

信州大学工学部 学生員○山口佳男
信州大学工学部 正 員 奥谷 巖

1.はじめに

道路網の交通制御を行なう際、現在では車両感知器を設置し、時々刻々の交通情報を得、その交通情報に応じて信号機や道路標識を操作し、運転者に知らせ車を機能的に流すという処置がとられている。しかし、数十分先の交通量を予測し、他の道路への迂回指示を出し渋滞を防ぐためには、当然感知器では無理である。その場合は現時点以前の情報を使って数十分先の交通量を予測しなければならぬ。その一つの手法として、現在最も注目されているカルマンフィルターがある。本研究はカルマンフィルターを用い、長野市の国道及び県道の交通量の予測を試みたものである。

2.種々の方法によるカルマンフィルター適用例

ここで問題とするのは、現時点以前の交通量の計測データを利用して、あるリンクの k 時点先の交通量の予測である。いま $x(t)$ をリンク交通量を表わすベクトルとしたとき、次のような予測モデルを考える。

$$x(t+k) = H^0(t)x(t) + H^1(t)x(t-1) + \dots + H^r(t)x(t-r) + w(t) \quad (1)$$

ここに、 $H^l(t)$ は $x(t-l)$ にかかるパラメータからなる $n \times n$ の行列、 $w(t)$ はシステムに入る雑音。 $H^l(t)$ の第 i 行を $a_i^l(t) = (a_{i1}^l(t), a_{i2}^l(t), \dots, a_{in}^l(t))$ としたとき $h(t) = (a_1^0(t), a_2^0(t), \dots, a_n^0(t), a_1^1(t), a_2^1(t), \dots, a_n^1(t), \dots, a_1^r(t), a_2^r(t), \dots, a_n^r(t))^T$ なるベクトルを定義する。

いま現時点を t とし、 $h(t)$ の予測値 $\hat{h}(t)$ の式は、 $\hat{h}(t) = \hat{h}(t-1) + K(t)[z(t) - \Lambda(t)\hat{h}(t-1)]$ である。ここに $z(t) = x(t+k)$ 、 $K(t)$ はカルマンゲイン、 $\Lambda(t)$ は次式である。

$$\Lambda(t) = \begin{bmatrix} x^T(t) & 0 & x^T(t-1) & 0 \\ & x^T(t) & & x^T(t-1) \\ & 0 & x^T(t) & 0 \\ x^T(t-r) & x^T(t-r) & 0 & x^T(t-r) \end{bmatrix} \quad (6)$$

このようにして、逐次的に計算されてゆく $\hat{h}(t)$ を利用して予測値 $\hat{x}(t+k)$ を求めると次式のよう

----- 実測値
——— 予測値
横軸：時間，縦軸：車両数



図1 実測値と平均値の差による予測



図2 当日と一週間前の実測値による予測

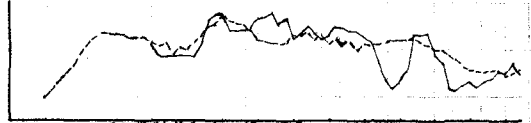


図3 当日と前日の実測値による予測



図4 5日間平均を用いる予測



図5 実測値と期待値による予測

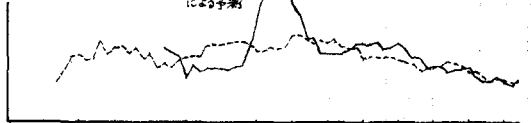


図6 前日のパラメータを初期値とした予測



図7 パラメータのみによる予測

になる。 $\hat{x}(t+k) = A(t) \hat{x}(t-k)$ —— (7)

予測は53日間の各日6時間の5分間交通量を使用し、最初の43日間のデータを元に44日目から予測した。その方法は、①実測値、期待値の移動平均値をそれぞれ X 、 QM とし、その差 $X_i - QM$ を変数とし予測。(図1) (これは第 i 日目を表す。以下同様) ②当日と一週間前のデータとの差 $X_i - X_{i-7}$ を変数として予測。(図2) ③当日と前日との差 $X_i - X_{i-1}$ を変数として予測。(図3) ④3地点のデータを導入してカルマンゲインを計算し①の方法で予測。⑤当日を含む過去5日間のデータを平均し、その移動平均をとり、①と同様 $X_i - QM$ を変数として予測。(図4) ⑥の1指数平滑法を導入し実測値、期待値を平滑化しそれぞれを X' 、 QM' とし、 $X_i - QM'$ を変数とし予測。(図5) (以下実測値、期待値は平滑値とする。) ⑥の2前日の各時刻の変動が小さいため、カルマンフィルタが過小推定、過大推定を繰り返してしまい、思わしい結果が得られなかった。また一週間前のデータを用いる方法も実測値の変動が大きいため良い予測は出来なかった。3地点のデータを用いる方法は、予測すべき地点と他の2地点の距離が大き過ぎるため、他の2地点のデータの影響が小さ過ぎず全方法の中では予測が著しく悪かった。5日間の平均を用いる方法も過去5時点の各データの変動が大きいため思わしい結果は得られなかった。指数平滑法を用いる方法では、データのカーブが滑らかになるため、比較的良い結果であった。前日のパラメータを用いる方法は、指数平滑を用いても予測結果は全般に悪かった。当日と前日の実測値を用いた予測を改良した前日と前々日の実測値を用いた予測は指数平滑法を導入した方法の中で最も良い結果が得られた。全般実測値の差、現時点以後は前日と前々日の実測値の差に前日のパラメータを掛け⑥の3と同様に予測。(図11)

3. 考察

最初に試みた移動平均を用いる方法は実測値の

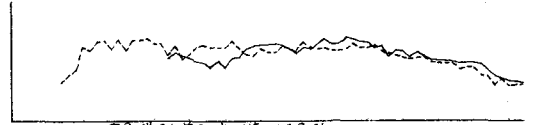


図8 当日と前日の実測値による予測

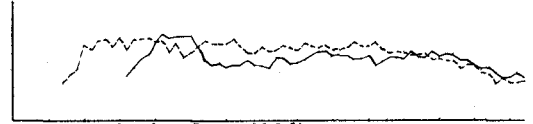


図9 パラメータのみによる予測

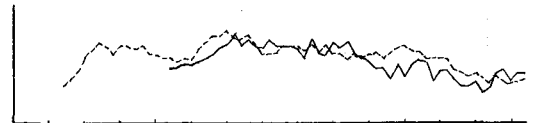


図10 前日と前々日の実測値による予測



図11 パラメータのみによる予測

各時刻の変動が小さいため、カルマンフィルタが過小推定、過大推定を繰り返してしまい、思わしい結果が得られなかった。また一週間前のデータを用いる方法も実測値の変動が大きいため良い予測は出来なかった。3地点のデータを用いる方法は、予測すべき地点と他の2地点の距離が大き過ぎるため、他の2地点のデータの影響が小さ過ぎず全方法の中では予測が著しく悪かった。5日間の平均を用いる方法も過去5時点の各データの変動が大きいため思わしい結果は得られなかった。指数平滑法を用いる方法では、データのカーブが滑らかになるため、比較的良い結果であった。前日のパラメータを用いる方法は、指数平滑を用いても予測結果は全般に悪かった。当日と前日の実測値を用いた予測を改良した前日と前々日の実測値を用いた予測は指数平滑法を導入した方法の中で最も良い結果が得られた。全般実測値の差、現時点以後は前日と前々日の実測値の差に前日のパラメータを掛け⑥の3と同様に予測。(図11)

参考文献：奥谷巖「カルマンフィルタを用いた道路交通状態の推定と予測」