

Ctrl + You : 操作者のジェスチャーに追従して非接触でゲームコントローラー型デバイスを連動させる試み

春日岳斗^{†1} 橋田朋子^{†1}

概要 : 私たちは日常の中でデジタル入力機器を操作する際、自分の入力動作とそれに付随する入力機器の動きの対応関係を経験から無意識に理解している。しかし、入力機器を手の中で持ったり動かしたりしながら視線を操作対象に向けている操作者は、機器の動き自体や動きの対応関係を意識しづらい。本研究ではふだん意識しにくい自分の入力動作と機器の動きの対応関係を非接触で機器を動かすことにより視覚的に客観視することを試み、その具体的な手法として、ゲームコントローラー型デバイスを非接触で連動させることで体験者の入力動作を可視化するシステム Ctrl + You を提案する。本稿では Ctrl + You の提案および実装について述べる。

1. はじめに

私たちは日常の中で数多くのデジタル入力機器を利用しているが、そのほとんどの動かし方を無意識のうちに理解している。例えば、テレビリモコンは指を曲げてボタンを押下することで操作する、コンピューターのマウスは平面上に置き手を動かして機器を前後左右に移動させることで操作する、などというように操作に必要な自分の入力動作とその動作に付随する入力機器の動きの対応関係を理解している。このようなことが可能である理由の一つとして、同じような外観と構造を持つものを操作したことがあるという経験が挙げられる。しかしながら実際は、操作者は入力機器を手の中で持ったり動かしたりしており、さらに視線を入力機器ではなく操作対象に向けていることが多いことから、入力機器の動きを視覚的に意識しているわけではなく、身体で覚え理解していると言える。

本研究は、この身体が経験により覚えている入力動作とその動作に付随する入力機器の動きの対応関係を、体験者自身が視覚的に客観視できる状況を作る試みである。具体的には、体験者が入力機器を直接動かすときと同様の動作をジェスチャーで行った際に、その動作に応じて入力機器が非接触で動く仕組みを考える。体験者が、自分と機器が物理的に切り離されているながらも自分の動きに追従して機器が動く様子を見ている状況で、(1) これまでの経験から非接触であっても自分が機器を動かしていると思える、(2) 自分の入力動作と入力機器の動きがどのような対応関係にあるのかを直感的に理解できる、といった仮説や効果を期待している。

本研究では、入力装置の一種であるゲームコントローラーを取り上げ、体験者が一般的なゲームコントローラーを操作する入力動作と同様の手のジェスチャーを行うと、ゲームコントローラー型デバイスが非接触で連動するシステ

ム“Ctrl + You”を提案する。図1に Ctrl + You の概観を示す。体験者が Ctrl + You のセンサー部に手をかざした状態で一般的なゲームコントローラーのボタンやスティックを操作する際に行うような「押す」「回す」といった手のジェスチャーを行うと、その動作を非接触でセンシングしてデバイスのボタンやスティックが連動してオンの状態になったり倒れたりする。

本稿では Ctrl + You の提案および実装について述べる。



図1 Ctrl + You の概観

2. 先行事例

本研究と同様に操作者の動きを可視化する試みや入力機器が持つ意味を利用する先行事例をまとめる。

2.1 操作者の動きの可視化

操作者の動きを可視化する試みは幾つか行われている。渡邊らの研究[1]や P055E5510N[2]では、コンピューター画面内に体験者が操作するオブジェクトおよびそれと同じ見た目の多数のダミーオブジェクトが提示された状況で、体験者は自身の入力動作と画面内のオブジェクトの動きを照らし合わせることでどれが自身の操作するオブジェクトであるかを探り当てる。これらは体験者が自身の入力動作と画面内で連動する出力対象の動きの対応関係を理解してい

^{†1} 早稲田大学

ることを確認する事例であるが、本研究は入力動作と入力機器の動きの対応関係に着目する点が異なる。さらに操作者の動きを記録して可視化する試みもある。TypeTrace[3]ではソフトウェアによって時間情報とともに記録されたコンピュータ上のタイピング行為の履歴が、モニターに表示される文字列やキネティックキーボードの動きによって可視化される。本研究は体験者の動作をその場でリアルタイムに可視化する点で異なる。

2.2 入力機器の持つ意味を利用する事例

人々が経験から知っている入力機器自体の持つ意味を利用する事例を挙げる。人間コントローラー[4]は、ゲームコントローラーとワイヤレスイヤホンを連携させることで、あたかも操作する側の人を操作される側の人をゲームコントローラーで遠隔で操作しているように見せる試みである。小人の仕事[5]は、台上のトグルスイッチを倒すとスポットライトがオンになるとともに影絵のアニメーションが映り、アニメーション内の人やスイッチの影を蹴る動作と連動して実際のスイッチも再びオフに切り替わる作品である。本研究は入力機器を操作することで起きる事象ではなく、入力機器を操作する操作者の入力動作自体に焦点を当てている点で異なる。

3. Ctrl + You

Ctrl+You は、ゲームコントローラーを模しボタンやスティックといった入力機器の外観の特徴を持ちつつも内部に電氣的に制御可能なアクチュエータが組み込まれておりそれ自体が自律的に動くことができるデバイスを、操作者の手の動きと非接触で連動させるシステムである。図2左のような一般的なゲームコントローラーの操作時と同様の操作者の動きとゲームコントローラーの動きの対応関係を、図2右のように操作者が直接動きを伝達することのない状態で表現する。本研究では、一般的なゲームコントローラーが持つボタンとスティックの動きを表現するため、ボタン型とスティック型の2種類の機構モジュールを製作した。また、各モジュールを組み込んだ非接触デバイスをそれぞれ製作し動作を確認した。その後、両機構をゲームコントローラーの筐体外装に組み込んだゲームコントローラー型デバイスを製作した。以下に実装の詳細を示す。



図2(左)一般的なゲームコントローラーに対する
操作者の入力動作
(右)提案システムに対する操作者の入力動作

3.1 システムの構成

システムはボタン型モジュールとスティック型モジュール、制御回路、Arduino Uno、制御用 PC および非接触型ハンドトラッキングセンサ (Leap Motion, ultraleap) から構成される。システムの制御は TouchDesigner (2022.25370) および Arduino (1.8.13) によって行う。システム構成を図3に示す。Leap Motion で取得したユーザーの手や指、関節の位置情報データを TouchDesigner で処理し、Arduino に送信することで各モジュールをリアルタイムに動作させる。

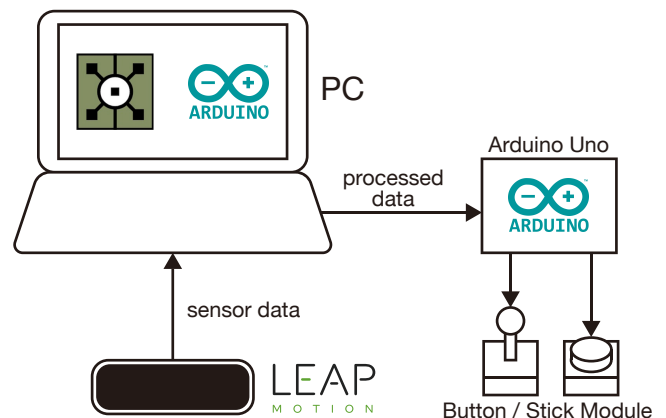


図3 システム構成図

3.2 システムの動作

システムの動作を簡潔に述べる。操作者は Leap Motion に手をかざした状態で様々な動作をすることで操作する。ボタン型モジュールは指先、指の第二関節および手のひらの高さ情報を入力とし、ユーザーが手のひらの高さを一定に保ったまま所定の指を下方に屈曲させる、すなわちボタンを「押す」動きをすると、対応してボタンが即時的にオンの状態に切り替わりオフの状態に戻る。スティック型モジュールは手のひらの水平面上における位置情報を入力とし、ユーザーが手を前後左右に移動させる、すなわちスティックを「倒す」「回す」動きをすると、対応してスティックが倒れたり回転したりする。また、手を検知していないときボタンは動作せず、スティックは垂直に正立して静止する。

3.3 ボタン型モジュール

ボタン型モジュールはソレノイド (ZHO-0420S-05A4.5) およびゲームスイッチ (PS-14-G, セイミツ工業製) のボタン外装部分からなる。Arduino の制御によってソレノイドが作動し、ボタンの on/off 状態の切り替えを実現する。

このモジュールおよび同モジュール2つをシェルに組み込んだボタン型デバイス (図4) を製作し、簡単に動作を確認した。Leap Motion で取得した筆者の人差し指および中指のボタンを「押す」動きに対応してそれぞれのボタンが即時的にオンの状態になること、他の手の動きに対してはほとんど反応しないことを確認した。

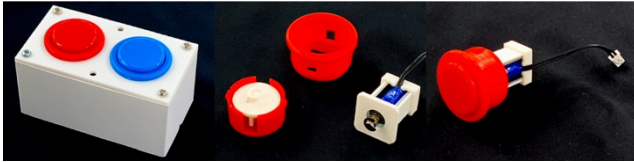


図4(左)ボタン型デバイスの外観
(中央・右)ボタン型モジュール



図7 右手の動作に対するボタン型モジュールの動作

3.4 スティック型モジュール

スティック型モジュールはサーボモーター（SG-90, TowerPro 製）2つ、市販のジョイスティック部品群（三和電子製）および 3D プリンタで製作したジンバル機構からなる。Arduino の制御によってジンバル機構に接続した2つのサーボモーターを作動させ、スティックが 360° 方向に倒れたり回転したりする動きを実現する。

このモジュールおよび同モジュールをシェルに組み込んだスティック型デバイス（図 5）を製作し、簡単に動作を確認した。Leap Motion で取得した筆者の手の水平面上における位置変化に対応してスティックが倒れたり回転したりすること、手を検知していないときはスティックが垂直に正立して静止することを確認した。

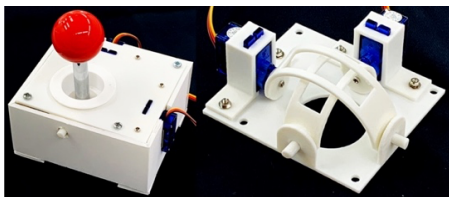


図5(左)スティック型デバイスの外観
(右)スティック型モジュールのジンバル機構

3.5 Ctrl + You システムの実装

ゲームコントローラー型の筐体にボタン型モジュール 6つとスティック型モジュール 1つを組み込んだデバイス（図 6）を製作し、Ctrl + You のシステム全体を実装した。Ctrl + You は 1 人のユーザーが両手を用いて操作することを想定しており、操作者の右手の動きに対応してデバイスの 6つのボタン型モジュールが（図 7）、左手の動きに対応してスティック型モジュールが（図 8）、同時にそれぞれ並行して動作する。



図6 ゲームコントローラー型デバイスの外観

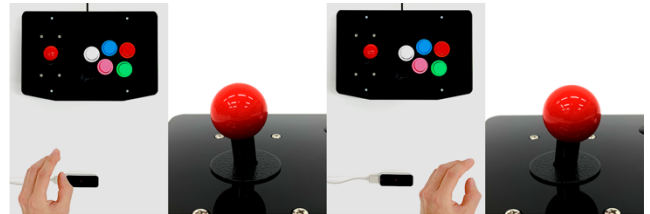


図8 左手の動作に対するスティック型モジュールの動作

4. おわりに

本研究では、人々が経験により覚えている入力動作とその動作に付随する入力機器の動きの対応関係を、体験者が視覚的に客観視できるシステムの実現を目指し、体験者の入力ジェスチャーに応じて非接触でゲームコントローラー型のデバイスを連動させるシステム Ctrl+You を提案した。ゲームコントローラーを構成する要素であるボタンとスティックを模したモジュールを製作して動作させ、入力動作を非接触でセンシングしてその動作に対応する機構の動きを提示できることを確認した。その後、実際に提案システムを実装した。

今後の展望として、ボタンやスティック以外にもスライダやダイヤルなどといった入力機構を新たに製作することや、それらも合わせて Ctrl + You を用いたユーザースタディを実施すること、また製作したシステムを日常的な場面において効果的に応用する方法などについて検討していく。

参考文献

- [1] 渡邊恵太, 樋口文人, 稲見昌彦, 五十嵐健夫. 複数ゲーム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ティブ, 2013, p.25-31.
- [2] 藤木淳. P055E5510N. https://faculty3.scu.ac.jp/fujiki-lab/data/JUN_FUJIKI_WORKS_web.pdf. (参照 2022-12-8).
- [3] dividual inc. TypeTrace. <https://typetrace.jp/team.html>. (参照 2022-12-8).
- [4] 佐藤ねじ. “PS コントローラーで、人を操作する「人間コントローラー」”. https://note.com/sato_nezi/n/n3885a371466d. (参照 2022-12-8).
- [5] 遠藤紘也. 小人の仕事. <http://hiroya-endo.net/works/the-diligent-shadow.html>. (参照 2022-12-8).