

K-1

不随意運動を伴う運動障害を持つ人のためのマウス軌跡の制御 Mouse trace control for the disabled with involuntary movement

森本大資*1
Daisuke MORIMOTO

縄手雅彦*1
Masahiko NAWATE

阿部あかね*2
Akane ABE

渡辺哲也*3
Tetsuya WATANABE

福間慎治*1
Shinji FUKUMA

本多茂男*1
Shigeo HONDA

1. まえがき

障害者にとってもパソコンは日常生活や就労などの多方面において便利で必要不可欠の物となってきた。しかし、文字の入力やアプリケーションの操作はキーボードやマウスによるものが基本で、運動機能障害を持つ者にとっては必ずしも操作しやすい状況とは言えない。

現状では、障害者のパソコンの操作を助けるために音声入力などの補助的な入力方法やマウス操作の代わりにヘッドスティックなどを使って方向キーを押すことによってマウスポインタの移動を行うことが実現されている。本稿ではマウスの軌跡を制御することによって手ぶれなどの不随意筋運動により、マウスが扱えなかった人でも思い通りにマウスを操作できるようになるための手法を提案する。

2. 運動障害の特徴

運動障害の種類は大まかに分けて、脳性麻痺、筋ジストロフィ、脊髄損傷の三つに分けられる。

それらの障害を持つ場合、パソコンを操作する上で考えられる特徴は、脳性麻痺は不随意筋運動や極度の緊張による手ぶれと突発的な動作。筋ジストロフィは筋力低下や筋萎縮によりマウスの保持が難しく手ぶれがあると考えられ、脊髄損傷では手が使えないため、ヘッドスティックやマウススティックによる操作であることから、軌跡のぶれなどが考えられる。

以上のことより、手ぶれなどの常に一定の震えのある場合と、いつ起きるか分からない突発的な動作の場合の二つの状況について対応の出来るような手法について提案する。

3. マウス軌跡制御手法の提案

手ぶれについては、マウス軌跡を移動平均法によりスムージングを行うことによって軌跡を滑らかにする。図1に想定する手ぶれの除去の様子を模式的に示す。

実際には、移動平均法をx軸成分とy軸成分について行い、実際に描画する座標は次の (x_{smooth}, y_{smooth}) となる。

$$x_{smooth} = \sum_{i=I-n}^I \frac{x_i}{n}, \quad y_{smooth} = \sum_{i=I-n}^I \frac{y_i}{n}$$

ここで、Iは現在のポイントを示し、nは移動平均を取る個数を示す。

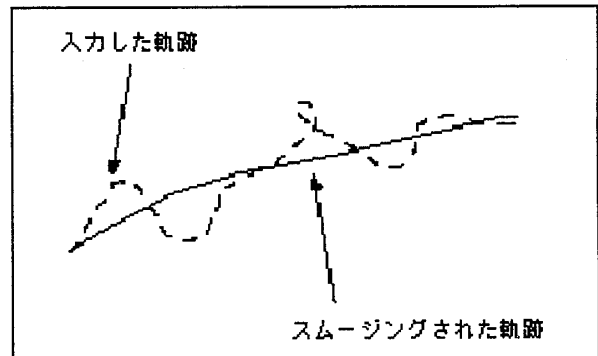


図1. 手ぶれの除去

図2には、突発的な動作により大きくはずれた軌跡とその理想的な除去がなされた場合を模式的に示す。移動速度により線の除去を行い補完したときを想定した図を示す。

突発的な動作については、単純な移動平均では軌跡の平滑化が出来ないため、移動速度の変化によって線を除去して、空いた所を曲線で補完する手法などが考えられる。しかし、それだけでは図で点線で囲った部分の修正が困難であったため、描画方向と垂直方向に強くスムージングを加える事により急激な変化を伴う突発的な動作を除去する手法について考えた。

線の描画方向と垂直方向になるほど移動平均によるスムージングを強化する手法は手ぶれの除去手法を応用したもので、現在の座標I (x_I, y_I) 、J回前に取った座標I-J (x_{I-J}, y_{I-J}) とすると、J回前から1回前によって出される描画方向 θ と1回前の座標から現在の座標までの角度 θ' は次の式で示される。

$$\theta' = \arccos \frac{x_{I-1} - x_{I-J}}{\sqrt{(x_{I-1} - x_{I-J})^2 + (y_{I-1} - y_{I-J})^2}}$$

$$\theta = \arccos \frac{x_I - x_{I-1}}{\sqrt{(x_I - x_{I-1})^2 + (y_I - y_{I-1})^2}}$$

よって描画方向との角度 $\theta - \theta'$ をその角度が $\pm \pi/2$ に近づくと移動平均をとる個数nを増やしていくことにより、描画方向と垂直方向のスムージングを強化する手法の実現を行う。

*1 島根大学 総合理工学部, ECS, Shimane Univ.

*2 東部島根心身障害医療福祉センター

*3 ビックボイス, Big Voice

4. 実験方法

前述の手ぶれ除去手法を実装したペイントソフトを開発し、実際に医療機関の作業療法場で使ってもらい、本手法の有効性などを評価してもらい、手法の改良などに役立てる。

ここで提案手法を使うのにペイントソフトを用いたのは、線の描画をするときはマウスの軌跡がはっきりと目に見えるかたちになるので、手法の効果がみやすくなるためと、障害児の作業療法で絵を描くことが日常的に行われているためである。

また、この手ぶれ除去手法を実装したペイントソフトに図2の様な軌跡を入力してその効果について考える。

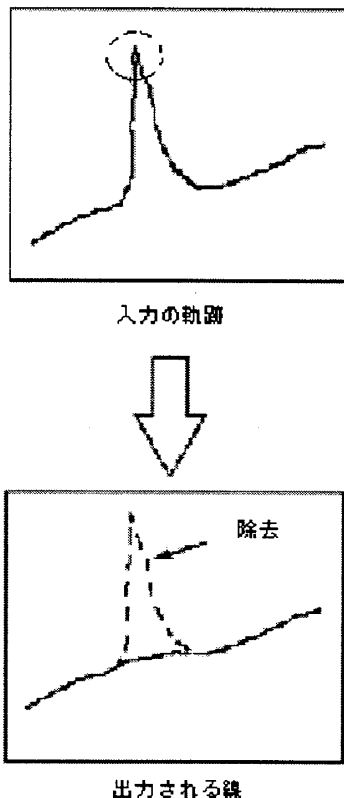


図2. 突発的な動作の除去

5. 実験結果

移動平均法を用いた手ぶれ除去の手法を実装して、ペンの太さと色の変更、描画した絵の保存と読み込みの出来るペイントソフトを開発した。

開発したペイントソフトで同じ入力軌跡に対して移動平均法のとる個数を5, 20, 40と変えたときの描画結果の様子を図3に示す。

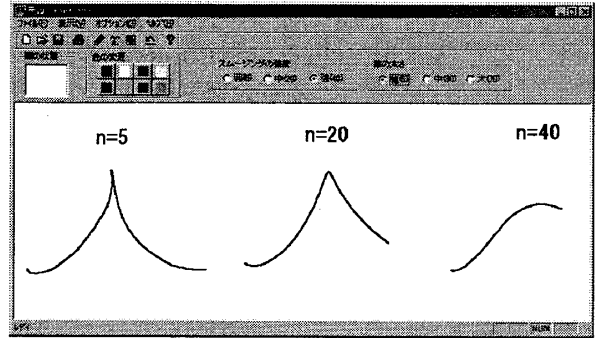


図3. 突発的動作に対する手ぶれ除去手法

常にランダムな震えがある場合は、手ぶれ除去手法は有効だが、突発的な動作に対しては図3を見ると分かるように除去しきれていない。よって、このことを解決するために描画方向に垂直方向のスムージングを強くする手法を提案する。

また、手ぶれ除去手法の欠点として、全方向に対してスムージングを行っているため、 n が大きくなるほど入力軌跡が同じでも、出力軌跡は短くなってしまふ。この欠点も描画方向を取る手法によって解決できると考えられる。

描画方向今までの進行方向との角度が $\pm \pi/3$ または、 $\pm \pi/6$ 以上になったとき、 $n=20$ として垂直方向の平滑化を行った。その結果を図4に示す。平滑化し始めは少し残るが山が大きくなる事は防ぐことが出来た。

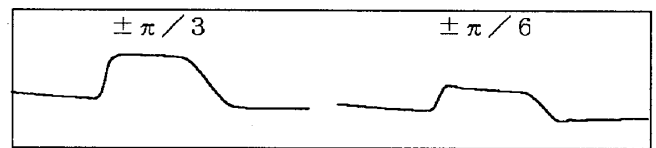


図4. 描画方向を用いた除去

6. まとめ

手ぶれの除去についてはほとんど実現できたと言える。

突発的な動作の方は移動速度による除去は図2の様な山の線を除去をする場合は山の頂点で速度が落ちるため、うまくいかず、範囲の設定や除去後の線の補完など手法を考慮する必要がある、まだ改善の余地が大いにあると思われる。

逆に描画方向を用いる手法の方は山の頂点を除去する事が出来たので、パラメータの最適化などをすると期待の出来る結果が出そうである。