

# ダミーカーソル実験における自身のカーソル特定と カーソル速度の関係

中川由貴<sup>1</sup> 相澤裕貴<sup>2</sup> 渡邊恵太<sup>1</sup>

**概要**：GUI 上のカーソルを「自身のカーソル」と感じる原因を調査する「ダミーカーソル実験」がある。ダミーカーソル実験では、同じ色形だが動きが独立している複数のカーソルを表示し、「自身の」と感じるカーソルを探索する。その結果、マウスと同じ動きのカーソルを自身のカーソルと感知することがわかった。一方でこのときカーソル速度を統一して実験しているが、の先行研究ではカーソル速度がポインティングタスクにおけるカーソル操作に影響することがわかっている。このことからカーソル速度がダミーカーソル実験における自身のカーソル特定に影響する可能性がある。そこで本研究では、カーソル速度の違いが自身のカーソル特定に影響するのか調査する。実験の結果、カーソル速度が大きくなるほど自身のカーソルを特定しづらくなることがわかった。

**キーワード**：ダミーカーソル実験、カーソル速度、C/D 比

## 1. はじめに

渡邊らは、ダミーカーソル実験を行い、GUI 上のカーソルを「自身のカーソル」と感じる要因を調査した[1]。この実験では、ディスプレイに同じ色形のカーソルを複数表示する。カーソルの動きはそれぞれ独立しており、参加者はその中から「自身の」と感じるカーソルを探索する(図 1)。その結果、マウスを操作する手の動きとカーソルの動きの同期が「自身のカーソル」と感じる要因であると考察した。

従来のダミーカーソル実験において実験者はカーソル速度を統制してした。一方で、カーソル速度はポインティングタスクにおいて重要な意味があり、朝日らは、カーソル速度が異なるとポインティングタスクの成績が変化することを明らかにした[2]。そして実験結果から、カーソル速度が大きくなると、直感的に操作できなくなると考察した。このことから同じようにダミーカーソル実験でもカーソル速度の違いが自身のカーソル特定に影響すると考えた。

そこで本研究では、ダミーカーソル実験におけるカーソル速度と自身のカーソル特定の間関係を明らかにする。カーソル速度の大きさによるダミーカーソル実験を行い、自身のカーソルを特定しやすいカーソル速度を調べる。

## 2. ダミーカーソル実験

5 段階のカーソル速度を用意してダミーカーソル実験を行い、カーソル速度ごとの実験結果への影響を調査した。

### 2.1 実験システム

この実験では、参加者がディスプレイ上に表示される同じ色形の複数のカーソルの中から、1 つだけあるマウスと同じ動きをする自身のカーソルを探索する。実験には小川らのダミーカーソルプラットフォーム[3]を使用した。このダミーカーソルプラットフォームでは先行研究[1]と同じく TorusDesktop[4] を採用している。これは端と端が繋がったデスクトップである。例えば、カーソルが画面の右側か



図 1 ダミーカーソル実験

ら画面外へ出ると画面の左側から出現する。スクリーンサイズは 1080×1080 で、1 試行につき直径 10px のカーソルを画面上に 10 個表示した。ダミーカーソルプラットフォーム上でカーソル速度を 0.25 倍、0.5 倍、1 倍、2 倍、4 倍の 5 パターンに設定し実験を行った。ダミーカーソルプラットフォームでは速度を 1 にした場合、マウスを 1cm 動かすとディスプレイ上のカーソルは約 67cm 動く。

### 2.2 実験環境

実験環境を以下に示す。

- ディスプレイ：EIZO EV2336W-Z, サイズ 23 インチ, 解像度 1920×1080, リフレッシュレート 60 Hz

1 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科  
2 明治大学大学院 先端数理科学研究科 先端メディアサイエンス専攻



図 2 ダミーカーソル実験の手順

- OS : Windows10
- マウス : Rival 650 Wireless

### 2.3 実験手順

実験手順 (図 2) を以下に示す。

- 1) 画面に表示したカウントダウンが終わると実験がスタートする。
- 2) 画面に複数のカーソルを表示し、参加者は 1 つだけある自身のカーソルを見つけたら、押しボタンを押す。
- 3) 押しボタンを押すとすべてのカーソルに番号を表示する。参加者は自身のカーソルだと思うカーソルの番号を実験者に伝える。実験者は正誤を記録する。

これを 1 試行としてカーソル速度のパターンごとに 5 試行、合計 25 試行 (5×5) 行った。今回の実験では参加者の集中力を維持するために 40 秒の制限時間を設け、制限時間を過ぎると次のセットに移行する。参加者が選んだカーソルが自身のカーソルであった場合を「特定成功」、ダミーカーソルであった場合を「特定失敗」とした。そして、制限時間を越えたときを「タイムオーバー」とする。また、実験開始から押しボタンを押すまでの時間を探索時間とした。タイムオーバーのとき探索時間は 40 秒として換算する。

### 2.4 参加者

実験参加者は 19~24 歳の 9 名 (男性 4 名、女性 5 名) で大学生である。すべての参加者は正常な視力あるいは矯正視力を持っており、右利きであった。

### 2.5 結果

カーソル速度ごとの自身のカーソル特定時間のヒストグラム (図 3) と箱ひげ図 (図 4) を示す。図 3 のヒストグラムは正規分布では仮定できないため、カーソル速度ごとの探索時間をノンパラメトリックな Friedman 検定で評価した。その結果、カーソル速度の間に有意差があった ( $p < .001$ )。そのあとに Steel-Dwass 検定で多重比較したところ、カーソル速度が 1 倍と 4 倍のときに有意差があった ( $p < .05$ )。

また、カーソル速度ごとの自身のカーソル特定成功数のヒストグラム (図 5) と箱ひげ図 (図 6) を示す。図 5 のヒ

ストグラムも正規分布では仮定できないため、Friedman 検定で評価した。その結果、いずれのカーソル速度にも有意差はなかった ( $p > .05$ )。

### 2.6 考察

自身のカーソル特定時間は、カーソル速度が 1 倍と 4 倍のときに有意差があった。このことから、カーソル速度が極端に大きくなると自身のカーソル特定が難しくなると考える。カーソル速度が極端に大きいと少し手を動かすだけでカーソルが大きく動くため、点滅しているように見えてしまい、カーソルの動きを捉えることができない。カーソルの動きを小さくするには、マウスの動きを極めて小さくしなければならないため、マウス操作が困難になる。そのため自身のカーソルを特定しづらくなると考えられる。

一方で、特定成功数は有意差がなかった。カーソル速度が大きくなると操作が難しくなるため、カーソル速度が小さいときと比べると操作が慎重になり、特定成功数には影響しなかったと考える。また、カーソル速度 (0.25 倍、1 倍、4 倍) ごとのマウスの動きとカーソルの動きの軌跡の例を図 7 に示す。カーソル速度が変わっても、ディスプレイ上のカーソルの軌跡は縮尺が変わるだけで形は変わらないので特定成功数には影響しなかった可能性がある。

また、実験結果 (図 6) より、カーソル速度が 0.25 倍と 4 倍のとき、特定成功数が多いのに対して自身のカーソル特定時間が長かった (図 4)。これは他のカーソル速度と比べて操作が難しいため、慎重に操作をしている可能性が考えられる。また、カーソル速度が 2 倍のとき、自身のカーソル特定時間が短い一方で、同様に特定時間が短いカーソル速度 1 倍と比べると特定成功数が少ない。このことから 1 倍に比べて 2 倍のときはダミーカーソルを自身のカーソルと勘違いしやすいことがわかる。

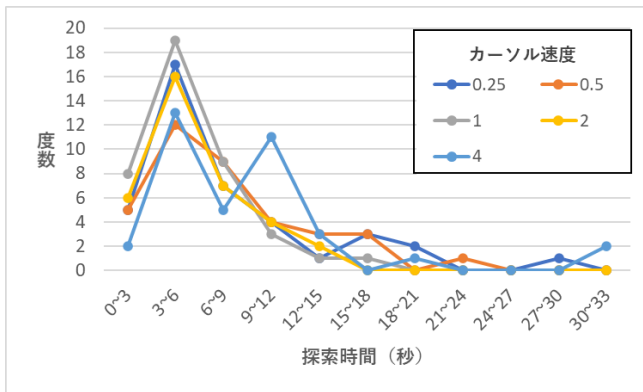


図 3 探索時間のヒストグラム

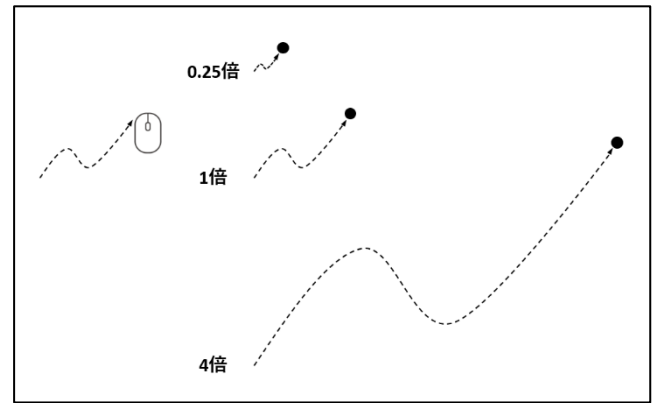


図 7 マウスとカーソルの軌跡

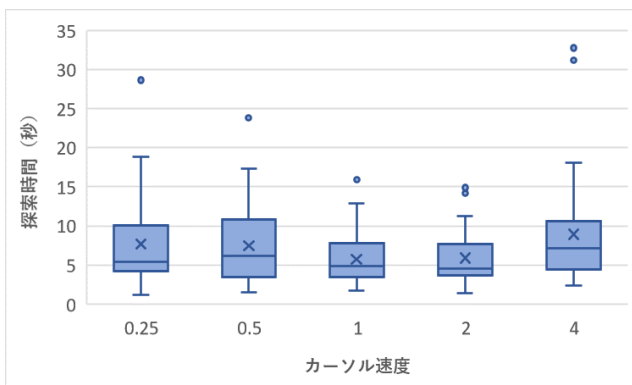


図 4 探索時間の箱ひげ図

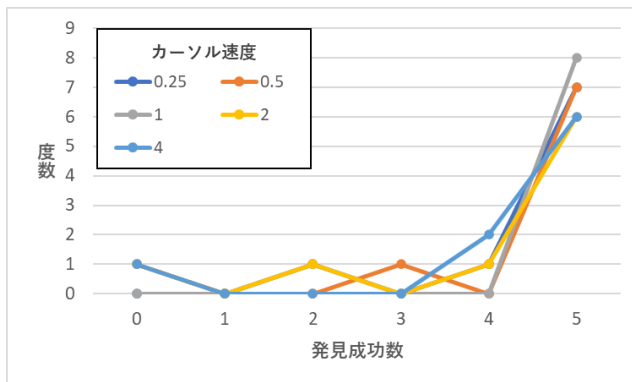


図 5 特定成功数のヒストグラム

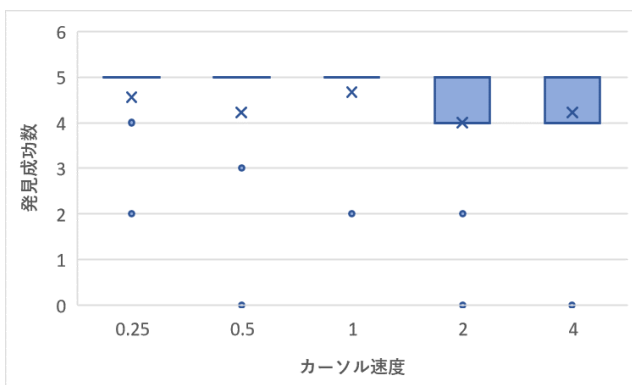


図 6 特定成功数の箱ひげ図

### 3. 議論

#### 3.1 自身のカーソル特定に時間がかかる理由

図 4 を見ると、カーソル速度が 0.25 倍・0.5 倍・4 倍のとき他の速度より探索時間が 15 秒以上の試行が多い。ダミーカーソル実験は、ディスプレイに複数のカーソルを表示し、参加者は試行開始時にカーソルの速度を認知していなかった。さらに、カーソル速度が 1 以外の場合、参加者が予測するカーソルの速さと実際の速さにはズレが生じる。そのため、ダミーカーソル実験では視覚的なフィードバックからマウスの動かし方を調節するのは困難である。動きのズレを修正するまでに時間がかかるために、自身のカーソル特定時間も長くなっていると考えられる。

また、カーソル速度が大きすぎるとカーソルの移動距離が大きくなり、1 度自身のカーソルを特定してもまた見失ってしまうことがある。見失った自身のカーソルを再度探索することで特定に時間がかかっている可能性がある。

#### 3.2 自身のカーソルを特定しやすい速度

今回の実験環境では、図 4 よりカーソル速度が 1 倍と 2 倍のとき自身のカーソル特定時間の最大値と最小値の差が少ない。また、図 6 より特定成功数はカーソル速度が 1 倍のときが最も多い。したがって、ダミーカーソル実験において 1 倍が自身のカーソルを特定しやすい速度だといえる。そのため、今後のダミーカーソル実験で速度以外のパラメータとの関係を調べるときは、速度 1 倍（マウス 1cm 動かすとカーソルが約 67cm 動く）にすることで速度による影響をなくすことができる。

#### 3.3 手の動かし方による影響

ダミーカーソル実験と似たような研究で Multiple Object Tracking (MOT) 課題がある[5]。MOT 課題では参加者は独立して動く複数の物体を追跡する。この結果、人間は同時に 4-5 個のオブジェクトの動きを追跡できることがわかった。また、そのオブジェクトの動きが遅くなるほど、より多くの動きを捉えやすいことが分かっている。相澤らは、ダミーカーソル実験において参加者は複数のカーソルを同時に追跡して、その中から自身のカーソルを探していると

考察した[6]。これらから、カーソル速度が小さい方がより多くのカーソルの動きを追跡できるので、自身のカーソルを素早く特定できると考えられる。

しかし図4を見ると0.25倍が1倍より探索時間15秒以上の試行が多く、最大値が大きい。これは手の動かし方の違いによるものだと考える。カーソル速度が1倍より大きいと参加者は手首を使ってマウスを操作していた。一方で0.25倍になると肘も使ってマウスを動かしていた。このようなマウスの動かし方が自身のカーソル特定に影響していた可能性がある。

### 3.4 今後の課題

#### 3.4.1 普段使っているカーソル速度の影響

Windowsではマウスの速度を11段階に設定することができる。この実験では、カーソル速度0.25倍がWindowsの設定11段階のうち10に相当する。つまり、0.25倍以外のカーソル速度は参加者が普段使うカーソル速度より大きかった。そのため、カーソルの速度に慣れておらずどのカーソル速度のときも操作が慎重になっていた。そのため、試行が始まる前に数秒間速度に慣れる時間を設ける必要であると感じた。または参加者が普段利用しているカーソル速度や加速度設定を調査し、カーソル速度が0.25倍よりも小さい場合についても実験する必要があるかもしれない。

#### 3.4.2 ディスプレイとマウスの性能の限界

ダミーカーソル実験でカーソル速度が大きい条件のとき、ディスプレイとマウスの性能による問題が起こった。今回のディスプレイでは、カーソル速度が4倍のときカーソルが点滅しているように見えてしまう問題は前フレームのカーソル位置と現フレームのカーソル位置が離れ過ぎているのが原因の可能性もある。この問題は、リフレッシュレートや応答速度を大きくすることで解決できる。

さらに、今回の実験では、マウスのセンサ性能によりカーソルの動きがぶれてしまい、前フレームのカーソルの残像が映ってしまった。そのため、カーソル速度が4倍のとき、カーソル数が2倍多いように見えてしまう。さらにカーソルの動きがぶれているので、マウスと同じ動きをしているのかわかりづらい。この問題は、マウスのセンサ性能を上げることで解決できる。

## 4. おわりに

本研究では、カーソル速度とダミーカーソル実験における自身のカーソル探索時間の関係を調査した。その結果、カーソル速度が大きくなると自身のカーソルを特定しづらくなることが分かった。

## 参考文献

- [1] 渡邊恵太, 樋口文人, 稲見昌彦, 五十嵐健夫: 複数ダミーカーソル中における自分自身のカーソル特定, 情報処理学会インタラクション 2013, (2013).
- [2] 朝日元生, 高嶋和毅, 築谷喬之, 北村喜文, 岸野文郎: マウスポインティング時のC-D比が運動特性に与える影響, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.12, pp.3879-3889(2008).
- [3] "DummyCursorPlatform".  
<https://github.com/keitalab/DummyCursorPlatform>, (参照 2020-02-17).
- [4] Huot, Stéphane, Olivier Chapuis, and Pierre Dragicevic. "TorusDesktop: pointing via the backdoor is sometimes shorter." Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. (2011).
- [5] Pylyshyn, Z. W., & Storm, R. W. : Tracking multiple independent targets: evidence for a parallel tracking. Spatial Vision, 3, p.p.179-197, 1998.
- [6] 相澤裕貴, 渡邊恵太: ダミーカーソル実験における動的視野制限法を用いた自身のカーソル探索時の視野範囲調査, 第24回日本バーチャルリアリティ学会大会文集, (2019) .