

# 種子島ロケットコンテスト 2018 でゼロメートルゴールを達成した CanSat のログデータの分析

秋山実穂<sup>†1</sup> 斎藤卓也<sup>†1</sup>

**概要:** 我々は惑星探査ローバを開発し、種子島ロケットコンテスト 2018 の CanSat 部門に参加した結果、ゴールまでゼロメートルの記録で優勝した。本稿では大会時に取得した気圧、加速度、ジャイロセンサ等のログデータの詳細な分析結果について述べ、またカメラ画像認識によりローバをゴールへ誘導制御することによりゼロメートルゴールを達成した制御手法及び実際の画像解析結果について述べる。

## Analysis of Log Data of CanSat Which Achived Zero Meter Goal in Tanegashima Rocket Contest 2018

MIHO AKIYAMA<sup>†1</sup> TAKUYA SAITO<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

我々は小型惑星探査ローバを開発し、種子島ロケットコンテスト 2018 CanSat 部門に参加した。ローバを気球で 50 上空へ上げ放出し、定められた目標地点に自律制御により近づくコンテストである。コンテストに参加することにより開発したローバの性能及び動作アルゴリズムについて実証評価を行った。過去に我々は ARLISS2016[1] 及び ARLISS2017[2] のログデータについて分析してきた。今回も同様に種子島ロケットコンテスト 2018 CanSat 部門で実際に得られたデータを分析した結果について述べる。

### 2. ローバの構造

我々は 2 輪タイヤ駆動のローバを設計した。2 輪タイヤ駆動では車体が回転してしまうためスタビライザを取り付けた。フレームとスタビライザにはポリカーボネートを使用し、タイヤ素材には天然ゴムスポンジを使用することで、放出から地面に着地する際の衝撃吸収が行えるようにした。また気球から放出後地面に着地するまでの減速機構にはパラシュートを用いた。制御コンピュータには Raspberry Pi Zero W を使用し、位置情報を取得するための GPS を搭載し、タイヤで進行をするためモータとモータドライバを搭載した。また GPS 制御のみでは目標地点まで 0m で到達する事は困難であるため、カメラにより目標地点のカラーコーンを画像認識することにより 0m ゴールを目指した。ローバには様々なセンサを搭載しており、加速度、ジャイロ、気圧、温度、湿度を 10Hz でサンプリングした。自律制御中にリアルタイムの制御状況を確認するため、簡略化したログデータを 920MHz 帯無線機により送信した。電源には容量の大きいシリコングラフェンバッテリーを使用した。

### 3. ログデータ分析結果

種子島ロケットコンテスト 2018 で我々のローバはゴールまでの距離が 0m でゴールし 1 位の結果を得た。この時のローバのログデータを分析した結果について述べる。

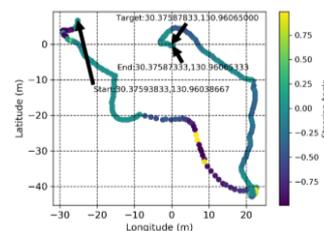


Fig. 1 Travel Locus

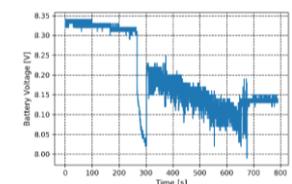


Fig. 2 Battery Voltage

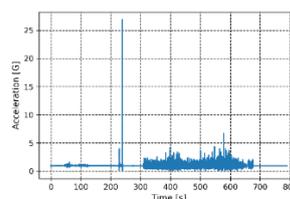


Fig. 3 Acceleration

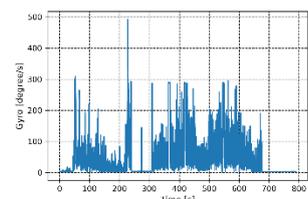


Fig. 4 Gyroscope

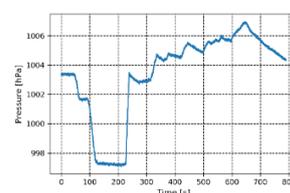


Fig. 5 Pressure

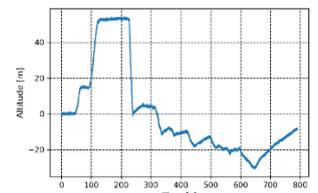


Fig. 6 Altitude

Fig. 1 にローバが走行した走行軌跡を示す。ローバはゴールから 26m 離れた地点に落下し、一時補足衛星数が下がり GPS 測位精度が低下して最大でゴールから 48m まで離れた。その後補足衛星数が上がり GPS 測位精度が向上し、ゴ

<sup>†1</sup> 愛知工科大学  
Aichi University of Technology

ールまで走行して約 4m 地点で GPS 制御をやめ、カメラ画像認識誘導に切替え、ゴールに誘導し 0m ゴールした。観測したバッテリー電圧値を Fig. 2 を示す。バッテリー電圧は初期値 8.35V から徐々に低下し、パラシュート分離のための焼き切り機構に約 1.4A の大きな電流を流したとき最小 8.02V まで低下した。モータ駆動後 8.25V から徐々に低下し、カメラで画像認識制御を行ったときに最小値 7.99V まで低下した。ゴール判定後は約 8.13V を観測した。初期値 8.35V からゴール後 8.13V を観測したことから、電源投入からゴール判定を行い停止するまで 0.19V バッテリー電圧が低下した。気球にローバを格納時からゴールまでの加速度データを Fig. 3 に示す。Fig. 3 では落下後の着地時に 26G の衝撃を観測した。走行時は平均約 4G の加速度を観測した。Fig. 4 にジャイロセンサの測定結果を示す。ジャイロセンサは気球で上空に吊り下げられているときは大きく振れているが、地上に落下後ほぼ 0 になっている。これによりジャイロセンサの値から気球から放出後着地したことを判断することが可能であることが分かった。気圧値のグラフを Fig. 5 に示す。気圧は初期値 1003hpa を記録し、気球上昇後 997hpa まで下がった。また、走行後は気圧の変動が大きくなり、約 1007hpa から 1003hpa の変動を記録した。気圧データから求めた高度値のグラフを Fig. 6 に示す。高度は初期値 0m を記録し、気球上昇後 54m まで上昇した。これは大会の規定による気球の高度 50m とほぼ一致している。着地時には再び 0m を記録した。走行後は高度の変動が大きくなり、約 5m から -29m の変動を記録した。観測した温度値を Fig. 7 に示す。温度は気球内で最大 23°C、走行後最小 17°C を観測した。観測した湿度を Fig. 8 を示す。湿度は気球内で最小 37%、走行後最大 59% を観測した。

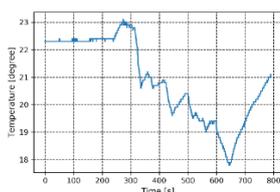


Fig. 7 Temperature

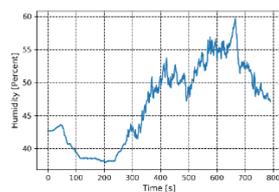


Fig. 8 Humidity

#### 4. カメラ画像によるゴール認識

ローバはゴール付近までは GPS 制御で動作し、GPS 情報がゴールから 4m 以内になるとカメラ画像からゴールのカラーコーンを認識し、ゴールへ画像情報により近づいていく制御を行っている。ゴールの認識は、カラーコーンの赤色を認識し、その 2 値画像のピクセル数が画像全体の指定されたパーセントを超えると認識するようにしている。今回は 0.25% 以上でゴールを発見する設定にしているが、最初にゴールがカメラに写った Fig. 9 ではまだ 0.08% であるため発見できていない。その後少しローバを前進させ、Fig. 10 の画像が取得された。ここで 0.81% となり、ゴールを認識し、ゴールの位置が画像より右側にあるため右にハ

ンドルを切り、さらに前進しゴールへ近づいた。次に、Fig. 11 の画像が取得され、ゴールの大きさは 23% になるが、ゴール判定を行う面積は 35% なので、まだゴール判定は行わず、左側にゴールがあるので左にハンドルを切り前進する。そして最後に Fig. 12 の画像を取得し、ゴールの面積が 72.6% に達し、ゴール判定の 35% を超えているためゴール判定し、動作を停止した。



Fig. 9 First Goal Image



Fig. 10 Second Goal Image



Fig. 11 Third Goal Image



Fig. 12 Last Goal Image

#### 5. おわりに

本稿では種子島ロケットコンテスト 2018 において 0m ゴールで優勝したローバの動作ログの詳細な分析結果について述べた。Fig. 1 により GPS が位置情報を一時的に正確に取得できないときがあり、その原因を特定することが今後の課題である。Fig. 5 の気圧データと Fig. 6 の高度データでは地上から気球でローバを上空に上昇し落下するまでの正確なデータ取得ができた。しかし走行後は地表面で走行していたが、気圧等で大きいデータ変動があった点については今後原因を調査していく必要がある。Fig. 7 の温度データと Fig. 8 の湿度データは反比例してデータが変動しているため、ローバの温度変化が湿度や気圧データに影響を与えている可能性がある。今回は気球により放出され地面に着地した判定を気圧から求めた高度のみで行っているが、Fig. 4 に示したジャイロセンサのデータから、ジャイロ値を用いることでより高精度に判定可能であることが判明した。カメラ画像によるゴールへの 0m 誘導も問題なく機能したが、ゴールから 4m 地点でのカラーコーンの認識が難しく、この改善が今後の課題である。

#### 参考文献

- [1] 斎藤卓也, 秋山実穂. 惑星探査ローバの ARLISS2016 における動作ログの分析, 情報処理学会組込シンポジウム ESS2017, pp.112-113, Aug. 2017.
- [2] 秋山実穂, 斎藤卓也. 惑星探査ローバの ARLISS2017 における動作ログの分析, 電子情報通信学会総合大会 2018, B-2-19, 東京電機大学, Mar. 2018.