

陣取りゲーム要素を導入した歩行データ収集システムの検証

古田 瑛啓¹ 奥川 和希² 呉 健朗² 宮田 章裕^{1,a)}

概要：我々の生活空間内には車椅子利用者やベビーカー利用者といった移動弱者の円滑な行動を妨げる階段や段差などのバリアが点在している。移動弱者は移動中のバリア遭遇を防ぐため、移動計画を立てることが多い。移動計画を立てるためには階段・段差などのバリア情報が必要であり、バリア情報を把握する手段として、バリアフリーマップが存在する。バリアフリーマップを作成するためにはバリア情報を収集する必要がある。バリア情報を収集する手法として、健常歩行者が歩行することで計測される歩行データを収集してバリアを検出する手法がある。しかし、歩行データを収集する作業にはユーザにとってメリットが少なく、ユーザのモチベーションを誘発・維持することが難しい。それゆえ、この手法は歩行データが収集されにくく、収集される歩行データの量が少ないという問題がある。我々は歩行データを収集する作業に対するモチベーションを誘発・維持させるため、ゲーミフィケーションを利用した歩行データ収集システムを提案してきた。本稿では、8人の実験参加者に対して2週間の実験を行い、提案システムが歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションの誘発に一定の効果があったことを報告する。

1. はじめに

我々の生活空間内には車椅子利用者やベビーカー利用者といった移動弱者の円滑な行動を妨げる階段や坂などのバリアが多数存在する。移動弱者は移動をする前に移動計画を立てることで、バリアに遭遇することを防いでいる。移動計画を立てる際にはバリアの位置や種類などのバリア情報が必要であり、バリア情報を把握する方法としてバリアフリーマップが存在する。バリア情報をより多く、広範囲で収集することはバリアフリーマップを作成する上で非常に重要である。バリア情報を収集する事例は多数存在する [1][2][3][4]。既存の事例ではバリアフリーに関心のある人・専門家のスタッフが中心となってバリア情報を収集している。バリア情報を収集するユーザはバリアフリーに関心のあるユーザに限定されるため、結果として集まるバリア情報が少ない。集まるバリア情報が少なければバリアが検出されにくくなる。このため、移動弱者が既存のバリアフリーマップで移動計画を立てた際、地図に表示されていないバリアに遭遇し、立ち往生してしまう恐れがある。

我々はバリア情報を低コストで収集するシステムとして、多様なユーザに対応したバリア情報収集システム、BScanner を提案している [5]。BScanner はユーザをバリア情報収集に対するモチベーションと可処分時間という観

点で分類している。それぞれのユーザに対応したバリア収集機能を提供することで多くのユーザにバリア情報を収集してもらうことを目的としている。このシステムの一部として、ゲーミフィケーションを利用した歩行データ収集機能がある [6]。これは、可処分時間が少ない人でもゲームをしながらバリア情報を収集することをコンセプトにしている。このシステムは歩くことで収集できる歩行時の3軸加速度・3軸角速度(以降歩行データ)を Deep Learning で解析してバリアを検出することができるものである。このシステムは現実世界をフィールドとした、位置情報連動陣取りゲームである。ユーザは歩行することで計測される歩行データをアップロードすることで、自分が歩いた位置に対応した陣地を獲得できる。しかし、先行研究では歩行データを収集する作業に対するモチベーションを誘発・維持できているかを十分検証することができていない。具体的には、投稿される歩行データの数・歩行距離などの定量的なデータによる比較がなされていない。

本研究では、BScanner のシステムを用いて歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションを誘発・維持ができているかを客観的な指標も交えて検証する。本稿の貢献は、提案システムが歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションを誘発・維持に有効であるかを検証したことである。

2. 関連研究

本研究は、ゲーミフィケーションを利用してバリア情報

¹ 日本大学 文理学部

² 日本大学大学院 総合基礎科学研究科

a) miyata.akihiro@acm.org

を収集するものであり、バリア情報を収集する事例とゲーミフィケーションに関する事例に関連している。2.1 節でバリア情報収集に関する事例、2.2 節でゲーミフィケーションに関する事例を述べる。

2.1 バリア情報収集

バリア情報を収集するアプローチとして、行政の専門知識を有するスタッフ・車椅子利用者・バリアフリーに関心のある一般ユーザがバリア情報を収集する事例がある。事例 [1] は、国土交通省主導で行われているバリア情報収集の取り組みである。WheelMap[2] は車椅子利用者向けのバリア情報をユーザが自由にインターネット上に投稿できるサービスである。事例 [3] は、徒歩・車椅子・手押し車・スーツケース・ベビーカー・自転車の 6 種類の移動手段でバリア情報を収集する手法を提案している。6 種類の移動手段それぞれに対応した歩行データからバリアを検出するモデルを構築し、6 つの手法ともバリアの検出精度が 80 % を超えていることを示している。事例 [4] はスマートフォンを用いて収集した加速度データから、歩く・走る・階段を上る・階段を下りる・座る・立つなどの挙動を分類する手法を提案している。

2.2 ゲーミフィケーション

ゲーミフィケーションとは、ゲーム以外の物事にゲームデザイン要素やゲームの法則を応用することである [7][8][9]。ゲーミフィケーションを導入することによるゲーム体験によって、作業に対するユーザのモチベーションを誘発・維持する事例やユーザに与える影響を調査した事例がある。事例 [10] は都市アクセシビリティ上の障害情報を収集するシステムにゾンビから生き残るゲーム要素を導入したアプリケーションをアプリケーションと通常のアクセシビリティ報告アプリケーションを比較する実験を行っている。実験では位置情報に連動したパズルゲーム・ゾンビから生き残るゲーム・通常のアクセシビリティアプリケーションの 3 つで比較実験を行っている。その結果、収集されるアクセシビリティ情報はゲーミフィケーションを導入しているシステムのほうが圧倒的に多く集まることを実証している。事例 [11] は車椅子利用者が移動する際にアクセスするアクセシビリティ情報を収集する作業を促進させるため、アクセシビリティ報告システムに報酬機能やランキング機能を導入している。事例 [12] は画像にラベルを付ける作業にゲーミフィケーションを導入したアプリケーションを提案している。このゲームでは 2 人 1 組でプレイするゲームで、お互いコミュニケーションをとらずに画像に関連するキーワードを回答する。その回答したキーワードが一致すればポイントを獲得することのできる。事例 [13] は市街地の風景を撮影して投稿するとゲーム内コンテンツが獲得できるシステムを提案している。

3. 研究課題

歩行データを収集する取り組みは多数行われている [3][4]。また、我々は健常歩行者の歩行データからバリアを検出する手法を提案している [14][15][16]。しかし、歩行データを収集する作業は一般のユーザにとってメリットがないため、歩行データを収集するモチベーションを誘発・維持することが難しい。そこでゲーミフィケーションを利用した歩行データ収集システムを提案してきた [6]。提案システムはゲーミフィケーションを歩行データ収集に適用し、モチベーションが低い人にも歩行データを収集をしてもらうことを目的としている。しかし、提案システムを用いて歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションを誘発・維持できるかどうかを十分に検証することができていない。具体的には、投稿される歩行データの数・歩行距離などの定量的なデータによる比較がなされていない。上記を踏まえ、本研究では提案システムを用いて歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションを誘発・維持できるか検証することを研究課題とする。

4. 歩行データ収集システム

本研究で使用するシステムについて述べる。本研究では、バリア情報収集プラットフォーム BScanner[5] を用いて検証を行う。BScanner はユーザの属性を可処分時間とモチベーションの 2 つの観点で分類し、それぞれに適した 4 つのバリア情報収集機能を提供している。本稿では Walker と Gaming walker[6] 機能を使用する。

Walker には歩行データを収集する機能と収集された歩行データにメタデータを付与し、送信する機能が備わっている。ユーザは歩行データを収集する機能を用いて歩行データを収集し、計測し終えた段階でサーバに送信する。

Gaming walker には Walker の機能に加えて、ゲーミフィケーションを導入している。図 1 は Gaming walker の画面である。位置情報に連動しており、歩行した位置に対応した陣地を獲得できる位置情報連動陣取りゲーム機能をユーザに提供している。陣取りゲームはチーム戦であり、ユーザはこの機能を起動すると赤・青のいずれかのチームを選択する。その後ユーザは Walker と同じく歩行データを収集する機能を用いて歩行データを収集し、計測を終えた段階でサーバへデータを送信する。この時、歩行した距離とその位置情報によって歩行した部分が自分が所属するチームの色に塗られる。この一連の流れを踏むことで陣地を獲得できる。陣地を獲得していくにつれてスコアが加算され、そのスコアがランクに反映される。

5. 検証実験

5.1 実験目的

Gaming walker は歩行データを収集する作業に対する

表 1 アンケート

ラベル	質問内容
Q1	バリアフリーに興味を持った
Q2	歩行データを収集することは楽しかった
Q3	歩行データを収集し続けたいと思った
Q4	実験中に普段いかないところを歩いた
Q5	歩行データを収集するために外出した
Q6	歩行データ収集を今後も行いたい



図 1 Gaming walker の画面

ユーザのモチベーションを誘発・維持することを目的としている。ユーザが歩行データを積極的に収集した場合、歩行データが多く収集されることが予想される。このため、ユーザが投稿した歩行データからユーザの歩行距離や計測時間、歩行データの投稿数を比較することでユーザの歩行データ収集に対するモチベーションを計測できると考える。また、収集される歩行データに変化が現れた場合、システムへのユーザの印象が変化することも考えられる。上記から検証する評価指標として下記を測定する。

- 客観指標
 - 歩行データ投稿数 (件)
 - 歩行距離 (m)
 - 歩行データ計測時間 (秒)
- 主観指標
 - 歩行データを収集する作業に対するモチベーションの度合い (7段階リッカート尺度でのアンケート)

実験参加者が回答するアンケートの項目を表 1 に示す。Q1 Q6 はモチベーションに関する質問である。さらに、Q2～Q6 にはそれぞれ回答した理由を自由記述方式でアンケートを実施した。

5.2 実験条件

実験には 20 代の学生 8 名が参加した。ゲーミフィケーション要素が歩行データを収集する作業に対するユーザのモチベーションに与える影響について検証する。

Walker ユーザが歩行をすると歩行データを収集することができるシステム

Gaming walker ユーザが歩行をすると歩行データを収

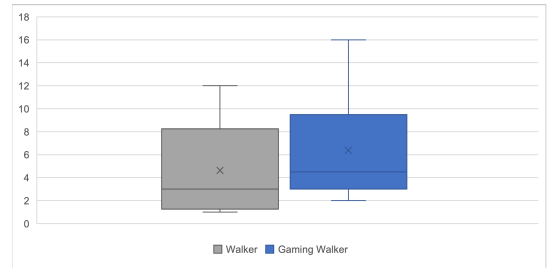


図 2 歩行データ投稿数 (件, N=8)

集することができ、歩いた距離に応じて現実世界をフィールドに見立てた陣地を獲得することができるシステム。陣地の獲得状況によって、スコアが加算され、ランクが表示される

実験期間は 1 手法につき 7 日間、計 14 日間である。安全面を考慮し、実験可能時間を 6:00-19:00 の間とした。本実験はユーザのモチベーションの誘発・維持を目的としている。実験参加者に対して実験主催者側からバリア情報の収集量や収集頻度を決めてしまうと、ユーザのモチベーションに影響を及ぼすことが懸念される。よって本実験では、実験参加者には一定のノルマを課さず、実験可能時間の範囲内で各々の任意のタイミングで歩行データを収集してもらった。実験参加者には各手法終了後ごとにアンケートに回答してもらった。

5.3 実験結果・考察

5.3.1 項で客観指標に関する結果、5.3.2 項では主観指標に関する結果を述べる。

5.3.1 客観指標

各手法における、歩行データ投稿数・歩行データ計測時間・歩行距離の結果を図 2～4、合計と平均値を表 2～4 に示す。表 2～4 を見ると、Walker より Gaming walker のほうがそれぞれの大きい値となった。歩行データの投稿数・歩行データ計測時間・歩行距離の各手法に対して対応ある t 検定を行ったところ、いずれの値も有意差は確認されなかった。よって、客観指標からは、Gaming walker によるモチベーション誘発・維持効果は認められなかった。

5.3.2 主観指標

Q1～Q6 の回答結果を図 5～10 に示す。各質問の回答結果に対して、Wilcoxon の符号順位検定を行った。Q1・Q3・Q5 のでは 5% 水準の有意差が確認され、Q2・Q6 では 1%

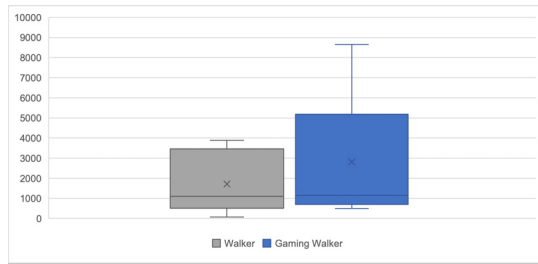


図 3 歩行データ計測時間 (秒, N=8)

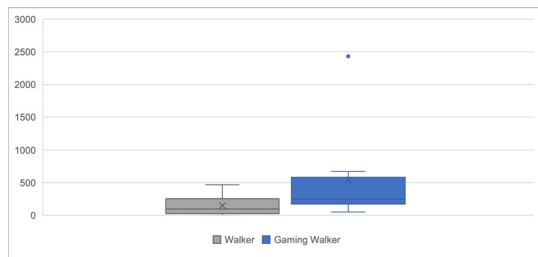


図 4 歩行距離 (m, N=8)

表 2 歩行データ投稿数の合計と平均 (件, N=8)

	合計	平均
Walker	37	4.6
Gaming walker	51	6.3

表 3 歩行データ計測時間の合計と平均 (秒, N=8)

	合計	平均
Walker	13749.7	1718.7
Gaming walker	22519.7	2814.9

表 4 歩行距離の合計と平均 (m, N=8)

	合計	平均
Walker	1189.0	148.6
Gaming walker	4331.4	541.4

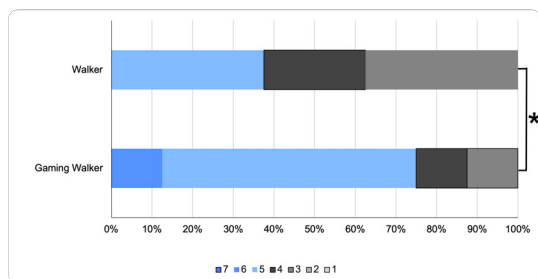


図 5 Q1: バリアフリーに興味を持った (1: 全くそう思わない～7: 強くそう思う, N=8)

水準の有意差が確認された。しかし、Q4 では有意差が確認されなかった。このため、Gaming walker による歩行データを収集する作業へのモチベーションを誘発することへの一定の効果があることが示唆された。

Q2 の回答理由では「自分のチームの陣地が広がることに楽しさを感じた」や「歩行データを収集することで、ポイントを得ることができ、順位が何位であるかが表示され

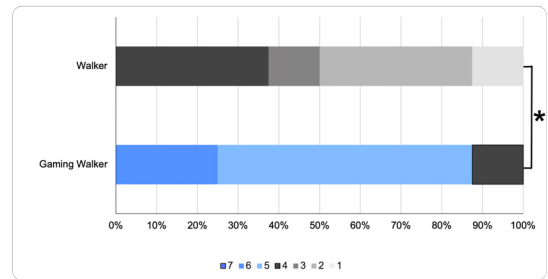


図 6 Q2: 歩行データを収集することは楽しかった (1: 全くそう思わない～7: 強くそう思う, N=8)

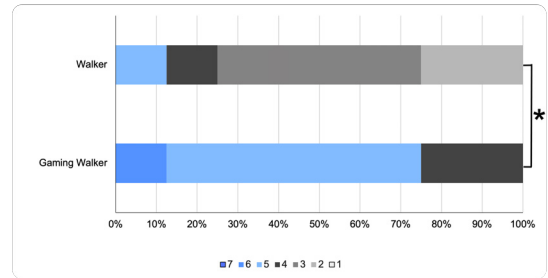


図 7 Q3: 歩行データを収集し続けたいと思った (1: 全くそう思わない～7: 強くそう思う, N=8)

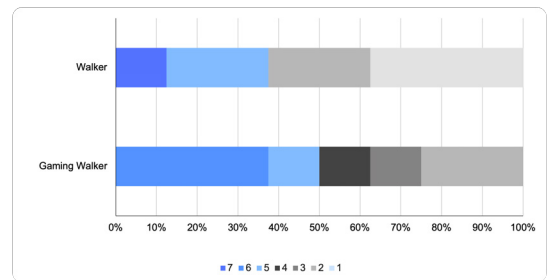


図 8 Q4: 実験中に普段いかないところを歩いた (1: 全くそう思わない～7: 強くそう思う, N=8)

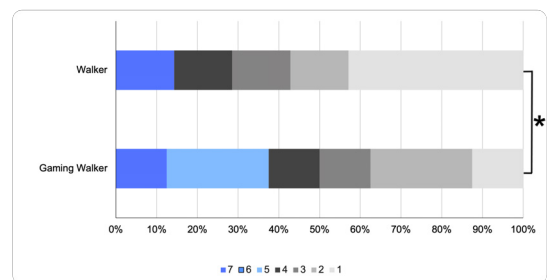


図 9 Q5: 歩行データを収集するために外出した (1: 全くそう思わない～7: 強くそう思う, N=8)

るから」といった回答を得られた。このことから、陣地をとる行為や陣地をとる行為によって得られるフィードバックにはユーザーを楽しませる要素として一定の効果があることが示唆される。

Q3 の回答理由では「陣地を増やすことが楽しい」「歩行データの収集が視覚的に確認でき、モチベーションになる」といった回答を得られた。このことから、ユーザへの視覚的なフィードバックはモチベーションを誘発させる要

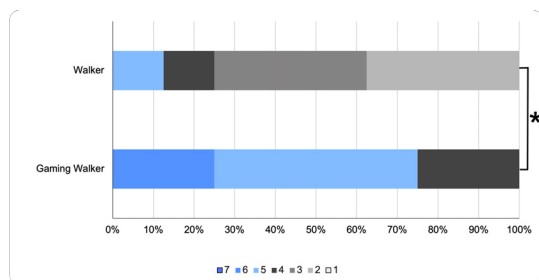


図 10 Q6: 歩行データ収集を今後も行いたい (1: 全くそう思わない～7: 強く思う, N=8)

素となることが確認された。しかし、一方で「陣地を取るだけでは、飽きが来てしまう」という回答も得られた。今後、よりユーザのモチベーションを誘発・維持するにはよりユーザを楽しませ、かつ飽きさせないような要素を追加する必要があると考える。

Q4 の回答理由では「少しだけ寄り道をする」や「使い慣れている道のほうが歩きやすい」といった回答を得られた。このことから、現状のシステムにはユーザに寄り道や大幅にルートを変えさせるような効果はないことが確認された。

Q5 の回答理由では「陣地をとることがモチベーションになった」「どのようなゲーム体験なのか試したくなった」といった回答を得られた。このことから、ゲームがトリガーとなって歩行データを収集するモチベーションになっていることが確認された。

Q6 の回答理由では「どこまでスコアを伸ばせるかやってみよう」「外出中に遊ぶにはちょうどいい」といった回答を得られた。しかし、一方で「もっと陣取りゲームとしての競争性やほかのゲーム要素が欲しい」や「これをずっと続けるには飽きがきて難しい」といった回答も得られた。このことから、ゲームとして一定の需要はあるものの、人によっては飽きてしまい、続けてプレイするモチベーションがないということが確認された。今後はそういった飽きが来るのが早いユーザを取り込めるよう、ゲーム要素を追加する必要があると考える。

本実験では 7 日間各手法を利用してもらい、モチベーションを維持することへの効果が少なくとも 7 日間の間では確認された。しかし、これを 1 か月間・半年利用し続けてもらうということに関しては未検証であり、期間をより長くした場合にモチベーションを維持できなければ、当初の目的であるモチベーションの維持を達成したとは言えない。今後はユーザがよりモチベーションを維持しやすいよう、陣地に付加価値をつける・相手の陣地を攻略するといったよりやりこみ要素のある機能を追加する必要があると考える。

6. おわりに

本稿では、先行研究で提案した BScanner の一部の機能

である Gaming walker を用いて歩行データを収集する作業に対するモチベーションを誘発・維持できるか検証を行った。アンケートの回答結果から、ユーザのモチベーションを誘発する効果があることが示唆された。しかし、客観的な指標である、歩行データの投稿数・歩行データ計測時間・歩行距離では手法間で有意差は見られなかった。アンケートの回答では実験参加者のモチベーションを誘発することに一定の効果があると見られるが、それが定量的な数値に表れているとは言えない。また、1 か月間を超えるような長期間にわたってシステムを利用した際にモチベーションを維持できるか検証できていない。今後は、よりユーザがモチベーションを維持できるよう機能を追加し、1 か月以上の長期間にわたる検証をする必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 国土交通省：歩行空間ネットワークデータ整備仕様案, <https://www.mlit.go.jp/common/001244374.pdf> (accessed 2021-11-15).
- [2] Sozialhelden, E.V.: Wheelmap, <http://wheelmap.org> (accessed 2021-11-15).
- [3] Kurauchi, Y., Abe, N., Konishi, H. and Seshimo, H.: Barrier Detection Using Sensor Data from Multiple Modes of Transportation with Data Augmentation, In Proceedings of 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference, pp.667-675(2019).
- [4] Parkka, J., Cluitmans, L. and Ermes, M.: Personalization algorithm for real-time activity recognition using pda, wireless motion bands, and binary decision tree, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol.14, No.5, pp.1211-1215 (2010).
- [5] Miyata, A., Okugawa, K., Yamato, Y., Maeda, T., Murayama Y., Aibara, M., Furuichi, M. and Murayama, Y.: A Crowdsourcing Platform for Constructing Accessibility Maps Supporting Multiple Participation Modes, Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '21), Article No.419, pp.1-6 (2021).
- [6] 大和佑輝, 奥川和希, 呉 建朗, 栗飯原萌, 古市昌一, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを適応したバリア検出のための歩行データ収集システム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.25, No.1, pp.12-20 (2020).
- [7] Sailer, M., Hense, J.U., Mayr, S.K. and Mandl, H.: How Gamification Motivates: An Experimental Study of the Effects of Specific Game Design Elements on Psychological Need Satisfaction, Computers in Human Behavior, No.69, pp.371-380 (2017).
- [8] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke, L.: From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification", In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments ACM, pp.9-15 (2011).
- [9] Hamari, J., Koivisto, J. and Sarsa, H.: Does Gamification Work? - a Literature Review of Empirical Studies on Gamification, In Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences IEEE, pp.3025-3034 (2014).
- [10] Prandi, C., Rocchetti, M., Salomoni, P., Nisi, V. and Nunes, N.J.: Fighting Exclusion: A Multimedia Mobile App with Zombies and Maps as a Medium for Civic Engagement and Design, Multimedia Tools and Applica-

- tions, Vol.76, pp.4951–4979 (2017).
- [11] Menkens, C., Sussmann, J., Al-Ali, M., Breitsameter, E., Frtunik, J., Nendel, T. and Schneiderbauer, T.: Easy-Wheel - A Mobile Social Navigation and Support System for Wheelchair Users, 2011 Eighth International Conference on Information Technology, pp.859-866 (2011).
 - [12] Ahn, L.V. and Dabbish, L.: Labeling images with a computer game, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.319-326 (2004).
 - [13] 福島 拓, 西村友里: 地域に関する新たな発見を促す散策支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.1, pp.88-94 (2020).
 - [14] 宮田章裕, 王 統順, 荒木伊織, 篠崎涼太: 健常歩行者センサーデータからバリア検出のための屋内外別機械学習方式, 情報処理学会論文誌, Vol.59, No.9, pp.1774–1782 (2018).
 - [15] Miyata, A., Araki, I. and Wang, T.: Barrier Detection Using Sensor Data from Unimpaired Pedestrians, Lecture Notes in Computer Science, Vol.10908, pp.308–319 (2018).
 - [16] 宮田章裕, 荒木伊織, 王 統順, 鈴木天詩: 健常歩行者センサー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).