

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

渡邊恵太^{†1} 樋口文人^{†1†2} 稲見昌彦^{†1†2} 五十嵐健夫^{†1†3}

タブレット端末を代表とするユーザインタフェースにおいて、サクサク、もっさりなど操作感、感触の気持ちよさや悪さが表現され、設計ニーズが増えている。一方これらが何に由来しどう設計すればいいのかの指針があまり示されていない場合が多い。さらに操作感の根源として「自分が」「操作する」とはどういうことなのか、なぜ GUI 上のカーソルは「自分が」操作しているものであると感じるのかについて十分に説明されていない。本研究では、GUI やビデオゲームなどのインタラクティブシステムにおいて、人がカーソルをどのように識別し、カーソルが自分で操作しているものであるという自己への帰属がどのような仕組みで起こるのかを実験環境を構築し検証する。実験環境は、複数のダミーカーソルの中に自分自身のカーソルを混在させ、操作者がそこからマウスを動かすことによって自己を発見する。また、我々は実験環境構築中に操作者には自身のカーソルを特定できる一方観察者には発見できない非対称性を発見した。本論文では自身カーソルの発見と非対称性について実験環境を通じて検証を行った。実験結果に基づき、なぜカーソルは自分が操作しているように感じるのか、自己を特定する方法について考察し、GUI やビデオゲームの操作感、没入感の向上などインタラクティブシステムの応用可能性について議論する。

Identification of Own Cursor from Multiple Dummy Cursors

KEITA WATANABE^{†1} FUMITO HIGUCHI^{†1†2}
MASAHIKO INAMI^{†1†2} TAKEO IGARASHI^{†1†3}

In this paper we report of two experiments that investigate the difficulty of identifying a own cursor from multiple, independently moving dummy cursors in a classic mouse/cursor/screen. The results revealed that users can easily identify a self-controlled cursor. However, when observing another user, observers experienced difficulty identifying the user-controlled cursor from the dummy cursors. Together, the two experiments suggest that correlating hand movement with the on-screen cursor motion is needed for cursor identification. We discuss a number of applications for dummy cursors, such as improving security in password entry scenarios.

1. はじめに

タブレット端末を代表とするユーザインタフェースにおいて、サクサク、ヌルヌル、もっさりなど操作感、感触の気持ちよさや悪さが表現され、その設計ニーズが増えている。一方で、これらが何に由来しどう設計すればいいのかの指針があまり示されておらず、設計者の感覚に委ねられている場合が多い。GUI 研究の発展においてユーザによる操作感の重要性が主張されてきた[1]が、操作感の気持ちの善し悪しというのはどのように設計されるのかの考察議論は十分には行われていない。さらに操作感の根源として「自分が」「操作する」とはどういうことなのか、なぜ GUI 上のカーソルは「自分が」操作しているものであると感じるのかについて十分に説明されていない。

本研究では、GUI やビデオゲームなどのインタラクティブシステムにおいて、人がカーソル（操作対象）をどのように識別し、カーソルが自分で操作しているものと

いう自己への帰属がどのような仕組みで起こるのかを実験環境を構築し検証する。

この自己への帰属という視点から GUI 検討することによって気持ちの良い／悪い操作感やタッチ操作や、より所有感の高い道具や新しい体験をもたらすメディアの設計指針の構築が期待できる。また GUI 以外においても、ビデオゲームにおけるキャラクターへの自己帰属感を向上させたり低下させたりしながら、没入感や新しい操作感の設計への応用が期待できる。

本論文では、基礎研究として GUI におけるカーソルを人がどのように識別するかを検証するための実験手法について提案する。



図 1 複数ダミーカーソル環境

†1 JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト
JST ERATO IGARASHI UI Project
†2 慶應義塾大学
Keio University
†3 東京大学
University of Tokyo

そして実験環境の試作から得られた知見について説明し、試作環境の改善とその知見に基づく実験デザインについて述べる。それに基づき、本実験を実施し、結果について報告する。最後に手法と結果について考察し、GUIにおける自己帰属感の役割とインタラクティブシステムへの応用可能性について議論する。

2. 実験環境の構築

2.1 設計方針

道具が GUI の文脈において人がカーソルを自分のカーソルであると識別する原因として、次の3点が検討できる。

- 1) 記憶：人がカーソルのアイコンを記憶し、それを「自分のカーソル」として認識しているため。
- 2) 対応関係：カーソルは画面内に1つしかなく、ポインティングデバイスとの対応関係が1対1で自分が操作していることが自明なため。
- 3) 動き：マウスの動かし方と一致するものが自分のカーソルであるため

これらの特徴を考慮し、次の特徴を持つ実験環境（図1）を構築した。

- 1) 複数のカーソルを表示する。
- 2) すべてのカーソルを同じ見た目にする。
- 3) さまざまな動きのカーソルをつくる。

中でも我々は動きが自己を識別する上で重要であると仮説を立てた。これは脳科学の分野において身体と一緒に動くものは身体の一部と認識される指摘[14]があるためである。1, 2の特徴によって、人がカーソルアイコンの形状を記憶していること、ポインティングデバイスとの対応関係が1対1であることがカーソルであることを除外でき、動き以外の手がかりなしに、自分のカーソルの特定を不可能にできる。この環境から人がカーソルを見つけ出すことができれば、記憶や対応関係からではなく動きがGUI上の自身のカーソル識別に重要な要素であることがわかる。

2.2 実験環境の試作と考察

試作バージョンは、複数カーソル環境が自動的に動いている実験環境を試作した。複数のカーソルの動きを記録するシステムを開発し、筆者らでひとつひとつカーソルの動きをランダムにつくり記録した。次に記録した複数カーソルの再生プレイヤーを開発し、そのプレイヤーでは1つだけマウスの動きに連動するカーソルがある。プレイヤーで複数カーソルを再生し筆者らで体験した。

試作バージョン体験結果：試作バージョンではリアルカーソル以外のカーソルは記録したようにすべて自動で動き、一見ただけではどれが自分のカーソルであるかは特定できなかった。しかしマウスを動かすと、2, 3秒ですぐに自分のカーソルを特定することができた。ただし、何度かカーソルを探し出す方法を試していると、試作バージョンでは以下の問題が明らかになった。

- 1) マウスを動かさないことによる発見
- 2) マウスを画面縁に追いやることによる発見

1)の問題は、複数のダミーカーソルは記録に基づき自動的に動き回るため、自分自身がマウスを動かさなければ、その中で「動いてないカーソルが自分である」ことが判別できてしまう。我々は動きが自己を特定することを検証したため、この実験環境は不適切となった。そこで、操作者のマウスを動かすと同時に複数のダミーカーソルも動き、操作者がマウスを動かすことを止めると、同時に複数のダミーカーソルも止まる仕様に変更した。これによって動かさないことによる発見方法を不可能にできる。

2)の問題は、操作者がとにかくマウスを右へ動かすと画面の縁にぶつかりそこで止まっているカーソルを見つけてそれを自分自身のカーソルであると判別する方法であった。これも同様に、動きから自己を特定する上では不適切である。そこで、画面は左右上下ループする Torus desktop [4]を採用した。Torus desktop とはたとえば画面右端にカーソルを移動させると、画面左側からカーソルが現れるという円環構造の環境のことである。これにより画面の端がなくなるため、操作者は端に寄せてカーソルを見つけ出すという手法を使えなくなる。

この2つの仕組みを導入することによって、操作者は動かさない限り自分自身のカーソルを見つけることはできず、環境の制約を利用した発見を不可能することができた。筆者らはこの環境において、発見が困難になると懸念したが、筆者がテストした段階では、自分のカーソルを数秒で見つけることができた。

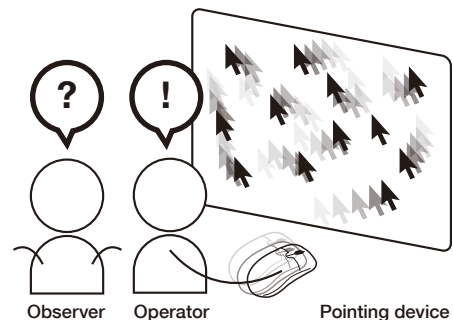


図2 操作者と観察者の非対称性：操作者は操作しているカーソルを発見できるが観察者は発見できない。

2.3 操作者 - 観察者の非対称性の発見

我々は試作バージョンの開発とテストを行う中で、操作者の様子を観察している際にあることに気づいた。それは、操作者がカーソルを探している様子および操作者がカーソルを特定した後も、どれを操作者が操作しているカーソルであるのか、わからない現象であった。すなわち、複数ダミーカーソル環境においては、同じスクリーンを見ているにもかかわらず操作者と観察者の関係は非対称的である（図2）。筆者らで体験は、操作者はカーソルを発見するまでは混沌としてもどかしい感覚を体験するが、一度自分の

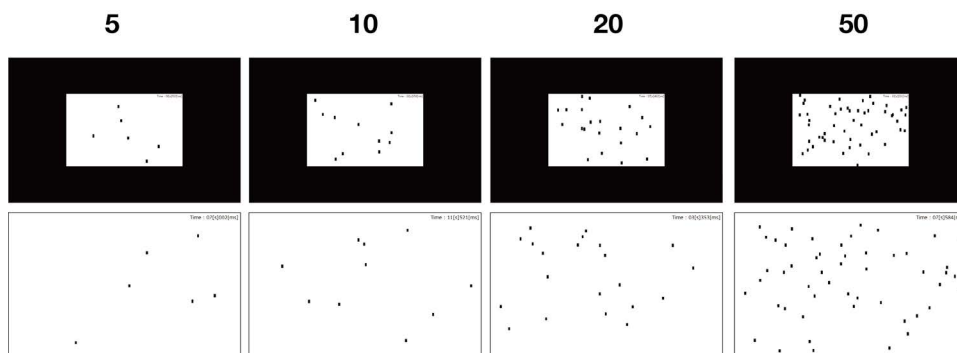


図 3 実験で使用した各ダミーカーソル数とスクリーンサイズのスクリーンキャプチャ

カーソルを発見するとほぼ見間違わず追従でき、明確に自分のカーソルを認識できる。一方観察者側では、操作者が未発見・発見にかかわらず混沌さには変化なく、発見の瞬間も気づくことはほとんどできなかった。

3. 実験

試作バージョンの試作実験環境の考察に基づき、本研究では、実験 1：リアルカーソルの発見、実験 2：非対称性の検証、2つの実験を行った。

3.1 実験 1：リアルカーソルの発見

参加者が複数のダミーカーソルの中からどのように自分のカーソル（リアルカーソル）を発見するのかの実験を行った。参加者は 22 名（男性 12 名，女性 10 名）が参加した。参加者は主にコンピュータサイエンスを専門とする大学生，大学院生である。実験の手順を以下に記す。

- 1) できるだけリアルカーソルを早く見つけるように指示
- 2) 参加者はキーボードのスペースキーを押して実験スタート、その後リアルカーソルと複数のダミーカーソルが表示される（タイムカウントスタート）
- 3) 参加者はマウスを動かしてリアルカーソルを見つめる。見つけたら即座にスペースキーを押す。（タイムカウントストップ）
- 4) 参加者はどれがリアルカーソルであるか、画面上を指し示して実験者に伝える。実験者は正誤を記録。

図 3 に示すように参加者はスクリーンサイズ 1440×900 と 720×450 それぞれで、ダミーカーソル数 5, 10, 20, 50 の 4 パターンでタスクを行った。これを 1 セットとして、参加者は 3 セットタスクを試行する。実験環境は次の通りである。13 インチ MacBook Air 最大解像度 1440×900 (60Hz), OS は Windows7 とした。実験アプリケーションは Microsoft Visual Studio C# で実装している。マウスは Logitech Wireless mouse C905 をマウスパッド(Airpad pro)上で利用する。OS のマウスの速度設定はスライダーの中央とした。表示しているカーソルの形状は 12×19pixel の黒い矩形(デフォルトの Windows 7 のカーソルの大きさ)である。それぞれのカーソルの位置は 5ms で描き替える。また、ソフト

ウェア上でカーソルを探し出すまでの時間測定と、リアルカーソルの動きの軌跡を記録する。

3.1.1 ダミーカーソルの動きの設計

ダミーカーソルの動きは、ダミーカーソルレコーダーを利用して行う。ダミーカーソルの動きについては、人間らしい動きが望ましい。コンピュータアルゴリズムによる自動生成が検討できるが、今回は人間が操作したカーソルの動きを記録する。ダミーカーソルレコーダーはある操作者が行ったマウスカーソルの動きをひとつひとつ記録する。実験によって画面の広さに合わせた状態で行う。動きは操作者が無作為に行う。ただしなるべく多様な動きをつくるように心がける。ダミーカーソルの動きについては後の考察でも述べる。

3.1.2 結果

図 4 にリアルカーソル発見にかかった時間のグラフを示す。多くの参加者はダミーカーソル 5, 10, 20 においては 3 秒間以内でリアルカーソルを発見することができる。ダミーカーソル 50 の際、数名の参加者は極端に時間がかかる（15 秒以上）場合があった。表 1 に統計処理した結果を示す。4 段目のセルにそれぞれのダミーカーソル数における 22×6 = 132 中の成功回数を示す。発見成功率はいずれのカーソル数でも 95% 以上であった。図 5 にはスクリーンサイズによる発見時間を示す。

結果が図 4 に示すように、正規分布を仮定できないため、ノンパラメトリックな手法(wilcoxon)を利用した。結果は、 $p < 0.01$ において、スクリーンサイズで有意差があり、男女差においてはなかった。

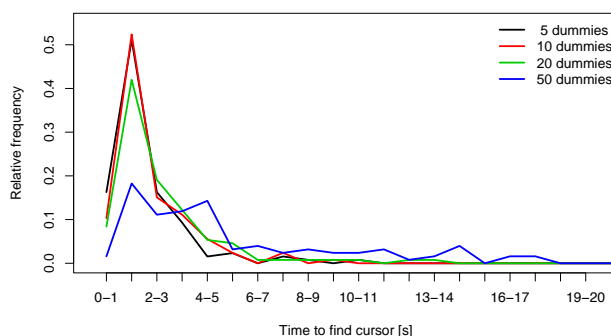


図 4 リアルカーソル発見までの時間の分布

表 1 リアルカーソル発見実験の結果

No. of dummy cursors	5	10	20	50
Median time [s]	1.6	1.7	2.0	4.5
MAD	0.77	0.70	1.05	3.88
No. of successes	129	126	131	126
Success ratio	98%	95%	99%	95%

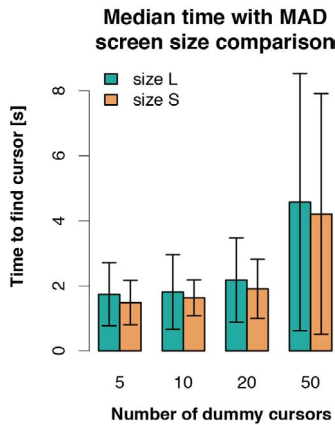


図 5 スクリーンサイズによる影響

さらに、参加者はリアルカーソルを探すためにどのようにマウスカーソルを動かしているか、軌跡をソフトウェアで記録していたものを、実験者でだまかに分類した。図 6 に 8 つのパタンを示す。ただしこれはあくまでだまかな分類であり、より厳密に分類するためには分類方法を確立する必要があるだろう。また、現在は実験者によってダミーカーソルの動きのパタンを無作為につくっている。そのため参加者のリアルカーソルの探し方は、このパタンに依存してくる可能性も考えられる。これについては後に考察する。

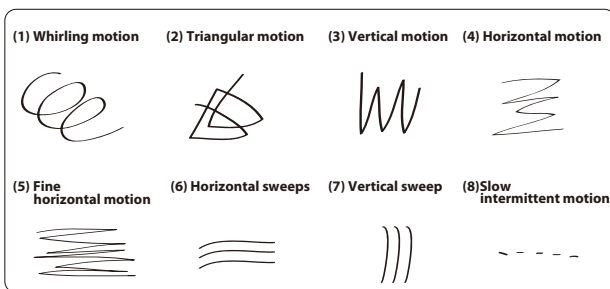


図 6 リアルカーソル発見するための「動かし」パタン

実験後、参加者に「どのようにカーソルを見つけるか」の自由筆記アンケートを行った。アンケート結果に基づき参加者の方略を下にまとめる。

- ・ 特定のパタンをつくって探し出した (図 6 のような)
- ・ 可能な限り全体を見ておく (個別に追わない)
- ・ 速くカーソルを動かし速く動いているカーソルを見つけた。

- ・ ダミーカーソルが少ないエリアのあたり (方向) に動かしてみる (どれがリアルカーソルであるかわからない上で)
- ・ ダミーカーソルの動きとは異なるような動きをする
- ・ 同じ方向に継続的に動かして画面の縁から現れるカーソルを探す。

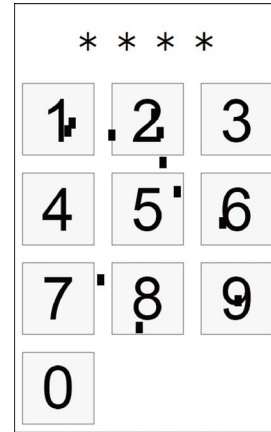


図 7 ソフトウェアテンキーのデザイン

3.2 実験 2: 非対称性

次に、観察者が複数のダミーカーソルの中からどのようにカーソルを特定するかの実験を行った。実験はソフトウェアテンキーを用いて 4 桁の PIN を入力する様子を盗み見するシチュエーションを設定し行った。観察者は 1m 離れた位置に立ち PIN を推測する。

3.2.1 実験環境詳細

図 7 のようにソフトウェアテンキーを用意した。それぞれのキーの大きさは 120×120pixel で、マージンは 30pixel である。キーボード全体の大きさは 450×720pixel とした。ユーザがキーをクリックするとフィードバックとして上部にアスタリスクが表示される。なお入力のし直し、バックスペースキーは用意していない。このテンキーの上にリアルカーソルと複数のダミーカーソルを表示する。カーソルの形状と描画更新は実験 1 と同じである。リアルカーソルの初期位置はランダムとした。また、ハードウェア環境も実験 1 と同じである。



図 8 観察実験の様子

3.2.2 手順

参加者 36 人 (男性:30, 女性 6) が観察者として実験に参加した。参加者は主にコンピュータサイエンスを専門とする大学生, 大学院生である。

PIN を入力する操作者の肩越し 1m 後ろの位置から PIN 番号を推測したものを回答用紙に記入する。この時, 観察者はスクリーン, マウス両方が見える状態とする。今回の実験では操作者はすべて実験者で行い, あらかじめ何度か入力を練習した上で, 入力は速すぎないように注意を払いながら操作した。実験で使用した PIN はあらかじめ準備しリストしておく, 操作者は記憶した上で入力を行う (PIN を忘れた場合はメモを見て確認してからスタートする)。観察者は推測あるいは答えと感じた数字を解答用紙に記入し, わからない場合は斜線を記入する。その都度実験者は観察者が推測した PIN を確認し, 見破られた場合はリストしてある新しい PIN 番号を利用する。ダミーカーソルは 0, 5, 10, 20 とし, この順番で試行し 1 セットとする。観察者はこのセットを 3 回行い, 合計 12 タスクを行う。

表 2 非対称性の実験結果

No. of dummy cursors	0	5	10	20
No. of successful inferences	108	48	14	1
Success ratio	100%	44%	13%	1%

結果

表 2 に実験で得られた結果をまとめる。それぞれのセルの 2 段目が観察実験 (36×3=108) のタスクの, 見破り成功数である。このタスクの内, 操作者は何度か入力をミスしているが, 観察者は操作者が設計した PIN を入力していたかどうかに関係なく操作者が実際に入力した PIN と推測した PIN が一致して正解だった。

ダミーカーソルの数が増えるに従い, 観察成功率は低下していく。ダミーカーソル数が 5 のとき, 観察成功率が 50% を下回った。ダミーカーソル数が 20 のとき, 観察成功率は 1% となった (108 回中, 1 回)。

観察タスク終了後, 参加者は「どのように入力を推測したか」を自由回答で答えた。その方略を以下にまとめる。

- ・ マウスの動きとカーソルの動きの関係を観察した。
- ・ クリックした時にキーの上にあるカーソルを探した (クリック時にキーの上にはないものは除外できる)
- ・ クリックした時にキーの中心にあるカーソルを探した。 (操作者がキーの中心をクリックしているだろうという仮定から)
- ・ マウスの動きを観察し, カーソルの動きの方向を推測, クリック間の時間差からその距離を推測し入力したキーを推定する。

ほとんどの参加者はリアルカーソルの識別が非常に難しいということ述べた。たとえば, ある参加者は, 一度リアル

カーソルであろうものを見つけても, 少しでも見失うと再度リアルカーソルを見つけ出すことは困難であるとコメントしている。また, スクリーンが画面の境界を越える動きをした場合 (torus desktop であるため), それを追跡するのは実際には困難だと思うとコメントした。

4. 結論

1) GUI において自己は動きから識別できる

見た目上同じ形状をしたカーソル群の中から自分の操作しているカーソルを発見できることがわかった。ダミーカーソル数によって発見は難しくなるが, ダミー数が 50 でも中央値 4.5 秒と比較的短時間で自己のカーソルを発見できる。

2) 非対称性があること

操作者には比較的すぐに自己のカーソルを認識できる一方, 観察者は操作者のカーソルを推測するほかなく, ダミー数が 5 の時点で発見成功率 44%, 20 で 1% となり, 認識は極めて難しいことがわかった。

5. 考察

1) どのように自身のカーソルを発見しているのか

今回の実験では, 動きから自己のカーソルを識別できること, 非対称性があることが結論であるが, そのプロセスは興味深い。本論文では, どのように自己のカーソルを識別するかについて現在の実験から得られた知見に基づき考察する。

発見パターン: 図 6 に示したように, 参加者の中には動きにパターンをつかって探す者がいた。今回パターンは 8 種類あると見なしたが, アンケート結果からわかるように, ダミーとは違う動きをつくることによる発見方法を戦略として述べた参加者がいたため, この発見パターンは設計されたダミーカーソルの動きにも依存している可能性がある。

また, 動きのパターンと発見のしやすさについては分析を行っていないが, あるパターンが自己のカーソル識別にとって特別にわかりやすい方法の可能性もある。そして, さらに分類可能な発見パターンがある可能性があり, このパターンを探ること自体興味深く, 今後検証していく予定である。

動きと自己: ダミーカーソルはリアルカーソル (マウス) を動かさない限り動き出さないため, 止めている限りどれがリアルカーソルであるかを特定できるヒントはない。実験参加者の中には, なかなか見つけられずカーソルの動きを止めてみる者もいたが, 動きを止めてしまうと見つけることはできない。図 9 に示すように操作者がやっていることはリアルカーソル発見前も後も同じで, マウスを動かしているだけである。そして図 9 は A の状態は, 自分で操作しているにもかかわらず, 「自分が」操作している感覚は高くない (一方で動かさない限り自分は見つからない), B は操作している感覚がある。したがって「自分が」操作している感覚は, 動かすことを追えること, 動かすことへの連

動を見ることで発生する。一見、自分でマウスを動かしているから自分が動かしている感覚が発生すると考えがちだが「自分が」という感覚は動きが連動しなければその感覚は発生しないとも考えることができる。

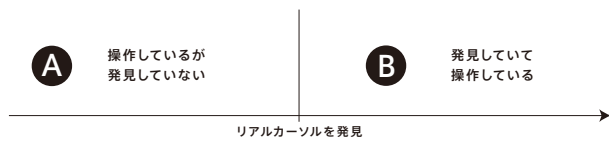


図 9 リアルカーソルの発見前と後の状態。

今回の実験では、操作者がどのようにカーソルを発見しているのかについては、カーソルの軌跡とアンケートによる自由回答からしか考察することができない。今後は本実験環境に組み合わせて Eye Tracker による眼球運動と探索の関連や、脳の状態との関係といった身体の状態を計測する方法などを検討し、その点からも発見の方法の詳細を探ることで、より詳細な発見の方法について考察できるだろう。

2) どのように観察者はカーソルを発見するか

観察の困難さ：操作者は一度リアルカーソルを発見してしまえば明瞭にそれを知覚できる一方で、観察者はほとんど見つけることができない。見つけられたとしても追うほかなく、その際ダミーカーソルが重なったり、操作者が観察者の予測に反するような不意な動きをしたりすれば、すぐにリアルカーソルを見失ってしまう。また、まれに発見できるとして、なぜリアルカーソルを識別できるかについて、決定的な要素は今回の実験では明らかになっていない。今回の実験で観察者は操作者が操作しているマウスとスクリーン共に観察可能な状態で実験を行っており、マウスが見えない場合ではまた結果が異なる可能性がある。このとき発見のためのヒントは極めて限られてくると考えられるが、たとえば今回の実験でもある観察者が「クリック時、キーの中心にあるカーソルはリアルカーソルではないか？」と仮定したように、操作者も想定していなかったような情報を元にリアルカーソルを特定するかもしれない。他にもクリック時にキー上にないカーソルはリアルカーソルではないなどのヒントもあり、ソフトウェアテンキーのデザインがリアルカーソルの特定のしやすさに関係してくる。

非対称性がつくる自己と他者：図9のように操作者は発見以後の体験が明瞭に変わる一方、観察者の体験は操作者がランダムに動くカーソルの画面を前にマウスを操作しているようにしか見えない。同じ画面を見ているにもかかわらず操作者にとってはわかり、観察者にとってはわからない非対称性は、自己と他者の境界を作り出している。他者という点が生まれることは、「自分だけ」の体験が発生していることである。たとえば、ビデオゲームをプレイすることと、その隣で同じ画面を見ることは一見似たような体験を得られるように

感じてしまうし、画面を見ていることと操作することはどの程度体験が違うのかはあまり説明されてこなかった。しかし今回の実験の非対称性からは、ほぼ確実にわかる／ほぼ確実にわからないというように体験差が明瞭にあることがわかる。したがって、インタラクティブシステムでは、設計の仕方次第で、見ていることと操作することとは、非対称になるほど大きな体験の差が生まれることもあると言える。

6. 議論

次に、実験で得られた知見に基づき、応用やこのような現象のインタラクティブシステムにおける役割と可能性について議論する。

6.1 直接的な応用

操作者にはわかり、観察者にはわからないという非対称性を用いることで、いくつかのアプリケーションが考えられる。たとえばセキュリティの分野において、肩越しのパスワード盗聴(ショルダーサーフィン)が問題となっており、研究 [11,14]が取り組まれている。しかしながら、先行研究はいずれも、事前にユーザに特別な知識・記憶を要求する仕組みである。そこで我々は非対称性の仕組みを応用しショルダーサーフィンを防ぐためのシステムとして CursorCamouflage [8]を提案している。また Computer Supported Cooperative Work (CSCW)の分野においては画面上に複数のカーソルを提示して作業を行うような状況がある[3,10,12]。この状況において自身のカーソルを特定しやすくする方法としても貢献できる可能性がある。

6.2 感触のデザイン

筆者らはこれまでに VisualHaptics [6]や味ペン[7]というカーソルの形状や遅延を利用して、ユーザに手触り感や感触を提示するシステムを構築してきた。VisualHaptics 開発当時は、物理的に連続してないカーソルであっても、手の延長で身体の一部となっており、そこにフィードバックを与えると、感触が得られると仮定して議論してきた[16]。脳科学や神経心理学において、自己の身体と一緒に随伴性をもって動くモノであれば、自己の身体の一部として身体イメージを持つことができると考察されている[14]。しかしながら、GUIの文脈において人がどのようにカーソル認識し操作し身体と一部となっているという理由については十分に検討されていない。VisualHapticsのアプローチは一般的に Pseudo-haptics [8]と呼ばれ擬似的な触覚として議論されるが、我々はこの感触を触覚ではなく、脳科学の分野で説明されている随伴性や運動主体感、あるいは自己帰属感もたらす感覚[1]として検討したいと考えている。

今回の実験から、なぜGUI上のカーソルは「自分が」操作しているものであると感じるのかについて、動きの連動を見ることから、自分が操作している感覚が発生していることを考察した。これはGUIにおける運動主体感として考

えることはできないだろうか。そしてコンピュータ操作における感触は、このような運動主体感を高めたり、逆に低めたりすることで「自分が」の感覚を調整できるのではないだろうか。言い換えると、自分に帰属するほどサクサク感があり、帰属が乱れるともっさり感につながっていると考えられないだろうか。今後はこの点を整理し、感触の設計手法としての可能性を検証していきたい。

6.3 インタラクティブシステムへの応用

インタラクティブシステムにおいて自分だけが自分のカーソルを識別でき、他者からはそれが特定できないという体験の非対称性は、インタラクティブシステムがもたらす体験について考えを深める基礎的な検討題材となる。

たとえば、ビデオゲームではキャラクターの身体の動きの自由度が自己認識や境界の識別にどのような影響を与えるのかや、それを操作するコントローラーデバイスとの関係性からインタラクションがもたらす体験の議論ができるだろう。また、操作感を高めたり没入感覚（自己投射性）を高めたり、逆に低めたりすることもできるだろう。そして、非対称性からそれを応用したゲーム（たとえば、2人プレイのゲームで敵と味方が、片方の操作者がうまく隠れるなど）も期待できる。関連するゲーム的な作品として複数の動き回るキャラクターの中から自分がキーボードの十字キーで動かしているキャラクターを探しだし目標地点までたどり着かせる P055E5510N [5]がある。

また、携帯電話やタブレット端末といった道具、あるいはメディアのユーザインタフェース設計にこれらの知見を適用することによって、たとえば蓄積する情報の視覚化と組み合わせることで、蓄積される情報の自己への帰属から所有感をもたらすような設計も検討できると考える。また、近年ユーザインタフェースやウェブデザイン、アプリケーション設計においてユーザ体験の重要性問われているがこれについても、本研究の「自分が」操作している感覚や非対称性の観点から、体験の質の議論検討ができると期待する。

6.4 認知・身体性理解

本論文ではインタラクティブシステムへの応用検討として記述したが、本研究が提案する実験環境はシンプルな仕組みでありながら、人の認知の仕組みを理解する上でさまざまな知見が得られる可能性がある。たとえば、今回は自分が操作している感覚の有無が動かすと見ること連動にあることを考察したが、これは人の身体もまた連動の結果自分の身体の境界を定めているとも考察することもできるだろう。しかしそれには多岐にわたる先行研究を基に注意深く実験をしていく必要があるだろう。

7. おわりに

本研究では GUI におけるカーソルはなぜ自分が操作していると感じるのかを検証するために、複数ダミーカーソル

を用いた実験環境を構築し2つの実験を実施した。複数ダミーカーソルの中から参加者は「動きだけで」自分自身のカーソルを短時間で見つけることができた。また実験環境構築時の知見から、操作者には自分自身のカーソルが特定できる一方で、観察者はその特定が困難であることを発見し、ソフトウェアテンキーを用いて入力される PIN を推測できるかどうかの実験を実施した。その結果、ダミー数 20 においては、99% 特定が不可能となり、操作者と観察者間で認知的な非対称性があることがわかった。その結果に基づき、「自分が」操作している感覚の理由として「動かすことへの連動を見ること」を示唆し、インタラクティブシステム設計への応用可能性について議論した。

参考文献

- 1) Inc. Apple Computer, Apple Human Interface Guidelines The Apple Desktop Interface Addison Wesley, 1987.
- 2) Gallagher, S., Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science, Trends in Cognitive Sciences, 4(1), pp. 14-21, 2000.
- 3) Greenberg, S., Roseman, M., Webster, D. and Bohner, R. "Issues and experiences designing and implementing two group drawing tools." In Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences, 4, pp.138-150. 1992.
- 4) Huot, S., Chapuis, O., and Dragicevic, P. TorusDesktop: pointing via the backdoor is sometimes shorter. In Proceedings of CHI '11. pp. 829-838. 2011.
- 5) Jun Fujiki, P055E5510N. <http://jun-fujiki.com/applications.html>. 2011.
- 6) Keita Watanabe, Michiaki Yasumura. VisualHaptics: Generating Haptic Sensation Using Only Visual Cues, Proceedings of the International Conference on ACE2008, pp405, December 2008.
- 7) Keita Watanabe, Michiaki Yasumura. FlexibleBrush: A realistic brush stroke experience with a virtual nib, Adjunct Proceedings of UIST. pp47-48, 2007.
- 8) Keita Watanabe, Fumito Higuchi, Masahiko Inami, and Takeo Igarashi. CursorCamouflage: multiple dummy cursors as a defense against shoulder surfing. In SIGGRAPH Asia 2012 Emerging Technologies (SA '12), 2012.
- 9) Lecuyer, A., Burkhardt, J.M., Etienne, L., Feeling Bumps and Holes Without a Haptic Interface, The Perception of Pseudo-Haptic Textures, Proceedings of CHI2004, Vienna, Austria, pp.239-246, 2004.
- 10) Quinn, P., Cockburn, A., R  ih  , K., and Delamarche, J. On the costs of multiple trajectory pointing methods. In Proceedings of CHI '11. pp.859-862. 2011.
- 11) Roth, V., Richter, K. and Freidinger, R. A PIN-entry method resilient against shoulder surfing. In Proceedings of CCS '04. pp.236-245. 2004.
- 12) Stewart, J., Bederson, B., and Druin, A. Single display groupware: a model for co-present collaboration. In Proceedings of CHI '99. pp. 286-293. 1999.
- 13) Udai Singh Pawar, Joyojeet Pal, Rahul Gupta, and Kentaro Toyama. 2007. Multiple mice for retention tasks in disadvantaged schools. In Proceedings of CHI '07. pp.581-1590. 2007.
- 14) 高田哲司. fakePointer: 映像記録による覗き見攻撃にも安全な認証手法情報処理学会論文誌, Vol.49, No.9, pp.3051-3061. 2008.
- 15) 開一夫 (著, 編集), 長谷川 寿一 (編集). ソーシャルブレインズ—自己と他者を認知する脳, 東京大学出版会, 第5章, 2009.
- 16) 渡邊恵太, 安村通晃 RUI: Realizable User Interface カーソルを用いた情報リアライゼーション. ヒューマンインタフェース学会研究報告集 Vol.6 No.2, pp.35-38, 2004.