

# イベントドリブン型組込みシステムの機能テストの効率化検討

小川優<sup>†1</sup> 増田智樹<sup>†1</sup> 平山雅之<sup>†1</sup> 菊地奈穂美<sup>†2</sup>

本論ではイベントドリブン型組込みシステムのテストを対象とし、仕様から得られる機能情報とともにシステムの状態遷移情報の要素を加味することで、システムがとる状態を意識した機能テストのテスト項目を効率的に設計する方法を提案する。提案手法では、機能仕様書から機能を抜き出す際に機能とシステムの状態遷移情報を合わせて機能とする。この手法では、機能と状態遷移の関係を分かりやすく表現したテストモデルを記述することで、テストしたい機能周りのテスト設計をしやすくすることを狙っている。

## 1. はじめに

ソフトウェアテストにおいて、漏れの少ないテスト項目を設計することは極めて重要である。特にイベントドリブン型を基本とする多くの組み込みシステムの場合、その機能を中心としてテスト項目を考える方法と、システムの状態遷移からテスト項目を考える方法は、概念的あるいは情報としての接点が少なく、結果としてテスト項目の作成時に色々な工夫が必要である。このため我々は、イベントドリブン型の組込みシステムを対象とし、仕様から得られる機能情報とともにシステムの状態遷移情報の要素を加味した、システムがとる状態を意識した機能テスト項目を設計する方法を提案する。

イベントドリブン型の組込みシステムに用いられる主なテスト手法として、状態遷移テストと機能テストが挙げられる。それぞれの手法でテストを行うに当たり、状態遷移テストは各々の状態間の遷移を確認することはできるが、実装機能のくくりや範囲が読み解き難く、状態遷移テストで機能仕様を全て確認するようなテストを作成するのは容易ではない。一方、機能仕様書を出発点としてテスト項目を設計する場合、システムの内部状態に関する情報が少なく、テスト時の状態網羅を確認することが難しい。

本提案は、機能仕様書から抜き出した機能とシステムの状態遷移情報を合わせた状態機能リストとそれを分かりやすく表現したテストモデルを記述することで、効率的なテスト項目の設計を支援する。

## 2. 提案手法

従来の状態遷移テストでは、状態遷移表からテスト項目を生成する方法があり、テストケース数が膨大になることがある。それら全てをテストすることは多くの時間を要するため、絞り込みが必要となる。本来の目的を考えると、システム上で重要な機能を重点的にテストできるように絞り込みをすべきであるが、従来手法では状態遷移図のどの部分がどの機能に対応しているかという関係性が分かりにくく、機能という観点からテスト項目の絞り込みを行うこ

とが難しい。

我々の提案手法では、機能仕様書から単に機能を抜き出すのではなく、システムの内部状態を出発点としてそこで実行可能な機能は何か、という観点で整理し、機能とシステムの状態遷移の関係を分かり易くする。それによりテストしたい機能周りのテスト設計を支援する。

### 2.1 提案手法の流れ

Step1~5 により、テスト項目を設計する。詳しくはケーススタディ(3.5 節)にて説明する。

#### 2.1.1 Step1: 機能の抜き出し

機能仕様書に記述されている機能情報と、機能に関連するシステムの状態遷移情報を機能仕様書から抜き出す。同時に、対応する機能仕様書ページ No も記述する。(図 1)

#### 2.1.2 Step2: 機能実行前後のシステム状態の分析

Step1 で抜き出したものを、機能およびその機能を実行される前後のシステムの状態に分割する。空欄ができた場合、機能仕様書を読み解き、システムがとりうる内部状態を検討する。抜き出した機能および状態遷移情報、検討内容を合わせて小機能とする。(図 2)

#### 2.1.3 Step3: 機能のグループ分けと関連の整理

機能仕様書から抽出した機能の断片情報を、関連する機能に注目してグループ化し大機能として整理していく。これを状態機能リストとする。また、大機能間の関係性を考え、大機能関連図を作成する。その際、大機能の内容に該当する機能仕様書ページ No も記述する。Step3 により、Step2 で作成した小機能が、システム外部から把握可能な粒度に整理される。(図 3)

#### 2.1.4 Step4: テストモデルの作成

状態機能リストを基に、テストモデルを作成する。これは、システムがある状態にある時にどのような入力によって、どのような機能が実行可能であり、それが実行された場合にどのような状態になるかが一目で分かるような設定となっている。(図 4)

#### 2.1.5 Step5: テスト項目の作成

ケーススタディ(3.5 節)にて説明する。

## 3. ケーススタディ

提案手法が実際の製品に適用可能であることを確認する

<sup>†1</sup> 日本大学

<sup>†2</sup> 沖電気工業株式会社

ため、電気ポット(仕様書 A4 紙, 計 16 ページ)を対象に机上実験を行った。このポットには 3 種類のモード(待機・加熱・保温)があり、それぞれのモードで温度設定、加熱、保温ができる。また、外部に搭載されている LED に現在のモードと、待機モードの場合は設定温度、加熱・保温モードの場合には現在のポット内の水温を表示する機能を持っている。以下、提案手法に従って実験した結果を示す。

### 3.1 Step1: 機能の抜き出し

機能仕様書上では、「モード情報の表示」と表現されているモード表示切り替え機能の情報を精査し、図 1 に示すように、機能仕様書から機能とその機能に関連するシステムの状態遷移情報を抜き出す。例えば「モード表示(加熱)」は「モード情報の表示」という形の機能に関する断片情報として抜き出すことができる。

仕様書上の機能	次の状態	
モード表示(加熱)	LEDに"AS0"と表示される/SW1	P3
モード表示(保温)	LEDに"b50"と表示される/SW2	P3
モード表示(設定)	LEDに"CS0"と表示される/SW3	P4

図 1 機能の抜き出し

### 3.2 Step2: 機能実行前後のシステム状態の分析

Step1 で抜き出した機能の断片情報を精査して、機能およびその機能が実行される前後のシステムの状態に分割し、空欄ができた場合はシステムの内部状態を検査し追記し、図 2 の形に整理していく。図 3 赤枠は機能仕様書に記されていない空欄状態であったが、機能の内部状態を読み解いた結果、「LED に "AS0" と表示されている」という初期状態時での動作であったため、追記した箇所である。

機能内容			
現在の状態	仕様書上の機能	次の状態	仕様書
LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(加熱)/SW1	LEDに"AS0"と表示される	P3
LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(保温)/SW2	LEDに"b50"と表示される	P3
LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(設定)/SW3	LEDに"CS0"と表示される	P3

図 2 機能実行前後のシステム状態分析

### 3.3 Step3: 機能のグループ分けと関連の整理

Step2 では、あくまでも機能仕様書から抽出した機能断片ごとの情報であるため、これを関連する機能に着目して、グループ化し、大機能として整理していく。また、大機能間の関係性を考え大機能関連図を作成する。

機能内容				
現在の状態	仕様書上の機能	次の状態	仕様書	
機能1	LEDに"AS0"と表示されている	モード表示/SW1~3	対応するモード表示に変化する	P3
機能1-1	LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(加熱)/SW1	LEDに"AS0"と表示される	P3
機能1-2	LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(保温)/SW2	LEDに"b50"と表示される	P3
機能1-3	LEDに"AS0"と表示されている	モード表示(設定)/SW3	LEDに"CS0"と表示される	P3

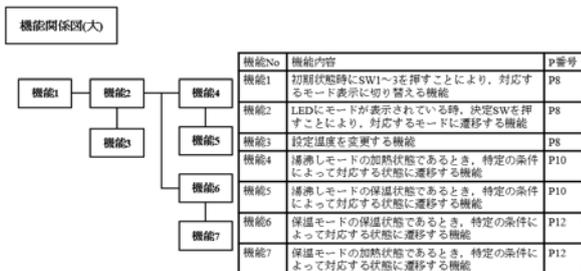


図 3 状態機能リストと大機能関連図

### 3.4 Step4: テストモデルの作成

Step3 で作成された状態機能リストを基にテストモデルを作成する。図 4 は、図 3 の状態機能リストを用いてテストモデルを作成した例である。これを見ると、初期状態時に SW1~3 を入力し機能 1 を実行すると、どのような状態になるかが一目で分かる。

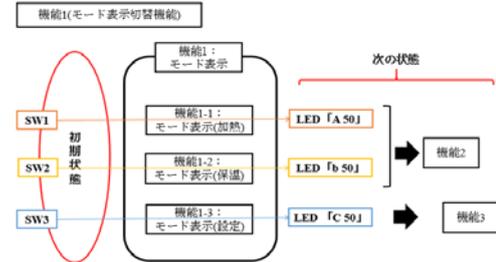


図 4 ポットにおけるテストモデルの例

### 3.5 Step5: テスト項目導出

図 4 を見ると、全ての機能を網羅的に抜き出しているため、状態機能リストの項目一つ一つが既に機能テストのテストケースとなる。既存の機能テストに比べ、機能実行前のシステムの状態が記述されているため、テスト項目が一意に抽出できる。また、テストモデルを基に機能に対し記述されている以外の入力が存在するか検討した上で、異常テストの項目を作成する。これにより、通常の機能テストと重要な機能周りの状態遷移テストを行うことができる。

### 3.6 結果と考察

実験の結果、仕様書は 16 ページに対し、状態機能リスト 3 ページ、大機能関連図 1 ページ、テストモデル図 3 ページとなった(ページは全て A4 サイズ)。

既存の状態遷移表からテスト項目生成する方法と比較を行うと、機能遷移モデルでは機能間の表面上の連結性は分かるがシステムがとる状態との対応が、把握が難しく、システムがどのように連鎖しているのかが分からなかった。また、状態遷移モデルではモデルのどの部分がどの機能に対応しているのかが分かり辛かった。

提案手法では、機能とシステムの状態遷移がまとめて表現され、機能と状態遷移の関係性が分かりやすく、大機能関連図とともに見るとシステムの構成の理解を促進することができる。さらに状態機能リストを用いて、ある機能がその他の状態から発生することがないかを確認することによりシステムに想定外の動作が発生する確率を抑えるといったことも支援できる可能性がある。

## 4. まとめ

本編ではシステムの内部状態を意識した機能テストのテストモデリングと項目設計の手法について紹介した。今後、入力前情報(制約など)や組み込みシステムのテストを行う上で重要な HW 情報をどのようにテスト項目に関係させていくかを課題とし、さらなる検討を行っていく。