

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24760413

研究課題名(和文)交通管制効率化にむけた多種データの並列化・即時的処理手法の検討

研究課題名(英文) A Research of effective traffic control management from parallel computing and on-line data processing

研究代表者

山崎 浩気 (YAMAZAKI, HIROKI)

京都大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：60612455

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：多種交通データベースの統合利用に関する処理法に関する検討を重点的におこない、高速道路における追突事故発生時の交通状況、周辺の道路線形・構造要因に関する多種データの統計的解析と、交通変動要因把握のためのDB仕様・オンライン利用法の検討、交通データのマイニング手法に関する検討をおこなった。また同時に、交通流シミュレーションの並列計算処理アルゴリズムを検討するため、流体モデルを援用した交通流数値モデルの実装をおこなった。今後、モデルの妥当性検証を実データ等を用いて検証をおこなった上で、区間を分割演算したシミュレーション構築を目指すことを考えている。

研究成果の概要(英文)：From this study, I discuss about the on-line data utilization method on the integrated use of various traffic database focused by traffic situation of the rear-end accidents in urban expressway. I analysed from the statistical method of various data related to road linear and structural factors, because of the traffic variable factors grasp study of DB specifications and online usage subjected to study on mining method of traffic data. At the same time, I tried to examine the parallel computation processing algorithms for traffic flow simulation by using mathematical model incorporated the fluid model in Computational Engineering and Science. In future of this study, I want to verify to actual traffic situation, like validation of parameters of models. The aim of parallel traffic flow simulation directly connect to effective traffic control managements.

研究分野：交通計画・交通工学

キーワード：交通計画 データ活用 交通流シミュレーション 並列計算手法

1. 研究開始当初の背景

近年、交通に関するあらゆるデータに対して大規模な収集が進みながらも、なかなか有効活用がなされていない現状がある。たとえば、我が国の有料道路の料金収受システムより得られる ETC(Electric Toll Collection)データは、個人情報保護に十分配慮した形でも、個別行動履歴データとして活用可能であり、高速道路ネットワークの整備効果を利用者行動変更の観点から評価分析することも可能である。また、高速道路上の交通流動の解析手法ならびにサービス水準評価、マネジメント手法の構築のためには、道路交通の管理者側に時々刻々蓄積されていく、いわゆるビッグデータに対して、データ処理・抽出・解析の段階で活用可能な高速道路データベースを構築したり、交通流データの並列計算技術を活用した大規模高速処理、オンライン交通データ利用に関する手法論を検討することが重要となってきた。

2. 研究の目的

土木計画分野の高速計算需要を調査し、データの処理法に関する研究を重点的におこない、交通サービス水準に関連する多種データの特性把握、交通変動要因把握のための DB 仕様・オンライン利用法の検討、交通データのマイニング手法に関する検討をおこなうとともに、情報工学分野で研究が進められている計算処理プロセス研究を活用して、多種多様な交通データの統合的取扱い、即時処理に関する融合的研究をおこなうことにより、簡易な操作で大規模データハンドリングをおこないながら、広域から局所的な問題まで包括的に交通サービス水準を評価・診断できるシステム構築の検討を進める。

また、交通流シミュレーションの並列計算処理アルゴリズムを検討するため、流体モデルを援用した交通流数理モデルの実装をおこなった。モデルの妥当性検証を実データ等を用いて検証をおこなった上で、区間を分割演算したシミュレーション構築を目指すことを考えている。並列型交通流シミュレーションにおける大きな課題である変数の取扱い方法や交通の非定常状態に関する検討をおこなう必要性が高い。また、並列処理による実際の交通状況との差異について考察するため、既往のミクロシミュレーションモデルの演算結果と比較をおこなうことにより、より実用的な並列型交通流シミュレーションに関する知見を得ていく。

3. 研究の方法

本研究においては、以下の4つの研究サブテーマを設けて、3ヶ年にわたり研究を進めた。

(1)多種データの計算処理プロセス改善に関する研究

ETC データ・交通量検知器・交通事故日報等の大量に蓄積された交通データを、分析可能

なレベルのデータベースに作り込むための、計算処理アルゴリズム構築に関する検討をおこなう。ここで作成したデータベース、即時処理計算手法を研究基盤として、道路ネットワークのサービス水準評価手法、正確性が高いかつ演算性能の速い並列型交通流シミュレーション検討へとつなげていく。

(2)道路交通サービス水準の影響要因把握のための統合データベース構築に関する研究

道路交通サービス水準への影響要因を把握するため、長期間の交通データを統合する手法を検討する。個々の影響要因データを一元的にまとめた統合データベースを作成し、複雑に相互影響を与え合うサービス変動要因をひも付けするため、どのような分析手法が適当かについて検討する。

(3)並列計算手法を用いた交通シミュレーション高速化検討に関する研究

流体力学の分野で利用されている非圧縮性流体の並列シミュレーション技術を活用して、交通流計算を区間分割して効率的に計算するアルゴリズムを検討する。これにより、従来よりも高速でかつ大規模なデータを取り扱った、正確性のより高い交通状況予測を目指す。

(5)即時的サービス水準評価情報の提供アルゴリズムに関するまとめ・検討

提案した方法論を活用し、交通に関する多種データの高速化・効率化をおこなうことにより、日常的な交通マネジメントにおける即時的、かつ効率的に、利用者により有意義な情報提供を検討する。また将来的には、現状の交通状況の即時処理だけでなく、将来の交通変動を考慮した交通状況予報をおこなうアルゴリズムを構築し、それを利用者へと情報還元していきける、実効性のある道路マネジメント手法を提案することを最終目標としている。

4. 研究成果

多種交通データベースの統合利用に関する処理法に関する検討を重点的におこない、追突事故発生時の交通状況、周辺の道路線形・構造要因に関する多種データの統計的解析と、交通変動要因把握のための DB 仕様・オンライン利用法の検討、交通データのマイニング手法に関する検討がおこなえた。情報工学分野で研究が進められている計算処理プロセス研究を活用して、多種多様な交通データの統合的取扱い、即時処理に関する融合的研究をおこなってきたが、大規模データハンドリングに適した、広域から局所的な問題まで包括的に交通サービス水準を評価・診断できる道路マネジメントへと活用できるシステム構築にまでは至らず、交通計画分野のデータ利活用に関する課題取りまとめを重点的におこなったうえで、後継の研究課題にて継続的に取り扱っていくこととした。

具体的な成果として、下記の(1)事故影響要因解析と(2)並列指向型交通龍計算の成果をご報告する。

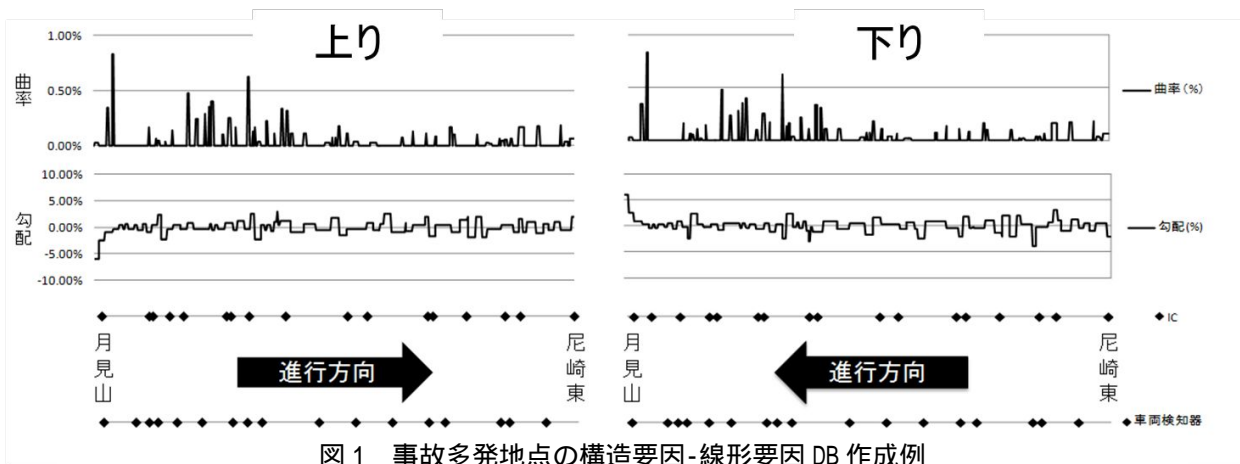


図1 事故多発地点の構造要因-線形要因 DB 作成例

(1)都市内・都市間高速道路における事故影響要因の分析

図1のような構造要因と追突事故多発地点の関係性をリンクしたDBを作成して、追突事故発生に影響を与える要因として大きく二つの要因を想定し、都市間高速道路で行われた先行研究と同じ、“道路線形・構造要因”が“交通状況要因”に影響を与える構造を仮定して、統計的な共分散構造分析結果について考察した。交通状況の違いを考慮して一日を四つの時間帯に分割して分析を行った結果、朝時間帯では想定した関係が見られなかったものの、他の時間帯では“道路線形・構造要因”からの有意な影響が認められた。また各要因に大きな影響を与える変数は時間帯によって異なること、事故発生を引き起こす構造も異なることが分かった。そのため追突事故発生防止に向けた対策を行う際にこれらの時間帯毎に異なった対策・情報提供を行うことによって、より大きな効果が得られる可能性が示された。

(2)並列指向型交通流計算

交通流シミュレーションにおける新たな試みとして、マイクロモデルに比べて計算コストに優れ、かつマクロモデルの中でも現象再現精度や計算安定性が高いとされるKerner-Konhäuserモデルの交通工学分野におけるシミュレーション妥当性に着目した検討を行った。そのうえで、本モデルを基本走行モデルに用いた交通流シミュレーションの開発を目指し、その初期段階として数値流体力学を援用した計算手法の検討及びプログラミングと、パラメータ特性の把握を行うことで、実適用に向けた基礎的な知見を得るものである。

本研究の対象とするKerner-Konhäuserモデルについて、数値解析手法を用いた式展開及びプログラムコード作成の前に、理論的な基礎式を示す。本モデルでは、基礎方程式として質量保存則を表す連続式(1)と、Navier-Stokes式の粘性項を考慮した運動方程式(2)とを用いる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{1}{\tau}(U(\rho) - u) - \frac{c_0^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x} \frac{\mu \partial u}{\partial x} \quad (2)$$

離散化し数値計算が可能な形に展開したKerner-Konhäuserモデルを用いて、プログラムコードの記述にあたり必要となる諸条件の設定、及び実際の道路を模した仮想道路の設定について検討した。

マイクロモデルにおいて多用されるtanh型関数を参考として、密度の増加とともに速度が0に漸近する性質を持った密度と速度の関係式(3)を、目標速度関数として用いることを考えた。

$$U(\rho) = -(u_{max}/2) \left\{ \left(\tanh \left(\frac{\rho}{20} - 2 \right) \right) + \tanh(2) \right\} + u_{max} \quad (3)$$

ここで、初期密度20[台/km]、自由流の最大速度を100[km/h]、ボトルネックでの最大速度を70[km/h]とする。密度20[台/km]とき、式(16)から速度は89.878[km/h]となり、これを左境界速度とする。これらの数値を適用してシミュレーションを行った結果が図1である。ここで、パラメータとなる粘性係数 μ は4000、緩和時間は1[h]とした。

結果からは、ボトルネック上流側に渋滞が発生し、時間経過とともに蒸留方向へ乱れとして伝わっていく様子が観察できる。ボトルネック内やボトルネック下流側の速度の回復の様子も、ボトルネックによって減った交通量が容量の大きい区間に入り速度が大きく回復するなど、実現象に見られるような傾向 **エラー! 参照元が見つかりません。** を示しており、再現性は高いと考えられる。粗密が頻繁に現れているのは、交通流が不安定で運転者が敏感に反応していることでストップアンドゴー現象が多数発生しているものと捉えることができる。

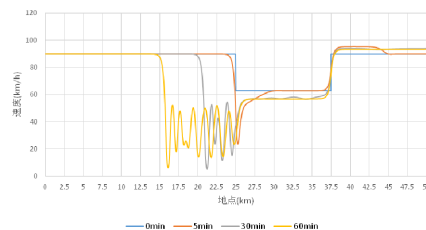


図2 渋滞発生時の時間別速度分布

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

1)飛ヶ谷明人, 宇野伸宏, 中村俊之, 山崎浩気, 嶋本寛:“ 都市高速道路における基本巡回計画策定に関する研究”, 第 12 回 ITS シンポジウム 2014 .

2)飛ヶ谷明人, 宇野伸宏, 中村俊之, 山崎浩気, 嶋本寛:“ 交通障害発生を考慮した都市高速道路における渋滞損失時間推定に関する研究”, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 70(5),

(<http://doi.org/10.2208/jscejipm.70.1>) .

3)H. YAMAZAKI, N. UNO, F. KURAUCHI:“ The effect of a new intercity expressway based on travel time reliability using ETC data”, IET Intelligent Transport Systems, Volume 6, Issue 3, p.306-317 .

4)H. YAMAZAKI, N.UNO, T. SUGIMOTO, Y. SHIOMI, H. SHIMAMOTO:“ A Study of variation factors of observed speed on intercity expressway ”, Prceedings of the 5th International Symposium on Transportation Network Reliability, Hong Kong, 2012 .

〔学会発表〕(計 4 件)

1)H. YAMAZAKI, S. USHIJIMA, N. UNO:“ Traffic Data Effective Utilization for Innovative Parallel Computing System ”, Proceeding of ISTS&IWTDCS 2014 .

2)仙田昂之, 山崎浩気, 宇野伸宏, 中村俊之: “ 共分散構造分析を用いた追突事故発生要因に関する基礎研究 ”, 土木計画学研究・講演集 Vol.49, 2014 .

3)T. SENDA, H. YAMAZAKI, N. UNO, T. NAKAMURA: “ A Comparative Analysis of Traffic Accident Factors between Urban and Inter-city Expressways ”, The 19th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, 2014 .

4)山崎浩気, 岸本和也, 牛島省:“ 並列シミュレーションのための交通流体表現に関する研究 ”, 日本流体力学会, 2012 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)
特に無し

取得状況(計 0 件)
特に無し

〔その他〕
特に無し

6. 研究組織

(1)研究代表者

山崎 浩気 (YAMAZAKI Hiroki)
京都大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号: 60612455

(2)研究分担者

特に無し

(3)連携研究者

牛島 省 (USHIJIMA Satoru)
京都大学・学術情報メディアセンター・教授
研究者番号: 70324655

宇野 伸宏 (UNO Nobuhiro)

京都大学・大学院経営管理研究部・准教授
研究者番号: 80232883