

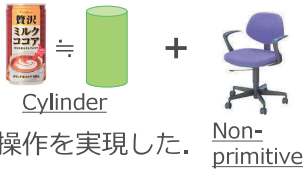
家庭用品の把持計画のための Surface Matchingによる物体認識

Object Recognition Using Surface Matching for Grasp Planning of Household Items

○仙石 凌也 徳永 夏帆
佐藤 大祐 金宮 好和

研究目的：複雑な形状を持つ家庭用品の3Dモデルと位置姿勢の取得

ロボットが家庭内作業を行うためには、まずそれらの種類、形状、位置姿勢情報を取得して家庭用品を把持する必要がある。そして、得られた情報と家庭用品の知識データベースから、それらの構成、個別の扱い方などを取得し、作業に合わせ適切に操作することが求められる。

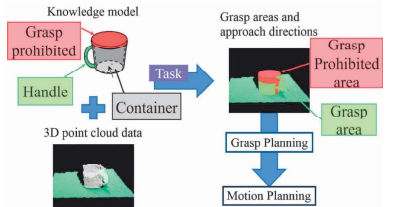


これまでの成果：日用品へのプリミティブ形状の当てはめと知識モデルを利用した物体認識と操作を実現した。
本研究の目的：プリミティブでは扱えない複雑な形状を持つ家庭用品の物体認識を実現する。

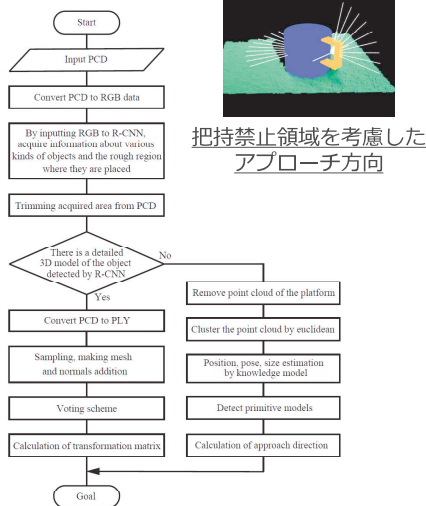
研究内容：画像処理ライブラリと知識モデルを統合した物体認識システム

■ プリミティブ形状と知識モデル

Point Cloud LibraryのRANSACによるプリミティブ形状モデルの当てはめから、物体の形状・位置姿勢を認識



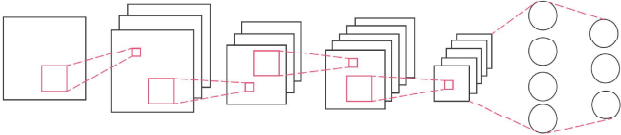
知識モデルから扱い方や把持禁止領域などを設定



Flow chart of object recognition system

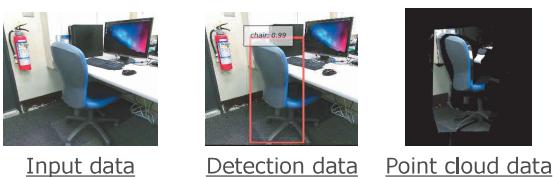
■ R-CNNによる画像検出 (Caffe)

Deep LearningのConvolutional Neural Networkの一つであるRegions with CNN (R-CNN) を用いて物体の種類とその範囲を取得。画像を入力とした特徴量が学習されたネットワークが構成される



Composition of CNN

取得した範囲内の深度データを取得



■ Surface Matching (OpenCV)

Point Pair Feature (PPF) と呼ばれる特徴量 F を用いて点群同士をマッチングさせる手法

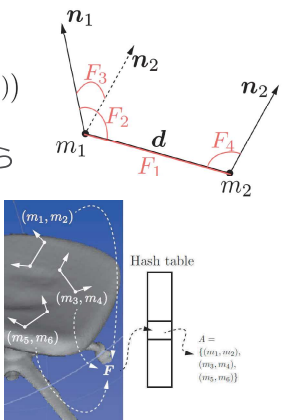
$$F(m_1, m_2) = (F_1, F_2, F_3, F_4) \\ = (\|d\|, \angle(n_1, d), \angle(n_2, d), \angle(n_1, n_2))$$

■ Global Model Description

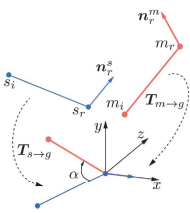
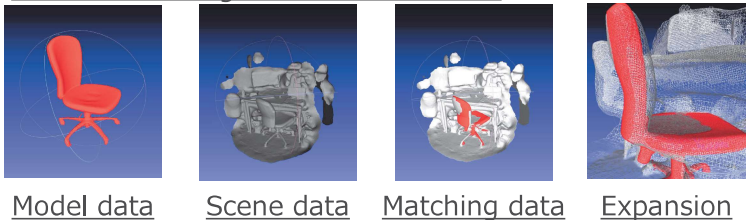
モデルデータのすべての点の組み合わせからPPFを作成し、ハッシュテーブルに保存

■ Voting Scheme

シーンデータから作成したPPFとハッシュテーブル内のPPFを比較し、投票処理を用いてマッチングする位置姿勢の変換行列を推定



Surface Matchingによるマッチングの例



モデル上の点 : m_r, m_i
シーン上の点 : s_r, s_i
法線ベクトル : n_r^m, n_r^s
角度差 : α
変換パラメータ : $T_{m \rightarrow g}, T_{s \rightarrow g}$

研究成果：家庭用品の把持計画のための物体認識システムを構築

- 得られた成果：複雑な形状の家庭用品の3Dモデルとその位置姿勢情報を得ることができた。
- 今後の計画：ロボットハンドの把持計画ライブラリの一つであるGraspIt!を利用し、得られた3Dモデルに扱い方を考慮した知識モデルデータを付加し、家庭用品に適した把持計画を実現する。
- 残る課題：複数の家庭用品の認識とその精度向上