

# Linux のリアルタイム制御パッケージを用いた ブロック線図に基づくシステム制御学習環境 Learning Environment for System Control based on Block Diagram using Real-Time Control Package on Linux

九州工業大学 谷口仁志, 古賀雅伸, 松本明紘, 田中俊行  
Hitoshi Taniguchi, Masanobu Koga, Akihiro Matsumoto, Toshiyuki Tanaka  
Kyushu Institute of Technology

**Abstract** This paper describes a learning support system for system control. The system makes it possible to learn system control based on block diagram. It also realize efficient shift from simulation phase to experimental phase by automatically generating code for real-time experiment from block diagram. At the experimental phase the system utilizes real-time (RT) control package which provides facilities for RT processing on Linux without reconfiguring kernel. Therefore, it improves the efficiency of learning of system control based on block diagram.

## 1 はじめに

システム開発の考え方の一つに Model Based Design という考え方がある。UML やブロック線図などのモデルに基づいて開発プロセスを行う方法であり、開発プロセスの上流から下流までを一貫して実行することができる。この手法にとる制御系開発を支援するツールの1つとして MATLAB[1] が挙げられる。MATLAB では、Simulink によってブロック線図に基づいた制御系の解析、設計、シミュレーションを行うことができ、Real Time Workshop を用いることで Simulink 上のブロック線図から制御実験用のコードを出力することができる。これにより制御系開発プロセスを一貫して実行できる。

しかし、MATLAB/Simulink・Real Time Workshop を制御工学教育分野へ導入するには、いくつかの問題がある。その一つが実験環境の構築に関わる問題である。一般の PC で実験を行おうとした場合、実時間環境を構築するために OS の再インストール作業などが必要となる。しかし、教育現場の PC は複数の目的で使用されることが多く、簡単に PC 環境を変更することができない。

そこで、本研究では PC 環境に変更を加えることなく、ブロック線図に基づいて制御系開発プロセスを一貫して学習できるシステム制御学習支援システムの開発を目的とする。なお、実時間実験環境を構築するため、我々が開発したシステム制御学習支援システム [2] を用いる。

## 2 システム制御学習支援システム

### 2.1 システム制御学習支援システムの特徴

システム制御学習支援システムは、以下の特徴を持ち制御工学学習を効率的に行うことができる。

#### 1. ブロック線図に基づいた学習環境の提供

制御系設計支援ツール Jamox[3] と連携し、ブロック線図に基づいた学習環境を提供する。Jamox では、ブロック線図の作成や、時間応答や周波数応答のシミュレーションを GUI を用いて簡単に行うことができる。

#### 2. リアルタイム実験環境を提供

リアルタイム制御パッケージ [2] を使用し、容易にリアルタイム制御実験を行うことのできる環境を提供する。

#### 3. 既存の環境に影響を与えずにシステムを構築

USB ブートやシンクライアントによって起動することができ、既存のシステムに変更を加えることなく学習環境を構築できる。

### 2.2 システム制御学習支援システムの構成

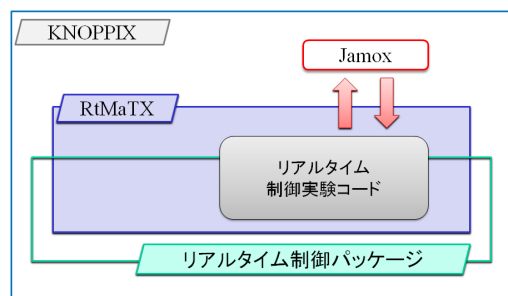


図 1: システム制御学習支援システムの構成

システム制御学習支援システムの構成を図 1 に示す。KNOPPIX[4] にリアルタイム制御パッケージをインストールすることで実時間環境を構築し、RtMaTX[5] を利用することで容易に実時間環境下での制御実験を可能にしている。また、制御系設計支援ツール Jamox 上で作成したブロック線図から実験用のコードを生成でき、スムーズに実験フェーズに移行できる。

#### 2.3 Jamox によるリアルタイム実験用コードの生成

図 2 のように制御対象の出力と目標値等の外部信号を入力とし、制御対象への入力を出力とする離散時間システムの Controller ブロックが実験用実験用コード生成の対象ブロックとなる。

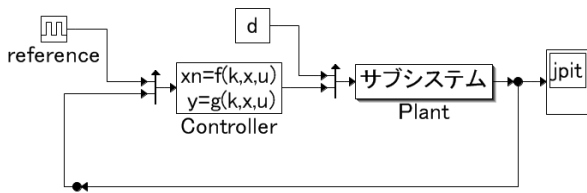


図 2: 実験用コード出力のためのブロック線図

ユーザは対象ブロックを、MATX ユーザ定義ブロックとして作成する。MATX ユーザ定義ブロックとは、数値計算言語 MATX[5] を用いてシステムの入出力関係を記述できるブロックである。

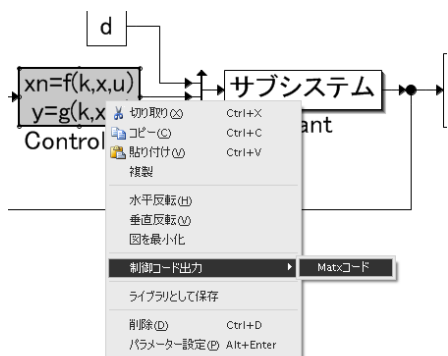


図 3: ブロック線図からの実験用コードの生成

図 3 に示すように対処となるブロック上で右クリックメニューを利用して実験用コードを生成を選択すると、ブロックの情報に、リアルタイム処理に必要なコードが付加されてリアルタイム制御実験用のコードが生成される。

MATX 言語と C 言語のファイルを出力でき、C 言語の生成には jmatc[6] が利用される。

#### 2.4 リアルタイム制御実験プログラムの構成

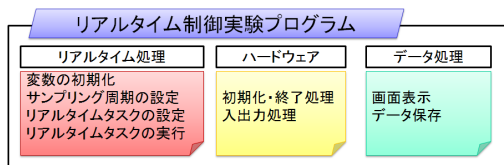


図 4: 制御実験プログラムの構成

学習支援システム上で制御実験を行うプログラムの構成を図 4 に示す。制御実験プログラムは、リアルタイム処理部、ハードウェア部、データ処理部の 3 つからなる。リアルタイム処理部を入れ替えるだけで簡単に制御器の変更をできる。この処理部がブロック線図から生成される部分である。また、ハードウェア部は、ハードウェア

に応じて 1 回だけ作成する。既存のドライバを利用できることもある。データ処理部はテンプレートをカスタマイズして作成できる。

### 3 性能評価

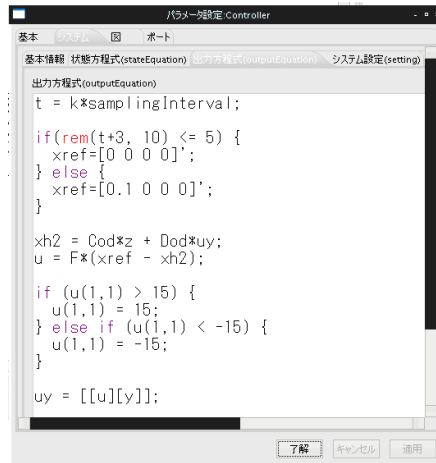


図 5: MATX ユーザ定義ブロックの記述例

本システムの性能評価として、倒立振子の安定化制御実験をブロック線図を用いて行った。MATX ユーザ定義ブロックの記述例を図 5 に示す。

### 4 まとめ

本研究では、制御工学学習を効率化するためにブロック線図から実験用コードを生成できるシステムを開発した。GUI 操作によりブロック線図から実験コードを生成でき、設計フェーズから実験フェーズへの移行を容易に行うことが可能となった。

### 参考文献

- [1] MATLAB. <http://www.cybernet.co.jp/matlab/>.
- [2] 岸田和也. システム制御のシンククライアント型学習支援システムの開発. 九州工業大学 修士論文, 2007.
- [3] 松本明紘. Eclipse rcp による制御系モデリング・シミュレーションプラットフォームの開発. 九州工業大学 修士論文, 2009.
- [4] KNOPPIX Japanese edition. <http://www.rcis.aist.go.jp/project/knoppix/>.
- [5] 古賀雅伸. Linux・Windows でできる MATX による数値計算. 東京電機大学出版, 2000.
- [6] 田中俊行. オブジェクトモデルを用いた数値計算言語の汎用言語への変換に関する研究. 九州工業大学 修士論文, 2009.