

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:

運転を支援する形での安全性向上システムは、自動車向けに多くの製品があるが、自動二輪車と自転車をターゲットとした製品はない。本論文では運転者を中心に他の車両や歩行者の方向や距離をユーザに伝えるグラフィックユーザインターフェースを持つ情報支援による運転支援システムを開発する。スマートフォンとアクションカムを応用した一般的な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。

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

YUKI MIYOSHI^{†1} DAICHI ANDO^{†1} SHINICHI KASAHARA^{†1}

Abstract: Various driving safety systems for cars have come to be equipped with cars today. However, developing systems for two-wheeled vehicles have not been progressed. In this paper, we report developing driving support system with a graphical display. The our new proposing system adopting general hardware, such as a combination system between smart phone and Wi-Fi connected action-cam. Futhermore, the hardware combination solves a rider's sight clearance and vibration problem.

1. はじめに

インタラクション 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グラフィックインターフェース（以下、GUI）を持つ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、本研究では実用化を最終目標に見据えて開発を行う。

2. 自動二輪車と自転車における安全支援システムの現状

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。近年ではスバルの EyeSight やスズキのレーダーブレーキサポートなど交通事故を未然に防ぐためのシステムが発表されている。自動車専用の交通安全支援システムは多く開発されているが、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

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

^{†1} 現在，首都大学東京システムデザイン研究科
Presently with Graduate School of System Design, Tokyo Metropolitan University

するユーザが増えた。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。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。

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。
- Mobileye C2-270 車両のフロントガラスに取り付けたカメラが前方の車両、オートバイ、歩行者、自転車、車線を検知する。検知したもののまでの距離と相対速度に基づき計算された“衝突するまでの時間”を計測し、衝突の危険が迫ると未然にアイコン表示とブザー音による警報を発令する。距離の計測は単眼のカメラによって行われており、フレームの差分から距離を計測している。それ以外にも車線を認識し、走行中に車体が車線外に出ないように警告する機能がある。全ての車両に簡単に搭載できる長所を持つ。
- Skullly 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。

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、自動二輪車と自転車への搭載が可能なストレスの軽減と安全性の向上と運転の楽しさを掻き立てるための運転支援システムの開発と実用化である。前研究では、コンピュータビジョン後方監視の技術的基礎とその

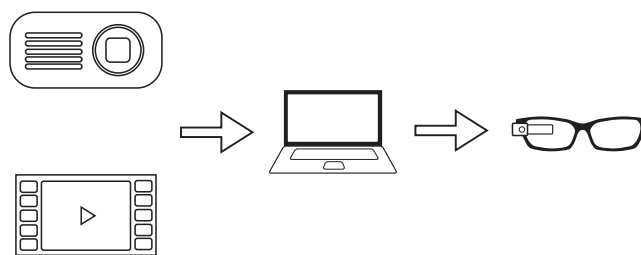


図 1 基礎検討で開発したプロトタイプの全体図
 基礎検討のために作成した車両検出器は、カメラからリアルタイムで取得した映像及び予め用意した映像ファイルから自動車を検出する。ノート PC で検出結果より検出物の位置と方向を推定し、ユーザの装着したヘッドマウントディスプレイに GUI を投影する。

運転支援システムの在り方を模索し、成果物に対する様々な評価を得た。自動二輪車と自転車は後方を確認する手段が乏しいため、コンピュータの目を通して周辺監視をすることはストレスの軽減と安全性の向上を実現できる。支援システムを持たない現状に比べ、それぞれの種類の車両がより安全に道路上で円滑な交通を行うことが可能になると考えられる。危険性やストレスを排除しつつ、同時に運転が楽しくなるような運転支援システムの在り方を追求する。

5.2 本提案システムのための基礎検討

提案システムを設計するにあたり、C++言語と OpenCV によるパソコンによって動作するプロトタイプ (図 1) を用いた基礎検討を行った。まず、自動二輪車及び自転車の方法にカメラを設置し路上を実際に走行しながら映像を収集し、そこから自動車の画像検出器を作成した。次に、検出器によって検出された自動車とカメラを装着した二輪車との距離と方向を推測するアルゴリズムと位置関係を直感的に理解できる GUI を作成した。これらの GUI をヘッドマウントディスプレイ (図 3) に投影することによる一連の安全支援システム (図 2) をプロトタイプとしてデモ発表した。Google Glass のようなヘッドマウントディスプレイを持つウェアラブルコンピュータへの発展を想定してのシステムである。

デモ発表では、走行時の騒音が極めて小さくなったハイブリッドカーが増えている昨今では背後からの車の接近に気づくことが難しいために後方監視は有効であるとの意見が多く、二輪車の安全支援のあるべき姿のひとつである確証を得た。しかしながら、このデモの段階ではプログラムの動作にノートパソコンを必要とする点と GUI が不透過型のヘッドマウントディスプレイに出力されるために、路上での実験は実施できなかった。

5.3 前回の基礎検討を踏まえた今回の提案システムの構成

提案システムの最大の目標は、路上で実際に使用して評価実験を達成することである。以下は提案システムで改善すべき基礎検討でのシステムでの問題点である。

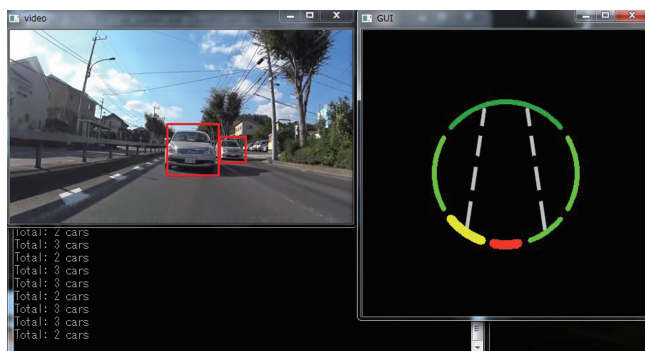


図 2 基礎検討で開発したプロトタイプ
検出結果によって変動する GUI のみをヘッドマウントディスプレイ
に投影した。



図 3 基礎検討で使用したヘッドマウントディスプレイ
ヘッドマウントディスプレイは GUI を必要としない時でも常に視界
に入り続けるためユーザの前方への注意力を低下させる恐れがある。

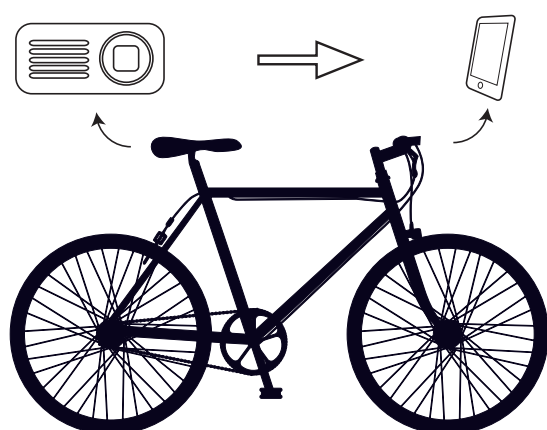


図 4 新しいシステムの全体図
二輪車後方に取り付けたカメラの映像を、ハンドル部のスマートフォ
ンに Wi-Fi で送信している。スマートフォンでは車両検出器と GUI
が動作する。

- (1) ヘッドマウントディスプレイによるユーザの視界の減少による路上使用の危険性
- (2) ノート PC を使用するシステム構成がユーザが使用する際の身体的負担になること

- (3) 車体後方の映像を取得するカメラが有線の USB カメラを使用しているため、車体に設置する際に不便であること

以上の問題点を解決することを目標に提案システムを構成する。

ハードウェア構成は二輪車後部に取り付けるカメラと、システムの動作と GUI の表示の役割を担うハンドル部に装着するスマートフォンである (図 4)。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が映像を車両検出器を用いて車両を検出する。そして、検出結果を元に検出物の距離と方向を推定し GUI を通してユーザに情報を伝達する。

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 GUI が表示されるために注意力を奪う危険があるために路上での使用に不適切であると判断し、スマートフォンの画面上に表示する手法を採用した。GUI 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。音によってユーザに GUI の変化を知らせるなど、シグナル音を組み合わせることでさらに効率的な GUI の提示が可能である。また、車体後部に設置するカメラは GoPro を代表とするアクションカムを使用することを前提にして開発を行う。アクションカムは手振れにも強いために路面からの振動吸収に劣る自転車にカメラを搭載しても安定した映像を得ることができる。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。

提案システムでは以下の手法を取り入れることによって、基礎検討でのシステムを改善し路上で実際に使用し評価実験の達成を目指す。

- (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 GUI を表示することで、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で、システム構成を小さくまとめる。
- (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。

5.4 GUI の具体的な機能とねらい

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 GUI (図 5) である。そのために車体後部に装着した一台のカメラによる歩行者、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 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、GUI を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ことを想定している。GUI は基礎検討を踏まえてよりわかりやすいデザインに変更した。円状の GUI 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 GUI 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。GUI の中央部分では検出結果から後方の車両のみを摘出し、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。本システムの GUI 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。

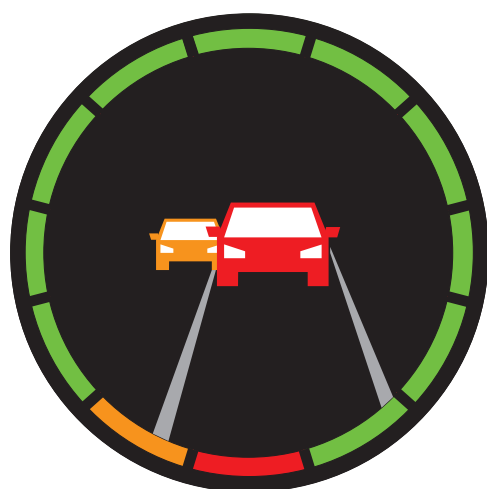


図 5 新しい GUI

円状の GUI は検出物の方向と距離、中央の GUI 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。

6. 今後の展望

スマートフォンやアクションカムの様に、現代には性能を保ちつつも小型化に成功した製品が登場している。その恩恵を受けて私が基礎検討で開発したシステムをスマートフォンに落とし込むことによって、路上で実際に使いながらの評価実験を行うことができる。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、インタラクシオン 2015、入手先 <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)