

太陽光発電施設を自動点検する移動ロボットの開発

帝京大学 理工学部 ヒューマン情報システム学科 3年

○遠山 貴則 (とおやま たかのり), 横松 秀康, 野村 佳太, 青木 克之, 熊倉 瑞樹

【概要】太陽光発電施設における効率的な点検や故障検知として、太陽光パネル上に発生する周囲よりも温度が高い部分（ホットスポット）を熱画像から抽出する方法が検討されている。しかし、何万枚ものパネルが並ぶ大規模な施設において、人が熱画像を撮影する方法には限界がある。そこで本研究では、自律移動ロボットを用いてパネル1枚1枚を裏側から撮影しながら、パネルのホットスポットやクラックを検知するシステムを構築する。

【地域貢献】栃木県では大規模太陽光発電の導入拡大に取り組んでおり、蓄電技術と組み合わせて災害時の電源としても期待されている。自律移動ロボットを用いて太陽光パネルの不具合を早期に発見できれば安定的な発電に貢献する。

1. はじめに

本学では自然エネルギーの普及・拡大、環境負荷低減への貢献を目指し、山梨・千葉の延べ26,000坪の敷地に発電量約6MWの大規模太陽光発電施設を設置した[1]。このような施設では、どのように効率良く点検を行うかが課題である。

発電システムの主要要素であるソーラーパネルを点検する方法の1つとして熱画像を用いる方法がある。図1に示すように、熱画像から故障の原因にもなるパネル上に発生する周囲よりも温度が高い部分（ホットスポット）を早期に発見することができる。しかし、数万枚ものソーラーパネルを人が撮影して回ることは現実的でない。

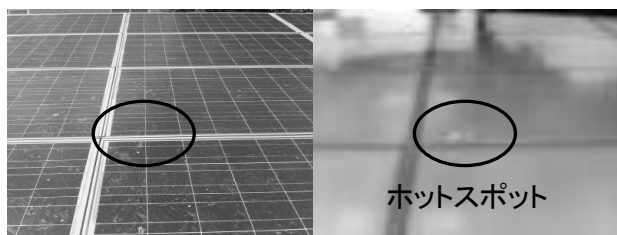


図1: 学内パネルのRGB画像(左)と熱画像(右)

そこで我々は、熱画像を撮影しながら施設内を巡回し、解析用サーバにデータを送信する自律移動ロボットを昨年度から開発している。本研究では、(1)オープンソースで開発されているロボット・アプリケーションを活用できる、(2)墜落など事故の危険性が低い、(3)パネルの裏側から撮影し

た熱画像からもホットスポットを検出できる可能性があることなどを考慮して、地上走行型ロボットをベースとしてシステムを実現する。

2. 自律移動ロボット Progress-i の開発

ハードは独立2輪駆動方式のロボットフレーム i-Card mini[2]、ソフトはMRPT[3]を利用して開発した。外観を図2、仕様を表1に示す。

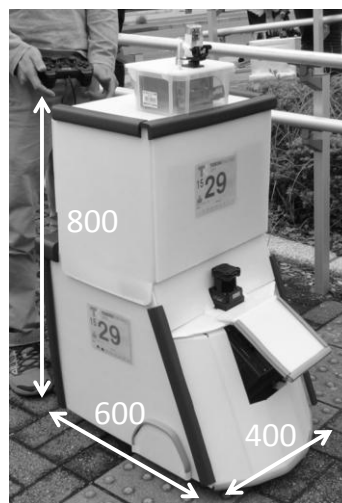


図2: Progress-iの外観(単位 mm)

まず、マニュアル走行してセンサから環境情報を取得する。次に、RBPF-SLAM[4]を利用してオドメトリと測域センサの情報から環境地図を生成し、巡回する点(ウェイポイント)を設定する。その上で、地図とセンサ情報からパーティクルフィルタを用いて自己位置を推定[5]しながら自律

表 1 : Progress-i の仕様

構成要素	メーカー・型番・スペックなど
Main PC	Apple Mac Book Air (Intel Core i7 1.7GHz, Mem 8GB)
Sub PC	Raspberry Pi 2 + Arduino UNO × 2
OS	Ubuntu 14.04 LTS
LRF	Hokuyo UTM-30LX-EW + URG-04LX
IMU	Adafruit 10-DOF IMU Breakout
US	Sain Smart HC-SR04 × 3
GPS	Adafruit Ultimate GPS
Camera	Raspberry Pi Camera & FLiR Dev Kit
Motor Driver	ツジ電子 TF-2MD3-R6
Motor	ツジ電子 TF-M30-24-3500-G15L/R (パルスエンコーダ付)
Joystick	Lanjue L600
Battery	GS YUASA NPH5-12 (12V5A) × 2

走行を行う。ウェイポイントを自動巡回して RGB 画像および熱画像を撮影し、無線通信でデータを研究室のサーバに送信する。

これらの機能を統合したシステム構成を図 3 に示す。想定外のイベントや状況変化に対応するために、危険回避機能（障害物回避，路面状況判断など）、人を検知・記録する機能を備えている。

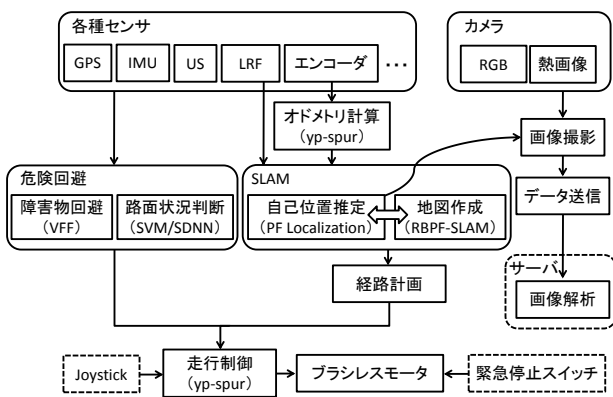


図 3 : システム構成

3. 走行実験

本学キャンパス内に設定したトライアルコースにおいて様々な条件の下で走行実験を行い、改良していくことでシステムとしての信頼性を高めている。例えば、1 周約 720m のコースにおいて自律走行した結果、Z 軸方向の加速度など 8 次元のセンサ情報に基づいて路面状況を識別し安全に走行することができた (図 4)。

また、本年度 7~11 月に行われるつくばチャレンジ 2015 (<http://www.tsukubachallenge.jp/>) にも参加しており、街中という作業環境が広く状況が変化しやすい場所で実験を行うとともに、他の研究機関との情報共有を行なっている (図 5)。

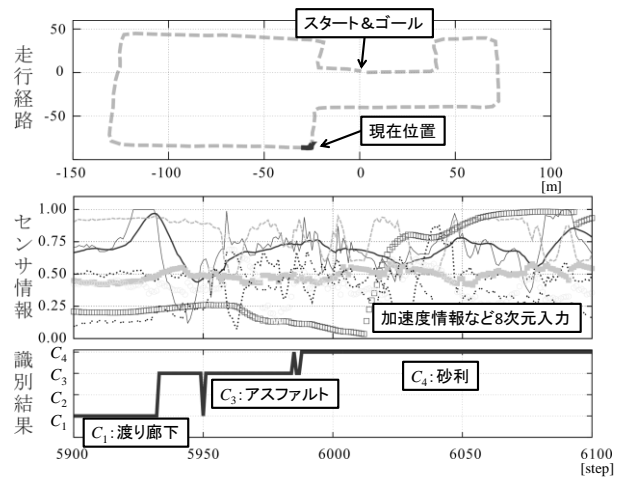


図 4 : 路面状況判断

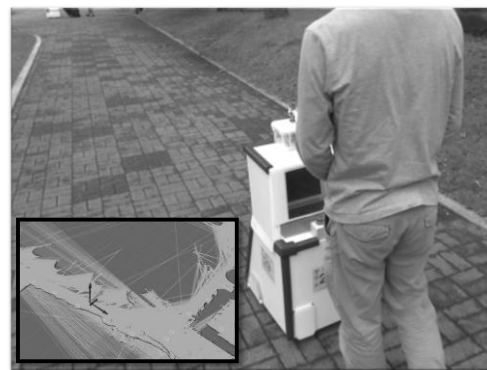


図 5 : つくば市大清水公園における走行実験

4. まとめ

本発表では大規模施設を自動巡回するロボットの開発について報告した。今後、山梨県の施設において繰り返し実験を行う予定である。

謝辞

ご指導を賜りました帝京大学工学部の小林靖之先生と山根健先生に感謝致します。

参考文献

[1]帝京大学「帝京スマートエネルギーセンター竣工式」, https://www.teikyo-u.ac.jp/news/2015/0122_4133.html, 2015.01.22.

[2]T-frog, <http://t-frog.com> (2015.10.06 アクセス) .

[3]MRPT, <http://www.mrpt.org> (2015.10.06 アクセス) .

[4]A. Doucet, N. de Freitas, K. Murphy and S. Russell, “Rao-Blackwellized Particle Filtering for Dynamic Bayesian Networks,” Proc. of the 16th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence, pp.176–183, 2000.

[5]S. Thrun, W. Burgard and D. Fox, Probabilistic Robotics, The MIT Press, 2005.