

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 9 月 2 日現在

機関番号：23304

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00323

研究課題名(和文) 視覚障害者のための歩きスマホから身を守る支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of a support system for the visually impaired to protect themselves from walking smartphones

研究代表者

新田 雅道(Nitta, Masamichi)

公立小松大学・生産システム科学部・教授

研究者番号：10258907

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：歩きスマホによる事故が多発しており、特に視覚障害者との衝突が問題となっている。歩きスマホの動きは、視覚障害者には予測が難しく、自己防衛がしにくい。本研究では、視覚障害者が歩きスマホに遭遇したときに身を守る支援システムの開発を目的とした。視覚障害者用知的誘導手押し車を開発し、歩きスマホ者の検知、経路の危険度推定、歩きスマホ者への衝突回避通知、安全経路への誘導の実現を目指した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚障害者用に、Webカメラの映像から歩きスマホを検知し、こちらの存在に気づかずに向かってくる歩きスマホ者に対してレーザポインタで警告を発する機能を搭載した手押し車を開発した。視覚障害者を保護するのが本システムの目的だが、歩きスマホ者が迷惑行為であるという自覚を促し、周囲の人にも歩きスマホが危険な行為であることを認知してもらう機会にもなる。また、生活弱者へのいたわりの気持ちを育むシステムでもある。

研究成果の概要(英文)：Accidents due to walking smartphones are frequent, and collisions with visually impaired persons are a particular problem. Motion of walking smartphones is difficult for the visually impaired to predict, and it is difficult for them to defend themselves. The purpose of this study is to develop a support system for the visually impaired to protect themselves when they encounter a smartphone while walking. We developed an intelligent guided wheelbarrow for the visually impaired, and aimed to detect walking smartphones, estimate the risk of routes, notify collisions of walking smartphones, and guide to safe routes.

研究分野：知能情報学

キーワード：歩きスマホ検知 経路危険度推定 衝突回避行動 視覚障害者用知的誘導手押し車

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歩きスマホの問題は日本国内だけでなく、海外でも問題になっている。特に近年、ポケモン GO による歩きスマホの衝突事故が頻発し、社会問題となっている。歩きスマホを視覚障害者が回避するのは至難であり、対策が急務である。

現状での視覚障害者の外出では、スマートフォンに搭載されている GPS と読み上げ機能で目的地の方向と位置を把握し、白杖で前方の障害物を確認しながら歩行する程度が限度である。また白杖による確認はしばしば歩行者や自転車等の障害物にぶつかり、トラブルに見舞われるため、超音波センサを白杖の先端に装着した非接触型障害物検知機器も商品化されているが、超音波センサは障害物の形状や色を認識することが難しいため、歩きスマホなど複雑な状態を認識するには適さない。更に多数の歩行者がいる商店街や駅前では、頻繁に歩行者を障害物として検知するため、視覚障害者は混乱し、安全・安心に歩行できない。

2. 研究の目的

応募者らはこれまで、映像や各種センサから得られる情報を用いた機械学習に関する研究を重ねてきた。特に、研究分担者は、それを福祉工学に応用する研究に力を入れてきた。一方、近年の歩きスマホの問題は益々深刻化し、特に視覚障害者が被害に巻き込まれる報道は残念でならない。

応募者らは、視覚障害者のニーズ調査から、下り階段の 3 次元形状を高速に認識する手法の提案、対面する歩行者の頭部や体幹の動きから安全な経路に誘導する研究、歩きスマホ者の特性を調査し、『余裕をもって回避を行う群 (SC)』、『回避を迷う群 (AC)』、『視覚障害者に気付いた直後に回避を行う群 (CC)』、『視覚障害者が間近に迫るまで回避を行わない群 (DC)』の 4 群に分類できることを明らかにした研究、電子タグを埋め込んだ電子ブロックにより視覚障害者の位置や進行方向を取得し、クロックポジションによる音声指示で視覚障害者を誘導するシステムの開発、などの研究・開発を行ってきた。これらの研究から俯いて歩くスマホ者を検知できるようになったが、歩行者の多いところで歩きスマホ者を検知するにはまだ十分な精度が出せないのが現状である。これらの研究成果を踏まえ、その延長線上にある視覚障害者のための歩きスマホから身を守る支援システムの開発を目標とすることになった。

3. 研究の方法

図 1 で示す (a) Web カメラ (2 台)、(b) スマートフォン、(c) ノート型 PC、(d) FPGA、(e) 振動付きハンドル、(f) 無線式骨伝導イヤホン、(g) 分散型レーザーポインタを装備した次の 4 つの機能を実現する自走手押し車を開発することである。ただし、(a) は前方の障害物と歩きスマホ者を検知、(b) は自走手押し車の位置と方向を検出、(c) は下記の 4 つの機能のアプリケーションを格納、(d) は自走手押し車の動きを支援するためのモータとモータ制御装置、(e) は誘導方向を知らせるものであり、(f) は前方の障害物や歩きスマホ者を伝えるもので、(g) は前方の歩きスマホ者に視覚障害者の存在を知らせるものである。

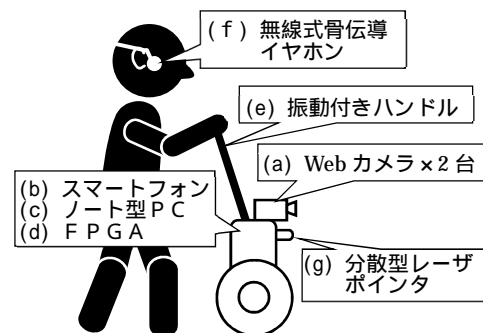


図 1 手押し車の構成図

(1). 歩行者の多い歩道での歩きスマホ者の検知

歩行者が少ない場所は応募者らが提案した首の前屈角度推定手法から歩きスマホ者を検出する。歩行者の多い歩道は直近の歩行者で遠方の歩行者の姿が隠れるオクルージョン問題が発生し、遠方の歩きスマホ者の首の前屈角度が検出できない。歩きスマホ者は体幹のぶれが激しく、歩行速度も通常より遅くなることが判っている¹。本研究課題では自走手押し車の前方に装着した 2 つの Web カメラを用いて、歩行者群の中から歩行速度が他の歩行者より遅く、体幹のぶれが激しい歩行者を探し出すことにより、歩行者の多い歩道での歩きスマホ者の検知手法を開発する。多くの歩きスマホの画像を深層学習により人工知能 (AI) に学習させ、更なる特性を探しだし、検知率向上に役立てる。

(2). 経路の危険度推定

歩きスマホ者の回避行動、(1) の検知結果、そしてシステムによる障害物検知の結果を総合して実現する。歩きスマホ者の回避行動には 4 群があることを突き止めた²。歩きスマホ者が 4 群に分かれた原因として、歩きスマホ者の性格が考えられる。ビッグファイブ理論 [A] から性格は開放性、誠実性、外向性、協調性、神経症傾向の主要 5 因子の比率によって明らかとなる³。CC は俯いている顔を視覚障害者が近づくまで上げないため、神経症傾向が低い。DC は俯いている顔を頻繁に上げるが視覚障害者が近づくまで回避しないため、協調性が低い。歩行動作から性格を大まかに推定している。そこで、歩行動作から協調性、神経症傾向を同定し、CC、DC に属する歩きスマホ者を推定する。そして、推定結果とシステムによる障害物検知の結果を総合し、経路の危険度を定量的に評価する危険度モデルを構築する。

(3). 歩きスマホ者への衝突回避通知

自走手押し車に搭載した分散型レーザポインタで歩きスマホ者の膝や床あたりを左右に揺らしながら点パターンを数多く照射させることで実現する。歩きスマホ者はうつむいている状態で歩いていることから、膝や床あたりを左右に揺らしながら照らせば、前方の視覚障害者に気づくと考えられる。しかし、歩行者が大勢いる状態では頻りに分散型レーザポインタを照射する必要があり、それが元で周囲の歩行者とトラブルになる可能性もある。それ故、(2)で明らかとなった経路の危険度を基に、上記の回避行動DC、CCに属する歩きスマホ者を予測し、彼らに対してだけ分散型レーザポインタを照射する。

(4).安全経路への誘導

自走手押し車に搭載したモータ制御器とAIによって実現する。多数の歩行者がいる歩道では歩く速度を速める、あるいは遅くすることによって危険な歩行者に合わないよう、調整することが可能になる。本研究課題では、深層強化学習で(2)の危険度を学習させたAIに、自走手押し車に搭載したモータやブレーキによって速度やタイヤの向きを自動調整させ、安全経路に導く。これにより視覚障害者は自走手押し車の進む方向に合わせて安全・安心に歩行できる。また不測の事態に備え、自走手押し車の進む方向や、歩きスマホ者や障害物の存在を視覚障害者に教え、視覚障害者が状況に合わせて自走手押し車の操作を修正できる機能も付加する。尚、視覚障害者は自走手押し車の進行方向をハンドルに装着した振動によって知ることができる。また無線式骨伝導イヤホンにより、障害物の種類と歩きスマホ者の存在を知ることができる。これらの方策を自走手押し車に実装することで、視覚障害者は特別な訓練をする必要がなく、目的地まで安全・安心に歩行できる。

4.研究成果

(1).歩行者の多い歩道での歩きスマホ者の検知

首の前屈角度推定手法から歩きスマホ者を検出するために、カスケード分類器による関連する別の実験を行い^{4,5,6,7}、その機能の確認を行った。それによれば、目の検出が重要であり、かつ目と顎の位置関係を求めることによって、より正確に首の前屈状況を把握できることが確認された。直近の歩行者で遠方の歩行者の姿が隠れるオクルージョン問題を解決するために、2台のWebカメラを用いて歩きスマホ者を検出した。しかし、機能としては有効であるものの、パソコンの処理能力が追いつかず、現時点での実用化は難しいと考える。深層学習により更なる特性を探しだし、検知率の向上も図っているが、データが不十分なため、引き続き実験を重ねる必要がある。

(2).経路の危険度推定

(1)の検知結果から、歩きスマホ者を推定し、対象となる人物の行動に着目し、歩きスマホ者が視覚障害者に気づき、回避行動を取るまでのデッドラインを求めた。実験により、歩きスマホ者の歩行速度は、だいたい60~70m/分であることがわかった。そして、視覚障害者に気づき回避行動を取り、衝突せずにすれ違える距離は、視覚障害者の約2m手前であることもわかった。これは視覚障害者が立ち止まっている場合の距離なので、対向して視覚障害者も歩いている場合のデッドラインは3m以上になる。このデッドラインまでに歩きスマホ者が回避行動を取らなければ、衝突の危険度が高いという信号を出すようにした。その信号は、後で述べる自走手押し車の移動方向に連動している。

(3).歩きスマホ者への衝突回避通知

歩きスマホ者を検知し、かつ衝突の危険がある人物に対して、自走手押し車に搭載した分散型レーザポインタで歩きスマホ者の膝や床あたりを左右に揺らしながら点パターンを照射させるシステムとした。自走手押し車に2軸ジンバルを取り付け、そこにレーザポインタを設置した。2軸にしたのは、X軸(ロール)方向の回転は必要がないためである。

(4).安全経路への誘導

自走手押し車に搭載したモータ制御器は、Webカメラからの周囲の情報と歩きスマホ者の検知及び行動予測から、移動方向を決定する。Webカメラからの情報収集と解析にはC++とPythonを使用、レーザポインタの照射方向の制御と自走手押し車の足回りの制御はProcessingを使用した。図2は自走手押し車の試作品である。足回りは、メガローバー(ヴィストン社製)を使用している。レーザポインタの照射方向の制御は、スマホ用のジンバルを使用している。

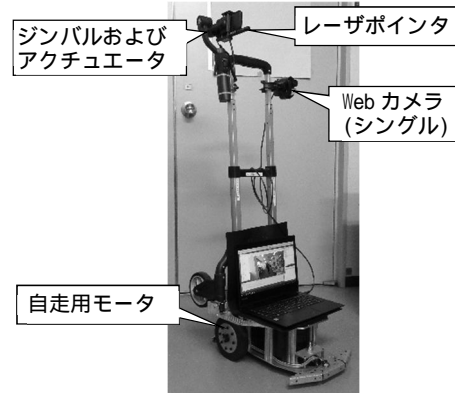


図2 手押し車の試作品

歩きスマホの検出と安全経路を求めるための分析にコンピュータの処理に時間がかかるため、一呼吸おいた反応となる。したがって、今後は歩きスマホの検出精度の向上を図りながら、処理速度の向上アルゴリズムの研究を進める。また、地面のでこぼこにより、自走手押し車が傾き、場合によっては転倒することもあるので、足回りのサスペンションを制御し、自走手押し車の体勢が常に地面と垂直になる仕組みを検討する。

<引用文献>

- (1). 植村喜弘, 梶原祐輔, 島川博光, 足取り取得によるパーソナリティを考慮したユーザ状態の推定, 情報処理学会, 56(12), pp. 2358-2369, 2015
- (2). 梶原祐輔, 上田芳弘, 池岡政輝, 木村春彦, 歩きスマホをしている歩行者の認知を考慮した危険度推定に関する一考察, 電気学会論文誌 C, 136 (10), 2016
- (3). 辻 平治郎, 5 因子性格検査の理論と実際, 北大路書房, 1998
- (4). 新田雅道, 志尾諒, 杉本拓也, 板書の書き写しにおける疲労度の検証と疲労軽減法の考察, 小松短期大学地域創造研究所論集, 第 26 号, P.37-48, 2012
- (5). 永田雅人, 豊沢 聡, 実践 OpenCV3 for C++ 画像映像情報処理, カットシステム, 2017
- (6). 南本長穂, 教師の板書技能に関する調査研究, 日本視聴覚教育学会第 15 号, 1984, 19-35
- (7). 倉恒弘彦, 山口浩二, 笹部哲也, 稲葉雅章, 渡辺恭良, 慢性疲労症候群患者の自律神経機能評価, 厚生労働省科学研究費補助金研究年度終了報告書, 2011, 25-28

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 新田雅道、志尾諒、杉本拓也	4. 巻 25
2. 論文標題 板書の書き写しにおける疲労度の検証と疲労軽減法の考察	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 小松短期大学論集	6. 最初と最後の頁 37-48
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新田雅道、園田良孝	4. 巻 1
2. 論文標題 データベースシステム開発の教育の効果検証	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 小松短期大学論集	6. 最初と最後の頁 19-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 木村誠、新田雅道、松田史佳、濱田里羽	4. 巻 1
2. 論文標題 合宿形式の新入生オリエンテーションが大学適応感とコミュニケーションスキルに及ぼす影響	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 小松短期大学論集	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 新田雅道、志尾諒、杉本拓也
2. 発表標題 板書の書き写しにおける疲労度の検証
3. 学会等名 情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新田雅道、園田良孝
2. 発表標題 Accessによるデータベース教育効果の検証
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	木村 春彦 (KIMURA HARUHIKO) (60141371)	公立小松大学・生産システム科学部・教授 (23304)	
研究分担者	梶原 祐輔 (KAJIWARA YUSUKE) (80710706)	公立小松大学・生産システム科学部・准教授 (23304)	