

OKIのITS サービス ～LocoMobi2.0～

中村 武文 立木 貴宏
古川 純平

情報通信技術の発展に伴い、道路交通情報を取り巻く環境も変化している。大容量でシームレスな通信環境が実現されることにより、車との情報交換が容易となる。また、車の情報そのものをセンサー情報と捉え、AI技術により、その大量なデータを解析・処理を行い、新たな付加価値を生み出す検討もなされている。

これらに伴い、道路交通情報の活用の場面は、道路交通制御や道路維持管理といった管理者（主に官公庁や道路事業者）だけではなく、幅広く民間の事業への活用が見込まれている。

OKIは、官公庁や道路管理者向けの各種システム開発・納入を通して、道路交通情報に関わる技術や知見を得ている。今回、それらの経験を活かした、OKIのITS（高度道路交通システム）サービスであるLocoMobi2.0（ロコモビ2.0）^{*1)}の概要と使われている技術を解説する。

これらの背景を踏まえ、OKIでは主に民間や自治体向けの車両や道路情報を活用したサービスを提供するためのプラットフォームを含むサービスとして、LocoMobi2.0の提供を開始した。LocoMobi2.0により道路情報やプローブ情報を一元的に管理・処理し、様々な業務サービスを提供する。

ITSサービスLocoMobi2.0開発方針

LocoMobi2.0の主な開発方針は、次の通りである。

(1) 道路管理者向けのシステムで培った技術の活用
VICsやETC2.0^{*2)}などの情報の利活用技術、マップマッチング技術、さらにAI（機械学習）活用による渋滞予測や到着時間予測技術を活用する。

(2) 多様なプローブ情報の収集手段の実装
専用の車載器やスマートフォンからの情報収集に加え、民間への開放に向けて社会実験を行っているETC2.0のプローブ情報を取り込める構成としている。そのため、より大量なデータを収集し精度の高い解析・予測できるようにする。

(3) 業務サービスまでのワンストップ提供
本プラットフォーム上でITSサービスを用いた業務サービスを、簡易に構築するための共通サービス機能を提供する。

背景

OKIは中期経営計画2019の中で、交通分野を成長分野の一つと位置づけ、道路管理者向けに培った技術・ノウハウを活かし、新たな成長事業の実現を目指している。

現在OKIでは、情報通信技術を活用したETC^{*2)}、VICs^{*3)}などの道路管理者向けのシステムや、道路交通情報の提供システムなどを提供している。これら、官公庁向けシステムでは、既にプローブ情報（車の位置情報及び挙動情報）を収集、分析し、渋滞の発生状況の把握や予測が研究され、OKIの技術がその実現に貢献をしている。

民間分野でも、情報通信技術の発展を背景に大量のデータを安価に通信、処理できる環境が実現し、プローブ情報や道路情報を活用したビジネスが立ち上がりつつある。例えば、建設業界では、より正確に資材運搬車両の到着時間を把握することで、工事現場での工程管理を精度よく行なうことができ、効率的でスムーズな工事進捗が期待されている。

また、自動運転の時代を間近に控え、車と道路インフラが相互に情報を交換することで、より快適で安全な環境が実現できる。

LocoMobi2.0のシステム構成

LocoMobi2.0は 図1 に示すように情報を収集、分析、蓄積し業務に活用できるサービスを提供するLocoMobi2.0プラットフォームと、業務サービスそのものを提供するLocoMobi2.0アプリケーションの2層から構成されている。

LocoMobi2.0プラットフォームは、その処理機能ごとに、コア(Core)部、ネットワーク(NW)部、デバイス部から構成されている。

*1) LocoMobiは沖電気工業株式会社の商標です。 *2) ETC、ETC2.0は一般財団法人ITSサービス高度化機構の登録商標です。 *3) VICsは一般財団法人 道路交通情報通信システムセンターの登録商標です。

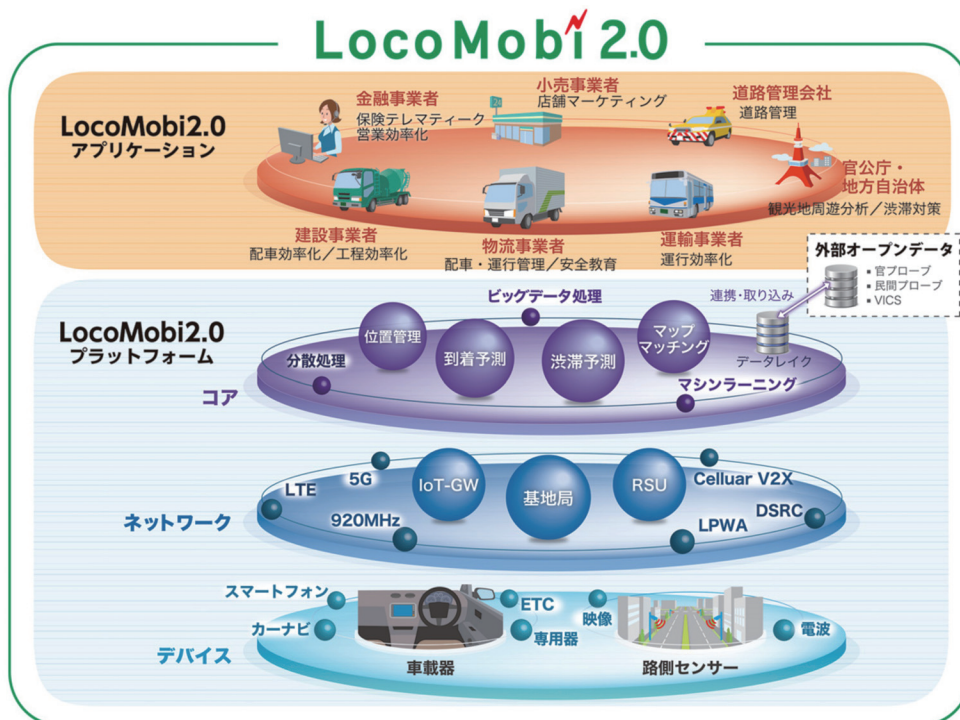


図1 LocoMobi2.0 システムアーキテクチャの概念図

次に、LocoMobi2.0の各部位ごとの機能と、システム構成の特徴や採用技術の概要について述べる。

(1) LocoMobi2.0 プラットフォーム

LocoMobi2.0プラットフォームは、各種デバイスからの情報をネットワークを介してデータレイクに収集する。収集された情報をビッグデータとして処理し、業務に沿った価値のある情報に変換をする。

まず、LocoMobi2.0デバイス部には、位置情報を取得するための車載器や道路の交通量を図る路側センターとしてのトラフィックカウンターなどがある。

次にLocoMobi2.0 NW部は、現在のETCやVICSで利用されているDSRC（狭域通信）や将来の自動運転社会に向けてV2X（Vehicle to Everything）に対応する。

このようにして収集した道路の渋滞情報や、車のプローブ情報を活用してLocoMobi2.0 Core部が、基本サービス機能を提供する。基本サービスには、車両の位置管理サービスや渋滞予測・到着時間予測サービスなどがある。

(2) LocoMobi2.0 アプリケーション

LocoMobi2.0アプリケーションは、LocoMobi2.0プラットフォームを利用して、各業務向けサービスを提供する。例えば、建設事業者向けとして資材運搬車両の管理による現場工程最適化のサービスである。

*4) EXaaS™は、沖電気工業株式会社の商標です。

LocoMobi2.0システム構成の特徴

次に、LocoMobi2.0を実現するシステム構成の特徴や採用している技術について述べる。

(1) スケーラビリティ

LocoMobi2.0では、VICS情報やプローブ情報を収集し、AIによりデータを分析し予測する。それらの情報はLocoMobi2.0のユーザーの増加に比例して増加し、今後、官プローブ情報や民間プローブ情報の開放により収集可能なデータの増加が想定される。そのため、LocoMobi2.0ではデータ量に応じて、スケールアウトできる分散システムを基盤としてシステム化されている。また、システムはOKIのクラウド基盤であるEXaaS™*4)を活用し実際のデータ量の増加に迅速に対応できる構成である。

(2) マップマッチング

LocoMobi2.0 Core部の基本機能の一つとして、道路ネットワークを扱うためのデジタル道路情報とプローブ情報と呼ばれる車の位置情報を対応づけるマップマッチング機能がある。データ量の増加に伴い、正確かつ迅速な処理が重要であり、LocoMobi2.0では、大量なデータの中から重要なデータを抽出するためのデータクレンジングなどに特徴をもっている。

(3) AIによる渋滞予測、所要時間予測

官公庁や道路管理者向けに提供しているシステムで培った技術を利用して、交通状況の解析結果から、AI(機械学習)により渋滞を予測している。また、渋滞情報はVICS情報として提供されているが、その情報を蓄積し、AIを用いた渋滞予測もできる予定である。

これらの渋滞予測を利用することで、特定の地点間の所要時間予測ができるようになる。さらに、渋滞予測の精度を上げることで、自然渋滞と突発的に発生した渋滞を判別することもできる。

LocoMobi2.0システム主な要素技術

LocoMobi2.0を構成する要素技術の詳細について述べる。

(1) ビッグデータ処理のスケラビリティの確保

LocoMobi2.0のプラットフォームでは、プローブ情報を始めとした大量のデータを解析する必要があり、これらのデータの情報は日々増大している。

従来のリレーショナルデータベース(RDB)を中心に据えたシステムでは性能や容量の観点で拡張の限界がある。1台のRDBサーバーで性能や容量が不足する事態となった場合には、装置1台の性能を増強させるスケールアップと、装置を複数台並べるスケールアウトの方式のいずれかを検討することとなる。

スケールアップの方式の場合、1台の装置の性能アップには限界があり、スケールアウトに対応したRDBは余り存在していなかった。

このようなRDBが不得手であったことに対応するためにApache Hadoop^{*4}が登場した。Apache Hadoopは分散ストレージ及び分散処理のフレームワークであり、比較的安価なサーバーを追加することで容量や性能を向上させることができる。

LocoMobi2.0でもLocoMobi2.0 Core部にApache Hadoopを採用している。処理データ量に応じてサーバーを増減させることによって、柔軟なスケラビリティを確保している。

(2) リアルタイム処理に適したDB

Apache Hadoopが世の中に誕生しておよそ10年経過している。当初はHDFSとMapReduceと呼ばれる技術を中心としたもので、バッチ処理に向いているとされてきた。HDFSは大きなデータをフルスキャンすることに特化したファイルシステムであり、MapReduceは一度にまとめて処理することを念頭に置かれた処理エンジンである。

LocoMobi2.0では、プローブ情報や各種センサーデータのような比較的小さなデータをリアルタイムで処理する必要があり、これらの用途にはHDFSとMapReduceの組合せは不向きである。

しかし、最近ではApache HBase^{*4}やApache Spark^{*4}といったプロダクトの登場で、リアルタイム処理にも十分利用できるようになってきている。Apache HBaseはHDFS上で動作し、小さなデータに対しても高い読み書きのスループットを確保することができるストレージシステムである。Apache SparkはApache Hadoopクラスタで実行する汎用的な大規模データ処理エンジンである。

LocoMobi2.0ではデータストレージとしてApache Kudu^{*4}を採用している。Apache HBaseはリアルタイムのデータ読み書きに高い性能をもつものの、RDBとは違いテーブルの列に型の定義ができなかったり、トランザクションの概念が無かったり、データ分析というユースケースに不便なことがある。

Apache KuduはApache HBaseほどではないものの、リアルタイムのデータ読み書きに高い性能を持っている。その上、従来のRDBのように列にデータ型を指定することができる。また、データのスナップショットに対して読取り一貫性を持つなど、分析処理をし易いことからLocoMobi2.0では、Kuduを採用することとした。

(3) マップマッチング処理の性能及び精度の向上

一般的にプローブ情報には車両の走行履歴(緯度経度測位の点列)が含まれているが、分析に利用するためにデジタル道路地図(DRM)上の道路(リンク)に対応付けるマップマッチング処理が必要である。

OKIでは従来DRMデータをRDBであるPostgreSQL^{*5}内に格納し、PostGISの各種APIを使用したマップマッチング処理を開発、利用してきた。

RDB内に格納されているDRMデータはメモリ上にもキャッシュされているが、キャッシュされていないデータにもアクセスすることもある。HDDへのアクセスとなるため、この際のオーバーヘッドが大量のデータを処理するときに性能に影響する。そのため、PostGISのAPIを使用することなくDRMデータにアクセスするためのデータ構造と探索方式を検討している。

プローブ情報に対する候補リンク検索の高速化を図るためにX方向、Y方向を同時に探索することのできるアルゴリズムとデータ構造を使用している。

OKIでは従来マップマッチング処理にグラフ理論に基づくダイクストラ法を用いた最小コスト探索をベースとした方式のみを使用していた。今回GPSの誤差分布を利用

*4) Apache Hadoop、Apache HBase、Apache Spark、Apache KuduはApache Software Foundationの商標または登録商標です。 *5) PostgreSQLはPostgreSQLの米国及びその他の国における商標または登録商標です。

した方式も併用することで精度の向上を図った。

測位にはGPS誤差の影響も含めて一番もってもらしく走行した箇所を算出する方式を使用することとした。

(4) 渋滞予測や所要時間予測への機械学習の適用

十分なプローブ情報を安定的に収集できるようになると、道路交通状況の指標値を計算できる。

これらの指標値と走行速度との間に存在している相関関係を利用して、指標値から走行速度及び所要時間を算出することができる。これはいくつかの回帰式などを用いて計算することができるが、計算式内で使用している係数(パラメーター)は、種々の条件によって変動する。

OKIでは機械学習を用いて条件に応じたパラメーターを予め繰り返し学習しておき、プローブ情報から算出した指標値とこのパラメーターを用いて、その時点の高速道路所要時間をリアルタイムに予測する手法を開発した。

また、渋滞発生時の車両走行速度の変化度合を観察することで、道路管制の未検知事故などの事象をデータから自動検知する手法を、今後その精度を評価予定である。

加えて、一般道ではVICSで提供されている渋滞・旅行時間リンク情報とプローブ情報を十分な期間蓄積・学習することで、現在時刻の旅行時間と走行速度を種々の条件から予測する手法に改良を加えていく予定である。

まとめ

LocoMobi2.0サービスのためのLocoMobi2.0プラットフォームの概要と採用技術を解説した。

OKIは、道路事業で培った技術やノウハウを活かしたLocoMobi2.0を構築し、ビッグデータである車の位置情報や渋滞情報を分析することで、様々な民間企業や自治体向けに業務サービスを提供していく。

謝辞

本研究開発の一部は国立大学法人九州大学との共同研究「プローブ情報分析に関する共同研究」により実施したものです。本共同研究へのご協力をして頂きました九州大学 藤澤教授及び同研究室の学生の方々に感謝いたします。◆◆

● 筆者紹介

中村武文:Takefumi Nakamura. 情報通信事業本部 社会インフラソリューション事業部 交通ソリューション第一部

立木貴宏:Takahiro Tachiki. 情報通信事業本部 社会インフラソリューション事業部 交通ソリューション第一部
古川純平:Junpei Furukawa. 情報通信事業本部 社会インフラソリューション事業部 交通ソリューション第一部

TiPO 【基本用語解説】

ITS (Intelligent Transport Systems)

高度道路交通システム。最先端の情報通信技術などを用いて人と道路と車両とを一体のシステムとして構築する新しい道路交通システムの総称。

ETC (Electronic Toll Collection System)

電子料金収受システム。有料道路の料金所で一旦停止することなく無線通信を用いて自動的に料金の支払いを行うシステム。

VICS (Vehicle Information and Communication System)

道路交通情報通信システム。道路交通情報を道路上に設置したビーコンやFM多重放送により、ナビゲーションシステムなどへ提供するシステム。

ETC2.0

高速道路利用料金収受だけでなく、渋滞回避や安全運転支援といった、ドライバーに有益な情報を提供するサービス。

データレイク

各種センサーで収集される様々な形式のデータなどを、加工せずにそのままの形で蓄積し、活用する時点で必要な構造で取り出せるようにするという考え方。また、その蓄積場所のことを指す。

V2X (Vehicle to Everything)

車両との相互通信を使用した技術やシステムの総称。車車間:V2V (Vehicle to Vehicle)、路車間:V2I (Vehicle to Infrastructure)、車両と歩行者間:V2P (Vehicle to Pedestrian)などで構成される。

クレンジング

分析する前にノイズと思われる不要なデータを識別し、除去すること。

Apache Hadoop

スケラブルに容量や性能を向上させることができる分散ストレージと分散処理のためのフレームワーク。Hadoopエコシステムと呼ばれる複数のコンポーネントから構成される。