

ダイナミックマップデータの自動図化

高橋由華子*

Automated Mapping System of Dynamic Map Data

Yukako Takahashi

要旨

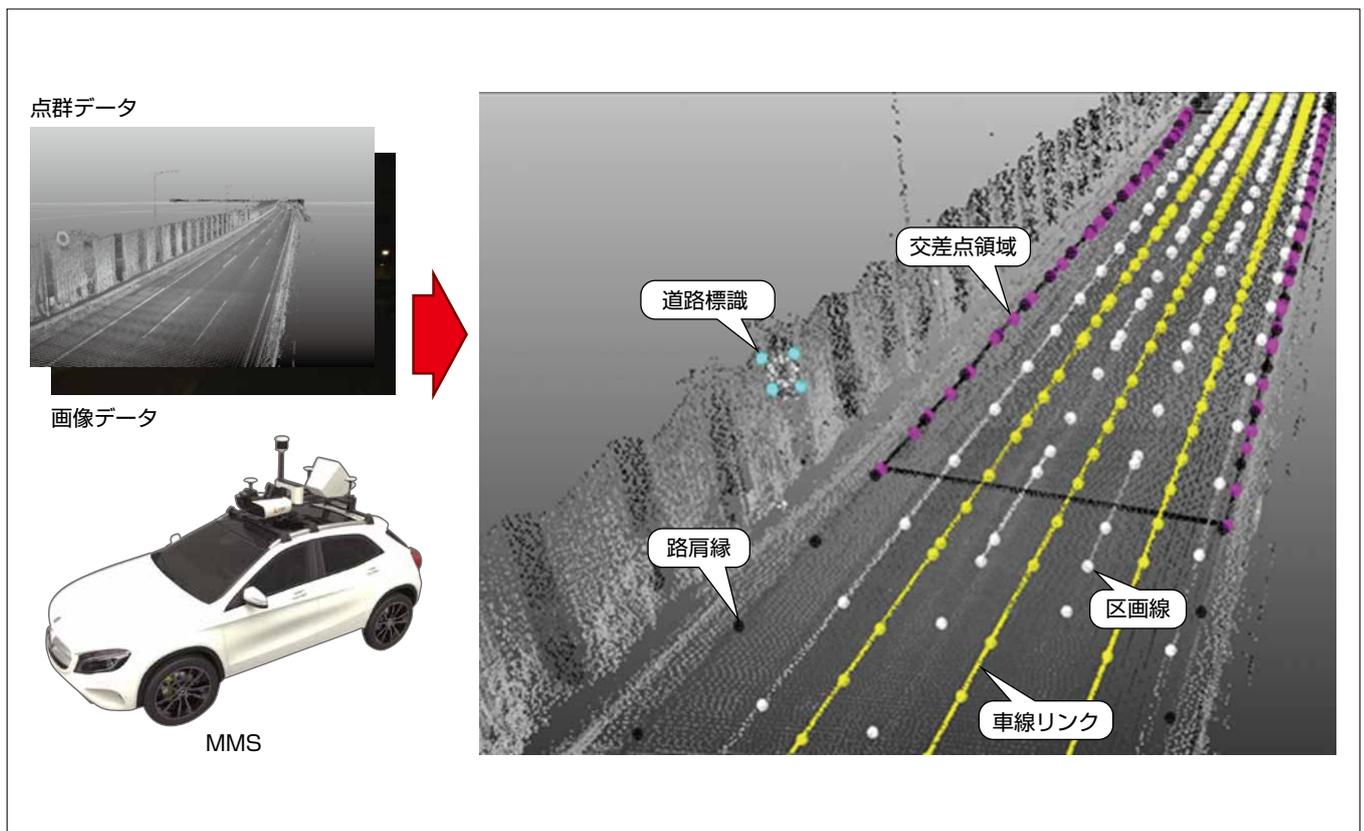
自動運転の実用化に向けて、各種開発・実証実験が進められている。車両に搭載する、自動運転のキー技術の一つである高精度三次元地図(ダイナミックマップ)を自動生成する自動図化技術を開発した。

ダイナミックマップデータはMMS(Mobile Mapping System)によって取得した三次元レーザ点群データとカメラ画像データから道路上の区画線、路肩縁、道路標識、道路標示等の地物を検出・図化することで生成する。

従来はMMSによって計測した点群データと画像データを用いて、手作業で図化していた。この図化作業を自動化し、効率化することで地図作成コストを低減することが期待される。

今回開発した自動図化ソフトウェアは、高速道路・自動車専用道路上にある地物を点群データの形状・位置情報から算出し、画像データから道路標識と道路標示の種別を画像認識で判定する⁽¹⁾ことで地物検出の自動化を実現した。また、ユーザーが生成した地図データの図化距離に応じた従量課金を行う新たなビジネスモデルも構築した。

今後は国内の高速道路・自動車専用道路だけではなく、一般道路への展開と海外対応を進め、事業化を推進していく。また、自動図化ソフトウェアをMMSと連携・一体化するなど他社差別化技術によって、市場での優位性を確保し、測位端末、MMS及び高精度地図等の高精度測位事業全体での拡大を目指す。



自動図化

MMSによって計測された点群データ・画像データを自動図化ソフトウェアに入力することで区画線、路肩縁、道路標識、道路標示などの地物が算出される。点群データから地物の座標を算出し、画像データから道路標識・道路標示の種別を判定する。自動図化ソフトウェアは、ダイナミックマップデータを生成するに当たり、これらの図化作業の自動化・効率化を実現した。

1. ま え が き

2020年に限定地域でのLevel4、2025年に高速道路での完全自動運転を実現するために国内外で研究開発が進められている。Level4の自動運転では緊急時を除き、加速・操縦・制動全ての動作を自動車が実施し、Level5ではドライバーの操作が不要な完全な自動運転となる⁽²⁾。快適で安全な自動運転技術の実用化のためには、車両に搭載される高精度なセンサと、準天頂衛星による高精度な自車位置情報など様々なセンサの利用が必要となる⁽¹⁾。

車両に搭載されるセンサの一つに高精度三次元地図(ダイナミックマップ)がある。従来手作業で実施していた三次元地図の作成を自動化することで他社差別化を図り、市場での優位性確保を狙うためにダイナミックマップに対応した自動図化ソフトウェアを開発した。

自動図化ソフトウェアは高速道路・自動車専用道路上の地物算出に用いられるもので、本稿では、この開発の内容と今後の展開について述べる。

2. 自動図化システム

2.1 システム概要

図1に自動図化システムを示す。ダイナミックマップデータは、自動走行を実現するための静的・動的情報を組み込んだ高精度な三次元地図データである。動的情報は周辺車両や歩行者など変化する情報を指す。静的情報は道路の形状等の静的な情報を指し、自動図化ソフトウェアはこの静的な高精度三次元地図を生成するものである。MMSによって計測された三次元レーザ点群データと画像データを自動図化ソフトウェアに入力すると、道路地物の図化データが出力される。図化データはダイナミックマップデータの静的情報の元となる静的な高精度三次元地図となる。

2.2 自動図化ソフトウェア

自動図化ソフトウェアによって検出される地物には、区画線・路肩縁・道路標識・道路標示等の実在地物と、車線リンク・交差点領域等の実在しない仮想地物がある。これらの地物には、点群データだけで算出可能な地物と画像データを用いて算出する地物の2種類がある。

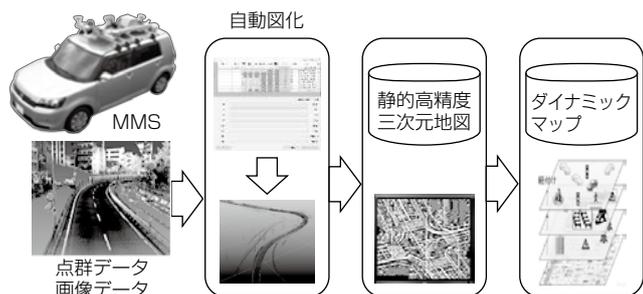
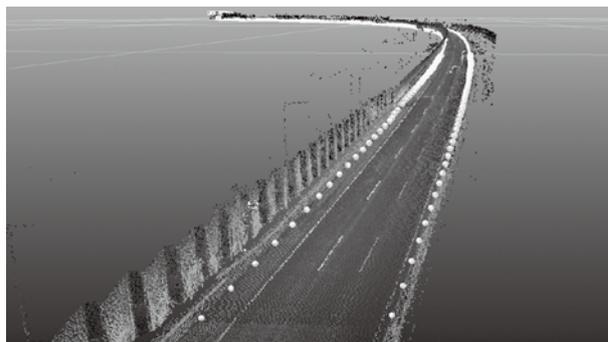


図1. 自動図化システム

2.2.1 実在地物

実在地物の例として路肩縁・区画線等があり、点群データに含まれる座標情報・輝度情報によって算出される。路肩縁は、路面からの高さ方向の変化を検出して生成する。縁石や側壁によって区切られた道路、すなわち車両が走行可能な範囲を示す最重要地物である。区画線は、MMSに搭載されるレーザスキャナが反射輝度情報を検出可能であることを利用し、道路面の白線部分、すなわち反射輝度が周囲の路面より高い値となる部分を区画線として検出する。東名高速道路(海老名JCTから前後5km)での路肩縁・区画線の図化結果例を図2に示す。

この自動図化結果で、誤検出・未検出といったエラーケースも実道路環境での計測データに対しては存在する。これらの誤検出・未検出の要因としては、図3に示すとおり、路肩から道路内にせり出している植生及び並走車によって路肩の点群データが取得されていないケースが支配



(a) 路肩縁



(b) 区画線

図2. 東名高速道路(海老名JCT)での図化結果例



図3. 計測データによる誤検出・未検出例

的であり、点群データが正しく取得できている部分では問題なく検出できることを確認した。しかし、現実にはこれらの問題は避けることはできないため、これらの外乱に対する検出アルゴリズムの高度化に継続して取り組んでいく。

MMSでの道路計測では、高速道路上の分岐や車線数が多い場合は複数回の計測を行い、道路上を漏れなく計測することが必要になる。そこで自動図化でもMMSの1計測データでの図化だけではなく、複数計測データをマージし、道路上を漏れなく図化するマージ処理を実装した。図4に、分岐点での路肩縁のマージ処理結果を示す。

2.2.2 仮想地物

仮想地物の例として車線リンク・交差点領域について述べる。車線リンクは、区画線の中心、すなわち車両の走行位置を示す地物である。区画線・路肩縁によって区切られた位置の中央とするため、区画線と路肩縁の図化データ情報を元に生成する。交差点領域は、車両が車線変更を行うエリアと定義付けられており、車線数の増減する区間を検出し、路肩縁・車線リンクの図化データを基に生成する。図5に東名高速道路での車線リンク・交差点領域の図化結果例を示す。

2.3 Viewerとの連携

自動図化では点群データから図化データを生成するが、実際に地図を作成するにはこの図化データの閲覧・修正が必要となる。そのため、閲覧・修正を容易にするため既存の作図用Viewerと連携させ、Viewerのオプション機能として自動図化ソフトウェアを起動させることを可能にした。

図6にViewer表示例を示す。図6(a)は図化結果の表示画面例を表している。図化結果ファイルを選択し、点群データと図化データを重畳表示させることによって、正確な修正が可能になる。図6(b)はパラメータ設定画面例を示しており、検出範囲等がユーザーによって設定できる。これによって、様々なパラメータに対応した図化を実行し、容易に表示・編集ができるシステムを実現した。

2.4 従量課金システム

自動図化ソフトウェアのユーザーはソフトウェアを使用する前にソフトウェアのライセンス認証を実施することで、

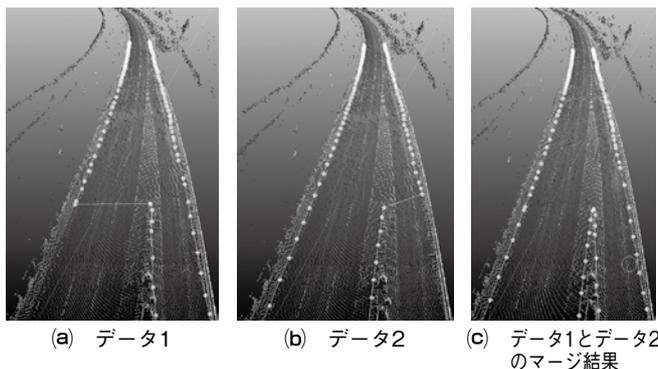
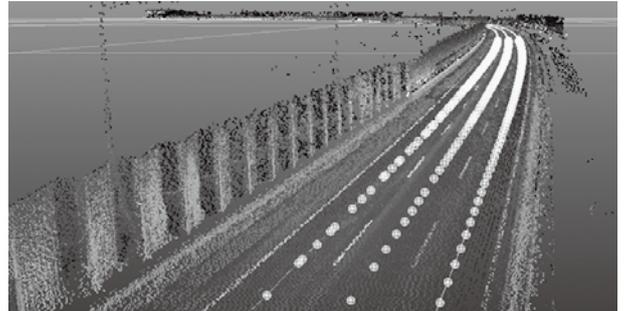


図4. 路肩縁のマージ処理結果

機器情報をソフトウェア提供元に送信する。ソフトウェア提供元は送信された機器情報をネットワーク上で管理する



(a) 車線リンク



(b) 交差点領域

図5. 東名高速道路での図化結果



(a) 図化結果の表示画面



(b) パラメータ設定画面

図6. Viewer表示例

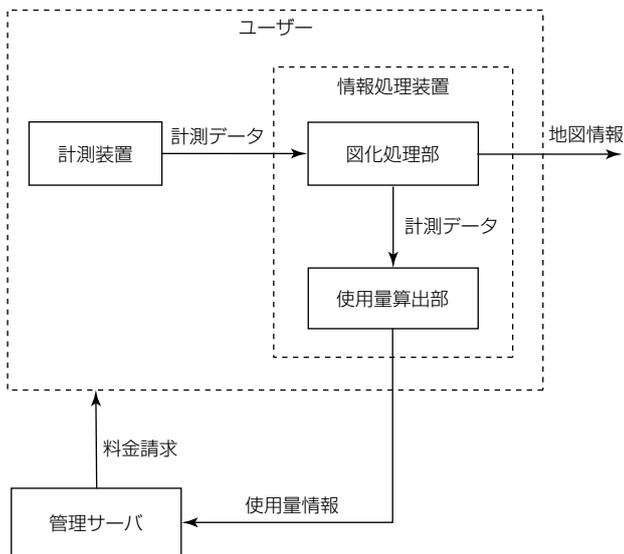


図7. 従量課金システム

ことで、不正コピー・不正利用を防止する。ネットワーク上ではライセンス認証機器の情報とユーザーのソフトウェア利用状況を管理でき、ソフトウェア利用状況を基に、ユーザーが図画を実施した距離に応じた従量課金を可能にした。従量課金システムを図7に示す。

3. 今後の展開

3.1 海外道路への適用

海外道路での適用検証として2017年に米国、2018年にオランダでMMS計測を行ったデータを用いて自動図化ソフトウェアの検証を実施した。図8にオランダでの実在地物の図化結果を示す。

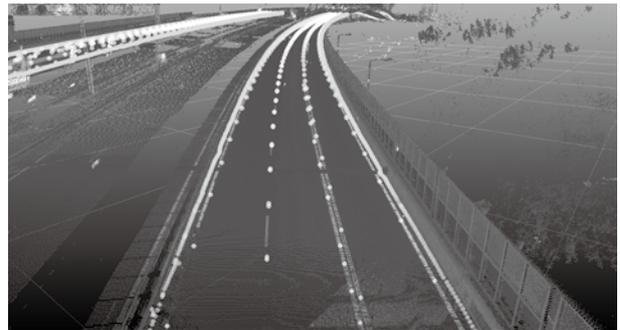
海外道路での適用に関しても、日本と同じデフォルトパラメータで問題がある場合は、各パラメータ調整でおおむね対応可能であることを確認した。一方で特殊な形状の地物(道路標識・道路標示)等に関してはアルゴリズムを検討した上で改善を進めていく。今後は北米・ヨーロッパだけでなくアジア諸国への展開を推進する。

3.2 一般道路への適用

高速道路・自動車専用道路のダイナミックマップデータの整備に続いて、一般道路についても整備が始まる見込みである。自動図化ソフトウェアについても一般道路での地物形状に対するアルゴリズム改良と、一般道路用地物への対応を進め、一般道路への適用を進めていく。



(a) デフォルトパラメータでの図化結果



(b) 調整済みパラメータでの図化結果

図8. オランダでのデータの図化結果

4. むすび

自動図化ソフトウェアの開発によって、ダイナミックマップの生成を自動化し、効率化を実現した。2020年の自動運転実現に向けて、一般道路対応、海外への展開など活用シーンを拡大していくことが期待される。また、継続的な性能改善を進めていくとともに、外乱等の影響を受けにくいアルゴリズム開発に取り組んでいく。さらに計測センサ(MMS)やインフラ設備(準天頂衛星)との連携を強化しつつ、より高度化した自動図化ソフトウェアを開発することで自動運転に関わる新たな技術を広く展開していく。

参考文献

- (1) 自動運転向け高精度三次元データ自動生成技術, 三菱電機技報, 92, No1, 23 (2018)
- (2) 三菱電機(株): 三菱電機の自動運転の取り組み, 株主通信2016 (2016)
http://www.mitsubishielectric.co.jp/ir/data/business_report/pdf/h28_01/2.pdf