

# 分散制御システムの統一的・効率的なモデル化とシミュレーション

戸村 豊明 [旭川工業高等専門学校制御情報工学科／助手]

## 背景・目的

近年、ファクトリオートメーションやビルオートメーションの分野において、分散制御システム(DCS)が導入され始めている。DCSを構成する制御ノードの数が多いほど通信トラフィックは増大し、制御機能に障害を及ぼす可能性が高まる。ゆえに、DCSの制御特性を検証できるソフトウェアが必要とされている。

本研究では、オブジェクト指向モデルの設計技法であるデザインパターンを用いて、分散制御システムの構造と挙動を効率的・統一的にモデリングし、その挙動をシミュレーションするための方法論と支援ソフトウェアを開発する。

## 内容・方法

本研究では、DCSを構成している制御ノード、センサ、アクチュエータ、制御対象を、それぞれ1つの有限状態機械を持つオブジェクトとして定義する。有限状態機械とは、ある瞬間に唯一の離散的な状態を持ち、外部からの事象に応じて別の状態へ遷移する機械である。ゆえに、DCSの挙動は有限状態機械同士の合成として定義される。

DCSの静的構造と動的挙動を効率的かつ統一的にモデリングするために、本研究ではデザインパターンを用いる。デザインパターンとは、ソフトウェア設計に有用なオブジェクト間の構造と相互作用を、1つのパターンとして定型化したものである。DCSの効率的なモデリングに適合するように、本研究では、DCSに特化された専用のデザインパターンを新たに提案する。このデザインパターンを用いる事により、DCSのシミュレーションモデルを効率的・統一的に設計し、その挙動をシミュレーションできるようになる。

## 結果・成果

本研究で提案するデザインパターンと、それを用いたモデリングの手続きが確立される事により、DCSの静的構造と動的挙動がオブジェクト指向モデルとして統一的に表現できるようになる。本研究において開発されたシミュレーションソフトウェアは、このオブジェクト指向モデルに基づき、テキストファイルからモデルを実体化させるだけで、シミュレーションを実行できるようになる。本研究で提案するデザインパターンとモデリング手続きは、DCSシミュレーションモデルの効率的な設計に大きく貢献する事ができる。DCSにおいて、1つの制御ノードとそれに接続されたセンサ・アクチュエータは、「デバイス」という単位で取り扱われる。DCSを構成するデバイス同士を比較すると、構成要素の個数が僅かに異なるだけだったり、1~2種類の構成要素が追加

されただけだったりするデバイスが数多く存在する場合がある。オブジェクト指向に基づくデザインパターンは、これらのデバイスモデルをオブジェクトとして再利用し、その機器構成を柔軟に変更できるようなメカニズムを取り入れる事ができる。本研究では、制御対象モデルをイベント駆動型の3次元形状モデルとして規定する事により、DCSの動的挙動を3次元グラフィックスとして検証できるようにするために、DCSシミュレーションソフトウェアにおいて、Java3D APIを利用している。本研究で開発したソフトウェアは、特にファクトリオートメーション(FA)システム用DCSのシミュレーションにおいて効果を発揮すると考えられる。

本研究では、オブジェクト指向プログラミング言語Javaを用いて、DCSの動的挙動を3次元グラフィックスとしてシミュレーションするソフトウェアを開発した。このソフトウェアを用いる事により、DCS全体の制御機能が正しい順序で実行されているかどうか、制御ノード間の通信が正しい順序で行なわれているかどうか、各制御ノードとそれに接続されたセンサ・アクチュエータの間の通信が正しい順序で行なわれているかどうかを検証する事が可能となった。また、このソフトウェアは、モデリングの対象となるDCSの規模に関する制約がないので、理論上どのような規模のDCSでもモデリング・シミュレーションが可能である。

本研究で開発したDCSシミュレーションソフトウェアの実行例として、FAシステムでよく用いられるピック&プレースユニットを制御するための小規模なDCSをモデリングし、シミュレーションした結果、要求される動作と一致する事が確認できた。

研究成果報告書に記載されているように、本研究の成果は、国内の学術講演会(合計3編)および査読付きの国際会議(合計2編)にて講演され、所属部署で発行された研究報文(1編)にてまとめられた。

さらに、今後の展望で述べられている現在進行中の研究成果は、今年度9月および10月の学術講演会(合計3編)において講演される予定である。

## 今後の展望

一般に、DCSの制御特性は、制御ノード間の通信遅れやパケットの損失率によって評価される。DCSの制御特性を評価する上で、通信プロトコルのモデルは必要不可欠である。本研究では、DCSを離散事象システムとして統一的・効率的にモデル化・シミュレーションするという目的を果たしてはいるが、DCSで使われているネットワークの通信プロトコルモデルは実装されていない。

現在、LonWorksと呼ばれるDCS用ネットワークの通信プロトコルモデルを、本研究で提案したモデルへ組み込み、 $10^9$ 秒単位での通信遅れやパケット損失をシミュレーションできるように拡張中である。