

GTFS を使用した地域公共交通向けバスロケーションシステム強化の検討 Consideration of a Bus Location System for Regional Public Transportation using GTFS

内林 俊洋¹⁾ 末吉 智奈佐²⁾ 安武 芳紘³⁾
Toshihiro Uchibayashi Chinasa Sueyoshi Yoshihiro Yasutake

里村 秀行⁴⁾ 津曲 優斗⁴⁾ 福山 侑弥⁴⁾ 稲永 健太郎³⁾
Hideyuki Satomura Yuto Tsumagari Yuya Fukuyama Kentaro Inenaga

1. はじめに

近年、日本の地域公共交通は、特に地方部において人口減少や高齢化の影響を受け、バス路線の廃止や縮小による交通空白地域の拡大が深刻な問題となっている[1-3]。このような状況に対応するため、多くの地方自治体が自らを運行主体とするコミュニティバスなどの地域公共交通の運行を進めているが、限られた予算や人材の中での運行管理が求められている。一方で、情報通信技術の発展により、公共交通の利便性を向上させる新たな手法が注目されている。特に GTFS (General Transit Feed Specification) [4-6]などの標準フォーマットを活用したデジタル技術の導入が進められているが、地域公共交通ではその活用が十分でない。

そこで我々研究グループは、これまでに地域公共交通の課題に対処するため、「地域公共交通データの整備支援」と、「ICT を活用した地域公共交通の支援」を行ってきた[7,8]。特に、「ICT を活用した地域公共交通の支援」で行なっているバスロケーションシステムは、モバイル端末のアプリケーションを用いてリアルタイムでバスの位置情報を収集し、乗客や運行管理者に提供することで利便性を向上させるものである。また、同じアプリケーションを用いる乗降客数調査システムは、運転手がアプリを通じて乗降者数を記録し、そのデータを分析することで運行ルートやダイヤの最適化を図ることを目的とする。これらのシステムは、地域公共交通の利便性向上だけでなく、自治体の運行管理業務の効率化にも貢献することが期待される。

しかし、こうしたシステムの導入に際しては、データ管理の安全性や改ざん防止の課題が存在する。特に GTFS のような公共交通データは、乗客の移動情報に直結するため、不正アクセスや改ざんのリスクが懸念される。そこで本研究では、ブロックチェーン技術[10]を活用し、GTFS データの一部をブロックチェーン上に保存することで、データの信頼性向上と改ざん耐性の強化を行う。ブロックチェーンは分散型台帳技術の一種であり、データの改ざんを防ぎつつ透明性の高い管理を可能にする。

- 1) 九州大学 情報基盤研究開発センター
Research Institute for Information Technology, Kyushu University
- 2) 九州産業大学 産学共創・研究推進本部
Industry-Academic Co-innovation and Research Promotion Headquarters, Kyushu Sangyo University
- 3) 九州産業大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Kyushu Sangyo University
- 4) 九州産業大学 理工学部
Faculty of Science and Engineering, Kyushu Sangyo University

表 1 ICTによる支援を行なっている自治体

福岡県	芦屋町	古賀市
	福津市	菟田町
	新宮町	宗像市
	久山町	嘉麻市
	須恵町	小都市
	築上町	
沖縄県	うるま市	

2. 関連技術と課題

我々の研究グループは、拠点である福岡県内の地方自治体が運行する地域公共交通を中心に支援活動を行ってきた。特に、「ICT を活用した地域公共交通の支援」では、タブレットを使ったアンケート調査、モバイル端末のアプリケーションから得た位置情報を使用したバスロケーションシステム、モバイル端末のアプリケーションを使用した乗降客数調査、車内モニタを使用した案内表示システム、そして主要バス停に設置したモニタを使用したデジタルサイネージを開発運用している(表1)。これらの支援は、我々が開発しているモバイル端末で動作する SHINGU アプリと複数の AWS のサービスで構成される ACE クラウドで実現している。ACE クラウドは、利用者向けのバスロケーション情報を表示するマップを提供する EC2 と、「SHINGU」アプリと通信するための REST API を含むサーバレス環境の2つで構成される。SHINGU アプリは、位置情報をサーバへ送信することによるバスロケーション機能、そして運行路線ごとに乗降客数を記録する機能がある。この SHINGU アプリをインストールしたスマートフォンをコミュニティバス内に設置し、位置情報を収集する。コミュニティバス車内から USB 経由で給電しているが、夜中などの運行時間外にバッテリーを消費しないように営業時間外は自動的に電源をオフにするように設定している。位置情報を収集するためには、SHINGU アプリの設定画面で事業者 ID とバス番号を設定する。その後、アプリの起動時または運行時の乗降客数入力画面にて3秒ごとに ACE クラウドへ位置情報として、現在時刻、事業者 ID、バス番号、バッテリー残量、そして GPS 座標を送信する。乗降客数を集計するために、運転手はアプリ内にて運行開始時に自身の運行する路線を選択し、遷移した専用画面にて乗降客数を記録する。アプリはクラウドへ現在時刻30分前後に運行を開始する路線のリストを要求し、返ってきたリストを表示することでこれから運行する路線の選択をスムーズにする。

これらの路線情報は、ACE クラウドの RDS に保管されている GTFS のデータを利用している。GTFS はオープンデ

ータとして公開されていることが多く機密性は低いが、我々のシステムのように運行に直結するような使い方をする場合、サーバへの不正アクセスやサーバ管理者のミスなどによるデータの改ざんの脅威がある。そこで、ブロックチェーンを変更の追跡が可能なセキュアなデータベースとして、GTFSの保管に利用する方法を提案する。

3. 提案手法

ブロックチェーンは、分散型台帳技術の一種で、データを安全に管理し取引を透明かつ改ざんできない形で記録するためのシステムである。ブロックチェーンは、基本単位であるブロック、ブロックが連続的に繋がっていくチェーン、複数のノードで構成される分散ネットワーク、ネットワーク内のコンピューターでブロックチェーンのデータを保持し取引の検証や新しいブロックの追加を行うノード、そして特定の条件が満たされたときに自動的に実行されるスマートコントラクトで構成される。ブロックチェーンにて強化した提案システムの構成を図1に示す。これまでのRDSに加えて、3台のノードで構成するブロックチェーンがシステムに含まれる。RDSからブロックチェーンに移動するデータはGTFSの一部のみとする。GTFSは、9種類のファイルで構成されている。この中で改ざんによる運行への影響が大きいと思われる、agency, routes, shapes, stops, 及びtripsをブロックチェーンに保管する。これらのデータは管理者のみ追加・変更・削除が可能とする。RDSからの変更点としては、以前は直接データベースに書き込んでいたデータは、ブロックチェーンのスマートコントラクトで処理が行われた後に、ブロックが生成されチェーンとして繋がることで保管が完了するため、データを追加・変更・削除するまでに時間がかかると考える。

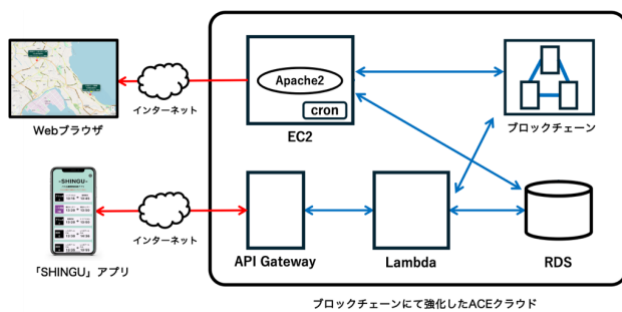


図1 提案システムの構成

4. 考察

従来のシステムでは管理者のミスや不正アクセスによるデータ改ざんのリスクがあったが、新システムではブロックチェーンに過去のデータ履歴がすべて記録されるため、不正な変更が容易に検出できるようになる。一方で、データの追加・更新にかかる時間が増加するという課題も明らかになった。これは、スマートコントラクトを介したデータ処理が必要となるためであると考えられる。

また、システム全体の運用速度、データの整合性、改ざん耐性について議論する。ブロックチェーン導入による利点として、データの変更履歴がブロックチェーン上に記録されるため、不正なデータ改変を防ぐことが可能となった。そして、運行情報の変更が記録として残るため、自治体や

住民がデータの正当性を確認しやすくなった。さらに、特定の管理者に依存しない分散型管理により、サーバ障害や管理者のミスによるデータ損失のリスクが低減した。一方で、ブロックチェーンへのデータ書き込みは即時反映されるデータベースと比較して遅延が発生するため、リアルタイム処理が求められる場面では適用範囲を検討する必要があるというデータ処理速度の低下の問題があった。データの信頼性向上という観点では一定の成果を得られたが、リアルタイム処理の遅延や運用コストといった課題も明らかになった。今後は、運行データの一部のみをブロックチェーンに記録するハイブリッド運用や処理速度を向上させる手法の検討が必要となると考える。

5. おわりに

我々研究グループは、日本の地域公共交通における課題を踏まえ、ICTを活用したバスロケーションシステムおよび乗降客数調査システムの開発と運用を行っている。本研究は、GTFSデータの管理においてブロックチェーン技術を導入し、データの信頼性向上と改ざん防止を目指した。

公共交通データの安全性確保のため、GTFSの一部をブロックチェーン上に保存する手法を提案した。従来のRDSによる保管では、不正アクセスや管理ミスによるデータ改ざんのリスクが存在していたが、ブロックチェーンを活用することでデータの履歴を透明に管理し、信頼性を高めることができた。一方で、データの追加や更新にかかる時間が増加するという課題も明らかになった。

今後は、より多くの自治体と連携しシステムの適用範囲を広げるとともに、技術面での改善を図ることで地域公共交通の持続可能な発展に貢献していこうと考える。

謝辞

本研究はJSPS科研費24K14915、KSU実用化支援研究費の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 三輪富生・Chu Tien Dung・Zheng Yan・剣持千歩・佐藤仁美・森川高行(2016)「中山間地域における高齢者のための共助交通システムに関する基礎分析」『第53回土木計画学研究発表会・講演集』pp.2311-2315.
- [2] 国井大輔, 喜多秀行, "過疎地域での公共交通におけるライドシェア活用の課題と将来展望," 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.78, No.6, pp.11_623-11_633, 2022.
- [3] 吉野和則, "中山間地域における移動手段を持たない高齢者の現況: 益田市匹見町でのケーススタディ," 総合政策論叢, 第43号, pp.63-81, 2022.
- [4] Google, "General Transit Feed Specification (GTFS)," <https://developers.google.com/transit/gtfs/>
- [5] Google, "GTFS Realtime," <https://developers.google.com/transit/gtfs-realtime>
- [6] 標準的なバス情報フォーマット広め隊, "標準的なバス情報フォーマット," <https://www.gtfs.jp/>
- [7] Toshihiro Uchibayashi, Chinasa Sueyoshi, Yoshihiro Yasutake, Hideyuki Satomura, Kentaro Inenaga, "Construction of a Regional Public Transportation Management Support System Using the Cloud," CSDE2024, 2024.
- [8] Hideyuki Satomura, Yoshihiro Yasutake, Toshihiro Uchibayashi, Chinasa Sueyoshi, Kentaro Inenaga, "A Support Tool for Converting Community Bus Operation Data to GTFS Format," ITC-CSCC 2024, 2024.
- [9] Satoshi Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> 2009.