

(6) 歩行空間ネットワークデータの整備に向けた 3次元点群データによるバリア検出手法の検討

奈良部 昌紀¹・佐田 達典²・江守 央³

¹ 学生会員 日本大学大学院 理工学研究科交通システム工学専攻
(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)
E-mail: csma18009@nihon-u.ac.jp

² 正会員 日本大学教授 交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)
E-mail: sada.tatsunori@nihon-u.ac.jp

³ 正会員 日本大学准教授 交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)
E-mail: emori.hisashi@nihon-u.ac.jp

高齢者や障害者なども含めた歩行者移動支援サービスの実現には、歩行空間ネットワークデータを整備する必要がある。しかし、歩道の状況を的確に把握するためには計測に人手を介するなど、データの整備には膨大な労力が伴う。一方、近年では MMS による 3 次元点群データの活用が注目されている。特に道路空間においては、道路及び周辺の点群データを取得することにより道路の基盤情報として道路台帳等に活用されつつあり、点群データから歩行空間ネットワークデータを生成できれば効率的なデータ整備が可能となる。そこで本研究では、MMS により取得した点群データを用いて歩道空間のバリア情報を検出する手法を構築し、歩行空間ネットワークデータの整備に活用可能であるか考察する。

Key Words: mobile mapping system, point cloud data, pedestrian space network, pedestrians support

1. はじめに

本格的な少子高齢化の進む我が国では、障害の有無や年齢、言語などに関わらず誰もが自由に自立的に活動できるユニバーサル社会の構築が求められている。2006 年には、「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律（バリアフリー法）」¹⁾が施行され、高齢者や障害者なども含めたあらゆる人々が、安全・安心して行動できる社会を実現するため、公共交通機関や建築物、公共施設のバリアフリー化を推進するとともに、それらを結ぶ歩行空間の一体的な整備が進められた。しかし、すべての歩行空間の構造を改修してバリアフリー化するためには、多大な時間や莫大な費用がかかる。このため、ハード面の対策に加えて、ICT を積極的に活用したソフト面の支援策が求められている。

こうした ICT を活用した歩行者移動支援への取り組みは、「バリアフリー・ナビプロジェクト」²⁾として、様々な場面における利用者の情報ニーズに応え、バリアフリー対応の移動経路や施設の情報などを携帯情報端末等から入手することにより、個々人の身体的特性や移動シーンに応じた支援を行うサービスが推進されている。

また、国土交通省では、こうしたサービスの基盤となる「歩行者ネットワークデータ等整備仕様案」³⁾を公表し、歩行者移動支援サービスの提供にあたって、歩行空間における歩道等の段差や勾配などのバリア情報を含んだ歩行経路の空間配置および歩行経路の状況を表すデータの収集・整備を進めている。しかし、このようなサービスを実現するためには、歩行空間上のバリア情報をあらかじめデータ化しておく必要があり、歩道の状況を的確に把握することが求められている。

こうした背景の下、近年では Mobile Mapping System : 移動計測車両測量システム（以下、MMS）から得られた 3 次元点群データ（以下、点群データ）による地物の現状把握に関する取組や検討が進められている。2018 年 7 月には、国土交通省より、各地方整備局の道路管理用車両にセンシング装置を搭載し、地方管理道路を含めた一般道の点群データの収集を開始すると発表された⁴⁾。このような道路及び周辺の位置情報は、MMS を用いて点群データとして短時間で効率的に取得可能である。しかしながら、データ量が膨大であり、処理に時間がかかることから、均質かつ効率的にデータを整備する手法が必要とされている。

そこで本研究では、歩行空間における歩道の段差や幅員、勾配などの情報を均質かつ効率的に把握するため、MMS から得られた点群データによる歩道の路面状況からバリア情報を検出する手法を構築し、歩行空間ネットワークデータの整備に活用可能であるか検討を行うことを目的とする。

2. 点群データを用いたバリア検出手法の提案

本研究では点群データによって歩道空間のバリア情報を検出する手法として、図-1 に示すフローにしたがって検討を行う。歩道空間のバリア情報を均質かつ効率的に検出するため、手順 2～手順 4 の作業を自動化するアプリケーションを作成し、現地の歩道路面状況と比較することによって、提案手法の検討を行う。

(1) 点群データのフィルタリング

MMS で取得した点群データは、歩道空間以外の周辺の点群データも含んでおり、バリア情報の検出を短時間に効率的に行うためには、歩道路面付近のデータのみとするフィルタリングを行う必要がある。そこで、RIEGL 社製の点群解析ソフト RiSCAN PRO を用いて歩道面付近のデータのみとするフィルタリングを行い、分析区間を作成する。RiSCAN PRO は、点群データが持つ位置情報や反射強度値を利用したデータの表示や編集及び処理を行うことが可能である。今回の解析ではデータ量を削減するため、搭載カメラの画像データは除いて処理を行う。

本研究で使用する点群データは、ニコン・トリンブル社製の MMS である Trimble MX9 を用いて千葉県船橋市習志野台付近の歩道を車道側から計測した点群データである。10m×4m のエリアを分析区間として作成し、地物や上空に存在する電線などは除外して歩道路面付近のデータのみとするフィルタリングを行う。

(2) バリア評価用データの作成

歩道空間のバリア情報の検出は点群データのグリッドデータ化を行い、作成したバリア評価用データを用いて行う。グリッドデータ化とは、点群データを等間隔に分割したグリッドに投影し、その個々のグリッドの中央にグリッド内に含まれる点群データの標高の平均値を Z 座標として与える手法である。中央の X 座標、Y 座標は平面直角座標系で与える。X 軸は、座北に向う値を正とし、Y 軸は、X 軸に直交する軸として東に向う値を正とする。Z 軸の向きは X 軸、Y 軸に対し鉛直上向きを正とする。また、各グリッドの大きさは作成するアプリケーション上で任意の大きさに設定することが可能であり、各グリッドに標高の平均値を格納する。

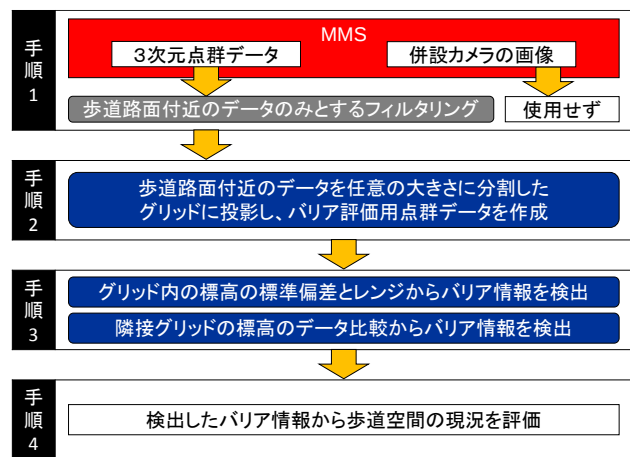


図-1 提案手法の処理手順

(3) グリッドデータ内の標準偏差とレンジによる評価と隣接グリッドのデータ比較による評価

標準偏差による評価は、バリア評価用データの各グリッドに含まれる標高の標準偏差を算出することによってグリッド内に存在する段差や凹凸などの有無を判断する。標準偏差は、データの散らばり具合を示す値であるため、標準偏差の値が大きい場合は段差や凹凸がグリッド内に存在する可能性があり、標準偏差の値が小さい場合は、平坦であると考えられる。また、標準偏差の値が大きいグリッドのレンジを算出し、バリア情報の検出に最適なグリッドの大きさを検討する。図-2(a)に提案手法を示す。

隣接グリッドによる評価は、処理対象グリッドと45°ずつ分割した8つの隣接グリッドの標高の平均値を比較したときの最大標高変化率から勾配の大きさを判断する。勾配は、処理対象グリッドから標高変化率が最大となる最急上り勾配とする。傾斜方位は、斜面が向いている方位であるため、最急上り勾配がx軸となす角と180°逆向きが傾斜方位となる。そのため、解析を行う分析区間の横断勾配、縦断勾配の傾斜方位がどの方位にあるのかを確認することで、最急上り勾配から「歩道の一般的構造に関する基準」⁵⁾を満たしているか評価を行う。傾斜度、傾斜率、傾斜方位の算出手法と傾斜方位データセットの各グリッドの値を図-2(b)に示し、本基準で規定される項目について表-1に示す。

(4) バリア検出の評価検証

第2章3節で検出したバリア情報をGISを用いて可視化する。本研究では、ESRI ジャパン社製のGISソフトArcGISを用いて、歩行の障害物となり得る段差や凹凸などの情報を可視化する。また、歩行空間ネットワークデータの整備に向けた活用を図るため、検出したバリア情報から歩道空間の現況がどれだけ把握可能であるか明らかにする。

3. 検証結果

(1) グリッドデータ内の標準偏差とレンジによる評価

グリッドデータ内の標準偏差とレンジによる評価を行うため、歩道路面付近のみのデータとするフィルタリングを行い、分析区間を作成した。また、分析区間のバリアチェックを実施し、バリア情報の検出に最適なグリッドサイズを現地の歩道路面状況と比較し検討する。点群データのフィルタリングと分析区間のバリアチェックを行った結果を図-3に示す。

バリア情報の検出に最適なグリッドサイズを検討するため、分析区間に 0.05m, 0.10m, 0.20m の大きさに分割したグリッドを投影し、それぞれのグリッドサイズにおける標準偏差を算出した。算出した標準偏差を ArcGIS 上で可視化した結果を図-4に示す。各標準偏差は色相の違いで表現されており、高い値を示す箇所を赤色、低い箇所を灰色で表現している。各グリッドサイズの色相差から、0.05m グリッドが最も詳細に現地の歩道路面状況を表現しており、歩道縁端部の段差や縁石、地物などを色相差として検出できたことから、標準偏差を算出することによって、グリッド内に段差や凹凸などが含まれている箇所を推察できると考えられる。また、0.20m グリッドでは色相差がおおまかに表現された。これは、グリッドサイズが大きくなるにつれ、グリッド内に含まれる歩道路面の段差や凹凸などの影響により高さ方向のバラつきが見られたためであると考えられる。

図-5は各グリッドデータ内のレンジによるバリア検出を行った結果である。表-1に示す基準から有効数字2桁として各グリッド内の最大値と最小値の差からレンジを算出し、その高低差からバリア情報を検出した。その結果、表-1に示す項目と歩道空間の凹凸をそれぞれに応じた色で表現することが可能であった。しかし、グリッドサイズが大きくなるにつれ、図-4の結果と同様に詳細な検出は困難であったことから、段差や凹凸などの検出には、0.05m グリッドの大きさが最適であると考えられる。

(2) 隣接グリッドのデータ比較による評価

隣接グリッドのデータ比較による評価は、第3章1節と同様に 0.05m, 0.10m, 0.20m の大きさに分割したグリッドを用いて評価を行う。

勾配の検出は、分析区間の歩道の構造を確認することによって、東に向かう値が横断勾配、北に向かう方向が縦断勾配であるとわかる。隣接グリッドの評価により算出した傾斜方位から、東と北の方位を持つ最急上り勾配を用いて、表-1の基準にしたがった横断勾配、縦断勾配のバリア検出を行った。図-6に各グリッドサイズにおける傾斜方位と最急上り勾配を算出し、ArcGIS上に表現した結果を示す。

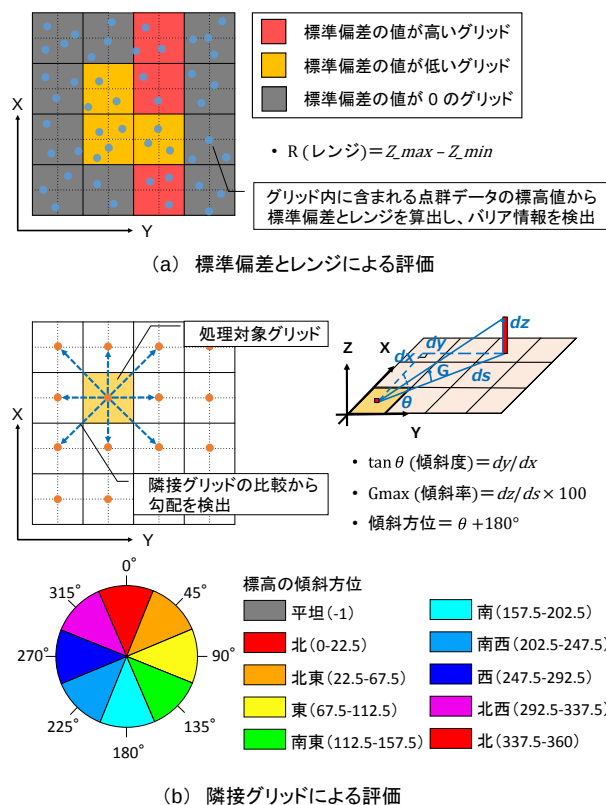


図-2 バリア評価の提案手法

表-1 歩道の一般的構造に関する基準⁵⁾

項目	基準
① 歩道の有効幅員	2m 以上
② 車道に対する歩道の高さ	5cm
③ 歩道の横断勾配	1%以下
④ 歩道の縦断勾配	5%以下
⑤ 歩道に設ける縁石の車道に対する高さ	15cm
⑥ 横断歩道に接続する歩道縁端部の段差	2cm
⑦ 視覚障害者誘導用ブロックの設置箇所	—

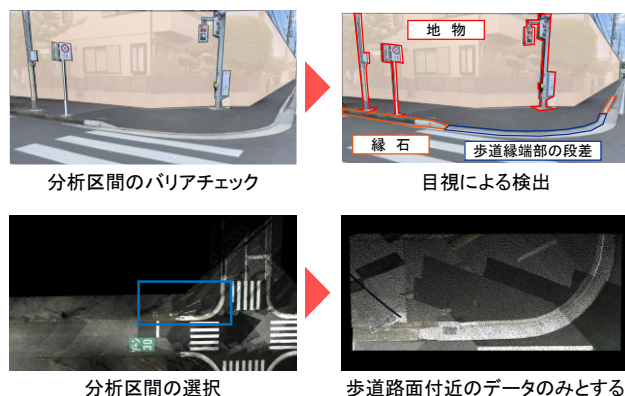


図-3 点群データのフィルタリングと分析区間の作成

表-1 より、算出した最急上り勾配からバリアフリー基準を満たしている箇所は灰色に、満たしていない箇所は赤色で表現した。その結果、すべてのグリッドサイズでバリア検出に大きな差はなく、その色相差から勾配の検出が可能であった。

点群データを用いた分析・解析は、データ量が膨大であるため、処理の簡素化や省力化が求められている。今回の検証では、すべてのグリッドサイズでバリア情報の検出が可能であったことから、勾配の検出はグリッドサイズの大きさによる影響が少なく、データ処理を簡素化するためには、0.20m グリッドでバリア検出を行うことが適していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、歩道空間における段差や凹凸、勾配などの情報を高精度かつ効率的に把握するため、点群データによる歩道の路面バリア状況の検出手法について検討を行った。その結果、歩道路面のバリア情報を取得するアプリケーションを作成することでバリアフリー基準に照らして歩道空間の現況を評価することができた。また、ArcGIS 上に可視化したバリア情報は、実際の地図情報を適用しているため、歩行空間ネットワークデータの整備に向けた情報として利用可能であると考えられる。今後は、検出したバリア情報と現地の歩道路面状況の比較を進め、様々な歩道の構造に対応した分析を進める予定である。

謝辞：実験に協力をいただいた株式会社ニコン・トリンブルの岩上弘明様に心より謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律，2006 年法律第 91 号，<http://www.mlit.go.jp/barrierfree/transport-bf/shinpou/jyoubun.html>，（入手 2019.6.1）。
- 2) 国土交通省：バリアフリー・ナビプロジェクト（ICT を活用した歩行者移動支援の推進），http://www.soumu.go.jp/main_content/000527279.pdf，（入手 2019.6.1）。
- 3) 国土交通省 政策統括官付：歩行空間ネットワークデータ等整備仕様案，2018 年 3 月，<http://www.mlit.go.jp/common/001244374.pdf>，（入手 2019.6.1）。
- 4) 国土交通省：車載型センシング装置による 3 次元道路データの収集をスタート，～特車通行許可の審査の迅速化等に向けて～，<http://www.mlit.go.jp/common/001247574.pdf>，（入手 2019.6.1）。
- 5) 国土交通省：「歩道の一般的構造に関する基準」，<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/06/060203/03.pdf>，（入手 2019.6.1）。

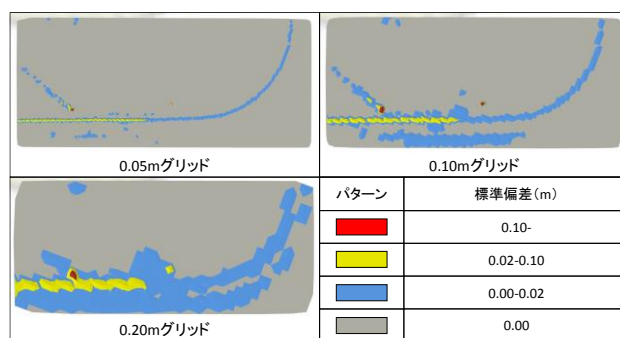


図-4 各グリッドデータ内の標準偏差によるバリア評価

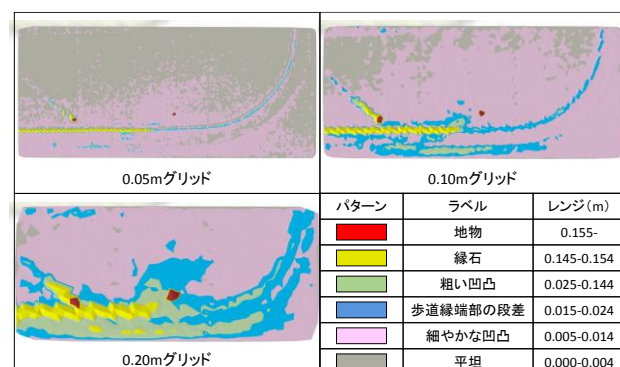


図-5 各グリッドデータ内のレンジによるバリア検出

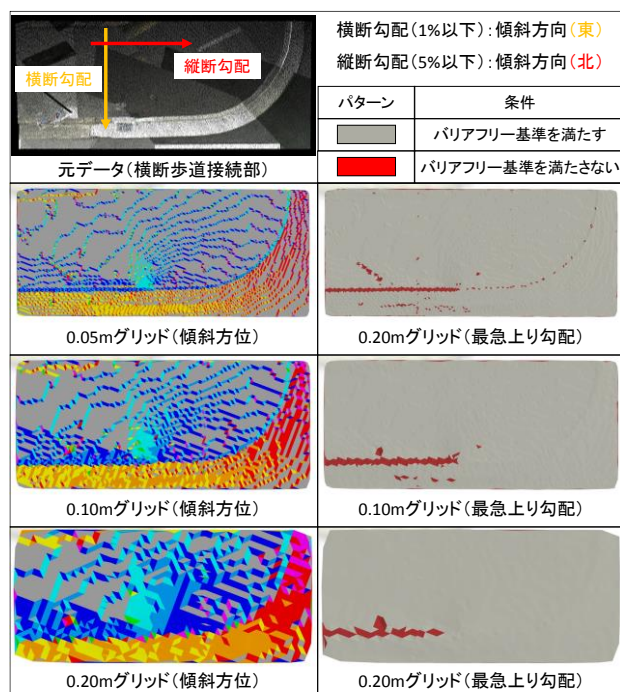


図-6 各グリッドサイズにおける傾斜方位と最急上り勾配