

## クラスツリー間の接続に基づく視覚的プログラミング手法 (II)

1N-7

## — 3次元可視化方式と操作手法 —

北村 操代          杉本 明  
三菱電機株式会社 中央研究所

## 1 はじめに

ソフトウェア開発において、プログラミング、デバッグ、プログラム理解などの点から、ソフトウェアの視覚化が望まれる。本稿では、[1]に述べたクラスツリー間接続の方式によって構成されるプログラムを視覚化し、その環境下でプログラミングする手法について述べる。

クラスツリー間にまたがるクラス間の関係定義操作や実行時の挙動の把握のため、クラスやインスタンスを何らかの図形として画面上に表示する必要が生じる。しかし、クラスツリー数やインスタンス数が多くなり、クラス間の関係が入り乱れるため、平面上でクラスやインスタンスを操作することは難しい。そこで、クラス、インスタンス、およびそれらの関係を3次元空間を用いて可視化する。

## 2 3次元空間への可視化

本方式でプログラミング対象として用いられるクラス、および、すべてのインスタンスは3次元空間中の立体図形に投影される(図1)。本稿で取り扱うソフトウェアは実行時の対話用のGUI画面を伴うものとする。3次元空間は、2次元のGUI画面と、GUI画面の裏側のインスタンス領域、その上部のクラスツリー領域からなる。この3次元空間を以下ソフトウェア空間と呼ぶ。

2次元のGUI画面には、プログラム理解やデバッグを容易とするため、通常ソフトウェア稼働時の表示がそのまま示される。

クラスツリー領域には、クラスを可視化した立方体が配置される。1つのクラスツリーは図1のように画面と若干の角度を持つ平面上にある。クラスツリー平面どうしは平行に配置される。クラスの継承関係は、OMT[2]を3次元化し、線分と四角錐によって表示される。クラス(クラスを可視化した立方体を以下単にクラスと呼ぶ)にはクラス名が表裏2面に表示される。クラスツリー内のレイアウトは、根のクラス的位置から自動的に計算される。

[1]のクラス間接続はクラスツリー間のクラスとクラスを結ぶ線分として可視化される。画面表示を行う機能を持つクラスツリー平面は、ソフトウェア空間中最も画面に近い位置に置かれる。

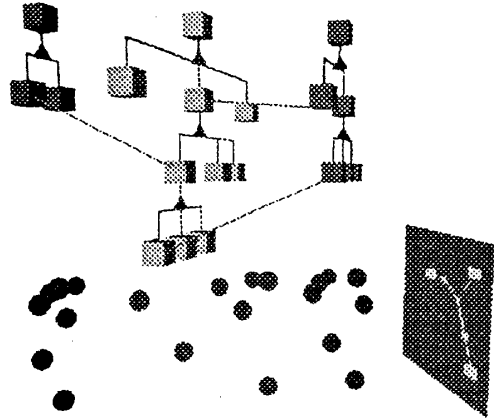


図1: 可視化されたソフトウェア空間

インスタンス領域には、インスタンスを可視化した球が配置される(この球を以下単にインスタンスと呼ぶ)。配置される位置は、そのクラスを通る、画面に平行な平面上である。画面上に表示を行う機能を持つインスタンスは、その画面上の表示位置に対応した位置に可視化される。それ以外のインスタンスは、原則としてインスタンス間の接続関係を持つインスタンスと同じ位置に配置される。

インスタンス間の接続関係、および、クラスとインスタンスの関係は、通常表示されない。ユーザが指定した場合などに、線分で結んで表示される。

## 3 プログラミング

本方式によるクラス間のプログラミングには、クラスツリー間の接続操作と接続メソッドの追加・修正の2種類がある。

クラスツリー間の接続操作では、クラスどうしを新規に結びつける場合と、既存の接続の片方の端を、他のクラスに変更する場合とがある。新規の時はマウスで2つのクラスを指定し、変更のときは、マウスでその端点をドラッグして新しいクラスを指定する。その際に指定された接続に含まれる接続メソッドの有効性がチェックされる。

追加、変更された接続にインスタンス生成規則が含まれていた場合、新しい接続に基づいて起点側から終点側のインスタンスが生成され、古い接続に基づいて作成されていたインスタンスが削除される。

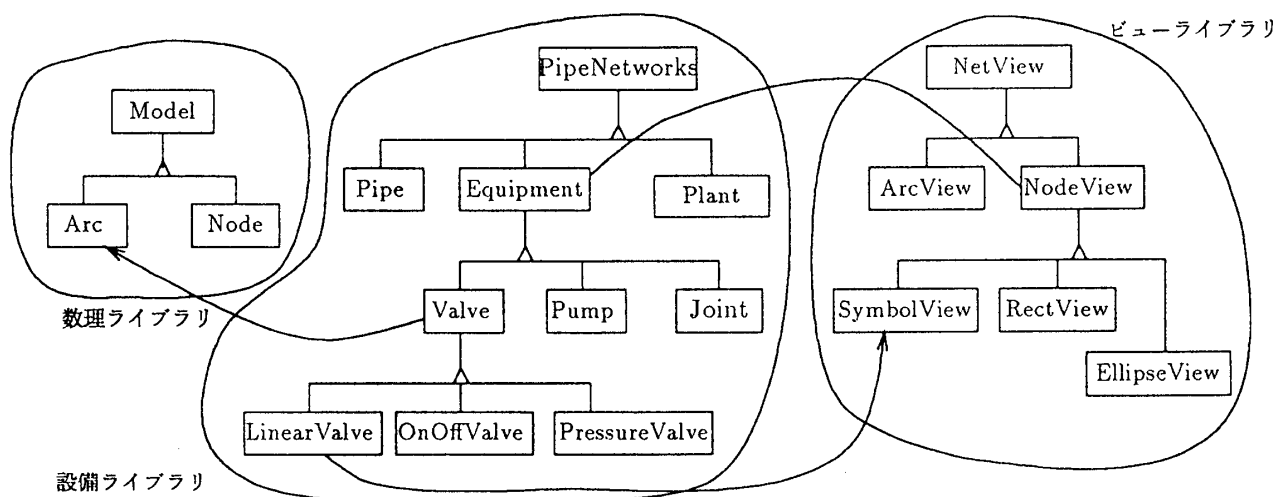


図 2: 管網解析アプリケーションで用いるクラスとクラス間接続

接続メソッドの追加・修正は、マウスで接続をクリックすることにより開かれる設定用のウィンドウで行う。

ソフトウェア開始時に設定される静的なインスタンス間の関係付け [1] も本環境で行う。

#### 4 挙動の追跡とデバッグ

本方式のソフトウェア空間では単にプログラムを行うのみでなく、ソフトウェアの挙動を見ることもできる。これにより、メソッドの流れを視覚的に捉えることができ、ソフトウェアの理解、デバッグが容易となる。

インスタンスの挙動追跡のため、現在メソッド実行中のインスタンスを色変え表示し光らせる。このとき、同時にインスタンスの属するクラスと実行中のメソッドが定義されているクラスも色変え表示される。また、クラス間接続中の連携メソッドが発行された場合には、そのクラス間接続が色変え表示されるとともに、対応するインスタンス間接続が表示される。

#### 5 適用例

筆者らは本方式を管網解析アプリケーションに適用している。管網は管、ポンプ、バルブ、配水場などから構成されるネットワークであり、管網の個々の設備を流れる既知の水量や水圧差から、未知の水量や水圧差の値を求めることが管網解析である。

管網解析アプリケーションは、管網の設備データを持つクラス群 (設備ライブラリ) と、管網から抽出される非線形連立方程式を解くクラス群 (数理ライブラリ) と、画面表示のための部品クラス群 (ビューライブラリ) を組み合わせることによって構成できる。

数理ライブラリは、電気回路や管網などの流量と圧力を持つ系を解析するための汎用ライブラリである。一方、ビューライブラリは、CASE ツールの開発にも利用できるネットワークエディタ機能を持つ。

これらのクラス構成を図 2 に示す。また図には、管網解析アプリケーションとしてライブラリ間を組み合わせるためのクラス間接続の一部も示している。

図 2 中、Equipment と NodeView とのクラス間接続には、設備ライブラリ内のネットワーク形状とビューライブラリ内のその一貫性を保つ処理を行う連携メソッドがある。

Valve と Arc のクラス間接続には、Valve が生成された場合に Arc を生成するインスタンス生成メソッドと、数理モデル中で方程式を構成するために Valve から値を抽出するメソッド、数理モデルで方程式を解いた後に解の値を Valve に反映させるメソッド、といった連携メソッドが含まれる。

一方、LinearValve と SymbolView のクラス間接続には、LinearValve からのインスタンス生成メソッドと、表示メソッド発行時に、円と折れ線により現在状態に応じたシンボルを表示する処理を連携メソッドを持つ。

#### 6 おわりに

本稿では、クラスツリー間の接続により構成されるソフトウェアの 3 次元空間への可視化手法、操作手法と、管網解析アプリケーションへの適用例について述べた。現在は部分的な試作実験に留まっており、各種のシステム開発への適用検討を行った後、開発環境全体の試作を行う予定である。また、現在はマウスにより操作を行っているが、仮想現実感技術の利用も可能とすることによって、操作性の向上を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 北村、杉本: “クラスツリー間の接続に基づく視覚的プログラミング手法 (I)”, 本予稿集 1N-6
- [2] J.Rumbaugh et al.: “Object-Oriented Modeling And Design”, Prentice-Hall, pp. 38 - 43 (1991)