

SfMによる高精度DEMからの歩行空間のバリア情報抽出

谷口 阜貴[†] 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

日本では高齢者人口の占める割合が年々増加してきており，社会環境のあらゆる場面で高齢者及び身体障害者に寄り添った環境づくりの重要度は増してきている[1]．近年では，バリアフリー法に基づいて駅周辺や公共交通機関のユニバーサルデザイン化が推進されている．しかし，施設やその周辺から離れると，身体的弱者にとってはバリアとなってしまうような細かい路面の起伏や段差が顕在化している箇所は依然として多数存在している．これらの情報は，一般にバリアフリーマップ等では確認できないことから，具体的な路面状況を把握するには実際に現地に赴くほかはない．

そこで本研究では，現地に赴く前に現地や周辺環境での移動のし易さや，障害となり得る路面性状や地物を把握できる仕組みを開発し，身体的弱者が自立して快適に通行できる経路を事前に把握して移動計画ができるような情報を提供する．

2. 関連研究・技術

路面の計測手法には，航空レーザ測量や UAV (Unmanned Aerial Vehicle) による写真測量がある．以上では，上空から広域にわたって路面データを収集することができることから，縁石を抽出して車道検出や，舗装前の路面形状の取得にも活用されている[2][3]．また，路面と近い距離で高密度かつ高精度に路面を計測するアプローチとして，モバイルレーザスキャナによって道路を3次元測量し，取得した3D点群データから縁石を検出することで道路境界を推定するものがある[4]．

バリア表示手法として，各種センサと全天球カメラを搭載した車椅子で路面を走行し，計測したデータをもとに判断したバリアから通行の

可否を2Dマップ上で色別に表示し，同時に現地を360度で写したストリートビューをWeb上で表示させるシステムを開発する取り組みがある[5]．このシステムでは通行経路上の段差，傾斜を把握することができるとともに，全天球画像であらゆる方向について見回すことができる．一方で，周囲のパノラマ表示は固定された場所からの視点に限定されるため，注目したい箇所に近づいて確認する，遠くから俯瞰するといった視点の制御がある程度制限される．

3. 提案手法

本研究におけるシステムのフローを図1に示す．ここでは，歩行者の目線で歩行空間を実際に通行しながら，複数の地上基準点を含めるように撮影して路面の画像を収集する．得られた画像群に対し，写真測量に基づくSfM (Structure from Motion) により，歩行空間一帯の路面の3次元形状を再現したDEM (Digital Elevation Model) を構築する．その際，地上基準点の測地座標値を付与することで，路面と周囲の地物を実スケールで再現できる．画像データを扱うことで，センサを搭載した台車等で通行した動線上だけでなく，動線周囲の路面データも効率的に収集でき，再現された3次元形状からは，物理的バリアをはじめ，身体的弱者の通行において快適性に影響するような路面の性状を検出できる．ここでは，

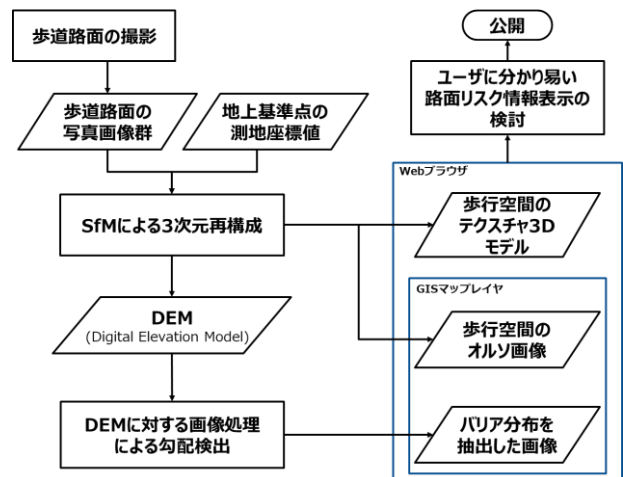


図1 提案システムのフローチャート

Barrier information extraction of walking space from high-precision DEM by SfM

[†]Koki Taniguchi

[‡]Satoshi Kubota, Yoshihiro Yasumuro

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

32 bit の詳細な粒度で表現し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 GIS (Geographic Information System) に統合してバリア分布として可視化する。一方、3D モデルはユーザがあらゆる視点から路面の状態や周辺の環境を確認できるように GIS とともに Web で公開可能とする。

4. 計測実験とバリア検出

路面の計測は、図2の範囲で実施した。ここには歩道境界の縁石、自転車、施設の接続部の階段などが点在している。路面の画像は、GoPro 社製 HERO5 Black を一脚に取り付けて、路面から約 2.5 m の高さから下方に向けて、フレーム間のラップ率がおおよそ 80~90 % になるように歩行しながら、キャプチャして取得した。収集した画像から SfM 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。この際、画像に写り込んだ基準点に測地座標を付与することができる。図3に示す通り、DEM からフィルタ処理により対象箇所一帯の 3.5~4.0 cm の縁石を抽出して、オルソ画像に重畳することで、歩行弱者が通行困難である領域を可視化した。ここでは、縁石以上の物理勾配を持つ自転車、ポール、植え込み等も同時に抽出して快適に通行できる箇所を提示している。この情報は、図5のように GIS 上で衛星写真と重ねれば、周囲の景観と併せて参照できる。さらに、



図2 計測対象箇所と周囲の景観

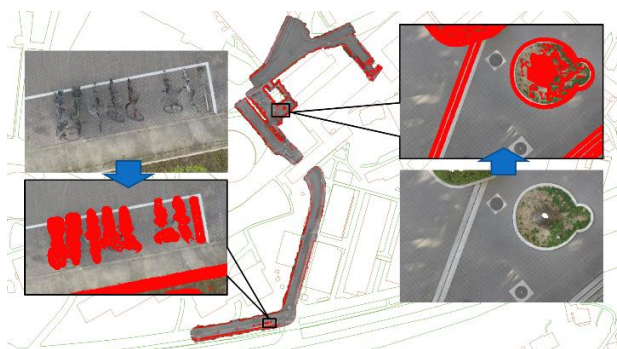


図3 バリア抽出結果の重畳の様子

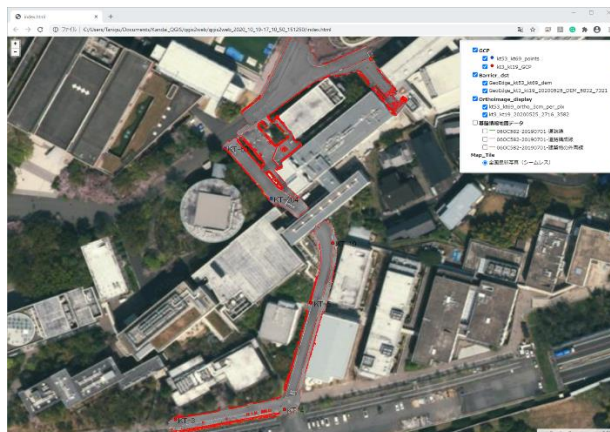


図5 地図情報の Web 表示

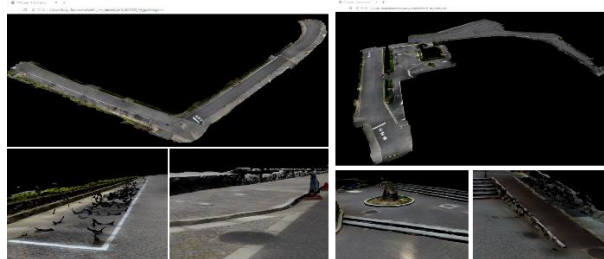


図4 対象箇所1 (左) と2 (右) の 3D モデルの Web 表示

図4に示す通り 3D モデルによりバリア分布と地物の位置関係について確認することもできる。

5. おわりに

本研究では、歩行弱者の増加に伴う社会環境における通行の快適性に注目し、画像群を用いた3次元計測によって歩行空間を再現することで、歩行弱者におけるバリアをはじめ、その他の路面性状も包括的に可視化する方法を検討した。本稿では、縁石とそれ以上のスケールの地物について検出することができた。今後は、DEM から異なる勾配の検出や、AI による画像認識を用いた地物の検出や領域分割にも取り組んでいく。

参考文献

- [1] 内閣府：令和元年版高齢社会白書（全体版），pp.2-6，<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf>，（入手 2020.1.23）。
- [2] 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.
- [3] C. Zhang: An UAV-based photogrammetric mapping system for road condition assessment. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci, 37, 627-632.
- [4] B. Rodríguez-Cuenca, et al.: An approach to detect and delineate street curbs from MLS 3D point cloud data, Automation in Construction, Vol. 51, pp. 103-112, 2015.
- [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，情処論誌 Vol.60 No.3, pp.821-829, 2019.