

スマートフォンセンサを用いた自転車一時不停止検知法と 実験評価

田中翔¹ 高見一正¹

概要: 近年, 自転車利用の広がりとともに, 自転車関連事故の増加が問題となっている. 特に若年層における重大事故の増加が懸念される. 本稿では, 自転車利用者の交通ルール認知の不足, ひいては交通安全教育の機会不足を自転車事故の原因として重要視し, スマートフォンを用いた, 家庭での自転車交通安全運転教育の補助を行うシステムを提案する. 自転車事故における違反割合, 事故発生地点割合から, 一時不停止を自転車の危険運転として定義し, 基礎研究として, スマートフォンセンサを用いて一時不停止を検知するアプリケーションを試作, 評価する. スマートフォンに搭載されている GPS および加速度, 地磁気センサと, 事前に収集した一時停止標識位置情報を組み合わせて検知を行う. 一時停止標識位置情報の収集には, Google Street View Image API を利用した手法を提案する. 実際にアプリケーションをインストールしたスマートフォンを自転車に取り付けて走行実験をおこない, 提案方式による一時不停止検知の正確性を評価する.

Bicycle Stop Sign Violation Detection Method Using Smartphone Sensor

SHOU TANAKA¹ KAZUMASA TAKAMI¹

1. はじめに

今日自転車は, 手軽で便利な交通手段として浸透している. 免許の取得が不要かつ運転操作の獲得が比較的容易であるので, 未就学児や小学校児童も利用できる.

しかしながら, 利用の広がりに伴って, 自転車関連事故の増大が問題となっている. 2017 年中の東京都内での交通事故死者数のうち 17.1% が自転車事故による死者である [1]. 推移をみると, 平成 4 年からの 20 年間で, 交通事故死者数は約 6 割の減少となっているが, 自転車乗用中における交通事故死者数は約 5 割の減少にとどまっておらず, 交通事故死者数に占める自転車乗用中事故死者数の割合は増加傾向となっている [2]. また, 平成 14 年からの 10 年間で, 全交通事故件数は約 3 割の減少となっているが, 自転車対歩行者事故件数は約 3 割の増加となっている [2]. 国や警察はその対策として, 2015 年の道路交通法改正により, 14 の危険運転行為の定義および悪質運転者に対する講習義務付けをおこなうなどしている [3].

自転車事故件数が減少しない要因の一つとして, 交通ルール, マナーの認知, 履行不足があげられる. 自転車乗用中に事故に遭い, 負傷または死亡した自転車運転者のうち, 約 6 割に何らかの交通違反行為が認められた [2]. 先述のように, 自転車は免許を取得せずに利用できる車両であり, 利用に際して重要である交通ルールなどについて講習

の受講なども義務付けられておらず, 交通ルール等に対する理解が不十分なまま自転車利用を行っている運転者が多数存在する可能性がある. 特に, 一時不停止は, 自転車乗用中の事故死傷者における違反運転行為に占める割合が大きいにも関わらず [2], 自転車運転者の交通法規認知率, 順守率の両面で低い [4]. 自転車交通事故を防止するうえでその啓発が特に効果的だと考えられる.

以上の問題を解決して安全な自転車交通を実現するためには, 自転車の利用を始める児童期における交通安全運転教育の拡充が必要であると考えられる. 小学校等で開催されている交通安全運転教室は, その頻度が限られる. 交通公園を利用した交通安全運転教育については, 実際に児童がルールを理解し, 実際の運転においてその遵守を行っているか, 保護者にはわからない上, 保護者が正しく交通ルールを理解している保証もない.

本稿では, 自転車にスマートフォンを取り付けて, センサによって特に一時不停止を検知, 通知することで家庭での継続的な交通安全運転教育を啓発するシステムを提案する. 第 2 章では関連研究の内容と本稿との差異について述べる. 第 3 章では提案システムの詳細について述べる. 第 4 章では提案システムの評価のための試作システムについて述べ, 第 5 章で評価方法及び評価実験の結果を示す. 第 6 章で本稿のまとめと今後の課題について記す.

¹ 創価大学 大学院工学研究科 情報システム工学専攻
Graduate School of Engineering, Soka University

2. 関連研究

2.1 モーションセンサを用いた自転車違反検知システム

文献 [5]では、モーションセンサによって自転車の違反運転を検知し、運転者及び警察に通知するシステムの提案を行っている。モーションセンサとしてマイクロソフト社の Kinect for Windows v2 を用い、スケルトン・トラッキングと深度情報を用いて、安全運転義務違反に相当する違反運転の検知を行う。検知する違反運転の内容と、評価実験における運転内容判断率を評価している。ここで運転内容判断率とは、試行した運転内容を判断した割合である。自転車スマホ、手放し運転については非常に高い運転内容判断率となっているが、その他の違反行為についてはほとんど正しく判断できておらず、違反のない通常走行も 4 割を違反運転と判断してしまっている。また、提案方式の導入のためにはモーションセンサをあらゆる地点に設置しなければならず、導入にかかるコストに疑問がある。運転者への通知方法として、Kinect と共に設置した LED ライトを用いた光による通知と、運転者のスマートフォンにあらかじめインストールされた専用アプリケーションによるテキストメッセージの受信の二つを挙げているが、光による通知では、通知先が自分であるとの判断が難しく、見逃される恐れがあり、アプリケーションのインストールを必要とすると、利用者が元から安全運転意識の高い運転者に限られる恐れがある。

2.2 マルチセンサを用いた走行解析による自転車事故防止システム

文献 [6]では、リードスイッチと回転角度検出センサを利用して取得した情報から自転車の走行状態を解析し、速度超過や蛇行運転などの、事故につながりやすいと考えられる危険な運転を検知した場合に、運転者に警告を発する

システムを提案している。また、自転車事故と走行環境の関連に着目し、赤外線距離センサと照度センサを使用した、雨天検知と昼夜検知を行っている。提案手法では、複数のセンサを自転車に搭載することで走行状態及び環境の検知を行っているが、複数のセンサを自転車に搭載することは、コストの面で問題がある。また、危険な走行状態の検知は行うが、違反運転の検知および警告は行わない。

2.3 スマートフォンを用いた車両接近検知

文献 [7]では、高齢自転車運転者向けに、スマートフォンを自転車に取り付け、マイクを用いて近接音の周波数成分の変化パターンを検出することで、後方から接近する車両の検知を行い通知して安全な運転を支援する手法を提案している。自転車乗車中における死亡事故の 5 割以上は 65 歳以上の高齢者が占めているが、自転車事故総数から見ると、通学に自転車を利用する未成年者の占める割合が大きく、また加害者となって相手に重大な障害を負わせるまたは死亡させてしまうケースも存在するため、本稿では児童期の自転車利用者に重点を置いている。また、自転車が安全に利用されるためには、交通ルールに対する理解が必要であるため、本稿では危険運転行為の通知を通して交通ルールへの理解促進を図る。

2.4 本研究の位置づけ

本稿では、安全な自転車交通の実現に特に重要だと考えられる、一時不停止について、検知、通知を行うシステムを提案する。普及率の高いスマートフォンを個別の自転車へ装着する方式とすることで、導入性の高いシステムとすることを目指す。また児童期の運転者の安全運転教育へ焦点を当て、保護者への通知を行うことで、家庭内での安全運転教育の機会を創出し、より確実な安全運転啓発を目指す。

表 1 関連研究との比較

比較項目	モーションセンサを用いた自転車違反検知システム [5]	マルチセンサを用いた走行解析による自転車事故防止システム [6]	スマートフォンを用いた車両接近検知 [7]	本研究
一時不停止の検知	対象外	対象外	対象外	対象
使用機器	Kinect, スマートフォン	リードスイッチ, 回転角検出センサ, 照度センサ, 距離センサ	スマートフォン (マイク)	スマートフォン (加速度, 地磁気センサ, GPS)
導入性	低い (Kinect の設置コスト)	低い (各種センサの設置コスト)	高い (スマートフォンのみ)	高い (スマートフォンのみ)

3. 提案手法

3.1 提案システム概要

スマートフォンの内蔵センサを用いて自転車の危険な

運転行為を検知するアプリケーションをスマートフォンにインストールし、自転車に取り付ける。スマートフォンの内蔵センサとして、GPS, 加速度センサ, 地磁気センサが搭載されていることを想定し、これらを用いて危険運転の

検知を行う。システムの概要を図 1 に示す。

システムが危険運転を検知すると、運転者およびその保護者へ通知を行う。運転者が通知を受け取ることで、当該危険運転行為について危険な運転であると認識できる。保護者が通知を受け取ることで、子供の自転車利用について家庭で話し合う機会を創出でき、また保護者自身も、当該危険運転について危険な運転であると認識することができる。両者の交通ルールに対する認識が深まることで、自転車事故件数が減少することを最終目的とする。

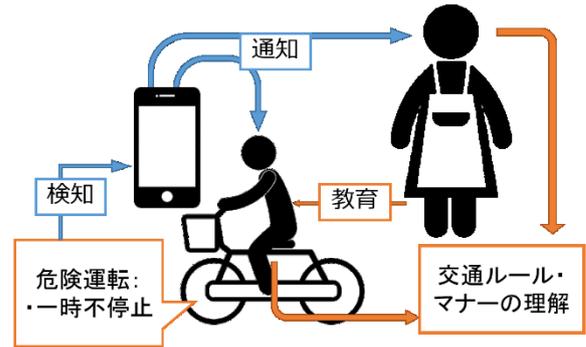


図 1 提案システム概要

3.2 一時不停止検知手法

一時不停止の検知は、スマートフォンに内蔵された GPS、加速度、地磁気センサと、事前に収集した一時停止標識位置情報を用いて行う。カメラを用いないことで、走行時間帯や天候、スマートフォンカメラの設置位置、姿勢に依らずに一時不停止の検知が行える。

一時不停止の検知には、自転車の緯度、経度、走行方向、速度、一時停止標識の緯度、経度、表示方向の情報を用いる。ここで一時停止標識の表示方向とは、一時停止標識が設置されていて、それを順守すべき車両が存在するとき、車両の通行方向である、と定義する。

車両の進行路上に、車両の進行方向と一致する表示方向を持つ一時停止標識が存在する場合、車両に停止義務があると定義する。システムは、一時停止標識位置情報として、一時停止標識の緯度、経度、および標識表示方向の組を保持しているものとする。

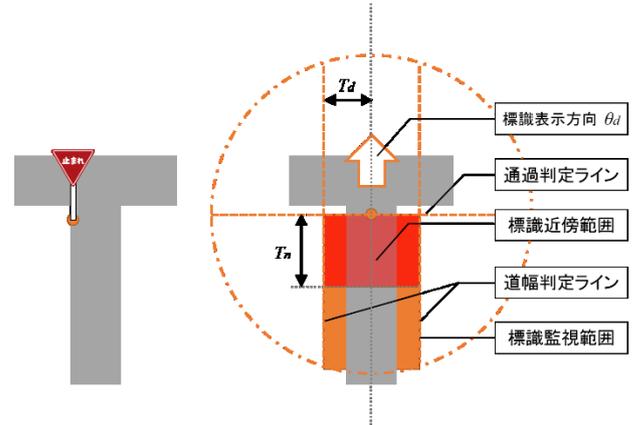


図 2 位置関係判定 (左: 実際の道路, 右: 判定モデル)

3.2.1 自転車と標識の位置関係算出

自転車と一時停止標識の位置関係の判定を行う。この処理によって、自転車と一時停止標識との位置関係は、停止義務あり、停止義務なし、通過のいずれかとなり、それとは独立して近傍のフラグを持つ。位置関係判定の概念図を図 2 に示す。判定のフローチャートを図 3 に示す。標識監視範囲は、自転車に停止義務が発生する範囲であり、この範囲を標識表示方向にそって走行しているかを算出する。道幅判定ラインは、並行する道路に存在する一時停止標識を誤って判定することを避ける為に用いる。並行する道路を含むような過大な範囲を設定しなければ、検知の精度に影響を与えない。通過判定ラインは、標識の通過を判定する為に用い、一時停止標識位置を通り、標識表示方向と直交する。標識近傍範囲は、標識の手前での停止、方向転換などを検知するための範囲である。大きく設定すると、一時停止標識手前で減速する場合を一時停止と正しく検知できる範囲が広がるが、一時停止標識手前で他の方向へ進路を変更した場合に誤って一時不停止と検知するケースが増大する。

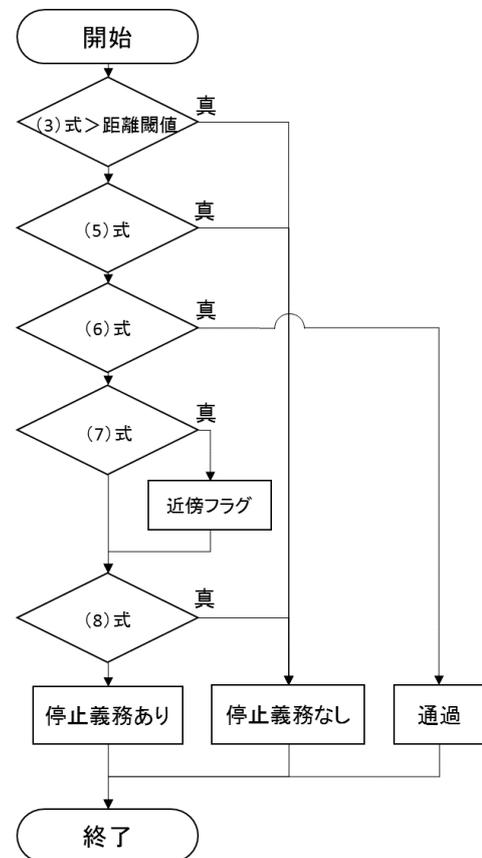


図 3 位置関係判定フローチャート

まず自転車と一時停止標識の距離を算出し、一定以上離れていれば停止義務なしとする。算出に際しては、地球を真球と仮定し、まず2点間の緯度方向と経度方向の距離を式(1)、式(2)によって円弧の長さで近似する。本システムで想定される2点間の距離は十分小さいので、2点は同一平面上に存在すると見なせる。北を原点として時計回り方向に方位を表現すると、2点間の距離は式(3)のように、地点1から地点2への方向は式(4)のように求められる。

$$d_{lat} = 2\pi R(lat_2 - lat_1) \quad (1)$$

$$d_{lng} = 2\pi R(lng_2 - lng_1) \cos(lat_1) \quad (2)$$

$$d = \sqrt{d_{lat}^2 + d_{lng}^2} \quad (3)$$

$$dir = \tan^{-1}(d_{lat}/d_{lng}) \quad (4)$$

d_{lat} : 緯度方向距離

d_{lng} : 経度方向距離

(lat_1, lng_1) : 地点1 緯度経度

(lat_2, lng_2) : 地点2 緯度経度

R : 赤道半径

次に式(5)によって道幅閾値の判定を行う。閾値から外れば、並行する他の道路を走行していると考えられるので、当該一時停止標識について停止義務なしとする。

$$|d_d \sin(\theta_d - \theta_s)| < T_d \quad (5)$$

d_d : 自転車から標識への距離((3)式利用)

θ_d : 自転車から標識への方位角((4)式利用)

T_d : 道幅閾値

次に自転車の進行方向を基準として、一時停止標識が前方にあるか後方にあるかを以下の式(6)によって判定する。後方にあれば通過とする。ここまでで図2に示した標識監視範囲を自転車が走行しているか判定が終了する。

$$\cos(\theta_d - \theta_s) > 0 \quad (6)$$

θ_s : 標識表示方向

式(7)で一時停止標識との垂直距離を判定し、閾値以内であれば、近傍フラグを立てる。判定が真であれば、自転車は標識の規定する停止線に近い位置を走行していると判断できる。これは、自転車が交差点を通過する際に、一時停止標識よりも手前で右左折操作を開始した際に対応するため、また標識の手前での一時停止を検知するための判定である。

$$d_d \cos(\theta_d - \theta_s) < T_n \quad (7)$$

式(8)で自転車の進行方向と、一時停止標識の表示方向の差を判定する。判定が真であれば、標識に向かって自転車が走行していると判断できるので、停止義務ありとする。

$$\cos(\theta_c - \theta_s) > \cos(T_\theta) \quad (8)$$

θ_c : 自転車進行方向

T_θ : 方位差閾値

3.2.2 位置関係推移による自転車の一時不停止の検知

自転車と一時停止標識の位置関係の推移と、GPS から取得した自転車の走行速度情報を組み合わせて、一時不停止の検知を行う。検知のフローチャートを図4に示す。自転車と一時停止標識の位置関係を継続的に判定するため、一時停止標識一つ一つに監視状態というフラグを定義する。監視状態にある一時停止標識とは、走行中の自転車の進行方向に対して、その一時停止標識が効力を有しており、その位置関係の推移について監視する必要がある標識を意味する。

監視状態にある標識の位置関係が停止義務ありであり、近傍フラグが立っていれば、速度を参照する。徐行閾値以下の速度で走行していれば、一時停止標識の直前で停止したと判定し、標識を監視状態から外し、標識の通過を記録する。標識の通過の記録は、標識から一定距離離れると消去される。徐行閾値以上の速度で走行していれば、監視状態を継続する。

監視状態にある標識の位置関係が通過、または停止義務なしかつ近傍フラグが立っている状態となった場合、一時停止標識を通過したと判定し、速度を参照する。徐行閾値以上の速度で走行していれば、一時不停止と判定する。判定結果にかかわらず、標識の監視状態を解消し、標識の通過を記録する。

監視状態にある標識の位置関係が停止義務なしかつ近傍フラグが立っていない場合、一時停止標識の手前で方向転換を行うなどして、標識の効力が発生しないルートへ転換したと判定し、標識の監視状態を解除する。

監視下でない標識の位置関係が停止義務ありとなった場合、標識を監視状態とする。

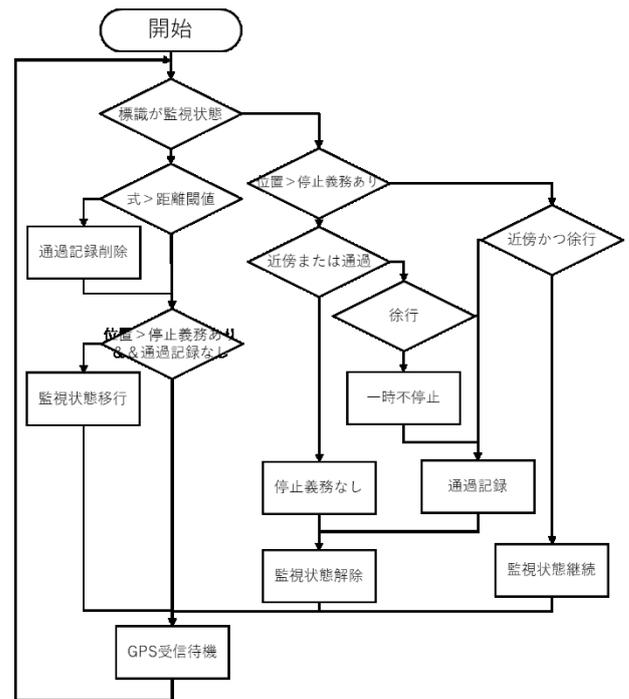


図4 一時不停止判定フローチャート

3.3 一時停止標識位置情報収集手法

一時不停止の検知に用いる一時停止標識位置の情報は、学生実験であるため既存の地図データの購入が検討できないため、Google Street View Image API を利用した収集手法を利用する。Google Street View Image API は、ストリートビュー画像を取得したい地点の緯度、経度、視点方向等をパラメータとしてリクエストを送信すると、当該地点のストリートビュー画像(以下パノラマ画像)が返却される API である。取得した画像から、画像処理によって一時停止標識を検出し、標識を検出した場合は、API に送信したパラメータを標識位置情報とする。一時停止標識位置収集の手順を以下に示す。

API との通信量を削減するため、まず Google Street View Image API メタデータリクエストを用いて、指定した範囲内に存在するパノラマ画像の位置情報を収集する。Google Street View Image API メタデータリクエストは、Google Street View Image API と同様のパラメータを用いてリクエストを送信すると、その地点から最も近くに存在するパノラマ画像の位置、撮影者などの情報が返信される API である。パラメータとなる緯度、経度をステップさせながらリクエストを複数送信し、範囲内に存在するパノラマ画像位置情報のリストを作成する。このとき、撮影者の情報が Google Inc.以外となっているパノラマ画像は、広告などのために店舗や施設内のパノラマ画像を公開できるサービス「Google Street View (屋内版)」のものであるので、リストからは削除する。

一時停止標識は、ふつう見通しの悪い交差点に、車両の進行方向正面から目視できるように設置される。処理時間及び通信量を減らすため、パノラマ画像同士の位置関係から道路の方向と交差点の位置を推定する。推定に用いるロジックの概要を図 7 に示す。パノラマ画像同士の距離が一定以下であれば、同一路線上で隣接しているパノラマ画像と判断し、隣接パノラマ画像への方角を算出し保持する。すべてのパノラマ画像について上記の処理が終了後、あるパノラマ画像に隣接するパノラマ画像方位が 3 方向以上存在すれば、そのパノラマ画像は交差点を撮影したものであると判定する。以上のようにして、すべてのパノラマ画像に対して、隣接するパノラマ画像とその方位の情報のリストと、交差点のパノラマ画像のリストを得る。

交差点に隣接するパノラマ画像の緯度、経度、交差点パノラマ画像への方角をパラメータとして、Google Street View Image API へリクエストを行う。返却された画像に対して、カスケード分類器を用いた一時停止標識検出を行う。検知精度を高めるため、画像中から赤色領域を抽出する前処理を行う。パラメータをわずかに変えて複数回検出を行い、すべての試行で標識が検出されれば標識を検出したとすることで誤検出を減らす。標識が検出されれば、パラメータとして送信した緯度、経度、表示方位の一時停止標識

が存在するとしてデータを保持する。



図 5 交差点の抽出



図 6 標識の検出

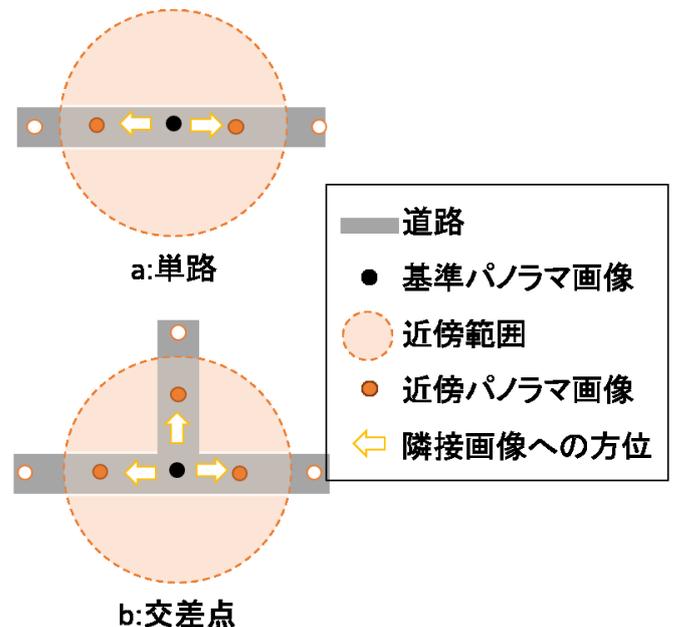


図 7 交差点検知ロジック概要

3.4 通知内容

運転者への通知方法は、運転の妨げとならないような方式を選択する。通知内容は、児童を想定している運転者に対してわかりやすい方式、内容を選択する。

保護者への通知方法は、運転者への通知と比して内容を多くしても安全上問題がないため、危険運転によって実際に発生する事故のリスク、法制上の刑罰等についての情報を含める。

4. 試作システム

提案システムの評価を行うため、危険運転検知システムの試作を行った。本稿では、提案システム実現のための基礎研究として危険運転の検知機能の開発、評価を行った。危険運転通知機能の開発及び危険運転の通知による安全運転啓発効果の評価については今後の課題とした。

試作アプリケーションを、Android studio を用いて Android アプリケーションとして開発し、Huawei 製 nova にインストールした。自転車は一般的なシティサイクルを使用し、ハンドルバーの中央部に、市販のスマートフォンホルダを用いて端末を固定した。システムで使用する走行速度は GPS から取得したものを利用しているが、誤差が出ることが考えられるため、別途サイクルコンピュータを搭載し、実験時の走行速度確認に利用した。

一時停止標識位置情報を格納するデータベースを、ウェブアプリケーションプラットフォームである Heroku を利用して、PostgreSQL で実装した。外部と HTTP で通信を行うプログラムを PHP5 で開発、実装した。スマートフォンアプリケーションとサーバ上のプログラムとの通信は、LTE を用いたモバイル通信上で、HTTP で行う。アプリケーションの一時不停止検知アクティビティを起動すると、アプリケーションはサーバへリクエストを送信する。サーバの PHP プログラムはデータベースに格納されている標識レコードをすべて JSON 形式にパースし、アプリケーションへ返信する。アプリケーションは、返信された標識位置情報に基づき、自転車の一時不停止検知を行う。実験時にシステムの動作が正常かどうかを確認するためのユーザインタフェースを図 10 のように作成した。

一時停止標識の位置を収集するアプリケーションを、Visual Studio を用いて C++ で記述し、Windows アプリケーションとして試作した。画像処理ライブラリとして Opencv を使用した。ライブラリとして、Google APIs にアクセスするために Winhttp を、JSON フォーマットを展開するために picojson を使用した。収集された標識位置情報は、csv 形式で出力される。標識収集に用いる一時不停止標識を検出するカスケード分類器は、OpenCV の traincascade を利用して、単一の一時不停止標識画像から、複数の差分画像を生成し、HOG 特徴量を用いた分類器を作成した。



図 8 自転車に取り付けた試作システム

表 2 試作システム詳細

項目	内容
端末	HUAWEI nova
OS	Android 7.0
通信規格	LTE
スマホホルダ	Qtuo Qtop
速度計	CAT EYE Velo Wireless+(CC-VT235W)
自転車	シティサイクル
記述言語	危険運転検知アプリ : Java 標識位置 WebAPI : PHP 標識位置収集プログラム : C++
開発環境	危険運転検知アプリ : Android Studio 2.3.3, OpenCV 3.3 for Android 標識位置 WebAPI : PHP5, PostgreSQL 標識位置収集プログラム : Visual Studio 2015, OpenCV 3.3

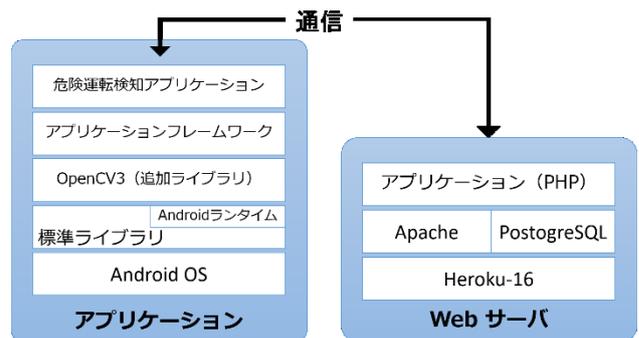


図 9 ソフトウェア構成

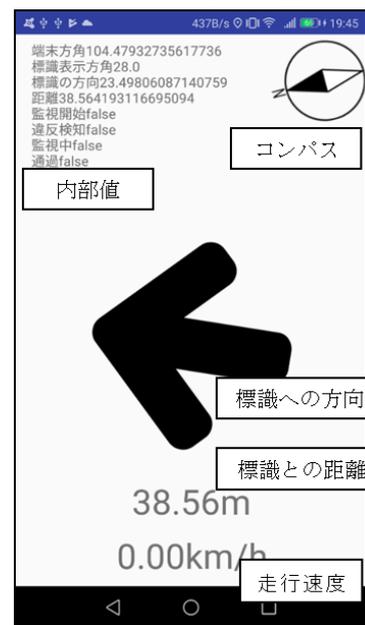


図 10 アプリケーションインタフェース

5. 評価

5.1 一時停止標識位置収集実験

5.1.1 評価環境

表 3 の条件で評価実験を行った。範囲内に存在する一時停止標識を検出、収集した。範囲内に存在する一時停止標識総数に対して、何カ所の一時停止標識を検出できたかを示す検出網羅率と、検出総数から、重複、誤検出を除いた検出正確率を計測した。

表 3 実験条件

項目	条件
緯度範囲	北緯 35.630~35.635 度
経度範囲	東経 139.320~139.325 度
近傍範囲	10m, 15m, 20m
同一方向判定閾値	15 度
範囲内一時停止標識数	35

5.1.2 実験結果

表 4 と図 11 に評価実験の結果を示す。

範囲内に存在する一時停止標識に対して、最大で約 90% の網羅率を達成した。検出できなかった一時停止標識に関しては、Google Street View 側での周囲のパノラマ画像の欠落が原因である。一時停止標識周辺にパノラマ画像が存在しない地点があることで、交差点検出が出来ない、標識が正しく撮影されていないなどの原因が発生し検出漏れが発生した。

検出網羅率は近傍閾値の増加に伴って上昇したが、同時に検出正確率が低下した。これは、近傍パノラマ画像と判定する範囲が広がったことで、実際には隣接していない、同一道路上にない点に対して偽の経路を検出してしまい、本来の交差点パノラマ画像の周囲に偽の交差点が検出され、同一標識を複数回検出してしまったことによる。また、偽の交差点が検出されることで検出対象画像数が増え、結果として標識の誤検出も増加した。

また、今回の評価実験では、検出された標識の位置情報が一時不停止検知に利用するのに適切かどうかについては評価できていない。

表 4 標識検出結果

近傍閾値(m)	10	15	20
総標識検出数	6	44	72
正検出数	3	28	31
重複検出数	0	10	33
誤検出数	3	6	8
検出漏標識数	32	7	4

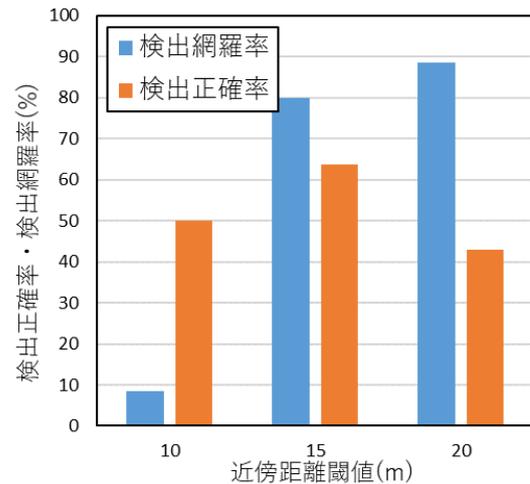


図 11 検出網羅率・検出正確率

5.2 一時不停止検知実験

5.2.1 評価環境

表 5 の条件で評価実験を行った。パターンごとに、一時不停止、一時停止を各 5 回試行し、検出正確率を計測した。

図 12 は実験地点の様子である。

地点による GPS 精度の差が検知精度に与える影響を評価するために、周辺環境の異なる 2 地点で実験を行った。実験地点の選定にあたっては、直線路から丁字路への進入地点を選択した。検知に用いる一時停止標識位置情報については、一時停止標識位置収集実験結果の精度が実用レベルに達していなかったため、一時停止標識位置はあらかじめデータベースに手動で入力したものを使用した。GPS の取得周期が最小で 1 秒であるので、走行速度による検知精度への影響を考慮し、3 パターンの走行速度で実験を行った。天候による GPS 精度への影響を考慮し、晴天下、曇天下の 2 パターンで実験を行った。

一時停止試行は、一時停止標識位置から十分離れた位置で走行を開始し、一定の速度で標識に接近したのち、標識の手前で地面に足をつけ、1 秒程度完全に停止した。その後再発進を行った。

一時不停止試行については、同様に発進、等速で走行したのち、一時停止標識位置では速度を緩めずにそのまま通過した。

実験に際しては、一般車両及び歩行者等周辺交通に影響、危険が及ばないように、協力者 1 名を交差点に配置して周辺の道路状況を監視させ、協力者が実験の続行を危険であると判断した場合には即座に試行を中止した。

表 5 実験条件

項目	条件
試行回数	1 条件当たり停止不停止各 5 回
時間帯	昼
天候条件	晴, 曇
周辺状況	地点 A (ひらけている), 地点 B (ビル周辺)
走行速度	10km/h, 15km/h, 20km/h
標識位置	手動入力で DB に入力
徐行閾値	7km/h
道幅閾値	7m
進行方向閾値	30 度



図 12 実験地点 (左: 地点 A, 右: 地点 B)

5.2.2 実験結果

評価実験での各パターンにおける検出正確率を以下に示す。検出正確率は平均して約 90.8%となり、どの条件においても一時停止、一時不停止を検知することができた。

地点による GPS 精度の影響については、すべての条件で地点 A の方での検出正確率が高いまたは等しいという結果となり、GPS の精度と検出精度に相関性がみられる。

誤検出の原因は、GPS 速度誤差が 4 割、通過後減速が 4 割、ルート逸脱が 1 割、方向転換誤検知が 1 割であった。このうち方向転換誤検知以外の誤検出については、GPS 精度が関係していると考えられる。

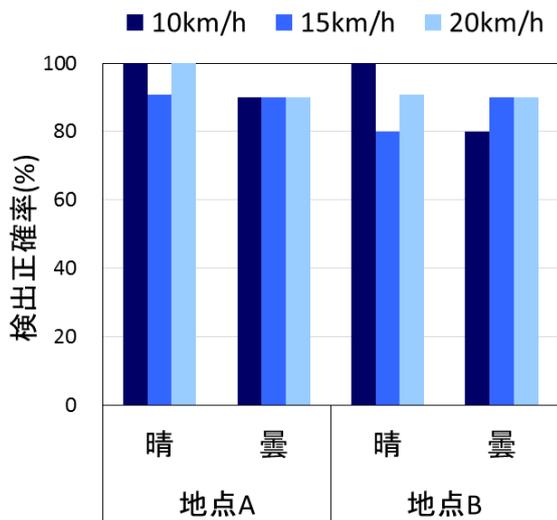


図 13 検出正確率

6. まとめ

本稿では、自転車運転者の安全運転意識向上によって自転車事故の減少を図るため、児童及びその保護者向けに、スマートフォンを用いて危険運転の検知、通知を行うシステムを提案し、一時停止標識の収集をおこなうプログラム、および一時不停止の検知を行うシステムをそれぞれ試作、評価した。直線路から丁字路への進入時における一時不停止については、提案方式での検知が行えることが確かめられた。しかしながら一時停止標識が存在する地点の道路形状等には様々な種類が存在し、提案方式における単純な閾値を用いた検出手法でそのすべてに対応できるかは検証できていない。今後実験地点の追加を行い、提案方式の妥当性を確かめ、検知ロジックの改修も視野に研究を進める。また、提案の目的である、危険運転の通知による交通ルールの理解促進について、効果的な通知手法及び通知内容の検討及び評価を行う。さらに、一時不停止以外の危険な運転行為についても、重要度を検討し、検知ロジックの作成及び評価を行う。

参考文献

- [1] 警視庁：自転車の交通人身事故発生状況，警視庁(オンライン)，入手先
<http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/vta.files/bicycle.pdf>(参照 2018-12-5).
- [2] 国土交通省：自転車交通，国土交通省(オンライン)，
<<http://www.mlit.go.jp/common/001085121.pdf>>(参照 2017-4-14).
- [3] 警察庁：道路交通法施行令の一部を改正する政令(平成 27 年政令第 19 号) 本文，警察庁(オンライン)，
<https://www.npa.go.jp/syokanhourei/kaisei/seirei/270123_2/honbun.pdf>(参照 2018-5-12).
- [4] 吉村朋矩，三寺潤，和田章仁：自転車走行時における交通ルールの遵守実態-大都市と地方都市の比較を通して-，土木計画学研究・講演集，Vol.45，pp. 298_1-4(2012).
- [5] 大井将徳，中村嘉隆，高橋修：モーションセンサを用いた自転車違反運転検知システム，マルチメディア，分散，協調とモバイル(DICOMO2015)シンポジウム，pp. 265-271(2015).
- [6] 下山直起，安藤輝，山崎和人，石井貴拓，平山雅之：マルチセンサを用いた走行解析による自転車事故防止システムの検討，情報処理学会研究報告.EMB，2015-EMB-36(51)，pp.1-6(2015).
- [7] Shogo Kawanaka, Yukitoshi Kashimoto, Aryan Firouzian, Yutaka Arakawa, Petri Pulli, and Keiichi Yasumoto: Approaching Vehicle Detection Method with Acoustic Analysis using Smartphone for Elderly Bicycle Driver, International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network, 2017.