

組み込みシステム開発用多機能 Behavior モデラ - の開発 (第3報)

~ IT 機器のユーザーインターフェース挙動モデリングによる有効性検証 ~

A Research on Multi-Function Behavior Modeler for Embedded Systems Development (3rd Report)

--- Verifying Effectiveness by Modeling Behavior for User Interface of IT Appliance---

漆原 映彦† 金井 理† 岸浪 建史†
Akihiko Urushihara Satoshi Kanai Takeshi Kishinami

1. はじめに

近年, PDA・携帯電話の様な組み込みシステム開発では製品機能数の増大や, 開発期間短縮などにより, ユーザーインターフェース(UI)開発プロセスの合理化が望まれている.

UI 開発プロセスを支援するツールへの要求機能としては, 製品の機能仕様及び挙動仕様のデジタルなモデル化が可能, それらモデル間の体系的変換が可能, 複雑な挙動仕様モデルも簡潔な作業で定義可能, 後工程で再利用可能となるオープンなフォーマットで挙動仕様を出力可能, 挙動仕様モデルを試験的に実行可能, であることが挙げられる. 既に商用のプロトタイピングツール[1]もあるが, これらは状態遷移図等で細かな挙動仕様を直接入力する必要があり, その作業に手間が掛かる.

著者は, 上記 のために UI が果たすべき機能仕様の図的モデルとして機能関係図[2]を, 機能操作シナリオをシーケンス図(SD)で表す[3]ことによって, UI の挙動仕様を表す UML/Statechart(SC)を体系的に設計する手法を提案してきた. 本報では, これらの2手法を組み合わせることによって完全な UI 挙動仕様を表す SC を生成する手法及び支援ツールを開発する. また, のために SC で定義された UI 挙動仕様の XML フォーマットによる出力機能も開発する. これらを具体的な IT 機器に適用することによって, その有効性を確認する.

2. 機能仕様から挙動仕様への変換手法

図1に提案する機能仕様から挙動仕様への変換手法概要を示す. 製品機能仕様リストから, 機能関係図を作成し, これに UI 構成要素 (LCD, ボタンなど) を関連づける. それら UI 構成要素に対応した固有の SC 構造が, UI 構成要素 SC テンプレートから選択され, UI コントローラの機能選択部の SC を自動生成する. 機能操作シナリオを SD で表し, StateVector(SV)を利用することにより状態を特定し, 機能実行用の SC を自動生成する. で生成された SC を組み合わせることにより UI Controller の完全な挙動仕様を表す SC が完成する. UI Controller の挙動仕様生成と並行して, UI 構成要素 SC テンプレートを利用して各 UI 構成要素を表す SC を自動生成する. 本研究では, UI Controller 用挙動仕様と各 UI 構成要素を表す SC を併せて挙動仕様として扱う. ユーザーは入力/出力 UI 構成要素の SC を介して UI Controller へイベントを送信, UI Controller からアクションを受信する. 挙動仕様を UI Controller を表す SC と UI 構成要素を表す SC に分けることにより, UI 構成要素の変更に伴った挙動仕様の変更が可能となる.

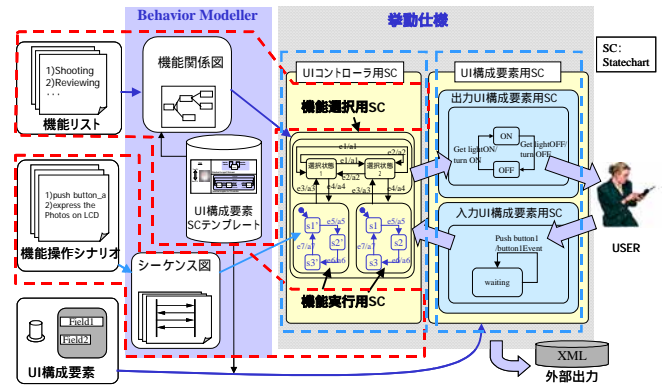


図1 本研究の概要

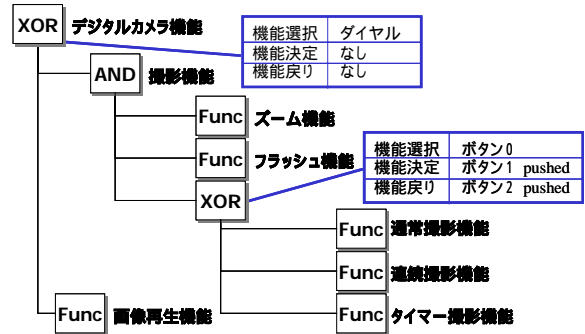


図2 UI 構成要素を関連付けた機能関係図例

3. 機能リストから機能選択用 SC の生成[2]

3.1 機能関係図の作成と UI 構成要素の関連付け

機能関係図とは, その機器の要求機能を下位機能へ分解し, これらの機能間の階層関係を有向グラフ表現したものである. 同一階層の機能間には排他関係 (複数の機能の中から一つだけ選択されて実行される関係) や並行関係が定義される. また, 排他関係の子機能を持つ機能には UI 構成要素が関連付けられる.

3.2 UI 構成要素テンプレート

コスト要求などを基に, 必要な UI 構成要素を設計する. 各 UI 構成要素は入力 UI と出力 UI に分けられる. 入力 UI の SC 構造は, この UI 構成要素に User が操作で与える入力イベントと, この UI 構成要素から UI コントローラに送られるイベントとの状態遷移関係があらかじめ定義されたテンプレート内から選択することにより設計される. 同様に, 出力 UI では外部に表示される出力を状態として持つ SC 構造が, あらかじめ定義されたテンプレート内から選択することにより設計さ

Hokkaido University, kita-13 nishi-8, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8628, Japan

れる。これらテンプレートをまとめて UI 構成要素 SC テンプレートとする。

3.3 機能選択用 SC の生成

3.1 節で作成された UI 構成要素が関連付けられた機能関係図(図 2)と, UI 構成要素 SC テンプレートを利用して, UI コントローラ用の機能選択に関する SC を一意に自動生成することが出来る。この生成手法は[2]で報告済みである。

4. 機能操作シナリオからの機能実行用 SC の生成[3]

図 3 に各機能実行用 SC の自動生成手法の概要を示す。手順としては SD の UI Controller オブジェクトと関連するメッセージについて考える。UI Controller オブジェクトに対して入力(Event)か出力(Action)かを判断し, メッセージを分類する。UI Controller オブジェクトの出力(Action)は, UI 構成要素へのイベントのため, それぞれが示している外部出力が変化する(SV が変化する)。UI Controller のどの出力遷移(アクション)で SV 中のどの要素が変化するかを対応づける。定義した対応関係を利用し, SD 中の SV に対して各状態と対応付ける。対応付けることによってこの SD から最終的に生成される SC の状態集合が定義される。SD を UI Controller のスイムレーンについて順に処理していき, SC の状態間を遷移で結ぶことによって最終的な SC が完成する。この過程を全ての SD について行うことにより, 機能実行用 SC が完成する。

5. 完全な挙動仕様を表す SC の完成

完全な挙動仕様を表す SC を生成する方法として 1) 3 節で生成した概略構造に対して, 前節で生成した各機能を表す SC を埋め込む, 2) 3 節で生成した概略構造に対して, 前節で生成した各機能を表す SC を補完的に組み合わせる, 3) すべての挙動仕様を 4 節の方法で作成する, がある。これらの方法は, 実際に設計する機器に依存して変化する。例えば, プリンターなど, 機能選択の部分に操作の大部分を占める場合は 1) の方法, 主要となる機能があり, その機能の起動にショートカットキーなどが別途割り当てられている機器の場合は 2), それ以外の機器に関しては 3) の方法など, 設計する機器に合わせた機能選択部と機能実行部の SC の設計比率を変化させることによって多くの組み込み機器の設計が可能となる。

6. UI 挙動仕様作成支援ツールの実装及び有効性の確認

以上の提案する SC 設計手法を Java で実装した(図 4)。このツールは, 1)機能関係図の作成・編集・入出力, 2)機能関係図から機能選択用 SC 概略構造の生成, 3)機能操作シナリオを表す SD からの機能実行用 SC 生成, 4)生成された SC 挙動仕様の XML 出力, などの機能を持つ。このツールを実際の IT 機器(デジタルカメラ)の UI 挙動仕様設計に適用した。生成された UI 挙動仕様を表す SC を図 5 に示す。説明書や実機から動作機能を抽出し, 本ツールを用いて実機上の UI 構成要素に応じた機能関係図を作成し, また各機能の操作シナリオを表す SD から, 実機の UI 挙動を模擬する挙動仕様を, 5 節 1)の方法を用いて SC 形式で自動生成可能であることが確認できた。

7. まとめ

本報告では, 機能関係図や機能操作シナリオから UI 構成要素に依存した完全な挙動仕様を表す SC の生成手法の提案・ツールを開発し, 具体例への適用を行った。今後は, SC 挙動仕様の実行機能を実装し, 実機挙動との比較を行うことにより有効性の確認を行う。

[参考文献]

- [1] 例えば, プロトビルダー <http://www.gaio.co.jp/> GAIO Technology 社
- [2] 漆原他; “組み込みシステム開発用多機能 behavior モデラーの開発(第 2 報) ~ GUI 機能シナリオ構造からの Statechart 生成手法 ~ ” 第 2 回情報科学技術フォーラム論文集(2003) pp.163-164
- [3] 漆原他; “組み込みシステム開発用 Behavior モデラーの研究 ~ ユーザーインターフェース操作シーケンス図の合成による Statechart の自動生成 ~ ”, 平成 15 年度精密工学会北海道支部会講演論文集(2003)

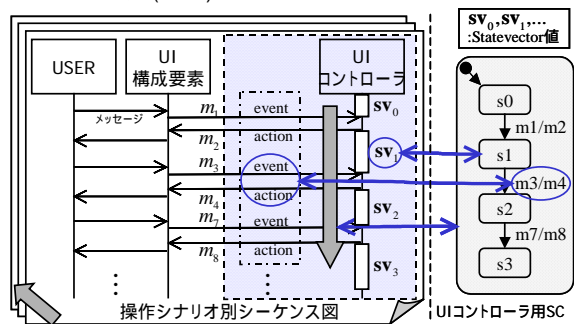


図 3 機能実行用 SC の自動生成手法の概要

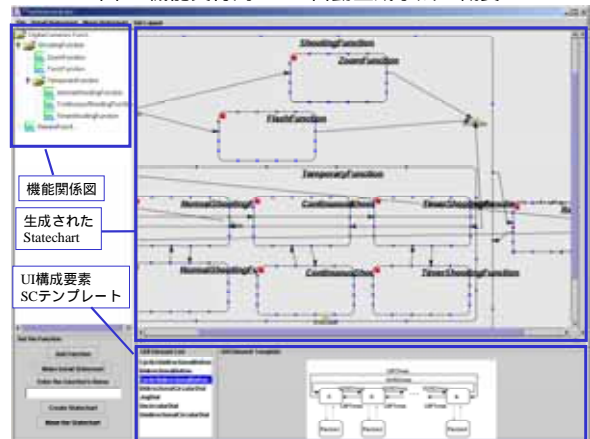


図 4 UI 挙動仕様作成支援ツール

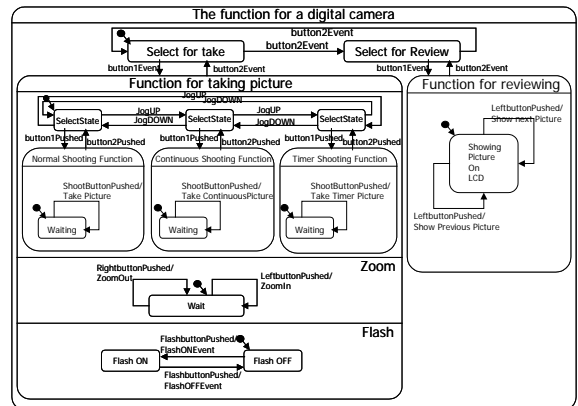


図 5 本ツールにより作成された SC (デジタルカメラ)