

がれき撤去レスキューロボットのためのがれき識別に関する基礎研究

Basic Research on Rubble Identifications for Rubble Withdrawal Works Performed by Rescue Robots

○藤井俊郁¹, 各務竜平², 越川佳祐², 雑賀友基¹, 羽多野正俊³Fujii Toshifumi¹, Kagami Ryuhei², Koshikawa Keisuke², Saiga Tomoki¹, Hatano Masatoshi³

Abstract: In this research, we aim to develop a control method for autonomous rubble withdrawal works of rescue robots. For the purpose, we use the Kinect to measure unknown shape and unknown state of rubbles. From the obtained distance information, the joint angles of each link of the manipulator are calculated by its inverse kinematics. In this paper, we report the basic method and the system of image processing using ther Kinect. In addition, experimental results are shown.

1. 諸元

災害現場においてがれきの形状や質量、積み重なった状態等は千差万別かつ未知である。そのためレスキューロボットには、がれきのどの部分を掴み、どのように撤去作業を行えば、積み重なったがれきを崩さず、また、被災者に損傷を与えずにがれきを撤去できるのかを考えた手法、アルゴリズムが必要となる[1]。そのため、個々のがれきの判別、がれきの積み重なった状態等の測定に基づいて、がれきの撤去作業の自律化について考える必要がある。本研究では、レスキューロボットにより未知形状であるがれきの判別、がれきの状態等を測定し、自律的にがれきを撤去するために、ロボットの手先部分に Kinect を取り付けてがれきの形状、がれきの積み重なった状態等を推定する手法を考える。本発表では、Kinect を用いた画像処理の基本的なシステム構築と実験結果について報告する。

2. 実験機

Figure 1 に製作したロボットを示す。

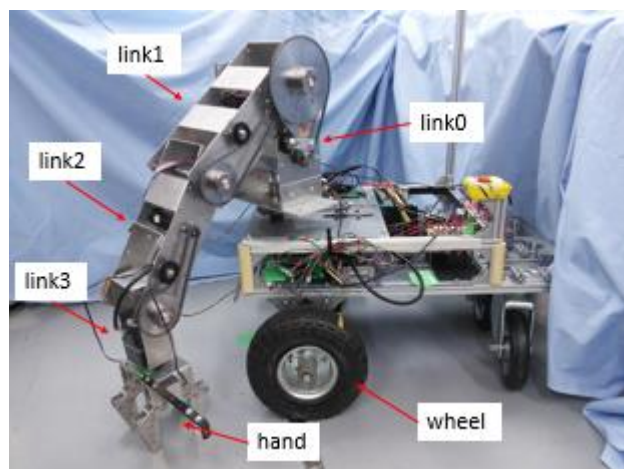


Figure 1 Constructed rescue robot

本ロボットは移動ロボット部と車載マニピュレータ部から成り立っている。移動ロボット部は、左右独立駆動型であり、誘導制御により目標地点に移動する機構を有する。車載マニピュレータ部は、4つのリンク回転軸および手首の回転を含めて5自由度を有し、さらに左右独立開閉可能なハンドを有している。

ロボットに搭載されている PC の OS は Ubuntu14.04 を採用し、システム全体の制御には ROS(Robot Operating System)の indigo が用いられている。

3. 環境認識用センサ

がれき等の撤去作業物や環境を認識するためのセンサとして Kinect を用いた。Kinect には、RGB カメラ・デプスカメラ・マイクロフォンアレイが付いており、普通のカメラ画像に加えて、距離画像を取得したり、音源位置の測定をすることができる。デプスカメラとは、2次元での距離（距離画像）が一度に得られるセンサであり、深度センサ、あるいはデプスセンサとも呼ばれる。デプスカメラの距離測定の方式として、様々なものが提案されているが、今回使用する Kinect は、パターン投影方式を使用している。Kinect のデプスカメラは、一対の赤外線プロジェクタと赤外線カメラからなるセンサで、特殊な投影パターンを持つ赤外線ドットを計測物体に投影し、この点の分布を赤外線カメラで計測している。ここで計測物体上の赤外線ドットのパターンは、平らな物体であれば投影パターンと同じであるが、障害物の形状が変化すると歪みが生じる。ドットパターンの変形量と赤外線プロジェクタ・赤外線カメラ間の距離を用いると、物体表面の各点までの距離が計算できる[2]。デプスカメラから得られた各画素の距離値と方向から、3次元空間上の一点の座標を得ることができる。この点を画像全体で計算すると、点の集合である点群 (Point Cloud) が得られる。

1 : 日大理工・学部・精機 2 : 日大理工・院 (前)・精機 3 : 日大理工・教員・精機

4. 画像の表示と処理

Kinect の処理結果をロボットの制御システムに組み込むために、ROS を介して、Kinect から得られる RGB 画像と点群データを取得し、表示する。OpenNI(Open Natural Interaction)を用いることで、ROS を介して画像を取得することができる。OpenNI とは、Kinect をコンピュータで利用できるようにするドライバを含むオープンソースのライブラリである。OpenNI には、距離画像やそれらから得られる点群データだけでなく、スケルトン(骨格)の抽出やジェスチャー認識を行うミドルウェアである NITE などの諸機能を有しており、Kinect からの画像をミラー反転させたり、RGB 画像と距離画像のビューポイントを一致させる関数や、Kinect から取得したデータをファイルに書き出すなどの機能がある。OpenNI によって Kinect から取得した RGB 画像を Figure 2 の左に、点群データを Figure 2 の右に示す。

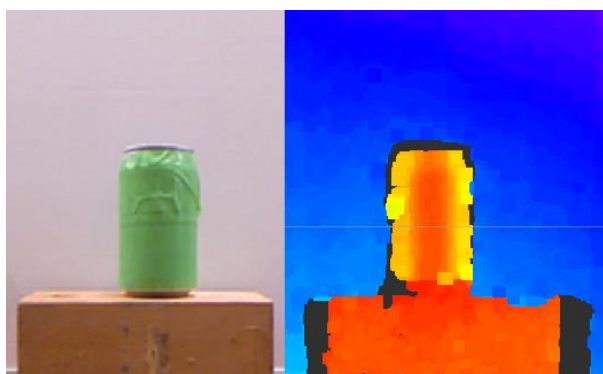


Figure 2 RGB image and point cloud display

RGB 画像の表示は image_view を用いた。image_view とは、ROS の画像情報の可視化ツールである。点群データの表示は、Rviz を用いた。Rviz とは、ROS の 3 次元可視化ツールである。Rviz は ROS のネットワーク上のデータを 3 次元的に可視化できる。Figure 2 の点群データでは、色の基準を X 軸に指定したため、点群が X 軸から近づくほど赤色に、遠ざかるほど紫色に表示される。

Kinect から取得した情報を ROS 上でやりとりするためには、OpenCV (Open Source Computer Vision Library) を利用して取得した画像を処理する必要がある。OpenCV とは、オープンソースのコンピュータ・ビジョン・ライブラリである。コンピュータで画像や動画を処理するのに必要な様々な機能が実装されている。OpenCV を用いて Kinect から取得した画像を処理するプログラムを書くことで、画像から得られる距離情報

や点群データを ROS を介して数値として表示したり、他のプログラムで利用することができる。

このシステムを用いて、RGB 画像の注目する領域の平均距離を表示できることを確認するために、Kinect で取得した画像から ROS を介して距離情報を得ることができるか実験を行った。Figure 3 にプログラムの実行例を示す。

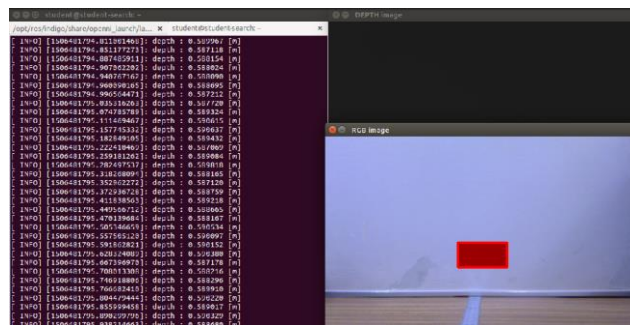


Figure 3 Program execution example

実験方法と結果について述べる。壁から 60, 70, 80, 90, 100cm 離れた場所に Kinect を設置し、プログラムを実行した。すると、Kinect による計測値はそれぞれ 58.87, 67.11, 77.33, 86.92, 96.54cm であった。実測値と比較して、それぞれ約 3cm の誤差を生じ、距離が離れていくにつれて実測値との誤差は大きくなった。また、実測値が 55cm 以下になると計測した距離と実測値に約 10cm 以上の誤差が生じた。結果、実測値との誤差は生じるが、Kinect から取得した画像から ROS を介して距離情報を得ることができた。

5. 結言

本発表では、Kinect を用いた画像処理の基本的なシステム構築と実験結果について報告した。今後は Kinect で取得した画像からレスキューロボットの先からがれきまでの距離を計測し、その計測結果に基づいた撤去作業計画を行う手法について研究し、自律化を図る。

6. 参考文献

- [1] 各務 竜平：「がれき撤去ロボットによる未知形状がれきの撤去作業に関する研究」2015 年
- [2] 表 允 倉爪 亮 渡邊 裕太 ROS ロボットプログラミング pp188~194 (2015)
- [3] Kinect-wiki <http://www.kinect-wiki.info>