

# テーマパークにおける自律案内ロボットの開発

○松本 耕平 (九州大学), 今井 将人 (九州大学), 山田 弘幸 (九州大学),  
河村 晃宏 (九州大学), 倉爪 亮 (九州大学)

## Development of Autonomous Tour-Guide Robot in a Theme Park

○Kohei MATSUMOTO (Kyushu University), Masato IMAI (Kyushu University),  
Hiroyuki YAMADA (Kyushu University), Akihiro KAWAMURA (Kyushu University),  
and Ryo KURAZUME (Kyushu University)

Abstract : In this paper, we describe an autonomous tour-guide robot system in wide area outdoor environments. In this system, a tour-guide robot is equipped with a depth camera, a 2D laser distance sensor, and a QZSS receiver for obstacle detection and positioning. In addition, several sensor systems are installed in the environment for estimating the position of the robot. The guide application is also implemented on the Android terminal installed in the robot. We report on the details of the developed system and the demonstration experiment.

### 1. 緒言

近年、少子高齢化や地方の過疎化などの社会問題に対して、IoT、ロボット、人工知能、ビッグデータ等の新たな技術を導入により、それらの解決を目指した Society 5.0 が提唱されている。特に、ロボティクス分野においては、自律ロボットによる運搬、警備、介護などのタスクの代替や拡張が期待されている。このような自律サービスロボットが人間と共存し適切かつ安全に動作するためには大量かつ正確な環境データが必要不可欠である。しかし、環境内の大量な情報の取得し、様々なサービスタスクの実行を一台のロボットのみで行うのは困難である。

そこで我々は、環境側に多数のセンサを分散配置し、そのセンサが集めた環境内の様々な情報を用いて、ロボットの認知能力の拡張を行う環境情報構造化について研究を行ってきた [1] [2]。環境情報構造化は、複雑な環境内で自律ロボットが、安全かつ効率的に作業を行うために欠かせないものである。

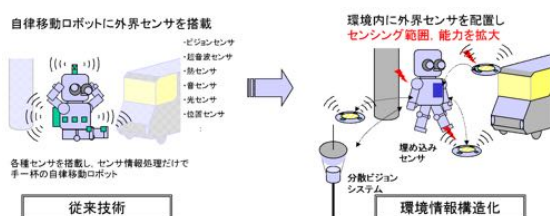


Fig. 1: 環境情報構造化の概念図

この環境情報構造化のコンセプトに従い、我々は現在、国内テーマパークと共同で、パーソナルモビリティビークル (PMV) Loomo をベースとした屋外広域環境における

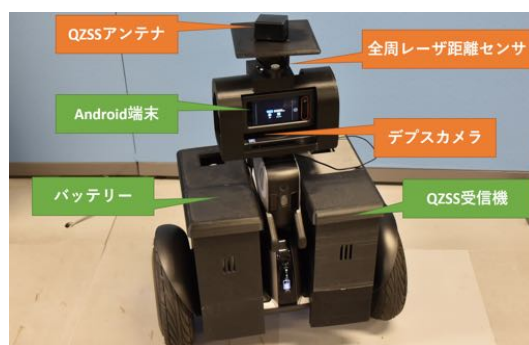


Fig. 2: システムの外観

案内ロボットの開発を行っている。本稿では、開発したシステムについて述べた後、これまでに行った案内実験について報告する。

### 2. ハードウェア構成

本システムでは、ロボットプラットフォームとして、搭乗可能な移動ロボット Loomo を用いた。また、ロボット搭載センサとして、デプスカメラ、全周レーザ距離センサ、および準天頂衛星測位システム (QZSS) 受信機を用いた。環境設置センサとして、小型センサ端末 (P<sup>2</sup>-Sen) を用いた。

開発したロボットシステムの外観を Fig.2 に示す。

#### 2.1 Loomo

Loomo (Fig.3) (Segway Inc.) は搭乗可能な移動ロボットであり、本システムのロボットプラットフォームとして

用いる。Loomo には、標準でデプスカメラや Android 端末が搭載されており、SDK を用いることで、これらのセンサ情報を用いた、様々なアプリケーション開発が可能である。



Fig. 3: Loomo

## 2.2 デプスカメラ

ロボット内にはデプスカメラ Realsense ZR300 (Intel) (Fig.4) が搭載されており、ロボットの前方の障害物を検知するために用いる。計測可能範囲は 0.5m ~ 3.5m である。

## 2.3 全周レーザ距離センサ

今回使用した全周レーザ距離センサは LDS-01 (ROBOTIS) (Fig.5) であり、ロボットの周囲 360 度の障害物を検知するために用いる。計測可能範囲は 0.12m ~ 3.5m である。



Fig. 4: RealSense ZR300

Fig. 5: LDS-01

## 2.4 準天頂衛星測位システム (QZSS)

準天頂衛星測位システムは、準天頂軌道の衛星が主体となって構成される、日本の衛星測位システムである。準天頂軌道衛星で GPS 衛星を補うことで、誤差改善や安定のために必要な、8 機以上の衛星による測位が期待できる。これによってマルチパスなどによる誤差を軽減でき、より高精度で安定した衛星測位が可能である。



Fig. 6: QZSS モジュール

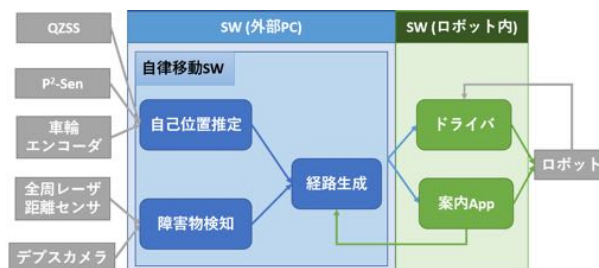


Fig. 7: ソフトウェアの構成

## 2.5 小型センサポール P<sup>2</sup>-Sen

我々はこれまでに、環境固定センサとして小型センサポール P<sup>2</sup>-Sen を開発している [6]. これは、レーザレンジファインダとボード PC を内蔵した小型センサ端末である。なお、後述する実験では P<sup>2</sup>-Sen は用いていないが、今後テーマパークでの実験などでは利用を予定している。

## 3. ソフトウェア構成

ソフトウェアは大きく分けて自律移動ソフトウェアと案内アプリケーションがあり、このうち自律移動ソフトウェアは、自己位置推定、経路生成、障害物検知から構成される。ソフトウェアの構成を Fig.7 に示す。

### 3.1 自己位置推定

自己位置推定では、QZSS や P<sup>2</sup>-Sen から取得したロボットの位置、および車輪エンコーダから得た速度情報を拡張カルマンフィルタで統合している。なお、QZSS は現状では不安定であり、後述する実験では、環境に予め設置したアクティブビーコンも併用して位置同定を行っている [6].

### 3.2 障害物検知

障害物検知では、デプスカメラ及び全周レーザ距離センサで取得したデータを、地図上のコストとして用いることで自律移動システムへ反映する。また、衝突回避のために

ロボットの一定範囲内に障害物がある場合はその場で停止する。

### 3.3 経路生成

経路生成では、初めにダイクストラ法を用いて目標位置までの最短パス（グローバルパス）を生成する。その後、実際にロボットが走行する際には、Dynamic Window Approach (DWA) [5] を用いて、障害物を避けながら移動する最適パス（ローカルパス）を生成する。

### 3.4 案内アプリケーション

案内アプリケーションは Loomo 内の Android 端末に実装しており、ユーザのリクエストに応じて自律移動ソフトウェアに目的地情報を送信し、目的地に到達次第、音声による施設の説明を行う。

## 4. 実験

九州大学伊都キャンパスの一区間において、案内実験を行った。Fig.8 に環境の地図を示す。①～⑤までのポイントを移動し、各ポイントで施設の説明を行う、各ポイント



Fig. 8: 実験環境

はそれぞれ、①：案内開始地点、②：理系図書館、③：ベンチ・休憩スペース、④：ウエスト2号館、⑤：案内終了地点として案内を行う。案内実験の様子を Fig.9 に示す。

## 5. 結言

本稿では、これまでに開発した自律案内ロボットシステムの、ハードウェア構成、ソフトウェア構成と、案内実験について述べた。実験では開発したロボットシステムが、目的地まで移動し、それぞれの場所で施設等についての説明を行うことが可能であることを確認した。今後、テーマパークでの実験を行う予定である。



Fig. 9: 案内実験

## 参考文献

- [1] Ryo Kurazume, Yoonseok Pyo, Kazuto Nakashima, Tokuo Tsuji, and Akihiro Kawamura, “Feasibility study of IoRT platform “Big Sensor Box”,” *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2017)*, pp.3664-3671, 2017.
- [2] Yoonseok Pyo, Kouhei Nakashima, Shunya Kuwahata, Ryo Kurazume, Tokuo Tsuji, Ken’ichi Morooka, and Tsutomu Hasegawa, “Service Robot System with an Informationally Structured Environment,” *Robotics and Autonomous Systems*, Vol.74, No.Part A, pp.148-165, 2015.
- [3] Rudolph Triebel et al., “SPENCER: A socially aware service robot for passenger guidance and help in busy airports,” *Springer Tracts in Advanced Robotics*, 113, pp.607-622, 2016 .
- [4] Thomas Moore, and Daniel Stouch, “A Generalized Extended Kalman Filter Implementation for the Robot Operating System,” *Intelligent Autonomous Systems 13*, pp.335-348, 2016.
- [5] Fox Dieter, Burgard Wolfram, and Thrun Sebastian, “The dynamic window approach to collision avoidance,” *IEEE Robotics and Automation Magazine*, pp.23-33, 1997.
- [6] 今井 将人, 平松 知樹, 山田 弘幸, 河村 晃宏, 倉爪 亮, “パーソナルモビリティのための情報構造化環境の構築とテーマパークでの誘導実験,” 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会 2018, pp.2A2-D07, 2018.6.2-5