

MMS データを用いた 3 次元都市モデルの構築

天野貴文・吉川 真

3D Urban Modeling with MMS Data

Takafumi AMANO and Shin YOSHIKAWA

Abstract: To generate cubic models as the urban model for the digital city is attempted in this study by using the mobile mapping system (MMS) data as the point cloud acquired with mobile 3D laser scanners. Concretely, the MMS data is converted into solid cubic model by 3D rasterization. The simple urban model is generated between the solid cubes removed by logical operation visible space and prisms made from the fundamental geospatial data and the LIDAR data. As the simple urban model based on the solid cubes is still on the low level of visual accuracy, however, the authors are going to generate an urban model by surface modeling.

Keywords: LIDAR (light detection and ranging), MMS (mobile mapping system), キューブモデル (solid cube), 視線除去法 (visible space remove method), デジタルシティ (digital city)

1. はじめに

都市・景観デザインの分野において、デジタルシティを精度良く、効率的に作成する方法が研究開発されてきた。ここで、デジタルシティとは現実の都市を 3 次元モデル化したものと言う（吉川, 2007）。とくに近年の GIS の発展とともに、電子地図（Electronic Map）をはじめとするさまざまな地理空間データが整備されてきたが、中でも国土地理院の数値地図（Digital Map）群や、公共測量の成果として一般に DM（Digital Mapping）データと呼ばれる数値地形図データが現れてからは、数値地図と DM データがデジタルシティ構築の基礎データとなつた觀がある。

天野貴文 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

大阪工業大学大学院工学研究科都市デザイン工学専攻

Phone: 06-6954-4109

E-mail: amano@civil.oit.ac.jp

最近では、平成 19 年の地理空間情報活用推進基本法の施行にともない、DM データや数値地図の標高データ群とほぼ同等のデータ内容を含む基盤地図情報の整備・公開が始まるともに、都市景観シミュレーションや都市景観分析でも利用され始めている（天野・吉川, 2010 など）。

デジタルシティの作成には GIS 以外に、GPS やリモートセンシング（Remote Sensing）といった他の空間情報技術によって得られる地理空間データも用いられている。たとえば、建築物の高さの設定に LIDAR（Light Detection and Ranging）データを用いる方法などが代表例として挙げられる（Yamano and Yoshikawa, 2003）。また、最近では新しい地理空間データの観測機器として、3D レーザスキャナなどの利用も進みつつあり、その活用方法が模索され始めている。

本研究は新しい地理空間データの計測機器である移動体レーザスキャナ、モバイルマッピング

システム (Mobile Mapping System, 以下 MMS という) で得られたデータを使用し, デジタルシティの構築に向けたモデリング手法, なかでも形状面に着目した 3 次元都市モデルの構築手法の開発を試みる.

2. MMS データ

MMS とは移動体レーザスキャナのことであり, 図 1 に示すように車両天板上に GPS アンテナ, IMU (Inertial Measurement Unit, 慣性計測装置), デジタルカメラ, レーザスキャナを装備することで, 最高時速 80km で走行しながら道路空間の画像データおよび 3 次元レーザ点群データを計測することができるシステムである (塩田ほか, 2008). レーザ計測は 1 秒間に約 2 万 6 千発のレーザが照射され, 道路 (車両走行軌跡) に沿った形で高密度な 3 次元レーザ点群データ (以下, MMS データという) を取得することができる.

本研究で用いる MMS データは, 平成 20 年 12 月に大阪府豊中市の阪急電鉄岡町駅周辺で撮影されたデータを使用した. レーザは前方上方および前方下方の 2 機が存在し, データの精度は絶対精度 (移動体測量による座標取得の正確度) は 10cm 以内, 相対精度 (移動体測量による座標取得の安定度) は 1cm 以内である. データ内容は座標値 (XYZBLH), GPS 時刻, 誤差およびカラーバリュ (RGB) である.

3. 簡易モデルを用いた都市モデルの構築

MMS データの特性と, 景観操作対象をモデル化するにあたって必要となるモデリングの詳細度 (level of detail, LOD) を考慮しつつ, 都市モデルの構築を試みる.

MMS データは image-based であり, データ取得時の観測点からデータを確認する分には, 図 2 のように地物の大まかな形状の判読が可能である. しかしながら, 観測点と異なる場所から確認した場合や, 近接したりするとデータの判読は困

難になる. また, データを個別に操作することは難しいという特徴ももっている.

そこで, MMS データを操作可能な model-based へと展開するための端緒として, 今回はキューブモデルによる簡易な三次元表示を試みた. なお, 詳細度は建築物の壁面が判読できる程度とした.

3. 1 キューブのサイズ設定

MMS データからキューブモデルに変換するにあたり, キューブ 1 辺のサイズを決定しなければならない. MMS データの取得間隔は, 車両軌跡



図 1 MMS 外観



図 2 MMS データ (生データ) の出力

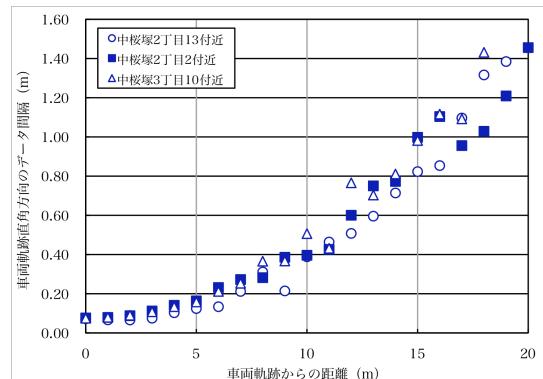


図 3 観測距離とデータ取得間隔の関係

直角方向の距離が大きくなるにつれ取得間隔も大きくなる。勾配 2 %以下の比較的平坦な交差点において距離とデータ取得間隔を調べた結果、図 3 に示すとおり距離が 5m 以内であれば 20cm 間隔でデータが取得できていることがわかった。そこで本研究では、キューブのサイズを 20cm と設定し、モデルの構築を行った。

3. 2 キューブによる都市の表現

MMS データに対し単純に 3 次元的に正規化処理を行い、20cm のキューブで表現したものを図 4 に示す。MMS データを単純に読み込んだだけでは、表示時にデータ取得時の位置に視点を合わせないと各点が意味する情報が伝わりづらいが、キューブに変換することで意味が伝わりやすくなるとともに、操作も可能になる。

次に、景観を操作するため、キューブモデルを地表部と地物部に分ける。地表部の判定は、車両軌跡に対して車幅の約 1/2 となる 90cm のバッファリングを行い、2 次元でバッファが内包するキューブを地表面と定義した。地表面を定義したキューブの周辺に位置するキューブを順にチェックし、歩道の段差（歩車道境界ブロック）以上の高低差が発生する場所を建築物、それ以外を地表面と分類することで、地物と地表面を分離した。ここでは、歩車道境界ブロックの高さ（30cm）を用い、キューブにして 2 つ以上の段差をしきい値としている。分離した結果を図 5 に示す。

キューブを地表部と地物部に分離して地物を操作するに当たり、分割の基準として建築物や塀、電柱といった細目の設定が必要になる。そこで基盤地図情報を用い、建築物の抽出を行うこととした。基盤地図情報の建築物の外周線で地物部のキューブをクリッピングし、図 6 のように建築物を構成するキューブを確定させた。

3. 3 視線除去法の適用

前項のように、MMS データから作成したキュ

ーブモデルをクリッピングすると、建築物の外周線の内側が詰まった状態でないため、視覚的にたくさんの穴あき部分が生じる。そこで、建築物の外周線内をキューブで充填する方法を検討した。

MMS データ単独では、建築物上面が観測できないことから建築物高さが判読できない。また、地表・地物を問わずに周辺の表面情報を取得するため、地物の範囲がわからないという特性がある。そこで、基盤地図情報の建築物の外周線と LIDAR データから作成した解像度 2m の DSM データを用いて作成した建築物のキューブモデル



図 4 ソリッドキューブによる都市モデル

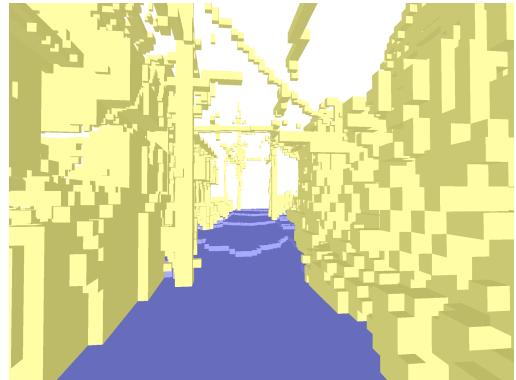


図 5 地表・地物部に分けたキューブ

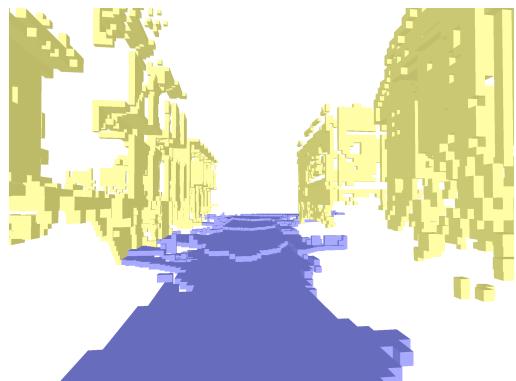


図 6 建築物を外周線でクリッピング

(データ A) と MMS データから作成したキューブモデル (データ B) との合成を試みた。

両者の合成はデータ B の情報が不足 (建築物側面の一部情報しかない, 高さがわからない, など) している点から, 簡単な論理演算では処理できない。そこで, 対象範囲全体をキューブで埋め尽くした後, MMS データが有する時刻データを用い, 図 7 のように任意時刻の観測点と観測された MMS データ間を視線と見立て, その間に存在するキューブを除去 (視線除去法) することで建築物ファサードの状況のみ再現した上で, 未確認部分をキューブで埋めたデータ (データ C) を作成した。データ A と C を AND 演算することで, 図 8 のように建築物ファサードを表現したキューブモデルが完成する。

3. 4 詳細モデル構築への展開に向けて

ここまでキューブモデルを用いた都市モデルの構築を試みてきたが, 図 8 のとおり粗い表現となった。解像度を上げると多少表現は良くなるかもしれないが, レーザおよび PC の性能向上が不可欠となる。したがって, キューブモデルよりもデータ量が小さく, かつ地物を個別に操作することができる一般的なサーフェイスモデルによる表現を試みる必要があると考えている。

4. おわりに

本研究では, 新しい地理空間データである MMS データを用い, キューブモデルに変換することで三次元都市モデルの構築を試みた。キューブ化により操作可能な都市モデルになるものの, 表現の粗さを解消するには至らなかった。

キューブモデルは樹木の葉密度の分析や中空構造物を含む可視解析といった景観分析などには用いることができるものの, 蓋然性高い都市モデルの構築 (天野・吉川, 2009) には不適であった。今後はサーフェイスモデルをベースに蓋然性高い都市モデルの構築を目指したい。

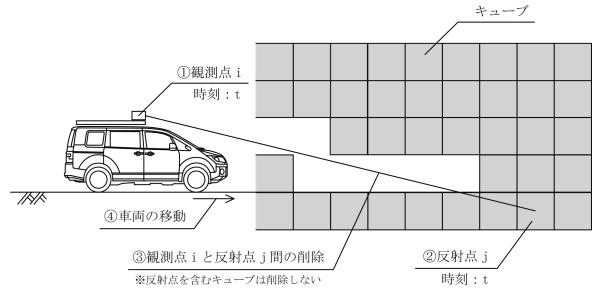


図 7 視線除去法

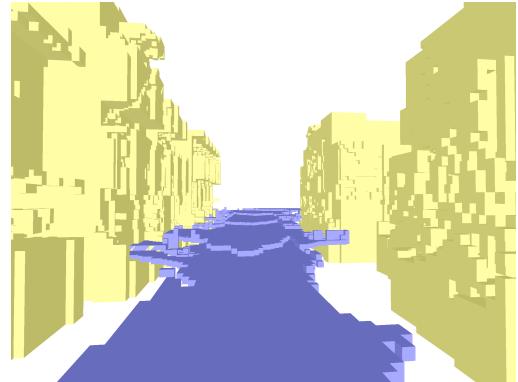


図 8 視線除去法適用後にクリッピング

謝辞

本研究を進めるにあたり, 各種協力頂いた株式会社パスク・平尾公孝氏, 同・西村修氏, 株式会社 GIS 関西・安井嘉文氏に感謝の意を表する。

参考文献

- 天野貴文・吉川眞 (2009) : 建物屋根形状の簡易判読・自動生成システムの開発, 土木学会景観・デザイン研究講演集, **5**, 57-62.
- 天野貴文・吉川眞 (2010) : DSM を用いた建物屋根形状の簡易判読の試行と評価, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集, **65**, 39-40.
- 塙田定俊・吉川眞・田中一成 (2008) : 空間情報技術を活用した枚方宿の変遷景観, 地理情報システム学会講演論文集, **17**, 37-40.
- 吉川眞 (2007) : デジタルシティと VR, 都市計画, **270**, 47-50.
- Yamano, T. and Yoshikawa, S., 2003, Three-dimensional Urban Modeling for Cityscape Simulation, *Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM 2003)*, 9b3.pdf (CD-ROM).