

上肢障がい者を対象とした文字入力インタフェースの検討

具志 翔太郎¹ 山城 凜弥¹ 比嘉 広樹¹

概要: 本研究では上肢障がい者を対象とした Web カメラを用いた非接触型の文字入力インタフェースの検討を行った。機械学習を用いて指先の学習・検出を行い、被験者が手指の運動により文字を入力する。本稿では和文入力 GUI と英文入力 GUI システムを作成し、短文と長文の入力実験を行った。実験結果より本システムを用いることで被験者が手指の運動により、文字を入力できた。今後の課題として、障がい者を有する被験者による評価が挙げられる。

キーワード: 機械学習・データマイニング – すべて, ユーザインタフェースとインタラクティブシステム – すべて, 医療・福祉支援

Character Input Interface for People with Disabilities of the Upper Extremities

SHOTARO GUSHI^{†1} RINYA YAMASHIRO^{†1}
HIROKI HIGA^{†1}

Abstract: Using Web camera and machine learning, a character input interface for people with disabilities of the upper extremities has been developed. We captured movements of the fingertip with the Web camera, performed image processing with a computer to detect the fingertip. Using this system, we experimentally performed tasks of inputting short and long sentences with Japanese and English. From the experimental results, it is found that the experimental subjects successfully input them using our system. Further experiments with people having disabilities of the upper extremities will be needed for our future work.

Keywords: Machine learning, User interface, Support to medical and care

1. はじめに

近年、インターネット環境等の普及が急速に進み、PC やスマートフォン等の IT 機器が若年層から高齢者まで広く普及してきたことで日常生活に様々な質的向上をもたらすことを可能にしている。しかし、肢体不自由者などの要介護者にとって健常者と同様の日常生活を送ることは困難であり、十分に活用できる環境は整ってない。それは入力デバイスであるマウスやキーボードといったインタフェースが肢体不自由者を対象として作られていないことが大きな原因である。したがって、肢体不自由者などの障がい者や要介護者でも使用できる入力インタフェースを開発する必要がある。

身体障がい者向け文字入力システムとして、NTT ドコモの move & flick が挙げられる[1]。本システムは無料で提供しているスマートフォン向けの文字入力アプリであり、ユーザは手元を見ずに文字入力操作が行える。例えば、かな入力の場合、ユーザが文字入力エリア内をタッチすることで、タッチ箇所に「文字入力キー」が表示される。次に指を 8 方向のいずれかにスライドさせて子音を選択し、さらに指をスライドさせることで母音を選択する。move & flick の操作には、画面から指を離す動作やタップ&タッチする

動作が含まれており、ある程度指を自由に動かせる障がい者に使用が限定される。

本研究では、上肢障がい者を対象とした Web カメラを用いた非接触型の文字入力インタフェースの検討を行っている[2]。特に本研究では筋力が徐々に低下する筋ジストロフィー患者などの、スマートフォン画面のタップすら十分に行えない重度の身体障がい者を対象とし、既存の接触型の物理スイッチやスマートフォンやタブレットを使用したインタフェース以外の文字入力手法を提案する。本システムでは Web カメラと機械学習を用いてユーザの手指先を検出し、設定された領域内に手指先を入れることにより文字を入力する。本稿では、和文入力 GUI および英文入力 GUI の 2 種類の文字入力システムを作成し、本システムを評価するため短い文章を入力する短文入力実験と、約 20 分間文章を入力する長時間入力実験を行った。

2. システム概要

2.1 システム構成

本システムの構成図を図 1 に、本システムで使用した PC および Web カメラの仕様を表 1 に示す。本システムは PC および Web カメラで構成される。また、本システムでは予

¹ 琉球大学
University of the Ryukyus.

め取得した指先画像を用いて識別器を作成した。指先領域の学習・検出には、機械学習ライブラリの Dlib[3]を用いた。Dlib を用いて指先画像から HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を抽出し、SVM (Support Vector Machine) によって手指先領域を検出した。識別機の学習画像として、Web カメラと手指との距離を約 8.0 cm に保った状態で人差し指を外転 30° から内転 20° の範囲内で運動させた際の画像を 60 枚取得した。

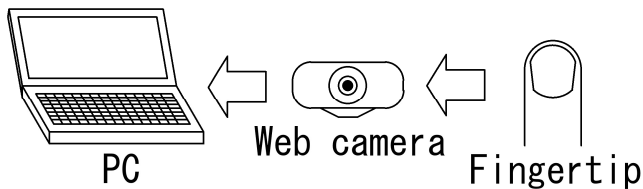


図 1 システム構成図

Fig. 1. System configuration.

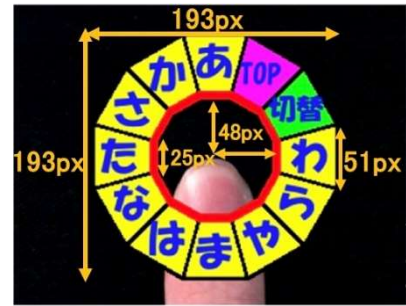
表 1 PC および Web カメラの仕様

Table. 1. Specifications of PC and Web camera.

Specification	Type/Value
CPU	Inter(R) Core(TM) i5-4590 CPU @ 3.30GHz
OS	Window10
Web camera	Logicool HD Webcam C615

2.2 文字入力 GUI

本研究では、和文入力 GUI および英文入力 GUI という 2 種類の文字入力システムを作成した。図 2 に和文入力 GUI を示す。図 2(a)の中心の領域は待機領域である。待機領域の周囲に 12 個の領域を表示し、それぞれに日本語 50 音の各行の先頭文字を表示した。各領域に手指先のポイントが入ることで図 2(b)に示すように画面が切り替わる。図 2(b)は「は行」を選択した場合である。右下の「小濁」の領域にポイントが入ると、小文字・濁点・半濁点を入力することができる。「戻る」の領域に入ると、図 2(a)の初期画面に戻る。英文入力 GUI を図 3 に示す。和文入力 GUI 同様、中心の領域が待機領域である。待機領域を中心に入力領域を 8 方向に展開し、各領域にアルファベットと数字を割り振った。各領域に手指先のポイントが入ることで図 3(b)に示すように画面が切り替わる。図 3(b)は「a~e」を選択した場合である。右下の「大文字」の領域にポイントが入ると入力モードが変更され、小文字入力モード、大文字入力モード、記号入力モードと切り替わる。また図 3(a)の初期画面で「数字」を選択すると、0~9 の数字を入力することができる。本システムでは、中心の待機領域以外の各領域の面積を均等にし、手指先の検出箇所を手指先にすることで、小さな手指動作での文字入力が可能である。



(a) 初期画面

(a) Initial view.

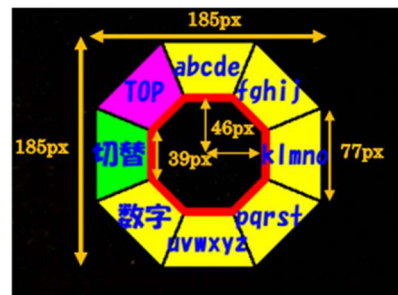


(b) 文字入力画面 (は行)

(b) Character input view (Japanese “HA” row).

図 2 和文入力 GUI

Fig. 2. Japanese input GUI.



(a) 初期画面

(a) Initial view.



(b) 文字入力画面 (小文字 a~e)

(b) Character input view (l.c. a-e).

図 3 英文入力 GUI

Fig. 3. Alphanumeric input GUI.

3. 文字入力実験

本稿では和文入力 GUI および英文入力 GUI を用いて、短い文章を入力する短文入力実験と、約 20 分間文章を入力する長時間入力実験を行った。図 4 に実験環境を示す。テーブル上に Web カメラ、デスクトップ PC、モニター、黒色台を配置した。被験者には手首が動かないように左手で右手首を押さえてもらった状態で、黒色台上で右人差し指の運動を行ってもらった。実験時の PC 画面を図 5 に示す。PC 画面上には本システム、入力文章およびメモ帳を起動させ、被験者にはメモ帳に文字を入力してもらった。

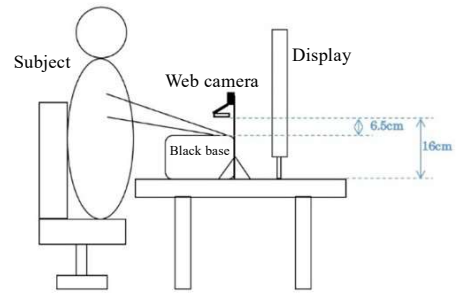


図 4 実験環境

Fig. 4. Experimental setup.

3.1 和文入力実験

短文入力実験として健常被験者 1 名 (A:男性 21 歳, 右利き) に右手の人差し指を使って、表 2 の例文を各 5 回ずつ入力してもらった。同様に、move & flick でも各例文を 5 回ずつ入力してもらった。表 2 の括弧内の数字は入力文字数を表す。図 6 に和文の短文入力実験の結果を示す。括弧内の数字は誤入力の回数を表しており、本実験では手指示のポインタが誤った領域に入ってしまった場合と誤った文字選択を誤入力と定義した。実験した結果、本システムの平均入力時間は 25.7 s, 1 文字あたりの平均入力所要時間は 3.58 s, 平均誤入力回数は 0.2 回となった。move & flick と比較すると、平均誤入力回数, 1 文字あたりの平均入力所要時間ともに減少させることができた (図 6 参照)。

長文入力実験として健常被験者 2 名 (A:男性 21 歳, B:男性 24 歳, 全員右利き) に右人差し指を使って、「パソコン入力スピード認定試験 日本語部門」[4]の試験文章を 21 分間入力してもらった。本実験では数字とアルファベットを除く文章を入力してもらった。2 回ずつ実験を行い, 1 回目の実験と 2 回目の実験で文章を変更し, 両実験の間に約 15 分の休憩を設けた。実験時間を 20 分に変更して move & flick でも同様の実験を行い, 実験結果を比較した。図 7 に和文の長文入力実験の結果を示す。図 7 の実験結果より, 平均誤入力回数が本システムでは 10 回以下となっているのに対し, move & flick では 15 回以上と本システムの方が誤入力が少ない結果が得られた。

表 2 短文入力実験の例文 (和文)

Table 2. Example of Japanese short sentences.

	Example sentence
(a)	こんにちは (5)
(b)	お元気ですか? (9)
(c)	メールありがとう (8)
(d)	また会いましょう (8)

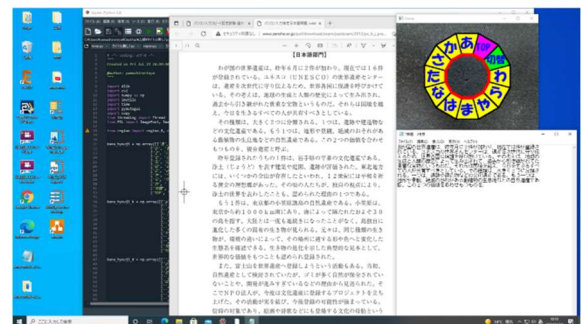


図 5 実験時の PC 画面

Fig. 5. Experimental setup of PC screen.

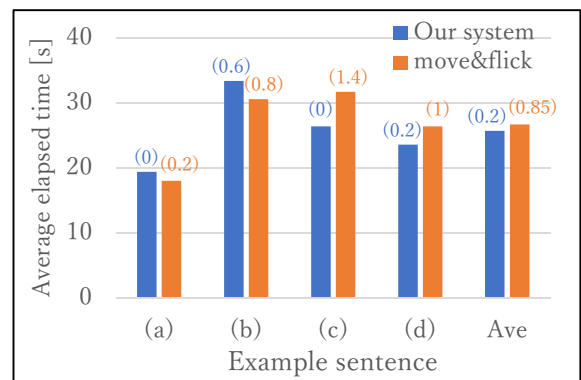


図 6 短文入力実験の結果 (和文)

Fig. 6. Experimental result of Japanese short sentences.

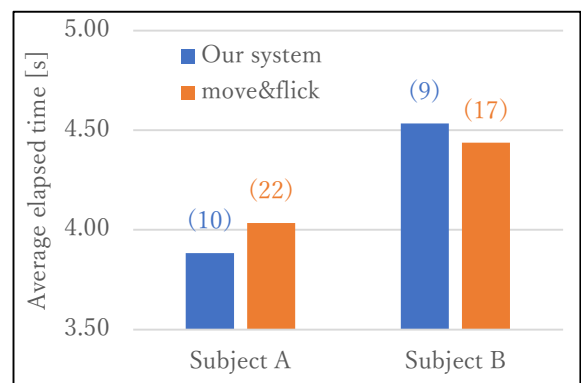


図 7 長文入力実験の結果 (和文)

Fig. 7. Experimental result of Japanese long sentences.

3.2 英文入力実験

英文入力実験として健常被験者 1 名 (A: 男性 21 歳, 右利き) に右人差し指を使って, 表 3 の例文を各 5 回ずつ入力してもらった. 表 3 の括弧内の数字は, スペースの数も含めた入力文字数を示している. 図 8 に短文入力実験 (英文) の実験結果を示す. 図 8 の括弧内の数字は, 誤入力回数を表しており, 本実験でも誤った領域にポインタが入った回数と文字の誤選択数を誤入力回数とした. 全例文での本システムの 1 文字あたりの平均入力所要時間は 2.53 s となり, 誤入力回数は平均で 0.4 回であった.

4. 考察

まず和文入力実験に関する考察について述べる. 本システムを用いた実験において, 短文入力実験と比較して長時間入力実験のほうが 1 文字あたりの平均入力所要時間が長くなった被験者がいた. これは短文入力実験では要求する文章が短く容易に入力文字を記憶することができるが, 長時間入力実験では入力すべき文章が長い文章を確認する動作が入ることが原因であると考えられる. また被験者 B による長時間入力実験において, 本システムの 1 文字あたりの平均入力所要時間が move & flick より 0.67% 増加した. これは, 本システムで用いた指先検出精度の問題であり, 安定した精度の高い手指先の検出は今後の課題である. 図 9 は長文入力実験の実験結果を 7 分毎に区切り, 各時間帯における入力文字数を示したものである. 図 9 の括弧内の数字は誤入力回数を表す. 図 9 の被験者 A の 2 回目以外の結果において, 時間が経つにつれて入力文字数が少なくなっているが, これは被験者の疲労によるものだと考えられる.

次に英文入力実験の結果についてである. 和文入力 GUI の実験結果と比較すると, 英文入力 GUI のほうが 1 文字あたりの平均入力所要時間が短文入力実験においては 29.3 % 低減した. これは和文入力時に必要な漢字変換が, 英文入力時には不要であることに起因すると考えられる.

5. おわりに

本稿では, Web カメラと機械学習を用いた非接触型の文字入力インタフェースの検討を行った. 本システムの和文入力 GUI および英文入力 GUI を用いて短文および長文入力実験を行った結果, どちらの入力システムにおいても適切に文字入力が行えた. 今後の課題として, 障がいを持つ被験者による評価が挙げられる.

表 3 短文入力実験の例文 (英文)

Table 3. Example of English short sentences.

	Example sentence
(a)	Hello, how have you been? (25)
(b)	Thank you for your e-mail. (26)
(c)	See you later. (14)

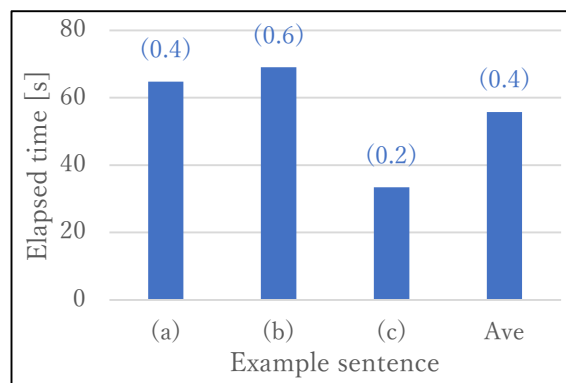


図 8 英文入力実験の結果

Fig. 8. Experimental result of input a English sentence.

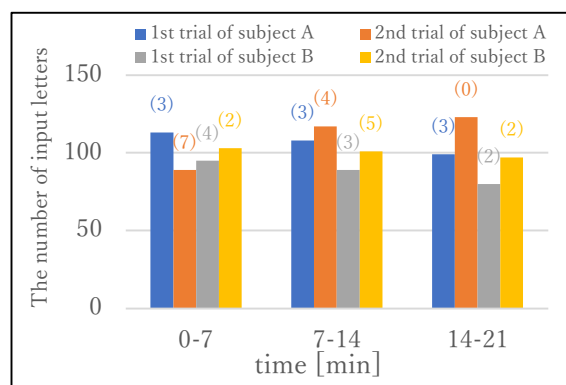


図 9 長時間入力実験結果の時間分析 (和文)

Fig. 9. Experimental result of Japanese long sentences.

謝辞

本研究の一部は公益財団法人 立石科学技術振興財団 (研究助成(C), 登録番号 2217004) の助成を受けて行われた. 記して感謝する.

参考文献

- [1] “Move&Flick”, https://www.nttdocomo.co.jp/service/move_flick/, (閲覧日 2022.2.1)
- [2] 中村亮太, 具志翔太郎, 比嘉広樹, “HOG 特徴量を用いた入力インタフェースの検討”, 電気学会九州支部沖縄支所講演会論文集, OKI-2020-16, pp. 73-76 (2021)
- [3] “dlib C++ Library”, <http://dlib.net>, (閲覧日 2021.12.27)
- [4] “パソコン入カスピード認定試験 過去問題”, <http://www.zensho.or.jp/puf/examination/pastexams/pc.html>, (閲覧日 2022.2.1)