, Toyama Prefectural University

Key Words: *intelligent hand, prosthesis, adaptive to size and shape of hand*

Abstract: 電動義手に必要なことは、軽量・機能性・外観、そして制御性である。特に、幼児用電動義手に関しては、これまで余り普及しておらず、その理由は、成人と比べ形状が小さいため、機構が簡単となり結果的に蝶番関節の義手が多く、外観も悪く、手の特徴が生かされない等の理由からである。本研究は、成人から幼児まで同じ機構を用い、体格の状況と年齢からおおよそ手の形状が推測でき、指部材料に開発中のアルミ粉末材料を用いることで剛性を高めたものである。幼児用電動義手の設計・試作結果を報告する。

1. 緒言

現在入手可能な義手は種類が限られており、身体に合った大きさ、形状、機能を持った義手を入手することは困難である。このため、各個人の身体に適した義手の設計・製作が可能となることが期待されている。

現在、電動義手には次の問題がある。

- (1) 幼児の手の大きさに合った機構の開発が困難
- (2) 電動義手の段端部への取り付けが困難
- (3) 成長に合わせたサイズ・形状の変更が困難

これらの問題に対し、我々は、幼児から大人まで、様々な大きさ、形状、機能を有した電動義手の研究開発を行っている。本報告では、その内の幼児用電動義手について報告する。

2. 研究の目的

我々は、成人男性用、成人女性用、中学生用、小学生用、幼児用と各世代に向けた電動義手の製作を行ってきた。それらの義手は、すべて Fig.1 の機構・構成を基本としている。近年は、幼児用義手の必要性から電動義手の更なる小型化を目指して研究を行っており、これまで 5 歳児用電動義手の開発を行った。^[1]

現在、更なる小型化を目指し、3 歳児用電動義手の開発を行っている。本稿では、幼児用電動義手の設計、3 次元測定を用いたコスメリックグローブ、筋電位センサについて説明する。

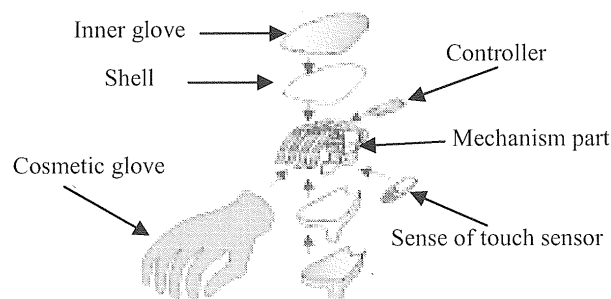


Fig.1 Composition of electric hand

3. 幼児用電動義手の開発

Fig.2 は、日本人の年齢と手の大きさを示している。例外として早く成長する子供もいるが、一般的に 16 歳頃まで、年齢に比例して大きくなっていることが分かる。従って、機構を同一にし、大きさを比例的に変えることにより、全ての年代に合った電動義手

を製作できると考えた。

そこで、既に開発を行った 5 歳児用の義手(Fig.3)の設計データを基に、更に小型化することで 3 歳児用の義手の設計を行った。

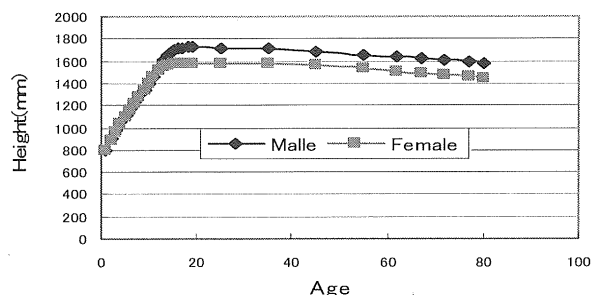


Fig.2 Relationship between age and hand size of Japanese

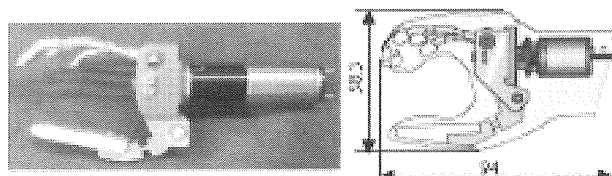


Fig.3 Electric hand for five-year-old child

3-1 電動義手の制御

多くの電動義手の把持機能は、オープンループ機構であるため、把持トルクを把持対象に応じて制御することができない。これに対して本研究の電動義手は、H8 ワンチップ・マイクロコンピュータと親指に配置した滑りセンサを用いたフィードバック制御によって把持動作を行う。これにより、プログラムやパラメータの調節、筋電位入力信号によって使用者の希望や残存機能に応じた電動義手の制御が可能となる。

3-2 滑りセンサ

物体を把持し、作業を行う場合、把持物体の扱い方や物体の形状、堅さなどによってその物体が手から滑って落としてしまうことがある。この問題には、滑りを検出し、把持の仕方を調節することで把持状態を調節する機能が有効である。そこで本研究では、親指に 13 個の接触覚センサ(Fig.4)を設け、マイコンを用いてパターン認識を行って滑り検出と把持力の調節を行えるようにした。

接触覚センサは、ピン保持部に下部ケース、センサピン、ゴムスプリング、導電性ゴムを順に挿入し、2本のプローブをプローブ保持部、基板に差し込んだ状態で上から重ね合わせた構造である。センサピンは13ヶ所に配置されており、把持対象物との接触により押され、圧電素子である導電性ゴムが2本のプローブに接触し導通するものである。^[2]物体が親指上を移動すると、センサのON、OFFの分布パターンが変化する。このパターン変化から把持物体がどのように移動し、手から落ちようとしているかを判断する。

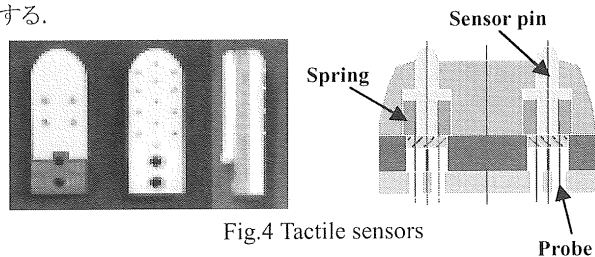


Fig.4 Tactile sensors

4. コスメティックグローブ

電動義手は、その外観が人の手と異なると人前で使用しづらい。このため、電動義手に健手と同じ外観、性質を持ったコスメティックグローブが必要である。このグローブには、物体との接触に対する機器部の破損防止とモータの防音の効果がある。

本研究では、健手の形状測定のために、手の石膏モデル(Fig.5)を製作し、レーザレンジファインダにより手の測定を行った。手の完全なデータを得るために、モデルを同軸上で回転させ撮影を行い、測定形状データを3Dデータ処理ソフト(RapidForm2000, INUS Technology)により、合成する。(Fig.6)^[3]

Fig.6のような手の形状データが得られたら、光造型機により陰性モデル(Fig.7)を製作する。次に、シリコンにより陽性モデルを製作し、シリコンゴムのコスメティックグローブ(Fig.8)を製作する。

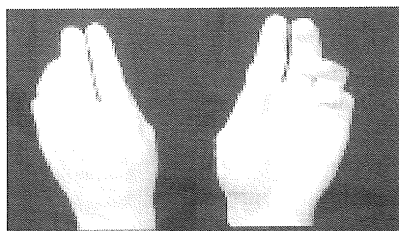


Fig.5 Plaster model

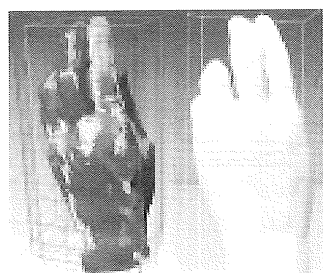


Fig.6 Measurement data by laser range finder and its combining

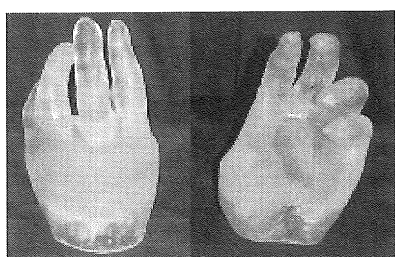


Fig.7 Laser lithography model

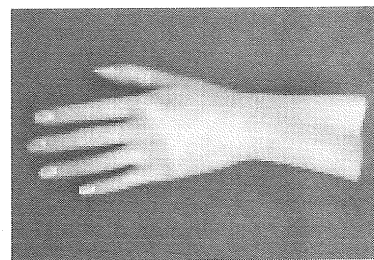


Fig.8 Cosmetic glove made of silicon rubber

5. 筋電位センサの開発

電動義手の指の開閉は、筋電位信号を入力信号とし、マイコンによってモータ制御することで行う。

筋電位信号を検出する電極部には、正確にデータ検出するために金メッキ処理を施した。(Fig.9)また、アンプ回路、バッテリー、電極部を一体化することによって、長い配線が不要となり小型化し、筋電位信号検出装置の装着が容易になった。また、光造型機を用いて、ケースを作製した。

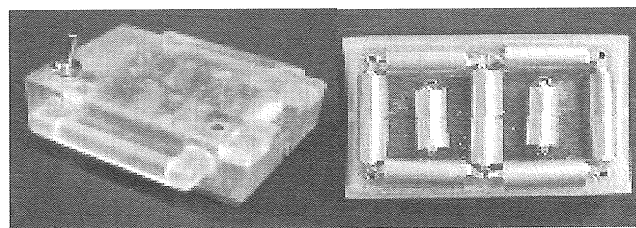


Fig.9 Myopotential sensor

6. まとめ

本研究のゴールは、幼児期から成人までの義手設計に対し、下記の研究を行った。

- ① 幼児から18歳程度までは、ほぼ比例的に成長しており、義手メカニズムを共通化することで実現可能となった。
- ② 切断時に残存の健手を光学的に形状を測定すれば、前もって設計、製作は可能となる。特に、成長期では重要である。
- ③ 幼児の義手から成人までの操作には、ノイズに強い筋電位センサを開発した。今後、小型化と無線化を進める予定である。
- ④ 外観は、日本では強い要求があり、我々は個人個人の残された手の形状計測から、コスメティックグローブを製作する製法を確立した。
- ⑤ 把持に関しては、接触覚センサによるパターン認識で形状と重さを認識可能になった。

参考文献

- (1) S. Yamashita, Y. Saito, T. Tajima, K. Ohnishi: The Microcomputer Control of an Electromotive Hand, Mecatoronics'01 5th Franco-Japanese Congress & 3rd European-Asian Congress, pp.225-230, (2001)
- (2) 斎藤之男, 大島徹, 東原孝典, 久保茂, 内田昭登, 大西謙吾, 音琴浩: マイコン制御による新しい電動ハンドの研究, 第18回ライフサポート学会大会予稿集, ライフサポート学会, 113, 富山県立大学(富山県射水郡) (2002)
- (3) Atsuo Ogawa, Yukio Saito, Hiroshi Negoto, Kengo Ohnishi: Study of Measuring and Rapid Prototyping Model of Human Hands Shape, Proceedings of The First Asia International Symposium on Mechatronics(AISM 2004), pp.67-72