

ネットワーク空間における時刻依存型の通過量モデル

02302690 慶應義塾大学 *田中健一 TANAKA KEN-ICHI
01107680 慶應義塾大学 栗田 治 KURITA OSAMU

1. はじめに

これまでに、連続平面における交通量分布が、様々な道路パターンのもとで導かれている [6]. これらの研究を進展させ、交通量の時空間的な分布を扱ったモデルもいくつか提案されている [1, 4, 5]. また、ネットワーク上の大規模な均衡配分問題を、時刻依存型モデルとして構成した研究例も存在する [2]. しかしながら、ネットワークのリンク上で連続な起・終点分布に基づいて交通量分布を解析的に分析したモデルは、田村・腰塚 [3] の唯一の研究に留まっている. 本稿では、田村らのモデルを基礎として、起・終点が連続的に分布するネットワークにおいて、時刻依存型の通過量モデルを提案する.

2. 都市モデルと移動に関する仮定

図 1 に示すように、起・終点が連続的に分布するネットワーク空間を想定し、以下を仮定する：

- (i) 起・終点はリンク上で一様かつ独立に分布する；
- (ii) 移動者は起・終点間の最短経路を選択する；
- (iii) 移動は一定速度 v で行われる.

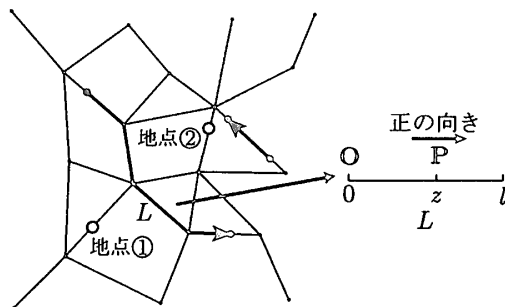
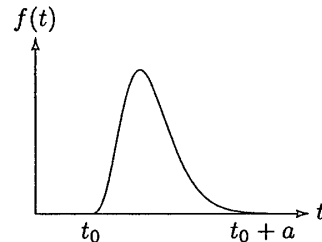


図 1 起・終点が連続的に分布するネットワーク空間.

さらに、会社へ到着する時刻 t の分布を記述する出社時刻分布 $f(t)$ を導入する. いま、図 2 に示すような、時間区間 $[t_0, t_0 + a]$ で定められる密度関数

$$f = f(t) \quad (t_0 \leq t \leq t_0 + a) \quad (1)$$

を想定する. このとき、ネットワーク上の任意の部分領域に、時間区間 $[t, t + dt]$ に出社する (総トリップ数 N に占める) 割合は $f(t)dt$ で与えられるものとする.

図 2 通勤者の出社時刻 t の分布を記述する密度関数 $f(t)$.

3. 通過密度の定義

ネットワーク上の地点 P を時刻 t に通過する交通量を記述する、通過密度を導入する. 図 1 に示すように、リンク L の一方の端点を原点とする座標系を L 上に導入する. いま、地点 $P = z$ を正の向きに通過する総交通量 $q_{\text{正}}(z)$ の、時刻に関する密度を、地点 P における正の向きの通過密度とよび、 $p_{\text{正}}(z, t)$ と表す：

$$p_{\text{正}}(z, t) = q_{\text{正}}(z) \times \psi_{\text{正}}(t; z). \quad (2)$$

ここで、 $\psi_{\text{正}}(t; z)$ は、 P を正の向きに通過する移動者の通過時刻の密度関数を意味する. 負の向きの通過密度 $p_{\text{負}}(z, t)$ も同様に定義し、両者の合計を $p_{\text{合}}(z, t)$ と表す. 通過密度の導出方法ならびに導出結果は、紙面の制約上省略する.

4. 数値例

図 3 に、田村・腰塚 [3] の手法を用いて、図 1 のネットワークに対応する総通過量 $q_{\text{合}}(z)$ を示した.

次に、通過密度 $p_{\text{合}}(z, t)$ の数値例を示す. ここでは、ネットワーク上の最大距離の所要時間を 2 と定め、総トリップ数を $N = 1$ とする (一般性は失われない).

図 4 に、図 1 の白抜き丸で示した 2 つの観測地点における通過密度 $p_{\text{合}}(z, t)$ の時間的な変化を示した. 出社時刻分布としては、出社時間帯の幅 a の異なる、4 通りの一様分布を採用した ($a = 0.5, 1.0, 1.5$ および 2.0). 図 5 に、時間区間 $[2, 3]$ の一様な出社時刻分布に対応する通過密度 $p_{\text{合}}(z, t)$ の空間分布を時間を追って示した. この例での移動が観測される時間帯は $t \in [0, 3]$ である.

謝辞

本研究は、文部科学省平成 15 年度 21 世紀 COE プログラム『知能化から生命化へのシステムデザイン』の補助を受けました. ここに記し謝意を表します.

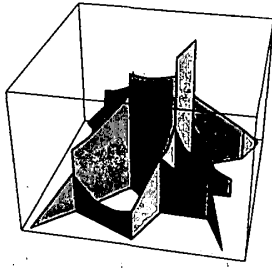


図3 通過量 $q_{\hat{c}}(z)$.

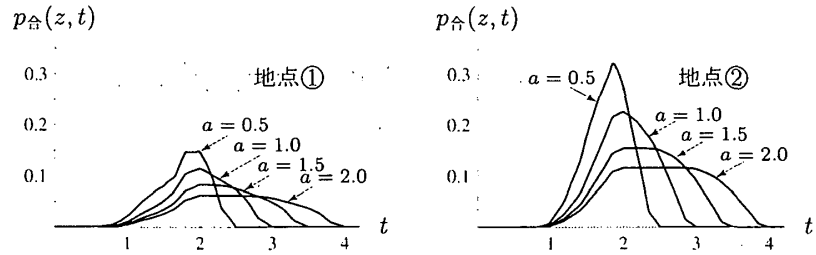


図4 図1の2つの地点における通過密度 $p_{\hat{c}}(z, t)$ の時間的分布.

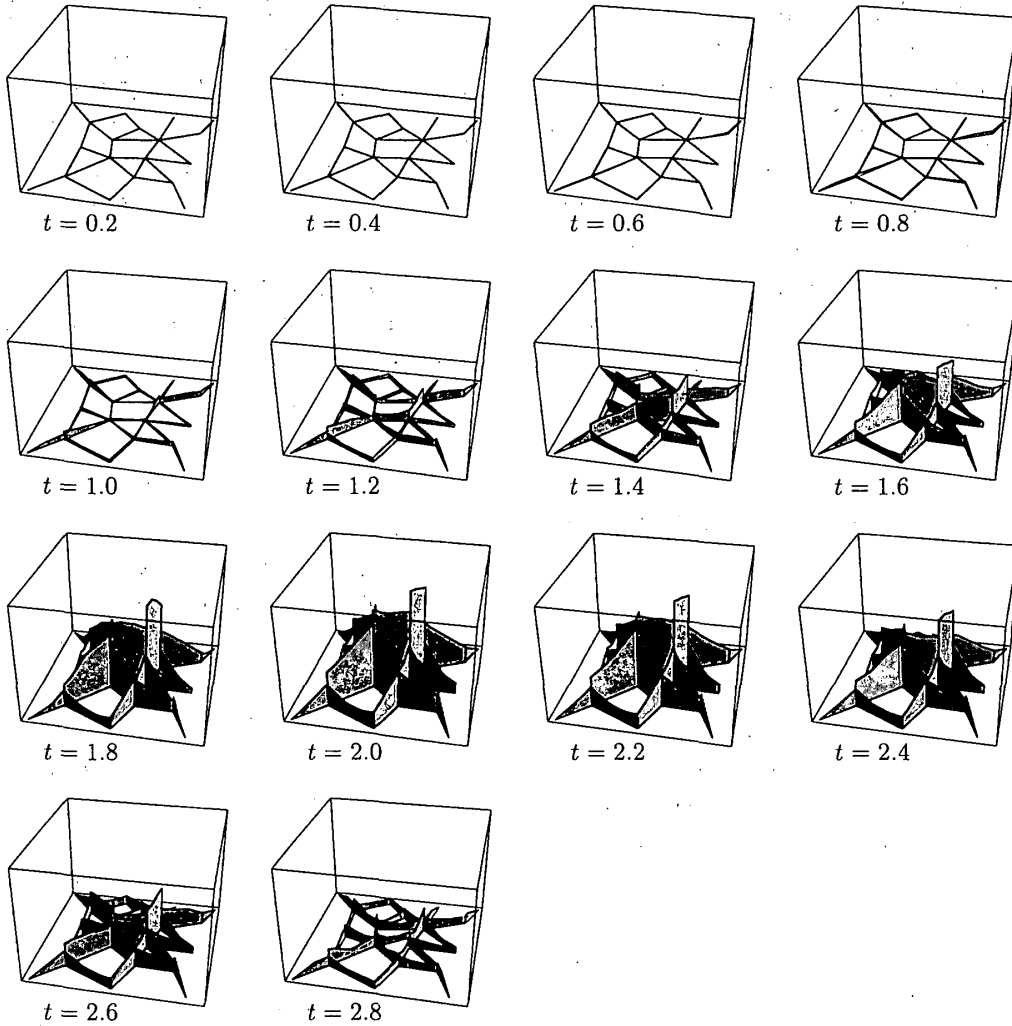


図5 図1のネットワークにおける通過密度 $p_{\hat{c}}(z, t)$ の空間的分布 (時間区間 $[2, 3]$ の一様出社の場合).

参考文献

- [1] Pearce, C. E. M. (1975): Time dependence in commuter traffic models. *Transportation Science*, Vol. 3, pp. 287-307.
- [2] 田口 東 (2004): 首都圏電車ネットワークにおける時差出勤の効果の予測. 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, 1-D-10, pp. 94-95.
- [3] 田村一軌・腰塚武志 (2000): 道路網上の距離分布と流動量分布に関する基礎的研究. 都市計画論文集, No. 35, pp. 1021-1026.
- [4] 田中健一・栗田 治 (2003): 領域内通過量からみた放射・環状道路網の数理的分析. 日本応用数学会論文誌, Vol. 13, No. 3, pp. 321-352.
- [5] Tanaka, K. and Kurita, O. (2003): Time dependent traffic flow in a rectangular city with rectilinear distance. *FORMA*, Vol. 18, pp. 165-186.
- [6] Vaughan, R. J. (1987): *Urban Spatial Traffic Patterns*. Poin Limited.