

NCS の為のシミュレーションシステムの開発

大村 悦彰

熊本大学工学部技術部 電気情報技術系

1. はじめに

制御器と制御対象間の情報伝達にネットワークを利用してフィードバック制御系を構成する制御系は NCS(Networked Control Systems:ネットワーク化制御系)と呼ばれ、従来の制御理論と情報通信技術との融合から、新しい問題発掘と成果が期待できる分野である。

NCS の設計にあたっては従来の制御系の設計と同様シミュレーションの利用が不可欠であり、本研究では平成 19 年度 熊本大学工学部奨励研究費補助金を受けて、制御系とネットワークの双方を統合的にシミュレーション出来る、NCS の為のシミュレーションシステムの開発を目指した。

2. 開発システム

2.1 開発システムの構成

開発したシステムの構成を図 1 に示す。本システムは制御器モジュール、プラントモジュール、監視モジュール、通信モジュールから構成される。制御器/プラント/通信モジュールは C 言語で記述した VineLinux4.2 上で動作するモジュールであり、監視モジュールはアプレットとして実装したモジュールである。

制御器モジュール、プラントモジュールはフィードバック制御系を構成する。プラントモジュールはシステムの状態を状態変数として保持し、制御器モジュールはプラントの状態変数を元にプラントを安定化させる為の制御入力を決定する。

監視モジュールはパラメータ入力/シミュレーション結果表示用 GUI であり、図 2 に示す GUI を持つ。

通信モジュールの機能は現在未実装であり、将来的にネットワークの遅延やパケットロス等のネットワークシミュレーションを行う予定である。

各モジュール間は本システム用に設計されたネットワークインタフェースで連結され、必要パラメータのやり取りは、ネットワークパケットの送受信により行う。

2.2 動作の流れ

本システムの動作の流れを以下に示す。

監視モジュールの GUI 上でユーザが各種パラメータを設定し、[開始]ボタンを押す。

監視モジュールはプラント/制御器モジュールへ GUI 上で入力されたパラメータを送信する。その後、プラントモジュールへシミュレーション開始コマンドを送信する。

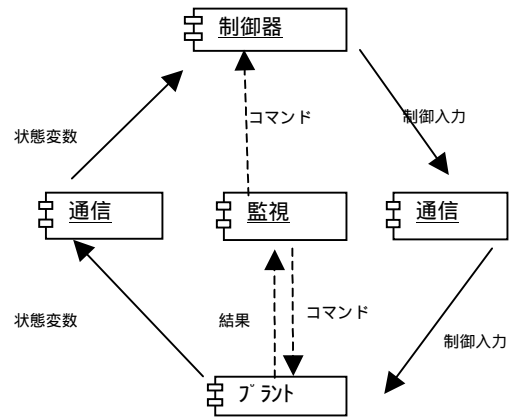


図 1：開発システムの構成

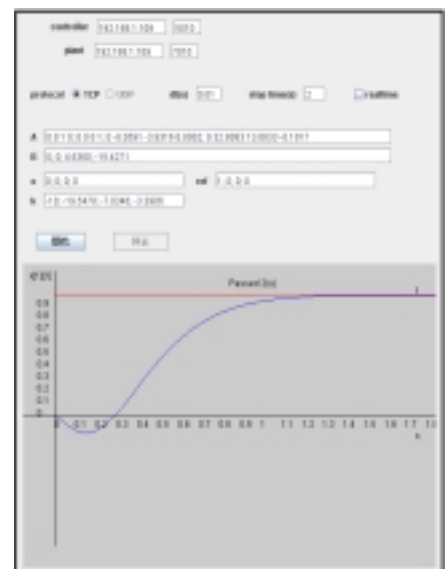


図 2：監視モジュール画面

プラントモジュールは状態変数をネットワークパケットに設定し、通信モジュールへ向けて送信する。通信モジュールは受信データをそのまま制御器モジュールへ向けて送信する。

制御器モジュールは受信した状態変数を元に、制御対象を安定化させる為の制御入力を決定し、ネットワークパケットに設定後、通信モジュールへ向けて送信する。通信モジュールは受信データをそのまま制御器モジュールへ向けて送信する。

プラントモジュールは受信した制御入力より、本モジュールで保持している状態変数を更新する。その後、制御入力と状態変数を監視モジュールへ送信する。

監視モジュールは受信した制御入力と状態変数を元にシミュレーションのグラフ表示を行う

プラントモジュールは状態変数をネットワークパケットに設定後、通信モジュールへ向けて送信する。通信モジュールは受信データをそのまま制御器モジュールへ向けて送信する。

以降、監視モジュールから停止コマンドをプラントモジュールが受信するまで、～を繰り返す。

2.3 インタフェース

各モジュール間は本システム用に設計されたネットワークインタフェースで連結される。

プラント、制御器、通信モジュール相互にやり取りされるネットワークパケットは、図3に示すNCS用パケットの構成となる。このパケットではパラメータを行列データとして設定する。またプロトコルとしてTCP/UDPが選択可能である。

監視モジュールと、その他のモジュールの接続は、図4に示すコマンドパケットの送受信で行う。コマンドパケットのプロトコルはTCPである。

本システムで採用したネットワークインタフェース化により、本システムの各モジュールは複数の物理PC上へ配置が可能となる。例えば図5に示す構成の場合、プラント-制御器モジュール間に実ネットワークを用いたシミュレーションが可能となる。

また同一インタフェースを持つモジュールを追加することで、今後の機能拡張が容易となる利点も挙げられる。

3. 今後の実装

今回未実装であった、パケット遅延やパケットロストのシミュレーション機能を通信モジュールへ実装する予定である。

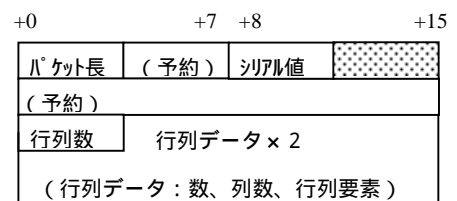


図3：NCS用パケット構造

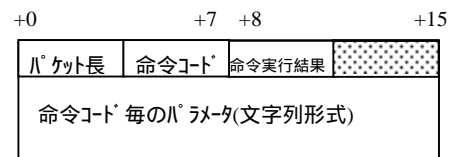


図4：コマンドパケット構造

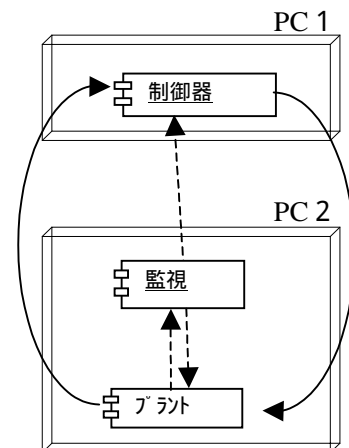


図5：開発システムの構成例