

ダイナミックマッピング方式による災害対応カーナビゲーションと自動運転支援
角本繁、吉川耕司、小笠原茂宏、畑山満則

Dynamic Mapping Method for Car Navigation under a disaster and Autonomous Driving Car Assist

Shigeru KAKUMOTO, Koji YOSHIKAWA, Shigehiro OGASAWARA, Michinori HATAYAMA

Abstract: カーナビゲーションや自動運転では、新設道路や交通情報が随時反映される必要がある。そのため、情報サービスセンターで道路データベースを管理して、推奨経路を算出し、結果をブラウザ画面に送る方式が普及してきた。東日本大震災などの大規模災害のもとでは、通信が途絶する危険性が高い。一方、ナビゲーション機能によって安全な方向への誘導が求められる。

端末に時空間データベースを保存して、最小限の変化データを同報配信することによって即時的に変化を反映するダイナミックマッピング方式を検討した。本提案は、①位置データの座標値によって空間検索を高速化する処理、②リニアリファレンス処理を組み合わせで実現した。

カーナビゲーション、危機管理の組み合わせを必要としている海外応用として具体化を検討中である。行政応用や専用通信システムとも組み合わせた、洪水や津波などの災害を回避システムに展開することを計画している。緊急情報として時空間データベースを送受信するためには、標準化が重要になる。

Keywords: 時空間データベースシステム(Spatial temporal database system)、カーナビゲーション(Car Navigation)、自動運転(Autonomous Driving)、防災システム(disaster management)、(国際)標準(International Standard)

1. はじめに

日本の多くのカーナビゲーションシステム（以下、カーナビ）では、JIS規格（KIWI_1.22）に準拠、または拡張版の地図データベースが用いられてきた。標準機能としては、地図表示、位置照合、ルート計算、誘導、住所参照、サービス情報検索である。技術の高度化と実用化が進む運転支援や自動運転では、運転制御にも使える地図データベースが求められる。

自動運転は、5レベルに分類されるが、その中のレベル5（完全自動運転）実証実験も進みつつある。目標の2025年までの実現には課題も多いと聞かすが、世界の技術は確実に進んでいる。

本研究では、自動運転のための地図データについて検討を進めており、平成30年度には、関連の地図データベースの実時間処理の要求と対応方法の検討結果を紹介した。

本発表では、地図データの構成方法に関する検討内容を発表する。本研究は、私的な研究であり、組織的な研究でないことを、お断りしておきたい。

2. カーナビ、自動運転のための地図環境

カーナビ用の地図データベースは、実測車による道路計測によって、道路形状の記述精度の向上、道路標識や道路付帯物の追加登録が進んだ。特徴としては、処理に必要な全データベースを事前に準備して、そのまま使うことにある。

スマートフォンのアプリに含まれるナビ機能では、データベースをサーバーで管理しているため、新規に開通した道路の反映が早い利点はある。しかし、通信の途絶による安定性の課題は残る。通信網の整備された都市内でも短時間の途絶は起こる。5Gの普及によっても、電波の遮蔽や集中は避けられない。自然災害の現場では、設備が被災するため、その影響は大きい。

自動運転の運転制御では、運転中に起こる変化にも対応する必要があるため、データの実時間性が要求される。車載センサーで取得された計測情報の統合も可能な随時更新型データベースが求められる。

自動運転のための（地図）空間データベースとしては、高精度の3次元地図の利用が指向されてきた。点群データの利用によって、3次元計測とそのデータからの図化の手順も確立されてきた。

自動運転の実証実験が進む中で、データ配信、データの維持管理、コストなどの課題も明らかになってきた。

3. 自動運転のための地図データベース

運転者の介在しない「完全自動運転システム（レベル5）」は、カーナビの経路算出の拡張機能（推奨経路算出機能）、車載センサーによる計測（状況検知機能）、車の運転制御（制御機能）、からなる総合制御システムと見ることができる（図1）。

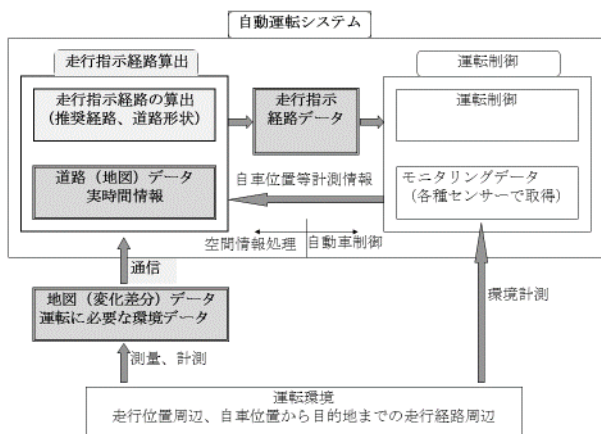


図1 自動運転システムの一構成

カーナビと自動運転の差は、推奨経路に対して、人が操作するか、センサーで取得する周辺情報と推奨経路および道路形状の地図データを利用して自動制御をするかになる。

カーナビと自動運転とも共通に、地図データから推奨経路の算出が求められる。自動運転では加えて、道路形状などの走行制御に関する道路形状情報が要求される。

走行ルートが確定しているバスの運行では、推奨経路は固定される。また、高速道路の走行に限れば、推奨経路の算出は、限定的であり、動的なデータに対する要求もほとんど無いといえる（道路障害、渋滞などの情報提供の議論はあるが、センサーによる検出と走行制御の課題に位置付けられると考える）。

タクシーや物流輸送車などは、センター管理がなされるため、推奨経路はルート変更も含めてセンターで管理される。

バス、タクシー等、高速道路の走行、では、車に地図データを持つルート計算に対する要求は低いか無いと言える。状況によってはセンターからの車を操作することもできると考えられる。

地図データを車に持ち、随時のルータ探索を行うのは、一般車に限られると考えられる。

4. 経路データと道路形状データ

推奨経路算出機能（ネットワーク解析）によって、対象地域の道路ネットワークデータから推奨経路（走行経路）が算出される。自動運転では、その経路に沿った道路形状データが必要になる。

カーナビでは道路を中心線（代表線）で表す道路経路データを用いて、道路ネットワークデータを生成してきた。自動運転の制御で必要とする道路形状データは、ベルト（図2、2016年度大会資料を参照）で表現することは、先に発表した。

ベルトは、縮退するとベクトルになる面と定義される。一般にGISで使われてきた面は縮退すると点になることで、ベルトと異なる。運転制御を行うためには、道路ベルトが必要で、ベルトで走

行経路が記述されることが求められる。

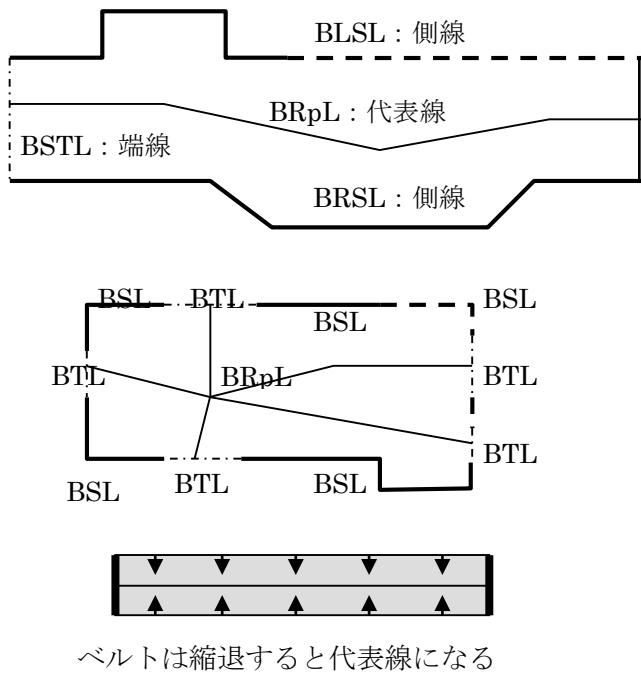


図2 ベルトによる道路表現

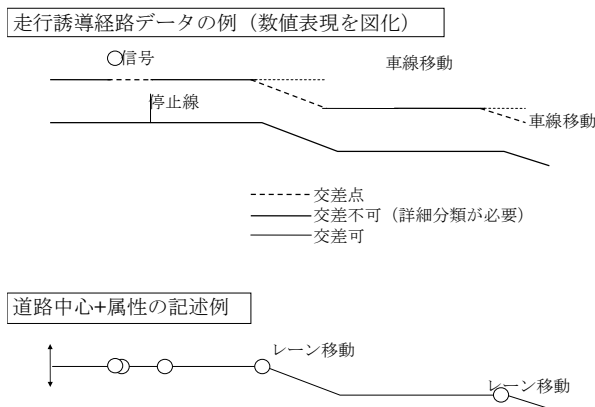


図3 推奨走行形状データの例

詳細道路データは、ベルトを推奨経路にそって繋いで生成される(図3)。推奨経路の算出に、レーンを加味する。このレーンもベルトで表現できる。

推奨経路に沿ったベルトを構成するためには、交差点間を結ぶベルトで、道路を記述して、ベルトデータでネットワークを構成する方式も考えられる。この場合は、ベルトの端線をノードに対応させて、側線をリンクに対応させることになる。

ここで、道路形状データとして、自動運転に要求されるデータは、道路管理のための道路台帳に準ずるものではない。走行制御で必要とするのは、運転に必要なマージンが取れるか、側線を横切れるか否かという情報である。ここで、側線の属性として必要になるのは、横切ることが物理的に不可能であるか(壁や崖の境界など)、法的に許されない(緊急時は横切ることができる)などの情報である。道路が運転制御に対して十分に広ければ、境界線の詳細形状は不要といえる。

長い直線道路については、ベルト表現は道路中心線と幅員で代替される。

これらのことを考慮すると、要求される道路データは、中心線による道路形状データとその道路中心線に関係付けられるベルトで、構成することが推奨される。ここでは、道路形状が複雑である場所にだけベルトデータを関係付ける(図4)。直線道路や十分な幅員のある道路やレーンについては、代表線に幅員と側線(形状は登録しない)の性質を属性として付与することになる。

道路中心線の位置精度について考慮する必要がある。道路記述に対しては、カーナビで要求される位置精度よりも、自動運転の要求の方が高い。カーナビ用に整備された道路中心データを使う場合には、ベルトデータが不要な単純形状の道路でも、中心線の精度を上げる必要が生じることが予測される。その対処として、ベルトを縮退したと想定される縮退線で表現することができる。

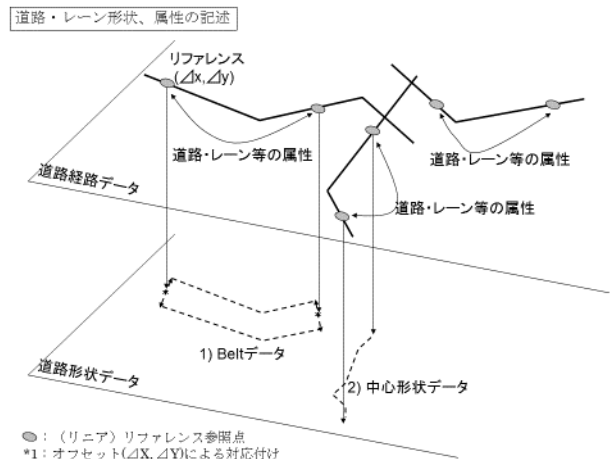


図4 道路中心線とベルトデータの関係付け

道路中心線データとベルトないしベルト縮退線（中心線）との関係付けには、リニアリファレンス表現が有効である。従来の記述では、道路中心線上の位置に、オフセットを加えた位置に関係付けている。しかし、ベルトでは、位置精度が異なる対応付けになるため、本来は同位置にあって重なるものがずれて記述されていることに配慮するためのオフセット記述を加える。リニアリファレンスの拡張であるが、空間対応付けと考えることもできる。

このリファレンス記述によって、従来のカーナビデータを、ベルトまたはベルト縮退線で補完することで、自動運転で要求される走行誘導経路データ（図3）を生成することができる。

5. ダイナミックマッピング方式と随時更新

随時更新として要求されるのは、更新データの統合と補助テーブルに、そのデータを反映させることである。

特に、ルート探索用の補助テーブルの作成には、従来は長時間の事前計算を要していた。その解決は、空間分布型空間データ検索手法によって、実時間処理を可能にすることができた（2017年度本発表参照）。

各種センサーデータによるセンシングで得られる計測データを推奨経路に反映させることで、車線レベルの誘導データとすることができ、新たな推奨経路データを得る。

走行履歴や道路状況によって、推奨経路が変化するため、ダイナミックマッピング処理が必要になる。自動運転車については、通信の途絶にも、状況変化にも即時的に対応する必要がある。

6. 自動運転と防災

洪水や津波などの自然災害、広域に影響が及ぶ原子力災害、事故や渋滞に対して、従来の人による運転では、運転者の感や経験に頼った対応が取られてきた。それに対して、自動運転では、緊急

事態の対応で適切な誘導をする必要がある。経路変更に対応できる応答速度としては、数秒から分オーダーの指示が、共通のデータとして配信される必要がある。この情報は、同時に一般利用者にも提供されるデータとして歩行者や公的機関でも共有されることが望ましい。目的地周辺に火災などの異変が起きた場合には、目的地を変更する対策も必要である。

ここに、標準化と確実な配信の仕組みの実現が重要になる。この標準化は、国境を越える場合も考慮すると（海外からの旅行者など）、国際標準である必要がある。

自動運転車は、緊急時にも自立的に動く必要がある。平常時の走行制御を自動化することに加えて、緊急時の情報連携をするためにはダイナミックマッピングが有効な方式となると考える。

7. 今後の検討

自動運転技術は確実に前進し、いずれ実用化されると考える。自動運転では、人の応答速度（視覚検知から動作）は、100m 秒オーダーと聞く。情報処理の速度がこの速度を超えることは明らかで、自動運転で安全性の向上が期待される。

東海道新幹線の走行速度が、マニュアル操作の限界を超えたので、コンピュータ制御にしたことと類似と考える。

高精度データとして大きな経費がかかるデータ収集に依存すれば、実験サイトでは良好な結果が得られることは推測ができる。データの維持更新や範囲拡大には、現実的な費用ではまかなえなくなり、結果として利用拡大は望めない。

従来のカーナビデータの活用と維持管理の改善によって、大幅なコストダウンと維持管理を実現する必要があると考える。この実証を進めていく計画である。

参考文献：

平成 28～30 年地理情報システム学会大会論文