

RPA に基づく救急車両接近通知システムの開発

小林透^{†1} 荒井研一^{†1} 今井哲郎^{†1}

概要: 情報通信技術の進展に伴い自動運転に代表される高度交通システムが注目されている。高度交通システムにおいて考慮すべきポイントの一つは、緊急性の高い車両の優先走行である。例えば、救急車を優先走行させるためには、その救急車を制御するだけでなく、周囲の複数の一般車を含めた対応が必要である。一方、業務処理の生産性向上の取り組みとして RPA (Robotic Process Automation) が注目を集めている。RPA では、これまで独立していたプロセスを「連結」させて、一連の業務を「自動」化することに特徴がある。そこで、筆者らは、RPA の考え方に基づくことで、これまで独立していた救急車両とその周囲の一般車の運用プロセスを「連結」させ、救急車両の接近を一般車に「自動」的に通知するシステムが構成できると考えた。本稿では、RPA を適用した救急車両接近通知システムを提案する。本提案システムでは、コモディティ化したスマートフォンを救急車に搭載することにより、救急車を IoT 化する。これにより得られた救急車の位置情報は、我々の開発したクラウドサーバーアプリケーションにより、公道上の他車の動的な状況や救急車を利用する人々のプライバシーを考慮した上で、必要最小限の情報としてオープン化される。我々は、本システムを公道上の実証実験によりその機能的有効性の検証を行うとともに、RPA を適用した救急車両接近通知システムの有効性を考察する。

キーワード: RPA, IoT, 救急車, 位置情報, オープンデータ

Smart Ambulance Approach Alarm System based on RPA

TORU KOBAYASHI^{†1} KENICHI ARAI^{†1} TETSUO IMAI^{†1}

Abstract: An advanced transportation system represented with an automatic driving system according to the progress of the information and communication technology attracts attention. It is important to give priority to a vehicle having high emergency to realize the advanced transportation system. We need to operate not only emergency vehicle but also another general vehicle near the emergency vehicle. On the other hand, Robotic Process Automation (RPA) has been attracted. RPA makes independent processes connected and makes them automated. Therefore, we thought that we could make emergency vehicle and general vehicle connected and establish automated alarm system. In this paper, we propose smart ambulance approach alarm system, after we make clear requirements for the smart ambulance approach alarm system based on RPA. We developed the smart ambulance approach alarm system by making the position information of the ambulance open. Our proposed system is to make an ambulance IoT just to put a smartphone installed special application on a dashboard. Our cloud server application also controls the position information of the ambulance distribution in consideration for the situation of other vehicles and the privacy of ambulance users. We inspected the functional effectiveness of this system by the proof experiment in the public road.

Keywords: RPA, IoT, ambulance, position information, open data

1. はじめに

少子高齢化の影響もあり、総務省の調査によると平成 27 年中の救急自動車による救急出動件数は 605 万 4,815 件(対前年比 6 万 9,894 件増、1.2%増)、搬送人員数は 547 万 8,370 人(対前年比 7 万 2,453 人増、1.3%増)で救急出動件数、搬送人員数ともに過去最多となった。救急自動車は 5.2 秒に 1 回の割合で出動し、国民の 23 人に 1 人が搬送されたことになる[1]。土地が狭隘で、都市部に人口が集中しがちな日本においては、交通渋滞が日常茶飯事である。特に、朝夕の出勤・退勤時間帯は、都市部と郊外を行き来する車による渋滞が顕著である[2]。さらに、昨今の日本の夏期は、地球温暖化の影響もあり、高温と湿気により車の窓を閉めてエアコンを作動させざるを得ない状況にある。そのため、運転中、救急車などの緊急車両のサイレンが聞こえないこ

とが多く発生する。これは、救急車の遅延に繋がり、救急車の効率的な運用を阻害する要因となっている。

一方、業務プロセスの改善として、1990 年代に BPR (ビジネスプロセスリエンジニアリング)、2000 年代に BPM (ビジネスプロセスモデリング) が試行された。2014 年頃から「新テレワーク (モバイルワーク)」が進められたが、ホワイトカラーの生産性向上に貢献したとは言えない。一方で、昨今の IT 技術の進展により、ロボット技術や AI 技術を応用することで、オフィスワークの飛躍的な業務処理能力の向上を企図する取組が行われている[3]。これらの取り組みは、一般的に RPA (Robotic Process Automation) と呼ばれている。昨今の働き方改革の後押しもあり、受発注伝票を OCR ソフトにより読み取り、その後の経理処理を自動化すること等が現状の RPA の主流である。このように、現状の RPA は、これまで独立していたプロセスを「連結」させて、一連の業務を「自動」化することに特徴がある。

^{†1} 長崎大学
Nagasaki University

そこで、筆者らは、RPA の考え方に基づいて、これまで独立していた救急車両とその周囲の一般車の運用プロセスを「連結」させることで、救急車両の接近を一般車に「自動」的に通知するシステムが構成できると考えた。本稿では、RPA を適用した救急車両接近通知システムを提案する。これまで、救急車の位置情報は、開発コストやプライバシー保護の観点からオープン化されてこなかった。提案システムでは、コモディティ化したスマートフォンを救急車に搭載することにより、特別のデバイスを救急車に搭載することなく、その位置情報を安価にオープン化する。つまり、我々の提案するシステムでは、我々が開発した専用のアプリケーションを搭載した市販のスマートフォンを救急車のダッシュボード上に設置するだけで、救急車を IoT 化する。これにより得られた救急車の位置情報は、我々の開発したクラウドサーバーアプリケーションにより、公道上の他車の動的な状況や救急車を利用する人々のプライバシーを考慮した上で、必要最小限の情報としてオープン化される。我々は、本システムを公道上の実証実験によりその機能的有効性の検証を行うとともに、RPA を適用した救急車両接近通知システムの有効性を考察した。

2. 救急車両接近通知システムへの RPA の適用要件

法人における業務処理を対象としてきた RPA の特徴は、これまで独立していたデータ入力、データ処理、データ出力といったプロセス (Process) を「連結 (Continuity)」し、一連の処理として「自動 (Automation)」化している点である。通常この自動化処理は、PC などのデバイス (Device) である計算機 (Things) 内で実行されるソフトウェアアプリケーションにより実現される (図 1)。一方、我々が対象としている救急車両接近通知システムでは、救急車両のみならず、周囲の複数の一般車両も対象となる。そのため、これにさらに複数の Things の「接続性 (Connectivity)」を付加する必要がある。さらに、自動化された一連のプロセスに対して「ユーザビリティ (Usability)」の観点も付加する必要がある。これは、救急車両のオペレーターにとっては、緊急走行以外に注意を払わせるべきではないし、一般車両の運転者にとっても、真に必要な場合のみ、特別の操作無しに救急車両の接近を知らせるべきだからである。以上より、図 2 に、図 1 と比較する形で、救急車両接近通知システムへの RPA 適用要件を示す。

3. 救急車両接近通知システム

3.1 関連研究

消防車や救急車の位置情報を活用することにより、緊急車両の運用を効率化させるシステムが実用化されている。ギリシャの Attica 県では、GIS (Geographic Information System) と GPS (Global Positioning System)、GSM (Global

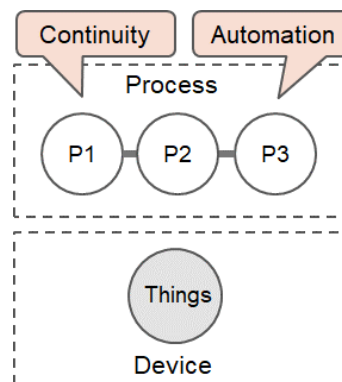


図 1 業務処理を対象としてきた RPA 基本モデル

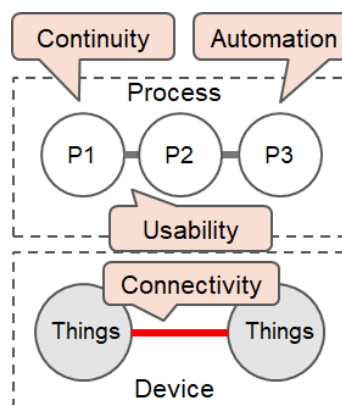


図 2 救急車両接近通知システムへの RPA 適用要件

System for Mobile Communication) を連携させることで、救急車の運用を効率化するシステムを実用化している[4]。また、京都府消防局の消防指令センターでは、119 番通報の位置情報を通知する装置や位置情報から地図を検索して災害地点を迅速に把握する装置などを設置し、各装置が連動しながら災害現場へ直近順に適切な部隊を出勤させる自動出勤指定装置を運用している。これらは、119 番通報受信時に通報者からの通報内容を聴取中でも、出勤部隊の指令を行うことができ、受信から出勤までの時間の短縮を図っている[5]。しかし、これらの既存のシステムは特別の装置を緊急車両に設置する必要があり、高価なシステムとなっている。また、緊急車両の位置情報は、消防指令センター内のみでの共有となっており、一般には公開されない。これらの点が我々の目的と異なる。

また、菌田らは、電子透かしの技術を応用し、サイレン音に救急車の位置と進行方向の情報を載せることで、その音をキャッチしたカーナビ等が、その情報を運転者に通知する研究が行われている[6]。ただし、この場合、周囲の環境音や走行ノイズ等のため、サイレン音を検出できない場合があるという問題がある。

3.2 システム要件と基本モデル

本システムを実現するに当たっては、救急車を運用する側の観点、救急車を利用する側の観点、そして、救急車の接近に配慮すべき一般車を運転する側の観点それぞれにつ

いての要件を明らかにする必要がある。具体的な要件は、以下の通りである。

- 要件1：救急車自体に改造を加えたり、救急隊員に負担をかけたりすることなく緊急走行時のみ救急車の位置情報を発信できること
- 要件2：救急車利用者の特定につながらないようプライバシーに配慮できること
- 要件3：救急車の接近に配慮すべき一般車にのみ救急車の位置情報を通知できること

これらの要件を満足させるための基本モデルである2フェーズフィルタリングモデルを図3に示す。本モデルでは、まず1フェーズフィルタとして、緊急走行をしている救急車のみが絞り込まれ、その位置情報が2フェーズフィルタに入力される。2フェーズフィルタには、その他、一般車の位置情報が入力される。それにより、救急車の利用者のプライバシーに配慮した上で、救急車の接近を通知すべき一般車のみを絞り込む(図3では赤色の車)。

3.3 基本システム構成

本システムは、救急車と一般車の中に設置されるスマートフォンとそれらを連携させるクラウドサーバーから構成されている(図4)。スマートフォン、クラウドサーバーには、それぞれ我々が開発した救急車スマホアプリケーション、一般車スマホアプリケーション、クラウドサーバーアプリケーションが搭載されている。救急車スマホアプリケーションは、救急車が緊急走行を行っている時だけ救急車の位置情報をクラウドサーバーに送信する機能を持っている(①)。救急車が緊急走行を行っているかどうかは、救急車のサイレン音を救急車スマホアプリケーションが検知することで判断している。これにより、救急車スマホアプリケーションを起動させた状態で、スマートフォンを救急車内のダッシュボード上に放置するだけで、緊急走行時の救急車の位置情報をクラウドサーバーに送信することが可能となる。これは、救急車に特別なインターフェースの増設を必要とする場合のコスト面、救急隊員の手間がかからないという稼働面でメリットがある(要件1)。

一方、クラウドサーバーアプリケーションは、以下の条件(以下、救急車位置情報通知条件と呼ぶ)がすべて満足された場合のみ、救急車の位置情報を一般の車に通知する。

- 条件1：救急車が幹線道路上を走行していること
- 条件2：救急車と他の一般車の距離が500m未満であること
- 条件3：一般車が救急車と接近する状態であること

条件1により、例えば、路地裏の自宅前に救急車が停車したとしても、その位置情報は公開されない(要件2)。条件2,3により、真に救急車が接近しており、道を譲る等の対応をする必要のある一般車にのみ救急車の位置情報が通知される(要件3)。

これらの条件を満足しているかどうかを判断するため

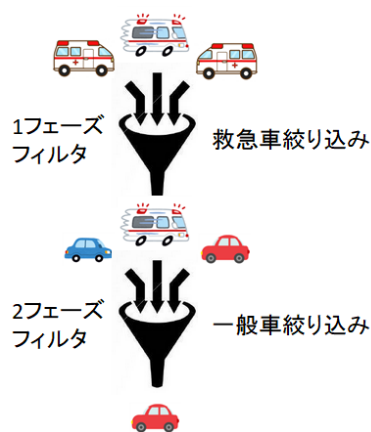


図3 2フェーズフィルタリングモデル

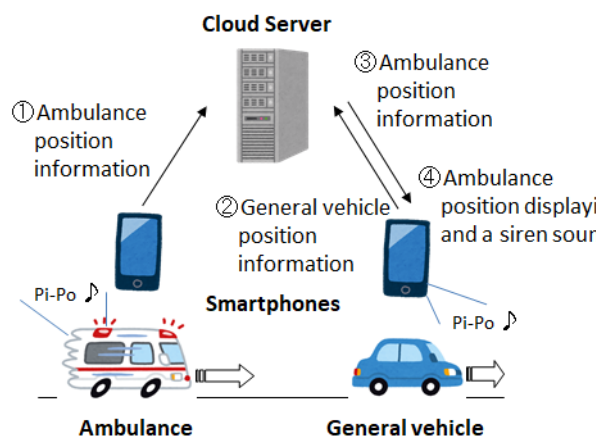


図4 救急車両接近通知システム

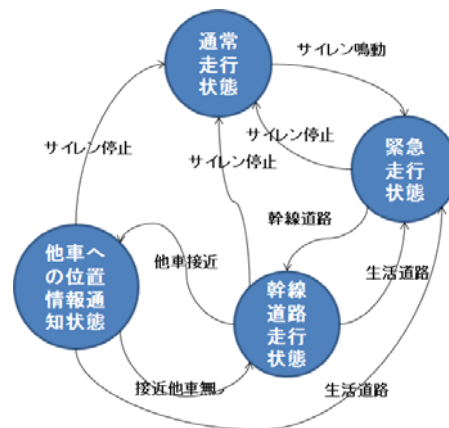


図5 救急車両接近通知システム

表1. プロトタイプ仕様

	Ambulance	General Vehicle	Cloud Server
Hardware	• Sharp AQUOS EVER SH-02J	• Sharp AQUOS EVER SH-02J	• CPU: Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1220 v3 @ 3.10GHz cpu cores: 4 • Memory: 8GB
Software	• Android 7.0 • JAVA 1.8.0 (JDK8) • Android Studio 3.0.1	• Android 7.0 • Google Chrome	• Cent OS 7.3 • Apache 2.4 • PostgreSQL 9.5 • PHP5.6

に、一般車スマホアプリケーションは、自車の位置情報をクラウドサーバーアプリケーションに転送する(②)。もし、前述した条件がすべて満足された場合、救急車の位置情報が一般車スマホアプリケーションに通知される(③)。そして、救急車の位置情報が一般車スマホアプリケーションにより地図上で表示されるとともに、救急車の疑似サイレンが鳴動する(④)。

3.4 状態遷移

本基本システムを稼働させた場合の救急車に着目した状態遷移図を図5に示す。救急車の状態としては、以下の4つの状態が存在する。

- 通常走行状態
- 緊急走行状態
- 幹線道路走行状態
- 他車への位置情報通知状態

「通常走行状態」とは、救急車がサイレンを鳴動させずに走行している状態を指している。この状態から、救急車がサイレンを鳴動させると「緊急走行状態」に移行する。この状態で、救急車が幹線道路を走行すると、「幹線道路走行状態」に移行する。この状態で、幹線道路を外れると「緊急走行状態」に戻り、他車が接近すると「他車への位置情報通知状態」に移行する。「他車への位置情報通知状態」では、接近する他車が無い場合は「幹線道路走行状態」に戻り、幹線道路を外れた場合は「緊急走行状態」に戻る。「緊急走行状態」、「幹線道路走行状態」、「他車への位置情報通知状態」の各状態において、サイレンの鳴動が停止すると「通常走行状態」に戻る。

4. プロトタイプシステム

3章で示した救急車両接近通知システムのプロトタイプのハードウェア、ソフトウェア仕様を表1に示す。

4.1 救急車スマホアプリケーション

本アプリケーションは、スマートフォンのマイクから取得した音をフーリエ変換により周波数分析することで、救急車がサイレンを鳴動させているかどうかを判断する。本アプリケーションでは、サイレン音の録音はraw形式で行われる。この場合、データはリトルエンディアンで格納される。しかし、フーリエ変換を行うプログラムではデータの格納順序はビッグエンディアンを想定しているので、このままフーリエ変換を実行すると不具合が生じる。そのため、エンディアン変換を行った後、フーリエ変換を実行する。なお、実装に当たっては、フリーソフトとして公開されているC言語のFFTライブラリである大浦版FFT[7]のうち、実離散Fourier変換(rdf)をJavaに移植することで実装した。本アプリケーションは、AndroidアプリとしてJavaで実装した。

4.2 一般車スマホアプリケーション

本アプリケーションは、Webアプリケーションとして実

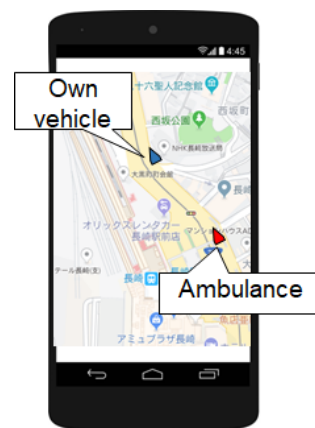


図6 一般車スマホアプリケーション
 実行イメージ

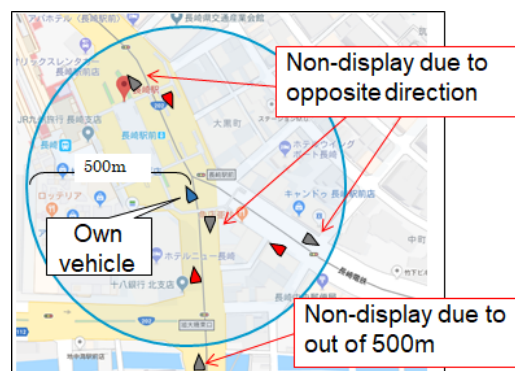


図7 救急車表示の条件

装した。本アプリケーションでは、スマートフォン内蔵のGPS機能から現在の緯度経度情報を取得して、クラウドサーバーアプリケーションに転送する。合わせて、その情報を自車の位置として、グーグルマップ上に表示する(図6の青色アイコン)。サーバーから救急車の位置情報を取得すると、同じマップ上に救急車の位置を表示させる(図6の赤色アイコン)とともに、疑似サイレンを鳴動させる。本アプリケーションではこれらの処理を2秒周期で行うよう実装した。

4.3 クラウドサーバーアプリケーション

一般車スマホアプリケーションからのリクエストに基づき、3.3章に示した救急車位置情報通知条件を満足した場合のみ、救急車の位置情報を一般車スマホアプリケーションに通知する。図7に示したケースの場合、自車から遠ざかる場合、あるいは自車から500m以上離れている場合は、救急車の位置情報は、通知されない。したがって、実際に一般車スマホアプリケーション上に表示され、疑似サイレンが鳴動するケースは、図7の赤色アイコンで示した場合のみである。

4.4 評価実験

2018年5月14日、長崎大学文教キャンパス周辺の公道で、本プロトタイプシステムの評価実験を行った。評価実験では、2台の一般車を利用した。一台は、救急車スマホ

アプリケーションをインストールしたスマートフォンと救急車の模擬サイレンを鳴動させるノートパソコンを搭載した救急車役の車両である(図8)。もう一台は、一般車スマホアプリケーションをインストールしたスマートフォンを搭載した一般車役の車両である。実験環境を図9に示す。実験では、長崎大学文教キャンパスの正門前に、南向きに一般車役の車両(図9の赤矢印)を駐車させた状態で行った。図9の地図上の中央を南北に走る黄色で示した市電道路を幹線道路と見なして、その道路上、およびその周辺生活道路を救急車役の車両を走らせた(図9水色の網掛け部分)。

救急車役の車両内のノートパソコンで、救急車の模擬サイレンを鳴動させ救急車スマホアプリケーションがそれを検知すると、図10のようにスマートフォン上に「サイレン音検出」と表示され、救急車の位置情報がクラウドサーバーに送信されたことが確認できた。救急車役の車両が昭和町通り電停から市電道路を南下するルートを取った場合、若葉町電停を通過する当たりから一般車役の車両のスマートフォン上に、救急車の位置が表示されたことが確認できた(図11)。また、その表示は、一般車役の車両を追い抜いた地点(長崎大学文教キャンパスの正門前)以降は、表示されないことが確かめられた。さらに、一般車役の車両との距離が500m未満であっても、市電道路以外の生活道路を救急車役の車両を走行させた場合は、一般車役の車両のスマートフォン上に、救急車の位置が表示されないことが確かめられた。

5. 考察

5.1 救急車両接近通知システム

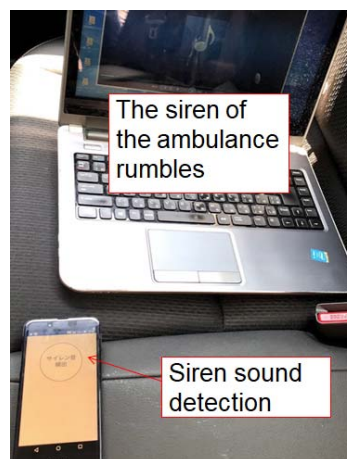


図8 救急車の模擬実験装置

プロトタイプによる評価実験の結果から、3.2章に示した各要件の達成度を考察する。要件1については、救急車スマホアプリケーションを一旦起動させてしまえば、後は、救急車のサイレンが鳴動するかどうかによって、救急車の位置情報の自動通知が可能であった。これは、救急車自体に改造を加えたり、救急隊員に負担をかけたりすることなく緊急走行時のみ救急車の位置情報を発信できることという要件1を満足していると言える。

要件2については、長崎大学周辺の道路において、市電が走行する幹線道路と側道をそれぞれ走行させたところ、幹線道路上の走行時のみ位置情報を発信していることを確認できた。これは、住宅地等に居住する救急車利用者の特定につながらないようにプライバシーに配慮していると言える。しかし、幹線道路沿いに居住している利用者にとっては、配慮したことにならないため、完全に要件2を満足しているとは言えない。



図9 長崎大学文教キャンパス周辺の評価実験環境

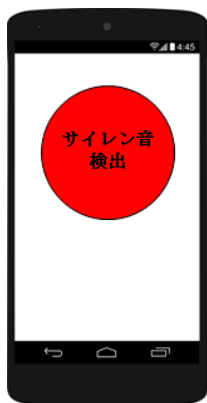


図 10 救急車スマホアプリケーションサイレン検出



図 11 救急車位置表示

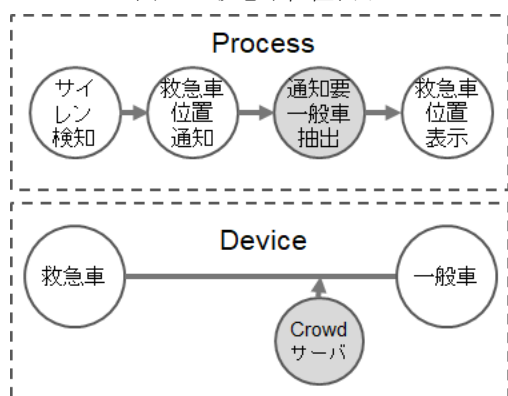


図 12 RPA 要件の適用結果

要件 3 については、図 11 に示したような真に救急車が接近しており、道を譲る等の対応をする必要のある一般車にのみ救急車の位置情報が通知されている。これにより要件 3 は、満足していると言える。ただし、一般車に救急車の位置情報が通知されるためには、今回開発した一般車スマホアプリケーションを利用している場合に限られる。そのため、実用化に当たっては、一般のカーナビゲーションシ

ステムへの適用やスマホによるカーナビゲーションアプリケーションへの適用が必要となる。

5.2 RPA を適用した救急車両接近通知システムの考察

3 章、4 章で示した救急車両接近通知システムを、2 章で示した RPA の適用要件に適用した結果を図 12 に示す。図 12 に示した通り、これまで繋がらなかった救急車と一般車がスマートフォンを介してつながり（接続性）、複数の異なるプロセスがつながって（連結性）、一連の処理を人の介入なし（自動化）に実現している。また、その際、救急隊員や一般車の運転者には、特別の負担を一切かけずに、救急車両の通知を可能（ユーザビリティ）としている。以上より、今回開発した救急車両接近通知システムは、RPA の適用要件に合致していると言える。

6. おわりに

本稿では、RPA を救急車両接近通知システムに適用する際の要件を整理した上で、救急車両接近通知システムを提案した。開発した救急車両接近通知システムを分析することにより、従来は業務処理の自動化がその対象であった RPA の適用が、救急車両接近通知システムにおいても有効であることが確かめられた。今後は、実際の救急車による実証実験により実環境での機能的フィージビリティの検証を行う。また、さらなる利用者のプライバシー保護方式の検討や実用化に向けた一般のカーナビゲーションシステムへの適用、スマホによるカーナビゲーションアプリケーションへの適用の検討を行う。さらに、他の事例にも RPA を適用することで、業務処理以外の分野での RPA の適用方法を開発方法論として明らかにする。そして、その方法論を基盤とした開発プラットフォームの実現を目指す。

参考文献

- [1] 総務省報道資料：平成 28 年版 救急・救助の現況，平成 28 年 12 月 20 日，消防庁，
http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_3_2016.html
- [2] 警視庁：平成 28 年中の都内の交通渋滞統計(一般道路、首都高速道路)，
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/ippan.html
- [3] 佐々木 康浩，“RPA(Robotic Process Automation)の可能性:ホワイトカラーの生産性向上に向けて，” 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 2017s(0), pp.201-204, 2017.
- [4] G. Derekenaris, J. Garofalakis, C. Makris, “An information system for the effective management of ambulances,” Proceedings 13th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems. CBMS 2000, pp. 269-273, 2000.
- [5] 京都市消防局：消防の通信施設，
<http://www.city.kyoto.lg.jp/shobo/page/0000224557.html>
- [6] 藪田光太郎, 吉岡克成, 滝澤修, “救急車の位置情報をサイレン音に載せて周囲のカーナビに表示, NICT,
[“https://www.nict.go.jp/out-promotion/technology-transfer/partner/watermark.html](https://www.nict.go.jp/out-promotion/technology-transfer/partner/watermark.html)
- [7] 汎用 FFT (高速 フーリエ/コサイン/サイン 変換) パッケージ, <http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/%7Eooura/fft-j.html>