

視線入力とハンドジェスチャを併用したインタラクションの設計 Interaction design with hand gesture and a line-of-sight input

高田 友樹[†]
Yuuki Takata

笹倉 万里子[†]
Mariko Sasakura

1. はじめに

近年、視線入力やジェスチャ入力を備えたデバイスを利用した新たなインタフェースの開発や研究が行われている [1][2]。ただ、これらのデバイスを単体で用いた場合、機能が制限されたり、操作性が良くなかったりすることがある。そこで、2つのデバイスを併用するインタラクションを設計することでこの問題点の改善を試みる。本研究では、視線入力を可能にする視線追跡装置とハンドジェスチャを認識することができる Leap Motion の2つのデバイスを併用するインタラクションを提案する。

本論文では、視線入力とハンドジェスチャを併用したインタラクションの問題点について調べるために、一つの応用例として、これまでの研究で開発したハンドジェスチャを利用した商品注文システム [3] に視線入力による操作を加える拡張を行う。商品注文実験を行い、開発した商品注文システムを評価するとともに、提案するインタラクション方法の評価を行う。

2. 商品注文実験

2.1. 商品注文システム

今回開発する商品注文システムでは、ハンドジェスチャによってコンピュータの操作ができる入力デバイスである Leap Motion と視線入力を可能にするデバイスである Tobii Eye Tracker 4C を用いる。主な操作は、視線により欲しい商品を選択してジェスチャを用いて注文することである。視線位置にポインタが移動するため、欲しい商品の枠の中にポインタを移動させてジェスチャによってその商品の注文（あるいは注文のキャンセル）を行う。図1は、商品注文システムの画面に表示されるメニュー表と注文リストである。メニュー表のページは全部で4ページあり、ジェスチャによってページをめくることができる。

本システムでは、何を注文（あるいはキャンセル）したか、左右どちらにページングを行ったか、についての操作ログを記録する。これを用いて、誤操作が起きたかどうかや各ジェスチャを何回行ったかを調べる。

2.2. 定義するジェスチャ

商品注文システムにおいて定義するジェスチャは、注文操作、キャンセル操作、ページング操作、の3つである。注文操作は、親指と人差し指をしっかりと伸ばし、その他の指を曲げた状態で人差し指を画面に向けてその人差し指を上へ振ることで商品を注文する。キャンセル操作は、全ての指を伸ばした状態で人差し指を画面に向けてその人差し指を下へ振ることで商品をキャンセルする。ページング操作は、人差し指のみを伸ば

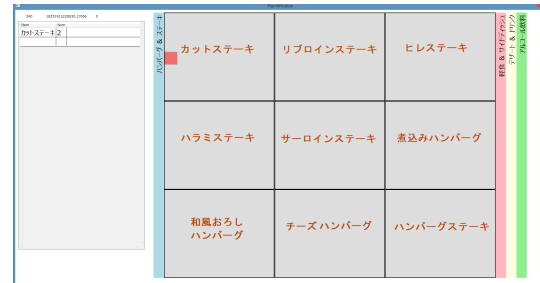


図 1: 注文画面



図 2: 実験αの配置

図 3: 実験βの配置

した状態で人差し指を画面に向けて左右に振ることで、その方向のページに遷移する。

2.3. 実験内容

Leap Motion と 視線追跡装置のどちらのデバイスも赤外線を用いて認識を行うため、Leap Motion が2つの赤外線に照射された手を認識することになり、手を正確に認識することができない場合がある。そこで、互いのデバイスの動作範囲が被らないように設置位置を工夫する必要がある。今回はパソコンの右側に置く場合（実験α）と、簡易的に足の上に置く場合（実験β）の2つの設置位置においてそれぞれ実験を行い、比較する。図2, 3は、実験αの配置、実験βの配置を撮影した画像である。実験の順番は、1回目実験α、1回目実験β、2回目実験α、2回目実験βという順番で行う。

実験の手順は、まず目のキャリブレーションを Tobii が提供するソフトウェアによって行ってもらう、操作練習をしてから実験、最後にアンケートを行う。キャリブレーションでは、正確に視点を算出するために被験者の目の特徴を計測し、その特徴に合わせて校正を行う。実験は、設置位置毎に2回行い、まず1回目では指定された商品を計10個注文してもらい、2回目では1回目とは異なる商品を計8個注文してもらい、最後に指定された商品を計2個キャンセルしてもらい。

[†]岡山大学

表 1: 注文 (キャンセル) 操作の誤り回数

実験	平均	A	B	C	D	E	F
1 回目 α	0.667	0	1	0	1	2	0
1 回目 β	1.5	3	0	1	0	1	4
2 回目 α	0.834	0	1	1	3	0	0
2 回目 β	0.834	0	0	1	1	0	3

3. 実験結果

6 人に実験を行ってもらい、データを収集した。実験参加者の年齢は 20 代、性別は全員男性、利き手は全員右手であった。各ジェスチャやシステムの評価に関するアンケートは、「非常にそう思う (5 点)」、「そう思う (4 点)」、「どちらでもない (3 点)」、「あまりそう思わない (2 点)」、「全くそう思わない (1 点)」の 5 段階評価で回答してもらった。

アンケートの結果として、Leap Motion を足の上に置いた実験 β の方が操作しやすかったという意見が 6 人中 4 人であった。腕を高く上げて操作しなければならないため、腕に疲労を感じたという意見もあった。

各ジェスチャの操作は難しかったかという質問を実験 α 、実験 β 、それぞれに対して行った。「商品を注文 (キャンセル) する操作は難しかったですか」という質問に対する回答は、実験 α では平均 3 点、実験 β では平均 2.834 点であり、注文操作を難しいと感じる人は少なかった。「ページング操作は難しかったですか」という質問に対する回答は、実験 α では平均 4 点、実験 β では平均 3.167 点であり、ページング操作を難しいと感じる人は多かった。

操作ログから注文 (キャンセル) 操作の誤り回数を調べた結果を表 1 にまとめる。実験 1 回目 α 、 β では注文回数は計 10 回であり、実験 2 回目 α 、 β では注文回数は計 8 回、キャンセル回数は計 2 回である。その中で各実験における誤操作の回数は平均約 1 回と少なかった。ただ、実験において注文 (キャンセル) 操作の誤る場面を観察したところ、操作者の誤りというよりはシステムの誤動作の場合がほとんどであった。ここで誤操作とは、被験者がシステムの仕様を勘違いしたり、間違えたりとしたために誤ってしまった操作のことであり、誤動作は、ユーザの意図と関係なく、システムが誤って起こす動作のこととする。

4. 考察

実験結果から、Leap Motion の設置位置については、より体に近い形で操作の方が操作性や腕の疲労の点において良いと考えられる。腕を高く上げ続けることで疲労し、それによって操作がおぼつかなくなると考えられる。

ジェスチャ操作について、注文 (キャンセル) 操作は誤操作も少なく、円滑な操作を行えた被験者が多かった反面、ページング操作のジェスチャは誤操作が多く、思った通りに操作することが難しかったという意見が多かった。多くの被験者が、右 (左) にページングを行うために人差し指を若干左 (右) に向けた後に右 (左)

に指を向けていたため、意図した方向と逆にページングを行う場合があった。操作説明において、単に「右に人差し指を向ける」という説明を行っていたことが原因と考えられるため、より明確な説明方法の立案、もしくはジェスチャの改善を行う必要がある。

実験において、Leap Motion の動作範囲が分かりづらく、操作中に手の位置がずれてしまい動作範囲からはずれてうまく操作ができない事態が起こった。そのため、動作範囲の明確な説明を行ったり、動作範囲からはずれたことを警告してどのように改善したらよいかを指示してくれる機能を備えたりする必要がある。

本インタラクションの評価として、視線によるポインタ操作は細かい操作を求められない限りは有効である一方、ハンドジェスチャによる操作は定義されているジェスチャを理解し、実行することに難しさがあると考えられる。それは、定義されているジェスチャ自体が難しい場合や、そのジェスチャの操作説明が明確化されていないためにうまく理解できていない場合など様々な原因があると考えられる。

5. おわりに

本研究では、視線とハンドジェスチャを併用したインタラクションの応用例として、商品注文システムを開発し、それを複数の人に実験で使ってもらい本システムの評価と本インタラクションの評価を行った。実験では、視線により商品を選択してジェスチャにより注文を行ってもらった。

結果としては、視線による商品選択は容易に行えるものであった反面、ハンドジェスチャによる操作は、誤操作がしばしば起こり、慣れるまで操作が難しいことが分かった。そのため、操作間違いをしづらいジェスチャを定義することや、ジェスチャの操作説明を明確にする必要がある。今後は、他の応用について考察を進めるとともに、本インタラクションの改善を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 村田 厚生, 三宅 貴士, 森若 誠: 視線システムの有効性: ポイント精度・速度を保証する条件と移動方向の影響の同定, 人間工学, Vol.45, No.4, pp.226-235, (2009).
- [2] 中洲 俊信, 池 司, 山内 康晋, 齊藤 孝浩: ウェアラブル端末を用いた飲食店用キッチンディスプレイ操作に関する基礎検討, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.1, pp.115-124, (2018).
- [3] Yoshiki Shiba, Mariko Sasakura, : Visual Interface and Interaction Design for Self-Service Orders at a Restaurant, Proceedings of 20th International Conference on Information Visualization (IV16), pp.230-235, (2016).