

G1500501

## 環境情報構造化プラットフォーム ROS-TMS4.0 を用いたロボットサービスの実現

坂本 潤弥<sup>\*1</sup>, 渡邊 裕太<sup>\*1</sup>, 河村 晃宏<sup>\*2</sup>, 倉爪 亮<sup>\*2</sup>

### Robot Service Experiments by Informationally Structured Architecture ROS-TMS4.0

Junya Sakamoto<sup>\*1</sup>, Yuta Watanabe<sup>\*1</sup>, Akihiro Kawamura<sup>\*2</sup>, and Ryo Kurazume<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Information Science and Electrical Engineering Kyushu University  
744, Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395, Japan

<sup>\*2</sup> Faculty of Information Science and Electrical Engineering Kyushu University  
744, Motooka, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395, Japan

This paper presents the service robot system based on informationally structured environment named ROS-TMS that supports a robot to provide services to human. The development of the system was started in 2005 in the project named Robot Town Project, and recently we launched a new version named ROS-TMS4.0, which enables to utilize the high scalability and a plenty of resources of ROS. In this paper, we introduce the newly implemented extensions in ROS-TMS4.0 and the service provide experiments using the proposed system.

**Key Words** : Informationally structured environment, Service robot, ROS, Cyber physical system, Human-robot interface

## 1. 結 言

近年の超高齢社会において、医療・介護現場などでの労働力不足が深刻化しており、その解決策の一つとして、ロボットによる生活支援サービスの実現が期待されている。しかし、実際にサービスが必要とされる空間では、人や物の位置などが動的に変化するため、ロボット単体に搭載されたセンサのみですべての環境情報を把握することは困難である。そこで我々は、2005年から、作業環境にセンサを分散配置し、各センサから得られるデータを、ネットワークを介して取得・分析・保持するためのシステム（Town Management System, TMS）の開発を行ってきた<sup>(1)</sup>。また、2012年からは、システムの機能拡張性やノード間通信の柔軟性を高めるために、オープンソースのミドルウェア ROS をベースにした「ROS-TMS」の開発を開始している<sup>(2)</sup>。ROS-TMS はユーザからの要請の受理、空間に分散配置された様々なセンサモジュールから得られた環境情報の収集・分析、ロボットの動作計画や制御などを包括的に行っている（図1）。このようなシステムを導入することにより、搭載可能なセンサの数やその性能が制限されたロボット単体であっても、必要な情報をシステムから受け取ることで、サービスタスクを遂行することができる。

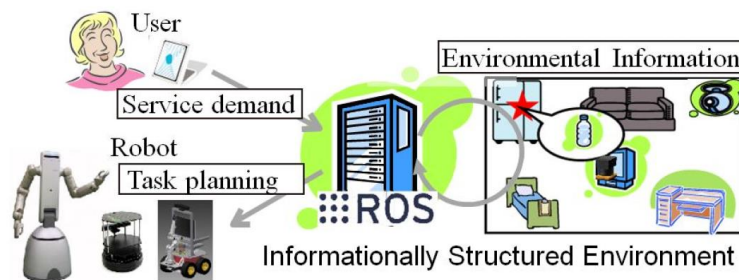


Fig.1 Concept of ROS-TMS

<sup>\*1</sup> 九州大学大学院システム情報科学府（〒819-0395 福岡市西区元岡 744）{sakamoto, watanabe}@irvs.ait.kyushu-u.ac.jp

<sup>\*2</sup> 九州大学大学院システム情報科学府（〒819-0395 福岡市西区元岡 744）{kawamura, kurazume}@ait.kyushu-u.ac.jp

さらに ROS-TMS はバージョンアップを重ね、2015 年 8 月の大型アップデートで ROS-TMS4.0 となった。このアップデートでの主な変更点は、シミュレーションソフトや動作計画作成ソフトの変更などである。これらの変更により、ROS 外部のサポートがなくなり、より ROS と一体的なシステムとなり、柔軟性、拡張性の高いシステムとなった。

しかし、ROS-TMS4.0 では使用ソフトウェアの変更に伴い、タスク動作を行う仕組みを従来の ROS-TMS から大きく変える必要が生じた。また、従来の ROS-TMS は、ユーザの要請から直接ロボットサービスを行う仕組みが実装されていないことや、実行できるロボットサービスの種類が少ないことなどが課題となっていた。

そこで本研究では、以下の 3 点について開発を行った。

- (1) 従来の ROS-TMS におけるタスク動作作成と実行手法をもとに、ROS-TMS4.0 のタスク実行の仕組みの開発
- (2) ユーザの音声入力に基づき、適切なロボットサービスを実行する機能の開発
- (3) 新たなロボットサービスタスクとして、物品配置タスクの実現

また、計算機シミュレーションと実機実験で検証を行い、開発した ROS-TMS4.0 の機能が正しく動作することを確認した。

## 2. 環境情報構造化プラットフォーム ROS-TMS と情報構造化環境 Big Sensor Box

### 2・1 ROS-TMS の概要

ROS-TMS は、本研究室で開発している情報環境構造化プラットフォームである。現在 ROS-TMS は、図 2 に示すモジュール構成で開発が行われている。User Request, Sensor Driver, Robot Controller の各モジュールは人、センサ、ロボットと TMS をつなぐインターフェースで、Task Scheduler モジュールは、User Request から受け取ったユーザのタスク要請に基づきタスク動作を計画する。また、Robot Planning は計画されたタスク動作を適切に実行するための命令を Robot Controller に送るモジュールで、Sensor System は分散センサから得られたデータを統合し、解析するモジュールである。本研究と関連の深い User Request, Task Scheduler について以下で詳しく説明する。

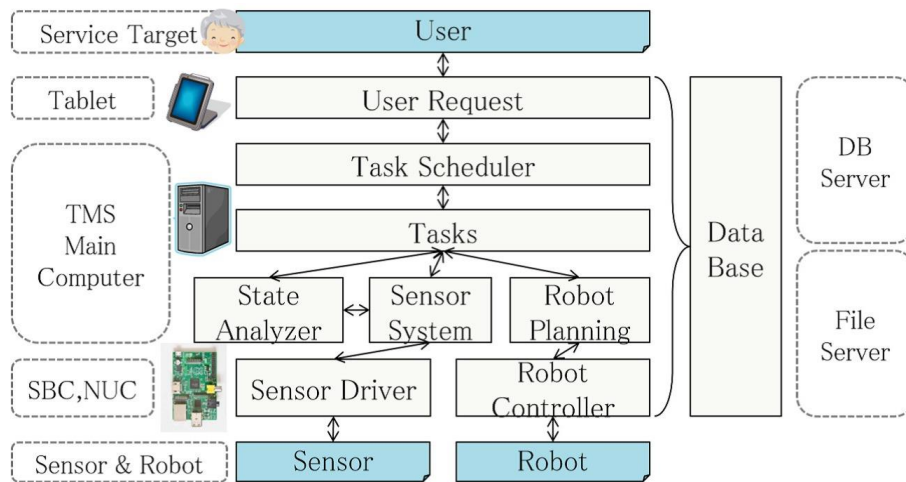


Fig.2 Structure of ROS-TMS

#### 2・1・1 User Request (TMS\_UR)

TMS\_UR では、ユーザからのタスク要請をスマートフォン、タブレットなどの端末を通して受け取り、TMS\_TS に送信する。現在実装されているユーザリクエストの例としては、スマートグラスを用いて家具を識別し、家具内にどの物品があるかデータベースに問い合わせる機能や、音声認識によりユーザの探索物品を検索し、音声及びテキストで情報を提供するアプリケーションなどがある。

### 2・1・2 Task Scheduler (TMS\_TS)

TMS\_TS では、それぞれのロボットサービスタスクを、タスク間で共有できるロボットの作業の最小単位、サブタスクの集合に分解するブロック化処理を行って実行している<sup>(3)</sup>。ブロック化処理によって、タスク間で必要な機能を使いまわすことができ、プログラムの再利用性の向上を図っている。また、ブロック化のための生成規則はデータベース内に格納されており、タスクスケジューラではこれを参照し分割を行う。従来の ROS-TMS では、物品取り寄せタスク、見回りタスクなどが実装されていた。

### 2・2 Big Sensor Box (B-Sen)

ROS-TMS の実証実験用の施設としては、本研究室が構築した屋内空間 CPS (Cyber Physical System) プラットフォーム「Big Sensor Box (B-sen)」<sup>(4)</sup>を使用する。B-sen は図3に示すように、寝室や居間を備えた2LDK のマンションタイプの居住空間である。本プラットフォームには、様々なセンサ、ロボットが配置されており、それらは ROS-TMS によって管轄されている。



Fig.3 Big Sensor Box (B-Sen)

## 3. ROS-TMS4.0 を用いた生活支援サービスの実現

### 3・1 ROS-TMS4.0 の問題点

従来のユーザリクエストの機能では、ユーザからの要請によって ROS-TMS のデータベースに物品の位置などを問い合わせ、音声での案内や端末の画面への表示で応答することはできたが、直接タスクスケジューラと連携してロボットサービスを実行する仕組みが実装されていないことが問題となっていた。また、タスクスケジューラにより動作させることのできるサービスタスクは、物品取り寄せタスク、見回りタスクの2種類のみであり、生活支援サービスの種類としては少なすぎるということが問題点として挙げられていた。

そこで本研究では、これらの問題点の解決を目指し、ユーザの要求から実際のサービスタスク実行までの統合、タスクスケジューラのサービスタスク拡充を行った。

### 3・2 ROS-TMS4.0 の機能拡張

本研究で開発した、ROS-TMS4.0 の新システムについて説明する。

### 3・2・1 User Request (TMS\_UR) の拡張

今回は、新たなユーザリクエストの機能として、音声で入力されたユーザの要請を満足するようなロボットサービスを直接実行する機能を開発した。以下にシステムの流れを示す。

1. ユーザから入力された音声を Google speech recognition で認識し、文字列として取得
2. 取得した文字列を単語の集合に分割する
3. 各単語を対応するタグに変換し、それぞれの ID をデータベースに問い合わせる
4. 得られた ID をもとに、ロボットサービスの実行命令を生成し、発行する

また、今回のシステムの音声入力にはスマートグラス付属のマイクを用いた。

#### (1) 音声解析

まず、ユーザから入力された音声データは、Google の音声認識エンジンである Google speech recognition を通し、テキストデータに変換される。次に、得られたテキストデータから必要な情報を抽出するため、形態素解析を行う。形態素解析とは、自然言語の文章から、意味を持つ言葉の最小単位の列に分割し、それぞれの品詞などを判別することである。例えば、「スマートパル、お菓子持ってきて」といった入力を形態素解析すると、「スマートパル・名詞」「オカシ・名詞」「モツ・動詞」「テ・助詞」「キ・動詞」「テ・助詞」というように分割される。さらに、ここから動詞の原型、名詞、形容詞の読みを抽出することで、「スマートパル」「オカシ」「モツ」「クル」といった単語列が得られる。

#### (2) DB 問い合わせ

音声解析で得られた単語列をあらかじめ登録されているリストと照合することで、種類別に関連するタグに変換する。、「スマートパル」は「robot:pal」,「オカシ」は「object:snack」,「モツ」+「クル」は「task:get」となる。さらに、得られたタグをデータベースに問い合わせることで、命令の発行に必要な ID を取得する。これらの処理により、「スマートパル」から「robot\_id=2003」,「オカシ」から「object\_id=7001」,「モツ」+「クル」から「task\_id=8001」というデータが得られる。

#### (3) 命令発行

ROS-TMS において、タスクスケジューラがタスク動作の実行に必要なデータは、「task\_id」「robot\_id」「user\_id」「object\_id」「place\_id」の 5 つである。先ほどの「スマートパル、お菓子持ってきて」という入力例からは、「robot\_id=2003」「object\_id=7001」「task\_id=8001」というデータが得られた。これに加えて、「user\_id」にはスマートグラスを装着した人間を表す 1002,「place\_id」にはデフォルト値である 0 を指定することで命令を発行する。

### 3・2・2 Task Scheduler (TMS\_TS) の拡張

ROS-TMS の新しいタスクとして、指定された物品を取り、指定された家具に収納するという、物品配置タスクを実装した。物品配置タスクをサブタスクに分解すると、move, grasp, move, release の直列接続になり、従来のタスクである物品取り寄せタスクと同じサブタスク列になる。これらのタスクの動作は release サブタスクの取る引数によって区別される。物品取り寄せタスクは、release サブタスクに人の ID を渡すことで、その人の前で持っているものを差し出すポーズを取るという動作になるのに対し、物品配置タスクは、release サブタスクに家具の ID を渡すことで、その家具に物品を配置するという動作になる。

release サブタスクで家具のどこに配置することができるかは、図 4 のようにデータベースに格納されている。これは、物品の ID (空きならば 0)、配置可能な XYZ 座標をつなげて表現されている。release サブタスクでは、ここから空いている座標を探し、配置動作を行う。

name	note
workdesk	0;11.5,5.65,0.86
kitchen	7001;9.3,5.65,0.81;0;9.2,5.6,0.81
meeting_table	0;6.1,1.9,0.73

Fig.4 Placeable coordinate in database



## 4. 実験

今回新たに追加したタスク、ユーザリクエストとタスクスケジューラの連携が設計通り動作することを、シミュレーションとサービスロボットを用いた実験により確認した (図 5,6).

物品配置タスクのシミュレーション実験を図 5 に、物品配置タスクの実機実験を図 6 に示す. どちらもユーザの音声入力からタスクの実行までを正しく行えていることが分かる.

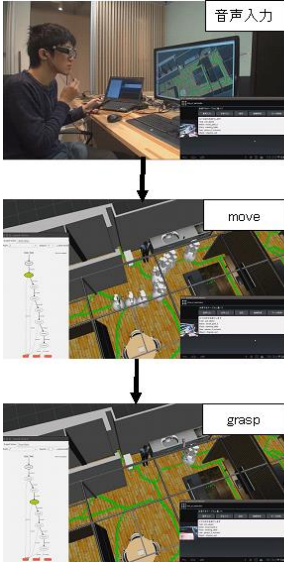


Fig.5 simulation of “put\_object” task

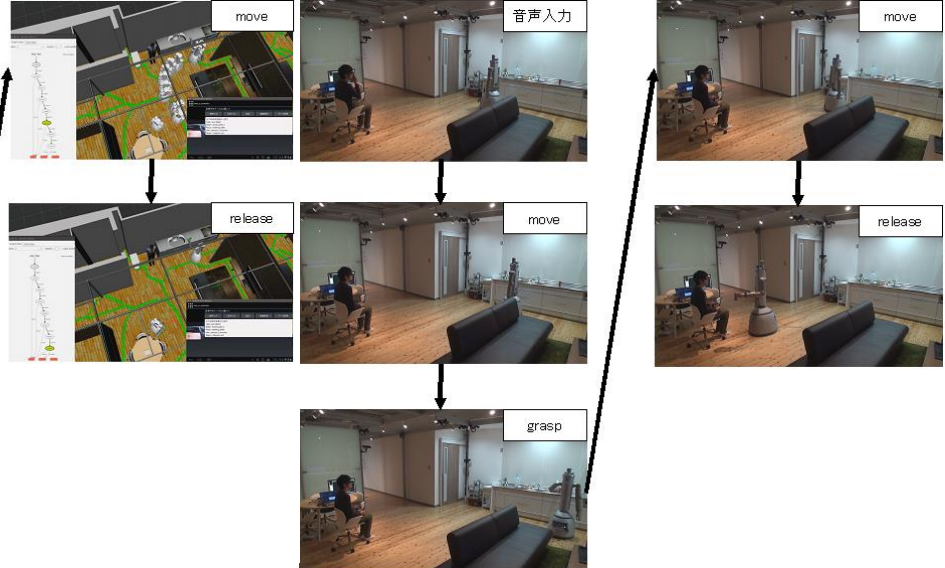


Fig.6 “get\_object” task using real machine

## 5. まとめ

本研究では、ROS-TMS4.0 を用いた生活支援サービスの実現のため、以下の項目について開発を行った.

- (1) ROS-TMS のアップデートに伴い動かなくなってしまったタスク動作部分を改良し、従来のタスクが正しく動作するようにした.
- (2) ユーザリクエストの機能を拡張し、ユーザの要請から直接ロボットサービスを実行する仕組みを開発した.
- (3) 新たなサービスタスクとして、物品配置タスクを実装した.

また、これらが正しく動作することを確認するため、シミュレーション、実機実験を行い、一連で動作することを確認した.

## 謝辞

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構の研究成果展開事業センター・オブ・イノベーション (COI) プログラムにより、助成を受けたものである.

## 文 献

- (1) 長谷川勉: “環境プラットフォーム「ロボットタウン」”, 日本ロボット学会誌, Vol.26 No.05 (2008), pp. 411-414
- (2) Yoonseok Pyo, Kouhei Nakashima, Shunya Kuwahata, Ryo Kurazume, Tokuo Tsuji, Ken'ichi Morooka, Tsutomu Hasegawa. “Service Robot System with an Informationally Structured Environment”, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol.74, No.Part A (2015), pp.148--165
- (3) 橋口優香, ピョコンソク, 辻徳生, 諸岡健一, 倉爪亮: “環境情報構造化プラットフォーム ROS-TMS におけるタスク管理機構”, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会 (2015), 1A1-N01
- (4) 重兼聡夫, 渡邊裕太, 稲田大亮, ピョコンソク, 辻徳生, 河村晃宏, 倉爪亮: “屋内空間 CPS プラットフォーム Big Sensor Box の開発と車いす型見守りロボットによる搬送実験”, 第 33 回日本ロボット学会学術講演会 (2015), pp.3H1-02