

カラー画像と距離画像の統合と競合ニューラルネットによる 3 次元物体認識

Integration of Color and Range Images for Competitive Neural Network to Recognize 3D Objects

西田健[†], 江口絢子 (PY)[‡], 北森智成[‡], 黒木秀一[†]

Takeshi Nishida, Ayako Eguchi (PY), Tomonari Kitamori and Shuichi Kurogi

[†]九州工業大学工学部機械知能工学科, [‡]九州工業大学大学院工学研究科機械知能工学専攻

{nishida@, eguti@terasu., kitamori@terasu., kuro@}cntl.kyutech.ac.jp

Abstract— This article presents a sensor system for capturing and integrating color and range images of a 3D (3-dimensional) object, and a method for a competitive neural network to recognize the object. The sensor system consists of a pan-tilt-zoom color camera and a line-scanning laser range finder which can rotate vertically. The color and the range data are used for extracting and classifying the parts of the object, where a competitive neural network is used for classifying each part of the object.

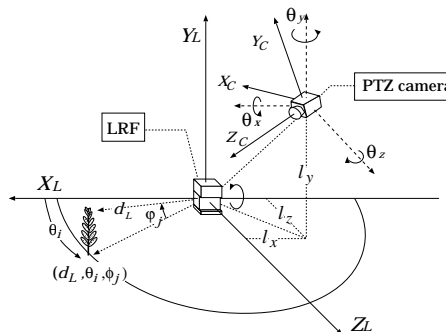
Keywords— integration of color and range images, 3D object recognition, competitive neural network for vector quantization

1 はじめに

本稿ではカラー画像と距離画像を撮影して統合するための画像センサシステムと、競合ニューラルネットワークを用いて画像中の 3 次元物体を認識するための手法を提案する。この画像センサシステム (図 1) は対象物のカラー画像を広範囲の領域から探索して撮影するためにパン・チルト・ズーム (PTZ) カメラを使用し、水平方向にライン走査するレーザ・レンジ・ファインダ (LRF) をサスペンションユニット [1] で垂直方向に回転させて距離画像を得る。撮影した各画像は以下の様に処理される。まずカラー画像から対象物の色相値をもつ領域を抽出する。次にカラー画像と距離画像を統合し、カラー画像の画素値が対象物の色相値をもちかつ距離画像の画素値が互いに近い値をもつ連結小領域からなる画像を対象物の構成部分の候補となる画像とし、複数個生成する。一方、対象物の構成部分のテンプレートパターンを競合ニューラルネットワーク [2] を用いて生成し、カラー画像と距離画像から作成した上記の構成部分候補画像と照合して対象物の構成部分かどうかを認識する。結果としてこれらの認識された部分から構成される対象物 (例えばある形状の葉や茎を構成部分とするある植物など) を認識することになる。



(a) LRF(中央) と PTZ カメラ (右)



(b) LRF と PTZ カメラの位置関係

図 1: 画像センサシステム

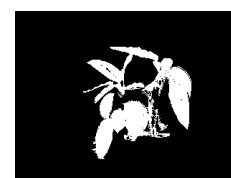
2 画像センサシステムの構成

2.1 PTZ カメラ

PTZ カメラから 24bit の RGB カラー画像を撮影する。以下、対象物として鉢植えの植物を用いた例で説明する。まず RGB カラー画像を植物の色の位相をうまく表現する修正色相画像に変換し、対象物の色相値を持つ領域を求め、二値化し、ノイズの除去を行う (図 2(b))。さらにこの領域を囲む矩形領域を求める (図 2(a))。



(a)



(b)

図 2: (a) 植物のカラー画像と (b) 色相変換して 2 値化した画像。

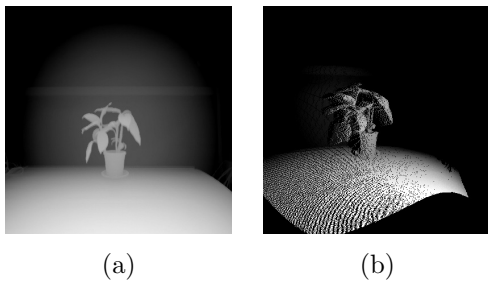


図 3: (a) LRF から得られた距離画像と (b) カメラ座標に座標変換した距離画像 .

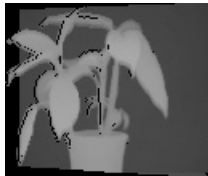


図 4: 対象物の色相値を含む領域に対応する距離画像.

2.2 LRF

LRF はレーザ光を水平方向（正面から ± 50 度の範囲）にライン走査し、レーザ反射点までの距離を測定する。さらに LRF をサスペンションユニットで垂直方向に回転することにより画素値としてレーザ反射点までの距離情報をもつ 2 次元の距離画像が得られる（図 3(a)）。

3 カラー画像と距離画像の統合

PTZ カメラ座標と LRF 座標の関係（図 1(b)）からカラー画像中の対象物の色相値を含む矩形領域（図 2(a) 参照）に対応する距離画像（図 4）を求める。さらに距離画像の各画素の差が 6[mm] 以内となり画素数が 80 個以上となる連結小領域からなる画像を生成し、対象物の構成部分の候補とする（図 5）。

4 競合ニューラルネットワークによる特徴認識

射影変換を含む線形や非線形の座標変換に対する不変認識能力を持つ競合ニューラルネットワーク（図 6 および [2] 参照）を、対象物の構成部分（葉や茎）の認識に用いる。まずネットワークの訓練のため、対象植物の葉や茎のテンプレートを作成し、さらにこれらに様々な射影変換を施して多数の訓練パターンを生成し、これらをベクトル量子化手法の一つである CRL[3] を用いて競合ニューラルネットワークに学習させた（図 7）。学習

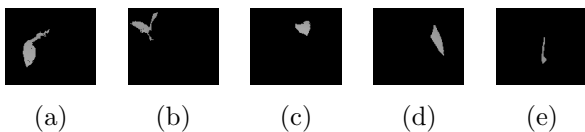


図 5: 色相値と距離情報により生成した対象物の構成部分の候補となる画像 .

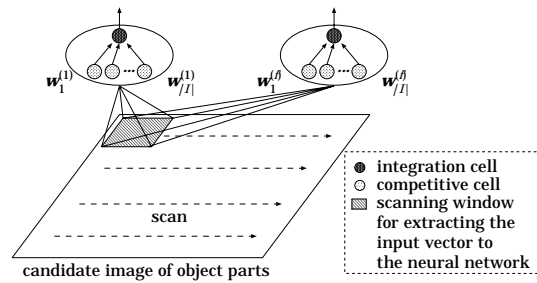


図 6: 競合ニューラルネットワークの構造 .



図 7: 学習後の荷重ベクトルの一部 . それぞれ (a) 葉と (b) 茎のテンプレートを用いて学習した荷重ベクトル.

後、荷重ベクトルと同じ大きさの矩形画像を画像統合により得られた上記の構成部分候補画像から順次切り出し、競合ニューラルネットワークへ入力すると、ネットワークは入力画像と各荷重ベクトルとの類似度を表す値を出力するので、その最大値を与える荷重ベクトルが認識結果を表す。実験の結果、図 5 の (a) ~ (d) は葉、(e) は茎として正しく認識された。

5 おわりに

本稿ではカラー画像と距離画像を統合し競合ニューラルネットワークを用いて 3 次元対象物の構成部分を認識する手法を提案し、例として鉢植えの植物を用いて実験し対象植物の茎や葉が正しく認識できることを確かめた。この認識は対象物の構成部分の色情報や 3 次元位置情報を含む認識であり、そのような各構成部分が柔軟に結合している対象物（植物、動物、可動機械など）へのアプローチを行う移動ロボットのセンサ部への応用等が期待できる。

参考文献

- [1] H.Surmann, K.Lingemann, A.Nüchter and J. Hertzberg, "A 3D laser range finder for autonomous mobile robots," *Proc. the 32nd ISR*, pp.153-158, 2001.
- [2] 西田健, 黒木秀一, "多層競合ネットによる座標変換に不変なパターン認識," *日本神経回路学会誌*, vol.7, no.4, pp.106-114, 2000.
- [3] 西田健, 黒木秀一, "再初期化法を用いた適応ベクトル量子化," *信学論*, vol.J84-D-II, no.7, pp.1503-1511, 2001.