

デプス情報と広角な色情報の併用による車椅子バリア検証と活用

高橋 里緒 檀 寛成 安室 喜弘

関西大学大学院 環境都市工学専攻 都市システム工学分野

1 はじめに

日本では、近年加速する少子高齢化に伴い、国民人口における高齢者の割合が高まってきており、2018年現在の高齢者数は約3,558万人、高齢化率は28.1%となっている[1]。また、高齢者のうち40%がほぼ毎日外出し、週に1回以上外出する人は90%を超えている。今後さらに身体的弱者の増加が予測され、身体的弱者が健常者と共生できるバリアフリー社会の需要が求められる。また、公共の施設では、維持管理として現状把握や課題整理が出来ていない施設が過半数を占め[2]、バリアフリー化を進める上での実態把握が進んでいないと考えられる。

本研究では、車椅子利用者における物理的バリアを容易に検出し可視化するシステムを提案し、施設管理者による施設の実態把握手法を簡便化し、今後増加する車椅子利用者と健常者双方にとって過ごしやすい環境づくりに役立てることを目的とする。

2 関連研究・技術

2.1 デプスカメラを用いた車椅子利用者のための物理的バリアの可視化検証

筆者らは、デプスカメラにより取得される実空間の3次元点群を直接利用し、実時間で車椅子が占める空間と周辺の物体との干渉を検知するシステムを提案した[3]。実寸サイズの車椅子モデルを、3次元点群から推定した床平面上に設置し、車椅子モデル範囲と周辺環境の3次元点群との干渉部分をバリアとして確認している。3次元情報を基に検証しているため、立体的な狭隘箇所を確認できる利点がある。一方で、実環境の

色情報が反映されていない上、デプスカメラの画角が比較的狭いため、検証結果と実世界との視覚的な対応が難しいという欠点があった。また、取得したバリア情報を記録する手段がなく、データの蓄積や共有方法も課題となっていた。

3 提案手法

3.1 提案手法の概要

本研究では、バリア情報を視覚的に分かりやすくユーザに提供するために、検出されたバリアを広角かつ高解像度のカラー画像上に強調表示し、更に実空間の3次元モデル上にバリアデータをマッピングすることで、多角的に視認性の高いバリアデータの提示とその効率的な管理ができる手法を提案する。

3.2 バリアのカラーARと3次元マッピング

デプスカメラによる距離画像データからバリア判定し、カラーカメラによるカラー画像データと融合させてオクルージョン表現を施したカラーARを行い、更に実空間を再現した3次元モデルの作成と検証結果の重畳マッピングを実現する。システムの処理手順を図1に示す。まず、図中左のハッチング部が、3次元点群によるバリア検出処理である。予めデプスカメラとカラーカメラを互いに固定しておき、デプスカメラで捉えた3次元点群とカラーカメラに捉えた画素との対応をとることで、被写体の3次元座標がカラーカメラに投影される射影行列を求めておく。解像度や画角の異なるデプス画像とカラー画像との幾何学的関係を把握することで、3次元で行ったバリア検出の結果を精度よくカラーカメラの視点に投影することができる。さらに、図中右の点線部では、検証に使用した広角のカラー画像点群からSfM(Structure from Motion)により対象空間の3次元データを作成し、検証したカメラ視点位置からバリアのAR検証結果を重畳させることで、実環境のバリア位置を反映させた

Verification and Utilization of Wheelchair barrier information by Combining depth and wide-angle color imaging

Rio Takahashi*, Hiroshige Dan**, Yoshihiro Yasumuro**

*Graduate School of Science and Engineering, Kansai University

**Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

3-3-35 Yamate, Suita, OSAKA, 564-8680, JAPAN

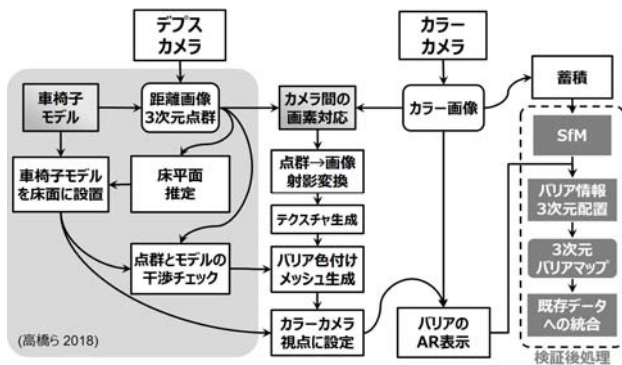


図1: システムの処理構成

3次元バリアマップを作る。このマップを建築物の設計・管理ソフトである BIM (Building Information Modeling) でも利用されるレーザースキャンデータと統合させることで、バリア検証データを効率的に一元管理する。さらに、作成するマップは、遠隔からでも確認可能となるよう Web 上で閲覧できる表示システムを目指す。

4 実装

本研究では、車椅子利用者の日常生活での動線におけるバリア検証を想定し、室内を対象空間とした。近赤外線 TOF (Time of Flight) 方式 3次元距離計測カメラ SwissRanger SR4000 (Mesa 社製) を用い、176×144 のデプス画像を取得した。カラーカメラには BSW200MBK (BUFFALO 社製) を用い、1280×720 画素のカラー画像を取得した。画像処理には OpenCV、AR 表示には OpenGL を利用し、図2のようにデプスカメラとカラーカメラを固定し PC と繋げた機材を持ち歩いて実時間で検証を行った。

検証では車椅子が占める体積を緑色の円筒状で示し、干渉箇所を赤く強調表示している。図3の検証結果より、曲がり角に一時的に置かれた積荷がバリアになっていると分かる。モデルより手前にある白い箱と検証箇所との前後関係が一目瞭然であり、検出されるバリア位置の誤認を防ぐ AR 表現の効果が確認できた。

また、カラー画像から SfM で生成した 3次元モデル上に、推定された検証時の撮影視点から、検証結果の AR 画像を緑色の四角錐によって配置した (図4左)。この四角錐をクリックすると、AR による検証画像がポップアップして拡大表示され、詳細を確認することができる (図4右)。この 3次元マップは Web ブラウザで閲覧できるため、場所や時間を問わず、検証対象空間の実態とバリア箇所を立体的に俯瞰して見ることが可能となり、バリアデータの集約と、その分布の把握が容易になる。



図2: 検証風景 (左) と検証機材 (右)



図3: バリア検証結果の一例

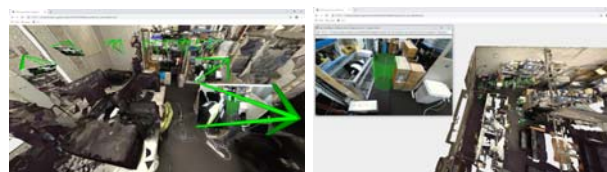


図4: WebGL によるブラウザ上での表示結果

5 おわりに

本研究では、画角や解像度の異なるカラー画像とデプス画像を対応づけることにより、双方の利点を融合させ、3次元でのバリア検証結果を視覚的に捉えやすい拡張現実感表示と、データの3次元マップ化を実現した。バリアの位置関係を即座に把握し易くなり、検証中の情報を活用し、立体的な記録手段と閲覧性の高いデータ管理手法をとることで、施設管理者の日常的な施設の現状把握と将来設計への貢献が期待できる。

今後は、3次元マップ化に必要なカラー画像を自動選択する機能や、データベースと連携したシステム化を進めることで、情報更新の簡便化を図ることが、持続的な運用を目指す上で必要であると考えられる。

謝辞: 本研究の一部は、関西大学先端科学技術推進機 文化遺産の修復、維持管理のための ICT 研究グループ及び榊竹中工務店の助成を受けた。

参考文献

- [1] 内閣府: 平成 30 年版高齢社会白書, 2018.
- [2] 日本経営協会開発センター経営研究所: 公共施設の管理運営に関する調査(中間報告書), 2014.
- [3] 高橋他: デプスカメラを用いた車椅子利用者のための物理的バリアの可視化検証, 土木学会論文集, F3S-0305, 2018.