

# カメラを利用したロボット実習の教材研究

愛知県立春日井工科高等学校 ロボット工学科

実習教員 西山 怜史

## 1. はじめに

愛知県立春日井工科高等学校は、昭和58年に春日井工業高等学校として創立した後、令和3年に現在の名称に改称し、その際に、電子機械科を募集停止すると共に、ロボット工学科を設置した。

ロボット工学科は、少子高齢化による労働力不足をにらみ、自動車・航空宇宙機に続き、産業用ロボットを「ものづくり県」愛知の新たな産業の柱とするべく、そのための人材育成を企図して、旋盤や溶接などの機械加工の基礎と、電気工事や電子工作などの電気・電子系技術の基礎、そしてシーケンス制御やFA機器の制御、ロボットティーチングなど、自動制御の技術を身につけることを目標としている。



図1 「COBOTTA」とパレット

## 2. ロボット実習における課題

本校のロボット工学科では、現在、デンソーウェーブ社製の「COBOTTA」を利用した実習と、三菱電機製の「RV-2F-D-SBY」を利用した実習を行っている。

第2学年では人協働ロボットである「COBOTTA」を利用して、ティーチペンダントを用いないロボットティーチング（ダイレクトティーチング及びタブレット端末によるティーチング）によりロボットティーチングの基礎を学習し、プログラミングによるピックアッププレース及びパレタイジングの実習を行っている。

第3学年では「RV-2F-D-SBY」を使用したバイナス社製のロボットトレーニングシステム「ロボトレナ」を利用して、ティーチングペンダントによるティーチングと、プログラミングによるピックアッププレースの実習を行っている。

今後、AIの進歩に伴い、画像認識の技術がより重要になっていくと考えられるが、本校で利用している「COBOTTA」にはカメラが搭載されておらず、「ロボトレナ」にはビジョンセンサの実習装置があるものの、第二学年の実習からの連続性がないため、十分な実習ができない状況であった。

また、本校における特徴的な実習である、フェスト社の「MecLab」を利用したFA実習とロボット実習との連携も、課題となっている。

### 3. 「COBOTTA」へのカメラの搭載

今回、天野工業技術研究所より助成を頂き、4台ある「COBOTTA」のうちの1台に、専用カメラであるキヤノン製「N10-W02」を搭載することができた。

搭載に当たっては、デンソーウェーブ社に対象の「COBOTTA」を送付し、「N10-W02」の搭載を行った後、返送して頂くという手順で行った。

「N10-W02」は専用のステーで「COBOTTA」に取り付けられ、EtherNetケーブル（LANケーブル）によって「COBOTTA」本体との通信及び電源の供給（PoE<sup>1</sup>）を行う。そのため、本体通信用のLANに加え、PoE機能付きのHUBからLANケーブルを接続する必要がある。

### 4. カメラの設定

カメラの設定は、専用のアプリケーションソフトウェアで行う。「COBOTTA」の関連ソフトウェアがインストールされているノートPCに、「カメラ設定ツール」がインストールされているため、それを使用する。左側に設定項目が表示されるため、カメラのIPアドレスを指定する。

カメラのIPアドレスを初期から変更してしまった場合は設定をやり直さなければならないので、注意が必要である。



図 2 カメラ設定ツールの画面

### 5. カメラの利用

「COBOTTA」では、ダイレクトティーチング（ロボットアームを手で動かすティーチング方法）を利用する『COBOTTA World』と、タブレットをティーチングペンダントとして利用する『Remote TP』の、二種類のタブレット端末用アプリケーションソフトウェアを利用することができる<sup>2</sup>。

どちらのアプリケーションソフトウェアでも、カメラを利用することができるが、『COBOTTA World』ではより手軽に利用できる。今回は、こちらのアプリケーションソフトウェアを利用して、カメラを利用したロボット実習を考える。

### 6. ロボット実習の流れ

本校のロボット実習は、第2学年では、連続3時間の実習を六回行っている。1回目と2回目は『COBOTTA World』を使用した実習、3回目以降は『Remote TP』と、ロボ

<sup>1</sup> PoE : Power over Ethernetの略で、LANケーブルを通して電力を供給する技術。

<sup>2</sup> 他に、ノートPCから操作する『Virtual TP』があるが、本校の実習では利用していない。

ット制御プログラミング用のアプリケーションソフトウェア『WINCAPS III』を使用した実習である。

実習内容の連続性を考え、3回目に『COBOTTA World』とカメラを利用する実習を挿入し、4回目以降に『Remote TP』等を使用する実習を行うことを想定し、検討を行うこととした。

## 7. 実習内容

2回目までの実習で、『COBOTTA World』を利用したピックアンドプレース及びパレタイジングの実習は終了しているため、それを踏まえて、カメラを利用した実習を行う。『COBOTTA World』には、「組み立て（カメラ有）」という、プログラムのひな形が用意されているため、それを利用する。

『COBOTTA World』でのプログラミングは、用意された動作のパーツの流れ（フロー）に合わせて並べていく方式で行う。シーケンシャル（連続的）なプログラミング方式であるが、繰り返しや分岐などの命令も用意されている。

カメラを利用した命令は、「探して掴む」「探して離す」の2種類が用意されており、あらかじめ撮影しておいた画像に一致するものをカメラで探し、それを見つけたら決められた動作を行う、というものである。

設定する課題は、「パレット上の複数のワークを別のパレットに移動させる動作をカメラを利用して行う」とした。

ワークを掴む動作は、黒いパレット上に白いワークを置くことで、四つのワークを順番に掴むことが比較的簡単にできた。パレットにワークを並べる方法については、以下の方法を試した。

### (1) パレットに番号を振る方法

パレットに番号を振り、ラベルシールを貼り付けてそれを撮影し、ワークをその番号のパレットに並べる方法。一つ一つティーチングするのと手間が変わらないため、非効率である。

### (2) パレットに記号を書き込む方法

パレットに記号を直接書き込み、その記号を撮影して、その場所にワークを置く。同じ記号を複数のパレットに書き込むことで、同じ記号が書かれた複数のパレットにワークを置くことができる。今回はパレットにマーカーで黒い丸印を書き込んだ。記号が手書きであったので、認識されるか不安だったが、しっかりと認識され、ワークを置くことができた。



図 3 使用したパレットとワーク

### (3) パレットに文字を貼り付ける方法

複数のパレットに同じ「A」の文字が書かれたラベルシールを貼り付けた。手書きの記号に比べて認識しやすいのではないかと期待したが、こちらはうまく認識されなかった。

生徒の実習に当たっては、記号を記入したパレットを用意することを考えたが、あえて今回使用したパレットを生徒の実習でも使用して、試行錯誤させようと考えている。また、生徒が他の方法を思いついた場合は、積極的に試行させて評価したい。

「MecLab」との連携については、カメラによる画像認識を使用し、MecLabのコンベアステーションにワークを供給することを行った。通常のティーチングと異なり、ロボットとワーク供給場所との位置関係が多少変わっても、画像認識により同じ位置にワークを供給することが可能である。

## 8. 予想される問題点と解決法

本校の実習は、7名から10名までの班で行っている。今回、カメラを搭載できた「COBOTTA」が1台であるため、全員が同時に実習を行うことは難しい。生徒を二つ又は三つのグループに分け、他の課題と並行して行わせる方法で対応することを考えている。

## 9. まとめ

今回の研究では、「COBOTTA」にカメラを搭載することで、どのような実習を行うことができるかを検討した。その中で、カメラの搭載によって、産業用ロボットの実習内容が大きく広がることを実感することができた。ロボット単体でものづくりは完結せず、工程の前後で他の機械や人間と協働することが不可欠である。カメラによる画像認識はその方法の一つとして重要であると感じた。

また、AIの技術革新が日進月歩で進んでいることから、画像認識の重要性はより高まっていくと考えられる。そして、「MecLab」との連携について、十分に時間をとって研究することができなかったことが反省点である。今後も情報収集と研究を続け、生徒がものづくりの現場で活躍できるよう、実習内容の改善に努めたい。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所より、多大な御支援を頂きました。ここに記して謝意を示します。

### 参考文献

- 1) 株式会社デンソーウェーブ「【日本語版】COBOTTA 取扱説明書 Rev.2.210」(2024年2月1日)
- 2) キヤノン株式会社「産業用カメラ N10-W02 使用説明書」(2018年7月)