

# 道路・踏切横断中における「歩きながらスマホ」事前回避のための通知タイミングに着目した警告発出機構

佐伯 翼<sup>†1</sup> 藤波 香織<sup>†2</sup>

東京農工大学 大学院 工学府 情報工学専攻<sup>†1</sup> 東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門<sup>†2</sup>

## 1. はじめに

近年、スマートフォンに対して過度な依存を示すユーザが急増し、歩行状態での端末利用行為である「歩きながらスマホ」実施の増加が深刻化している。現状の一打開策として、同行為への警告通知アプリケーションの配布<sup>1)</sup>が挙げられる。しかしながら、ユーザのコンテキストを考慮しない警告通知は、スマートフォン使用への抵抗感の増加を招き、システム利用放棄の可能性を高める。

以上を踏まえ、「歩きながらスマホ」実施時に高い危険性が懸念される場面に限定した警告通知の実現を目指す。すなわち、死亡事故の発生頻度が高い道路・踏切横断時<sup>1)</sup>を同場面と定義し、場面開始以前に端末使用制止を促す事前通知を行う警告発出機構を開発する。なお本稿では、使用抵抗感の軽減かつ確実な使用制止を実現のきっかけとして、テキスト入力や地図閲覧を始めとした操作種別による、警告発出からユーザの端末使用制止までの所要時間の差異に着目する(図1)。具体的には、横断開始時刻を基準とした警告通知時刻(以後、通知タイミングと記す)を操作種別に応じて変更し、従来アプリケーションよりユーザのコンテキストに密接な通知を実現する。



図1 想定する警告・横断と制止動作の時系列推移

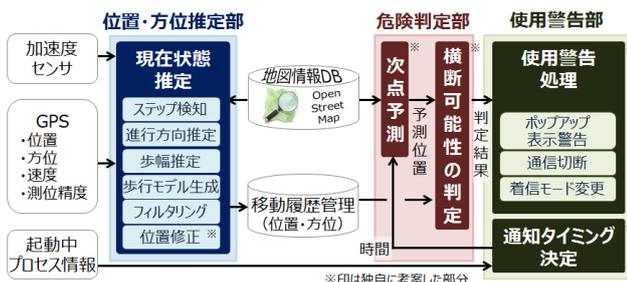


図2 システム構成図

## 2. 手法概要

道路・踏切横断以前での警告発出の実現にあたり、通知タイミング以前での横断可能性の判定が必要となる。本稿では、ユーザの位置・方位の移動履歴を用いて制止動作に所要する時間後の移動位置(以後、次点と記す)を予測し、移動履歴及び次点と道路・線路の座標データ

ベース(以後、地図情報DBと記す)との連携により、横断可能性の判定を行う。システム構成を図2に示す。

### 2.1 位置・方位推定部

本推定部では、加速度センサ値及びGPS測位情報(位置・方位・速度・測位精度)を入力とし、出力される現在位置・方位を移動履歴管理に蓄積する。なお、GPS測位による緯度経度座標は道路・線路の幅を超過する平均誤差を一般に含むため、ステップ単位での位置推定を行う自律航法の導入により推定誤差の軽減を図り、移動履歴を用いた次点予測の高精度化を目指す。自律航法には、ステップ幅算出のための回帰モデルのパラメータの動的な自動補正処理による、多様な歩行に対して頑健な屋内位置推定を可能とする先行研究手法<sup>3)</sup>を用いた。具体的には、パーティクルフィルタを用いた尤度計算を伴うマップマッチング処理を導入した位置推定手法である。なお、同処理における地図情報にはOpenStreetMap<sup>4)</sup>を利用した。ただし、本機構の利用で想定される長距離歩行時の蓄積誤差補正に対する処理強化のため、GPS測位精度の範囲外に現在推定位置が存在した場合に測位位置に移動する位置修正部の追加等を行った。

### 2.2 危険判定部

横断予測の前処理となる次点予測では、移動履歴管理内の方位・移動速度を特徴量として、多層ニューラルネットワークを利用して次点を出力する。入力に用いる方位の特徴量は2回前の位置の取得時刻から現在時刻までの変化角、直前位置の取得時刻から現在時刻までの変化角の2種類である。一方で移動速度の特徴量は、過去2回分の隣接する2点間の移動速度の平均、直前位置から現在位置までの移動速度の2種類とした。また、出力は現在時刻から次点予測時刻までの移動距離、現在時刻から次点予測時刻までの変化角と定めた。なお、現在時刻と制止所要時間の加算結果を次点予測時刻とする。

予測処理の終了後、次点及び移動履歴内の位置・方位を入力とし、地図情報DBと連携して横断可能性の有無を判定する。現在位置と次点間における道路・線路の有無、現在位置または次点自体の道路・線路上の滞在の有無を判定し、両判定の論理和を出力結果とする。

### 2.3 使用警告部

使用警告にあたり、スマートフォン内で起動中のプロセス情報を取得し、制止所要時間を次点予測に反映させる。具体的には、予め各操作種別での制止所要時間を登録しておき、起動中のアプリケーション情報を用いて推定された現在の操作種別の所要時間とする。本稿では、「歩きながらスマホ」実施時の3大利用コンテンツであ

A timing-aware alert system to motivate smartphone users to stop texting while walking on approaching crossings

Tsubasa SAEKI<sup>†1</sup> Kaori FUJINAMI<sup>†2</sup>

<sup>†1, †2</sup> Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

るメール / 地図・乗り換え案内 / インターネット閲覧<sup>5)</sup>に含まれる操作として、(i) テキスト入力、(ii) 地図閲覧、(iii) ブラウジングの3種類を定義した。なお、被験者3名を対象に「歩きながらスマホ」を実施した時の各操作種別の制止所要時間を表1に示す。後述する評価実験では、各個人の操作種別と制止所要時間の関係性を用いて通知タイミングを決定するものを提案機構と定める。

また、横断可能性の判定結果を入力として、判定結果が真の場合には使用警告処理を実施する。警告処理には、警告メッセージを記載したポップアップ表示警告の発出、サイレントマナーモードへの着信モード変更、WiFi や3G /4G 通信の一時切断の3種類が含まれる。ただし、横断可能性が低くなった場合には上記処理が解除される。

表1 各操作種別の制止所要時間 (単位: 秒)

被験者	1	2	3	全体平均
テキスト入力	1.12	1.03	1.27	1.14
地図閲覧	1.50	0.56	1.35	1.14
ブラウジング	1.22	0.39	1.13	0.91

### 3. 評価実験

提案機構の検証のため、現在位置の推定精度、次点の予測精度及び横断可能性の判定精度に関する定量性能評価、警告発出に関するユーザ評価を実施した。

#### 3.1 定量性能評価

被験者3名から総計約2.2km (1秒間隔のGPS測位で計1507サンプル)の歩行データ(垂直曲折6か所、横断8か所)を収集し、判定結果と正解データを照合してオフライン評価を実施した。加速度センサ値の取得周波数は50Hzとし、収集端末にはHuawei Ascend P7を用いた。計算タスク下での歩行制動時間を参考にして、本評価での次点予測時刻は現在時刻から2.7秒後<sup>6)</sup>と定め、比較指標として現在状態推定を行わずにGPSによる位置・方位を利用した精度値を採用した。評価結果を図3に示す。

現在位置の推定精度では、現在状態推定の有無により全体平均で0.98m向上した。一方で、被験者2は現在位置の推定精度が同等であったが、これは他被験者と比較して急停止動作の頻発による速度変化が大きく、ステップの誤検知が発生した。また、次点予測精度は現在位置の推定精度に比例して高精度となっており、全体平均では0.61m向上した。横断可能性の判定精度についても同様の傾向があり、現在状態推定の有無により0.03ポイント精度が向上した。

#### 3.2 ユーザ評価

本稿の目的である機構導入時の端末使用への抵抗感軽減、及び確実な使用制止の検証を実施するため、3.1節と同じ既定コースで製作アプリケーションを各個人で計30分程度利用してもらい、3.1節と同一の被験者3名に対して実施した。(1)提案機構、(2)提案機構の使用制止時間をタスク実施時の平均歩行制動時間である2.7秒<sup>6)</sup>に固定した機構、(3)歩行検知時に警告を実施する従来アプリケーションと同機能の発出機構の3種類間で結果比較を実施する。指標は使用抵抗感と確実な使用制止の2種とし、各機構について5段階リッカート尺度に基づいた回

答を収集した。回答結果を図4に示す。

使用抵抗感の軽減については3種アプリケーションの中で機構(1)が最高評価となった。特に、機構(2)と機構(3)の中央値の差が大きく、加えて平均値では機構(1)より機構(2)が高評価となった。このことから、通知場面の限定に留まらず、通知タイミングの考慮を行うことで抵抗感軽減の効果を高められることが示唆された。確実な使用制止に関しては各機構の中央値の差がなく、警告通知を横断場面に限定することによる確実な使用制止の実現の差異は小さい可能性が高い。

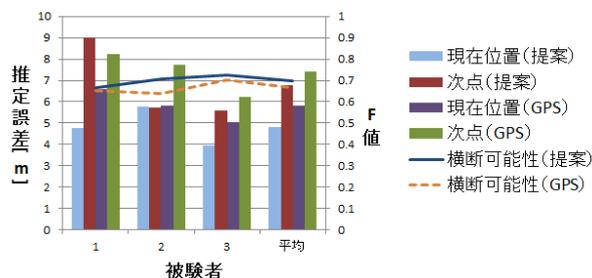
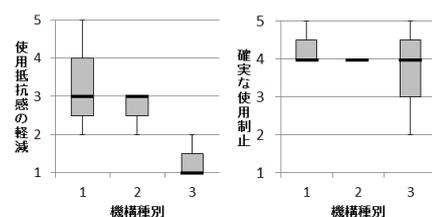


図3 定量性能評価結果



1:提案機構, 2:提案機構(制止時間2.7秒), 3:歩行検知の警告機構

図4 ユーザ評価結果

### 4. まとめ

本稿では、道路・踏切横断時に警告場面に限定した「歩きながらスマホ」実施者への通知発出機構を提案した。横断予測の判定精度がF値で0.69となる提案機構を用いてユーザ評価を行い、従来アプリケーションと比較して使用抵抗感の軽減を実現し、確実な使用制止に関しても従来と同等の評価を得た。今後の課題としては、多人数の被験者での検証、機構の省電力化等が挙げられる。

### 参考文献

- 1) NTT Docomo, “あんしんモード | サービス・機能 | NTTドコモ”, [https://www.nttdocomo.co.jp/service/safety/anshin\\_mode/](https://www.nttdocomo.co.jp/service/safety/anshin_mode/)
- 2) USA, National Highway Traffic Safety Administration, 2012.
- 3) F.Li, et al., “A reliable and accurate indoor localization method using phone inertial sensors”, Ubiquitous Computing 2012, pp.441-450, 2012.
- 4) OpenStreetMap, “OpenStreetMap”, <http://www.openstreetmap.org/>
- 5) ネットリサーチ ティムスドライブ, “「歩きスマホ」に関するアンケート/ネットリサーチ DIMSDRIVE の公開アンケート調査結果【DIMSDRIVE】”, 2014. <http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2014/141219/>
- 6) 萩原 晃 他, “歩行停止動作の二重課題による影響と注意分配性の関連性”, 日本理学療法学会大会, 2012.