

交通状態指標を用いた時系列データ分析による交通量予測

2019SS013 古屋宗磨

指導教員：佐々木 美裕

1 はじめに

現在、交通渋滞による経済的損失は世界的に解決すべき問題として広く認知されている。国土交通省 [2] によると日本における交通渋滞の影響により年間で 38.1 億人時間の損失があり、日本円に換算すると約 12 兆円にも上るとされている。他にも渋滞時間の増加に伴う CO_2 排出の増大や、物流コストの増加により企業立地の進展など様々な課題が発生する。

交通渋滞はさまざまな要因で発生している。例えば交通事故や道路工事による車線の減少、右左折に伴う走行速度の低下、信号機制御による走行速度の低下、路上駐車による走行上の障害物の影響など多岐にわたる。本研究では、車道を通った車両の台数のデータを元に交通状態を解析し近い未来の交通状態を予測することを目標とする。

2 データについて

本研究で使用するデータは、日本交通道路情報センター [3] が公開している全国の交通量のデータを使用した。このデータは一般道路に設置された感知器を用いて取得されている。この感知器で計測するデータは、感知器が設置された車道を通った車両の台数を、5 分ごとに計測し各地区に存在するデータセンターに送信されている。感知器が設置されている地点は 2 次メッシュ番号で管理されている。図 1 は愛知県の 2 次メッシュ地図である。メッシュ番号とは、日本全土を緯度経度でメッシュに細かく区分したもので、2 次メッシュでは縦横 10km の正方形で区画分けされている。

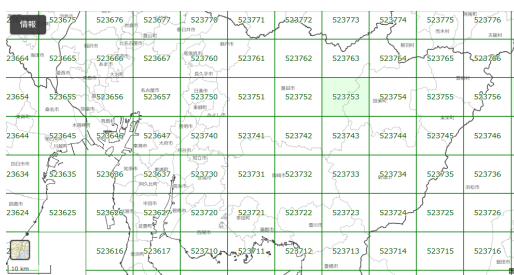


図 1 愛知県の 2 次メッシュ地図

データは 1 か月に 1 度更新されており JARTIC のウェブページ内 [3] にて公開されている。使用するデータの地域について、図 1 中の 2 次メッシュ番号 523740 区画のデータを使用した。

3 走行台キロについて

収集したデータから走行台キロという道路交通需要を表す指標を作成した。この作成したデータに対して分析と予測を行う。走行台キロの定義として時間帯 t に感知器 i で

感知した交通断面量を q_t^i 、リンクの長さを l^i 、リンクの集合を I とすると走行台キロ P_t は式 1 で表す。

$$P_t = \sum_{I \in i} q_t^i l^i \quad (1)$$

この指標は道路交通需要を表す他に、交通渋滞の把握に用いられる MFD を作成するのに用いられる [4] では沖縄県に設置された感知器のデータを用いて MDF を作成し、深層学習などの手法によって走行台キロの時系列予測などを行った。

4 分析方法

分析方法として、時系列データ分析の変動成分の分解を行った。変動成分は、トレンド成分、季節成分、残差成分が存在する。トレンド成分は上昇傾向や下降傾向を表しており、それらの変動を把握することに用いる。季節成分は週周期や年周期などの周期的な変動を表している。残差成分では、トレンド成分と季節成分以外の変動を表している。時刻 $i \in T$ におけるトレンド成分 t_i 、季節成分 s_i 、残差成分 r_i 、時系列データ y_i とすると、(式 (2)) として表せる。

$$y_i = t_i + s_i + r_i \quad (2)$$

この方法は加法モデルと呼ばれており、他にも乗法モデルがある。交通分析においては加法モデルを用いた。

分解手法として STL 分解 (Seasonal Decomposition Of Time Series By Loess)[1] を用いた。この方法ははずれ値に強く、どのような季節性に関しても使うことができ、交通量のような突発的な変化を有するデータに適すると考えた。STL 分解による変動成分の分解方法を以下に示す。

- データの周期性を LOESS 平滑化で求めトレンド成分とする
- データからトレンド成分を除去し季節成分をもとめる
- データからトレンド成分と季節成分を除去し残差成分とする

5 分析結果

図 2 は 2 次メッシュ番号 523740 内で作成した走行台キロ (台キロ/5 分) を変動成分分解した結果である。図 2 中の一番上の図は元データを表示している。図 2 中の上から 2 番目の図はトレンド成分に成分分解した結果を表示している。図 2 中の上から 3 番目の図は季節成分に成分分解した結果をを表示している。図 2 中の一番下の図は残差成分に成分分解したを表示している。

STL 分解と図 2 は python の statsmodels モジュールを使用して作成した。図 2 は 2022 年 2 月の 1 か月間のデータである。図 2 から 1 か月間のトレンド成分、季節成分、残差成分に関して分析結果を見ることができる。トレンド成分では、2/6, 2/13, 2/20, 2/23, 2/27 に減少しているこ

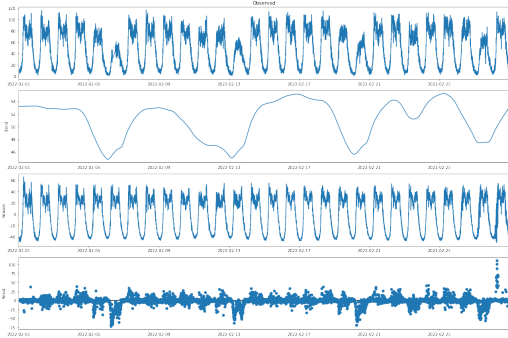


図2 1か月間の変動成分の分解結果

とが見れる。これは2/6,2/13,2/20,2/27は日曜日なので、走行台キロが減少するトレンドがあると考えられる。また2/23については祝日であるので日々の通勤による交通量がないのでピーク時の交通量が減少していると考えられる。

残差成分に関しては、人間の活動時間に合わせて増加減少を繰り返しているように見える。さらに日曜日には毎週同じような残差が現れた。

6 ARMA モデルを用いた時系列予測

時系列予測を行ううえで、短期間の予測をするので古典的手法である ARIMA モデルを用いて予測を行った。ARMA モデルとは予測の対象時刻よりも前のいくつかのデータを用いて次の予測を行う手法である。ARMA モデルには2つのパラメータが存在し、それぞれ自己回帰パラメータ (p)、移動平均パラメータ (q) が存在する。自己回帰パラメータ (p) については p 次の AR 過程、移動平均パラメータ (q) は q 次の移動平均モデルを表すものである。

ARMA モデルは時系列 y_1, y_2, \dots, y_n に対して、式3で表される。

$$y_n = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t + \theta_1 \epsilon_{t-1} + \theta_2 \epsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (3)$$

自系列予測をするためにはこれらのパラメータ推定が必要になる。自己回帰パラメータ (p) については1~6、移動平均パラメータ (q) は1~3を設定しそれぞれの予測結果を比較することで推定を行う。

予測期間として5分,15分,30分,60分後を対象とした。

ARIMA モデルを用いて時系列予測をする際、再帰的に計算を繰り返すことで予測したい時間までの予測を行う。具体的には、式(3)を用いてまず y_{n+1} を求める。そして $y_{n+1} \sim y_{n-p+1}$ を用いて、 y_{n+2} を求める。これを繰り返すことで対象の時間までの予測を行う。

予測指標として予測値と実測値の絶対平均誤差である MAPE(式(4))を用いた。

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (4)$$

図3,4はARMAモデルでの予測と実測値の誤差を

モデルごとに比べた図である。横軸に各ARMAモデル、縦軸は誤差指標MAPEである。図3は5分後、図4は60分後の図である。60分後を対象とした予測では(1,2),(1,3),(3,1),(4,1),(5,1),(5,2),(6,2),(6,3)が0.8付近となり、5分後の予測よりも精度の高いモデルが多くあった。5分後の予測でMAPEが小さいのはARMA(1,1),(5,3)で0.8程度に収まった。

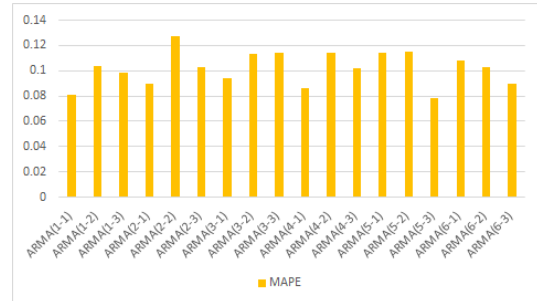


図3 予測期間5分のMAPE

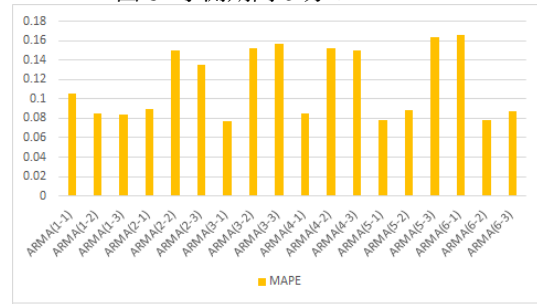


図4 予測期間60分のMAPE

7 おわりに

交通指標である走行台キロの時系列データを用いて成分分解分析とARMAモデルを用いた予測を行った。成分分解分析では分解手法としてSTL分解を用いて分解した。分析結果として時系列的なトレンドが日曜日と祝日の場合に減少していることが分かった。ARMAモデルによる予測について、5分後の予測よりも60分後の予測の方がモデルによる差異が多きいことが分かった。

参考文献

- [1] LOESS を使用した季節およびトレンドの分解. <https://doc.arcgis.com/ja/insights/latest/analyze/st1.htm>. (Accessed on 09/24/2022).
- [2] 効果的な渋滞対策の推進:国土交通省. <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h18/07.pdf>. (Accessed on 09/22/2022).
- [3] あああ. 日本道路交通情報センター:jartic. <https://www.jartic.or.jp/>. (Accessed on 09/21/2022).
- [4] 馬場静羽, 井上亮. 交通変数間の関係を反映した深層学習による地域の交通状態の短期的予測. 交通工学論文集, Vol. 7, No. 2, pp. A_110-A_118, 2021.