

実交通をよりの確に反映した道路の計画・設計を支援するための 新しい移動体解析システム*

New movement analysis system to support road plan and design that reflects real traffic*

中村泰広**・吉田正***・北山真**・山本正嗣**

By Yasuhiro NAKAMURA**・Tadashi YOSHIDA***・Makoto KITAYAMA**・Masatsugu YAMAMOTO**

1. はじめに

近年、ITを活用した新しい交通システムの導入や、その効率的な整備促進のために、道路の計画・設計にもその柔軟な交通運用への対応が求められている。そこで、交通運用段階の実交通の情報を計画や設計へフィードバックするためのツールとして、車両や人の挙動（軌跡、速度、加速度）を高精度で迅速に抽出可能なシステム「SMART (System of Movement Analysis foR Transportation)」を開発した。

本システムは既存交通施設の課題抽出、評価、挙動のデータベース構築を容易とし、交通施設の新設や再整備において、実際の車両挙動を基にした効率的かつ効果的な計画・設計が可能になると共に、交通流シミュレーションの精度向上も期待される。

本稿では、SMARTの概要と適用の可能性について記述する。

2. システムの概要

(1) 目的

これまで実交通のデータ取得は、カウンターによる断面交通量の調査が主であった。一方、ビデオカメラなどの映像から移動体の位置検知を行なう機器や解析システムも存在するが、路面を単一平面として扱うものが多く、また、画像と現地座標との照

*キーワード：挙動解析、交通計画評価、総合交通計画

**正員、鹿島建設株式会社

(東京都港区赤坂六丁目五番地三十号、
TEL03-6229-6732、FAX03-5561-2152)

***正員、工博、鹿島建設株式会社

(東京都港区赤坂六丁目五番地三十号、
TEL03-6229-6717、FAX03-5561-2152)

合・特定が容易でないため、読み取れる情報も一般論的なものに留まっている。そのため、これらのデータの計画・設計段階への反映にも限界があった。

そこで、SMART開発にあたっては、移動体の挙動に関するデータ（軌跡、速度、加速度）について、道路構造の詳細な三次元データにおける相対座標として高精度に、かつ簡易に取得することを目的とした。

(2) 使用機材・動作環境

a) 使用機材

- ① 3Dレーザースキャナ¹⁾ (観測地の三次元点群データ取得)
- ② デジタルビデオカメラ (移動体撮影)
- ③ トランシット・レベル (基準点測量)

b) パソコン動作環境

- ① Windows2000以上
- ② AutoCAD2000 (LT版でも可)

(3) システムのイメージ



図-1 システムイメージ

(3) システムフロー



(4) 精度検証

SMARTの精度検証のため、通常測量による測量結果との誤差比較結果を表-1に示す。

これより、ビデオカメラと移動体の距離が30m以内であれば誤差は最大50mm以内、60m以内であれば誤差は最大100mm以内となっていることが分かる。

誤差はビデオカメラ機器の解像度に依存するため、撮影位置と移動体の距離による影響が大きくなるが、今後、ビデオカメラ機器の性能向上によりこの誤差はさらに小さくなっていくものと思われる。

表-1 通常測量との誤差 (mm)

| 撮影位置と移動体の距離 | Δx | Δy | Δz |
|-------------|------------|------------|------------|
| 20m | 16.5 | -34.6 | 9.0 |
| 30m | 34.7 | 35.0 | -49.0 |
| 40m | -4.1 | -24.5 | -28.0 |
| 60m | -40.4 | 45.7 | -96.0 |

3. システム活用効果

(1) 交通施設レイアウト計画への適用

駅前広場やパーキングエリア、駐車場等、広がりのある交通空間においては、利用者は計画された白線等の路面表示に従わず、各々の判断でルーズな移動をする現象が多くみられる。また、車線数の多い交差点や5差路などにおける右左折の挙動も同様に、路面表示に忠実な弧を描く車両はごくわずかであると考えられる。

SMARTの活用により、既存の交通施設における実交通の車両及び人の挙動データを取得し、路面表示の過不足・一致性や、車と人のスムーズな移動を妨げないレイアウトなどについて、計画・設計へフィードバックすることが可能となる。

また、ITを活用した新しい交通システムの導入や、その効率的な整備を促進するためには、従来の基準類では収まらない道路構造やレイアウト等の検討が必要となってくる。そこで、実交通の車両及び人の挙動を正確に把握することが、交通システムの円滑な運用や安全性向上のためにも必要不可欠となる。

図-2 システムフロー

(2) 交通流シミュレーションの精度向上

近年、都市部の再開発による既存交通への影響評価や、交通のボトルネック解消の対策を検証するために、様々な交通流シミュレーションが活用されている。

当社で開発した「REST」²⁾は、追従理論をもとに交通流現象を再現するシミュレーションモデルであるため、各車両の移動軌跡や加減速等の挙動データ蓄積は、シミュレーション技術向上において重要な要素となる。

4. システム活用例

(1) パーキングエリアにおける挙動分析例

高速道路本線からパーキングエリア（以下PA）へ進入する車両の挙動解析例を図-3、4、写真-1、2に示す。軌跡のラインはナンバープレート位置を示す。

解析結果より、本線からPAへ進入する際、路面表示による走行ラインから大きく外れ、ゼブラゾーン上、さらには駐車スペースにまで進出して走行していることが分かる。（図-4 ※参照）

計画・設計時にはPAの駐車スペースを出来る限り広く確保することと、PA内進入前に十分な減速を促すため、本線からの進入経路を大きくカーブさせたものと考えられる。しかし、実際には、高速道路本線を高速走行中の車両が、PA内進入直後に大きくハンドルを切ることを避けた結果、直線的な挙動となっている。

解析した車両通過時は、進出した駐車スペースに駐車車両が無かったため、このような挙動が現れたものと思われる。駐車車両が存在していれば、当然路面表示に近い挙動となるであろうが、ゼブラゾーンを現状の駐車スペース1台分広く確保することにより、より安全性を重視した計画とすることが、このケースでは適切であろう。

但し、ゼブラゾーンの形状を変更した場合、更に直線に近い軌跡で走行する車両が現れる可能性がある。そのため、今後、計画・設計時へのフィードバックデータ蓄積のためにも、変更結果の検証を含め、様々なシチュエーションにおける移動体の挙動と交通施設のデータを出来る限り多く取得し、その

相関関係を探ることが必要である。

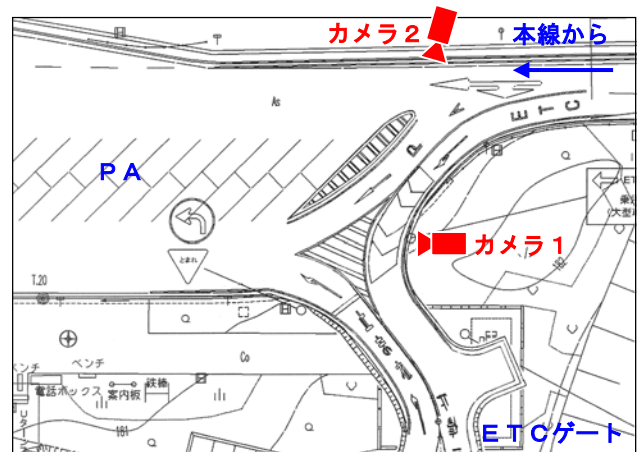


図-3 平面図



写真-1 カメラ1からの画像



写真-2 カメラ2からの画像

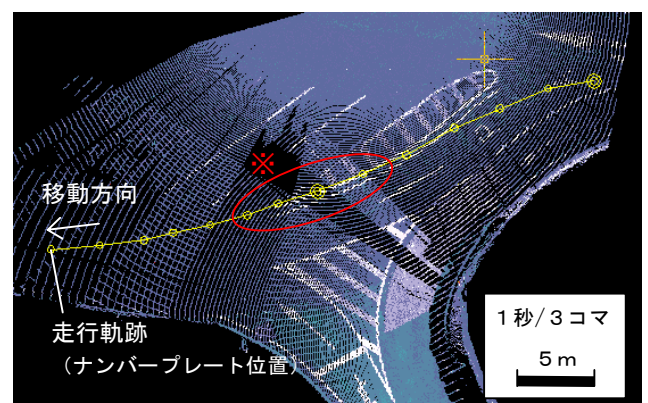


図-4 解析結果（2つのカメラの合成）

(2) 一般道路での右折挙動分析例

一般道路における右折時の挙動解析例を写真-3、図-5に示す。軌跡のラインはナンバープレートの位置を示す。

解析結果より、調査地点での右折挙動は、停止線付近での交差道路への進入角度が90度に近いため（図-5 ※1参照）、その後、白線が明示する方向よりも若干アウトに弧が膨らんでいることが分かる。この原因としては、表示された軌跡よりも手前側から、現状の白線の中で「アウト→イン→アウト」の軌跡を描いてきていることや（表示された軌跡よりも手前は推測）、高架橋橋脚に近づくと視距の関係から見通しが悪くなるなどの要因が考えられる。今回の解析結果から、車両のふくらみを考慮して、幅員に余裕を持たせるような配慮が計画時点で望まれることが分かる。

また、加減速の観点では、交差道路進入直後に減速する挙動が現れている（図-5 ※2参照）。その原因としては、交差道路上の見通しが良くなった状態での周囲の状況確認時間、あるいはシフトチェンジに要する時間などが推測されるが、軌跡と同様に、現象の原因解明のためには、より多くのデータ取得と多角的な検証が必要となる。

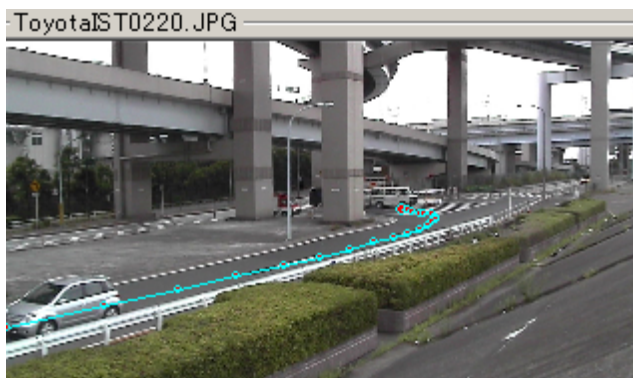


写真-3 画像からの軌跡抽出

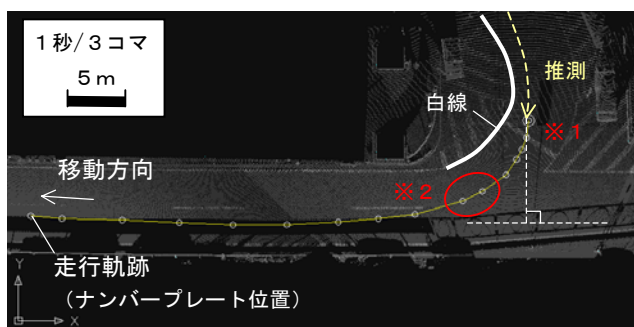


図-5 解析結果

6. まとめ

本稿では車両挙動の解析例を紹介したが、地上を移動し、かつビデオ撮影可能であればどのような移動体でも解析可能である。

但し、調査地点については、常にビデオ撮影にとって都合の良い場所（アングル）とは限らない。ビデオの撮影角度、距離、高さなどに、解析結果の精度が依存するため、複数アングルの画像から挙動合成し誤差補正を行なうシステムなどを検討中である。

今後はデータ蓄積を進めると共に、更なる作業の効率化、信頼性の向上、精度と解析の自動化などハンドリングのバランスを取りながらニーズに合わせたバージョンアップを行ない、モデル事業への展開も視野に入れながら研究を進めていく所存である。

現在、交通流データの取得においては様々な研究が行なわれている。プローブカーなどがその代表的なものであろう。本システムSMARTは比較的限定された領域における車両や人の詳細な挙動の把握を目的としたものであるが、その結果は交差点のあるべき姿や、自転車と自動車の共存する新しい道路の計画・設計に役立つものと確信している。

謝辞：本システムは三次元レーザーによる点群データをベースとしているが、3Dレーザースキャナーによるデータ取得のみならず、SMART開発にあたっては、ビッグ測量設計株式会社から多大なる技術的な支援を頂いた。ここに記して深謝の意を表す。

参 考

- 1) ライカジオシステムズ株式会社：High-Definition Surveying（高精細空間測量）「ライカHDS3000」
- 2) 鹿島建設株式会社：交通・環境評価システム「REST (Realistic Evaluation System of Transportation)」