

自動車遠隔運転時の通信遅延に着目した生体信号解析によるオペレータの精神負荷評価指標の提案

早苗 昭尚 指導教員：小栗 宏次

1 はじめに

自動運転が困難なラストワンマイル走行や交通事故などの予期せぬ障害に対する対応として、遠隔地から監視をしているオペレータがシステムの代わりに車の操縦を行う「遠隔運転技術」が注目されており、2017年には警察庁より遠隔操作型自動運転における公道実証実験についての取り決め [1] が作成され、最近では公道での遠隔運転実験が行われている。操舵や追従性能といった操作性から遠隔運転システムを評価した研究も多く存在する。しかし、通信遅延によって発生する映像と操作のずれがもたらすと考えられるオペレータの不快感、ストレスといった精神的な負荷の観点からの評価は十分に行われていない。

そこで、本研究では自動車の遠隔運転の際に発生する遅延に着目してオペレータの精神的な負荷の有効な評価方法を確立することを目的とした。

2 オペレータの精神負荷評価指標

2.1 視線

遅延を付加した場合には、ステアリングを伴う操作を行う際に、同一車線内を走行することが難しくなるといった影響が現れる。そのため、道路端に注意が向くために、遅延がない場合と比較して周辺視野への視線移動が少なくなるのではないかと考えた。そこで、視線の横方向移動に対して高速フーリエ変換を行い、0~5Hzを低周波数成分として算出する。

また、視線の分布領域について、一般的に安定的な運転をしている際には道路の先の方を見て運転することが知られているが、近くに存在する物体への接近に注意が向き、視線の分布が下となると考えた。そこで、遅延のない場合の運転の縦方向視線座標の中央値を基準としてその基準値よりも視線が低くなった割合を算出する。

2.2 心拍変動

心拍変動は自律神経と関わりがあるとされており、ドライバーの精神負荷の評価や認知を伴う作業に対する精神負荷の評価など様々な分野で広く用いられている。

遠隔運転では遅延により操作と映像がずれが発生することで、オペレータが不快感やストレスを感じるにより自律神経指標に影響が表れると考え自律神経指標を算出する。

3 提案指標の検証実験

ドライビングシミュレータを用いて20代の男女計5名を被験者として、遠隔運転の模擬実験を行った。図1に示すようにディスプレイとコントローラーを配置し、心電図と視線の計測、被験者の前方と横方向から実験中の動画の撮影、およびシミュレータ上で遠隔操作ログデータを記録した。被験者はシミュレータの走行に慣れるためにテスト走行を行い、その後主観アンケートを行い、レストの後に、4通りの遅延時間をランダムな順番で付加したタスクを行った。

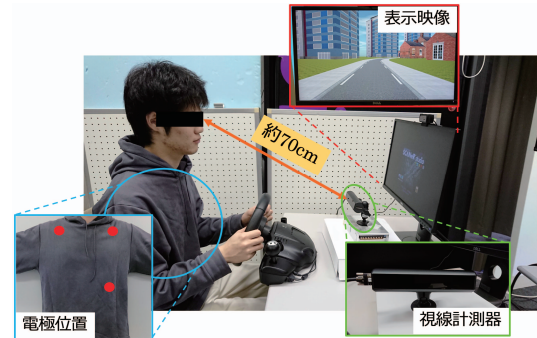


図1: 実験時の様子

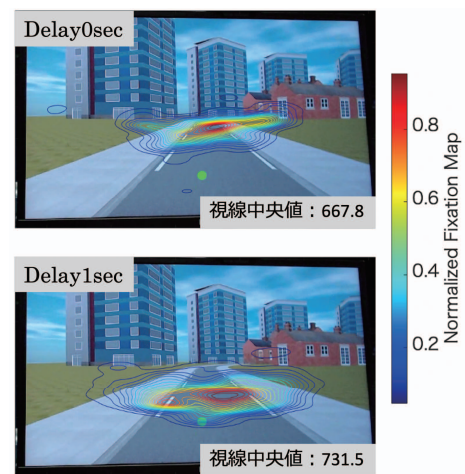


図2: 視線を用いた FixationMap

解析の結果、心拍変動の特徴量には被験者間で共通する傾向は見られなかった。視線の指標について、遅延時間 0, 0.5, 1 (sec) において、ある被験者では視線の横方向周波数の低周波成分が 3.9, 5, 5.4 と増加し、視線の基準値下分布割合は、0.5, 0.75, 0.78 と視線分布が下になるという傾向が他の被験者も同様に分られた。また、例として図2に1人の被験者の解析対象区間における、遅延0秒と遅延1秒の場合の FixationMap を用いた視線分布と視線の中央値を示す。この図からも画面下方向を正として視線が下がり、最も赤くなる地点が道路上手前側にあることが確認できる。

4 おわりに

遠隔運転のオペレータの精神負荷評価を目的に心拍変動と視線を用いた評価指標を提案した。その結果、視線の指標において遅延の影響が現れることが示唆された。今後の課題として、より短い遅延の影響を捉えられる指標の検討、今回は変化が見られなかった心拍変動の時系列変化の分析があげられる。

参考文献

- [1] 警察庁, “遠隔型自動運転システムの公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準”, 2017