

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23656554

研究課題名(和文)安全・安心のためのヒューマン・モニタリングシステムの構築に関する研究

研究課題名(英文)Development of a human monitoring system for preventative safety

研究代表者

有馬 正和 (ARIMA, Masakazu)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70264801

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、非侵襲的な生理計測を実現することのできる表情と心電図、呼吸に着目し、ストレス状態を定量的に推定・評価することのできる「ヒューマン・モニタリングシステム」の構築を試みた。MEMS技術を用いた小型生理計測装置を開発して心拍変動性指標の解析を行った結果、緊張ストレス環境における心理的・生理的な変化を評価することができることを明らかにした。また、被験者が作業空間を動き回っても追従して顔の表情を録画し続けることのできる「自律型表情モニタリングシステム」を開発した。練習船および植物工場で実証実験を行った結果、本システムの有効性・妥当性を明らかにすることができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a human monitoring system for preventative safety in sea transportation. An autonomous facial-expression monitoring system, named 'KII (Kinetic Information Integrator) system' was developed. This system consists of multiple network cameras and Microsoft's KINECT sensor. Network cameras will be controlled autonomously so as to follow subject's face from different directions even though he or she is walking around. The heart is controlled by the autonomic nervous system, and the sympathetic nervous system and parasympathetic nervous system are well known to represent the mentally stressed or relaxed states, respectively. ECG was measured by using a mini physiological measuring system. Heart rate variability was analysed, and subject's physiological and psychological changes were also evaluated. The effectiveness and validity of these systems have been demonstrated in the field experiments.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・船舶海洋工学

キーワード：ヒューマン・モニタリングシステム 表情モニタリング 心拍変動性指標 MEMS

1. 研究開始当初の背景

近年、鉄道や航空機をはじめとする公共交通機関で人命に係わる重大事故やトラブルが続発している。海上交通機関では、輻輳する明石海峡航路での商船同士の接触・沈没事故などが発生し、海上交通機関の安全性確保は特に重要な課題となっている。海難事故における原因として「見張り不十分」や「操船不適切」、「居眠運転」などの運航に係る人的要因が62.0%(平成21年度)を占めており、今後も交通機関の高度化や交通の高密度化によってヒューマン・マシン・システムの高度化・複雑化は加速するものと考えられる。国土交通省は、「予防安全型技術」の必要性を訴えて「公共交通に係るヒューマンエラー事故防止対策検討委員会」を設置し、平成18年4月に最終報告書を公表している。その中で、運転者の心身状態の兆候を検出して、潜在的危険状況を予測・評価するモニタリング手法の研究開発が喫緊の課題であると纏めている。そこで、ヒューマン・モニタリングシステムに関する研究代表者らのこれまでの研究成果を活用して、安全・安心・快適な海上交通機関の実現に向けて貢献したいと考えた。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、表情から乗組員の体調や集中力低下などを判断して警告を発したり、乗客の乗り心地を客観的に捉えて、安全・安心・快適な海上交通機関の実現を目指すものである。非侵襲的な生理計測が実現できる表情や心電図、呼吸に着目し、ストレス状態を定量的に推定・評価することのできる「ヒューマン・モニタリングシステム」を構築する。近年のMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)技術によって生理計測装置の超小型化が実現し、被験者に与える負荷が極めて小さくなってきている。

本研究では、市販の計測センサーを組み合わせたラージモデルによってヒューマン・モニタリングシステムを構築して、実験を通して検証する。最終的には、MEMS技術を応用した超小型システムを提案する。

また、ステレオカメラによる3次元画像解析技術を用いて、ヒューマン・モニタリングシステムの構築を行う。

3. 研究の方法

緊張ストレス環境におけるタスク遂行中の生理的・心理的反応を計測・解析し、表情と心拍変動性指標や呼吸等の自律神経系の昂進状態を関連づけて、被験者のストレス状態を定量的に推定・評価することのできる「ヒューマン・モニタリングシステム」を構築する。本研究課題で行う項目は、以下の3つである。

(1) 緊張ストレス環境におけるタスク遂行中の生理的反応(表情、心電図、呼吸)を

計測・解析・評価する。自律神経系の交感神経と副交感神経の活動状況に着目し、心拍変動性指標の解析を行い、聞き取り/アンケート調査から得られた心理的なストレス負荷との関連を調べる。

(2) ストレス状態/リラックス状態を最もよく表現できる心拍変動性指標の変化を調べ、実船および実作業環境で指標の妥当性・有効性を明らかにする。呼吸は、副交感神経に支配される呼吸性の成分HFに影響を及ぼすので、計測を行うものである。

(3) 実船や実作業環境では、被験者が動き回るため、表情を計測し続けることは容易ではない。そこで、ネットワークカメラと赤外線センサーを組み合わせて、被験者の表情を追従することのできる「自律型表情モニタリングシステム」の構築を試みる。

(1) 緊張ストレス環境における生理的反応の計測・解析・評価

予備実験では、タスク遂行中の被験者の表情、心電図、呼吸を計測し、生理的反応の変化と聞き取り調査によって得られた心理的ストレス状態の程度および集中力の低下状態との関連を調べて「ヒューマン・モニタリングシステム」のモデルを作成する。生理的反応の解析には、研究代表者らが進めてきた方法を用いる。統計的に有意な結論を得るためにも、できるだけ多くの被験者の協力を得て、実験を行う。

(2) 実船および実作業環境における妥当性・有効性の評価

構築したヒューマン・モニタリングシステムの妥当性・有効性を明らかにするために、実船/操船シミュレータを用いて検証実験を行う。神戸大学海事科学部附属練習船『深江丸』の研究航海に参加し、乗組員の生理的反応の計測を行う。また、大阪府立大学の植物工場研究センターのユニバーサルデザイン室で身体障がい者の作業時の生理的反応の計測を実施する。

以上によって、緊張ストレス環境における人体の生理的状态を表情から推定・評価するための準備が整ったことになる。

(3) 自律型表情モニタリングシステムの構築

市販のネットワークカメラと赤外線センサー(Microsoft KINECT)を組み合わせて、自律型表情モニタリングシステムを構築し、神戸大学『深江丸』および大阪府立大学の植物工場研究センターにおいて実証実験を行う。

4. 研究成果

本研究では、非侵襲的な生理計測を実現することのできる表情と心電図、呼吸に着目し、ストレス状態を定量的に推定・評価することのできる「ヒューマン・モニタリングシステム」の構築を試みた。近年のMEMS

(Micro Electro Mechanical Systems) 技術によって生理計測装置の超小型化が実現し、被験者に与える負荷が極めて小さくなってきている。兵庫県立大学・大学院工学研究科前中一介教授の協力を得て、小型生理計測装置を研究開発することができた。また、心拍変動性指標の解析ソフトウェアを作成した。本装置を用いて、大阪府立大学・植物工場研究センターのユニバーサルデザイン室にて車いす使用者の心電図を計測して解析・評価した結果、体の動きによるノイズの影響は小さく、作成したソフトウェアによってノイズ除去ができることを確認することができた。また、神戸大学海事科学研究科の附属練習船「深江丸」の乗組員の協力を得て、一等航海士の実務作業中の心電図を計測して解析・評価した結果、心拍変動性指標から作業中の緊張状態やリラックス状態を推定することが可能であることを明らかにし、本システムの妥当性・有効性を確認した。

また、自律型表情モニタリングシステムの構築を試みた。本システムは、複数台のネットワークカメラと赤外線カメラ (Microsoft 社 KINECT センサー) から構成され、被験者の顔の3次元座標を認識してカメラの向きを追従させることができる。また、顔の表情を左右から撮影することでステレオ画像を得ることができ、後方のカメラからは周囲の状況を把握できるようにしている。本システムを用いて、大阪府立大学・植物工場研究センターのユニバーサルデザイン室にて車いす使用者の表情モニタリングを行い、その有効性を確認することができた。また、神戸大学海事科学研究科の附属練習船「深江丸」の乗組員の協力を得て、航海士の実務作業中の表情をモニタリングした結果、航海士が航海船橋の中を動き回っても表情を正しく追従できることを確認するとともに、実用可能性を実証することができた。



図は、自律型表情モニタリングシステムのアプリケーションウィンドウで、被験者を囲むように配置した3台のネットワークカメラのうち、画像処理によって背面と認識したカメラはズームアウトして周辺状況を録画するとともに、前面の2台は顔の表情をステレオ画像として撮影し、静止画 (JPEG) を設定された時間間隔で保存することができるようになっている。

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6件)

M.Arima, S.Kii, K.Murata: Development of an Autonomous Facial-expression Monitoring System for Safe Work Environments, Procs. of IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2013), CD-ROM, 査読あり, pp.3436-3440, (2013.10).

M.Arima, S.Kii: Development of an autonomous human monitoring system for preventative safety in sea transportation, Procs. of OMAE2013, OMAE2013-10504, 査読あり, pp.1-6, (2013.06).

M.Arima, R.Omoto, K.Higuchi, K.Maenaka: Development of a Human Monitoring System - Measurement and Analysis of ECG using Mini Electro Mechanical Systems-, Procs. of World Automation Congress (WAC 2012), CD-ROM, 査読あり, WAC2012 1569523923 pp.1-5, (2012.06).

[学会発表](計6件)

M.Arima, S.Kii, K.Murata: Development of an Autonomous Facial-expression Monitoring System for Safe Work Environments, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2013), 2013.10.16, 英国・マンチェスター.

M.Arima, S.Kii: Development of an autonomous human monitoring system for preventative safety in sea transportation, OMAE2013, 2013.06.13, フランス・ナント.

喜井翔太郎, 有馬正和: ヒューマン・モニタリングシステムの開発 自律型表情モニタリングシステムの構築, 平成24年度日本人間工学会関西支部大会, 2012.12.8, 大阪.

M.Arima, R.Omoto, K.Higuchi, K.Maenaka: Development of a Human Monitoring System - Measurement and Analysis of ECG using Mini Electro Mechanical Systems-, World Automation Congress (WAC 2012), 2012.06.27, メキシコ・プエルトバジャルタ.

大本涼子, 有馬正和, 樋口行平, 前中一介: ヒューマン・モニタリングシステムの開発 小型生態計測装置を用いた心電図の計測と解析 - , 平成 23 年度日本人間工学会関西支部大会 , 2011.12.11 , 神戸 .

有馬正和, 大本涼子: ヒューマン・モニタリングシステムの開発 in situ 型表情評価システムの構築 - , 平成 23 年度日本人間工学会関西支部大会 , 2011.12.11 , 神戸 .

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

有馬 正和 (ARIMA, Masakazu)

大阪府立大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号 : 7 0 2 6 4 8 0 1

(2) 研究協力者

前中 一介 (MAENAKA, Kazusuke)

兵庫県立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号 : 7 0 1 7 3 7 2 1