

第 4 章

実環境におけるシステム構築

4.1 はじめに

2 章および 3 章で説明した複数 LiDAR を用いた人物追従システムと UAV 撮影計画を実環境において構築する。本章では，今回構築したシステムに利用した開発プラットフォームおよび機器について説明する。

4.2 Robot OperationSystem の概要

本研究では，ロボット用のソフトウェアプラットフォームである Robot OperationSystem(ROS) を利用している。ROS は Ubuntu や Linux Mint などの Linux 系 OS でサポートされているミドルウェアやソフトウェアフレームワークの一種である。またロボットを動作させるためのプロセス間の通信，パッケージ管理，ソフトウェア開発に必要なツールやライブラリを提供している。ROS でサポートされている言語は主に C++ と Python であり Java や Lisp などの言語も使用できる。つづいて ROS 通信について説明する。ROS ではプログラムをノードと呼ばれる比較的小さなプログラムに細分化して実装し，そのノード間で情報をやりとりしてロボットなどの制御を行う。ノード間の通信は主に 3 種類あり，単方向非同

期通信方式のトピック通信，双方向同期通信方式のサービス通信，双方向非同期通信方式のアクション通信を利用できる．本研究ではトピック通信のみを用いているので，サービス通信，アクション通信の説明は省略する．図にトピック通信のイメージ図を示す．トピックとはノード間でやりとりするメッセージの名前であり，トピックを一定周期で配信するノードを配信者ノードと配信されたトピックを受ける購読者ノードによって通信システムは構築される．ノード実行時に ROS マスターにトピック名とメッセージの形式が登録され，購読者ノードは ROS マスター内で受信したいトピックを配信しているノードを探索し，その配信者ノードと通信を行う．本実験では，撮影計画を実行する PC（ホスト，LiDAR に接続している PC，UAV を直接制御しているタブレットに ROS を導入し，地上から UAV の制御を行う．

4.3 ROS による UAV 制御

本研究では，撮影計画を実装する UAV として，民生用ドローンおよび関連機器製造会社である DJI 社の Mavic Mini を複数台使用する．以下，MavicMini の性能の概要と制御を行うための通信モデルについて説明する．

MavicMini は GPS センサを搭載しており，フライトコントローラで自身の位置情報を管理している．昨年度まで使用していた同社が販売している Matrice600 とは異なり，ROS と直接通信ができる DJI Onboard SDK が使用できない．そのため MavicMini の制御は DJI Mobile SDK を用いて行う．DJI Mobile SDK は Android 端末，IOS 端末のアプリによりフライトコントローラと ROS の通信を可能にする API を提供する．今回の実験では Android 端末で MavicMini を制御するアプリを開発し，無線 LAN によって ROS マスターと通信を行う．図に通信モデルを示す．

4.4 地上設置 LiDAR と GPS センサ

LiDAR はレーザ機器やセンサなどの開発を行う北陽電機株式会社の UTM-30LX-EW, 同社の UST-30LX の 2 台を使用する. 性能はどちらも検出範囲は $270[\text{deg}]$, 角度分解能は $0.25[\text{deg}]$ であり, LAN ケーブルから点群情報を送信する.

本研究では 3 章で示した通り, LiDAR の位置情報を GPS センサから取得し, map 座標を得



Source : <https://www.dji.com/jp/mavic-mini>

Fig. 4.1 Mavic Mini

る．今回の実験では GPS センサは ublox 社のマルチバンド GNSS アンテナの ANN-MB-01 を使用する．

昨年度の研究では LiDAR の情報を有線 LAN ケーブルでホスト PC に送信していたが，LiDAR を複数台使用する場合，有線 LAN ケーブルで接続するのは非常に不便であり効率が悪い．そこで，LiDAR の点群情報と GPS センサからの位置情報を無線でホスト PC に送信するシステムを構築する，LiDAR や GPS センサから直接データを無線通信することができないので，一旦ホスト PC とは別の PC に接続してその PC からホスト PC へ無線接続する．LiDAR と接続する PC (サブ PC) には Raspberry Pi4 modelB を採用した．Raspberry Pi4 は Ubuntu server OS に対応しており ROS をインストールすることができる．LiDAR をサブ PC に有線 LAN ケーブルで接続し，サブ PC 内で点群情報を ROS トピックとして配信するノードを立ち上げることでホスト PC との無線接続を可能とする．GPS 情報はサブ PC にデータを取り込んだ後，サブ PC とホスト PC で TCP 通信を行う．ホスト PC で，受け取った GPS 情報をトピックに変更するノードを立ち上げることにより，LiDAR の位置情報



Source : <https://www.hokuyo-aut.co.jp/search/single.php?serial=146>

Fig. 4.2 UTM-30LX-EW

を UAV 撮影計画の ROS プログラム内で使用することができる。

4.5 本章のまとめ

本章では，HRP-2 に基づいたパラメータを用いて，連続的変化のある地形と不連続な地形とでいくつかの問題設定で計画を行った．そして，不連続な地形上では計算が不安定化してしまう問題が残るが，連続的な地形では安定して最適化された脚配置計画を得ることができ，またいずれにおいても計算時間は両脚支持期間よりも短く，実時間性を有していることが示された．



Source : <https://www.hokuyo-aut.co.jp/search/single.php?serial=195>

Fig. 4.3 UST-30LX



Source : <https://www.hokuyo-aut.co.jp/search/single.php?serial=146>

Fig. 4.4 Multi-band GNSS Antenna ANN-MB-01

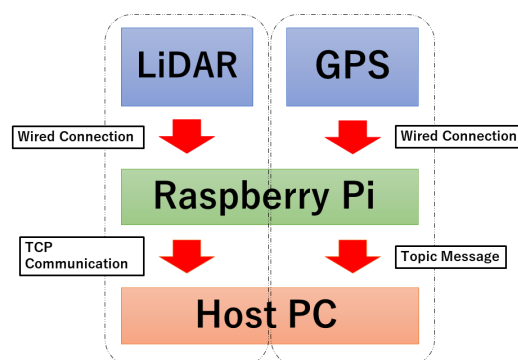


Fig. 4.5 Wireless Communication Model for LiDAR and GPS antenna