

歩行路面の高精度 DEM からのバリア検出と可視化手法

谷口 卓貴[†] 窪田 諭[‡] 安室 喜弘[‡]

関西大学大学院 理工学研究科[†] 関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科[‡]

1. はじめに

日本社会における高齢化率（総人口に占める 65 歳以上人口の割合）は 2020 年 10 月時点で 28.8%となり、今後も増加傾向が続くと見込まれる[1]。そうした中、駅周辺や公共交通機関において高齢者、車椅子利用者等の歩行弱者でも円滑に移動できる環境づくりを目指してユニバーサルデザイン整備がなされてきた。また、2020 年東京オリンピック開催に際し、会場及び周辺の公園におけるバリアフリー整備や、バリアフリーマップ、ルート案内アプリの開発が積極的に進められてきた。しかし、主要施設を離れた生活圏においては、健常者には問題にならないような細かい路面の起伏や段差が依然として存在する。既存のバリアフリーマップ等には、このような情報は無いことから、知らずに現地に赴いた歩行弱者が通行に困る可能性がある。

そこで本研究では、現地及び周辺において通行の障害となり得る路面特徴や地物を検出・可視化し、歩行弱者が安全かつ快適な移動を計画できるような情報を提供する。

2. 関連研究・技術

路面計測手法は、慣性センサによる振動計測、レーザ測量、写真測量など多岐にわたる[2][3][4]。いずれも車両や Unmanned Aerial Vehicle (UAV) などの移動体に装着して効率化されている。慣性センサは路面の凹凸計測には適する一方で、計測が車両走行軌跡上に限られる。レーザ測量、写真測量は広域であっても面的な計測により、効率的にデータが取得できることから、自動運転の分野にも活用されている。しかし、車道視点からの計測では、ガードレール、街路樹等が歩道路面を隠蔽していることが少なくなく、欠損の多いデータとなってしまう。

バリア情報を示す 2D マップと周囲環境を 360 度の視野で確認できるストリートビューシステ

ム[5]では、加速度、GPS、地磁気を取得できるスマートフォンを搭載した車椅子で走行路面のデータを取得し、段差、傾斜等のバリア情報を 2D マップ上で示すという構成をとっている。

3. 提案手法

本研究では、空撮の要領で人が歩行しながら撮影した路面画像と写真測量を実施して得られる 2D 及び 3D 情報から多角的な路面特徴を抽出し、マップとパノラマで可視化する手法を示す。

本研究におけるシステムのフローを図 1 に示す。取得した画像群及び地上基準点の測地座標値から、Structure from Motion (SfM) により、歩行路面の 3 次元形状を再現して 3D メッシュモデル、Digital Elevation Model (DEM)、オルソ画像を構築する。DEM は標高分布を輝度値する距離画像データであることから、画像フィルタリングで空間全体における局所の起伏や勾配を画一的に検出する。以上により、物理的バリアをはじめ歩行弱者の通行において快適性に影響するような路面性状を検出できる。ここでは、32 bit の詳細な粒度で表現されたグレースケールの DEM に対して Sobel フィルタにより輝度勾配を抽出することで物理的な段差を検出する。そして検出結果はオルソ画像とともに Geographic Information System (GIS) に統合してバリア分布として可視化する。また、歩行路面を表現した 3D モデルはユーザが歩行路面を周辺の環境と併せて確認でき

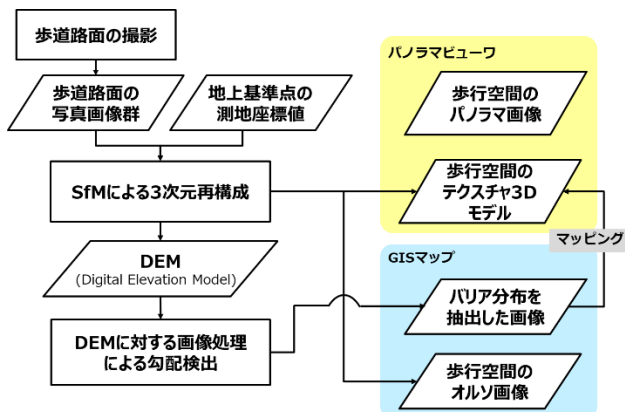


図 1 提案システムのフローチャート

Detection and Visualization of Physical Barriers from high-precision DEM in Pedestrian Space

[†]Koki Taniguchi

[‡]Satoshi Kubota, Yoshihiro Yasumuro

Graduate School of Science and Engineering, Kansai University
3-3-35 Yamate, Suita, OSAKA, 564-8680, JAPAN



図2 計測対象箇所（左）と周囲の景観（右）

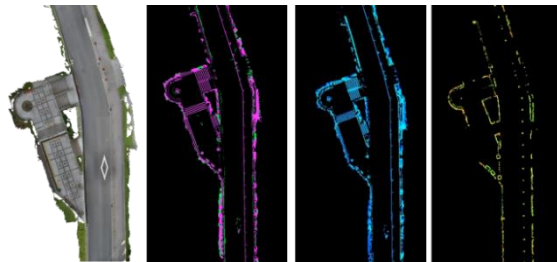


図3 DEMへのフィルタリング処理結果



図4 フィルタリング結果を投影した地図情報

るように、各所のパノラマ画像と統合して提示する。

4. 実験

路面の計測は関西大学千里山キャンパスの図2左の範囲で実施した。図2右のように歩車道境界には縁石、施設の接続部には階段等が点在しており、歩行弱者は施設への経路を選ぶ必要がある。路面画像は、一脚に取り付けたGoPro社製HERO5 Blackを約2.5 mの高さから下方に向けて撮影した映像からラップ率が80%以上となるようにフレームを切り出して取得した。歩行に伴うカメラの上下動により、最大で8.5cm程度の変動が生じたが、地上サンプル距離(GSD: Ground Sample Distance)は0.2~0.3mm程度であった。画像群からは3次元復元ソフトウェアのAgisoft社製Metashapeを用いて3Dモデル、DEM、オルソ画像を生成する。図3の通り、DEMへのフィルタリングにより、ポールや植生等の地物、階段、縁石等のレベル別に路面特徴を抽出する。図4では、フィルタリング結果とオルソ画像をGISに統

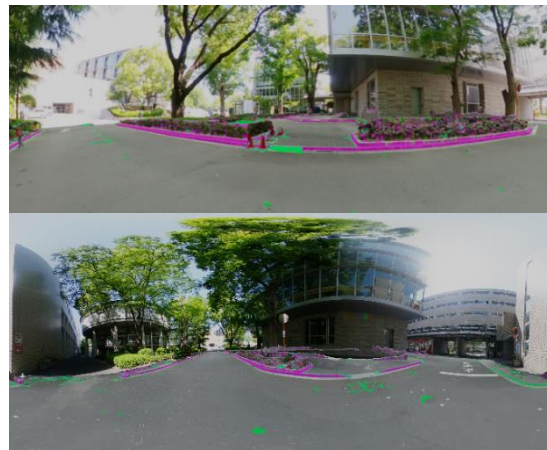


図5 バリア情報を付与したパノラマビュー

合して、空間一帯の通行性が視認できる情報として提示している。また、図5ではフィルタリング結果を3Dメッシュにマッピングして物理的バリアの領域を強調した3Dモデルを、周囲を写したパノラマ画像と3D仮想空間内で統合している。現実のデジタルコピーである3Dモデルにバリア情報を投影し、周囲の景観と併せて一帯を見渡せるビューワにより、色分けやアイコンによる注釈に留まらない付加情報の提示を示した。

5. おわりに

本研究では、高齢化する日本社会における歩行空間の通行の快適性に注目し、画像群から歩行路面のバリア情報を多角的に抽出することで、物理的バリアを包括的に可視化する方法を検討した。今後は、画像群に対するAIの画像認識を適用し、物理的な高度差を持たないグレーチング等の検出に取り組んでいく。

謝辞：本研究の一部は交通エコロジー・モビリティ(ECOMO)財団2021年度交通バリアフリー研究助成事業と関西大学先端機構の支援による。

参考文献

- [1] 内閣府：令和3年版高齢社会白書(全体版)，pp.2-6，<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf>，(入手2021.12.21)。
- [2] K. Zang, J. Shen, H. Huang, M. Wan, J. Shi, "Assessing and mapping of road surface roughness based on GPS and accelerometer sensors on bicycle-mounted smartphones", *Sensors*, Vol.18, Issue.3, No.914, 2018.
- [3] G. Vosselman, Z. Liang: Detection of curbstones in airborne laser scanning data, *Proceedings of Laser scanning'09: ISPRS*, Vol. 38 prt 3/W8, 1-2, 2009.
- [4] Y. Tan, Y. Li, "UAV photogrammetry-based 3D road distress detection", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 8(9), p.409, 2019.
- [5] 荒井 他：ソーシャルバリアフリーストリートビューシステム，*情報処理学会論文誌* Vol.60 No.3，pp.821-829, 2019.