

Fuzzy-ART を用いた適応学習機能を有する 表情認識手法に関する基礎検討

Basic Study on Facial Expression Recognition Method with Adaptive Learning Function Using Fuzzy-ART

我満 裕也¹ 石井 雅樹² 景山 陽一¹ 高橋 毅¹ 西田 眞¹
Yuya Gaman Masaki Ishii Yoichi Kageyama Tsuyoshi Takahashi Makoto Nishida
¹秋田大学 ²秋田県立大学
Akita University Akita Prefectural University

Abstract: A study on communication robots has become popular in recent years, and the needs of an intelligent human-machine interface are growing. Facial expression leads itself to a better understanding of human emotions because it plays a crucial part in inter-human communication. Facial expression contains various patterns, and unlearned new patterns appear over time. Therefore, a recognition model needs to adapt to new patterns and evolve. In this study, we constructed a facial expression recognition model by combining a counter propagation network with adaptive resonance theory, and verified the effect of the adaptive learning function in the case that three types of facial expressions are used.

1. はじめに

近年、人間とのコミュニケーションを目的としたロボットの研究・開発が盛んに行われており、人間の感情を正確に認識できる知的なヒューマンマシンインターフェースの必要性が高まっている[1]。人間同士のコミュニケーションにおいて、表情は特に重要な役割を果たすため、人間の感情を認識する上では、表情に着目することが有効であると考えられる。

しかしながら、人間が表出する表情パターンは多様であるのに加えて、時間経過に伴って新たな表情パターンが出現することも考えられる。このため、表情認識モデルの機能としては、未学習の表情パターンに適応して進化する機能が必要である。

筆者らはこれまでに、対向伝播ネットワーク (Counter Propagation Network:以下、CPN と表記する) [2]に適応共鳴理論 (Adaptive Resonance Theory:以下、ART と表記する) [3]を組み込んだ表情認識モデルを提案し、喜び表情および無表情の 2 表情を対象として、適応学習機能の効果を検証してきた[4]。その結果、提案手法は 2 表情に対して、適応学習機能を有することを明らかにしている。しかしながら、他の基本表情[5]に関する検討には至っていないのが現状である。

そこで本稿では、喜び表情、驚き表情、無表情の 3 表情を対象とし、適応学習機能を有する表情認識手法に関して基礎検討を行った。

2. 実験データの取得方法

本研究では、被験者 6 名 (A~F:20 代男女) を対象として実験データを取得した。撮影は日常一般的な蛍光灯下において、補助照明を設置した環境 (約 500~700lx) で行った。被験者に対しては、15 秒間で無表情と対象表情を交互に複数回表出するよう依頼し、その過程を USB カメラ (Logicool 社製:HD Pro Webcam C910) を用いて撮影した。取得した表情画像は、顔領域抽出処理および正規化処理を施すことで実験用データセットとした。なお、本研究は「秋田大学手形地区におけるヒトを対象とした研究に関する倫理規定第 6 条第 2 項」に基づき、倫理審査の申請を行い、承認を得た研究計画の下、被験者の了承を得てデータを取得している。

3. 提案手法

本研究では、安定性と可塑性を併せ持つ ART を用いることで、追加学習機能を有する表情認識モデルを構築している。ART には様々な種類が存在するが、本研究では画像の輝度値を入力とするため、アナログ入力に対応可能な Fuzzy-ART を採用した。

提案手法は、CPN を用いて生成される表情特徴空間 (Kohonen 層) と、その各ユニットに連結した Fuzzy-ART から構成される。提案手法の概要を図 1 に示す。また、提案手法の処理手順を以下に示す。

- (1) CPN を用いて初期学習データを学習し、2 種類の表情特徴空間を生成する。
- (2) 表情特徴空間の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) 追加学習データを表情特徴空間に入力し、表情認識処理により勝者ユニットを決定する。
- (4) 勝者ユニットに連結した Fuzzy-ART の既存カテゴリと入力データの整合度を算出し、その値に応じて、結合荷重更新処理、新規カテゴリ生成処理、却下処理のいずれかを行う。
- (5) 表情特徴空間が有する既存カテゴリおよび Fuzzy-ART が生成した新規カテゴリを学習データとし、再学習により CPN の表情特徴空間を更新する。
- (6) (2)~(5)の処理を任意の回数繰り返す。

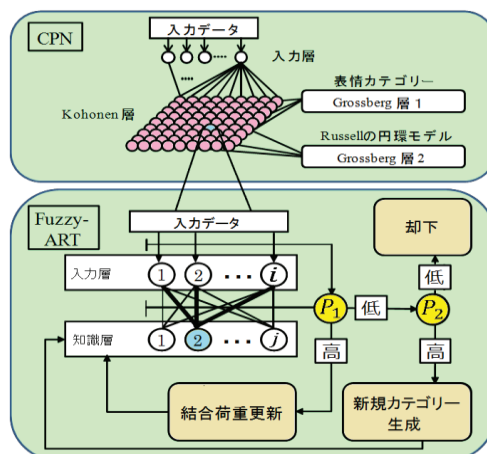


図 1 提案手法の概要

4. 実験方法

実験データのうち、被験者 2 名 (A:女性, E:男性) の 3 表情 (喜び表情, 驚き表情, 無表情) のデータを用いて, 以下の手順で追加学習実験を行った. 実験で用いた各パラメータの値を表 1 に示す.

- (1) 初期学習データを用いて, CPN により初期の表情特徴空間を生成する.
- (2) 表情特徴空間に追加学習データを入力し, Fuzzy-ART により追加学習を行う.
- (3) CPN により, 表情特徴空間を再構築する.
- (4) (2), (3)の処理を 30 回繰り返し実施する.

表 1 実験で用いた各パラメータ

初期学習 (CPN)	初期学習データ	3 表情 150 枚
	学習回数	20000 回
	学習率係数	0.5
	表情空間マップ サイズ	1 次元 30,40,50 ユニット
追加学習 (Fuzzy-ART)	追加学習データ	3 表情 900 枚
	警戒パラメータ	$P_1=0.98, P_2=0.96$

5. 実験結果および考察

5.1 表情特徴空間に関する考察

被験者 A の 40 ユニットにおける表情特徴空間の可視化結果を図 2 に示す. 緑色は喜び, 水色は驚き, 紫色は無表情の 카테고리を表している. 学習を重ねるにつれて, 多様なパターンを有する喜びおよび驚きのカテゴリの割合が増加していることがわかる. なお, 被験者 E の結果に関しても, 同様の傾向を認めた. したがって, 提案手法は同一表情において, 新たなパターンを獲得していると言える.

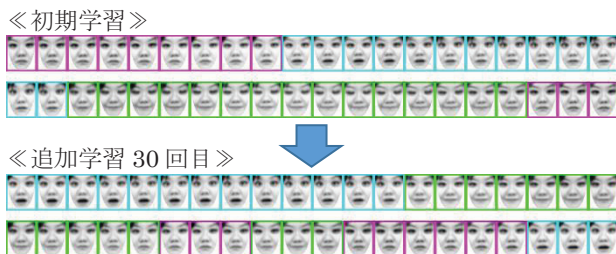


図 2 表情特徴空間の可視化結果
(被験者 A, 40 ユニット)

5.2 処理の発生回数に関する考察

被験者 A の 40 ユニットにおける処理発生回数の推移を図 3 に示す. 結合荷重更新処理および新規カテゴリ生成処理の回数は増加して収束し, 却下処理の回数は減少して収束していることがわかる. また, 被験者 E の結果に関しても, 同様の傾向を認めた. したがって, 提案手法は新たな表情パターンを追加的に学習していると言える.

5.3 ユークリッド距離に関する考察

ユークリッド距離 (入力データと勝者ユニットの距離) の平均, 分散, 標準偏差の値について検討した結果, 被験者 A および被験者 E のどちらに関しても, 学習を重ねるにつれて各値が減少し, 収束していることを認めた. したがって, 提案手法は新たな表情パターンを学習し, その状態を保持したまま収束していると言える.

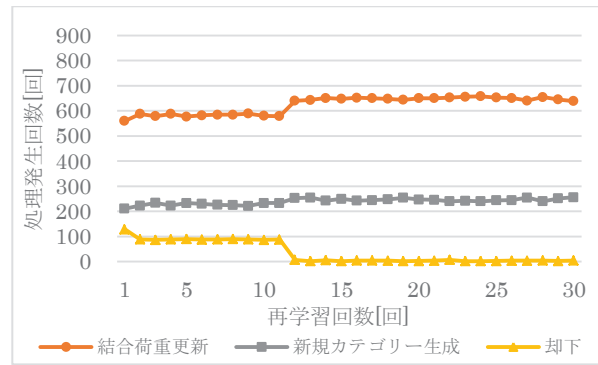


図 3 処理発生回数の推移
(被験者 A, 40 ユニット)

5.4 表情認識の精度に関する考察

追加学習データのうち, 正しい表情カテゴリに分類されたデータの割合を認識成功率と定義し, 学習回数ごとに認識成功率を算出した. その結果, 被験者 A に関しては 90%以上, 被験者 E に関しては 98%以上の認識成功率を維持することが明らかとなった. したがって, 提案手法は高い精度で表情を分類することが可能であると言える.

6. おわりに

本研究では, 適応学習機能を有する表情認識モデルの確立を目的とし, 3 表情 (喜び表情, 驚き表情, 無表情) のデータを用いて, 追加学習機能に関して検討を行った. その結果, 提案手法は 3 表情の場合においても, 既存の表情パターンを保持しつつ, 新規の表情パターンを追加的に学習可能であることを明らかにした.

今後は, Fuzzy-ART における警戒パラメータの値を, 入力データに応じて個別に設定する手法について検討する予定である.

参考文献

- [1] 赤松茂: 人間とコンピュータによる顔表情の認識 [I]: コミュニケーションにおける表情とコンピュータによるその自動解析, 電子情報通信学会誌, Vol. 85, No. 9, pp. 680-685, 2002
- [2] R. H. Nielsen: Counterpropagation Networks, Applied Optics, Vol. 26, No. 23, pp. 4979-4984, 1987
- [3] G. A. Carpenter, S. Grossberg, D. B. Rosen: Fuzzy ART: Fast Stable Learning and Categorization of Analog Patterns by an Adaptive Resonance System, Neural Networks, Vol. 4, No. 6, pp. 759-771, 1991
- [4] 石井雅樹, 山屋孝史, 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, 映像情報メディア学会誌, Vol. 70, No. 8, pp. J188-J190, 2016
- [5] P. Ekman: Darwin and Facial Expression: A Century of Research in Review, Academic Press, 1973

連絡先

秋田大学
景山 陽一

(Tel.: 018-889-2786, E-mail: kageyama@ie.akita-u.ac.jp)