

1 はじめに

急速に少子高齢化が進展する日本において、高齢化率の割合は今後、2015年には約30%、2050年には約40%に達すると推測されていることから、日本においては平成18年に、より包括的な内容であるバリアフリー新法が制定された。[1] このように、高齢者や障害者が安心した社会生活を送れるような住環境整備が行われ始めたことから、車椅子利用者も学校へ通ったり、買い物へ出かけたりと健常者と同様に一人で外出する機会が増えてきている。さらに、新しく建てられた施設等はバリアフリー化が行われている。一方で、従来から存在する既存の施設等は現在でもバリア(障壁)がある場合もあり、車椅子利用者が一人で外出するには不安を感じる場合が多いとされている。また、既存の施設等のバリアフリー化が進まない理由として、バリアフリー化を行うケアマネージャーの場検証を行う準備に時間や費用がかかることが原因とされている。

2 研究目的

車椅子利用者が健常者と同様に社会生活を安心して送ることができるように、本研究では画像による三次元計測を用いたバリア検証を行う。従来から行われているバリアの検証方法としては作業員による採寸により計測されているが、画像による非接触での三次元計測を行うことで簡便な計測による、PC上でのバリア検証を可能にする。実環境に即した三次元形状データから段差や通路の幅の寸法を取得可能にすることで、施設管理者等のバリア検証の効率化を図るとともに、車椅子利用者目線でのバリア検証を可能にする。

3 関連技術・関連研究

3.1 従来のバリア検証方法

従来のバリア検証における手順としては、

1. 具体的な施設を検討する上で、トイレや駐車場等についてのチェックシートを記入する。
2. 事前相談により、利用者の不便・不自由な箇所の情報を得ている場合は情報を参考に、屋外・屋内全体と改修希望箇所を方眼紙やスケールを用いて確認する。
3. バリアがあると想定される箇所を採寸し見取り図を作る。この時、利用者の動線等も書き留めておく。
4. 現地での見落としがないように、バリアがあると想定される箇所をカメラで撮影する。

このように、既存の施設等のバリアを検証するためには時間が掛かり非効率であることがわかる。[2]

3.2 バリアフリーマップの現状

近年バリアフリーマップが普及しつつあり、高齢者や障害者の社会活動を助けている。しかしバリアフリーマップ自体の歴史が浅いので高齢者や障害者の側に立ったバリアフリー情報が与えられているかどうか不明な点が多いとされている。また、車椅子利用者283人にアンケートをとったところ85%の方がバリア情報がなくて困ったことがあるという結果が示されており、その他にも、ピクトグ

ラムが自治体や施設によって異なり、車椅子利用者にとって不便なこと、情報の更新が十分でなく信頼性に問題があるということも示されているのが現状である。[3]

3.3 三次元計測手法

三次元計測手法には接触式と非接触式があり、従来では接触式での計測が一般的であったが、近年、測定対象の三次元形状を非接触で測定する非接触式が発展している。この光や画像を使った三次元測定法の最大の特徴は、物体を1点(point)ずつではなく、物体全体を面として同時に捉えることができる点である。[4]

近年、フリーハンドで形状データが容易に取得可能であり、比較的安価な Kinect が発売されている。Kinect から得た距離画像データを三次元座標に変換し、隣の画素同士の点を接続することによりメッシュを作成する。また姿勢推定は、データ形状をモデル形状に位置合わせする2つの形状の位置合わせをおこなう ICP アルゴリズムがベースとされている。このことから比較的容易に実環境に即した三次元形状データが取得可能である。[5]

4 提案手法

4.1 方針

図1に提案システムの構成を示す。主な構成要素は、(1)実環境の3Dマップの作成(2)軌跡ポリウムの作成(3)2Dマップによる衝突判定である。

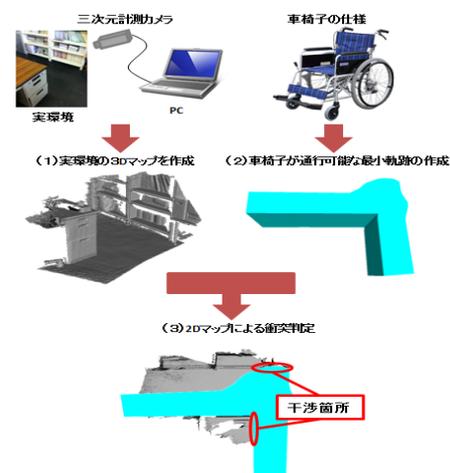


図1: 提案システムの構成図

本研究では画像による三次元計測を用いて、実環境に即した三次元計測データを観測位置を変更しながら複数枚取得し、位置合わせを行う。さらに、取得した形状データの三次元座標を用いることで、バリアとなる段差の高さや等の物体の寸法の導出を可能にする。一方で、車椅子利用者が通行可能な最小の軌跡の作成では、車椅子利用者が直角に交差する通路を曲がる場合を想定し、実際の車椅子利用者が通行可能な有効幅員や回転を考慮し、軌跡のポリゴンを作成する。これらの実環境の3Dマップと車椅子の軌跡ポリゴン双方を、車椅子利用者の通過に必要な高さの範囲内で床面に投影した2Dマップで表示し、マッ

上で実環境と車椅子との干渉の有無をピクセル処理を行い、画素単位で検証する。この方法により、実際に車椅子を持ち出す必要がなく、一度実環境を三次元計測し、バリア検証を PC 上で行うことで、車椅子利用者にとってのバリアの有無を効率良く判断できるシステムを提案する。

4.2 実環境の 3D マップの作成

一般的にバリアを検証する場合、対象箇所を人が一か所ずつ採寸していかなければならない。さらに、車椅子が通過可能な幅が確保されているか検証を行う場合は、実際に車椅子を持ち出す必要もある。このような手間を軽減し、PC 上で手軽に車椅子利用者にとってのバリアを検証するために実環境の 3D マップの作成を行う。手順を以下に示す。

1. 実環境に即した三次元形状データが取得可能な三次元計測カメラを用いて、三次元計測カメラの観測位置を変更しながら複数回行うことで異なる視点の三次元形状データを取得する。
2. 対象とする実環境の全体像の 3D マップを作成するために、取得した複数の三次元計測データの位置合わせを行い、統合する。
3. 作成した実環境の 3D マップを床面から車椅子利用者の頭部の高さの範囲にするために、不必要な三次元点群データは削除する。

4.3 車椅子が通行可能な最小軌跡ポリウームの作成

車椅子利用者にとってのバリアを PC 上で検証するにあたり、車椅子利用者が通行可能な動線が確保されているか確認する必要がある。車椅子利用者が通行するための有効幅員や回転軸を考慮し、車椅子利用者が通行時の軌跡が占める最小の空間（ポリウーム）をポリゴンメッシュで作成する。

4.4 バリアの有無を判定

実環境の 3D マップと軌跡ポリウームの双方を、画素単位を用いて衝突判定を行いバリアの有無を検証する。実環境の床面から車椅子利用者の頭部の高さの範囲までの 3D マップと軌跡ポリウームを床平面に投影して 2D マップとして表示し、双方が干渉した場合、干渉した箇所の色を変更することで干渉の有無を判断する。また、軌跡ポリウームを微小移動させながら衝突判定を行うことにより車椅子利用者が通行可能な有効幅員にどれくらいの余裕があるかを確認する。

5 実験

5.1 実験環境

本研究では、microsoft 社製の Kinect for Windows XBOX 360 用（以下 Kinect）を使用する。実測データとしては、90 度の曲がり角が存在する実環境の三次元形状データ（図 2(a)）と、JIS 規格の寸法である手動車椅子が直角に交差する通路を通行できる最小の軌跡データを使用した。

5.2 実験結果

Kinect を用いて直角に交差する通路の三次元形状計測データを観測位置を変更しながら複数枚取得し、三次元点群データの編集が可能なソフトウェアである Meshlab

の ICP アルゴリズムを用いることで複数枚の三次元形状データの位置合わせを行い、実環境に即した 3D マップ（図 2(b)）を作成した。さらに、実環境の 3D マップを床面から車椅子利用者の頭部の高さの範囲以外は削除し、床面も同様に削除した。一方で、車椅子が直角に交差する通路を左に曲がる時、通行可能な最小の軌跡のポリゴン（図 2(c)）を作成した。そして、3D マップを 2D に投影し、ピクセル処理で 1 画素あたり x 軸方向に 5mm・y 軸方向に 5mm に設定することで干渉している箇所の色を変化させ、バリアの有無を検証した（図 2(d)）。

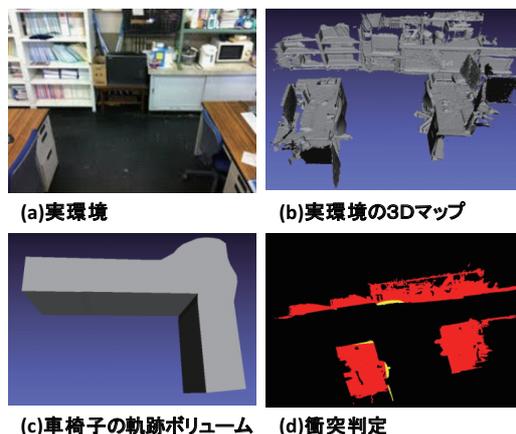


図 2: 実験の流れ

6 考察

今回は実環境を直角に交差する通路がある場所に特定して実験を行い、それに合わせて車椅子利用者が通行可能な軌跡についても、90 度の曲がり角を左に曲がると限定したポリゴンを作成し、双方の衝突判定をピクセル処理を用いて行い、バリアの有無を判定した。しかし、実際の施設等は車椅子が曲がる角度が様々あるために、バリア検証を行う際、角度に合わせた車椅子利用者の軌跡のポリゴンを作成する必要があると考える。

7 おわりに

本研究では、車椅子利用者にとってのバリアを画像による三次元計測手法を用いて検証することで、施設等の管理者側が PC 上で効率良く・容易にバリアの有無を検証できるシステムを開発した。従来とは異なり、バリアが想定できる箇所を 1 度計測し、バリア検証は PC 上で行うことが可能なので、バリア検証の時間を軽減するとともに、バリアがある箇所のバリアフリー化を行うことで、車椅子利用者の外出に伴う不安を軽減できると考える。今後は、実験の対象箇所を増やし、車椅子が通行可能な軌跡のデータを複数作成することで、このシステムの精度を図り、向上させることが必要である。

参考文献

- [1] 浅沼由紀ら, 新版 福祉住環境, 市ヶ谷出版社, 2008.
- [2] 佐橋道弘, バリアフリー改修の実践ノウハウ, 2011.
- [3] 交通工学研究発表会論文報告集: Web によりバリアフリーマップの評価と情報ニーズに関する基礎研究, 2007.
- [4] 吉澤徹, 最新光三次元計測, 朝倉書店, 2007.
- [5] Richard A., et al., KinectFusion: Real-Time Dense Surface Mapping and Tracking, in IEEE ISMAR, pp. 127-136. 2011.