

論文の内容の要旨

論文題目 Development of Driver Model for Traffic Simulation and its
Application to Evaluation of Automobile Control Systems

(交通流シミュレーションのためのドライバモデルの開発
およびその車両運動制御システムへの展開)

氏名 チュムサムット ラッタポン

本研究は、「交通流シミュレーションのためのドライバモデルの開発およびその車両運動制御システムへの展開」と題し、車両ードライバの挙動を含んだ交通流のシミュレーションモデルを開発して運転支援システムの設計や評価に応用することを目的としている。対象は主に高速道路における交通流シミュレーションを想定している。本研究は、主に土木工学交通工学の分野で行われてきた交通流の挙動を実際の特性に一致させること（交通流理論）と、機械工学自動車工学の分野で行われてきたドライバの挙動を実際の特性と一致すること（ドライバモデル）とを結び付け、ミクロ的にもマクロ的にも正しい交通流のシミュレーションを実現できるようにすることを目的としている。

上記の目的を達成するために、本研究では、縦方向のドライバモデルの開発、横方向のドライバモデルの開発を行い、さらにこれらのモデルによる有効性を実証するために、近年開発が進みすでに市販されているがまだ普及の度合いが低い ACC (Adaptive Cruise Control System) の交通流への影響をシミュレーションにより予測し、ACC 制御への提案を行っている。

● 縦方向のドライバモデル

[1] 交通流理論に属する交通流モデルを適用することによって再現した交通流のマクロ特性を実世界のものに合わせるができる。しかしこのモデルでは自動車の個々の運動までは必ずしも記述できない。そこで、交通流モデルをベースにして各車両の前後加速度を計算する項を付加し

た車両追従のためのドライバモデルを提案した。このモデルは、交通流の平均速度と密度との関係を現実的に再現することができる(画像参考), さらにモデルのパラメータを調整することによって、様々の高速道路のデータにあわせられる柔軟性も有する。

[2] ミクロ的な正しさを獲得するためにはドライビングシミュレータにおいて実験を実行し、被験者の運転行動を計測した。この実験計測結果は車両追従モデルのパラメータ同定に活用した。さらに、交通流の多様性を再現するためには、実験とパラメータ同定を繰り返し、データベースを構築した。このモデルにより再現した車両が実物に近い挙動を示すことが確認できた。

[3] モデルの信頼性を向上するために、安定性解析を行った。具体的には、局所的な安定性を解析して、先行車の速度変化に対する後続車の速度変化が安定的に追従する条件を調べた。さらに、漸近的な安定性を解析して、先頭車が速度変化を行った場合に後続車に速度変化の振幅が拡大されて伝わることはないかどうかを調べた(いわゆる String Stability)。その結果、適切なパラメータ設定により、提案した車両追従モデルが両方の安定性を満たせることが確認できた。

• 横方向のドライバモデル

[1] 車線変更はドライバの意志が挙動のパターンの違いに表れるという点で複雑であり、これに対応するために、モデルをブロックに分割して構築した。各ブロックは、注意深く計画したドライビングシミュレータによる実験を行い、この結果に基づいて、統計的なモデルを作成し、車線変更挙動に生じたばらつき等を適切に再現できるようにした。

[2] 実際の高速道路から観測された車線変更の頻度を利用して、全体のモデルをマクロ的に調整した。ドライバによる使用車線の嗜好をモデル化しなくても(車線変更に関してはすべてのドライバは統計的に適当な分布を有する均質な性質をもっていると仮定してモデル化しても)、実際の交通流の車線変更の統計値を十分な精度で説明できるシミュレーションが行えることがわかった。

以上の2段階により交通流シミュレーションモデルが完成した後、運転支援システムの代表例としてACCをとりあげ、このACCシステムを評価した。評価項目は、ACCシステムが交通流におよぼす影響、およびACC車両のドライバが車線変更を望んだ場合にはACCシステムが違和感を与えないかどうかを調べ、これらの問題点のACCシステムによる解決策を提案した。これらの

評価は以下の通りである。

- [1] ACC 車両の割合が高くなるほど、ACC 車両間に車群が出来あがる傾向が強くなる。その結果として他の車両の車線変更を妨害することになりがちである。一方、縦方向の運動に関して ACC システムが交通流に発生する急加速や急減速を減らす働きが確認できる。
- [2] 従来指摘されていた、ACC 車両のドライバーが車線変更を望んでいるにも関わらずその ACC システムが減速を実行してしまいドライバーに違和感を与えてしまういわゆる **Overtaking Dilemma** という問題の発生はかなり頻度が低いと予測できることが確認できた。
- [3] **Overtaking Dilemma** をさらに排除するためには、ACC システムのブレーキ範囲、すなわち減速を開始する車間距離を適切に調整することが有効的である。具体的には、車速と先行車に対する相対速度に比例してブレーキ範囲を調整すると **Overtaking Dilemma** を減らすことは勿論、ドライバーが結局車線変更をしない場合に生じる衝突の危険性を抑えることもできる。

(以上)

