

地図情報と連携した歩行中におけるスマートフォン利用危険場面の推定

佐伯 翼^{†1} 細川 茂樹^{†2} 岡崎 侑哉^{†2} 藤波 香織^{†3}

東京農工大学 工学部 情報工学科^{†1} 東京農工大学 大学院 工学府 情報工学専攻^{†2}
東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門^{†3}

1. はじめに

近年、スマートフォンが普及し、その副作用としてスマートフォンに対してユーザが強く依存する傾向がみられる。中でも画面を見続けることで周囲への注意が散漫になる状況が増え、歩行者の3人に1人が歩きながらスマートフォンを使用する「歩きながらスマホ」と呼ばれる行為を行っている^[1]。これに伴い、不注意歩行により死亡事故も増加したとの報告がある^[2]。現状では、禁止・罰則設置等の対策も検討されているが、条例・法の制定段階に至っておらず^[3]、罰則を伴わずに抑制を促すものも効果が薄い。そこで、禁止・罰則措置や、インカメラを使用した歩行ながら状態検出の先行研究^[4]のような、過剰な端末の使用規制を回避して端末使用への抵抗感を損ねないことを重視する。そのため、多くの交通事故が発生する危険な道路や踏切横断時^{[3][5]}での端末利用を抑制するアプローチをとる。本稿では、スマートフォンと地図情報サービスの連携により、上記の危険場면을事前に推定する手法について提案する。

2. 手法概要

端末使用者の道路・線路横断の可能性を推定するため、数秒後の移動地点である「次点」の予測アルゴリズムと横断検知手法を提案する。

2.1 手法構成

危険場面推定手法のシステム構成とフローチャートは図1の通りである。(i) GPSにより現在位置(緯度・経度)を新しく取得する度に、(ii)過去の移動履歴を参照して次点予測を行い、数秒後の位置を計算する(図2)。(iii)この次点と現在位置を結んだ線分と、道路・線路を線分単位に細分割したセグメントで横断の可能性を判定する(図3)。セグメントは地図情報(道路・線路の座標データベース)から取得する。1つ以上のセグメントに対して数秒後に横断する可能性が高いとみなした場合は、危険場面と推定する。なお、今回は地図情報サービスとしてOpenStreetMap^[6]を利用した。

2.2 次点予測アルゴリズム

GPSから取得する位置座標の履歴から移動距離を、加速度センサと地磁気センサから得られる方角から移動方向の変化量を計算し、数秒後の端末所持者の位置を

推定する(図2)。なお、センサ値を利用した方角の導出部分に関しては^[7]を参考にした。移動距離については、(1)直前の位置から現在の位置までの移動と同じ場合、(2)過去数回分の隣接する位置の移動距離を平均した場合の2種類を考え、短期・長期の両面から歩行速度を推定する。方角の変化量については、(a)変化を考慮しない(変化量を0とする)場合と考慮する場合を考える。後者については、(b)直前の位置を取得した時刻から現在時刻までの方角変化を考慮する場合、(c)2回前に位置座標を取得した時刻から現在時刻までの方角変化を考慮する場合の2通りを考え、曲線部を含む道路形状への影響を緩和する。これら全ての組合せである計6種類のアルゴリズムを考案した。

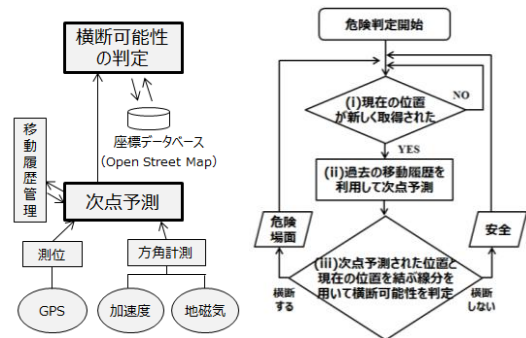


図1 危険場面推定手法の構成

(左図：システム構成、右図：フローチャート)

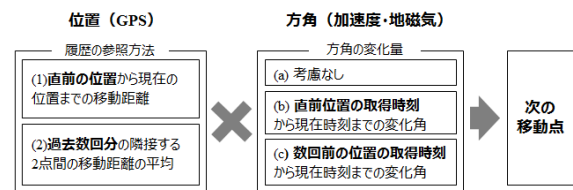


図2 次点予測アルゴリズム

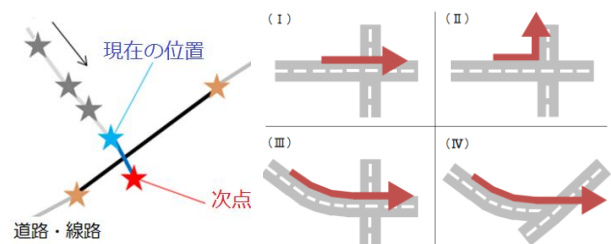


図3 横断可能性の判定

図4 道路形状の種類

Estimation of risk of using smartphone while walking by map information

Tsubasa SAEKI^{†1} Shigeki HOSOKAWA^{†2}
Yuya OKAZAKI^{†2} Kaori FUJINAMI^{†3}

^{†1,†2,†3} Department of Computer and Information Sciences,
Tokyo University of Agriculture and Technology

3. 精度評価

提案手法の検証のため、実際の横断の有無と横断検知結果との一致率を判定精度として評価を行った。

3.1 評価方法

事前に収集したデータを用い、判定結果と正解データを照合する形で、判定精度についてオフライン評価を行った。データ収集は、道路形状が異なる (I) 交差点での曲折を含まない直線道路、(II) 交差点での曲折を多く含む直線道路、(III) セグメント同士が垂直に交差する曲線道路、(IV) セグメント同士が斜めに交差する曲線道路の 4 か所 (図 4) について行った。各地点で歩行速度や歩行着地周期、セグメントに対する横断角度の条件をそれぞれ変化させることで、総計約 11.7km (1 秒間隔の GPS 測位で 4644 サンプル) のデータを集めた。上記条件で多様な歩行を十分に考慮できるため、被験者は 1 名とした。また、歩行の様子をビデオ撮影し、正確な危険場面を後日ラベリングしたものを正解データとした。なお、データ収集には Galaxy SII (Android 2.3.3) を使用した。

3.2 道路形状別の結果・考察

判定精度を図 5 に示す。図中の「掛け合わせ」とは、全アルゴリズムによる危険場面判定を並列に行ったと仮定して、一つでも危険と判定された場合に、最終判定を危険と判断することを意味する。これは、交通事故防止を目的とした安全確保の観点で、危険場面の使用抑制が最優先とされるため、実場面において有効な指標であると考えている。本節では、全アルゴリズムが反映された指標の利用を考え、各道路形状での「掛け合わせ」部分に着目して分析を行う。F 値による比較では (I) が 75.9% と最も高精度であった。一方、(IV) は 10.9% と最も低精度であった。これは GPS の測位誤差で、実際に滞在した道路の反対位置への測位が高頻度で発生したことが要因である。次に、交通事故防止の観点で特に重要であると見込まれる再現率や、システムへの信頼に影響する適合率について着目して分析する。再現率は、(I) ~ (III) で 70% を超えたが、(IV) は 29.5% と低い値となった。これは GPS の測位誤差の蓄積により、セグメント同士の交差点付近で被験者が存在しない道路に対する横断の誤検知が発生したことが大きな要因である。GPS の測位誤差は将来的な測位精度の改善での解決が考えられる。また、マップマッチング⁽⁸⁾を用いたセグメントの特定や、加速度センサ値を利用した移動距離推定の導入により、GPS 測位誤差が吸収され、大幅な判定精度向上が見込まれる。

3.3 アルゴリズム別の結果・考察

図 5 の判定精度結果について、アルゴリズム別の精度比較を行った。「掛け合わせ」を除いた結果では、道路形状により差分の大小はあるが、精度は (1) と (a) の組合せが最も高く、(2) と (c) の組合せが最も低かった。(1) および (2) で表されるアルゴリズムを比較すると、(1) では歩行速度の変化が反映されやすく、適合率が高い傾向にあり、(2) では急な一時停止等の短期的な歩行速度の変化に影響されにくく、再現率が高い傾向にある。曲線道路に着目すると、(a) ~ (c) で表されるアルゴリズムの比較では大き

な精度差が無く、考慮した際の精度向上はみられなかった。これは、誤差を含む測位に対して考慮がなされたことが要因である。前節と同様に、マップマッチングや加速度センサ値の利用により、精度向上の可能性が見込まれる。「掛け合わせ」は 6 種類のアルゴリズムの並列判定結果の論理和に相当するため、個別の判定方法と比較して道路形状に関わらず再現率が高かったが、分析を進めて道路形状ごとに数種類に限定することで、さらなる精度向上が見込まれる。

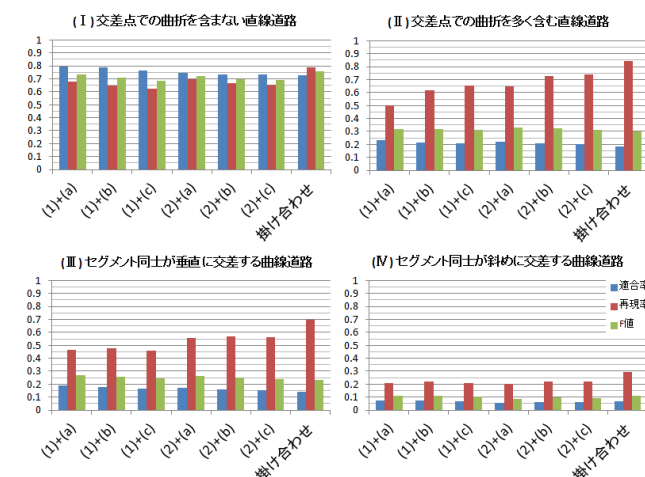


図 5 道路形状・アルゴリズム別の判定精度

4. まとめ

本稿では、数秒後の移動地点を推定し、地図情報を利用して横断検知を行うことで、道路・踏切の横断の推定する手法を提案した。歩行データによる評価では、交差点での曲折を含まない直線道路で 75.9% と最も精度が高かった。また、6 種のアルゴリズム別の精度比較では、直前の位置から現在の位置までの移動距離を用いて方角の変化を考慮しない場合が最も高い精度であった。

参考文献

- 1) Leah L Thompson, "Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour", *Inj Prev* 2013 19, pp. 232-237, 2012.
- 2) National Highway Traffic Safety Administration, USA, 2012.
- 3) (財)交通事故総合分析センター, "イラルダ・インフォメーション No.83 自動車と歩行者の事故", 2010.
- 4) 岡本幸大 他, "スマートフォンにおける歩行ながら状態検出手法の提案", *DICOMO2013*, pp. 1483-1486, 2013.
- 5) 平成 13 年度鉄道事故統計, *JTSB 運輸安全委員会*, 2002.
- 6) 「OpenStreetMap」, <http://www.openstreetmap.org/> (2014 年 1 月 8 日アクセス)
- 7) 「端末の向きと傾きを取得する方法 - 加速度センサと地磁気センサの利用 - Android 開発入門」, <http://android.keicode.com/basics/sensors-accelerometers-magnetic.php> (2014 年 1 月 4 日アクセス)
- 8) 大倉 輝 他, "Android による屋内歩行経路推定システムの開発と評価", *電子情報通信学会技術研究報告*, p. 49-54, 2011.