

情報構造化空間管理システム ROS2-TMS の開発

- ロボットコントローラモジュールと複数ロボットの協調動作 -

○ソン ミンス (九州大学), 井塚 智也 (九州大学), 河村 晃宏 (九州大学), 倉爪 亮 (九州大学)

Development of ROS2-TMS for informationally structured environment

Robot controller modules and cooperative motion of multiple robots

○ Minsoo SONG (Kyushu Univ.), Tomoya ITSUKA (Kyushu Univ.), Akihiro KAWAMURA (Kyushu Univ.), and Ryo KURAZUME (Kyushu Univ.)

Abstract : This paper introduces a newly developed Town Management System(TMS) using ROS2 named ROS2-TMS. ROS2-TMS is a software platform for informationally structured environment and manages various systems including sensors, service robots, and service task execution. To upgrade ROS-TMS to ROS2-TMS, we designed ROS2-TMS to have the advantage of versatility and flexibility against ROS-TMS.

1. 緒言

近年, 高齢化による労働力不足問題を解決するため, ロボットを利用したサービスが注目されている. しかし, 人の生活空間においては人や物の位置情報に動的な変化が生じることが多々あるが, ロボット単独ではその変化を把握することが困難なため, 提供可能なサービスが限定されてしまう. そこで, より複雑で多様なサービスの提供を実現するために, 周囲の環境に様々なセンサを配置する環境情報構造化が提唱されている. 我々はこれまでに環境内に配置された多数のセンサの情報を集約し, ロボットを通して多様なサービスを提供するための情報構造化環境ソフトウェアプラットフォーム ROS-TMS や, その開発と研究の為のハードウェアプラットフォームである屋内情報構造化環境 Big Sensor Box(B-Sen, Fig.1) を開発してきた [2][3]. 一方, これまで主に研究用途に開発さ



Fig. 1: Big Sensor Box

れてきた ROS に代わり, 安定性や安全性に優れた新たな ROS2(Robot Operating System 2) が提案されている. しかし, ROS2 は通信ミドルウェアに市販の DDS を採用するなど, 従来の ROS とは互換性がなく, ROS で開発され

たソフトウェアをそのまま用いることができない. そこで本稿では, これまでに開発した ROS-TMS を ROS2 を用いて再構築した ROS2-TMS[1] を紹介するとともに, 複数ロボットの協調移動を実現するためのフィードフォワードナビゲーションモジュールについて報告する.

2. システム構成

2.1 ROS-TMS から ROS2-TMS へ

ROS2-TMS は, これまでに開発した ROS-TMS を ROS2 を用いて再構築し, 様々な現場の状況に対応し, ダウンロードおよびインストールするだけで, 容易に環境情報構造化プラットフォームの構築が可能なシステムの実現を目指している. ROS2 は, Linux, Windows, macOS といった様々な OS 上での動作が保証されており, バックエンド管理及び状況に適したユーザインタフェースの開発と配布が容易である. また, 通信ミドルウェアに市販の DDS を採用することで, 汎用的な通信プロトコルを使用することができる.

ROS2-TMS は, 現在, NEDO/SIP で開発されている, 多様な IoT 機器で使用可能なライブラリ群『MyIoT ストア』のロボット向けパッケージとして整備が進められている. 『MyIoT ストア』は, 様々な IoT 製品を容易に接続し利用するためのライブラリ群であり, ビジュアルプログラミング環境として広く採用されている Node-Red をベースとした MyIoT ライブラリと, ロボット用ミドルウェアである ROS2 をベースとした環境情報構造化プラットフォーム ROS2-TMS から構成される. 開発した ROS2-TMS はオープンソースであり, NodeRed ベースの IoT ライブラ

りとともに『MyIoT ストア』の一部として公開されている [4].

2.2 ROS2-TMS の構成

ROS2-TMS は、環境情報を管理するデータサーバを含むデータベース (TMS-DB), 複数のタスクを管理するタスクスケジューラ (TMS-TS), ロボットの動作を計画し、実行するロボットコントローラ (TMS-RC), 及びモーションキャプチャカメラや心拍センサなどのセンサモジュール (TMS-SS) で構成されている (Fig.2). ROS2-TMS を構成する各モジュールについて、以下でより詳しく説明する。

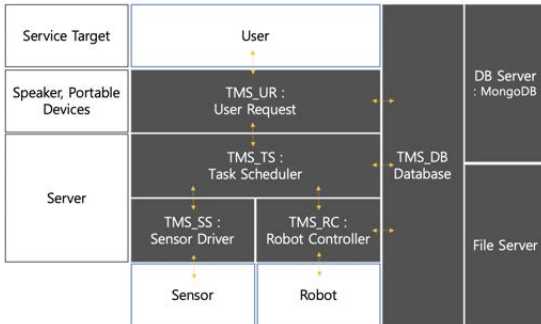


Fig. 2: Structure of ROS2-TMS

2.2.1 TMS-DB

TMS DB は、Fig.3 に示すように環境情報を管理するデータサーバを含むデータベースである。TMS_DB の構成としてはデータ情報を登録する DB Publisher, 情報の書き込みを行う DB Writer, 情報の読み出しを行う DB Reader, データベース本体で構成されている。データベース本体の実装には mongodb(ver. 4.0) を用いており、環境地図などの静的な情報、環境埋込センサに関する情報、及び計測された移動体位置などの動的な環境情報を管理する。

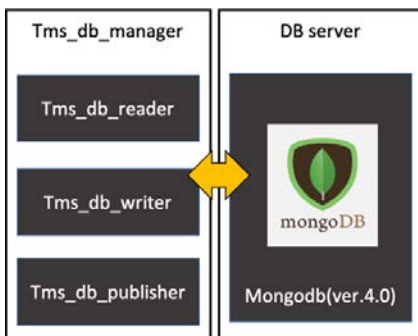


Fig. 3: Database system

2.2.2 TMS-SS

センサシステム (TMS-SS) は、モーションキャプチャカメラや心拍センサなどのセンサの情報の取得及びデータ

ベースに情報を送信するセンサモジュールである。開発したセンサモジュールとして、人物の動作推定及び物品検出が可能なモーションキャプチャカメラ (Vicon) などがある。

2.2.3 TMS-RC

ロボットコントローラモジュール (TMS-RC) は、実際にロボットを制御するモジュールである。ロボットの移動であれば、移動コマンドで送られた目標点に到達するように、ロボットの前進・回転などの動作を計画し、実行する。ロボットアームによる把持であれば、指定された目標物体に指定方向からアプローチし、把持を行う。以下では、新たに開発した 2 種類のロボット (コミュニケーションロボット Double 3, ヒューノイド型ロボット SmartPal V) 用のモジュールについて説明する。

コミュニケーションロボット Double 3

Double 3 (Double Robotics) は、遠隔操縦やモバイルビデオチャット機能を有するコミュニケーションロボットである (Fig.5). Double 3 では、従来の Double 2 に比べて、Nvidia Jetson TX2, 2つの Intel RealSense 深度センサ, 2つの高解像度カメラ, 及びビームフォーミングマイクアレイなどが追加され、障害物を迂回して目的地に自動で移動できる。しかしこれまでの iOS ベースの Double 2 と異なり、Double 3 は Linux ベースであり、インターフェースが大きく異なるため、ROS2 を利用するには Double 3 向けの新たなモジュールの開発が必要である。そこで、ROS2-

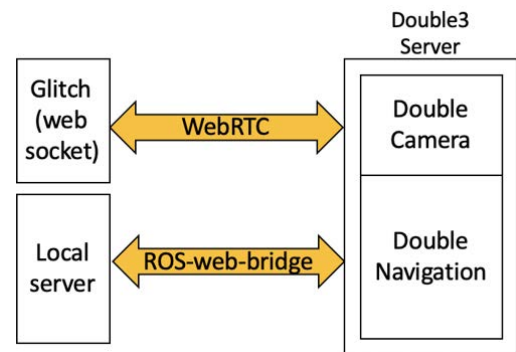


Fig. 4: Developed modules for Double 3

TMS では、Double 3 用の新たな制御モジュールを開発した。このモジュールは、ROS2 から Double 3 制御用の Web サーバに接続し、ロボットに移動指令などを送信できる。Double 3 の制御には、Double 3 の動作指令を受信しロボットを動作させる Web サーバ、および Web-RTC を用いた映像音声伝送用サーバの 2 つのサーバが必要である。しかしセキュリティの制約から、ローカルネットワーク上で制御用 Web サーバと映像音声用 Web-RTC サーバを同時に起動することが困難であった。そこで、ROS2 用の

サーバと Web-RTC を切り離し、Double 3 の制御用サーバと ROS2 はローカルネットワーク内で Ros2-web-bridge を用いて接続する。また、Double 3 で撮影された動画や音声通信を制御する Web-RTC サーバは、インターネット上の Glitch サーバで実現した。Fig.4 に ROS2 用の Double 3 制御モジュールの概要を示す。



Fig. 5: Double 3



Fig. 6: Smartpal V

ヒューマノイド型ロボット SmartPal V

ヒューマノイド型サービスロボット (SmartPal V, 安川電機) (Fig.6) は、物品取り寄せなどの日常生活サービスを提供するサービスロボットである。ROS-TMS2 により制御するため、これまでに開発した ROS-TMS 用 SmartPal V 制御プログラムを改良し、初期起動に関する Initialization, TMS-DB とデータを通信するの ObjectDataUpdate, 実際にロボットに移動命令を送信する RobotControl を、Omniorb4.2 バージョンアップや ROS2 の Moveit_msgs を用いて開発した (Fig.7)。

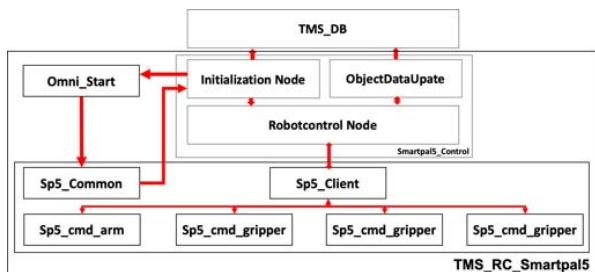


Fig. 7: Control system of SmartPal V in TMS-RC

3. 複数ロボットの協調移動のためのフィードフォワードナビゲーション

ROS2 は、従来の ROS が単一ロボットに対するものであったのに対し、複数ロボットが同時に制御可能な拡張がなされている。そこで ROS2-TMS では、新たに複数のロボットの協調移動を実現するナビゲーションパッケージを開発している。本パッケージでは、実際にロボットが受信した移動命令を実行する前に、各ロボットの経路データを比較し、お互いのロボットの経路をあらかじめ把握することで衝突を回避し、効率的なナビゲーションを実現する。具

体的には、ナビゲーション用の地図にフェードフォワードレイアを追加し、BT_Navigator へ send_goal コマンドを送る前に、各ロボットの初期経路を ComputePathToPose から受け取り、タスクの優先度や全体の動作時間を考慮し、作業効率が高くなるように調整する。Fig.8 に本モジュールの概要を示す。このモジュールでは衝突の危険を予測し、衝突可能な座標に Costmap のフィードフォワードレイアを生成する。生成できた Costmap のレイア情報を用いて、危険地域を回避して新たな移動経路を計画するフィードフォワードナビゲーションを実現する。

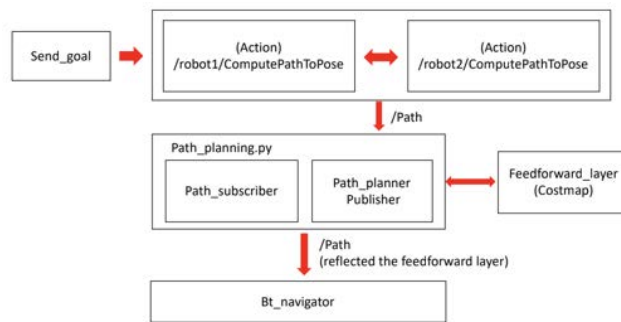


Fig. 8: Negotiation system of feed forward navigation

4. 結言

本稿では、ROS2 を用いた情報構造化空間管理システム ROS2-TMS について、その基本的構成や新たに追加されたモジュールを紹介した。また現在開発中のフィードフォワードナビゲーションのためのモジュールの概要を示した。

謝辞

本研究の一部は、内閣府が進める「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期/フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」(管理法人: NEDO) によって実施されました。

参考文献

- [1] 井塚 智也, 林 拓真, 河村 晃宏, 倉爪 亮, "情報構造化空間管理システム ROS2-TMS の開発", 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会, Vol.35, No.4, 2020
- [2] 清山 昂平, 河村 晃宏, 倉爪 亮, "情報構造化環境プラットフォーム ROS-TMS 4.0, 5.0", 第19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 SI2018, pp.1071-1074, 2017
- [3] Junya Sakamoto, Kouhei Kiyoyama, Kohei Matsumoto, Yoonseok Pyo, Akihiro Kawamura, Ryo Kurazume, "Development of ROS-TMS 5.0 for Informationally Structured Environment", ROBOMECH Journal, Vol.5, No.24, 2018
- [4] ROS2-TMS, "https://github.com/irvs/ros2_tms"