

センサグローブを用いた対話支援装置の開発

中野高彰*・西本 澄**

(平成19年10月31日受理)

Development of an Interactive Device Using Sensor Gloves

Takaaki NAKANO and Kiyoshi NISHIMOTO

(Received Oct. 31, 2007)

Abstract

Even if the speech handicapped know human sign languages, it is impossible to communicate with a person who doesn't know them. Therefore, to assist the speech handicapped, we have developed such a speech synthesis system as the texts can be provided by a pair of sensor gloves. The sensor gloves have ten binary outputs which indicate whether each finger is bending or not, and that digital code can be converted to the Roman alphabet. Our design strategy has been accomplished by the H3048F, one of the cheapest microprocessors available.

In this paper we have examined the feasibility of the proposed device concerning such as input speed, facility and portability.

Key Words: interactive device, sensor glove, speech handicapped, bend sensor, portability

1. 序論

声帯もしくは耳に障害があり、声を出せず、言葉による対話が困難な人を支援する、指の折り曲げと音声合成機能を組み合わせた対話支援装置の開発を行った。

難聴者は、自らの発音の確認ができないため、発音が不明瞭になる。対話する相手は基本的に健常者を想定している。例えば、手話では難聴者が手話を習得しても、話す相手が手話を習得していなければ会話が成立しない。しかし、この対話支援装置では、相手が手話を習得していなくても対話を成立させることが可能となる。

音声合成で言葉を出す機械として、ナムコのトーキングエイドシリーズがある¹⁾。この装置は、ひらがなのキーボードで文字を入力すると、スピーカから音声で言葉を出力する。入力方法が直感的で初心者にも扱いやすいが、サイズがやや大きめであり、キーボード入力であるため、歩きな

がらの会話には不向きである。

従来から情報機器への入力はタイプライタ、キーボードが用いられ、訓練を積むことにより、ブラインドタッチでの入力も可能となり、また鍵盤楽器についても古くからの歴史があり、両手の5指の機能を用いた種々の操作は人間の得意とするところである。

そこで本研究では5指の折り曲げを検出して文字入力を行うグローブ型デバイス、さらに手の平にフィットする5指の操作入力が簡単に行えるカップ型デバイスを考案した。考案した入力デバイスは装着できるので、歩行しながらの入力も可能であり、歩行中のコミュニケーションも可能である。

本装置は、センサグローブから得られるアルファベットに対応する信号をローマ字変換することで、日本語の全ての言葉を出力できるようにし、それを音声合成で発声する。また、より日常会話を円滑に行えるように、ボタン1

* 広島工業大学大学院工学研究科機械システム工学専攻

** 広島工業大学工学部知能機械工学科

つで頻繁に使う単語や文を発声させる「ショートカット」機能も搭載した。センサグローブを装着すると同時に周辺装置を携帯できるようにウエストポーチに入れ、スピーカはベルトにフックで取り付けられるように設計した。操作者用に装置には入力文字を確認するために液晶ディスプレイ(以後LCDと記述)を搭載している。

一方、相手が画面を見ることはむずかしく聴覚障害者同士での利用は困難である。また、入力方法が手動であるため、手が使えない人や視覚障害のある人は入力を視覚で確認することができないので使用が困難となる。

本論文では、開発した対話支援装置の概要と、装置の性能評価結果について報告する。

2. 対話支援装置

2.1 開発のコンセプト

開発のコンセプトは、手話とは関係なく、歩きながらも対話が可能で対話支援装置である。また、使用目的は、声が出せない障害の人に代わり「音声」を出すことと、聴力障害による発音の癖を、誰にでも聞き取れるように発音させることである。

設計では、以下の機能を実現するために装置およびプログラム設計を行った。

- 1) ローマ字入力を音声合成により発声する。
- 2) 入力方法はパソコンのキーボードと類似した文字配置とする。
- 3) LCDに文字を表示でき、使用者が確認可能とする。この機能により誤入力の確認と、入力の訂正を行う。
- 4) LCDに表示されるローマ字を音声合成プログラムの実行により、カタカナに変換する。
- 5) 多く使用する単語、文を事前に登録し、ボタン一つで発声させる。(ショートカットモード)
- 6) ショートカットモードと通常入力を随時切り替え可能とする。
- 7) スピーカはイヤホンジャック式とし、取替え可能とする。

2.2 センサグローブ

センサグローブおよびカップは一指につき1つのセンサを搭載した2つの入力デバイスで構成される。Fig2.1の左側が操作性重視のカップ型入力デバイス(底面直径120mm, 高さ140mm, 重量94g)で、右側がグローブ型の入力デバイス(市販の軍手, 重量80g)である。

1) グローブ型

Fig2.2はグローブ型デバイスに装着するために作製した折り曲げセンサで、図中の②のように指を折り曲げると

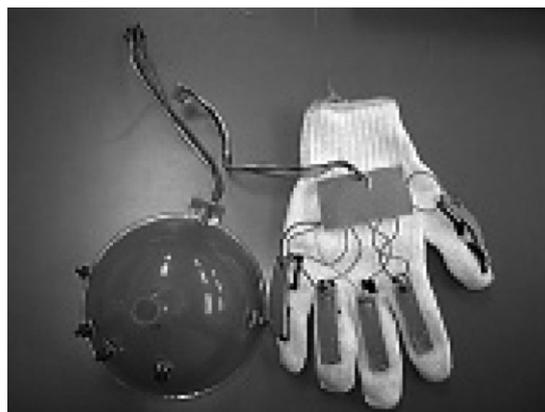


Fig2.1 カップ型とグローブ型

上下の金属(銅箔)部が接触しスイッチがONになる。

手の大きさや指の長さなどの違いによる個人差のため、センサの適正位置が変わってくるが、グローブ型では、センサの位置を調整できるので使用者は入力操作が容易となる。また、中指、環指、小指の3指は深指屈筋腱が完全に独立しておらず、曲げる指の組み合わせや角度によって入力が困難なる。また、指の腱に負担がかかるなどの異常が生じる場合がある。

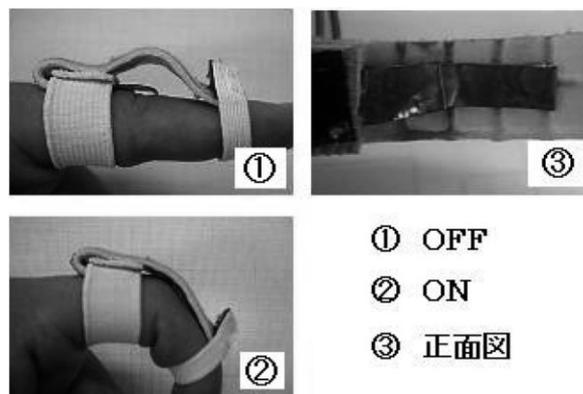


Fig2.2 折り曲げセンサ

2) カップ型

カップ型はプッシュスイッチを直接カップに埋め込む構造により、センサの位置を容易に調整できないので個人専用となる。Fig2.3は、カップ型入力デバイスに実際に手を乗せて操作している図である。

特徴は、一度自分用にセンサ配置を調整すると、グローブタイプより入力が簡単にできること、接触不良や誤接触がないことである。また示指、中指でカップの突起部を挟むことにより片手での移動中の使用も可能である。いっぽう、カップの型の場合、容積が大きくかさばること、人それぞれ指の長さが違うため、使用者が変わるとセンサの最適位置が異なり、スイッチを押し難いことなどが欠点である。

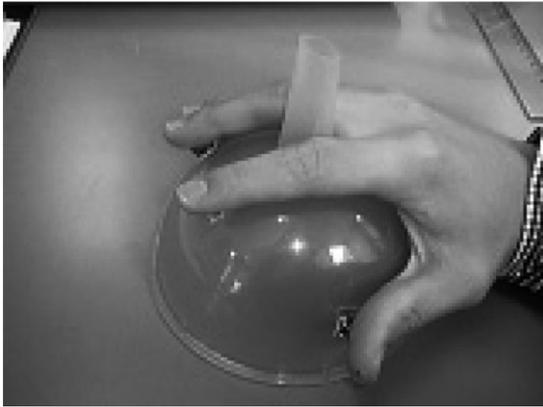


Fig2.3 カップ型使用図

2.3 マイコン制御

対話支援装置の構成図を Fig2.4 に示す。

制御用マイコンは日立H8マイコンシリーズのAKI-H 8/3048 F を使用し、音声合成ボードは Scarab Corporation の AUDIO-98 ZA を使用した。

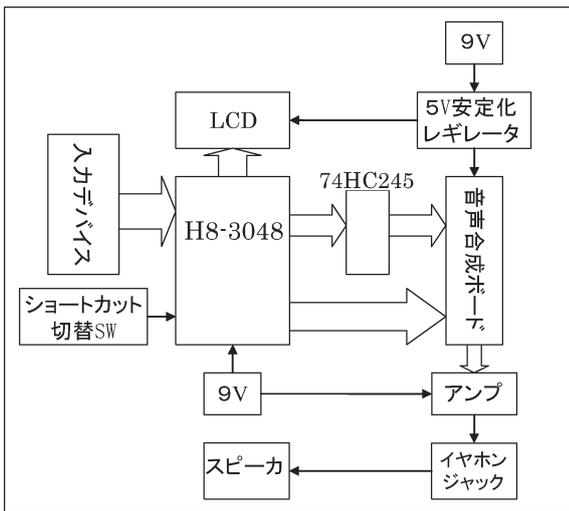


Fig2.4 構成図

1) 文字入力

センサグローブからの入力はポート 2 を 8 bit とポート 4 を 2 bit 使用した。入力された信号に対応するアルファベットのアスキーコードを配列に保存し、変換命令を行うと、配列内のデータをローマ字カタカナ変換し、カタカナのアスキーコードとして配列に上書きする。

2) 音声合成

音声合成ボードには、8 bit のカナ文字データと読み書きを制御するための制御信号をマイコンから送っている。データバスにポート 3 を 8 bit、アドレスバスにポート 1 を 2 bit、ライトイネーブルとリードイネーブルにポート 6 を 2 bit、チップセレクトにポート 8 を 1 bit 使用した。さらにショートカットモード切替にポート 4 を 1 bit、LCD への

出力表示のためにポート 5 を 6 bit 使用した。

2.4 装着方法

Fig2.5 に対話支援装置の装着例を示す。この例では、装置をウエストポーチに入れ、スピーカと入力デバイスはベルトに、LCD はウエストポーチに取り付けている。



Fig2.5 装置装着例

2.5 文字入力変換

入力デバイスのスイッチの入力パターンと対応する文字を Table2.1 に示す。Fig2.7 は、入力デバイスのセンサと Table2.1 との対応番号を示す。Table2.1 の配置は、Fig2.6 の様なパソコンのキーボードの配置とほぼ同じになるように設計した。Table2.1 の①などの数字は、その数字に対応した指のスイッチが on になったときの状態を表す。例えば、「y」を入力するときは、「⑥⑧⑨」の指を曲げる。また、表中で、「②③」のように 2 つ同時に押すのは、親指以外のスイッチが 8 個に対し、キーボードの文字は 1 行に 10 文字あるので、不足する 2 つのスイッチを補うための入力の組み合わせである。



Fig2.6 キーボード

なお、音声合成で「Space」を実行すると、短いまを置くことができる。また、「BS(BackSpace)」で入力したローマ字の最後の文字を削除でき、「Enter」で強制的に文字入力を終え音声合成を行い、「Repeat」で同じアルファベットを連続入力できるようにした。

Table2.1 入力デバイスの入力位置と対応する文字

	①	②	③	④	②③
⑤⑥	1	2	3	4	5
⑥	q	w	e	r	t
⑤	a	s	d	f	g
—	z	x	c	v	b
	⑧⑨	⑦	⑧	⑨	⑩
⑤⑥	6	7	8	9	0
⑥	y	u	i	o	p
⑤	h	j	k	l	Enter
—	n	m	Space	BS	Repeat

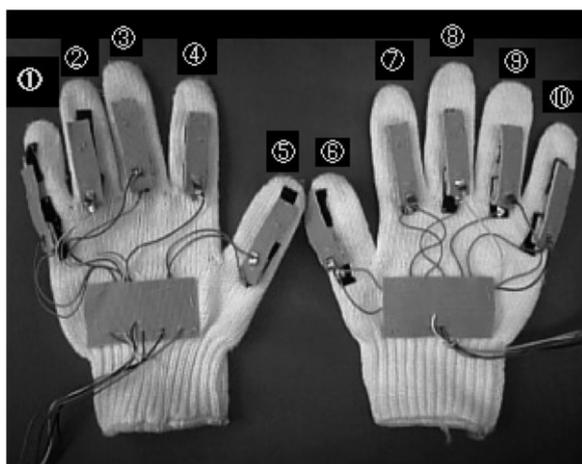


Fig2.7 スイッチの番号配置

3. 対話支援装置の性能評価

3.1 電池の耐久時間

実験には未使用の乾電池を使用し、装置が正常動作しなくなるまでの時間を計測する。なお、乾電池には9Vマンガン乾電池 (TOSHIBA マンガン乾電池 6 F 22(UB)/9V) と9Vアルカリ乾電池 (GP SUPER ALKALINE/9V) を使用した。

その結果、アルカリ電池では、装置は約65分間連続動作したが、マンガン電池ではアンプ等への所要電流を供給できず、正常に動作しなかった。

3.2 入力デバイスの入力速度の性能評価

「こんにちは この商品は おいくらですか 高過ぎます 払えません」という文字を、次に示す入力デバイスで入力し、入力を終えるまでに要する時間を測定した。グローブ型デバイス、カップ型入力デバイス以外の入力デバイスおよび入力方法は、ノートパソコンのキーボード、モ

Table3.1 入力速度の計測結果

	キーボード	手書き	電子辞書
平均時間(s)	21	25	32
Sec/Type(s)	0.33	0.40	0.49
	携帯電話	カップ型	グローブ型
平均時間(s)	33	69	83
Sec/Type(s)	0.52	1.1	1.3

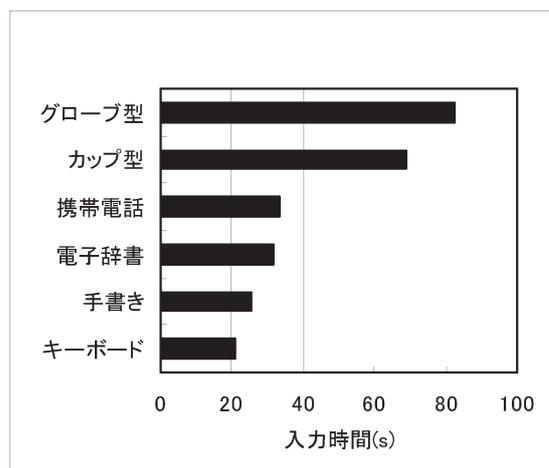


Fig3.1 各入力デバイスによる入力時間の比較

バイル型電子辞書のキーボード、携帯電話の文字入力ボタン、鉛筆による手書きである。

実験結果を Fig3.1 に示す。また、それぞれの入力デバイス、入力方法による平均入力時間と1文字あたりの平均入力時間を Table3.1 に示す。但し、この実験データは著者のものであり、多数の被験者による統計データではない。

今回、通常用いられる入力デバイスでの入力時間に対して約2倍の時間を要した。提案したカップ型とグローブ型では、カップ型の方が入力時間が短くなった。但し、カップ型、グローブ型ともに十分な練習を積みれば大幅に入力時間は短くなると考えられる。また、電子辞書、キーボード、手書きは歩行中の使用は困難であるが、携帯電話は歩行中でも使用可能で、携帯電話の入力時間は、停止時と移動時でもあまり差は見られなかった。ただし、雑踏の中での使用は危険であり、グローブ型あるいはカップ型の方が使用に適している。

4. センサグローブの他の利用法

4.1 電子楽器

Fig4.1 は、指の組合せで、3オクターブ分の「ド～シ」と1オクターブ分のフラットとシャープの音階を表現できる装置である。

指の怪我などのリハビリを楽しくすることなどに利用できる。

Table4.1 入力に対応する音階

		①	②	③	④
⑤⑥	中半音	ド	—	ミ	ファ
⑥	高音	ド	レ	ミ	ファ
⑤	低音	ド	レ	ミ	ファ
—	中音	ド	レ	ミ	ファ
		⑦	⑧	⑨	⑩
⑤⑥	中半音	ソ	—	シ	—
⑥	高音	ソ	ラ	シ	ド
⑤	低音	ソ	ラ	シ	ド
—	中音	ソ	ラ	シ	ド



Fig4.1 音楽演奏装置

この装置は両手にグローブを装着することにより2種類の音を出力することも可能である。入力に対応する音階をTable4.1に示し、Fig4.2に演奏可能な音階の範囲の鍵盤を示す。Table4.1の数字はFig2.7に対応する。



Fig4.2 演奏可能な音階範囲

4.2 ワープロ入力

今回の対話支援装置の応用の一つで、文字入力を寝たきりの人でもワープロ入力装置として利用できる。Fig4.3は



Fig4.3 センサグローブによるパソコン画面への文字表示

実際に通信機能を用いてパソコンに文字を表示させた図であり、文字を大きくすることにより、意思の疎通に有用である。

4.3 移動ロボットのコントローラ

電動車椅子や搬送機械の操縦のためのコントローラへの入力デバイスとして、ジョイスティックの代替品として利用できる。例えば、5本ある指で、ブレーキ・前進・後退・左右旋回などの指令を行うことができる。

5. 結論

両手の指及び指の機能を有効に利用してアルファベットを入力するグローブ型、カップ型入力デバイスを考案し、ローマ字入力からカタカナ変換を行い、音声出力する対話支援装置を開発した。この装置を実際に使用し、評価した結果、次のようなことが明らかとなった。

- 1) 装置総重量は約950gであり、装置を装着しての歩行中の操作を簡単に行うことができた。
- 2) 製作した入力デバイスの入力速度は、携帯電話の約1/2の速度であった。
- 3) 日常生活で頻繁に使う言葉を登録するショートカットモードと直接入力するメインモードとの切り替えをスムーズに行うことができた。

また、既存の入力デバイスと比較して次のような問題点がある。

- 1) 使用上の短所は、キーボード配置を覚えなければならず、手話を覚えるより簡単ではあるが、使いこなすまでに練習が必要である点。
- 2) 既存の入力デバイスより入力速度が落ちる点。

これらの課題の解決に加え、さらにより使いやすい対話支援装置とするためには、グローブ型入力デバイスについて、センサの構造やグローブとの装着方法などの改良、バッテリーの耐久時間や充電方式など電源まわりの改良などが必要である。

参考文献

- 1) 株式会社ナムコ 福祉事業
http://hustle-club.com/at/n-at_hustle.html