

介護施設向けロボットサービスプラットフォーム ROS-TMS 5.0の開発

○坂本潤弥 河村晃宏 倉爪亮(九州大学)

1. はじめに

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 [1]。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 [2][3]。ROS-TMS とは、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総合的に行うソフトウェアプラットフォームである（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。

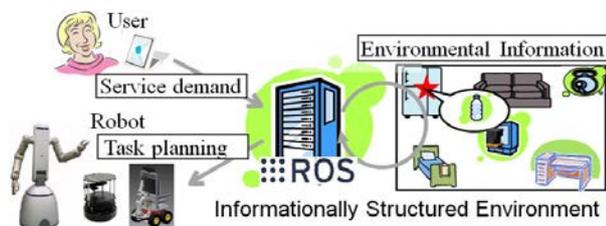


図1: ROS-TMS 概念図

ROS-TMS は ROS の実行ノードをまとめた複数のモジュールが階層的に配置されている。図2に、ROS-TMS のモジュール構成を示す。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、Task Scheduler モジュールは、UserRequest 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。

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-TMS 4.0 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

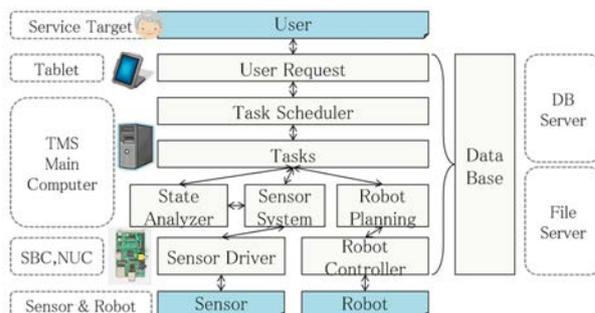


図2: ROS-TMS 構成図

れらの変更により、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。

一方、我々はこれまでに、ROS-TMS の実証実験用の施設として、図3に示す屋内空間 CPS (Cyber Physical System) プラットフォーム「Big Sensor Box (B-Sen)」 [3][4] を構築した。B-Sen は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り、光学式トラッキングシステム (Bonita, Vicon Motion Systems) や Kinect (Microsoft) などのセンサや、ヒューマノイド型サービスロボット (SmartPal V, 安川電機) などのロボットが多数設置されている。

著者は現在、汎用的なプラットフォームである ROS-TMS 4.0 を改良し、介護施設での利用を想定した ROS-TMS 5.0 を開発しており、ROS のバージョンアップに伴うソフトウェアのアップデートや、機能の拡張を行っている。

本稿では、ROS-TMS 5.0 の概要および新しく開発した被介護者の見守りサービス、音声認識サービスについて紹介する。



図3: Big Sensor Box (B-Sen)

2. ROS-TMS 5.0 の開発

今回開発した、ROS-TMS 5.0 の概要について説明する。

2.1 OS と ROS のアップグレード

ROS-TMS 4.0 以前は ROS-TMS 内で ROS indigo を使用していた。一方、ROS-TMS 5.0 からは最新バージョンである ROS kinetic を使用するようにアップグレードした。また、対応する OpenCV, Qt, Gazebo などのソフトウェアのバージョンアップも行い、速度や安定性が向上し、新しい機能を使えるようになった。同時に OS も Ubuntu 14.04 から Ubuntu 16.04 にアップグレードした。

2.2 介護施設向けサービスの拡充

ROS-TMS 4.0 以前は汎用的なプラットフォームだったが、ROS-TMS 5.0 ではより介護施設での利用を想定したサービスを拡充した。拡充したサービスについて説明する。

2.2.1 被介護者の見守りサービス

被介護者に心拍センサ（WHS-1, ユニオンツール社製）と UWB ビーコン（Pozyx, Pozyx Labs 社製）を付けることにより、被介護者の心拍データと位置姿勢を計測する（図 4）。WHS-1 は心臓から直接電気信号を拾うことで、高精度に心拍波形を取得することができ、Pozyx は部屋の壁 7 か所に設置されたアンカーから発せられた UWB 通信の信号強度から被介護者の位置を取得することができる。また、Pozyx には 9 軸センサも搭載されているので、姿勢を取得することもできる。図 5 のように Pozyx を心拍センサと一緒に被介護者の胸部に取り付けることで、従来必要であった光学式モーショントラッキングシステムのためのマーカが必要なくなり、より自然な状態で位置計測が可能となった。

2.2.2 音声認識を使ったサービス

図 6 のように、部屋全体にマイク（MM-MCUSB22, サンワサプライ）のついた小型 PC を分散配置し、端末を持たない被介護者が部屋のどこにいても発話で ROS-TMS のサービスを利用できるようにした。また、スピーカーのついた小型 PC も 1 台配置し、音声による案内を提供できるようにした。

音声認識では、より正確で素早い応答を実現するため、特徴の異なる 2 種類の音声認識エンジンを用いる。音声認識の開始の合図である音声トリガーの認識にはローカル PC 上で高速な認識ができる音声認識エンジン「Julius」を用い、実際の要求内容である音声コマンドの認識にはクラウド上で高精度な認識ができるサービス「Google Cloud Speech API」を用いた。このような音声認識を、部屋中に分散配置した複数の小型 PC 上で行うことで、ユーザが部屋のどこにいても素早く正確に音声認識を行うことが可能となった。

次に、音声認識によって得られた文字列から要求されているサービスを特定するため、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。その結果から動詞の原型と名詞の



図 4: 被介護者の見守りサービス



図 5: 心拍センサ WHS-1 と UWB ビーコン Pozyx

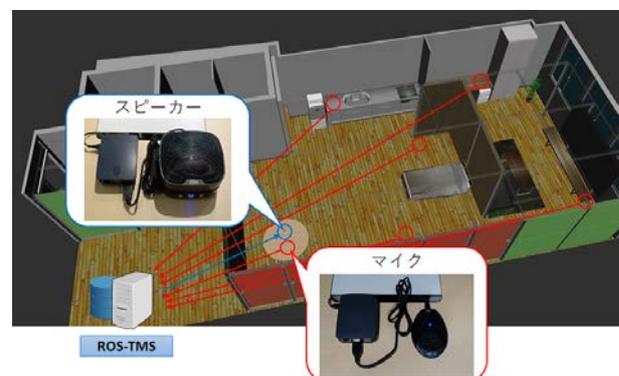


図 6: マイクとスピーカーの配置



(a) search_object



(b) weather_forecast



(c) set_alarm

図7: ロボットタスクの要求

原型を抽出し、データベースに問い合わせることで、各単語と関連するタスクや物品などのデータを集める。

ここからは、得られたタスクの種類によって異なる処理を実行する。

ロボットサービスの要求

得られたタスクがロボットの動作に関連するタスクだった場合、下位のモジュールに対しロボットサービスを要請する。ロボットサービスの要請にはタスクのIDと対象となるロボット、ユーザー、物品、場所のIDが必要となる。先ほどの処理で得られたデータの種類から、これらを当てはめて渡すことでサービスの要請を完了する。

また、要請と同時にスピーカーからタスク内容をアナウンスする。アナウンスする文章の構造はデータベースに保存されており、対象となるデータの読み方をもとに文章を生成し、スピーカーから合成音声を流す。音声の合成には、Open JTalkを用いた(図7)。

その他のサービスの実行

得られたタスクがロボットの動作に関連しないタスクだった場合、いくつかの音声案内を使ったサービスを実行する。実装した3種類のサービスについて説明する。

- search_object
ROS-TMSのデータベースにアクセスし、指定された物品の位置を案内する(図8a)。
- weather_forecast
Livedoorが提供する気象データ提供サービスWeather Hacksを使い、近日中の天気予報を案内する(図8b)。
- set_alarm
指定した時間にアラームをセットする(図8c)。アラームが鳴った後、ユーザが上体を起こしたことをPozyxで検知するとアラームが止まる。

図8: その他のサービスの実行



図9: 知識 Q&A api の利用

NTT ドコモ「知識 Q&A api」の利用

受け取った文字列と関連するタスクがROS-TMS内になかった場合、NTTドコモの提供する「知識 Q&A api」に文字列を渡す。知識 Q&A apiは、データベースに蓄積した情報とインターネットを検索した結果をもとに、受け取った質問に対する適切な回答を返す。これを音声で案内することで、ROS-TMSのデータベースにない質問に対する適切な回答を得ることができる(図9)。

3. まとめ

本稿ではまず、これまでに本研究室が開発したROS-TMSの概要について紹介し、次にROS-TMS 5.0の概

要, および新しく開発した被介護者の見守りサービス, 音声認識サービスについて説明した

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.

参 考 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.5, 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] 倉爪 亮, ピョ ユンソク, 辻 徳生, 河村 晃宏: “情報構造化環境プラットフォーム ROS-TMS と Big Sensor Box の提案”, 日本ロボット学会誌, Vol.35, No.4, pp.346-357, 2017
- [4] 重兼聡夫, 渡邊裕太, 稲田大亮, ピョユンソク, 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