

「クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」とその活用例 “Integrated Platform for Cloud-based Robot Services Project” and its Applications

成田 雅彦^{*1} 松日楽信人^{*2} 土屋 陽介^{*1} 中川 幸子^{*1} 加藤 由花^{*3} 村川 賀彦^{*4}

Masahiko Narita¹, Yosuke Tsuchiya¹, Sachiko Nakagawa¹, Yuka Kato², and Yoshihiko Murakawa³

^{*1} 公立大学法人首都大学東京産業技術大学院大学 ^{*2} 芝浦工業大学 ^{*3} 東京女子大学
^{*4} 株式会社富士通研究所

Advanced Institute of Industrial Technology Shibaura Institute of Technology Tokyo Woman's Christian University
FUJITSU LABORATORIES LTD

The purpose of this challenge is to build CRSP (the Cloud based Robot Service Platform), designed for non-specialist who will use the robots, particularly, AI researchers. A robot service integration foundation consists of the base function as the middleware layer built on the RSi technology, and service development framework as a SDK layer. In this article, we report several results in the past three years of this project, such as an Service Robot Demonstration Experiments exploring usage for marketing in International ROBOT Exhibition 2015, supported by “Bay area Omotenashi Robotics Research Link”. And also we will show the next plan.

1. チャレンジの目的

本テーマの目的は、ロボットサービス仕様である RSNP (Robot Service Network Protocol)[RSi 10][成田 10]を発展させ、AI 系の研究者等ロボットの非専門家がロボットサービスの開発・利用に参入できるクラウドベースの統合基盤[RSi] (図 1)の構築推進である。本プロジェクトは 4 年目を迎えマーケティングへの展開など活用の可能性が見え始めた。本発表では、「ベイエリアおもてなしロボット研究会」と連携して実施した国際ロボット展 2015 での実証実験を中心としたマーケティングへの展開の可能性など、3 年目の成果と、今後の計画について述べる。

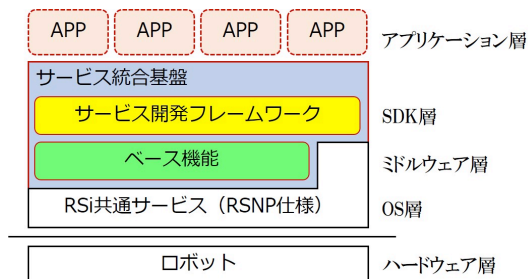


図 1 ロボットサービス統合基盤の構成

2. 1, 2 年目の成果

1 年目は、ロボットサービス開発に必要な標準的なリアルタイム音声通話機能などの機能モジュールを、ミドルウェア層へ集約するため、オープン化されたロボット共通基盤や要素技術との統合を行った。2 年目は、ロボットシミュレーション環境と SLAM の統合を行い、また、RSNP/RTM/ラズベリパイを用いた T 型ロボットの試作実装を行った。一方、1 年目コミュニティで要求されたフレームワークの自己拡張構造については仕様を提案し試作した。また、RSNP コンテスト 2014,2015、及び、2013,2015 国際ロボット展へのデモ展示を実施し、本チャレンジとの相乗効果による研究者間や産業との相互作用の促進、研究コミュニティや研究領域の拡大、成果の普及活動を行った。具体的に、以下に述べる。フレームワークの自己拡張構造については 3 章で述べる。

2.1 機能モジュールの連携と統合

機能モジュールの連携と統合として、a. 汎用的な RSNP/RTM[安藤 05] gateway の設計開発を行い、これを用いて、iRobot 社の Roomba と MicroSoft 社の Kinect を組み合わせたロボットと、MRPT を用いた環境地図作成用 RT コンポーネントを、インターネット上のサービスとして公開する仕組みの試作を行った。また、b. 音声通信の RSNP ベースの本プラットフォームへの統合を実現した[大澤 15]。これにより、インターネット上でリアルタイム音声通信を容易に扱え、サービスロボット分野で有望とされている遠隔地からの見守りサービスや接客サービスなど、生活空間でのサービスへの適用が期待できる。実装にあたっては、RSNP の既存プロファイルを拡張し、RSNP パケット上に音声データの添付を可能とし、またキューイングを用いた API を提供することで、音声を利用したアプリケーションをより容易に開発できるようになった。さらに、音声認識エンジン Julius をクラウド上に実装したロボットの動作指示システムを試作した。これらにより、ロボットサービスに音声通信を適用することで、新たなサービス展開の可能性を示した。

2.2 ロボットシミュレーション環境と SLAM の統合

社会知能発生学シミュレータ SIGVerse を使い、RSNP と接続してロボットシミュレータ環境を実現した。ロボットだけではなく、ロボットのサービス対象や設置環境のシミュレーションができることに特徴がある [中川 14] [成田 15]。これを用いて、RSNP/RTM gateway により、大域地図生成 RTC を接続することで SLAM モジュールとの統合を実現した(図 2)。ロボットと障害物の距離を測定にはシミュレータ固有の機能を用いた。

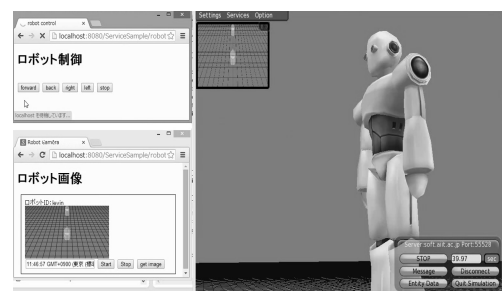


図 2 RSNP ロボットシミュレーション環境

更に、実用化の近いロボットへ本プラットフォームを展開する試みを都立産業技術研究センターの協力を得て行った。これは、ラズベリーパイを用いた T 型ロボット へ、RSNP ロボットと、T 型ロボット制御用の RTM ベースのコンポーネントを搭載し連携するものである。本ロボットの動作を本シミュレータで実現できることの検証は、今後行っていく。

3. 3 年目の成果

サービスロボットをマーケティングへ展開するモデルを提案し、自己拡張機能を開発し、これに基づきアンケートプロフィールなど上位レベルの機能モジュールを開発し、「ベイエリアおもてなしロボット研究会と連携して、国際ロボット展 2015 など大規模イベントで実証実験を行った。これらを通して、マーケティングへの展開など活用の可能性が見え始めた。また、各種の活動により多くのサービスの要素技術の提案を得た。本章では、これら 3 年目の成果について述べる。

3.1 マーケティングへの展開

サービスロボットを IT システム、センサーでバイスと組み合わせ、ロボットの直接の利用者に着せ替えサービスサービス [Nakagawa 15]などのサービスを提供するだけでなく、ロボットの利用者や周辺の情報をリアルタイムに提供していただき、得られた様々な情報を人工知能システムなどにて分析し、結果をサービス提供者などが利用する。多数のロボットを配置し、大量のデータを利用することで分析情報をマーケティング活動に供することもできる。また、ロボットの応対にフィードバックし、直接利用者の満足度を向上させる(図 3)。このシステムは、従来のサービスロボットのエコシステムを改善する可能性を秘めており、様々な展開がありうる[成田 15-2]。

これらの実装に必要な機能を 3.2 で述べる自己拡張機能を用いて本フレームワークの上位モジュールとして実装することで、ロボットの会話機能に関連し、音声テキスト出力だけでなく、直接利用者の意見を聴取するためのマルチ実装を許容する相互運用可能なアンケートプロフィールを実装した。これについては 3.4 で述べる。

これと同時に、イベントや観光地でも利用できるサイネージロボット(図 4)を開発した。これは、本統合基盤とディスプレイやタブレットを用い、ソフトウェアで人などの顔を模したものである。等身大のスタンドに搭載することで、大きさが確保でき公共の場でも利用しやすく、移動型のロボットに比べて低価格で提供できることが特徴である。3.3 で述べる実証では、ロボットに貼付けた NFC タグに、回答者がスマートフォンを近づけると、近接通知がサーバに上がり、回答者を認識する。

3.2 統合基盤の自己拡張構造

RSNP2013 及び、本チャレンジの実証実験への参加者との討論で、上位サービスをプロファイルとして容易に定義できるようにしたいという要望があり、この解決のために、互換性を維持しつつ、プロフィールを容易にユーザ定義できるようにする統合基盤の自己拡張機能を提案、試作[土屋 15]を行った。さらにこれを用いて、これに基づきアンケートプロフィールなど上位レベルの機能モジュールを開発した。

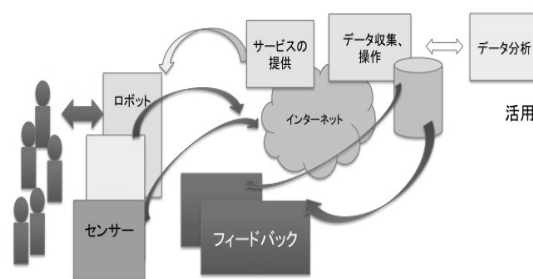


図 3: ロボットサービスの統合基盤を用いた実証実験

3.3 コミュニティでの活動

(1) 近未来チャレンジ「クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」セッション (2015)

「クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」セッションとして 2015 年度 人工知能学会全国大会にて、第 2 回目のサバイバルセッションを行った。前回に比べて 3 件増えて計 8 件の発表があった。これらを以下に列記する。

- 産技大から「クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」として概要説明を行った。
- アプリケーション層への取り組みでは、「RSNP を活用したロボットによる防災情報提供サービスのプロトタイプ開発」(未来大)、「被災時の防災と日常時の QOL を目的としたソーシャルロボット」(首都大)、「センサークラウド/IoT とロボットサービスプロトコルの融合の試み」(株式会社インフォコーパス)、「RSNP を用いた複数ロボットの遠隔操作システムに関する GUI 開発と基礎実験」(芝浦工大)の試みの紹介があった。
- SDK 層、ミドルウェア層への取り組みでは、「RSNP クライアントの実装を簡略化するための追加ライブラリ」(中京大)、「ロボットサービス統合プラットフォームのための RSNP の仕様拡張」(産技大)、「ロボットサービスに必要なネットワーク知能の実現に向けたアーキテクチャの提案」(富士通研究所)が報告された。この中で、ロボットサービス統合プラットフォームの簡略化、機能追加の方式、ウェブ開発者を取り込むプログラミンフレームワークが提案された。

これらの成果は、3 で述べた統合基盤の自己拡張構造を用いて、4 年目以降に統合していく。

(2) RSNP コンテスト 2015

2015 年 9 月に RSi 主催、ロボット学会共催の RSNP を利用したロボットサービスコンテストを開催した。関係者による審査を行った結果、以下の作品を表彰した。



図 4: サイネージロボット実験

- 最優秀賞(RSi 賞)
i-RSNP における人数推移システムの提案(芝浦工大)
- 優秀賞(RT システムインテグレーション賞(計測自動制御学会 SI 部門)
RSNP を用いたマルチコプター遠隔操作・モニタサービス(大阪市大)
- 日本ロボット学会 ネットワークを利用したロボットサービス研究専門員会賞
- RSNP を介した 6 軸ロボットアームの遠隔操作(芝浦工大)
- サービスロボットとスマートデバイスの連携によるマーケティングプラットフォーム構築の試み(産技大)
- コンセプト部門賞
RSNP を利用した資産運用ポータル基盤の提案(産技大)
- 奨励賞 審査員特別賞
RSNP を利用したプッシュ型の気象情報サービスの実現(未来大)
このうち、「i-RSNP における人数推移システムの提案」は、イベントの受付などでの入退室の時間推移、イベント風景などの画像データをロボット、運営側で容易に共有することが出来る。人数推移から動的な人の動きが取得できるので、イベント運営側が出し物の順番や配置の検討に利用できるなどのメリットがある。また、入賞した i-RSNP 及び、マーケティングプラットフォームは後述する実証で活用した。また、他の入賞成果も今後、本統合基盤に組み込んでいく。

(3) ベイエリアおもてなしロボット研究会

サービスロボットの研究開発、実用化を促進するために発足した、東京湾岸の研究機関(芝浦工大、産技大、首都大、海洋大、産総研、都技研)が集まり組織した研究者グループである。本年度は、3.3 で述べるように、本統合システムを活用したサービスロボットの検証や、人工知能研究者との連携を試みた。

3.4 大規模展示会での実証

2015 年 11 月に東京ビックサイトで開催された産業交流展 2015 と、2015 年 12 月に、東京ビックサイトで開催された国際ロボット展 2015 に、本サービス統合基盤を用いたスタンプラリーとアンケートサービスを出展した。後者では、都技研と芝工大 & ベイエリアおもてなしロボット研究会ブースの 3 カ所にコンシェルジュ型ロボットと、3.1 で述べたサイネージロボットを配備して相互運用した(図 5)。結果、サービスロボットを用いてアンケートを取得することで、来訪者の嗜好を把握でき、また人の流れ等も様に掌握できた。また、本システムはイベント/旅行関連の企業より好評であった。一方、会場のコンシェルジュロボットとサイネージロボットの比較を想定したアンケートの中の設問では、「ロボットは、動いたりしゃべったりする」という強いイメージを殆

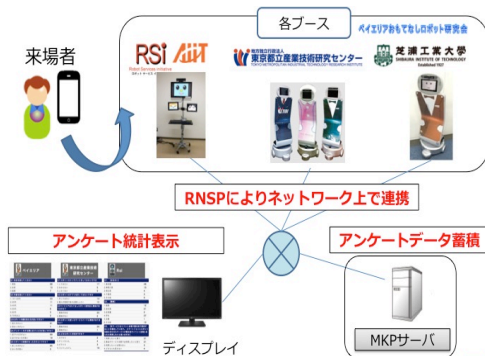


図 5: スタンプラリーとアンケートサービスの相互運用システム

どの回答者が持っているにも関わらず、「顔と顔の表情があり、しゃべることができれば、価格の安いディスプレイ型ロボットも効果が期待できそうだ」という回答が多数を占めた。こうした回答の傾向は、低価格化なサイネージロボの可能性を示唆すると言える。本展示を、プレス発表したところ、日本経済新聞、日刊工業新聞など一般紙をはじめ、各種のデジタルメディアに掲載され、関心の高い事がわかった。その後、複数の旅行業者やイベント会社に個別にヒアリングしたところ関心が高い事も確認できた。また、i-RSNP における人数推移システムの有効性も検証できた。

4. 今後の予定

5 年間のチャレンジ全体の計画としては、サービス統合基盤の構築までのプロセスを 4 つの研究単位に区分し、プロジェクトを推進している。1 年目では、サービス統合基盤のベースとなる、相互運用を可能とするミドルウェア層の研究開発を推進し、2 年目は、SDK 層としての、適用分野に応じたサービス開発を可能とするフレームワーク機能の充実を図り、上位のアプリケーション開発も推進しながら、フレームワークとして必要な機能を検討試作した。3 年目では、サービスロボットをマーケティングへ展開するモデルを提案し、自己拡張機能を開発し、これに基づきアンケートプロファイルなど上位レベルの機能モジュールを開発し、国際ロボット展 2015 など大規模イベントで実証実験を行い、好評であった。4 年目以降は、3 年目の成果を踏まえ、上位サービスとしてマーケティングへの実際の適用と展開、人工知能の活用を念頭に入れた応用を想定し、人工知能研究者や IoT 企業との連携を深め、公共の場での実証実験を行う。一方、統合技術の公開、移動ロボット技術、アームロボットなどを基盤へ統合し、応用範囲を広げていく。こうした活動を通して、実用的な基盤として強化していく予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330299 の助成を受けたものです。

参考文献

- [FJLIB 10] ロボットサービスイニシアチブ, Robot Service Network Protocol 2.3 仕様書 1.0 版(2010)
- [RSi] RSi-Robot Service initiative: <http://robotsservices.org/> [Online]
- [RSi 10] ロボットサービスイニシアチブ, Robot Service Network Protocol 2.3 仕様書 1.0 版, 2010.
- [安藤 05] N. Ando et al., "RT-Middleware: Distributed Component Middleware for RT," IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems 2005 (IROS 2005), pp. 3933-3938, 2005.
- [大澤 15] 大澤秀也, 朝倉健介, 小原範子, 藤田尚宏, 佐藤健, 中川幸子, 成田雅彦, RSNP 拡張によるロボット制御と音声通信の統合のためのロボットサービスプラットフォーム, 日本ロボット学会誌 Vol.33 No.2, 2015-3
- [土屋 15] 土屋陽介, 成田雅彦, 泉井透, "ロボットサービス統合プラットフォームのための RSNP の仕様拡張", 2015 年度人工知能学会全国大会 (第 29 回), 3H4-NFC-03b-2, (2015)
- [中川 14] S. Nakagawa, H. Osawa, K. Asakura, N. Obara, Tsuchiya, Narita, Web application technologies for

integration of remote operation, camera image and voice communication into a cloud-based robotics platform Web Application for a robotic telepresence, *Mechatronics* 2014, 2014-11

- [成田 10] 成田雅彦, 村川賀彦, 植木美和, 岡林桂樹, 秋口忠三, 日浦亮太, 蔵田英之, 加藤由花: "インターネットを活用したロボットサービスの実現と開発を支援する RSi (Robot Service Initiative)の取り組み", *日本ロボット学会誌*, Vol.28, No.7, pp.829-840, 2010.
- [成田 15] 成田雅彦, 泉井透, 中川幸子, 土屋陽介, 松日楽信人, 加藤由花, "ネットワークを活用したロボットサービスのための非専門家向け開発フレームワークの提案", *日本ロボット学会誌*, Vol.33, No.10, pp.807-817, (2015).
- [成田 15-2] 成田雅彦, 中川幸子, 土屋陽介, 松日楽信人, "非専門家向け開発フレームワークを活用したロボットサービスのマーケティングへの展開の提案", *日本ロボット学会学術講演会 2015*, 3L1-01, (2015).
- [Nakagawa 15] D. Nakagawa, H. Akutsu, N. Furuta, K. Yasuda, K. Takahashi, M. Watase, S. Nakagawa, and M. Narita, "Marketing system utilizing a robot and smartphone," *SII 2015 - IEEE/SICE International Symposium on System Integration*, (2015).