

クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」の2年間の進展と今後 Two Year Progress on our Integrated Platform for Cloud-based Robot Services Project

成田 雅彦^{*1} 土屋 陽介^{*1} 中川 幸子^{*1} 加藤 由花^{*2} 村川 賀彦^{*3}

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} 東京女子大学 ^{*3} 株式会社富士通研究所
Advanced Institute of Industrial 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 as the OS layer and service development framework as a SDK layer. In this article, we report, several results in the past two years of this project, such as RSNP Robot Simulator, which cooperated with social intelligence embryology simulator SIGVerse, and RSNP contest 2014. And also we will show the next plan.

1. チャレンジの目的

本チャレンジの目的は、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統合基盤 (CRSP) の構築推進である。ロボットサービス統合基盤は、OS 層としての RSi 技術[RSi]の上に構築されるミドルウェア層としてのベース機能と、SDK 層としてのサービス開発フレームワークで構成される (図 1)。本発表では、社会知能発生学シミュレータ SIGVerse と連携したロボットシミュレーション環境、統合のための統合基盤の自己拡張構造、ベイエリアロボティクスフォーラムでの実証、RSNP コンテストで発掘されたシステムなど、2 年目の成果と今後の計画について述べる。

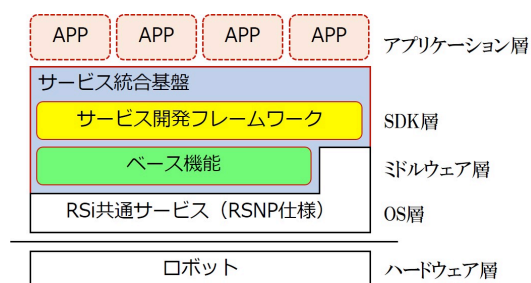


図 1 ロボットサービス統合基盤の構成

2. 1 年目の成果

1 年目では、ロボットサービス開発に必要な標準的な機能モジュールを、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。さらに実証実験として、RSNP コンテストの開催、及び、2013 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。

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[MRPTRTC 12]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 [泉井 13]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の音声処理の容易に扱え、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 コミュニケーションの活動

RSNP2013 及び、本チャレンジの実証実験への参加者との討論では、フレームワークの実現に必要な機能や、RSNP の基本機能の拡張について、主に 3 つの要望があがった。

- ・(上位サービスの定義) 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である。この時、互換性を維持しつつ、プロファイルを容易にユーザ定義できるようにする必要がある。
- ・(アーム、連続入出力メソッドへの対応) 現在の RSNP で提供するプロファイルは互換性維持のために、システム定義のみを許容している。これは、ユーザが自由にサービスを展開する上で、逆に制約となる場合がある。また、アームロボットやデルタロボットの制御のために連続入出力ができるメソッドへの対応について強い要望がある。
- ・(イベント管理のユーザ定義) RSNP には、ユーザのサービスを、状態遷移型プロシージャでプログラミングできるタスクプロファイルがある[FJLIB 10]。しかしながら、現状では、システム定義の充電機能しか利用できない。メッセージ受信イベントの登録・削除機能(イベント管理)のユーザ定義を可能にしたい。

連絡先: 成田雅彦, 産業技術大学院大学, 東京都品川区東大井 1-10-40, narita-masahiko@aait.ac.jp

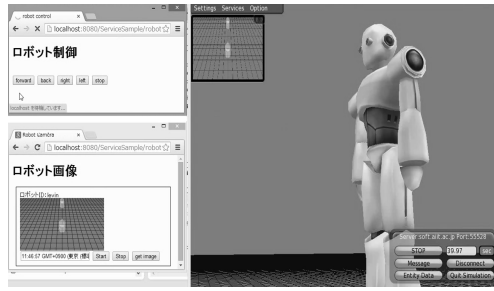


図 2 SIGVerse を用いた
RSNP ロボットシミュレーション環境

これらの要望を実現することは、本プロジェクトの主旨に適合するので、2 年目の活動に反映し実施中である。

3. 2 年目の成果

3.1 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[稲 13]を用い、RSNP と接続してロボットシミュレータ環境を実現した。SIGVerse は、ロボット、人間、環境との物理的相互作用、社会的相互作用に着目して開発がすすめられているため、これを用いたロボットシミュレータ環境は、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。RSNP と SIGVerse の連携により、インターネットと接続可能なロボットサービスを容易に、かつ効率的に開発できる統合シミュレーション環境を実現した(図 2)[中川 14]。技術的には、SIGVerse と RSNP を Named Pipe を用いて接続し、異なるプログラミング言語で作られているフレームワーク間の連携を容易に実現した[成田 15]。

更に、移動機能とカメラ機能を実装したシミュレータ内のロボットに RSNP 遠隔操作サービスを接続し、RSNP/RTM gateway により、豊橋技術科学大学 行動知能システム学研究室の大域地図生成 RTC[豊橋]を接続することで SLAM モジュールとの統合を実現した(図 3)。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。

3.2 統合のための統合基盤の自己拡張構造の検討

2.2 で要望された上位サービスの定義の機能の解決案として、フレームワークの自己拡張構造を提案し、試作を行っている[土屋 14]。

RSNP のアーキテクチャでは通信層の上に複数のプロファイル群を提供し、それを利用することで、サービスアプリケーションを構築する。RSNP2.3[RSi 10]では、それぞれのプロファイルは、RSi で仕様化されて、RSNP ライブラリに組み込まれている。それにユーザが新規にプロファイルとして、自分で開発した機能モジュールを定義し、RSNP ライブラリに組み込むことはできなかった。これは仕様の発散を防ぎ、相互接続性を保つためである。これに対して、ユーザ定義のサービスを実現するために、RSNP の通信層の中でも、汎用的なプロファイルである Data Push プロファイルを用い、ユーザ定義のデータを xml として記述し、通信データとする。同時に、仕様の発散を防ぐ為に、ユーザがあらたに定義したサービスの仕様を、RSi のコミュニティで仕様検討し、コミュニティの API として広く利用できる体制を導入することで、解決していく。

一方、2.1 で述べた、音声通話の統合では、プログラムインタフェースとしてキューを用いている。RSNP では callback を用

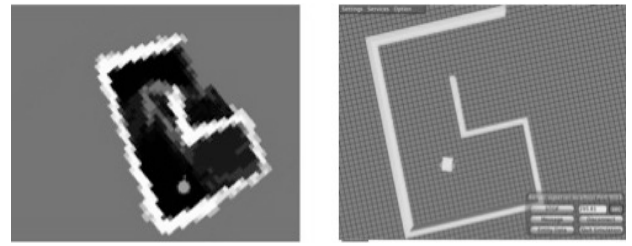


図 3 RSNP ロボットシミュレーション環境(右)を用いて、
SLAM モジュールで生成した環境地図 (左)

いて双方通信をサポートしているが、タイミング的にシビアであり、プログラミングの難易度が高い。しかし、キューイングインタフェースを導入することで、タイミング要求を緩和することができる。音声通話に限らず連続的にイベントが発生する部分 API としてキューイングインタフェースを採用していく。

3.3 RSNP/RTM/ラズベリパイを用いた T 型ロボットの試作実装

3.1 で、ロボットシミュレータ環境を実現したが、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、都技研が移動ロボットのベースを提供し中小企業はその上の筐体等を作成し製品化するコンセプトで開発された T 型ロボットに、低価格のワンボードコンピュータとして試作等に使われているラズベリパイを搭載し、その上に 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(TRobotRTC)を搭載し連携するものである(図 4)。ロボットへの接続は USB 経由で行う。TRobotRTC は、inport として RTC::Velocity2D 速度情報、速度、角度をもち、outport は、RTC::TimeVelocity2D オドメトリによる推定位置・姿勢情報を出力する。RSNP は Java、RTC は Python で記述してあるが、連携は 3.1 で述べた Named Pipe を用いることで言語の違いと通信モデルの違いを容易に吸収した。TRobotRTC と RSNP ロボットで用いている motion profile の間には、意味的な差があるので、この差を吸収するためのモジュールを作成した。結果、RSNP ロボット側はほぼ、3.1 で述べたロボットプログラムを利用できた。これを用いて、2015 年 2 月に、ベイエリアおもてなしロボットフォーラムに合わせて開催された、「RSNP と Raspberry PI 実装講習会」(講師:成田雅彦(産業技術大学院大学)、佐々木智典(東京都産業技術研究センター))にて、RSNP

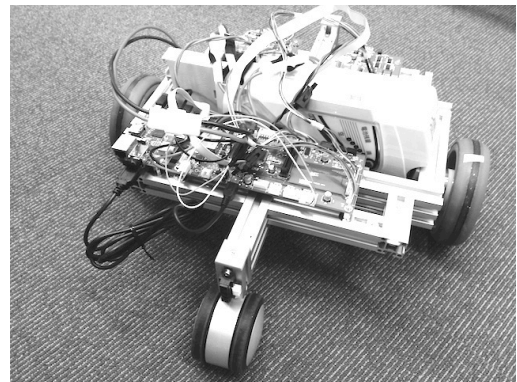


図 4 T 型ロボット

手前左側にあるのがラズベリパイのボード

の講習会の教材として利用した。参加者は、企業(4人)、政府
外郭団体/自治体(3人)、学生(8人)の合計15人であった。こ
の試みは今後の実証実験に活用しうる。

3.4 コミュニティ

(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 (2014)

「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2014年度 人工知能学会全国大会にて、第1回目のサバイ
バルセッションを行った。内容を以下に記す。

- ・「クラウドベースのロボットサービスの統合基盤」(産技大)
5年間のプロジェクトの概要として体制と計画を説明した。
- ・「RSNP を活用したロボットによる防災情報提供サービス実現
の取り組み」(はこだて未来大学)
SDK 層への研究としては、通常のサービスと非常時のサー
ビスとを切り替える仕組みを提供するもので、3.2の一部に対応
する。
- ・「RSNP を利用したインタラクティブな見守りサービス」(産技
大)
アプリケーション層としてタブレット端末と Roomba を組み合
わせた見守りサービスの構築提案である。
- ・「クラウド技術を用いた視覚障害者の単独歩行補助システム
の提案」(大阪市大)
視覚障害者単独歩行支援システムの提案である。
- ・「ロボットサービス統合基盤の新たな方向性」(富士通研)
ロボットアプリケーションの配布の仕組みの提案である[村川
14]。

これらの成果は、3年目以降に統合していく。

(2) RSNP コンテスト 2014

2014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。結果、8件の応募が
あり、関係者による審査を行った結果、以下の作品を表彰した。

- ・最優秀賞(RSi賞)
RSNP を用いた視覚障がい者単独歩行補助システム (大阪
市立大)
- ・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)
HMD を用いた PT カメラの操作 (芝浦工大)
- ・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 シミュレーション環境とその応用 (産技大)
- ・ロボットビジネス推進協議会賞
いきいきクラブロボットネットワークプロジェクト i-RSNP の提案
(芝浦工大)
- ・APEN 賞
海外大学との共同プロジェクトによるロボットサービスアプリケ
ーション開発 (産技大, Brunei Darussalam 大学, Unitec
Institute of Technology (New Zealand))
- ・奨励賞 審査員特別賞
RSNP サービスの実装を簡略化する追加ライブラリ (中京大)

このうち、「RSNP を用いた視覚障がい者単独歩行補助シ
ステム」は、見守りサービス、LRF サービスなど、本プラットフォーム
で提供しているロボットサービスモジュールを組み合わせ
て利用してシステムが構築されている。これは、本プラットフォーム
の展開性が生かされていると言える。また、「いきいきクラブロボ

ットネットワークプロジェクト i-RSNP の提案」では、複数のロボッ
トを用いたアンケートシステムを、ネットワークを使って統合し分
析するものだが、ロボットとクラウドを活用したビッグデータ分析
するシステムモデルに発展しうる。

3.5 JAPAN ROBOT WEEK での実証

2014年10月に、東京ビックサイトで開催される Japan Robot
Week 2014 には、RSiとして、RNSP 及び本サービス統合基盤
を出展した。本展示では、東京、函館などの遠隔地に設置され
た異機種ロボットの遠隔での相互接続を展示した。

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章の議論を踏まえ3年目以降では、検討中/
試作中の標準的な機能モジュールの統合の推進だけでなく、
フレームワークの実現に必要な上位レベルの機能モジュールを
整備していく。また、実証実験では、3.5をもとにして公開の場
でのロボットサービスにも取り組み、実用的な基盤として強化す
る。4年目以降は、3.4でも一端が見えつつある、上位サービス
としてロボットシステムによるアンケートとビッグデータによる集計
等、人工知能技術を念頭に入れた応用を想定し、人工知能研
究者や一般の開発ユーザにも、サービス統合基盤を提供し、上
位アプリケーション開発の実証実験を行う。これにより、ユーザと
の議論をまじえながらサービス統合基盤の提供サービスやフレ
ームワーク機能へとフィードバックし、実用的な基盤として強化
していく予定である。

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)
- [MRPTRC 12] MRPT を用いた環境地図作成用 RT コンポー
ネント:
<http://www.openrtm.org/openrtm/ja/project/BuildingMap>
(2012.12)[Online]
- [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 Com
ponent Middleware for RT," IEEE/RSJ International
Conference on Intelligent Robots and Systems 2005 (IROS
2005), pp. 3933-3938, 2005.
- [泉井 13] 泉井透, 加藤由花, 土屋陽介, 成田雅彦: "既存 RT
コンポーネントを RSNP を用いインターネット上に公開する
技術の検討と環境地図作成サービスの開発", 産業技術大
学院大学紀要, pp.89-96, Vol.7 (2013)
- [稲村 13] 稲村哲也, "社会的知能研究のためのシミュレー
ションプラットフォーム", 日本ロボット学会誌 vol.31, no.3,
pp.240-243, 2013

- [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 14] 土屋陽介, 加藤由花, 成田雅彦, “ロボットサービス統合プラットフォームとしての RSNP の課題と仕様拡張”, 日本ロボット学会学術講演会 2014 予稿集, 2014
- [豊橋] 行動知能システム学研究室, “RT コンポーネント公開サイト”, 豊橋技術科学大学,
<http://www.aisl.cs.tut.ac.jp/RTC/rtc.html#Localization> [Online]
- [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 14] 成田雅彦, “異なるフレームワーク間のプロセス間通信 - RSNP を中心としたシステム間連携の手法 - ”, 産業技術大学院大学紀要, Vol 8, pp. 245-251, 2014.
- [村川 14] 村川賀彦, “ロボットサービス統合基盤の新たな方向性”, The 28th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2B1-NFC-03-5, 2014