

要 旨

本研究では、苫小牧高専情報工学科の第5学年で行うマイクロコンピュータを用いたPID制御プログラム実験の開発環境に、H8/3069Fマイコンを採用する研究を行った。従来まで用いていたH8/3048Fマイコンから変更することで、Cygwin環境での開発が可能となり、さらに内蔵RAMにプログラム書き込みが可能となった。また書き込みに必要な電源が2電源(5Vと12V)を用いていたものが、5V単一電源で書き込み可能となる。

1. はじめに

苫小牧高専情報工学科では、第3学年と第5学年でマイクロコンピュータボードを用いて実験を行っている。マイクロコンピュータは、用途によりさまざまな機種が発表され、高性能なワンチップマイコンを利用して、組み込み分野で広く使用されている。また、実験・実習システムでは、情報家電を意識した組み込みシステム分野が大きく期待されている。自動制御の分野で広く用いられているPID制御は、フィードバック制御の基本方式である。PID制御は、配電管理や用水設備、また化学プラントなどに用いられてきたが、最近ではNC(数値制御)、CNC(コンピュータ数値制御)ロボットなどの普及に伴い、これらのメカトロニクス分野に多く用いられるようになってきている。

本研究は、書き換え回数に限度があるフラッシュメモリにユーザプログラムを書き込まず、内蔵RAMに書き込むことを可能とするため、日立H8を搭載する秋月電子製H8/3069Fマイコンボードを採用した。プログラミング環境としては、コンパイラ、コード変換、フラッシュメモリ書き込み、RAM書き込みなどを統合的に行う必要がある。このことから本研究では、Cygwin環境を採用した。本研究は、以上の開発環境を用いたPID制御プログラムの研究・開発について報告する。

2. 開発環境

ハードウェアの開発環境は、RS-232Cポートを具備した、H8/3069Fマイコンボードに5V単一電源を接続し、RS-232Cケーブルでパーソナルコンピュータと接続して使用する。プログラムの開発は、パーソナルコンピュータからCygwinを起動して、プログラムのコンパイルを行い、モトローラファイルを作る。さらにターミナルソフト(TeraTermPro)を起動して、RS-232Cポート

を介してH8マイコンのRAMにモトローラファイルをロードし、実行する。

開発言語は、C言語をCygwin環境で使用する。Cygwin環境で使用するにより、Linuxなどの開発環境でも移植可能であり、プラットフォームの機種依存性は意識しなくてもよい。また、Cygwin環境はWindows環境でEUCコードを編集できる適当なエディタを利用できるので、プログラム作成上の煩雑さはない。

3. ユーザプログラムの開発

ユーザプログラムの開発は、ユーザプログラムのプロジェクト毎にMakeFileを用意し、targetのC言語ユーザプログラム名を書き換えることで、プログラム開発が可能である。ユーザプログラムの大半は、C言語で開発するが、ユーザプログラムのスタートアップルーチンcstartup.Sは、アセンブリ言語で記述している。割り込みを使用する場合は、シリアルポートの初期化とC言語のmain()関数を呼び出し、割り込みベクタテーブル(User Vector)を定義する。このためにプログラム開発をするユーザは、使用する割り込み関数をcstartup.Sの割り込みテーブルに記述し、C言語で書かれたユーザプログラム側に#pragma interrupt(割り込み関数名)のように記述することで、割り込みが使用可能となる。

4. PID制御実験の概要

PID制御実験装置は、H8/3069Fマイコンボードおよび制御対象で構成され、制御対象をOPアンプで構成する。この制御対象は、模擬的な制御対象で、2つのデジタル入力と1つのアナログ出力を持っている。この入出力をH8マイコンのA/D、D/A変換機で変換する。

実験は、P(比例)動作プログラムを用いて、制御対象に設定値および外乱などをパラメータとして、D/Aコ

ンバータを介して出力し、制御対象の出力を A/D コンバータに入力し制御結果を測定する。また、I（積分）動作、D（微分）動作を加える。それぞれの動作を以下に挙げる。

P 動作：偏差に比例ゲインを掛ける。PID 制御の基本動作であり、P 動作単独でも十分に制御可能であるが、オフセットを取り去ることができず、また制御応答速度が遅い。

I 動作：偏差の積分に比例する項である。オフセットを取り去るのに効果がある。

D 動作：偏差の微分に比例する項である。制御応答を速くする効果がある。

5. 実験装置の概念

実験装置の概念図を図 1 に示す。実験装置は、大きく分けてパーソナルコンピュータ部、ワンチップマイコン部およびシュミレータボード部の 3 つの部分から構成されている。

(1) パーソナルコンピュータ部

パーソナルコンピュータ部は、ワンチップマイコンから制御結果を取得する。

(2) ワンチップマイコン部

ワンチップマイコン部は、制御演算（P、PI、PD、PID など）を行う。また、外乱と操作変数をデジタルからアナログに変換し、制御対象にそれぞれ出力する。さらに、アナログの制御変数を入力してデジタルに変換し、パーソナルコンピュータ部へ送信する。

(3) シュミレータボード部

シュミレータボード部は、制御対象を模擬する。本研究においては、モータなどの実際的な装置をシュミレートするために制御対象を OP アンプで構成した。

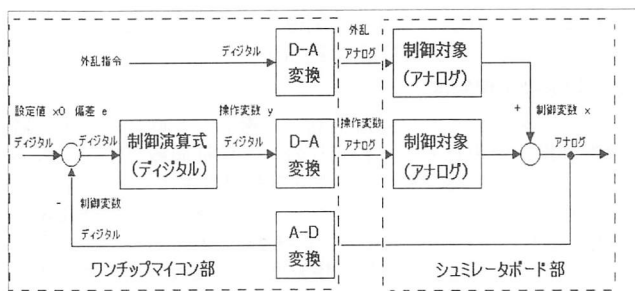


図 1 実験装置の概念図

6. PID 制御プログラムの実行

PID 制御プログラムでは以下のことを行っている。

- 各種パラメータの入力：比例ゲイン、設定値、積分時間、微分時間

- 外乱、操作変数の D/A 変換と制御変数の A/D 変換
- インターバルタイムによる割り込みを用いた制御演算（P、PI、PD、PID 動作）
- 制御結果のパーソナルコンピュータへの送信

制御結果は、P（比例）動作、I（積分）動作、および D（微分）動作を加え、PI 動作、PD 動作および PID 動作をそれぞれ確認する。図 2 に PID 制御プログラムの実行結果を示す。また、そのときのグラフによる結果を図 3 に示す。

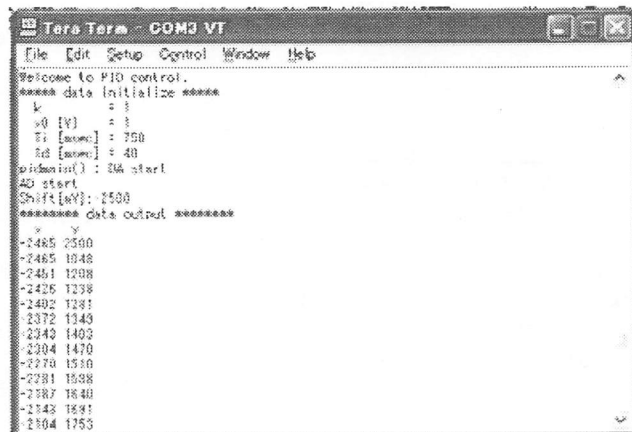


図 2 PID 動作実行結果

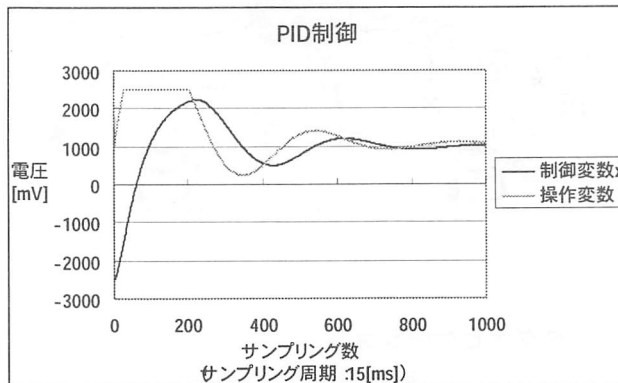


図 3 PID 制御動作のグラフ

7. おわりに

本研究は、学生実験で行う H8/3069F を対象とした、PID 制御プログラムを開発した。Cygwin 環境でプログラムを開発し、パーソナルコンピュータ上でターミナルソフトを起動し実行した。本研究により、ユーザプログラムを内蔵 RAM に書き込みが可能となった。このことにより、パラメータを入力して測定していた学生実験で、プログラム開発も行えるようになり、組み込みシステムの学習に有効な利用ができるようになったと考えられる。

今後の課題としては、指導書を作成するための検証実験を行う。