

バリア画像投稿システムを利用する ユーザの行動調査

令和3年度 卒業論文

日本大学 文理学部 情報科学科 宮田研究室

前田 真志

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移動を妨げる、階段や段差などのバリアが存在する。移動弱者は移動中にバリアと遭遇することを避けるために、事前に移動計画を立てることが多い。移動計画を立てる際は、バリアの位置や種類といったバリア情報が必要になり、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構成するバリア情報を収集する手法として、収集者が現地に赴きスマートフォンを用いてバリアの写真を撮影し、投稿するシステムが存在する。しかし、この手法はバリアを画像を集めるために現地に赴く関係上、収集者にとっての負担は大きくなる問題がある。そのため収集者が少なく、バリア情報を網羅的に収集することは難しい。

網羅性が低いバリアフリーマップを用いて、移動弱者が移動計画を立てた場合、想定外のバリアに遭遇し立ち往生してしまうと考えられる。どのような点がユーザにとっての負担になっているかを明らかにし、よりユーザにバリア情報を収集しやすいシステムを目指す。本稿では、バリア画像収集システムを用いて13人の参加者に対して1週間の調査を行い、バリア画像を収集する際にどういった点がユーザの負担になるのか、ユーザのバリアを探す手法といったユーザの行動を明らかにした。

本稿の貢献は、バリア画像収集システムを利用するユーザの行動を調査し、ユーザにとって負担となる点やバリア情報を収集しやすいシステムに必要な要件を検証したことである。

目次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	2
1.2 研究の目的	2
1.3 本論文の構成	2
第2章 バリア情報収集に関する研究事例	3
2.1 現地に赴くことなくバリア情報を収集する研究事例	4
2.1.1 GSVを用いた手動のバリア情報収集に関する研究事例	4
2.1.2 GSVを用いた自動的なバリア情報収集に関する研究事例	5
2.2 現地に赴いてバリア情報を収集する研究事例	6
2.2.1 手動によるバリア情報収集に関する研究事例	6
2.2.2 センサデータを用いたバリア情報収集に関する研究事例	6
第3章 研究課題	8
3.1 問題の定義	9
3.2 研究課題の設定	9
第4章 バリア情報収集システム BScanner	11
4.1 システムの全体像	12
4.2 Reporterの説明	15
第5章 調査	16
5.1 調査の目的	17
5.2 調査の概要	17
5.3 調査の手順	17
5.4 調査の結果・考察	18
第6章 結論	23
謝辞	25
参考文献	27
研究業績	30

目 次

4.1	BScanner コンセプトイメージ	13
4.2	BScanner 機能画面	14
4.3	Reporter 画面	15
5.1	Q1:バリアフリーに興味がある	20
5.2	Q2:バリア画像収集を行うことは楽しかった	20
5.3	Q3:バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが生まれた	21
5.4	Q4:バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが継続した	21
5.5	Q5:バリア画像収集を行うためだけに普段通らない道を通ったり寄り道を することがあった	22
5.6	Q6:バリア画像収集を行うためだけに外出をすることがあった	22

表 目 次

4.1	クライアントとサーバの環境・アプリケーション	12
5.1	アンケートの質問内容	18
5.2	インタビューの質問内容	18

第1章 序論

1.1 研究の背景

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をはじめとした移動弱者にとって移動しにくい場所が存在する。例えば、歩道と車道の境目や建物の入口などに存在する段差、急勾配の坂や階段といったものがある。移動弱者はこのようなバリアの存在を事前に把握し、移動計画を立てることが多い。移動計画を立てる際は、バリアの位置や種類といったバリア情報が必要になり、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に表示するバリア情報を充実させることは、移動弱者が移動計画を立てることに貢献するだけでなく、バリアフリーマップを拡充させることにもつながる。

バリア情報を収集する取り組みは多数行われている。Google Street View を用いて現地に赴くことなくバリア情報を収集するシステム [1][2] は、ユーザに負担が少なく人的コストが少ないメリットがあるが、バリア情報の正確性は現実空間上で収集したバリア情報と比べると低い。また、現地に赴かないと判明しないバリアや Google Street View の撮影日時により最新の情報が得られないデメリットも存在する。スマートフォンなどを用いて現実空間上でバリア情報を収集するシステム [3][4][5][6][7] は、バリア情報の精度は高く情報の鮮度も高まるが、収集のために現地に赴く関係上、収集者の負担が大きくなる問題がある。このため、バリア情報を網羅的に収集することが難しい。

1.2 研究の目的

1.1 節で述べた背景を踏まえ、既存のバリア情報収集システムのどのような点がユーザにとっての負担になっているかを明らかにし、よりユーザにバリア情報を収集しやすいシステムを目指す。

既存研究より、バリアフリーマップにおいてバリア画像の有無がバリアの認識について大きな影響があることが分かっている [6]。そこで本研究では、バリア画像を収集するシステムにおいて、バリア画像収集システムを利用するユーザの行動について調査を行い、ユーザの負担を減らしバリア情報をより網羅的に収集するために必要なシステムを要件を考察する。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

2 章では、バリア情報収集に関する研究事例について述べる。3 章では、本論文における問題の定義と研究課題について述べる。4 章では、調査に用いるシステム BScanner について述べる。5 章では、バリア画像投稿システムを利用するユーザの行動に関する調査・考察について述べる。最後に 6 章にて、本論文の結論を述べる。

第2章 バリア情報収集に関する研究事例

本章では、バリア情報収集に関する研究事例について述べる。これらは、いずれもバリア情報を収集するという点で本研究と関係している。2.1節では、現地に赴かずにバリア情報を収集する研究事例について紹介する。2.2節では、現地に赴いてバリア情報を収集する研究事例について紹介する。

2.1 現地に赴くことなくバリア情報を収集する研究事例

現地に赴かずにバリア情報を収集する研究事例として、Google Street View(以下 GSV)を利用する研究事例が多く存在する。

2.1.1 GSV を用いた手動のバリア情報収集に関する研究事例

GSV を用いた手動のバリア情報収集に関する研究事例として、文献 [1][2][8] が挙げられる。

Richard ら [1] は、CrossingGuard と呼ばれるアプリケーションを提案している。このアプリケーションはアクセシビリティに関する豊富な情報を提供し、視覚障害者が慣れない交差点でも安心して通行できるようにすることを目的としている。ユーザはスマートフォンで簡単なジェスチャを行うことで、現在地周辺の交差点などの道路情報や目的地までのルートの提案などの様々な機能を使うことができる。道路や歩道に関する情報は、GSV を通じてデータを入手している。収集する情報は交差点に重きを置いており、評価者に各道路から取得した交差点を見てもらい、左・右折のレーンや信号、バイクレーンや横断歩道などの、11 のラベルを考慮して評価している。この手法において、報酬の有無がラベルの精度に与える影響を確かめる評価実験を行っている。3 人のクラウドワーカーに、各交差点につき 0.05 ドルの報酬を与え、回答されたラベルの最終評価は過半数の投票によって決めた。正答の評価は 2 人の研究者によって、現地で道路や歩道を横断した際の評価を利用した。この結果、全てのラベルの精度は平均して 85.5% であり、歩道・歩行者信号・横断歩道の 3 つとそれ以外で比較的大きな精度の差が確認できた。

Hara ら [2] は、クラウドワーカーを使用し、GSV 画像の歩道のバリアを見つけ、ラベルを付けて評価する手法を提案している。3 人の車椅子利用者を含む 6 人のラベラーにより、ラベリングタスクの実現可能性を調べた後、合計 402 人のターカーを対象に評価実験を行っている。評価実験の結果、13,379 のラベルと 10,189 の検証ラベルを集め、ターカーが 81% の精度で画像にラベル付けができることを示している。

Hannah ら [8] は、近隣地域の歩行や自転車に関連する環境監査の効率と、監査された情報と現地の情報の一致度を、現場で物理的に行った場合と、GSV を用いて仮想的に行った場合で比較している。監査では完了にかかった時間や走行距離、使用されたインターネット帯域幅を測定した。監査の結果、物理監査と比較して仮想監査は素早く完了され(仮想:115.3 分, 物理:148.5 分)、ほとんどの場合で評価対象の変数について許容可能な合意レベル ($ICC \geq 0.70$) の範囲内であったことを明らかにしている。また、地理情報システ

ムなどの他のソースから得られた補足データを用いることで、信頼性の低い監査データを評価することができることも示している。

2.1.2 GSV を用いた自動的なバリア情報収集に関する研究事例

GSV による自動的なバリア情報収集に関する研究事例として、文献 [9][10][11][12] が挙げられる。

Dragan ら [9] は、衛星画像や GSV の画像などの空間画像データベースを利用して、都市の横断歩道を発見するシステムである Zebra Crossing Spotter を提案している。横断歩道は、上空から見るとシマウマのような縞模様をしている。これを利用して、衛星画像から横断歩道を検索し、見つかった候補から空間的に登録された GSV の画像と照合を行う。これにより、大規模な画像データから横断歩道を発見・特定することができる。このシステムを用いて、サンフランシスコの密集した都市部で評価実験を行った。人工衛星と GSV の画像から、人の手で横断歩道を検出し、これを正答として画像処理による横断歩道の検出精度を調べる。評価実験の結果、精度はおおよそ 0.69 であった。正しく検出できなかった画像は、木や建物によって横断歩道の一部が隠れたり、屋根の模様などで誤検出が起きることなどが原因であった。GSV の画像処理に関しては、誤検出が起こった数件は GSV 画像が少なく、情報量が足りない為に誤検出が起こる傾向が見受けられた。

Jin ら [10] は、存在するかではなく存在しないことを解析することに焦点を合わせた画像分析手法により、道路の縁石ランプの存在を解析する畳み込み手法を提案している。このシステムと GSV を用いて、評価実験を行った。評価実験の結果、従来手法と比べて効果的かつ効率的に縁石ランプの欠落を検出できることを明らかにしている。

Robert ら [11] は、機械学習、コンピュータビジョン (CV)、カスタムクラウドインターフェースを組み合わせて、GSV から半自動で縁石を見つけるシステム Tohme を提案している。このシステムを用いて、北米の 4 都市で撮影された 1086 の GSV 画像と 403 名のクラウドワーカーによる評価実験を行った。評価実験の結果、従来手法と比較して、縁石の検出において同程度の性能を示し、時間コストに関しては 13% 削減されたことを明らかにしている。

Andrew ら [12] は、GSV を使用して近隣環境を監査することの実現可能性を評価するため、ストリートビュー画像から調査された近隣地域の情報と、野外で調査された近隣地域の情報を比較している。監査の結果、ストリートビューでは騒音・臭気・交通速度などの静止画では評価できない監査項目は評価できなかった他、歩行者数や歩道の幅などの項目も上手く監査できなかった。現地調査による情報との一致度については、103 の監査項目について比較した結果、監査項目の内 60.2% が 80% 以上の一致度、22.3% が 60% 以上の一致度を示した。一致度が低い項目の中には、古い建物の存在や縁石のカットの存在があった。Google マップの衛星画像や GoogleEarth の 3D テクスチャマッピングデータを用いた監査も提案されたが、前者は解像度の粗さで機能せず、後者は対応地域の少なさから機能しなかった。

2.2 現地に赴いてバリア情報を収集する研究事例

2.2.1 手動によるバリア情報収集に関する研究事例

手動によるバリア情報収集に関する研究事例として、文献 [3][4][5][6][7] が挙げられる。

WheeLog![13] は、車椅子利用者を支援するためのジオタグ付きのバリア情報を、地図にアップロードすることができるサービスである。Oda ら [3] は、このサービスで作成したバリアフリーマップを用いて、駅での乗り換えにおける車椅子のアクセス性についての実験を行い、一般道線の負荷率・車椅子利用者の負荷率・一般道線への車椅子利用者の同行率を比較している。この実験の結果、駅での乗り換えの際、車椅子利用者の負荷が高い傾向にあり、エレベータの設置・乗り換えまでのバリアを無くすことが必要だということを明らかにしている。

IBM Sidewalks[5] は、モバイルデバイス向けのアクセシビリティマップ作成プラットフォームであり、都市に存在するバリアの位置や写真、カテゴリの属性などの詳細をサーバに送信することができる。Carlos ら [4] は手動でバリア画像などを送信する IBM Citizen Sensing と、センサデータを用いて歩行速度などを測定する IBM Breadcrumb の2つのシステムを用いて実験を行った。この結果、バリアによる歩行速度の変化を検出できたことや、投稿された詳細情報からアクセシビリティの問題を特定できたことなどを明らかにした。

Jorge ら [6] は、バリアや障害者に対する人々の意識を高める手段を検証するため、マップを閲覧する際のズーム機能の有無とバリア画像の有無の2つの変数で、4つの条件からなる実験デザインを用いて実験を行った。参加者には実地に赴いた証拠となるようにバリアの写真を撮影してもらい、後日システムからレポートをアップロードしてもらった。検証の結果、視覚的及び位置的な手がかりを追加することで、検証期間中の参加率やフィードバックの種類、バリアの認識に大きな影響を与えることを明らかにした。

村山ら [7] は、バリア画像を撮影・投稿するシステムにゲーミフィケーションを導入し、モンスターを収集しながらバリア画像を収集することができるシステムを提案・実装している。バリアフリーマップ作成に意欲のないユーザに対して、バリア画像を収集する作業に対するモチベーションを誘発・維持できるようにすることを研究目的としている。このシステムを用いた評価実験の結果、提案システムがバリア画像収集に対するユーザのモチベーションの誘発・維持に一定の効果を持つ可能性があることを明らかにした。

2.2.2 センサデータを用いたバリア情報収集に関する研究事例

センサデータを用いたバリア情報収集に関する研究事例として、文献 [14][15][16][17][18] が挙げられる。

Catia ら [14] は、都市や建造物のアクセシビリティに関するデータを収集し、ユーザの好みやニーズに応じた目的地への経路を提供するシステムである mPASS(mobile Pervasive Accessibility Social Sensing) を提案している。このシステムは、センサデータやクラウド

ソーシングで得たデータと、他のソースから入手可能なデータを組み合わせ、詳細かつ有用なサービスを提供することを目的としている。

Heba ら [15] は、モバイルデバイスから取得したセンサデータを解析して、バリア情報を収集するための概念モデルを提案している。これまでのアクセシビリティマップは、衛星画像や訓練を受けた人員を用いた手動入力によって構築されてきた。しかし、マップを最新の状態に保つには、従来の手法では困難であるため、クラウドソーシングシステムを利用することが必要になる。そこで、スマートフォンやスマートウォッチなどのモバイルデバイスに搭載された、加速度計や磁力計、ジャイロスコプやカメラなどの幅広いセンサを利用して、アクセシビリティマップを構築する。モバイルデバイスを用いて加速度などのセンサデータを収集し、解析することで階段を検出したり、カメラで撮影された画像から点字ブロックを検出することなどができるようになる。Heba らは、この手法によって作成されたデジタルマップを通じて、特定の障害に対するアクセシビリティのサポートが低い地域にも目が当たる、ナビゲーションシステムでアクセシビリティの問題を避けるシステムを構築できると述べている。

Kurauti ら [16] は、歩行のほかに車椅子やベビーカーなどの様々な交通手段を用いて、加速度データからバリアを検出する手法を提案している。移動弱者が円滑な移動を行うためには、バリアの種類や位置などを計測する必要があるが、車椅子やベビーカーの利用者がバリアを検出する場合は、移動量や行動範囲に制限がある。健常歩行者がバリアを検出する場合は、小段差などの小さな障害物は簡単に歩くことができ、検出できない問題がある。このシステムでは、歩行・車椅子・手押し車・スーツケース・ベビーカー・自転車の6種類の移動手段のセンサデータを用いてバリアを検出することができ、収集したセンサデータから移動手段を検出し、各移動手段に対応したバリア検出モデルを使用することができる。このシステムを用いて評価実験を行った結果、バリア検出精度は歩行を除いて80%以上、移動手段の検出精度は91.5%であり、バリアの検出に有効であることを明らかにしている。

Miyata ら [17] は、健常歩行者のスマートフォンから取得した加速度データで、訓練された機械学習モデルを使用するバリア検出アプローチを提案している。このアプローチによって、特別な調査員やデバイスを使用せずに、広いエリアのバリア情報を高精度で収集できる。このアプローチを用いた評価実験の結果、バリアを正確に特定できることや、深層学習によって自動生成された特徴量を用いると精度が向上することを明らかにしている。

BScanner[18] は、ユーザの多様な可処分時間・モチベーションを考慮した、複数の参加形態を持つバリア情報収集プラットフォームである。このシステムは本研究で用いるシステムであり、4項でより詳しく説明を行う。

第3章 研究課題

本章では、本研究における問題の定義と研究課題について述べる。

3.1 問題の定義

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をはじめとした移動弱者にとって移動しにくい場所が存在する。例えば、歩道と車道の境目や建物の入口などに存在する段差、急勾配の坂や階段といったものがある。これらの移動弱者の移動の障害となりうるものをバリアと呼ぶ。移動弱者はこのようなバリアの存在を事前に把握し、移動計画を立てることが多い。移動計画を立てる際は、バリアの位置や種類といったバリア情報が必要になり、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に表示するバリア情報を充実させることは、移動弱者が移動計画を立てることに貢献するだけでなく、バリアフリーマップを拡充させることにもつながる。

バリア情報を収集する取り組みは多数行われている。バリア情報を収集するアプローチとして、2.1節で述べた現実空間によらないでバリア情報を収集するアプローチと、2.2節で述べた現実空間上でバリア情報を収集するアプローチの2つに分けられる。

現実空間によらないバリア情報収集のアプローチでは、主に Google Street View(以下 GSV) を用いた研究事例が多い。例えば、研究事例 [1][2] は、クラウドワーカーが GSV を用いてバリアのラベリングを行い、バリア情報収集を行っている。研究事例 [9][10][11] は、GSV の画像を自動的に解析しバリアを検出することでバリア情報収集を行っている。これらのアプローチには、現地に出く必要がなく人的コストが少ないメリットがあるが、バリア情報の正確性は現実空間上で収集したバリア情報と比べると低い。現地に出かないと判明しないバリアや GSV の撮影日時により最新の情報が得られないといったデメリットも存在する [8][12]。

現実空間上でのバリア情報収集のアプローチでは、ユーザが現地に赴いてバリア情報収集を行う。センサデータを用いてバリア情報を収集するアプローチ [4][14][15][16][17][18] は、スマートフォンなどの端末の加速度データを解析し、バリア情報の収集を行っている。手動でバリア情報を収集するアプローチ [3][4][5][6][7] は、ユーザが現地で写真撮影やバリア情報のラベル付けを行うことで、バリア情報の収集を行っている。これらの手法は、GSV を用いた手法と比べてバリア情報の精度は高く、情報の鮮度も高まるが、収集のために現地に赴く関係上、収集者の負担が大きくなる問題がある。このため、バリア情報を網羅的に収集することが難しい。

3.2 研究課題の設定

3.1節で述べたように、ユーザの負担などからバリア情報を網羅的に収集することが難しい問題がある。網羅性が低いバリアフリーマップを用いて、移動弱者が移動計画を立てた場合、想定外のバリアに遭遇し立ち往生してしまうと考えられる。

Jorge ら [6] の実験から、バリアフリーマップにおけるバリア画像の有無はバリアの認識やフィードバックについて大きな影響があることがわかっている。そこで本研究では、数あるバリア情報収集のアプローチのうち、現実空間においてカメラでバリアを撮影し、ラベル付けを行うことでバリア情報を収集するシステム（以下バリア画像収集システム）に焦点を向ける。バリア画像を収集する際に、どのような点がユーザにとっての負担になっているかを明らかにし、よりユーザにバリア情報を収集しやすいシステムを目指す。そのために、**バリア画像収集システムを利用するユーザの行動について調査を行うこと**を研究課題として設定し、バリア情報を網羅的に収集することを目的としたシステムに必要な要件を考察する。

第4章 バリア情報収集システム

BScanner

本章では、本研究で用いるバリア情報収集プラットフォーム BScanner[18] について述べる。

4.1 システムの全体像

BScanner は、クラウドソーシング型のバリア情報収集プラットフォームである。BScanner 全体のコンセプトイメージ図を図 4.1 に示す。

本システムは、多様なユーザ状態に対応するために、可処分時間の有無とモチベーションの有無の2つの観点で分割し、それぞれのユーザに対応した機能を提供することで、より多くのバリア情報を収集できるように設計されている。現在、本システムは下記の4つのバリア情報収集機能を提供している。それぞれの画面を図 4.2 に示す。Reporter は時間があり、モチベーションが高い人に向けたシステムである。バリアの画像を撮影し、位置や種類などのラベルと共に投稿する。Gaming Reporter は時間があるが、モチベーションがない人に向けたシステムである。バリアの画像を撮影することで、撮影したバリアの形状に似たモンスターを入手できるモンスター収集ゲームを行いながら、バリアの情報を収集する。Walker は時間がないが、モチベーションが高い人に向けたシステムである。スマートフォンを所持して歩き、歩行時の加速度データと角速度データからバリアを識別する。Gaming Walker は時間がなく、モチベーションが低い人に向けたシステムである。スマートフォンを所持して歩くことで、歩行した場所の陣地を獲得できるチーム対抗の陣取りゲームを行いながら、バリアの情報を収集する。

本システムはクライアント・サーバ式で実装している。クライアントはスマートフォン、サーバは一般的な PC を想定している。現在のクライアントアプリケーションの実装は Android、サーバアプリケーションの実装は Google Cloud Platform を利用している。クライアントとサーバの環境・アプリケーションを表 4.1 に記す。クライアント側では、バリア情報収集における様々な操作を行う。例えば、ユーザ情報の登録、バリアに関する情報の収集・投稿などである。サーバ側では、クライアント側から送信されたユーザ情報・歩行データ・バリア画像を受け取り、処理・解析を行う。サーバ側が受け取った歩行データは、Deep Learning を用いて坂・階段・段差の3種類のバリアに分類される。歩行データから分類されたバリア情報やバリア画像を、位置情報に基づいて地図上に表示することで、バリアフリーマップを作成する。

本研究では3.2節で示した通り、バリア画像収集システムについて調査を行う。このため、複数ある機能のうち、バリアの画像を投稿するシステムである Reporter を使用する。

表 4.1: クライアントとサーバの環境・アプリケーション

項目	クライアント	サーバ
OS	AndroidOS(バージョン 9.0 以上)	CentOS8
使用言語	Java	Python
データベース	-	SQLite

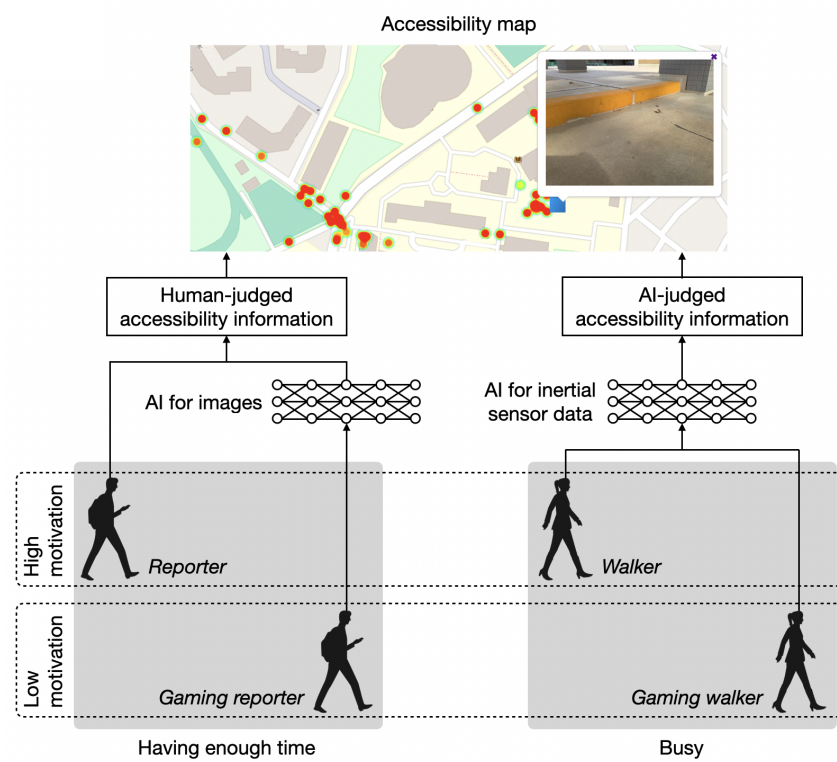


図 4.1: BScanner コンセプトイメージ

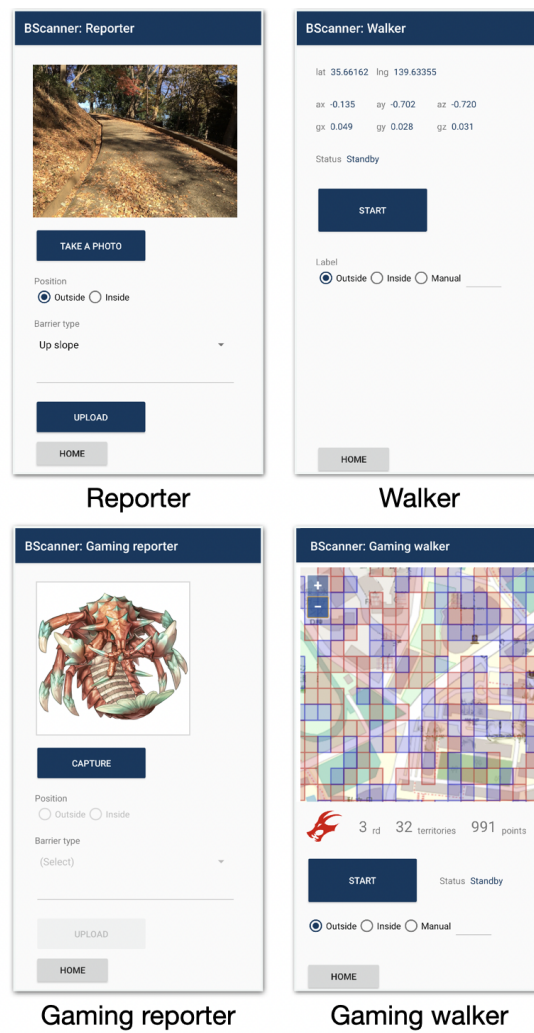


図 4.2: BScanner 機能画面

4.2 Reporterの説明

Reporter はバリアの画像を撮影し、位置や種類などのラベルと共に投稿するシステムである。Reporter の画面を図 4.3 に示す。この画面では、撮影ボタンを押すことでカメラを起動し、バリアを撮影することができる。撮影後は画面上部に撮影したバリアの画像が表示される。撮影後にバリアの種類と屋内外どちらにあるかのラベルを選択する。バリアの撮影時に位置情報を計測しており、バリア画像のラベルとして位置情報を添付する。ラベル選択後に投稿ボタンを押すことでバリア画像をサーバ側に送信する。

BScanner: Reporter

TAKE A PHOTO

撮影ボタン

Position

☐ Outside ☐ Inside

Barrier type

(Select)

UPLOAD

アップロードボタン

HOME

図 4.3: Reporter 画面

第5章 調査

本章では、バリア画像収集システムを利用するユーザの行動に関する調査・考察について述べる。

5.1 調査の目的

ユーザが実地に赴いてバリア画像を収集するアプローチは、ユーザの負担などからバリア画像を網羅的に収集することが難しい問題がある。網羅性が低いバリアフリーマップを用いて、移動弱者が移動計画を立てた場合、想定外のバリアに遭遇し立ち往生してしまうと考えられる。バリア画像を収集する際に、どのような点がユーザにとっての負担になっているかを明らかにし、よりユーザにバリア情報を収集しやすいシステムを目指す。このため、バリア画像収集システムを利用するユーザの行動について調査を行う。

5.2 調査の概要

調査には10代の学生1名、20代の学生11名、50代の成人1名が参加した。参加者は全員が男性かつ健常者である。調査期間は1週間とし、安全面を考慮して調査可能な時間を6時から18時までと定めた。参加者には、バリア情報収集システム BScanner のバリア画像投稿機能 Reporter を利用してバリア画像収集を行ってもらった。アプリケーションの利用方法は、動画を視聴することで確認してもらう。本実験では段差・階段・坂の3種類のバリア画像を収集してもらった。段差の高さや坂の勾配などのバリアの明確な基準は定めず、参加者の裁量で判断してもらった。段差・階段・坂の例として、利用方法と共にそれぞれのバリア画像を参加者に提示した。本実験では、屋外であること以外には撮影場所について指定しなかった。1日あたりの収集回数・収集時間の下限は設定しなかった。

5.3 調査の手順

調査は下記の手順で行う。

Step1 参加者は調査開始の前日に調査説明書を読み、アプリケーションの説明動画の視聴を行う。調査説明書には調査の概要、調査手順や調査における注意事項が記載されている。

Step2 参加者は、バリア画像収集システムを1週間利用してバリア画像収集を行う。

Step3 参加者は、1週間の最終日の18時以降に、利用した手法に関するアンケートに回答する。

Step4 参加者は調査期間の終了後にインタビューを受ける。

アンケートの質問項目を表 5.1 に示す。回答形式は全て7段階のリッカート尺度で行う。Q1, Q2 はバリアフリーやバリア画像収集に対する興味・関心に関する質問である。Q3, Q4 はバリア画像を収集する際のモチベーションに関する質問である。Q3, Q4 に関しては、回答理由を尋ねる自由記述のアンケートを実施した。Q5, Q6 はバリア画像を収集する際の行動・意識に関する質問である。

インタビューの質問項目を表 5.2 に示す。Q7 はバリア画像を収集する際の意識に関する質問である。Q8 はバリア画像を収集する際の障害の有無に関する質問である。

表 5.1: アンケートの質問内容

項目	質問事項
Q1	バリアフリーに興味がある
Q2	バリア画像収集を行うことは楽しかった
Q3	バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが生まれた
Q4	バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが継続した
Q5	バリア画像収集を行うためだけに普段通らない道を通ったり寄り道をする ことがあった
Q6	バリア画像収集を行うためだけに外出をすることがあった

表 5.2: インタビューの質問内容

項目	質問事項
Q7	バリアを探す際に意識したことはありましたか、あるなら何を意識したか
Q8	人が周りにいる、知らない道等、バリア画像収集が困難になるようなことはあ りましたか。あったのならどう対処した、あるいはしなかったか

5.4 調査の結果・考察

アンケートの Q1 から Q4 の回答結果を図 5.1～5.4 に示す。

Q1 に対して 5 以上の回答をした参加者の割合は 53.8% だったが、Q2 に対して 5 以上の回答をした参加者の割合は 30.8% であった。また、Q2 に対して 6 以上の回答をした参加者の割合は 0% だった。このことから、バリアフリーに対しての興味や意識があったとしても、バリア画像を収集することに対する楽しさには繋がりにくいことがわかる。バリアフリーに対して興味や意識を持たせることは大切であり、バリアフリーに関心のない人々にバリア情報を収集させることを促す働きがある。しかし、ユーザにとってバリア情報を収集することが楽しくなく、モチベーションが維持できない場合、バリア情報収集が長続きしなくなる恐れがある。バリア情報収集を長続きさせるためには、モチベーションの維持が課題となってくる。

Q3に対して5以上の回答をした参加者の割合は15.4%だった。Q4に対して5以上の回答をした参加者の割合は0%だった。それぞれの回答理由として「写真を送るだけで楽しくない」「単調作業に感じる」に準ずる回答を8名から得た。このことから、バリア画像を収集するのみの行為にモチベーションを維持することは難しいことがわかる。他の回答理由として「成果を感じられない」「フィードバックがなく達成感がない」に準ずる回答を6名から得た。今回調査に用いたアプリケーションには、バリア画像を投稿した後は文字による投稿完了の表示のみのフィードバックしかなかった。撮影されたバリア画像を地図上に表示する機能も実装しておらず、参加者から「ちゃんと投稿されたか分からなかった」という回答を得た。このことから、バリア画像を収集する際に、投稿者が撮影したバリアの数を表示したり、地図に撮影したバリアを反映するなどのフィードバックを行うなどして、投稿者に撮影の成果を感じさせることが必要になる。バリア画像収集に対する楽しさ・モチベーションの維持に対する取り組みとして、ゲーミフィケーションを適用する取り組みが行われている[7]。

Q5に対して5以上の回答をした参加者の割合は53.8%だった。また、Q6に対して5以上の回答をした参加者の割合は23.1%だった。このことから、バリアを探す際に普段通らない道を通ったり、寄り道をすることはあるが、バリアを探すためだけに外出することは少ないことが分かる。バリアを探す際に寄り道をした参加者のインタビューによると、自宅からそこまで離れない場所であったり、目的地までのルートを普段と変えるなどの手段をとっていた。

Q7に関するインタビューを行ったところ、バリアがありそうな道を選んだり、車椅子利用者の視点で考えて道を探した、という回答をいくつか得た。これらを補助する仕組みを取り入れることも、撮影者のバリア検索に対する負担を減らす働きがあると考えられる。例えば、目的地までのバリアの情報が少ないルートを自動で提案し、道中でユーザにバリア情報を収集してもらうよう勧めるシステムが挙げられる。このシステムにより、ユーザにルート構築の負担を減らすことができ、より多くのバリア情報を収集することができると思われる。

Q8についてインタビューを行ったところ、12人中7人が撮影が困難になったという回答を得た。インタビューした中で撮影の障害になったという要素は、通行人を挙げた方が8名、車を挙げた方が3名だった。撮影が困難だったという参加者から、昼の時間帯に撮影するとバリアの撮影で人目を引くため撮影しづらいが、夜に取ろうとすると暗くて撮影できない、という回答を得た。撮影が困難にならなかった参加者は、田舎での撮影や撮影日・時間の影響で、人通りが少なかったと回答した。バリア画像を撮影する際は、バリアを情報だけ投稿し画像は後から撮影できるようにする、人通りがあったり夜に撮影しても問題が少ないよう画像に加工できるようにする、などの補助が必要になると考えられる。通行人がいることによるトラブルや人目を引く問題は、通行人が多い場合はバリアの位置や種類の情報のみを投稿し、人が少ない時に改めて撮影することで回避することができる。その際、通行人の少ない時間帯が夜しかない場合もあるため、夜に撮影しても問題なくバリアが写るようにする必要がある。

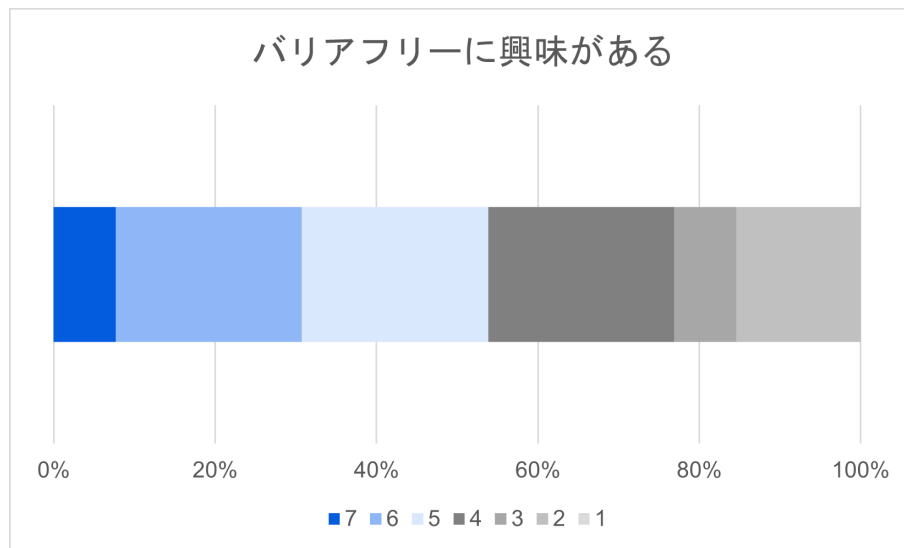


図 5.1: Q1:バリアフリーに興味がある

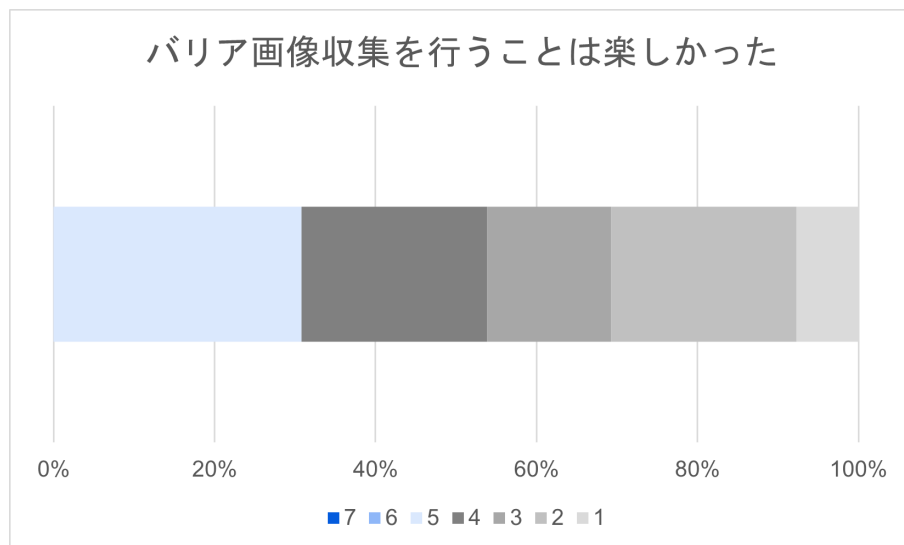


図 5.2: Q2:バリア画像収集を行うことは楽しかった

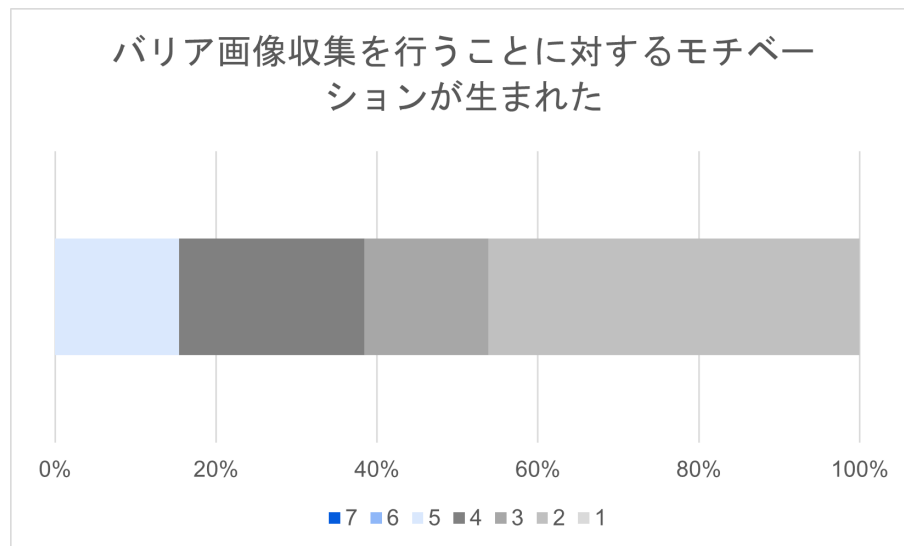


図 5.3: Q3:バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが生まれた

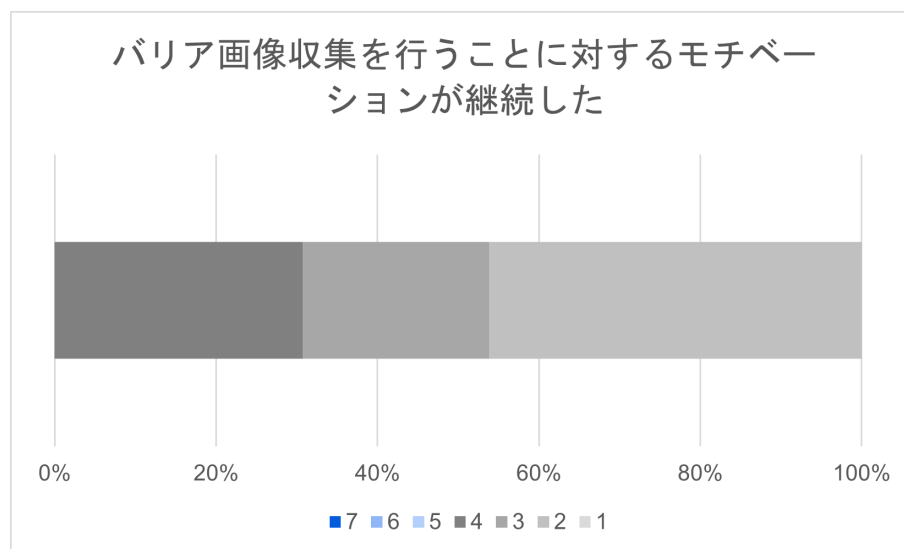


図 5.4: Q4:バリア画像収集を行うことに対するモチベーションが継続した

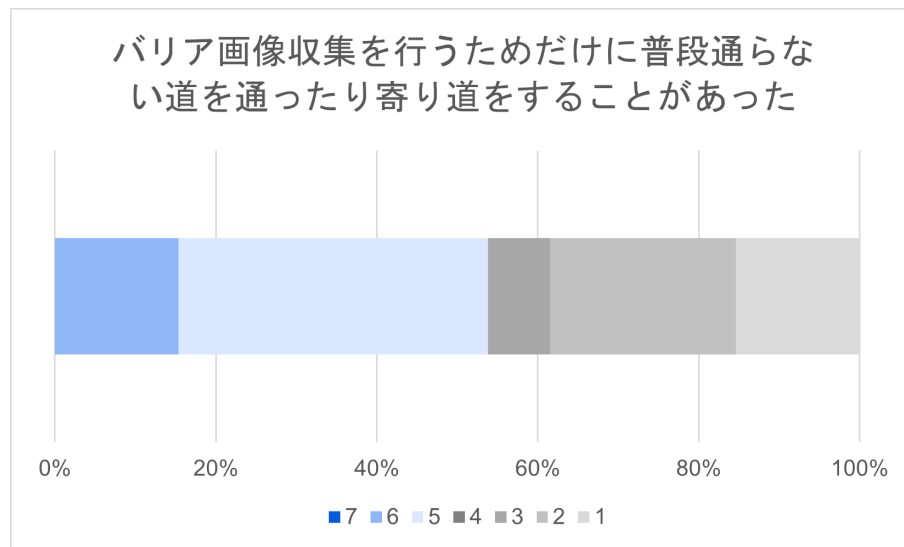


図 5.5: Q5:バリア画像収集を行うためだけに普段通らない道を通ったり寄り道をしたことがあった

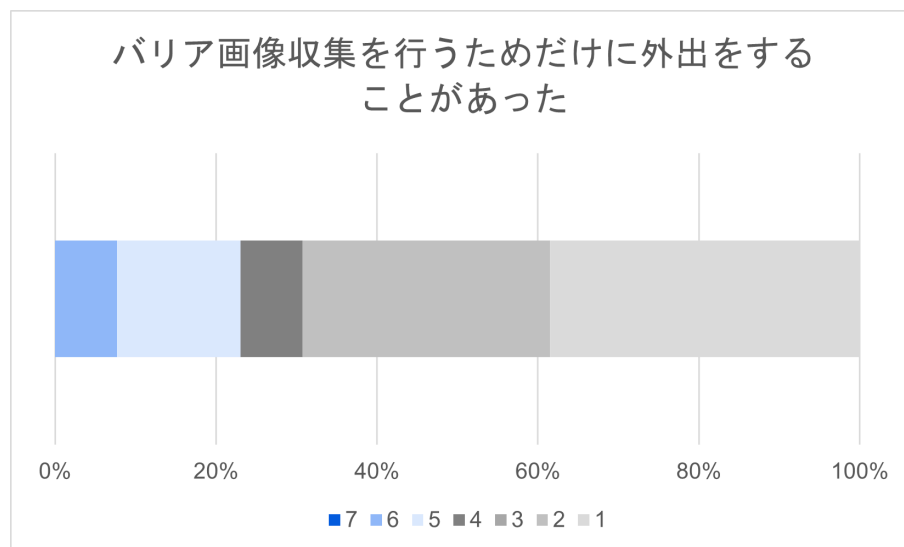


図 5.6: Q6:バリア画像収集を行うためだけに外出をしたことがあった

第6章 結論

本研究では、バリア画像収集システムについてどのような点がユーザにとっての負担になっているかを明らかにするために、バリア画像収集システムを利用するユーザの行動について調査を行った。本調査では、バリア情報収集プラットフォーム BScanner を用いて調査を行った。

調査の結果、ユーザにとっての負担はクライアントシステムの不備や撮影時の環境など、様々な要因があることがわかった。本調査で用いたクライアントシステムは、バリア画像を投稿した後は文字による投稿完了のフィードバックのみであった。その結果、ユーザはバリアを投稿したことによる成果を感じづらく、バリア画像収集に対する楽しさ、モチベーションが削がれてしまい、負担になっていることがわかった。ユーザの負担を減らすために、バリア画像を投稿した後は、地図上に投稿されたバリア情報を表示する、投稿数を表示するなどの然るべきフィードバックを返す必要がある。

アンケートやインタビューの回答結果から、ユーザはバリアを探すためだけに外出することは少なく、主に目的地に向かう際に普段と別のルートを通ったり寄り道をしてバリアを探していることがわかった。また、バリアがありそうな道を選んで進んだり、車椅子利用者の視点で考えながら道を探したという回答をいくつか得られた。これらのような、ユーザのバリア検索に対する意識・行動を補助する仕組みを作ることでもユーザの負担を減らす働きがあると思われる。例えば、ユーザがルート構築をする負担を減らすために、バリア情報の少ないルートを自動で提案し、ユーザにバリア情報を収集するよう勧めるシステムが考えられる。

インタビューに参加した参加者の内、半数以上が撮影時に障害があって撮影が困難だったと回答した。障害となったのは通行人のほか、車を挙げた参加者が確認できた。昼の時間帯は人通りが多く、撮影時に通行人がバリアに被ったり人目を引いてしまうことで撮影がしづらい。夜の時間帯では人通りが少ないが、夜中の外出はそもそも危険であるほか、夜の暗さでバリアが写らず撮影できない。バリアの写真を撮影しなければ投稿できないシステムでは、人通りが止むまで待機する必要がある、ユーザの負担となっていることがわかった。写真は投稿せずバリアの位置と種類などの情報を提供し、後からバリアの画像を撮影することができるようにすると、ユーザの負担を少なからず減らすことができると考えられる。それでも撮影が難しい都会に存在するバリアなどが存在するため、通行人がいたり夜でも問題なく撮影ができるような仕組みが必要になる可能性がある。

謝辭

本研究は JSPS 科研費 JP19H04160 の助成を受けて行われた.

参考文献

- [1] Richard Guy and Khai Truong. Crossingguard: Exploring information content in navigation aids for visually impaired pedestrians. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12)*, pp. 405–414, 2012.
- [2] Kotaro Hara, Vicki Le, and Jon Froehlich. Combining crowdsourcing and google street view to identify street-level accessibility problems. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '13)*, pp. 631–640, 2013.
- [3] Yuriko Oda, Youichi Oda, Setsuko Kanai, Kousuke Sato, Zong Shichun, and Hiro-tomo Ohuchi. Design methods of urban and regional space utilizing wheelchair probe information. *International Journal of Advances in Computer Science*, Vol. 8, No. 2, pp. 53–58, 2018.
- [4] Carlos Cardonha, Diego Gallo, Priscilla Avegliano, Ricardo Herrmann, Fernando Koch, and Sergio Borger. A crowdsourcing platform for the construction of accessibility maps. In *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A '13)*, pp. 1–4, 2013.
- [5] Kelly Shigeno, Sergio Borger, Diego Gallo, Ricardo Herrmann, Mateus Molinaro, Carlos Cardonha, Fernando Koch, , and Priscilla Avegliano. Citizen sensing for collaborative construction of accessibility maps. In *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A '13)*, pp. 1–2, 2013.
- [6] Jorge Goncalves, Vassilis Kostakos, Simo Hosio, Evangelos Karapanos, and Olga Lyra. Inclucity: Using contextual cues to raise awareness on environmental accessibility. In *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '13)*, pp. 1–8, 2013.
- [7] 村山優作, 奥川和希, 前田真志, 古田瑛啓, 呉健朗, 宮田章裕. ゲーミフィケーションを利用したバリア画像収集システムの実装. 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 (DICOMO '21), pp. 404–411, 2021.

-
- [8] Hannah M. Badland, Simon Opit, Karen Witten, Robin A. Kearns, and Suzanne Mavoa. Can virtual streetscape audits reliably replace physical streetscape audits? *Journal of Urban Health*, Vol. 87, No. 6, pp. 1007–1016, 2010.
 - [9] James M. Coughlan Dragan Ahmetovic, Roberto Manduchi and Sergio Mascetti. Zebra crossing spotter: Automatic population of spatial databases for increased safety of blind travelers. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '15)*, pp. 251–258, 2015.
 - [10] Jin Sun and David W. Jacobs. Seeing what is not there: Learning context to determine where objects are missing. In *Proceedings of 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '17)*, pp. 1234–1242, 2017.
 - [11] Robert Moore David Jacobs Kotaro Hara, Jin Sun and Jon E. Froehlich. Tohme: Detecting curb ramps in google street view using crowdsourcing, computer vision, and machine learning. In *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '14)*, pp. 189–204, 2014.
 - [12] Andrew G. Rundle, Michael D. M. Bader, Catherine A. Richards, Kathryn M. Neckerman, and Julien O. Teitler. Using google street view to audit neighborhood environments. *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 40, No. 1, pp. 94–100, 2011.
 - [13] wheelog! : <https://wheelog.com/> (last visited on 2021/12/21).
 - [14] Catia Prandi, Paola Salomoni, and Silvia Mirri. mpass: Integrating people sensing and crowdsourcing to map urban accessibility. In *Proceedings of the 11th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC '14)*, pp. 591–595, 2014.
 - [15] Heba Aly, Moustafa Youssef, and Ashok Agrawala. Towards ubiquitous accessibility digital maps for smart cities. In *Proceedings of the 25th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL '17)*, pp. 1–4, 2017.
 - [16] Yuki Kurauchi, Naoto Abe, Hiroshi Konishi, and Hitoshi Seshimo. 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 (COMPSAC '19)*, pp. 667–675, 2019.
 - [17] Akihiro Miyata, Iori Araki, and Tongshun Wang. Barrier detection using sensor data from unimpaired pedestrians. In *Lecture Notes in Computer Science 10908*, pp. 308–319, 2018.

-
- [18] Akihiro Miyata, Kazuki Okugawa, Yuki Yamato, Tadashi Maeda, Yusaku Murayama, Megumi Aibara, Masakazu Furuichi, and Yuko Murayama. A crowdsourcing platform for constructing accessibility maps supporting multiple participation modes. In *Extended Abstracts of the 2021 ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '21)*, pp. 1–6, 2021.

研究業績

査読付き国際会議

- (1) Akihiro Miyata, Kazuki Okugawa, Yuki Yamato, Tadashi Maeda, Yusaku Murayama, Megumi Aibara, Masakazu Furuichi and Yuko Murayama: A Crowdsourcing Platform for Constructing Accessibility Maps Supporting Multiple Participation Modes. Extended Abstracts of the 2021 ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '21), Article No.419, pp.1-6 (2021 年 5 月).
-

研究会・シンポジウム

- (1) 村山優作, 奥川和希, 前田真志, 古田瑛啓, 呉健朗, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを利用したバリア画像収集システムの実装. 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 (DICOMO2021), Vol.2021, pp.404-411 (2021 年 6 月).
- (2) 前田真志, 奥川和希, 村山優作, 呉健朗, 村山優子, 宮田章裕: バリア画像収集におけるユーザ行動の調査. 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 (DICOMO2021), Vol.2021, pp.412-416 (2021 年 6 月).
- (3) 村山優作, 大和佑輝, 奥川和希, 前田真志, 古田瑛啓, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを適用したバリア画像収集方式のコンセプトの提案. 情報処理学会インタラクション 2021 論文集, pp.767-770 (2021 年 3 月).
- (4) 村山優作, 大和佑輝, 奥川和希, 前田真志, 宮田章裕: ゲーミフィケーションを用いたバリア画像収集方式の基礎検討. 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 2020 論文集, Vol.2020, pp.24-25 (2020 年 11 月).