

F161005

## サービスロボットシステムにおける IOT 事例

倉爪 亮<sup>\*1</sup>

### An example of IOT for service robot system

Ryo KURAZUME<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Kyushu Univ. Information Science and Electrical Engineering  
Motooka 744, Nishi-ku, Fukuoka, 819-0395 Japan

This paper presents the history of the development of the management system for an informationally structured environment named Town Management System, TMS. The development of TMS was started in 2005 in the project named Robot Town Project. We are continuing our efforts for improving the performance and enhancing the functions of the TMS so far. Recently, we launched a new town management system named ROS-TMS ver. 4.0, which combines TMS and ROS to utilize the high scalability and a plenty of resources of ROS. We also introduce a new informationally structured platform named Big Sensor Box, B-sen, in which a variety of sensors are embedded and service robots are operated according to the structured information under the management of the ROS-TMS.

**Key Words** : IoT, Informationally structured environment, Service robot, ROS

### 1. 結 言

ヒトと安全に共生するサービスロボットの実現には、ロボット単体の知能化だけではなく、ロボット周囲の環境も「知能化」することで、システム全体としてより安全性、快適性を高める、いわゆる環境情報構造化（空間知能化）の考え方が重要となる。空間の知能化は、具体的にはロボットが作業を行う空間に様々なセンサを配置し、ロボットとセンサを密に接続することで実現される。例えば、センサから得られるモノの位置や種別の情報、ヒトやロボットの位置、姿勢、動作の情報を、一旦サーバに集約して整理、解析し（構造化）、必要に応じてロボットやユーザに提供することにより、サービスロボットをより導入しやすい日常生活環境が構築できる。著者らも 2005 年より街レベルでの情報構造化環境の構築を目指したロボットタウンプロジェクトを開始し<sup>(1)</sup>、そのロボットプラットフォーム基盤として、タウンマネジメントシステム(Town Management System, TMS)を開発した。さらに近年では、汎用ロボットミドルウェアである Robot Operating System (ROS)<sup>(2)</sup>をソフトウェア基盤として用いた ROS-TMS Ver.4.0<sup>(3)</sup>を発表し、公開している。これらのシステムは、多数のセンサやロボットをネットワークで結合し、相互に大量の情報をやり取りすることで、システム全体としての機能向上を図るものであり、IoT(Internet of Things)の一形態ととらえることができる。また、センサ情報から実世界を反映したシミュレーションを行い、ロボットの行動を計画する点など、仮想化空間と実空間を連携することで実世界の諸問題を解決する CPS (CyberPhysical System)とも関連が深い。本研究の特徴は、モノ（家電や物品）のみならず、ロボットやヒト（ユーザ）をネットワークで結合することであり、またアプリケーションとしても、サービスロボットを用いた生活支援サービスの実現により重点が置かれている。

### ROS-TMS の概要

ROS-TMS<sup>(3)</sup>は、環境情報構造化空間において様々なセンサや多様なロボットを柔軟に統合し制御するソフトウェアパッケージである。ROS-TMS の前身である「タウンマネジメントシステム (TMS)」は、文部科学省科学技

<sup>\*1</sup> 正員, 九州大学 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744)  
E-mail: kurazume@ait.kyushu-u.ac.jp

術振興調整費により実施された「ロボットタウンの実証的研究」(研究代表者・長谷川勉九州大学名誉教授・2005年11月～2008年3月)<sup>(4)</sup>において、環境情報構造化空間におけるソフトウェアプラットフォームとして開発が開始され、2006年5月にTMS API ver.1が公開された。このプロジェクトでは、カメラ、レーザ、ICタグリーダなどから収集された環境内の物品、ヒト、ロボットの情報を、環境データベースであるTown Management System (TMS)に蓄積し、ロボットからの要求に応じて提供する枠組みを提案した<sup>(4)</sup>。

具体的には、このプロジェクトでは、TMSが取り扱う情報を、分散センサシステムやロボットに搭載したセンサから取得される移動体の情報(人間やロボットの種類、位置、速度等、「体」と定義)、被操作対象の情報(種別や位置等、「物」と定義)、および環境構造の情報(環境地図、ICタグ配置図等、「場」と定義)と整理した。TMSは、この「体」「物」「場」(あるいは「ヒト、モノ、ソコ」)の情報を整理、保持し、ロボットからの問い合わせに応じて情報を受け渡すデータベース、およびこのデータベースにネットワークを介して簡便にアクセスするためのAPI(Application Program Interface)から構成されていた<sup>(5)</sup>。その後、2011年には、データベースに蓄積できるデータの種類を増やすとともに、セキュリティ機能の追加など、API群の機能を強化したTMS API v2を公開した。また、NEDO次世代ロボット知能化技術開発プロジェクトでは、TMSのRT-Middleware化を行い、TMS-RTMとしてWebで公表している<sup>(6)</sup>。さらに、TMSのスクレーラビリティを高めるため、TMSをクラウドシステムで動作するように拡張したTMS-Cloud<sup>(7)</sup>を発表した。

APIを用いた初期のTMSは、制御ソフトウェアのコンパイル時にAPI関数をリンクすることでデータベースにアクセスする仕組みであった。このため、TMSに新たな機能の追加を行うたびに、すべてのロボットやセンサでプログラムを再構築する必要があり、拡張性、柔軟性に問題があった。そこで、2012年からはオープンソースのミドルウェアであるRobot Operating System (ROS)<sup>(2)</sup>を用いることで、様々なセンサや多様なロボットをより柔軟に統合できるROS-TMS<sup>(6)</sup>の開発を開始し、2015年9月には最新バージョンROS-TMS 4.0を公開した<sup>(3)(8)</sup>。このROS-TMSには、レーザやICカードリーダなどのセンサ処理モジュールや、ロボットの動作プランニングモジュール、タスクスケジューラ、GUIモジュールなど、150以上の環境情報構造化モジュールが含まれている。

また、2LDKの室内に数十台の光学式トラッカ(Vicon MX)やRGB-Dカメラ(Kinect for Xbox One)、レーザレンジファインダ(URG-04LX-UG01)、RFIDタグリーダを埋め込み、ROS-TMS ver.4.0を用いて、センサ情報の取得からロボットの行動計画までを一括して行うことができる情報構造化環境Big Sensor Box (B-sen)(図1)を開発した。B-sen内のロボットやヒトの動きは、光学式トラッカやRGB-Dカメラ、レーザレンジファインダで計測され、また物品の位置は冷蔵庫、収納庫内のRFIDタグリーダにより物品に添付されたRFIDタグを読み取ることで計測される。図2に収納庫内で計測された物品の例を示す。これらの情報を基に、ROS-TMS ver 4.0では動力学シミュレータGazeboや可視化ソフトウェアRviz、モーションプランナMoveItを用いて、ヒトやロボット、物品の実際の状態を反映したシミュレーションが可能であり、適切なロボット動作が計画できる(図3)。

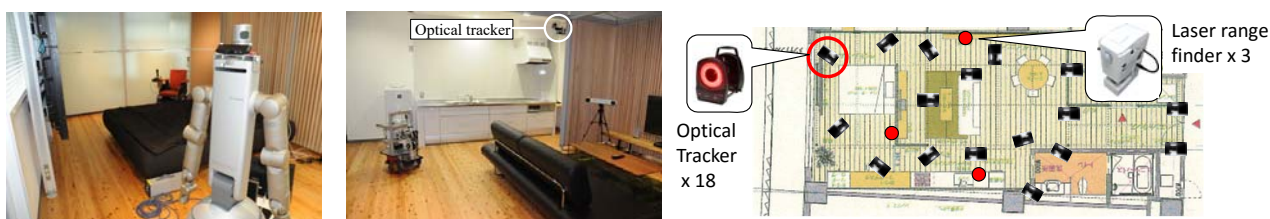


Fig. 1 Big Sensor Box (B-sen)



Fig.2 Registration of objects to ROS-TMS using RFID tags



Fig. 3 Object grasping planned by dynamic simulator "Gazebo" and motion planner "MoveIt"

## 7. 結 語

本稿では我々が開発している IoT-ロボットプラットフォーム基盤 ROS-TMS ver. 4.0 について紹介した。現在、介護施設への導入を念頭に ROS-TMS の改良を行っており、ロボットや物のみならず、呼吸や血圧などの要介護者のバイタルデータもネットワーク化し、ロボットや介護者で共有する、Internet of Human (Patients, Doctors, Caregiver), Robots, and Things の実現を目指している。

なお、ROS-TMS のすべてのソースコードは、ROS-TMS の GitHub<sup>(8)</sup>から入手可能である。

## 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. 5 (2008), pp. 411-414
- (2) <http://www.ros.org/>
- (3) ピョ ユンソク, 渡邊 裕太, 重兼 聡夫, 稲田 大亮, 辻 徳生, 河村 晃宏, 倉爪 亮, “ROS-TMS ver.4.0 –情報構造化環境のためのオペレーティングシステム–”, 第 21 回ロボティクスシンポジウム, (2016), pp. 242-249
- (4) 倉爪亮, 村上剛司, 木室義彦, 家永貴史, 馬場伸一, 殷中翔, “ロボットタウンの共通プラットフォーム技術のメカニズム. 日本ロボット学会誌, Vol. 26, No. 5 (2008), pp. 415-419
- (5) 村上剛司, 長谷川勉, 木室義彦, 千田陽介, 家永貴史, 有田大作, 倉爪亮, “情報構造化環境における情報管理の一手法”, 日本ロボット学会誌, Vol. 26, No. 2 (2008), pp. 192-199
- (6) [http://openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO\\_Intelligent\\_PRJ\\_ID121](http://openrtm.org/openrtm/ja/project/NEDO_Intelligent_PRJ_ID121).
- (7) 辻徳生, 表允哲, 曾昀, 永田晃洋, 長谷川勉, 倉爪亮, 諸岡健一, 村上剛司, “Tms クラウド: ロボットタウンマネジメントのためのスケーラブルな分散処理システム”, 第 13 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, (2012), pp. 1H4-7
- (8) [https://github.com/irvs/ros\\_tms/wiki/](https://github.com/irvs/ros_tms/wiki/).