

# クラウドベースのロボットサービス統合基盤

## One Year Progress Our Integrated Platform for Cloud-based Robot Services Project

成田 雅彦, 加藤 由花, 土屋 陽介, 中川幸子\*<sup>1</sup>  
Masahiko Narita, Yuka Kato, Yosuke Tsuchiya, Sachiko Nakagawa

\*<sup>1</sup> 公立大学首都大学東京産業技術大学院大学  
Advanced Institute of Industrial Technology

Through this challenge, we provide an integrated platform for cloud-based robot services by expanding RSNP (Robot Service Network Protocol). In this paper, we report our results of the first year. We worked to enhance the integrated platform, by implementing RSNP/RTM-gateway, prototyping a voice communication, a demonstration on our platform at International Robot Exhibition 2013, and RSNP-Contest 2013. Finally, we discuss our challenge's future plan.

### 1. チャレンジの目的

クラウドベースのロボットサービス基盤(CRSP)は、昨年、近未来チャレンジに採択された。本テーマの目的は、ロボットサービスの仕様であるRSNP(Robot Service Network Protocol)を発展させ、AI分野の研究者/技術者をはじめとするロボットの非専門家がロボットサービス開発に参画できるクラウドベース統合基盤を構築し、提供することにある。ロボットサービス統合基盤は、OS層としてのRSi技術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)。

ロボット分野は、様々な機能モジュールのオープン化が進む一方、ネット企業によるロボット企業の買収や、ロボット機能を搭載したスマートフォンが発表されるなどの変化が起こっており、産業的にも社会的にもますます重要な分野になりつつある[成田13]。本発表では、RSNP/RTM gatewayの開発、音声通信機能の試作による統合基盤の強化、国際ロボット展2013での実証や、RSNPコンテストを通じたコミュニティ形成など、1年間の成果と今後の計画と課題について述べる。

### 2. 1年間の成果

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相互接続研究を行った。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。以下に1年間の成果を述べる。

#### 2.1 機能モジュールの連携と統合

##### (1) RSNP/RTM gateway

本プラットフォーム上に既存のRTCを統合し、インターネットサービスとして展開するため、RSNPをベースにしたRSNP/RTMgatewayを試作し、インターネット経由でロボットサービスとして提供する仕組みの検討をすすめている。従来のRSNP/RTMgatewayでは、特定のRTCとRSNPの連携を行っ

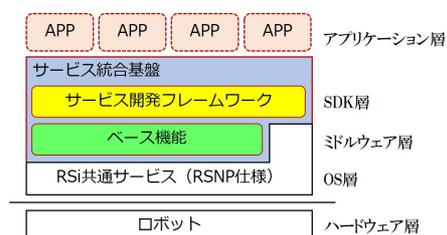


図1 ロボットサービス統合基盤の構成

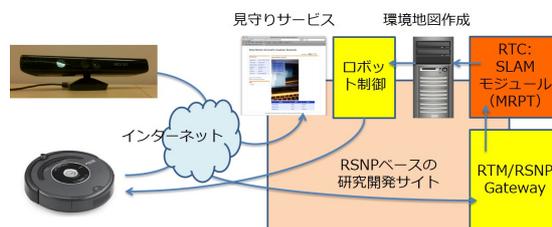


図2 RSNP/RTM-gatewayによるSLAMの統合の試作

ており、別のRTCを利用したサービスを構築する場合や、RTCのバージョンアップが発生した場合、RTC各々に対してスラッチで新たなプロトコルの実装が必要であることが課題であった。この課題を解決するため、より汎用的なGateway機構を設計した。本機構は、RTM/RTCのインタフェースを定義するIDLを用いた動的生成機能をもつ。さらに、RTコンポーネントの独自実装箇所とRTCの自動実装箇所を分離し、その実装間をRSNPにて接続する。これにより、既存のRTCを修正することなく、RTCのバージョンアップにも追従できる通信方式となっている。

本機構のプロトタイプとして、MRPTを用いた環境地図作成用RTコンポーネント[MRPTRTC12]を、インターネット上のサービスとして公開する仕組みを実装した[泉井13]。システム構成を図2に示す。ここでは、iRobot社のRoombaとMicrosoft社のKinectを組み合わせてロボットとし、オドメトリ情報と深度情報を取得し、インターネット上へのMRPTによる環境地図作成が可能であることを確認した。これにより、RSNP/RTMgateway機構を用いることで、移動ロボットで頻繁に使用されるSLAM技術を実現するRTCを、RSNPへ統合するための方式が明ら

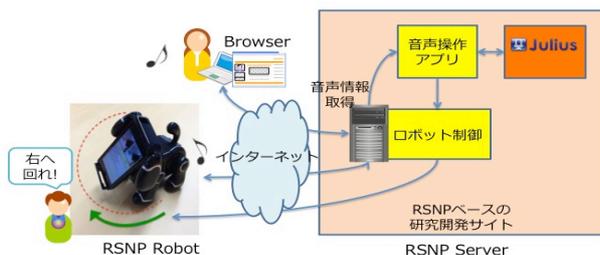


図3 音声通信を利用したロボットアプリケーション

かとなった。尚、今回試作した RSNP/RTM gateway 機構は、Inport, OutPort インタフェースのみであり、今後は、他の RTC インタフェースへも対応していく予定である。

## (2) 音声通信の統合

音声通信や音声認識を本プラットフォームへ統合し、インターネット上での音声処理の容易の扱えるようにすると、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。そこで、音声データの容易な取扱いを可能とする、ロボットプラットフォーム上の音声サービス提供の仕組みの検討をすすめている。従来、双方向のリアルタイム音声通信をロボットサービスで取り扱う場合は、ロボット制御とは別に、VoIP 等の音声通信を行うための別システムのシステム構築が必要となり、2つの通信路およびサーバーインフラなどを構築することになる。よって、開発や運用における学習の負担やコストは増大する。これを解決するため、ロボットの制御と音声通信を1つの通信路で構築するプロトコルを設計し、インターネット上の双方向の音声通信を実現した[大澤 13]。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た。音声データの扱いにあたっては、音声の遅れや蓄積へ対応するため、ロボット、サーバ、ブラウザのそれぞれに、音声データの先入先出のメモリ管理処理クラスを実装し、リアルタイム音声通信を実現した。さらに、ロボットの操作、画像通信、音声通信の機能実装を、RSNP のみで完結できるようにした。

この音声通信機能をベースとしたサービスのプロトタイプとして、オンライン音声認識によるロボットサービス開発を行った。サービス構成を図3に示す。本サービスでは、RSNP ロボットである端末から音声情報を取得しクラウドへ送信する。クラウド側のロボットサービスは、音声認識エンジンを出し、取得した音声情報がロボットへの指示かどうかを判定し、ロボットへの指示の場合はクラウドからロボットの動作制御指示が送信される仕組みである。音声認識エンジンとしては Julius をクラウドへ搭載した。音声通信機能により、音声認識エンジンをインターネット経由で利用することが可能となり、遠隔地に配備されたロボットへの音声指示を実現した。このように、ハンズフリーでのロボットへの音声指示を可能とすることで、車中や作業中のロボット操作が可能となる。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 実証実験

### (1) RSNP コンテスト

2013年9月に開催された第2回 RSNP コンテストでは、共催として日本ロボット学会、計測自動制御学会 SI 部門、ロボットビジネス推進協議会、協賛として、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)、APEN (Asia Professional Education Network)、ロボット関連出版社であるロボコンマガジン、Interface、CodeZine、後援として、公立はこだて未来大学、芝浦工業大学、産業技術大学院大学が参加した。コンテストは5月に告知を開始し8月末に応募を締め切った。結果、15チームの応募があり、合計51名がコンテストに参加した。受賞作品は以下の通りである。

- RSi 賞: ロボットサーフィンサービスの提案
- 計測自動制御学会 SI 部門賞: RSNP を利用したリアルタイム音声通信の実現
- ロボットビジネス推進協議会賞: クラウド上の情報サービスを活用する訓練用機能を備えた防災情報サーバの構築
- 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委員会賞: RSNP Server Container の提案
- APEN 賞: Monitoring Infant System
- 審査員特別賞: 教育現場でのロボット活用を円滑にする教育システム

コンテスト作品は海外の大学からの応募もあり、研究領域の拡大につながるコミュニティ形成や、ロボットサービス基盤のエコシステム拡大へ寄与している。尚、2012年度には人工知能分野からの応募作品である「動画からの特徴的な表情抽出による高齢者の心の見守りシステム」が計測自動制御学会 SI 部門賞を受賞しており、人工知能分野の研究者からの関心も寄せられている。今後は、人工知能分野からの参加者には、本チャレンジへの参加も推奨し、コンテストと本チャレンジの相乗効果により、プラットフォーム研究の最適化につなげたいと考えている。

### (2) 2013 国際ロボット展

2013年11月6日から9日に、東京ビックサイトで開催された国際ロボット展では、RSi ブースにて、RSNP コンテストの成果のポスター展示や、デモ展示を行った(図4)。

会場では、芝浦工科大学の複数のロボットを切り替えて操作可能な遠隔ロボットシステムや、函館市の公立はこだて未来大学に設置された複数のロボットを、品川の産業技術大学院大学の RSNP サーバを通じて、お台場の会場から遠隔操作する等のデモが行われた。さらに、RSi ブースへ来訪した一般来場者を対象に、ロボット市場等への関心に対するヒアリングによる動



図4 国際ロボット展のデモ展示風景

向調査も行った。

### 3. 議論

#### (1) 相互接続の課題

2.1 章にとりあげた RTC や Julius 等に代表される既存のロボット機能モジュールを、ロボットサービス基盤へ統合するプロトタイプ構築をとおして、既存のロボット機能モジュールをクラウドベースで提供するためには、いくつかの課題があることが明らかとなった。課題としては、次があげられる。

- インタフェースが API だけでなく、カスタマイズファイルによる設定を利用しており、クラウドの外部から設定できない場合がある。
- 複数ユーザからの利用を対象にしていなかったため、複数ユーザからの接続が当然となるインターネット環境での展開が、困難となる場合がある。
- GUI がブラウザベースで用意されていないなど、ネットワーク上のサービスとして利用する上で、相応しくない場合がある。
- オープンソースとして提供されているモジュールの実機能レベルの満足度やチューニング手法は、ロボットの非専門家が、自身の研究でサービス部品として利用するには、機能や精度が不十分な場合がある。

これらのように統合対象技術に不都合があった場合、統合対象技術の開発者/団体にアプローチし、共同で対応する体制をとり得るのか、あるいは、本チャレンジ内で解決していくのかは、本チャレンジプロジェクトと外部団体との連携体制と合わせ、今後の検討が必要な課題である。

#### (2) プラットフォームの課題

2.2 章の本チャレンジの実証実験への参加者との議論では、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。

- (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、タスクプロファイルは、ロボット一般によく利用される充電処理に特化している。このため、受信イベントとしてはシステム定義の充電機能しか利用できない。そこで、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との要望があがっている。
- (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。議論では、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に対し強い要望があがっている。
- (上位サービスの定義) ロボットサービスの教育現場での利用のため、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。

加えて、インターネット技術としては、JavaScript/ websockets への対応も必要となってきている。これらは、より利用分野へ特化したサービス開発を可能とするプラットフォーム提供への要求であり、参加者が得た知見をフレームワークに取り込むための機能や、ロボット工学の知識を持たないソフトウェアプログラマが、ロボットサービス開発に参画することができるインタフェースの開

発を促進するものである。よって、本プロジェクトの主旨に適合するので、早急な実施を検討する。

#### 4. 今後の予定

3 章の議論を踏まえ、2 年目以降では、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機能を整備していく。3 年目以降の実証実験では、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。

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する予定である。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てきた。2 年目以降では、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る。さらに、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についても検討を行う。ここは、従来から知能研究をロボットサービス開発へ適用してきた研究者がタスクフォースとなり、ロボットの専門知識を持たない開発者でも利用可能な、容易なサービス開発のための基盤の整備を推進する。3 年目以降は、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とで、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)
- [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)
- [MRPTRTC 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]
- [成田 13] 成田雅彦, 中川幸子, 加藤由花: "ROS の展開と我が国のロボットプラットフォーム戦略", 第 14 回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 SI2013, 2G2-1 (2013)
- [大澤 13] 大澤秀也, 朝倉健介, 小原範子, 佐藤健, 藤田尚宏, 成田雅彦: "RSNP を利用したリアルタイム音声の実現", 日本ロボット学会学術講演会 2013, 3R2-02 (2013)