

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00487

研究課題名(和文)AR型仮想道路環境を用いた自転車安全運転指導システムの開発

研究課題名(英文)Development of a Bicycle Safety Riding Learning System by Using Virtual Load Environment with AR

研究代表者

林 敏浩 (Hayashi, Toshihiro)

香川大学・創造工学部・教授

研究者番号：90264142

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：我々は自転車運転者を対象とした自転車安全運転指導システム「ポケットポリス」を開発した。ポケットポリスは実際に自転車運転しながら学習するリアルタイム学習と事後学習の2つの学習段階に分かれる。我々はこれまでにそれぞれの学習フェーズを支援するポケットポリスの機能を実現してきた。本研究では、次のステップとして自転車を運転する道路環境をAR(Augmented Reality)技術で仮想化することにより、ICT利用による安全で運用が容易な自転車安全運転指導環境を実現した。さらに、MR技術に着目し、交通指導現場で容易に仮想道路編集できるシステムの設計・試作も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ARを活用した教育システム開発の先行研究は多くあるので、AR利用の新規性は高くはないが、今回の研究を通して実現しようとする自転車安全運転指導環境は日本全国の教育現場への容易に導入展開が可能でありスケールアップの観点から有用性が高いと考える。また、社会的ニーズにも高く社会的なインパクトもある。また、安全性を十分考慮しなければならないので、その観点から教育システムへのAR活用に関する新しい知見が得られる期待もある。

研究成果の概要(英文)：We design and develop an educational system for safety bicycle driving by using mobile device and AR(Augmented Reality) technology. We prototyped a mobile device based application "Pocket Police" as the first step of our development. Pocket Police detects riding behavior of bicycle riders at real time. If it detects inappropriate riding, warning message with text display and sounds is given to the rider. By this warning, riders can notice their riding behavior is not appropriate. Pocket Police also provides a post learning system wherein riders can learn safety driving deeply at home by using driving log data. We need to provide various kinds of virtual road environment for safety bicycle driving education. In order to construct the virtual roads flexibly, we designed and prototyped a virtual road construction system by using AR technology. In addition, we have developed a school teacher support system for easily editing virtual road data.

研究分野：教育工学

キーワード：自転車 交通安全指導 教育支援システム ポケットポリス 教師支援システム 仮想道路環境 AR M R

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。

1. 研究開始当初の背景

平成 27 年 6 月に道路交通法が改定され、自転車運転者は道路交通法を把握し、正しい運転（交通マナーを含む）を行なう必要性が強まった。現在行われている交通指導はポスターの掲示やパトロールによる不適切な運転をする自転車運転者の指導が挙げられるが、人手で行われているため、指導には数に限りがある。このため、不適切運転を行なっている自転車運転者の交通指導を効率的に行わなければならないという社会的要請が図 1 のように顕在化することとなった。

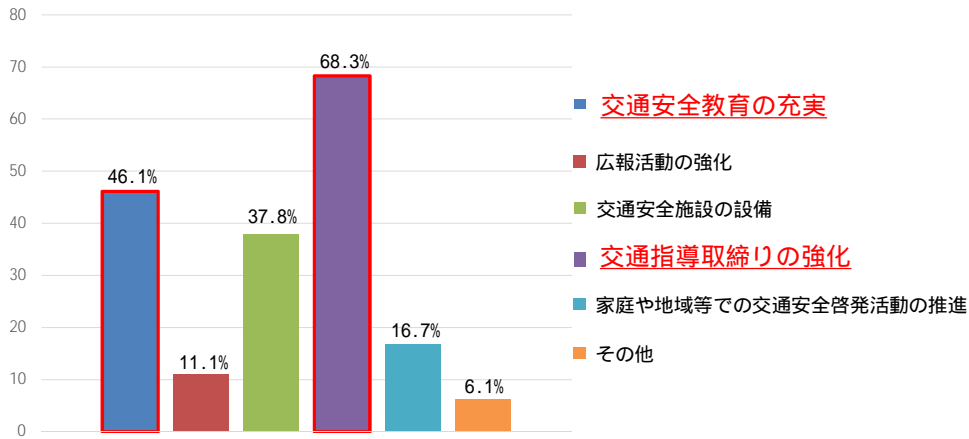


図 1: アンケート：どうすれば自転車の交通マナーが良くなると思うか

<http://www.pref.kagawa.lg.jp/kocho/monitor/result/27/kotsuanzen.pdf> から加筆引用

我々は ICT を用いた教育環境で交通指導することを考え、自転車安全運転指導システム「ポケットポリス」を開発した。ポケットポリスは人手で行っていた不適切運転の検知（実際は警察のパトロールが該当）と適切な運転方法の指導を自動化する。これにより、より多くの人が適切な交通ルールを学ぶ機会を提供できる。ポケットポリスはリアルタイム学習と事後学習の 2 つの学習フェーズからなる。平成 27 年度はポケットポリスのリアルタイム学習を支援する部分を開発した。



図 2: 自転車に装着した端末

リアルタイム学習は図 2 のように自転車にスマートフォンなどの携帯端末を装着して実際に自転車の運転をしながら学習を進める。自転車運転者の不適切運転をリアルタイムに検知し、図 3 のように音と文字による警告、指導を行なう。平成 27 年度にポケットポリスの検知性能に関する評価実験を実施し、概ね良好に不適切運転の検知ができること確認した。



図 3: 端末表示

我々は、平成 28 年度に事後学習フェーズを支援するポケットポリスの部分を開発した。リアルタイム学習で取得した運転情報を参照しながら、事後学習では自転車運転者は交通ルールと自転車の適切な運転方法を学ぶことができる。また、ポケットポリスを用いたリアルタイム学習で使用する道路環境を香川大学林町キャンパス内に試験的に構築した（交通標識は自作して設置した）。交通安全教育システムの運用の観点からは、このような道路環境の構築は容易ではなく、また、設置する場所を通行禁止にする必要があるなど実用面で問題点が多いことが明らかになった。また、交通標識を含む構築した道路環境の位置情報などを計測してポケットポリスに反映しなければならないなどのシステム上の問題も明らかになった。

2. 研究の目的

上述のように我々は自転車運転者を対象とした自転車安全運転指導システム「ポケットポリス」を開発した。ポケットポリスは実際に自転車運転しながら学習するリアルタイム学習と事後学習の 2 つの学習段階に分かれる。我々はこれまでにそれぞれの学習フェーズを支援するポケットポリスの機能を実現してきた。本研究では、次のステップとして自転車を運転する道路環境を AR (Augmented Reality) 技術で仮想化することにより、ICT 利用による安全で運用が容易な自転車安全運転指導環境を実現する。

### 3. 研究の方法

本研究では、AR技術を用いて、安全で運用が容易な自転車安全運転指導環境を実現する。具体的には、技術面では(1)ARにより仮想的な交通標識などを実世界に重畳し仮想道路環境を実現する。また、運用面では(2)ARによる仮想道路環境で安全に学習ができるか調査研究する。さらに、(3)ポケットポリスと仮想道路環境を用いた交通安全教育の実現を目指した。

### 4. 研究成果

仮想道路を表示するためにHMDとして、EPSON MOVERIO BT-300(9)を利用する。自転車運転中の利用を踏まえ軽量性も重視した。EPSON MOVERIO BT-300は、メインメモリ2GB、画角約23度、内蔵カメラのフレーム数は最大30fpsであり、GPS・地磁気センサ・ジャイロセンサ・加速度センサ・照度センサを内蔵する。自転車を運転する際は図2のように携帯端末を取り付けて使用する。また、図4のように学習者はHMDを装着して自転車を運転する。



図4 HMDを装着した自転車運転

写真掲載は本人の同意済みである

ポケットポリスの初期バージョンは、表示精度を高めるためにマーカレス型を利用した表示方法を採用したが、改良バージョンでは、センサベース手法とマーカベース型を組み合わせることで表示精度を高める。マーカレス型は、周辺環境の変化に大きく左右されるため表示精度が低いのでビジョンベース手法では、マーカベース型を採用する。交通安全教育現場は運動場など特定の場所になることが多いので、利用範囲にマーカを配置すると周辺環境に左右される影響を軽減できる。しかし、ビジョンベース手法による表示だけではマーカを検知できなかった場合、仮想道路表示できない場合が発生する。そのため、端末のセンサで情報を検知できるセンサベース手法と組み合わせる。これにより、周辺環境に左右されず、マーカを検知しなくても仮想道路を表示できる。さらに、2種類の検知方法で情報を取得しているため、精度の高い仮想道路の表示が期待できる。

我々は最終的にマーカベース手法とロケーションベース手法を組み合わせた仮想道路の表示方法を採用した。透過型HMD(EPSON MOVERIO BT-300)の内蔵カメラから実画像(実際に見ている風景に近い画像)を逐次取得する。学習者の姿勢を推定するため、各種センサ情報を取得する。取得された運転情報はDBに保存される。自転車に搭載した携帯端末(図2)で不適切運転の検知と警告を行う。HMDのGPS精度が低く、ポケットポリスと位置情報を同期させる必要があるため、携帯端末で取得した位置情報をHMDのシステム側に送信する。マーカ認識できない場合、携帯端末から取得した位置情報やHMDで取得したセンサ情報から、センサベース手法で仮想オブジェクトの配置座標を決定する。マーカ認識できた場合は、計測情報を用いて図5のような仮想道路を表示する。

マーカベース手法とロケーションベース手法を組み合わせた表示法では仮想道路の表示誤差が生じるので学習者に安全に違和感なく自転車運転させるため、仮想道路の表示精度を高めた。学習者はHMDを装着し、AR技術のセンサベースとマーカベースを組み合わせ、仮想道路を表示した。仮想道路の表示範囲を最大20m~30mとし、その範囲内で自転車運転を行う。マーカの配置間隔を10m~15mとし精度実験を行った。精度実験の結果から、学習者とマーカの距離が5m以上での表示精度に課題が残ったが学習者とマーカの距離が5m以内では表示精度が高くなった。しかし、学校現場で利用するため精度としては安全性の観点からは、十分な結果が得られたとは言えなかった。



図5 HMDを装着した自転車運転

また、開発システムを使った教育実践を計画した際、交通指導現場で仮想道路のデータ編集を容易に行えない問題が明らかになった。そこで、MR技術に着目し、容易に仮想道路編集できるシステムの設計・試作も行った。特に対象ユーザである教師が運動場などの指導現場で難しい操作なく仮想道路を編集でき、さらに、一度作成した道路の形や仮想道路の情報をデータベースに保存し、再度編集する手間を無くし、容易に編集・表示できる機能を実装した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 奥田浩斗、後藤田中、藤本憲市、八重樫理人、村井礼、林敏浩
2. 発表標題 ARを用いた交通安全教育のための仮想道路環境の構築 - 安定した仮想道路表示のためのシステム設計 -
3. 学会等名 日本科学教育学会第42回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 奥田浩斗、後藤田中、藤本憲市、八重樫理人、村井礼、林敏浩
2. 発表標題 自転車安全運転指導のためのARを用いた適応的な仮想道路環境の構築 ~ 仮想道路の適切な位置合わせ ~
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度第4回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林敏浩、村井礼、八重樫理人、藤本憲市、後藤田中
2. 発表標題 ARを用いた仮想道路環境における交通安全指導 ~ ARが誘発するアミューズメント性をどう考えるか ~
3. 学会等名 ゲーム学会第15回合同研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥田浩斗、後藤田中、藤本憲市、八重樫理人、村井礼、林敏浩
2. 発表標題 ARを用いた交通安全教育のための仮想道路環境の構築
3. 学会等名 教育システム情報学会第3回研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥田浩斗, 後藤田中, 藤本憲市, 八重樫理人, 村井礼, 林敏浩
2. 発表標題 ARを用いた自転車交通安全教育のための仮想道路環境の構築 - 安定した道路の重畳表示 -
3. 学会等名 教育システム情報学会2017年度学生研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高田 航平, 筒井 隆一朗, 片岡 佳耶, 後藤田 中, 林 敏浩
2. 発表標題 MRを用いた交通指導のための仮想道路編集システムの開発
3. 学会等名 令和元年度 電気関係学会四国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田 航平, 筒井 隆一朗, 片岡 佳耶, 後藤田 中, 林 敏浩
2. 発表標題 安全運転指導システムにおけるARを用いた仮想道路の表示精度の改善
3. 学会等名 ゲーム学会第17回合同研究会
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
研究 分 担 者	藤本 憲市  (Fujimoto Ken'ichi)  (20300626)	香川大学・創造工学部・准教授    (16201)	

## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	村井 礼  (Mirai Hiroshi)  (30279111)	山口大学・国際総合科学部・准教授    (15501)	
研究分担者	八重樫 理人  (Yaegashi Rihito)  (30410848)	香川大学・創造工学部・准教授    (16201)	
研究分担者	後藤田 中  (Gotoda Naka)  (40633095)	香川大学・創造工学部・准教授    (16201)	