

Docker コンテナ化したユニバーサルバスロケーションシステムの開発

Universal Bus Location System on Docker Containers

升井 洋志[†] 中村 篤弘[†] 古田 凌将[†]
Hiroshi Masui Atsuhiko Nakamura Ryosuke Furuta

1. はじめに

地図上あるいは経路表示図上に現在のバス位置を表示するシステムを一般に「バスロケーションシステム（以下バスロケ）」と呼ぶ。バスロケの表示形態としては、単純に地図上にバスの運行位置を表示するものからバス停の通過状況を示すもの、遅延情報を掲示するもの等、さまざまな方法がある。

バスロケを動作させるには、バス車両から GPS 等で位置情報を取得し、定義された運行ルートと突合する必要がある。位置情報を得るための GPS 信号は専用の車載器や簡易的にはスマートフォンで取得し、携帯電話回線等でサーバへアップロードされる。一方のバスの路線名や運行時間、ルートといった静的情報はバス運行データとして各バス会社が用意するものである。近年では、この運行データについて統一フォーマットが用いられるようになり、システム開発においてデータ互換性が担保されている。

公共交通機関の運行データは GTFS (General Transit Feed Specification) と呼ばれる統一フォーマット[1]で記述され、公共交通機関の時刻表や地理的情報に使用される共通形式を定義する国際的なオープンフォーマットとなっている。GTFS を用いてバス運行データを公開することにより、Google Map 等の地図サービス上に運行データが表示され、目的地検索から公共交通機関での移動までが一続きの情報としてユーザへ提供される仕組みとなっている。

我々の研究室では 2015 年度より網走バスとバスロケの共同研究を開始し、2020 年度に GTFS を用いたバスロケを開発している[2]。そのシステムを用いて、2022 年度より北海道北見バスの正式なバスロケーションサービスとして公開し[3]、網走バスもサービス継続している (図 1 参照)。

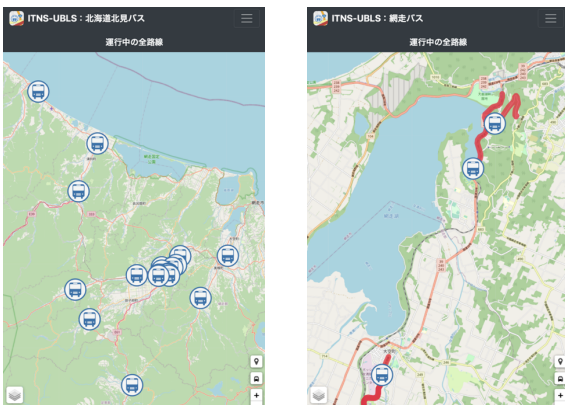


図 1 北海道北見バス (左) と網走バス (右)

そういったバスロケシステムの横展開に際し、運行データ自体は GTFS によって統一されているために拡張が容易

なものとなっているが、サービス基盤についてはサーバ構築・管理の負荷等において課題が残っている。

本研究では、バスロケサービスの大規模展開を可能とする枠組みとして Docker コンテナによるサーバ構築を行い、データ、基盤、サービスを統合的に取り扱うためのサーバの基本設計、大規模展開への展望等を議論する。

2. ユニバーサルバスロケーションシステム: UBLS

2.1 従来バスロケの構成と問題点

バスロケ等のサービス提供には、オンプレミスないしはクラウド上に展開されるインスタンスに HTTP サーバ、サービスアプリケーション等を構築して実装を行うことが通常である。この際、基本的には 1 インスタンス上には 1 サービス、あるいは 1 サービス基盤が単位となっており、複数のバス会社のサービスを展開するには、それに対応した数のインスタンスを用意することとなる。HTTP サーバの構築を工夫して、ディレクトリごとにサービス提供先を分ける手法もあるが、同一 HTTP サーバ上で動作するために管理性や拡張性に問題が残る (図 2 参照)。例えば、10 サービス以上等、多くのバスロケシステムを同時に構築する際、サーバのサイジングやパフォーマンス管理、データベースの管理等が煩雑となることが予想される。

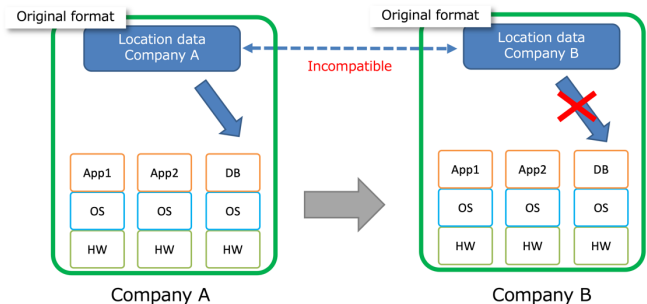


図 2 従来のシステム

2.2 Docker コンテナでのバスロケーションシステム

これに対し、我々はバスロケシステムを Docker と呼ばれるミドルウェアのコンテナとして取り扱い、大規模展開を可能とする設計としている。具体的には、サービスアプリケーション、データベース、HTTP サーバをコンテナ化し、それらを Docker Compose によってオーケストレーションし、起動・停止・管理を一元的に行えるものとしている。データベースには PostgreSQL、MongoDB を使い、HTTP サーバには nginx、サービスアプリケーションは Javad で動作するものとしている。

また、前述のようにバスの運行データは GTFS を採用しているため、この Docker コンテナ一式と GTFS さえ準備で

[†] 北見工業大学 Kitami Institute of Technology

できれば、即時にバスロケサービスの基盤部分が構築可能となる（図3参照）。このことから、我々はこのバスロケを広い一般性や拡張性、データフォーマットの統一性を持ったシステムと捉え、「ユニバーサルバスロケーションシステム（Universal Bus Location System: UBL）」と呼ぶ。

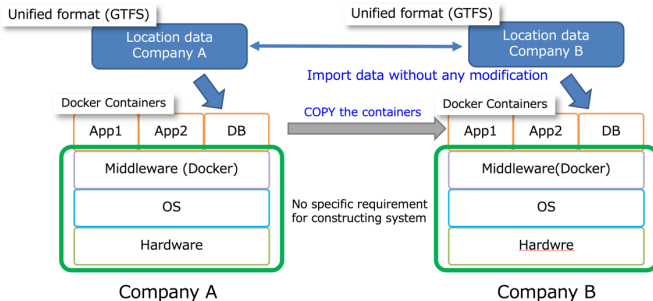


図2 Docker コンテナ化したシステム

また、我々の UBLS には GTFS 内で定義される運行経路、運行時刻、バス停位置等のデータを用いてサーバ上でバスを運行時刻に合わせて動作させるシミュレータ機能を持たせている。これにより、複数のバスロケサービスを一つのインスタンス上で同時に動作させ、かつ運行シミュレータによってリアルタイムにバスの位置を表示することが可能となっている。

3. UBLS の多地域展開

北見工業大学における UBLS でのバスロケサービス展開の基礎は 2019 年に遡る。それ以前は網走バスとの共同研究の形で Google Cloud Platform: GCP 上でのサービスとして展開していた。パブリッククラウド上でのサービス展開であるため、サービスの継続性やサーバ保守にかかるコスト等は抑えられている。しかし、GCP での Java やその他ライブラリのアップデートに都度対応することが必要で、かつサーバのポータビリティも低い状況であった。

さらに、公共交通機関の運行データが GTFS として公開されることが一般的になりつつあった 2019 年から GTFS と Docker コンテナをベースとしたバスロケシステムの構築を開始し、2020 年度において北海道北見バスとの共同研究として実証実験を開始した[4]。実証実験の段階では、市内全 13 路線のうち主要 3 路線のみを対象とし、かつ専用車載器ではなくスマートフォンでの GPS 計測で実施した。

実証実験において、スマートフォンでの GPS 計測のような運転手が計測開始・終了を操作する手法では操作漏れが多く発生することが確認できたため、2022 年からの全路線展開・サービス事業開始に際しては専用の車載器での GPS 計測に切り替えている[5]。

また、この 2022 年に北海道北見バスで全路線展開するのとはほぼ同時に網走バスの GCP 上でのサービスを UBLS に切り替えている。この際に必要とした設定やサーバ構築の手順は非常に簡潔であり、Docker コンテナのコピー、Docker Compose の yml ファイルの修正、GTFS のインポート等である。その他、バスロケ内の表示名の修正等、若干のローカライズを行ったが、本質的にはコンテナのコピーと yml の修正のみである。

この作業行程にならない、今後の他地域での展開も容易なものとして推測できる。他地域展開に必要な要件としては、以下のものが挙げられる。

- (1) 当該地域の公共交通機関の GTFS データ
- (2) サービス提供するのに十分な性能のインスタンス
- (3) インスタンス上の Docker ミドルウェア

ここで、(1) は現在非常に多くの公共交通機関で公開されており、また、GTFS を作成するツールも公開されていることから、大きな障壁であるとは考えにくい。(2) および (3) については、サービスをオンプレミスあるいはパブリッククラウドのどちらにおいて展開する場合も、広い一般性を持った環境として構築可能であり、インスタンス自体も VMWare 等の仮想化によってパッケージ化することが可能であるので、ポータビリティの面においても優位となる。なお、我々の研究室においては、現在の網走バス、北海道北見バス以外のバス会社ともこの横展開を進めることを準備している状況である。

4. おわりに

我々は、運行データに GTFS を採用しサーバ基盤を Docker 上で構築することで、広い拡張性と一般性を持ったバスロケシステム (UBLS) を構築した。さらに UBLS ではシステム内にシミュレータ機能も内包しているため、GTFS を基として時刻表に沿ったバス運行を可視化することが可能である。例えば地方の複数のバス会社の運行状況を 1 つのインスタンス上で再現することが考えられ、かつ GPS による実データと合わせることで、遅延予測や道路状況把握等の基礎データを取得する基盤として導入することが期待できる。

また、実証実験から得られた結果として、運転手による GPS 情報の取得にはさまざまヒューマンエラーを誘発することがわかっており、システムの安定運用には専用車載器等の運転手の能動的な操作を伴わない方式が重要である。

将来的には、乗降人数や気象等その他のデータと合わせて、よりの確かなバス運行計画策定、路線最適化等に寄与するものとなるよう開発を進める。

謝辞

本研究の一部は令和 2 年度ならびに令和 3 年度北見市産学官連携推進協議会の共同研究予算の補助によって遂行されました。また、有益な議論に参加した北見工業大学核科学情報工学研究室の構成員に謝意を表します。

参考文献

- [1] GTFS-JP：静的バス情報フォーマット (GTFS-JP) の概要、<https://www.gtfs.jp/developers-guide/format-reference.html>.
- [2] 網走バス・バスロケーションシステム、<https://www.abashiribus.com/location/>.
- [3] 北海道北見バス・バスロケーションシステム <https://itns-bus.er.kitami-it.ac.jp>.
- [4] 泉波 匡仁, 久保田 皓大, 小田島 和哉, 本藤 周作, 升井 洋志, “北見市における GTFS バスロケーションシステム実証実験”, 第 19 回 ITS シンポジウム 2021, (2021).
- [5] 古田 凌将, 安瀬 諒志, 中村 篤弘, 升井 洋志, “北見市内における GTFS バスロケーションシステムの全路線展開”, 第 20 回 ITS シンポジウム 2022, (2022).