

シーケンス制御ソフト自動生成システム
— 制御対象モデルの構築支援技術 —

IS-2

貞重勝也* 伊崎峰之** 中山康子* 水谷博之*
(株) 東芝 *総合研究所 **産業計装・制御システム部

1. はじめに

筆者等は、知識処理を設計問題に適用する試みの一つとして、プラント機器等を制御するシーケンス制御ソフトウェアの自動生成システム[1][2][3]の研究を行っている。そこではプログラムが働く環境である制御対象をモデル化し、それをを用いて制御仕様の解釈、プログラム生成等を行っている。これまでにモデル化するための基本要素を洗い出し、その有用性も実システムへの適用を通して確認されている。

しかし、モデルの構築はターゲットプラント毎に行う必要があり、システム全体としての汎用性を低下させる一因となっていた。そこで、システムの汎用性向上のために、設備仕様から対象モデルを自動生成する処理部を構築したので、本稿ではそれについて報告する。知識ベース構築支援という観点で捉えると、データベースからの構築であること、経験的ルールではなく構造を表現する知識を構築することが目的である。その特徴は、機能表現した機械構成知識を持つことと、機械名称に関する知識を用いて機械の機能、構造を推測できることである。

2. 対象モデル

シーケンス制御ソフトウェア設計業務において、従来設計者は図1の如き設備仕様から図2の範囲を頭の中でモデル化することにより、ソフト設計に役立っていると分析し、その基本要素を次のように設定した。

- ①構成要素：対象プラントを構成する物理的な構成要素。
- ②動作/状態：構成要素の動作/状態。
- ③関係：構成要素、動作/状態が相互に持つ関係、構成関係、制御関係(因果関係)、制約関係、状態遷移関係など
- ④関係間の制約

対象モデルは以上の基本要素をフレーム表現で記述したものである。対象モデルの構成例を図3に示す。

3. モデル構築

3.1 モデル構築に必要な知識

前記のような対象モデルを設備仕様から自動生成するためには次のような解決すべき問題点が存在する。

- ・仕様には明示されていないが設計者が無意識のうちに使っている知識を計算機(知識ベース)が補わなければならない。
- ・汎用性が要求される。

上記問題点を解決するために、設計者の知識を次のように分析した。

機械	用途	機器符号	動作
NO.177343-9997* DS	開限	LS101	閉
NO.177343-9997* DS	開限	LS102	閉

機械	用途	機器符号	型式
NO.177343-9997* WS	開-閉	SOL112(A)-SOL113(B)	DS3P
NO.177343-9997* DS	開	R11(A)	DSV
NO.177343-9997* DS	自動半クランプ	R12(A)	DSV
NO.177343-9997* DS	調芯	R14(A)	DSV

図1. 設備仕様例

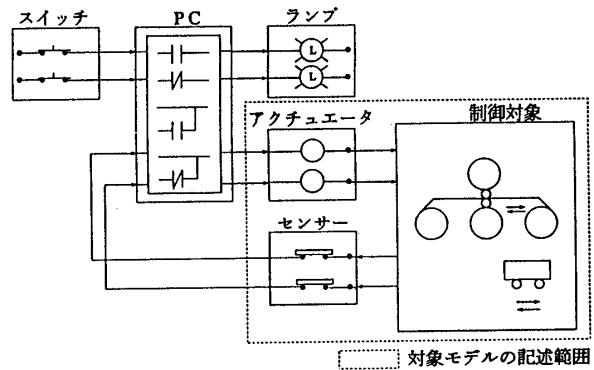


図2. シーケンス制御システムにおける対象モデルの記述範囲

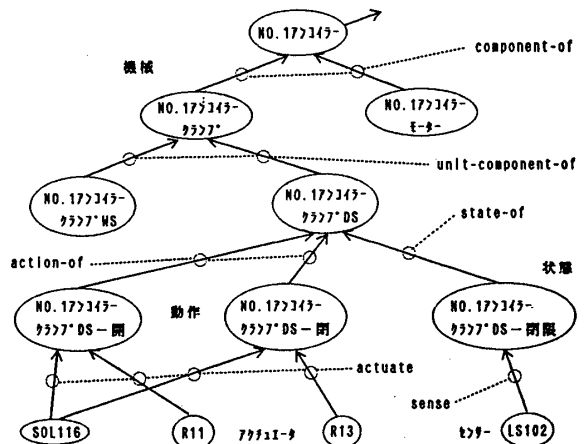


図3. 対象モデルの構成

- ◇ プラント機械構成、機械構造に関する知識
- ◇ 機械名称に関する知識

図1のような表形式の設備仕様には、機械に付随するアクチュエータ、センサーの情報は記述してあるが、機械構成に関する情報は含まれていない。そこで、制御対象を頭の中でモデル化の際、設計者は上記知識を用いて次のように機械構成を推測していると分析した。

まずプラントの種類を知り、それに相当するプラント機械構成及び機械構造の概略を頭に描く(知識◇)。次に実際の設備仕様記述されている機械名称を解釈して(知識◇)、前述の機械構成概略に照らし合わせて構成関係を推測し、モデル化を行う。

以上を考慮して、知識◇、◇を次のように設定した。

知識◇は汎用性を考慮して、対象モデルプロトタイプとしてプラントの構造を「機能表現」した。その例を図4に示す。

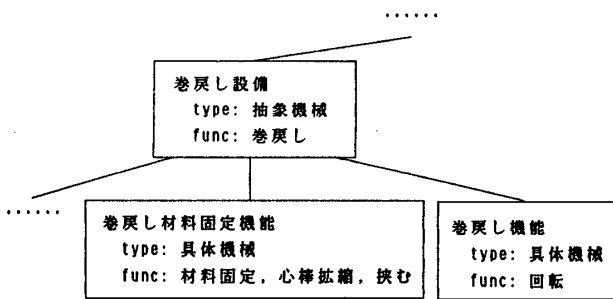


図4. プラント構造の機能表現例

また、知識◇は次のような単語辞書に記述した。

(defframe 7>147- (category 機械名) (function 巻戻し))	(deffame 7>777* (category 機械名) (function 材料固定 挟む))
(defframe N0.1 (category 記号))	(deffame DS (category 場所修飾語) (antonym WS))

これを用いて単なる記号でしかなかった機械名に「機能」という意味付けを行う(辞書引き)。例えば、機械名 "NO.17>147-7>777* DS" は "NO.1" + "7>147-" + "7>777*" + "DS" という単語に分割され、その機能は「巻戻し, 材料固定, 挟む」となる。

3.2 機械構成部モデル構築方法

以上の知識を用いて、機械構成を表現する部分のモデル構築は次のように行う。

対象モデルプロトタイプのtree構造を辿りながら、各ノードに記述してある機能と、辞書引きにより決定した機械名の機能とのマッチングを行う。それにより機械の種類を決定しつつ、トップダウン的に構築していく。

更に、あるノードでマッチした機械群に対して、機械名の単語の並びからその機械の構造を推測し、より詳細な構造を決定していく。例えば、図4のノード「巻戻し材料固定機能」に機械名 "NO.17>147-7>777* DS" と "NO.17>147-7>777* WS" が機能マッチした場合、それら二つの機械の上位機械に "NO.17>147-7>777*" が存在す

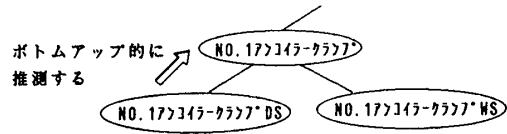


図5. 単語情報による構造化例

ると推測し、図5のような構造をボトムアップ的に構築する。

このように、トップダウン的な構築とボトムアップ的な構築とを融合させることにより、機械構成を表現する部分のモデルを生成する。

3.3 対象モデル全体の自動生成

3.2の処理を踏まえ、設備仕様(DB)からターゲットの対象モデル全体を自動生成する過程は、次の3段階に大別される。

<ステップ1> 準備

- ・DBから対象モデルの構成要素として必要な機械名を抽出する。
- ・各機械名を単語に分割し、機能を決定する。

<ステップ2> 機械構成を表現する部分のモデル構築

3.2で述べた通り。

<ステップ3> 機械動作、アクチュエータ、センサー及びそれ

らの制御関係を表示する部分のモデル構築

設備仕様DBを検索することにより構築する。

また、各ステップにおいて適宜設計者とのQ/Aを行う。

以上の如き対象モデル自動生成処理部の構成を図6に示す。

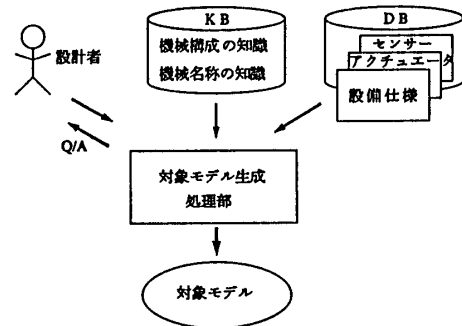


図6. 対象モデル生成処理部の全体構成

4. おわりに

以上対象モデルの自動生成について述べた。今後、更に高機能化を図るとともに仕様理解技術を確立していきたい。

参考文献

- [1] 小野他: Artificial Intelligence based Programmable Controller Software Designing, IEEE AI'88 Proceedings of the International Workshop on Artificial Intelligence for Industrial Applications, 85-90, 1988
- [2] 武内他: プログラマブルコントローラのプログラム自動生成, 情報処理学会第37回全国大会, 2L-5, 1988
- [3] 中山他: 対象モデルに基づくシーケンス制御ソフトウェアの設計支援, 情報処理学会第38回全国大会, 4G-1, 1989