

MMS データを用いた歩行空間情報取得法

花田 吏, 荒木 俊輔, 碓崎 賢一

Pedestrian Space Data Acquisition Method Using Mobile Mapping System Data

Tsukasa HANADA, Shunsuke ARAKI and Ken'ichi KAKIZAKI

Abstract: : In the present paper, we show the method extracting width of road and longitudinal and cross slopes from three dimensional point clouds obtained by Mobile mapping systems (MMS) for pedestrian space network. This work is the first step of our investigation for obtaining drafts and the detailed information from the clouds by the MMS. The result of this paper enables to generate detailed information of a feature in the clouds.

Keywords: MMS(mobile mapping system), 歩行空間 (pedestrian space), 三次元点群 (three-dimensional point clouds)

1.はじめに

新世代の測量方法として注目されている Mobile Mapping System (MMS) [1] は, 車載のレーザースキャナやカメラ, GPS などを用いて, 走行しながら広範囲にわたる道路とその周辺の三次元点群や画像などの情報を, 従来の測量方法と比べて短時間, 低コストで収集できる. しかしながら, 多くの業務で成果物として求められるのは, 旧来からの二次元的な図面であり, 三次元点群ではない. このため, MMS の計測で得られたデータ群をそのまま用いることはできず, MMS データから二次元図面を作成する仕組みが必要となっている.

このような要求に応えるため, 我々は MMS データからのデータ抽出及び二次元的な図面の作成法に関する研究を行っている. 第一段階として, MMS

の点群データから, 国土交通省が定める歩行空間ネットワーク [2, 3] に準拠したデータセットの作成手法の研究を進めており, その成果について報告する.

2.歩行空間ネットワーク

歩行空間ネットワークは, 国土交通省が中心となって推進する自立移動支援プロジェクト [4] において定められた, 歩行者ナビゲーション用のデータベースである.

歩行空間ネットワークは, 経路が交差, 分岐する箇所に配置されるノードと, それらの間を結ぶリンクによって構成される. リンクとは歩道, 園路など, 歩行者が通行に用いるための通路及び, 階段やエレベーターなど垂直方向への移動経路である. リンクとノードによって形成されたネットワークに, 属性として幅員などの歩行空間の情報を付加し, 歩行空間ネットワークを構築する.

MMS データからの情報抽出に関する検討のため, 歩行空間ネットワークの以下に着目した.

花田 吏 〒820-8502 福岡県飯塚市川津 680-4

九州工業大学大学院情報工学府情報創成工学専攻

Phone: 0948-29-7654

E-mail: hanada@macross.cse.kyutech.ac.jp

幅員/有効幅員：幅員は横断方向の幅であり，有効幅員とは幅員の中でも実際に通行可能な幅である．例えば街路樹や電柱などの道路占有物により，幅員よりも有効幅員が狭いこともある．

段差：段差は，利用者の進行を妨げる歩道の横断方向に長い高さの異なる路面の境界を指す．

縦横断勾配：縦横断勾配とは，歩行空間の進行方向，横断方向の勾配である．

地物：地物とは，電柱，街路樹，歩行者信号など，歩行空間内の移動できないものを指す．

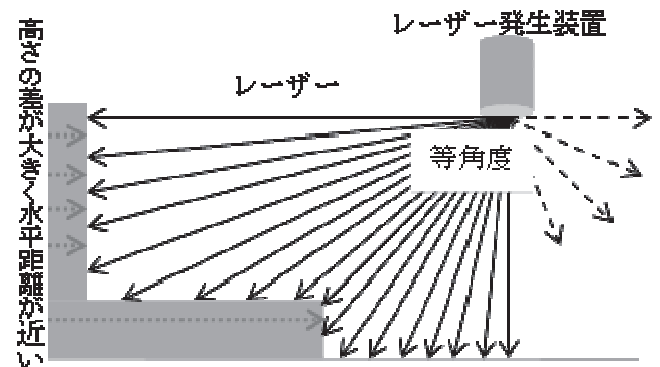


図1 エッジがある場合のレーザー接地点

3.MMS データを用いた歩行空間情報の取得

MMS データの点群データから 2 章で示した歩行空間の情報を取得する手法を示す．

1. 歩道の境界となる点の識別
2. 周囲の点との間の高さの分散が高い点の識別
3. ネットワークの構築
4. 歩行空間の情報取得

3.1 歩道の境界の識別

歩道の端には縁石などによって段差が設けられていることが多い．多くの自治体では，車両乗り入れ部やすりつけ部以外の歩道の境界には，5cm 以上の段差が義務付けられている．したがって，その段差を識別することで歩道の境界を識別できる．

レーザー測量による点群の取得では図 1 に示すように，歩道の境界を構成する点は近傍の点との水平距離が近く，高さの差が発生しており，それがある程度継続している部分である．従って，以下の様な特徴を検出することにより，歩道の境界を識別することができる．

1. 点群の密度が周辺部より高い
2. 点群の高さの分散が縁石等の値を示している
3. 上記のような点群がある程度継続している

歩道の境界の識別処理は，以下の手順で行う．

1. 点群を適切なサイズのメッシュで分割する
2. それぞれのメッシュで点群の密度と高さの分散値を計算する
3. 点群の密度と高さの分散値から歩道の境界の候補となる点群を取得する
4. 上記の点群から Hough 変換[5]により歩道の境界線を生成する

本処理による結果の一例を図 2 に示す．密度と分散により歩道の境界の点群が取得でき，Hough 変換により境界線を求められる事を確認した．



図2 歩道の境界の検出

3.2 ネットワークの構築

地物などとは異なり，ネットワークは高さなどの物理的な情報を持たない．そのため，本稿ではネットワークの構築は，作業者に入力させる事とする．ただし，作業の際には歩行空間の識別を容易にしてネットワークの構築を支援するため，前述の歩道の境界を構成する点群を強調表示する．以下の処理に

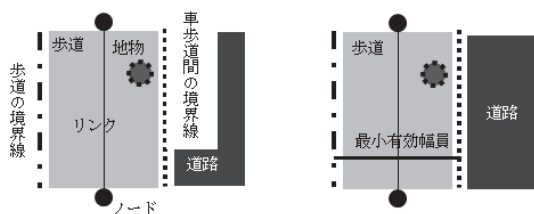
よって歩行空間ネットワークを構築する。

1. 作業者は点群の表示地を変えながら、起点ノード/終点ノードを、画面上に表示された点群をマウスクリックすることで決定する。
2. 取得した点の座標をノードとし、リンクの起点ノード、終点ノードの座標、リンクの長さ、起点ノード/終点ノード間の XY 平面状の傾き及びそれに垂直な傾きをリンクとして取得する

3.3 幅員の取得

幅員の取得は、歩道の境界を構成する点とリンクの情報を用いて行われる。処理の流れを以下に示す

1. リンクと歩道の境界線との距離を計算し、リンク近傍の歩道の境界線を取得する。
2. 取得した歩道の境界線それぞれについて、リンクのどちら側の点なのか判別する。(図 4(A))
3. 片側の歩道の境界線と、反対側の歩道の境界線の距離を計算する。最小となる距離を、最小有効幅員と判断し(図 4(B))、線分の両端の二点の座標と線分の長さを取得する。



A: リンク付近の歩道の境界をリンクのどちら側にあるのか判別 B: 境界線の距離が最小となる部分を最小有効幅員と判断

図 4 幅員取得のアルゴリズム 1

これだけでは、電柱などの地物による幅員の減少を反映できないので、地物による幅員減少を反映する処理を加える。この処理では、図 5(A)の様に電柱などを 3.1 節で示した点群の密度と高さの分散値で検出した上で、円を推定する Hough 変換を行って直径を求め、有効幅員の削減処理を行う。

図 5(A)は、ある駐車禁止の標識について MMS が

取得した点群の中で、地面からある高さの範囲に存在する点群を表示したものである。図 5(A)の点群に対して、Hough 変換により円の検出を行った結果が図 5(B)である。

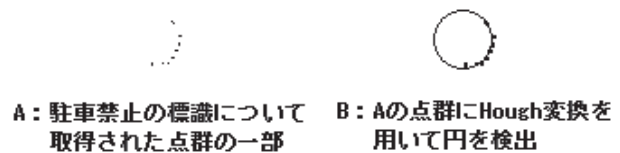
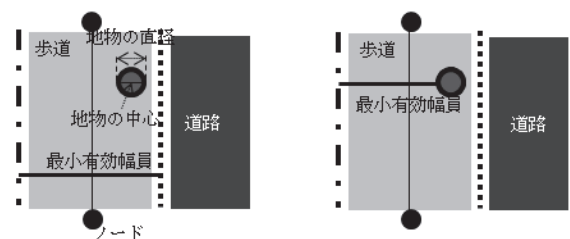


図 5 Hough 変換による地物の形状検出

幅員取得のアルゴリズムに以下の処理を加える。

4. リンク内に地物が存在する場合には、Hough 変換により地物の形状を検出し、真上から見た地物の中心の座標、直径を取得する(図 6(A))
5. 地物の中心とリンクを挟んで反対側の歩道の境界線との距離から、地物の半径の長さを引いたものを有効幅員候補とし、手順 3 で求めた最小有効幅員よりも小さければ新たな最小有効幅員とする(図 6(B))



A: Hough変換により地物の形状検出 中心の座標及び直径取得 B: 新たな最小有効幅員を取得

図 6 幅員取得のアルゴリズム 2

3.4 縦横断勾配の取得

縦横断勾配の取得は、幅員情報を用いる。処理の流れを以下に示す。

1. リンク付近の高さの分散値が低く、密度が低い点(歩行空間の点群)を取得
2. 取得した歩行空間の点全てに対して、進行方向にある最近傍の点、その逆方向にある最近傍の

点，進行方向に垂直な方向にある最近傍な点，その逆方向にある最近傍な点を求める

3. それぞれの点との間の勾配を求める
4. 進行方向の最大勾配の大きさと座標を縦断勾配の情報として，進行方向に垂直な方向の最大勾配の大きさと座標を横断勾配の情報として取得する．ただし，縦断勾配については5%以上のものについては段差と判断する．(後述)

3.5 段差の取得

段差は縦断勾配の取得と同様の処理により取得される．縦断勾配の取得の処理手順3で求めた勾配が，5%以上であれば段差であると判断し，段差の高さ(勾配を計算した二点間の高さの差)が最大となるものについて段差の高さと座標を取得する

段差が歩道を利用する上で障害となるのは主に車椅子利用者である．車椅子利用者が自走可能な縦断勾配は約5%であると言われているため，本手法は5%以上の勾配について段差と判断している．

3.6 地物の取得

地物は，3.1節で示した密度，分散を用いて取得できる．例として歩道付近の地物を検出した結果を図3に示す．図3は歩道と車道の境界付近を真上から示し，取得された地物の点群のサイズを大きく表示し，境界の点群と区別した．



図3 分散の高い点の強調表示

本稿では，物理的な変化の抽出にのみ着目したため，地物の識別を行っていない．取得した地物を強調表示する事で作業者に地物の存在を示し，併せて

地物付近の道路周辺の画像を示す事で，作業者が地物の種類を容易に決定できるようにした．

4.おわりに

本稿では，MMS データから地物を検出し，歩行空間ネットワークに準拠したデータセットを生成する手法を示した．また，提案手法により，基本的にMMS データから歩行空間ネットワークデータを取得できることを確認した．

参考文献

- [1] K. Ishikawa, J. Takiguchi, Y. Amano and T. Hashizume, “A Mobile Mapping System for road data capture based on 3D road model”, Proceedings of 2006 IEEE International Conference on Control Applications, pp.638-643, 2006.
- [2] 国土交通省, “歩行空間のバリアフリー化への取り組み”, http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/bf/3_bf_jigyoku.html, (最終閲覧: 2011/08/24).
- [3] 国土交通省, “歩行空間ネットワークデータ整備仕様案(平成22年9月版)の概要”, <http://www.mlit.go.jp/common/000144985.pdf>, (最終閲覧: 2011/08/24)
- [4] 林 隆史, “自律移動支援プロジェクトにおける取り組みと今後の展開について”, JICE report, No.16, pp.23-29, 2009.
- [5] R. O. Duda and P. E. Hart, “Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures”, Comm. ACM, Vol.15, pp.11-15, 1972.