

令和 2 年 7 月 15 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16101

研究課題名（和文）交差点での運転者の姿勢に着目した注意散漫状態推定システムの構築

研究課題名（英文）Construction of Distraction State Estimation System focusing on Driver's Posture at Intersection

研究代表者

伊藤 桃代（ITO, Momoyo）

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部（理工学域）・講師

研究者番号：40581153

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、研究期間全体を通じ安全確認行動のドライバごとの定量化とその一般化、および注意散漫の推定手法について検討を加え、交差点における安全確認行動を用いたドライバの状態推定についての有用性を明らかとした。特に、リカレントSOMを用いた頭部姿勢の分類法および定量化手法について、重点的に検討し、個人差が存在する場合でも安全確認行動区間の抽出の可能性を明らかとした。さらに、運転行動を用いた注意散漫状態の推定手法についても検討し、その有用性を明らかとした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

眠気や脇見を扱う研究は数多く存在するが、交差点内での安全確認動作を扱い、その時間的な変化を解析して注意散漫状態を検出するという点が新規性を有しており本研究の特色である。また、リカレントSOMにより頭部姿勢の時間的な変化をカテゴライズし、さらにその結果をドライバ特性と併せて用いることを想定していることで個人に合わせた注意散漫状態の推定が可能となる。本研究の成果を用いて交差点における注意散漫状態の推定につなげることが可能となり、日本における交通事故予防のための一助となることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, the safety confirmation behavior quantification and generalization for each driver, and examination of estimation method for driver's distraction state were carried out. As the results of these examination, the usefulness of the driver's state estimation using the safety confirmation behavior at intersections were showed. In particular, this study focused on the classification and quantification method of head posture using recurrent SOM, and clarified the possibility of extracting the safety confirmation behavior period even if there were individual differences. Furthermore, the method of estimating distraction state using driving behavior was also investigated and clarified the usefulness.

研究分野：ヒューマンインタフェース・インタラクション

キーワード：安全運転支援 ドライビングシミュレータ 安全確認行動 視線 心拍

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

本研究では、自動車事故の予防安全の立場から、ドライバの交差点における安全確認行動を解析対象とし、交通死亡事故につながる注意散漫な状態の推定を目指す。

近年、日本における交通事故の発生件数は減少傾向にあるものの、依然として多くの人命が失われている。特に、ドライバの過失から歩行者を巻き込む事故が多発している。このような状況を解決するために、交通事故の発生件数をさらに減らすことが急務と考えられる。

最近では画像やレーダを使用して自動車の外部の情報を取得し、車両や歩行者を検知することで衝突を防ぐ技術が開発され、既に日本の車両でも販売されている。また、Google Car などにも代表されるように、世界的にも自動運転の実現に向けて精力的に取り組まれている。しかしながら、衝突を防ぐための技術はそれ自体が事故を起こしてしまう状況を回避するものではなく、自動運転についても、法整備も含め全てを自動化することの困難さから、近年ではドライバの高度な支援との併用が求められている。このことから、ドライバの状態推定を行い、この先事故を起こす可能性があるかどうかを検出する必要性の高いことがわかる。

交通事故の発生場所としては、交差点内や交差点付近が多くを占めている。特に日本においては、見通しの悪い信号機のない交差点が多く、そのような交差点では一時停止後に安全確認行動が行われる。このような交差点において、ドライバ個人ごとの安全確認行動の特徴を抽出し、学習させることで、これまでに無い注意散漫状態の推定モデルを構築可能であると考えた。

### 2. 研究の目的

本研究では、自動車事故の予防安全を目指し、交差点での安全確認行動中のドライバの頭部姿勢の時間的な変化を解析することで、交通事故の主要因であるドライバの注意散漫状態推定システムを構築することを目的とする。

本研究の目的が達成された場合、ドライバに注意喚起を行うことで交通事故を未然に防ぐシステムの構築が可能となる。これまでに、目の開閉から眠気を、顔向きの変化から脇見を検出する技術は実用化にも至っている。しかし、注意散漫状態は目の開閉や顔向きがどの程度動いたら、といった変化からは推定できていないことより、別の推定手法が求められる。

本研究での具体的な検討内容としては、ドライバごとの安全確認行動の時系列変化を捉えるために、リカレント SOM (Self-Organizing Maps: 自己組織化マップ) を用いた危険運転予測モデルの構築のための特徴抽出に焦点を当てた検討を行う。その際、個人ごとの運転行動特性についても考慮する。また、注意散漫時の運転行動の変化を捉える手法として、GGM (Graphical Gaussian Model: グラフィカルガウシアンモデル) による解析についても検討を加える。さらに、交差点におけるドライバの心拍数と視線の変化に着目し、ドライバ状態の識別を実施する。

### 3. 研究の方法

本研究では、以下の4点について検討を加える。

(1) ドライビングシミュレータ環境下での走行実験により得られたデータを用いて解析を行う。特に、見通しの悪い無信号交差点を対象とし、交差点における安全確認行動を構成する個人ごとの頭部姿勢の定量化手法について、時間変化を考慮したカテゴリサイズの可能なリカレント SOM を用い検討を加える。具体的にはドライビングシミュレータ環境において自転車の飛び出しイベントをヒヤリハットとして定義し、ヒヤリハットに遭遇しなかった場合(以下、非遭遇時と表記する)と遭遇した場合(以下、遭遇時と表記する)の安全確認行動時の頭部姿勢カテゴリサイズについて解析する。

(2) リカレント SOM を用い、安全確認行動の時間変化の分析、およびその結果を踏まえたドライバ状態の差異に基づく定量評価を実施する。まず、リカレント SOM における過去データの参照時間(フレーム数)を検討するため、安全確認行動区間について、ドライビングシミュレータの走行実験により得られたデータを用い、集中状態と注意散漫状態について分析する。

また、リカレント SOM の分類結果に対し、今回対象とする集中状態と注意散漫状態とのクラスタ境界を設定するため、データ密度ヒストグラムを用いて解析する。

さらに、個人差と環境変化を考慮したドライバモデルの構築のために、安全確認行動の時系列変化に対する状態推定モデルの適用について検討する。当初予定していたベイジアンネットワークの適用を変更し、安全確認行動時の複数の観測データの関係性に注目することで注意散漫状態の検出(異常検出)が可能であると考え、GGM を用い、状態推定モデルの構築について検討する。具体的には、交差点における運転行動を対象とし、実験対象データのパラメータ同士の相関行列グラフを GGM によってエッジ除去を行うことで運転行動の疎構造モデルを生成する。

(3) ドライバの安全確認行動区間における心拍情報、および視線追跡装置により取得された視線情報を用いた注意散漫状態の識別について検討を加える。具体的には、被験者6名を対象とし、暗算タスクを課した状態での運転を注意散漫状態、暗算タスクを課さない状態での運転を集中状態として定義して、SVM(サポートベクターマシン)による学習(モデル化)と識別を実施する。識別については、leave-one-out 交差検証法によって実施する。実験時の SVM について、カーネルは RBF カーネルを用い、ハイパーパラメータは試行錯誤的に決定する。

(4) 実車走行時のドライバの動画に対し、リカレント SOM による頭部姿勢の時系列変化解析を実施し、被験者が異なる場合の差異について分析する。実車走行データに含まれる無信号交差点での安全確認行動を対象とし、被験者 2 名についてリカレント SOM によるカテゴライズ結果の概形に着目して分析する。

#### 4. 研究成果

(1) 解析の結果、非遭遇時と遭遇時で同一交差点における頭部姿勢の時間変化の概形が類似する傾向が確認できた。交差点が同一である場合、安全確認行動に共通のパターンが存在する可能性が示された。このことから、個別の交差点に依存する確認行動の存在が示唆された。一方で、ヒヤリハットに対する注意の配分により、頭部姿勢のカテゴリの突発的な変化の存在することが分かった。以上の結果より、リカレント SOM を用いる事で、確認行動の差異に起因する姿勢の変化を分類できる可能性が示された。ヒヤリハット非遭遇時と遭遇時の差異については、グラフの詳細な変化を分析する必要性も確認された。

(2) 解析の結果、集中状態と注意散漫状態では安全確認行動に明確なタイミングの違いのあることが確認できた。また、この差異をリカレント SOM で学習・分類できる可能性が示唆され、集中状態と注意散漫状態の識別境界を設定できる可能性を明らかとした。

また、GGM による解析の結果、集中状態と注意散漫状態では協調動作にずれが生じることが明らかとなった。この結果より、GGM を用いることで運転行動から注意散漫状態が検出できる可能性が示唆された。

(3) SVM による識別の結果、88.9%の識別精度となった。この結果より、入力データである心拍情報と視線情報の有用性が明らかとなった。さらに今回実験で対象とした全ての被験者の行動において同様の傾向が存在することを示唆している。一方、被験者ごとの行動パターンについても検討すべきと考えられる。また、本実験では一時停止から右折完了までの区間を対象としたが、左折や交差点が異なる場合についても検討する必要があると考えられる。

(4) リカレント SOM によるカテゴライズ結果において、カテゴリ形成後のグラフ概形に被験者ごとの差異が存在するものの、被験者が異なる場合でも安全確認行動区間を定義できる可能性が示唆された。グラフ概形個人差については、被験者ごとに傾向の存在する可能性が明らかとなった。このことは、ドライバが異なる場合でも本研究で提案する安全確認行動に着目した注意散漫状態の検出法が適用できることを意味していると考えられる。また、個人モデルを構築できれば精度の高い状態推定につながることを期待できる。

本研究では、研究期間全体を通じ安全確認行動のドライバごとの定量化とその一般化、および注意散漫の推定手法について検討を加え、交差点における安全確認行動を用いたドライバの状態推定についての有用性を明らかとした。当初予定では、ベイジアンネットワークを用いた状態推定を実施する予定であったが、他手法での状態推定について検討を加え、その有用性を示した。特に、交通イベントに起因する運転行動の変化をとらえる可能性を示した点は、今後運転中の交通シーンの意味理解と併せて利用することで、高精度なドライバの状態推定などに利用できると考えられる。今後は、本研究で得られた成果を発展させ、ドライバ特性に合わせた状態推定につなげたいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Shunsuke Takata, Momoyo Ito, Kazuhito Sato, Shin-ichi Ito and Minoru Fukumi
2. 発表標題 Evaluation of Driver Behavior Quantification using RSOM for Driver State Estimation
3. 学会等名 2017 Taiwan and Japan Conference on Circuits and Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Momoyo Ito, Kazuhito Sato, Shin-ichi Ito and Minoru Fukumi
2. 発表標題 A Proposal of Suitable Driving Behavior Model Selection according to Driving Scene
3. 学会等名 2017 Taiwan and Japan Conference on Circuits and Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹安 このみ, 伊藤 桃代, 佐藤 和人, 伊藤 伸一, 福見 稔
2. 発表標題 運転行動の変化に基づく注意散漫状態の検出 -GGMを用いた運転行動モデル化の検討-
3. 学会等名 HCGシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阪部 禎幸, 伊藤 桃代, 佐藤 和人, 伊藤 伸一, 福見 稔
2. 発表標題 スパース構造学習を用いた運転情報による漫然状態の分析 -視認性の差異に基づく考察-
3. 学会等名 HCGシンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沢田石真史, 佐藤和人, 伊藤桃代, 間所洋和, 門脇さくら
2. 発表標題 身体情報に着目したDMT(Driver Monitoring Tool)の試作
3. 学会等名 自動車技術会2016年春季大会学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 海野翔平, 佐藤和人, 伊藤桃代, 間所洋和, 門脇さくら
2. 発表標題 リカレントSOMを用いた運転シーンの分類
3. 学会等名 自動車技術会2016年春季大会学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Shunsuke Takata, Momoyo Ito, Shin-ichi Ito and Minoru Fukumi
2. 発表標題 A Basic Study for Driver State Estimation Based on Time Series Data Analysis
3. 学会等名 The International Conference on Electrical Engineering 2016 (ICEE2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤 桃代, 佐藤 和人, 伊藤 伸一, 福見 稔
2. 発表標題 ドライバの姿勢変化に着目した安全確認行動の解析
3. 学会等名 日本機械学会 第25回交通・物流部門大会 (TRANSLOG2016)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----