

ロボットと人間のかかわりについて —身体障害者入力装置の開発について—

Research for communication of robot and human
—Through the development of interface device for the handicapped—

代表研究者 東北大学工学部助手 鈴木南枝 (旧姓 安田)
Res. Assistant, Fac. of Eng., Tohoku Univ.
Namie Suzuki

This research is the first attempt to realize a "Welfare-Robot".

Our goal is to develop so-called "Home-Robot" that help with the elder and the handicapped in a house. Main theme of this research is about "Man-Machine Interface Device", and the developing of an input unit with breath has indicated the possibility of "Bilateral Control" for a mouth.

研究目的

本研究は、福祉ロボット実現への足がかりとして、身体障害者用のマウスジョイスティックインタフェースを試作することを目的とする。

最近、福祉について人々の意識も高まってきており、各種福祉機器が開発されているが、まだまだそのメカトロニクス化は遅れている。また、身体障害者や体の不自由な老人の介護にあたる人材の不足は社会的な難題である。たとえ介護人がいても実際はなにか頼むのに気を使い遠慮がちになるものである。特に老人の場合はボケ症状がからむ対人関係のトラブルが多い。そこで、体が不自由な人の代わりに屋内をまめに動き回ってくれるホームロボットの実現が望まれる。

今回のそのようなホームロボットを前提に、マンマシンインタフェース装置を開発することとした。人からロボットに命令を出すまでには何らかのインタフェースが必要である。寝たきり老人や筋ジストロフィー患者などの重度障害者を対象と考え、呼気と口元の動きを利用するインタフェースの試作を行うこととした。呼気とジョイスティックをあわせたようなインタフェースである。また、試作したインタフェース装置でのバイラテラ

ル制御も試みた。口に対してのバイラテラル制御はこれまで例がない。

研究経過

まずはじめは、老人福祉施設、身体障害者の施設を訪問した。その時の体験を参考にしながら、福祉ロボットの研究としてどこから着手するか考察した。当初は、老人福祉に取りくみたいと思いきボケ症状の老人が収容されている施設をいくつか訪問したが、そのような施設や一人暮らし老人でも要求されるものは「人の心」そのものであることから、ロボットの研究としてはなかなか具体化しにくい。そこで、今回は、老人福祉に関しては、一人暮らし用ホームロボットのイメージ構想を簡単に行っただけにとどめ、具体的試作は、身体障害者用のインフェースデバイス（入力用デバイス）を作成することとした。

一般に健常者の場合は手を使用しているが、筋ジスのような重度身体障害者の場合は手以外の操作手段を選ばなければならない。今回は、口を選択した。つまり、口にくわえて操作するマウスジョイスティックインタフェースの試作を実現することとした。口を選んだ理由は、重度障害者でも残存機能として残っているケースが多いと思わ

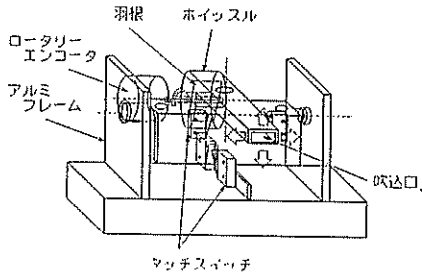


図1. インタフェース.

れるからである。さて、車椅子にみられるようにジョイスティックは、身体障害者にとって使用しやすいデバイスである。そこでジョイスティック機構を取り入れたマウスジョイスティックインタフェースを試作し、マニピュレータ操作を実現した。その結果、操作性の向上のためにはバイラテラル制御が有効ではないかと予想し、その実現性を確かめた。

研究成果

1. マウスジョイスティックインタフェースについて

まず、図1のようなインタフェースデバイスを作成した。ホイッスルに風車を埋め込んだような、呼気を利用するインタフェースデバイスである。呼気により風車がまわるその回転角度はエンコーダによって知ることができる。またこのインタフェースは、ジョイスティック機構を備えている。車椅子などに使われているようなジョイスティック機構とは身体障害者にとって操作性がよい機構である^{*1)}。このインタフェースは、呼気の強さの4段階、ジョイスティック機構の4方向を区別することが可能となる。

このインターフェースデバイスを使用して、マニピュレータ操作を試みた。

表1に示したのが、マニピュレータ動作とデバイス入力との対応である。

なお、上下左右の移動には、いったん命令がいったらストップ命令があるまで動き続けるAUTOモードとした。ストップ信号はマウスジョイスティックインタフェースを上下に少し動かした時とした。また、動作に誤りが起きないように今の状態を、図2のようなモニター画面で表示す

表1. マニピュレータ動作とデバイス入力との対応

通常 入力	ジョイスティック 1	+X 軸の移動 (AUTO モード)
	" 2	-X 軸の移動 (AUTO モード)
	" 3	+Z 軸の移動モード (AUTO モード)
	" 4	-Z 軸の移動 (AUTO モード)
	呼気 の 強 さ 1	+Y 軸の移動 (AUTO モード)
	" 2	-Y 軸の移動 (AUTO モード)
特別 入力	呼気 の強 さ 3	ジョイスティック 1 ハンドの回転(+) " 2 ハンドの回転(-) " 3 アームの回転 " 4 ハンドの開閉

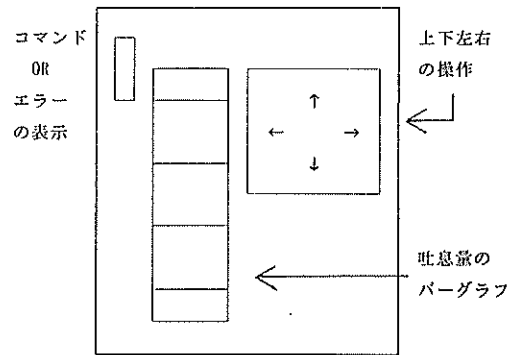


図2. モニター画面 (液晶CRT).

ることとした。

実際には積木を8cm離れた場所に移動してもらった。個人差が多少あったが、はじめて操作した時は約2分で行うことができた。5回目くらいになると操作に慣れて約1分で操作が完了した。このマウスジョイスティックインタフェースは、熟練すれば操作性が向上するデバイスであることがわかった。

2. マウスジョイスティックインタフェースのバイラテラル制御の実現

マニピュレータを操作する時に手に触感や重さが伝わってくるようなバイラテラル制御の研究

*1) 井出: "重度身体障害者のポインティングデバイス操作特性", *Human Interface*, 5, 129~136 (1990).

はかなりなされている。特に最近では仮想空間、テレロボティクスの研究の進歩でこの分野の研究は急速に発展をとげている。しかし、身体障害者を対象としたインタフェースデバイスでバイラテラル制御を考慮しているものは今までなかった。そこで、今回のマウスジョイスティックインタフェースにバイラテラル制御を試みることにした。マニピュレータのハンドにストレーンゲージを貼り、またマウスジョイスティックインタフェースが上下に動くようにサーボモータを一つ取り付けた。つまり、運ぶ物体の重量と接触をマウスジョイスティックインタフェースが上下に動くことによって、口に伝えることを試みた。唇はどの程度の力の差が感じられるか心配であったが、このシステムでは唇に感じるができる最小の力は10 gfであった。また、約50 gfをこえると被験者を強すぎると不快感を表した。このインタフェースの場合、唇に返す力は10~40 gfに設定すれば、物体の重量認識はある程度は可能であることがわかる。実際には、まだ、重量を認識してマニピュレータ操作を操ることはできなかったが、物体接触情報は容易に認識できた。今後、力フィードバック用センサを工夫すれば、重量認識を加味した、よりよいマニピュレータ操作が可能となる。

3. ホームロボットの構想

福祉ロボットを実現するには、いくつかの障害がある。例えば、日本家屋は狭いためロボットの小型化をめざさなければその実現の可能性はない。電動車椅子の普及が日本で遅れているのはそのためである。さらに身体障害者用にだけ用いられるロボットでは、つまり、大量生産に結び付かなければ、価格の点かやら実現はむずかしいと思われる。そこで、一般の家庭に入っていくホームロボットの構想を考えてみた。

今は、2030年、日本で、70才以上のお年寄りが全国に2000万人になり、そのうち半分が一人または、老夫婦二人で暮らしている。1年前に銀行動めに終止符をうち今は悠々自適の毎日である。さて、私たち3世帯家族は今のところトラブルもなく暮らしているが、若者夫婦も、1年に数

日は、老人から開放してあげないとかわいそうだ。やはり、お互いにストレスがたまってしまう。そこで私も今週だけ一人暮らし老人である。

ところで30年ほど前はベビーシッター産業が盛んになったそうだが、今はシルバーシッター産業も盛んである。ただ、老人は我がままだからせっかく御世話をしてくれるシッターさんとトラブルも多いらしい。私は、まだそんなもんには世話にならない、と思ったが、やはり、夜を一人で暮らすと言うことは、体の自由が効かなくなった老人にとって想像以上に不安なものである。そこで、今回は、最近ではじまったばかりのロボットレンタル制度を利用してみることにした。この制度は、老人や身体障害者に必要なロボットを政府で一部肩代りするので格安料金でレンタルできる制度である。最近のホームロボットは格段の進歩を遂げて小型になり驚くほど利口になった。ロボットだと、人間関係の煩わしさがいらないので、最近ではシルバーシッター産業の新しい担い手としてもものすごい勢いで伸びている。ところで、私は動くのがおっくうにはなったがまだまだ歩き回ることができる。そこで、警備と電気機器の管理だけをしてくれる小型ロボットを1台だけ借りることとした。それが、このチビロボットである。このロボットは、くるくと屋内を動き回り、室温やガスの異常がないか見回ってくれる。何かあった時はこのロボットから警察に連絡がいくそうである。まあ、部屋の中をくるくる動き回る電気製品のコントローラというわけだ。

まず、このロボットは、屋内の地図をもっている。この間、ロボットコンサルタントがロボットを連れてやって来た時にこの地図の入力をしていってくれた。変更がある時は電話をかければ電話ですぐ直してくれるそうだが、自分でも簡単にできるそう。単に屋内の障害物(机や棚など)を黒、移動可能領域を白と塗り分けるだけである。白黒地図の入力があると自動的にロボットでも理解できる地図データに直すそうだ*2)。つま

*2) 安田、中野：“骨格を用いた移動ロボット用地図情報表現”，第8回日本ロボット学会学術講演会予稿集，No. 2, p. 545 (1990).

り、人間が理解しているように環境を理解するための手法である。

また、たまに避けるのがむずかしい障害物もある。つまり、非常事態のときは、リモコン装置についているジョグを操作してマニュアルで移動するようになっている。そうそう、寝たきり老人や身体障害者のように残存機能が口だけの場合も操作できるようにマウスジョイスティックインタフェースの取り付けもできるそうだ。これは、指によるポイント指示では、指位置の固定が確実になければならない。それでは、体の固定操作が不自由な身体障害者には操作がむずかしい。それよりも、ジョイスティックに息によるスイッチ操作が付加されているマウスジョイスティックインタフェースの方が使いやすいらしい。また、このマウスジョイスティックインタフェースはバイラテラル制御なので、ロボットが障害物にぶつかるとマウスジョイスティックが動いて口に伝わるようになっている。また、ロボットハンドの操作時にも重さがある程度わかり、身体障害者がロボットハンドを自分の手のように操作できるインタフェースデバイスとなっている。

それでは、うろうろ部屋の中を動いているロボット君を呼んでテレビをつけてきてもらおうか。テレビに向かって電源 ON したが、こっちに向かってきた。なんだ、「チャンネル指定をいれて

ください」と聞いてきたぞ、ロボットのモニタに今日のテレビ番組案内が移っている。ニュースをみたいから 1 といれるとロボットが移動しはじめて、ほう、ニュースが流れ始めた。それでは、わしは、テレビでも見ようか。そういえば、お茶が欲しくなったな、こいつはお茶汲みはできないんだ。やっぱりハンドがついているのにすればよかったな……。うーん、いかん、いかん、体がなまってしまう。お茶ぐらい自分でいれなくては……。

今後の課題と発展

以下の 3 点を主に発展させていきたい。

①このマウスジョイスティックインタフェースデバイスを使用したデータを集め、インタフェースデバイスの操作性について検討する。

②インタフェースデバイスの改良として、風車タイプではレスポンスが遅いため操作性が良くないと思われる。例えば、呼気、呼圧センサとして振動板など他の検出方法を検討する。

③バイラテラル制御のための触覚センサの工夫を行い、口に対するバイラテラル操作の有効性を検討する。

発表論文

田島, 松川, 安田, 中野: “障害者用マウスインタフェース”, 第 11 回バイオメカニズム学会学術講演会, pp. 197~198, 1990 年 9 月 29 日.