

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月18日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00433

研究課題名(和文) 中核都市の交通ボトルネック解消に向けた公共交通機関の最適利用方式

研究課題名(英文) Public Transportation Optimal Use for Eliminating Traffic Bottlenecks in Provincial Cities

研究代表者

齋藤 正史 (Saito, Masashi)

金沢工業大学・情報フロンティア学部・教授

研究者番号：00759425

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：中核都市とその周辺の住宅街において通勤・通学の交通量削減に関する研究を実施した。5年に1度調査される主要道路の交通量調査データ(道路交通センサス)と携帯電話の存在数をもとに計測されたデータを組み合わせ、任意の日時の道路交通センサスで調査された道路の交通量を推定する方式を確立した。推定方式は金沢市のデータをもとに行い、富山市のデータにて検証を行った。また、地点で計測される車両台数データをラベル付けされた各車両の走行データに変換する方式を提案・実装し、ミクロ交通流シミュレータにて車両交通を再現することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本に58ある中核都市における任意の日時の自動車の交通量を推定する方式を提案・検証した。推定方式は、5年に一度計測される自動車の地点での交通量と時間・地域ごとの携帯電話の存在数という2つの性質の異なるデータを用いている。これは、異なる性質を持つデータを相互補完することが可能であることを示している。また、地点での交通量データを自動車の走行データに変換する方式も確立し、コンピュータ上で自動車走行を再現可能とすることができた。これは、イベント参加者による交通増加場所の推定、道路封鎖に伴う他場所の渋滞の状況などを推定に応用することができる。

研究成果の概要(英文)：We conduct research on reducing traffic for commuting to school and office in provincial cities from surrounding residential areas. We use two set of data, the road traffic survey data (road traffic census) of the major roads surveyed once in five years and the data measured based on the number of mobile phones. We established a method to estimate traffic volume at any date and time for the road surveyed by road traffic census. This estimation method is developed by using the data of Kanazawa city, and then verified by using the data of Toyama city. In addition, we propose and implement a method to convert vehicle number data measured at some points into labeled vehicles' traffic data. By using labeled vehicles' traffic data, we reproduce vehicle traffic with a micro traffic flow simulator.

研究分野：I高度交通システム, システムモデリング, 空間・環境統計

キーワード：ITS 交通流 交通ボトルネック

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 中核都市のひとつである金沢市においてマイカーへの依存脱却、バス路線網整備、パークアンドライドなどの施策が平成 19 年に策定されている。金沢市が実施した都市圏における交通実態調査によれば、全体の交通量は減少しているものの自家用車は約 11%増加しており、全体の 67%を占めている。パークアンドライドによる移動が 10%に増加すれば、自家用車の交通量が 15%削減できる。

(2) パークアンドライドの利用者が増加しない要因は、自家用車による移動の自由度が高いという理由だけでなく、通勤・通学時間の増加や費用負担の増加などが原因であると考えている。この課題を、IT 活用による駐車場の最適配置やバス運行システム改良を用いて解決する必要がある。隣接する複数の都市の実際の交通データを統合・活用し、研究を進めていくことも必要となる。

2. 研究の目的

(1) 本研究は全国に 58 ある中核都市のうち、政令指定都市とは地理的に独立した金沢市のような都市において、住民の移動を円滑に行うために IT を活用した公共交通優先の交通体系を実現するものである。中核都市とその周辺の市町村を組み合わせ、周辺市町村からの通勤・通学による移動において現行施策を IT により高度化・スマート化することで、通勤・通学時間の増加や金銭的負担増加などの利用者の痛みを伴わない公共交通を優先可能とする体系を構築、行政との協力により実際の試運用を通して課題の再発見と解決を継続的に行う。

(2) 中核都市における IT を活用した公共交通優先の交通体系の実現において、(1)郊外のみならず周辺のベッドタウンからの通勤・通学時の渋滞という課題、(2)高齢化社会を迎え、平日日中の移動手段を持たない住民の市内ないしは近隣市への移動手段の確保という課題、(3)観光都市である金沢においては、休日の観光のための公共交通による移動手段の確保という課題がある。本研究においては、渋滞の根本原因となる道路ネットワークと渋滞との関係を明らかにし、モデル化を行い、提案モデルを他の領域へ適応し、モデルの妥当性を確認する。このモデルを元に、パークアンドライド施策を実行した場合に効果的な駐車場の要件、都市部との間のバスの運行経路と台数の最適値を導き出す。さらに、利用者の利便性を損なうことなしに自家用車の交通量を削減することを、IT を活用して解決を試みる。

3. 研究の方法

(1) 中核都市における交通量削減に向け、交通流シミュレーション環境の整備、現状の交通状況の再現を行い、モデル化を行う。交通流のマルチエージェント型のミクロシミュレーション環境の整備を行ったとともに、シミュレーションを行うための実測定データの調査を行う。国土交通省が開示している道路交通センサデータを元に、各地点での交通量調査データならびに旅行速度調査データの統計データを活用し、車両台数データの関連付けを行い、車両の走行データとして、出発・到着データを推定・変換するアルゴリズムを考案する。

(2) 道路交通センサデータは 5 年に一度の測定データであるため、特定の日時における交通状況を示していない。そこで、携帯電話の存在数データ(モバイル空間統計)と組み合わせることにより、任意の日時の交通流を再現するための道路交通センサデータ相当のデータを推定する方式を考案する。推定方式の検証を行うために、金沢市だけでなく他の中核都市のデータを用いて、提案する推定方式の検証を行う。

4. 研究成果

(1) 道路交通センサデータにおける各地点で 1 時間あたりの走行車両数のデータを、ラベル付けされた各車両の走行データに変換するアルゴリズムの開発を行った。道路交通センサのデータ計測地点を地図上にマッピングし、道路グラフを作成する(図 1)。このデータを元に、各地点での走行車両数に 1 台毎の移動データに変換する。各車両の移動データは、 $V_i=(L_o, T_o, L_d, T_d, \{L_t, T_t\})$ の形式であり、 L_o : 出発地点、 T_o : 出発時刻、 L_d : 到着地点、 T_d : 到



図 1 金沢市・野々市市の
道路交通センサデータ計測地点

id	出発地点	出発時刻	到着地点	到着時刻	経由地点	経由時刻	現在地
0	17110800030	7:39:31	17400250080	45:21.8	[1711080(	[07:39:31	17400250080
1	17110800030	7:42:28	17601960050	03:05.8	[1711080(	[07:42:28	17601960050
2	17110800030	7:11:08	17400170050	48:16.5	[1711080(	[07:11:08	17400170050
3	17110800030	7:47:13	17601960050	07:50.8	[1711080(	[07:47:13	17601960050
4	17110800030	7:42:03	17601970050	56:46.8	[1711080(	[07:42:03	17601970050
5	17110800030	7:50:01	17601970050	05:00.6	[1711080(	[07:50:01	17601970050
6	17110800030	7:31:01	17601960050	51:38.8	[1711080(	[07:31:01	17601960050
7	17110800030	7:49:28	17601970050	05:15.6	[1711080(	[07:49:28	17601970050
8	17110800030	7:35:04	17400250080	40:54.8	[1711080(	[07:35:04	17400250080
9	17110800030	7:19:55	17601970050	35:42.6	[1711080(	[07:19:55	17601970050
10	17110800030	7:32:05	17601980030	16:34.8	[1711080(	[07:32:05	17601980030
11	17110800030	7:00:33	17400250080	06:23.8	[1711080(	[07:00:33	17400250080

図 2 道路交通センサデータの走行データへの変換結果

着時刻, L_t : 経由地点, T_t : 経由時刻, $\{ \}$ は 0 回以上繰り返しを示す。本形式のデータに変換後、マルチエージェント型のマイクロシミュレーション用データに変換し、シミュレータ上で自動車の走行を再現するシステムを構築した。変換アルゴリズムにおいて、各車両の出発時間を分散させるため一様分布のランダム値を用いるとともに、各車両の旅行速度は平均旅行速度に対して正規分布のランダム値を用いた。基本的には道路交通センサスの隣接地点に移動を行い、移動した後の車両台数が 0 となった場合には、交差する道路種別が小さい道路を選択し走行を続けるものである。図 2 に変換した結果を表形式で表示したものを示す。

(2) 道路交通センサスデータのみを使用した場合には、シミュレータ上で自動車の車両走行を再現できるのは 5 年間のうちの 1 日であり、交通量の推定には不十分である。そこで、人口統計サービス「モバイル空間統計」のデータを用いて任意の日時のデータを用いて、当該日時の道路交通センサスデータ相当を推定するための方式の検討を行った。モバイル空間統計は 2km 毎のメッシュ内の人口を示すデータであり、必ずしも移動中の人口を示したものではない。しかしながら、車両で移動しているデータとの関連があると仮定し、相関分析を行った。任意の日時の交通量を推定するために、道路交通センサスのデータを C 、モバイル空間統計のデータを M とした時に、 $C_{d,f} = F(M_{d,f}, C)$ となる回帰式 F を求めるものである。図 3 に道路交通センサスデータとモバイル空間統計データの散布図を示す。データのばらつきを排除、代表値の選択方法、推定式そのものに対し、適用可能な回帰式の導出を行った。 $\pm 20\%$ の誤差を許容すると仮定した場合、75%の領域で適用可能な回帰式を導出することができた。モバイル空間統計のデータに対して、1 時間先の中央値人口から求める時間の中央値の人口を減じた値を x_t とし、 $y = 0.0007 x_t^2 - 0.83 x_t + 3240$ が求められた回帰式である。3240 という定数は、道路交通センサスデータにおける全時間帯の中央値で算出したものであり、地域によって異なると考えている。この結果を (1) の成果と組み合わせると、誤差はあるものの任意の日時の走行を再現することができる。

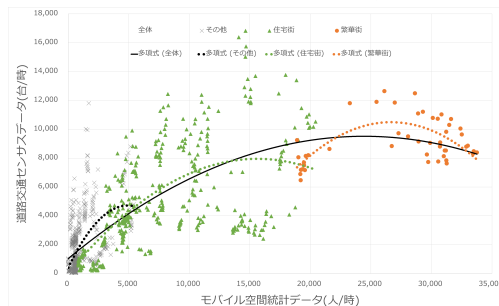


図 3 道路交通センサスデータとモバイル空間統計データの関連

(3) 金沢市・野々市市のみでの評価では(2)で導出した回帰式が他の中核都市で使用できるかが不明である。地域特有の回帰式ではないことを検証した。対象とした場所は富山市である。富山市においても類似したデータであることを図 4 に示す。ここで、回帰式の定数については、道路交通センサスのデータから算出し、富山市固有のデータとして 2131 を得ている。ここで、(2)で示した回帰式を適用することにより、74%の領域で適用可能であることを検証した。これにより、中核都市ごとに固有の定数を、道路交通センサスデータより算出する必要はあるものの、多くの中核都市で適用可能であることがわかった。

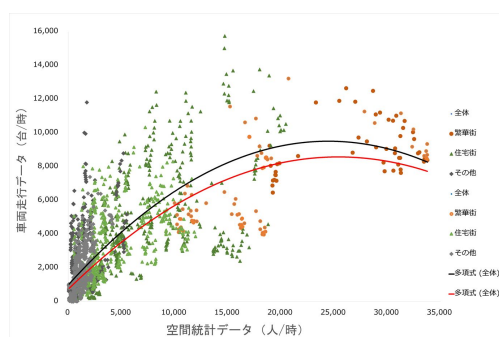


図 4 富山市における両データの関連

(4) 金沢市の住宅街近隣のショッピングセンターにおいて、パークアンドライドに使用可能な駐車スペースについての調査結果を図 5 に示す。図 5 において、赤が休日、青が平日の駐車台数であり、平日の使用率はピークでも 38%程度である。平日の通勤・通学においてこのショッピングセンターの駐車場を使用するだけで 500 台の車両走行を削減することができる。他の駐車場においても同様の傾向であり、ショッピングセンター(SC)の駐車場を活用することにより、市街地への通勤・通学の交通量を削減することが可能である。

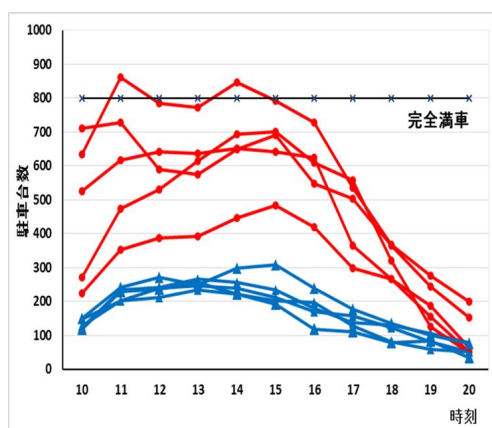


図 5 SC 駐車場使用状況

5. 主な発表論文等

[学会発表](計 10 件)

Kazuki Someya, Masashi Saito, Ryoza Kiyohara: "Estimation method of Traffic Volume in Provincial City Using Big-Data," IEEE Computer Society Signature Conference on Computers, Software & Applications (COMPSAC2019).

染谷 一輝, 齋藤 正史, 清原 良三: "ビッグデータを活用した車両行動推定方式", 情報処理学会 第 81 回全国大会論文集, 2019 年 3 月.

濱出 かほり, 清原 良三, 齋藤 正史: "空間統計データを用いた車両走行推定方式の検証", 情報処理学会 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), 2019-ITS-76(8), 1-6 (2019-02-21), 2188-8965.

Kazuki Someya, Masashi Saito, Ryoza Kiyohara: "Rightfulness Evaluation of Obtained Data from Traffic Simulation for Improving Traffic Flow," Informatics Society, International Workshop on Informatics (IWIN2018).

染谷 一輝, 齋藤 正史, 清原 良三: "交通流改善のための交通シミュレーションから得られるデータの正当性評価", 情報処理学会マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, 2018, 1349-1354 (2018-06-27).

齋藤 正史, 波多野 太樹, 清原 良三: "空間統計データを用いた車両走行推定方式の一提案," 情報処理学会 研究報告高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS), 2018-ITS-73(27), 1-6 (2018-05-17), 2188-8965.

Chinatsu Ikeda, Masashi Saito, Ryoza Kiyohara: "A Park & Ride System for Reduction of Heavy Traffic Jam in Provincial Cities", Informatics Society, International Workshop on Informatics (IWIN2017).

池田 千夏, 齋藤 正史, 清原 良三: "地方中核都市における交通流改善のための交通シミュレーション", 情報処理学会 DICO2017, pp.941-948, 2017 年 7 月.

Keita Enomoto, Masashi Saito, Ryoza Kiyohara: "A Study of Park-and-Ride Systems in Provincial Cities," IEEE the Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2016).

榎本 慶太, 齋藤 正史, 清原 良三: "オープンデータを用いた地方中核都市における交通量予測手法", 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティング研究会, 2016 年 8 月.

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：清原 良三

ローマ字氏名：(KIYOHARA, Ryoza)

所属研究機関名：神奈川工科大学

部局名：情報学部

職名：教授

研究者番号 (8 桁) : 70646637

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。