

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

4G-1

中山康子* 小野康子** 貞重勝也* 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

設計型問題解決支援システムで扱う概念対象や物理的対象のモデル化は重要な研究課題である。

筆者等は、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設計支援システム[1][2]を通して、モデルの設計型問題への応用を研究している。本システムは、設計仕様書からの情報と設計知識を組み合わせてプログラムを自動生成するものである。プログラムが動く環境である制御対象をどのようにモデル化し、システムで利用するかを検討しているが、具体的に実用レベルのものが構築できたので、本稿ではこれについて述べる。

2. シーケンス制御

シーケンス制御は、定められた順序や一定の論理に従って、機器の起動/停止の制御や制御状態の遷移を行うものである。シーケンス制御用のプログラム生成は、「制御対象をどのように動かすか」という意図を記述した仕様から、実際に機器を制御するアクチュエータに対する出力を決定し、さらに仕様に与えられたタイミングや順序を満足するような出力信号を得るように入力と内部状態の組合せを決定することである。

従来設計者が行っている設計作業を分析した結果、設計に必要な知識を次の二つにまとめることができた。

- ①仕様を解釈し、制御機能に分解する知識
- ②制御機能をプログラムに変換する知識

仕様を解釈するためには制御対象に関する多種多様な知識を必要とする。これらの知識を設計支援システムに体系的に蓄積することにより、システムの汎用性、拡張性が向上する。そこで制御対象に関する知識をシンボリックに記述する対象モデルを導入する。

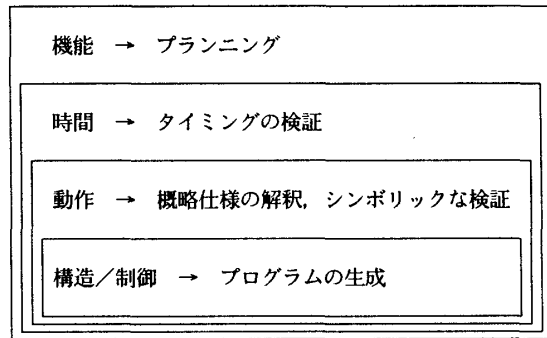
3. 対象モデル

3.1 知識のレベル

制御対象のどの範囲をモデル化するかは、その利用目的に依存する。従って、設計支援のための対象モデルを構築するためには、機能的側面からの知識の分析が必須である。

対象モデルの知識のレベルとこれにより支援可能な機能を次のようにまとめる。

レベル 支援機能



筆者等はモデルを段階的に構築するアプローチをとった。現段階におけるモデルは構造/制御/動作知識を扱い、機器動作の概略仕様からのプログラム生成を支援するものである。

3.2 モデルの構成

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を図1のように設定した。すなわち、対象モデルは制御対象、アクチュエータ、センサーおよびこれら間に成立する関係を扱う。これらをモデル化するための基本要素は次の四つである。

- 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…構成要素の動作。
 - ③状態…構成要素の状態。
 - ④関係…構成要素、動作/状態が相互間に持つ関係。構成関係、制御関係(因果関係)、制約関係、状態遷移関係など。
- 以上の基本要素から成る対象モデルをフレーム表現で構築した。構成要素、動作、状態をフレームで表し、関係をフレーム間の関係で記述した。対象モデルの構成例を図2.に示す。

4. プログラム生成

4.1 ゴール生成

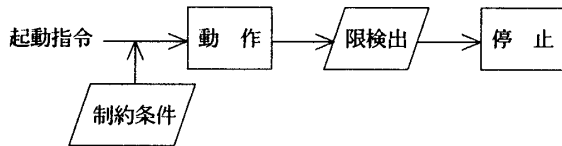
プログラム生成は、ゴール生成処理とゴール展開処理に分けられる。ゴール生成は、設計者が記述した制御仕様を対象モデルを用いて解釈し、制御機能に分解することである。制御仕様には機器動作の概略が記述される。例えば図3.に示す制御仕様の「2」の動作内容は「コンベアを前進させる」である。これを図2.に示す対象モデルのコンベアの「前進」に関する知識

- 「前進」のsub-actionに「低速前進」「高速前進」がある。
 - 「低速前進」「高速前進」と四つの状態(state-of)との関係はクラス・ワールドに記述された動作/状態遷移の関係(condition が状態遷移nextを規定する)を継承する。
- などを参照して、「コンベアを後退限→低速前進→後退減速点→高速前進→前進減速点→低速前進→前進限で作動させる」(下線は動作を示す)と解釈する。さらに、
- 「低速前進」「高速前進」は「前進」「高/低速」の組合せで実現する(sub-action)。
 - 「前進」「高/低速」を制御するアクチュエータがある(actuated-by)。

などの知識により「コンベア-前進」「コンベア-高/低速」のゴールが得られる。

4.2 ゴール展開

ゴール展開は前述の「制御機能をプログラムに変換する知識」に基づいて行われる。機械運転シーケンスの設計知識は次のようにパターン化される。



機器は制約条件成立の下で、起動指令により動作(前進/後退など)を開始し、限検出(前進/後退限など)にて停止する。つまり、機器の運転が成立するのは、機器に対しての運転指令を受理してから停止限に到達するまでの区間である。ゴール展開は、この設計パターンから開始して段階的に各部分を詳細化していき、起動指令、停止限、制約条件などを対象モデルを参照して具体化し、最終的にプログラムに展開する。

5. まとめ

以上に、対象モデルによるプログラムの自動生成について述べた。本システムを材料の化学処理プラントの一部に適用した結果、フレーム数約500の規模の対象モデルを構築し、約3Kステップのプログラムを自動生成することができた。

今後さらにシステムの高機能化を図り、目的記述に近い仕様からのプログラム生成、プログラムの検証等を支援するモデルについて検討する。

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, 第37回情報処理学会全国大会, 2L-5.1988

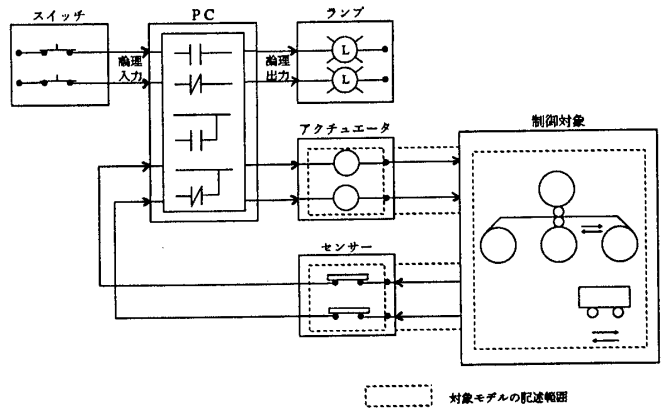


図1.シーケンス制御システムにおける対象モデルの記述範囲

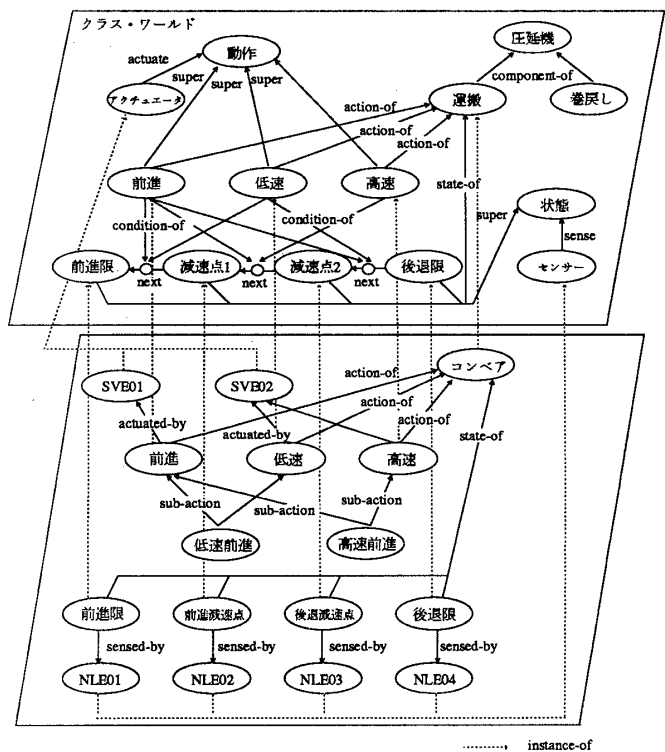


図2.対象モデルの構成

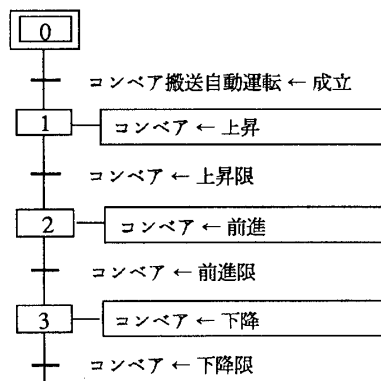


図3.制御仕様例