2X-05

ドライバーの円滑な走行支援のためのバス挙動情報の予測

花田 智[†]　　白石 陽[†]

[†]公立はこだて未来大学　システム情報科学部

1. はじめに

周辺車両の挙動変化は，ドライバーに対して操作・判断を求める．挙動の変化とは，走行中の車両が停車や，右左折などを行うために，直前の走行状態から行動が変化することである．このような周辺車両の挙動変化は，ドライバーに対して影響を与える．例えば，ドライバーの前方車両が停車した場合，停車車両を追い越すといった操作が求められるが，ドライバー周辺の道路が混雑している際には，追い越しのための車線変更が妨げられる恐れがある．

ドライバーに影響を与える車両の一つとして路線バスがある．バス停での停車や，右左折のための車線変更により，後続する車両のドライバーは，減速や車線変更を行う判断が求められる．例えば，ドライバーが左車線を走行しているときに，バス停で停車しているバスを追い越したいと考えた場合，ドライバーはバスを目視で認知した後に，右車線の車両の有無をすぐに認識する必要がある．このような状況では，バスを認知してから素早い判断・操作が求められるため危険な車線変更が発生し，さらに車線変更による挙動変化によって後続する他車両に影響を及ぼし円滑な走行を妨げる恐れがある．従って，目視による認知よりも前にバスの挙動情報を把握できれば，ドライバーの円滑な走行が可能になると考える．

そこで，本研究ではバスの挙動に着目し，ドライバーの走行経路上に現れるバスの挙動を事前に予測する．提案手法では，バス停の位置データ，バスの路線データ，バスの運行データを利用し，バスがドライバーの走行に影響する地点とその時の挙動を予測する．

2. 関連研究

周辺車両の挙動の把握に関する研究とドライバーの目的地予測に関する研究がある．

周辺車両の挙動の把握に関する研究として．文献[1]では，交差点カメラから得られる周辺車両の移動軌跡を時系列特徴量として隠れマルコフモデルを適用することにより，挙動の予測を行っている．しかし，予測およびドライバーへの情報配信は，カメラの設置された地点に限定されてしまうため，ドライバーが事前に把握することは困難である．

また，ドライバーの目的地予測に関する研究として，文献[2]では，ドライバーの現在の運転状況を過去のデータと比較して，自車両の目的地の予測を行っている．本研究では，多くの車両の目的地を収集することによりドライバーに影響の与える車両を特定することは可能であると考えられるが，プラバシーや情報の共有方法が問題となる．

Predicting behaviors of local buses for supporting smooth driving

Satoru Hanada[†], Yoh Shiraishi[†]

[†]School of Systems Information Science, Future University Hakodate

3. 提案手法

3.1 アプローチ

ドライバーの円滑な走行を支援するために，バスの影響を受ける地点と，そのときのバスの挙動を提示する．そこで提案手法では，ドライバーの走行経路データとバスの路線データ，バス停の位置データ，バスの運行データを利用する．まず，ドライバーの走行経路データとバスの路線データ，バス停の位置データを利用して，ドライバーが走行する経路のうち，ドライバーの走行経路上に存在するバス路線を抽出する．次に，ドライバーに影響を与えるバスの便を予測するために，ドライバーが目的地までに経由する交差点などの地点とバス停の通過予想時刻とバスの運行データを利用する．

提案手法を実現するために，道路ネットワークを利用する．道路ネットワークは，ノードとリンクによって構成される．ノードは交差点，曲がり角，行き止まりなどを表し，リンクは 2 点間のノードを結ぶ道路を表す．道路ネットワークをもとに，走行経路を算出する．また，挙動変化の影響を及ぼすバスを予測するために，ドライバーが経由する各ノードにおける通過時刻を予測する．バス停での停車を予測するために，バス停の位置データが必要となる．そこで，本研究ではバス停ノードを追加した道路ネットワークを構成し利用する．

3.2 提案手法の流れ

以下に提案手法の手順を示す．

(i)　ドライバーの走行経路の算出

(ii)　走行経路上の各ノードにおける通過時刻の予測

・ドライバーの通過時刻の予測

・バスの通過および到着・出発時刻の予測

(iii)　ドライバーが走行するバス路線の抽出

(iv)　ドライバーに影響を与えるバスとその地点の予測

(v)　影響を受ける地点でのバスの挙動の提示

手順(i)では，ドライバーからの現在地と目的地の入力を受けて走行経路を算出する．走行経路の算出には，バス停ノードを追加した道路ネットワークを利用する．ドライバーの走行経路は，現在地から目的地までに経由するノードと経由する順序によって表現する．手順(ii)では，ドライバーに影響を与えるバスを予測するために，走行経路上の各ノードにおける通過時刻を予測する．経由する全てのノードに対して，ドライバーとバスの通過予想時刻を計算する．その中で，バスが経由するバス停ノードにおいては，通過予想時刻ではなく，バス停の到着予想時刻・出発予想時刻を予測する．バス停ノードは，他のノードとは異なり乗客の乗降車のために停車するためである．なお，バスの時刻に関するデータとして運行データを利用する．手順(iii)，(iv)，(v)については，それぞれ 3.3 節，3.4 節，3.5 節で詳細に説明する．

3.3 ドライバーが走行するバス路線の抽出

バスは，路線ごとに複数の運行経路を走行している．そこで，ドライバーの走行経路のうち，ドライバーが走行するバス路線を抽出することによって，その路線を運

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

行経路としているバスを特定する．ドライバーが経由するリンクにおいて，ドライバーと同じ進行方向を走行するバスを調べるために，ドライバーの走行経路データとバスの路線データを用いる．バス路線の抽出について図1に示す．図中の道路を走行しているバスは A,B,C の 3 路線である．ドライバーの走行経路を考えた場合，路線 A はノード M からノード P までドライバーと同じ経路を走行するリンクを含む．同様に路線 C も，ノード N からノード P までドライバーと同じ経路を走行するリンクを含む．しかし，路線 B は同じリンクを含むが，経由するノードの順序が反対方向のため，路線 B を走行するバスは，対向車線を走行しているので，ドライバーに影響を与えない．このように，ドライバーと同じ走行経路を運行するバス路線を抽出する．

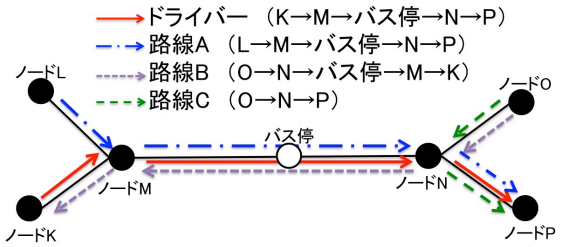

図 1　ドライバーの経路と同じバス路線

3.4 ドライバーに影響を与えるバスとその地点の予測

バスは，バス停で乗客の乗降車が終わるまでバス停に停車しているため，その間に，ドライバーはそのバスに接近し，追い越すことが考えられる．そこで，ドライバーに影響を与えるバスを予測するために，3.3 節で説明した手順（iii）で抽出した，各ノードのドライバーの通過予想時刻を利用する．ドライバーがバスに接近するときに走行するリンクでは，始点ノードの通過予想時刻はバスの方が早く，終点ノードではドライバーの方が早くなると考えられる．そこで，このような特徴を持つリンクを調べることによって，ドライバーに影響を与えるバスを予測する．しかし，ドライバーが停車しているバスに接近あるいは追い越しをする場合において，バス停ノードに通過予想時刻を用いると乗客の乗降車に要する時間を考慮していないため，不十分である．そこで，バスが経由するバス停ノードには，通過予想時刻ではなく，到着予想時刻と出発予想時刻を用いる．ドライバーのバス停での通過予想時刻がバスの到着予想時刻と出発時刻の間にあれば，停車しているバスに接近する，追い越すと判定する．

図 2 は図 1 中のドライバーが走行するノード M からノード P までの経路において，通過予想時刻を示したものである．路線 A を走行するバス a は，ノード M からノード P までの間，路線 C を走行するバス c は，ノード N からノード P までの間，ドライバーと同じ経路を走行する．ドライバーとバス a のノード M における通過予想時刻を調べた場合，バス a は，通過予想時刻がドライバーよりも早いが，バス停での通過予想時刻を調べるとバスの出発予想時刻は，ドライバーの通過予想時刻よりも遅い．よってドライバーは，バス a が停車している間に，バスの影響を受けると判定する．一方．ドライバーとバス c のノード N における通過予想時刻を調べた場合，バス c はドライバーよりも通過予想時刻が遅いため，同じ経路を走行するが影響を受けないバスと判定する．

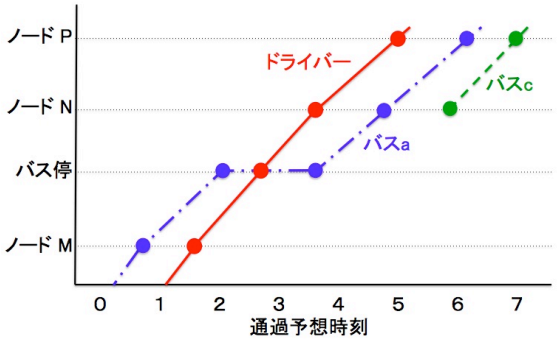

図 2　ドライバーがバスの影響を受ける地点

3.5　影響を受ける地点でのバスの挙動の提示

ドライバーに対して提示する情報として，バスの影響を受ける地点と，その地点でのバスの挙動情報を提供する．挙動情報は，影響を受ける地点とバスの路線データを利用して求める．提供する挙動情報は，ドライバーがバス停でバスに接近する，追い越すと判定された場合は「停車」となる．

4. 実装

提案手法を実現するために，バス停ノードを追加した道路ネットワークの構築とバスの運行時刻データベースを設計する必要がある．道路ネットワークの構築には，道路に関する地理的データとして OpenStreetMap[3]で作成された道路データを利用する．バスの運行経路，ドライバーが経由するバス停名を取得する上でバス停の位置データは重要である．そこで，OpenStreetMap にデータとして含まれていないバス停の位置情報は，手動で入力する．

次に，バスのバス停への到着時刻，各ノードの通過時刻を算出するために，バスの運行時刻データベースを設計する．バスの時刻に関するデータとして，運行実績データを利用する．運行実績データとは，バスロケーションシステムから得られるバス路線別の停留所名，通過順序，日付，計画時間（時刻表），実際の到着時刻のデータである．

5. おわりに

本研究では，ドライバーの円滑な走行を支援するために，ドライバーに影響するバスの挙動情報を予測する手法を提案した．今後は提案手法の実装を進めるとともに，乗客の乗降車がないバス停でバスが通過する場合を考慮したアルゴリズムの検討していく．

参考文献

[1] 箕浦 一馬，渡邊 豊英，“車両の挙動情報に基づく運転支援”，情報処理学会第 74 回全国大会講演論文集，No.1，pp.29-31，2012.
[2] 田中 宏平，寺田 努，岸野 泰恵，西尾 章治郎，“カーナビゲーションシステムのための走行履歴と運転状況を用いた車両目的地予測手法”，情報処理学会論文誌，Vol.51，No.1，pp.141-151，2010.
[3]OpenStreetMap project, “OpenStreetMap”,[Webpage]. Available:http://www.openstreetmap.org.

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.