

安全な産業用ロボット実習装置の開発

岐阜県立岐阜工業高等学校 電子機械工学科

内海 裕憲

1. はじめに

日本のものづくりを支える一つとして産業用ロボットの活用がされてきた。近年は人手不足を補うためにロボットの導入を推進する活動も始まっている。それに伴い“ロボットシステムインテグレータ”と呼ばれるロボットシステムの開発や運用をする人材が求められるようになってきている。

本研究では、ロボットを動作させることだけではなく特に安全に配慮した実習を行い、安全意識を常にもった生徒の育成を目指し装置を開発することとした。

2. ロボットシステムの安全対策

現在の産業用ロボットは非常に高速で動作することが可能である、ひとたび接触事故が起これば大怪我に直結する事故となる。その他にも、はさまれ・巻き込まれ事故も起こるリスクがあるため安全防護物によるリスク回避が必要である。

工場などでは安全柵を設け作業者がロボットの動作範囲に入れないような対策をとる場合があるが、実習室ではそのスペースの確保ができないためロボット架台に囲いを設け運転中に接触しない対策方法を採用したり、開閉扉にインターロック機能のあるセーフティドアセンサを取り付けた。

また、ロボットに異常が確認されたときに外部から強制的に停止させることができるように、非常停止スイッチを設けた。このスイッチは制御プログラムに依存せず、ロボットコントローラーの安全機能を直接働かせられるものである。

3. 機器の選定

3-1 ロボット架台の選定

図1の範囲でロボットは動作が可能であるがすべての範囲を使用することはなく、設置場所の制約から1400mm×1400mmの架台を選定した。動作範囲内に架台枠が存在するが、ロボット動作監視安全ユニット「Cubic-S」により動作範囲を指定した空間に

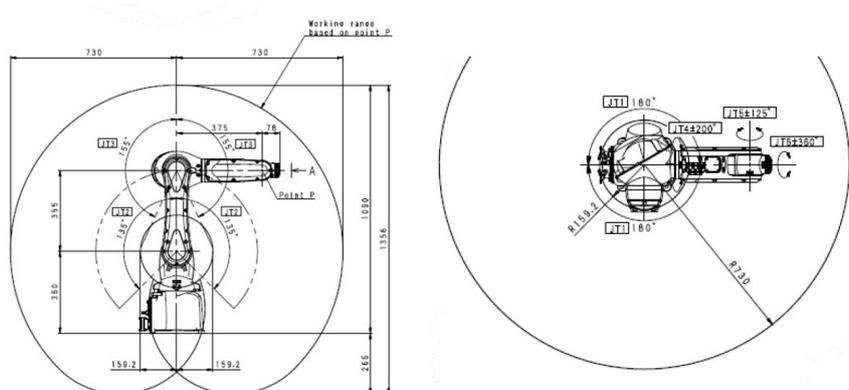


図1 川崎重工株式会社ロボット据え付け・接続

制限することで枠への衝突を回避することとした。「Cubic-S」はロボットコントローラーから独立しており、教示作業時にもこの機能を働かせることができる。

3-2 セーフティドアセンサの選定

安全扉の状態の監視、およびロックを行う機器がセーフティドアセンサである。機械的にロックする方式の物は扉ズレにより閉まらなくなることがあるため、電磁力で吸着するものを選定した。小型化されていることもあり非常に設置しやすい製品であった。

3-3 非常停止スイッチ

ロボットコントローラー、ティーチングペンダントにも非常停止スイッチが設けられているが自動運転時にそれらを素早く操作することはできない。そのため外部から非常停止操作ができるように設置するのが多く採用されている。一つのボタンに独立した二つのブレーク接点を有したものが一般的に採用されている。今回は特別に条件がないので通常通り一般的な非常停止スイッチを選定した。

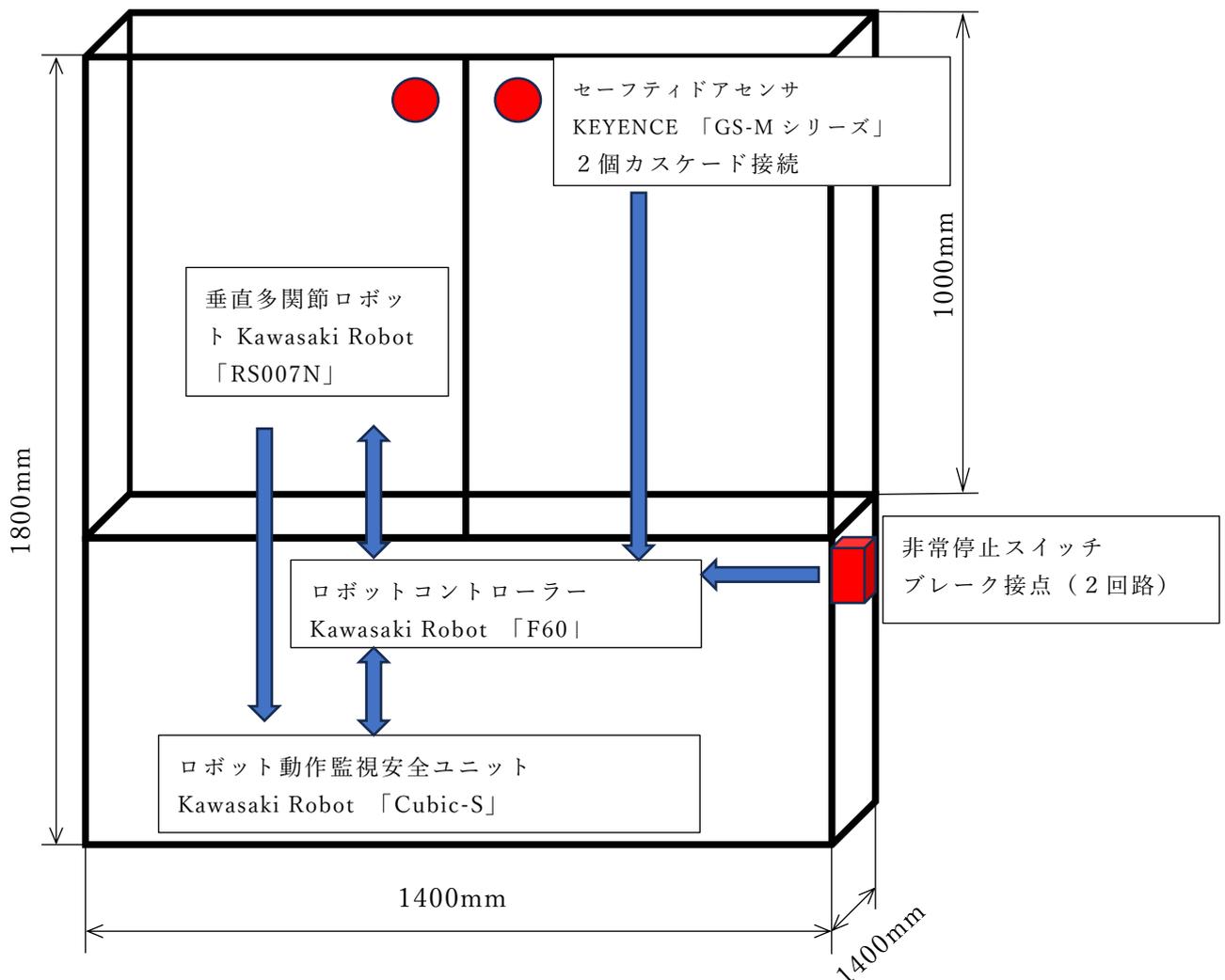


図 2. 安全対策ブロック図

4. 製作

4-1 架台の組み立て

NIC オートテック「AK-R-FC07-1000」をベースに幅、奥行きを 1400mm にセミオーダーした。補強フレーム、ロボットベース、コントローラー設置用底板を追加した。

フレームには部品番号や使用するナットなどがマーキングされており、非常に酷似した部品ばかりであるにもかかわらず間違いなく組み立てることができた。

透明のポリカーボネート（厚さ 5～8mm）で囲まれており堅牢で安心感のある構造である。



4-2 セーフティドアセンサの設置

写真1 装置全体

安全扉上部にそれぞれ取り付けた。ロボットコントローラーへの入力は、メカニカル接点が想定されており直接ドアセンサをつなぐことができなかったため、ドアセンサの出力でリレーを駆動し、その接点をコントローラーの入力端子に接続することにした。この場合、リレーが介在することで故障原因が増えることになるが、仮にリレーが故障してもフェールセーフの方向に働くため、安全上問題にはならないと考える。

また、両開き扉であるため、左右のドアセンサをカスケード接続し、どちらか一方が開いている状態でもドアロック完了信号が出力されないため自動運転はできない。

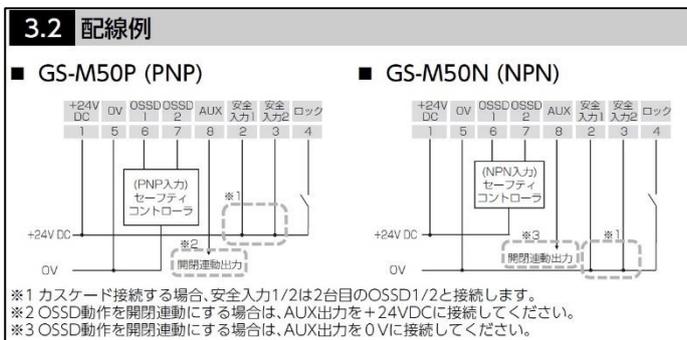


図3 KEYENCE「セーフティドアセンサ GS-M50 取扱説明書」より

写真2

4-3 非常停止スイッチの設置

コントローラーの非常停止スイッチ用入力回路は特に問題になる点はなく、一般的な非常停止スイッチを接続した。

ボタン色は非常停止用であるため赤であるが、より目立つように取り付けプレートを黄色に塗装し、操作しやすいように装置前面により付けた。



写真3 非常停止スイッチ

5. 実習に向けて

産業用ロボットでは最初の実習用課題としてピック&プレースが行われることが多い。既存の実習装置で用いられているワークを使用することにした。これは将来的に既存の装置を組み入れ連携させることができれば実習の幅が広がると考えたためである。

実習にはテキストが必要であるが、現在のところロボットメーカーの方が導入用に使用されたものをもとに簡易的なテキストに留まっている。

産業用ロボットを操作するためには安全講習が必要である。限られた実習時間の中で講習と演習のバランスをどのようにとるかは今後の大きな課題である。

6. まとめ

本研究は、産業用ロボットを取り扱う実習を行うためにどのように安全を確保するかということ、装置の側から考えたものである。当然ではあるが、これで完全に事故が防げるわけではないため、安全教育の中で様々な場面で危険予知ができるように内容を検討しなければならない。

しかし、装置の側から見た安全対策は行えたので、効果的に実習が行えるようなカリキュラムを組み、産業用ロボットを取り扱う職業に興味をもつ生徒が増えることを期待する。

謝辞

本研究は（公益財団法人）天野工業技術研究所、2024年度工業教育研究助成を受けて実施されました。ロボット架台など1式を購入することができ、新しく実習を立ち上げることができました。産業界に貢献できる人材を一人でも多く輩出できるよう取り組みます。本当にありがとうございました。

参考文献

- 1) 川崎重工株式会社「ロボット据え付け・接続要領書」
- 2) KEYENCE「セーフティドアセンサ GS-M50 取扱説明書」