

November 21, 2019

ペイントツールにおけるマウス奇跡の手振 れ補正

平松 楓也

富山県立大学 情報基盤工学講座

1. はじめに
2. セクション名
3. おわりに

November 21, 2019

背景

パソコンの OS やアプリケーションがほとんど GUI を前提としている現在、パソコンを操作する上でマウスなどのポインティングデバイスは必須となっている。パソコンは障害者にとっても、就労、コミュニケーションなどの手段として、必要不可欠のものとなっている。しかし、上肢に障害をもつ人にとってマウスを自在に操ることは難しく、手ぶれなどの障害によってマウスの操作効率やポインティング精度の低下が見られる。

目的

マウスで描かれた描画軌跡を補正する手法を提案し、手ぶれがあってもそれを気にすることなく描画が可能なペイントツールの開発を行う

上肢機能に関する障害は様々なものが依存しているが、筋ジストロフィ、脳性麻痺、脊髄損傷の三つが大きな比率を占めている。これらのそれぞれの症状に対応できれば、運動障害のかなりの症状に対応できると期待される。

筋ジストロフィ→マウスの保持が難しく常に細かい手ぶれが生じる

脳性麻痺→手ぶれと、更に、アテトーゼ（不随意筋運動）が生じる

脊髄損傷→麻痺で手が使えない等の状況が起こることがある
→マウススティックの先にペンタブレットのペンを固定し
ポインティングをする場合、手で操作するのに比べて
ぶれ等が生じる

手ぶれへの対処-移動平均法-

4/15

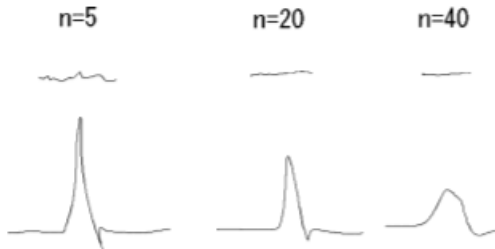
マウスの入力座標の x 軸, y 軸それぞれに移動平均法を用い補正を行った。

また, x 軸と y 軸の両方に対して補正を行っているため最後の入力座標と出力座標の間に差が生じてしまっているので, 描画直後にマウスの右ボタンを押すことにより 2 点間を直線で補完する機能を付けることで対応した。

4/15

移動平均をとった個数 n の変化による補正効果を見るための予備実験の結果

ここで描画方向は左側から右側となっており、上段は手ぶれの補正結果、下段は突発的動作の補正結果である。



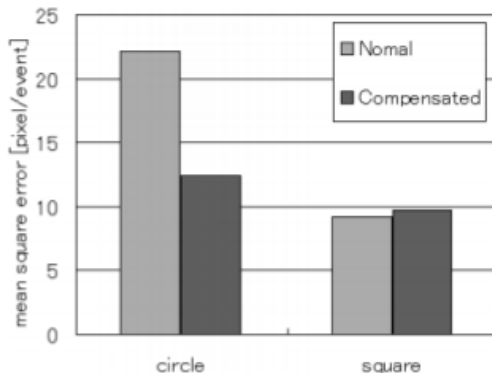
二乗平均誤差による補正法の比較

6/15

補正を行わないものが「Nomal」

補正を行うものが「Compensated」

縦軸は MouseMove の event が発生した間に移動した距離



6/15

ペイントツールの描画領域に円と正方形のガイドを表示し、補正を行わない場合と補正を行う場合でそれぞれガイドをなぞってもらう実験を脳性麻痺の障害を持つ人に行った。

実験終了後に補正時の操作性、及び、補正によって描画軌跡がきれいに描けることが認識できたか（補正効果の認識）について7段階で評価をしてもらった。4をどちらとも変わらないとし、数字が大きくなるほど補正手法の方が良い評価とした。

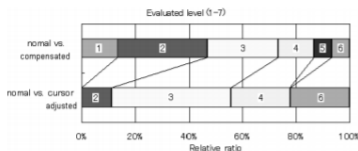


図 4 操作性の良さ

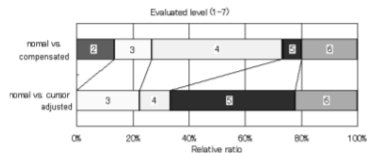


図 5 補正効果の認識度

カーソル位置補正

8/15

実際のマウス座標ではなく平滑化後の移動平均法による補正座標を画面上に表示するようにしていたが、マウスカーソルと描画座標の間に差ができて描画しにくいという欠点



マウスカーソルの位置を強制的に補正後の位置に移動させることで補正効果の向上と使用者の補正効果の認識度に向上があるのではないか？

8/15

カーソル位置補正の出力座標

9/15

マウスクーソル位置を強制的に移動させることにより補正すべき座標と取得した座標とが異なるという問題が発生



移動平均法を用いたカーソル位置補正時の出力座標を以下に変更

$$\begin{aligned}
 x_i'^{smooth} &= \frac{1}{n} \left\{ \sum_{j=i-n+1}^i x_j + (n-1) \sum_{j=2}^{i-n+1} (x_j - x_j'^{smooth}) \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{j=1}^{n-2} j (x_{i-j} - x_{i-j}'^{smooth}) \right\} \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y_i'^{smooth} &= \frac{1}{n} \left\{ \sum_{j=i-n+1}^i y_j + (n-1) \sum_{j=2}^{i-n+1} (y_j - y_j'^{smooth}) \right. \\
 &\quad \left. + \sum_{j=1}^{n-2} j (y_{i-j} - y_{i-j}'^{smooth}) \right\} \quad (2)
 \end{aligned}$$

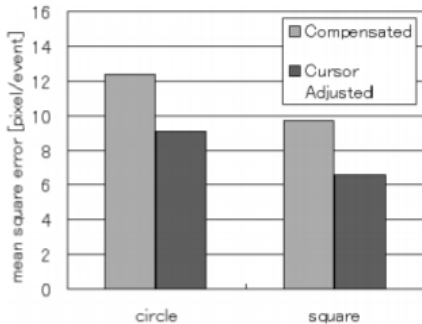
9/15

カーソル位置補正効果

10/15

円，正方形ともに誤差について減少が確認された

主観的意見についてのグラフはスライド 7 ページ目参照
 操作性に不満をもっている人→ 73.3 %から 55.6 %
 補正効果が分かったと答えた人→ 26.7 %から 66.7 %



10/15

突発的動作への対処

11/15

実験中に突発的動作が起きた場合、被験者は途中で描画を中断し、実験をやり直すことがほとんどであった



大きなぶれを検出すると自動的に描画を中断する機能を実装した



ツール使用者が書き直すことによる負担の軽減を図るとともに、突発的動作には自動中断機能で対応する

11/15

補正値の自動設定方法

12/15

大小二つの円のガイドの間に円の描画を行う



入力軌跡のぶれの平均的な大きさを算出し、補正が必要な手ぶれと認識されるしきい値の 5 pixel を超えるか判定する



5 pixel を超えた場合は n の値の初期値を 5 として定義し、入力軌跡に n の値での移動平均による補正を行い、補正後の軌跡におけるぶれの大きさの再計算を行う



再計算後もしきい値を超える場合は n を 5 ずつ増加し、しきい値よりもぶれが小さくなるまで再計算を繰り返す

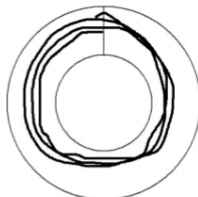


図 8 健常者の描画結果

各項目について

- 1 被験者→7人
- 2 自動設定値→確定した自動設定された補正值
- 3 最適値→被験者が最も描きやすかった補正值
- 4 限界値→補正がない方が描きやすいという場合の補正值

表 1 補正值の調査結果

Table 1 Result of compensation value.

被験者	1	2	3	4	5	6	7
自動設定値	5	5	5	5	10	5	5
最適値	10	5	5	5	25	30	10
限界値	10	10	10	10	25	30	10

自由描画時の手振れ補正の効果

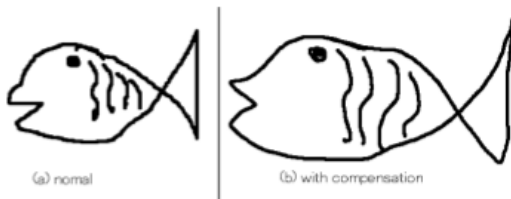
14/15

・ 自動設定の手ぶれの補正がある場合とない場合の 2 通りで同じ絵を描いてもらう

・ 左が補正なし、右が補正あり

・ 補正ありの場合、魚の尾の下側が補正の効果で丸まっている。これは正方形の描画時に角が丸まったものと同じことが起きており、角が丸まらないように描画するには、ストロークを分けることや角の描画時に描画速度を落とす等の工夫が必要

・ 実験後の主観的意見に補正時に角の描画等の違和感を示した被験者はいなかった



14/15

まとめ

- ① 本論文での提案手法は，健常者から重度の手ぶれまで幅広い障害の度合に対応可能であった．
そして，描画軌跡が視覚的に認識できるため，補正効果の認識率が高かった．
そのため，提案手法は補正の有効性，ツール使用者の満足度ともに有用ではないかと考えられる