

## 6 J-8

## 連続制御ソフトウェアの設計支援について\*

新名 博<sup>1†</sup>      月本 洋<sup>2†</sup>      江木 博志<sup>3†</sup>  
 (株)東芝\*\*

<sup>†</sup> 研究開発センター

<sup>†</sup> 産業システム事業部

## 1 はじめに

本研究ではプラントなどにおける連続制御のソフトウェアの設計およびその仕様書の作成を支援するツールの枠組について検討を行なった。

以下、本研究で得られた連続制御のソフトウェアを設計する過程のモデル、およびこの様な設計過程のモデルに基づいた連続制御ソフトウェアの設計支援ツールの構成要件について述べる。

## 2 連続制御ソフトウェアの設計過程のモデル

どのような過程を経るかは設計者、設計課、JOBによって異なり、設計過程のモデルはいくつか存在する。

しかし基本的には、設計過程をP&ID (Piping & Instrumentation Diagram) からループ図への展開とループ図から連続制御ソフトウェアへの展開の2つの過程から構成されていると捉えることができ、図1のように整理できる。

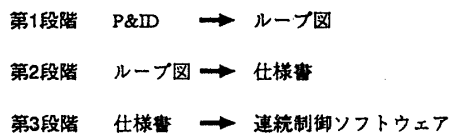


図1: 連続制御ソフトウェアの設計過程

P&IDとはPiping & Instrumentation Diagramの略であり、プラントの配管等の接続形態と計測制御機器の配置を示す機械図面である。この種の図面は機械設計者によって作成される。電気計装設計者はこの図面と種々の情報を出発点にして設計を始める。ループ図とは制御項目毎に必要な情報を絵にしたもので、作成方法は種々あるが、基本的にはP&IDから制御関係の情報を抽出し、それに必要な機能を付加して作成する。仕様書には日本語に加え、絵、表、タイムチャート、IBD等様々な記述方式が使われ、要求を記述するにふさわしい記述方式が採用されている。

\*On Design Assistance for Continuous Control Software

<sup>1</sup>Hiroshi NIINA, <sup>2</sup>Hiroshi TSUKIMOTO, <sup>3</sup>Hiroshi EGI

\*\*TOSHIBA Corp.

## 3 ツールの構成

## 3.1 基本構成

設計者による追加・修正を考慮し、前述の設計過程のモデルをより詳細化した。その結果、本ツールは以下の6つの処理から構成される。

1. 抽出 P&IDの中からソフトウェアを作成する部分のループ図(ループ図(原型))を抽出する。
2. 詳細化 ルールに基づきループ図(原型)を詳細化し、ループ図(中間)を生成する。
3. 機能修正 設計者が詳細化されたループ図(中間)を修正し、ループ図(最終)を作成する。
4. 変換 ループ図(最終)を仕様書に変換する。
5. 機能追加 設計者が日本語、数式等による仕様の記述を追加する。
6. 生成 仕様から連続制御ソフトウェアを生成する。

以下、例を用いた処理の説明を行ない、個々の処理における構成要件について述べる。

## 3.2 各処理の説明

## 3.2.1 抽出

P&IDから図2のようなループ図(原型)を抽出する。設計者がP&ID上でループを指定することによってこれを行う。

この抽出の処理に際して、設計者が二次ループを指定したときでも、それに対応する一次ループも抽出すると、制御とは直接関係ないが関連のありそうな、例えば、外乱になりそうなプロセス値のセンサーも一緒に抽出する等の処理を行う。このためにルール等の知識を必要とする。

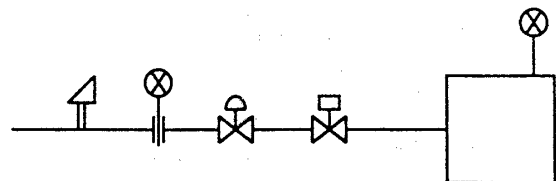


図2: ループ図(原型)

### 3.2.2 詳細化

ここでは項目毎にループ図の原型に機能を付加していく。その結果としてループ図（中間）ができる。図2のループ図をループ図の原型の例とする。入力処理部分においてはMV/I変換器と温度補正と開平演算が付加され図3のようなループ図ができる。このような処理を行うにはオリフィスで気体で温度計ありならば開平演算と温度補正を行う等のルールが必要である。またループ図の記号を解釈したりループ図に記号を付加するためには図形情報（JIS 記号など）が必要となる。更に、後の段階において仕様書を作成するために、仕様書を作成すべき機能の項目とその項目毎の文章が必要となる。

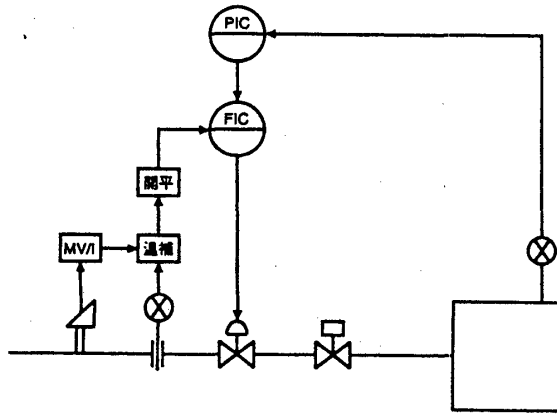


図3: ループ図（中間）

### 3.2.3 機能修正

ループ図（中間）を表示して設計者に修正してもらうことによりループ図（最終）ができる。図3のループ図（中間）の場合には、遮断弁閉時の操作出力  $MV=0$  が追加されて図4のようなループ図（最終）ができる。

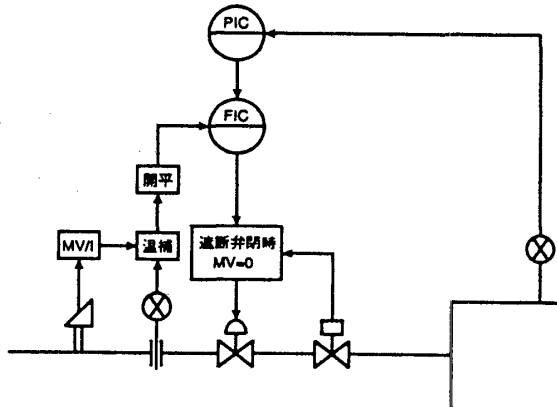


図4: ループ図（最終）

### 3.2.4 変換

この段階ではループ図（最終）の情報を仕様書の表現に変換する。仕様書に変換する場合、仕様として生成すべき項目などを考慮した変換ルールが必要となる。図4のループ図のうち、PICについての部分が変換されると図5のような仕様書ができる。

| タンク圧力制御   | 仕様文章           |
|-----------|----------------|
| 1)入力処理    | ・とくにありません      |
| 2)設定値演算処理 | ・Cモード:なし       |
|           | ・Aモード:定置制御をします |

図5: 仕様書

### 3.2.5 機能追加

前段階で得られた仕様書に、さらにループ図では記述しきれなかった機能を追加記述する。この結果、最終的な仕様書が作成される。仕様の追加記述を行なう際には、さまざまな記述手段があるが、要求を記述するために最適な手段（日本語やタイムチャートなど）を用意する必要がある。

### 3.2.6 生成

仕様書に記述された各機能から、仕様書の機能を実現するための連続制御ソフトウェアを生成する。この段階では仕様書の各仕様項目の機能に対応した連続制御ソフトウェア部品を推論し、その部品を組み合わせる最終的な連続制御ソフトウェアを出力する。

## 4 おわりに

本報告書では連続制御ソフトウェアの設計過程のモデルを提示し、そのモデルに基づく設計支援ツールの構成について述べた。

現在、ターゲットの言語をLFC (Loop Function Chart) [1] に設定し、本稿で述べた各種のルールや仕様書の項目などを整理し順次充実させ、プロトタイプの構築を行なっている。

### 参考文献

- [1] (株) 東芝: 東芝 CIE 統合制御システム CIEMAC エンジニアリングツール機能説明書、1990