

# プロブレムフレームに基づく状態マシンの設計支援システム

市川 杏子<sup>†</sup> 紫合 治<sup>†</sup>

東京電機大学情報環境学研究所<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年の技術の著しい発展にともない、電子レンジや冷蔵庫などの電化製品、銀行のATMなど、組み込みシステムを必要とする電子機器、装置が増加している。しかしながら、組み込みシステムの開発において、制御対象機器や装置の仕様を満たしながら、適切に動作するシステムを設計することは、決して容易ではない。また、機器や装置は想定外の振る舞いやエラーを起こす可能性を有しており、開発者は、システムを設計する際に、機器の装置のみならず、それらによって受けるすべての事象について、もれなく把握しておく必要がある。

本研究は、この問題を解決するために、システムが存在する外界の環境そのものをまず分析する手法である、プロブレムフレーム[1]に着目した。また、プロブレムフレームに基づいたシステムのモデル化を支援するために、“安定状態”という概念を用いた、状態マシンの生成手法を提案する[2]。

## 2. プロブレムフレーム

プロブレムフレームとは、システムによって制御される外部環境を、システムを設計するより前に、しっかりと分析しておく必要があるという考え方である。分析において基本となるものは、プロブレム図と呼ばれる図である。(図1)

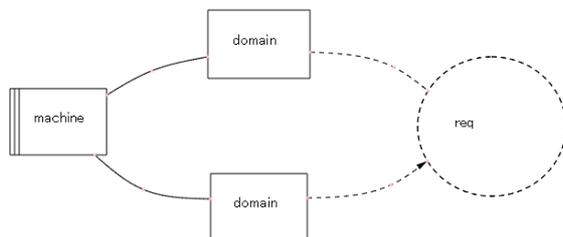


図1 プロブレム図

システムを、開発の対象である「マシン」、外部環境である制御対象の「ドメイン」、ドメインに対する規定を示す「要求」の3つに分けて考え、マシンとドメイン間のイベントを規定する「インタフェース」、ドメインの状態を規定する「要求参照」により、関係を結ばれる。ドメインは自身を中心とするインタフェースと要求参照の関連の規定である、ドメインプロパティをもつ。組み込みシステムの場合において、ドメインプロパティは状態マシンで表現することが可能であることが多く、これにより、入出力イベントによって生じるドメインの状態の変化を、明確に把握することが可能となる。

## 3. システムの状態マシン設計支援のための提案手法

漏れのない状態マシンを生成するためには、ドメインに対する入出力イベントで遷移する状態を、総当たりでチェックすれば良いが、全ての状態の組み合わせがシステムの仕様を満たすわけではない。本研究は、システムの仕様に合う状態の組み合わせを、安定状態[3]として定義した。安定状態は、環境からの入力イベントを待っている状態で、入力イベントが発生しない限り、どこにも遷移しない状態のことである。

設計支援システムの流れは、以下の通りとなる。

- ① システムのプロブレム図の作成(手動)
- ② 各ドメインのドメインプロパティを状態マシンとして定義(手動)
- ③ 要求を安定状態として与える(手動)
- ④ 安定状態と入力遷移だけの状態マシンの生成(自動)
- ⑤ ④で得られた状態マシンから、不要な遷移を排除する制限を付加(手動)
- ⑥ ⑤を元に、出力遷移を加えて状態マシンの再生成(自動)

一般に、④で生成される状態マシンには、不要な遷移が含まれるのでこれを排除するために、⑤と⑥の手順が必要となる。

State Machine Design Support System based on Problem Frames

<sup>†</sup>Kyoko Ichikawa and Osamu Shigo

<sup>†</sup>Graduate school of Information Environment, Tokyo Denki University

4. 支援システム

開発した支援システムは、3の提案手法の①～④を支援する。プロブレム図(3の①)、ドメインの状態マシンの作成(3の②)、入出力イベントや各要素名、状態名のテキスト変更、安定状態の表の作成(3の③)、及び安定状態とドメイン状態マシンから、システムの状態マシンを自動生成する機能(3の④)を備える。誰でも簡単に支援システムが使えるよう、webブラウザ上で動作する。

メイン画面は、プロブレム図の作成を行う画面となる。ここでは、要素と要素間を結ぶインタフェース・要求参照の描画、及び要素名、入出力イベント・状態名の編集を行う。作成したプロブレム図の保存、以前保存したものをロードして再編集することも可能である(図2)。

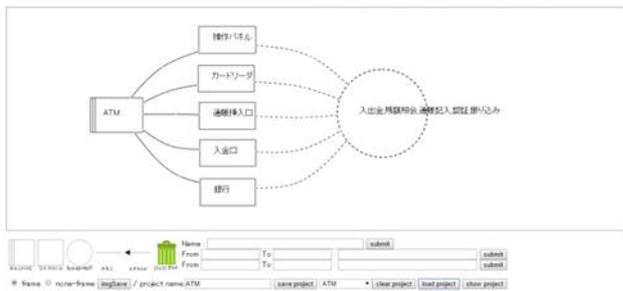


図2 メイン画面(プロブレム図描画面)

ドメインプロパティは、編集したいドメイン上をダブルクリックすることで編集画面を出す。ここでは、ドメインプロパティを状態マシンとして定義するため、状態マシンの作成を行う。プロブレム図作成時とは異なり、状態名や入出力名は、プロブレム図で定義した、ドメインに対する入出力イベント・状態名の情報を保持しているため、変更する入出力イベント・状態上で右クリックすることで現れる、入出力イベント・状態名のリストから選択する(図3)。

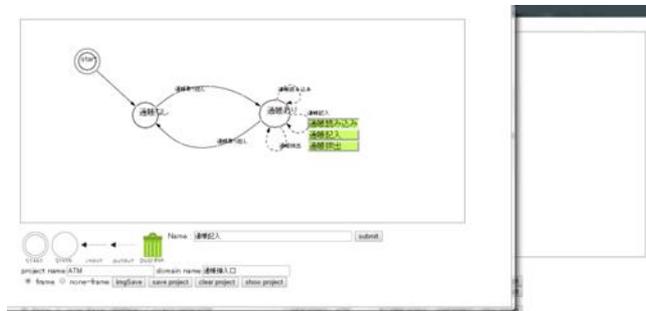


図3 ドメインプロパティの編集画面

メインの画面で要求をダブルクリックすると、画面が2分割された編集画面が出る。右画面で安定状態を編集する。1列目にドメイン名が自動で記述されている。1行目にシステムの安定状態名

を手動で記述し、そこで各ドメインの状態名はリストから選択する。安定状態を作成したのちに”create”ボタンを押すことで、左画面に状態マシンが生成される(図4)。安定状態と入力遷移だけの状態マシンは、安定状態から発生しうる入力イベントの全てを調べ、入力イベント直後の状態から、出力遷移のみで遷移できる。次の安定状態を調べることで生成される[4]。このとき、遷移できる安定状態が複数個存在した場合、不要な遷移を排除する条件を設計する(3の⑤)。

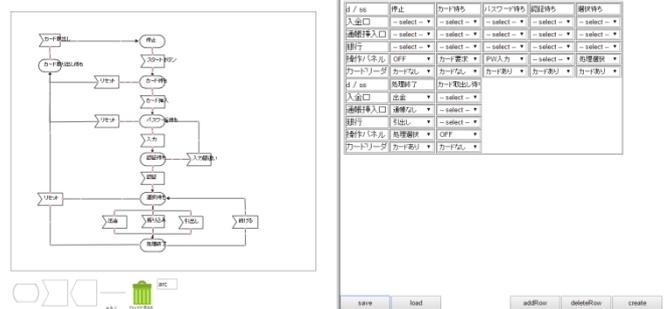


図4 システムの最終的な状態マシンの生成

5. おわりに

本研究では、プロブレムフレームの考え方に基づいた、システムの状態マシン設計支援システムを開発した。本システムは、プロブレム図、ドメインプロパティの状態マシン、作成するシステムの最終的な状態マシンの、全ての情報を共有しているため、イベント名・状態名などの記述間違いと言った、単純なミスを防ぐことが可能となった。また、開発したいシステムの仕様を、明確に把握することができるため、開発時の作業の効率化が期待できる。

今後は、安定状態と入力遷移で得られる状態マシンから、不要なものを適切に排除するためには、どのような制限を加えればよいかを分析することが、課題となる。

参考文献

[1]Michael Jackson: 榊原彰, 牧野祐子(訳)プロブレムフレーム ソフトウェア開発問題の分析と構造化, 株式会社翔泳社(2006)  
 [2]紫合治, 横山薫: プロブレムフレームに基づく組み込みシステムの状態遷移分析支援システム, 情報処理学会論文誌 Vol. 53 No. 2 523-534 (2006)  
 [3]紫合治: 安定状態と優先イベント規定によるコントローラ生成, 情報処理学会論文誌 Vol. 56 No. 2(2015)  
 [4]和田遥, 紫合治: 組み込みシステムにおける仕様の自動生成, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム(2011)