

介護施設向け認知機能訓練プログラムの研究

代表研究者 山崎 達也 新潟大学 工学部 教授

1 研究の背景及び目的

高齢化社会を迎え、介護の必要な高齢者の人口は増加傾向にある。このため、介護人材の需要は今後も増加していくと予想される。しかし、介護人材の需要に対し、その供給は不足しており、今後もこの需給のギャップは広がっていくと予想され、介護人材不足へ対応していくことが社会的な要請となっている[1]。

介護施設においては、高齢者が要介護状態に至らぬよう、身体の機能訓練を行う介護予防サービスが実施されている。機能訓練は通常施設の介護職員により考案されており、特に認知機能に関する訓練は、毎回変化のある知的な問題を考案する必要がある。介護業務以外の付加的な負担になっている。そのため、認知機能訓練の一環となる自動顔画像パズル生成アプリケーション（以下、パズルアプリ）を開発し、将来的な介護施設職員の負担軽減に資することを本研究の目的とする。

2 パズルアプリの研究開発

2-1 パズルアプリの概要

目的とするパズルアプリは、入力された任意の人物画像から顔領域を検出し、検出された顔領域を人物の顔部分が適切に入るように正方形サイズで自動抽出し、抽出された正方形領域をさらに $n \times n$ の小領域に分割し、小領域をランダムに並べ替え、場合によっては小領域に回転を加えることにより、パズル化するものである。分割サイズは介護施設職員が容易に設定できることが必要であり、パズルの難易度が何段階かに変えられるように設計した。

完成後のパズルアプリの例として、図1に自動抽出された正方形サイズの顔画像、図2に分割して並べ替えパズル化した顔画像を示す。



図1 自動抽出された顔画像



図2 パズル化された顔画像

2-2 頭部領域抽出手法

パズルアプリ作成の主要部分である頭部領域抽出手法の手順を以下の1)から8)、及び図3(a)から図3(f)に示す。

- 1) 入力された人物画像から顔特徴点を取得する
- 2) 眉間の点を P_0 、顎先の点を P_1 とする(図3(a))
- 3) P_0 を中心に P_1 の座標を 90 度ずつ回転した3点 P_2 , P_3 , P_4 を算出する(図3(b))
- 4) P_1 , P_2 , P_3 , P_4 を中点とする辺による正方形を算出する(図3(c))
- 5) (4)で算出された正方形が内接する水平な正方形 $ABCD$ を算出する(図3(d))
- 6) P_0 から顔の左右の輪郭点の最大の水平距離 LW , RW を算出し、 $LW:RW$ を算出する(図3(e))
- 7) P_0 から A までの水平距離と P_0 から B までの水平距離の比が $LW:RW$ となるよう $ABCD$ の座標を更新し、顔が中央に位置するよう調整(図3(f))
- 8) 顔特徴点から上下方向の顔向きを判別し、正方形 $ABCD$ を拡大または縮小

なお、1)に示される顔特徴点は、本研究では画像処理ライブラリ `dlib` を用いて Kazemi ら[2]の手法に沿って

取得している。

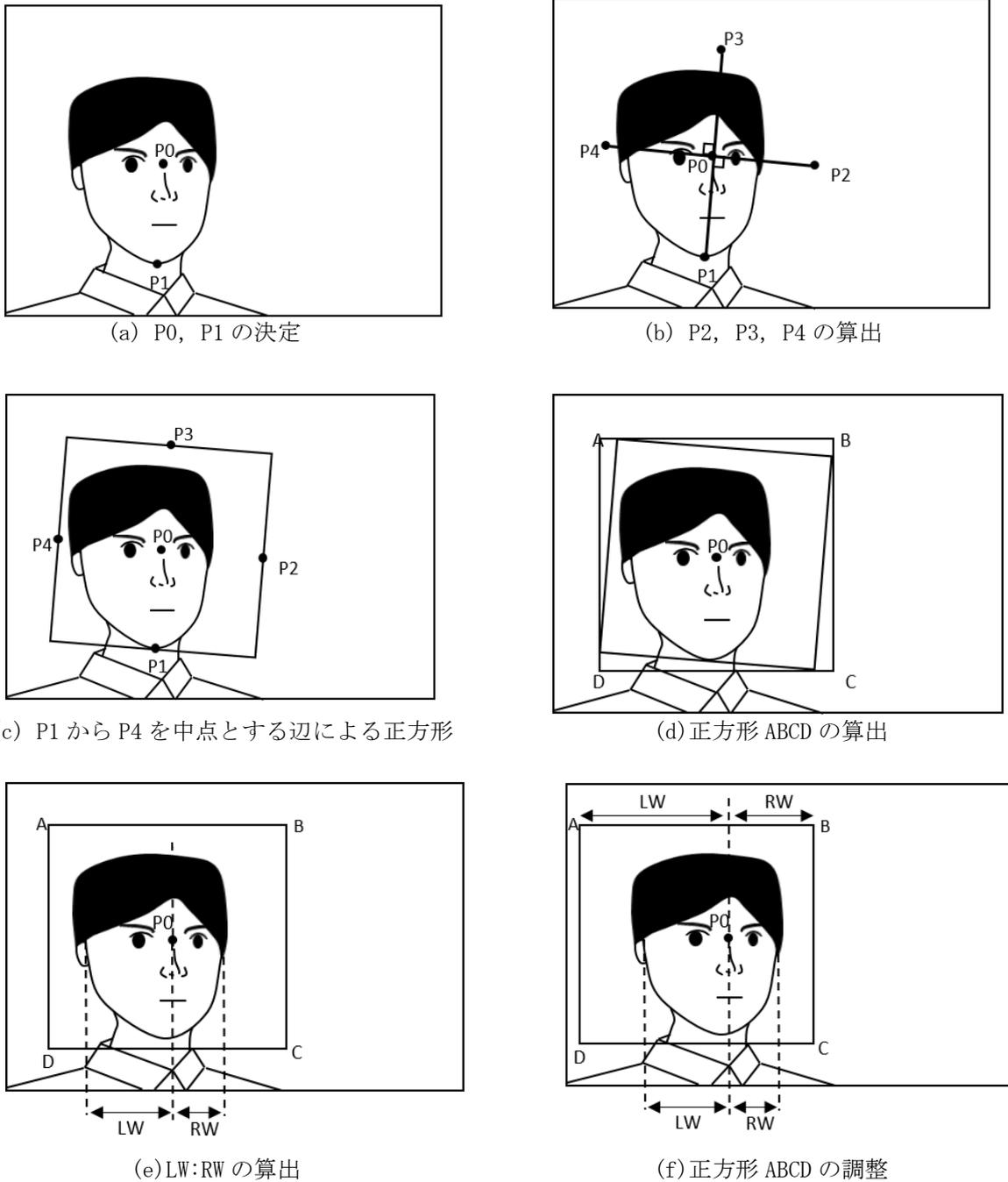


図 3 頭部領域画像抽出

顔の自動切り出し処理に関して、武岡ら[3]は YCbCr 表色系での色情報を用いて、肌色及び頭髪領域を判別し、頭頂と顎先の位置を決定して頭部領域画像の抽出を行っている。しかし、背景や頭髪の毛量、顔の向きによって切り出しに失敗する問題がある。また、山本ら[4]も同様に色情報を用いて、人物の頭部領域抽出を行っているが、自動処理の段階では、背景や頭髪の色などによっては頭頂の欠損が起こる。

本研究における提案手法と YCbCr 表色系を利用した既存手法の間で、正方形頭部領域画像の切り出しの成功率を比較する実験を実施した。5 種類の顔画像データに対して切り出し成功率を比較し、提案手法は従来手法より最大で 42.0%、最小で 14.0%、平均で 24.0%成功率が向上した。

3 Web アプリケーション化

開発アプリケーションを利用する利用者の PC やデバイス等の機種は様々である。機種の OS やハードウェアの制約によらない、機種非依存の利用環境を実現するために図 4 に示すような方式で Web アプリケーション化を行った。パズルアプリ利用者は、自分自身の端末から Web 上のアプリケーションにアクセスし、画像をアップロードする。ここでアップロードする画像は、人物の顔を含む画像とする。画像のアップロード時、パズル画像のマス数の設定も同時に行う。アップロード後、設定されたマス数のパズル画像を自動的に Web ページ上に表示する。パズル画像表示中、利用者が、パズル画像のマス数を減少させる、正解を表示する、問題を変更する操作ができるようになっている。

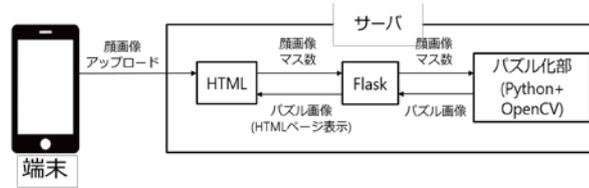


図 4 Web アプリケーション構成

4 パズルアプリの認知機能に対する評価データの収集

開発したパズルアプリの認知機能への影響、すなわち認知機能トレーニングとしての有効性に関して実験を行い、評価データを収集した。介護施設における実験は利用者との契約のため実現できなかったため、学生を対象とした実験を以下のように実施した。

- ・参加者：20 代学生 11 名
- ・期間：1 か月 (1 日 1 回、1 週間に 4 回、WEB 上で各自トレーニングを実施)
- ・評価方法：トレーニング期間前後に認知機能テストを実施

トレーニングで利用する画像はあらかじめサーバ上に保存し、実験参加者は WEB ページ上でトレーニングを実施した。WEB ページ上の表示を次ページの図 5 に示す。

実験では参加者を以下の 3 群に分割した。

- ・実験群 (有名人)：出題されるパズル画像に有名人画像を使用 (4 名)
- ・実験群 (非有名人)：出題されるパズル画像に有名でない人物の画像を使用 (4 名)
- ・対照群：認知機能テストのみ実施し、トレーニングを不実施 (3 名)

また、認知機能の評価のための認知機能テストは以下のものを使用した。

- ・松井単語記憶テスト<即時再生>、<遅延再生>：記憶機能の検査
- ・山口漢文字符テスト：注意機能、実行機能の検査
- ・語想起：言語流暢性の検査
- ・TMT-B (Trail Making Test-B)：処理機能の検査

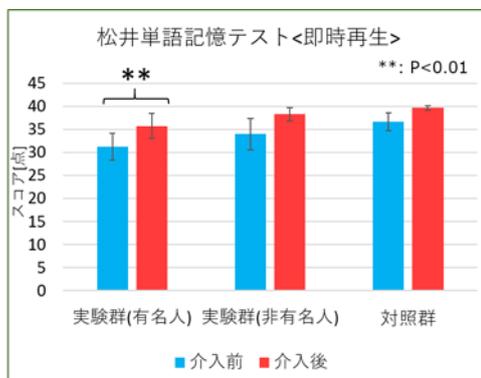
各認知機能テストの結果を次ページ以降の図 6 (a) から (e) に示す。実験結果より、特に松井単語記憶テスト<即時再生>の実験群 (有名人) で向上の傾向がみられた。開発アプリケーションによるトレーニングによって学生においても、記憶機能向上への影響がある可能性があると考えられる。

5 まとめ

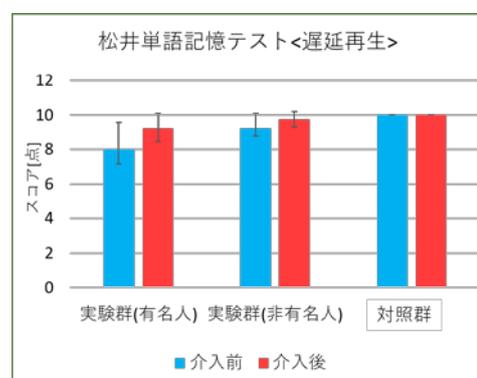
一般のスマートフォンやタブレット端末で利用可能なパズルアプリの研究開発を計画通り実施した。特に任意の顔を含む画像から顔領域を自動抽出し、パズル化するところに技術の新規性がある。開発したアプリの認知機能への影響を認知機能テストを用いた実験で検証した。今後はさらに脳波の測定を行い、パズルアプリの認知機能との関連性を研究していく予定である。



図 5 トレーニングの WEB ページ

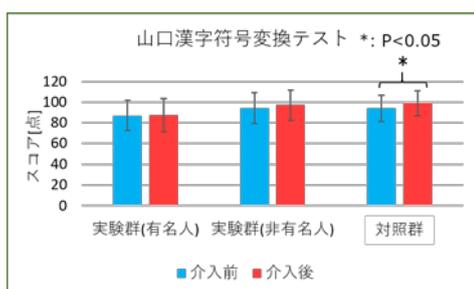


(a) 松井単語記憶テスト<即時再生>

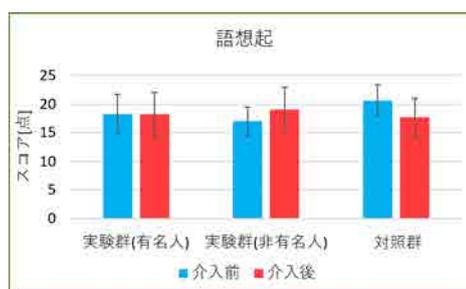


(b) 松井単語記憶テスト<遅延再生>

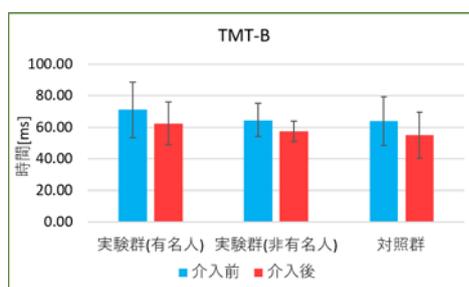
図 6 認知機能テストの結果



(c) 山口漢字符号変換テスト



(d) 語想起



(e) TMT-B

図 6 認知機能テストの結果

【参考文献】

- [1] 2025 年に向けた介護人材にかかる需給推計(確定値)について,
http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-12004000-Shakaiengokyoku-Shakai-Fukushikibank-a/270624houdou.pdf_2.pdf, 参照 June 30, 2019.
- [2] V. Kazemi, J. Sullivan, “One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees”, Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1867-1874, Jun 2014.
- [3] 武岡さおり, 尾崎正弘, 川田博美, “学習者認識のための顔画像検出と顔の向き認識の基礎実験,” 名古屋女子大学紀要 人文・社会編, 49 号, pp.129-136, Mar.2003.
- [4] 山本元気, 林貴弘, “集合写真から個人写真を生成するシステムの試作,” 平成 30 年度電子情報通信学会 信越支部大会, No.6C-4, p.89, Sep.2018

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
人物画像中の頭部領域抽出手法の研究	電子情報通信学会画像工学研究会	2019年3月
認知機能に対する 顔画像パズルの効果の検証	電子情報通信学会信越支部新潟大学学生ランチ論文発表会	2018年12月
画像処理装置、パズル遊技システム、画像処理方法及びプログラム	特願 2018-217845	2018年11月
顔画像パズルを用いた認知機能訓練アプリケーションの開発	電子情報通信学会ソサイエティ大会	2018年9月
ICT Support for Elderly Physical and Cognitive Care	2018 International Symposium for Advanced Computing and Information Technology (Keynote Presentation)	2018年8月