

# HDL技術によるV2X相対位置判定

Relative Zone Classification in V2X by HDL Technology

\*三菱電機モビリティ株式会社

## 要 旨

近年、自動車業界では100年に一度と言われる変革期にある中、CASE(Connected, Autonomous, Shared & Services, Electric)領域の技術開発を加速させている。V2X(Vehicle to everything)は自車両が他車両や外部ネットワークに接続するためのキー技術であり、安心安全を目的としたADAS/AD(Advanced Driver Assistance Systems/Autonomous Driving)の認識性能の向上や車両間の協調制御をスムーズに行うための技術として期待が高まってきている。世界的にも欧州・米国を中心に検討や開発が盛んに行われており、日本でも制度整備や実現検討がなされ、高速道路での実証試験も進められている。

三菱電機モビリティ株式会社(MELMB)では、より安心安全なADASアプリケーション(衝突警報など)を実現するためのV2X技術として自車両と他車両の位置情報から他車両との相対的な位置関係の算出精度を向上させ、衝突危険性の警告精度を高めるための技術を開発した。この技術では、高精度ロケータ(High Definition Locator: HDL)技術の特長である高精度な位置情報と地図情報を用いることで自車両周辺の他車両の状況をより正確に認識し、相対位置及び警告の高精度化を実現した。

## 1. ま え が き

ADASや自動運転システムが近年、各車両に搭載されている。主な車両制御としてはカメラやミリ波等の車両センサーによる検知結果に基づいた制御であり、物陰や見通しが悪い場合などセンサーでの検知が難しい範囲やユースケースについての考慮が必要になってきている。これらの課題に対して、V2Xによって車外と接続することで自車両と他車両、二輪車、信号などのインフラ、歩行者との間で相互の挙動を事前に把握し、衝突危険性の警告などを行うことが可能になる。その結果、安全性、利便性、快適性を向上させることができ、交通事故減少、渋滞緩和、環境負荷低減などの効果が期待される。

V2Xの技術課題として、相互に挙動を把握し衝突危険性の警告を行う際、他車両の座標位置及び状況から自車両と他車両との相対的な位置関係を高い精度で把握することが挙げられる。この点について、自車両に関しては高精度ロケータによるGNSS(Global Navigation Satellite System)やセンサー情報、地図情報を用いたマッチング補正処理によって高い位置精度を保つことができるが、他車両から受信した位置情報に関しては他車両の測位性能によって位置精度の信頼性が必ずしも高いとは言えない。そのため他車両の位置推定の精度を高める技術が求められている。

本稿では、これらを改善するために、HDL技術の特長である高精度な位置情報と地図情報を用いて他車両との相対位置の算出精度向上技術に関するMELMBの取り組みについて述べる。

## 2. HDL技術を用いたV2X開発の取り組み

### 2.1 従来のV2X技術での課題

V2X技術では、自車両と他車両とで緯度経度、高度などの位置情報を相互で送信を行う。受信した他車両の位置情報を用いて、自車両と他車両との相対的な位置推定をリアルタイムで実施する。次に相対的な位置推定に加えて、自車両と他車両それぞれの移動方位、速度、任意の到達点までの距離、到達に要する予測時間から衝突などの危険性を推定し、ユースケースに応じてドライバーに対して情報提供・注意・警告を行うかの判断を実施する。

V2X技術での課題として、他車両から送信される位置情報だけでは正確な位置推定が困難であることや、自車両に関

連する道路上又は走行車線上に他車両が存在しているかの推定が困難であることが挙げられる。そのため他車両の位置推定の精度を高める技術が求められるが、以前から用いられている他車両の走行経路履歴からの位置推定では、他車両の位置情報の精度や走行している道路形状などによっては、必ずしも正確な推定を行うことができない。

これらによって起こり得る問題として、現実には自車両と他車両とで衝突の可能性がないにもかかわらずシステム上では危険性を推定しドライバーに誤警告を通知してしまうことや、逆にシステム上では衝突の可能性がないと推定されるが、実際には衝突の危険性が存在する誤判断の場合が考えられる。

このような誤警告や誤判断は、車両ドライバー、交通に対して安全なシステムを提供できない可能性を持つことになる。これらの要因を低減し信頼性の高いV2X技術を確立するためには高精度な他車両位置の推定が必要になる。そのためMELMBでは図1に示すように、他車両のマップマッチングの実施とそれを用いた相対位置判定技術の開発を行った。

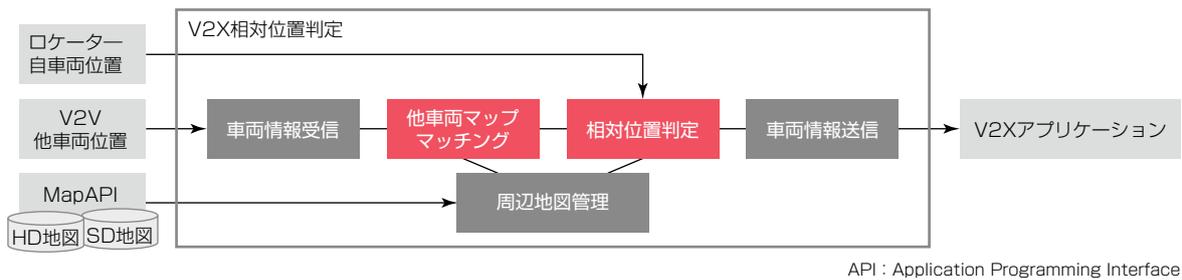


図1 - HDL技術を用いたV2X相対位置判定機能のシステム構成

本稿では、2.2節でHDL技術を用いた他車両マップマッチングによる位置推定の向上について述べて、2.3節ではHDL技術を用いた自車両と他車両の相対位置判定の方法について述べる。また2.4節でHDL技術を用いたV2X相対位置判定に関する評価結果について述べる。

## 2.2 HDL技術を用いた他車両マップマッチング

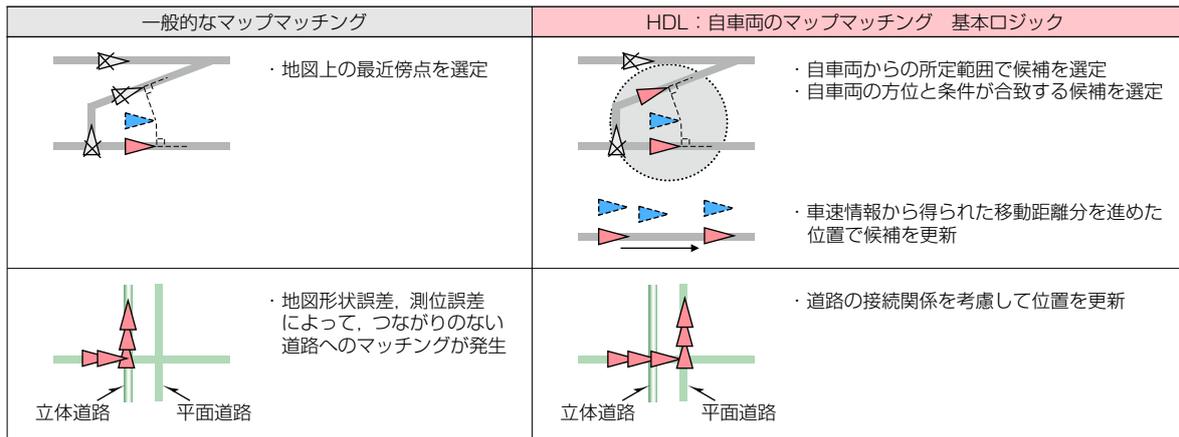
高精度ロケータでは衛星測位とDR(Dead Reckoning)によって高精度の測位を行い、さらに高精度地図(以下“HD地図”という。)で車線単位の情報が整備されていることで走行車線単位の特定を行うことができ、また関連する前方や周辺の地図が利用可能になる。それに加えて従来のナビゲーションシステムで利用される地図(以下“SD地図”という。)も搭載されており、一般道走行中はSD地図を活用する。HD地図は主に高速道路や一部の高規格道路で活用されている(図2)。

		HD地図	SD地図
情報の粒度	車線単位		
地図精度	50cm以下		
対象道路	高速道路や一部の高規格道路		
		道路単位	全ての道路

画像 ©2024 Airbus, Maxar Technologies, 地図データ ©2024 Google

図2 - HD地図, SD地図の情報内容

従来の地図情報を用いたマップマッチングでは、測位位置に対して地図上の最近傍点をマップマッチング位置としていた。しかし道路形状や測位誤差によっては算出位置が実際の走行位置と異なることが多く発生する。そこでMELMBのHDL技術では、自車両の測位位置を中心とした所定範囲の道路から自車両方位の条件に合致する地点を候補位置としている。また自車両が走行し位置更新が発生する場合、車速情報から移動距離を算出することで自車両移動に伴うマッチング性能を安定させることができる。この技術をV2X技術での他車両情報にも適用することでHD地図, SD地図を用いる際に自車両位置同等のマッチング性能を他車両でも得ることが可能になる(図3)。

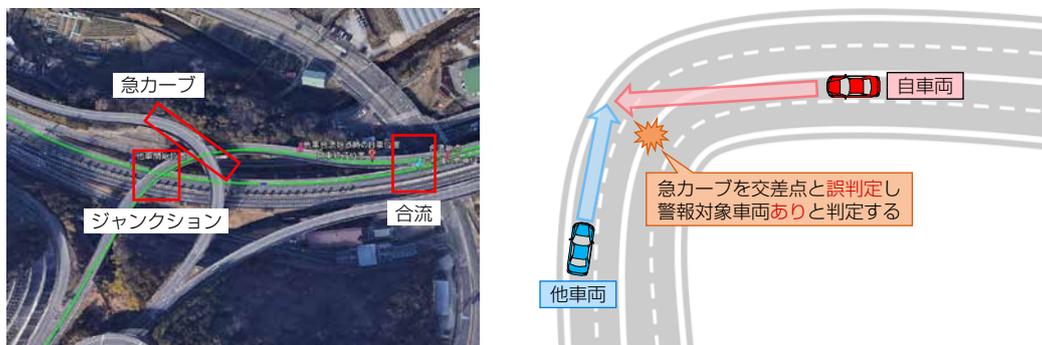


▶ 自車両の測位位置    ▶ マップマッチング位置    → 車速情報から得た移動距離

図3-HDL技術でのマップマッチング方法

### 2.3 HDL技術を用いた相対位置判定ロジック

相対位置判定とは自車両に対して他車両の相対的な位置を判定する処理である。従来の地図情報を用いない場合は、受信している他車両の位置情報を基に予測される走行経路履歴を算出し、自車両に対して前方又は後方に存在するなどの位置推定を行う。この場合、ジャンクション、分合流などの単純ではない道路形状で走行経路履歴による相対位置の推定が正確に行えないケースが存在する。また自車両の対向方向から接近する他車に対しても衝突の可能性があるのか、単に反対車線を走行中の車両かの推定が正確に行えないケースが存在する(図4)。



画像 ©2024 Airbus, CNES/Airbus, Maxar Technologies, 地図データ ©2024 Google

図4-単純でない道路形状例、及び地図を用いない場合に起こり得る課題

MELMBでは自車両について高精度ロケータによる精度の高いマップマッチング結果をV2X技術に用いている。他車両でも相対位置判定の精度を高めるためHDL技術を活用し、HD地図の場合は車線単位での判別、SD地図の場合は道路単位での判別を可能にしている。HDL技術では図5のPathモデルに示すように、自車両位置から前方又は後方道路とそれに接続する道路を検出し、接続道路のモデル化を行うことで関連道路の情報を取り扱っている。V2X技術ではRecognitionモデルに示すように道路のモデル化をPathモデル同様にを行い、その道路モデルで他車両のマッチングを行う。これによって自車両に関連する道路候補の分類、及びその中に他車両が存在するかの判定、相対的な位置推定を可能にしている。その結果、地図情報を利用しないケースでは図6に示すように、警報対象の他車両候補が多く存在することになるが、地図情報を用いたRecognitionモデルの適用によって警報対象にならない他車両候補のフィルタリングを行うことができる。これによって様々な道路形状、対向判定に対しても他車両の相対位置を正確に判断でき、多数の他車両情報に関する処理負荷を軽減することにつながる。

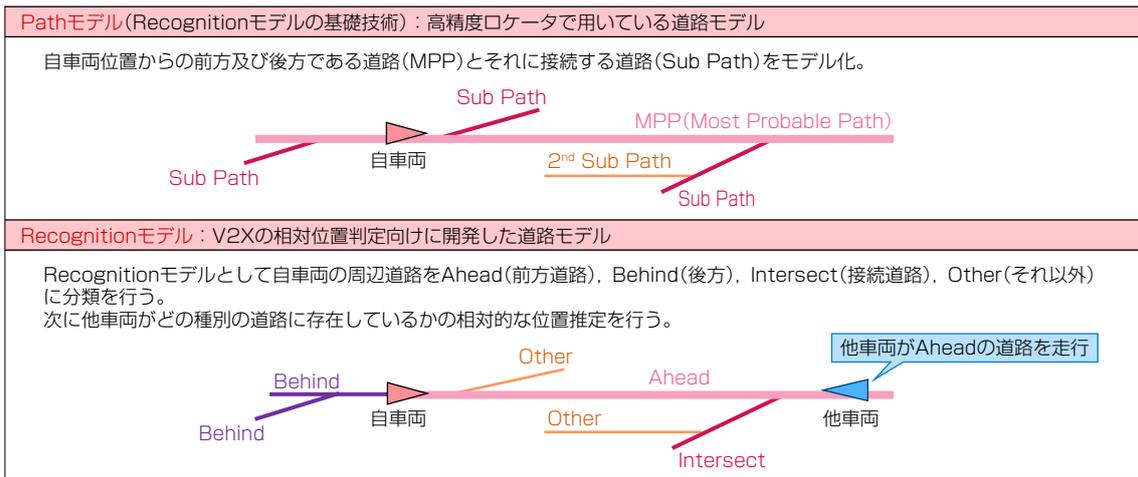


図5-HDL技術を用いたV2X技術でのRecognitionモデル

従来V2X技術	高精度ロケータを用いた場合	
	HD地図(車線単位の情報)	SD地図(道路単位の情報)
他車の位置, 方位, 速度だけ	HD地図(車線単位の情報)	SD地図(道路単位の情報)
<p>警報対象の他車両候補が多数</p> <p>走行履歴を用いた相対位置判定</p>	<p>地図とマッピングし, 確実に警報対象でない他車両をフィルタリング可能</p> <p>車線単位での相対位置判定が可能</p>	<p>道路単位での相対位置判定が可能</p>

図6-HDL技術を用いた場合での他車両のフィルタリング効果

### 2.4 実験評価

MELMBでシミュレーション環境を構築し, 道路形状(直線道路, 急カーブ, S字カーブ, 分合流, ジャンクションなど), 自車及び他車の位置関係(同一方向, 対向方向など), 走行方法(道なりに走行, 右左折など)の組合せによる走行シナリオを基にシミュレーションを実施し, 想定される判定になるかの性能評価を実施した。HDL技術によるHD地図を用いた場合と, 地図情報を利用しない場合の相対位置判定の比較結果を図7に示す。HD地図を用いることによって, 各道路形状や位置関係のパターンに対して, 特に分合流やジャンクション, 高架/側道のケースでは正確な相対位置判定ができることが分かり, また同一, 対向方向の道路についても同様の改善効果が見られた。HDL技術を用いることでV2X技術での他車両の相対位置判定の精度改善の結果が得られたと言える。またSD地図を用いた場合と, 地図を利用しない場

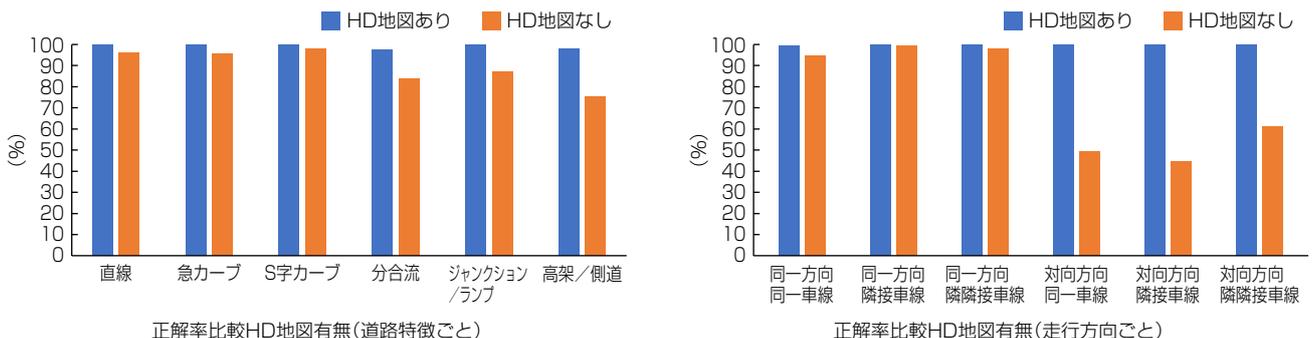


図7-HD地図を用いた場合の相対位置判定の結果

合の比較結果を図8に示す。急カーブ、交差点、ジャンクション、高架／側道、対向方向で改善効果が見られたが、直線、分合流、同一方向(隣接車線)では想定していた改善効果を得ることができていない。これはSD地図利用時の処理に改善すべき点があるためであり、今後は改善環境で性能評価を再度行い、改善効果の検証を行う予定である。また対向方向の同一車線や隣接車線はHD地図に比べて詳細な地図データが含まれていない。したがってHD地図相当の改善効果を得るために、道路形状や接続関係の判断などSD地図独自の技術検討を今後行う。

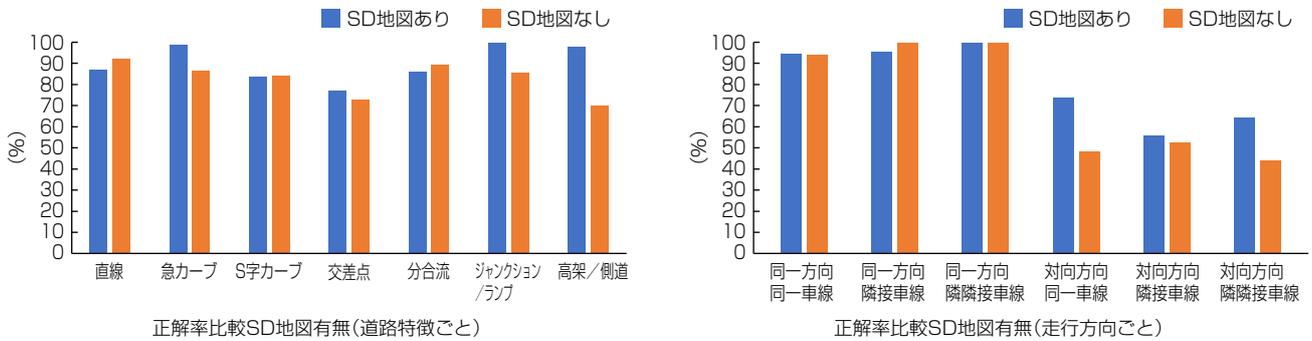


図8-SD地図を用いた場合の相対位置判定の結果

### 3. む す び

V2X技術に対するHDL技術の適用についてMELMBの取組みを述べた。この技術を用いた他車両マップマッチングや相対位置判定を行うことでV2X技術の課題である相対位置判定に関して従来の地図情報を用いない場合と比較し、道路形状や走行パターンでの有効な判定精度改善を行うことができることを確認した。またHD地図は主に高速道路、高規格道路を対象としており、一般道についてはSD地図を用いることになるが、HD地図同等の効果を得るために各道路形状や接続関係、走行パターンでの相対位置判定の改善を行っている。今後はSD地図での更なる性能向上の対応や、二輪車、歩行者への対応を進めることによって、安心安全な交通社会の実現に向け貢献していく。

### 参 考 文 献

- (1) 入江崇志, ほか: 車載向け高精度ロケータ, 三菱電機技報, 90, No.3, 187~190 (2016)
- (2) 石上忠富, ほか: CLAS対応車載向け高精度ロケータ, 三菱電機技報, 95, No.7, 425~428 (2021)