

触覚のみで運用可能な入出力インタフェースの開発

橋本 祐輔[†] 橋田 光代[†] 片寄 晴弘[†]

[†] 関西学院大学大学院理工学研究科

1 はじめに

人間には視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚の五感があり、これらの感覚機能はすべて、生活のために重要な役割を果たしている。その中でも人間の手を通じた触覚は現実における物体の形状の詳細な認識が可能であり、点字などの文字認識を行うことも可能である。また、情報機器の入力装置であるキーボードのようなタイピングインタフェースにおいては手探りでキーの位置を認識しながらタッチタイピングができる。

近年では、タッチパネルのように、提示されたものに直接触れることによって直感的に操作できる情報機器入力インタフェースが増えてきたが、タッチパネルの場合はキーを入力した際の物理的なフィードバックがないため、代替として音や視覚表現に頼る必要がある。

一方で、代替を行わずに直感的な入力に対しての物理的フィードバックを提示する SPIDAR[1] のような装置は、仮想物体との接触判定に対して力覚提示を行うが、仮想空間のものを触ることに特化しており、力覚提示を文字情報として出力することには向いていない。

そこで本研究では、触覚フィードバックを通じて文字情報の取得が可能でタイピングインタフェースの開発を行い、その効果的な運用方法について検討する。

2 関連研究

タイピングに特化した入力装置としては、ステノワードキーボード¹がある。これは文字入力に用いる 10 個のキーとその他いくつかのキーで構成されており、特定の組み合わせで押していくことで文字の高速入力が可能である。触覚に対する力覚出力装置としては、福本らによる、力覚フィードバックを与えるパッシブ型マウス [2] がある。また、安藤らのシステム [3] はディスプレイの上の表示物に触れると指に振動で触感を伝えている。

Development of a self-contained tactile I/O interface

Yusuke HASHIMOTO[†] Mitsuyo HASHIDA[†]

Haruhiro KATAYOSE[†]

[†] Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University

¹速記用キーボード 柴田邦博 (1991)

これらのように指を使った入力と力覚提示はそれぞれにおいて多くの研究がなされているが、システムにおける装置の大きさが普及の妨げになっているものも多い。以上の点を踏まえて本稿では視覚や聴覚などに依存せず、情報機器に対するデータ入力や機器からの力覚提示も可能なグローブ型タイピングインタフェースを提案する。

3 システムの設計

3.1 システムの構成

提案する触覚入出力インタフェースを用いたシステムの構成を図 1 に示す。システムは、両手の指それぞれに装着した 10 個の曲げセンサ (図 2) による入力と 10 個の振動子を用いた出力を組み合わせた入出力装置と、PC、両者間の通信処理および両手に接続されたハードウェアの制御を担う Arduino² で構成される。

3.2 システムの実装

PC には MacBook Pro を使い、ハードウェア制御が容易な Arduino ボードを用いた。PC と Arduino ボード間の通信は Bluetooth を用いた無線シリアル通信で行ない、電池による電源の供給を行う。Arduino ボードに接続された振動子に対する出力と Arduino ボードに接続されたスイッチからの入力は PC 上のソフトウェアである Processing を用いて行う。

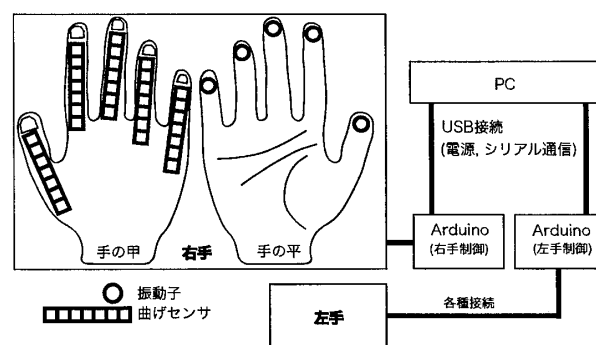


図 1: システム構成 (右手拡大表示)

²<http://www.arduino.cc/>

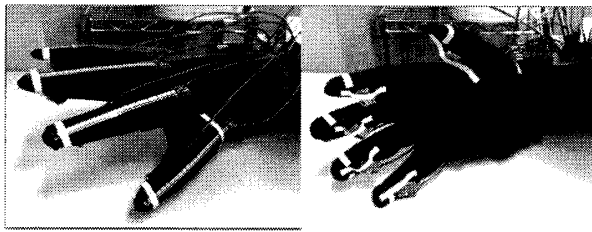


図 2: 制作したセンサグローブ (左:手の甲 右:手の平)

4 入出力プロトコルの設計

10 個の曲げセンサを用いて効率的に入力するためにはそれぞれの指の曲げ易さや使用頻度を考慮する必要がある。また PC からの出力を 10 個の振動子に伝える場合、どのような組み合わせで振動を与えるのが最も効果的に出力をユーザに理解させることができるのかも考慮する必要がある。

4.1 従来符号の提示

モールス符号は、1bit の打鍵情報と 2 種類の時間長の組み合わせによって表されるシンプルな提示方法である。シンプルであるが故に習熟や理解にそれほど多くの期間は要しないが、時間長という要素を含んでいるため、素早い入力や出力が難しいという欠点がある。

点字は、6 つの点の凸部位の組み合わせで表現される手法であり、視覚障害者のための提示方法として広く普及している。ユーザに対する出力として用いるには十分であるが、入力を考えた場合、凸部位を打ち込むのに時間がかかるという欠点がある。

4.2 提案符号とその提示

ステノワードキーボードでは、10bit の組み合わせにより様々な慣用表現を表せることから、本研究における触覚入出力インタフェースの 10 個の曲げセンサにおいても同等の表現が可能であると考えられる。また、中野らの研究 [4] においては、10bit でキーボード入力のほとんどを行なえることが示されている。

そこで触覚入出力インタフェースによる基本的な入力手法として、中野らの研究 [4] を参考にし、曲げセンサの入力組み合わせによるアルファベット表現を軸とした入力方法を提案する。この手法では qwerty 配置のキーボードに近い表現を行う。具体的には両手の平を下に向けて左手小指から右手小指にかけて 1~10 の番号付けをし、5,6 番である親指の状態を入力キーボード列の切替を行なう。入力例としては、「q」が「6 番を入

力しながら 1 番」, 「s」が「5 番を入力しながら 2 番」のようになる。

振動子に対する出力に関しては、文字入力と同様の組み合わせに対応した振動子を振動させることにより文字出力を行う。

5 まとめと今後の課題

本稿では、手からの入力と手の触覚に対する出力を行うことのできる触覚入出力インタフェースのハードウェア設計と、入出力プロトコルの設計の提案を行なった。

入出力プロトコルを設計した際に qwerty 配列に慣れた人にとっての習熟の簡単さを考えた配置を行なったが、キーボード独自の配置に慣れない人にとっては逆に入力が難しくなってしまう。そのため使いやすさと習熟期間の両者をできるだけ両立できる配置をユーザ自身が選択できるようにするべきである。

このシステムの応用として、目や耳に頼らない文字の入出力ができるため、知覚が制限された場面で情報をやり取りする場合に威力を発揮すると考えられる。また、手を浮かせた状態でのタイピングとフィードバックが可能のため、タイピングスタイルを限定する必要がなくなる。加えて、曲げセンサと振動子はそれぞれ、よりアナログ的な数値を扱うことができるため、センサグローブとしてある程度の入力能力を備えつつ、その入力結果を直接手に返すこともできる。この点に着目し、インタラクティブなコンテンツにおける利用を模索したい。

参考文献

- [1] 佐藤 誠ほか, “空間インタフェース装置 SPIDAR の提案”, 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol. J74-D-II No.7, pp.887-894 (1991).
- [2] 福中 謙一ほか, “力覚フィードバックを与えるパッシブ型力覚マウスの試作と性能評価”, ヒューマンインタフェース学会論文誌. Vol.6, No.2, pp.75-82, (2004).
- [3] Hideyuki Ando *et al.*: “A Fingernail-Mounted Tactile Display for Augmented Reality Systems” *Electronics and Communications in Japan*, Part II Vol. 90, No. 4, pp. 56-65, (2007).
- [4] 中野 高彰ほか, “センサグローブを用いた対話支援装置の開発”, 広島工業大学紀要研究編 第 42 巻 pp. 179-183 (2008).