

動的時刻表による バスの効果的運行の試み

鳴原育子¹・新井祥子²・齋藤 修³・桑原祐史⁴・鎌田 賢⁵

¹正会員 茨城大学大学院理工学研究科博士後期課程（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: 13nd302s@hcs.ibaraki.ac.jp

²非会員 茨城大学大学院理工学研究科博士後期課程（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: 13nd301y@hcs.ibaraki.ac.jp

³正会員 茨城大学防災セキュリティ教育研究センター（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: o-saitou@mx.ibaraki.ac.jp

⁴正会員 茨城大学工学部都市システム工学科（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: kuwahara@mx.ibaraki.ac.jp

⁵非会員 茨城大学工学部情報工学科（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1）
E-mail: m.kamada@mx.ibaraki.ac.jp

モータリゼーションの発展により、公共交通の利用者の減少は続き、バス会社は廃線や撤退に追い込まれている。この研究は、団塊の世代が自動車免許返還後の世の中を見据えて、自動車利用からバス利用への転換を促進することを目指している。具体的には、地方都市におけるコミュニティバスの利便性向上のために、従来の固定的な時刻表ではなく、バスの現在位置に応じて変化する動的時刻表を導入することを提案し、その実装手段を設計する。地方都市をフィールドに選んだ実証実験の計画を示す。

Key Words : Real-time location, GPS, community bus, web service

1. はじめに

モータリゼーション（車社会化）は、公共交通機関を利用していただた移動手段を一変させ、自動車により手頃な乗り物になった反面、公共交通利用者とりわけバス利用者が減少した。一方、過度の交通渋滞がバスの定時運行を困難にして、バスの利用者離れを増幅させている。全国的なバス問題として、本数が少ない上に時刻表通りに来ないという問題を抱えているところが多い。利用者の減少は、バス会社の経営を圧迫するだけでなく結果的に本数の削減や路線廃止を招くため、地域公共交通の存在意義を低下させている。

動的時刻表では、GPS（Global Positioning System:全地球測位システム）によりバスの現在位置を把握し、バス利用者に対して、情報端末により、①バスの現在位置を表示、②各バス停の予想通過時刻を表示、③目的地の予想到着時刻を表示して、バス利用阻害の大きな要因である“バスが時間通りに来ない”という不安を取り除き、利用者にとってバスの利便性向上を図るものである。

2. 公共交通利用のための既存の情報システム

(1) 路線情報ウェブサービス（乗換案内）

路線情報ウェブサービス¹³⁾は、一般に出発地から目的地までの行程を鉄道や飛行機の乗り継ぎ経路として提示する。行程は、所要時間、運賃、乗換回数で優先度をつけて表示される。行程は当日の時刻表に基づいて探索されるため、その有効性は、すべての関係する列車などが時間どおりに運行されているという条件の下で成り立っている。これらのサービスは、近年、主要なバス路線を含むまでになってきており、利用範囲を拡大しつつある。しかし、バスは一般に時刻表通りには運行できないため、バスの乗換案内は鉄道に比べて実効性に欠ける。

(2) バスロケーションサービス

バス停留所におけるバスの発着時刻を基本としている従来型のバスロケーションシステムは、バスが停留所を通過する時点でバスを探索し現在位置を検出している。また、バス停留所に設置されている電光掲示板などのシ



図-1 東京都路線バスのバス停留所の例

システムは、短距離無線通信によってバスに取り付けられた送信機とバス停留所に備え付けられた無線受信機との通信によってバスの位置を検出することで、現在運行されているバスが、バス停留所の1~3か所前に来ていると図-1のように表示される仕組みを持っている。このシステムは、東京都で1978年からサービスが開始されている。最近のバスロケーションシステムは、GPSによるバスの現在位置測定と中央サーバーへ位置データを送信するための移動デジタル通信で成り立っている。GPSと移動通信の利用によって、バス停留所の間隔が長い長距離バス、空港シャトルバスでもバスの現在位置を把握することが可能となった。

(3) バス情報サービス

鳥取バスネット⁴⁾は鳥取大学によって開発されたバス情報サービスの最先端プロジェクトである。これは、現在運行中の路線バスを視覚的に監視するためのバスロケーションサービスとしてスタートした。鳥取県内のバスや鉄道のデータを元に乗換案内や時刻表案内を行っているなど、これまでに数々の実証実験を行っている。

(4) オンデマンドバスの動的スケジューリング

オンデマンドバスシステムは、路線バスの安定的な需要が見込めない地域などに対するソリューションである。このシステムは、事前にバス利用意向の申し込みができるため、需要にあったバスの経路をリアルタイムでスケジューリングし直すように開発されたシステムもある⁹⁾。

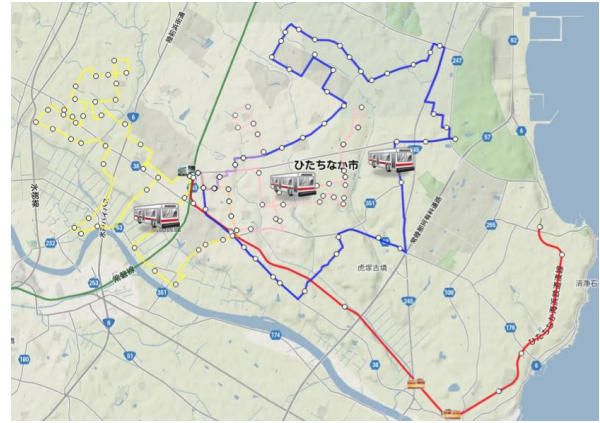


図-2 コミュニティバス路線の例（黄色、ピンク、青の3路線）と鉄道路線（緑と赤）

3. 動的時刻表の構想

(1) コミュニティバスの運行に関する問題

全国的に市町村が主体で運行するコミュニティバスと呼ばれるバスサービスがある。コミュニティバスは、定時定路線の運行をするがその役割は通常の路線バスとは異なる。コミュニティバスは、通常の路線バスが担えない領域において、主に高齢者の買い物や通院のために利用する交通手段として運行することを目的としている。都市部では、本数が多く利便性の高いものがある一方、多くの地方都市では本数が極度に少なく、広い領域をカバーするために長大な路線になっている。

図-2は、茨城県ひたちなか市のコミュニティバス3路線の例を示している。緑と赤の鉄道路線はJR常磐線勝田駅を共有しており、黄色、ピンクとブルーの3バス路線は、勝田駅前で同じバス停留所を共有し、そこから延びる路線で、点在する住宅地を大きくカバーしている。

コミュニティバスは時刻表に従って定期的に循環運行されているが、頻繁な交通渋滞のための遅れが出ている。また、3路線で3台のバスを使用しているので、1周の間で生じた遅延が次の便の出発時刻に影響を与える場合がある。特に雨の日などは、交通渋滞の悪化により運行の遅れが蓄積して影響が大きくなる。次の周回までに十分に長い休憩を入れなければならないため、運行の間隔を粗くせざるを得ず、さらに利便性が低下している。

バスが時間通りに来ないと、バス利用者はイライラしながら待つしかない。それも、バスが今どこを走っているか、あと何分で来るか分からない状態である。人によっては、タクシーを拾ったり、家族・知人に電話して車で送迎して貰うこともある。それが出来ない人は、いつ来るか分からないバスをじっと待つしかない。イライラの募った利用者は、次もバスを利用するとは限らない。次は自動車を選択するかもしれない。結果的に交通渋滞が悪化する悪循環となる。

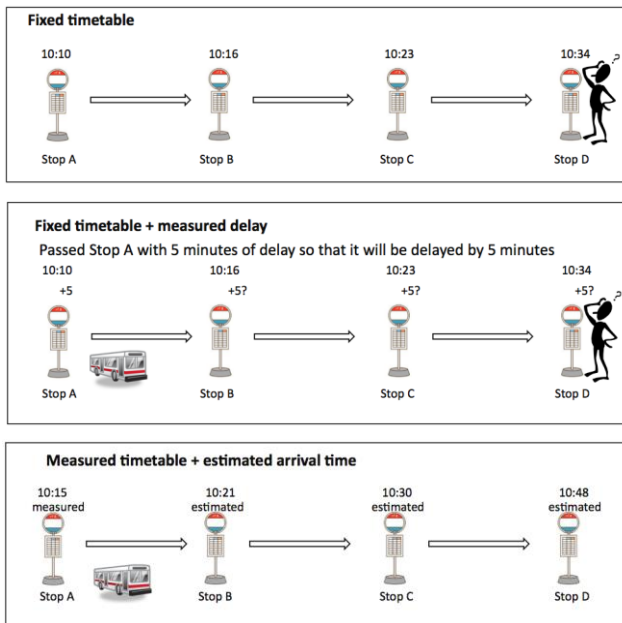


図-3 ダイナミックものに固定されたバスの時刻表の変遷



図-4 バスの現在位置と到着予測時刻の表示

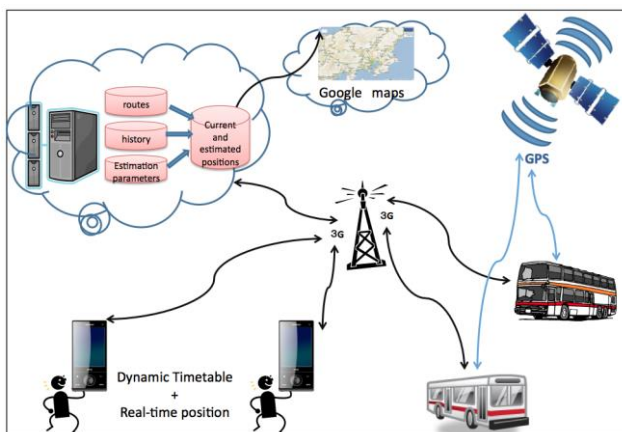


図-5 コミュニティバスサービスの動的時刻表のシステム概要

(2) コミュニティバスのための動的時刻表

鳥取県バスネットは、循環コミュニティバスのサービスに適用し、バスを待つ時間の短縮にリアルタイムのバスロケーションがいかに便利であるか実証した⁴⁾。リアルタイムバス時刻表は、利用者にバスが実際にいつ来るかを知らせることができる。これにより、バスが遅延していても、いつ来るか分からないバスにイライラしながらバス停留所で長時間待ち続ける必要がなくなる。

図-3は、固定された従来型の時刻表から動的時刻表へのパラダイムシフトを示している。今までの利用者は、バスが来るのを単純に辛抱強く待つことを余儀なくされた。次に、バスの現在位置をGPSを使って測定することによって、時刻表に対する遅れ時間が予測できるようになった。さらに、これを進めて、固定された時刻表の存在を忘れてしまって、各バス停留所に到着するバスの予定時刻だけを把握できるようにすればよいということが動的時刻表の考え方である。

コミュニティバスサービスは、到着時刻の予測に関して有利な特徴をもっている。同じ路線を毎日何度も運行されるので、定形の過去データが大量に蓄積できる。図-4は、バスの現在位置および、過去データにもとづいて予測位置を計算して地図上に表示する画面の模式図である。

4. システム概要

図-5は、システムの概要である。(1)バスの運転手が操作するGPS対応の車載Androidタブレットと運転手用アプリケーション・ソフトウェア、(2)中央サーバー、(3)利用者用のGPS対応のAndroidタブレットと利用者用アプリケーション・ソフトウェアで構成されている。

(1) バス運転手用タブレット

バス運転手は、バスのタブレットを運転席付近に置き、バスの経路を選択する。運転手用アプリケーション・ソフトウェアは、3Gワイヤレスデータリンクを介して中央サーバーに現在位置を送信し続ける。

(2) 中央サーバー

中央サーバーは、運転手用アプリケーションから現在位置データを収集し、過去データに基づいて、次のバス停留所の通過予測時刻を計算する。現在運行中の1周において既に通過した隣接する2停留所間の所要時間を並べ、さらに天候や暦日などの他のパラメータを合わせたベクトルで運行の特徴を表現する。過去の運行状況も同じベクトルの形式で表現される。現在のベクトルと最も近い過去の運行状況ベクトルを検索して、その過去の状

況を予測時刻とする。

(3) 利用者用タブレット

バスの現在位置および予測位置・予測時刻は、利用者用タブレット（スマートフォン）上に利用者用アプリケーションによって表示される。

5. 実証実験の計画

ひたちなか市のコミュニティバスに適用されるサーバーおよびアプリケーション・ソフトウェアを開発している。これらは、過去データを利用してコンピュータ計算のアルゴリズムや通過時刻の予測を正常に動作させるものである。

6. 結論

コミュニティバスサービスの動的時刻表の概念とそれを実現するシステムの設計を示した。実証実験は、地方都市である茨城県ひたちなか市で行い、コミュニティバ

スサービスの利便性向上への効果を評価する。利用者数の増加が1つの指標となる。

実証実験で有効性が確認されたら、次の課題にも取り組みたい。利用者数が増加すれば、バス停留所やバス内が混雑して高齢者には走行中に席を得ることが大変になる。本来のサービスの意味でのバス停留所やバス内での快適性確保を新たな目標とするシステム開発についても今後検討すべきである。

参考文献

- 1) ジョルダン, <http://www.jorudan.co.jp/english/> (入手 2013.6.21)
- 2) 駅探, <http://www.Apple.com/webapps/travel/ekitan.html> (入手 2013.6.21)
- 3) Navitime, <http://www.navitime.com/> (入手 2013.6.21)
- 4) 鳥取大学, バスネット <http://www.ikisaki.jp/> (入手 2013.6.21)
- 5) 大和裕幸・坪内孝太: オンデマンドバスシステムー利用者の需要に対応した新しい公共交通機関, システム制御情報学会誌, Vol. 54, No.9, pp.342-347, 2010