

周辺情報の把握による二輪車向け運転支援システムの開発

三善 優紀¹ 安藤 大地¹ 笠原 信一¹

概要 :

本論文では自動二輪車と自転車のための運転支援システムを開発する。カメラで後方を監視してユーザに情報支援をすることで自動二輪車と自転車の運転支援システムを実現する。スマートフォンとアクションカムを応用したハードウェア構成が特徴であり、ユーザの注意力の確保やカメラの振動対策などの問題も解決している。従来のミラーを使った後方確認と組み合わせた有効な後方の交通情報支援のあり方を追求する。

A Development of Riding Support Systems by means of Grasp Riders Surroundings

YUKI MIYOSHI¹ DAICHI ANDO¹ SHINICHI KASAHARA¹

Abstract: In this paper, we develop a riding assist system for motorcycles and bicycles. The system provides information about rider's back traffic information by monitoring camera. The our new proposing system adopts general hardware, such as a combination system between smart phone and Wi-Fi connected action-cam. Futhermore, the hardware combination solves a rider's eye-sight clearance and problem of difficult cognition because of vibration of the vehicle body. We consider information support effectively by combining rearview mirror.

1. はじめに

インタラクシオン 2015 での「コンピュータビジョン周辺監視による二輪車向け安全性向上システムの開発のための基礎検討」の発表で、カメラによる後方監視と監視結果をユーザに伝えるインフォグラフィックを提供するシステムは様々な好意的なフィードバックを得ることができた。基礎検討で得た画像認識のノウハウや貴重なフィードバックを生かしながら、本研究では普及を目指した実用化を最終目標に見据えて開発を行う。

2. 現在の安全支援システム

交通事故の発生は、徐々にその数は減少してきているものの交通社会の抱える永続的な問題であり、交通事故の発生を抑制するために運転者を支援するシステムの開発が現在盛んに行われている。しかしながら、それらは自動車専

用のものばかりであり、自動二輪車及び自転車（以下、二輪車）で使用できるものは極めて少ない。例えば、スバルの EyeSight やスズキのレーダーブレーキサポートなどが広く知られる代表的な自動車の運転支援システムである。一方で自動二輪車と自転車をターゲットとした製品はまだ販売されていない。自動車と道路上で併走する自動二輪車と自転車の安全性と交通社会に与える影響について軽視されているのが現状である。自動二輪車と自転車の特性や自動車の交通安全支援システムを研究し、自動二輪車のための安全性向上システムの開発が求められる。

3. 社会的背景

3.1 二輪車の社会的背景

2015 年 6 月 1 日より改正道路交通法が施行された。交通ルールは以前と変わらないものの、自転車による交通違反の罰則が強化された。既に多くの自転車ユーザが取り締まりを受けており、現在の自転車ユーザの公道での運転が変わりつつある。取り締まりが強化されるにあたって、従来の自転車は車道の左側を走行するというルールを順守するユー

¹ 首都大学東京システムデザイン研究科
Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

が増えた。車道を走行する自転車が増える一方で、自転車で車道を走る危険性についての問題点が露わになった。

顕著な例として、自転車は後方確認のためのミラーや後方に進路変更の意思表示をするためのウィンカーを装備していないことである。自動車と同じように後方を確認したり、周辺の車両とコミュニケーションを図る手段に欠けることが、自転車ユーザのストレスとなる。自動二輪車もまた、ルームミラーを持たないため真後ろの情報を把握することが難しい。また、車幅が小さく無理な追い越しをされやすい自動二輪車ユーザは、不意の自動車の急接近に驚かされることが度々ある。

3.2 自動車の社会的背景

2016年6月から自動車においてルームミラーやサイドミラーの代わりに、カメラとモニタを備えた“ミラーレス車”が公道を走行することが可能になった。対象となるのは乗用車やトラック、バスなどであり、自動二輪車や自転車は除外されている。現在のところミラーレス車の販売はされていないが、複数の自動車メーカーが来年度モデルからのミラーレス車の発売を発表した。ミラーレス車ではないが、日産は鏡と液晶画面を切り替えることができる“スマートルームミラー”をオプションとして販売している。自動車と同様にミラーを装備する自動二輪車において、後にミラーレスが実現する可能性は大いにある。ミラーレス車で問題になるであろう鏡とモニタの情報伝達の媒体の違いについて検討する必要がある。

4. 既存の交通支援システム

- 運転支援システム EyeSight スバルのステレオカメラによる運転支援システムであり2つの CCD カメラで前方を監視していることが特徴である。これにより右側と左側で微妙に差のある映像を認識する。その差が大きければ近くにあるもの、小さければ遠くにあるものとして立体的に環境を把握し、前方の物体との距離、形状、移動速度などを正確に認識することができる。
- Skully P1 一見すると何の変哲のないバイク用フルフェイスヘルメットであるが、内蔵された Android OS と後方に設置されるカメラによる様々な情報をシールドに取り付けられたヘッドアップディスプレイに表示することができる。音声での操作に対応し、運転中に安全な操作が可能になっていて電話や音楽を聴くといった多種多様な機能を搭載する。近年ではこのようなヘルメットをスマートヘルメットと呼び、YAMAHA と Sony が共同開発を進めていることが東京モーターショー 2015 で発表された。
- Varia J リアビューレーダー 自転車のテールライトに内蔵された 2.4GHz のミリ波レーダーを使って 140 メートル以内に接近する車両を感知して、ステム

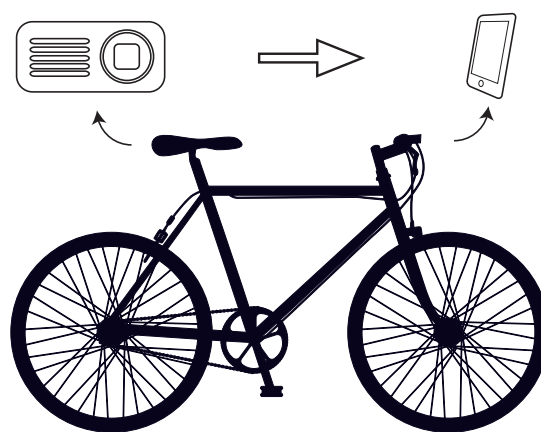


図 1 システムの全体図

二輪車後方に取り付けたカメラの映像を、ハンドル部のスマートフォンに Wi-Fi で送信している。スマートフォンでは車両検出器とインフォグラフィックが動作する。

Fig. 1 General View of Systems

に取り付けた専用ディスプレイがユーザに接近を知らせる。ディスプレイは小さなライトが点滅するシンプルなインターフェースが特徴である。現在市販されている数少ない自転車で使用できる運転支援システムである。

5. 提案システム

5.1 提案システムの目的

本研究の目的は、路上で使用することができる二輪車のための運転支援システムを開発し、二輪車の運転支援システムの在り方を追求することである。基礎検討で開発した後方監視のシステムを実際に路上で使用できるように作り直し、二輪車の後方監視の運転支援システムの完成を目指す。

5.2 提案システムの機能

開発するプログラムの主な機能は、自分を中心に俯瞰的に自動車や歩行者など対象物との位置関係を表示するインフォグラフィックである。そのために車体後部に装着した一台のカメラを用いて歩行者、自転車、自動二輪車、自動車を検出する検出器と、検出物までの距離を測定する機能が必要である。本システムは OpenCV for Android と Sony RemoteCameraAPI での開発を想定しており、車体後部のカメラによる映像からハンドル部分に取り付けたスマートフォンで車両など検出物を検出し、インフォグラフィックをスマートフォンのディスプレイに出力することでユーザに情報を提示する。

5.3 提案システムの構成

路上で実際に使用するという目標を達成するために、以下のようなハードウェア構成を採用する(図1)(図2)。

- (1) ヘッドマウントディスプレイではなくスマートフォンのディスプレイにインフォグラフィックを表示する

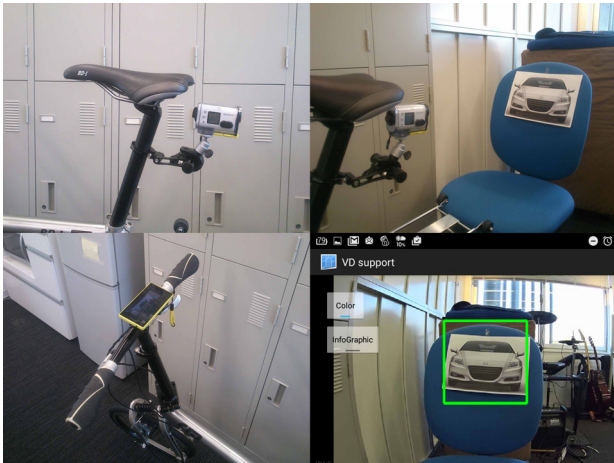


図 2 各ハードウェアと動作状況

Fig. 2 Hardwears and Operating Conditions

ことで、視界を確保しユーザの前方への注意力を確保する。

- (2) スマートフォンでプログラムを動作させること, Wi-Fi でカメラを接続することで, 装備点数を少なくする. 路上での使用の実現性が向上する.
- (3) 振動に強いアクションカムをスマートフォンと Wi-Fi で連動させることで動作の安定性の向上と設置の煩わしさを解消を達成する.

必要なハードウェアは車体後部に取り付けるカメラと, ハンドル部に設置するスマートフォンである. カメラから取得された映像は Wi-Fi を用いてスマートフォンに送信される. 次にスマートフォンで OpenCV を用いた車両検出器によって車両を検出する. そして, 検出結果を元に検出物の距離と方向を推定しインフォグラフィックを通してユーザに情報を伝達する.

使用するカメラについては, GoPro を代表するアクションカムと呼ばれるハンズフリーの小さなカメラを採用する. 近年のアクションカムの多くは Wi-Fi 機能があるために, スマートフォンとの連動を無線で行うことができるメリットを持つ. 更に一部のアクションカムは優秀な手振れ補正機能を搭載している. 今回は開発用との API の公開と優秀な手振れ補正機能の長所を持つ Sony 製のアクションカムを使用する. また, 近年のアクションカムの普及は急激に進んでおり, 2014 年度の調査によると 2013 年度の世界的なアクションカムの市場規模は 2,500 万台に上り, これはデジタルコンパクトカメラの約 3 分の 1 の規模である. 一般的に広く普及しているカメラ装置を前提に開発することで, このシステムを将来的に導入する際のコストを下げることができる.

スマートフォンでは画像検出器の処理とインフォグラフィックの表示を行う. ヘッドマウントディスプレイは, 運転者の視界に悪影響を及ぼすことと常にインフォグラフィックが表示されるために注意力を奪う危険があるため



図 3 手振れ補正機能の有無

自転車では手振れ補正機能の有無によって, 得られる画像の品質が大きく異なる.

Fig. 3 Effect of Shaking Reduction

に路上での使用に不適切であった. そこで, スマートフォンの画面上にインフォグラフィックを表示する手法を採用した. インフォグラフィックの情報が必要な時だけにスマートフォンを見ることで前方への注意を保つことができる.

5.4 検出器作成と画像収集

カメラの映像から車両を検出する検出器を作成するために, OpenCV3.1 での Ada-Boost による機械学習を行った. 今回は Haar-like 特徴量による検出器を作成した. 学習画像の質の良さが検出器の性能のよさにつながるため, 自転車, 及び自動二輪車にビデオカメラを設置して録画した映像から学習画像を用意した. 今回学習に用意した学習画像は正解画像 512 枚, 非正解画像 1,415 枚である.

学習画像を用意する際に, 自転車で得られる映像の品質は手振れ補正の性能に大きく依存することが判明した. 自転車はサスペンションなどの振動吸収機構を持っていないことがほとんどであり, 本システムを使用する際のカメラは手振れ補正機能の搭載されたカメラであることが望ましい.(図 3)

5.5 後方モニタシステムの問題点

現在市販されようとしているミラーレス車では, ルームミラーや車内モニタに後方の映像を映すものが多く見受けられる. 機種によっては広角カメラを採用し, より多くの情報を液晶画面上に表示させる試みもある. このようなシステムについて検討するために, スマートフォンにアクションカムの映像を表示する機能を持つ後方モニタを作成し, ミラーの代わりにカメラを使用する際の問題について検討した. 注意すべき問題点は二つあることが明らかになった.

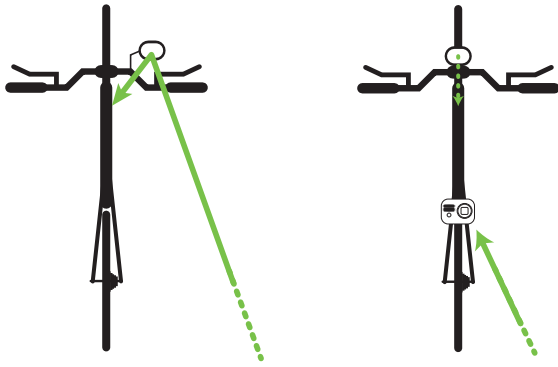


図 4 サイドミラーと後方モニタシステムの比較

サイドミラーでは対象物からの光を直接運転者が捉えることができるために方向を推測が容易である。後方モニタではカメラが捕らえた映像を間接的に見るだけなので、対象物の方向の推測が難しい。

Fig. 4 Compare Sidemirror with Monitor System

第一に、モニタに表示される映像の左右反転の有無についてである。ルームミラー等に映し出される鏡像は左右が逆転されて見える。それに対してカメラで得られる映像は左右は逆転されていない。普段自動車や自動二輪車でミラーに慣れているほど違和感を感じるだろう

第二に、モニタで得られた映像では方向と距離感がわかりづらいことである。(図 4) 通常のルームミラーの場合は対象物からの光が鏡を反射して直接的に運転者の目に入るため、運転者は鏡に映る対象物の方向を推測しやすいという利点がある。カメラを利用したモニタシステムでは、対象物からの光が直接的に運転者の目に届くことはないために対象物の具体的な方向と距離がわからない。さらにカメラの画角によってはこの問題はさらに大きくなる。モニタシステムでは後ろにあるものが何かについては詳細に知ることができるが、その方向や距離は明瞭ではない。後ろを振り向いて確認しないと対象物の正確な方向はわからなかった。

以上の問題点を解決できるインフォグラフィックのデザインを検討する。

5.6 インフォグラフィックの具体的な機能とねらい

円状のインフォグラフィックは検出した車両の方向と距離を表す。(図 5) では、後方と左後方から車両が接近しているため、円状インフォグラフィックの下と左下部分の色が変化している。色は車両を検出していない安全な状態が緑、検出した車両との自分との距離が近づくにつれ黄色から赤へと変化する。インフォグラフィックの中央部分では検出結果から後方の車両のみを抽出し、それらをアイコン化してわかりやすくユーザに伝達する。先述したスマートヘルメットではヘッドマウントディスプレイに後方の状況のカメラ映像をそのまま投影するシステムが提案されているが、そこには景色などの必要のない情報も多く含まれる。本システムはミラーレス車のモニターのような従来のルームミラーやサイドミラーにとってかわるものではなく、それら

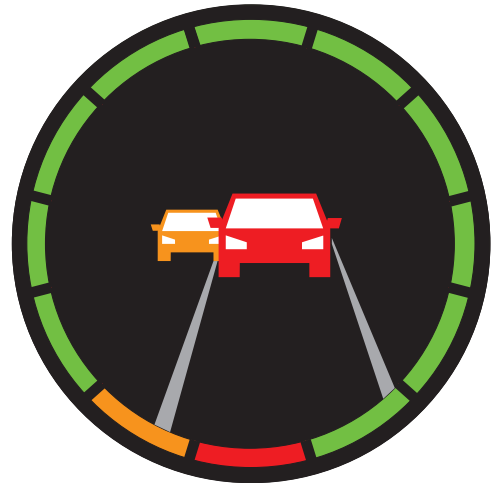


図 5 インフォグラフィックのデザイン

円状のインフォグラフィックは検出物の方向と距離、中央のインフォグラフィックは後方の交通状況を瞬時に把握するためにアイコンを用いて表現している。

Fig. 5 Design of Infographic

を使用した危険予知を助けるものである。本システムのインフォグラフィックの目標は、交通状況を把握するために必要な最小限の情報を抽出しユーザの混乱を防ぐことであり、カメラ映像をそのまま提示することより優位性があることを検証する。

6. おわりに

スマートフォンやアクションカムの様に、現代には高い性能を保ちつつも小型化に成功した製品や IoT の普及が進んでいる。その恩恵を受けて自動車だけではなく自動二輪車や自転車においても実用的な運転支援システムの開発が可能になると考察する。本システムはミラーレス車のようなミラーを用いた従来の後方確認の方法にとって変わるものではなく、ミラーと組み合わせて使用することでより効果を発揮すると考える。今後、様々な評価実験を行い得られた結果から二輪車の安全運転支援システムの在り方を探求し、その結果はスマートヘルメット等の他の支援システムの発展においても貢献できることを期待する。

参考文献

- [1] 三善優紀, 安藤大地, 笠原信一 (2015), コンピュータビジョン周辺監視による二輪車向け安全性向上システムの開発のための基礎検討, インタラクション 2015, <http://www.interaction-ipsj.org/proceedings/2015/data/20150226/A61.pdf> (2015.12.18)
- [2] 株式会社矢野経済研究所, CMOS/CCD カメラ世界市場に関する調査結果, <https://www.yano.co.jp/press/pdf/1244.pdf> (2015.12.18)
- [3] 皆川卓也, OpenCV による物体検出徹底解説, コンピュータビジョン勉強会@関東, 2014, <http://d.hatena.ne.jp/takmin/20141008/1412776956> (2015.01.25)
- [4] Andrews Sobral, Vehicle Detection, Tracking and Counting, <https://www.behance.net/gallery/Vehicle-Detection-Tracking-and-Counting/>

4057777(2015.01.10)

- [5] Cascade Classifier Training, http://docs.opencv.org/doc/user_guide/ug_traincascade.html(2014.12.10)
- [6] 二輪車の死亡事故統計,http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/kotu/roadplan/2rin_jiko.htm(2014.12.10)