

関西大学大学院 学生員○辻 幸志
 関西大学工学部 正会員 吉川 和広

関西大学総合情報学部 正会員 古田 均
 ニュージェック 正会員 三雲 是宏

1. はじめに

都市高速道路において自然渋滞を緩和させるために流入制御を行う際、ランプ流入口での短時間先の予測される断面交通量が重要な情報となる。著者らはこれまでに都市高速道路ランプ流入口における断面交通量予測へのカオス理論の適用性について考察してきた¹⁾²⁾。その結果、観測される時系列データはカオス的振舞いを呈することがわかり、予測される交通量は実測値との間に相関が認められた。

カオス理論を適用する場合、まず図-1に示すように、等時間隔で観測された時系列データからタイムラグ τ により、多次元再構成状態空間へその次元に合わせたデータベクトルをつくり、埋め込みを行う。そして次に、得られたストレンジ・アトラクタをもとに局所再構成法により予測を行う。局所再構成法とは、図-2に示すように最新に得られたデータを含む最新データベクトル $Z(T)$ に近傍のデータベクトル $X(i)$ の s ステップ後 $X(i+s)$ への軌道をもとに $Z(T+s)$ を推定するものである。本研究では局所再構成法として、グラムシュミット直交化法³⁾、デセレーション法⁴⁾の二つの手法を用いた。これら一連の解析の際、 τ および $X(i)$ の数がパラメータとなる。

本論文では、各手法において各パラメータを変更した際の結果を示す。そして、二つの手法を比較考察した後、予測ステップ s についての分析を行うこととする。

2. 予測方法

本研究で用いたデータを図-3に示す。計測期間は平成7年9月4日午前7時から9日午前7時まで、サンプリング間隔は5分である（データ数：1,440）。本研究ではこの観測データからデータベクトルをすべて作成した。そして、過去のものから数えて1,000点目までのデータベクトルを既存のものとして、逐次1点ずつデータベクトルを追加し、データがなくなるまで予測を行った。

3. 予測結果

3.1 パラメータの変更による解析結果

まず、 $X(i)$ の数を20として τ を1から12まで変化させ1ステップ後（5分後）を予測した際の実測値と予測値との相関係数の変化を図-4に示す。両手法とも τ の変化により予測結果に大きな差は見られない。しかし各手法を比較した場合、グラムシュミット直交化法よりもデセレーション法の方が良い結果を得ていることがわかる。

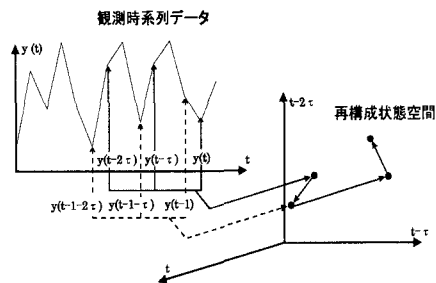


図-1 埋め込み操作

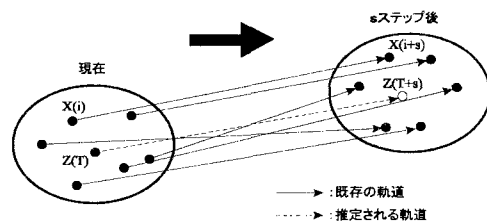


図-2 局所再構成法

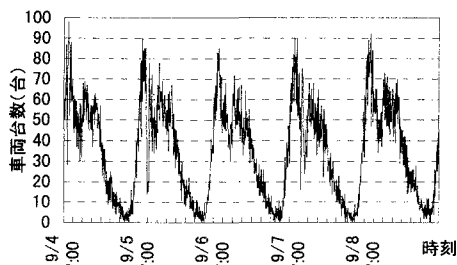


図-3 観測データ
 (阪神高速道路13号東大阪線高井田入口)

次に、 $X(i)$ の数を4,10,20,30と変更して、同じく1ステップ後を予測した際の実測値と予測値との相関係数を図-5に示す。 τ は1である。この図から、グラムシュミット直交化法は $X(i)$ の数が多くなると、予測精度が落ちることがわかる。それに比べてテセレーション法による予測結果には大きな変動が見られない。

これは前者による予測において、与えられた $X(i)$ すべてを用いて解析をするのに対して、後者による予測では、 $Z(T)$ を母点とする領域が $X(i)$ を母点とする領域に占める割合により解析を行うため、 $X(i)$ を多く与えても計算に使われる点数は限られているからであると考えられる。

実際計算を行う際に、これらパラメータを確定することは困難である。従って、グラムシュミット直交化法に比べて、テセレーション法の方が安定して良い結果を得ることのできる有効な予測手法であるといえる。

3.2 予測ステップに関する分析

テセレーション法を用いて、ステップ s を1（5分）から12（60分）まで変えて予測を行った際の実測値と予測値との相関係数を図-6に示す。 τ は1、 $X(i)$ の数は20とした。予測ステップが長くなるに従って徐々に予測精度は悪くなり、7ステップ先あたりから大きく誤差が生じている。これは本研究で用いたデータがカオス性を有するが故に起こることであり、1ステップ後が最も信頼性の高い結果を得ていることがわかる。

そのため、カオス理論を適用して予測を行う場合、逐次最新に得られるデータを加えつつ、より短時間先の予測を行うことが重要である。

4. おわりに

本研究では都市高速道路ランプ流入口における断面交通量の予測をカオス理論を適用して行った。その際、パラメータとなる τ 、 $X(i)$ の数を変更させて予測を行い、グラムシュミット直交化法とテセレーション法との比較を行った。その結果、後者の方が安定して良い値を得ることがわかった。また、予測ステップが長くなるに連れて徐々に誤差が大きくなるため、逐次最新点をもとに短時間先の予測を行うことが重要であることがわかった。

今後、流入制御を行う際に、予測で得られた精度がどのようにに影響するのかを検討し、それに合わせた予測ができるようにモデルを改良する必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたって、阪神高速道路公団大阪管理部に貴重な交通量データを提供して頂きました。厚くお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 辻,古田,吉川,三雲：平成8年度関西支部年次学術講演会講演概要,IV-42,1996.5.
- 2) 辻,古田,吉川,三雲：第21回土木情報システムシンポジウム講演集,pp.173-176,1996.11.
- 3) J.Jimenez,J.A.Moreno and G.J.Ruggeri：Physical Review A,Vol.45,No.6,pp.3553-3558,1992.
- 4) A.I.Mees：International Journal of Bifurcation and Chaos,Vol.1,No.4,pp.777-794,1991.

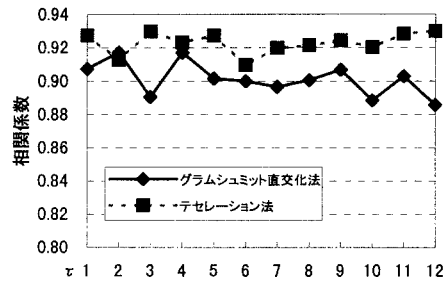


図-4 τ による相関係数の変化

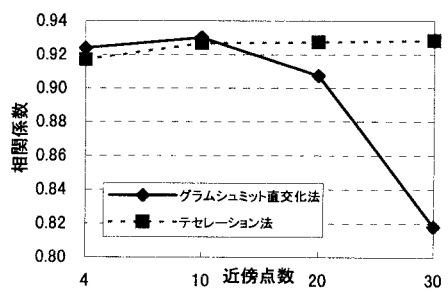


図-5 $X(i)$ の数による相関係数の変化

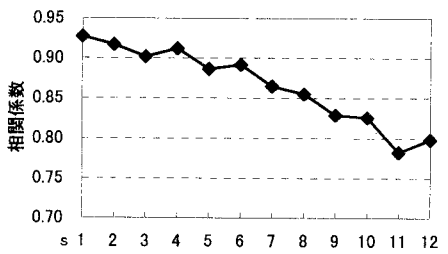


図-6 ステップ数による相関係数の変化