

EBA 概念を組み込んだ確率的利用者均衡モデルのアルゴリズム

愛媛大学大学院 学生員 大草裕二郎
愛媛大学工学部 正会員 朝倉康夫

1. はじめに

交通量配分を中心とするネットワークフロー分析ではリンク単位の分析に主眼が置かれる。しかし、経路中の右左折数や距離に比例しない料金体系等、リンクコストでは表現できない経路固有の属性を考慮する際は、経路単位での分析が必要である。そこで本研究では、経路交通量を未知変数として確率的利用者均衡モデルを解く際、必ずしも加法性が成立するとは限らない経路に固有の属性も考慮できる計算法を示す。

2. 使用モデルと計算法

2.1 需要固定型確率的利用者均衡モデル

Wardrop 均衡配分ではリンク交通量については一意であるが経路交通量については必ずしも一意ではない。確率的均衡配分ではリンク交通量と経路交通量ともに一意性が保証されている。よって本研究では需要固定型確率的利用者均衡モデルを用いることにする。経路交通量を未知変数とする場合の需要固定型確率的利用者均衡モデルについては、本研究の参考文献に詳細が記されている。

2.2 計算アルゴリズム

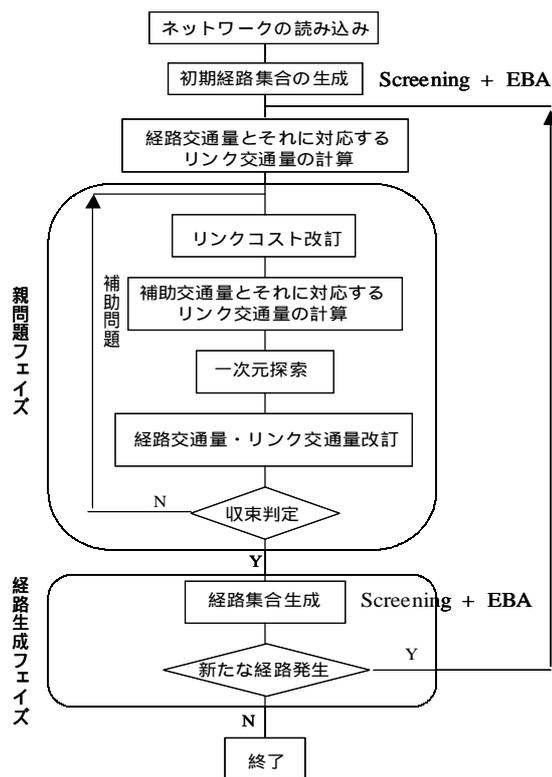


図1 Simplicial Decomposition法のフローチャート

時間コストに加えて、経路に固有の属性を考慮する場合について、経路交通量を未知変数とする解法の中でも代表的な Simplicial Decomposition 法を応用した計算法を以下に説明する。Simplicial Decomposition 法は、経路集合を特定した限定親問題を解くフェイズと経路集合を拡張する経路生成フェイズより構成されている。図 1 に Simplicial Decomposition 法のフローチャートを示す。

限定親フェイズでは、限定された経路集合に対する経路交通量を用いて元の問題を表現し、その経路交通量を最適化する問題となる。経路交通量及び補助経路交通量は経路コストを説明変数とし、OD 交通量をロジット型配分することにより求める。

経路生成フェイズでは、限定親問題の解である経路交通量をネットワークに負荷したときのリンクコストを求め、それに対する OD 間の最短経路探索を行う。求めた経路が既に生成された経路集合に含まれていなければ、それまでの経路集合に追加する。経路集合に新たに加える経路がなくなれば経路生成フェイズを終了する。しかし、最短経路探索を用いる従来のアルゴリズムでは、時間コスト以外に考慮すべき経路

固有の属性がある場合に対応できない。そこで、本研究では k 番目最短経路を列挙するアルゴリズムである Screening 法と要因により選別を行う EBA(Elimination by Aspects)の概念を経路生成フェイズに組み込む。そして各 OD 間において、条件を満たす経路の中でコストが最短である経路の探索を行う。

キーワード 交通ネットワーク, 確率的利用者均衡, EBA

連絡先: 〒 790-8577 愛媛県松山市文京町 3 愛媛大学工学部 TEL089(927)9829 FAX089(927)9843

2.3 経路生成フェイズ

従来の Simplicial Decomposition 法と異なるのは経路生成フェイズである．ここでは EBA について記し，経路生成フェイズにおける詳細なアルゴリズムを示す．

本研究で用いる EBA とは，選択枝集合は与件とせず，Screening 法で 1 本経路を抽出するごとに，経路固有の属性による EBA を行う方法である．Screening 法と EBA を組み合わせることで，あらかじめ与えた制約を満足する経路のみを順次選択枝集合に加え，集合の拡張を行うことが可能である．ここでいう選択枝集合とは，2.2 で示した経路集合のことである．

【Step1】 $k=1$

【Step2】 Screening 法により， k 番目時間最短経路の抽出

【Step3】 経路固有の属性 1 に関する制約の判定．制約を満足しないなら， $k=k+1$ として【Step2】へ．

【Step4】 経路集合に加えて経路生成フェイズを終了する．

上記のアルゴリズムでは，時間コストと加法性が成立しない経路固有の属性をひとつとしたが複数の場合にも対応可能である．各属性の制約を満足するかどうかの判定を【Step3】の後に行えばよい．

Simplicial Decomposition 法は，配分対象となる経路を限定する．すなわち，経路集合に含まれる経路に対してのみ交通が負荷されるという限定的配分パターンである．

3. 計算例

時間コスト以外の経路に固有の属性として右左折数を考えることにし，本計算アルゴリズムを適用する．

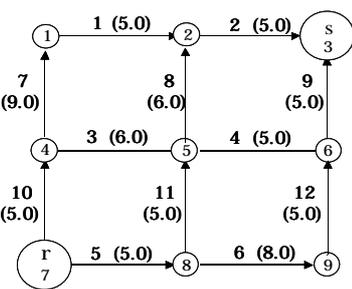


図2 使用ネットワーク

3.1 前提条件

図 2 のネットワークを使用する．リンク上の数字はリンク番号を，() は自由走行時間を表す．各リンクの容量は 1000 台とする．リンクコストは BPR 型関数を用いる． $t_a(x_a) = t_{a0} \{1 + \alpha(x_a / C_a)^\beta\}$ $\alpha = 1.0, \beta = 3.0$ 1OD(ノード 7 ノード 3)とし，OD 交通量は 1200 台，経路選択パラメータは 0.5 とする．右左折数の制約は 3 回とする．すなわち 3 回以上の経路は対象外となる．ノード ， は直進とみなす．

3.2 計算過程

以下に経路生成フェイズを中心に計算過程を示す．初期経路の生成過程について，コストが最短になるのは通過ノードが ， ， ， となる経路である．しかしこの経路は，右左折数が 3 回となり制約を超えるため経路集合には含まれない．つづいて 2 番目最短経路として通過ノードが ， ， ， となる経路が抽出された．この経路は，右左折数が 2 回であり制約を満たす．よって，この経路が初期経路となり経路集合に含まれる(経路 1 とする)．

経路集合に含まれる経路に対して交通量を最適に配分後，経路探索を行った結果，通過ノードが ， ， ， ， で右左折数が 2 回である経路(経路 2)が新たに経路集合に含まれる．同様にして，経路 3 が生成され，経路 4 となる経路の生成を行った結果，通過ノードが ， ， ， となる経路が抽出された．しかしこの経路は経路 1 と同一であるので，ここで計算を終了する．

3.3 計算結果

表1 生成経路とその属性

経路	通過ノード	f_k^{rs}	C_k^{rs}
経路1	7,8,5,2,3	499.5	24.726
経路2	7,4,5,6,3	500.3	24.715
経路3	7,8,9,6,3	200.1	26.514

3 本の経路が生成された f_k^{rs} は経路交通量を C_k^{rs} は経路コストをそれぞれ表す．表 1 に生成経路とその属性を示す．

【参考文献】 土木学会(1998)

交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法