

DRMニュース

JAPAN DIGITAL ROAD MAP ASSOCIATION



平成27年
秋号

- DRMデータベースの最近の普及状況について 1
- 高精細道路地図を活用した高速道路における安全運転支援情報提供の試み 2
- ミニ解説 空間認知と空間モデリング (4) 4
- 高速道路と大規模施設との直結 理事長 泉 堅二郎 6

DRMデータベースの最近の普及状況について

平成27年度4～6月のDRMデータベースの提供実績(表-1)は、1,526,948枚となりました。

前年比は96%と、昨年を若干下回る結果となりましたが、昨年の同じ時期のDRMデータベースの提供実績は、懸念されていた消費増税による駆け込み需要の反動減がさほど顕著に現れていない時期で、水準自体が比較的に高かったことなどを考慮すれば、今年度の実績は、まずまずの水準と考えられます。

表-1 平成27年6月までのDRMデータベース提供実績

	DRMデータベース提供実績 (単位:枚)				年度合計	対前年比	累計
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月			
平成20年度	1,227,818	1,182,623	1,321,803	1,042,552	4,774,796	101.5%	40,741,664
平成21年度	1,300,902	1,392,069	1,584,750	1,483,175	5,760,896	120.7%	46,502,560
平成22年度	1,547,544	1,630,564	1,455,694	1,444,187	6,077,989	105.5%	52,580,549
平成23年度	1,314,419	1,666,626	1,774,478	1,850,684	6,606,207	108.7%	59,186,756
平成24年度	1,704,174	1,541,476	1,706,464	1,628,518	6,580,632	99.6%	65,767,388
平成25年度	1,396,118	1,516,155	1,846,971	1,880,492	6,639,736	100.9%	72,407,124
平成26年度	1,585,875	1,584,624	1,676,554	1,724,383	6,571,436	99.0%	78,978,560
平成27年度	1,526,948	-	-	-	1,526,948	23.2%	80,505,508

前年比 96%

この内訳ですが(表-2)、ナビ用への提供実績が1,434,324枚(前年比96%)で、そのうち新規ナビ機器用が1,233,306枚(前年比93%)、更新需要用が201,018枚(前年比120%)となりました。さらに、新規ナビ機器用提供実績の主な内訳(表-3)では、PND用が150,550枚(前年比44%)と大幅な落ち込みとなりましたが、スマートフォン組込み用が68,593枚(前年比99%)、据え置き型ナビ機器用が1,010,091枚(前年比111%)となりました。これらにより平成27年6月末の累計DRMデータベースの提供実績(表-1)は、80,505,508枚となり、8,000万枚を超える結果となりました。

今後の見通しですが、提供枚数に大きな影響を与える新車販売は未だ不透明な状況にあることから予断を許さず、引続き市場の動向を注視していきたいと思えます。

表-2 ナビ用及び更新需要と新規ナビ機器用提供実績

	DRMナビ用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	1,627,345	1,462,378	1,629,354	1,543,545	6,262,622	98.0%
平成25年度	1,313,954	1,438,849	1,758,060	1,791,371	6,302,234	100.6%
平成26年度	1,495,847	1,506,691	1,572,572	1,620,128	6,195,238	98.3%
平成27年度	1,434,324	-	-	-	1,434,324	23.2%

前年比 96%

	更新需要用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	242,695	325,903	370,368	276,357	1,215,323	103.1%
平成25年度	225,713	217,583	301,747	228,784	973,827	80.1%
平成26年度	167,171	189,201	344,717	255,759	956,848	98.3%
平成27年度	201,018	-	-	-	201,018	21.0%

前年比 120%

	新規ナビ機器用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	1,384,650	1,136,475	1,258,986	1,267,188	5,047,299	96.8%
平成25年度	1,088,241	1,221,266	1,456,313	1,562,587	5,328,407	105.6%
平成26年度	1,328,676	1,317,490	1,227,855	1,364,369	5,238,390	98.3%
平成27年度	1,233,306	-	-	-	1,233,306	23.5%

前年比 93%

表-3 新規ナビ機器用提供実績の内訳

	PND用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	423,528	389,218	451,643	375,998	1,640,387	82.4%
平成25年度	299,520	349,928	412,489	343,826	1,405,763	85.7%
平成26年度	342,430	305,097	329,943	292,790	1,270,260	90.4%
平成27年度	150,550	-	-	-	150,550	11.9%

前年比 44%

	スマートフォン組込み用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	45,629	31,892	41,721	16,521	135,763	88.5%
平成25年度	27,678	24,118	69,118	15,555	136,469	100.5%
平成26年度	69,113	78,883	61,246	63,680	272,922	200.0%
平成27年度	68,593	-	-	-	68,593	25.1%

前年比 99%

	据え置きナビ機器用提供実績 (単位:枚)				年間合計	対前年比
	第I四半期 4～6月	第II四半期 7～9月	第III四半期 10～12月	第IV四半期 1～3月		
平成24年度	910,649	709,378	760,211	864,623	3,244,861	101.6%
平成25年度	755,211	840,079	972,081	1,198,847	3,766,218	116.1%
平成26年度	912,282	931,966	834,557	1,004,531	3,683,336	97.8%
平成27年度	1,010,091	-	-	-	1,010,091	27.4%

前年比 111%

高精細道路地図を活用した高速道路における安全運転支援情報提供の試み

1. はじめに

高速道路の分合流部では、車両の車線移動に伴い接触や追突等の事故が発生する確率が高くなっています。しかし、事故の発生は全ての車線で様ではなく、車線や時間帯、平日・日祭日等により状況が異なることが知られています。これまでに、ハード対策としての舗装の改善やソフト対策としての標識による情報提供など、既に様々な対策が実施されています。このため、更なる事故削減を進めるためには、従来とは異なる新たな考え方に立った対策が求められています。

このような背景のもと、官民連携による「プロジェクト Z NAVI de HANSHIN」及び「高度デジタル道路情報対応検討会」のメンバーの協力を得て、阪神高速道路 1 号環状線の「堺環合流部～西船場JCT分岐」において、車線レベルの高精細道路地図と走行車線を認識するカーナビを用い、「いま、その車線を通過しようとするあなたにだけ必要な案内情報、注意喚起情報の提供」を試行しました。この区間は、約 1.5km の短い 4 車線区間で、目的の方向へ車線移動を行わざるを得ないウィービング区間となっており、合流直後や分岐直前で事故が多発しています。

2. 安全運転支援情報提供の考え方

車線変更に伴う事故を防止するためには、合流直後や分岐直前に集中する車線移動を分散させ、特に車両の流れが安定してくる区間で車線を移動するのが望ましいという考え方があります。そこで、本実験では走行車線に応じてカーナビが当該区間の中間付近へ車線移動を誘導するための情報提供を行うこととし、具体的には、ドライバー自身が経路を決めて運転するシナリオ 1 とドライバーがカーナビの経路案内をもとに運転するシナリオ 2 を想定し、それぞれのシナリオで提供する表 1 に示す情報を設定しました。

表 1 安全運転支援情報提供のシナリオと提供する安全運転支援情報

区分	情報提供シナリオ 1	情報提供シナリオ 2
シナリオ	車線移動を伴う当該区間の走行に際し、走行経験がある等、ドライバー自身が経路を決めて運転している	車線移動を伴う当該区間の走行が初めてのドライバーが、カーナビの経路計画/経路案内をもとに運転している
提供情報	経路設定されていない状態のカーナビが、事故リスクの高い車線を走行中のみ、安全運転支援情報として注意喚起発話する 事故リスクが高くない車線を走行中には、ドライバーの注意を逸らさないために、カーナビは発話しない	目的地が設定され、経路案内中のカーナビが安全運転支援情報を提供する 1) 車線ごとに異なる事故リスク情報に基づき、これを回避する車線レベルの走行経路を計画し、経路案内発話する 2) 道路管理者が推奨する車線移動区間を画面表示する 3) 事故リスクの高い車線を通過せざるを得ない場合には、シナリオ 1 と同様の注意喚起発話を行う

3. 車線レベルの高精細道路地図・カーナビ・事故リスク情報

走行車線に応じた情報を提供するには、走行車線を認識するカーナビ装置に加え、車線レベルの道路地図や車線別・時間帯別の事故リスクといった高精細な情報が必要になります。

そこで、高精細な道路地図として、図 1 に示す「高度デジタル道路情報検討会」において検討・試作を行っている車線区画線データや車線ネットワークを含む高精細道路地図（高度 DRM）を用い、車線認識するカーナビには同メンバー（シナリオ 1 では日立製作所、シナリオ 2 では日産自動車）が試作した装置を使用しました。

また、事故リスク情報等は、シナリオ 1 では阪神高速道路（株）が提案する急減速時追突危険性指標（PICUD）、シナリオ 2 では同社の交通統計システムの事故調書（H21～24 年度集計）から 100m 区間単位で車線別・時間帯別に整理された高リスク区間情報を利用しました。

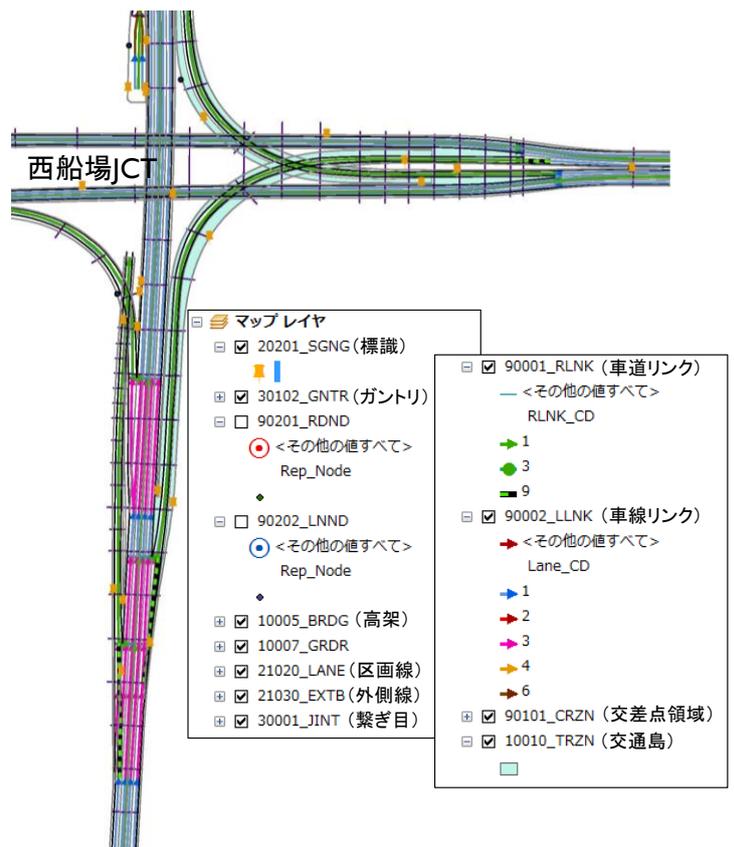


図 1 車線レベルの高精細道路地図
(シナリオ 2 で用いた高度 DRM)

4. 情報提供実験の概要

ドライバー自身が経路を決めて走行するシナリオ 1 では、PICUD を基に設定した高リスク車線を走行するドライバーに限定して、その区間の手前と進入直後に画面と音声による注意喚起を行いました。

カーナビの経路案内を使って走行するシナリオ 2 では、高リスク区間を回避する車線レベルの経路案内を設定し、道路管理者が車線移動を推奨する区間をカーナビの画面に表示して画面と音声による経路案内を行いました。なお、シナリオ 2 でも高リスク車線を経由せざるを得ない場合には、シナリオ 1 と同様、高リスク区間の手前と進入直後に音声による注意喚起を行いました。

シナリオ別の情報提供実験の概要を図 2 及び表 2 に示します。

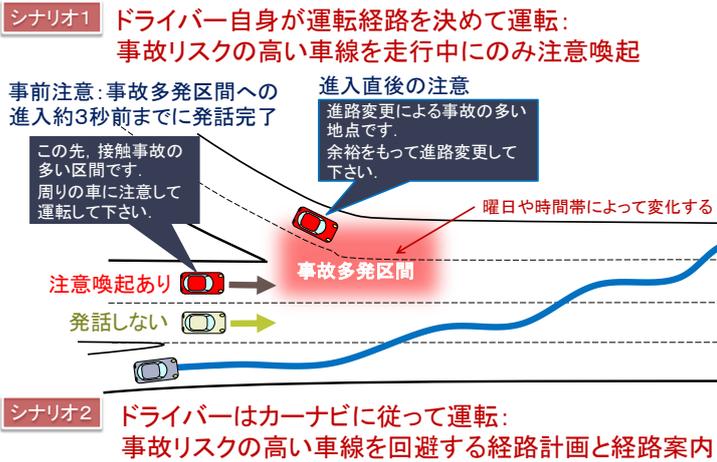


図 2 カーナビによる安全運転支援情報の提供(シナリオ別)

表 2 安全運転支援情報の提供実験の概況

区分	情報提供シナリオ1	情報提供シナリオ2
実験期間	平成 26 年 3 月 10 日～14 日	平成 27 年 3 月 16 日～19 日
実験場所	阪神高速道路堺線環状線 「堺環合流部～西船場 JCT」	阪神高速道路堺線環状線 「西船場 JCT ～東船場 JCT」より南側
被験者 もしくは 評価者	全 11 名(実際に運転) ・実験区間の運転経験なし 4 名 ・実験区間の運転経験多少あり 2 名 ・実験区間の経験多し 5 名	全 35 名(後部座席でカーナビ動作をモニタ) ・阪神高速道路役職員 12 名 ・NAVI de HANSHIN プロジェクトメンバー 16 名 ・高度デジタル道路情報検討会メンバー 7 名
評価方法	・カーナビ注意喚起の有無による車線移動位置の変化を計測 ・運転後、アンケートによるカーナビ動作の評価	・搭乗後、アンケートによるカーナビ動作の評価

5. 実験結果

シナリオ 1 で設定したカーナビの注意喚起有無による車線移動位置の変化(図 3)をみると、注意喚起により 11 名のドライバー中 8 名が西船場 JCT 側へ移動開始位置を遅らせ、注意喚起“なし”の走行時より平均 78m(最大 235m, 最小 -179m)合流部から離れる結果を示しました。特に実験区間をしばしば利用するドライバー⑦～⑩は、全員移動位置が合流部から離れ、カーナビによる注意喚起が車線移動の分散化に有効であることを示唆しています。

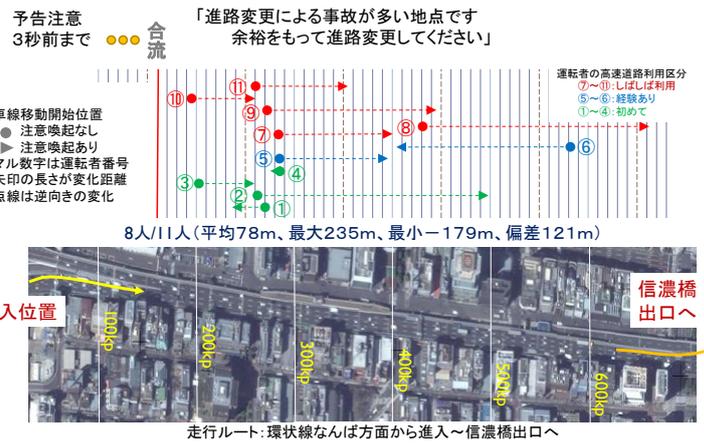


図 3 注意喚起の有無による車線移動位置の違い

シナリオ 2 による経路案内(図 4)についても、実験参加者の搭乗後のアンケートにおいて車線レベルの誘導位置や案内音声のタイミングなど概ね問題ないと評価されました。



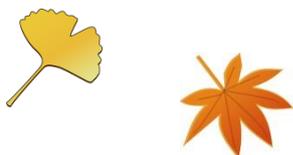
図 4 車線レベルの経路計画と経路案内

(走行実験中の画面、安全のため後部座席にモニタを設置)

これらの実験結果から、いずれのシナリオもカーナビによる車線移動の分散化について実現性を示すことができました。

本実験では事故統計等、現時点で利用可能な情報をもとに提供可能なサービスを構築しましたが、本格的なサービスを実現するには、自車周囲の状況を把握するための多様なセンシング情報や協調 ITS サービス等からリアルタイムの情報取得も必要なことから、今後、高精細な地図整備とともに、自動車周囲の状況把握に必要な技術開発の取り組みを具体化させる必要があります。

実験に協力いただいた(株)日立製作所殿、日産自動車(株)殿、並びに阪神高速道路(株)殿に感謝いたします。



ミニ解説 空間認知と空間モデリング(4)

SfM (Shape from Motion) 移動しながらの空間モデリング

1. Shape from Motion とは

3次元的な構造を画像から得るには、影を用いる方法 (Shape from Shading) や、フォーカス・デフォーカスを用いる方法 (Shape from Defocus) などがあり、これらをまとめて Shape from X と呼びます。その中でも SfM (Shape from Motion) とは、移動 (Motion) するカメラから得られる画像情報から外部環境の3次元形状 (Shape) を推定するコンピュータビジョン的な手法です。Shape from Motion は、Structure from Motion とも言い、いずれも略称は SfM です。

SfM は異なる場所から撮影した画像から3次元構造を得るのに最後は三角測量を用いるので、幾何学的な原理は写真測量と同じといえます。SfM はロボットビジョンとして利用できるよう、処理の自動化を行っているところがキーポイントです。

SfM は3次元構造だけではなく、画像を撮影したカメラの位置と姿勢も同時に推定します。その意味で SfM は SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) の一つといえます。実際前回ご紹介した Visual SLAM¹⁾ の計測原理は SfM と同じです。

2. 動画像を用いた SfM

SfM で最も重要なのは、複数の画像の間で自動的に対応点 (同じ場所が移っている点) を見出す技術です。当初は連続的に撮影された画像 (動画像) から特徴点の移動を見出すオプティカルフローが利用されていました。動画像の隣り合うフレーム画像間では映っている物の見かけの移動が小さいので、同一点を精度よく追跡することが可能です。

動画像を用いた SfM の代表的な手法として、Tomasi-Kanade の因子分解法²⁾ (Factorization Method) があります。因子分解法は、連続的に点を画像上で追跡することによって処理できること、また線代数的処理によって簡便に実装できるという利点があります。

3. 画像局所特徴量と静止画像を利用した SfM

オプティカルフローでは動画内の連続する点の追跡を行うことが必要ですが、形状の計測においてはなるべく異なる視点の画像間で対応点を取る方が精度的に有効です。またデジタルカメラで得られる静止画像は動画像よ

り解像度的にも有利です。異なる場所・異なる向き・異なるスケールで撮影された画像間で自動的に対応点を取ることができるのが SIFT³⁾ に代表される画像局所特徴量を利用した対応点探索です。

これらの画像局所特徴量は、画像内の特徴点の特徴をパラメータ化したもので、回転やスケール変化の影響を受けず、点同士の類似性を計算でき、一つのカメラで連続的に撮影した画像だけでなく、異なるカメラで撮影した画像も取り扱うことが可能になります。すなわち、当初の Shape from Motion で想定されていた移動する一つのカメラだけでなく、異なる時期・異なるカメラで撮影した画像でも対応点探索できるようになりました。

自動的に求められた対応点には当然誤った対応点も含まれます。これらの中から誤った対応点を取り除くのに用いられるのが RANSAC⁴⁾ (Random Sample Consensus) です。RANSAC は無作為に取り出したサンプルに満たすべき拘束条件 (写真測量の場合は共面条件) を適用し、拘束条件を満たすそれ以外のサンプルがなるべく多くなるようにします。これによって拘束条件を満たさなかった点を排除することができます。

4. SfM とバンドル法

多くの SfM ソフトウェアで、撮影された画像の位置と姿勢、および画像間の対応点の3次元座標を計算にバンドル法が採用されています。

バンドル法は非常にフレキシブルかつ精密な調整が可能であり写真測量でも利用されている古典的な手法で、カメラのパラメータ (画面距離やレンズディストーション等) も計算することができます。ただし、非線形最小二乗法で最適化を行うため、カメラ位置・姿勢の初期値やカメラのパラメータの初期値がある程度正しく与えられないと正しい結果が得られません。最近のデジタルカメラでは JPEG 画像に撮影したカメラのパラメータや GPS 等で得られた撮影位置が記録されていることが多いこと、およびカメラ間の相対的な関係を安定的に計算できる手法 (5 point algorithm⁵⁾) が考案されたことにより、SfM においてもバンドル法が実用的に利用されるようになりました。

5. SfM ソフトウェアの処理過程

SfM の処理過程を図-1 に示します。基本的に空中写真測量と同様に空中三角測量と表面の自動計測を行います。基準点位置の入力等を除くすべての処理が自動的

に行われます。特にDense Stereo Matchingにおいては、3枚以上の画像も同時に利用しながら自動マッチングを行うため、2枚の画像を用いた自動マッチングよりもオクルージョン（建物等で地面上に見えない部分が生じること）の影響を受けにくい特長があります。

基本的に3次元色付点群が出力されますが、ソフトウェアによってはテクスチャ付ポリゴンモデルとして出力することが可能です。

都市部のテクスチャ付ポリゴンモデルを作成するには、オーバーラップ・サイドラップを十分取ると同時に壁面がなるべく映るように斜め撮影する画像も同時に処理することが望まれます。最近では直下撮影と斜め撮影を同時に行うことができる航空写真カメラが登場し、都市の3次元モデル生成に利用されています（図-2）。

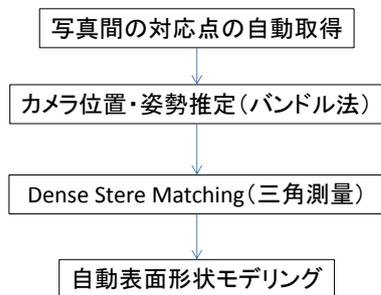


図-1 SfMの処理フロー

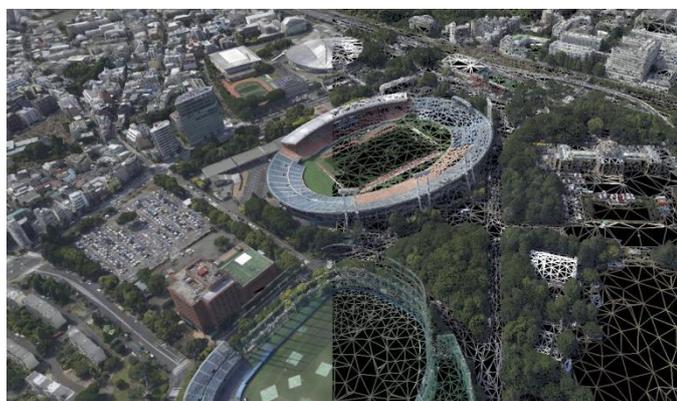


図-2 斜め撮影航空写真カメラから生成した3次元モデル

6. 利用上の注意点

現在のSfMソフトウェアは、基本的にすべて自動的に処理を行うことを想定した設計になっていて、基準点を設置してそれに合わせる、空中三角測量の精度評価を行う、後工程で図化を行うなど、従来の写真測量の作業を適用するには機能的に不十分な面があります。また処理結果に不具合が生じた場合、それを回避する方法がない場合があります。重複率を大きくする等、自動処理が失敗しないように撮影することが必要です。

写真スケールが多少異なってもある程度処理すること

は可能ですが、極端にスケールや視点が異なる場合、例えば空撮画像と地上撮影画像を同時に処理するのは一般に困難です。

使用するソフトウェアによって、処理できる最大画像枚数や画像サイズに制限がある場合があります。特にデジタル航空カメラで撮影した画像を取り扱う場合は、処理時間が膨大になるため注意が必要です。

道路沿線で使用する場合、電線や枯れ木の街路樹などの線状・棒状の対象は、背景と分離してない場合が多く、必要に応じてMMSデータと組み合わせる利用することが推奨されます（図-3）。

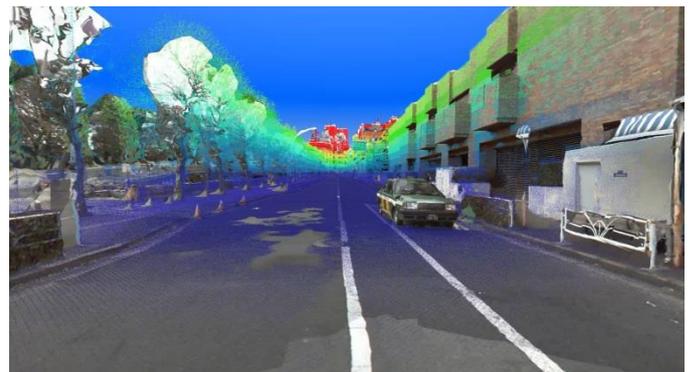


図-3 SfMによる3DモデルとMMS点群データの複合表示

参考文献：

- 1) A. Iketani, T. Sato, S. Ikeda, M. Kanbara, N. Nakajima, and N. Yokoya: "Video mosaicing based on structure from motion for distortion-free document digitization", Proc. Asian Conf. on Computer Vision (ACCV2007), Vol. II, pp. 73-84, Nov. 2007.
- 2) C. Tomasi and T. Kanade: "Shape and motion from image streams under orthography: a factorization method.", International Journal of Computer Vision, 9 (2), pp.137-154, 1992.
- 3) D. Lowe: Distinctive image features from scaleinvariant keypoints, Int'l. J. Computer Vision, 60, 2, pp. 91-110, 2004.
- 4) M. Fischler, and R. Bolles: Random sample consensus: a paradigm for model fitting with application to image analysis and automated cartography, Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms, pp.726-740, 1987.
- 5) D. Nister, An efficient solution to the five-point relative pose problem, PAMI, 26(6), pp.756-770, 2004.

アジア航測（株）総合研究所
所長 織田和夫（おだ かずお）

リンク

高速道路と大規模施設との直結

理事長 泉 堅二郎

日本の高速道路のネットワークは、まだ完全ではないが概ね完成しつつある。今後は維持管理やこれまで整備してきたストックをいかに賢く使うかが施策の中心になるものと思われる。8月末に発表された道路事業の来年度へ向けた施策の中でも安全安心の確保、豊かで利便性の高い地域社会の実現等が重点項目となっている。中でも筆者が注目したのは、項目は小さいが「スマートIC事業の積極的活用」である。

特に強調したいのは、通常のスマートICの他に「高速道路に隣接している民間施設への直結」である。例えば、大規模商業施設、工業団地、空港、港湾、物流施設、観光施設など大量の交通が発生する施設については、極力高速道路と直結させるといふものである。

今から30年以上前のことになるが、東京ディズニーランドが開園した直後、浦安ランプは大混雑し、車列は本線ランプまでつながり、浦安周辺の一般道路もこの影響を受けて大渋滞となり大きな問題となっていたことを覚えている。その後も高速道路のインター周辺には、アウトレットモールや流通施設などが立地し、同じような問題が発生している。

この問題の難しいところは、道路は公共物であり一部の民間企業を優遇することはできないとか、特定の施設のためにランプ・料金所を作ることでは

ないという考え方であろう。この結果、あらゆる車はいったん通常のランプで降りて、一般道路を経由して大規模施設に入るしか方法がない。大規模施設から大量の交通が発生し、ランプ周辺の交通に与える影響は非常に大きいことが分かっているが、やむを得ず従来のルールに従うしか方法がなかったのである。

ここで、交通の実態に即して賢く使うということに徹して考えると、高速道路を下りてある目的地に大量の交通がある場合、一般道路に降りて信号交差点を何度も通過して目的地に入るよりも、その施設が高速道路から近い場合は、直結のランプを作って結ぶ方が周辺地域の混雑を避ける意味では大きな効果がある。一部の民間施設を優遇するというよりは、地域の慢性的な交通混雑の解消を優先する方が道路を賢く使うことになると思うのである。

新しいランプ（料金所）を作るには、これまでは料金徴収の費用などで困難な面があったが、ETCの普及によりこうした費用は軽減されたし、直結ランプの建設費用は施設運営者側の負担とすることも考えられる。地域全体の土地利用と最適な交通運用を考えた場合、高速道路と大規模施設を直接結び、地域の生活道路とは分離する方が賢い道路の使い方であると思う。このような施策ができるだけ多くの箇所でも実現されることを望みたい。

DRMニュースのお届け先に変更がありましたら、新旧の連絡先を下記にご連絡ください。



一般財団法人 日本デジタル道路地図協会

〒102-0093 東京都千代田区平河町1丁目3番13号
ヒューリック平河町ビル5階

TEL.03-3222-7990 (代表)

FAX.03-3222-7991

URL:<http://www.drm.jp>

お問合せなどのアドレス: contact@drm.or.jp