

1 はじめに

近年、数多くの交通ネットワークシミュレーションモデルが開発されている。これらのモデルを用いることによりドライバーへの交通情報提供やロードプライシングなどの交通管理策のネットワーク全体での効果の定量的な評価が可能となっている。シミュレーションの実行にはリンク交通容量などのネットワークに関するパラメータの設定が必要であるが、シミュレーションの再現性を確保するためにこれらのパラメータの微調整が必要となる。しかし、現在のところ、この作業は熟練技術者の勘と経験に基づく手作業により行われているため、シミュレーション利用者にとって大きな負担となっているばかりではなく、再現結果に対する客観性の確保も困難である。古川、桑原¹²はパラメータの自動調整法を提案しているが、ボトルネックが複数存在するネットワークを対象とするモデルへの適用には至っていない。本研究では、ボトルネックが複数存在するネットワークを対象としたシミュレーションに用いるパラメータの自動設定方法を提案し、シミュレーション適用の課題の解決に寄与することを目的としている。

2 対象パラメータ

本研究で微調整の対象とするパラメータはボトルネックリンク容量とする。これは、多数存在するリンクの容量のうち、シミュレーションの再現結果に大きな影響を与えるものだけに着目して、計算を簡単にするためである。また、ボトルネックとなるリンクは、事前にわかっているものとする。

3 再現性の評価指標

本研究では、渋滞区間通過に要する平均旅行時間を再現性の評価指標とする。また、複数存在する渋滞区間旅行時間を統一的に扱うために、これらの観測値との残差の2乗和を目的関数として設定し、目的関数を最小化することによりシミュレーションの再現性の向上を図る。なお、目的関数はボトルネック容量の関数として以下のように表される。

$$Z(\mu_1, \dots, \mu_N) = \sum_i [T_i^{sim}(\mu_1, \dots, \mu_N) - T_i^{obs}]^2 \quad (1)$$

ただし、 $T_i^{sim}(\mu_1, \dots, \mu_N)$ = 区間 i の平均旅行時間のシミュレーション値 (2)

T_i^{obs} = 区間 i の平均旅行時間の観測値 (3)

μ_k = ボトルネック k の交通容量 (4)

4 目的関数の最適化方法

目的関数の最適化には、最大傾斜法と呼ばれる方法を用いる。シミュレーションの実行結果から目的関数の値と、目的関数を減少させるためのパラメータの変更方向、つまり勾配ベクトルを求める。ここで得られた勾配の逆方向にパラメータを一定量変更し、再度シミュレーションを実行する。目的関数の値が収束すれば計算を終了する。

5 勾配ベクトルの推定方法

あるひとつのボトルネック容量を微小量変化させた場合の各区間の旅行時間の変化量を求めることにより、勾配ベクトルのひとつの成分を求めることができる。これを全てのボトルネックについて行なうことにより勾配ベクトルの全成分を求めることができる。図1は勾配ベクトルの第 k 成分の推定方法である。 n 回目のシミュレーショ

* キーワード：交通シミュレーション、再現性、ボトルネック交通容量

** 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1-20-4 tel:03-3639-3301 fax:03-3639-3366

*** 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 tel:03(5452)6001(ext.58175) fax:03(5452)6418

ン実行後に各区間の累積流入・流出量が得られる。ここでボトルネック k の容量を微小量変化させ、このボトルネックを含む区間 i の流出量を更新する。そして、この影響を下流側にも伝播させていき、下流に位置する区間 j の流入量を更新する。これをネットワーク全体について行なうことにより各区間の旅行時間の変化量が求められ、勾配ベクトルの第 k 成分が求められる。

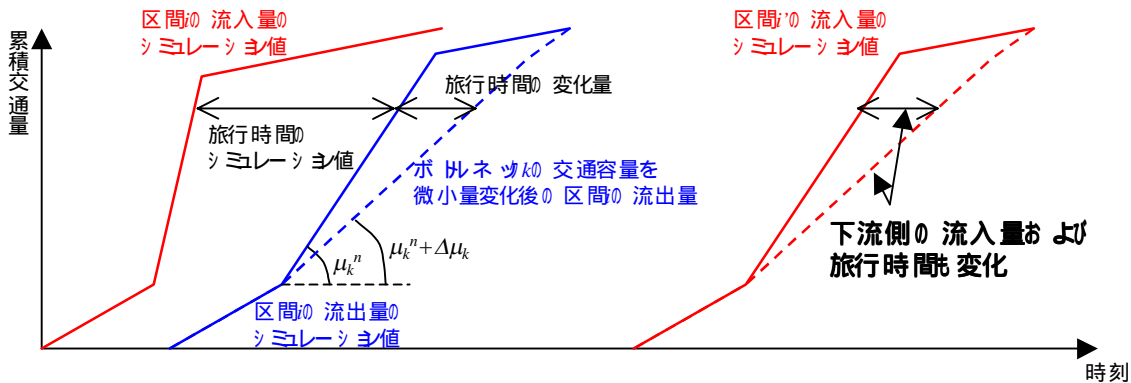


図1 勾配ベクトルの第 k 成分の推定方法

6 適用結果

本方法を吉井、桑原らの SOUND モデル³に適用した。対象ネットワークは首都高速道路全線で、入力 OD 交通量は平成 7 年 9 月 21 日のものである。ボトルネック数は 30 である。

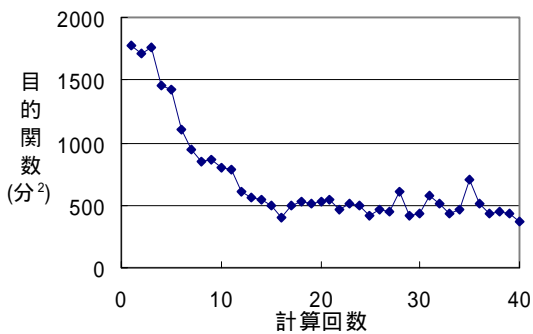


図2 目的関数の推移

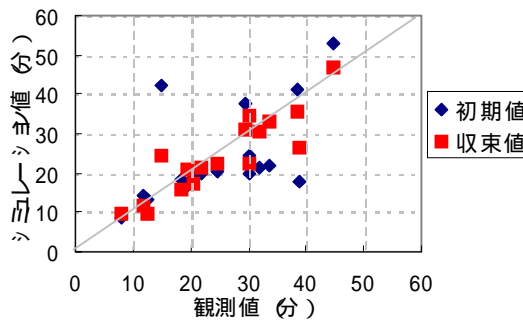


図3 区間平均旅行時間の初期値と収束値

図2から分かるように、20回程度のシミュレーションの実行後に目的関数の値が収束している。また、図3からは、区間平均旅行時間の再現精度が向上していることが読み取れる。初期パラメータを用いた場合の区間平均旅行時間の相関係数は 0.58 であったが、本方法適用後には 0.90 にまで向上していた。

7 まとめ

本研究では、ボトルネック容量を微調整することにより、渋滞区間の平均旅行時間の再現精度を向上させることのできる方法を提案した。今後は本研究では扱わなかった指標（渋滞長、断面交通量など）やボトルネック容量以外のパラメータ（Q-K関係、自由流速度など）も考慮した方法についても研究する必要があると思われる。

¹ 古川誠,山崎徹,吉井稔雄,赤羽弘和,桑原雅夫:交通流シミュレータのパラメータチューニングの自動化, 土木計画学研究・講演集, No22(2), pp841 - 844, 土木学会, 1999.10

² 古川誠,桑原雅夫,赤羽弘和,吉井稔雄:交通流シミュレータのパラメータチューニングの自動化, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.57-60, 交通工学研究会, 1999.12

³ 吉井稔雄,桑原雅夫,森田緯之:都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発, 交通工学, 30, 1, 交通工学研究会, 1995.1