

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 20日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560524

研究課題名（和文）

凍結路面状態における交通渋滞と旅行時間の動的予測手法に関する研究

研究課題名（英文）

Dynamic Prediction of Traffic Situations and Travel Time on Winter Road Surface

研究代表者

中辻 隆（NAKATSUJI TAKASHI）

北海道大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号 60123949

研究成果の概要（和文）：

冬期路面における渋滞時交通特性に関し、1)凍結路面での追従特性を実走行試験データに基づき、反応時間、潜在衝突性などの追従挙動特性、あるいは衝撃波特性について夏期路面との相違を定量的に明らかにした。2)市販の交通シミュレーターのAPI機能を用いてUnscentedカルマンフィルターを用いて交通需要や交通状態を逆推定する手法の開発を行い、3)上の成果を用いてフィードバック手法に基づく旅行時間予測モデルの開発を行った。

研究成果の概要（英文）：

In order to clarify the characteristics of traffic flow on winter road surfaces, 1) some features of reaction time, potential collision, and shockwave were compared with those on summer roads using the car-following data on actual roads. 2) An inverse method of estimating traffic situation and traffic demand on real time was developed by integrating the API module into unscented Kalman filtering. 3) A dynamic travel time prediction model that implemented the above achievements based on feedback concept was developed and justified with the precision.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目 土木工学、交通工学・国土計画

キーワード：旅行時間予測、フィードバック、冬期路面、交通シミュレーション、API

1. 研究開始当初の背景

(1)積雪寒冷地において、冬期の交通渋滞はその発生が突発的であり影響範囲が大きく、その回復にも時間を要することを特色としている。

(2)滑りやすい路面における制動、発進、あるいは追従挙動はその解明は十分ではなく、道路の容量算定や交通流シミュレーションモデルに反映するまでには至っていない。

(3)冬期路面におけるオンライン旅行時間の予測精度を高めるために、Probe車の車両運動データによる路面情報を内在化させた旅行時間予測法の確立を図る。

(4)近年、API機能を有する交通シミュレーションも市販されているが、交通流のフィードバック解析、Unscented Kalman Filterと統合的に行う研究は殆どなされていない。

2. 研究の目的

(1)凍結路面での交通渋滞の発生と拡大に関するメカニズムを明らかにするために、凍結路面での走行特性を市販交通シミュレーションパッケージに装着してシミュレーション表現の精緻化を図る。

(2)新しいフィードバックフィルター法の中に既存の交通シミュレーションパッケージを統合するために、市販パッケージのAPI機能を使用したシステム開発を行うとともにその評価を行う。

(3)冬期路面におけるオンライン旅行時間の予測精度を高めるために、Probe車の車両運動データによる路面情報を内在化させた旅行時間時間予測法の確立を図る。

3. 研究の方法

(1)凍結路面における走行特性に関する知見のモデル化を図るとともに、その走行特性API機能を利用して市販の交通シミュレーションに組み込み、シミュレーションモデルの高精度化する。

(2)多様な計測データの情報を最大限抽出するため新たなフィードバック推定手法の導入を行う。その際フィードバックフィルターと市販パッケージとの統合化を行いモデルの緻密化と精度の改善を図る。

(3)旅行時間予測モデルに関して比較検討を行うとともにプローブ車データから得られる情報を内在化させた予測モデルの有用性を検討する。

4. 研究成果

(1)凍結路面における走行特性

凍結路面における追従特性を実走行試験データに基づいて分析した。追従時の挙動を表現するために①潜在衝突指数、②衝突速度、③予想衝突速度、3つの指標を定義するとともに、夏期および冬期路面状態での3指標の比較分析を行い、これらの指標が夏期と冬期で大きく異なることを明らかにした(論文①)。

また、それらの差が、冬季においては、追突をさけるために、速度一車頭関係が夏季と大きく異なっていることよっていることを明らかにした。さらに、追従挙動に大きな影響を及ぼす運転者の反応時間特性を多様な条件下の実走行データを用いて分析し、個人内、および個人間のばらつき特性を定量的に評価した(論文②)。また、凍結路面と非凍結路面で計測された実車データを用いて、交差点発進時の挙動、とりわけ運転者の反応時間特性や衝撃波挙動に関する分析を行い速度ピーク値のタイムラグは発進・停止時の衝撃波のタイムラグより長くなる傾向にあること、速度ピーク値の差分が追従時の車群内の漸近安定性を評価指標として有効であることなどの知見を得た(論文③、④)。さらに、人工知能モデルを用いたモデル化も行った(論文⑤)。図1は夏期と冬期路面での速度一車頭間隔の関係を示している。

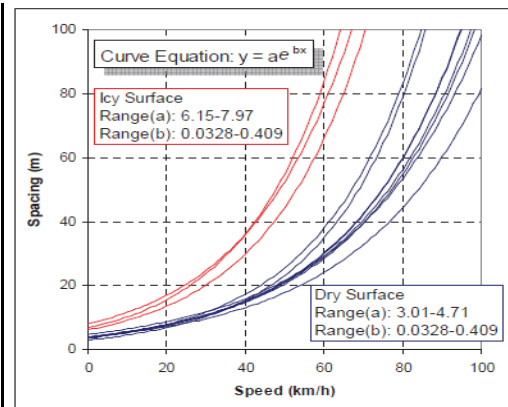


図1 速度一車頭間隔

(2)フィードバック推定手法のAPI機能を有する交通シミュレータへの組み込み

交通状態推定手法の高精度、および高速化を図るために、機能性に優れた市販のシミュレータをフィードバック推定法の算法に組み込むことを行った。ここでは、市販の交通シミュレータのAPI(Application Programming Interface)の適用を試みた。まず、パーティクルフィルタと市販の交通シミュレータとしてAimsunを用いて、直接観測することが難しい交通変数である反応時間を推定する新たな統合環境の構築を行った(論文⑥)。さらに、同じ環境下で、GA(遺伝的アルゴリズム)とAPIの組み合わせでAimsunの代表的なパラメータを推定する手法、ならびにUnscentedカルマンフィルタを用いて交通需要を逆推定する手法の開発を行うとともにフィードバックフィルターとの適合性、制約機能、あるいは演算時間などの観点から比較評価、シミュレーション場の規模とリアルタイム処理の可能性について定量的な検討を行った(論文⑦、⑧、⑨)。図2は、AimsunとUKFを組み合わせた交通需要推計結果を実測値と比較したものである。

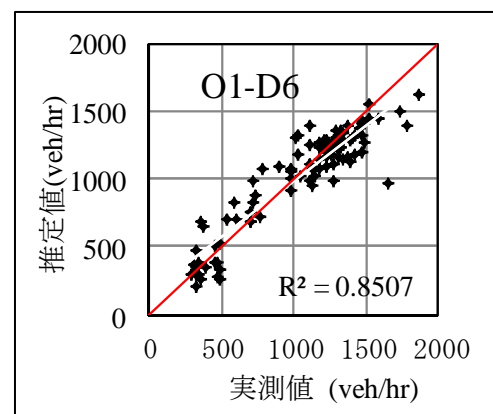


図2 AimsunとUKF統合化における動的交通需要推計結果

(3) 旅行時間予測モデル

札幌市内のタクシードロブ車データを用いて旅行時間の予測と旅行時間情報の提供の有無による効率性の評価を夏季と冬季において実施し、情報提供によって10～30%の旅行時間の短縮と燃費の向上が期待できることを実証的に明らかにした(講演1)。また、予測信頼性を向上する手法を構築することを目的として、旅行時間の予測についてリアルタイム情報を導入し、動的に予測を行う手法の開発を行った(論文⑩、⑪)。また、旅行時間予測モデルに関するいくつかの代表的な時系列型予測モデルとここで提案されているフィードバックフィルター法に基づくモデルとの比較を行いフィードバック手法の有効性を定量的に評価した(論文⑫)。さらに、GPSを装着したドロブ車データとの比較も行い、タクシー、バス、トラックから得られたデータを基に一般車の旅行時間を推定することを目的とし、その精度比較をおこなうとともに、交通流シミュレータを用いて路線の旅行時間特性の再現を行い、多変量正規分布仮定に基づき車種ごとの旅行時間の関係から一般車の旅行時間を推定する手法を作成した。シミュレーション実測値と推定値との比較を行うことによってその評価を行った。(論文⑬)

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13件)

①M. Tanaka and T. Nakatsuji, Development of Various Artificial Neural Network Car-Following Models with Converted Data Sets by A Self-Organization Neural Network, Proc. Transportation Research Board 92th Annual Meeting, 査読有、Vol.92, 2013, CD-ROM(13-0787)

②近藤健祐、中辻隆、交通流シミュレータのAPI機能を用いたモデルパラメータの同定と動的OD推定、土木学会論文集D3特集号, 査読有、Vol. 68, No. 5, 2012, CD-ROM(I-1219)

③K. C. Choy and T. Nakatsuji, Neural Network Kalman Smoother for Filling up Missing Probe Vehicle Data, 土木計画学研究・講演集、査読なし、Vol. 45、2012, CD-ROM(I-58)

④吉田雄介、中辻隆、交通シミュレーターを用いた商用車ドロブカーデータによる旅行時間の予測性について、土木計画学研究・講演集、査読なし、Vol. 46、2012, CD-ROM(I-187)

⑤Tanaka M. and Nakatsuji T., Shock Waves and Speed Peak Propagation in Stop-and-Go Car-Following Conditions Within Short Distance, Proc. Transportation Research Board 90th Annual Meeting, 査読有、Vol. 90,

2011, CD-ROM(11-1779)

⑥Rotwannasin P., Wajanasathienkul W., Narupiti S. and Nakatsuji, T., Dynamic Travel Time Estimation using On-line Microsimulation on Expressway for Advance Traveler Information System, Journal of 9th East Asia Society for Transportation Study Conference, 査読有、Vol.9, 2011, CD-ROM(100174)

⑦P. Ranjitkar and T. Nakatsuji, Impact of Road Surface Conditions on Human Driving Behavior, Journal of 9th East Asia Society for Transportation Study Conference, 査読有、Vol.9, 2011, CD-ROM(100290)

⑧Pueboobpaphan R., and Nakatsuji T., Assignment-Matrix-Free Dynamic Estimation of Origin-Destination Matrices, 土木学会論文集, 査読有, D3, Vol. 67, No. 3, 2011, 327-338

⑨A. Anburuvel and T. Nakatsuji, A Comprehensive Approach for Data Scarcity Problem in Real-Time OD Matrix Estimation, 土木学会論文集D3特集号, 査読有, Vol. 67, No. 5, 2011, CD-ROM(I-1127)

⑩Rotwannasin P., Narupiti S. and Nakatsuji T., Dynamic Travel Time Estimation using On-line Microsimulation Model Integrated Short-Term Prediction for ATIS, Proc. 11th Asia-Pacific ITS Forum and Exhibition, 査読有, 2011, CD-ROM

⑪T. Mitsuru, R. Prakash, Nakatsuji T., Comparison of Driving Behavior and Safety in Car-Following Platoons Under Icy and Dry Surface Conditions, Proc. Transportation Research Board 89th Annual Meeting, 査読有、Vol. 89, 2010, CD-ROM(10-0504)

⑫R. Prakash, T. Mitsuru, Nakatsuji T., Trajectory-Based Analysis of Drivers' Response in Car-Following Situations, Proc. Transportation Research Board 89th Annual Meeting, 査読有、Vol. 89, 2010, CD-ROM(10-2121)

⑬藤井涼、中辻隆、モデルパラメータのオンライン推計のための交通流シミュレーターAPIとパーティクルフィルタの統合環境について、土木計画学研究・講演集、査読なし、Vol. 42、2010, CD-ROM

[学会発表] (計4件)

①M. Tanaka and T. Nakatsuji, Development of Various Artificial Neural Network Car-Following Models with Converted Data Sets by A Self-Organization Neural Network, 92nd Annual Meeting of Transportation Research Board, 2013/01/16, Hilton Hotel, Washington D.C., USA

②近藤健祐, A. ANBURUVEL, 中辻隆, 交通流シミュレーターのAPI機能を用いたモデルパラメータの較正と動的OD推定に関する研究、第44回土木計画学研究発表会、2011/11/27、岐阜大学、岐阜

③藤井 涼、大園 渉、奥野 潤、中辻隆、Particle Filterを用いたMicro simulationの動的パラメータ推定の実ネットワークへの適応、第44回土木計画学研究発表会、2011/11/27、岐阜大学、岐阜

④ T. Nakatsuji, Evaluation of Real Time Route Guidance Information to Cargo Trucks Based on Travel Time Estimated by Taxi Probe Data, The 3rd ASEAN Civil Engineering Conference, 2010/11/11, Shangri-la Hotel, Manila, Philippine (招待講演)

[その他]

ホームページ等

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/tra/naka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中辻 隆 (Nakatsuji Takashi)

北海道大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：60123949