

Title	人の顔の可視画像と顔温度画像解析による感情推定に関する研究
Author(s)	Nguyen, Viet Hung
Citation	
Issue Date	2015-06
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/12879">http://hdl.handle.net/10119/12879</a>
Rights	
Description	Supervisor:小谷 一孔, 情報科学研究科, 博士

氏 名	NGUYEN VIET HUNG		
学 位 の 種 類	博士(情報科学)		
学 位 記 番 号	博情第 324 号		
学 位 授 与 年 月 日	平成 27 年 6 月 24 日		
論 文 題 目	Estimation of Human Emotion by Analyzing Visible Expressions and Thermal Facial Images (人の顔の可視画像と顔温度画像解析による感情推定に関する研究)		
論 文 審 査 委 員	主査	小谷 一孔	北陸先端科学技術大学院大学 准教授
		党 建武	同 教授
		田中 宏和	同 准教授
		Ho Bao Tu	同 教授
		Le Hoai Bac	ベトナム国家大学ホーチミン校 准教授

## 論文の内容の要旨

In our day-to-day life, communication plays a very important role. Emotion is a convenient way for human to communicate. As a result, research on human emotion estimation has become a key focus area of Human Computer Interaction (HCI), Human Robot Interaction (HRI) and Computer Vision. There are lots of works done on this topic, and many promising approaches have been proposed. The current dominant approaches to human emotion estimation reply on visual-based signals that are on or over the skin. Through analyzing expression, they want to predict the emotions behind the expression. However, there exist several hard problems had not been solved well for real system to handle naturally occurring emotions such as uncontrolled environment, poker-face, fake emotion, deliberately displayed and exaggerated expression of prototypical emotions. Our work presents a novel framework for human emotion estimation based on fusion of visible-based and thermal-based signals to fill these gaps.

The motivation behind this effort is to capitalize on the permanency of innate characteristics that are under the face skin using thermal Infrared (IR) signals. To establish feasibility, we propose special methodologies, temperature spaces and thermal Regions of Interest (t-ROIs) for feature-based level, thermal Principal Component Analysis (t-PCA) and norm Eigen-space Method based on Class-features (n-EMC) for decision-based level, and fusion models of visible-based and thermal-based features. To conduct experiments, a multimodal facial emotion database (KTFE) with strict procedures is built. The positive experimental results show that the proposal framework has merit, especially with respect to the problem of poker-face and/or uncontrolled environment. More importantly, the results demonstrate the feasibility of fusion of visible-based and thermal-based in human emotion estimation and open the way to solve challenges for complex emotions.

Keywords: Estimation of Human Emotion, t-ROIs, t-PCA, n-EMC, Thermal Infrared Image, KTFE Database.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、人の顔画像から顔表情を高精度に認識し、感情を推定するため、可視光域カメラによる顔画像と赤外線カメラによる顔温度画像から顔表情特徴を抽出し、これらを統合して人の感情を高精度に推定する新しい手法を与えた。特に、1) 顔温度画像中の感情特徴が顕著に表れる領域 “t-ROI (thermal Region of Interest)” を実験により抽出し、眼鏡などのオクルージョンの影響を受けにくい特徴抽出手法を与えた、2) 顔画像および顔温度画像について動画シーケンスを取得して複数フレームでの累積特徴を用いることでノイズや顔の位置ずれに頑健な特徴を抽出した、3) 顔画像および顔温度画像により抽出した顔表情特徴を統合した新しい表情認識、感情推定手法を与えた、など優れた手法を提案し、その特徴と特性を詳細に解析した上で、良好な実験結果を得ている。

顔画像による表情認識は画像輝度より特徴ベクトルを構成して解析する **appearance based** の手法と画像から顔特徴点を抽出して解析する **model based** の手法とに大別される。本論文により与えた手法は **appearance based** の手法を拡張したものに相当するが、従来研究では使用されることがない顔温度画像を用いて、顔画像からは得られない感情特徴を活用している。これは顔表情画像が感情→表情筋の動き→顔画像の変化という物理的な動きによって特徴を表出するのに対し、顔温度画像は感情→顔皮膚下の血流の変化（心拍変化、血圧変化、血管の収縮、拡張）→顔表面の温度の変化という生理的な現象によって特徴を表出するため感情がよりダイレクトに表出するので、従来手法では見落としていた感情特徴を活用できる。また、顔温度画像は照明の影響を受けにくい上、上述の t-ROI を用いているので顔向きの変化などの影響も受けにくい特徴を有している。また本研究では顔表情画像シーケンスと同時に撮影した顔温度画像シーケンスのデータベースを構築しており、これは国内外で例を見ない。このため、国際会議での発表後、多くの研究者、研究機関からデータベースの提供依頼を受けており、その研究内容とともに世界的に注目されている。さらに研究成果を発表した The 14th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2014)において Best Paper Award を受賞している。

以上、本論文は顔表情を高精度に認識するための顔画像特徴抽出・認識および感情推定を可視光域と赤外線画像より実現する新しい手法を与え、その有効性を示しており、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（情報科学）の学位論文として充分価値あるものと認めた。