

箸の把持姿勢の拡張現実感を用いた異同可視化による学習支援システム

A Visualization System of Posture Comparison with Computer Vision and Augmented Reality for Training Support of Holding Chopsticks

情報工学専攻 19N8100011E 並木 正論

1 序論

東・東南アジア圏での食文化において重要な道具の一つに箸がある。日本でも箸は重要な道具であり、日本では食育に力を入れている。日本の食文化である「和食」は平成 25 年にユネスコ無形文化遺産に登録された。また第三次食育推進計画 [1] の重点課題の 1 つに「食文化の継承に向けた食育の推進」が挙げられ、「食育の推進に当たった目標」の 13 項目には「地域や家庭で受け継がれてきた伝統的な料理や作法等を継承し、伝えている国民を増やす」が挙げられている。伝統的な作法には、箸の作法も含まれており箸の持ち方についても守られるべき文化の 1 つとなっている。しかし、内閣府の調査 [2] によると、成人の約半数が箸を正しく持っていないと報告されている。正しい箸の持ち方を継承していくためには、各家庭での指導が必須であるため成人が箸を正しく持つ必要性は高い。

箸の正しい把持姿勢を習得するには、正しい持ち方の姿勢と自身の姿勢の違いを把握し、手本姿勢に近づけるための反復練習が必要不可欠である。成人が箸の把持姿勢を学習・練習する方法として、矯正具による学習と紙・電子媒体による学習がある。矯正具での学習は、利用者に箸を持ちやすくするように工夫されており、自然に把持姿勢が身につく一方、扱いやすくされた矯正具に依存する可能性がある。紙・電子媒体による学習では、時間や場所の制約を受けずに独習を行える一方、熟練者と自身の異同の把握がしづらく、また固定された視点からでしか熟練者の把持姿勢を確認できない問題点がある。そのため、箸の把持姿勢の学習環境として不十分であると考えられる。

そこで、拡張現実感 (Augmented Reality : AR) という技術がある。AR とは、コンピュータが生成した仮想物体や情報を現実の中に表示する技術である [3]。AR 技術を用いて骨格や適切な情報をカメラ映像に重畳表示し、利用者の姿勢訓練を支援する研究が存在し

有用性を示している。そこで、箸の把持姿勢に対しても AR を用いた姿勢学習が有用であると考え、AR を用いた新たな学習支援システムを提案する。

2 提案システム

2.1 提案システム概要

本研究では、拡張現実感を用いて、利用者と熟練者の箸の把持姿勢の異同を可視化し、利用者に正しい箸の持ち方を促す学習支援システムを提案する。提案システムは、拡張現実感を用いることにより、予め取得した熟練者と利用者の把持姿勢の異同箇所の色付けすることで可視化する。即時可視化を行うことで、利用者は把持姿勢を異同を認識しながら把持姿勢を修正できる。また、予め取得した熟練者の手指姿勢情報を元に 3DCG を用いて手本モデルを作成する。3DCG によって作成された手本モデルを用いることで、利用者は手本モデル立体的に観察できると考えた。提案システムでは、拡張現実感を実現するために、Web カメラで姿勢推定可能な Handpose を用いた姿勢推定を行う。非接触の入力デバイスである Web カメラ及び Leap Motion を用いることにより、利用者は練習をするための特別な箸を用意する必要がなく、日常使用の箸を用いて練習を行えるため、利用者への追加負担が少ない状況で練習できる。

2.2 提案システムの構成

システムのデバイス構成を図 1 に示す。提案システムは、コンピュータ、Web カメラ、モーションセンサ、マウス及びキーボードで構成される。箸の把持姿勢を練習する際の入力デバイスは全て非接触の入力デバイスである。モーションセンサデバイスとして、LeapMotion を使用し、利用者が持つ箸の情報を取得する。箸の把持姿勢の情報を取得するために Web カメラを用いて、利用者の手指の姿勢推定を行う。システムの画面操作をキーボード及びマウスによって操作する。

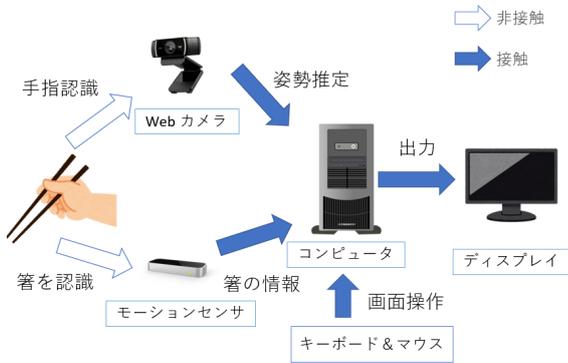


図 1: システムの構成

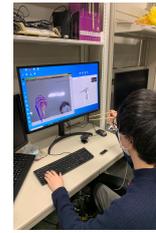


図 4: 使用風景

2.3 提案システムの詳細

提案システムは2つのシーン大別される。手本シーンでは、利用者に正しい箸の把持姿勢を様々な角度及び大きさで観察させるために3DCGを用いて作成された手本モデルを表示する。手本シーンでは、カメラの視点移動及び位置初期化、把持姿勢の説明文表示切り替え、把持姿勢のアニメーション機能がある。練習シーンでは、予め取得した熟練者の姿勢と利用者の姿勢をコサイン類似度を用いて計算を行う。熟練者のとの類似度が一定値を下回っている場合は利用者が姿勢を改善する箇所として赤色でカメラ映像に骨格を重畳表示する。その他の手指には青色で骨格を重畳表示する。また Leap Motion により箸の認識を行う。箸が交差、もしくは正しい間隔で箸を持っていない場合警告テキストを表示する。履歴機能は、練習シーンにおいて、もっとも高かったスコアを履歴保存する機能で、利用者に把持姿勢の習得状況を把握させる。

3 実装

提案システムの練習シーンを図 2, 手本シーンを図 3 に、使用風景を図 4 に示す。



図 2: 練習シーン

図 3: 手本シーン

4 実験・評価

4.1 アンケート結果

目標を達成するため、ユーザ実験及びユーザアンケートを実施する。被験者は、理系大学院生2名と社会人3名の合計5名であり、全員正しく箸を把持できない。アンケートは4段階評価とし、数字が小さいほど肯定的で値が大きいほど否定的である。

表 1: 手本シーンでのマウスによる操作性について

質問	1	2	3	4
(1.1) マウスによるカメラの視点移動は容易に行えたか	2	3	0	0
(1.2) 操作パネルの使用は容易に行えたか	3	2	0	0

表 2: 手本シーンでのキーボードによる操作性について

質問	1	2	3	4
(2.1) キーボードによるカメラの視点移動は容易に行えたか	2	3	0	0
(2.2) キーボードによるアニメーションの再生、停止は容易に行えたか	3	2	0	0
(2.3) キーボードによる把持姿勢のテキストの表示の切り替えは容易に行えたか	3	2	0	0

表 3: 手本シーンの視認性について

質問	1	2	3	4
(3.1) 操作パネルの大きさ、位置は適切であったか	5	0	0	0
(3.2) 把持姿勢の説明テキストの大きさ、位置は適切であったか	4	1	0	0

表 4: 手本シーンでの機能について

質問	1	2	3	4
(4.1) カメラの視点移動は把持姿勢を理解する機能として適切であったか	5	0	0	0
(4.2) 把持姿勢のテキスト表示の切り替えは手本モデルの視認に適切であったか	4	1	0	0
(4.3) 初期化機能は手本モデルの観察に役立ったか	2	3	0	0

表 5: 認識について

質問	1	2	3	4
(5.1) システムに箸を認識させることは容易だったか	0	3	2	0
(5.2) システムは箸を正しく認識できていたか	5	0	0	0
(5.3) システムに手指を認識させることは容易だったか	5	0	0	0
(5.4) システムは手指を正しく認識できていたか	1	3	1	0

表 6: 練習シーンでの視認性について

質問	1	2	3	4
(6.1) カメラで映し出された映像の大きさは適切であったか	4	1	0	0
(6.2) カメラで映し出された映像の位置は適切であったか	4	1	0	0
(6.3) 表示されたテキストの大きさは適切であったか	2	3	0	0
(6.4) 表示されたテキストの位置は適切であったか	1	3	1	0
(6.5) 箸の認識状況のテキスト表示は見易かったか	1	3	1	0
(6.6) 類似度スコアの数値の表示は見易かったか	1	3	1	0
(6.7) 色によって可視化された手本姿勢との異同は見易かったか?	2	3	0	0

表 7: 練習シーンでの機能について

質問	1	2	3	4
(7.1) 箸の認識状況のテキスト表示は箸を正しく把持する練習に役立ったか	1	4	0	0
(7.2) 箸の交差判定のテキスト表示は箸を正しく把持する練習に役立ったか	1	4	0	0
(7.3) 箸の開き具合の判定のテキスト表示は箸を正しく把持する練習に役立ったか	1	4	0	0
(7.4) 類似度スコアの数値の表示は箸を正しく把持する練習に役立ったか	1	3	1	0
(7.5) 色によって可視化された手本姿勢との異同は異同把握に役立ったか	5	0	0	0

表 8: 練習シーンでの箸及び手指の判定について

質問	1	2	3	4
(8.1) 箸の交差の判定, 評価は妥当であったか	4	1	0	0
(8.2) 箸の開き具合の判定, 評価は妥当であったか	4	1	0	0
(8.3) 類似度スコアの判定, 評価は妥当であったか	2	3	0	0

表 9: 練習シーンにおける利用者の疲労について

質問	1	2	3	4
(9.1) 練習シーンにおいて, 腕に疲労は感じなかったか	0	3	2	0
(9.2) 練習シーンにおいて, 目に疲労は感じなかったか	5	0	0	0

表 10: 履歴機能について

質問	1	2	3	4
(10.1) 履歴機能に保存される情報の種類は過不足なく適切であったか	3	2	0	0
(10.2) 履歴機能は自身の把持姿勢の習得状況を把握するのに有効であると思うか	3	2	0	0

表 11: 総合評価

質問	1	2	3	4
(11.1) 紙・電子媒体での学習方法と比較して, 手本の把持姿勢の把握は容易だったか	4	1	0	0
(11.2) 紙・電子媒体での学習方法と比較して, 異同の把握は容易だったか	5	0	0	0
(11.3) 本システムを習慣的に継続して使用したいと思うか	2	3	0	0
(11.4) 本システムを個人で使用することは容易だと思うか	1	4	0	0
(11.5) 本システムは紙・電子媒体を通じた学習より有用であると思うか	1	4	0	0

4.2 評価考察

4.2.1 提案システムの操作性及び視認性について

表 1, 表 2 の質問で全ての被験者から肯定的な評価を得たことからシステムの操作には問題がなかったといえる。しかし, 自由記述欄には, 「今回システムの操作説明は口頭で受けたので容易に手本を観察できたが, 以降自身で使うときに, 操作できないかもしれない」と述べていた。これは, 説明書または操作説明に関する新たな機能を追加するなどの工夫により解決できると考える。表 3, 表 6 のほとんどの質問項目で全被験者から肯定的な評価を得たが, テキストの表示に関する表示には否定的な意見が見られた。被験者によると, 「把持の練習をしているときは, 可視化された色と手本をみるし, 数値だとわかりづらい」と述べて

いる。これは, メータ表示など UI の工夫で解決できると考えられる。

4.2.2 提案システムの機能について

表 4 の質問項目において全被験者が肯定的だった。このことから視点移動, 説明テキストの表示切り替え, 初期化機能はモデルの姿勢理解に有用であったといえる。表 7 の質問で質問 7.4 以外で被験者全員から肯定的な意見を得た。このことから色によって異同を可視化することは異同の把握に役に立ち, 適切であったと言える。質問 7.4 では 1 名から否定的な評価を得た。否定的な評価をした被験者は, 「リアルタイムに数値が動くとわかりづらい」と述べている。これも, メータ表示など UI の工夫で解決できると考えられる。表 10 の質問で, 全ての被験者から肯定的な評価を得た。このことから, 履歴機能に保存される情報は過不足なく, 習得状況の把握に有効であるといえる。

4.2.3 提案システムのユーザへの負担及び認識について

認識について, 表 5 の質問で, 質問 5.2 と質問 5.3 では被験者全員から肯定的な評価を得た。質問 5.1 では 2 人から, 質問 5.4 では 1 人から否定的な評価を得た。これはどちらもセンサと手指認識の認識精度に起因している。したがって, 手指認識及び箸の認識手法について改善の余地がある。

箸及び手指の判定について, 表 8 の質問では, 全被験者から肯定的な評価を得た。このことから正しく箸及び手指を認識できていれば交差判定, 開き具合の判定, 類似度に設定した閾値は適切であったと言える。

利用者の疲労について, 表 9 の質問で, 質問 9.2 では被験者全員から肯定的な意見を得た。質問 9.1 では 2 人から否定的な評価を得た。2 人の被験者から, 「箸を認識させるときに腕を動かすので疲れた」, 「箸認識のとき, 空中で腕位置を調節するから」と述べていた。これは, 正しく手指及び箸を認識するために配置されたデバイスの位置関係が影響していると考えられる。センサ及び姿勢推定の精度の向上が見込めれば, デバイス配置の自由度が増し, 解決できると考えられる。

4.2.4 総合評価

表 11 の質問で、質問 11.1 で全被験者から肯定的な評価を得たことから、提案システムは紙・電子媒体を通じた練習と比べて手本の姿勢を把握しやすいと言える。質問 11.2 においても、全被験者から肯定的な評価を得た。自由記述欄では、「異同箇所は理解できるがそれがどの程度差があるのかは理解しづらい」との意見を得られた。このことから、類似度に応じて色の濃淡や多くの色変化を加えることにより、より異同を把握しやすくなると考えられる。質問 11.3 では、全員から肯定的な評価を得た。このことから、提案システムは継続的な練習に貢献すると考えられる。質問 11.4 でも、全員から肯定的な評価を得たが、6.3.1 項で述べたように、利用者が操作を忘れてしまう可能性があるため、操作説明機能を追加することでより個人利用しやすい学習支援システムになると考える。質問 11.4 でも、全員から肯定的な評価を得た。このことから提案システムは、紙・電子媒体を通じた学習に比べて有用であると言える。

4.2.5 テスト結果について

テストの結果を図 5 に示す。被験者全員が紙・電子媒体による練習を行ったスコアより提案システムによる練習を行ったスコアの方が高いことがわかる。このことから紙・電子媒体を用いた練習に比べ、提案システムを利用した練習の方が効果が高いと言える。

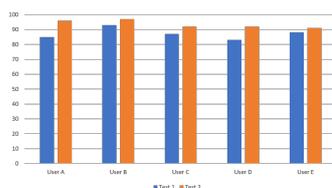


図 5: テスト結果

4.2.6 ユーザ属性について

本実験では、箸を正しく把持できない被験者 5 名のみにしか実験を行えなかった。被験者は全員理系大学院在学学生または卒業生のため、被験者の自宅に実装環境と同程度の環境が存在していることやデバイスの利用慣れなどを考慮すると、実験後のアンケートに偏りが見られる可能性がある。そのため、より多くの箸を正しく把持できない人物に実験を行うことは今後の課題である。

5 結論

本研究では、正しい箸の把持姿勢と利用者の誤った把持姿勢の異同を医療者に把握させ、箸の把持姿勢に対する技能の習得と向上を目的とし、拡張現実感を用いて利用者の把持姿勢と正しい把持姿勢の異同を可視化する学習支援システムを提案した。拡張現実感を用いた異同の可視化を行うことで、利用者は自身の把持姿勢を認識しながら熟練者の姿勢との異動箇所を把握できる。

ユーザ実験の結果から、提案システムによる手本の把持姿勢の提示は、利用者にとって立体的な姿勢を把握させることができた。異同の可視化により、利用者は熟練者の姿勢と自身の姿勢の異動箇所を把握できたといえる。また提案システムを通じた日常使いの箸を用いた把持姿勢練習は紙・電子媒体に比べて手本姿勢に近づき、利用者の技能の向上が見込めた。したがって、設定した目標を達成でき、箸の把持姿勢の学習支援ができたといえる。

参考文献

- [1] 国立国会図書館インターネット資料収集保存事業, “第三次食育推進基本計画”, <https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9929094/www8.cao.go.jp/syokuiku/about/plan/pdf/3kihonkeikaku.pdf> (最終アクセス 2020 年 2 月 14 日)
- [2] 内閣府, “食事に関する習慣と基本意識に関する調査報告書”, National Diet Library Digital Collections, pp.71-73, January, 2010.
- [3] 田上 慎, 飛澤 健太, “AR (拡張現実) は、人間が手にした新たな未来”, 情報管理, vol.59, no8, pp526-534, 2016.
- [4] 田村秀行, 大田友一, “複合現実感”, 映像情報メディア学会誌, 52.3, pp266-272, 1998.