

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330257

研究課題名(和文) 瞳孔・瞬目度・顔温度・挙動統合認識に基づく人物内部状態自動認識システムの研究開発

研究課題名(英文) Research and Development of Automatic Human's Internal Status Recognition System based on Facial Information and Gesture.

研究代表者

渡邊 睦 (Watanabe, Mutsumi)

鹿児島大学・理工学域工学系・教授

研究者番号：50325768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：『人物の挙動・表情の統合解析に基づく人物内部状態認識』という新たな視点に基づき、ストレス、疲労、退屈、快不快などの内部状態を自動認識するための時系列画像解析・認識手法を開発することを目標に研究開発を実施してきた。この結果、これまで殆ど研究が行われてこなかった、完全非拘束状況下での人物内部状態認識という新たな研究領域を開拓し、物理空間・情報空間・人間の認知空間をシームレスに結合した『親和的情報空間』を構築することが可能となり、高度な気配りを持つ親和的社会的の実現に発展できる見通しが得られた。この研究成果を、査読付論文3編、国際会議発表2件、口頭発表6件に纏め公表を行った。

研究成果の概要(英文)：The researches concerning motion analysis methods for automatically recognizing stress, fatigue, boring and amenity based on new paradigm of "human's internal status recognition combined analysis of gesture and face expression" have been developed. As a result, new research domain of automatic human internal status recognition under non-restricted environment is pioneered. The results are expected to realize the society with friendly informative cyber space that is the seamless combination of physical, cyber and cognitive spaces. These research activities have been published as tow peer-reviewed papers, two peer-reviewed international presentations and five oral presentations.

研究分野：コンピュータビジョン，パターン認識

キーワード：内部状態推定 瞬目 挙動認識 顔温度計測 瞳孔計測 心理的ストレス 時系列画像解析 動画画像処理

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年, PCや民生用ビデオカメラの普及に伴う小型化, 低価格化, 性能向上が急速に進行し, 従来から研究成果が蓄積されてきたパターン・画像認識技術が, 様々な領域で実用に供される状況が整ってきた. 一方, 21世紀は少子化・高齢化・機械知能化がますます進行し, 通信, セキュリティ, 娯楽, 教育, 福祉, 介護など様々な領域で, 人間にできるだけ負担を掛けない状況における人間・計算機システム間の親和的なコミュニケーションの要請が強まって行くことが確実視される.

(2) しかしながら, パターン認識・コンピュータビジョン(CV)分野における従来の認識技術は, 単独の認識対象である静止物体が存在することを前提とし, 形状ベースで行う認識手法が主体であり, 上記の要請に応えられる技術として成熟していないのが現状である. 2次元画像中の一般物体認識に関しては, 特徴点抽出・解析に基づく学習型的手法(Bags of Features)が有効性を発揮しているが, 姿勢の変化により見え方が大きく変化する3次元物体, 人物のように形状が時々刻々変化する非剛体物体に関しては未だ研究段階にあり, 動的に変化し, 且つ家具などの遮蔽物の存在により広い視野が確保できない環境下で有効に働く物体認識の枠組みは未だ確立されていない. 人物の認識・状態把握に関しては, 従来, 顔認識による個人認証システムの場合のように個人識別が大半であり, カメラの前に対象を制約することを前提とし多大な学習量を要するパターン認識手法が一般的である. 一方, 形状特徴のみでは困難な領域における自動認識手法については, 研究自体が殆ど行われていない状況であり, 特に**ストレス, 疲労, 退屈, 快不快などの内部状態推定**に関する研究に関しては, パターン認識手法の適用による表情分類研究例がある程度で, 内部状態との関連付け

は充分行われていない状態に留まっている.

2. 研究の目的

(1) 複数モジュールの画像認識処理統合に基づき人間と親和性の高い情報空間を構築するシステムに関しては, 提案者の親和的情報空間構築以外に, 分散視覚プロジェクト(京都大学大学院・松山研究室など), Smart Room (MIT・Media Lab.), ロボティック・ルーム(東京大学大学院・佐藤研究室), デジタルシティ京都(ATRメディア情報科学研究所, 京都大学大学院・石田研究室), インテリジェント・スペース(東京大学生産技術研究所・橋本研究室)などの先進的な研究事例がある. しかしながら個々の認識要素は未だ個別のかつ受動的であり, 十分な性能を達成したとはいえない. 特に, 人物の内部状態を非拘束状況で認識した結果に基づき適応的にサービスを供する, という観点は全く組み込まれていない.

(2) そこで本研究では, ストレス, 疲労, 退屈, 快不快など人物の内部状態を自動認識する手法を開発し, 適応的なサービスを逐次行う親和的情報空間を実環境中に構築するために, これまで実施してきた親和的情報空間構築に関わる画像処理・認識要素技術を更に発展させ, **顔画像解析・挙動認識の統合に基づく心理的ストレス自動認識システムの構築**を目的とした.

3. 研究の方法

(1) 研究代表者が主導する研究グループの最終目標は, ストレス, 疲労, 退屈, 快不快など人物の内部状態を自動認識する手法を開発し, 適応的なサービスを逐次行う親和的情報空間を実環境中に構築することである.

(2) このために, これまで実施してきた親和的情報空間構築に関わる画像処理・認識要素技術を更に発展させ, 顔画像解析・挙動認識の統合に基づく心理的ストレス自動認識システムの構築を具体的な目的とした.

(3) まず、現在の実験環境を更に拡充し、準備段階の成果に基づき、瞳孔径変化・顔温度変化に基づく心理的ストレス自動認識プロトタイプを構築する。次に、瞬目解析、挙動認識と心理的ストレスの関係を明らかにする心理実験を実施し、瞬目解析、挙動認識に基づく心理的ストレス自動検出手法を開発し、前記プロトタイプに統合する。最後に学生・教職員を対象にシステムの性能評価を実施し、有効性を定量的に検証する。

4. 研究成果

(1) 平成25年度(準備段階)

(a) 瞳孔変化自動計測に基づく多義図形知覚切替の解析

ネッカーキューブなどの多義図形提示時の知覚反転と瞳孔径変化の関係を解析し、知覚反転が困難な図形ほど瞳孔径の収縮が起こりやすいことを明らかにし、以下の3件の学会発表を実施した。

・江口晴香，釘田洋平，鹿嶋雅之，佐藤公則，渡邊睦，“瞳孔径計測と視線検出による人物の内部状態推定に関する研究”，電子情報通信学会研究報告 パターン認識・メディア理解(PRMU)，Vol.111，No.499，pp.25-30(2012.3)

・江口晴香，釘田洋平，鹿嶋雅之，佐藤公則，渡邊睦，“多義図形提示環境下における瞳孔変化と知覚切替え難易度との関係に関する研究”，日本視覚学会2012年冬季大会，1p01(2012.1)

・江口晴香，釘田洋平，鹿嶋雅之，佐藤公則，渡邊睦，“多義図形提示環境下における知覚状態の定量化に関する研究”，第16回日本顔学会大会(フォーラム顔学2011)，02-05(2011.9)

(b)遠赤外線カメラ画像処理に基づく心理的ストレス自動計測システムの開発

顔画像中に眉間部ROIを設定し、ストレステスト前後における遠赤外線カメラ画像の明度変化(顔温度に相当)を解析することにより、心理的ストレスの度合いを推定する研究を実施し(図1)、以下の学会発表を実施した。

・MOHD NORZALI BIN HAJI MOHD，Masayuki Kashima，Kiminori Sato，and Mutsumi Watanabe，“Internal Emotion State (Mental Stress) Based on the Information from Thermal and Visible Sensors”，The 16th Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU2013)，SS1-9(2013.7)

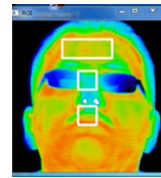


図1 ストレステスト時の遠赤外線顔画像の例(四角領域がROI)

(2) 平成26年度

(a)可視・遠赤外線カメラ画像の統合処理に基づく心理的ストレス自動計測システムの開発

準備段階で得た、眉間部ROI中の遠赤外線画像の明度解析によるストレス検出手法を更に改良し、簡易脳波計を用いた心理実験により検証を行った。遠赤外線USBカメラシステム、人物認識用カメラシステムの幾何学的校正を行っておき、後者の顔画像処理で設定したROI(関心領域)に対応する前者の明度変化(顔温度に相当)を解析することにより、心理的ストレスの度合いを全自動推定するシステム(図2)を確立した。

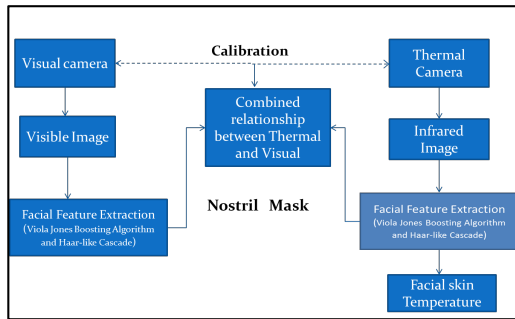


図2 可視・遠赤外線カメラ画像統合認識システムの構成

(3) 平成27年度

(a)複数人数の挙動認識に基づく室内状態の推定に関する基盤研究

手で仰ぐ、手を擦るなどの挙動認識を行うことにより室内温度が快適か、暑すぎるか、寒すぎるかの状態認識を自動的に行う動画像処理手法を開発し、実験室における評価実験により有効性を確認した。

(b)パーソナルスペース認識に基づく人物親密度推定に関する基盤研究

パーソナルスペースと呼ばれる人物間距離に基づく人物同士の親密度推定を自動化するための動画像処理手法を開発し、実験室における評価実験により有効性を確認した。

(4) 平成28年度

(a)全方位画像センサの流動解析に基づく環境状態認識システムの開発

H27年度に構築した挙動認識に基づく室内状態推定を更に拡張し、全方位画像センサを用いて特定人物や群集の行動や挙動を長時間計測・解析することにより上記要因に関わる環境状態を自動呈示する新たな手法を提案し、環境に様々なセンサを複数配置すること無しに人物の挙動・流動状態を画像解析することで環境状態の認識を行うことを可能とした。

(b)パーソナルスペース・身体方向・挙動情報の統合に基づく人物親密度推定システムの開発

職場・大学など様々な環境における人物間の親密度を、パーソナルスペースと呼ばれる人物間距離、身体方向、頷きやボディタッチなどの挙動情報に基づき統合認識する画像パターン認識手法を考案し、人物親密度推定システムとして構築した。H27年度はパーソナルスペースにのみで親密度が定式化されていたのを、新たに身体方向・挙動を統合するよう改良し、上記情報に基づく親密度推定式を新たに提案した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

MOHD NORZALI Haji Mohd, Masayuki Kashima, Kiminori Sato, Mutsumi Watanabe, "Mental Stress Recognition based on Non-invasive and Non-contact Measurement from Stereo Thermal and Visible Sensors", International Journal of Affective Engineering, 査読有, Vol.14, No.1, 2015, pp.9-17

Mohd Norzali Haji Mohd, Masayuki Kashima, Kiminori Sato, Mutsumi Watanabe, "Facial Visual-Infrared Stereo Vision Fusion Measurement as an Alternative for Physiological Measurement", Journal of Biomedical Image Processing (JBIP), 査読有, Vol.1, No.1, 2014, pp.34-44

〔学会発表〕(計8件)

山口莞爾, 鹿嶋雅之, 福元伸也, 佐藤公則, 渡邊睦, "内部状態自動推定のための深層学習に基づく挙動認識に関する研究", パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU 2017), (27), 2017年2月19日, 北海道大学(北海道札幌市)

手打葵, 鹿嶋雅之, 福元伸也, 佐藤公則, 渡邊睦, “全方位画像センサの流動解析に基づく環境状態認識に関する研究”, パターン認識・メディア理解研究会(PRMU 2017), (23), 2017年1月20日, 京都大学(京都府京都市)

戸来賢宏, 鹿嶋雅之, 福元伸也, 佐藤公則, 渡邊睦, “パーソナルスペース・身体方向・挙動情報の統合に基づく人物親密度推定”, パターン認識・メディア理解研究会(PRMU 2017), (24), 2017年1月20日, 京都大学(京都府京都市)

戸来賢宏, 鹿嶋雅之, 佐藤公則, 渡邊睦, “パーソナルスペース認識に基づく人物親密度推定に関する研究”, MIRU2015 第18回画像の認識・理解シンポジウム, SS4-19, 2015年7月29日, ホテル阪急エキスポパーク(大阪府吹田市)

手打葵, 鹿嶋雅之, 佐藤公則, 渡邊睦, “複数人数の挙動認識に基づく室内状態の推定”, MIRU2015 第18回画像の認識・理解シンポジウム, SS4-20 2015年7月29日, ホテル阪急エキスポパーク(大阪府吹田市)

MOHD NORZALI BIN HAJI MOHD, Masayuki Kashima, Kiminori Sato, Mutsumi Watanabe, “A Non-invasive Facial Visual-Infrared Stereo Vision Based Measurement as an Alternative for Physiological Measurement”, The 12th Asian Conference on Computer Vision (ACCV 2014), 査読有, 2014年11月4日, シンガポール(シンガポール)

MOHD NORZALI BIN HAJI MOHD, Masayuki Kashima, Kiminori Sato, Mutsumi Watanabe, “Facial Visual-Infrared Stereo Vision Fusion Measurement as an Alternative to Physiological Measurement for Internal

State Estimation”, The 17th Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU2014), SS3-28, 2014年7月29日, 岡山コンベンションセンター(岡山県岡山市)

MOHD NORZALI Haji Mohd, Masayuki KASHIMA, Kiminori SATO and Mutsumi WATANABE, “Thermal-Visual Facial Feature Extraction Based on Nostril Mask”, International Association of Pattern Recognition (IAPR) International Conference on Machine Vision Applications (MVA 2013), 査読有, Vol.4, No.20, pp.113-116, 2013年5月22日, 立命館大学(京都府京都市)

〔その他〕
ホームページ等
<http://www.ibe.kagoshima-u.ac.jp/~fics/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者
渡邊 睦 (WATANABE Mutsumi)
鹿児島大学・理工学域工学系・教授
研究者番号: 50325768