7ZD-05

故意表情および自然表情を対象とした顔表面温度の比較

山田　真奈　　景山　陽一
秋田大学大学院理工学研究科

1. はじめに

近年，情報機器の高度化に伴い，マンマシン間における円滑なコミュニケーションの実現を目的としたヒューマンインタフェースの重要性が高まっている．そのため，感情コミュニケーションの見地から，表情認識や感情の検出に関する様々な研究が行われている[1，2]．

本研究グループではこれまでに，顔面の温度変化と感情の関連について検討を加え，「喜び」の情動が喚起された際に鼻部および左右頬部(以下，着目領域)において温度変化が生じることを明らかにした[3]．具体的には，意図的に表出した表情(以下，故意表情)は，情動が喚起された区間(以下，表情表出区間)において，着目領域の温度が上昇するという結果を得た．さらに，多数のデータを解析するため，熱動画像および可視動画像を併用した汎用的な顔検出手法[4]を開発した．しかしながら，自然に喚起された表情(以下，自然表情)の温度解析について，詳細な検討を行うまでには至っていない．そこで本稿では，「喜び」の情動を対象として，故意表情と自然表情に分類し，着目領域における自然表情の温度変化の検討，ならびに故意表情と自然表情の温度変化における違いについて検討を加えた．

2. 使用データ

赤外線サーモグラフィ装置(R500EX-S: 日本アビオニクス(株)製)および Web カメラ(C922: (株)ロジクール製)を用い，被験者の故意表情データおよび自然表情データを熱動画像および可視動画像(各 640×480 画素，30fps)として取得した．被験者は11名(A–K: 20代，男性6名，女性5名)であり，取得期間は3日間である．取得環境は，室温 24.9–25.6℃(被験者 A–E)，18.7–22.5℃，21.0–24.7℃(被験者 F–K)，湿度 49.5–60.9%(被験者 A–E)，41.8–57.6%，49.3–70.1%(被験者 F–K)の室内における蛍光灯照明下(700–1,000lx)である．被験者 A–E は，同日に故意表情データおよび自然表情データを取得している．被験者 F–K は，故意表情データおよび自然表情データを別日にそれぞれ取得している．なお，本研究は，「秋田大学手形地区における人を対象とした研究に関する倫理規程第6条第2項」に基づき，被験者の同意を得た上でデータを取得している．

Comparison of intentional and natural facial-expressions using facial temperature
Mana Yamada, Yoichi Kageyama
Graduate School of Engineering Science, Akita University

3. 解析方法

3.1 顔検出手法

熱動画像および可視動画像を併用した顔検出手法[4]を用いて，顔領域の座標を抽出した．

3.2 温度変化量の算出方法

はじめに，3.1 節から取得された顔領域の座標を用い，着目領域を設定した．次に，各着目領域および背景部 20 点の平均温度との差分(以下，皮膚温度差分)を算出した．さらに，皮膚温度差分の時系列データを対象として移動平均フィルタを適用し，平滑化した．最後に，平滑化された皮膚温度差分の時系列データに対し，着目フレームとその 30 フレーム前のフレームにおける差分温度(以下，温度変化量)を算出した．

4. 故意表情データおよび自然表情データに対する有意差検定

各被験者の定常状態と表情表出区間(故意表情データおよび自然表情データ)それぞれにおける皮膚温度差分に対して，対応のないT検定を実施した(有意水準: 5%，両側検定)．検定に使用した定常状態のデータは，最初の無表情状態区間における開始100フレームである．故意表情データおよび自然表情データは，各表情表出区間における全フレームを使用した．

全被験者における皮膚温度差分を対象とした有意差検定の結果を図1に示す．定常状態に対する故意表情データおよび自然表情データの表情表出区間における有意差を着目領域ごとに調査した結果，全表情表出区間数に対して有意差のある表情表出区間数が 90.0%以上認められた．

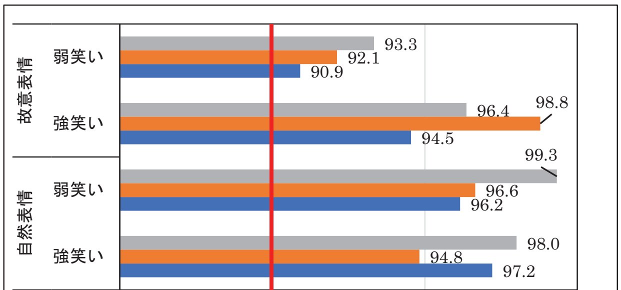


図 1. 皮膚温度差分を対象とした有意差検定結果(3 日間)

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

このことは，着目領域における皮膚温度差分は，「無表情」と「喜び」の情動判別に有用な指標であることを示唆している．

5. 故意表情データおよび自然表情データにおける温度変化の解析

故意表情データおよび自然表情データを対象とし，左右頬部の無表情状態区間および表情表出区間における温度変化量の最大値に対して，それぞれ閾値 77%，75%以上の変化量を有するピークを抽出し，温度変化量の平均値(以下，平均変化量)を算出した．なお，閾値は，20−100%までの範囲で 10%ずつ増加させた際の平均変化量が収束し始める値の全被験者における平均値である．

5.1 情動の程度における平均変化量の比較

全被験者の 3 日間における故意表情データおよび自然表情データについて，弱笑いおよび強笑いの各着目領域における平均変化量を算出した．その結果，故意表情データおよび自然表情データともに，各着目領域における平均変化量は，強笑いの方が弱笑いよりも大きくなるという結果を得た．

このことは，平均変化量を比較することで，弱笑いおよび強笑いを判別できる可能性を示唆している．

5.2 故意表情データおよび自然表情データにおける平均変化量の比較

全被験者の 3 日間における弱笑いおよび強笑いについて，故意表情データおよび自然表情データの各着目領域における平均変化量を算出した．その結果，弱笑いおよび強笑いともに，各着目領域における平均変化量は，自然表情データの方が故意表情データよりも大きくなるという結果を認めた．特に右頬部は，鼻部および左頬部と比較して，故意表情データおよび自然表情データにおける平均変化量の差が大きいという結果を認めた．

このことは，同程度の情動において平均変化量を比較することは，故意表情データおよび自然表情データを判別できる可能性を示唆している．

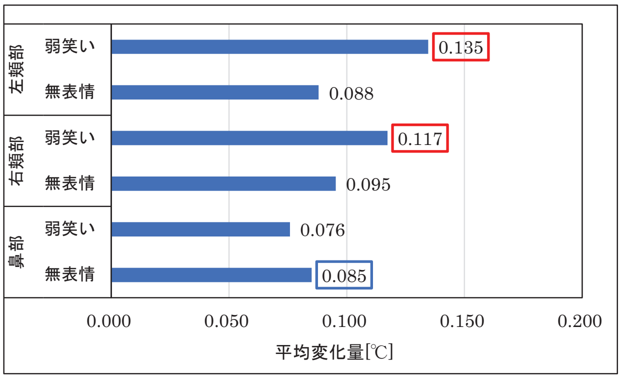
5.3 無表情状態区間および表情表出区間の平均変化量比較

全被験者の 3 日間における故意表情データおよび自然表情データの各着目領域について，無表情状態区間および情動の程度ごとの表情表出区間における平均変化量を算出した．弱笑いにおける平均変化量算出結果を図 2 に示す．弱笑いは，故意表情データおよび自然表情データともに，平均変化量は，左右頬部において表情表出区間の方が大きくなるという結果を得た．一方，鼻部においては，無表情状態区間の方が表情表出区間よりも平均変化量が大きくなるという結果を認めた．また，強笑いは，故意表情データおよび自然表情データともに，各着目領域において表情表出区間の方が無表情状態区間よりも平均変化量が大きくなるという結果を得た．

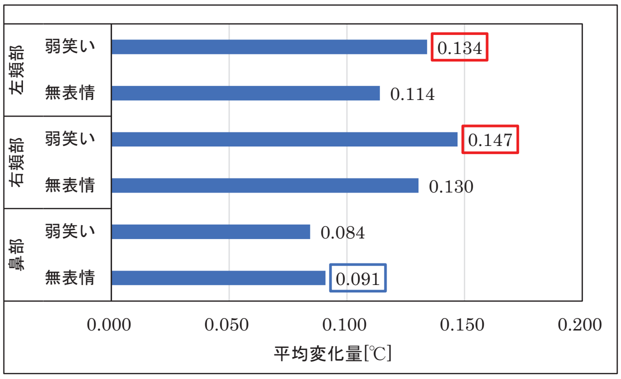
このことは，鼻部における無表情状態区間および表情表出区間の平均変化量に着目することで，弱笑いを判別できる可能性を示唆している．

6. 謝辞

本研究は，JSJP 科研費 19K12909 の助成を受けて行われた．



(a) 故意表情データ



(b) 自然表情データ

図 2. 無表情状態区間および弱笑い区間における平均変化量算出結果(3 日間)

参考文献

[1] 赤松 茂: “コンピュータによる顔の認識-サーベイ-”, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J80-A, No. 8, pp. 1215-1230 (1997)

[2] 宮坂 康敏, 内田 雅文, 井出 英人: “顔面皮膚温による感情の評価”, 電気学会論文誌 C, Vol. 117, No. 1, pp. 87-88 (1997)

[3] 高橋 毅, 景山 陽一, 後藤 ゆり, 石井 雅樹, 西田 眞, 下舘 俊夫: “頬領域の皮膚温度に着目した喜びの情動検出”, 電気学会論文誌 C, Vol. 134, No. 3, pp. 353-354 (2014)

[4] Mana Yamada, and Yoichi Kageyama: “Face Detection and Analysis of Relationship between Degree of Emotion Arousal and Facial Temperature”, The 9th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2021, OS1-4 (2021)

Copyright ©2022 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.