

リバースモデリングを用いた組込みソフトウェア向けシステム設計メソッドロジー

三上 徹也

多くの組込みソフトウェアで差分開発が行われているが、高機能化に伴う大規模化や機能安全対応等の信頼性向上など、その開発プロセスに求められる要件は年々厳しくなっている。本稿では、差分開発を取り巻く問題を解決することを目的にモデルを用いたリバースモデリングを適用し、それらのモデルを再利用するモデル駆動開発を適用したメソッドロジーを提案する。本手法を実際の組込みシステムである自動車のクルーズ・コントロール・システムに適用することで、その有効性を考察した。

System Design Method Applying Reverse Modeling for Embedded Software

Tetsuya Mikami

Derivational development is popular among embedded software development. However, complicated functionality and strict safety requirements are raising requirements for its development process. To meet this requirement, we propose a methodology that applies reverse modeling and model-based development. We simulated it by applying to cruise control system of automobiles.

1. はじめに

近年、組込みシステムの信頼性を担保することはシステム開発における最も重要な課題であり、自動車業界においては、ISO26262 に代表される機能安全 1)の適用が急務となっている。しかしながら組込みシステムの開発に多く適用されている差分開発 2)はシステムの信頼性を担保することにおいて、現在ではリスクの高い開発手法でもある。差分開発とは、既存システムに機能の追加や更新を適用し、新システムを開発する開発形態であり、その主要目的は設計資産の再利用である。

しかし、多くの差分開発では、開発プロセスの上流工程から下流工程へ段階的な詳細化が完全な形で行われておらず、設計根拠となる証跡を残せず、信頼性を保証できていない。

組込みシステムの開発にモデル駆動開発が適用される機会が増えており、その多くは V 字開発モデルを用いる。V 字開発モデルは、システム開発に伴う複雑さの理解を簡素化するために設計されたシステムの開発モデルである 3)。V 字開発モデルにおいては要件定義から段階的に設計の詳細化を行うが、差分開発では下流工程である既存システムのソースコードが起点となるケースが多いため、V 字開発モデルをそのまま適用することは難しい。一回の差分開発の前後で要件や制約が共通するケースが多く、既存のシステムを解析することにより、次期のシステムに必要な要件や制約の多くを得ることができる利点がある 4)。したがって差分開発においては既存システムを解析した結果を、上流工程において有効に活用する手段が必要となり、リバースモデリング 5)が有効と考えられるが、その多くはソースコードのリファクタリングが目的で、組込みシステム開発の有効なメソッドロジーとは言い難い。

本稿では、従来の差分開発にリバースモデリングを組み合わせて、モデル駆動開発を適用することで組込みソフトウェアを開発する手法を提案する。既存のソフトウェアからシステムの構

成や制限、前提条件を段階的に抽出しモデルで表現する。次にそのモデルを新規開発で再利用することによって、重要な技術情報を失うことなく差分開発を実現する。モデリング言語には SysML(Systems Modeling Language)を用いる。

2. 提案するメソッドロジー

本稿で提案するメソッドロジー(図 1)は、3つのステップから構成されており、リバースモデリングを重要なポイントとする。

Step1- 要件定義

システムの実現すべき機能、システムの利用者、操作、システムの境界を Usecase Diagram に表し、Usecase Diagram から導かれる機能要求、操作性、性能、信頼性などを Requirement Diagram に網羅的に列挙する。

Step2- リバースモデリング

対象システムのシステム構成を表す Block definition diagramを作成する。次にソースコードを参照して離散系のモデルである State Machine diagramと連続系のモデルを作成する。Internal block diagram はシステムの内部構成を表すモデルであり、Block definition diagram を詳細化し、各構成要素に対して離散系のモデルと連続系のモデルをそれぞれ Include する。Internal block diagram の各要素が持つパラメータや数式と、要素間のインターフェイスに着目してパラメータを抽出することで、制約や前提条件に関連するパラメータや数式を表す Parametric diagram を作成する。システムの構成に関する情報は Block definition diagram と Internal block diagram から抽出し、システムの制約は Parametric diagram から抽出し、Requirement Diagram にマッピングさせることで、Requirement Diagram を完成させる。

Step3- 新規ソフトウェア開発

新規要求を Requirement Diagram に反映する。次にこれを参照して Block definition diagram と Parametric diagram を更新

†日本アイ・ビー・エム株式会社

する。いずれのモデルもリバースモデリングにおいて作成したモデルを再利用する。Internal block diagram は Block definition diagram と Parametric diagram を参照して更新する。Internal block diagram には連続系のモデルと離散系のモデルが Include されていることから、それらのモデルに対して自動生成を適用することでソースコードを得る。

3. ケーススタディ

自動車に搭載される Cruise Control System を対象に、本稿で提案するメソッドロジーのケーススタディを実施している。SysML を用いて、セダン車へ搭載したサンプルをモデリングした上で、ステーションワゴン車へ同システムを搭載という新規要求を、モデル・シミュレーションを通して確認した。

モデリングではシステムの操作と機能要求を Requirements として定義し、システムの利用者と操作の関係を Usecase diagram で示した。そして、Usecase diagram で定義された機能要求を詳細化し、Requirement Diagram を作成した。Block Definition Diagram でシステム構成を表し、車両特性、センサーなどの関連ハードウェアを表記している。Internal Block Definition Diagram では、Block Definition Diagram に表した個々のモデル要素の内部の表し、離散系は State Machine Diagram を使って加速度の論理制御を表現し、連続系は PID 制御を用いて表した。Parametric Diagram はシステムの制約や前提条件を表現するが、ここでは、機能要求に関連付けられるパラメトリックとして満たすべき加速性能を表した。最後に Block definition diagram から抽出したシステムの構成の情報と Parametric diagram から抽出したシステムの制約の情報を Requirement Diagram に反映させている。

シミュレーションでは、セダン車のサンプルへステーションワゴン車の設定値に変更し、求められる加速度を満たすかという検証を行った。その結果、スロットル制御の要求値の変更が必要なことが解った。

4. まとめと今後の課題

本稿では組込みソフトウェアにおける差分開発の問題を解決することを目的に、モデルを用いたリバースモデリングモデルを開発に適用することを提案し、実システムに適用することで、ボディタイプにより性能差が出ることを検証した。

今後の大きな課題は運用面にあると考えている。Requirement Diagram の作成は自動車の OEM と Tire1 サプライヤの業務の境界をまたいでおり、Parametric diagram は自動車の OEM と Tire2 サプライヤの業務の境界をまたいでいる。従って、実際の自動車 OEM とサプライヤの業務分担をメソッドロジーへ反映していく必要がある。

参考文献

- [1] International Organization for Standardization, ISO26262, http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43464
- [2] Uwano Hidetake, Kamei Yasutaka, Monden Akito, Matsumoto Ken-ichi : An Analysis of Characteristics of Software Projects Using Sales Cost Ratio and Project Metrics, Journal of the Society of Project Management Vol.12, No.5(2010), page.25-30.
- [3] International Organization for Standardization : ISO/IEC 12207 http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43447
- [4] Khusidman, V.: Architecture-Driven Modernization : Transforming the Enterprise DRAFT V.5, <http://adm.omg.org/>
- [5] SESSAME WG : Reverse modeling for Embedded software development ASIN:47981137430 , (2007) <http://www.sesame.jp/books/index.htm>

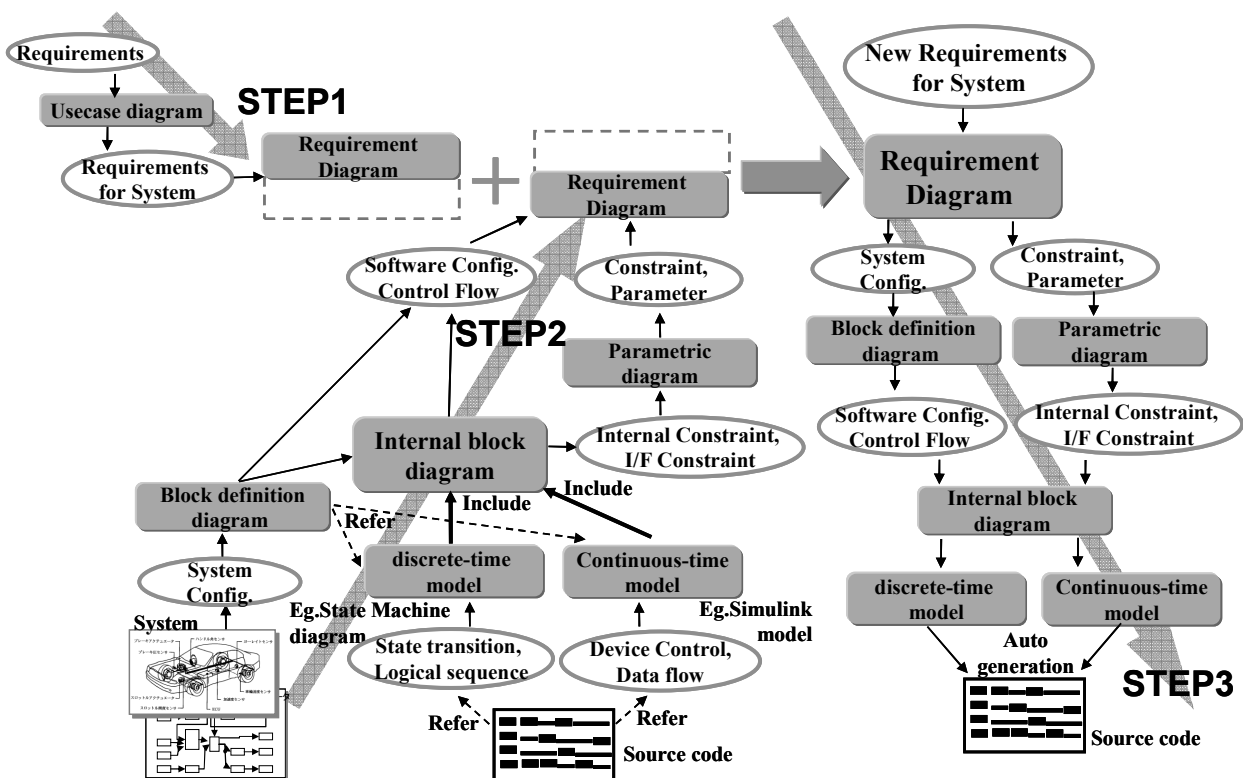


図 1：提案するメソッドロジー