

戸締まり状況確認模擬衛星 SUZUME

長崎県立長崎西高等学校 物理部

麻生 賢太郎 (2年) 樋渡 峻也 (2年) 高原 大和 (2年) 藤田 晃成 (2年)

1. 概要

校舎の窓の戸締まり状況を画像認識により確認し、閉め忘れがあれば知らせてくれる戸締まり監視システムを製作する。中庭に設置した桶の水面に浮いた本システムは、電源管理、無線通信、姿勢制御、画像認識など、人工衛星と同様なサブシステムをもつ「地上模擬衛星」である (図 1)。使用したすべての部品が簡単に入手可能な民生部品であることも特徴で、他の高校生が参考にできる、高校生による高校生のための模擬衛星製作の教材化の取り組みである。



図 1: 水に浮いた模擬衛星 (模型)

2. 具体的な提案内容

■ システムの概要

Raspberry Pi (以下、ラズパイ) を 3 つ使用して地上模擬衛星を製作する (図 2)。模擬衛星に外部 PC から Wi-Fi で接続して戸締まり確認の開始指示を出すと (アップリンク)、2 軸の磁気トルカで向きを変え、姿勢決定後に校舎の写真を撮影する。確認結果は Wi-Fi 接続で受信でき (ダウンリンク)、模擬衛星が繰り返し発信している AM 音声信号 (ビーコン) でも受信できる。図 3 はそのアクティビティ図である。

■ ラズパイ A (Raspberry Pi Pico W)

Wi-Fi アクセスポイントとして動作し、外部 PC と模擬衛星との通信の窓口となる。戸締まりの結果がラズパイ C から返ってくると、その結果をウェブページとして外部 PC へと送信すると同時に、ラズパイ B に姿勢制御の停止指示を出し、待機状態へと戻る。

■ ラズパイ B (Raspberry Pi Pico)

長さ 90mm、400 回巻きの自作の磁気トルカが 2 本接続されており、模擬衛星内部に軸が直交するように固定してある。磁気トルカに流す電流の向きと強さは PWM 制御で個別に決定できるため、模擬衛星は水平面内のすべての方角を向くことができる。

■ ラズパイ C (Raspberry Pi Zero W)

角速度センサで姿勢決定した後に写真を撮影する。OpenCV を用いて、事前に撮影した基準画像 (図 4) と、撮影画像 (図 5) の間の画像差分 (図 6) をとることで、戸締まり判定を行う。



図 4: 基準画像

図 5: 窓が開いている画像

図 6: 図 4 と図 5 の画像差分

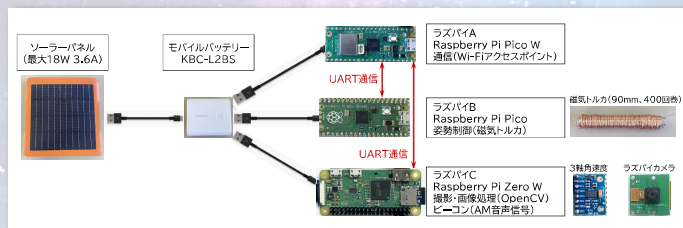


図 2: 模擬衛星のシステム構成

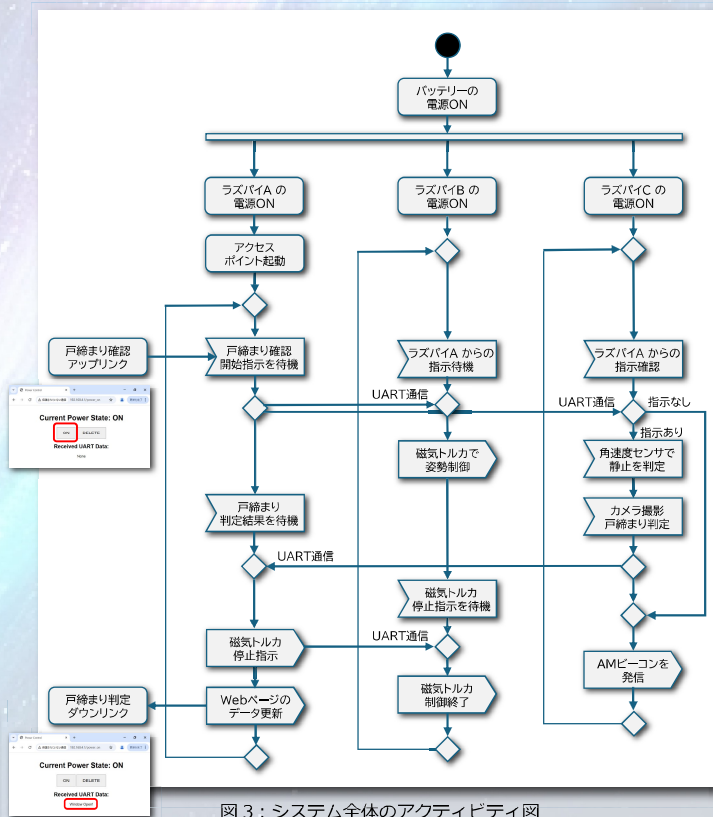


図 3: システム全体のアクティビティ図

3. 得られる成果

- ・ 高校生にマイコンや電子回路技術に触れるきっかけを提供し、高校生目線の模擬衛星教材となる。
- ・ 高校生が Python に触れる機会が得られ、OpenCV の画像認識に取り組むことができる。
- ・ 模擬衛星の製作が容易になれば衛星システムが理解でき、衛星に興味を持つ人が増える。
- ・ 戸締まり確認が楽になり、先生方の働き方改革につながる。

4. 独創性と社会的効果

- ・ 民生部品で模擬衛星を製作する手順を公開することで、宇宙利用の裾野を広げることができる。
- ・ ラズパイなどの安価なマイコンボードで人工衛星を制御できることを知ってもらおう。
- ・ 戸締まり状況の確認以外の地上での用途にも多くの高校生や初心者が取り組むことができる。
- ・ 人が入ることができなくなった地域の被災状況を宇宙から把握できるシステムを実現してみたい。

5. 謝辞

本概要書を執筆するにあたり、九州工業大学大学院工学研究院宇宙システム工学研究系の寺本万里子准教授、北村健太郎教授には、ミッション設定およびシステム工学についてご指導をいただきました。