

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12100

研究課題名（和文）入力インタフェースの多角的な測定環境の構築

研究課題名（英文）Development of a multifaceted measurement environment for input interfaces

研究代表者

越智 徹 (Ochi, Toru)

大阪工業大学・情報センター・講師

研究者番号：10352048

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究において、研究目的は「手指の動作や視線の移動といった入力時の動作様態（Motion tracking data）と、入力の結果を包括的かつ低コストに収集する汎用的な手法を提案する」である。研究期間において、安価で一般的なWebカメラとライブラリMediaPipeを使用し、従来のセンサと比較すると非常に安価に入力様態をキャプチャ可能にした。本研究の成果は、査読付き国際学会や英文紀要誌に掲載された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、各種デバイスを用いた入力手法の多角的かつ量的なデータを収集・評価するための低コストで、かつ、情報分野専門外の研究者からも活用できる手法を確立し、その応用方法を提案することを目的とする。デバイスによる入力の結果に加え、先行例の希少な手指の動作や視線の移動といった動作様態のデータを、低コストに収集する環境を構築する。これらのデータを収集する専用のセンサは100万円程度するため、気軽に導入することができなかったが、本研究が提案するシステムでは、安価なWebカメラとオープンソースライブラリによって、低価格でシステム構築が可能となった。

研究成果の概要（英文）：In this study, the research objective is to propose a comprehensive and low-cost method for collecting motion tracking data, including hand movements and gaze shifts, and the resulting input. During the research period, we used inexpensive and commonly available webcams along with the MediaPipe library, enabling the capture of input behaviors at a significantly lower cost compared to traditional sensors. The outcomes of this study have been published in peer-reviewed international conferences and journals.

研究分野：情報教育

キーワード：入力様態 入力インタフェース 視線

1. 研究開始当初の背景

キーボード・マウス・タッチといった入力デバイスを実際にどのように用いているかについての客観的データは、ICT教育や新たなデバイス、入力方式の評価など、多くの分野での利用が期待されている。

本研究では、手指の動作や視線の移動といった入力時の動作様態 (Motion tracking data) と、入力の結果を包括的かつ低コストに収集する汎用的な手法を提案する (図1)。従前、測定時の課題としては単純な文字入力が主体であったが、加えて e-Learning システムを利用したシンプルな記述課題を用い、実際に近い環境での評価を行う (図2)。これにより、計測手法と分析の実用性の検証、研究・教育現場での具体的な応用方法を提案するものである。入力結果と同時に入力様態の記録を得ることで、タイピング訓練時の視線や手指の位置を踏まえた効率的な訓練方法の提案、視線や手指動作と思考の過程の関係を提示、UI 開発における言語化されないフィードバックを提言するなど、教育現場への寄与が可能となる。

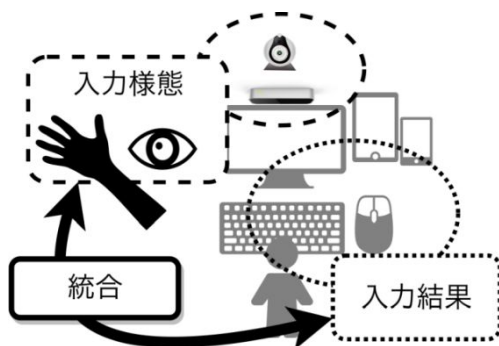


図1 入力結果と動作様態の測定



図2 実際的な環境を用いた評価と検

本研究の測定環境は ICT 教育のみならずゲーム用のコントローラなど、視線や手指の動作を伴う入力方式全般で利用可能であり、新規に開発する入力デバイスや手法への応用も可能である。また、民生用機器と標準化された技術を用い、人的・物質的に低いコストでシステムを構築するため、オンライン教材開発や ICT 教育における入力方式の検討といった、入力方式の評価を必要とする研究全般において、条件を揃えた標準的な検証が可能となる。

2. 研究の目的

目的: 本研究は、各種デバイスを用いた入力手法の多角的かつ量的なデータを収集・評価するための低コストで、かつ、情報分野専門外の研究者らも活用できる手法を確立し、その応用方法を提案することを目的とする。

独自性: a) デバイスによる入力の結果に加え、先行例の希少な手指の動作や視線の移動といった動作様態のデータを、低コストに収集する環境を構築する。b) 測定時の課題として、主流である単純な文字入力に加え e-Learning システムを利用した記述課題を導入し、思考や論理測定環境を設定する。c) 対象者に情報系・医療系大学生、初年度教育や初等教育の児童など、異なった属性を持つユーザに広げる。

創造性: 情報教育環境向上のファシリテーターとしての提案を行うことが可能となる。a) 低コストで包括的な計測環境を確立することで、ユーザと利用目的に応じた入力方法・デバイス

の選択や新たな入力方式の研究・開発に客観的なデータを供する b) 利用が容易な標準化された環境の提供による情報系に留まらない研究教育の提案

3. 研究の方法

以下の要領で計測環境を構築する(図 3)。この他、対照実験用として PC でクリック入力を行うプログラムとデバイスを開発する。1 年次に主たる開発と計測を試行し、2 年次に評価および改良を行う。a) データ収集用の PC [A] にデータに接続されたセンサで、視線および手指動作の計測を行う(図 4)。PC [A] はリアルタイムのモニタリング装置を兼ねる。b) 課題提示用 PC [B] で実験課題を提示する。同時に入力デバイスによる入力結果の記録を行い、画面録画データとともにリアルタイムでデータ収集用コンピュータに転送する。c) 課題への回答を記録し、画面録画データとともにリアルタイムで PC [A] に転送する。

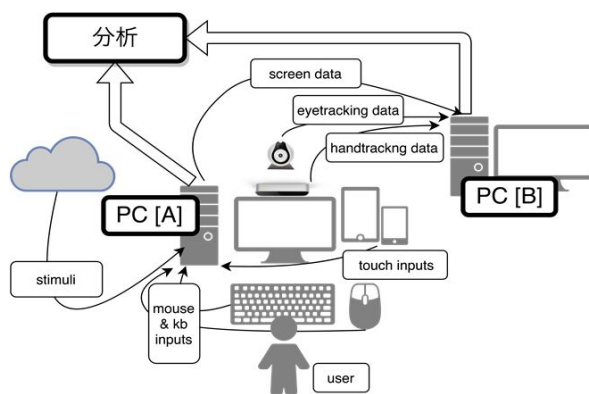


図3 システム構成

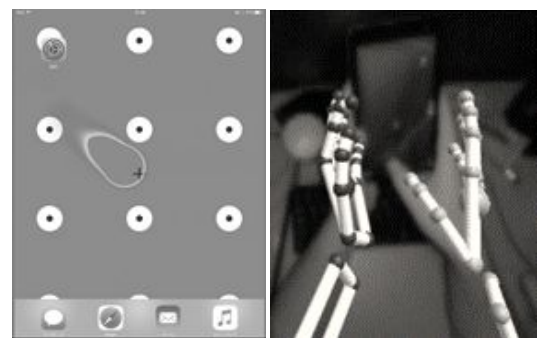


図4 視線と手指の動作

4. 研究成果

2020 年度はコロナ禍による緊急事態宣言等で参集することができず、定期的なネットミーティングにとどまったが、2021 年でシステムのプロトタイプを完成させ、大阪工業大学内にてシステム動作実験を行った。(図 5)このとき、被験者がキーボード操作にあまり慣れていないこともあり、また被験者ごとに計測結果にかなりゆらぎが生じたため、システム全体を見直すことになった。

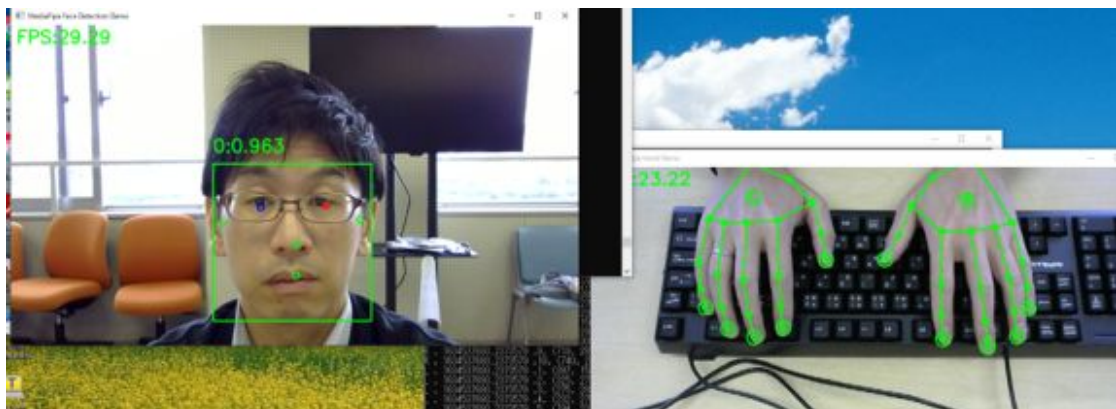


図5 プロトタイプ版の実験システム

2021 年度から 2022 年度にかけて、システムを再度見直して Web カメラを 2 台に増設し、

Python ライブラリの MediaPipe を使用した。2021 年度のプロトタイプ版ではセンサカメラはかなり厳密に固定していたが、これでは可搬性に乏しいため、他大学でも実験できるように可搬式に調整した。2022 年度に実験システムが完成し、共同研究者間で何度か試行実験を行った。これによって、データの整合性がとれたため、2023 年度に再度被験者を集めて実験を行った。図 6 が実験システムの様子である。以上によって、入力様態を安価な装置を用いてデータ化することに成功した。

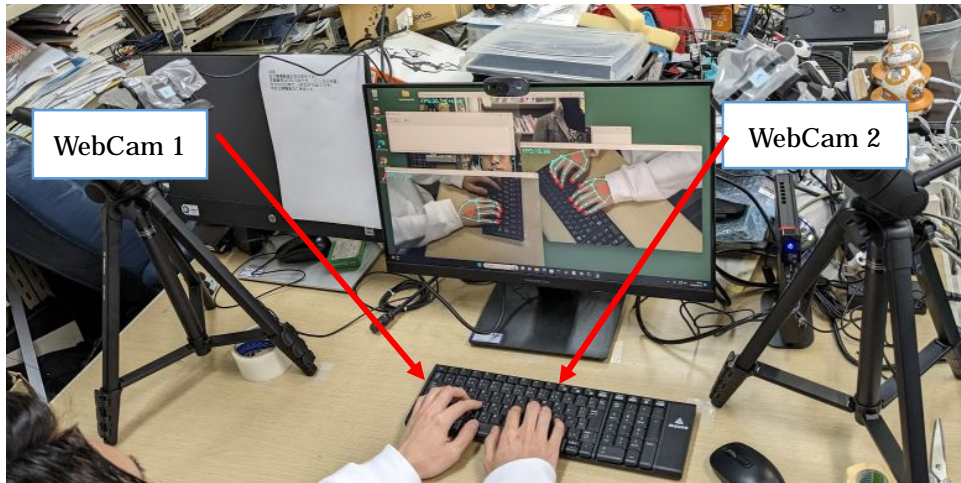


図 6 完成した実験システムの様子

以上の研究成果は、査読付き国際学会 2 件、査読付き英文紀要誌 1 件に掲載された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Toru Ochi, Minoru Kurahashi, Masafumi Imai, Hiroyuki Dekihara, Atsuko Kuramoto	4. 巻 -
2. 論文標題 A Proposal for the Improved Version of a Means of Measurement for the Assessment of Two Types of Input Methods: Keyboard Input and Flick Input	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Economic History, Flow of Funds, Information Systems and Operations Research	6. 最初と最後の頁 53-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ochi, T, Kurahasi, M, Imai, M, Dekihara, H, Kuramoto, A	4. 巻 -
2. 論文標題 A Proposal of a Means of Measurement for the Assessment of Two Types of Input Methods: Keyboard Input and Flick Input	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Innovate Learning Summit 2021	6. 最初と最後の頁 65-70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ochi, T, Kurahasi, M, Imai, M, Dekihara, H, Kuramoto, A	4. 巻 -
2. 論文標題 An Analysis of the Features of Keyboard Input Method among Individual Users	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of EdMedia + Innovate Learning 2023	6. 最初と最後の頁 1164-1169
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Ochi, T, Kurahasi, M, Imai, M, Dekihara, H, Kuramoto, A
2. 発表標題 A Proposal of a Means of Measurement for the Assessment of Two Types of Input Methods: Keyboard Input and Flick Input
3. 学会等名 Innovate Learning Summit 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ochi, T, Kurahasi, M, Imai, M, Dekihara, H, Kuramoto, A
2. 発表標題 An Analysis of the Features of Keyboard Input Method among Individual Users
3. 学会等名 EdMedia + Innovate Learning 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	倉本 充子 (Kuramoto Atsuko) (20352031)	広島国際大学・薬学部・教授 (35413)	
研究分担者	出木原 裕順 (Dekihara Hiroyuki) (50341235)	広島修道大学・経済科学部・教授 (35404)	
研究分担者	倉橋 農 (Kurahasi Minoru) (70769447)	大阪大学・サイバーメディアセンター・招へい研究員 (14401)	
研究分担者	今井 正文 (Imai Masafumi) (90300219)	豊橋創造大学・経営学部・教授 (33930)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------