肢体不自由者のポインティングデバイス操作特性

○井手将文（徳島大学大学院）、藤家馨（総合せき損センター）、黒須顕二（近畿大学九州工学部）

Operational characteristics of pointing device on persons with physical disabilities.
Masafumi IDE(Tokushima Univ.), Kaoru FUJIE(Spinal Injuries Center), Kenji KUROSU(Kinki Univ.)

1. はじめに

頸髄損傷や脳性麻痺等の肢体不自由者の機器操作特性は、上肢運動麻痺や知覚麻痺および不随意運動の出現等による操作の困難性により、健常者で従来行われてきた手法の適用は困難な場合が多い。本報告では、肢体不自由者が単速度動作特性をもつジョイスティックを操作して画面上でカーソル位置決めを行う動作に着目し¹⁾、操作時間を、スティックを押してカーソルが動いている時間（移動時間）と、離してカーソルが停止している時間（停止時間）に分け、カーソルから目標までの距離に対する各時間の関係をモデル化しその操作特性を明らかにした。

2. 方法

2.1 実験方法

実験では、CRT画面中央に1 dot 幅のラインで描かれた十字の目標点を表示し、ピープ音と同時に目標点から上下左右及び斜め4方向のいずれかにランダムにカーソルが出現する。被験者はジョイスティックを用いてカーソルを中央の目標点にできるだけ早く重ね、重なったことを確認し、別の大型押しボタンを押して操作完了とする。カーソルの出現点の位置は160dotの距離である。移動速度は毎秒80dot、出現回数は上下左右および斜め4方向の各2回で計16回実験を繰り返した（図1）。

使用したポインティングデバイスは、4個のマイクロスイッチを内蔵した単速度特性のジョイスティックである。実験では、CRT画面に指

図1：カーソルのスタート位置

定された2点間をカーソル移動させ、その移動経路及び経過時間をデータとして収録した。これにより、目標点までの距離と停止点での停止時間、および、目標点までの距離と次の停止点までの移動時間をモデリングのためのデータとして算出した（図2）。

図2：モデリングのためのデータ

2.2 被験者

表1に被験者の身体的特徴を示す。被験者は重度肢体不自由者8名及び健常者2名である。被験者1～8は頸髄損傷者で手指機能障害を持ち、障害程度が重度な順に上から並んでいる。

被験者No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年齢	18	18	20	23	29	20	23	21	40	35
性別	男	男	男	男	男	男	男	男	男	男
残存レベル	C5A	C5A	C6A	C6B2	C6B2	C6B3	C6B3	C7B	健常	健常
受傷後期間(月)	29	16	8	4	18	16	3	68	—	—

表1：被験者の身体的特徴

3. 結果および考察

健常者を含む全被験者において移動時間、停止時間データをファジィ推論により関数近似したが、いずれも類似した操作を行っていた²⁾。

3.1 移動時間

図3は被験者5,10の移動時間データを、図4はそれらをファジィ推論により関数近似したものである。移動時間はカーソルの挙動に直接関連し、目標との距離を認識しその距離に応じてカーソルを近づけるために、距離が短くなれば

それに比例して移動時間は短くなる。しかしながら、人間は操作時間を無限に小さくすることはできないので新たなルールを生成し、目標点近傍では操作者のできうる最短時間の一定値となる。この値は操作者の操作能力を示す指標となる。近傍のルールを生じた範囲をD limit とし(図5)、全被験者における生成ルール数とD limit を表2に示す。実験結果では頸髄損傷者のD limit は健常者の値の2～5倍であった。

3.2 停止時間

図6は被験者5の停止時間データとファジィ推論により関数近似したもので、停止時間は目標近傍で急増している。これには、レバーを倒す方向を変えるための持ちかえ動作、操作姿勢の修正、休息、不随意運動の出現など、障害者特有の動作が停止時間に反映されたものであり、操作特性の一部として表現されている。

3.3 ジョイスティック操作モデル

実験結果より、ジョイスティック操作のブロック線図は図7で示される。

4. まとめ

1. 目標までの距離と停止時間に着目した停止時間モデルと、目標までの距離と移動時間に着目した移動時間モデルにより表されるジョイスティック操作モデルを提案した。
2. 健常者と頸髄損傷者の操作を、同一のファジィモデルで表し、その違いをのルールの差として表現した。

参考文献

- 1) 井手将文, 他: 頸髄損傷者における単速度動作特性をもつジョイスティックの操作特性, 人間工学, Vol.31 (2), 141-149, 1995
- 2) 井手将文: 肢体不自由者によるジョイスティック操作のファジィモデリング, 第10回ハ工学カンファレンス講演論文集, 503-506, 1995

図6：被験者5の停止時間データと推論結果

図3：被験者5,10の移動時間データ

図4：被験者5,10の移動時間の推論結果

図5：理想的移動時間モデルと実モデルでのDlimit

被験者No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
残存レベル	C5A	C5A	C6A	C6B2	C6B2	C6B3	C6B3	C7B	健常	健常
移動時間での生成ルール数	4	6	5	4	3	3	3	4	1	1
Dlimit (dot)	13.2	9.76	12	9.36	9.44	7.52	13.7	12.7	3.36	2.72

表2：各被験者における生成ルール数とD limit

本図はX方向についての一変数モデルである
図7：ジョイスティック操作のブロック線図