

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12100

研究課題名(和文) スパースコーディングに基づく不特定者のための顔特異表情の検知

研究課題名(英文) Detecting Peculiar Facial Expressions for Unspecified Persons Based on Sparse Coding

研究代表者

鈴木 英之進 (Suzuki, Einoshin)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：10251638

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、特異顔表情・通常顔表情のラベルがない対象人物の画像群と、同じく特異顔表情・通常顔表情のラベルがないその他の人物の画像群から、特異顔表情を検知する分類子を学習する理論と手法を考案して計算機システムとして実装し、苦痛顔表情ベンチマークデータに適用してその有効性を示した。

さらに、Kinect version 2を搭載する自律移動ロボットが、30分間毎に意図的な笑顔と無表情を観測し、疲労を検知する手法を考案して統合システムとして実装し、6名を対象とする評価実験によってその有効性を示した。

研究成果の概要(英文)：We have invented theories and a method for detecting peculiar facial expressions from unlabeled data of the target person and unlabeled data of other persons, implemented them as a computer system, and demonstrated their effectiveness on a benchmark data on painful facial expressions.

Moreover, we have invented a method for detecting fatigue, implemented the method as an integrated system, and demonstrated its effectiveness with experiments on 6 persons. In this method, an autonomous mobile robot with Kinect version 2 observes the target person, who makes spontaneous smiling expressions and normal expressions every 30 minutes.

研究分野：知能情報学

キーワード：異常検知 転移学習 顔表情

1. 研究開始当初の背景

顔表情は人の状態を推定するうえで重要な情報源であり、画像処理、人工知能、認知科学など種々の分野において主要な研究対象と認識されてきた。もっとも不特定者を見守って特異な表情を検出する問題は現在の技術では困難であり、このことは自然に現れる6種類の顔表情認識問題[A]が画像処理分野において最先端研究の一つと見なされていることから分かる。

申請者は、人自動見守りの実現を中期的目標とし、旧型 Kinect を搭載する自律型移動ロボットによる顔表情クラスタリング[B]、100人に関する25種類の顔表情のスパースコーディングを用いた生涯学習[C]などを発表してきた。後者はいわば究極のマルチタスク学習であり、異なる人物間での知識転移により遮蔽物がある低解像度画像でも一定の精度を達成する。これらの成功に裏付けられ、本課題の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、スパースコーディングに基づく不特定者のための顔特異表情の検出手法を提案して計算機システムとして実装し、系統的实验でその有効性を示す。検出手法は、生涯学習で得られるスパースコーディングの成分などを低次特徴量とするデータマイニングアルゴリズムである。新規顔表情データを収集整備し、系統的实验で用いる。

3. 研究の方法

(1) 特異顔表情・通常顔表情のラベルがない対象人物の画像群と、同じく特異顔表情・通常顔表情のラベルがないその他の人物の画像群から、特異顔表情を検出する分類子を学習する理論と手法を考案して計算機システムとして実装し、苦痛顔表情ベンチマークデータに適用してその有効性を調べた[2]。入力データの具体例を図1に示す。このような入力データは、顔特異表情が前もって得られるということは滅多にないという現状を反映する。一般的には転移学習の枠組みに属すが、対象データとソースデータの両方にクラスラベルがない研究は珍しい。そのような研究の例として、顔データを対象とするのは Yang らのマルチタスク学習[D]とその発展版である He らの ML-OCSVM[E]があるが、ソースデータが人物毎に分かれていない本研究の設定では有効性が不明である。



図1 入力データの例。特異顔表情・通常顔表情のラベルがない対象人物の画像群と、同じく特異顔表情・通常顔表情のラベルがないその他の人物の画像群から構成される。

(2) Kinect version 2 を搭載する自律移動ロボットが、30分間毎に意図的な笑顔と無表情を観測し、疲労を検出する手法を考案して統合システムとして実装し、1名を対象とする予備実験によってその有効性を示した[4]。疲労顔は顔特異表情の一種であり、環境知性(アンビエント・インテリジェンス)分野などで注力されている自動人見守りにおいて特に重視である。その後、手法を改良し、6名を対象とする評価実験を行った。

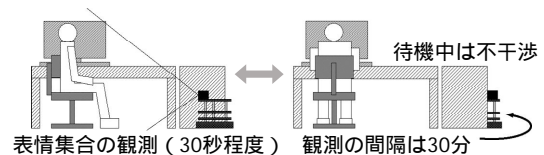


図2 Kinect version 2 を搭載する自律移動ロボットが、30分間毎に意図的な笑顔と無表情を観測し、疲労を検出する統合システムの実行例。

(3) 関連問題の分析と解決[5, 6]、新規顔表情データの収集整備[発表5]、研究宣伝発表[1]などを行なった。

4. 研究成果

(1) われわれは、元々は2クラス分類問題用に Chu らが提案した選択的転移機械[F]を1クラス分類問題用に変更し、1クラス選択的転移機械(OCSTM)と名付けた[2]。具体的には、Chu らが関連タスク例の重みづけに用いたカーネル平均マッチング法におけるサポートベクトルマシン(SVM)を1クラスSVM(OCSVM)に変更し、訓練データ中に特異顔表情・通常顔表情のラベルが無くても検知用分類子を求められるようにした。図3に、OCSVM と OCSTM による、特異顔表情検知結果例の2次元射影図を示す。OCSTM は選択的な重みづけ(紫色の例)により、特異顔表情をより適切に検知していることが分かる。肩痛時の苦痛顔表情に関するベンチマークデータを用いた実験の結果、われわれの提案手法は、ML-OCSVM[E]および各種設定下における1クラスSVMに比べて、F値とAUCの両方でより正確であることが実証された。さらに、人工データを用いた実験でも同様に良好な結果を得た。苦痛顔表情に関する実験結果を図4に示す。さらに、顔のランドマーク座標を用いる特徴抽出(DFL)、SIFT特徴量、LBPヒストグラム特徴量などの性能評価も行い、DFLが優位であることも解明した。図5に実験結果を示す。

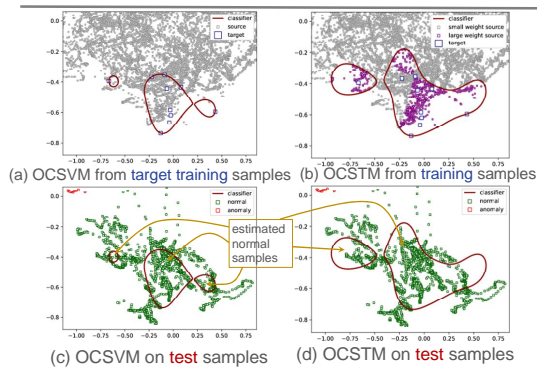


図3 従来の1クラスSVM(OCSVM)と提案手法OCSTMによる,特異顔表情検知結果例の2次元射影図。(a)OCSVMの対象人物の訓練データへの適用結果,(b)OCSTMの訓練データへの適用結果,(c)OCSVMの対象人物のテストデータへの適用結果,(d)OCSTMのテストデータへの適用結果。閉曲線が学習された分類子であり,内と外がそれぞれ通常顔表情と特異顔表情。

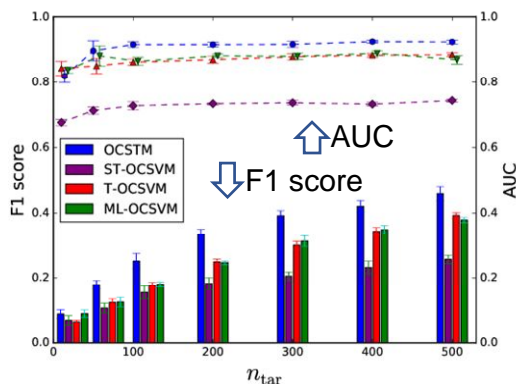


図4 提案手法OCSTMと比較手法の,対象人物の訓練画像数に関する性能評価結果。評価指標AUC,F1スコア共に,高い方が良い。比較手法は,ST-OCSVM:対象人物と関連人物のデータを区別しない1クラスSVM,T-OCSVM:対象人物データだけを用いる1クラスSVM,およびHeらのML-OCSVM[E]。

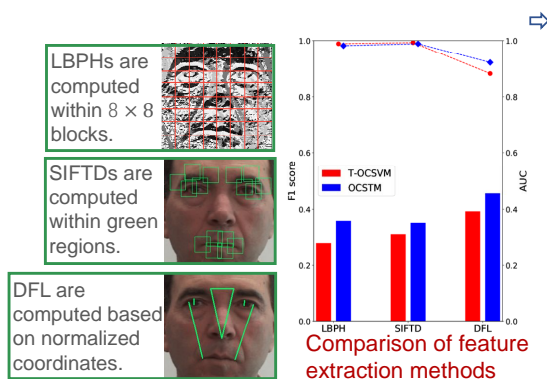


図5 提案手法OCSVMにおける,特徴抽出手法の説明(左側3図)と性能比較(右側グラフ)。

(2)この手法では,各見回りを分類学習タスクと見なし,Ruvoloらが提案したスパースコーディングに基づく生涯学習[G]によって高次特徴を学習し,得られた高次特徴で顔表情群を表す[4]。高速化のためなど必要であれば顔表情群をクラスタリングし,クラスタ単位で特異顔の原因となる疲労を特定する。実験の結果,11から14タスクではクラスタリングを用いないシステム,63タスクではクラスタリングを用いるシステムが最も良い性能(高AUC)を示した。AUCは後者の方が高く,提案するアプローチの有効性が示された。さらに後者のようにタスク数が多い場合,クラスタリングは実時間処理に必須であり,スパースコーディングに基づく生涯学習は単一学習などに比べすべての場合において有効であることなども分かった。

(3)100人の意図的的表情と自然表情データなどを分析し,人毎の表情傾向の類似グループ,スパースコーディングに基づく生涯学習によって得られる高次特徴に関するパターン,表情分類に関する類似グループなどに関する知見を得た[5,6]。本心を隠す際に短時間現れる微表情に着目し,新規データを収集・整備した[発表5]。顔特異表情検知の有望応用を,人工知能の有名研究者らが集まる国際ワークショップで発表し,関心を集めた[1]。

<引用文献>

[A] L. Zhong, Q. Liu, P. Yang, B. Liu, J. Huang, D. N. Metaxas: Learning Active Facial Patches for Expression Analysis, Proc. CVPR 2012, pp. 2562-2569, 2012.

[B] Ryosuke Kondo, Yutaka Deguchi, E. Suzuki: Developing a Face Monitoring Robot for a Desk Worker, Ambient Intelligence (AmI 2014), LNCS 8850, Springer-Verlag, pp. 226-241, 2014. DOI 10.1007/978-3-319-14112-1_19

[C] 田之上伸吾,鈴木英之進:生涯学習の人物表情分類問題における実験的評価,平成26年度(第67回)電気・情報関係学会九州支部連合大会,pp. 372-373,2014.

[D] H. Yang, I. King, M. R. Lyu: Multi-Task Learning for One-Class Classification, Proc. IJCNN 2010, pp. 1-8.

[E] X. He, G. Mouro, D. Maquin, J. Ragot, P. Beuseroy, A. Smolarz, E. Grall-Maës: Multi-Task learning with One-Class SVM, Neurocomputing, Vol. 133, pp. 416-426, 2014.

[F] W.-S. Chu, F. De la Torre, J. F. Cohn: Selective Transfer Machine for Personalized Facial Action Unit Detection, Proc. CVPR 2013, pp. 3515-3522.

[G] P. Ruvolo, E. Eaton: ELLA: An Efficient Lifelong Learning Algorithm, Proc. ICML, Vol. 1, pp. 507-515, 2013.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. E. Suzuki: Exploiting Micro-Clusters to Close The Loop in Data-Mining Robots for Human Monitoring, Proc. Symposium on Integrating Representation, Reasoning, Learning, and Execution for Goal Directed Autonomy (SIRLE 2018), 2018 AAAI Spring Symposium Series, Technical Report SS-18, AAAI Press, Palo Alto, Calif., 2018 (accepted for publication).

<https://aaai.org/ocs/index.php/SSS/SSS18/paper/view/17490/15536>

2. H. Fujita, T. Matsukawa, E. Suzuki: One-Class Selective Transfer Machine for Personalized Anomalous Facial Expression Detection, Proc. Thirteenth International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2018), Vol. 5: VISAPP (Thirteenth International Conference on Computer Vision Theory and Applications) pp. 274-283, 2018. DOI 10.5220/0006613502740283

3. 藤田裕文, 松川徹, 鈴木英之進: マルチタスク学習用 1 クラス SVM を用いた新規人物に対する特異顔表情検知, 火の国情報シンポジウム 2017, B6-3, 2017.

<https://www.ipsj-kyushu.jp/page/ronbun/hinokuni/1005/4C/4C-5.pdf>

4. Y. Deguchi, E. Suzuki: Hidden Fatigue Detection for a Desk Worker Using Clustering of Successive Tasks, Ambient Intelligence (Aml 2015), LNCS 9425, Springer-Verlag, pp. 263-283, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-26005-1_18

5. K. Zhao, E. Suzuki: Clustering Classifiers Learnt from Local Datasets Based on Cosine Similarity, Foundations of Intelligent Systems, LNCS 9384 (ISMIS 2015), Springer-Verlag, pp. 150-159, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-25252-0_16

6. E. Suzuki: On the Feasibility of Discovering Meta-Patterns from a Data

Ensemble, Discovery Science (DS 2015), LNAI 9356, Springer-Verlag, pp. 266-274, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-24282-8_22

〔学会発表〕(計 8 件)

1. E. Suzuki: Exploiting Micro-Clusters to Close The Loop in Data-Mining Robots for Human Monitoring, Symposium on Integrating Representation, Reasoning, Learning, and Execution for Goal Directed Autonomy (SIRLE 2018), in conjunction with 2018 AAAI Spring Symposium Series, Palo Alto, Calif., 2018 年 3 月 27 日

2. H. Fujita, T. Matsukawa, E. Suzuki: One-Class Selective Transfer Machine for Personalized Anomalous Facial Expression Detection, Thirteenth International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP), Funchal, Madeira, Portugal, 2018 年 1 月.

3. 藤田裕文, 松川徹, 鈴木英之進: マルチタスク学習用 1 クラス SVM を用いた新規人物に対する特異顔表情検知, 火の国情報シンポジウム 2017, 鹿児島, 2017 年 3 月 2 日.

4. 大浦聡一郎, 藤田隆吾, 松川徹, 西郷浩人, 鈴木英之進: LASSO に基づく運転者表情データからの特徴選択, 平成 28 年度(第 69 回)電気・情報関係学会九州支部連合大会, 宮崎, 2016 年 9 月 29 日.

5. 藤田裕文, 松川徹, 鈴木英之進: 会話ゲームにおける微表情ベンチマークデータの構築, 火の国情報シンポジウム 2016, 宮崎, 2016 年 3 月 2 日.

6. Y. Deguchi, E. Suzuki: Hidden Fatigue Detection for a Desk Worker Using Clustering of Successive Tasks, Twelfth European Conference on Ambient Intelligence (Aml 2015), Athens, Greece, 2015 年 11 月 12 日.

7. K. Zhao, E. Suzuki: Clustering Classifiers Learnt from Local Datasets Based on Cosine Similarity, 22nd International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS 2015), Lyon, France, 2015 年 10 月 22 日.

8. E. Suzuki: On the Feasibility of Discovering Meta-Patterns from a Data Ensemble, Eighteenth International Conference on Discovery Science (DS 2015), Banff, Canada, 2015 年 10 月 6 日.

〔その他〕
ホームページ

1 . スパースコーディングに基づく不特定者のための顔特異表情の検知

<http://www.i.kyushu-u.ac.jp/~suzuki/kaken1516-j.html>

2 . Detecting Peculiar Facial Expressions

<http://www.i.kyushu-u.ac.jp/~suzuki/kaken1516.html>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 英之進 (Einoshin Suzuki)

九州大学・システム情報科学研究所・教授

研究者番号：10251638