

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～

奥田浩斗^{*1}, 後藤田中^{*1}, 藤本憲市^{*1}, 八重樫理人^{*1}, 村井礼^{*2}, 林敏浩^{*1}

^{*1} 香川大学, ^{*2} 山口大学

Development of Adaptive Virtual Road Environment with AR for Bicycle Safe Riding Guidance Suitable Registration of the Virtual Road

Hiroto Okuda^{*1}, Naka Gotoda^{*1}, Ken'ichi Fujimoto^{*1}, Rihito Yaegashi^{*1},
Hiroshi Murai^{*2}, Toshihiro Hayashi^{*1},
^{*1} Kagawa University, ^{*2} Yamaguchi University

平成 27 年 6 月に道路交通法が改訂され、自転車運転者がより交通安全に注意することが求められる。そこで、我々は交通指導を受ける機会の提供を目的として、ICT の要素を取り入れた 3 つの環境からなる交通安全教育環境を構築する。その内の仮想道路環境は、不適切な運転を指導するリアルタイム学習を行う際に自転車を走行してもらった環境である。本稿は、自転車走行中という環境において AR を用いた仮想道路を安定して適切な位置に表示するため構築した試作システムについて述べる。

キーワード: 透過型 HMD, AR, 交通安全教育環境, 仮想道路環境, 位置合わせ手法

1. はじめに

香川県では自転車が絡んだ交通事故が多く、平成 18 年から平成 27 年まで自転車乗車中の人口 1 万人あたりの交通事故発生件数はワースト 1, 2 位が続いている。平成 27 年には道路交通法が一部改正され、定められた危険運転を繰り返した自転車運転者に対して、自転車運転者安全講習を受けることが義務付けられるようになり、より安全な運転を行うことが求められている。また、現在行われている交通指導は主に人手で行われており、交通安全教育が十分に行き届いているとは言いきれない。また、交通安全教室は講話などが中心で、実技指導が十分に行われていない傾向にある。

そこで我々は、交通指導を受ける機会の増加を目的として、ICT の要素を取り入れ、自転車運転者が実際に自転車を運転してもらい不適切運転を行った場合に

交通指導を行える交通安全教育環境を構築した⁽¹⁾。

本交通安全教育環境は、リアルタイム学習環境、仮想道路環境、事後学習環境の 3 つの環境からなる。リアルタイム学習環境は、携帯端末を用いて自転車運転者の運転をリアルタイムで検知し、不適切な運転を行っていた場合に交通指導を行う環境である。仮想道路環境は、リアルタイム学習の際に、安全に自転車を運転できる走行環境である。これまで構築した仮想道路環境は、構内や運動場などに標識の模型などを置いて用意した環境であったが、構築に手間がかかる、各学習者への適応的な仮想道路環境の変更が難しいなどの問題があった。そこで、学習者に透過型 HMD を装着してもらい、AR 技術により実際の風景に白線や標識などを重畳表示し、ICT による安全で運用が容易な仮想道路環境を実現することでこれらの問題の解決を図

る。自転車運転中の安定した重畳表示を実現するために、携帯端末や透過型 HMD 内の各種センサと姿勢推定のためのマーカを利用した AR 表示手法を用いる。

現時点では開発の第一段階として、自転車走行中において適切な位置へ仮想道路を重畳表示することを目的として、AR 表示のために複数手法を組み合わせた試作システムの開発を行った。本稿では、仮想道路を現実世界と対応した適切な位置に重畳表示するために構築した試作システムの設計・開発について述べる。

2. 香川県の交通状況と道路交通法

本章では、香川県の自転車事故状況と交通安全教育について述べる。また、平成 27 年に改訂された道路交通法と指導対象としていた交通ルールについて述べる。

2.1 香川県の交通状況と交通安全指導

香川県の自転車事故状況は悪く、平成 18 年から平成 27 年までの人口 1 万人あたりの都道府県別交通事故発生件数は、ワースト 1, 2 位が続いている。自転車事故を減少させるためには、自転車利用者の意識改善を行うことが求められる。しかし、ポスターの掲示やパトロールなどによる取り締まりの強化など人手で行われている指導には限界がある。また、学校における交通安全教育では、学んだことを行動に移すことが重要とされるが、校外の実習には危険が伴い指導員の確保も困難であるため、講話などによる指導が多い²⁾。

2.2 道路交通法の改正

H27 年には道路交通法が一部改正され、14 項目の不適切運転を 3 年以内に 2 回以上繰り返した自転車運転者には、自転車運転者安全講習の受講が義務付けられることとなった。本研究では、14 項目の違反の中から、第一段階として外部の状況に左右されない違反である通行禁止違反、徐行違反、一次停止違反、交差点安全進行義務違反の 4 つの違反を指導対象とした。歩行者通行妨害や信号・遮断機での停止など外部の状況に左右される不適切運転は指導の対象外としていた。

3. 交通安全教育環境

本章では、我々が構築した交通安全教育環境の概要と本環境を構成する各環境について説明する。

3.1 交通安全教育環境の概要

交通安全教育環境は、自転車運転者を対象として、

交通安全教育に ICT の要素を取り入れることで、実際に自転車の運転を通じた交通安全教育の機会の増加を目的とする。歩行者や車が通行する公道で実技指導を行うことは危険であるため、実際に自転車を運転して不適切な運転について指導する場、運転後に不適切な運転に対して詳細な交通指導を行う場、安全に自転車を運転できる走行環境を提供する。これらを満たすため、交通安全教育環境は、リアルタイム学習環境、事後学習環境、仮想道路環境の 3 つで構成される。また、本交通安全教育環境は、中学生から大学生、社会人といった幅広い自転車運転者に対応することを目指す。

3.2 リアルタイム学習環境について

リアルタイム学習環境は、自転車運転者が実際に自転車を運転して、不適切な運転を行った場合に交通指導が行える環境である。ここでは、我々が開発した携帯端末上で動作する交通安全教育アプリ”ポケットポリス”を使用する。スマートフォンなどの携帯端末を自転車に装着し、不適切運転の検知を行う。ポケットポリスは、自転車運転者がどこを走行しているかを捕捉し不適切運転を行っていないかの確認を行うために、携帯端末の GPS やジャイロセンサなどを用いて、位置情報、進行方向、速度などを取得する。自転車運転者の運転をリアルタイムで検知して取得した運転情報と、事前に登録した道路情報を比較して不適切運転を検知する。不適切運転が検知された場合、その場で音や文字による簡潔な警告・指導を行う。

3.3 事後学習環境について

事後学習環境は、運転終了後に自転車運転者が行った不適切な運転に関する交通安全教育を受けることができる環境である。ポケットポリスで検知した運転情報や違反情報をもとに、各自転車運転者それぞれに適した交通ルール・マナーなどを学ぶことが可能である。

3.4 仮想道路環境について

仮想道路環境は、安全に自転車を運転できる走行環境である。本環境は、ポケットポリスを用いた指導を安全かつ効果的に行うために提案した環境のため、安全であること、ポケットポリスで検知できる不適切運転を起こしうる環境を構築することが求められる。リアルタイム学習において、学習者に学ばせたい項目に対応した仮想標識などを設置して仮想道路を構築する。

4. AR を用いた仮想道路環境

我々がこれまで構築していた仮想道路環境は、安全にも配慮し、運動場などの車や歩行者のいない空間に自作の標識などを立てて実際の道路の要素を再現していた。しかし、構築に手間がかかることや、各学習者に対して適応的な教育環境が構築できないなどの問題点が見られた。この点を改善するために、学習者に透過型 HMD を装着してもらい、透過型 HMD のディスプレイ上の白線や標識などを重畳表示することで仮想道路を実現する。リアルタイム学習のための連携機能として、仮想道路環境のオブジェクトのデータ表現や重畳表示と不適切運転の検知機能の拡張が必要になる。また、仮想道路環境を適応的に変更できるように、指導者が自由に設計できる機能や、前回の運転や事後学習の結果をもとに各学習者に対して適応的に仮想道路を組み替える機能などが必要と考える。

図 1 は、本仮想道路環境を用いた交通安全教育環境の流れである。これまでの仮想道路環境では、個人の習熟状況等に合わせた仮想道路環境を構築することが困難であったが、前回のリアルタイム学習の運転ログや事後学習の結果をもとに組み替えた仮想道路を重畳表示することで、次回のリアルタイム学習時に仮想道路を再構築することが容易である。



図 1 : AR を用いた交通安全教育環境

現段階では、まず従来のポケットポリスで検知対象であった不適切運転を起こしうる環境を本仮想道路環境上で再現する予定である。しかし、AR 技術を用いることにより、仮想信号の表示による信号無視違反の検知や仮想歩行者の表示による歩行者通行妨害の検知などを行うことで、これまで再現が難しかった外部の状況に左右されるような不適切運転についても指導対象とすることができると考える。

5. 表示手法

本章では、仮想道路環境を構築するためのシステムについて説明する。仮想道路に表示するオブジェクトは、白線・道路標識など実際の道路に存在し、検知対象に関係するものを検討している。その他には、障害物や違反を検知した際の警告表示などが考えられるが、見やすさや安全性などを考慮して検討する必要がある。

5.1 AR 表示の手法

AR の表示手法には大きく分けてロケーション型とビジョンベース型がある。ロケーション型はセンサベース手法とも呼ばれ、端末に内蔵された GPS や加速度センサ等を用いて現在地や向きなどを測定して AR 表示を実現する手法であり、屋外での利用が容易な反面、センサ精度に依存するため不安定である。ビジョンベース型の中でもマーカベース手法は、表示精度が高い反面、AR 用のマーカ認識が必要となる。それぞれの手法の短所を補うためこれらの手法を組み合わせ拡張した AR 表示を実現している研究もある⁽³⁾⁽⁴⁾。

5.2 仮想道路の位置合わせ

本研究では自転車走行中での AR による仮想道路表示の実現が必要となる。この場合、センサベース手法単体では自転車特有の振動や高速走行などによるずれが発生しやすいこと、マーカベース手法単体ではマーカを認識できず仮想道路の表示が出来ない場合が想定される。そのため、AR 表示のために両手法を組み合わせ、センサベース手法によるずれをマーカ認識により修正することで、安定した重畳表示の実現を目指す。

5.3 システム構成

AR を用いた仮想道路環境を構築するためのシステムは、携帯端末、透過型 HMD、サーバから構成される。図 2 に仮想道路表示のためのシステム構成を示す。

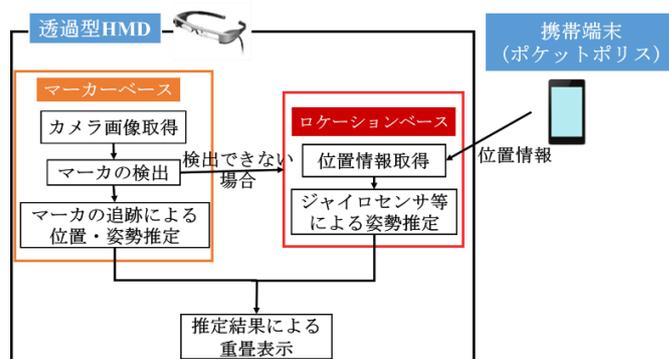


図 2 : 仮想道路表示のためのシステム構成

透過型 HMD 上に仮想道路を表示するためのシステム構成について説明する。携帯端末上では、従来通り交通安全教育アプリ“ポケットポリス”が動作し位置情報などの運転情報を取得している。透過型 HMD 内では、カメラ画像を逐次的に取得しマーカ検出処理を行う。マーカを認識できた場合、計測できたマーカとの距離や角度をもとに学習者の位置や姿勢の推定を行う。マーカを認識できない場合、携帯端末を介して取得した位置情報や各種センサによる学習者の姿勢推定を行い、推定結果に基づいた仮想道路の表示を行う。

5.4 現在の進捗と今後の課題

現在、第一段階として仮想道路の重畳表示に向けて、一次試作を開発した。ロケーションベース手法とマーカベース手法をそれぞれ実装した後にそれらを組み合わせたシステムを構築し、白線や道路標識を表示することで最低限の仮想道路環境を構築する。試作システムを開発する上で、AR ライブラリである Vuforia を用いた場合認識時の精度が高いが遠距離の認識が難しいこと、画像認識用のライブラリである OpenCV では 10m 以上の遠距離でも認識が出来るが位置合わせ精度が落ちるなどの問題点が発生した。これらの課題を解決するため、この両者切り替えるマーカベース手法を採用して開発を行った。今後は、試作システムを用いて表示精度の検証をする予定である。

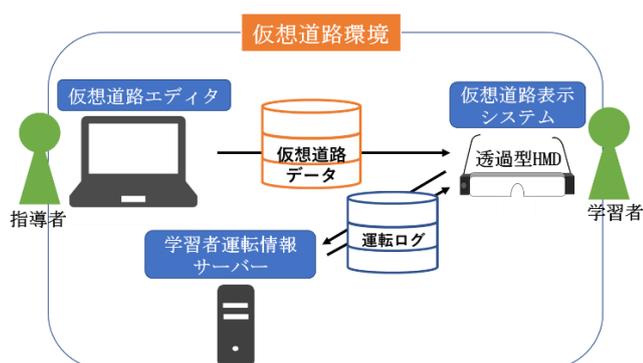


図 3. 今後の仮想道路環境構築について

図 3 に、最終的な仮想道路環境構成の予定図を示す。実際の運用のために、指導者が仮想道路を作成するためのオーサリング環境が必要である。仮想道路上の仮想標識や走行範囲、不適切運転検知対象を位置情報などと紐づけ、エディタ上で仮想オブジェクトを配置することで比較的容易に編集できるシステムが構築可能である。将来的には、年齢や学習者の以前の運転ログ

などをもとに仮想道路を構築することで、より各学習者に適した仮想道路が提供できると考える。今後は、位置合わせの精度向上と共に、指導者が仮想道路を手軽に作成するための環境の構築に取り組む予定である。

6. まとめ

本稿では、香川県の交通状況や道路交通法改正を踏まえ、我々が提案した交通安全教育環境内の AR 技術を用いた仮想道路環境の構築と、開発した一次試作システムについて述べた。仮想道路環境は、仮想道路上の標識や白線などに従い学習者が実際に走行し、交通安全教育を行ってもらえる環境である。本研究では、適応的な仮想道路環境を実現するために AR 技術を用いて構築する。安定した重畳表示を行うために、マーカベース手法とセンサベース手法を組み合わせた手法を用いる。現在は、ロケーションベース手法に加えて、二つのライブラリを組み合わせたマーカベース手法による処理を行うハイブリッド方式により、安定した仮想道路環境の重畳表示を実現するための試作システムを構築した。今後は、表示位置の精度の検証や改善を行うとともに、指導者が仮想道路環境を設計するためのオーサリング環境を構築する予定である。

なお、本研究は、平成 30 年度科学研究費補助金基盤研究 (C)「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」(課題番号 17K00487)の補助を受けている。

参考文献

- (1) 中川晋平, 奥田浩斗, 後藤田中, 林敏浩, “自転車ドライバのための交通安全教育アプリ“ポケットポリス”-運用実験結果の分析-”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.31, No.3, pp.1-6(2016)
- (2) 小畑亜樹, 矢野円郁, “小学校における交通安全教育の実態と児童の安全意識”, 近畿地方整備局研究発表会, 防災・保全部門 No17 (2016)
- (3) 山川健司, 梶克彦, 河口信夫, “距離画像による空間情報マッチングに基づくマーカレス AR システムの設計と実装”, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, pp2133-2140(2013)
- (4) 岸晃平, 白石陽, “マーカレス AR を用いた船舶航行データの可視化手法の提案”, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集 2013(1), pp.55-56(2013)