

物理的バリアフリー検証のための簡易三次元形状計測

ソフトウェアデザイン研究室

シス 06-51 澤田 貴文

1. はじめに

1.1 研究背景

今日、高齢化社会の到来とともにバリアフリーに対する様々な施策、研究がおこなわれている。平成18年にバリアフリー新法が制定され、局所的課題から、より広域的なまちづくりへの視点へ、さらには利用主体である高齢者や障害者の実態を中心とした研究の必要性が示されている。

物理的に高齢者や障害者の行く手を阻むものを「物理的バリア」と呼ぶ。現在、公共施設に関しては物理的バリアである段差の解消割合は76.9%と高い割合となっている。しかし、住宅に関しては住宅全体の20.0%と低い水準となっている。この結果はバリアフリー化を行う際にケアマネージャの現場検証を行う準備に時間がかかることでバリアフリー化までの時間がかかることが原因である。

道路環境に関してはバリア対策としてバリアフリーマップという障害者や高齢者向けの情報が表現された地図が調査・発行されている。しかし、調査方法が統一されておらず、調査の基準が不明確で信用性がないという問題点がある。

1.2 研究目的

本研究では、物体の凹凸を数値として取得できる3Dカメラを用い、実環境の3Dマップを構築する。この3Dマップより数値による段差寸法、段差や溝などの相互分布を得ることで、バリア発見の客観的判断材料を得る。さらに3Dマップを蓄積することで、ケアマネージャによる現場検証の手間を解消する。

2. 三次元データ結合手法

本研究では3Dカメラを用いて三次元形状計測を3Dカメラの位置・方向を変更しながら複数回行う。その計測データを結合することで三次元データの補間を行い、一方向の計測では得られない物体の相互

分布やより正確な計測データを得る。

2.1 三次元形状計測^[1]

本研究で用いる3DカメラはTOF(Time Of Flight)原理に基づき三次元形状計測を行っている。光源を変調させて照射し、各画素で、計測対象から反射してきた変調信号との位相を計測する。各画素での距離はもともとの信号の位相のずれにより伝達時間を算出し計測対象との距離を計測する。

2.2 Kanade Lucas Tomasi 特徴点追跡^[2]

ここではフレーム間で物体が移動した様子を追跡するKLT(Kanade Lucas Tomasi)特徴点追跡について説明する。KLT特徴は動画像において前後のフレーム間で追跡に適した特徴点を抽出する方法である。図1に示すように、前フレームにおいて各画素周辺での輝度の輝度勾配分布を求めその値より特徴点を指定する。次のフレームで特徴点と同様の差分値を持つ点を探索して特徴点の追跡を行う。

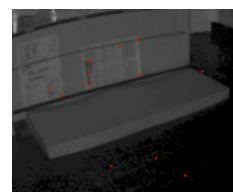


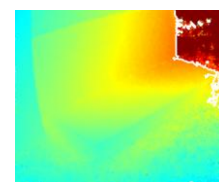
図1.KLT特徴点検出結果

2.3 信頼画像・エッジ消去画像

正しく3次元計測できている個所から特徴点を選定するために、使用する信頼度画像とエッジ消去画像について説明する。信頼画像とは、3Dカメラが取得した三次元データがどの程度信頼できるかを表した画像で、図2(a)で示すように、位相差の検出が行われている画素は白く表現される。エッジ消去画像は3Dカメラで奥行き方向の誤差を生じ易い物体の輪郭部分(エッジ)を消去した画像図2(b)である。



信頼画像(a)



エッジ消去画像(b)

図2. 特徴点選定画像

2.4 RANdom SAmple Consensus

三次元座標を結合する際に用いる座標変換行列の決定方法である RANSAC (RANdom SAmple Consensus)について説明する。座標変換行列はフレーム間で対応する特徴点を用いて求める。RANSACは特徴点群からランダムに幾つかのサンプルを抽出し、そこから座標変換行列を求めることを複数回繰り返す。各々の座標変換行列で位置合わせを行い、対応する点の差分値が一定値以下になる点の個数が最も多いものを正しい座標変換行列とみなすことにより信頼性の低い追跡点を除外することができる。

2.5 計測データの結合

撮影方向を変化させ複数パターンで三次元形状計測を行った後、以下の手順で計測データを結合する。

1. 複数パターンの計測データから共通する特徴点を KLT 特徴点追跡により抽出する。
2. 3D カメラの計測精度を表す信頼画像、計測値の変動が激しいエッジ部分を消去した画像をもちいて特徴点の採択を行う。
3. RANSAC により座標変換行列を求め、計測データ全体を座標変換し結合する。

3. 実験

3.1 実験条件・手順

表 1. 3D カメラの仕様

3D カメラ	MESA 社製 SwissRanger SR 4000
画素配置	176(h)×144(v)
動作範囲	0.3~5.0(m)
距離精度	+/- 1cm

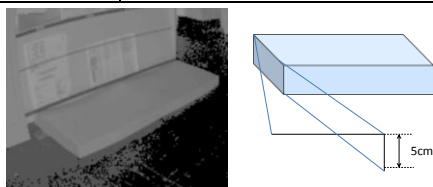


図 3.測定対象

測定対象として 5cm の段差(図 3)を用意し、対象を中心に正面・22.5° 右方向・45° 右方向の 3 方向から 140cm より撮影を行う。各方向からの三次元データより段差寸法の計算を行う。次に、測定方向を微小変化させた 2 フレームの画像の結合を行う。計測に

使用する 3D カメラの仕様を表 1 に示す。

3.2 実験結果と考察

表 2. 測定方向による段差の計測値

	正面	22.5° 右	45° 右	実寸
計測値(cm)	5.0	5.4	4.6	5.0

測定方向を変化させて計測した各データより段差寸法を得た。表 1 のように正面からの測定では実寸にはほぼ等しい値を取得することができ、傾けた方向から測定すると約 0.5cm の誤差が発生するため、精度の高い計測値を得るには正面から測定する必要があることが確認できた。次に、複数フレームの画像結合の結果を示す。

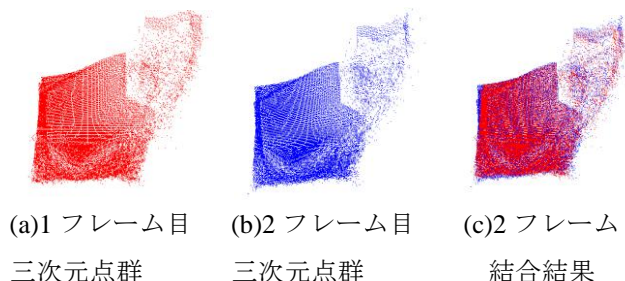


図 4.三次元データ結合結果

図 4(c)により各フレームのデータのみが表示されている部分があることが確認できる。これにより、微小変化させ相互に取得できていないデータが存在する三次元データを結合することで三次元データの補間が行えることが確認できた。

4. まとめ

本研究では物理的バリアの検証を鑑みて、3D カメラの複数フレームの三次元データの結合を行うことで、環境内の物体寸法、物体の相互関係を把握・記録する手法を提案した。実験により、微小変化させたフレームを複数結合することで、より正確な計測値を取得でき、1 フレームでは認識できない物体の位置関係を把握できることを確認した。

参考文献

- [1]三次元計測手法,
<http://www.visetec.co.jp/wordpress/?cat=3>
- [2] Stan Birchfield, KLT: An Implementation of the Kanade-Lucas-Tomasi Feature Tracker
<http://www.ces.clemson.edu/~stb/klf/>