

## FA 制御システムの構築

福地泰尚\*

### Construction of the Factory Automation Control System

Yasunao FUKUCHI

#### 要約

今回の総合制作実習では、製造ラインの設計・組立・調整・プログラミング・ネットワーク接続など、製造現場における自動化システムの運営・管理が行える技能・技術力を高めることを目的として、FA 制御システムの構築を行った。今回のシステムは、昨年度の自動化システム<sup>[1]</sup>に画像処理センサ及び、ベルトコンベアを追加して工程の見直しを行った。その結果、ワーク選別とキャップ取り付け作業、ワークの移動工程において、処理時間を約 10 秒短縮できた。さらにワーク選別と移動における誤動作を低減させ、信頼性を向上させることが出来た。

Keywords : FA, 制御システム, 自動化システム, 画像処理, PLC

### 1. はじめに

今日の工場における生産現場においては、人の手を経ないで製造される生産ラインの無人化が進んでいる。そこには様々な専門技術が集約されており、高度情報化する生産現場の運営・管理に対応できるメカトロニクス技能者が求められている。そこで本年度の総合制作実習では、製造ラインの設計・組立・調整およびプログラミング・ネットワーク運転など、自動化システムの運営・管理を行う技能・技術力を高めることを目的として、FA (Factory Automation) 制御システムの構築に取り組んだ。今回構築する FA 制御システムは、昨年度の卒業生が取り組んだ「自動化システムの構築」課題に引き続き、処理時間の短縮と作業の信頼性の向上を目指した。

### 2. FA 制御システムの概要

#### 2.1 装置概要

今回構築したシステムは、色、高さ、材質の異なる 6 種類のワークに温度計の取り付け、またはキャップの取り付けを行う 2 種類の組み立てラインから構成されている。図 1 に温度計とキャップの取り付けを行う前と後のワークを示す。これら 2 つのラインを統合して 1 つの自動化システムを構築する。このライン全体を通して、6 種類のワークを搬送・選別・分類・組み立て・格納するシステムとした。制御概要としては、全工程を PLC

(Programmable Logic Controller) によるシーケンス制御とした。ワークの選別には、画像処理センサおよび光電センサによる判定を行い、高さ・深さ判定は、ポテンシオメータを用いて、その A/D 変換値を使用している。ステーション間の協調運転実現には CC-Link を用いた。また、タッチパネル・画像処理センサと PLC 間は Ethernet を使用してデータ通信を行っている。

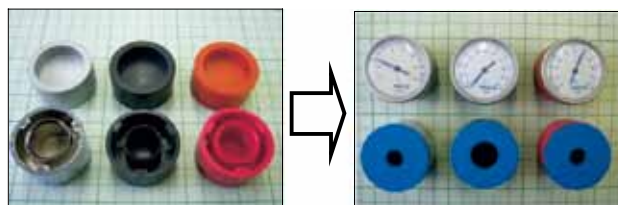


図 1 6 種類のワーク  
温度計とキャップの取り付け前後



図 2 FA 制御システム全体構成

#### 2.2 システム構成と役割

今回のシステムは、操作部、制御部、動作部からなる 10 台のステーションから構成されている (図 2 参照)。全てのステーションには PLC が搭

載されており、各ステーションには、ロボット、コンベア、画像処理センサ等、個別の機能を持った制御機器が配置されている。ステーション間はCC-Linkを介してPLCによる協調運転制御を可能としている。各ステーションの役割を以下に示す。

- ①コンベアステーション：  
ワークの供給と完成品を搬送する
- ②ロボットステーション1：  
ワーク供給口にて画像処理されたデータを元にワークを選別して次工程へ搬送する
- ③アセンブリステーション：  
ワークに温度計を取り付ける
- ④プロセッシングステーション：  
温度計を取り付けたワークの搬送を行う。同時に完成ワークの良品/不良品判定を行う。
- ⑤ハンドリングステーション：  
温度計を取り付けたワークをコンベアラインに戻す
- ⑥画像処理ステーション：  
キャップを取り付けるワークの爪の角度を読み取りPLCにデータを送る
- ⑦ロボットステーション2：  
画像処理から得たデータを元にキャップの取り付けを行う
- ⑧T字路コンベアステーション：  
ワークをコンベアステーションからセパレーティングステーションに搬送する
- ⑨セパレーティングステーション：  
キャップを取り付けたワークの良品/不良品判定を行う
- ⑩自動倉庫ステーション：  
完成したワークを色別に格納する

これら10台のステーションは前述のように大きく2つの作業工程に分けられている。前半は6種類のワークから温度計取付用ワークを選別しワークに温度計を取り付ける（図3参照）。取り付け後は、ワーク搬送用コンベアへ戻す。キャップ取付用ワークはそのまま搬送用コンベアで後半の工程に搬送する。ここまです①～⑤のステーションで行っている。後半は、温度計が取り付けられたワークとキャップ取付用ワークが混在して流れてくるので、キャップ取付用ワークのみを選別してキャップ取付作業を行う

（図4参照）。この時、キャップとワークにはそれぞれロック用のツメが付いているため（図5参照）、このツメがぶつからないように回転しながらはめ込む必要がある。このツメの位置検出とワーク選別に画像処理センサを使用している。温度計とキャップを取り付けた完成部品は、色で選別して3段の自動倉庫へ格納する。これらの作業を⑥～⑩のステーションで行っている。



図3 温度計取り付け



図4 ロボットによるキャップ取り付け



図5 ワークとキャップの取付用のツメ

### 3. 開発内容の詳細

昨年度のシステムに下記のような機能の追加と改善を行った。

- ①ワーク供給口でのワーク選別を光電センサから画像処理センサへ変更することによりワークの選別時間を短縮する。

②キャップ取り付け時のワークのツメの位置検出を光電センサから画像処理センサへ変更した（図6参照）。これにより、キャップ取り付け作業時間を短縮する。ここでは、ワーク上部の画像から色・面積・ツメの角度計測を行い、ロボットアームにデータを送信してキャップの取り付け作業を可能にした。これら画像処理センサの追加に伴い各種アクチュエータを追加した。

③コンベアステーションからセパレーティングステーションへのワークの移動を空圧機器からベルトコンベアへ変更した。上記変更に伴い既存コンベアの取り付けステーを新たに作成し直して、高さ及び位置調整を実施した。

④プロセッシングステーションにセパレータモジュール（電動アクチュエータ）を追加して、アセンブリステーションで検出した取り付け不良品を廃棄する機能を追加した。

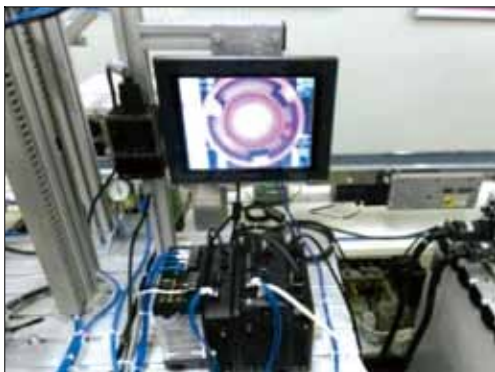


図6 画像処理センサ

#### 4. 動作確認と評価

全体を通しての動作チェックを行った。その結果、目標通り2つの組み立てラインでそれぞれ3種類、計6種類のワークを完成させ、分類・格納することが出来た。また、ワーク選別とツメの角度計測工程の処理速度が向上した。これは、ワーク供給工程において温度計取り付けワークとキャップ取り付けワークの仕分けを光電センサから画像処理センサに変更し、ワークへのキャップ取り付け工程においてはワークのツメの位置の角度計測を光電センサから画像センサに変更した結果による。また、コンベアステーションからセパレーティングステーションへのワークの移動を、空圧機器からベルトコンベアに変更することにより速度の向上と信頼性が増した。

以上の改良によって、ワーク供給工程における

1個の処理時間は約1.5秒短縮でき、キャップ取り付け工程においては1個の処理時間が約4秒短縮できた。さらにコンベアステーションからセパレーティングステーションへのワークの移動処理時間を1個につき約5秒短縮出来た。

これらの改善を踏まえ9個のワークの処理時間を計測したところ、当初の処理時間は3分40秒であった。ここで、全体の処理時間をさらに短縮する改善策としてワーク供給工程での選別作業における処理手順を画像センサのみに変更した。また、ロボットのキャップ取り付け工程においては品質を落とさずに速度を向上できるように調整した。その結果、処理時間を3分30秒に短縮することが出来た。

#### 5. 今後の課題

動作確認により以下のような課題が確認された。今後はこの課題解決に向けて改善策を検討していく予定である。①画像処理装置を使用する際、周囲の明るさによって判別結果が安定しない。またワーク表面の反射により真上からの撮影が難しい。②ワーク供給口に画像処理装置を取り付けたことにより前半部の作業時間が向上した一方、後半のキャップ取り付け工程が前半の作業速度に追いついていない。

#### 6. 終わりに

今回の総合製作を通して、学生はFA制御における幅広い専門技術を習得することができた。また半年間に亘るグループ実習は、学生自身が完成予定までの工程管理やメンバー各自の役割分担と情報共有の重要性等を学び、グループ作業独特の難しさを理解することができたものと思う。本実習で学んだ知識・技術をさらに深め、今回の経験をこれからの技能・技術習得、さらには企業現場におけるものづくりに生かして頂きたいと思う。

#### 文献

[1] 平成24年度 第22回機械システム系総合制作実習発表会講演予稿集, pp.11-12

[2] 三菱電機 FA

<http://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/>

[3] 画像センサ/画像処理装置 | 株式会社キーエンス <http://www.keyence.co.jp/gazo/>