

IoT バスロケーションシステムにおけるクラウド型管理サーバの試作

田畑 俊貴^{†1} 保下 拓也^{†2} 鷗田 博一^{†1} 鈴木 秀和^{†1} 松本 幸正^{†1}
^{†1} 名城大学理工学部 ^{†2} 名城大学大学院理工学研究科

1 はじめに

現在、多くの地方自治体やバス事業者でバスロケーションシステムの導入が進められている。しかし、運用コストが多く必要になるため、システムを継続して運用することが困難な事例が報告されている。

そこで、筆者らは IoT (Internet of Things) 技術を活用して、安価に導入および運用が可能な新しいバスロケーションシステムを提案している [1]。

本稿では IoT バスロケーションシステムにおけるクラウド型管理サーバのプロトタイプの実装について報告する。

2 IoT バスロケーションシステムの概要

IoT バスロケーションシステムでは数 km の無線通信が可能な LPWA (Low Power Wide Area) ゲートウェイを街中に複数設置し、公共の LPWA ネットネットワークを構築する。図 1 に IoT バスロケーションシステムの構成を示す。バスは GPS から定期的に位置情報を取得し、LPWA ゲートウェイを介し、クラウド上に構築する管理サーバにバス識別情報と共に送信する。管理サーバは受信した情報からバスの遅延情報を生成し、バス情報と共にデータベースに登録する。また、定期的にスマートバス停へバス識別情報と遅延時間を配信する。バス利用者はスマートバス停に表示された遅延時間を確認できるほか、スマートフォンなどを用いて遅延時間を確認することができる。

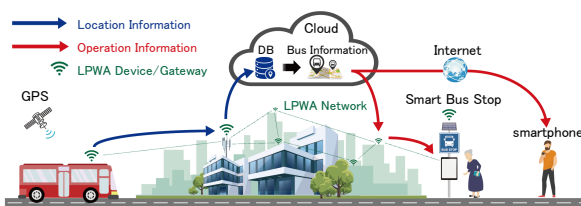


図 1 IoT バスロケーションシステムの概要

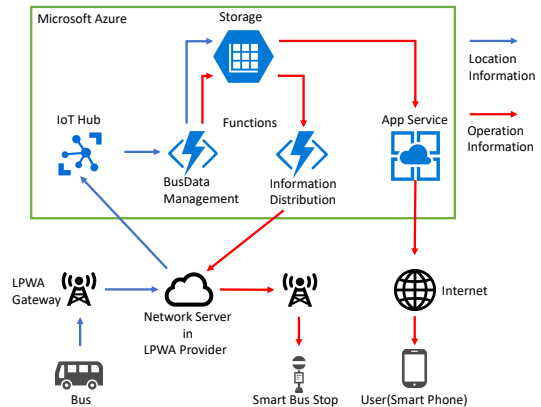


図 2 Microsoft Azure を用いた管理サーバの構造

3 管理サーバ

3.1 設計

クラウドを利用した管理サーバに必要な機能としてクラウドでバスから位置情報を受信する機能、受信したデータから遅延時間を算出する機能、位置情報や遅延時間を蓄積する機能、遅延時間を定期的に配信する機能がある。本稿では Microsoft Azure を利用して、これらの機能を実現する。図 2 に管理サーバの構成を示す。管理サーバは Microsoft Azure の IoT Hub, Functions, Storage および App Service で構成する。IoT Hub はバスから定期的に送信されるバス識別情報と位置情報を受信し、BusDataManagementFunction で位置情報から遅延時間を算出し、バス識別情報と共に Storage に保存する。また、Storage に保存された遅延時間を読み取り、スマートバス停に配信するために、InformationDistributionFunction でタイマー動作する関数を定義する。

一方、ユーザがスマートフォンなどでバスの位置情報や遅延情報を確認できるようにするために、App Service を用いて Web アプリを提供する。Web アプリでは、ユーザがバス路線やバス停を選択することにより、当該路線を走行しているバスの位置情報や遅延情報を Storage より取得して表示する。

3.2 実装

設計した構成で動作を行うために、Azure における各 Functions を C#言語を用いて試作した。なお、LPWA 対応車載器を開発中のため、位置情報は日進市から提供を受けた API を利用し、10 秒間隔で取得するように実装

Prototype of Cloud-based Management Server in IoT-based Bus Location System

Toshiki Tabata^{†1}, Takuya Boshita^{†2}, Kazuhiro Hiwada^{†1}, Hidekazu Suzuki^{†1} and Yukimasa Matsumoto^{†1}

^{†1} Faculty of Science and Technology, Meijo University

^{†2} Graduate School of Science and Technology, Meijo University

した。

4 評価

4.1 処理時間

設計したクラウド型管理サーバのうち、1路線における1台のスマートバス停スマートバス停に遅延時間を配信するまでにかかった時間が配信間隔である1分以内に処理できるかを評価する。スマートバス停側として、遅延情報などのデータを受け取る受信元であるエイビット社製 LoRa デバイス AL-050 とラップトップ PC をシリアル接続し、データの受信確認を行う。なお、LoRaWAN ネットワークはマクニカネットワークス株式会社が提供する LoRa ゲートウェイを利用して構築した。

図3に検証を行った際に処理の区分を示す。Storage から遅延時間を読み取り、配信に必要なメッセージを生成する時間、ダウンリンク通信に必要なトークンを取得する時間、ダウンリンクメッセージを送信し、応答が返答されるまでの時間をそれぞれ測定する。試行回数は10回で、その平均値を算出する。

表1に検証結果の平均値を示す。バス停1台に対する配信所時間は2699.6[ms]の時間を要した。スマートバス停へのメッセージ送信間隔は1分であるため、送信間隔時間内に収めて配信できることが確認できた。

日進市のコミュニティバス「くるりんばす」では1つの路線に対して最大42のバス停があるため、1度の動作で最大41台のスマートバス停に配信する。そのため、現在の処理内容はシングルスレッドで動作させているため配信するスマートバス停が増加する度にメッセージ生成時間とメッセージ配信時間の合計が比例して増加し、送信間隔の時間内に収まらない処理が発生する可能性がある。よって、今後は1台のスマートバス停に対して配信している処理を複数同時に配信するためにマルチスレッドな処理を開発し、動作の検証を行う。

4.2 コスト

日進市のコミュニティバス「くるりんばす」全7路線で運行している7台のバスにおける、クラウド型管理

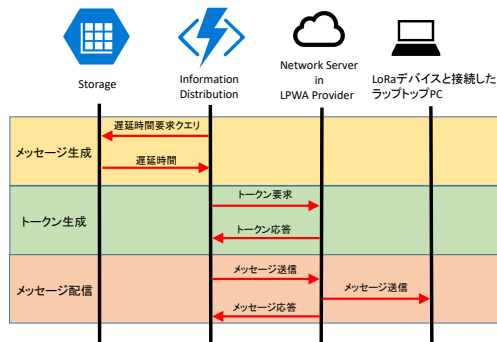


図3 動作検証を行った処理の区分

表1 配信に発生する時間

処理内容	発生時間 [ms]
メッセージ生成	14.0
トークン生成	1,305.5
メッセージ配信	1,380.1
合計	2,699.6

表2 Microsoft Azure の1ヶ月の利用コスト

利用サービス	コスト
IoT Hub	¥1,120
Functions	¥843.30
Storage	¥82.71
App Service	¥9647.68
合計	¥11,693.69

サーバを利用した際の1ヶ月に発生するコストを算出した。算出条件として、バスの位置情報の送信間隔を10秒、全路線のバス停に設置する161台のスマートバス停への情報配信間隔を1分、運用時間をそれぞれの路線の始発時間から終発の便が終着のバス停に到着するまでの時間とした。なお、バス通過後の2つ以上前のバス停には情報配信しないとする。

Microsoft Azure の料金計算ツール [2] を用いて上記条件に基づいて算出した1ヶ月の利用コストを表2に示す。クラウドを利用することにより、管理サーバのハードウェア導入コストは発生せず、運用コストは利用コストに含まれる。したがって、Microsoft Azure の利用コストのみで運用が可能となるため、安価に管理サーバを実現することができる。

5 まとめ

本稿ではIoTバスロケーションシステムにおける管理サーバのプロトタイプを開発した。プロトタイプを動作させ、管理サーバから配信された情報に対してLoRaデバイスと接続したラップトップPCで受信確認を行った結果、送信間隔である1分以内に配信できることを確認した。

謝辞

本研究は愛知県 ITS 推進協議会の「安心・安全な愛知づくりのための ITS 研究テーマ」の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Boshita, T., et al.: IoT-based Bus Location System Using LoRaWAN, *Proc. IEEE ITSC 2018*, pp.933-938 (2018).
- [2] 料金計算ツール | Microsoft Azure, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/pricing/calculator/>