

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 (2053) 号
------	----------------

氏 名 LE ANH SON

論 文 題 目

Model-based approach for the estimation of drivers' mental workload with involuntary reflex eye movement
(モデルベースアプローチによる不随意性眼球運動を用いたドライバの心理負荷推定手法に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	鈴木 達也
委員	名古屋大学	教授	宇野 洋二
委員	名古屋大学	准教授	稲垣 伸吉
委員	立命館大学	教授	和田 隆広
委員	名古屋大学	特任教授	青木 宏文

論文審査の結果の要旨

LE ANH SON君提出の論文「Model-based approach for the estimation of drivers' mental workload with involuntary reflex eye movement (モデルベースアプローチによる不随意性眼球運動を用いたドライバの心理負荷推定手法に関する研究)」は、不随意性眼球運動の制御モデルを用いてドライバの認知負荷状態の推定手法に関する枠組みを提案している。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景となるドライバの認知負荷等によるヒューマンエラーが交通事故の主要因であり、その解決の社会的重要性を指摘した上で、ドライバの認知負荷を推定するこれまでの様々な研究の比較から不随意性眼球運動を用いた手法の優位性および課題を見出し、本学位の目的と研究の方向性が述べられている。

第2章では、不随意性眼球運動を用いたドライバの状態推定を扱う上で必要な眼球および様々な眼球運動に関する生理学的な基礎知見を整理している。

第3章では、不随意性眼球運動において本研究で用いる前庭動眼反射 (Vestibulo-Ocular Reflex : VOR) および視運動性反射 (Optokinetic Response : OKR) の生理学的制御モデルに着目し、ドライバが通常状態において内部パラメータを同定した制御モデルの出力値である眼球位置 (角度) と、現在のドライバの眼球位置を比較するモデルベースアプローチによってドライバの認知負荷推定を行う手法を論じ、実車でその手法を用いる際にVORのモデル化精度向上と、VORとOKRを組み合わせることの必要性を述べた。

第4章では、VORの内部パラメータを同定する際に用いられる遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) に関して、従来のすべてのパラメータを一度に同定する手法と比較し、VORモデルの構成に従い、中枢神経系 (小脳) の耳石と三半規管の相互作用を模したモデル上段部分のパラメータと、モデル下段の前庭神経核部分のパラメータを段階的に同定することと、実験結果から各パラメータの探索範囲を精緻化することで、探索時間を短縮しつつパラメータ同定精度を向上できることを示した。

第5章では、実際の走行場面に生じる背景の流れ (光学的流動 ; Optic Flow) が眼球に及ぼす影響を考慮するうえで、従来のVORに加えてOKRをモデルに組み込む新手法を示した。新手法の有効性を確認するため、ドライビングシミュレータを用いて背景の環境要素 (街路樹) の有無におけるモデルからの推定値と実際の眼球位置の比較を行った。新手法はVORモデルのみに比べてモデル化誤差が小さく、新手法の有効性が確認された。

第6章では、VORとOKRを組み合わせた新手法を用いて、1) 実際の運転状況で生じる視線移動 (随意性運動) の影響、2) 背景の流れがある実際を模擬した走行時の認知負荷推定、3) 高齢群と非高齢群、の条件においてドライビングシミュレータ実験を行い、いずれの場合も認知負荷状態が不随意性の眼球運動から推定できること、非高齢群に比べ高齢群は認知負荷時のモデル化誤差が大きくなる傾向があることを示した。

第7章では、不随意性眼球運動を用いた認知負荷推定手法を実際の車両実験で示した。助手席、運転席のいずれの場合もドライバの認知負荷時にモデル化誤差が大きくなり、本手法は実車環境でも適用可能であることを示した。

第8章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文は、これまで困難とされてきた不随意性眼球運動を用いたドライバの認知負荷推定に関して、パラメータ同定の精緻化手法や、VORに加えOKRを用いた新たなモデルを開発し、ドライビングシミュレータだけでなく実車環境でも新手法の有効性を示すなど、手法の実用化に向け多くの重要な成果が述べられていることから工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるLE ANH SON君は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格があると判断した。