

双腕ロボットを用いた ブロック積み工事に関する研究

千葉大学大学院 平沢研究室



Fig1.複雑形状ブロックを積層して出来た曲面

研究概要

本研究は、ベース軸に対して二つの多関節ロボットが人間の腕のように「双腕ロボット」を用いて、建築部材の組立作業の一つであるブロック積み工事を行うことを主題としている。

多関節ロボットを用いた建築部材の組立の際には、「建設現場のような限られたスペースでの部材ピックアップ」や「人間と同等以上の組立精度」という二つの問題点がある。これらの問題を解決すべく、セグメンテーションや点群処理等の技術を用いた「カメラを用いたピックアップ」の実装や精度を出すためのロボットモーションのプランニング、ロボットやツールの制御システムの開発を行った。最終的にはこれらのシステムを用いてブロック積み工事を行うことを目的としている。

多関節ロボットによるブロック積みは、人間よりも精度よくブロックを積めるという点や人間では取り扱いづらい複雑形状のブロックを取り扱えるという点で意義があると考えられる。

モーションプランニング

作業の流れとロボットに与える命令についての関係をFig2に示す。ロボットに与える命令はロボットフランジの中心点(X・Y・Z)と腕の姿勢(Rx・Ry・Rz)、肘の開き角度(Re)、腰の回転角度(BP)をまとめた形式になっており、ロボットは与えられた命令を一つずつ順番に移動していき作業を行う。作業はカメラからブロックの大きな位置・姿勢を取得後、左手にピックアップスペースからブロックを掴んで持ち上げる命令を与える。掴んだ後治具にブロックを持っていき、治具にブロックを押し付け正確な位置・姿勢に整えて把持しなおす。治具に持っていきまでにブロックを落とした場合、ブロックの位置・姿勢の取得からやり直す。次に右手にブロックが置かれる位置、もしくはブロック自体に接着剤を塗布する命令を与える。最後にブロックを目的の位置に配置する。一連の流れを用意したブロックが積層し終わるまで行い造形物を完成させる。

カメラを用いたピックアップシステム

カメラからブロックの位置・姿勢を取得する手法について説明する。システム構築のためには、マーカがもつ個々のブロックを判別する機能や位置・姿勢の計算機能を実装しなければならない。そこでこれらの機能をブロック領域取得アルゴリズムと位置・姿勢推定アルゴリズムに分けることにより実現した。実装までの大まかな流れをFig3に示す。まずRGB画像に対してインスタンスセグメンテーションを行い、把持可能なブロック領域が抽出されたマスク画像を取得する。次にマスク画像と奥行情報を記録した深度画像を対応させ、ブロック領域の点群を抽出する。最後に点群処理を行いブロックの位置・姿勢を計算する。

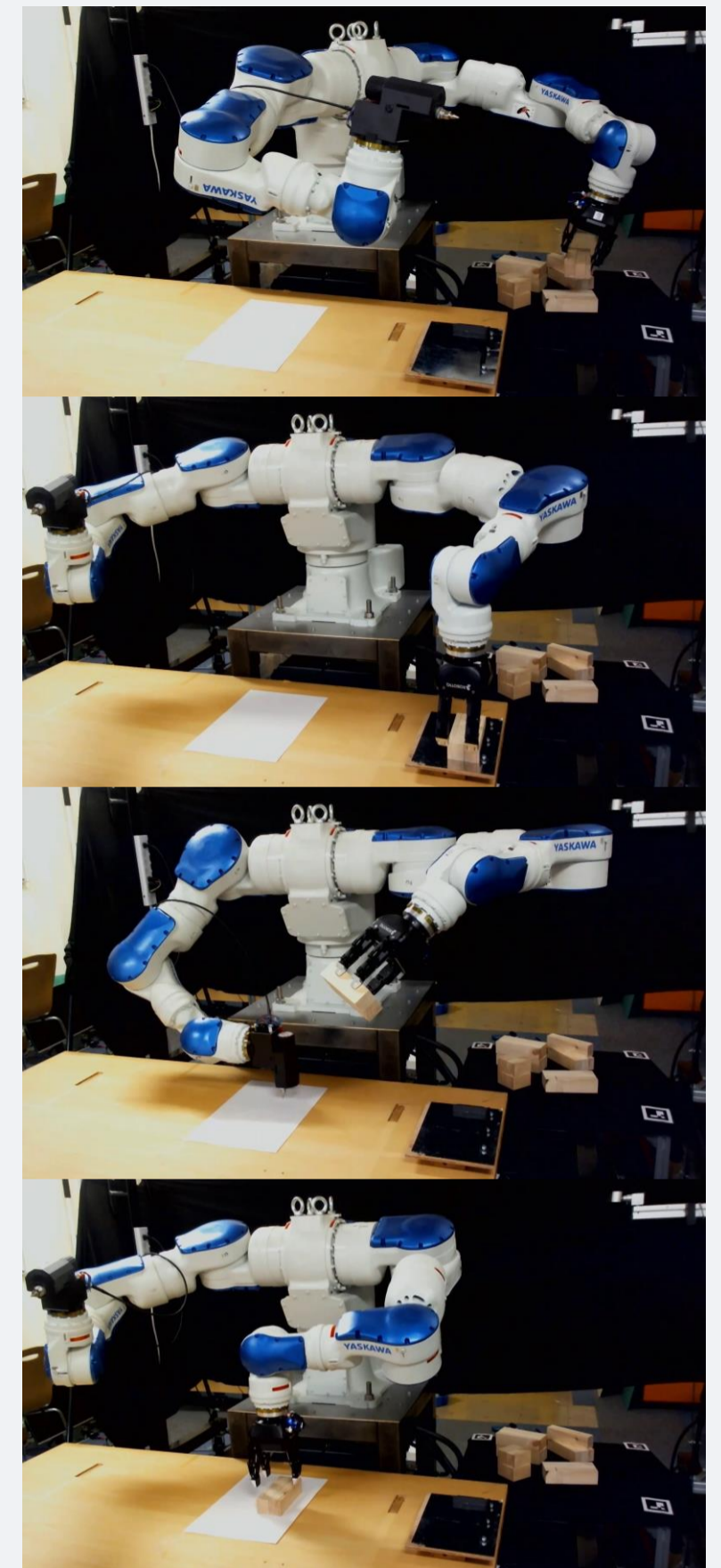


Fig2.モーションプランニング

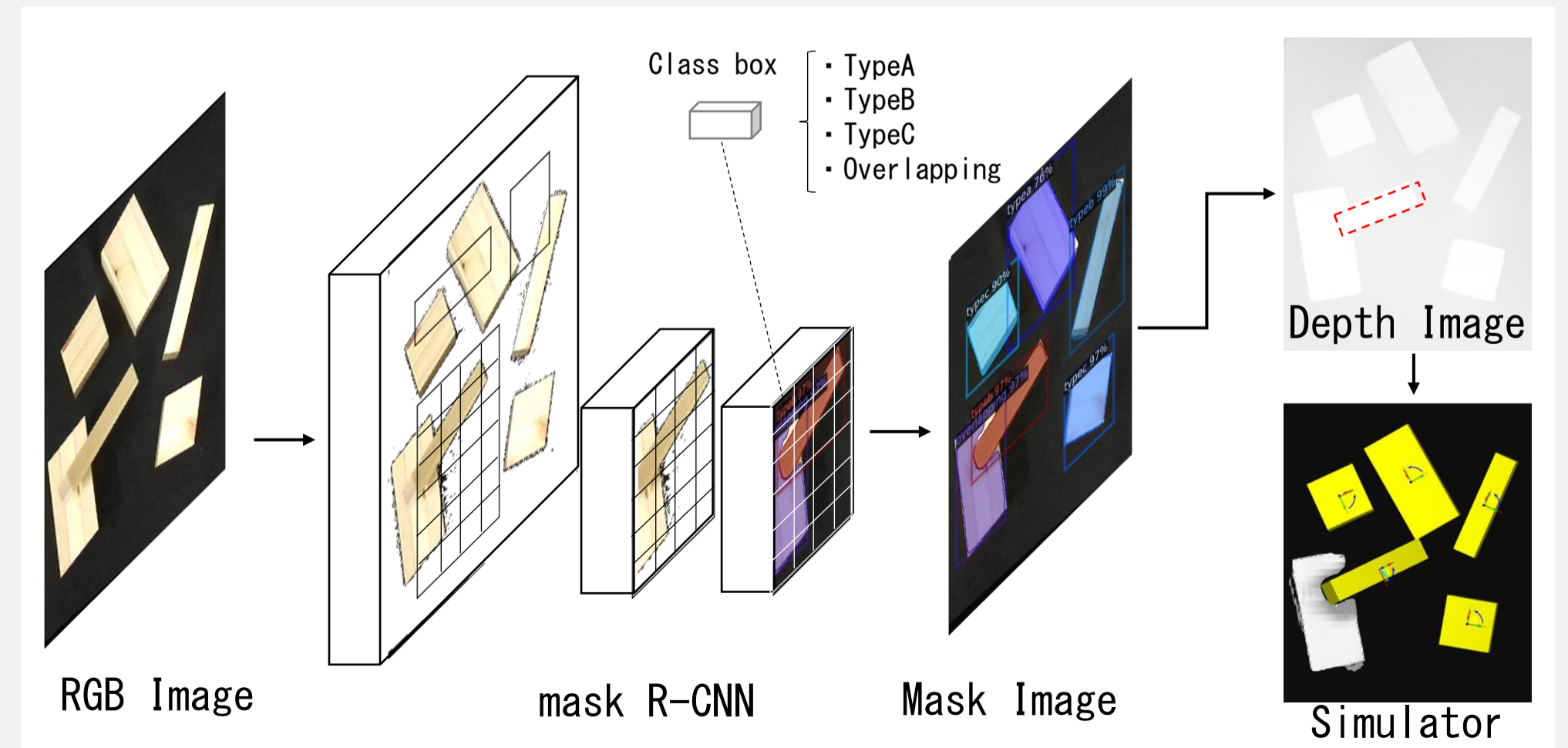


Fig3.カメラを用いたピックアップシステムの実装