

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2013～2015

課題番号：25700010

研究課題名(和文) 適応学習機能を有する表情認識モデルに関する研究

研究課題名(英文) A Study on Facial Expression Recognition Model with Adaptive Learning Capability

研究代表者

石井 雅樹 (ISHII, Masaki)

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号：10390907

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,600,000円

研究成果の概要(和文)：従来提案されている表情認識モデルは、短期間に撮影された表情画像を学習データとして用いることにより、識別器を生成していることが多い。しかし、人間が表出する表情パターンは多様であるため、短期間で全ての表情パターンを学習データとして取得することは困難である。表情認識モデルが長期的な時間軸に対して高い頑強性を維持していくためには、初期に生成した識別器が時間経過とともに進化・適応していくべきである。すなわち、既存の知識を保持したまま、新たな知識を追加学習することが可能な表情認識モデルの確立が必要と考える。本研究では、上記のような適応的な学習機能を有する表情認識モデルの生成手法を提案した。

研究成果の概要(英文)：Most facial expression recognition models eventually create a classifier based on expression images taken during a short period of time, and use them as the base data for learning. However, because so many facial expression patterns exist, representations cannot be made of all of them, and it is difficult to obtain all available patterns within a short period of time and retain them for use as learning data. For a facial expression recognition model to retain its high robustness continuously along the time axis over a long period of time, the classifier created during the initial stage should evolve and gradually become adaptive over time. In other words, it is necessary for the model to retain its existing knowledge and simultaneously learn by adding newly available knowledge as it becomes available. We propose a method for creating a facial expression recognition model that can offer such an adaptive learning capability.

研究分野：画像処理，ロボットビジョン，コンピュータビジョン，機械学習

キーワード：認知科学 感性情報処理 機械学習 表情認識

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、ヒューマンマシン間の感情のコミュニケーションを目的とした顔表情の認識に関する研究が注目を集めている。従来提案されている表情認識モデルは、短期間で撮影した表情画像を学習データとして使用し、識別器を生成している事例が多い。しかし、人間が表出する表情パターンは多様であるため、短期間で全ての表情パターンを学習データとして取得することは困難である。したがって、初期に生成した識別器を用いて、長期的に安定した表情認識を実現することは困難と考えられる。

(2) 識別器の汎化能力の生成手法は初期学習と追加学習に分けられる。上述したように、従来の表情認識では多くの表情画像を使用し、初期学習により汎化能力を高める研究が行われてきた。一方、日々の生活における人間の学習プロセスは、初期学習(既存の知識)を基にした“追加学習”に依るところが大きい。表情は多様性を有しており、被験者のおかれた状況、時間経過により大きく変化する。したがって、長期的、かつ、時々刻々と変化する表情を認識する上で、追加学習機能は必要不可欠な機能と考えられる。

(3) 以上のような背景から、“表情認識モデルが長期的な時間軸に対して高い頑強性を維持していくためには、初期に生成した識別器が認識過程において時間経過とともに進化・適応するべき”という本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、時間軸に対して頑強性を有する表情認識モデルの確立である。具体的には、初期に生成した表情特徴空間(表情認識モデル)が時間経過とともに、進化・適応していくための手法を確立する。

(2) 本研究では、表情特徴空間の適応学習機能を①追加学習、②再学習、③忘却という三つの機能に細分化し、安定性と可塑性を併せ持った追加学習アルゴリズムである ART (適応共鳴理論)と、人間の脳が有する自己組織化と適応学習をモデルとした CPN (カウンタープロパゲーションネットワーク)を応用することにより、個々のアルゴリズムについて検討する。さらに、人間との長期的なインタラクションを通じて、表情認識機能の時間軸に対する頑強性を評価する。

3. 研究の方法

(1) 初年度の平成 25 年度は、汎用計算機によるシミュレーションを通じて CPN と ART の動作を支配する各種パラメータについて検

討する。特に、適応学習機能の核となる ART については詳細な分類粒度評価を行い、警戒パラメータの自動設定手法の確立を目指す。

(2) 平成 26 年度は、既存知識と新規知識の共存を可能とする表情特徴空間の再学習方法を明らかにする。特に、ART の追加学習と CPN の再学習を切り替えるための最適なルールを導出する。

(3) 最終年度の平成 27 年度は、人間同士のインタラクションを通じ、長期間にわたり取得した表情画像を用いて適応学習機能の時間軸に対する頑強性を評価する。

(4) 核となる適応学習機能は、これまで実施した科研費課題の成果を基に拡張する(若手(B): 18700192, 20700174)。

(5) 提案手法は CPN によって生成される表情特徴空間(CPN の Kohonen 層)と特徴空間の各ユニットに連結した Fuzzy-ART から成る。提案手法の概要及び処理手順を図 1 及び図 2 に示す。また、処理手順の概要を以下に示す。

- ① CPN を用いて初期学習データを学習し、表情特徴空間を生成する。
- ② 表情特徴空間の各ユニットに個別の Fuzzy-ART を連結し、各ユニットの結合荷重を Fuzzy-ART の初期カテゴリとして設定する。
- ③ 追加学習用のテストデータの特徴空間に入力し、勝者ユニットを探索する(表情認識処理)。
- ④ 勝者ユニット上の Fuzzy-ART が有する既存カテゴリと入力したテストデータの整合度を算出し、値に応じた追加学習処理を行う。

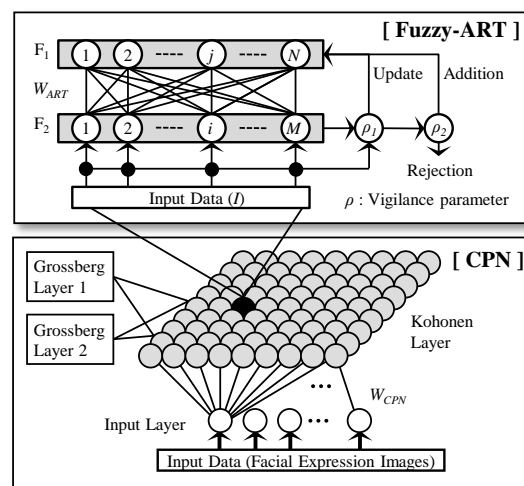


図 1 提案手法の概要

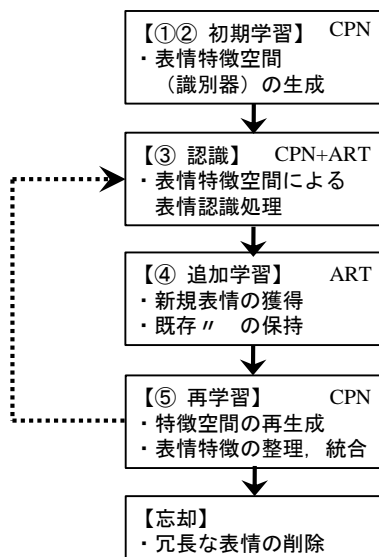


図2 提案手法の処理手順

⑤ 追加学習を一定期間実施した後、特徴空間が有する既存の表情カテゴリ及び Fuzzy-ART が有する新規の表情カテゴリを学習データとし、再学習処理により特徴空間を更新する。

(6) 上述の③（認識）、④（追加学習）、⑤（再学習）を繰り返し行うことにより、表情特徴空間は既存の知識を保持したまま、新たな表情パターンを追加学習することが可能となる。

4. 研究成果

(1) 初年度である平成 25 年度は、長期的な時間軸に対する頑強性の向上を目的とし、適応的な学習機能を有する表情認識モデルの生成手法について基礎検討を行った。具体的には、Fuzzy-ART を CPN の写像空間に組み込んで表情特徴空間を生成し、適応学習の実現を試みた。

1 名の被験者を対象として、22 日間にわたって取得した喜び表情と無表情を用いて評価実験を行ったところ、提案手法により生成した表情特徴空間は、既存の知識（既知の表情パターン）を保持したまま、新たな知識（未学習の表情パターン）を追加的に獲得できることが明らかとなった（追加学習）。また、一度獲得した知識は、表情特徴空間に一定期間保持されており、再学習を重ねるごとに少しずつ減少（忘却）していく様子を認めた。

(2) 平成 26 年度は、主に長期的な適応学習において既存の知識と新規の知識の共存を可能とする表情特徴空間の再学習法について検討した。

具体的には、表情特徴空間の次元数や空間のサイズ、再学習データセットの生成法について検討し、特徴空間の最適な構造を導出す

る手法について知見を得た。これにより、長期的な追加学習および再学習時に発生する冗長な知識の抑制が可能となった。また、新たな知識の獲得を目的とした追加学習、および、学習した知識の整理（相関関係の整理）を目的とした再学習を切り替える際のルールに関する知見を得た。

(3) 最終年度の平成 27 年度は、上記で得た知見を基に提案手法の性能および有用性を評価した。

具体的には、11 日間にわたって撮影した自然かつ長期的な表情画像を用いて、適応学習機能の検証を実施した。その結果、提案手法の表情認識率は初期学習時から日数を経るごとに徐々に向上することが確認された。また、学習データを一括学習した場合と比較して同等以上の認識性能を有することを明らかにした。図 3 に結果の一例を示す。同図において、学習データを一括学習した場合の認識率は 61.0%である。一方、提案手法の初期の認識率は 17.7%と低いものの、追加学習及び再学習を経て、9 日目の認識率は 62.6%まで向上している。

以上より、提案手法は既存の知識を保持しつつ、新たな知識を段階的に追加学習可能であり、時間経過に対して頑強な表情認識手法として有用であることを明らかにした。

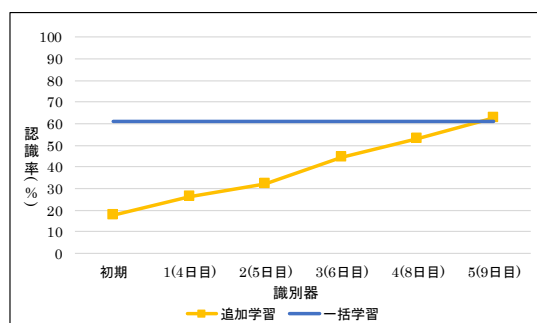


図3 提案手法による適応学習（追加学習）及び一括学習による表情認識率の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計4件）

① 石井雅樹, 山屋孝史, 景山陽一, 高橋毅, 西田真: 「適応学習機能を有する表情特徴空間の生成と基礎評価」, 映像情報メディア学会誌, 2016. (査読有, 掲載決定)

② Masaki Ishii, Takashi Yamaya, Yoichi Kageyama, Tsuyoshi Takahashi, Maokto Nishida, “Basic Study on Facial Expression Recognition Model Adaptable along Time-axis,” Proc. The 6th Int. Conf. Advanced Mechatronics (ICAM2015), pp.193-194, 2015. (査読有)

③ Masaki Ishii, Toshio Shimodate, Yoichi Kageyama, Tsuyoshi Takahashi, Makoto Nishida, "Study on the Emotion Quantification Method using the Facial Expression Feature Space," Proc. Int. Journal of the Society of Materials Engineering for Resources, Vol. 20, No. 1, pp. 59-64, 2014. (査読有)

④ Masaki Ishii, Toshio Shimodate, Yoichi Kageyama, Tsuyoshi Takahashi, Makoto Nishida, "A Study on the Quantification Method of Emotion Using Facial Expression Feature Space," Proc. 7th Int. Conf. Materials Engineering for Resources, pp. 268-273, 2013. (査読有)

[学会発表] (計9件)

① 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「Fuzzy-ART を用いた適応学習機能を有する表情認識に関する基礎研究」, 映像情報メディア学会冬季大会 2015, 14C-1, 東京都 (2015. 12. 15-16)

② 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「Fuzzy-ART を用いた適応学習機能を有する表情認識に関する研究」, 平成 27 年度 第 1 回情報処理学会東北支部研究会, 講演番号 7, 全 7 頁, 秋田市 (2015. 12. 1)

③ 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「Fuzzy-ART を用いた時間経過に頑強な表情認識モデルに関する基礎検討」, 平成 27 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2D09, 岩手県滝沢市 (2015. 8. 27-28)

④ 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「適応学習機能を有する表情特徴空間の生成と基礎評価」, 計測自動制御学会東北支部第 296 回研究集会, 296-6, 秋田市 (2015. 7. 24)

⑤ 石井雅樹, 山屋孝史, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「喜び表情を対象とした時間軸に対する適応学習と忘却機能の解析」, 2014 年映像情報メディア学会冬季大会講演予稿集, 11-19, CD-ROM, 東京都 (2014. 12. 18)

⑥ 石井雅樹, 山屋孝史, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「喜び表情を対象とした適応学習と時間軸に対する頑強性の評価」, 日本顔学会誌(第 19 回日本顔学会大会 フォーラム 顔学 2014), p163, 東京都 (2014. 10. 25)

⑦ 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「時間軸に頑強性を有する表情認

識モデルに関する基礎検討」, 平成 26 年度電気関係学会東北支部連合大会講演論文集, 1H06, p207, 米沢市 (2014. 8. 21)

⑧ 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「適応学習機能を有する表情認識手法に関する基礎検討(II)」, 日本素材物性学会平成 26 年度(第 24 回)年会講演要旨集, A-3, pp. 5-6, 秋田市 (2014. 6. 26)

⑨ 山屋孝史, 石井雅樹, 景山陽一, 高橋毅, 西田眞: 「適応学習機能を有する表情認識モデルに関する基礎研究」, 電子情報通信学会総合大会, A-15-24, p195, 新潟市 (2014. 3. 20)

[その他]

- ・ <http://www.akita-pu.ac.jp/robotics/>
- ・ 秋田県立大学 システム科学技術学部 機械知能システム学科 生体知能工学講座 ロボット・メカノシステム研究グループ ロボット工学研究室 ホームページ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石井 雅樹 (ISHII, Masaki)

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号: 10390907