

K_085

ソフトウェアキーボードの利用におけるカーソル移動平滑化の効果 The effect of cursor movement smoothing in the use of software keyboard

藤川 浩一† 佐藤 基次† 縄手 雅彦†
Kouichi FUJIKAWA Mototsugu SATO Masahiko NAWATE

1. はじめに

車椅子に座ってのパソコン操作の際、肘掛に腕を固定などの理由でキーボードや2次元平面での動作を前提としたマウスの操作はできない。このような場合、代替マウスとして「らくらくマウスII」[1]が挙げられるが、車椅子の肘掛付近の固定はサイズ的にも難しい。そこで、掌に保持できるデバイスとしてハンディマウスやトラックボールマウスが利用できる。

パソコン操作全般にこのようなデバイスを利用すると、画面上を横断するような長距離のカーソル移動でストレスとならないよう、カーソル移動速度を速めに設定することが多い。その際、Windows標準の「オンスクリーンキーボード」ではキーサイズが小さく狙ったキーの枠内にカーソルを止めることが難しい。そこで、本研究では、カーソル移動にウィンドウ内でのみ有効となる移動平均法による平滑化を用いて、代替マウスによる文字入力を楽にすることを目的として開発を行った。

2. 障害者向けの機能

前述のように、意図しているボタン上に速やかにかつ正確にカーソルを止めるために、ペイントツールを用いる際に生じる手ぶれを低減させる手法[2]を導入した。この手法では、 i 番目にマウスイベントが発生した座標を $P_i(x_i, y_i)$ とすると、SetCursorPos 関数で表示位置を移動させると次の MouseMove イベント時の入力座標がマウス座標と異なっていることになり、問題があるので出力する座標 $S_i(x_i^{smooth}, y_i^{smooth})$ を次のようにした。

$$x_i^{smooth} = \frac{1}{n} \left(\sum_{j=i-n+1}^i x_j + \sum_{j=i-n+2}^{i-1} \sum_{k=2}^j (x_k - x_i^{smooth}) \right) \quad (1)$$

$$y_i^{smooth} = \frac{1}{n} \left(\sum_{j=i-n+1}^i y_j + \sum_{j=i-n+2}^{i-1} \sum_{k=2}^j (y_k - y_i^{smooth}) \right) \quad (2)$$

ここで、 I は現在までに座標を取得した個数を表し、 n は移動平均をとる個数を示す。最適な n はCPUの処理速度やユーザの操作能力に依存するので、本研究では n は各被験者が移動平均効果を体感でき、動き出しの遅れを気にしない範囲で好みに応じて設定した。大体 $n=6 \sim 10$ の値が用いられている。

また、平滑化の方法としてローパスフィルタを用いたアダプタをポインティングデバイスとパソコンの間に接続する方式の研究[3]がある。結果的には同じ動作となるが、ソフトウェア的に移動平均をかける方が周波数領域でのフィルタプログラムの構築するよりは簡単な処理で実装できるのが大きな利点である。

3. ハンディマウスおよびトラックボールマウスを用いた評価実験

2. で示した機能の効果を確認するため、上肢の機能障害をもつ被験者2名にハンディマウスを使用して文字入力実験を行ってもらった。入力方法は、図1に示す50音順のソフトウェアキーボードを使用し、入力する例文は、図2に示す4行の文章とした。被験者AおよびBの2名とも脳性麻痺を有しており、Bはアテトーゼによる不随意運動がある。被験者Aはハンディマウスの使用経験が無かったため、実験前1ヶ月程度の期間、自分でパソコンを操作する際に時々ハンディマウスを使用してもらって慣れてもらうようにした。その上で、実験の負荷を低減するために、文字入力の例文としては図2の最初の2行だけとした。被験者Bは日常的にハンディマウスを使用しており、操作には十分習熟していた。

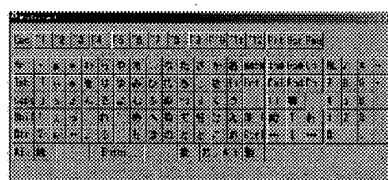


図1 実験に使用したキーボードレイアウト

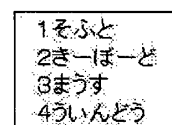


図2 実験に用いた入力例文

4. 結果と考察

カーソル移動平滑化に「移動平均」を用いた場合と、そうでない場合による入力を被験者Aは一度の機会に3回ずつ、Bは4回ずつ行った。被験者Aの結果を図3に示す。図3より、回数によって「通常」が速い場合と「移動平均」が速い場合がある。主観的意見としては「移動平均」の方が操作がしやすいということなので、このインターフェイスに慣れてくると時間的にも移動平均の方が速くなるのかもしれない。

被験者Bは、アテトーゼによる全身の不随意運動があり、タスクの途中で姿勢保持のため文字入力が中断してしまう。その結果、タスク全体の時間は意味が無く、1文字あたりの入力時間の度数分布について調べてみた。ハンディマウスを用いた結果を図4に示す。(a)は1回目の入力作業で、(b)はその3ヶ月後の結果である。図4より、ほとんどの入力は5~6秒以内で行われているので、それより長い時間は姿勢保持のため中断した時間と考えることができる。そこで、閾値を設けて(a)の場合は5秒と10秒、(b)の場合は6秒と10秒以上の入力を除いて文字入力速度を求めた。その結果を図5に示す。1回目の実験では通常の方が入力速度は速く ($p < 0.01$)、2回目では全体の入力速度は低下しているが移動平均を用いた方が入力速度は速くなっている ($p < 0.01$)。全体的な入力速度の低下は、1回目の実験終了後にハンディマウスが故障し、被験者が

† 島根大学総合理工学部, 松江市

代替デバイスとしてトラックボールマウスを使用していたために、2回目の実験を行った際に操作感覚が戻らず、速度が低下したと考えられる。

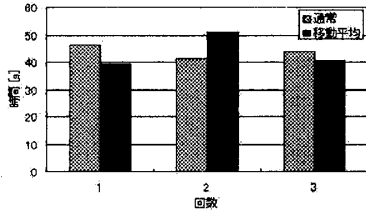


図3 被験者Aのハンディマウスを用いた文字入力時間

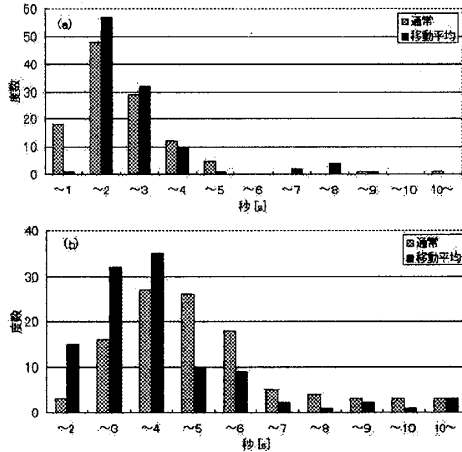


図4 被験者Bの1文字あたりの文字入力時間の度数分布

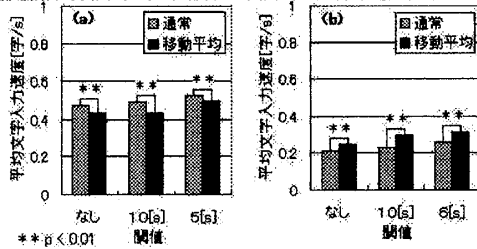


図5 被験者Bのハンディマウスを用いた平均文字入力速度

前述のように、被験者Bはトラックボールマウスを用いて日常作業を行うようになったので、このデバイスを用いて同様の文字入力実験を行った。アテトーゼの影響を避けるため入力文字数を減らし、図2の上2行のみで行った。実験は中3日はさんで2日分行き、それぞれの日に3回ずつ行った。その結果を図6に示す。両方の実験日において回数を重ねる毎に入力時間が速くなっているが、「移動平均」を用いた方が全体的に入力時間が速くなっている。主観的意見としても、カーソルが狙ったところに止まらず行き過ぎることがストレスとなっていたので「移動平均」が使いやすいという結果であった。

「移動平均」を用いた方が入力が主観的に楽であるということマウス軌跡から検証してみた。クリック地点から半径50ピクセル以内に入ってから軌跡を見ると「通常」と「移動平均」の間に大きな違いが見られた。その一例を図7に示す。この図はマウスイベントごとのクリック地点からのカーソルの距離を計算している。「通常」ではクリック地点付近で止めようとして行き過ぎる

のに対して、「移動平均」ではスムーズにクリック地点に到達している。また、行き過ぎの回数を図7の振動から計測すると、被験者Aがハンディマウスを用いた際は、「通常」の7回に対して「移動平均」では2回であった。被験者Bにおいてもトラックボールマウスを用いた際、「通常」では23回に対して「移動平均」では14回と大きく減少していた。

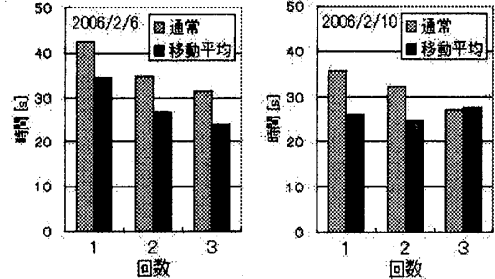


図6 被験者Bのトラックボールマウスを用いた平均文字入力速度

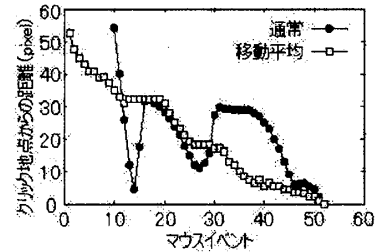


図7 クリック地点から半径50ピクセル以内に入ってからクリック地点との距離の推移

5. まとめ

上肢機能に障害があり、文字入力に関してキーボードが使用できず、ハンディマウスやトラックボールマウスを用いてソフトウェアキーボードを使用するユーザを想定して、移動平均法を用いたカーソル移動平滑化を導入した。その効果の評価として簡単な文字入力を2人の障害者に行ってもらったところ、入力時間については「移動平均」の有無で有意な差は現れなかったが、主観的な意見としては「移動平均」を用いた方が入力が楽であるという結果であった。これは目的の場所でカーソルを止めようとするときの行き過ぎの回数が移動平均により抑制されたためであると考えられる。

謝辞 実験に協力していただいた小規模通所授産施設「ピーターパン」ならびに島根県立松江清心養護学校の方々に感謝いたします。

文 献

- [1] NPO法人こことステップ, <http://www.kktstep.org/raku2mouse.html>
- [2] 森本大資, 縄手雅彦, 渡辺哲也, 阿部あかね, 福間慎治, 本多茂男, “運動障害を持つ人のための手ぶれ補正機能つきペイントツール”, 信学技報, HIP2003_136, pp.59-64, 2004.
- [3] J.L.Levine and M.A.Schappert, “A mouse adapter for people with hand tremor”, IBM Systems Journal, 44, pp.621-628, 2005.