

# 目次

第 1 章 緒 言	3
1.1 研究の背景	3
1.2 研究の目的	4
1.3 論文の構成	4
第 2 章 つくばチャレンジについて	5
第 3 章 ハードウェアの概要	6
3.1 ロボットの構成	6
3.2 ロボットの外観	6
3.3 システムの構成	6
3.4 低重心化の実現	6
3.5 超堤・超壕能力	7
第 4 章 マップ生成	8
4.1 移動量の取得	8
4.2 マップ生成環境	8
4.3 マップ生成	9
4.4 移動量のばらつき	9
第 5 章 結 言	11
5.1 本研究のまとめ	11
5.2 今後の課題	11

参 考 文 献

12

謝 辞

13

# 第 1 章

## 緒言

### 1.1 研究の背景

前年度つくばチャレンジ 2015 で使用したロボットの重心が高かったため、凸凹道やコンクリートなどでロボットが傾きそのまま転倒しかける様子が見られた。そこで今回は走破性の向上を考え、前年度の改善案を元にロボットを開発する。また、ロボットが市街で自律走行を行うためには、自身の位置を推定する手段が必要である。その手段としてローカルマップをグローバルマップに変換する方法が一般的だ。これらを行うために測域センサーを用いるのが主流である。しかし、今年度はローカルマップの生成を単眼カメラによって行おうと考えた。その理由としては、カメラは低コスト、省スペース、軽量であることが挙げられる。またローカルマップを生成するためには周囲との位置関係を求める必要がある。カメラでは対象物を写した 2 枚の画像とそれらの画像間距離から三角測量の原理を用いることで対象物からカメラまでの距離を計測することができる。今回は単眼カメラを用いるため画像間距離はカメラの移動量に等しい。よってカメラの移動量を取得することができれば対象物との位置関係が分かる。

## 1.2 研究の目的

今年度は走破性の向上を考え、前年度の改善案として低重心化とそれを補佐する懸架装置に注目し、“超低重心6輪独立懸架ローバー”を開発する。またカメラの移動量をモーションセンサから得られる位置情報によって取得し、三角測量を行う。これを複数回行い、得られたデータをマップとする。

## 1.3 論文の構成

## 第 2 章

# つくばチャレンジについて

## 第 3 章

# ハードウェアの概要

### 3.1 ロボットの構成

今年度のロボットに搭載したセンサを以下の表 3.1 に示す.

表 3.1 ハードウェアの構成

構成要素	メーカー・型番・スペックなど
Mian PC	NVIDIA JETSON TK1
OS	Ubuntu 14.04 LTS
camera	Panasonic HX-A1H
Buttery	KyPOM KT5100 4S 35C
Motor	MABUCHI MOTOR RS-555VC-5524
Motion Sensor	東京航空計器株式会社 CSM-MG100

### 3.2 ロボットの外観

### 3.3 システムの構成

### 3.4 低重心化の実現

設計した走行モジュールの CAD を図 3.1 に示す。図から確認できるように全高がタイヤ直径である 190mm 内に収まっているため低重心化が達成された。また 6 輪に付属している懸架装置を図 3.2 に示す。ばねを 2 本設置することでサスペンションとし、またそれらの取り付け位置を斜めにする事でさらに低重心が可能となった。

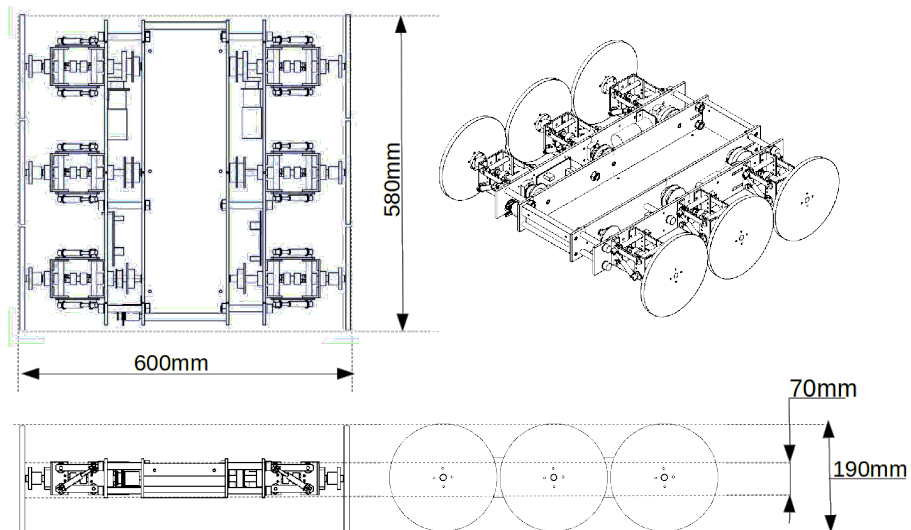


図 3.1 走行モジュール

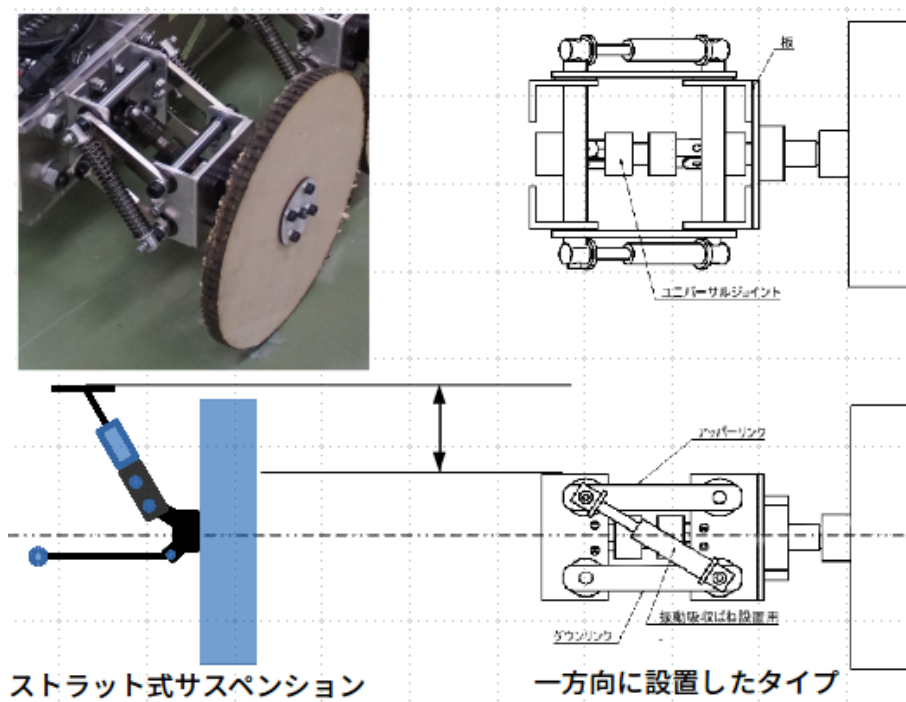


図 3.2 懸架装置

### 3.5 超堤・超壕能力

今回作成したロボットの性能を調査するため、超堤・超壕実験を行った結果、超堤:110[mm]、超壕 220[mm] が得られた。

## 第 4 章

# マップ生成

### 4.1 移動量の取得

カメラの移動量を取得するため,東京航空計器社製のモーショセンサーから得られる位置情報を使用する.モーショセンサーを図 4.1 に示す.1 回目 to 取得した位置と 2 回目 to 取得した位置の差から移動量を算出する.



図 4.1 モーショセンサー

### 4.2 マップ生成環境

マップの生成環境を図 4.2 に示す.天候はカメラ画像に影響の少ないくもりの日,画像間距離を 1.4[m] として金沢工業高等専門学校の駐車場付近でマップ生成を行った.ロボットは Start 地点から矢印の方向に進み,2 回の旋回を経て Goal 地点まで走行する.



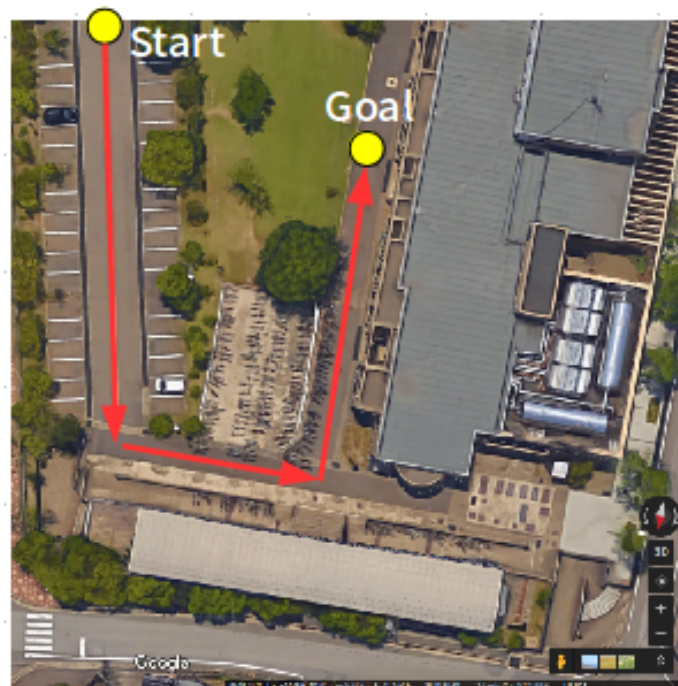


図 4.2 マップ生成環境

### 4.3 マップ生成

生成されたマップを図 4.3 に示す. 赤い点群はカメラ画像から三角測量によって得られた周囲の位置関係, 青い線はカメラ画像から得られたロボットの走行軌跡, 黄色い線を実際にロボットが走行した軌跡である. 図より, カメラ画像からマップを生成することができた. しかしカメラ画像から得られたロボットの走行軌跡は1回目の旋回時から, 実際にロボットが走行した軌跡と比べて大きく歪んでいることが確認できる.

### 4.4 移動量のばらつき

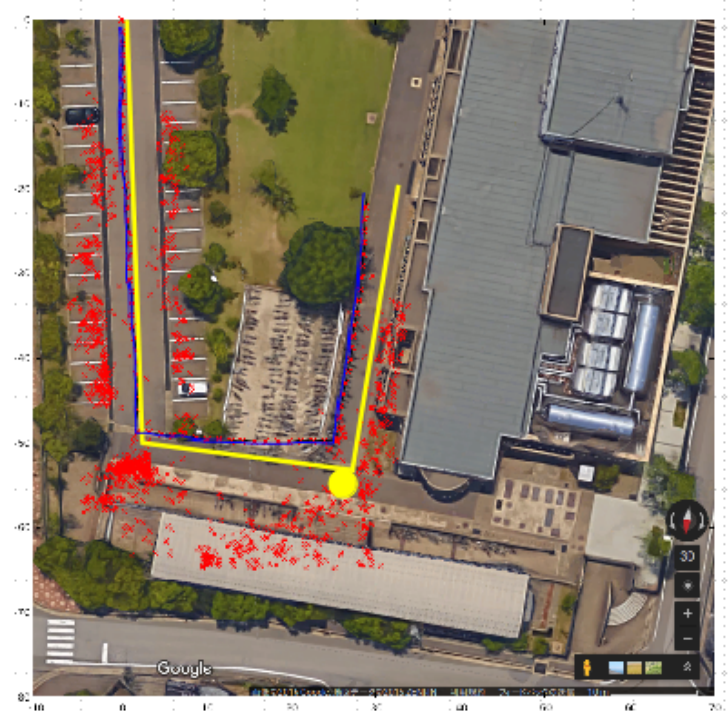


図 4.3 生成したマップ

## 第 5 章

# 結言

### 5.1 本研究のまとめ

走破性の高いロボットの開発の実現にあたり,つくば市内での走行が問題なく行えたため,走破性の高いロボットの開発は達成したと考える.また移動量の取得とマップ生成の実現にあたり,生成したマップは旋回時に大きく歪むことが確認されたが直線時には問題がなかったため3次元復元技術の基礎は確立できたと考える.

### 5.2 今後の課題

# 参考文献

- [1] Bradski,Kaehler:詳 解 OpenCV,433, 株 式 会 社 オ ラ イ リ ー ・ ジ ャ パ ン (2012)
- [2] 理 解 す る た め の GPS 測 位 計 算 プ ロ グ ラ ム 入 門,<http://www.enri.go.jp/fks442>

# 謝辞

本論文作成にあたりテーマの決定, 研究の考え方, 方法のまとめ方など全てにおいて長期にわたって厳しくも熱意のあるご指導, ご鞭撻していただいた, 伊藤恒平教授に厚く御礼申し上げます.

特に分析においても論文の書き方においても論文を何度も読んでいただき, 指導していただいた伊藤恒平教授に大変ご苦勞をかけてしまいましたことにも心よりお詫び申し上げます.

同級生のメンバーには論文の作成, 修正にご協力いただき心より感謝しております. その他、助けていただいた多くの皆様に心から感謝しております. ありがとうございました.