

# 走行車両からのセンサデータを収集・処理するための 階層化クラウドとその応用に関する研究開発 (150201013)

A Study and development on layered cloud computing  
for collecting and processing sensor data of vehicles driving

## 研究代表者

上善恒雄 大阪電気通信大学

Tsuneo Jozen Osaka Electro-Communication University

## 研究分担者

秋山豊和<sup>†</sup> 精山昭敏<sup>††</sup> 河合由起子<sup>†</sup>

西田純二<sup>†††</sup> 吉田龍一<sup>†††</sup> 大田香織<sup>†††</sup>

Toyokazu Akiyama<sup>†</sup> Akitoshi Seiyama<sup>††</sup> Yukiko Kawai<sup>†</sup>

Junji Nishida<sup>†††</sup> Ryuichi Yoshida<sup>†††</sup> Kaori Ota<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>京都産業大学 <sup>††</sup>京都大学 <sup>†††</sup>株式会社社会システム総合研究所

<sup>†</sup>Kyoto Sangyo University <sup>††</sup>Kyoto University <sup>†††</sup>Japan Research Institute of Social Systems

研究期間 平成 27 年度～平成 28 年度

## 概要

本研究では、交通の安全確保や将来の運転支援システムの開発のために、運転手の心身の状態、車両の状態、車両の運動状態を効率的・効果的にセンシングし、車両に搭載された通信システムを経由してデータを収集し、異常時には迅速な応答処理が可能となる先進的通信システムの研究開発を行うことを目的として実施した。具体的には次の4つの項目に関する研究開発と実証実験を行った。

- ① 階層化クラウド型 通信システムに関する研究開発
- ② 車両内センサノード通信システムに関する研究開発
- ③ 非侵襲ウェアラブルセンサに関する研究開発
- ④ 安全運転支援システムの構築とその実証実験

平成 27 年度には主に①から③の項目について研究開発を行い、その成果に基づいて平成 28 年度には④の実証実験を実施した。この結果、運転手向け生体センサ・車両センサとその処理のための階層化クラウド通信システムの有効性を確認し、今後の研究課題を明らかにした。

## 1. まえがき

高齢化社会の公共交通としてその価値が益々重要になるバス運転事業者の事業環境において、若手運転手の不足により安全運転のための対策が急務となっている。

日常的な運転手の技能向上や健康チェックは事業者において実施されているものの、運転中の運行状態と運転手の健康状態のモニタリングの実用的かつ効果的な手法が望まれている。

本研究ではバス事業者の全面的な協力により、現場での事情を踏まえた実行可能性が高い手法を探り、この要求に応えることのできるシステムを開発し、実運用の路線バスへの装着による実証実験によりその評価を行なった。

## 2. 研究開発内容及び成果

本研究で構成したシステムの概要を図1に示す。バスに運転状態と運転手の健康状態をモニタリングするセンサを設置し、NICTのJOSEテストベッド上にPIAXフレームワークを活用したCEP基盤によるリアルタイム運転監視システム及び、運転履歴データベースにデータ分析機能をWebアプリとして実装した(図2)。危険運転や乗客にとっての不快運転の要因分析が可能となっている。静的な要因分析として、対象とするバス路線の道路構造などの詳細情報を属性としてもつ道路ネットワークデータと合わせて、道路構造を要因とした運行時の急ブレーキ、急ハンドルや、速度超過などの運転状態、運転手の生体変化などを分析することができる。

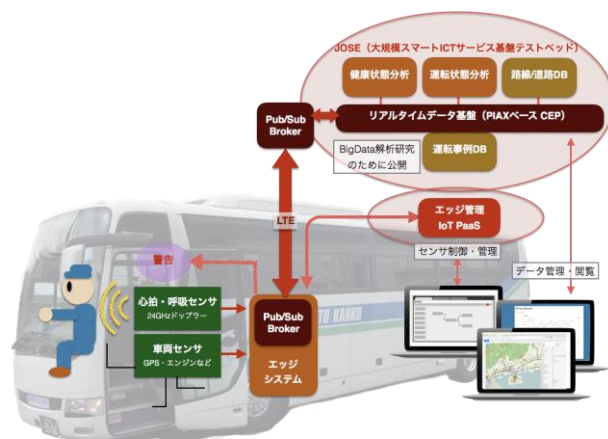


図1：システムの全体イメージ

動的な要因分析としては、バス停間の運行状況について、時刻表や平均運行時間に対する遅延などが提示可能で、それを要因とした危険・不快運転が検知できる。分析は同じ運転手の異なる時間帯の運転や、同じコースについて異なる運転手間で運転傾向を比較するなど、特定の運転手の運転傾向の変化だけでなく、より良い運転事例の発見も可能なため、運転手の育成に活用できる。これらのシステム構成で重視したのはバス事業者での実運用で、研究で終わることなく継続した利用と適用範囲の拡大に気を配った。

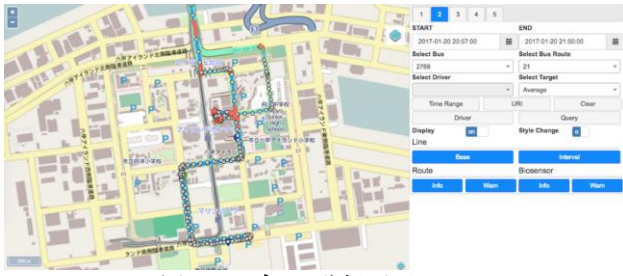


図2：データ分析画面

バス事業者の管理事務所でデータのリアルタイムでの集中監視と履歴データからの分析に加えて、センシングのためのデバイスはDINに収まる筐体にまとめた形で実装を行い、そのメンテナンスに配慮して遠隔動作確認やパラメータ設定の遠隔調整のために遠隔管理機能を実装して集中管理が行えるようにした。最も困難であったのは運転手の通常業務に極力影響を与えないという絶対的な条件であり、脈波ウェアラブルセンサや表情検知カメラ、加速度センサなどを現場で実用性を検証した。しかし運転手の業務に支障のない理想形として、非接触の心拍・呼吸センサの使用が適当であるという結論になり、シート下に敷く圧電型センサとドップラーセンサを実験し、車体振動による外乱が少ないドップラーセンサを生体センサとして採用した。このドップラーセンサと医療用の信頼性の高いセンサを同時計測して得られた心拍・呼吸数を比較して検証を行った。この結果運転中においても、ハンドリング動作の激しい時は体動の影響によりデータが参考値と乖離する場合があるものの、大部分は参考値に近いデータが得られた。眠気の生じやすいような、危険状態の検知の必要性が高い場面は、直進ないし緩やかなカーブといったハンドリング動作の小さい場面が想定されることを考慮すると、この生体センサによる生体計測が運転中の運転手の危険状態検知のために有効であることを確認した。

バスに設置したこれらのデバイスを用いてバス内で簡易な解析と圧縮処理を行い、広域無線サービスでJOSEテストベッドのデータベースにデータを集約し、バス事業者や関係者はインターネット経由で監視と管理が行える。台数増加に対するスケーラビリティについては分散MQTT BrokerであるPIQTを用いた研究開発に取り組み、大量メッセージの発生時におけるSDNを用いたメッセージ低減ならびに地理的な範囲に対するメッセージ購読の方式とその性能改善を実現した。

車両に対するセンサは、車両の位置・標高・エンジン回転数・車速・走行距離・気温などの車両に関する情報を検出しJOSEに即時性を重視してUDPで送信する。

生体センサ・車両センサの反応は、道路構造や交通状況によって影響を受ける。例えばバス停や交差点停止線手前では、ブレーキ操作やバス旅客の取扱が発生するため、運転手のストレスが増加する可能性が高く、また大きな速度変化が発生する。バス運行路線を5mから20mの道路区間に分割して各区間の道路特性を車線数、歩道有無、勾配、平面線形、交差点周辺、バス停の有無についてデータ化した。この道路ネットワーク情報をベースに、生体センサと車両センサからのデータから危険発生の予測や運転手、運行管理者への警告などを行う安全運転支援システムを構築した。

このシステムの動作を検証するため、30台の路線バスを使用し、2016年11月から2017年1月の3ヶ月間で走行実験を実施した。フェーズ1の走行距離は約32万7千キロ、フェーズ2の走行距離は16万2千キロ、合計48

万9千キロとなった。その結果1億レコードの車両情報と5千万レコードの生体情報が得られた。これらのデータは上記の道路ネットワークデータと結合し、RESTful APIで公開可能にした。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

本研究で得られた成果をもとに、バス運転用のモニタリングシステムや関連事業でのビジネス展開が始まっている。本研究に関連して得られた直接的な成果としては、今回全面的に協力をいただいたみなと観光バスにより、運転状態のリアルタイム監視のためのバス用デジタルタコグラフが製品化された。また他の連携企業においても現時点では守秘義務のため詳細は報告できないが関連事業での展開準備が進んでいる。また蓄積した運転状態と健康状態のモニタリングデータはオープンデータとして共有可能な状態になっており、今回の共同研究者以外の大学からの参加もあり、運転ビッグデータの可視化と解析の研究が継続している。

### 4. むすび

実証実験ではセンサの取り付けや振動によるトラブルが多数発生した。そのため装着方法の変更や稼働状態の把握など、実験中に絶えずその対策に追われた形になったが、事前実験では想像ができなかった事態に遭遇したことは、実運用の路線バスでの長期実験の意味があったと考えている。

#### 【誌上発表リスト】

- [1]秋山豊和、菖蒲谷まい、上善恒雄、井村龍哉、三浦辰朗、“バスの安全運転支援システムにおける車両および生体データ分析機構の開発”、第61回システム制御情報学会研究発表講演会(SCI'17)(2017年5月23日)
- [2]森本哲郎、白浜勝太、井村龍哉、秋山豊和、上善恒雄、“道路ネットワークデータベースを用いた安全運転支援と評価”、第61回システム制御情報学会研究発表講演会(SCI'17)(2017年5月24日)
- [3]上善恒雄、西田純二、森本哲郎、白浜勝太、井村龍哉、三浦辰朗、秋山豊和、“安全運転を支援するための統合ビッグデータ利用基盤”、第55回土木計画学研究発表会(2017年6月11日)

#### 【受賞リスト】

- [1]藤田雅浩、IC2015 学生奨励賞、“Application Layer Multicast を用いた Pub/Sub 基盤と連携動作する OpenFlow Multicast の設計および実装とメンバ管理オーバーヘッドの評価”、(2015年10月14日)
- [2]Masahiro Fujita, Award for Students Studies by Technical Committee of Internet Architecture, “A Study of Objective Function to Determine Proper Communication Method in SDN aware Pub/Sub Systems,” (2016年11月13日)
- [3]Shintaro Ishihara, Award for Students Studies by Technical Committee of Internet Architecture, “Design and Implementation of a Monitoring Tool for Testing a Communication System Utilizing SDN,” (2016年11月13日)

#### 【報道掲載リスト】

- [1]“居眠り運転防止へ新手法 ー神戸の路線バス実証実験”、朝日新聞、2016年12月29日
- [2]“健康を管理し事故を防ぐ”、NHK ニュースほっと関西、2017年4月3日 18:10-19:00