

自動ドア開閉装置用コントローラの開発

若生 進一* 小泉 洋人* 箱崎 幸夫**

1. 目的

現在、委託企業が使用している、自動ドア開閉装置用コントローラは簡易的なアラームしかなく、動作中の状態が詳細には確認できない。アラームおよび動作状況をより詳細に確認することが可能になれば、動作不良時の原因究明やドアを設置する際の調整作業に係る負担を軽減することができる。

本開発では、新たな自動ドア開閉装置用制御コントローラとして、下記の内容を目標に試作を行う。

- ・自動ドアの動作状況を明確にし、位置制御を行いながら、動作中のデータを逐次出力する制御コントローラを開発する。
- ・制御コントローラからの出力データを PC で確認できる通信インタフェースを開発する。

2. 結果

自動ドアの基本動作であるティーチング動作、開動作、閉動作、緊急停止、異常検出時の反転動作を制御するコントローラの試作基板を開発した。

また、自動ドアの現在位置およびモータ負荷（電流値）の変化を PC 上で確認できる通信インタフェースを実現した。

本受託研究により得られた結果は、以下のとおり。

- ・マイコン制御による自動ドア開閉装置用制御回路が設計できた
- ・エンコーダ及び電流監視による位置制御プログラムが開発できた
- ・動作状況を監視し、情報を出力する自動ドア開閉装置用制御コントローラが試作できた
- ・PC を用いてコントローラと情報通信を行うインタフェースのベースが開発できた

以上の結果を、自動ドア開閉装置に適用することで、目的である自動ドア開閉装置用コントローラを企業内で開発することができる。

3. 開発内容

3.1 装置構成

ハードウェア構成を図 1 に示す。

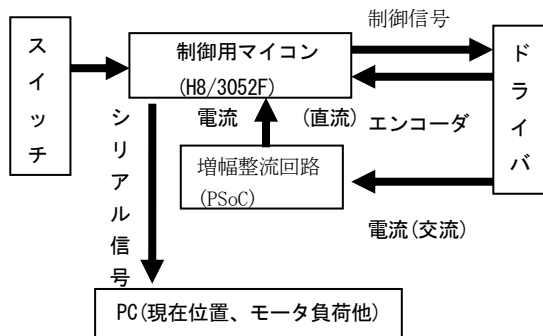


図 1 ハードウェア構成

はじめに自動ドア開閉装置の制御方式について検討を行った。自動ドア開閉装置は DC ブラシレスモータと純正モータドライバが組み込まれているため、試作を行う制御コントローラはモータドライバへの信号を制御することになる。

モータドライバから得られる信号は 2 相エンコーダ出力のみで、自動ドア開閉装置にはその他のセンサが原則備わっていない。故にエンコーダ信号及びモータドライバに流れる電流値を計測することでドアの開閉を制御する方式とした。

次に、制御方式を実現するためのマイコンについて選定を行った。結果として今回はルネサステクノロジー製のマイコン H8/3052F を採用した。

理由としては、開発環境が基本的に無償である点と、エンコーダの信号をカウントする位相計数機能及びアナログ信号である電流値をデジタル信号に変換するための A/D 変換機能を有し、部品の供給も安定している点を考慮した。

3.2 回路設計

<位相計数回路>

モータドライバからのエンコーダ信号は、位相が 90 度ずれた 2 つの信号をモータ 1 回転当たり 500 パルス出力する。

ドライバの信号出力がオープンコレクタとなっているため、マイコンのデジタル I/O をプルアップでエンコーダ出力と接続し、位相計数を行なった。接続例を図 2 に示す。

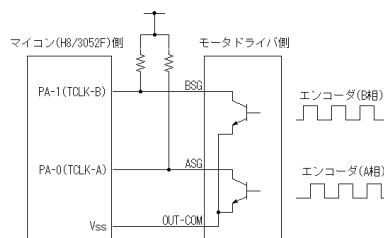


図 2 位相係数回路 接続例

マイコンでは、パルス信号の立上がり・立下がりを計数しているため、1回転当たり 2,000 パルスを計上する。このパルス数を管理することで、ドア位置を制御する。

＜電流監視回路＞

モータドライバに流れる電流は、モータにかかる負荷によって値が変動する。この値の変動を監視することで、ドアの開端・閉端への到達、異常動作等を検出することができる。今回は、電流値を非接触で計測するためにセンサとして小型の変流器を用いた。

変流器の仕様から、出力される電流波形は約 2.5V を基準とした交流信号 (2.5±0.8V) となる。

変流器から取得した値は微小であるため、信号の増幅回路および交流信号を直流信号にする整流回路を追加する必要がある。

解決策として今回はサイプレス製の PSoC というデバイスを用いた。

通常はオペアンプによる増幅回路とダイオードによる整流回路を組み合わせる用いるのが一般的であるが、回路上で増幅率等を変更する場合、新たに回路を作成しなければならないため、試作段階では作業効率が悪い。

PSoC はワンチップで増幅回路や整流回路等のアナログ回路を実現でき、増幅率等の変更もソフトウェアで容易に変更できるため、物理的に回路を変更することなく開発を進めることができる。

試作した電流監視回路を図 3 に示す。

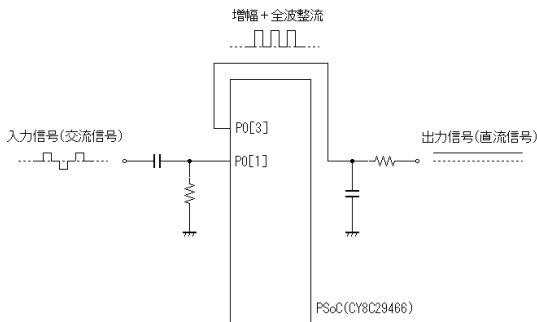


図 3 電流監視回路

3.3 プログラム開発

制御用のマイコンとして採用した H8/3052F はクロック周波数 25MHz, ROM 容量 512kByte のマイコンである。純正の統合開発環境である HEW (High-performance Embedded Workshop) の無償版を用いることで、最大で 64kByte までのプログラム開発が可能となる。図 4 に開発したプログラムの処理フローを示す。

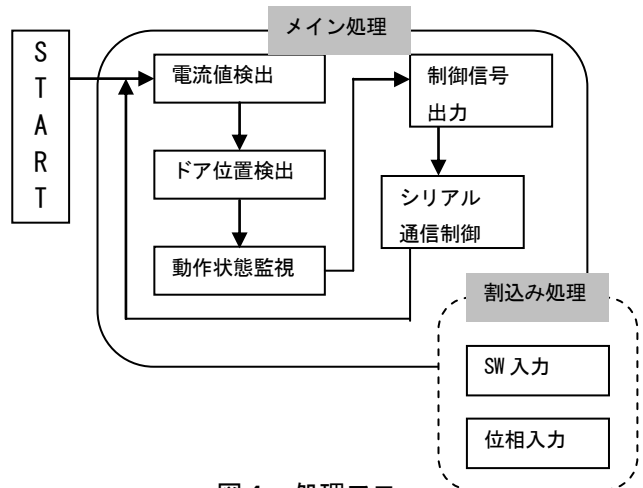


図 4 処理フロー

位置検出及び電流監視を高速に行うため、スイッチ入力および位相計数は全て割り込み処理で行うこととした。

＜停止動作開始位置の推定＞

モータの減速時間の設定は、予めモータドライバに設定する 3,000rpm から 0rpm になるまでの時間[秒]のみとなる。任意の速度でドアを同じ位置に停止させるには、減速時間を考慮する必要があるため、モータドライバに停止動作を指示する位置推定を行う処理を追加した。

減速時間はモータドライバの設定値から、回転速度はエンコーダ信号から演算で求めた値を用いている。

結果として得られる停止パルスマージンを、停止位置となるパルス数に加算・減算することで停止動作開始位置を決定する。

＜通信インターフェースプログラムの検討＞

今回使用したマイコンボードは、小さな液晶パネルを備えているが、ユーザーに分かり易いグラフィカルな表示ができず不便である。そこで、自動ドアの運転状態を PC の画面でグラフィカルに確認できるよう、通信インターフェースプログラムを検討した。制御用のマイコンとして採用した H8/3052F はシリアル通信ポート (RS232C) を備えており、これと PC のシリアルポートを接続して、自動ドアの現在位置及びモータ負荷(モータ電流値)を時系列に 2 次元表示するプログラムを開発した。プログラムは windows 上で使用することを前提として、Microsoft Visual C++ で作成した。約 30ms 毎に制御用マイコンからデータを受信してグラフ表示する。

このインターフェースプログラムによって PC と制御用マイコンを繋ぐことが可能となり、このプログラムを改良することでモータの速度設定などの運転パラメータを変更する機能を実現できる。

4. 実験

試作した回路を実際の自動ドア開閉装置と接続し、動作試験を行った。

試作した回路を写真 1 に、実験風景を写真 2 に示す。



写真 1 試作した制御コントローラ



写真 2 動作実験風景

自動ドアの位置を初期設定するティーチング動作を確認した後、開閉動作及び緊急停止動作を繰り返し操作し、位置のズレ等がないか確認した。実験開始当初は、位置のズレが大きく、規定の位置で停止することができなかった。マイコンの内部処理を精査し、処理フローおよびプログラムを改良することで位置ズレを解消することができた。原因としてプログラム中にあるウェイト処理時のエンコーダ信号の取りこぼしや処理そのものの遅延が考えられる。

5. 今後の予定

製品としての実用化に向けて、下記の動作確認及び検討を行う必要がある。

- ・長時間運転での動作確認
- ・実際の製品に合わせた回路仕様の検討
- ・ノイズ測定及び耐性の評価

また、さらなる高機能性の付加として、下記の機能について次年度以降に技術提案していく。

- ・PC からの制御パラメータ設定
- ・停電時の運転状態の記憶