

令和元年6月18日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01081

研究課題名(和文) タッチパネル式運転者教育システムと歩行者認知能力の向上

研究課題名(英文) Development of Touch Panel Driver Education System and Pedestrian Recognition Ability

研究代表者

猿田 和樹 (Saruta, Kazuki)

秋田県立大学・システム科学技術学部・准教授

研究者番号：80282193

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、ドライバーの認知能力を高めることで交通事故の低減に寄与することを目的に、タッチパネル式ディスプレイに車載カメラ映像を提示し、映像中の歩行者を認知するまでの注視行動を計測・分析するシステムを構築した。提案システムを用いた訓練により、映像中の歩行者に対する認知時間が有意に短縮するとともに、市街地の実走行時における歩行者や自動車に対する注視の割合が高まることを明らかにした。また、視線計測と画像認識の組み合わせにより注視対象物を自動判定する仕組みを構築し、ドライバー間・コース間の傾向の違いを分析できた。さらに、ドライバーの注視行動レベルの判定手法を提案し、その有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題において、提案システムを用いた訓練により映像中の歩行者に対する認知時間が有意に短縮すること、また、実走行時のドライバーの注視行動に改善にも認められたという成果が得られたことは、提案システムがドライバーの認知能力の向上に有効であるだけでなく、交通事故予防に有効な新たな運転者教育システムを示すことができたといえる。また、視線計測技術と画像認識技術の組み合わせにより注視対象物を判定する仕組みを構築できた点、ドライブレコーダー等の車載カメラ映像の有効な活用事例を示すことができた点において、学術的・社会的意義の大きい成果が得られたといえる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research subject is to contribute to the reduction of traffic accidents by enhancing the driver's cognitive ability. In this research, we presented a car-mounted camera image on a touch panel display, and built a system that measures and analyzes the gaze behavior until the pedestrian in the image is recognized. It was also revealed that the training using the proposed system significantly reduced the recognition time for pedestrians in the video and also increased the rate of gaze for pedestrians and cars when driving in urban areas. In addition, we constructed a mechanism to automatically determine the target object of gaze by combining gaze measurement and image recognition, and analyzed the difference in tendency among drivers and between courses. Furthermore, we propose a method to judge the driver's gaze behavior level and show its effectiveness.

研究分野：画像認識

キーワード：運転者教育 認知能力 車載カメラ映像 視線計測 画像認識 タッチパネル

1. 研究開始当初の背景

人間は自動車を運転する際、認知、判断および操作の3つの行動を繰り返している。認知とは前方車両や歩行者、信号機など運転に必要な対象を見ることを指している。(財)交通事故総合分析センターの調査によると、交通事故の原因のうち、運転者の認知ミスによるものが約6割を占めており、交通事故の防止には運転者の行動のうち、認知が最も重要といえる。また、警察庁の交通事故発生状況の統計データによると、平成25年中の交通事故のうち、状態別死者数をみると歩行者が約4割を占める。したがって、交通事故の防止には運転者の歩行者に対する認知能力を向上させることが有効と考えられる。

認知能力を向上させるために、まずは運転者の認知能力を正しく測定することが必要である。現在、高齢者講習や更新時講習において、認知能力を測定するためにCRT運転適性検査が行われている。CRT運転適性検査器は簡易的なブレーキやアクセル、ハンドルを有しており、画面上に表示されるマークの色にしたがってペダルやハンドルを操作し、運転能力を評価する。しかし、画面表示は実写映像ではないため、実際の運転状況における認知能力の測定とは異なる可能性がある。また、CRT運転適性検査は検査器自体がやや大がかりで手軽に測定ができないという問題もある。したがって、小型で誰でも気軽に利用でき、実際の運転状況において歩行者に対する認知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。

そこで申請者らは、連続再生する実写映像を用いた運転者教育システムの開発を行ってきた。タッチパネル式ディスプレイを搭載したタブレットPC上で、連続再生される車載カメラ映像に対し、歩行者と認めた際に画面上をタッチし、歩行者出現からの反応時間、歩行者までの距離、車両速度を計測するものである。実験により一定の訓練効果が得られたことは評価されているものの、距離や速度の精度、歩行者発見に至るまでの運転者の視線、効果的な訓練方法などについて詳細な検討はなされていない。これらの点が改善されれば、より正確な計測を可能とし、運転者の認知能力向上に大きく貢献できる。

2. 研究の目的

本研究課題の核となる運転者教育システムは、タッチパネルに提示する車載カメラ映像における歩行者の位置を被験者がタッチさせる。そのタッチ領域周辺に対する画像認識により歩行者を検知できたか判定し、検知した歩行者の位置・大きさ・距離、車両速度を画像から計測し危険度を判定するものである。そのプロトタイプは開発済みで、訓練効果が得られることは確認できているが、画像認識の精度、歩行者の大きさと距離・車両速度の推定精度は必ずしも十分ではない。そこで(1)システム開発において、より高精度な歩行者検知方法、検知した歩行者領域からの車両-歩行者間距離・車両速度の推定方法について検討する。(2)として、(1)で改良したシステムを用い、被験者の反応時間と視線を計測し、被験者の注視行動を分析する。また、(3)気象条件・時間帯・歩行者の位置・車両速度など条件の異なる映像において、どのような状況で訓練効果が得られるかについて検証する。さらに(4)提示映像の種類や数などをもとに、より高い訓練効果が得られる方法について検討する。

3. 研究の方法

本研究課題は、(1)歩行者検知に特化したより高精度な運転者教育システムの開発、(2)ドライバーの歩行者に対する注視行動を計測・分析、(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、(4)より効果的な訓練方法についての検討、のステップで遂行する。ステップ(1)として平成27年度から28年度にかけて、映像データの収集に加え、歩行者検知手法、車両-歩行者間の距離・車両速度の推定方法について検討した。ステップ(2)~(4)は構築したシステムを利用した課題であり、平成28年度から30年度にかけて実施した。以下では各年度における研究方法について示す。

平成27年度は対象物を歩行者に限定し、車載カメラ映像の収集と提案システムの改善に取り組んだ後、提案システムによる訓練効果の基礎的な検証をした。映像収集にはドライブレコーダを用い、秋田県由利本荘市を中心に撮影した。並行して撮影映像を提案システムで利用するための映像追加編集ツールの開発を試み、映像中の歩行者位置を自動抽出するために移動物体検出方法および歩行者検知方法について検討した。また歩行者までの距離・車両速度の推定方法を検討した。さらに視線計測器の導入を図り、提案システムの訓練効果の検証実験を行った。

平成28年度は提案システムの改善に加え、被験者への提示映像サイズが訓練効果に及ぼす影響、若年者と高齢者に対する訓練効果、視線計測機能の活用による注視行動レベルの定量化について主に検討した。提案システムの改善では、被験者が歩行者を認知したと判定する基準の見直しを図った。提示映像サイズの影響については、従来と異なるサイズのモニタを用いて被験者の認知時間の訓練効果について分析した。若年者と高齢者に対する訓練効果については、訓練前後の認知時間を比較し、注視行動の違いを分析した。注視行動レベルの定量化では、静止画と動画を提示した際の被験者の注視行動を定量的に分析し、注視行動レベルの判定方法について検討した。

平成29年度は提案システムによる訓練効果を検証するために、訓練前後の運転時の注視行動

の変化を比較するための方法、被験者の注視領域の物体認識方法について主に検討した。また、被験者の注視行動レベルの定量化の課題について分析した。訓練前後で運転時の注視行動の変化を比較するための方法として、ドライバーの注視点マップの生成方法について検討した。注視領域の物体認識については、視線計測技術と組み合わせ、被験者が何を見ていたかを説明するための方法について検討した。注視行動レベルの定量化では、前年度に提案した注視行動レベルの判定方法の問題点について検討した。

平成 30 年度は提案システムの実走行に対する訓練効果および効果的な訓練方法を検証するために、訓練前後に市街地を走行した際の注視行動を分析した。また、モニタ提示映像および実走行時の風景に対する被験者の注視対象物の判定実験を行い、被験者が何を見ていたか、被験者間や走行シーン間の注視傾向の違いについて分析した。さらに、ドライバーの注視行動レベルの判定方法における評価指標の見直しを図り、その有効性を検証した。

4. 研究成果

本研究課題は、ドライバーが前方の歩行者を発見する能力を高める運転者教育システムを開発し、交通事故の低減に寄与することを目的とする。提案システムはタッチパネル式ディスプレイに車載カメラ映像を提示し、出現する歩行者の位置を訓練者にタッチさせるシミュレータであり、歩行者を認知するまでの注視行動を計測・分析し、訓練者の認知特性を高めるものである。

平成 27 年度は車載カメラ映像の収集と提案システムの改善を図り、改善後の訓練効果の基礎的な検証をした。視線計測技術の導入により、視線計測の導入により被験者の反応時間を認知時間とタッチ動作時間に分離することができた。また、歩行者に対する認知時間、タッチ動作時間のいずれも有意に短縮することを明らかにした。また、映像追加編集ツールを開発し、移動物体検出および歩行者検知を組み合わせ、映像中の歩行者位置を自動抽出し、容易に実験映像を追加する仕組みを構築できた。

平成 28 年度は提案システムにおける歩行者に対する認知基準の見直しを図り、歩行者を中心とした一定領域内に視線が停留した場合を認知とみなすことで、認知時間とタッチ動作時間をより正確に分離することができた。また、改善後も従来と同等の訓練効果が得られることが確認できた。被験者への提示映像サイズが訓練効果に及ぼす影響および、若年者と高齢者に対する訓練効果について検討した結果、12inch から 21.5inch モニタに提示映像サイズを変更しても同等の訓練効果が得られることを明らかにした。また、若年者・高齢者いずれにおいても、映像中の歩行者に対する認知時間が有意に短縮し、その効果は高齢者の方が高いことを明らかにした。さらに、被験者の注視行動の分析に基づき注視行動レベルを定量化する方法を提案し、その妥当性を明らかにした。

平成 29 年度は訓練前後の注視行動の変化を比較するために、ドライバーの注視点マップの生成方法について検討し、頭部運動を含む実走行映像からパノラマ画像を生成し、注視点をプロットする仕組みを構築できた。また、被験者が何を見ていたかを自動的に判別するための方法として、視線計測技術と画像認識技術を組み合わせ、ディープラーニングの方法の一つである FasterR-CNN を用い、歩行者・車両・信号機・標識などの注視対象となり得る物体を認識する基礎的な仕組みを構築できた。さらに注視行動レベルの判定方法の課題を抽出し、改善方法点明らかにした。

平成 30 年度は実走行に対する訓練効果および効果的な訓練方法を検証するために、訓練前後に市街地を走行した際の注視行動を比較した。提案システムを用いて 5 日間の訓練を被験者に実施し、その前後での注視行動を分析した結果、歩行者や自動車に対する注視の割合が訓練により高まることを明らかにした。また、視線情報と物体認識により注視対象物を自動的に判定する方法を改善し、モニタ提示映像および実走行映像における注視対象物を判定する仕組みを構築できた。注視対象物の評価実験では、ドライバー間・コース間の注視傾向の違いを明らかにした。さらに、ドライバーの注視行動レベルの判定方法における評価指標を見直し、その有効性を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

[Xingguo Zhang](#), [Guoyue Chen](#), [Kazuki Saruta](#) and [Yuki Terata](#), Deep Convolutional Neural Networks for All-day Pedestrian Detection, Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol, 査読有, 424, 2017, pp.171-178.

[Xingguo Zhang](#), [Guoyue Chen](#), [Kazuki Saruta](#) and [Yuki Terata](#), "Discriminative Feature Points Distribution in Near-Infrared Pedestrian Images", IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems, 査読有, Vol.135, No.10, 2015, pp.1222-1228.

〔学会発表〕(計 21 件)

池田光汰, 猿田和樹, 寺田裕樹, 張興国, 陳国躍, “Deep Learning を用いたドライバーの注視対象物の評価”, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, 2019, 6R-05.

猿田和樹, 大高裕貴, 寺田裕樹, 張興国, 陳国躍, “視線情報に基づくドライバーの注視点マップの生成”, 日本交通科学学会誌, Vol.18(Suppl), G10-1, 2018, p.94.

富樫大介, 猿田和樹, 寺田裕樹, 張興国, 陳国躍, “歩行者認知訓練システムにおける実路での評価方法の検討”, 2018, 日本交通科学学会誌, Vol.18(Suppl), G8-4, 2018, p.89.

池田光汰, 長谷川稔, 猿田和樹, 寺田裕樹, 張興国, 陳国躍, “視線情報に基づいた運転時の注視対象物の認識”, 日本交通科学学会誌, Vol.18(Suppl), G8-3, 2018, p.88.

富樫大介, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “歩行者認知訓練システムにおける高齢者の認知特性”, 第 16 回情報科学技術フォーラム講演論文集, J-001, 2017, pp.335-336.

岡直輝, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “運転者教育システムの開発のための注視行動分析”, 日本交通科学学会誌, Vol.17(Suppl), G2-4, 2017, p.73.

富樫大介, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “歩行者認知訓練システムにおける提示映像サイズの影響”, 日本交通科学学会誌, Vol.17(Suppl), G7-3, 2017, p.96.

岡直輝, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “ドライブレコーダ映像に対する注視行動の定量分析”, 第 15 回情報科学技術フォーラム講演論文集, K-022, 2016, pp.513-518.

須藤匠, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “歩行者認知訓練システム TRAIN による認知時間の短縮効果”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-15-3, 2016, p.182.

須藤匠, 猿田和樹, 寺田裕樹, 陳国躍, “歩行者認知訓練システム TRAIN を用いた反応時間の計測と分析”, 第 14 回情報科学技術フォーラム講演論文集, K-022, 2015, pp.513-518.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 寺田 裕樹

ローマ字氏名：YUKI TERATA
所属研究機関名：秋田県立大学
部局名：システム科学技術学部
職名：助教
研究者番号（8桁）：40360002

研究分担者氏名：陳 国躍
ローマ字氏名：GUOYUE CHEN
所属研究機関名：秋田県立大学
部局名：システム科学技術学部
職名：教授
研究者番号（8桁）：20282014

研究分担者氏名：張 興国
ローマ字氏名：XINGGUO ZHANG
所属研究機関名：東京農工大学
部局名：工学府
職名：特任助教
研究者番号（8桁）：60780492

(2)研究協力者
研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。