

## 研究助成の概要. II

- ① DRM 道路線形情報に基づく高速道路自由走行速度プロファイル推定に関する研究
- ② 学校法人立命館 立命館大学 理工学部 環境システム工学科
- ③ 准教授 塩見 康博

### 1. 研究分野及び題目

(II-5) デジタル道路地図の利活用に関する研究

### 2. 研究の目的

サグなどの道路線形要素に起因して交通渋滞が頻発する我が国の都市間高速道路を対象に、デジタル道路地図データから抽出される縦断勾配・曲率などの道路線形要素やトンネルなどの道路構造物がドライバーの自由走行時の速度調整に及ぼす影響を定量化する。これにより、速度変動を抑制し移動の効率化に寄与する道路設計指針、渋滞・事故に対する交通マネジメントの立案、自動走行時の速度調整アルゴリズムの構築にあたっての基礎的知見を得ることを目的とする。

### 3. 研究の目的

地形的要因のため、我が国の高速道路ではサグやトンネルなどの道路線形・道路構造による微少な速度低下を原因とする渋滞が頻発する。国土交通省の試算では、都市間高速道路における渋滞損失時間は1.9億人・時間（年間で約10万人分の労働力に相当）と推計されており、多大な経済的損失を被っている。また、渋滞発生時には交通事故リスクが上昇することも明らかとなっており、速度変動を抑制し移動の効率化に寄与する道路設計指針の検討の必要性は高い。一方、モータリゼーション2.0とも謳われる次世代の交通社会を考えた場合、自動走行車両のエネルギー管理や乗員の安全・安心確保の観点からも、道路構造に対する適切な加減速制御を行うアルゴリズムの開発が求められている。これらの点を解決するためには、道路構造特性がドライバーの速度調整に及ぼす影響を適切に把握することが重要となる。

そこで、本研究では高速道路走行時の運転データに基づき、自由走行時におけるドライバーの道路線形の変化に対する速度調整過程をモデル化する。その際、将来的には道路線形データはDRMから自動的に抽出することを想定し、DRMデータから道路勾配・曲率半径を推計する手法も提案する。具体的な取り組み内容、および得られた成果は以下の通りである。

#### (1) デジタル道路地図データからの道路線形要素の抽出

デジタル道路地図のネットワークは基本的にはリンク情報とノード情報により構成される。また、リンク情報はvectorデータであり、ノード間のリンク形状を表す構成点データが含まれている。また、構成点には統計・北緯・高さ・比高の情報も含まれている。これらのデータをDRMデータから抽出した上で、曲率半径、および縦断勾配を推計する。曲率半径を求めるに当たっては、連続する構成点3つを用い、それらを円弧に含む同一円の中心点座標、および半径を求めた。また、これの20点毎の移動平均をとって平滑化することで図面上の曲率半径を高精度（相関係数0.86程度）に近似する推定値を得ることができた。また、縦断勾配についても構成点間の高度差と直線距離を用いて推計し、その上で3点毎の移動平均をとることにより高精度（相関係数0.92程度）な推定値を得ることを確認した。

#### (2) 自由走行時のドライバーの加減速調整過程のモデル化

ドライバーは走行している区間の見通し（＝視距）を認識し、それに応じて安全に走行可能な希望速度を目標に、現在の走行速度がそれより低い場合にはアクセルを踏み、逆の場合にはアクセルを緩めるなど速度調整を行うと考えられる。また、そのアクセル調整の結果が自動車のエンジンに伝わり、動力として出力される。その動力が転がり抵抗、重力抵抗、空気抵抗などと相殺され、加速度が生じる。前者をアクセル開度モデル、後者を加速度モデルと呼ぶ。

アクセル開度モデルは、希望速度は潜在変数とし、曲率に基づいて決まる視距、および視距が一定値をとる時間と誤差項により決定されるとした。その上で、現在の走行速度と希望速度の差によりアクセルスロットル開度を説明する線形モデルとした。ただし、反応遅れ時間を考慮する。加速度モデルは、道路勾配に由来する重力項、ころがり抵抗（重力の道路面に対する鉛直芳香成分）、空気抵抗、アクセル開度、およびアクセル開度の変化率により、加速度が線形に決定されるモデルとした。また、両モデルを統合することで、道路線形を与件とする自由走行速度を推定することが可能となる。

#### (3) モバイル型運転挙動計測システムを用いた走行調査と自由走行速度プロファイルの推定

アクセル開度モデル・加速度モデルの未知パラメータを推定するデータを収集するため、モバイル型運転挙動計測システムを用いた走行調査を実施した。当該システムではOBD IIポートからCANデータを収集すると共に、緯度経度データ、iPhoneのドライブレコーダーアプリケーションで計測された車間距離データがGPS時計によって同期される。車間距離データに基づいて自由走行状態にあるデータを抽出し、パラメータ推定を行った。その結果、各パラメータの符号は想定通りに推定された。また、ドライバーや走行時によって結果の精度はばらつくものの、RMSE値にて0.13程度（相関係数0.68程度）にて加速度変動を説明できることが示された。