

# デプス画像に基づく車椅子利用者のためのバリアの可視化

高橋 里緒 檀 寛成 安室 喜弘

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

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いる。平成 28 年 10 月 1 日現在では、1 億 2,693 万人の人口のうち 65 歳以上の高齢者人口は 3,459 万人であり、総人口に占める高齢者率は 27.3% である。この事実から、今後更なる身体的弱者の増加が予測できるとともに、できる限り健常者と同じように自立した生活ができるようなバリアフリー社会が、今の日本社会に求められている。バリアフリーの対策例として、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 3次元計測に基づくバリア検証

Yasumuro らは、3次元計測カメラにより実空間の3次元座標、距離画像、信頼画像、鮮度画像を取得することで対象空間の三次元モデルを作成し、デプスマップと車椅子の最小通行軌跡から導き出した車椅子の最小通行軌跡モデルを組み合わせ、モデルの干渉がある箇所の色を変更させることでバリア検証を行っている[1]。3

Visualization of underground flood information using Laser Scanner  
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

次元計測カメラにより対象エリアを多角度から撮った複数データから3次元モデルを構成しているものの、モデル作成のためのデータの位置合わせ、車椅子モデルとの干渉判定などの手順に手間と時間がかかるため、素早いバリア検証ができない。そのため、デプス・カメラによりリアルタイムでのAR表示を行うことにより現状のバリア情報を即時に把握できるようなシステムが必要である。また、施設管理者、介護者などだけでなく車椅子利用者でもバリア検証が可能となるように、手軽なシステムツール開発の必要性も考えられる。

### 2.2 スマートフォンのデプス・カメラ技術

株式会社 Google は、画像認識秘術をベースとしたAR拡張技術Tangoを開発している。デプスセンサを搭載したスマートフォンによって、ユーザの身近なデバイスでの3次元センシングを使ったアプリの開発が容易になっている。このような動きも、本研究のような、バリア検証という専門性の必要な作業を、ユーザ目線で簡易化を図り普及させることの追い風になることが期待される。

## 3 提案手法

### 3.1 提案手法の概要

本研究では精度の高いバリア情報をリアルタイムで視覚的に分かりやすく提供するために、カメラ位置と実空間の距離関係及び車椅子の形状を考慮した、ARでのバリアの可視化を目指す。また、利用者にとって手軽に使いやすいツールとするため、3Dセンシングカメラ技術を搭載した携帯端末でも利用可能なバリア検証ツールを提案する。

### 3.2 バリア可視化システム

デプス・カメラによる三次元距離計測を用いて

三次元距離データから床面の設定を行い、車椅子の寸法から作成した車椅子モデル範囲との干渉判定を実現する。デプス・カメラを用いて、対象空間のカメラとの距離として3次元点群データを取得し、推定した床平面に車椅子モデルを作成する。システムの処理手順は図1のとおりである。まず、車椅子の仕様より回転範囲を基に車椅子モデルとして作成し、実環境においてはデプス・カメラを用いて3次元点群を取得する。取得した点群範囲の中心座標から一定の半径範囲を平面近似のサンプル範囲に設定し床平面の近似を行う。この半径はカメラと床平面の距離に応じて5段階に分け、検査の際に動的に変動させることにより、カメラ位置に関らず正確な平面近似を可能とする。また平面近似では、外れ値がサンプル範囲内にあった場合には最小二乗法で正確な近似ができないため、RANSACを同時に用いて計算を行う。サンプル範囲内の一定数の点群に対して最小二乗法を用いて平面近似し法線を算出したのち、算出に使った点と使われなかった点をランダムに入れ替え、平面近似の二乗誤差を改善するものを採用していく。推定された床の平面に垂直な法線を基準に、車椅子の回転範囲にもとづいた存在領域を設定し、実空間の3次元点群との干渉箇所のチェックを行う。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て可視化できる。

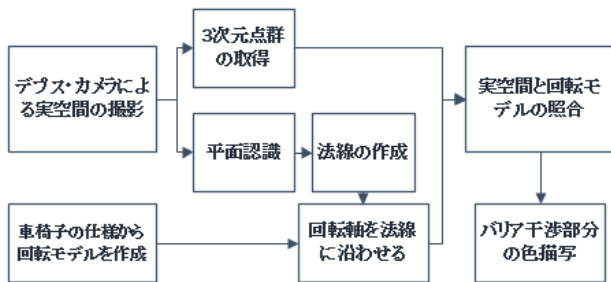


図1：システム構成

#### 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、画素単位での奥行き情報を実時間で取得した。画像処理にはOpenCV, AR表示にはOpenGLを利用した。今回、図2左下のような通路に対して検証を行った。SR4000で自動的に作成された176×144画素のデプスマップに距離に応じた色情報を付け加えることでデプス・イメージを表示したものが図2左上である。車椅子回転モ

デルとの干渉結果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たものを図2右に示す。

#### 5 考察

本研究では、デプス・カメラにより実空間の点群取得が可能となり、AR表示によりリアルタイムでのバリア検証結果が表現できている。ケーブル類などの多少の凹凸に対してロバストに平面推定ができ、干渉チェックができています。車椅子モデルが簡単なため、実際の行動モデルとは乖離している点、カメラの画角が狭い点、検証すべき視野が狭くなっている点の実装上の課題として挙げられる。したがって、車椅子利用者の身近にあり手軽なデバイスとしてスマートフォンなどの画角の広いカメラをもった携帯端末でのバリア検証を目指し、TangoなどのAR技術と連携した更なるバリア検証簡易化の必要があると考える。

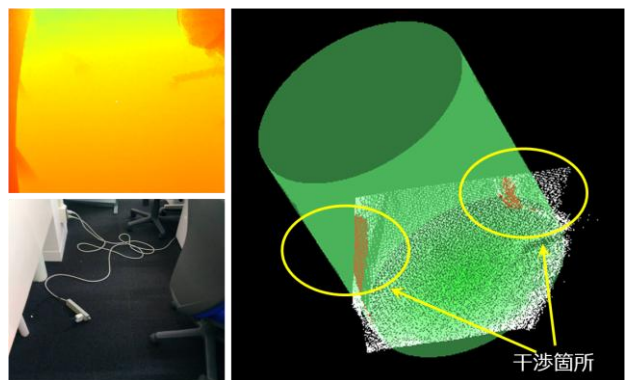


図2：検証箇所の写真とバリアの可視化

#### 6 おわりに

本研究では、実空間をSR4000で計測したデプスマップデータと、システム内で構成した車椅子モデルとの干渉を行うことで、ユーザのカメラ位置に左右されることのないバリアの可視化システムを提案した。

今後は、スマートフォンなどの携帯端末でも利用できるように、システムのアプリケーション化をする予定である。

#### 参考文献

- [1] Y. Yasumuro and H. Dan, Web-based 3D Barrier-Free Verification for Wheelchair Access, ICCBEI2015, p.46 (ID:70), 2015.
- [2] Google Tango:  
<https://developers.google.com/tango/>