

学位論文の要旨

氏名	MOHD NORZALI BIN HJ MOHD
学位論文題目	内部状態推定のための顔のビジュアル・赤外線ステレオビジョンフュージョン測定に関する研究

本論文は、顔のビジュアル・赤外線ステレオビジョンフュージョンの測定と内部状態推定を統合されたシステムをまとめたものである。本研究では、三つの視覚情報と二つの生理学的な測定により内部状態を推定している。本論文は以下のような構成である。

第1章は、本研究の背景や重要性、目的と内部状態システムについて述べた。近年、様々な内部状態推定のための方法を提案されている。現段階では、生理学的測定における問題が二つに挙げられる。それは、生理学的測定結果が重複して混乱することと、不必要なデータが集まり、処理時間が大量になってしまうことである。この問題を解決するために、視覚ベースの部分画像パターンを利用することでデータの処理時間を抑えられる。そして、内部状態推定のための顔のビジュアル・赤外線ステレオビジョンフュージョン測定を実現した。

第2章は、これまでの研究とビジョンベースの計測に関連する以前の方法の問題点が記載されている。主に内部状態に関連した以下の文献調査結果を述べた。(1) 瞬きの頻度、(2) 三つのROIの皮膚温度 (3) 眼窩上の血管容積。様々な刺激実験の種類や、ストレス尺度、精神的ストレスを表現するための計算技術についても、この章に記載する。

第3章は、従来の問題を解決するために、新しい研究手法を提案した。本研究では、三つサーマル・ビジュアル顔特徴を使って内部状態を推定するアルゴリズムとシステム提案した。そして、赤外線カメラと可視カメラの位置合わせについても提案した。本章では、この新しい研究手法とユニークなシステムの理論を実証した。

第4章は、本研究の有効性と提案手法の新規性を検証するために、評価実験を行った。本章では、三つの実験のセットアップについて述べる。(1) 可視カメラからの生理的指標計測実験 (2) 可視カメラと赤外線カメラの顔特徴抽出 と (3) 刺激実験 について述べ可視カメラからの評価実験を行った。

第5章は、前章の実験結果を分析して、提案手法と提案システムの不足などところの解説をした。分析結果からと、内部状態の測定に関する三つの主な問題が分かった。(1) グランドトゥルース、(2) 時間変化 と (3) 個人差。真値に関しては、刺激実験中の唾液に含まれるアミラーゼ水準と脈拍数の関係を測定することにより、検証することができた。時間変化に関したは、長時間刺激実験を行うことや、異なる種類の刺激実験を行うことを提案した。個人差に関したは、内部状態推定に関するいくつかの共通問題で、多くの研究者がこの問題を解決するために研究を行っている。

第6章では、前章には実験結果から、本研究の結論を述べた。ビジョンベースで、画像領域の重要な一部のみを処理した結果を用いることで本研究の提案手法とシステムの有効性、実用性を検証できた。本章では、問題点を検討して、以上の結論を総括した。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation: A Research on Facial Visual-Infrared Stereo Vision Fusion Measurement for Internal State Estimation.

Name: Mohd Norzali Bin Hj Mohd

This thesis is a summary of an integrated system and analysis for non-invasive measurement through purely imaging means. In this research, 3 vision-based measurement and 2 physiological measurement were implemented in the system. The thesis is organized as follows.

Chapter 1 describes overview of internal estimation of mental stress based on vision measurement. Background, introduction, importance and purpose of emotion recognition system are elaborate. In recent years various methods for internal state measurement to detect mental stress had been proposed. The problem in the current physiological measurement is that the combination measures may be redundant with others and this may cause collection of unnecessary large volumes of data and unnecessary processing time. This motivates the use of vision-based as it only requires crucial data after pattern recognition and processing of partial image. Motivation and outline of the thesis is also describes in this chapter.

In **Chapter 2**, previous studies and problems of previous method related to vision based measurement are described. The previous work of internal state measurement related to Frequency of eye blinking in visual domain, facial skin temperature of supraorbital, periorbital and maxillary and blood vessel volume at supraorbital in thermal domain are also elaborated. Various types of past mental stress stimulus experiment, stress scale and computational techniques for modelling mental stress is also written in this chapter.

In **Chapter 3**, in order to solve those problems mentioned, this study proposed a vision based measurement as an alternative to physiological measurement that is described in this chapter. Our methodology is to estimate emotional state from human subjects by extracting facial characteristic in vision domain which is eye blinking and thermal domain, facial temperature at 3 ROI's blood vessel volume at supraorbital. Two main topics discuss in this chapter are registration of IR and visible and facial feature extraction in both visual and thermal domain. Three types of registration technique are discuss. Registration of IR-Visible by using fever plaster calibration board, SIFT feature matching and stereo matching by estimation of F matrix.

In **Chapter 4**, in order to verify the effectiveness and the novelty of the proposed research methodology, several experiments are conducted. Experimental setup in this study consist of 3 parts which are experimental setup for vision and physiological sensing, facial feature extraction in visual-thermal domain and experiment on stimulus experiment, data analysis and classification based on Support Vector Machine and emotion recognition system. Two main results are being discussed in this chapter. The first is the result of feature matching and detection in visual and thermal. The second is stimulus experiment and emotion recognition system.

In **Chapter 5**, Inadequacies of proposed method and system are analyzed and discussed. Three main problem regarding internal state measurement are discussed. Ground truth, time variation and individual variation are mentioned. By measuring the relationship of salivary amilase level and pulse rate during the experiment, the ground truth can be verified. In order to overcome the time variation problem, longer and different types of stimulus are proposed. Individual variation are some common problem in internal state measurement and a lot of researchers are working to overcome this problem.

In **Chapter 6**, the conclusion of this study was summarized. The proposed methodology shows promising results because the use of vision based only requires crucial data after pattern recognition and processing of partial image. The proposed techniques to extract facial characteristic to estimate emotional state shows good performance.