

階層的な経路選択による日本全国交通 シミュレーションシステムの開発

小出勝亮^{*1} 田中伸治^{*2} 飯島護久^{*1} 白石智良^{*1} 花房比佐友^{*1} 堀口良太^{*1}
(株)アイ・トランスポート・ラボ^{*1}
東京大学生産技術研究所 先進モビリティ研究センター (ITS センター) ^{*2}

本研究は、日本全国を対象とした交通流シミュレーションの開発を目的としている。これまでの成果として、グリッドコンピューティング技術を用いることで全国シミュレーションが可能となった。しかし課題として、広域なエリアを分割し、それに合わせて車両の起終点となる OD 表をエリア毎に分割してしまったため、車両の経路選択の範囲も同時に狭めてしまっていた。そこで全国道路網での広域な経路選択を行うために、探索ネットワークを階層化させた。本稿ではこの階層的な経路選択手法について紹介する。

Development of Japan Nation-wide Traffic Simulation System by Hierarchy Route Choice

Katsuaki Koide^{*1} Shinji Tanaka^{*2} Shiraiishi Tomoyoshi^{*1} Iijima Morihisa^{*1} Ryota Horiguchi^{*1}
i-Transport Lab. Co., Ltd. ^{*1}
Advanced Mobility Research Center (ITS Center), the University of Tokyo ^{*2}

This study is intended to develop the Japan nation-wide traffic simulation system. As a result of the past, developed a national system to simulate using grid computing technology. Now, grid computing that will be divided into several areas of the country, has remained in the route choice model to have been considering only the traffic situation in the area divided. Independent of the constraints of the area was divided, so it is possible to determine a strategy for routing over a wide range, an improved route choice model. This paper describes the challenges of the traditional route choice model, and describing a new route choice method was developed to solve the issue.

Keyword: Grid computing, Traffic simulation, Hierarchy route choice

1. はじめに

近年では、様々な場面で広域交通シミュレーションの利用が拡大しているが、日本全国レベルの広域を対象にしたシミュレーションはまだ存在しない。

これまで全国の道路ネットワークを対象とする流動性の評価をする場合には、均衡配分等の日交通量配分結果を用いるしか方法がなく、渋滞などを適切に評価することはできなかった。

一方、全国の道路ネットワークを対象としたシミュレーションの需要は、自動車メーカーが新たに搭載する機能である、エコドライブ支援やACCなど、エリアを特定しないで全国に普及させるような技術进行评估する場合や、高速道路の料金制度改定による需要の変化に対する、交通状況への影響を予測する場合に有用である。また、任意の限られたエリアにおける施策进行评估する際に、これまでは該当エリアでのシミュレーションへの入力データを調査等で得ることには、多大な労力を必要としていた。そのため、あらかじめキャリブレーションされた全国シミュレーションを用いて対象エリアのネットワークやシミュレーションの境界条件（部分OD表）を切り出すことが可能となれば、これらのシミュレーションの実施を円滑に行うことも期待される。

本研究では、既存のメソ交通流シミュレータSOUND¹⁾をベースとし、日本全国の交通流を再現できるシミュレータの開発を目的とする。この目的を達成するために、筆者らは複数のPCをLANで結び、協調的に並列処理するグリッドコンピューティング技術を利用し開発を行ってきた²⁾。本稿ではこれまで利用してきた地域ごとに分割されたOD表(分割OD表)による経路選択の概要と、今回新たに採用した全国を統一的なOD表を利用して行う階層的な経路選択の手法について述べる。

2. 既往の成果と課題

これまでの成果として、複数のPCが協調して動作するように広域なエリアを9つのブロックに分割(図1参照)し、各PCが担当する地域を定め、シミュレーションを動作させることに成功した。その際に、分割されたエリアに合わせるため各定義ファイルも以下の準備を要する。道路ネットワーク定義では、エリア分割により寸断されるネットワークの端点となる接続部に車両の発生集中点となるBoundaryCentroidを設け、車両が分割エリアから他の分割エリアへ移動できるように設定した。また車両の発生集中量を算出するために用いるOD表も事前のプレシミュレーションにより求められた通過割合を基に、エリア毎に分割し、事前に分割OD表として与えた。

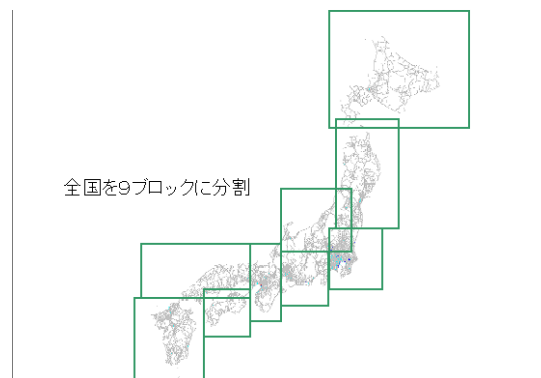


図1 分割エリア

この分割されたOD表を利用することにより、大きな課題が残っていた。それは事前に分割エリア毎に起終点が定まってしまうことは、長距離のODは経由地(BoundaryCentroid)が予め定まってしまうことになり、経路選択の範囲を狭めてしまっていた。例えば図2上で複数のエリアを越えるOD(Origin→Destination)があった場合に、今、Destinationまでの各経路のコストが①<②<③の順であった場合に、事前に作成される分割OD表は、Localエリア1にOrigin→A、Localエリア3にA→B、Localエリア4にB→Destinationがそれぞれ与えられる。そのため①の経路(Origin→A→B→Destination)上で通行止めが発生した場合には、本来であれば次にコストの低い②の経路(Origin→C→D→Destination)が選択されるべきではあるが、事前に与えられる分割OD表を利用している場合には③の経路しか選択できない問題があった。

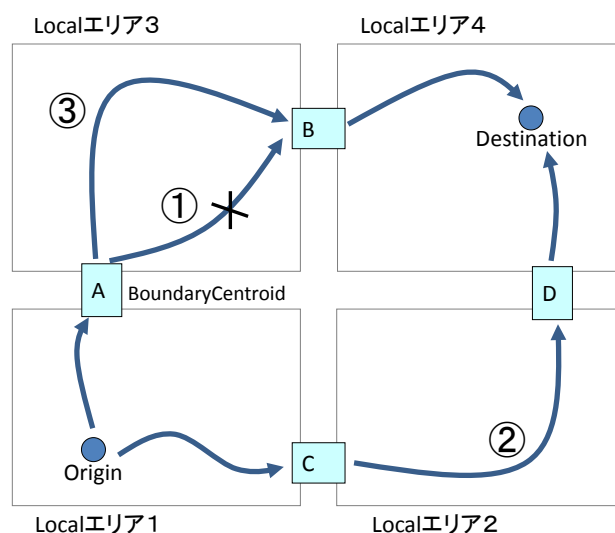


図2 分割エリアでの経路

3. 階層的な経路選択手法

3-1 概要

前述の課題を解決するためには、エリア毎に固定された分割 OD 表を用いずに、分割エリアに関係なく起点から終点までを管理できる全国 OD 表を利用し、全国規模で動的な経路選択を行うことが必要である。そこで本研究では、階層的な経路選択手法を提案する。これまで分割 OD 表を利用していた場合には分割エリア毎に経路選択を行えばよかったため、他の分割エリアの状態を認知する必要はなかった。しかし全国 OD 表を利用し、発生するエリアと集中するエリアが異なる OD の経路選択を行うためには、すべてのエリアの状態を認知する必要がある。そこで、これまでのエリア毎に存在した狭域の経路選択層 (Local ガイダンス) に加え、その上位層として全エリアを対象に経路選択を行える広域な経路選択層 (Global ガイダンス) を設ける (図 3 参照)。これにより分割エリアをまたがる OD の経路選択時には Local ガイダンスと Global ガイダンスが協調することで Local ガイダンスにとっては未知である他のエリアの経路を案内することが可能となる。

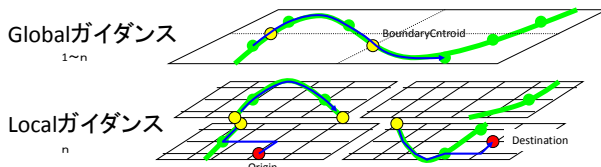


図 3 階層的ガイダンス

3-2 経路探索

Global ガイダンスは広域な経路探索を行うために分割エリアの道路ネットワークの端点である BoundaryCentroid 同士を直接結んだ仮想リンクから作成されたネットワークを保持する (Global ネットワーク)。そして Local ガイダンス側から定期的に仮想リンクのコストが更新された上で、経路探索を行う。こうして算出された各 BoundaryCentroid から Destination までのコストは Local ガイダンスに通知され、Local ガイダンスは未知の Destination であっても経路選択が可能となる (図 4 参照)。

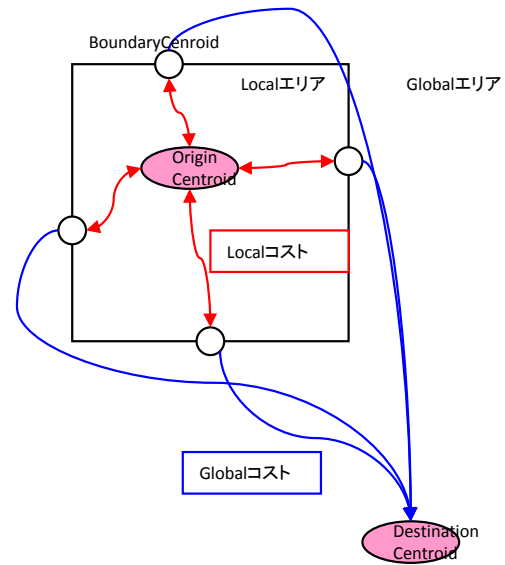


図 4 Local コストと Global コスト

3-3 Global ネットワーク

Global ガイダンスにとってネットワークは経路探索を行うためだけに必要なものであり、車両が走行する必要はない。必要なものは経路探索を行うためのコストである。また分割エリア内の詳細な経路は Local ガイダンスに委ねるため、認知する必要はない。これらより、Global ガイダンスが保持するネットワークは図 5 の矢印のように、分割エリア同士をつなぐ BoundaryCentroid と BoundaryCentroid、または BoundaryCentroid と車両の発生集中点である Centroid とを仮想的につないだ仮想リンクとした。この仮想リンクは、実道路ネットワーク上での複数接続された道路と動的に対応する。通知されるコストは各区間での、Local ガイダンス上で最少経路となる経路のコストであり、その経路は交通状況により異なる。仮想リンクのコストは Local ガイダンスから定期的に集計され、通知される。

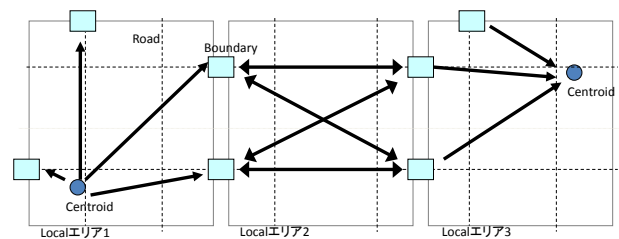


図 5 Global ネットワーク

3-4 経路選択手順

エリアを越える OD を持つ車両の経路選択は以下のような手順となる (図 4 参照)。

1. 車両が自 Local ガイダンスに経路を問い合わせる。
2. Local ガイダンスは目的地が自エリア内ではないため、Global ガイダンスで算出された自エリアの各 BoundaryCentroid から Destination までのコスト(Global コスト)を用意する。
3. Local ガイダンスは車両の位置から Local エリア内の各 BoundaryCentroid までのコスト(Local コスト)を算出する。
4. Local ガイダンスは Global コストと Local コストの合算したコスト(Global コスト+Local コスト)から経路を比較し、どの BoundaryCentroid を経由した経路が良いかを車両に案内する。

4. 実行・結果

4-1 動作確認

階層的な経路選択機能を実装させたシミュレータを使い、動作確認のため 24 時間の全国シミュレーションを行った。図 6、図 7 は 18:00 のリンク速度を示し、図 8、図 9 は 1 日合計のリンク交通量を示している。本シミュレーションで取り扱う道路は DRM 基本道路の指定市の一般道以上を網羅している。道路本数で約 78 万本、総延長で約 39 万 km、また発生車両台数は 6122 万台/日である。まだキャリブレーションを行っていないため、結果の内容を問う状態ではないが、シミュレーションが動作していることは確認できた。

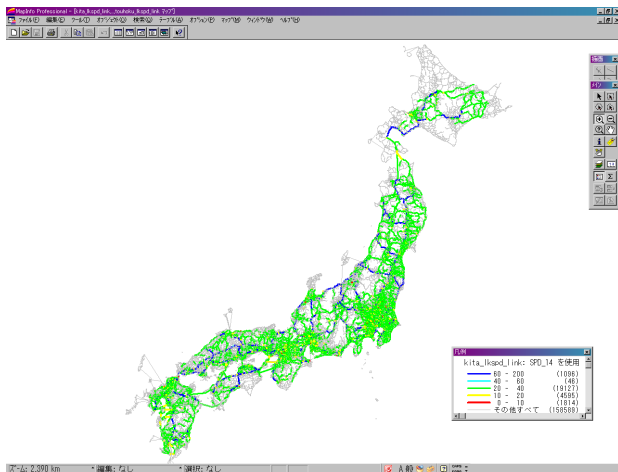


図 6 階層的経路選択によるシミュレーション結果_全国(速度)

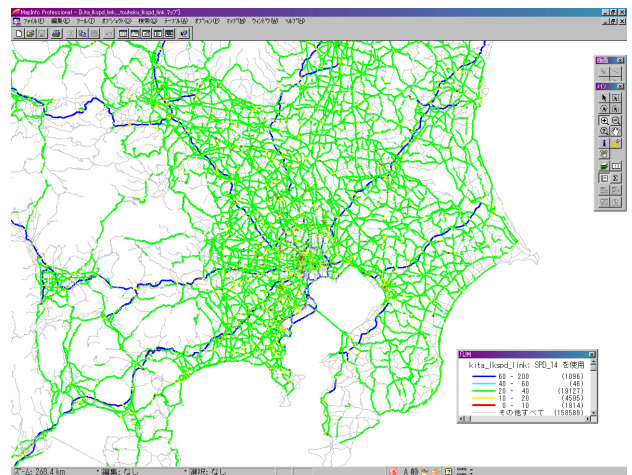


図 7 階層的経路選択によるシミュレーション結果_関東(速度)

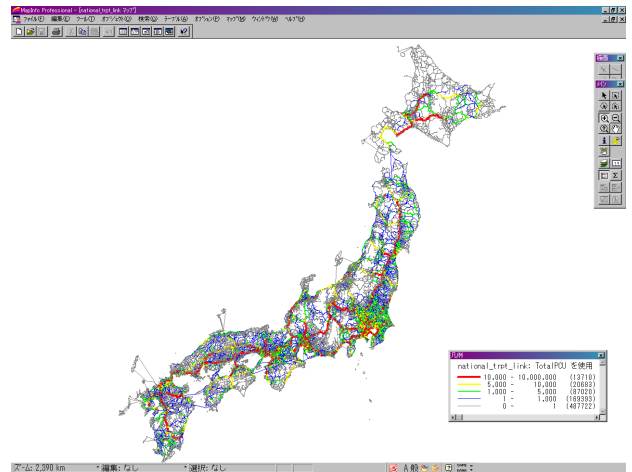


図 8 階層的経路選択によるシミュレーション結果_全国(交通量)

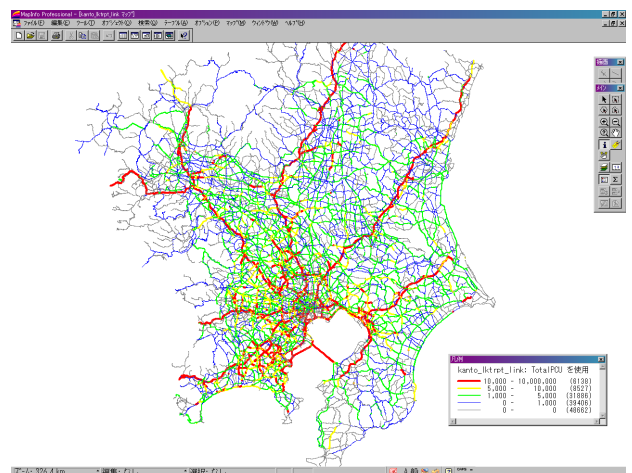


図 9 階層的経路選択によるシミュレーション結果_関東(交通量)

4-2 通行止めによる迂回

次に本シミュレーションの経路選択行動を確認するため、高速道路を通行止めにしたケースの評価を行った。通行止めにした箇所は東名高速道路下り線、由比ヶ浜 PA 付近である。

図 10、図 11 に交通量の増減を確認するため、通行止めにしたケースと通常時のケースとの 24 時間交通量での差分 PCU (通行止め PCU-通常 PCU) を示す。これより当然のことながら通行止めとなった東名高速道路の交通量が低下し、日本海側や迂回路となる高速道路の交通量が増加した。

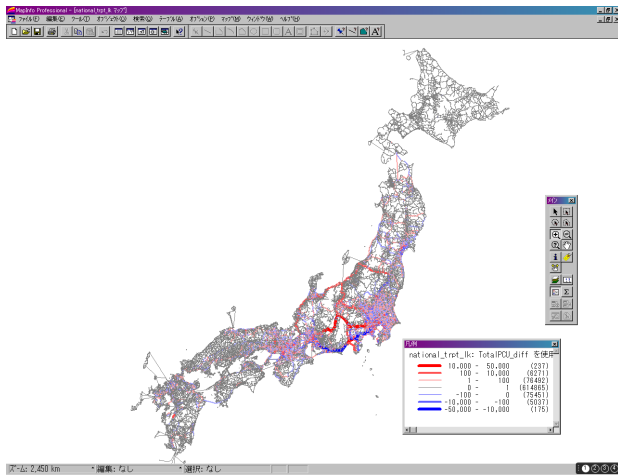


図 10 東名高速通行止め差分_全国
(通行止め PCU-通常 PCU)

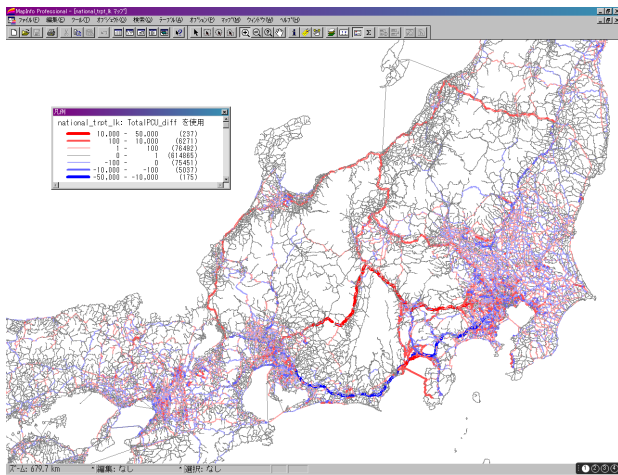


図 11 東名高速通行止め差分_拡大
(通行止め PCU-通常 PCU)

次に通常時の交通量からの増減比率を確認するため、図 12、図 13 に前図の差分 PCU を通常時の PCU で除した 24 時間交通量の差分負荷率 ((通行止め PCU-通常 PCU) / 通常 PCU) を示す。これより、増加率の大きかった道路は通行止め箇所近隣の並行

する一般道が大きな値を示した。これは通行止めの影響により規制箇所付近で高速道路から降り、並行する一般道(国道 1 号線など)を利用し目的地を向かったものである。交通量と負荷率では異なる影響が確認できた。

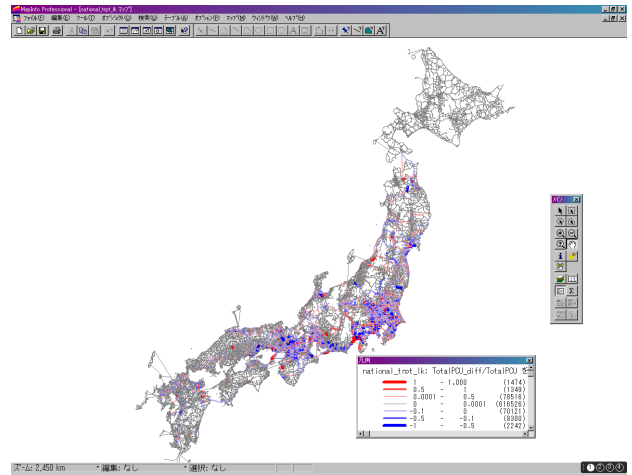


図 12 東名高速通行止め差分負荷率_全国
(通行止め PCU-通常 PCU) / 通常 PCU

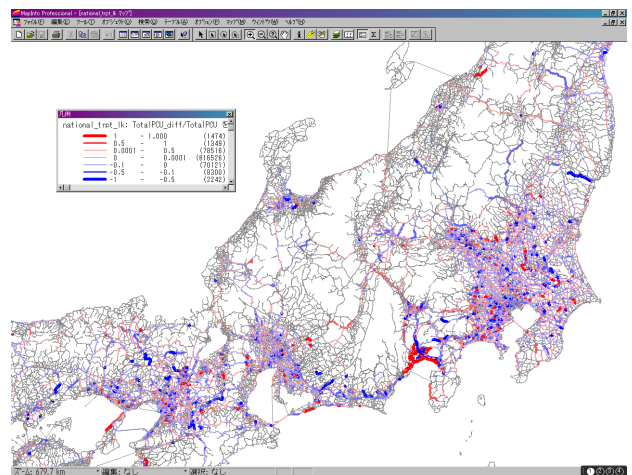


図 13 東名高速通行止め差分負荷率_拡大
(通行止め PCU-通常 PCU) / 通常 PCU

5. まとめ

複数の PC が協調的に動作する全国シミュレーションに、これまでの開発に加えて階層的な経路選択手法を導入した。これによりエリア毎に分割された OD ではなく、統一的な全国 OD 表を利用することができ、全国規模でのダイナミックな経路選択が可能となった。また、それらを使い高速道路が通行止めとなった影響の評価を実施し、本シミュレーションの利用イメージを確認することができた。

今後はキャリブレーションを行い現況再現の精度

を高め、様々な施策を事前に検証できるシミュレータとなるよう改善を加える。加えて車両が走行している状態を動的に描画でき、シミュレーションの状態を視覚的に把握可能なツール等も開発する予定である。

謝辞

本研究は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の「エネルギーITS 推進事業、国際的に信頼される効果評価方法の確立」事業における委託を受けて実施した。ここに感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) <http://i-transportlab.jp/products/sound/index.html>
- 2) 小出勝亮, 田中伸治, 白石智良, 飯島護久, 堀口良太: グリッドコンピューティングによる日本全国交通シミュレーションシステムの開発, 第9回ITSシンポジウム2010, CD-ROM, 2010年12月
- 3) 飯島護久, 福本大輔, 桑原雅夫: 首都圏ネットワークにおける動的シミュレーションの適用可能性, 第27回日本道路会議論文集, CD-ROM, 2007年11月.