ノート

外観検査のためのロボット動作シミュレータの開発

大野　宏*

Development of Robot Simurator for Surface Inspection

OHNO Hiroshi*

1. 緒　　言

バラ積み状態の鋳鉄品（以下ワークと呼ぶ）の山から 1 個ずつ認識してつかみあげ，ラインレーザとカメラで外観を検査する装置を，平成 24 年度の共同研究事業で開発した [1]。この装置の課題は，ワークを保持するロボットに小型の 6 軸多関節型を使用しているため可動範囲が限られ，ワークの大きさや形状が変わると全体を検査できなくなる場合があることで，その判断もある程度ロボットを動かさないとわからない。また，ワークが変わるとそのロボット動作プログラムの作成に時間がかかる。

本研究では，ワークの大きさや形状が変わっても，その全体の外観を検査できるか確認するプログラムを開発した。ロボットの可動範囲を測定し，ワークの大きさと形状を入力すると検査できるか判別できる。また，判別に使ったロボットの位置データを利用し，ロボット動作のシミュレーションが可能となり，どのようにワークを動かしたら全体を効率よく検査できるか確認できる。さらに，このロボットの位置データを利用することで，検査用ロボット動作のプログラム作成が容易になる。

2. 検査可能か確認するプログラムの概要

2.1 外観検査装置の概要

外観検査装置は，バラ積みされたワークの山から 1 個ずつつかみ上げるピッキング部と，カメラで外観を検査する検査部に別れる。ピッキング部では，距離画像センサでワークの位置を計測し，三軸直交ロボットで 1 個ずつ電磁石で吸着し検査部へ運ぶ。図 1 に示すとおり，検査部では多関節型ロボットがワークをつかみ，所定の位置に移動させる。ワークの外観検査は，ラインレーザを斜めから照射しカメラでその画像を取り込み，表面に凹凸がないか検査する。

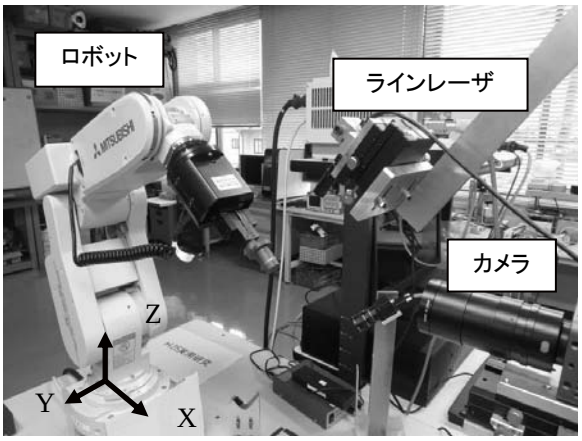


図 1　検査部の外観

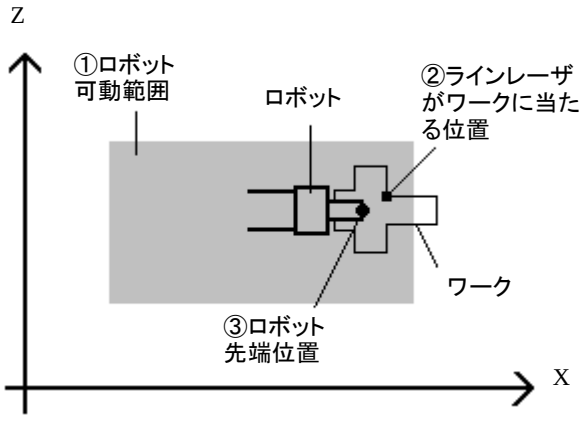


図 2　ロボットの可動範囲

*　下越技術支援センター

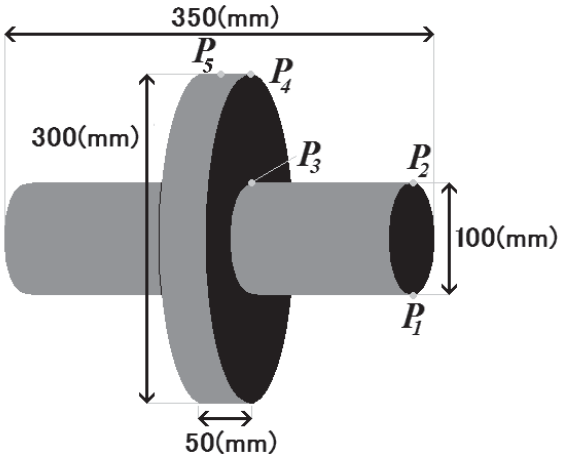


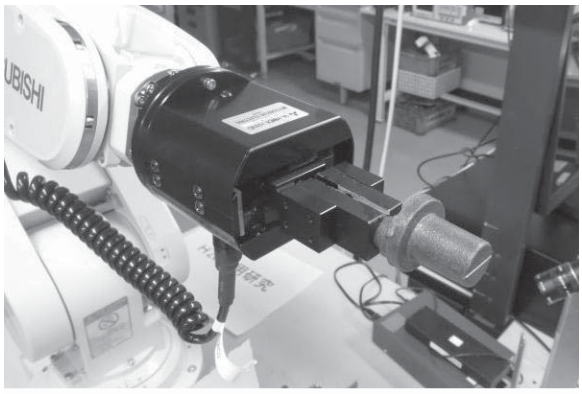
図 3　検査するワーク

2.2　検査可能か確認する手順

図 2 に示すとおり，最初にロボット先端の可動範囲を測定し，次にラインレーザがワークに当たる位置を決め，ワーク全体にラインレーザが当たるように動かした時，ロボットの先端がすべて可動範囲内を移動するか確認する。ここで，検査時にロボットの Y 軸座標はゼロのまま動かさないため，X 軸と Z 軸の可動範囲を確認する。

2.3　ロボット動作範囲の測定

今回検査対象となるワークは図 3 に示すとおり，平坦な端面部分（黒で表示）と円柱状の側面部分（灰色で表示）がある。端面部分は，図 4(a)のとおりカメラの取付台に対してロボットハンドを平行にし，ワークを平行移動させながら検査する。円柱状の局面部分は，図 4(b)のとおりカメラの取付台に対してロボットハンドを 45 度傾け，ワークを平行移動と回転移動させて検査する。多関節型ロボットでは，ロボットハンドの角度によってその先端位置の動作可能範囲が変わるので，カメラの取付台に対してロボットハンドが平行の場合と 45 度の場合，2 つの状態でロボットハンドの先端位置の可動範囲を測定した。その結果を図 5 に示す。なお，ラインレーザがワークに当たる位置は，x=450 ，z=400 である。



(a) 端面部分の検査

(b) 側面部分の検査

図 4　外観検査のロボットハンドの角度

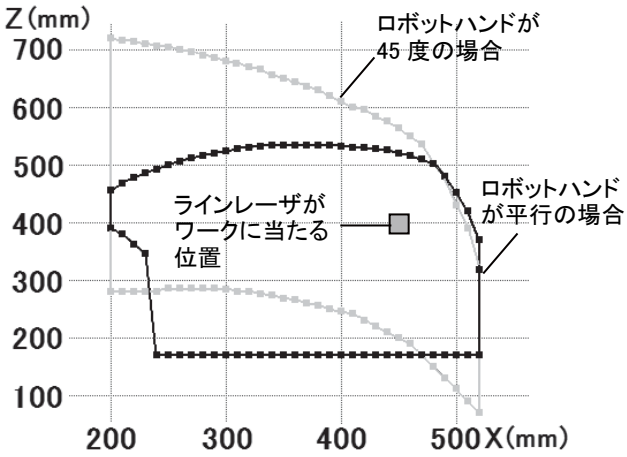
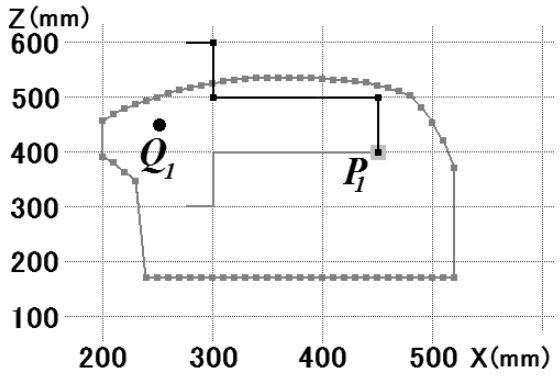


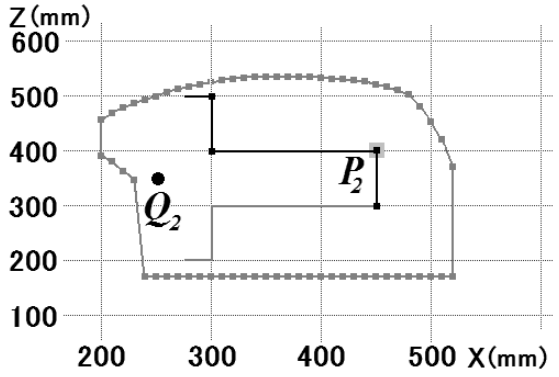
図 5　ロボットの可動範囲

2.4　検査可能かの確認

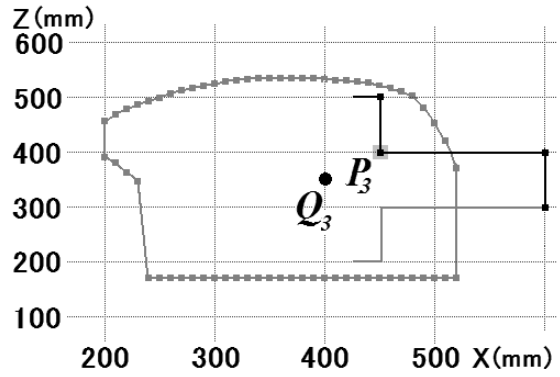
一例として図 3 に示した円筒状のワークを検査できるか確認する。端面部分の検査はロボットハンドを取り付け台に対し平行にした状態で，検査箇所を P_1，P_2，P_3，P_4 と移動させる。これに応じてロボットハンドの先端位置は Q_1，Q_2，Q_3，Q_4 と移動するが，図 6 に示



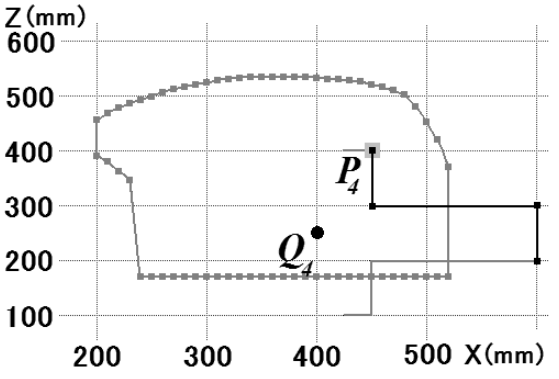
(a) P_1検査時の Q_1の位置



(b) P_2検査時の Q_2の位置

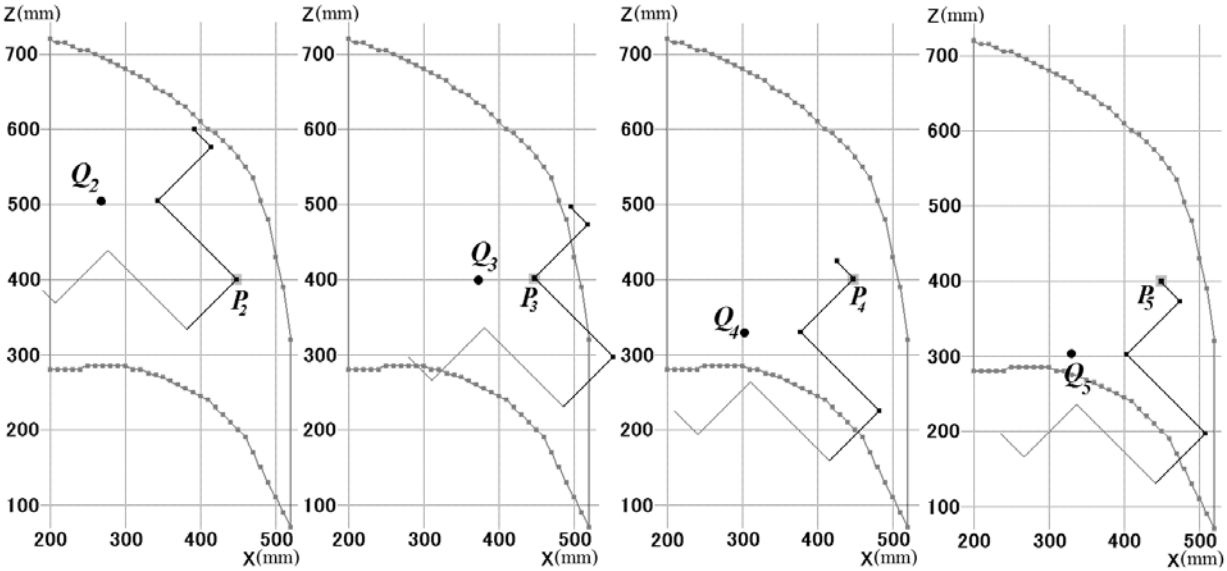


(c) P_3検査時の Q_3の位置



(d) P_4検査時の Q_4の位置

図 6　ロボット動作の確認（ロボットハンドが平行の場合）



(a) P_2検査時の Q_2の位置

(b) P_3検査時の Q_3の位置

(c) P_4検査時の Q_4の位置

(d) P_5検査時の Q_5の位置

図 7　ロボット動作の確認（ロボットハンドが 45 度の場合）

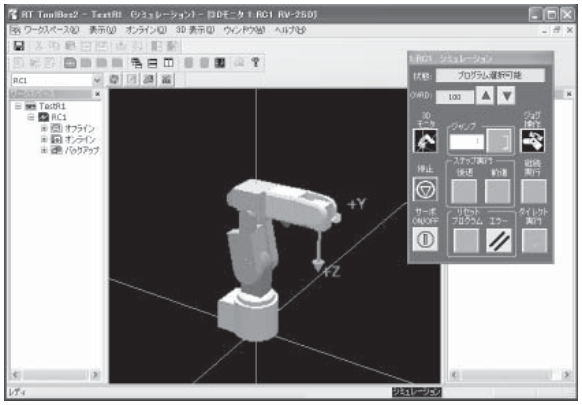


図 8　ロボット動作のシミュレーション

すとおりすべての位置が可動範囲内にあり，端面部分は検査可能となる。また，ロボットハンドを取り付け台に対して 45 度傾けた状態で検査する場合も，検査箇所を P_2，P_3，P_4，P_5 と移動させると，これに応じてロボットハンドの先端位置は Q_2，Q_3，Q_4，Q_5 となり図 7 に示すとおりすべて可動範囲内となり，側面部分は検査できる。ワークの外観検査では，途中で持ち替えて反対側を検査するが，今回対象としたワークの形状は左右対称のため，片側だけ検査可能となれば，全体の検査も可能となる。

2.5　検査できなかった場合の対応

ロボットの可動範囲が決まっているため，ワークが大きくなると，今回使用しているロボットでは検査できなくなる。その対策として，①可動範囲の広い大きなロボットに変える，②ラインレーザとカメラの台数を増やして検査範囲を広げる，③ロボットがワークを持ち替える回数を増やして検査範囲を広げる，がある。①と②はコストがあがるが検査時間は短くてすみ，③はコストはかからないが，持ち替えに時間がかかる。

3.　ロボット動作のシミュレーション

三菱電機（株）からロボット支援ソフトウェアが提供されており，シミュレーション機能がある。開発した検査可能確認プログラムでは，検査時のロボット先端位置の X YZ 座標を算出するため，これらの座標データを支援ソフトウェアに送り，ロボット動作をパーソナルコンピュータに表示させるようにした。図 8 にロボット動作のシミュレーションの様子を示す。

また，今回ロボットを更新したが，従来の制御コマンドであるムーブマスターコマンド®が使えなくなったため，新しい MELFA BASIC V® に変更した。

4.　結　　言

(1) ワーク全体の外観を検査できるか確認するプログラムを開発し，事前に検査できるか判別できるようになった。

(2) 外観検査のロボット動作をシミュレーションできるようになった。

参考文献

1) 小林ほか，“バラ積み鋳鉄品の自動ピッキングシステムの開発”，工業技術研究報告書，No.42，2012，pp.3-8.