

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K13237

研究課題名（和文）拡張現実感（VR）が拓く没入型運転者危険予測教育システム

研究課題名（英文）Virtual-Reality-Based Educational System for Risk Prediction Training

研究代表者

張 興国（Zhang, Xingguo）

東京農工大学・工学（系）研究科（研究院）・特任助教

研究者番号：60780492

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：運転者の危険予測能力を高めることにより、事故の防止が可能であると考えられる。現存する教育システムでは、臨場感が低く、使用者の自主性も低い。本研究では、この問題を解決するために、全方位映像とヘッドマウントディスプレイ、入力用の小型端末を用いた新たな教育システムを提案する。このシステムでは、実際の運転時のような感覚で使用することができ、なおかつ自主的に危険場面を探索することが可能である。また、本システムを用いた訓練効果に対する検証実験を行ったところ、使用者の危険予測能力の向上が確認できた。本システムの活用で運転者の危険予測能力が向上し、交通事故の低減に繋がることが期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題は、従来に開発した運転者教育システムの臨場感やインタラクティブが不足などの欠点を解決するため、360度全方位カメラで収集した道路映像とVRゴーグルを組み合わせ、実際の運転に近い道路危険場面を予測する運転者教育システムの開発を行った。運転者は自動車事故発生状況をVRで疑似体験し、その危険性を、あたかも自身の体験のように感じることで、交通安全の理解促進につながる取り組みである。また、インターネット接続環境とモバイル端末、ヘッドマウントディスプレイ等があれば、どこでも交通安全教育の体験が可能であり、交通安全教育にかかる運用負担の軽減も期待できる。

研究成果の概要（英文）：Improving drivers' risk prediction ability is an effective way to reduce the probability of traffic accident risk. In this report, an innovative interactive educational system is proposed for risk prediction training with consideration of human machine interaction issues. Firstly, the system provides a highly realistic driving experience to the users based on the Virtual Reality (VR) technology. In the nearly actual driving scene, users are expected to find out the most dangerous potential areas in different traffic scenarios. The education process adopts human machine interaction methodology. According to the estimation, educational system outputs "machine intension" to users to help them on risk prediction training. Quantitative and personalized evaluation on the user's safety awareness are provided. Furthermore, personalized advises on how to improve risk prediction are also given.

研究分野：機械システム工学

キーワード：仮想現実 教育システム 安全運転 全方位映像

## 1. 研究開始当初の背景

交通事故が起こる要因として、運転者の危険要因に対する認知ミスが最も多く、全体の約7割を占めている。特に安全不確認と、車両や歩行者を認知していたものの動きを注視していなかったことが要因である動静不注意は、運転者の危険箇所を予測かつ把握する能力の欠如に起因している。また、危険を予測していない状態の危険に対する反応時間は約1.5秒かかり、危険をある程度予測している状態の反応時間に比べて、約2倍の時間がかかることが明らかになっている。危険な運転行動の習慣化も交通事故のリスクを高めると考えられており、この運転行動を改める必要があると考えられる。このことから、危険知覚の訓練を行うことによって運転者が危険を発見する能力が高められることが明らかになっており、運転者の危険予測能力を高めることによって事故を防止することが可能であると考えられる。

交通安全協会、学校等は、交通事故防止に向けて、交通安全教育を積極的に展開しているが、事故の疑似体験を行うような体験・参加型の教育を実施する場合、場所の確保や当日の天候、体験者の積極性に課題があり、手軽に訓練ができないという問題もある。

(株)HONDAはアニメーションの動画を用い交通場面を再現し、危険予測訓練システム「Honda 動画 KYT」を開発している。しかし、「Honda 動画 KYT」の画面表示は実写映像ではないため、実際の運転において対象物の動きや背景が連続的に変化する点を完全に再現することが難しく、認知能力の測定および訓練において必要な現実感に欠ける。

したがって、臨場感が高い、誰でも気軽に利用でき、実際の運転状況において危険予測能力を測定および訓練できるシステムが必要と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究課題は、従来に開発した運転者教育システムの臨場感やインタラクティブが不足などの欠点を解決するため、360度全方位カメラで収集した道路映像とVRゴーグルを組み合わせ、実際の運転に近い道路危険場面を予測する運転者教育システムの開発を行う。さらに、開発した教育システムを用い、体験者の反応時間と危険場面に対する認知行動を分析し、より高い訓練効果が得られる手法について検討する。

## 3. 研究の方法

本研究での目的を達成するため、以下の点について研究を行った。

### 1) VRゴーグルによる運転者危険予測教育システムの開発

本システムには、全方位映像をユーザに提示する為に、「Oculus Quest 2」と呼ばれるヘッドマウントディスプレイを用いている。2次元映像としてディスプレイ上に表示していた映像を360度映像としてヘッドマウントディスプレイ上に表示させることで、アニメーションや平面のモニター上に表示される映像よりも没入感のある映像提示が可能である。また、ヘッドマウントディスプレイを用いることで上下左右に首を動かして危険箇所を探索することができるため、実際の運転時のような感覚で訓練を行うことができる。

提示する映像には、GoPro Fusionと呼ばれる360度カメラを運転席に設置して撮影した全方位映像を用いる。カメラの設置には、自動車内にモニターなどを設置する用途を目的に提供されているスタンドQBF19を用いた。このスタンドにカメラを取り付け、運転者の目線に等しく、かつ運転に支障がない程度に運転者の左目に近い位置にカメラを固定して撮影する。

運転者危険予測教育システムの開発はゲームエンジンソフトウェアのUnityを利用した。システムには360度カメラから取得した全方位映像をヘッドマウントディスプレイを通して投影し、危険箇所が存在すると思われる場面で映像を小型端末によってユーザ自身に停止させてもらう。その後、その場面にある危険箇所を選択してもらい、危険であるか否かを判別した情報をユーザに提示するものである。加えて、危険に対する反応時間を同時に計測し、その結果をグラフ化してユーザに提示する機能も導入した。

### 2) 運転者の危険場面に対する認知傾向を計測・分析

認知特性の計測実験では、開発した運転者教育システムを用い、車載カメラ映像を提示した際の歩行者の反応時間を計測する。反応時間とは、映像中に危険源が出現してから、被験者が危険源を発見する(ボタンを押す)までの時間とする。これらの計測を、走行環境、時間帯、気象条件の異なる条件の映像に対し実施する。計測結果をもとに、各条件における平均反応時間について傾向を分析する。また、仮想のレーザーポインターの動作を体験者の視界として追跡及び分析することで、周囲の状況に気を配れているか、安全確認を正しく行っているかなども計測する。

本システムで訓練効果を検証する際に、複数の要因と、その総合的な評価を行う必要があると考えられる。そのため、危険に対する反応時間、危険箇所を探索する時間、最も危険である箇所を選択するまでにクリックした危険箇所の個数を、点数として換算し、それぞれの点数とその合計値で評価する。点数は各要因30点満点とし、3つの要因による合計値を90点満点とする。

### 3) 分析結果に基づく認知特性の向上への訓練効果の検証

運転者の認知行動を分析した結果をもとに、複数の映像をまとめた映像シナリオを用意する。検証実験の計測内容は平均反応時間とし、同じ映像シナリオに対して複数回計測を繰り返した後、さらに提示される異なる映像シナリオに対しても同様に実施する。計測結果を最初の計測結果と比較し、平均反応時間に有意差が見られるかを検証する。

## 4. 研究成果

### 1) 実写の360度運転映像の収集と運転者教育システムの開発を行った

全方位映像収集には、360度カメラ「GoPro Fusion」を用い、運転者の左目に近い位置にカメラを固定して撮影する。走行環境(交差点、高速道路、山道、バス停留場付近、横断歩道など)、時間帯(日中、薄暮、夜間など)、気象条件(晴天、霧、降雨、降雪、積雪など)などの条件に応じて分類された。合計で231件のデータを収集された。

また、映像収集段階では、衝突事故、交通違反など危険度が高い場面を表現することが難しいので、本研究では、事故発生する直前の映像に対しUnityエンジンをを使い、3DCG技術で作成した仮想的な立体対象物を実写の360度運転映像に追加処理を行った。この技術により、出会い頭の事故(信号のない交差点)、交差点における自動車の左折巻き込み事故、路側帯から車道への進出事故などの危険場面を手軽かつ安価的に再現できた。

開発された運転者教育システムの動作手順として、まずメニュー画面が表示され、5つの交通場面が含まれるセットのうち、1つのセットを選択する。セットを選択すると、1つ目の映像が再生される。ユーザは、図1のように危険箇所が存在する場面であると思われるタイミングで端末のボタンを押し、動画を停止させる。危険箇所が存在しない場面であれば再度最初から動画が再生され、危険箇所が存在する場面であれば危険箇所をクリックする動作に移る。1つの場面に危険箇所を3つ提示しており、1つは最も危険である箇所、残り2つは実際の危険箇所よりも危険度が低い箇所としている。危険度が低い箇所をクリックした場合には、再度最初から映像が再生されるようになっており、最も危険である箇所をクリックした場合には、図2のようにHMDに危険な要因の対象物を映像として見せ、解説文を添えてユーザに提示し、次の交通場面に移る。また、本システムでは、危険箇所に対する反応時間を計測するシステムを実装しており、危険場面を発見して映像を一時停止させた際に、反応時間の計測も同時におこなっている。これにより、ユーザの訓練効果の把握と、ユーザ自身が危険に対する反応の評価が可能である。

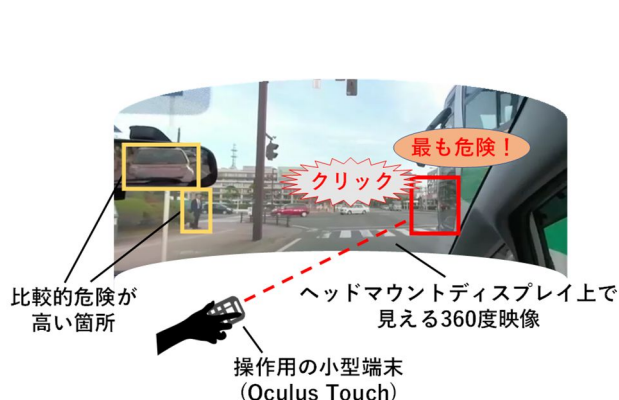


図1 システムの操作例



図2 解説画面の例

### 2) 運転者の危険場面に対する認知傾向を計測・分析及び訓練効果の検証を行った

開発した運転者教育システムを利用し、運転者の認知特性の計測・分析、及び訓練効果の検証実験を中心に実行した。実験は、危険箇所をクリックするための仮想物体を配置した異なる交通場面を24つ提示して行う。交通に関する危険予測は、運転者自身の判断に基づく運転行動と、他者の予想外の動作を結び付けて危険要因と定めているため、場面設定には、被験者にとって予想外となり得る危険の存在がある可能性の高い場面を設定して、運転者の反応時間を計測する。反応時間とは、映像中に危険源が出現してから、被験者が危険源を発見するまでの時間とする。これらの計測を、走行環境、時間帯、気象条件の異なる条件の映像に対し実施した。

計測結果をもとに、各条件における平均反応時間について傾向を分析した結果、従来の運転者危険予測教育システムより、本システムを利用する際、被験者の臨場感と自主性を高めて効率的に訓練を行うことが可能となった。さらに、被験者が危険である箇所を予測する能力が高まり、素早く的確に危険箇所を予測することができたことが明らかになった。また、本システムでの訓練を重ねることにより、効果が向上していくことが確認された。そこで、本システムの活用で運転者の危険予測能力が向上し、交通事故の低減に繋がることが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件(うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件)

1. 著者名 Hiroto Suto, Xingguo Zhang, Xun Shen, Pongsathorn Raksincharoensak, Norimichi Tsumura	4. 巻 8
2. 論文標題 Virtual-Reality-Based Training System for the Improvement of the Driver's Ability to Predict Dangers in Driving Situations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. of Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 8-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17265/2328-2223/2020.01.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Hiroto Suto, Xingguo Zhang, Xun Shen, Pongsathorn Raksincharoensak and Norimichi Tsumura
2. 発表標題 Development and Evaluation of Immersive Educational System to Improve Driver's Risk Prediction Ability in Traffic Accident Situation
3. 学会等名 Electronic Imaging : The Engineering Reality of Virtual Reality (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 須藤寛斗, 張興国, 陳国躍, 猿田和樹, 寺田裕樹
2. 発表標題 没入型運転者危険予測教育システムの開発
3. 学会等名 コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM)
4. 発表年 2019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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------