

製造ラインの自動化・効率化促進システムの構築

Construction of a System Promoting Automatization and Streamlining of the Production Line

新見浩司*

Kouji Niimi

* 機械素材研究所 計測制御科

製造ラインの自動化・効率化のためにはセンサを用いたデータ取得と、このデータと連動させるアクチュエータ駆動制御が必要となる。これら一連の動作を選択による簡易な操作により専門知識を有していない作業員でも実現可能なシステムを構築した。

To automatize and streamline the production line, it is necessary to acquire data using a sensor and the actuator driving control system linked to these data. We construct a system, where even an operator without expertise can manage a series of actions easily with simple operation by selection.

1. はじめに

新製品の量産化や生製造ラインの効率化のためには、既存設備を改造する必要が生じる場合がある。大手企業であれば外部の専門業者にこの設備改造を委託するケースが多いが、中小企業では小規模なものでも高額な費用が必要となることから、結果として既存設備のままでは対応せざるを得ない事例が多い。しかし、近年のグローバル化に伴う競争激化の中で県内中小企業が生き残るためには、低コスト・高品質・短納期を達成する自動化・効率化は避けて通れないものとなってきている。また競争力のある新製品・新技術の開発において、独自のノウハウや研究結果を取り入れた設備を検討する際に、自社で先行的な試作や動作確認を行いたいというニーズも高まってきている。

県内中小企業が独自に設備改造を行うためには、機械、電気電子工学に加え PLC (Programmable Logic Controller) やマイクロコンピューターのプログラミングなど機器制御のための高度な知識を持った人材が必要となるが、短期での育成や即戦力となる実務経験者の新規確保は難しい。また高度な知識を持ったベテラン作業員の定年退職等によるノウハウの喪失が進んでおり、既存設備の動作改善や変更ができなくなったという声も耳にする。これらのことから自動化・効率化を進めようにもハードルが高く、何から手をつければよいか分からないという状態の企業が多く存在する。

そこで、企業が独自に自動化・効率化を可能とする支援ツールとなる、入力・制御・出力の3つの要素を選択するという比較的簡易な操作で、センサによるデータ取得と、このセンサデータと連動させた駆動機器制御が可能なシステムの構築を行った。

2. システムの構築

2.1. 基本プログラムの作成

システムを構築するにあたり、まずベースとなる基本プログラムの作成を行った。この基本プログラムは県内企業の技術相談からテーマを設定し、作成を進めた。

相談内容は、アルミ製のコイルを製品として製造している企業において、コイル端面を平滑に揃えることが要求されていることから実施していた手作業による端面揃えを自動化したいというものであった。作業の様子を図1に示す。



図1 作業員によるアルミコイルの端面揃え作業

対象とした作業は巻取り中のアルミシートの両端に1名ずつ作業員が配置され、常にシート端部位置を目視で確認しながら、それぞれの作業員に対して手前方向にずれが生じた際に、端部を垂直方向に押

さえつけるというものである。押さえつけによりシートがたわみ、端部に掛かる力の向きが作業員に対して奥側へ押し出す方向に変わる。この原理を利用して軌道を矯正し、端面揃えを行っていた。

対象作業を自動化する機構の検討を行った結果、図2に示す機器と制御方法で実施することとした。



図2 使用機器と制御方法

これまで作業員が目視で行っていたシート端部位置の認識については透過型レーザーセンサを利用した。シート端部を抑える動作については、2機1対のACサーボシリンダにウレタンローラを取り付け昇降させることで再現した。またこのACサーボシリンダの昇降動作はON/OFF制御で行うこととした。

さらに動作について補足すると、入力機器である透過型レーザーセンサにおいて測定範囲内の遮光領域幅、つまりシートの端部位置を監視しながら、軌道にずれが生じてきた場合はこのずれを修正する一方のACサーボシリンダを下降させ、目標域内に収まり次第下降を解除するという動作を繰り返すものである。この動作を達成するため以下の入力、制御、出力それぞれの要素プログラム作成を行った。

①アナログ信号入力プログラム

透過型レーザーセンサのアルミシートによる遮光幅を最大測定幅に対して0~5Vで受け取るアナログ信号入力プログラム

②ON/OFF制御プログラム

入力データが閾値を超えると駆動機器であるACサーボシリンダへの信号出力指令を行う判断プログラム

③パルス信号出力プログラム

ACサーボシリンダを昇降させるためのパルス信号出力プログラム

プログラムの作成については、グラフィカルなプログラミング言語であるLabVIEW(ナショナルインスツルメンツ社製)により行った。LabVIEWは高度な計測・評価・試験・テスト・制御システムの開発に特化したグラフィカルプログラミングツールで、アイコンとワイヤをフローチャートのように繋ぎ合わせる方法で、システム構築を行うことが可能である。^{1),2)}

個々の要素プログラムをLabVIEWを用いて効率的に作成しながら、それぞれを結合させ、目標としている動作となる基本プログラムを作成した。

2.2 基本プログラムの動作検証

基本プログラムの動作を確認するため実際の装置をスケールダウンしたミニチュア設備を製作しテストを行った。テストの様子を図3に示す。



図3 基本プログラムの動作検証

ミニチュアモデルではアルミシートに見立てた平板を手動スライドに固定し、透過型レーザーセンサの測定域内を任意に移動させることで端部位置に相当する入力信号を与えられるようにした。駆動機器であるACサーボシリンダについては1機のみ再現し、パルス信号を受け取ることで可動部が前後に移動するようにセットした。またプログラムの実行と信号の入出力についてはLabVIEW互換のPCベースプラットフォームであるPXI(ナショナルインスツルメンツ社製)を用いて行った。

このミニチュア装置により動作検証を行い、センサのアナログ信号入力値が特定の閾値を超えることで駆動機器へのパルス信号出力を行う ON/OFF 制御の基本プログラム作成を行うことができた。また動作検証をもとに現場へ適用した結果、端面揃えの自動化を達成することができた。

2.3 プログラムの蓄積・拡張

様々な自動化・効率化の事例に対応するため、基本プログラムで作成した入力・制御・出力要素に加え、他のパターンについてもプログラムを作成し、必要に応じて取り出せるように蓄積を進めた。表 1 に作成したプログラムの項目を示す。

表 1 作成したプログラム項目

入力パターン	制御パターン	出力パターン
アナログ信号	ON/OFF 制御	アナログ信号
デジタル信号	PID 制御	デジタル信号
パルス信号	シーケンス制御	パルス信号

従来の FA (Factory Automation) 関連機器の入出力信号は主に連続的な電圧、又は電流の変動であるアナログ信号と単純な ON-OFF を読み取るデジタル信号、またこのデジタル信号の ON-OFF が短い周期で繰り返されるパルス信号の 3 つに分類される。よってこの 3 信号を制御することができれば大部分の FA 機器の使用が可能となることから作成を行った。

これに加え、入出力信号から判断する制御項目として自動化・効率化に一般的に用いられる目標値に到達するまで駆動し、到達後は出力を停止するサイクルを続ける ON/OFF 制御、この ON/OFF 制御に偏差の大きさによる出力調整機能とオフセットの除去、瞬間的な変動幅の大小に対する追従性を調整する係数が加わった PID 制御、条件を満たした場合に決められた順番に従って実行されるシーケンス制御の 3 種類について蓄積を行い、幅広い用途に対応可能とした。

2.4 システム構築

蓄積したプログラムを簡単な操作で切り替えられるように、操作画面上に各要素をプルダウンで切り替え可能なシステムを構築した。要素の選択・設定画面を図 4 に、実行画面を図 5 に示す。

設定画面において入力・制御・出力の 3 要素をプルダウンで選択し、各種の設定値を入力後に実行モードに移行すると、現在の入力データ情報と出力情報をモニター可能な状態となる。

従来の PLC 等は瞬間的な数値や ON/OFF 状態は確認することは容易であるが、グラフや表で確認するには PC やタッチパネル用のプログラムを別途用意する必要があった。本システムでは実際に動作させながら状態を確認することが容易でデータ保存も可能であるため、動作確認や制御原理の理解にも効果的な支援ツールとして構築することができた。

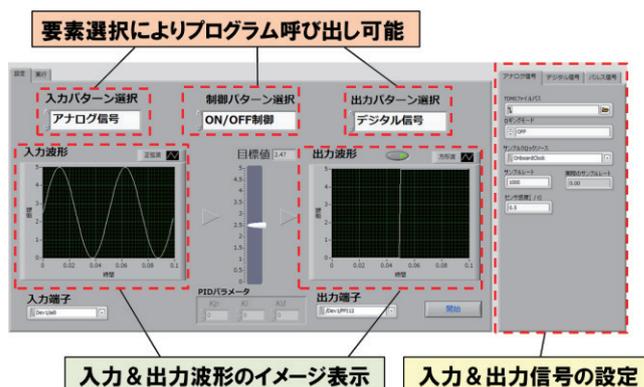


図 4 要素の選択・設定画面

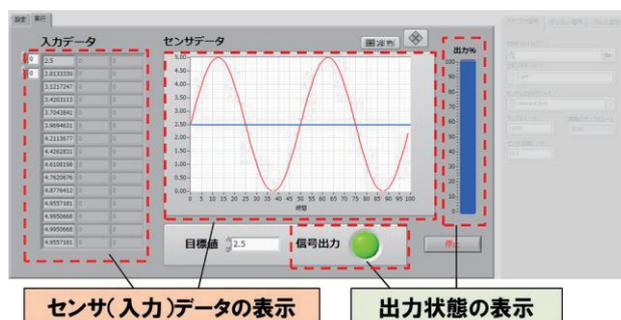


図 5 実行画面

3. 実証試験

構築したシステムの有効性を確認するため、メッキ製品の製造販売を行っている県内企業において実証試験を行った。

実証試験を行ったテーマは新しい表面処理方法の検討のために対象物と電極間の電位差が任意の目標値に達した時点で取り出すという作業で、研究開発段階であるため専用の装置が存在せず、作業者が目視で電位の読み取りと取り出しを行っていた。しかし電位は専用液への浸漬時間でリアルタイムに変化していくことから、人による取り出しタイミングにばらつきが生じてしまうことに加え、常時作業者がデータを監視する必要があった。実際の作業設備と測定データ例を図6に示す。

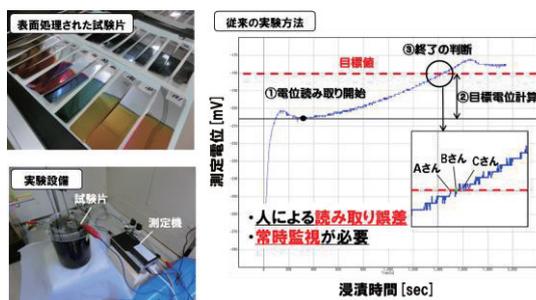


図6 作業設備・測定データ例

この電位の読み取り誤差の影響は無視できないもので、現在の人による読み取り誤差では実際の量産時の品質ばらつきとして許容できないということもあり、本システムを用いて自動で電位のモニターと目標電位達成時の信号出力を行う動作を構築した。

システム内で選択した各要素を図7に示す。入力には電位測定装置からのアナログ信号、制御パターンはON/OFF制御、出力パターンとしては目標電位到達時にONとなるデジタル信号を選択した。

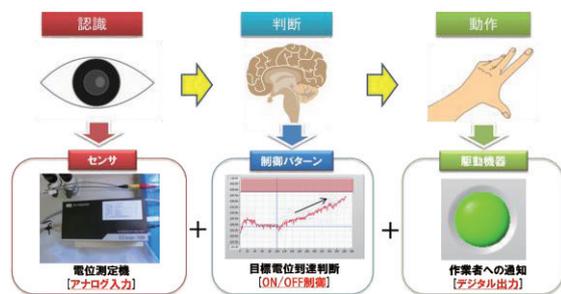


図7 構成要素

これらの要素を選択後、工業用のタッチパネルコンピュータにシステムを搭載し、実際の作業に適用したときの実行画面を図8に示す。

電位をモニターしながら、目標電位に到達するとデジタル信号を出力する動作としたが、今回は画面

上のランプを点灯させることで作業者に知らせる仕様とした。使用した作業者からはとても作業負荷が減り、実験のばらつきも小さくすることができたというコメントを受けた。

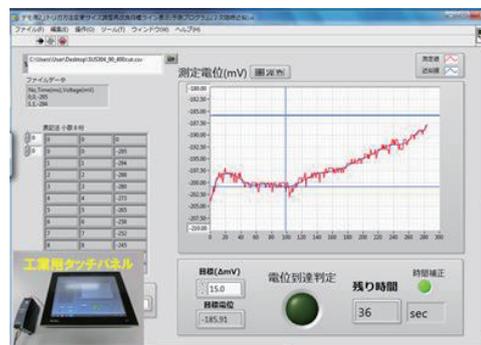


図8 適用時の実行画面

今回の試験的運用から現場の自動化や効率化に有効であることを確認することができた。

4. おわりに

製造ラインの自動化・効率化を促進するシステムを構築することができ、県内企業において実証試験を行ったことで有効に活用可能であることが確認できた。

ただし現在の入力・制御・出力パターンに加え、データの演算・補正機能等の追加要望を県内企業の実証試験中に受けたため、今後はこれらを改善するとともに、県内企業における普及を進めていきたい。

謝辞

本研究にあたり、株式会社片木アルミニウム製作所大山工場の遠藤貴浩氏、矢瀧敬三氏、永原巧也氏と株式会社アサヒメッキの川見和嘉氏、澤田泰伸氏にご協力を頂きました。ここに心から感謝を申し上げます。

文献

- 1) 小澤 哲也； 図解 LabVIEW データ集録プログラミング, 森北出版株式会社, P.1-4(2008).
- 2) 堀 桂太郎； 図解 LabVIEW 実習, 森北出版株式会社, P.7-9(2006).