

適応的学習機能を有する表情認識モデルに関する基礎研究

須藤 一向[†], 石井 雅樹[†], 下井 信浩[†]

秋田県立大学[†]

1. はじめに

近年、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 [1]。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用いて学習を行うことにより、識別器を生成していることが多い。しかしながら、個人が表出し得る表情パターンは多様であることから、短期間のうちにすべ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。時々刻々と変化する表情には、学習データに含まれていない表情パターンが多数含まれており、初期に生成した識別器でこれらの表情を長期的に安定して認識することは困難と考えられる。

そこで本研究では、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、時間経過とともに初期に生成した識別器も進化・適応していくべきと考え、適応的な学習機能を有する表情認識モデルを実現するための基礎検討を行った。

2. 提案手法

2.1 表情空間マップ

我々は従来研究において、表情認識を目的とした個人固有の表情特徴空間 (表情空間マップ) の生成手法 [2] を提案し、検討を行ってきた。表情空間マップは対向伝搬ネットワーク (Counter Propagation Networks : CPN) [3] を用いて生成された特徴空間 (CPN の Kohonen 層) であり、入力された表情画像に対して感情カテゴリーを一意的に決定することが可能である。また、表情パターンの変化の程度に対して感情の程度の定量化を行うことが可能である。

表情空間マップに表情画像を入力した場合、ユークリッド距離のもっとも小さい kohonen 層上のユニット (勝者ユニット) のラベル (カテゴリー) が表情認識結果となる。ここで、表情空間マップは未学習の表情画像に対する汎化能力を有しているものの、追加的な学習機能を有していない。そこで本研究では、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適応共鳴理論 (Adaptive Resonance Theory: ART) [4] を表情空間マップに組み込んだ。

2.2 適応共鳴理論 (ART)

ART は教師なし学習アルゴリズムであり、入力データと既存カテゴリー (既存の知識) の整合度が警戒パラメータより低い場合、入力データを新たなカテゴリーとして生成するといった追加学習機能を有する。本研究では、アナログ入力に対応可能な Fuzzy-ART を採用した。ここで、Fuzzy-ART は入力データと既存カテゴリーの整合度が低い

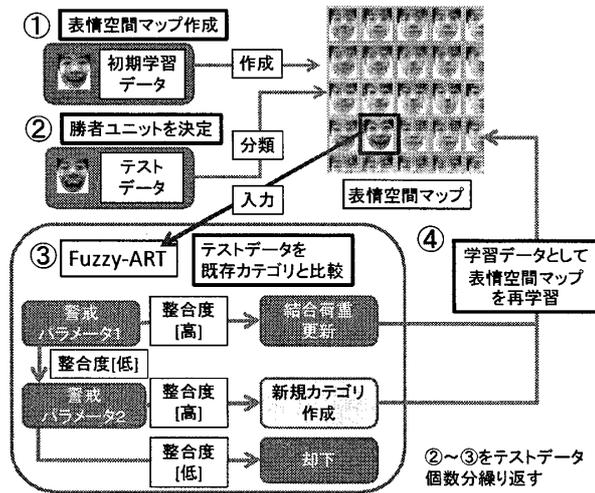


図 1 提案手法

場合、必ず新規カテゴリーを生成する。すなわち、既存カテゴリーと全く異なる表情画像が入力された場合も新規カテゴリーの生成が行われ、冗長な知識が増加することになる。そこで本研究では、上述の新規カテゴリー生成を抑制するため、Fuzzy-ART に新たにデータ却下用の警戒パラメータを一つ追加した ($P_1 > P_2$)。

2.3 提案手法の処理手順

提案手法の概要を図 1 に示す。また、提案手法の手順を以下に示す。

- ① 初期学習データを用いて表情空間マップを生成する (CPN)。表情空間マップの各ユニットに個別の Fuzzy-ART を連結し、各ユニットの代表画像 (CPN の結合荷重) を既存カテゴリーとして初期設定する。
- ② 追加学習用のテストデータを表情空間マップに入力し、勝者ユニットを決定する。
- ③ 勝者ユニットの既存カテゴリーとテストデータの整合度を算出し、値に応じて以下の処理を行う。
 - a. 結合荷重の更新 (整合度 $A_c \geq$ 警戒パラメータ P_1)
 - : テストデータは既存カテゴリーに含まれることから、既存カテゴリーの結合荷重を更新する。
 - b. 新規カテゴリー作成 ($P_1 > A_c \geq P_2$)
 - : テストデータは既存カテゴリーと類似していることから、新たな表情パターンとしてカテゴリーを追加する。
 - c. 却下 ($P_2 > A_c$)
 - : テストデータは既存カテゴリーと大きく異なることから、処理は行わない。
- ④ ③の追加学習終了後、表情空間マップが有する既存の表情カテゴリーおよび Fuzzy-ART が生成した新規の表情カテゴリーを学習データとし、表情空間マップの再学習を行う。

Experimental Study on Facial Expression Recognition Model with Adaptive Learning Function

[†]Ikkou Sutou, Masaki Ishii, Nobuhiro Shimoi: Akita Prefectural University

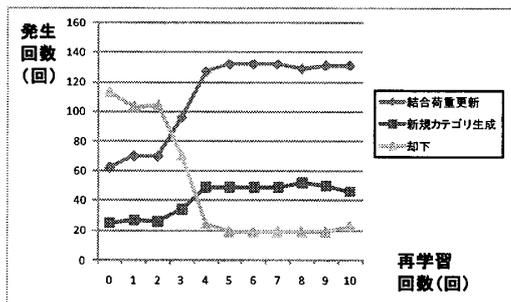


図 2 再学習回数ごとの追加学習処理の発生回数

上述の②, ③ (追加学習) および④ (再学習) の処理を繰り返し行うことにより, 表情空間マップ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になると考える。

3. 評価実験および考察

本研究では, 提案手法の適応的な学習機能について基礎的な検証を行った。使用する表情カテゴリは喜び, 無表情の 2 種類とし, 表情空間マップのサイズ (Kohonen 層のサイズ) は 1 次元 30 ユニットとした。

はじめに, 喜びと無表情の画像を 50 枚ずつ, 合計 100 枚の表情画像を初期学習データとして, 表情空間マップを生成した。次に, 喜びの画像 200 枚をテストデータとして使用し, 同一のテストデータを用いて追加学習および表情空間マップの再学習を 10 サイクル繰り返した。なお, Fuzzy-ART の警戒パラメータ P_1, P_2 の値は, それぞれ 0.98, 0.96 とした。

再学習回数ごとの追加学習の詳細 (結合荷重更新, 新規カテゴリ生成, 却下の処理の回数) を図 2 に示す。同図より, 再学習回数が増加するにしたがって, 新規カテゴリ生成および結合荷重更新の回数が増加し, それに伴い却下の回数は減少していることが分かる。また, 図 3 は再学習 5 回目までのテストデータと表情空間マップの勝者ユニットのユークリッド距離の頻度を示している。同図より, 再学習回数が増加するにしたがって, ユークリッド距離の値が減少していることがわかる。以上の結果は, 提案手法が新たな表情パターンを追加的に学習していることを示唆していると考えられる。

図 4 は, 10 回の再学習で生成された各表情空間マップを用いて, 新たに取得した 2635 枚の喜びの表情画像を分類したときの勝者ユニットとのユークリッド距離の頻度を示している。また, 表 1 は同図の実験結果におけるユークリッド距離の平均および分散を示している。図 4 および表 1 より, 再学習回数が増加するにしたがってユークリッド距離の値は減少し, 収束する傾向にあることがわかる。同様に分散値も小さくなり, 収束していることがわかる。以上の結果は, 提案手法により表情空間マップ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的に学習可能であることを示唆していると考えられる。

4. まとめ

本研究では, 時間軸に対して頑強性を有する表情認識モデルを確立することを目的とし, Fuzzy-ART を組み込んだ適応的な学習機能を有する表情認識モデルを提案した。喜びと無表情を対象とした評価実験を行ったところ, 提案手法により, 表情空間マップは既存の知識を保持した

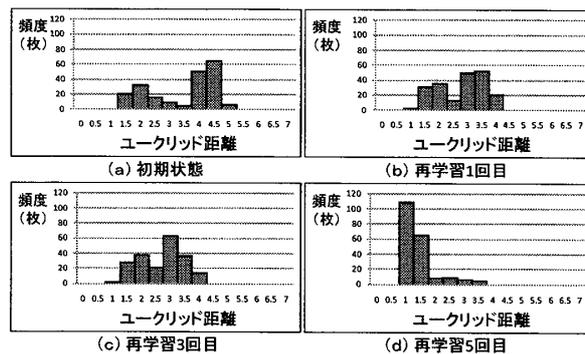


図 3 入力されたテストデータ (喜び: 200 枚) と表情空間マップの勝者ユニットのユークリッド距離

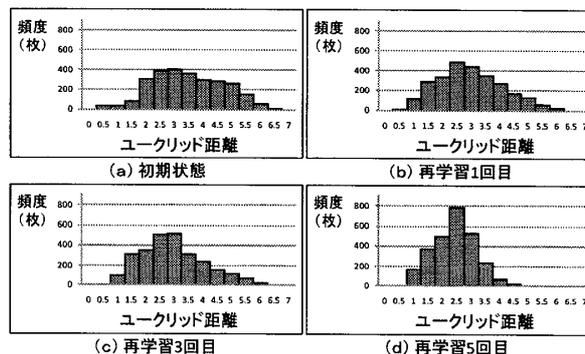


図 4 入力されたテストデータ (喜び: 2635 枚) と表情空間マップの勝者ユニットのユークリッド距離

表 1 ユークリッド距離の平均値と分散値 (図 4)

	初期	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
平均値	3.203	2.720	2.623	2.664	2.421	2.152	2.201	2.210	2.223	2.201	2.209
分散	1.451	1.255	1.133	1.143	0.686	0.506	0.537	0.538	0.547	0.534	0.531

まま, 新たな表情パターンを知識として追加的に獲得できることが明らかとなった。

今後は長期にわたって取得した表情画像を用いて評価実験を行い, 提案手法の有効性について検討を加える予定である。

参考文献

- [1] 赤松, “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-,” 信学誌, Vol.85, No.9, pp.680-685, 2002.
- [2] 石井, 佐藤, 間所, 西田, “自己写像特性を用いた顔表情カテゴリの抽出と感情空間マップの生成,” 信学論, J91-D, No. 11, pp. 2659-2672, 2008.
- [3] R. H. Nielsen, “Counterpropagation networks,” Applied Optics, Vol.26, Vol.23, pp.4979-4984, 1987.
- [4] G.A.Carpenter, A.Grossberg and D.B.Rosen, “Fuzzy ART : Fast stable learning and categorization of analog patterns by an adaptive resonance systems,” Neural Networks, Vol.4, pp.565-588, 1991 .