

拡張有限状態機械とペトリネットを表示編集できる GUI ツールの作成と応用例

6 P-7

山本 亮 岡野 浩三 東野 輝夫 谷口 健一

大阪大学 基礎工学部 情報科学科

1 まえがき

著者らの研究グループでは、通信プロトコル、ハードウェア・ソフトウェアの設計法、詳細化の正しさの証明法等の研究を行っている。この際、拡張有限状態機械 (EFSM) モデルやペトリネット (PN) モデルを用いることが多い。これらの設計ツールや証明支援ツールを作成する際、EFSM や PN を表示編集でき、また、これらの図上で、例えば、マウスのクリックで特定のコマンドを実行できるような汎用ツールが望まれる。そこで、以下の指針で EFSM や PN の図表示・編集ツールを Tcl & Tk ツールキットを用いて作成した。

1. 種々のアプリケーションから容易に利用できること。2. EFSM・PN が容易に記述、編集できること。3. EFSM・PN の図表示が美的であること。4. 利用者が各イベントで起動される関数を容易に定義できること。5. ボタンの追加など、システムの変更が容易にできること。

これらのうち 1. の一部と 5. は Tcl & Tk を用いることにより解決できる。2 章では主に 2.~3. に関してどのようにツールを作成したかについて述べる。3 章では、このツールの具体的な応用事例と各応用に要した手間について述べる。

2 表示ツール

2.1 表示ツールの機能

以下では、ノードは EFSM における状態あるいは PN におけるプレースまたはトランジションを表す。

- ある定められた文法 (GDG と呼ぶ) に従って記述された一つの EFSM あるいは PN のファイルを入力として、キャンバス上に図表示できること。また、キャンバス上に図表示された EFSM あるいは PN を GDG 記述でファイルにセーブできること。
- キャンバス上に図表示された EFSM あるいは PN の編集ができること。具体的には、
 - ノードの追加、削除、移動ができること。
 - ノードの削除、移動においては、関連するアークが削除あるいは移動できること。
 - ラベルやトークンの変更ができること。
- ファイルから読み込む際、各ノードを美的に自動配置できること。あるいは、別途セーブしていた各ノードの配置情報に基づいて配置できること。

- 上記の諸機能とノードやアーク、ラベルのハイライト表示やトークンの移動等がすべて関数呼出しの形式で行えること。

機能の 1. は図表示システムとして当然の機能である。本ツールでは図形群のグループ化の機能をつけず、代わりに、2.(b)の機能を設けている。EFSM・PN に編集対象を限定しているの、指針の 2. を満たすにあたって 2.(b)の機能が有効であると考え、機能 3. は指針の 3. に対応する。本ツールでは機能の 4. の関数群を基本機能として提供する。これらの基本関数を組み合わせることにより、イベントで起動される関数を容易に使用者が定義できる (指針 4.)。

2.2 表示ツールの実現

機能の 1., 2. は Tk の Canvas Widget を用いて実現した。Canvas Widget では、円、長方形、線などをオブジェクトとして扱い、これらの生成、移動、消去、イベントとの結びつけ等を行うことができる。これらのオブジェクトの接続情報を連想配列等に保持することにより、機能の 2.(b)を実現できた。入力モードとして、EFSM, PN, Free の三つがあり、例えば、PN の入力の際にトランジション同士を接続できないようにしている。

機能 3. を実現するために文献 [1] のアルゴリズムを用いた。これは FSM の美的配置アルゴリズムであり、ノードとアークの接続関係、開始状態、終了状態を入力とし、各ノードの美的な配置情報 (すなわち各ノードの x-y 座標) を出力とする。EFSM に対してはそのまま利用した。PN に対してはプレース、トランジションをともにノードと見なしてこのアルゴリズムを適用し、ほぼ自然な配置が得られた。作業者が適宜、修正したい例もあったため、修正した x-y 座標を保存する機能やグリッド機能も追加した。

このツールは一つのウィンドウに一つの EFSM, あるいは一つの弱連結な PN を表示できる。アプリケーションによっては、複数の EFSM を表示したい場合も多い。この場合はこのツールを各 EFSM (または PN) ごと用いる。各ツール間の通信には、Tcl & Tk の send 機能を用いる。後述の応用例ではこの send 機能を用いている。

3 応用例

3.1 グループウェア実行支援系の GUI 部への本ツールの適用

文献 [3] におけるペトリネットモデルに基づくグループウェア実行支援システムはグループワークに

A GUI Tool for Petri net and EFSM, and its Application Examples

Akira YAMAMOTO, Kozo OKANO, Teruo HIGASHINO and Kenichi TANIGUCHI

Dept. of Computer and Information Sciences, Osaka University, Machikaneyama 1-3, Toyonaka, Osaka 560, JAPAN

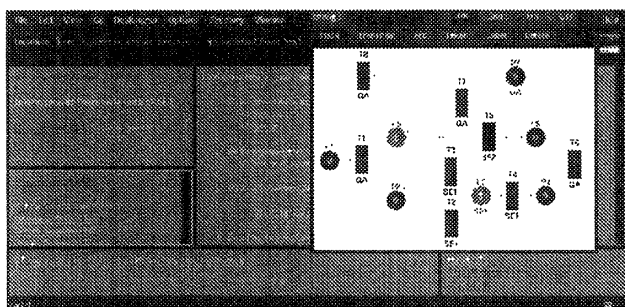


図 1: グループウェア実行支援システムの実行画面

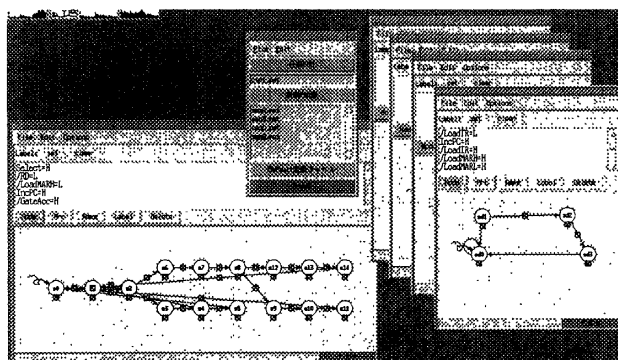


図 2: 証明支援システムの実行画面

おける各個人毎の作業内容(文書作成, コーディング, デバッグ等の)を各個人毎 WWW client を通じてガイダンスする。各個人の作業順序はベトリネットとして与えられているため, 図示できることが望ましい。そこで, この表示ツールを用いて作業順序をベトリネットとして図示するようにした。各作業はベトリネットのトランジションに対応し, 作業の進捗は, 図表示(トークンの移動, ハイライト表示の移動)で確認できる(図 1)。本ツールはベトリネットの接続情報とトークンの情報を入力とし, 上記のような表示を行う。

3.2 ハードウェア検証系の GUI 部への本ツールの適用

一つの EFSM として仕様が与えられたハードウェアの制御部を複数 EFSM 群に分割して実現する際に, 実現がもとの仕様に対して「論理的に正しいこと」を証明する自動証明アルゴリズムを考案し [2], 証明システムを作成した。この証明システムは文字端末上で使用するコマンドであり, 仕様 EFSM と実現である複数 EFSM 群の記述ファイルを入力とする。実現が仕様に対して正しいと判断したときにはコマンドは「正しい」というメッセージを出力し, そうでない場合は間違いであると判断した遷移や実行動作を出力する。本表示ツールと組み合わせることにより簡単に GUI ベースの証明システムにできた。図 2 に実行画面を表す。

左のウィンドウは仕様の EFSM であり, 右にある複数のウィンドウは実現 EFSM 群である。中央

のウィンドウにある proof ボタンを押すと証明コマンドが実行される。(誤りであるため)遷移や実行動作を証明コマンドが出力した場合は, 図表示された EFSM 上の当該遷移や実行動作がハイライト表示される。また, 仕様や実現 EFSM 群を Canvas 上で直接入力したり, 遷移の修正を行うこともできる。これらの機能を本ツールを用いて実現する際に新たに作成した機能は以下のとおりである。(1). あるハードウェア記述言語 (AHDL) で記述された各 EFSM のファイルを GDG に変換する(逆向きも含む)。(2). 複数のツールや証明コマンド等の実行調整を行う。(3). 遷移のラベルのサイズが大きくなるのでラベルのアイコンを普段表示することにし, 内容を別途参照できるようにする。(1)は yacc を用いて文法変換コマンドを作成することにより実現した。(2)には, 前述の send 機能を用いた。(3)は, 指針の 5. に相当する作業であるが Tk の提供する基本 Widget 群を組み合わせるだけで実現できた。

3.3 作業工数

ハードウェア検証系を GUI 化する際に必要となったプログラムのプログラムサイズとコーディング時間について, ツール本体とともに以下に表す。なお, グループウェア実行支援システムについては新たに作成したプログラムはほとんどない。

項目	サイズ(言語)	コーディング
ツール本体	2700 行 (tcl)	1ヶ月
実行調整・ラベル表示部	450 行 (tcl)	1週間
文法変換部(両方向)	600 行 (yacc,c)	1週間

このように, 比較的短期間で GUI 化を行うことができた。GUI の制御のためのプログラムは Tcl & Tk を利用していることもあり非常に短期間で作成することができた。

4 あとがき

EFSM や PN を編集表示できる GUI ツールを作成し, 応用例を報告した。今後の研究課題として, Tree 表示機能を実装することや, インタラクティブなコマンドに対応できるように双方向パイプを実装することなどを考えている。

謝辞 描画ルーチンを提供していただいた朝倉氏(大阪大学基礎工学部研究科修士課程)に感謝します。

参考文献

- [1] 朝倉 義晴: “状態遷移図の自動描画アルゴリズム”, 大阪大学 基礎工学部 情報工学科 特別研究報告 (1996).
- [2] 森岡 澄夫 他: “一つの EFSM の複数 EFSM による実現の正しさの一証明法”, 第 52 回情処全大 1K-1, (1996).
- [3] 山口 弘純 他: “レジスタ付きベトリネットモデルで記述されたソフトウェアプロセスの実行支援”, 情報処理学会平成 7 年度サマワーショップ・イン・立山論文集, pp. 89-96, (1995).