

e-nuvo BASIC と e-nuvo WHEEL を用いた学生実験

～大学3年次における学生実験での利用事例～

柴田昌明（成蹊大学 理工学部 エレクトロメカニクス学科）

1 はじめに

大学3年次における学生実験での利用事例について紹介します。講義科目の制御工学，コンピュータプログラミング，メカトロニクスなどとの連携を念頭においた実験課題の事例を報告します。

本学のエレクトロメカニクス学科では，機械工学，電気電子工学，経営工学の融合を目指したカリキュラム構成となっており，3分野にまたがる基礎科目を重視する一方で，幅広い技術知識に基づく専門科目の深化を理念としています。

講義科目はもとより学生実験においても分野融合を意識した実験課題が数多く用意され，それぞれ講義科目に対応した内容となっています。

2 講義科目との連携

3年次前期の学生実験の実験テーマの一つに自動制御とマイコン入出力に関するテーマがあり，これに e-nuvo BASIC と e-nuvo Wheel を利用しています。本学科では2年次までに制御工学，コンピュータプログラミング（演習），メカトロニクスなどの講義科目があり，これらに関する内容の実験テーマとなっています。座学が中心の講義科目について，より理解が深められる効果を想定しています。

また，この実験テーマにおいて e-nuvo Wheel を利用することは，課題に取り組む意欲の向上をねらいとしています。さらに，3年次以降にも制御関連の講義科目が複数あり，そうした科目への理解と勉学意欲の増進という効果も期待しています。

3 学生実験の運用

3.1 運用形態

3年次の学生実験では，週1回2コマ（180分）

の時間割の中で3週を1セットとして実験テーマを設定しています。半期の授業では学生一人あたり4つの実験テーマについて取り組むことになります。各学生は，全部で9つあるテーマから4つを選択します。1つのテーマには同時に13名程度の学生が配当され，e-nuvo を利用するテーマでは一人に1台ずつの BASIC と Wheel を用います。

3.2 運用方法

3週分ありますので，内容を3段階に分けて実施します。

- (1) BASIC を用いて，要素機構の動作確認ならびに開発環境の使用法の習得。
- (2) BASIC を用いて，マイコンとの通信法の習得と，P，PD，PID 制御の実習。
- (3) Wheel を用いて，制御系設計と実機応答の確認。

課題内容の予習は重要であるものの，実際に使用する装置を目の当たりにするまでは実感が湧いてこない学生も少なくありません。1週目の事前課題としては，講義科目で学んだことを復習しておくことを内容とする課題を与えています。

1週目の実験課題を終えた際に，2，3週目のための事前課題（宿題）を説明し，次回以降の実験でスムーズに着手できるように準備させます。

実験レポートについては，2，3週目の実験結果と考察について1編にまとめさせ，テーマ終了後の翌週に提出させています。

3.3 指導書

独自の指導テキストを執筆しました。ZMP社のテキストは充実した内容でしたが BASIC と Wheel の分を合わせて30週分以上の分量でしたので，後述のように，必要となる課題だけを集中して執筆しま

した。

また、倒立台車の制御は、現代制御理論に基づく制御系設計が一般的ですが、これを古典制御で記述することで学部3年生でも理解できるように工夫しました。

4 実験内容

4.1 1週目

要素機構の動作確認ならびに開発環境の使用方法の習得

- ・2進数, 10進数, 16進数の対応を確認.
- ・DIPスイッチを入力として, 加算結果をLED点灯に反映。(デジタル入出力)
- ・エンコーダ(手動)を入力として, パルスカウンタに応じてLEDを点灯。(カウンタ)
- ・ポテンショメータを入力として, DCモータを回転(手動可変速)させる。(アナログ入力)
- ・モータ回転させてエンコーダのパルスカウント。(1通倍, 4通倍カウント方式)
- ・(宿題) PD制御, PID制御の伝達関数.

1週目の課題が完了しない学生も散見されますが, 残った課題は2週目で取り組ませます。かなり早く完了してしまう学生はあまりいません。

4.2 2週目

マイコンとの通信方法の習得と, PD, PID制御の実習

- ・タイマ割込に基づいてLEDを定時点灯.
- ・マイコン-パソコン間のシリアル通信.
- ・モータ回転(手動可変速)によるエンコーダのパルス数を時系列で記憶し, 計測結果をパソコンへ転送。(実験データの通信転送)
- ・P制御, PD制御, PID制御によるモータの位置制御。(ポテンショメータの出力をフィードバック)
- ・(宿題) 倒立台車の制御系の伝達関数.

2週目の課題が完了しない学生も散見されますが, 残った課題は引き続き3週目で取り組ませます。かなり早く完了してしまう学生はあまりいません。

4.3 3週目

倒立台車の制御系設計と実機応答の確認

- ・倒立状態の維持のみの姿勢制御.
- ・倒立状態を維持させながら, 前進・後退動作させる動作制御.
- ・極配置に基づくゲイン計算.
- ・極配置の変更にもなう動作特性の変化に注目.

2週目の残り課題が多かった学生でも, 倒立状態の維持のみの姿勢制御までならば時間内で完了できます。逆に, 授業時間の前半(1コマ目)ですべて完了できる学生も少なくありません。そうした学生には, より多くの他の極配置での特性試験に取り組ませたり, 理論面での解説をしたりして対応しています。

4.4 レポート課題

- ・P制御, PD制御, PID制御によるモータの位置制御に関して, 実験結果の報告と考察.
- ・倒立台車の倒立状態の維持のみの姿勢制御に関して, 実験結果の報告と考察(極配置と応答の関連に関して).
- ・倒立台車の倒立状態を維持させながら, 前進・後退動作させる動作制御に関して, 実験結果の報告と考察(極配置と応答の関連に関して).

実験結果を得ることのできない学生はいません。結果の検討や考察に関しては各自の学力と努力に応じて, それぞれの特徴のあるまとめ方が見受けられます。

5 まとめ

3年次前期の学生実験のテーマとして, e-nuvo BASICとWheelを用いた事例について述べました。実験課題については講義科目との連携を念頭においた内容で, 独自に指導書を作成しました。特にWheelを実験で用いるために, 古典制御に基づく制御系設計法を導入しました。

1テーマを3週に分けて実施させることで, 装置や開発環境の扱い方に慣れることができ, すべての学生がBASICから段階を踏んでWheelの制御まで到達することができました。とりわけ, Wheelの倒立制御が上手くできたときに, 学生は達成感を得られたことと思います。

(平成21年7月22日)