

D-04

人型ピクトグラムの動作再現による 運動イメージと身体動作の差異認識アプリケーション 「ピクテnder(Pictender)」の試作

角 颯真[†], 伊藤 一成[‡]

1. はじめに

運動イメージと実際の身体動作が異なることがある。ここでの運動イメージとは自身が行う運動を心的に想起するものである。

運動イメージと実際の身体動作にはつながりがある。また、両者が必ずしも一致するわけではない。Decety は運動イメージ想起能力が高いと、心的運動時間と実際の運動時間が同じになることを実験から発見している[1]。坂本らは運動イメージ想起能力と繰り返し行う身体動作の精度に相関がある可能性を指摘している[2]。

運動イメージと実際の身体動作の差異を認識しておくことは重要である。運動イメージと実際の身体動作の乖離が怪我の要因の1つとして考えられる。Butler は高齢者を対象に実験を行い、運動イメージと実際の身体動作の乖離と、転倒の間に関係があったことを報告している[3]。自身の意図したとおりに身体を動かさないことで怪我につながってしまう。

ピクトグラムとは、日本語で絵記号、図記号と呼ばれるグラフィックシンボルであり、意味するものの形状を使ってその意味概念を理解させる記号である[4]。通常、世の中に広く普及されているピクトグラムは、作成ガイドラインに則ってデザインされており、また、伝達すべき内容が人の行為や状態に関するピクトグラムが多い。そのため、ISO3864 の付録には、人間の形状のピクトグラムに特化した作成ガイドラインが提示されている。以後本稿では、このピクトグラムを、人型ピクトグラムと呼称する。

ピクトグラムは表現の抽象度の高さから、それを見た人物が自分自身や本人に関わる人物事物などを想起させる効果があると言われている。

我々の研究グループでは、この特徴を利用して、人型ピクトグラムを用いたプログラミング学習環境「ピクトグラミング」及びその派生アプリケーション群[5]や、ソートアルゴリズムについて学習できるアプリケーション「人型ピクトソートグラム」[6]、ピクトグラムを構成素とするピクトグラフを題材にデータ活用を学習できるアプリケーション「ピクトグラフィング」[7]など様々なアプリケーションを開発している。

本稿では、実際の身体動作と運動イメージの差異を理解させることを目的としたアプリケーションを提案する。今回、コンピュータに搭載された単眼カメラで撮影した人間の姿勢の情報を取得することで、利用者が指示された身体動作を再現し比較するアプリケーション「ピクテnder」を設計・試作したので報告する。人型ピクトグラムは運動イメージと実際の身体動作の違いを認識させることへの利用に適している。想定される運動イメージと利用者によって再現された身体動作を同時に表示可能なことに加え、ピクトグラムの特性を利用して、再現された身体動作の客観的なフィードバックを行うことができる。

以下 2 章で試作したアプリケーションについて説明し、

3 章で先行研究も踏まえて考察する。4 章でまとめと今後の展望について述べる。

2. 試作アプリケーション

2.1 概要

本稿で提案するアプリケーションは、自然言語の書式で記述された身体動作を利用者に再現してもらい、フィードバックを与えるものである。利用者は自然言語の書式で記述された身体動作の指示を基に自身の身体で人型ピクトグラムの動作を再現する。あたかもピクトグラミングで操作する対象である人型ピクトグラムの振りをするように見えることから、このアプリケーションを「～の振りをする人」の英語訳であるプリテnder (pretender) とピクトグラミングを掛けて「ピクテnder (Pictender)」と命名する。ウェブアプリケーションとして試作したため、HTML、CSS、JavaScript を使用する。人型ピクトグラムの動作を表現するにあたり Processing の JavaScript 用ライブラリ「p5.js」、姿勢を推定する部分にあたり JavaScript 用ライブラリ「ml5.js」を使用した。

2.2 実行フロー

ピクテnderには4つの進行状態がある。それぞれ順に、(1)身体動作理解段階・(2)身体推定準備段階・(3)身体動作再現段階・(4)結果提示段階である。以下、2.3 節から 2.6 節までそれぞれの段階について順に解説する。

2.3 (1) 身体動作理解段階

身体動作理解段階において、利用者は自然言語で記述された身体動作を理解する必要がある。身体動作理解段階時のアプリケーションのスクリーンショットを図1に示す。



図1 身体動作理解段階時のアプリケーションのスクリーンショット

図1において、画面左側に位置しているオーダーエリアに利用者が理解すべき身体動作の指示を提示する。再現すべき身体動作の難易度を変更できるようにオーダーエリア上部にはレベル選択部分がある。レベルは1から5まであり、

[†] 青山学院大学 社会情報学部

[‡] 青山学院大学ピクトグラム研究所

数値が高いほど複数の身体の部位を同時に動作させることや反復動作が指示の中に含まれる。難易度に関わらず、指示の内容は日常の中で行われる身体動作を題材に作成した。利用者がオーダーエリアの身体動作を理解した後、オーダーエリア下部の「はじめる」ボタンを押下すると次の身体推定準備段階に移行する。身体推定準備段階に移行するとオーダーエリアが表示されなくなる。これは指示された身体動作を利用者が運動イメージに変換してから再現を行ってもらうためである。

図2は提案アプリケーション内で自然言語を用いて指示される身体動作の例である。

右股を1秒で20度、反時計回りに回転する
 左肩を1秒で120度、時計回りに回転して待つ
 以下を3回、繰り返す
 左肘を0.5秒で60度、時計回りに回転して待つ
 左肘を0.5秒で60度、反時計回りに回転して待つ
 終わり

図2 指示される身体動作の表示例

図2の1行目は、右股を反時計回りに20度、1秒かけて回転する。この際、次の行の命令も同時に実行する。2行目は、左肩を時計回りに120度、1秒間かけて回転する。ただし、「回転して待つ」という表示になっており、これは命令の実行が終了するまで、次の命令の実行を開始しないことを示す。このように「待つ」の有無により、逐次処理と並列処理を組み合わせることで、様々な身体動作を実現できる。3行目から6行目では、左右に3回左腕上腕部を振る動作を行なっている。

正面方向の人型ピクトグラムを図3に示す。人型ピクトグラムに体と頭を組み合わせた部分が1つと、肩、肘、股、膝が左右それぞれ1つの計9つのポイントを設定している。9つのポイントによる動作部位の指定や、動作角度の指定に負の値を使用しないことで、引数の値を利用者が直感的に理解可能なように表現している。

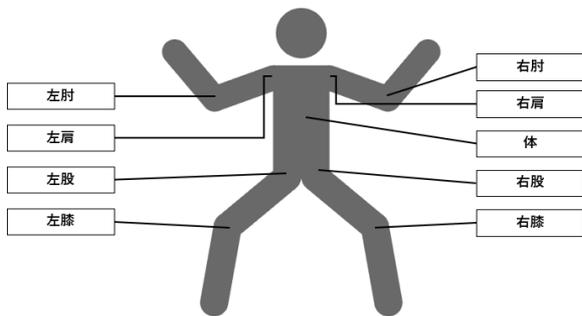


図3 人型ピクトグラムの部位を回転する際の支点

2.4 (2) 身体推定準備段階

身体推定準備段階では、利用者の身体動作を推定するための準備を行う。身体推定準備段階時のアプリケーションのスクリーンショットを図4に示す。画面右側にあるミラーエリアにはコンピュータに搭載されている単眼カメラで撮影した映像が表示される。利用者にとって画面に表示される映像を鏡像とするため、ミラーエリアに表示される映像は実際の映像の左右を入れ替えたものになっている。利用者は画面左側にあるインジゲーターを参考にしながら右手を上げた状態でカメラに映るようにする。インジゲーターには身体の各部位の身体推定の具合がランプを用いて表

示されている。赤のランプは推定がうまくできておらず、緑のランプはうまく推定ができていることを表す。身体推定の環境が整うとアプリケーションは自動的に次の身体動作再現段階に移行する。

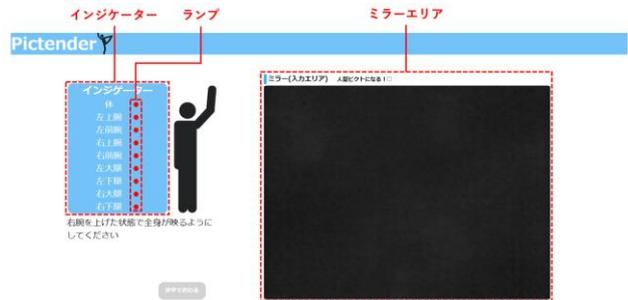


図4 身体推定準備段階時のアプリケーションのスクリーンショット

2.5 (3) 身体動作再現段階

身体動作再現段階では利用者に指示された身体動作の再現を行ってもらう。身体動作再現段階時のアプリケーションのスクリーンショットを図5、図6に示す。身体動作再現段階に移行すると、はじめに図5に示すようにミラーエリア内の左上部に10秒間のカウントダウンが表示される。カウントダウンが終了するまでに利用者は一度直立の姿勢をとる。



図5 身体動作再現段階時のアプリケーションのスクリーンショット(動作再現開始前状態時)

すると図6のような画面に変更される。この状態で、身体動作理解段階で指示された身体動作の再現を行う。



図6 身体動作再現段階時のアプリケーションのスクリーンショット(動作再現時)

アプリケーションは0.02秒ごとにPoseNetを利用して姿勢推定を行っている。ミラーエリア上部にある、人型ピクトグラム化ボックスを押下すると、図7のようにミラーエリアに表示される映像が人型ピクトグラムになりつつ身体

動作の再現を行うことができる。オーダーエリアで記述された身体動作にかかる1.5倍の時間が経過する、または「おわる」ボタンを押下すると、2.6節で示す、結果提示段階に移行する。



図7 「人型ピクトになる」選択時のアプリケーションのスクリーンショット

2.6 (4) 結果提示段階

結果提示段階では利用者に対して身体動作の再現のフィードバックを返す。結果提示段階時のアプリケーションのスクリーンショットを図8に示す。

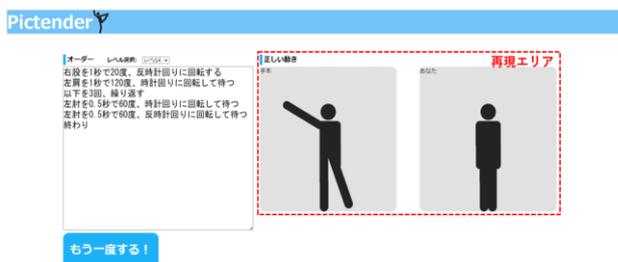


図8 結果提示段階時のアプリケーションのスクリーンショット

結果提示段階時では、オーダーエリアが再び画面左側に表示される。また、ミラーエリアに代わり2体の人型ピクトグラムが表示される。1体は自然言語で指定された正しい身体動作を行う。もう1体は利用者が身体動作再現段階で再現した身体動作を行う。身体動作再現段階で行った身体動作をする人型ピクトグラムに利用者自身を投射し、客観的に自身が再現した身体動作を見ることができる。推定結果の下部にある「もう一度する！」ボタンを押下するとアプリケーションは再び身体動作理解段階に戻る。

3. 考察

姿勢推定を利用した応用アプリケーションにはこれまでも多くの先行研究が存在する。山元らは弓道の射法の学習を通して、PoseNetを利用した視覚的動作イメージと身体動作の対応付けを支援するアプリケーションを作成した[8]。紅林らはKinectを使用した簡易動作分析システムを用いて鉋がけの学習に利用しその効果を検証した[9]。大西らはKinectを利用した姿勢推定の具合からドリトル用コードを作成し小型ロボットを動かすシステムを作成し、ジェスチャーによるプログラム入力の可能性を示した[10]。一般社団法人ゆるスポーツ協会は姿勢推定技術を利用して提示された人型ピクトグラムの真似をするアプリケーション「ピクトグラミー」を使用して、スポーツイベントを企画・運営している[11]。

本稿で提案したアプリケーションでは人型ピクトグラムのアニメーションによってフィードバックを行うことが特徴である。ピクトグラムはその利用の目的から社会の写し絵と言える存在であり、人型ピクトグラムに限れば社会の中で起きる身体動作と結びついている。自然言語で記述された身体動作を人型ピクトグラムの動作で再現することで、逐次的に記述された自然言語による説明と社会の中で行われる動作を結び付けることができる。

紅林らが開発した簡易動作分析システム[9]では、題材として使用するデータを熟達者の身体動作から収集する必要がある。ピクテnderでは題材とする身体動作は社会の中で行われるものであり、自然言語によって指定することで一意に決定する。そのため、題材とする身体動作の設定が容易である。

山元らが開発した弓道の射法学習支援アプリケーション[8]では、弓道の動作における重要な姿勢8つに対して静止状態と比較を行うが、ピクテnderでは連続した動作を対象として比較を行う。連続した動作を対象とすることで社会の中で行われる動作を題材とすることができる。

身体動作を用いて人型ピクトグラムを動かすという捉え方も可能である。操作の対象は人型ピクトグラムである。そのため身体動作と人型ピクトグラムの動きの対応の判別が容易である。大西らが構築したシステム[10]は身体動作をロボット操作のためのコマンドとして利用している。ピクテnderでは自然言語による指示を利用者が解釈して人型ピクトグラムを操作する。

一方でピクテnderには画面上で表示されるボタンを使用した操作を必要とする個所が多々ある。一貫した身体動作による操作の実現が今後の課題として挙げられる。

通常のテキストベースの入力を用いたプログラミングと身体動作を入力としたプログラミングの中間の立ち位置にあることが特徴の一つである。ピクテnderには身体動作を入力とするプログラミング学習という側面がある。学習を通して指示の身体動作を逐次的に表現する方法も同時に学ぶ。従来のテキストベースのものへ移行する際に利用できると思われる。

「ピクトグラミー」[11]では利用者に対して人型ピクトグラムを用いて情報を提示する。正しい身体動作を再現できた利用者にとって、情報の提示に利用された人型ピクトグラムは自身の身体の鏡像となる。一方、ピクテnderでは情報は自然言語で指定する。そのため利用者は、自然言語を解釈し、自ら運動イメージに変換してから身体動作を行う点に独自性がある。

4. まとめと今後の展望

本稿では、運動イメージと実際の身体動作の差異を理解させることを目的としたアプリケーションの試作を行った。今後はアプリケーションの評価を進めつつ機能や要件を再構成していく予定である。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 21H03560の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Decety, J., Jeannerod, M., Prablanc, C.: The timing of mentally represented actions. Behavioural brain research, 34(1-2), pp.35-42 (1989)
- [2] 坂本将基, 井福裕俊, 齋藤和也, 中山貴文: 運動イメージ能力と動作の再現性の関係. 熊本大学教育学部紀要, 63, pp.323-

- [3] Butler, A. A., Lord, S. R., Fitzpatrick, R. C. : Reach distance but not judgment error is associated with falls in older people. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 66(8), pp. 896–903 (2011)
- [4] 太田幸夫: 国際安全標識のピクトグラムでデザインの研究, <http://www.tamabi.ac.jp/soumu/gai/hojo/seika/2003/kyoudou-ota1.pdf> (参照 2023-06-01)
- [5] 伊藤一成: 複数のプログラミング言語で記述可能なピクトグラムコンテンツ作成環境の提案と実装, *情報処理学会論文誌 TCE*, Vol.7, No.3, pp.1-11 (2021)
- [6] 渡辺大智, 御家雄一, 伊藤一成: 人型ピクトグラムを用いたソートアルゴリズムを学ぶ アプリケーション「人型ピクソートグラム」の拡張と評価, 第 15 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2023 (2023)
- [7] 高橋伶奈, 御家雄一, 伊藤一成: ピクトグラフィング – データ活用の学習を目的としたピクトグラフ生成アプリケーションの実装 –, 第 15 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2023 (2023)
- [8] 山元翔, 酒井良教, 樺山大樹, 窪木啓太.客観的な動作組み立てを通じたスキル学習支援システムの開発-弓道の射法八節を対象として. In *人工知能学会研究会資料 先進的学習科学と工学研究会 90 回* (2020)
- [9] 紅林秀治, 小林健太, 兼宗進: KINECT センサーを用いた簡易動作分析システムの開発. *研究報告コンピュータと教育 (CE)*, 2013(20), pp. 1-7 (2013)
- [10] 大西修平, 野部緑, 中野由章, 兼宗進: Kinect を利用したゼスチャーによるプログラム入力の可能性. *研究報告コンピュータと教育 (CE)*, 2012(18), pp.1-6 (2012)
- [11] 世界ゆるスポーツ協会: ピクトグラマー | 世界ゆるスポーツ協会, <https://yurusports.com/sports/futurelab/pictograme> (参照 2023-06-30)