

予測交通制御の信頼性について

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖
信州大学工学部 ○竹谷 勉

1. はじめに

都市部での道路容量の量的拡大は、用地等の制約から年々厳しくなっており、限られた道路容量を有効に活用する意味で、適切な交通制御が求められている。こうした交通制御において、一般的、共通的に言えることは、時々刻々変化する交通状態と制御との間のズレをいかにうまく防ぐかということである。そのためには、何時点か先の交通需要量を把握することが必然的に必要となるが、こうした視点から我々は交通需要の予測手法について、いろいろな角度から検討を行ってきた。しかしながら、いかに精巧なモデルを用いたとしても、予測誤差の発生は不可避的である。したがって本研究では、単独交差点を対象としたシミュレーションにより、こうした交通需要の予測誤差が信号制御に与える影響について、実験的立場から、若干の検討を試みるものである。

2. 交通需要の予測方法

上にも述べたように、我々は交通需要の動的予測に関し、現在までにいくつかの方法を提案してきている。すなわち、重回帰分析による方法、Box-Jenkins法による方法、スペクトル分析による方法、カルマンフィルタによる方法（方法1、方法2、方法3）等である。さらに比較の対象としての位置づけで、UTCS-2やUTCS-3といった、従来手法の中でもっとも精度の高いモデルであるとして評価されている方法についても検討を行っている。現実の広汎な交通量データを用いた実証的検討の結果によれば、上記の代替モデルのうち、カルマンフィルタを用いた方法3がもっとも安定的で精度の高い予測値を与えるという結論が得られている¹⁾。したがって本研究で前提とする交通需要の誤差分布については当該手法による誤差分布を用いることとした。

3. シミュレーションモデルの構成

本研究で使用するシミュレーションモデルの骨格は、個別車両を単位とする微視的なものである²⁾。本モデルでは道路内での車両間の追従挙動や信号との干渉を考慮することができるほか、信号制御の内生化ならびにグラフィック画面表示などの機能を具備しているという特徴を有している。さらに正確を期するために我々はシミュレーション中で交差点での飽和流観測を実行するという意味での飽和交通量の内生化モードを付加した。また本モデルでは、車両間の追従挙動には運転者の個人差が存在することを考慮し、加速度の決定に際しては、乱数を発生させることにより上下25%の範囲で加速度に格差を与えた。

本研究では、簡単のために単独交差点を取り扱っているが、現実の街路網で完全に孤立化した交差点を考えることは困難であることを予想し、交差点に対する入力交通の発生密度に周期的な段差をつけるようにして、間接的に上流側信号交差点の影響を考慮できるような工夫をした。また、制御の評価基準となる遅れ時間を求めるため、任意の車についてその発生時点から交差点通過時点までの旅行時間をカウントするようにした。

4. 結果と考察

交差点に入力する交通量データとしては、仮想的なデータよりはむしろ現実のデータを用いた方が望ましいと判断し、名古屋市で計測された3日分（ただし1日当たり4時間）の交通量データを採用した。整合性を保つという観点から、先に述べたカルマンフィルタによる方法3を用いた場合の交通需要の予測誤差分布についても、名古屋市の街路網から得られた交通量データを用いた結果により生成した。

図1は得られた予測誤差分布を累積分布の形で示したものである。予測誤差は上下30%以内に収まっており、予測精度が高いことを示している。

本シミュレーション中で、予測値は15分ごとに決定される。その計算は、乱数を発生させて図1の誤差分布を数値として誤差率を決定し、入力交通量データに乗じるという方法である。

図2は入力交通量データと、上記の方法によって得られた予測値、そしてシミュレーションによる発生値（真値）の3種の比較を表している。本来ならば一致もしくは近い値になるはずの、入力交通量データと真値の差が過大となっている。この差の原因は、1秒単位で連続的に車両が発生した後、車頭距離が平均化されてゆく過程において速度の低下が起り、交差点渋滞が上流に遡及したものとみなされて発生がストップされたことであると考えられる。

この問題を解決する方法としては、車両発生地点から交差点までの距離を長くして交差点渋滞の遡及を防ぐことや、渋滞の判定速度を引き上げることが考えられる。根本的には、発生台数を数十秒単位のポアソン分布で与え、単位時間内では車両は均等間隔で発生させ、発生直後の速度低下を抑えることが可能である。

なお、これらの問題を踏まえた計算結果の詳細については講演時に発表するものとする。

5. 今後の課題

今後は、交通を一方通行に限定せず、右左折や対向交通も考慮したより現実的なモデルによる検討が必要であるといえる。また本シミュレーションモデルでは、信号制御パラメータの決定理論としてWebsterの式を採用しているが、過飽和時には制御パラメータの決定が不可能であるという欠点をもっている。より適切な交通制御が求められている、過飽和時のパラメータ決定方法の検討が課題である。さらに、誤差分布が正規分布に近いことから、確率制御理論の応用により予測値の再現性の向上が可能かどうか検討する。

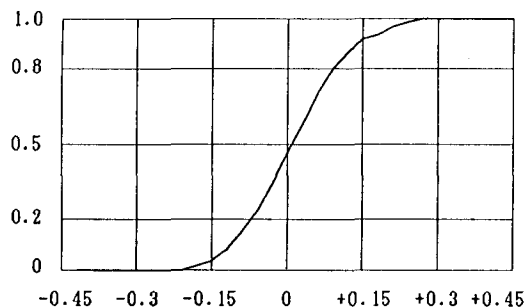


図1・予測誤差の分布

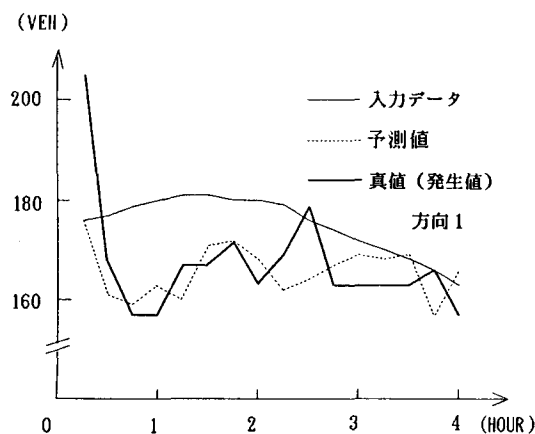


図2・15分間交通量の推移（3日平均）

参考文献

- 1) 奥谷 巖：交通需要予測諸手法の適用性の検討，電気学会論文誌D，110巻6号，pp673～682，1990。
- 2) 井上博司：道路網における交通流動の動的シミュレーション手法，土木学会論文集，No.470/IV-20，pp87～95，1993.7