

RGB とデプス画像の融合による 車椅子利用における物理的バリアの検証表示

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

近年、日本社会は少子高齢化が加速し、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]。東京オリンピック・パラリンピック後には30%を超え、高齢者数も今後増え続けると推測されている。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[2]。これにより、今後更なる身体的弱者の増加が予測できるとともに、身体的弱者が健常者と共生できるバリアフリー社会へと拡充させていくことが求められている。バリアフリー対策例として、国や自治体が行っている、バリアフリー新法やバリアフリーマップ等が挙げられる。しかし、どれも対象施設が限定されており、身体的弱者ひとりひとりの身近な日常生活での、車椅子の通りやすさなどの繊細なバリア情報を得ることができず、利用者の視点に立ったバリアフリー化が不十分であると考えられる。

そこで本研究では、物理的バリアが日常的に散見される車椅子利用者におけるバリア検証システムを提案し、今後増加する車椅子利用者と健常者双方にとって、共存して動きやすく過ごしやすい社会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[2]。実寸で作成した車椅子

モデルを、3次元点群から推定した床平面上に設置し、車椅子モデルの占める空間と周辺環境の3次元点群との交差判定により、干渉を確認する方法である。3次元情報により干渉を検証しているため、立体的な狭隘箇所を確認できる利点がある。一方で、実環境の色情報を利用した情報提示は検討しておらず、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困難な場面があった。

3 提案手法

3.1 提案手法の概要

本研究では、バリア検出機能を視覚的に分かりやすくユーザに提供するために、広角な視野と実空間の色情報を背景として、検出されたバリアを強調して可視化する手法を提案する。また、カラーカメラから得られる高解像度かつ広角なカラー画像上にバリアを投影することにより、視認性の高いカラーAR表示を目指す。

3.2 バリア可視化システム

デプスカメラによる距離画像データから床面を検知し、車椅子の実寸法で作成した車椅子モデルと周囲の物体との干渉判定を行い、カラー画像と融合させたAR表示を実現する。システムの処理手順は図1のとおりである。まず、車椅子の仕様より車椅子モデルを作成し、デプスカメラを用いて距離画像を取得する。デプスカメラの視野の中心から一定の半径でサンプル3次元点に対して平面近似を行い、床平面の法線推定を行う。さらに、推定された法線を基準として車椅子の回転範囲にもとづいた存在領域を設定し、床以外の3次元点群との干渉箇所をチェックする。また、デプスカメラとカラーカメラとの1対1の画素対応を予めしておくことにより、バリア情報をカラー画像上にリアルタイムで投影する。これにより、検出されたバリア部分の3次元点群が強調され実環境に近いカラーAR表示ができる。

AR Visualization of Physical Barrier for Wheelchair Users Using Depth and RGB 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

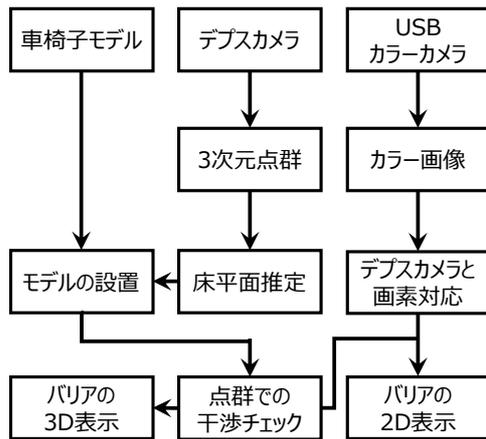


図 1：システムの処理構成

4 実装

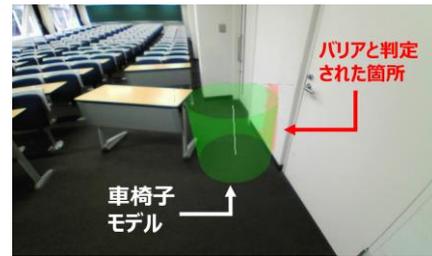
本研究では、車椅子利用者の日常生活でのバリア検証を想定し室内を対象空間とし、近赤外線 TOF (Time of Flight) 方式 3 次元距離計測カメラ SwissRanger SR4000 (Mesa 社製) を用い、 176×144 のデプス画像を視野角 $43.6^\circ \times 34.6^\circ$ で画素単位での奥行き情報を実時間で取得した。USB カメラは BSW200MBK (BUFFALO 社製) を用い、 1920×1080 画素のカラー画像を視野角は $120^\circ \times 67.5^\circ$ で取得した。画像処理には OpenCV, AR 表示には OpenGL を利用した。図 2 のように機材を持ち歩き、図 3 に示す大学の教室にて身障者用の机の利用を想定して検証を行った。検証結果は動的に得られ、車椅子の回転モデルを緑色の円筒状に示し、干渉箇所の点群を赤くハイライト表示している。検証箇所③では机の奥側床面上にモデルが配置されているためバリアは検出されておらず、オクルージョンを考慮したバリア表示が可能となっている。

5 おわりに

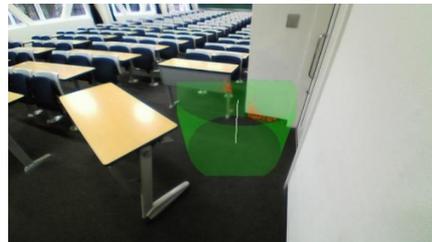
本研究では、USB カラーカメラとデプスカメラから得られる、画角の異なるカラー画像とデプス画像を対応づけることにより、3次元でのバリア検証と視認性の高い状況表示という双方



図 2：検証風景 (左) と検証機材 (右)



a) 検証箇所①



b) 検証箇所②



c) 検証箇所③

図 3：バリア検証結果

の有益な情報を融合した拡張現実感表示システムを実現した。これにより、目の前の空間においてバリアの位置関係が把握しやすい AR 表示を行うことができ、利用者に分かりやすい検証結果表示が可能となった。

今後は SLAM (Simultaneous Localization and Map-ning) 技術[3]によりバリア検証をしながら動的に位置情報を推定し、得られたバリア情報をマッピングして集約する機能開発に取り組み、施設管理の現場での検証を予定している。

謝辞：本研究の一部は、関西大学先端科学技術推進機「構超臨場感」研究グループ及び(株)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] 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.
- [3] D. Whyte, et al.: Simultaneous Localization and Mapping (SLAM): Part I The Essential Algorithms, Robotics and Automation Magazine, Vol.13, No. 2, pp. 99-110 (2006)