

深度センサによる物体認識アルゴリズム

佐藤 克彰 藤澤 義範

長野工業高等専門学校

1. はじめに

距離を取得できるセンサとして深度センサというものがある。これは2次元画像を取得できるだけでなく、赤外線によって被写体までの距離を取得できるものである。今回我々は、この深度センサを用いた物体認識アルゴリズムを考案した。

消費者庁によると電動車いす関連の死亡・重傷を含む重大製品事故は平成19年度から24年度の間71件発生しており、そのうち7割に及ぶ48件が転倒や転落によるものである^[1]。本提案を用いることで、車いす前方の障害物を認識できることから、これらの事故を防止することが期待される。

今回は本提案アルゴリズムとこれを用いたモータの駆動実験を行ったので、その結果を併せて報告する。

2. 深度センサ

今回、深度センサとしてASUS製のXtion Pro Live(以下、Xtion)というデバイス^[2]を用いた。Xtionは、RGBカメラによって図1左のようなRGB画像を取得することができる。また、赤外カメラにより図1右のような深度画像も得ることができる。深度画像は近いところは明るい色で、遠いところは暗い色で表現される輝度画像である。画像上は0から255の256階調になるが、各画素に対して1[mm]精度の深度が割り当てられているので、実際にはより255段階よりも分解能のよい深度データを扱うことができる。

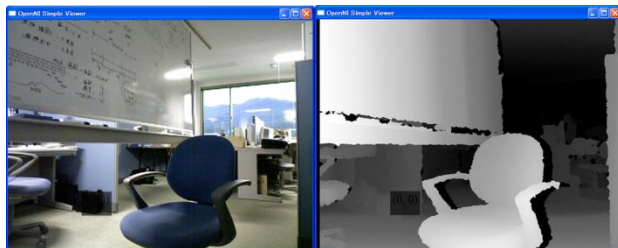


図1: RGB画像(左)と深度画像(右)

3. 物体認識アルゴリズム

Xtionは赤外線を用いて距離を取得している。公式の仕様ではXtionの取得距離有効範囲は800[mm]から3500[mm]であるが、独自の距離精度実験において、Xtionの距離計測精度は測定距離のばらつきの観点から800[mm]から2000[mm]以内の精度が良いとわかった。従って今回は2000[mm]以内の物体を認識対象とする。図2に考案した物体認識アルゴリズムの概要を示す。

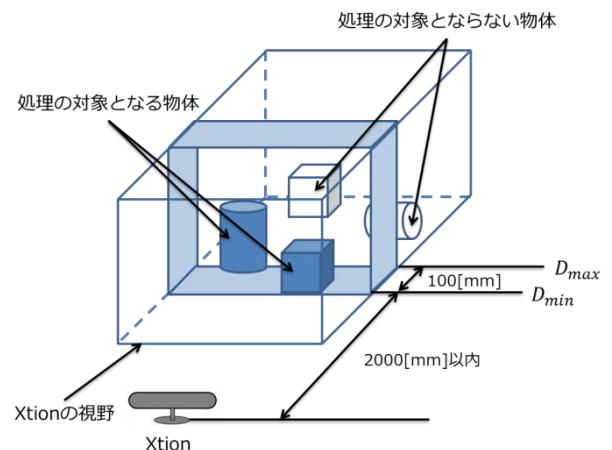


図2: 前方視野の物体認識の方法

図2のように、深度センサが取得した深度の中で最も小さな値(D_{min})と D_{min} より100[mm]大きい値(D_{max})を求める。この D_{min} と D_{max} の奥行にある画素だけを抜き出し、それ以外は無視をする。本システムはこの手法により、視野中で最も近い物体を抽出し、2値化画像として得る。物体を抽出したら、2値化画像に対してラベリングを施し、抽出された物体の特徴量(表面積、重心、平均深度)を求める。こうすることで、深度センサによって抽出された物体が壁のような大きな物体であるのか、小さな物体であるのか、視野中の左右どちらに位置しているのか等を判断することができるようになる。

4. 動作試験結果

実際に本提案アルゴリズムを用いて、図3のようにポスト、段ボール箱、ごみ箱を床に並べた画像に対して認識を試みた。深度セン

サは地上から 110[mm]の位置に置いて画像の撮影をした。各物体の幅、高さ、カメラからの距離および検出結果を次の表 1 に示す。

表 1: システムによる物体の検出結果

| 物体名 | 幅×高さ[mm] | 距離[mm] | 検出結果 |
|-------|----------|--------|------|
| ポスト | 340×230 | 1400 | ○ |
| 段ボール箱 | 250×370 | 1480 | ○ |
| ごみ箱 | 290×370 | 1600 | × |

図 3 のような状況に対して、前節の物体の検出アルゴリズムを適用すると、図 4 のような結果が得られた。ポストを 1400[mm]の位置に置き、そこから 80[mm]後方に段ボール箱を配置したので、この 2 物体に関しては検出することができた。ごみ箱に関しては、センサから最も近い点である 1400[mm]から検出奥行内に位置していないため、危険回避処理の対象となる 2000[mm]より手前に位置しているが、検出されていない。これにより、検出奥行に位置する物体であるポストと段ボール箱のみを抜き出せていることがわかる。



図 3: 物体認識を行う画像

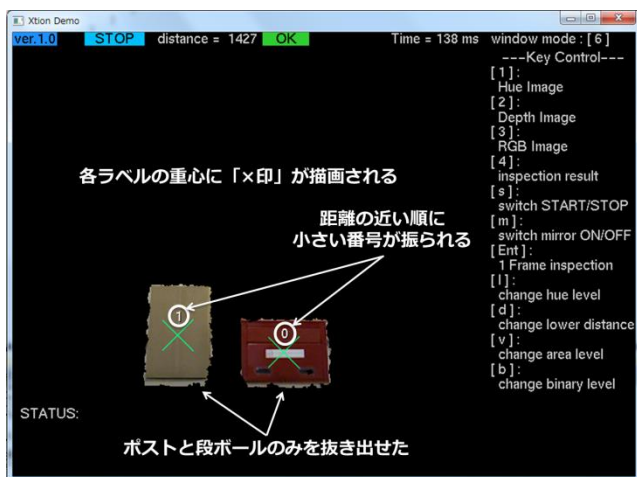


図 4: 認識アルゴリズムの適用結果

5. 応用例

本提案アルゴリズムを使ったシステムの応用例として、車いすの危険回避システムが挙げられる。今回作成したシステムの構成は図 5 のようになっている。

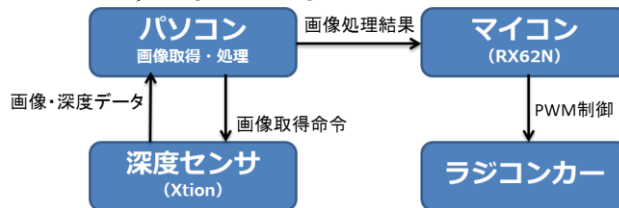


図5: 本システムの全体の構成

処理の流れとしては、パソコンが深度センサから画像を取得し、その画像に対して本提案アルゴリズムを適用する。その結果、視野前方に物体が認識されたら、停止あるいは回避動作をするようにマイコンに対して命令を送る。現在、車いすを想定したラジコンカーに対してこのシステムを実装した。なお、ラジコンカーには前輪に操舵用のサーボモータ、後輪に駆動用の DC モータが搭載されており、これをマイコンからの PWM 信号によって制御している。

ラジコンカーの前方に深度センサを取り付け実際に動作させてみた結果、前方の物体を検出し、ラベリングによって得られた特徴量に応じてその物体が壁か障害物かを認識することができた。その際、壁であれば安全停止を行い、小さな障害物である場合には回避することができた。

6. まとめ

深度センサを用いた物体認識アルゴリズムについて提案した。本提案アルゴリズムを本稿のような車いすの危険回避システムへの応用として用いれば、数センチの段差を乗り越えようとしたために転倒する、といった事故は未然に防ぐことができると考えられる。これは冒頭に述べた、電動車いすによる重大製品事故を減らすために有用性のある結果と言える。また、今回は株式会社アルゴル^[3]より提供していただいた画像処理ライブラリを使用している。心から感謝の気持ちと御礼を申し上げます。

参考文献

[1] 消費者庁, “電動車いすを使用中に死亡事故が発生しています!”, 消費者庁, 2012年.
 [2] ASUS, オーディオ/マルチメディア Xtion Pro Live http://www.asus.co.jp/Multimedia/Motion_Sensor/
 [3] 株式会社アルゴル, <http://www.algol.co.jp/>