手の操作力分布センサの開発

○佐藤 滋、菊池季比古、下条 誠（製品科学研究所）

Development of force distribution sensor on hand-finger system

S.Sato, S.Kikuchi, M.Shimojo (Industrial Products Research Institute)

1. はじめに

手指が外界の対象物に操作を加えるときには手指と対象物との間に力が作用する。しかし、従来手指の作業機能の研究では、フィルム解析や光ファイバ方式のデータグローブなどの方法による幾何学的な測定はなされているが、操作力の測定は十分行われていなかった。これは手指の操作力を汎用的に測定する方法がなかったためと考えられる。これに対し菊池らは感圧導電性ゴムを用いた触圧センサで操作力の測定を試みている¹⁾。今回これを発展させ、手指の操作力分布を測定することのできるセンサ（写真1）を開発したので報告する。

2. センサの設計

操作力の分布を測定するため、感圧導電性ゴムを用いた触圧センサをマトリクス状に並べたものを手袋のように手に装着して使用する方法を採用した。着脱が容易で手の動きや変形に追従でき、手の動作を妨げないことを条件として設計した。その結果、フレキシブルプリント回路基板でセンサを構成することにした。

電極パターンについては、必要な感度を有し飽和を起こしにくくするよう考慮して²⁾、導体幅1.0mm導体間隔0.8mmとした。

指の部分の形状は、実際の指の各関節の可動範囲を制限しないよう、また指の表面のできる限り広い範囲をセンサで覆うことができるように考慮し、模型による検討などを経て写真2に示すような展開図の立体とした。それぞれの指に5行3列（ただし第1指用は4行3列）のマトリクス状に電極を配置し

写真1 検出部

た。5行の内訳は、指先に3行、関節間に各1行ずつである。3列は中央部分を第2列とし隣接する指に面している部分を第1・3列としている。また、指の各部の寸法は個人差が大きいので、数種類のセンサの中からそれぞれの被験者に適した物を選んで手掌部分に接続して写真1のような形で使用することのできるような構造に設計してある。ただし、写真1では電極を見せるため感圧導電性ゴムを貼っていない。

手掌部分についても指の部分とほぼ同様な観点か

図1 回路の構成

写真2 指装着基板

ら設計した。電極は2行6列で、各指の根元の基本として第5指の外側を加えて6列となっている。したがって片手について指・手掌合わせると7行15列となる。これが写真3である。写真3では左手用を示してある。右手用はそっくり裏返しになる。手への装着は、爪に両面テープで指先に相当する部分を貼りつける。

処理回路はパーソナルコンピュータと接続することを前提として図1のように構成した。マトリクスでの回り込みを防止するため、零電位法をとっている。

3. 確認実験

検出部と回路の基本的な動作の確認をするため、指1本分の検出部を組み立て、左手の第3指に装着した(写真4)。この状態で、左手で机の上に立てて置かれた直径66mmの缶を握り、各点の電位を測定し、力の入れ方で出力が変化することを確認した。測定値の一例を図2に示す。この例ではおもに缶と接触しているのは第8列で、第9列も小さな力を受けていることが分かる。第9列の力はおもに第4指との接触によるものと考えられる。

4. まとめ

感圧導電性ゴムを用いたマトリクス状の操作力分布測定センサについて、装着性を確保し効果的な測定を行うための検出部の設計、回り込みを防ぎバー

写真3 手掌装着基板(左手用)

写真4 センサを装着した指

図2 指操作力測定例

ソナルコンピュータと接続できるような処理回路の設計を示し、実験的に確認した。

参考文献

- 1) 菊池季比古、佐野吉雅、斉藤一朗：触圧センサによる手指機能の測定法について、1989年日本人間工学会関東支部大会、1989
- 2) 佐野吉雅、下条 誠：感圧導電性ゴムの感圧特性、本講演集、1990
- 3) W.D.Hillis: High-Resolution Imaging Touch Sensor, Int. J. Robotics Research, Vol.1, No.2, pp.33-44, 1982