

道路・踏切横断場面における歩行中の スマートフォン利用回避のための警告通知機構

佐伯 翼^{1,a)} 藤波 香織^{1,b)}

概要：「歩きながらスマホ」と呼称される行為が端末使用者の間で近年多発しており，国内外での交通事故発生の要因となる等，社会的問題として浮上している．同行為の実施回避に向けた対策として民間企業を中心とした警告通知アプリケーションの配布が挙げられるが，導入に伴う使用抵抗感の過度な上昇が問題に挙げられる．本研究では，抑制対象場面を死亡事故等の危険状況下に限定することで問題の解決を目指す．具体的には，道路・踏切横断時を抑制対象場面とし，横断開始前の警告通知機能を有したシステムを開発し評価を行った．

1. はじめに

近年のスマートフォンの急激な普及に伴い，ユーザが端末へ過度に依存する状況が増加した [1]．特に，スマートフォン画面上に文字量が多く表示されるため，これを見続けることにより周囲への注意が散漫になる．歩行状態でスマートフォンを見続ける「歩きながらスマホ」と称される行為を行った場合，スマートフォン不使用时と比較して視線範囲が約 5 分の 1，左右方向の視界が約 10 分の 1 未満となり，極端に可視範囲が狭くなるとされる [2]．米国の調査報告によると，歩行者の 3 人の 1 が「歩きながらスマホ」を行っており，国内外を問わず同行為の実施が頻発している．そして，これによる一つの弊害として，不注意歩行による死亡事故が増加した問題が報告されている [3]．

上記の問題を解決する一手段として，スマートフォン自身が「歩きながらスマホ」状態を検知することで警告を行う方法がある．NTT ドコモ株式会社を始めとした各キャリア会社を中心となり，端末が歩行状態でのスマートフォン利用を検知すると，画面上に警告を発出する機能を提供している [4]．この方法により歩行動作の中断に至るまで警告発出を継続する方法は非常に強制力が高く，「歩きながらスマホ」実施の確実な防止に直結する．ただし，現状の使用規制はユーザの操作状況を考慮せずに警告を発出する

ため，端末への使用抵抗感が増えると考えられる．一つの解決策として，警告発出の対象をユーザにとって意義のあるタイミング下に限定し，過剰な端末規制を回避することが挙げられる．具体的には，「歩きながらスマホ」が原因となる事故が発生しにくい低リスクの場면을端末規制実施の例外とし，リスクが高い場面でのみ端末規制を実施することが望ましい．これにより，端末利用への抵抗感の軽減が可能となることが見込まれる．以上を踏まえ，本研究ではスマートフォン単体で「歩きながらスマホ」が危険となる場面に限定して警告発出を行うシステムを提案する．同システムの利用により，端末利用への抵抗感低減を実現しつつ，危険場面への進入前にスマートフォン操作制止が可能となることで，確実な利用回避が実現できると考えられる．

本論文の構成について述べる．まず，本節で本研究の背景を述べた後，2 章で「歩きながらスマホ」への規制に関連する研究例を述べる．3 章で要件定義及びその定義に基づく実装内容を説明した後，4 章で提案システムを用いた評価実験について，5 章で本研究のまとめと今後の課題について述べる．

2. 関連研究

先進国を中心として自動車と歩行者の接触事故が多発する現状を踏まえ，自動車側が衝突を回避することで「歩きながらスマホ」による事故を減少させるアプローチが考えられる．視覚情報に着目し，車載カメラによる取得画像から物体移動検知を用いて歩行者を認識する技術を柴山らは提案している [5]．また歩者間通知を用いて，鈴木らは歩行者と運転車両双方の速度・方位等の情報から歩行者の危険度合いを判定する取り組みを行っている [6]．しかし，車載

¹ 東京農工大学 大学院 工学府 情報工学専攻
Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{†1} 現在，東京農工大学 大学院 工学研究院 先端情報科学部門
Presently with Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

a) tubasa0813@gmail.com

b) fujinami@cc.tuat.ac.jp

カメラや通信機器等の外部設備の利用は金銭・実装面でのハードルが高いことが問題となる。

一方、このアプローチと併用される、「歩きながらスマホ」実施者に対して警告通知を行うことで事故減少を目指すアプローチは導入の容易さという点で利点がある。加速度センサにより歩行状態を検知し、これに加えて端末内蔵の外向きカメラでユーザ目の障害物を認識し危険を回避する取り組みを名坂らは行っている [8]。さらに、駅ホームの転落を危険場面として野牧らは内蔵カメラを用いてホーム上の点字ブロック認識を試みている [9]。ただし、このような視覚ベースでの状況把握はユーザ正面以外での危険検知が難しく、歩行速度や環境光等の外的要因の影響が大きいことが問題点である。以上より、本研究ではユーザや周囲の状況に頑健な危険検知を目指すことで問題を解決する。

また、名坂らは適切な警告通知方法について調査を行った [8]。ユーザ目前に障害物が接近した時に「音を鳴らす」「振動させる」「画面を OFF にする」「画面上に警告を出す」の 4 種類の警告方法で比較を行い、端末使用の抵抗感や確実な危険防止の観点で「画面上に警告を出す」方法が最高評価と位置づけた。この結果をもとに本研究では、ユーザの操作内容に密接かつ適切な警告通知ポップアップを発出する機構の実現を試みる。具体的には、「歩きながらスマホ」の制止に要する時間（以後、歩行制止時間と記す）をテキスト入力や地図閲覧等の操作の種別に応じて考慮することで、各種別で最適な警告通知のタイミングを定義する。

3. 方針とシステム概要

3.1 危険場面の選定と要件定義

使用抑制を効果的に実施する観点で危険場面を定義する。2010 年の交通事故統計によれば歩行者の死亡事故のうち 73%が道路横断中に発生しており [2]、鉄道事故に関する調査では歩行者が線路内及び踏切内への立ち入りが原因で発生した死傷事故も多発している [10]。上記の事故発生の現状を踏まえ、道路・踏切の横断時がスマートフォン利用における危険度合いが非常に高いと考えられるため、これを「危険場面」と定める。提案システムに対して以下の 5 つの要件を設定する。

要件 1 スマートフォン上で動作する

要件 2 横断開始時刻を予測可能である

要件 3 ユーザや周囲の状況に依存せず、道路・踏切位置を取得可能である

要件 4 警告通知ポップアップを発出可能である

要件 5 操作種別による制止時間の差異を吸収する

2 章で述べた通り、金銭・実装面でのコストが高いため車載カメラや通信機器等の外部設備は利用せず、スマートフォン単体で動作する必要がある（要件 1）。危険場面でのスマートフォン利用を未然に防止するため、ユーザが横断

区間へ進入する時刻を予測する必要がある（要件 2）、進入予測は歩行速度や環境光等の外的要因の影響が軽微であることが望ましい（要件 3）。さらに、使用抵抗感の軽減及び確実な危険防止の観点でポップアップ発出による警告通知が適切であり（要件 4）、操作種別により歩行制止時間の差異があるという仮定のもと、この差異を吸収する最適な警告通知のタイミングを定義する（要件 5）。

3.2 システム概要

横断開始時刻の予測にあたり、正確な道路位置やユーザの位置を取得する必要がある。本研究では道路・線路の座標を格納したデータベース（以後、地図情報 DB と記す）を利用し、位置情報を用いた危険場面の推定を実現する。さらに、スマートフォンの内蔵センサで取得される慣性センサ値や GPS による位置情報を用いて危険場面の予測を行い、予測結果に基づいて警告を発出する。

提案システムの構成を図 1 に示す。GPS、3 軸加速度センサからの入力を受け、位置・方位推定部、危険判定部を経て危険場면을推定し、危険場面への進入が予想された際に端末使用を警告する通知処理を行う。位置・方位推定部では、地図情報 DB から取得される道路・線路の座標及び GPS による位置情報、加速度センサ値を用いて、現在の位置情報（座標、時刻）及び進行方位（以後、現在状態と総称する）の計算を実施する。GPS の測位誤差により危険場面の予測が低精度になる問題を解消するため、自律航法（Pedestrian Dead Reckoning）を導入して現在状態を推定する。図 2 にこの機能構成を示す。自律航法は屋内位置推定手法の先行研究 [11] を参考にするが、ユーザが歩道等の道路端付近での滞在可能性が高いこと、先行研究とは異なり長期的な歩行を想定するため自律航法による蓄積誤差を縮小する必要があることから、フィルタリング部と位置修正部の変更と追加を実施した [12]。数秒後の移動位置を次点とすると、次段の次点予測で位置と方位情報は利用されるため、計算結果は移動履歴管理に保存される。危険判定部では、現在時刻での位置情報・進行方位及び過去の移動履歴（位置情報、方位）を用いて、後述する通知タイミング決定から入力を受ける歩行制止時間だけ後の次点を予測する。予測位置に加えて、現在時刻の位置情報・進行方位、地図情報 DB から取得される道路・線路の座標を組み合わせた上で、横断可能性の有無を判定する。以下の 3 つの条件のうち 1 つ以上満たす場合は横断の可能性があると判定して、ポップアップ通知等の警告を実施する（図 3）。

- ケース 1：現在位置が車道領域に入っている
- ケース 2：次点が車道領域に入っている
- ケース 3：現在位置から次点までの移動間に車道領域への進入がある

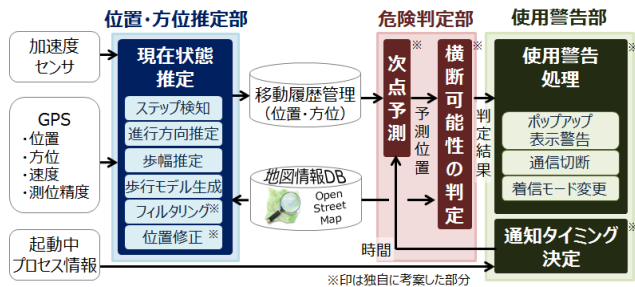


図 1 システム構成図

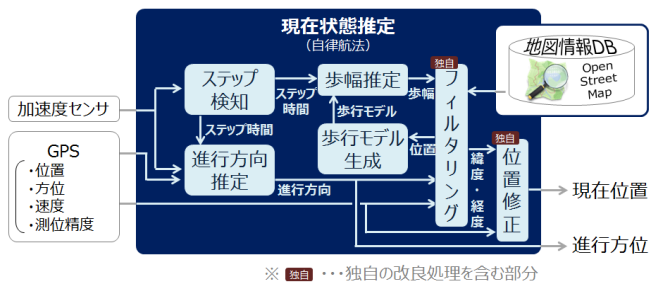


図 2 自律航法の処理構成図

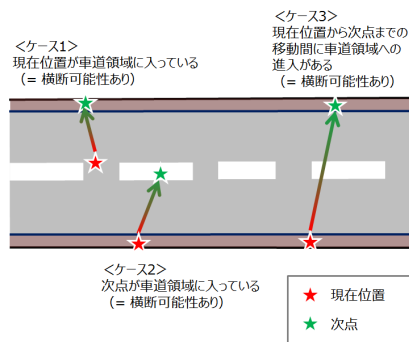


図 3 横断可能性の判定

3.3 警告通知

操作種別ごとに必要とされるユーザ個別の歩行制止時間を予め登録しておき、推定された現在の操作種別に合わせた制止時間を次点予測に反映させることで、警告通知のタイミングを決定する。ここで、ユーザの操作種別による最適なタイミングの決定を実現するため、対象とする操作種別を決める必要がある。「歩きながらスマホ」状態で利用されるアプリケーションとして「メール」「地図・道案内」「乗換案内・路線検索」「インターネット閲覧」の割合が高い[13]ことから、本研究ではこれらのアプリケーションで使用する可能性が高い操作である「テキスト入力」「ブラウジング」「地図閲覧」の3種類を考慮することにした。

通知タイミングを踏まえて使用警告処理を行うにあたり、図4のようなイベント発生時系列を本研究では想定する。すなわち、横断より数秒前に警告することで横断場面の「歩きながらスマホ」実施を回避するシナリオとなっている。具体的には、ポップアップ表示された警告メッセージの通知を受けて、横断開始までに端末操作を終了する流れとなる。これを実現するためには、横断開始時刻から、歩

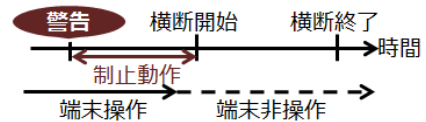


図 4 想定する警告・横断と制止動作の時系列推移

行制止時間の分だけ遡って警告通知を行う。

以上から、横断開始時刻を基準とした警告時刻（以後、通知タイミングと記す）を各操作種別で決定し、操作に適応した歩行制止時間を次点予測に受け渡すことで実現を図る。なお、上記3種類以外の操作時には、タスク実施時の平均歩行制動時間である2.7秒[14]を歩行制止時間とした。

4. 評価実験

4.1 定量性能評価実験

システム性能を検証するため、20代の被験者8名（うち女性2名）に対して評価実験を行った。屋外環境での周回コース（直角曲折6か所、総距離長約0.7km）を設定し、各被験者が同コース上を歩行した時のデータを収集した。この歩行収集データを用いてオフライン評価を行い、ステップ検知精度、現在位置・方位推定精度、次点予測精度、横断可能性判定精度の4種類を評価した。データはHuawei製のAscend P7を右手に持って「歩きながらスマホ」状態で収集した。被験者が歩行する時は自動車や他歩行者との接触を避けるように細心の注意を払い、実験者が安全確保を行いながら実施した。

推定ステップ数と正解ステップ数の差の絶対値を正解ステップ数で除算した値である誤差率を指標として、ステップ検知精度は被験者平均で0.109（約11%）となった。また、現在位置・方位の推定誤差は平均でそれぞれ13.1m, 20.2度、次点予測誤差は15.2mとなった。さらに、横断可能性判定の検知の正確さを意味する適合率は0.514、検知漏れの少なさを意味する再現率は0.834、2種指標の調和平均であるF値は0.635となった。

4.2 警告アプリケーション評価実験

本研究の目的である使用抵抗感の軽減、及び確実な危険防止の実現について検証するため、4.1節のデータ収集に参加した8名に対して実利用時の警告通知を想定したユーザ評価を実施した。4.1節で明らかにした基本性能のもとで実際に起こり得る危険場面の誤検知の影響を含めた知見を得るため、上述のアプリケーションを検証に用いた。本実験は、既存の「歩きながらスマホ」アプリケーションと同様にステップが検出されると即座に警告を行う方法（以後、ステップ検知型と記す）、各操作種別に適応した通知タイミングで警告を行う方法（以後、横断検知・操作適応型と記す）、操作種別を考慮せずに歩行制止時間を2.7秒として警告を行う方法（以後、横断検知・操作非適応型と記す）の3種類を比較する。これにより、警告を危険場面に

表 1 各被験者の歩行制止時間 [秒]

	テキスト入力	ブラウジング	地図閲覧
被験者 1	3.3	0.9	0.6
被験者 2	0.9	0.9	0.6
被験者 3	0.6	3.0	0.5
被験者 4	2.3	0.9	0.9
被験者 5	1.8	1.3	0.8
被験者 6	1.0	0.6	0.3
被験者 7	1.3	1.3	1.1
被験者 8	2.0	1.3	1.4
平均	1.6	1.3	0.8

限定させる効果、及び各操作種別で通知タイミングを適応させる効果を検証する。なお、被験者の歩行中には同様に実験者が安全確保を行いながら実施した。具体的な実験設定等は 4.2.1 節及び 4.2.2 節で述べる。

4.2.1 通知タイミング適応印象調査

本調査は、各操作種別で通知タイミングを適応させる効果の検証を目的とする。評価に先駆けて実施した、制止直前に検知されたステップを用いた歩行制止時間の自動測定結果を表 1 に示す。被験者平均に着目すると、テキスト入力時が歩行制止に最長の時間を要した。これは、同操作が二重課題の性質を持ち、高い集中力を必要とするためであると考えられる。一方で、歩行制止時間が最短となったのは地図閲覧時であり、周囲を見回す動作が加わるため画面操作に対する集中力が低くなることが要因と考えられる。

表 1 の被験者個別の測定結果を利用して、横断検知・操作適応型と横断検知・操作非適応型の 2 種類、及びそれぞれの警告方法で 3 種類の操作種別を組み合わせた全 6 パターンを設置することで、通知タイミングを適応させる効果の差異を検証する。各被験者に「歩きながらスマホ」を行ったまま上記 6 パターンで交差点を横断してもらい、各横断の直後に使用抵抗感の軽減、確実な危険防止の度合いについてそれぞれ 5 段階で回答を依頼した。全被験者の平均スコアを図 5 と図 6 に示す。通知タイミングについて、使用抵抗感が低いほど、また危険防止の確実性が高いほどリッカート尺度の評点は高得点とする。使用抵抗感の軽減については、テキスト入力で横断検知・操作適応型が中央値の比較で上回り、ブラウジングと地図閲覧については同値となった。以上を踏まえ、テキスト入力時には通知タイミングを考慮した警告発出が適していることが示唆される。

4.2.2 警告方法比較実験

本実験は警告を危険場面に限定する効果、及び各操作種別で通知タイミングを適応させる効果の検証を目的とする。ステップ検知型、横断検知・操作適応型、横断検知・操作非適応型の 3 種類の警告方法について、4.1 節と同様のコースで「歩きながらスマホ」を実施してもらった。実施後に、使用抵抗感の軽減、確実な危険防止の度合いについてそれぞれ 5 段階リッカート尺度による質問式評価を行った。また、各操作種別の利用開始・終了時刻、警告通

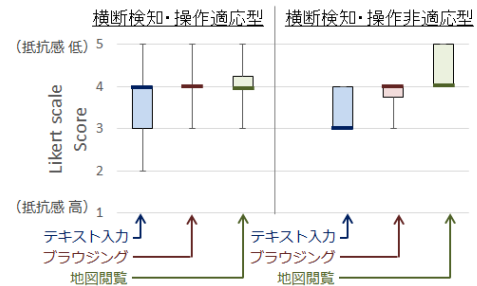


図 5 通知タイミング適応効果検証実験の結果（使用抵抗感の軽減）

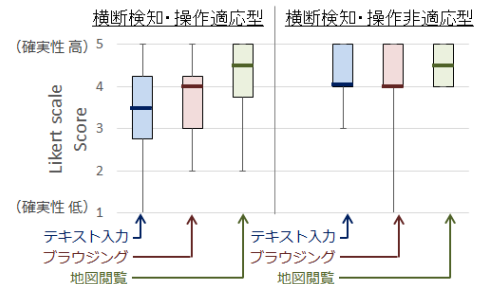


図 6 通知タイミング適応効果検証実験の結果（確実な危険防止）

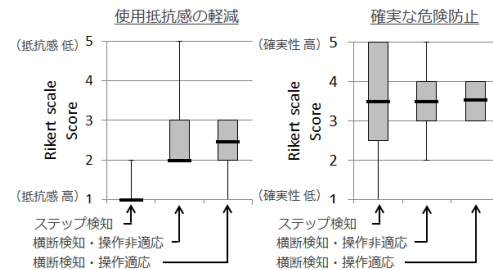


図 7 警告場面限定効果検証実験の回答結果

知ポップアップの発出時刻について記録した。

● リッカート尺度に基づく回答結果

全被験者の平均スコアを図 7 に示す。使用抵抗感の軽減に着目すると、歩行検知型は他 2 種類の警告方法と比較して中央値、最大値のいずれも下回っており、既存手法は使用抵抗感の高い警告方法であることが示唆される。一方で、確実な危険防止についてはいずれの警告方法でも中央値が同値であり、横断検知・操作適応型及び横断検知・操作非適応型はステップ検知型と同等の危険防止を実現できたと見込まれる。よって、警告発出を危険場面に限定することにより使用抵抗感の軽減を実現し、確実な危険防止についても場面未限定時と同等の評価を得たと考えられる。

● 使用状況記録の解析結果

次に、各操作種別の利用開始・終了時刻、警告通知ポップアップの発出時刻の解析結果を述べる。記録解析を通じて、各警告方法の特徴を定量的に理解することを目指す。ポップアップ発出による使用抵抗感が低い操作種別が長時間利用され则认为、各操作種別の利用合計時間の比率を算出して比較した。また、使用抵抗感の軽減との関連が高いと考えられる指標である通知ポップアップ発出回数、合

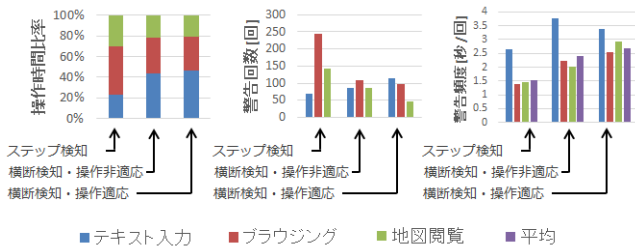


図 8 アプリケーション使用状況の解析結果

計利用時間を発出回数で除算することで得られる平均警告頻度について、3種類の警告方法に対して3種類の操作種別を組み合わせた9種類で解析した。被験者平均の結果を図8に示す。なお、警告頻度については3種類の操作種別の平均値を警告方法ごとに示した。

各操作種別の操作時間比率については、ステップ検知型ではブラウジングが48.6%と最高となった一方で、横断検知・適応操作型と非適応操作型では双方ともテキスト入力が高くなり、地図閲覧が最低となった。なお、適応操作型と非適応操作型の操作時間比率はテキスト入力それぞれ46.1%, 44.0%, ブラウジングそれぞれ33.1%, 33.5%となった。一方で各警告方法別のポップアップ警告通知回数については、ステップ検知型では操作時間比率と同様の順位付けとなり、テキスト入力が142回、ブラウジングが245回、地図閲覧が67回となった。また、横断検知・操作適応型についても被験者平均では同様の順位結果となり、テキスト入力が115回、ブラウジングが97回、地図閲覧が45回となっている。ただし、横断検知・操作非適応型については異なっており、最多のブラウジングでは107回、それに続いてブラウジングと地図閲覧が86回で同値となった。また、3種類の操作の平均に着目して警告頻度をみると、横断検知型は最も高頻度で1.5秒に1回警告が発出されており、横断検知・操作非適応型で2.4秒に1回、横断検知・操作適応型で2.7秒に1回と最も低頻度になった。

4.2.3 考察

場面限定効果及び各操作別での通知タイミング適応効果、提案システムによる危険回避実現について、実験で被験者から得られた意見と関連づけて考察する。

● 警告を危険場面に限定させる効果

被験者全員の共通意見として、ステップ検知型は警告通知頻度が体感的に高く、使用抵抗感が上昇したとの回答があった。平均警告頻度ではステップ検知型が最も高頻度であり、操作不能になる頻度が高いため使用抵抗感の上昇を招く性質が強いと考えられる。一方で確実な危険防止については、警告通知が高頻度になると警告の価値低下に繋がるという意見を7名の被験者から得た。また、ポップアップを消去するために画面への集中度合いが高まると回答した被験者も存在し、ステップ検知型は横断検知型と比較して危険防止の確実性が上昇しないことが示唆される。以上

より、警告場面の限定により使用抵抗感の低減を実現可能であり、危険防止の確実性は低下しないとの結論を得た。

● 各操作種別で通知タイミングを適応させる効果

テキスト入力に関しては4.2.1節の印象調査から、通知タイミングを考慮した警告発出が適しているとの結果が得られた。また、テキスト入力の操作は二重課題の性質を持つため、画面に対する集中度合いが高いことが考えられる。得られた意見の中で、画面操作に対する集中度合いが高い場合にポップアップ発出による使用抵抗感が上昇しやすいとされており、平均警告頻度も最低である横断検知・操作適応型の選択が望ましいと考えられる。反対に、実際に横断検知・操作適応型の利用時においてテキスト入力の操作時間が最長となっていることに加えて、3種の警告方法の中で最も操作時間比率が高い。また、確実な危険防止については、適応操作型でも実現度合いが十分であるという意見が多かったため、テキスト入力に適した警告方法は横断検知・操作適応型であると結論づけた。

ブラウジングに関しては4.2.1節の印象調査から、通知タイミングの適応による差異はテキスト入力と比較して薄いという評価を得た。テキスト入力とは異なり二重課題の性質は持たないため、画面操作に対する集中度合いは比較的低いことが考えられる。また、ブラウジングは警告発出中にもポップアップ領域外のテキストを読むことが可能であるという意見を得た。以上2つの観点から、通知タイミングの適応による使用抵抗感の変化は他の操作種別と比較して小さいと考えられる。アプリケーションの利用状況においても、ブラウジング操作中の警告通知回数は操作適応型が操作非適応型と比較して10回少ない。しかし、各操作時間に対するブラウジング操作の比率は双方の警告方法で大きな差異は認められず、使用抵抗感の度合いは同等であると考えた。以上を踏まえ、ブラウジング操作において通知タイミング適応の有無による差異はなく、平均歩行制止時間とされる2.7秒で十分であると結論づけた。

さらに、地図閲覧に関してもブラウジング同様に、4.2.1節の印象調査から通知タイミングの適応による差異はテキスト入力と比較して薄いという評価を得た。地図閲覧は二重課題の性質を持たないことに加えて、探索目的での利用時には周囲をみる動作を伴うことで画面への注意力が低下する。このため、警告通知ポップアップ発出に伴う使用抵抗感の上昇は比較的小さいと見込まれる。ただし、地図閲覧はブラウジングと比較して画面へのタップ回数が多く警告時に抵抗感が上昇するという意見が得られたため、ブラウジング同様にアプリケーションの利用状況を警告方法間で比較することにした。地図閲覧中の警告通知回数は、操作非適応型が操作適応型と比較して約1.9倍の警告が発出された。しかし、地図閲覧操作の操作時間比率は2種類の警告方法間で大きな差異は認められず、使用抵抗感の度合い

は同等であると考えた。以上を踏まえ、地図閲覧操作において通知タイミング適応の有無による差異はなく、ブラウジング操作と同様に平均歩行制止時間とされる 2.7 秒で十分であると結論づけた。

● 提案システムによる危険回避実現

被験者全員の共通意見として、横断検知・操作適応型による警告通知は確実な危険防止を十分に実現できているという回答を得た。この要因として、4.1 節の定量性能評価から本システムは再現率が適合率よりも高く、実際の横断場面より多く警告通知を行う性質を持つことが挙げられる。同性質により警告通知が通知タイミング以前で発出されることが全横断の半数程度で発生していたため、いずれの被験者も警告通知をきっかけに危険場面より前に必ず顔を上げて周囲を確認していた。このことより、現状の判定精度でも危険防止ができていると考えられる。

しかし、定量性能では通知漏れを意味する False-Negative が 0.127 となり、約 10 分間のコース歩行中に 1~2 度の通知漏れを報告する被験者が存在した。主な理由としては、現在位置・方位推定部の現在状態推定において地図情報の取得と同時に危険場面に進入したことが挙げられる。地図情報を取得する間はこの情報を用いた処理は実施できず、この時間帯に横断可能性判定が行われず判定結果の更新が滞ったことが推測される。ただし、本実験では同被験者は交差点の 20~40m 以前で蛇行と推測される移動があり、歩道の領域を逸脱したことで警告通知の発出があった。これにより、幸いにも前方に横断が存在することを僅かながら意識し、危険を防止できたと回答していた。

5. おわりに

本研究ではスマートフォン単体で「歩きながらスマホ」の危険場面を事前推定し警告発出を行うため、GPS 測位と加速度センサで得られたセンサ値を入力とし、地図情報 DB との連携により交通上の横断場面を予測するシステムを提案し実装した。また、本システムはユーザのコンテキスト考慮を目指し、「テキスト入力」「ブラウジング」「地図閲覧」の 3 種類の操作に応じて、警告通知のタイミングを個人の制動距離に適応させて変更する機能がある。提案手法の評価実験では定量性能の評価、及び警告通知アプリケーションの評価を実施し、以下のような成果を得た。

- 提案システムは、F 値 0.635 で横断予測が可能である。
- 横断が予想される時に限定して警告を発出することで、端末利用に対する使用抵抗感の軽減が可能である。
- 横断が予想される時に限定して警告を発出することで、危険防止の確実性が低下することはない。
- ブラウジングや地図閲覧は画面への高い集中力が不要なため、警告通知タイミングはタスク時の平均歩行制止時間とされる 2.7 秒で十分である。

- テキスト入力は画面への高い集中力が必要となるため、他の操作と比べて 1.1 秒程度前倒しして通知タイミングを適応させることで使用抵抗感の軽減に成功した。
- 提案システムは通知タイミングまたはそれ以前で警告通知を行うため、危険防止が実現できている。

今後の課題としては、地図情報更新による判定処理中断の回避、動画閲覧を始めとした高い集中力が必要になる他操作での通知タイミング適応の効果検証が挙げられる。

参考文献

- [1] Leah L Thompson: Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behavior. <http://injuryprevention.bmj.com/content/early/2012/12/06/injuryprev-2012-040601>
- [2] 財団法人 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. <http://www.itarda.or.jp/itardainfomation/info83.pdf>
- [3] National Highway Traffic Safety Administration: Pedestrians, 2012. <http://www.nhtsa.gov/Pedestrians>
- [4] NTT ドコモ、「ドコモが「歩きスマホ」に警鐘! 安全な使い方を啓発する取り組みを展開」. <http://news.mynavi.jp/articles/2013/08/06/docomo/>
- [5] 柴山悠毅, 藤村嘉一, 上條俊介: 車載カメラを用いた車両周辺の歩行者軌跡の取得, 生産研究 63(2), pp.229~234, 2011.
- [6] 鈴木結香子, 松本 江里加, 山田 達也, 島田 秀輝, 佐藤 健哉: 歩行者の状況を考慮した歩車間通信による歩行者安全支援システムの検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集 11(4), pp.267-268, 2012.
- [7] 野田口 宗, 赤池 英夫, 角田 博保: 歩行中のスマートフォン使用時における障害物検出および提示手法の提案と評価, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2013-HCI-151(3), pp.1-7, 2013.
- [8] 名坂 康平, 加藤 岳久, 西垣 正勝: スマートフォン使用時の不注意による事故防止システムの提案, 情報処理学会研究報告 DPS-150(28), pp.1-6, 2012.
- [9] 野牧央, 佐藤真, 藤波香織: 駅ホーム上でのスマートフォンのながら使用における転落危険場面の推定, 第 76 回情報処理学会全国大会, vol3, pp.89-90, 2014.
- [10] JTSB 運輸安全委員会:「平成 13 年度鉄道事故統計」, 2001.
- [11] Fan Li, Chunshui Zhao, Guanzhong Ding, Jian Gong, Chenxing Liu, Feng Zhao: A reliable and accurate indoor localization method using phone inertial sensors, Ubiquitous Computing 2012, pp.441-450, 2012.
- [12] 佐伯 翼, 藤波 香織: 道路・踏切横断場面におけるスマートフォン使用抑制システムの開発, マルチメディア・分散・協調とモバイルシンポジウム, pp.1078-1083, 2015.
- [13] インターワイヤード株式会社:「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/>
- [14] 萩原 晃, 朝倉 智之, 白田 滋, 白倉 賢二: 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, 第 49 回日本理学療法学会大会, 2012.