

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12730

研究課題名（和文）健常者をセンサノードとして用いた移動弱者向けバリアフリー度算出手法の研究開発

研究課題名（英文）Study on a Method for Assessing Accessibility Problems using Walkers as Sensor Nodes

研究代表者

宮田 章裕 (MIYATA, Akihiro)

日本大学・文理学部・准教授

研究者番号：20648802

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：広範囲を網羅するバリアフリーマップの実現を目指し、健常者の歩行時加速度データからバリア情報を自動検出する方法の基礎検討を行った。入力については、適切なセンサの種類・位置の決定と、ゲーミフィケーションを用いて歩行データ収集のモチベーションを維持するアプローチの検討を行った。分析については、加速度データからバリア種別を推定するためのニューラルネットワークの検討を行った。出力については、バリア情報を地図上に表示する際の問題点を明らかにした。これに加え、拡張現実感を用いた車椅子シミュレータのコンセプトを提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的には、健常者の歩行時加速度データから、ニューラルネットワークを用いて路面のバリア種別を推定するという新たなアプローチを提唱し、その効果を検証した点に意義がある。
社会的には、広範囲を網羅するバリアフリーマップが低コストで実現できる可能性があり、移動弱者の移動・社会参加を支援する基礎技術を実現できた点に意義がある。

研究成果の概要（英文）：To create a accessibility map covering a wide area, we conducted a basic study on accessibility problem detection from acceleration data obtained from walkers. For input, we determined the appropriate sensor type and location, and explored an approach to make users motivated to collect data using gamification. For data analysis, we investigated the appropriate structure of neural networks for detecting accessibility problems from acceleration data. For output, we clarified the problem in visualizing accessibility problems on a map. Also, we proposed a concept of an AR-based wheelchair simulator.

研究分野：インタラクション

キーワード：バリアフリー ディープラーニング 加速度 健常者 障害者 ゲーミフィケーション 拡張現実感

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

国内では、2016年の障害者差別解消法施行により、障害者の社会参加加速が期待されている。また、世界トップレベルの高齢者人口は増加の一途を辿っている。しかし、国内の屋内外には依然として段差・狭い歩道等のバリアが多数存在し、下肢・視覚障害者や高齢者の円滑な移動を妨げ、ひいては彼らの社会参加の障壁となっている。

彼らの移動計画を支援する手段として、バリアフリーマップがある。しかし、バリア情報を手動で収集するコストは高く、屋内外を広く網羅したバリアフリーマップが存在しないのが実情である。

2. 研究の目的

健常者歩行時に生じる加速度・心拍センサーデータ等に基づいて、障害者等にとっての道路のバリアフリー度を近似的に算出し、可視化する手法の確立を目指す。これにより、屋内外の大量の道路・通路について、健常者の通行実績さえあればバリアフリー度を求められるので、障害者等は移動計画が立てやすくなり、安全な外出・社会進出が促進される効果が期待できる。

具体的には、(1)健常者歩行時の加速度・心拍等の計測・検証を重ね、バリアフリー度算出のための最適な計測指標・手段を明らかにする。(2)ディープラーニング等を用いて、計測した指標から高精度にバリアフリー度を算出するアルゴリズムを明らかにする。(3)地図方式、カーナビ方式、拡張現実方式等を比較し、算出結果を直感的に把握できる可視化方式を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、健常者歩行時に生じる加速度・心拍センサーデータ等に基づいて、障害者等にとっての道路のバリアフリー度を近似的に算出し、可視化する手法の確立を目指す。

この目標を達成するため、初年度は環境が安定している屋内環境を主眼とし、(A1)屋内フィールド調査、(B1)屋内アルゴリズム検討、(C1)屋内プロトタイプ作成、(D1)屋内アルゴリズムの効果測定という流れで研究を行う。初年度に蓄積した技術・知見に基づき、次年度以降は屋外も対象に含め、(A2)屋外フィールド調査、(B2)屋外アルゴリズム検討、(C2)屋外プロトタイプ作成(直感的な可視化も含む)、(D2)屋外アルゴリズムの効果測定を行う。また、研究初期段階から障害者等と頻りに意見交換を行う参加型デザインにより、仮説・検討の精度を高める。

4. 研究成果

(1) 歩行データ収集手段の基礎検討

歩行時の加速度データを計測するアプリケーションの基礎検討を行った。具体的には、適切なセンサ、センサ設置位置、サンプリングレートの見極めを行い、安定的かつ高精度に計測を行う方式を確立した。

さらに、研究を進める過程で、歩行データ収集に対するユーザのモチベーション維持が重要課題であることを発見し、ゲーミフィケーションを用いて歩行データ収集を行う方式を提案した。ゲーム内容は位置情報連動型陣取りゲーム(図1)とし、ユーザが屋内外を歩き回ることをプレイ要素とした。



図1. 位置情報連動型陣取りゲーム

(2) 歩行データ分析手段の基礎検討

歩行時の加速度データから、歩行した路面の状態を推定するニューラルネットワークの基礎検討を行った。ネットワークの形状、ハイパーパラメータ等の試行錯誤を行い、提案方式(図1のDAE)は、従来の手動設計特徴量を用いる方式(図2のHCF)を上回る推定精度を達成できる

ことを確認した。

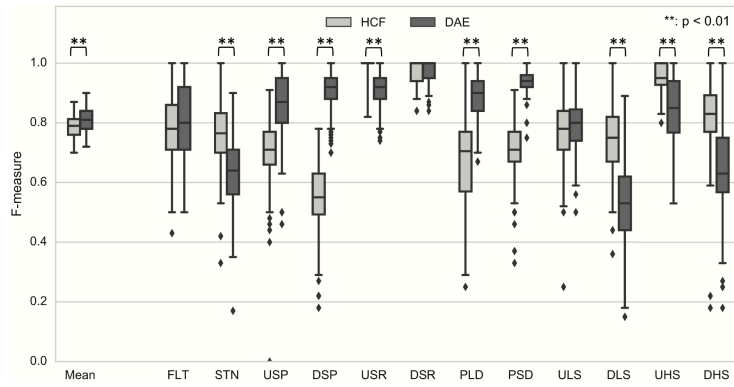


図2. 手動設計特徴量を用いる方式 (HCF) と提案方式 (DAE) の比較

注：本図は、申請者が本研究課題遂行中に発表した下記論文からの引用である。
宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩: 健常歩行者センサデータを用いたバリア検出の基礎検討. 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 1, pp. 22-32 (2018).

(3) バリアフリー度可視化手段の基礎検討

道路のバリアフリー度を地図上に可視化する方法の比較・検討を行い、従来のように情報を点として表示する方法は地図が情報過多になり、視認性が低減することを明らかにした。情報可視化の研究分野の知見を活用し、多くの位置関連情報を直感的に把握する可視化方法の必要性を確認した。

さらに、地図表現以外にも、拡張現実感技術を用いて、バリア通過時の様子を再現する車椅子シミュレータのプロトタイプ制作にも着手した。このシミュレータの効果を検証するために、表1に示す4パターンでの比較を行ったところ、図3のように提案方式であるP4が最も高い臨場感を示すことが確認された。

表1. 比較検証したシミュレーションパターン

注：本表は、申請者が本研究課題遂行中に発表した下記論文からの引用である。
Akihiro Miyata, Hironobu Uno, and Kenro Go: Evaluation on a Wheelchair Simulator Using Limited-Motion Patterns and Vection-Inducing Movies. Proc. 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR '19), pp. 1086-1087 (2019).

Pattern ID	Behavior of the HMD (H)/EPW (E)
P1-up/down	H: flat road > up/down-slope road E: no motion
P2-up/down	H: flat road > up/down-slope road E: uniform motion
P3-up/down	H: no HMD E: uniform motion > retarded/accelerated motion
P4-up/down	H: flat road > up/down-slope road E: uniform motion > retarded/accelerated motion

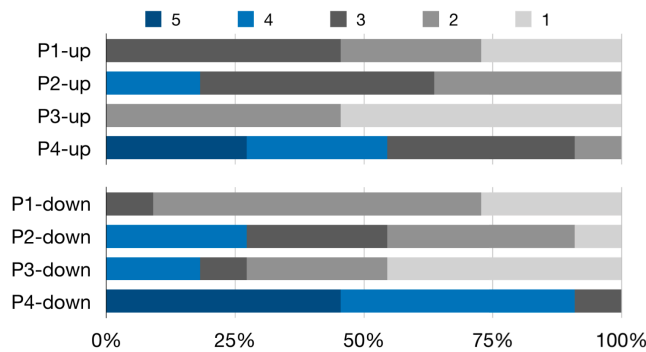


図3. バリアシミュレーションの臨場感 (5:高い~1:低い, N=11)

注. 本図は、表1と同じ論文からの引用である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 宮田章裕, 王統順, 荒木伊織, 篠崎涼太	4. 巻 59
2. 論文標題 健常歩行者センサデータからのバリア検出のための屋内外別機械学習方式	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1774-1782
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮田章裕, 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩	4. 巻 59
2. 論文標題 健常歩行者センサデータを用いたバリア検出の基礎検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 22--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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Akihiro Miyata, Hironobu Uno, Kenro Go
2. 発表標題 Evaluation on A Wheelchair Simulator Using Limited-Motion Patterns and Vection-Inducing Movies
3. 学会等名 IEEE VR 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮田章裕
2. 発表標題 健常歩行者センサデータからのバリア検出における入出力方法の考察
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 呉健朗, 宇野広伸, 本岡宏将, 樋口恭佑, 宮田章裕
2. 発表標題 Vection誘発映像による凹凸バリアシミュレータの実装と評価
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 本岡宏将, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 宮田章裕
2. 発表標題 電動車椅子とHMDを用いたバリアシミュレーションの検討
3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林舞子, 小林優維, 呉健朗, 大和佑輝, 宮田章裕
2. 発表標題 Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの提案
3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大和佑輝, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 宮田章裕
2. 発表標題 ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集システムの検証実験
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会サイバースペースと仮想都市研究会第66回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 呉健朗, 宇野広伸, 本岡宏将, 樋口恭佑, 宮田章裕
2. 発表標題 Vection誘発映像による凹凸バリアシミュレータの基礎検討
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会サイバースペースと仮想都市研究会第21回シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiro Miyata, Hironobu Uno, Kenro Go, Kyosuke Higuchi and Ryota Shinozaki
2. 発表標題 Study on VR-Based Wheelchair Simulator Using Vection-Inducing Movies and Limited-Motion Patterns
3. 学会等名 The 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮田章裕, 宇野広伸, 呉健朗, 樋口恭佑, 篠崎涼太
2. 発表標題 Vection誘発映像と低自由度動作によるVRバリアシミュレーションの映像提示方式の比較
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会サイバースペースと仮想都市研究会第65回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 篠崎涼太, 呉健朗, 樋口恭佑, 宇野広伸, 宮田章裕
2. 発表標題 健常者歩行時加速度データからのバリア検出における最適サンプル長の基礎検討
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野広伸, 呉健朗, 樋口恭佑, 篠崎涼太, 宮田章裕
2. 発表標題 電動車椅子を用いたバリアシミュレーションシステムの基礎検討
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林舞子, 呉健朗, 大和佑輝, 宮田章裕
2. 発表標題 タップのみでコミュニケーションを行うシステムの実装
3. 学会等名 情報処理学会シンポジウム論文集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akihiro Miyata, Iori Araki and Tongshun Wang
2. 発表標題 Barrier Detection using Sensor Data from Unimpaired Pedestrians
3. 学会等名 The 20th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI12018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大和佑輝, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 荒木伊織, 宮田章裕
2. 発表標題 ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集の提案
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林舞子, 呉健朗, 荒木伊織, 大和佑輝, 宮田章裕
2. 発表標題 Tap Messenger: タップのみでコミュニケーションを行うシステムの基礎検討
3. 学会等名 情報処理学会インタラクシオン2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大和佑輝, 呉健朗, 宇野広伸, 樋口恭佑, 荒木伊織, 宮田章裕
2. 発表標題 ゲーミフィケーションを用いたバリア情報収集の基礎検討
3. 学会等名 情報処理学会グループウェアとネットワークサービスワークショップ2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 王統順, 荒木伊織, 鈴木天詩, 栗田元気, 宮田章裕
2. 発表標題 屋内外を区別した機械学習によるバリア検出方式
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイルDICO2017シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荒木伊織, 王統順, 鈴木天詩, 宮田章裕
2. 発表標題 複数人健常者の歩行時加速度データを用いたバリア検出精度の検証
3. 学会等名 情報処理学会第102回グループウェアとネットワークサービス研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

宮田研究室Webサイト
<https://myt1ab.org>

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
--	---------------------------	-----------------------	----