

ネットワークの連続体近似による交通量配分手法

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
京都大学工学部	学生員	○進士 肇

1. 研究の目的

近年、都市空間が高密大規模化していることを背景に、交通量配分計算に用いられるネットワークはますます大規模化している。この場合、計算時間やデータ作成の作業量は膨大なものとなる。また、通常のマクロな交通計画では、詳細なリンクフローは必ずしも必要ではなく、都市内の概略なフローがわかればよいことも多い。そこで、本研究では、対象領域を要素に分割し、要素内のリンクを集計することにより、要素を通過する交通があたかも一つのリンクを通過するかのようにして配分計算を行なった。こうすることにより、ネットワーク規模の縮小に伴って計算時間が大幅に縮小され、またデータ作成・入力作業量も大きく軽減される。

2. 連続体近似モデルの考え方と要素通過時間関数の設定

まず、対象領域を四角形の要素に分割する。要素の各辺において、辺を横切る複数のリンクのフローに区別をつけず、これらを加算することによって各辺の流入・流出交通を明示的に区分する。一つの要素を通過するのに要する時間は、交通の流入・流出方向によって変化せず、すべて等しいものと仮定する。これをネットワーク表示すると、図-1 のようになる。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。一方、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。

次に、この要素通過時間の設定を行なう。通常、リンク走行時間関数は次のような式で表わされる。（修正B. P. R. 関数）

$$T = T_0 \times \{1.0 + 2.62 (V/C)^5\} \quad (1)$$

T : リンクの所要時間 T_0 : リンク自由走行時間

V : リンクの交通量 C : リンクの容量

この式をもとに、要素通過時間関数を次のように設定した。

$$Se(Ve) = \alpha \frac{De^{1/2}}{V_{0e}} \left\{ 1 + \beta \left(\frac{Ve}{Ce} \right)^\gamma \right\} \quad (2)$$

$Se(Ve)$: 要素eの平均通過時間

Ve : 要素eの通過交通量

Ce : 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、要素の容量 Ce 、要素の自由走行速度 V_{0e} は次のように定義する。

$$V_{0e} = \frac{\sum L_i}{\sum (L_i / V_{0i})} \quad (3)$$

L_i, V_{0i} : リンク i のリンク長及び自由走行速度

$$Ce = \frac{\sum L_i C_i}{De^{1/2}} \quad (4)$$

C_i : リンク i の交通容量

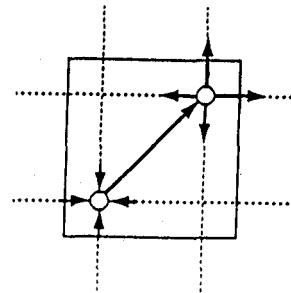


図-1 連続体近似モデルのネットワーク表示

ここで、(2)式のパラメータ α 、 β 、 γ を推計する必要がある。一つの要素について、要素内詳細ネットワークのリンク容量やノード位置、ODパターンなどをランダムに与え、シミュレーションを行なった結果、各パラメータの値は表-1のようになった。この表にみられるように、各パラメータの値は一つには決められず、若干の変動があることがわかる。

3. 計算結果

次に、ここで得られた要素通過時間関数の式及び各パラメータの値を用いて、実際に連続体近似による配分計算を行なった。本研究では、一辺20リンクの仮想的な格子状ネットワークを49の等面積の正方形要素に分割した。ネットワーク規模の比較は表-2に示した通りである。計算には分割配分法（IA法、10回繰り返し）を用い、計算結果は連続体に近似しない場合と比較した。すると、計算時間は表-2に示した通り大幅に短縮された。一方、要素通過フローの精度は、表-3のように高い値を示した。このように連続体近似を行なうと計算時間は大幅に短縮され、またかなり良い精度が得られるものの、若干の誤差を持っていることがわかる。誤差の大きい要素を調べてみると、特に要素通過フローの大きい要素においてフローを過小評価していることがわかった。この原因としては、主として要素内詳細ネットワークが不均質であることがあげられる。また、領域境界要素において若干の誤差があることがわかった。

領域境界要素の誤差については、パラメータを特別に設定することによってある程度誤差を小さくすることができる。また、要素内ネットワークが不均質な要素における誤差については、要素分割を機械的に行なうのではなく、均質な要素となるように分割の方法を考えることによって、ある程度防ぐことができる。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。

4. 結論

これまで述べてきたように、連続体近似モデルを用いると計算時間が大幅に短縮でき、またある程度の計算精度が得られることがわかった。ただし、特に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る。

表-1 シミュレーションによる各パラメータの推計値

α	1.10~1.20
β	6.00~7.00
γ	3.60~4.00

(注)ランダムに与えたひとつのネットワークに対して、要素通過フローを変化させながら、ひとつのパラメータを推計した。

表-2 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
繰り返し1回当たり 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

(注)必要メモリー：IA法の計算において必要な配列部分のみの値

計算時間：IA法により計算した場合のCPU-TIME計測値（単位ミリ秒）

表-3 連続体に近似した場合の要素通過フローの精度（IA法による値）

相関係数	WRMSE	総走行時間誤差率
0.931	23.7%	+3.4%
	システム誤差	40.3%
	ランダム誤差	59.7%

(注)連続体近似しない場合のIA法により計算したリンクフローを要素通過フローに換算したものに対する精度。

WRMSE：各リンク長の重みをつけた残差平方和平均