右折レーン設置の優先順位

佐賀大学　学生員○沖本　洋人　　佐賀大学　生　員　清田　　勝
佐賀大学　生　員　田上　　博　　佐賀大学　　　　　福本　善夫

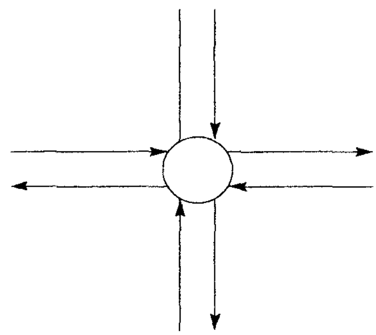
1．はじめに

平面交差点における交通渋滞解消の一手段として、右折専用車線の設置や、交差点の立体交差化が挙げられる。しかし、立体交差化は極めて事業規模が大きくなり、財源が限られている都市では需要に見合った早期整備は困難であると思われる。そこで本研究では、この問題に対処する可能な最小限の改良（車線の確保）として、限られた予算の中でどのような道路区間から優先的に右折専用レーンを設置すれば最も効果的であるかを決定する手法を提案するものである。

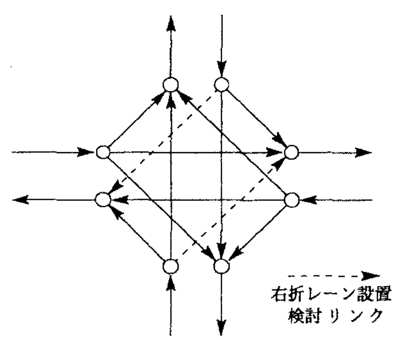
2．交差点のモデル化

一般に、最短経路探索問題や交通量配分等の交通ネットワーク問題を取り扱う場合には、交差点は図－1に示すように一つのノードで表現される場合が多い[1]。

しかし、右左折禁止等の交通規制や右折レーン設置の優先順位を決定する問題等で、交差点内部の交通を方向別に取り扱わなければならない場合には、図－1のように交差点を示すノードに、流入・流出路であるリンクをつなぐだけでは不十分で、図－2に示されるように、一つの交差点を8個のノードと12本のリンクでモデル化する必要がある。



図－1　交差点の表現例1



図－2　交差点の表現例2

3．動的計画法によるモデルの定式化

ＯＤ交通量と投資できる予算が与えられている場合に、Ｎ期$(n=1,2,\cdots,N)$でＭ本の右折専用レーン（右折リンク）を交差点に設置するモデルの定式化を考える。本研究では、設置前の総走行時間を基準にした場合の総走行時間の短縮量の総和を最大にする設置区間の組み合わせと優先順位を動的計画法を用いて段階的に決定するモデルを提案するものである。なお、今回は右折レーン設置に伴う総走行時間の増加はないものと仮定する。

右折レーン設置検討リンクｊ$(j=1\sim M)$の状態を表すために、設置済みのとき 1、まだ設置されていないとき 0を取る変数x_jを導入すると、ネットワークの状態はＭ個の 0-1 変数の組$(x_1,x_2,\cdots,x_M)$で表される。

また、第n期で可能なネットワーク状態を表すベクトル$\mathbf{x}=(x_1,\ x_2,\cdots,x_M)$は、次の予算制約式を満足しなければならない。

$$\sum_j c_j x_j \leq T_1 \qquad \cdots(1,a)$$

$$T_{n-1} < \sum_j c_j x_j \leq T_n \quad (n=2\sim N) \qquad \cdots(1,b)$$

ここで、c_j：各リンクの設置費用

T_n：第ｎ期までの累計予算

さらに、各期の予算内でできる工事はその期間内ですべて終了させると仮定すると、工事の対象となる組み合わせはさらに限定され、最大組み合わせベクトルだけが工事の対象になる。従って、これらのベクトルよりも小さい組み合わせベクトルは工事の対象から外れることになる。

いま、予算制約式(1)を満足する組み合わせベクトル$\mathbf{x}$の集合をX_nで表すと、第n期までの総走行時間の

短縮量の最大値$V_{(n)}(x)$は、ベルマンの最適性の原理から『第n期の総走行時間の短縮量』と『第(n-1)期までの総走行時間の短縮量の最大値』の和の最大値として表される。これを式で表すと以下のようになる。

$$V_{(n)}(\mathbf{x})=\max_{\mathbf{y}\in Y_{n-1}}\{V_{(n-1)}(\mathbf{y})+U_{(n)}(\mathbf{z})\} \quad \cdots(2,a)$$

$$V_{(1)}(\mathbf{x})=U_{(1)}(\mathbf{z}) \qquad (n=2\cdots N) \quad \cdots(2,b)$$

ここで、ベクトル$\mathbf{y}$は第(n-1)のネットワークの状態を表すベクトルで、第n期のネットワーク状態を表すベクトル$\mathbf{x}$よりも小さく、なおかつ第(n-1)期までに投資できる予算の制約を満たすベクトルの集合X_{n-1}に含まれなければならない。このようなベクトルの集合Y_{n-1}は以下のように表される。

$$Y_{n-1}=\{\mathbf{y} \mid \mathbf{y}\leqq\mathbf{x},\ \mathbf{y}\in X_{n-1}\} \quad \cdots(3)$$

また、ベクトル$\mathbf{z}$は、第n期での工事の進行状態を表す識別ベクトルで、$\mathbf{z}=\mathbf{x}$である。

第1期から第N期までの総走行時間の短縮量の最大値$V_{(N)}(\mathbf{x})$が求まると、$V_{(N)}(\mathbf{x})=V_{(N-1)}(\mathbf{y})+U_{(N)}(\mathbf{z})$を満足するベクトル$\mathbf{y}$を探索することによって、第(N-1)期のネットワーク状態(x)を求めることができる。同様にして、このベクトル$\mathbf{x}$を用いて$V_{(N-1)}(\mathbf{x})=V_{(N-2)}(\mathbf{y})+U_{(N-1)}(\mathbf{z})$を満足するベクトル$\mathbf{y}$を探索し、第(N-2)期のネットワーク状態(x)を求める。この探索を第1期まで遡ることによって、各期間で設置すべき右折レーン設置区間のグループと優先順位を決定することができる。

4．相互作用を考慮した等時間配分

一般的によく使われている等時間配分では、リンク走行時間関数は、そのリンク自身の交通量だけに依存し、他のリンク交通量とは干渉せず、各リンクにおいて独立であると仮定している。

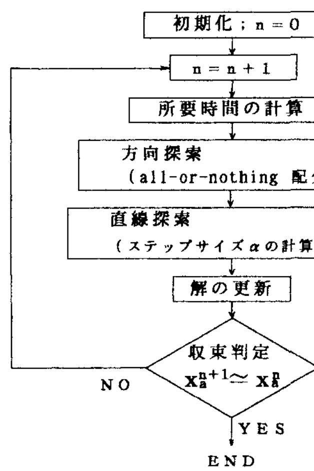
しかし、右折リンクの走行時間関数のように、右折リンク自身の交通量だけではなく、対向直進車の交通量の影響を受ける場合には、独立であるという仮定は成り立たない。従って、リンク間の相互作用を考慮する必要性が出てくる。また、リンクの相互作用が対称形となる場合には、均衡フローパターンを求める問題では数理計画問題として定式化することができる。しかし、相互作用が非対称形となる場合は、等価な数理計画問題として定式化することができない。従って、より直接的な解法に頼らざるを得ない。本研究では、次式(4)で表される sub-problem (diagonalized problem)を繰り返し解く方法（対角化法[2]）を用いる。

$$\min z^n(\mathbf{x})=\sum_a\int_0^{x_a} t_a(x_1^n,\cdots,x_{a-1}^n,\omega,x_{a+1}^n,\cdots,x_A^n)\,d\omega \quad \cdots(4)$$

$$\text{s.t.} \qquad \sum_k f_k^{rs}=q_{rs} \qquad \forall\, k,r,s$$

$$f_k^{rs}\geqq 0 \qquad \forall\, k,r,s$$

対角化法のアルゴリズムは図－3に示すとおりである。このアルゴリズムにおいて収束基準を満足すれば、均衡フローパターンが決定できる。



図－3　対角化アルゴリズムの
フローチャート

計算結果については、当日発表する予定である。

【参考文献】

(1)森津秀夫：”交通ネットワーク表現と最短経路探索法”，交通工学，No.6，pp.21-31，1990

(2)Sheffi.Y.:”Urban Transportation Networks” Prentice-Hall,1984