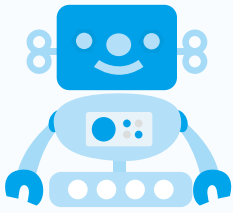


04 組込みシステムのための モデル駆動開発技術

—共通問題から新しい技術へのチャレンジ—



久住憲嗣 (九州大学) 渡辺晴美 (東海大学)



モデル駆動開発とは

組込みソフトウェア開発現場から開発効率と品質を向上させるような開発技術が求められている。というのも、市場の要求を満たすためには、従来型の開発方法では対応しきれないほどの規模のソフトウェアを、高品質かつ短期に少人数で開発する必要があるからである。そのための開発方法の1つとしてモデル駆動開発 (Model-Driven Development ; MDD) があり、多くの現場で活用されるようになってきた。MDDにおいて開発の初期段階での検証ができるようになるため、多くの品質問題を引き起こしていた開発の上流工程において問題の早期発見ができるようになる。さらには、詳細なモデルを記述することによりコードの生成ができるため生産性の向上やコーディング時の人為的ミスの削減を図ることができる。

あらかじめ決められた文法に基づいたモデルを用いて、開発対象ソフトウェアの構造や振舞いを表現し、そのモデルを積極的に用いて開発する手法がMDDである。グラフ表現されたモデルを使用した開発をMDDと呼ぶことが多い。

MDDはさまざまな目的に使用される。開発の上流工程において、ソフトウェアの要求や設計などをモデル化し、目視によるレビューやシミュレーションによるテストに活用する。もしくは、設計図をもとにコード生成する、テストケースを生成するなどである。また、目的に応じて記述するモデルの抽象度を選択する。コミュニケーションのためにモデルを活用する場合は抽象度が高いモデルを記述するが、設計図として使用する場合には詳細なモデルを記述する必要があり、さらに検証やコード生成を行う場

合にはかなり詳細なモデルを記述する。

モデル駆動開発においては、開発対象の性質に応じて使用するモデルの種類が選択される。制御や信号処理などの連続的な処理が必要な対象にはMATLAB/Simulinkモデルが、ソフトウェアアーキテクチャの検討にはUnified Modeling Language (UML) クラス図など、離散的な振る舞いの表現にはUMLのステートマシン図が用いられる。一般的にはMATLAB/Simulinkモデルを使用した開発をモデルベース開発と呼び、UMLを用いる開発をモデル駆動開発と呼ぶことが多い。

既定のモデルを活用するのではなく、社内、プロジェクト内などで独自のモデリング言語 (Domain-Specific Modeling Language ; DSML) を定義し、活用することも多い。既存のモデリングと比較して、その問題領域を少ない工数で効率よく記述することができる。

モデル駆動開発の活用状況

多くの現場でMDDが採用されていると思われるものの、公開されている事例はごく一部である。ここでは、MDDの活用事例として公開されている2種類の事例を紹介する。

アルプス電気 (株) では車載用デバイスを対象都市UMLを用いて設計図をモデル化しコード生成している¹⁾。コード生成を活用することによりコードの品質が良くなり、実装者によるばらつきが抑えられると述べられている。また、組込みシステムにおいて重要視されるコードサイズについては、同じモデルにおいてはサイズが大きくなるものの、モデル化することにより全体像を把握した上で設計しやす

くなるため全体としては小さくなる場合があると述べられている。

また、マツダ（株）においてはMATLAB/Simulinkを用いてエンジン制御ソフトウェアの開発を実施している²⁾。制御対象と制御のモデルを作成して、キャリブレーションを効率よく実施することができる上に、過去の方法論よりも性能を良くすることができる」と述べられている。

ロボットチャレンジの貢献

2012年度まで本チャレンジで題材とした飛行船システムは、飛行船本体をコントロールするシステム、位置座標を計測するシステム、現在地を割り出し飛行経路を決定するシステムからなり、各々が有線・無線の通信で結ばれている。センサ群が飛行船や地面を感知してから、位置情報に変換し、次の動作を決定し、モータが回るまでに3台から4台のコンピュータを経る。すなわち、センサの応答、サンプリング間隔、通信の応答等を考慮しながら、飛行船が進みすぎない程度にセンサ感知からモータまでを処理する難しさがある。さらに極端な軽量化が求められ、飛行当日の温度と気圧にも左右される。したがって、組込みシステムの代表的な性質であるリアルタイム性、並行性問題、制約の厳しさを凝縮した題材である。また、システム開発の目的意識を養うことを意識し、絶滅危惧種であるタスマニアデビルを観測するためのプロトタイプ実験と位置づけられた。

このような難題に学生達が取り組むことの意義も大きい。企業の方々にもチャレンジャーとして参加していただき、お手本を示していただいた。2005～2006年に参加したJAXAのチームは、MDA (Model Driven Architecture) のCIM (Computation Independent Model), PIM (Platform Independent Model), PSM (Platform Specific Model) に加え、飛行船の制御ロジック・飛行特性を解析し、ソフトウェア工学と制御工学の境界について明示した。2010年度参加に参加したIBMのチームでは、

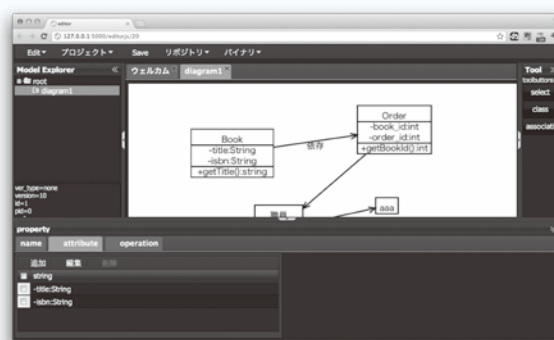


図-1 clooca

飛行船制御コードのほぼすべてにモデル駆動開発技術を適用し、コードの自動生成を行いモデル駆動の有効性を示した。モデル駆動技術は、前章で述べたモデルの種類に応じてさまざまな方法と支援ツールが存在する。IBMのモデルでは、SysMLを用い要求分析を行い、DOORSによる要件管理、Rhapsodyによるコード生成、Mathworks Simlinkによる制御モデリング・シミュレーション等、適材適所にツールを使いこなしている。

また、大学側もさまざまなツール開発し、ロボットチャレンジに適用してきた。図-1に示すcloocaは、(株)テクニカルロックスターズ、および、九州大学が開発したツールであり、ドメイン特化モデリング言語の開発・利用を支援するWebブラウザで動作するツールである。Webブラウザで動作するためインストール不要であり、集合教育での活用がしやすい。また、cloocaにおいて、Executable UMLのシミュレーションやコード生成ができるツールが提供されている。stmcは東京都市大と東海大で開発した、状態遷移の概念をC言語の文法に追加したドメイン記述言語であり、プログラムからモデルへのリバースができる。プログラム中に状態を記述することで、状態遷移の概念を教育することに貢献した。

今後の10年への期待

MDDは開発現場において広く使用されるようになってきたが、まだまだ活用しきれていない現場が

多く、ある意味では開発力の格差が広がってきている。MDDのような開発手法を用いて品質の良いソフトウェアを効率良く開発のできる体制を構築しないと、国際競争力が低下する。MDDの普及発展のためには、(1) 開発現場の問題解決の貢献度アップ、(2) 今後登場する新しいシステムへの対応、(3) トータルな開発技術、が必要になると思われる。(1)(2)の問題に応える比較的新しい技術に、「コンテキスト指向技術³⁾」がある。コンテキスト指向は、環境の状況、すなわちコンテキストに応じてソフトウェアを再構築する技術である。コンテキストを、クラス群を包含するレイヤで管理し、実行時に切り替えることで、ソフトウェアを再構築する。レイヤは重ね合わせも可能で、差分開発や再利用開発にも適し、ソフトウェアを複雑化する要因である非正常系や非機能要件を整理することから、開発現場の問題に対し、より強力な支援となることが期待できる。さらに、実行時書き換えは、自動テストや実行時チューニングを可能にする技術でもある。

コンテキスト指向本来の目的は、環境変化に対応できるような自走ロボット等の開発であり、災害現場や宇宙等の遠隔地において作業するロボット、防犯と掃除機を兼ねるような多目的なロボット開発等、今後期待される新しいシステム開発に期待される技術である。

最後に、トータルな開発技術であるが、これまで述べてきたとおり、MDDを本格活用するためには、プロジェクトの現状や開発対象の性質に合わせて、目的の設定、使用するモデルやツールの選定を適切にしなければならない。すなわち適材適所にさまざまな種類のMDD技術を、ツール支援を踏まえ取り

入れていく必要があり、トータルな開発技術が求められる。特に、ツールの役割はますます高まると予想される。コンテキスト指向のモデルの重ね合わせは、ツールによる視覚的な支援なしには実現が難しい。

我々は、これまで飛行船、掃除機ロボットを通し、組込みシステムとその開発全体を最小化した共通問題を提供し、トータルな開発技術の必要性について確認してきた。今後の10年、新たに登場するシステムの特徴を捉え、新たな技術に挑戦していきたい。さらに、以上のような技術を使いこなす能力を有する技術者の育成は短期間では実施できない。技術者の育成を目指した活動を継続的に実施することが求められており、今後も、その一助となる教育活動に努めていきたい。

参考文献

- 1) 日本IBM, アルプス電気(株)の事例, <http://www-06.ibm.com/jp/solutions/casestudies/20091013alps.html>
- 2) Mathworks, マツダが「SKYACTIV TECHNOLOGY」における次世代エンジン技術の開発を加速, http://www.mathworks.co.jp/company/user_stories/userstory_mazda.html
- 3) コンテキスト指向技術に関する代表的なWebページ, <http://www.hpi.uni-potsdam.de/hirschfeld/cop/index.html>
(2014年10月3日受付)

久住憲詞 (正会員) nel@src.kyushu-u.ac.jp

2004年九州大学大学院博士課程修了。2008年から九州大学システムLSI研究センター准教授。組込みソフトウェア開発方法論の教育、研究に携わる。特にモデル駆動開発や低消費電力化技術に関する研究に従事。

渡辺晴美 (正会員) harumi@wing.ncc.u-tokai.ac.jp

1998年東京工業大学大学院博士課程修了。博士(工学)。2011年から東海大学情報通信学部教授。ロボットを利用した教育、組込みソフトウェアの開発方法に関する研究に従事。