

先端的制御理論の成果を組み込みソフトウェア技術で実現するプロジェクト

情報電気電子工学科 汐月哲夫

1. 緒言

本プロジェクトは、同年採択を受けたものづくり教育カリキュラム開発プロジェクト「実時間制御系開発とソフトウェア工学の融合カリキュラム開発プロジェクト」と密接に関係しており、一部並行して進めた。この報告書では主として担当した「組み込みソフトウェア技術」に関わる成果について報告する。

2. 組み込み実験実習環境整備,

実時間制御実験装置を組み込みシステムとして実現するための技術力育成を目的とした学生実験テーマ「組み込みシステムを用いた計測と制御」を新設し環境整備を行った。

3-1: 実験概要

MCU(マイクロコントローラユニット)を用いてPID制御の実験を行う

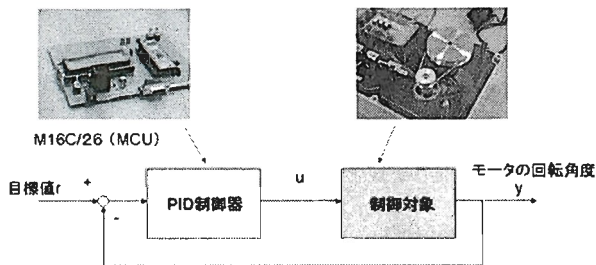


図2. 組み込み実験実習の概要

この実験の対象となるシステムは図2に示すフィードバック制御系である。DCモータよりなる1入力1出力の単純なメカトロ系を、16ビットCPU (M16) を内蔵するマイコンを使って制御する。モータの回転角度はロータリーエンコーダ (500 [パルス/回転]) の2相信号パルスを用い、モータはPWM信号を電流増幅して駆動する。この計測と制御のためのプログラムをC言語で記述してコンパイル・ダウンロード・実行・評価の開発プロセスを体験する。実験は以下のスケジュールで行われる。

第1週: MCU概要説明

- ・ 開発環境の理解 (エディタ, コンパイラ, モニタ, マニュアル, データシート)
- ・ MCUの構造と基本機能 (CPU, プログラマブル入出力ポート, クロック発振器, タイマ)
- ・ サンプルプログラムの理解

第2週: PWM信号によるモータ駆動

- ・ PWM(Pulse Width Modulation)駆動原理

- ・ MCUのタイマ機能

- ・ C言語によるプログラミング

第3週: ロータリーエンコーダによる角度検出

- ・ 2相ロータリーエンコーダによる角度測定原理
- ・ MCUのイベントタイマ機能
- ・ プログラムの作成

第4週: フィードバック制御系の構築

- ・ PID制御系の構造と機能
- ・ オシロスコープによる制御周期測定
- ・ 開ループ構成によるPID動作実現
- ・ 閉ループ構成による動作実験

第5週: プレゼンテーション

- ・ 15分×6班

第6週: 予備日

- ・ 自宅学習・レポート作成
- ・ 再実験, 追実験

1週間後: レポート提出締切り

この内容を1年間に3回実施することにより5名×6班×3回=90名の学生に対応する体制をとっている。

3-2: 実験機材および環境

組み込みシステム実験においては以下のような実験環境の整備が必要なが明らかとなった。

制御対象: 自作 (ロータリーエンコーダ, DCサーボモータ, モータ駆動アンプ)

制御装置: OAKS16MMINI Fullkit を用いた。M16C/26 (ルネサス社) のMCUを搭載したマイコンボードを使用している。

プログラム開発環境: プログラム開発にはMS-Windowsを搭載したPCに専用のコンパイラ, プロジェクトエディタ, テキストエディタ, モニタ (オークス電子) をインストール。

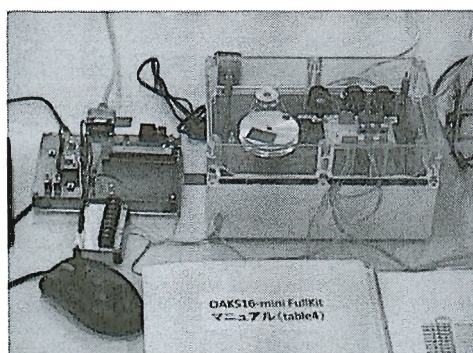


図3. 実験装置概観

計測装置： オシロスコープ（波形観測，マルチメータ，周波数カウンタ機能）

ハードウェア工具： 電気回路工作（半田ゴテ，ニッパ等），機械工作用工具（ドライバ，ペンチ，鑿）

ネットワーク設備： データシート，マニュアルのダウンロード・閲覧機能（インターネット，PDFブラウザ），ファイル共有・頒布機能，共有プリンタ

その他： 科学技術電卓，方眼紙

3-3：実験手順と学習者の活動

各週ごとの実験はおおまかに下記のシナリオに従って行われる。

1. インストラクタは今週の学習項目について，実験環境に依存しない原理の解説をする。
2. インストラクタは実験遂行にあたって実験環境に依存する内容の解説をする。
3. 今週の課題と達成目標を示す
4. 学習者は達成目標に達すべく課題に取り組む。
5. 学習者は必要があれば，インターネットによる情報収集，工具によるハードウェアの修理を行う。

この実験の特徴は，実験室にマニュアルやデータシートが完備しているとは限らないことや，実験装置に生じるかもしれない不具合の解消も実験の内容として取り入れる点にある。

3-4：実験テーマ新設の評価

本実験テーマは開始したばかりで実験機材，環境，進め方などレビューはこれからであるが，以下の点は特徴的である。

- ・ 電気・機械・ソフトウェアという異なる要素技術の統合化を体験できる。
- ・ シミュレーションではなく実際の物理システムを扱う楽しさと難しさを実感できる
- ・ ハードウェアに直結したプログラミング技術が習

得できる

4. ソフトウェア工学とものづくり教育

ソフトウェア工学は，本来コンピュータのソフトウェアの開発方法を研究対象とする情報工学の一分野であるが，近年その成果を周辺の分野にも取り入れる動きが活発である。組み込みシステムや制御工学分野においてもその成果を生かす方策を検討することは意味がある。

まとめ

こ学生実験テーマとしてのマイコンを用いた組み込み実験実習環境整備，および近年のソフトウェア工学の成果を生かしたものづくり教育カリキュラムの検討結果について報告した。

参考：

- [1] 右立ほか：組み込みシステム技術の実践的修得と課題，-MDD ロボットチャレンジ2007の参加を通して，産学官技術交流会，2007.1.22
- [2] 情報処理学会 組み込みシステムシンポジウム
<http://www.ertl.jp/ESS2007/mdd/index.html>
- [3] 組み込みネット：
<http://www.kumikomi.net/article/report/2007/32md/01.html>
- [4] ルネサステクノロジ：<http://japan.renesas.com/>
- [5] オークス電子：<http://www.oaks-ele.com/>
- [6] OMG：<http://www.omg.org/>
- [7] 山内監修，UML2.0，秀和システム