

震災時の要救助者探索用レスキューロボットの開発

山崎 芳昭 (明星大学 理工学部)

Development of Rescue Robot for Victim Search at the Earthquake Disaster

Yoshiaki YAMAZAKI (School of Science and Engineering, Meisei University)

1. 研究目的

震災で倒壊した建物や瓦礫に閉じ込められた被災者は、72時間を過ぎると生存率が著しく低下するため、迅速な救助が重要である。しかし、救助者が二次災害を被る可能性があり、人間に代わり探索を行うロボットの開発が望まれている。

我々は、Fig.1に示す探索型の遠隔操縦式レスキューロボット(Meisei Rescue Mk-5)の開発を進める中で、RoboCup Japan Openレスキュー実機リーグ⁽¹⁾に参加し、災害現場を模したフィールドで走行実験と評価を行っている。無線LANを用いてロボット搭載のカメラ映像により操縦を行うため、視野が狭く、遅延などの要因で障害物走行は熟練が必要である。

障害物環境下での自律走行の研究も行われているが、実用レベルに至っていない。ここでは、3Dスキャナを製作し障害物の認識・識別方法を検討し、さらに、IMUを適用した坂・階段の自動昇降アルゴリズムを提案し、有用性を検証した。

2. レスキューロボットの姿勢計測方法

Meisei Rescue Mk-5と搭載センサの主な仕様をTable 1に示す。走行中の坂・階段の傾きが一番急な方向を X_r 、車体 X 軸と X_r との角度差を目的角 θ_z^* (進行方向)とする。IMUの X, Y, Z 軸の加速度データ g_x, g_y, g_z と、ロール角 θ_x 、ピッチ角 θ_y 、目的角 θ_z^* は次式で求められる。

$$\theta_x = \tan^{-1} \left(g_x / \sqrt{g_y^2 + g_z^2} \right) \quad (1)$$

$$\theta_y = \tan^{-1} \left(g_y / \sqrt{g_x^2 + g_z^2} \right) \quad (2)$$

$$\theta_z^* = \tan^{-1} (g_y / g_x) \quad (3)$$

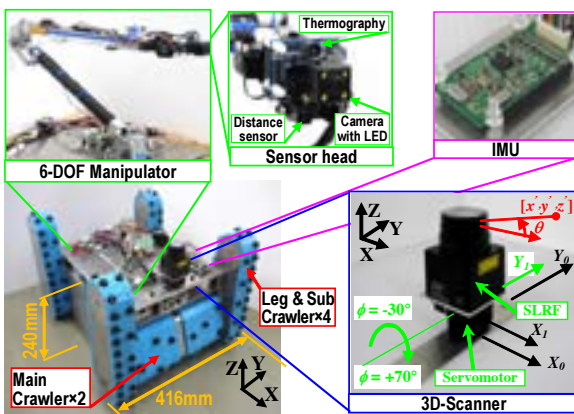


Fig.1 Overview of Rescue Robot (Meisei Rescue Mk-5)

Item	Specification
Size (weight)	W416 × L460(864) × H 218 mm (35kg)
Servo motor ×6	RE40, 150W, 156:1&43:1 gear ratio, Maxon Co.Ltd.
6-DOF Manipulator ⁽²⁾	Max.Length1.2m, Folded:590×100×126mm (1.38kg)
Thermography	16×4pixel/(60×16.4), -50~900°C, Oaktree-lab.
Distance Sensor	GP2Y0A02YK0F, Range:200~1500mm, 6.0g, SHARP
Scanning Laser Range Finder (SLRF)	URG-04LX, 0.02~5.6 m, 240°, HOKUYO Automatic Co. Ltd.,
Inertial Measurement Unit (IMU)	Hibot Attitude Sensor, 3-axis(Acceleration, Gyro, Geomagnetic) Sensor, Hibot Co.Ltd.

3. 階段の自律昇降実験

北陽電機製のスキャニングレーザーレンジファインダー(以下SLRF)にサーボモータを取り付け、3Dスキャナを構成した。障害物の手前25cmの位置にレスキューロボットを配置し、SLRFを水平から前方に1°刻みで45°までスキャンし、35°の階段認識した結果をFig.2に示す。さらに、提案した坂・階段の自律昇降アルゴリズム⁽³⁾を使用して昇降実験を行った。

IMUのフィードバック無しの走行時解析データ $\theta_x, \theta_y, \theta_z^*$ をFig.3(a)に、フィードバック有りをFig.3(b)に、エンコーダによる走行軌跡をFig.3(c)に示す。走行軌跡は、フィードバック有りでも曲がっているが、実際は直進している。階段走行時にクローラと階段間で空回りが発生したと考えられる。

走行時の目的角 θ_z^* は、フィードバック無しで目標から外れるが、フィードバック有りでは、 θ_z^* が0[°]に収束し、制御が有効であることがわかる。また、 θ_y も35[°]を示している。

4. おわりに

3Dスキャナによる障害物の認識・識別、および、坂・階段の自律昇降を目的として、IMUのフィードバックを含むアルゴリズムを提案し、走行実験により有効性を実証した。

参考文献

- [1] RoboCup Rescue actual league home page, <https://sites.google.com/site/robocupjorescuerobotleague/>
- [2] K.Omori and Y.Yamazaki, Proceedings of the 14th World Congress in Mechanism and Machine Science, Vol.3, pp.1482-1486, 2015.
- [3] N.Suzuki, and Y.Yamazaki, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 982-987, 2015.

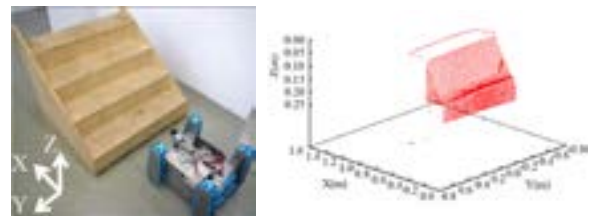


Fig.2 Experimental result of 3D-scanner scans data at 35°stairs

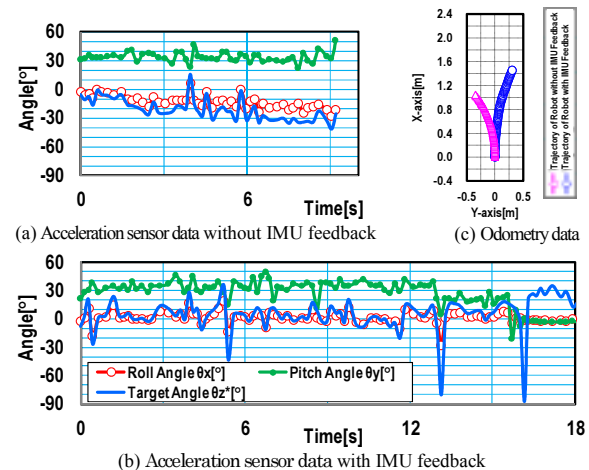


Fig.3 Acceleration sensor and encoder data analysis at 35°stairs