

E-14

RGB-D を用いた自律移動ロボットに関する研究

Research on Autonomous Mobile Robot Using RGB-D

○伊藤 仁志¹, 池田 隆志¹, 猪原 知俊², 入江 寿弘³*Hitoshi Ito¹, Takashi Ikeda¹, Tomotoshi Inohara², Toshihiro Irie³

Abstract: This research is to perform the environmental recognition and the position information estimated using RGB-D to the mobile robot. We selected the “Kinect” from RGB-D sensor. “Kinect” has the software to get RGB-D. One of the software is “Kinect Fusion”. This can run the 3D scan. It recognizes the obstacle on the basis of the data. The next is to use the behavior of Mobile robot further this data.

1. はじめに

近年, 画像や数値処理技術の発達によりカメラやセンサを搭載し環境情報を取得するロボットが, 掃除・警備などの用途で活躍している. 特に, 災害現場のように危険な環境において, 状況の把握のためにロボットが用いられている.

しかし, 現在使用されているロボットには人間による遠隔操作が必要である. そこで, カメラから得られる情報を用いて自律移動を行うロボットを試作する.

2. 研究目的

本研究では自律移動ロボットに必須である障害物認識に, RGB-Dカメラを用いることを検討した. ロボットに搭載するカメラは安価で容易に入手できる Microsoft 社の「Kinect」(Figure 1.)を用いた. 移動ロボット本体は Figure 2.左の移動ロボットを使用した.



Figure 1. Kinect

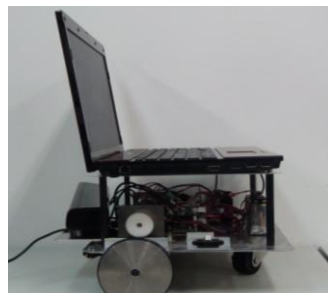


Figure 2. Mobile Robot

3. Kinect(キネクト)

「Kinect」は, Microsoft 社が「Xbox360」用に開発したデバイスである. RGB カメラ・Depth センサ・マイク・三軸加速度センサと専用ソフトウェアを動作させるプロセッサを搭載している.

4. 移動方法

Figure 3.においてロボットの移動開始時刻を t_0 とすると, t 秒後のロボットの位置と進行方向 $(x(t), y(t), \theta(t))$ は次式(1), (2), (3)から求められる.

$$\begin{cases} \theta(t) = \int_{t_0}^t \omega(\tau) d\tau + \theta(t_0) & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = \int_{t_0}^t v(\tau) \cos(\theta(\tau)) d\tau + x(t_0) & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y(t) = \int_{t_0}^t v(\tau) \sin(\theta(\tau)) d\tau + y(t_0) & (3) \end{cases}$$

ここで $(x(t_0), y(t_0), \theta(t_0))$ は t_0 での移動ロボットの位置と姿勢である. 式(1)の $\omega(\tau)$ はロボットの回転角速度であるため時間で積分することでロボットの進行方向 $\theta(t)$ が求められる. さらに, ロボットの進行方向速度 $v(\tau)$ の x 成分と y 成分をそれぞれ時間で積分すればロボットの位置 $(x(t), y(t))$ が計算できる.

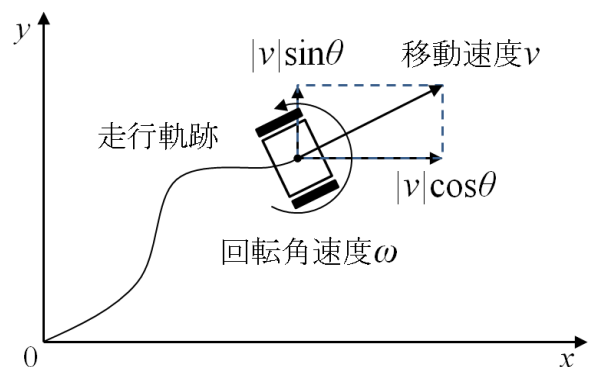


Figure 3. The Model of Mobile Robot

Figure 1.の移動ロボットは搭載した PC のプログラムによってモータを制御し, 指定した位置に機体を誘導することが可能である.

5. RGB-D カメラ

RGB-D カメラである「Kinect」は RGB 画像と Depth 情報を容易に取得・比較・合成することが可能である。

Depth センサは赤外線を照射するプロジェクタと立体物に反射した赤外線を受光するカメラから構成されている。Figure 4.に Depth センサの原理を示す。

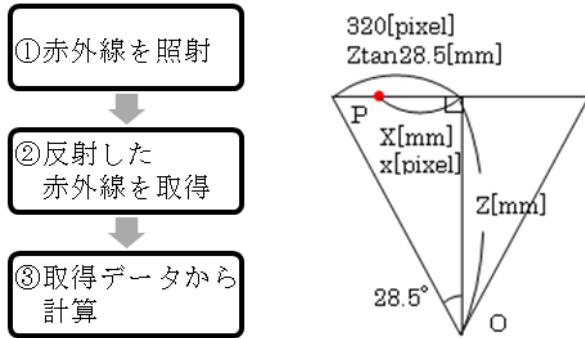


Figure 4. The Principle of Depth Sensor

- ①：プロジェクタから赤外線パターン照射。
- ②：立体物に反射した赤外線をカメラで受光する。
取得データの奥行きは、点 P の奥行きを Z [mm] としたとき Figure 4 より式(4)から求められる。
- ③：上式から立体物までの距離を計算する。

$$320 : Z \cdot \tan 28.5 = x : X \quad (4)$$

Depth センサにより「Kinect」は容易に 3D スキャンを行うことが可能である。

6. 3D モデリング

「Kinect」用ソフトウェアに3Dスキャンを行うことができる「Kinect Fusion」がある。このソフトウェアは周囲の環境をスキャンし、リアルタイムでモデリングできる。Figure 5.に「Kinect Fusion」の原理を示す。

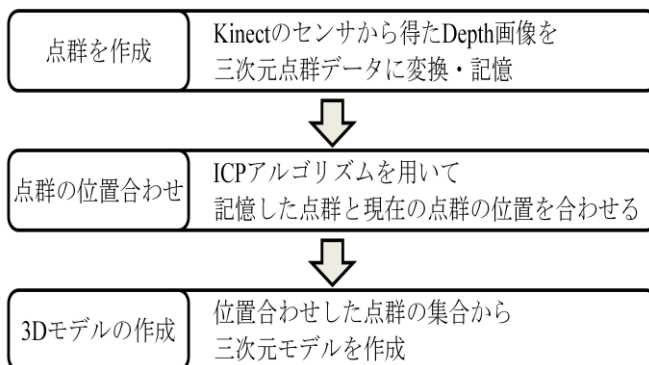


Figure 5. Process of 3D Modeling

ICP (Iterative Closest Point)アルゴリズムは過去と現在の 2 つの三次元点群データの中で最も近い点同

士を対応させ、距離が最小となる並進距離及び回転角を求めるものである。

Figure 6.にスキャンした立体物の 3D モデルと実際の RGB 画像・Depth 画像を示す。

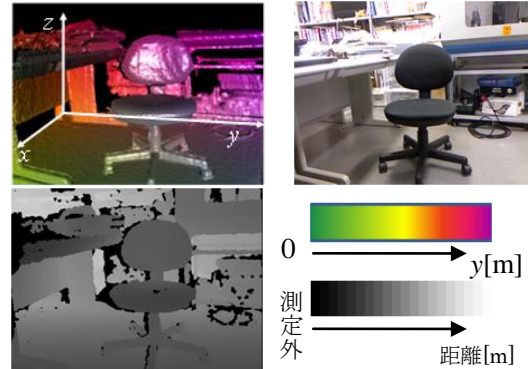


Figure 6. 3D Model and RGB Image, Depth Image

RGB-D を用いて点群データから作成した 3D モデルは実際の形状を再現できていることがわかる。

7. 考察

今回 RGB-D カメラを用いることで点群の座標データ得られた。取得した 3 次元点群データから平面を検出することでロボットが移動可能な点を割り出すことが可能であると考えられる。しかし平面検出を行うことで自律移動システム全体の行程が多くなってしまい、ロボットの動作に遅延が発生する可能性がある。

Willow Garage 社が開発・無料で公開している「ROS (Robot Operating System)」というのがある。自律ロボット用ミドルウェアである「ROS」は「gmapping」というマッピング用ソフトウェアを使用することができる。「gmapping」は 2D マッピングを行うことが可能であるため、「Kinect Fusion」を使用した場合における平面検出の行程を短縮できると考えられる。

8. まとめ

今回、「Kinect」用ソフトウェア「Kinect Fusion」を用いて自律移動を行う方法を検討した。今後は障害物認識にかかる時間や収集できるデータの精度などから「Kinect Fusion」と「gmapping」の比較・検討を行う。

9. 参考文献

[1] 入江寿弘:「自律移動型警備ロボットの基礎研究」, 2011 年