

# 情報構造化環境プラットフォーム ROS-TMS 4.0、5.0

○倉爪 亮 (九州大学)

## Software platforms for informationally structured environment ROS-TMS 4.0 and 5.0

○ Ryo Kurazume (Kyushu University)

Abstract : This paper introduces the software platforms for informationally structured environment, ROS-TMS 4.0 and 5.0, and shows some experimental results of robot services using both systems. ROS-TMS has a hierarchical structure consisting of several modules such as user interface, robot/sensor interface, task planner, etc. and manages all processes in an informationally structured environment. ROS-TMS 5.0 is the latest version and updates the OS (Ubuntu 16.04) and ROS version (Kinetic). Especially, a voice interface using distributed microphones and speakers is enhanced to realize a user-friendly service system.

### 1. 緒言

ヒトと共生するサービスロボットを近い将来に実現する一手法として、ロボットを単体で智能化するだけでなく、ロボット周囲の環境を「知能化」する、いわゆる環境情報構造化（空間知能化）が提唱されている。これはロボットが作業を行う空間に様々なセンサを配置し、空間内のモノやヒト、ロボットの位置や状態を逐次収集、蓄積、提供することで、ロボットをより導入しやすい日常生活環境を構築するものである。

我々は 2005 年より街レベルでの情報構造化環境の構築を目指すロボットタウンプロジェクトを開始し、そのソフトウェア基盤として、TMS (Town Management System) を開発してきた。さらに近年では、TMS と汎用ロボットミドルウェアである ROS (Robot Operating System) を融合した、ROS-TMS の開発を行っている。

本稿では、これまでに開発した ROS-TMS 4.0[1] および最新 ROS バージョンへ対応した介護施設向け ROS-TMS 5.0[2] について概説する。

### 2. ROS-TMS 4.0

#### 2.1 基本構造

ROS-TMS 4.0 は、多種多様なセンサ、ロボットをサポートし、環境情報構造化を実現するためのソフトウェアプラットフォームである。Fig.1 に ROS-TMS 4.0 の構造を示す。ROS における最小実行単位はノードと呼ばれるプログラムであるが、ROS-TMS 4.0 はノードを機能ごとに分類、整理し、階層的に配置したモジュール構造を有する。このうち、User Request(TMS.UR), Sensor Driver(TMS.SD), Robot Controller(TMS.RC) の各モジュールは人、センサ、ロボットと TMS のインターフェー

スであり、これらを通してそれぞれ情報をやり取りする。タスクスケジューラ (TMS.TS) モジュールは、TMS.UR から得られたユーザからのタスク要請に基づき、データベース (TMS.DB) モジュールからタスクを実現するためのサブタスク列の情報を読み取り、サブタスクの実行スケジュールを計画する。さらにロボットプランナ (TMS.RP) モジュールは、計画されたサブタスク列の実行を管理し、適切なタイミングでサブタスクの実行命令をロボットコントローラ (TMS.RC) モジュールに送る。なお、ROS-TMS 4.0 では ROS の indigo バージョンおよび Ubuntu 14.04 を使用している。

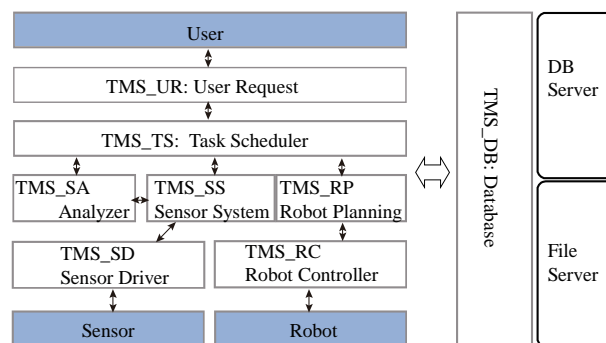


Fig. 1: ROS-TMS architecture

#### 2.2 提供される機能の例

音声指示により、室内に置かれた物品をロボットが持ってくる、物品取り寄せタスクを行った例を Fig.2 に示す。ただしここでは、「スマートパル、お菓子持ってきて」という指示に基づいて検索された物品を、サービスロボット SmartPAL V が把持し、ユーザの位置へお菓子を運ぶシナリオに基づいて実験を行った。サービスロボット、ユーザ（眼鏡）の位置は、それぞれに取り付けたマーカを光学

式モーショントラッキングシステムで追跡することで計測され、物品や什器の位置はあらかじめデータベースに登録されている。

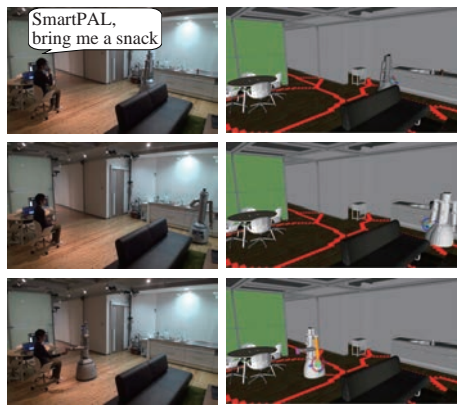


Fig. 2: Fetch and carry task performed by service robot in Big Sensor Box (Simulation and experiment)

次に、車いす型ロボットを用いた要介護者の自動搬送サービスの例を、Fig.3 に示す。想定したシナリオは、居住者がソファから円卓まで移動し、ペットボトルを取り、ベッドへ移動するものであり、具体的には以下のシーケンスからなる。

- (1) 手元のタブレット PC を用いて自動操縦でソファまでロボットを呼ぶ
- (2) 車いすに移乗
- (3) ジョイスティックを用いた手動操縦で円卓まで移動
- (4) ペットボトルを取った後、タブレット PC を用いて自動操縦でベッドへ移動

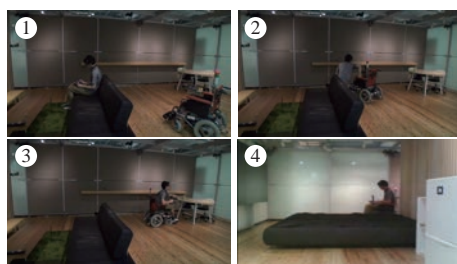


Fig. 3: Service experiment performed by wheel-chair robot

### 3. ROS-TMS 5.0

ROS-TMS 5.0 は、ROS-TMS 4.0 を基に、ROS のバージョンアップへの対応や音声入力を強化した最新バージョンである。以下、改良点等について説明する。

#### 3.1 OS と ROS のアップグレード

ROS-TMS 5.0 では最新の ROS kinetic を使用し、OS も Ubuntu 14.04 から Ubuntu 16.04 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。

#### 3.2 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。

##### 3.2.1 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 (Fig.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。Fig.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。

##### 3.2.2 音声認識を使ったサービス

Fig.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、2 種類の音声認識エンジン (ローカル PC 上の音声認識エンジン Julius とクラウド上の Google Cloud Speech API) を用いた。ローカル PC で第一段階の認識を高速で行い、必要に応じてクラウドで高精度な認識を行うことで、正確で素早い応答を実現した。

##### 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。音声指示による物品取り寄せの様子を Fig.7 に示す。



Fig. 4: Tracking of care receiver by UWB beacon

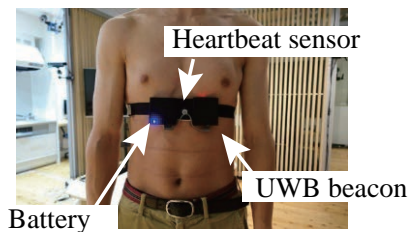


Fig. 5: Heartbeat sensor (WHS-1) and UWB beacon (Pozyx)

#### 音声案内サービスの要求

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。

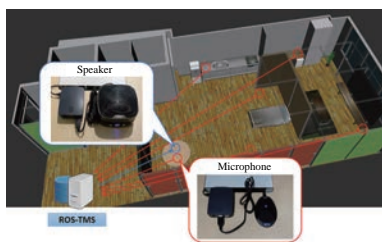


Fig. 6: Speakers and microphones



Fig. 7: Task request by voice

- 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 (Fig.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 (Fig.8b).
- set\_alarm  
指定した時間にアラームをセットする (Fig.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.

### 3.2.3 コミュニケーションロボットの呼び寄せ

コミュニケーションロボット (Double) に光学式マーカを取り付け、情報構造化環境内の光学式トラッカーにより音声指示に基づいてユーザへ近づくアプリケーションを開発した. Fig.9 に、コミュニケーションロボットがユーザの呼びかけにより、UWB ビーコンで計測されたユーザの正面方向へ移動する様子を示す.

## 4. 結言

本稿ではまず、これまでに本研究室が開発した ROS-TMS 4.0 とサービス実験を紹介し、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。

- [2] 坂本 潤弥, 河村晃宏, 倉爪亮, 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, 第35回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-03, 2017



(a) search\_object



(b) weather\_forecast



(c) set\_alarm

Fig. 8: Various services by voice commands

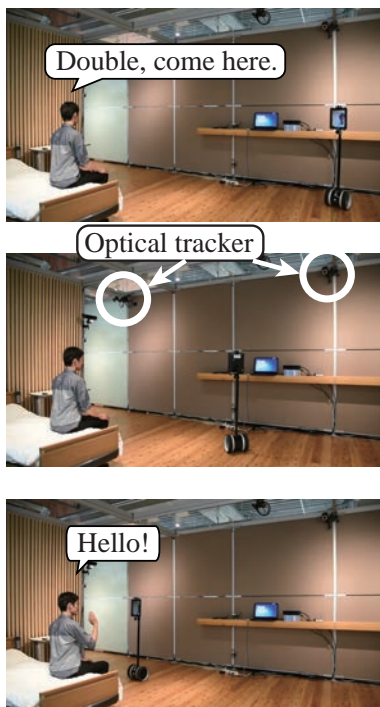


Fig. 9: Approach of service robot (Double) to user

## 参考文献

- [1] 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,