

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：17301
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2018～2020
課題番号：18K11267
研究課題名(和文) オンデマンド型バリアフリーストリートビューシステムの研究開発

研究課題名(英文) On-demand barrier-free street view system

研究代表者
荒井 研一 (ARAI, Kenichi)
長崎大学・情報データ科学部・准教授

研究者番号：60645290
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、一般的な車椅子に装着した各種センサからの情報をバリアフリー情報として収集し、オンデマンドでバリアフリーストリートビューを構成して車椅子利用者にフィードバックするシステムを開発した。本システムの実現により、車椅子利用者はストリートビューを用いて安全な経路が確認できるため、車椅子利用者の行動範囲を拡大することができる。さらに、共有されたバリアフリー情報は車椅子利用者によって収集された情報である。よって、実際に車椅子で通行可能であることの証明にもなるため、車椅子利用者の外出における安心感を提供することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、車椅子利用者が自身でバリアフリー情報を収集し、その情報をフィードバックできるシステムを開発したことにより、現状のバリアフリーマップの問題点であった「車椅子利用者にとっての障害(段差、坂道、階段など)がどこに存在するかを把握するためには、多大な時間や人件費が必要」といった問題や「車椅子利用者は健常者の協力なくして必要な情報を得ることができない」といった問題を解決できるため、本研究の成果は、バリアフリー社会実現における問題において、有効な解決手段を提供するものとなる。

研究成果の概要(英文)：In this system, information from various sensors on wheelchairs is gathered as barrier-free information, and barrier-free street view is created on demand and sent back to wheelchair users. In other words, we developed an on-demand barrier-free street view system in this research. With this system, wheelchair users can confirm safe routes using the street view; thus, their range of movement can be increased. Furthermore, shared barrier-free information is information that was gathered by wheelchair users; therefore, it is a verification that the path is actually passable with a wheelchair. It provides a feeling of security for wheelchair users to go out.

研究分野：情報セキュリティ

キーワード：バリアフリーストリートビュー 車椅子利用者向けシステム センサ情報の取得 モザイク処理 パノラマ写真(動画) YOLO IoT

1. 研究開始当初の背景

車椅子利用者にとっての障害が歩道上に数多く存在している。段差、坂道、階段、自転車止めのポールといった多くのものが車椅子走行での障害となっている。このような健常者にとっては問題とならないものであっても車椅子利用者にとっては大きな障害となり、これら障害の存在により、車椅子利用者は見知らぬ場所での走行に不安を感じ、このことが外出意欲の低下を招いている。そのため、車椅子利用者に対するバリアフリー化は急務であった。

この問題を解決するためには、事前の歩道情報の把握が有効である。事前に歩道情報を把握できるように、各地でバリアフリーマップが作成されている。しかしながら、バリアフリーマップを作成するためには、障害がどこに存在するかを把握する必要がある、その把握には多大な時間や人件費が必要といった問題がある。さらに、バリアフリーマップは主に行政やボランティアによって作成されるため、車椅子利用者は健常者の協力なくして必要な情報を得ることができない。よって、これらの問題解決なくして、バリアフリー社会の実現は困難であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、車椅子利用者が自身でバリアフリー情報を収集し、その情報を共有することにより、事前に歩道情報を確認することができる車椅子利用者向けのストリートビューシステムである、オンデマンド型バリアフリーストリートビュー (BFSV) システム (図1) を開発することである。具体的には、一般的な車椅子に装着したスマートフォン (GPS センサ、加速度センサ、地磁気センサ搭載) と全天球カメラからの情報をバリアフリー情報 (緯度・経度、3軸加速度、方位角、パノラマ写真及び動画) として収集し、オンデマンドでバリアフリーストリートビューを構成して車椅子利用者へフィードバックするシステムを開発することである。

本システムの実現により、現状のバリアフリーマップの問題点であった「車椅子利用者にとっての障害がどこに存在するかを把握するためには、多大な時間や人件費が必要」といった問題や「車椅子利用者は健常者の協力なくして必要な情報を得ることができない」といった問題を解決し、さらに、車椅子利用者へ最新の歩道状況を視覚的にフィードバックすることで車椅子利用者の行動範囲を拡大し、外出における安心感を提供することも本研究の目的である。

3. 研究の方法

オンデマンド型バリアフリーストリートビュー (BFSV) システムを完成させるために、以下の2つのステップに分けて研究を行う。

- (1) プロトタイプ版の改良
- (2) 動画版 BFSV システムの開発

(1)、(2)の2つのステップについて以下に示す。

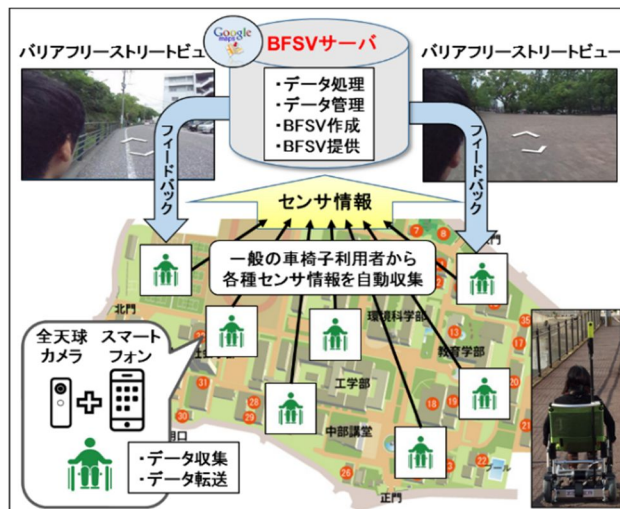


図1 オンデマンド型 BFSV システムの概要

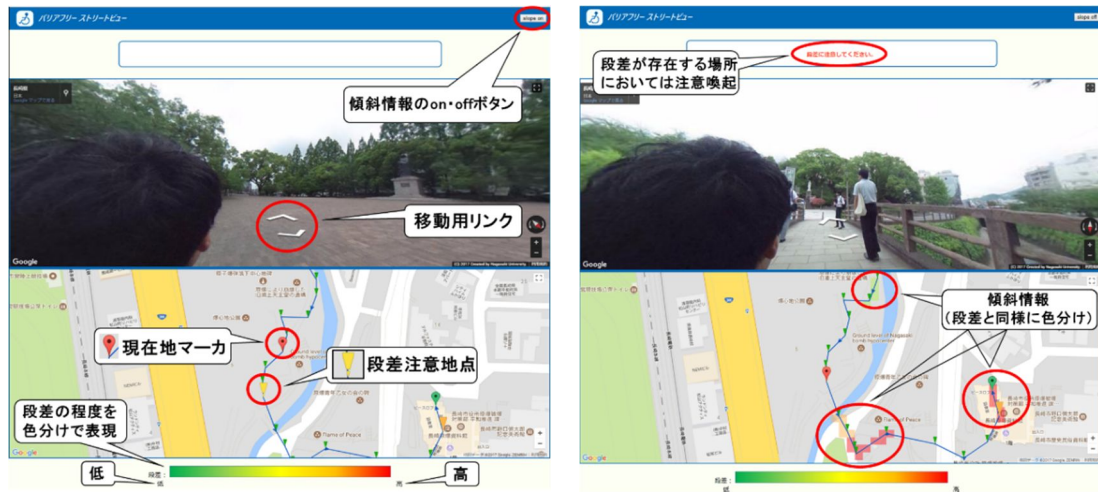


図2 静止画版 BFSV システム (プロトタイプ版)

(1) プロトタイプ版の改良

研究代表者らが研究開始当初までに作成した BFSV システムのプロトタイプ版 (図 2) を改良する。プロトタイプ版を改良するための課題を以下に示す。

課題 : 傾斜情報の取得方法の検討

プロトタイプ版においては、傾斜情報を取得・表示する機能は実装されているが、パノラマ写真が撮影されたタイミング (具体的には、段差の検出時または 10m 毎) でのみ傾斜情報を取得しているため、パノラマ写真を撮影した場所以外の傾斜情報が正しく取得できていない。データの取得タイミングを短くするなどの検討を行い、パノラマ写真を撮影した場所以外の傾斜情報の取得方法を提案する。また、プロトタイプ版では、傾斜情報は加速度と方角情報を用いて計算しているが、より正確な傾斜情報の取得方法として、ジャイロセンサを用いた取得方法も検討する。

課題 : モザイク処理方法の検討

プロトタイプ版においては、パノラマ写真に対してサーバ上で自動的にプライバシーに配慮したモザイク処理を施しているが、その精度においては実用化レベルに至っていない。よって、実用化に向けたモザイク処理方法を検討する。具体的には、機械学習 (深層学習) を用いることで、実用化レベルでのモザイク処理方法を提案する。

(2) 動画版 BFSV システムの開発

動画版の BFSV システムを開発する。動画版 BFSV を開発することにより、従来の静止画版システムと比べて情報量が飛躍的に増加するため、車椅子利用者の外出におけるより一層の安心感を提供することができる。動画版 BFSV を開発するための課題を以下に示す。

課題 : パノラマ動画の表示方法の検討

基本的なシステム構成としては、静止画版 BFSV システムを利用できるため大幅な変更は必要としないが、静止画から動画への変更となるため、外出予定先の状況を動画版 BFSV により事前に確認するシーン等を想定したストリートビュー提供方式 (ユーザインターフェース) を提案する。

課題 : パノラマ動画におけるモザイク処理方法の検討

静止画版 BFSV のモザイク処理方法を応用することにより、動画におけるモザイク処理方法を提案する。

4. 研究成果

主な研究成果について以下に示す。

(1) プロトタイプ版の改良

課題 : 傾斜情報の取得方法の検討

プロトタイプシステムにおいては、パノラマ写真が撮影されたタイミングでのみ傾斜の情報を取得しているため、パノラマ写真を撮影した場所以外の傾斜が正しく取得できていなかった。そこで、短距離間隔で傾斜値を取得する方法を提案した。具体的には、傾斜値の取得ではスマートフォンのセンサを用いて 0.05 秒間隔でセンサ値を取得し、1.0 秒間隔で平均をとることにより、短時間間隔で傾斜値を取得できる方法を提案した。また、プロトタイプシステムでは、傾斜



図3 動画版 BFSV システム

角は 3 軸加速度と地磁気センサの値を用いて算出していたが、この算出方法では加速状態での誤差が大きく正しい傾斜を取得できていなかった。そこで、重力センサによる算出、ジャイロセンサ・加速度センサに相補フィルタを用いた算出方法を比較検討することで、加速状態でも少ない誤差で傾斜角を取得する方法を提案した。結果として、提案方法はプロトタイプシステムと比べてより詳細に傾斜情報を取得できるようになった。

課題 : モザイク処理方法の検討

プロトタイプシステムにおけるパノラマ写真に対するモザイク処理は十分な精度が得られていなかったため、実用化を想定したモザイク処理方法を提案し、その精度評価を行った。具体的には、リアルタイム物体検出 YOLO (You Only Look Once) を用いた人物検出方法を提案した。さらに、パノラマ写真は、写真の性質上、画面端の人物が見切れてしまう場合があり、このような見切れの発生により、人物検出に失敗する場合がある。よって、パノラマ写真を中央で分割し、分割したパノラマ写真を左右入れ替えて連結する手法を提案し、その精度評価を行った。結果として、提案方法は BFSV システムでの実用化を想定したモザイク処理を実現する上で有効であることを示すことができた。

(2) 動画版 BFSV システムの開発

課題 : パノラマ動画の表示方法の検討

従来の静止画版 BFSV システムはパノラマ写真を利用しているため、動画版 BFSV システムを開発するためには、外出予定先の状況をパノラマ動画により事前に確認するシーン等を想定したストリートビュー提供方式(ユーザインターフェース)を提案する必要があった。そこで、静止画版 BFSV システムを改良し、車椅子走行中の歩道情報、すなわち、パノラマ動画や各種センサ情報を収集・保存・転送するための「歩道情報収集機能」と収集された歩道情報を表示・提供するための「バリアフリーストリートビュー表示機能」を実装することで、動画版 BFSV システムを開発した(図3)。特に、パノラマ動画の表示方法については、位置(緯度・経度)情報をもとに Google マップ上に経路を作成し、その経路にパノラマ動画のシークバーのような機能をもたせることで、確認したい地点の経路をクリックすると、その地点からのパノラマ動画を再生できる表示方法を提案した。結果として、動画版 BFSV システムは、静止画版 BFSV システムの問題点であったパノラマ写真を確認しても実際の状況(段差がどこにあるかなど)が分かりにくい、パノラマ写真がない地点の情報が分からないといった問題を解決できたため、静止画版 BFSV システムと比べてより詳細な情報を提供できるようになった。

課題 : パノラマ動画におけるモザイク処理方法の検討

静止画版 BFSV システムにおけるリアルタイム物体検出 YOLO を用いたモザイク処理方法を応用したパノラマ動画におけるモザイク処理方法を提案し、その精度評価を行った。具体的には、顔検出のデータセットである WIDER FACE を用いて顔検出モデルを作成し、その顔検出モデルによる YOLO を用いた顔検出方法を提案し、その精度評価を行った。結果として、提案手法は動画版 BFSV システムでの実用を想定したモザイク処理を実現する上で有効であることを示すことができた。

以上の研究成果より、静止画版及び動画版 BFSV システムを開発することに成功した。これにより、本研究課題の目的であったオンデマンド型バリアフリーストリートビューシステムを開発することに成功した。車椅子利用者自身が情報提供者となりオンデマンドでバリアフリース

トリートビューを生成し、他の車椅子利用者にフィードバックする方式の提案は、世界的にも類を見ない提案であり、特に、地形が狭隘で坂が多い長崎県で本システムを完成させたことの意義は大きいと考える。

今後の展望としては、車椅子利用者に対して本システムに関するヒアリングを実施したところ、外出先（現地）でのナビゲーション機能の必要性が確認できたため、拡張現実（Augmented Reality）機能を用いたナビゲーションシステムの検討を進める予定である。さらに、BFSV システムは GPS を用いて位置情報を取得しているため、屋外のみを想定したシステムとなっている。そこで、屋内での位置情報の取得を可能にする BLE（Bluetooth Low Energy）ビーコンを活用することにより、屋内でも位置情報が収集可能なシステムの開発を目指す。これにより、トリートビューとマップを併用した形で室内外のバリアフリー情報を確認することができるため、車椅子利用者の外出における更なる安心感を提供することが可能となる。

最後に、本システムの開発は、バリアフリー社会実現における問題において、有効な解決手段の一助となることを期待する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4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 荒井研一、中島良太、小林透	4. 巻 60(3)
2. 論文標題 ソーシャルバリアフリーストリートビューシステム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 821-829
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 三浦千里、中島良太、荒井研一、小林透	4. 巻 9(1)
2. 論文標題 バリアフリーストリートビューシステムにおける傾斜情報提供方式の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌 コンシューマ・デバイス&システム (CDS)	6. 最初と最後の頁 11-21
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7件（うち招待講演 0件／うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Tomoya Wada, Yuta Kishimoto, Tetsuo Imai, Kenichi Arai, Eisuke Nakazawa, Tomohito Suzuki, Toru Kobayashi
2. 発表標題 Multimodal User Interface for QR Code Based Indoor Navigation System
3. 学会等名 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鬼丸禎史, 荒井研一, 今井哲郎, 小林透
2. 発表標題 パノラマ動画を用いたバリアフリーストリートビューシステムの提案
3. 学会等名 ライフインテリジェンスとオフィス情報システム研究会 (LOIS)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenichi Arai, Chisato Miura, Toru Kobayashi
2. 発表標題 Slope Information Collection System Using Sensor Information from General-Purpose Wheelchair Users
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦千里、中島良太、荒井研一、小林透
2. 発表標題 車椅子利用者を笑顔にするバリアフリーストリートビューシステムの提案
3. 学会等名 第22回コンシューマ・デバイス&システム(CDS)研究発表会
4. 発表年 2018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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------