

IV-32

ネットワークの連続体近似による交通量配分

京都大学工学部 正員 飯田恭敬
愛媛大学工学部 正員 朝倉康夫
京都大学大学院 学生員 ○楊 海
京都大学大学院 学生員 進士 肇

1. はじめに

広域高密度都市圏を対象とした交通量配分には、データ作成、数値計算、計算結果の評価等に膨大な作業量が必要である。特にマクロな交通計画においては、詳細なリンクフローは必ずしも必要ではなく、都市内の概略フローがわかれば十分に実用的である場合が多い。そこで本研究では、このようなレベルの計画への適用を目的としたネットワークの連続体近似の考え方に基いて、対象領域を要素ごとに分割し、要素レベルの走行時間関数を作成して、交通量配分計算を効率的に行う方法を提案する。

2. 連続体近似の考え方と要素通過時間関数の設定

対象領域をFigure 1に示すような四角形要素を用いて分割する。一つの要素を通過するのに要する時間は、交通の流入・流出方向、交通の起・終点によらず、すべて等しいものとする。この仮定により、要素各辺を横切る流入・流出交通を明示的に区分した要素フロー関係は、Figure 2に示すような簡略化ネットワークで表示できる。この図の中央の矢印は要素通過リンクで、このリンクを通過するフローに走行時間(要素通過時間)がかかるものとする。それ以外の矢印は要素同士を結ぶ流出入リンクで、走行時間が0のダミーリンクである。

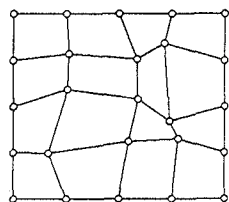


Figure 1 Rectangular element

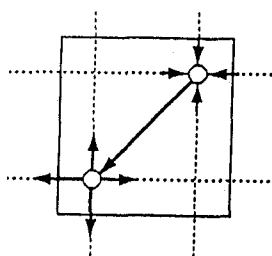


Figure 2 Network representation of element flow.

次に、要素通過時間関数の設定を行なう。要素に含まれる個々のリンクの走行時間関数は次のような修正B. P. R. 関数とする。

$$T_i = T_{0i} \times \{1.0 + 2.62 (V_i / C_i)^5\} \quad (1)$$

T_i : リンク*i*の所要時間 T_{0i} : リンク*i*の自由走行時間
 V_i : リンク*i*の交通量 C_i : リンク*i*の交通容量

この式をもとに、要素通過時間関数を次のように設定する。

$$S_e(V_e) = \alpha \frac{De^{1/2}}{V_{0e}} \left\{ 1 + \beta \left(\frac{V_e}{C_e} \right)^\gamma \right\} \quad (2)$$

$S_e(V_e)$: 要素*e*の平均通過時間関数

V_e : 要素*e*の通過交通量

C_e : 要素*e*の交通容量

De : 要素*e*の面積

V_{0e} : 要素*e*の自由走行速度

α, β, γ : 単位を持たないパラメータ

ただし、要素*e*の自由走行速度 V_{0e} 、交通容量 C_e は、次のように定義する。

$$V_{0e} = \frac{\sum L_i}{\sum (L_i / V_{0i})}; \quad C_e = \frac{\sum L_i C_i}{De^{1/2}} \quad (3)$$

L_i : 要素内リンク*i*のリンク長

V_{0i} : 要素内リンク*i*の自由走行速度

3. シミュレーションによるパラメータの推計

シミュレーションを用いて、要素走行時間関数のパラメータ α, β, γ を推計する手順を説明する。Figure 1の要素内詳細ネットワークの要素境界に位置するノードを交通の発生・集中ノードとして、OD交通量を変化させ(要素内の発生交通を考えるために要素内のノードと要素境界ノードの間にも適当な割合のOD交通量を与える)、利用者均衡配分を行えば、要素の平均通過時間と要素の総通過交通量に関する複数組のデータポイントを求めることができる。これらのデータポイントを用いた最小二乗法により、 α, β, γ を推計する。リンク容量やノード位置、ODパターンなどをランダムに変化させ、種々のシミュレーションを行なった結果、次のようなパラメータ値を得た。

$$\alpha = 1.10 \sim 1.20; \quad \beta = 6.00 \sim 7.00; \quad \gamma = 3.60 \sim 4.00$$

この結果から見られるように、各パラメータの値はネットワークの特徴、ODパターン等による変動が小さく、ほぼ安定した値を取ることがわかる。

4. 数値計算例

一辺20リンクの仮想的な格子状ネットワークを49個の等面積の正方形要素に分割し、提案した要素通過時間関数及び推計された各パラメータの値を用い

て、連続体近似による配分計算（分割配分法、10回繰り返し）を行なった。その計算結果を連続体に近似しない場合と比較した。ネットワーク規模及び計算時間は表-1に示す通りである。要素レベルの通過フロー及びトリップ時間の比較を、Figures 3-4に示す。これらの図、表より連続体近似を行うと計算時間は大幅に短縮され、連続体近似しない場合と比較した精度も悪くないことがわかる。若干の誤差が生じたのは、主として要素内詳細ネットワークの不均質によるものである。各要素内ネットワークが均質になるように要素分割を行えば、ある程度誤差を小さくすることができる。さらに、容量の大きいリンクを通常のネットワークで表わし、細街路のみ連続体近似することによって要素内ネットワークを均質化する、2レベルのネットワークを用いた配分計算方法が考えられる。この方法を用いると、計算精度が上がるだけではなく、特に重要な幹線道路の詳細リンクフローを得ることができる。したがって連続体近似モデルの大きな欠点である「詳細リンクフローが得られない」という問題が解消される。

なお、Figures 5-6は連続体近似によって求められた交通強度の分布を表している。このような二次元的表示により、計算結果の視覚的検討が容易となる。

表-1 ネットワーク規模及び計算時間の比較

	連続体近似 しない場合	連続体近似 した場合
ノード数	441	98
リンク数	1680	217
セントロイド数	49	49
必要メモリー	67KB	20KB
(単位ミリ秒)		
繰り返し1回当り		
平均計算時間	218	30
うち最短経路探索 によるもの	192	16
全計算時間	2420	434

5. おわりに

ネットワークの連続体近似による方法は、ネットワーク交通流をマクロに解析するうえで一つの有力な方法（特に計算の効率化と計算結果の表示）であることがわかった。ただし、要素内ネットワークが不均質な要素において誤差が大きく、また要素内の概略のフローは得られるが詳細なリンクフローが得られない、という欠点を持っている。これを解消するためのより実用的な方法として、2レベルネットワークを用いる方法が考えられ、現在、その検討を進めている段階である。

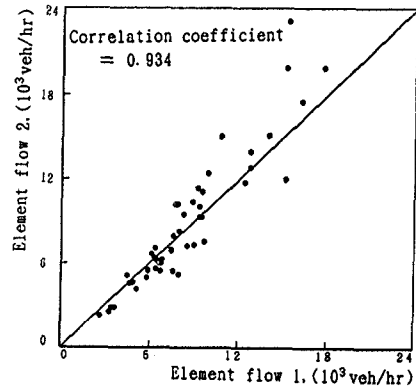


Figure 3 Relationships between element flow 1 obtained by continuum approximation and element flow 2 obtained by detailed network.

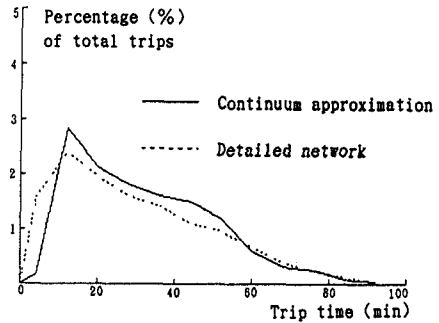


Figure 4 Comparison of trip time distributions between continuum approximation and detailed network.

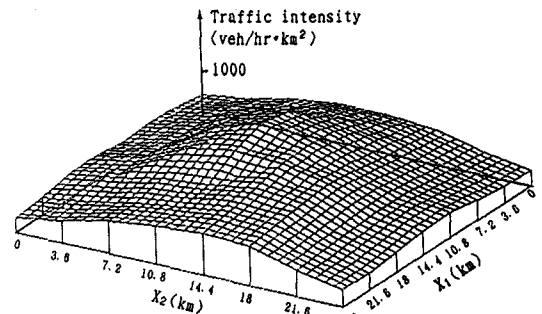


Figure 5 Traffic-intensity distribution over urban space.

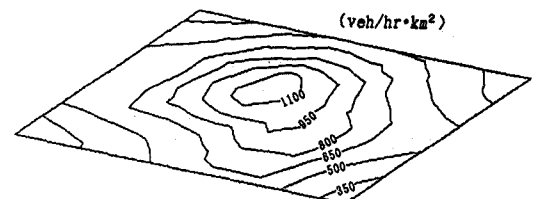


Figure 6 Equi-intensity lines of traffic distribution.