

プラント監視制御システムにおける オブジェクト指向エンジニアリング手法

高田 秀志 堀池 聡 杉本 明

三菱電機(株) 産業システム研究所

1 まえがき

近年、プラント監視制御システムの分野にも国際化の波が押し寄せ、価格競争力を維持するためには、ソフトウェアを中心としたシステムの生産性を上げるエンジニアリング環境の構築が急務となっている。

ソフトウェアの生産性向上に対しては、手続き的な処理が中心となる計算機の世界では、オブジェクト指向を核としたフレームワーク [1]、デザインパタン [2] 等の考え方が定着しつつある。一方で、データフロー的な処理が中心となるコントローラの世界では、国際規格 IEC1131-3 [3] に見られるように、プログラムの機能ブロック化がようやく始まった程度である。

プラント監視制御システムにおけるエンジニアリングでは、単に制御プログラムだけでなく、設備機器との入出力、設備機器に関する様々な情報、さらには、操作方法等を記述した運転方案等の統合的な管理が必要となる。本稿では、これらのエンジニアリング情報を統合的に管理する枠組として、制御プログラム、制御対象となる設備機器情報およびプログラムと設備機器間の入出力を一体化して構成した制御オブジェクト部品による機能ブロック化を提案する。また、監視制御システムのフレームワーク構築を支援するため、制御オブジェクト部品を抽象化したものとして制御スケルトン部品を定義し、制御スケルトン部品間を結線することにより、制御システムの一般的な機能構成を制御スケルトン図として表現する。さらに、制御スケルトン図の各制御スケルトン部品に制御オブジェクト部品を埋め込むことにより、各機能ブロックとそれらの間の結線を具現化するエンジニアリング手法を提案する。

2 プラント監視制御システムにおける エンジニアリングの概要

制御プログラムは、センサやスイッチなどからプラントの状態や人間の操作を入力として取り込み、それらに対して演算を施した後、アクチュエータを動作させたり、CRT や監視盤等にその結果を出力するものである。国際規格 IEC1131-3 に見られるように、一般

A New Object-Oriented Engineering Method
for Plant Control Systems
Hideyuki Takada, Satoshi Horiike, Akira Sugimoto
Industrial Electronics & Systems Lab.,
Mitsubishi Electric Corp.

に制御プログラムは、機能ブロックとそれらの間の結線で表した電子回路図的な信号フローとして記述されている。このような制御プログラムは、プラントをどのように動かすかを記述したプラント設計書や運転方案と呼ばれる上位設計の成果物に基づいて構築されている。

プラント監視制御システムのエンジニアリングにおいて重要な課題となっているのは、制御プログラムの生産性向上、および、制御対象となる設備機器情報と制御プログラムの連携性向上である。前者に対しては、どのようにして汎用的な機能ブロックの実現とその組み合わせによるシステムの構築を支援するか、後者に対しては、制御プログラムだけに着目した機能ブロック化ではなく、制御対象となる設備機器情報をどのように統合するかが問題となる。

3 提案するエンジニアリング手法

3.1 制御オブジェクト部品

本エンジニアリング手法では、部品の単位を、プラントの目的を達成するための機能要素の単位として捉える。図 1 に、制御オブジェクト部品の構成を示す。制御オブジェクト部品は、部品間で信号のやりとりを行うための入出力端子、入出力端子間の信号演算を行うプログラム、プログラムと設備機器との外部入出力を行うための入出力点、および、設備機器に関する様々な情報を表す設備機器情報で構成される。

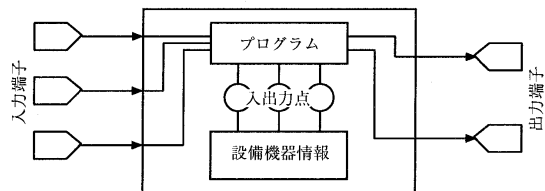


図 1: 制御オブジェクト部品

このように監視制御システムを構成する単位を機能ブロック化することにより、制御プログラムと設備機器情報との連携性を向上させる。

3.2 制御スケルトン図

前節のように部品を構成するだけでは、汎用性の高い部品の構築や、実適用における部品の組み合わせの困難さは解決できない。このような問題を解決するには、フレームワークやデザインパターンの考え方が意図する部品の作り方、および、使い方を記述する枠組が必要となる。本エンジニアリング手法では、この枠組を制御スケルトン部品とそれを組み合わせた制御スケルトン図として提供する。

制御スケルトン図は、制御オブジェクト部品を抽象化した制御スケルトン部品の抽象入力端子と抽象出力端子の間を接続することで記述される。制御スケルトン部品の抽象入出力端子は、その部品が果たす機能的な役割に必要な信号を、信号の数や型(ワード型, ビット型, 構造体等)を意識することなく一般的に表現し、機能ブロックの機能を抽象的に表す(図2)。制御スケルトン部品は、オブジェクト指向プログラミングにおける抽象クラスに相当し、制御オブジェクト部品の作り方に対して指針を与えるものとなる。

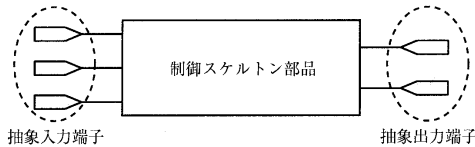


図 2: 制御スケルトン部品

入力された制御値に応じて必要な台数の設備を動作させるための制御スケルトン図の例を図3に示す。制御スケルトン図は、オブジェクト指向プログラミングにおいて、抽象クラス間の相互作用を記述したオブジェクト図的なものに相当し、制御オブジェクト部品の使い方に対して指針を与えるものとなる。

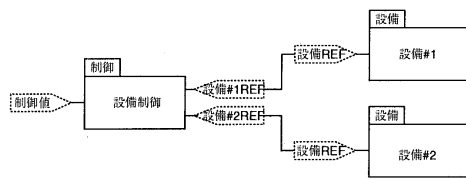


図 3: 制御スケルトン図

3.3 制御スケルトン図への制御オブジェクト部品の埋め込み

制御オブジェクト部品は、制御スケルトン部品の抽象入出力端子、部品内部のプログラム、入出力点、設備機器情報を具現化して構成する。制御オブジェクト部品は、オブジェクト指向プログラミングにおいて、抽象クラスから継承した具体クラスを実装することに相当する。

図3の制御スケルトン図に制御オブジェクト部品を埋め込み、制御プログラム、入出力端子、入出力点、設備機器情報を具現化した例を図4に示す。例えば、制御スケルトン部品「設備#1」には、制御オブジェクト部品「設備B型」が埋め込まれ、抽象入力端子「設備REF」には1つのワード型と1つのビット型の入力端子が具現化され、部品内には1つのワード型と1つのビット型の出力点、1つの設備機器情報が具現化されている。

制御スケルトン図の抽象入出力端子間の結線に基づいて、具現化された入出力端子間の結線の具現化も可能である。例えば、図4において、制御スケルトン部品「設備制御」の抽象出力端子「設備#1REF」に具現化された2つの出力端子「設備#1.制御値1」「設備#1.制御値2」はそれぞれ、制御スケルトン部品「設備#1」に具現化された2つの入力端子「設備#1.制御値1」「設備#1.制御値2」と結線される。抽象出力端子に具現化された出力端子が、その抽象出力端子に接続されている抽象入力端子に具現化された入力端子へのデータを提供できない時、結線の具現化はできない。

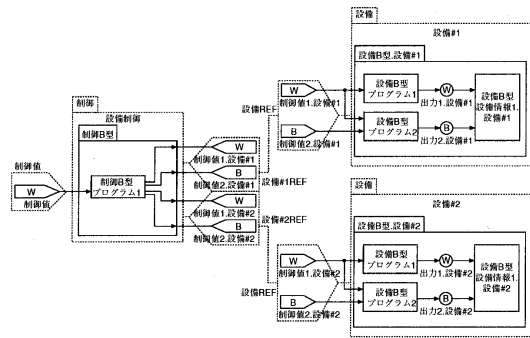


図 4: 制御オブジェクト部品の埋め込み

4 あとがき

本稿では、オブジェクト指向の概念に基づくプラント監視制御システムのエンジニアリング手法を提案した。今後は、本手法に基づくエンジニアリングツールを構築し、実適用へ向けてさらに細かい検討を行って行く予定である。

参考文献

- [1] M.E.Fayad, D.C.Schmidt, Object-Oriented Application Frameworks, *Communications of ACM*, Vol.40, No.10, pp.32-38, Oct. 1997.
- [2] E.Gamma, et al., Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Design, Addison-Wesley, 1995.
- [3] IEC1131-3 ハンドブック, PLCopen JAPAN, 1998.