

氏 名	AHMAD KHUSHAIRY BIN MAKHTAR			
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)			
学 位 記 番 号	博 甲 第 8063 号			
学位授与年月日	平成 29 年 3 月 24 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科			
学位論文題目	Effects of Internal and External Factors on Driver's Mental Workload (ドライバのメンタルワークロードに対する内的および外的要因の影響)			
主 査	筑波大学 教授	博士 (工学)	伊藤 誠	
副 査	筑波大学 教授	博士 (工学)	遠藤 靖典	
副 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	西出 隆志	
副 査	筑波大学 教授	工学博士	工藤 博幸	
副 査	筑波大学 教授	Ph. D. (生体工学)	酒井 宏	

論 文 の 要 旨

自動車を運転中のドライバのメンタルワークロードが必要以上に高まってしまうと事故発生の可能性が高まることから、高ワークロード状態を検知することは重要な課題である。脈波を計測してメンタルワークロードを評価するアプローチは有望であると期待されており、本研究でもこれを利用している。

メンタルワークロードに影響を与える要因には様々な要因がありうるが、この研究においては、ドライバの認知的活動によるもの（内的要因）、外的環境によるもの（外的要因）、ドライバに帰属するが動的に変化しないもの（その他）に分け、主として内的・外的要因について、それぞれの要因とその組み合わせがメンタルワークロードにもたらす影響を詳細に分析している。

本論文では、第 1 章において研究の動機を説明し、2 章において関連研究のサーベイを行い、内的要因と外的要因の組み合わせの影響を分析する必要性を述べている。

第 3 章では、脈波を用いるアプローチによって、内的・外的要因の組み合わせによるメンタルワークロードへの影響を評価できることを確認するとともに、評価の精度を高めるための方法として標準化を採用する際に必要な時間長を明らかにするなどしている。

第 4 章では、外的要因を交通状況にのみ絞り、内的要因、具体的には認知的負荷を 3 段階に分け、外的要因との組合せがメンタルワークロードに与える影響を分析している。

第 5 章では、内的要因を 2 段階に区別するにとどめ、外的要因について、道路幅、道路形状などを考慮に入れ、内的・外的要因の組み合わせがメンタルワークロードに与える影響を分析している。

第 6 章において、全体を総括し、結論を述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

自動車運転中のメンタルワークロードをリアルタイムに評価するための手法の研究は数多く存在するが、実際には、断片的な分析にとどまっているものが多い。メンタルワークロードに影響を与える要因を内的・外的・その他に分類した場合、それぞれの組み合わせによって、どのような影響がもたらされるのかについては、意外にも統一的・総合的な分析例はほとんど見られない。

この研究では、定置型のドライビングシミュレータを用いた実験室実験ではあるものの、内的要因、外的要因を様々に組み合わせ、その結果としてメンタルワークロードに与える影響を詳細に分析している。データの分析に際しては、運転行動としての客観データ、ドライバの生理的反応（容積脈波(BVP)に基づく心拍数(HR)と心拍変動(HRV))、ならびに主観的評価について、それぞれ詳細に調べており、貴重なデータとなっている。実験参加者の数も多く、データと分析結果自体は信頼性の高いものであると言える。

また、メンタルワークロードの概念モデルに基づいて、認知的な負荷（影響をあたえるもと）の度合と、認知的な負担（結果としての影響）の度合との関係も調べている。従来のモデルでは、客観的・生理的にも好ましい状態（A 2）、客観的指標には影響はまだ見られないものの生理的には負担の高い状態（A 3）と、生理的反応だけではなく客観的指標にも悪影響が生じている状態（B）などを区別して考えていた。これに対し、本研究の結果に基づく、自動車の運転という文脈においては、客観的行動指標においてはかえって良い方向の変化であるかのようにみえる場合もあることなどが観察されている。メンタルワークロードの高い状態においてかえって客観指標がよい値を示す場合があることは以前からしばしば指摘されていたことではあるが、この研究では、その効果が顕著に、再現性高く認められている。このことから、客観指標の解釈は注意深く行う必要があることが示唆され、学術的にも意義深い結果である。

また、リアルタイムにメンタルワークロードを評価するために、生理指標がどのような値を示した時にどの状態に対応するか（A 2, A 3, B など）について、部分的にはあるが対応関係を示せている。これは工学的な応用が期待される知見である。

全体として、個々の分析に埋没しがちで論文全体を通して何が明らかになったかについての考察をより深めることができればより良い論文になったと考えられるが、博士の学位にふさわしい量と質の成果を得られたと認めることができる。

【最終試験の結果】

平成 29 年 2 月 10 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。この結果とリスク工学専攻における達成度評価による結果に基づき、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。