

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H05323

研究課題名(和文)顔面皮膚温度を用いた自律神経活動を評価・推定するインタフェースの研究開発

研究課題名(英文) Research and development of an interface for evaluating and estimating autonomic nervous activity using facial skin temperature

研究代表者

水野 統太 (Mizuno, Tota)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：00337875

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,300,000円

研究成果の概要(和文)：現在、顔面皮膚温度を用いた自律神経活動を評価・推定するインタフェースの研究開発を目的としている。皮膚温度から得られた感性情報を本人に伝達し自己の状態を自覚させることにより、健康被害やヒューマンエラーを低減させる。これまで1.一枚の顔面熱画像から交感神経活動を評価する瞬間型、2.動作中の連続計測を可能にする眼鏡型、3.運転時やVDT作業時の連続計測を可能にする追尾型のインタフェースを開発してきた。

研究成果の概要(英文)：In our research group we have studied a method to evaluate and estimate autonomic nervous activity using facial thermal imaging as measured by infrared thermography. Human autonomic nerves change according to various conditions and circumstances. Facial skin temperatures are well affected by the activities of autonomous nerves systems. Transmit autonomic nervous activity information obtained from skin temperature to myself and recognize own condition. We aim to prevent and reduce human errors and associated health hazard.

I would like to develop the system that can be used in various situations like EEG and heartbeat. Currently, we are researching and developing three systems.

1. System for evaluating autonomic nervous activity from one facial thermal image, 2. Eye-wear type system, 3. Tracking type system.

研究分野：情報学

キーワード：赤外線サーモグラフィ 顔面皮膚温度 鼻部皮膚温度

1. 研究開始当初の背景

ヒトのさまざまな状態や状況における感情などの感性の状態を本人に伝達できれば、本人が自分の状態を自覚することにより健康被害やヒューマンエラーを低減することが可能である。ヒトの自律神経はさまざまな状態や状況により変化する。自律神経活動を推定する生理指標として脳波や心拍、鼻部周辺の皮膚温度などがある。脳波や心拍においては、最近の IC 技術の進歩に伴い、ウェアラブル化され、さまざまな場面で実用化されつつある。しかし、鼻部周辺の皮膚温度においては応用が遅れており、まだまだ実験室レベルの指標であった。

2. 研究の目的

本研究は、顔面皮膚温度を用いた自律神経活動を評価・推定するインタフェースの研究開発を目的とする。本研究を突破口に、顔面皮膚温度が脳波や心拍のようにさまざまな場面で使用できる新しい自律神経活動の指標として展開することを目指す。

3. 研究の方法

本研究では、1.一枚の顔面熱画像から交感神経活動を評価する瞬間型、2.動作中の連続計測を可能にする眼鏡型、3.運転時や VDT 作業時の連続計測を可能にする追尾型のインタフェースを開発する。

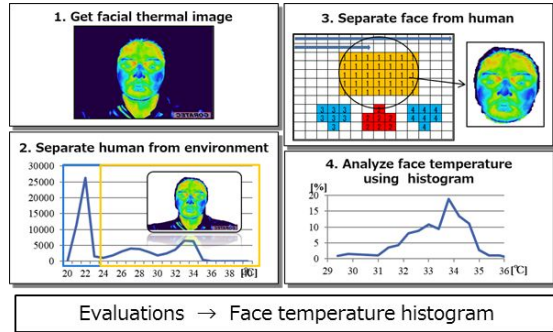
4. 研究成果

1. 瞬間型インタフェース・・・先行研究による手法は、自律神経活動をよく反映するといわれている鼻部皮膚温度により自律神経活動の評価・推定が行なわれてきたが、鼻部皮膚温度以外の顔面温度も精神作業負荷や負担に伴い変化が見られる部位もあることから、鼻部から顔全体の熱画像に評価範囲を拡張し、一枚の顔面熱画像から交感神経活動を評価するロバスト性の高い3つの瞬間型アルゴリズムを作成した。

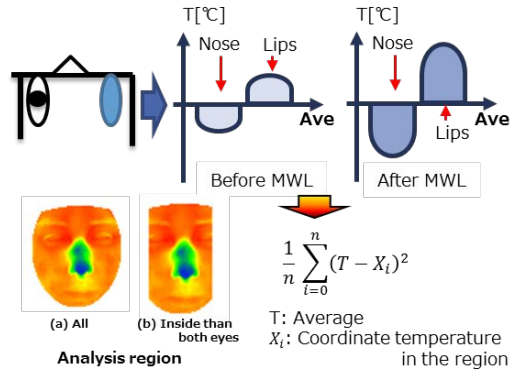
・温度含有累積数による手法・・・図 6(a)

に提案アルゴリズムを示す。次の～の手順を用いて評価を行なった。顔面熱画像を取得、人物部分とそれ以外の部分に明らかな温度差があることを利用して、人物部分を抽出、人物部分から、ラベリング処理を用いて顔部分のみを抽出、取得した顔部温度データのヒストグラムを用いて、鼻部周辺の上限温度を閾値に設定し、閾値以下の温度含有累積数を算出し、この値を自律神経活動の推定指標とする。提案アルゴリズムを先行研究において用いられている鼻部皮膚温度による評価と比較するため、被験者に暗算計算問題を用いた精神作業を10分間負荷する実験を行った。被験者は20～38歳までの健康成人4人である。結果として、4人中3人において、精神作業負荷の時間変化に対し提案手法により自律神経活動の推定が可能であった。また先行研究手法で自律神経活動を

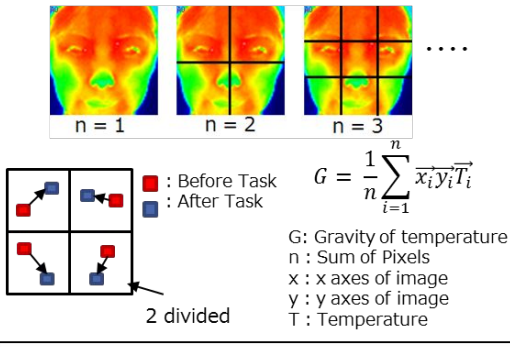
推定できなかったデータに対し、提案アルゴリズムを用いると推定できる例があった。このことから提案アルゴリズムの高精度推定の可能性を示すことができた。



(a) 温度含有累積数による手法



(b) 顔全体の温度分散値を用いた手法



(c) 温度重心変化を用いた手法

図 6. 提案した3つのアルゴリズム

・顔全体の温度分散値を用いた手法・・・鼻部以外にも MWL により変化する部分があるか検討した結果、鼻部周辺の特に口唇周辺が温度上昇すること、また、顔全体の平均温度はあまり変化しないことが明らかになった。このことから鼻部へ流れるはずであった血液が口唇周辺へ流れた結果、口唇周辺の温度が上昇した可能性を示した。この考察を元に、図 6(b)に示すような顔全体の温度分散値を用いたアルゴリズムを作成し検討したところ、本手法は、先行研究よりも高精度評価であることを示した。

・温度重心変化を用いた方法・・・更に，温度重心変化を用いた評価アルゴリズムを検討した．図 6(c)に提案アルゴリズムを示す．適切な顔面熱画像を分割し，重心温度の評価実験を行ったところ，顔全体の温度分散値を用いた方法ほどではないが，先行研究よりも高精度な評価方法であることを示した．

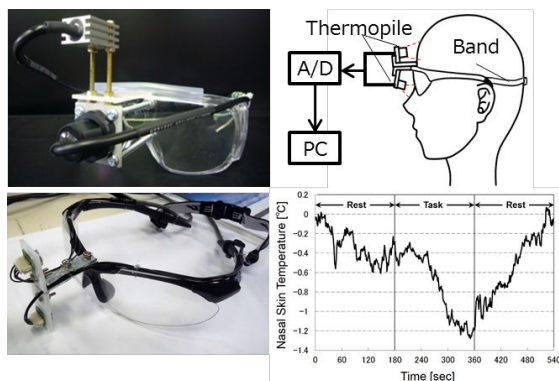


図7. 試作したメガネ型インタフェースと実験結果

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計7件)

1. Yuichiro Kume , Tota Mizuno, : " Interaction with Image Information by Use of Somatic Sensations " , The 23rd International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2016 (IDW/AD'16), 2016/12/07, 査読有
  2. T.Mizuno ,T.Sakai ,S.Kawazura ,H.Asano ,K.Akehi ,S.Matsuno ,K.Mito ,Y.Kume and N.Itakura : " Measureing Facial Skin Temperature Fluctuation Caused by Mental Work-Load with Infrared Thermography " , 電気学会論文誌 C 136/11, 2016/11, 査読有
  3. T.Mizuno , S.Kawazura , S.Matsuno , K.Akehi , H.Asano , N.Itakura , K.Mito , " Autonomic Nervous Activity Estimation Algorithm with Facial Skin Thermal Image " , The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions Apr. 262-266, 2016, Italy, 査読有
  4. S.Matsuno , S.Kosuge , S.Kawazura , H.Asano , N.Itakura , T.Mizuno , " Basic study of evaluation that uses the center of gravity of a facial thermal image for the estimation of autonomic nervous activity " , The Ninth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions Apr. 258-261, 2016, Italy, 査読有
  5. T.Mizuno ,T.Sakai ,S.Kawazura ,H.Asano ,K.Akehi ,S.Matsuno ,K.Mito ,Y.Kume and N.Itakura , " Facial Skin Temperature Fluctuation by Mental Work-Load with Thermography " , International Conference on Electronics and Software Science (ICESS 2015) Jul. 20-22, 2015, Japan, 査読有
  6. Tota Mizuno and Yuichiro Kume , " Development of a Glasses-Like Wearable Device to Measure Nasal Skin Temperature " , 2-7, 2015, USA, 査読有
  7. Tota Mizuno , Takeru Sakai , Shunsuke Kawazura , Hirotohi Asano , Kota Akehi , Shogo Matsuno , Kazuyuki Mito , Yuichiro Kume and Naokaki Itakura , " Facial Skin Temperature Fluctuation by Mental Work-Load with Thermography " , International Conference on Electronics and Software Science (ICESS 2015) Jul. 20-22, 2015, Japan, 査読有
- [学会発表](計9件)
1. 村田禎侑, 明比宏太, 松野省吾, 水戸和幸, 板倉直明, 水野統太, : " 赤外線サーモグラフィを用いた顔面全体の皮膚温度による自律神経活動推定の検討 " , 平成29年電気学会電子・情報・システム部門大会, MC1-4, 2017/09/06
  2. 村田禎侑, 松野省吾, 明比宏太, 水野統太, 水戸和幸, 板倉直明, : " 顔面熱画像の特徴を用いた顔面部抽出アルゴリズムの検討 " , 第7回 Ambient Feedback System 研究会, 2017/02/20
  3. 久米祐一郎, 水野統太, : " 画像情報との対話のための体性感覚インタフェース " , 計測自動制御学会第32回生体・生理工学シンポジウム, 2017/09/06
  4. 村田禎侑, 河連俊介, 松野省吾, 浅野裕俊, 水戸和幸, 板倉直明, 水野統太, : " 顔面熱画像による口バスト性の高い自律神経活動推定手法の検討 " , IEEE主催2016年度第2回学生研究発表会, 2016/12/22
  5. Y.Kume , T.Mizuno, : " Somatic Interfaces to Interact with Image Information " , The 23rd International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2016, 2016/12/07
  6. 水野統太, : " 眼鏡型ウェアラブル鼻部皮膚温度計測装置の開発 " , 第3回 Ambient Feedback System 研究会, 2016/08/29
  7. 水野統太, 河連俊介, 松野省吾, 明比宏太, 水戸和幸, 板倉直明 : " 顔面熱画像を利用した瞬間型感性評価技術 " , 第18回日本感性工学会大会, PJ45, 2016.9.
  8. 水野統太 : " 生体情報を用いたストレス評価システムの検討 " , 日本感性工学会而立の会 2016年度研究会, 2016
  9. 水野統太, 酒井毅, 河連俊介, 明比宏太, 松野省吾, 水戸和幸, 板倉直明, 浅野裕俊, 久米祐一郎 : 顔面熱画像を用いた自律神経活動の推定 - 撮影角度の違いによる検討 - , 平成27年電気学会産業応用部門大会, 2015.9

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
<http://www.italab.inf.uec.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

水野 統太 (Mizuno, Tota)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・  
准教授

研究者番号：00337875

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

### (4) 研究協力者

( )