

カーソル制御によるポインティングタスク効率化支援

高濱 健児[†]郷 健太郎[‡]山梨大学大学院医学工学総合教育部[†]山梨大学大学院医学工学総合研究部[‡]

1. はじめに

デスクトップコンピュータでのオブジェクトのポインティングは、カーソル操作によるものが一般的である。近年、作業の長時間化やディスプレイの大型化、高解像度化によって、ポインティングタスクの運動負荷が増加する傾向にある。そうした状況を踏まえ、狭い領域での細かな操作や、大きい領域でのカーソル移動など、各操作状況に合わせた柔軟な操作体系をもち、オブジェクトが多数配置された環境で効率のよいポインティングを可能とする手法が求められている。

ポインティングデバイスにはマウス以外にもトラックボールやジョイスティック、タッチパッドがあるが、それぞれ操作性が異なる。特に運動性能の指標である Throughput については、マウスは他のデバイスに比べて有意に優れているという研究結果が得られている[1]。大型ディスプレイや複数ディスプレイ環境において、現在の操作領域から離れた場所のポインティングを行うとき、カーソルをジャンプさせたりマウスとカーソルの移動比である C-D 比を変化させたりすることでマウスのクラッチ（カーソル移動のためマウスを持ち上げる操作）を減らすことができる。しかし、カーソルを見失うなど視覚的負荷が発生する懸念がある。本稿ではカーソルの進行方向を制御することで C-D 比を保ったままクラッチ回数を減らし、操作性の向上を目指す手法を2つ提案する。

2. 提案手法

2.1 提案手法1：BOBIN Cursor 1

1つ目の提案手法である BOBIN Cursor 1 を図1に示す。本手法は、カーソルの停止位置を始点として動きを止めることなく一定距離離れると、マウスの移動量が始点とカーソルの延長方向に変換される。カーソルを動かし続ける限り進行方向は一定となる。カーソル動作を停止させることで始点が再設定される。ディスプレイにはモード切り替えの閾値である円と進行方向を大凡把握するためのガイド線が表示される。閾値の円の半径はカーソルがマウスの1クラッチで届く距離に設定してある。

2.2 提案手法2：BOBIN Cursor 2

2つ目の提案手法である BOBIN Cursor 2 を図2に示す。本手法は、マウスの右ボタンを押し込み続けることでマウスの移動量が始点とカーソルの延長方向に変換される。右ボタンを離すことで通常のマウス操作に戻ることができる。角度の始点はホイールボタン（中ボタン）をクリックすることで現在のカーソル位置へ設定することができる。ディスプレイには始点からカーソルまでとその延長上のガイド線が表示される。

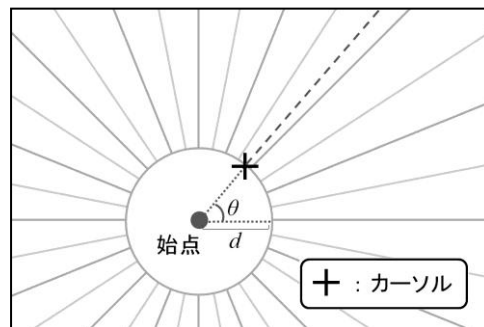


図1. BOBIN Cursor 1 の動作

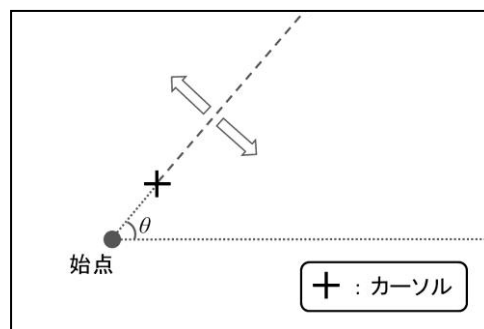


図2. BOBIN Cursor 2 の動作

3. 実験計画

3.1 タスクと被験者

マウスによるカーソル操作の評価を行うために ISO9241-9 [2]（非キーボードの入力装置の要求事項）の効率及び有効性の試験に示される多方向のタッピング試験に沿った実験を行った。直径 900pixels（62cm）の円周上に直径 60pixels（4cm）の円形オブジェクトを 16 個配置し、全ての角度をカーソル移動させてポインティングする 32 タスクが実験の 1 ブロックとなる。各操作手法ともに 2 ブロック行い、1 ブロック目は練習タスクとして 2 ブロック目のデータを解析に用いた。ポインティングは可能な限り速く正確に行うよう指示した。

マウスの操作経験が豊富な 22～27 歳までの大学・大学院生（11 名）に対し被験者内計画で実験を行った。

3.2 実験環境

実験風景を図3に示す。実験に使用した PC は DELL 社の XPS-M1710、プロジェクタは EPSON 社の EB-410W を使用し 1600*1200pixels の解像度で対角線が約 54inch 相当の大きさに投影した。投影面は被験者から約 150cm の距離で約 30° の視野に収まる範囲である。入力デバイスは Logicool 社の光学式マウス M215 で C-D 比は 0.6 に設定、マウスパッドは BUFFALO 社の BPD-12/WH（15*15cm）である。被験者は操作の際にマウスがマウスパッドを大きくはみ出さないように指示された。実験中はヘッドホンを装着してもらい、オブジェクトの選択時に聴覚フィードバックを与えた。

Improving the performance of a pointing task with assisted cursor control.

[†]Kenji Takahama, [‡]Kentaro Go.

[†]Interdisciplinary Graduate School of Medicine and Engineering, University of Yamanashi.



図 3. 実験風景

3.3 変数

独立変数はカーソル操作手法 {従来の一般的なマウス操作である Normal (N), BOBIN Cursor 1 (B1), BOBIN Cursor 2 (B2)} の3水準である。

従属変数は, Movement Time (MT), Error rate, Throughput (TP) の3指標, 文献[1]で提案されている Target Re-entry (TRE), Task Axis Crossing (TAC), Movement Direction Change (MDC), Orthogonal Direction Change (ODC), Movement Variability (MV), Movement Error (ME), Movement Offset (MO) の7指標, マウスによるクラッチ操作の回数を擬似的に計るために 200ms 以上のカーソル停止 (Stop) を記録する. 上記 11 指標の数値データに加えて, 主観評価として ISO9241-9 の快適性の査定に示される 12 の個別評定尺度の質問にリッカート尺度 7 段階と自由記述の質問紙調査に回答してもらった。

4. 結果と考察

実験結果に示す主観評価以外の指標は 32 タスクを平均化した 1 タスクに相当する値である。

図 4 に MT と TP の平均値グラフを示す. 5%有意水準を Holm 法で補正をかけてフィッシャーの正確確率検定の多重比較を行った結果, N と B2 の間で有意差が見られた. B2 はカーソルの動き始めにやや慎重な操作が必要なため, MT と TP の低下に繋がったと見られる. Error rate に関して全ての手法で平均値 2%以下となり, 有意差は見られなかった。

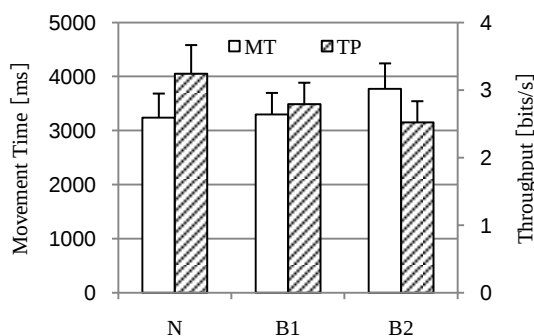


図 4. MT と TP の平均値

図 5 に軌道変化に関して MT と同じ検定を行い有意差が見られたデータの平均値をグラフに示す. Stop と MDC に関して B1 と B2 とともに N に対して有意差が見られた. TAC に関して B1 が, ODC に関して B2 がそれぞれ N に対して有意差が見られた. クラッチを減らし, 直線的な軌道に制御する提案手法の効果が現れる形となった. また, TAC に関して B1 と B2 の間で有意差が見られた. B2 は進行方向の角度を慎重に調整できるので, 初期位置と目標を結ぶタスク軸を横切る回数が増えたものと考えら

れる. グラフに示していない MO に関して B2 は N との間に有意差が見られ, マウス動作特性の違いが現れた。

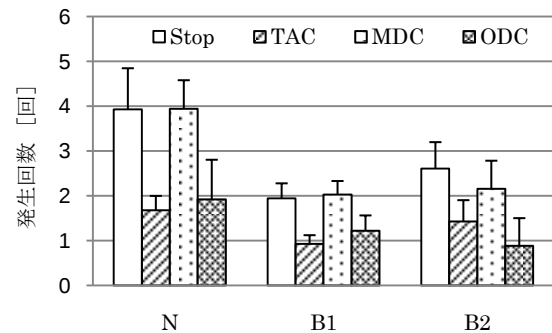


図 5. 一部の指標の平均値

図 6 に 5%有意水準を Holm 法で補正をかけて Wilcoxon 符号順位検定の多重比較を行い, 有意差が見られた質問紙調査の平均値グラフを示す. 質問 1 から 5 に関して B1 と B2 とともに N に対して有意差が見られた. 質問 10 に関しては B1 が N に対して有意差が見られた. 質問 1 と 3 は操作の快適性に関するもの, 質問 10 は腕の疲れに関するものである. 特に注目すべきは質問 5 の操作速度に関するものであり, MT と TP の指標に関して N は B2 よりも優れていたにもかかわらず主観評価では逆の結果となった. 自由記述回答にマウスクラッチの煩わしさに関するものが多く見られ, 操作性の違いが主観評価にも影響を与えた可能性が考えられる。

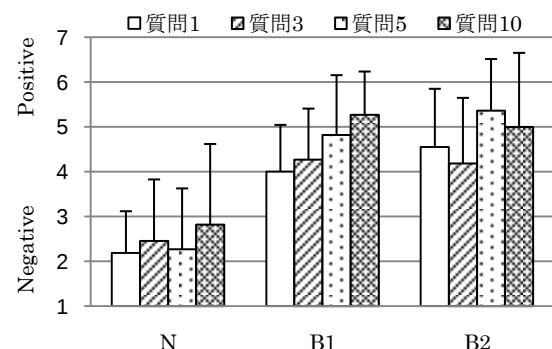


図 6. 一部の質問紙調査の平均値

5. おわりに

本稿ではカーソルを直線的に制御することで大画面環境の遠方オブジェクトまでクラッチすることなく移動することができる手法を提案し評価した. クラッチは主観的な操作速度を低下させ, 操作開始時の方向調整動作が運動性能の低下に繋がる可能性が示唆された. 今後は操作開始時に調整をあまり必要とせず, 目標方向へのずれが少ない手法を検討したい。

参考文献

- [1] MacKenzie, I.S., Kauppinen, T., and Silfverberg, M. Accuracy measures for evaluating computer pointing devices. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pp.9-16 (2001)
- [2] ISO ISO/TC 159/SC4/WG3 N147: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Part 9 - Requirements for non-keyboard input devices, International Organisation for Standardisation, May 25 (1998)