

組み込みシステムのモデル駆動開発における D-Case の活用

菊池 雄太郎[†] 力武 克彰[‡]

仙台高等専門学校 情報電子システム工学専攻科[†] 情報システム工学科[‡]

1. はじめに

組み込みシステムの開発手法の一つとして、モデル駆動開発 (Model Driven Development 以下 MDD と呼称) [1]が知られている。MDD とは、主に Unified Model Language (UML 記法) などに代表されるモデル記述言語によって決められたモデルを利用した開発である。MDD にはシステム開発の効率化が期待できるが、モデル構築の明確なプロセスは定められていない。そのため、設計者の技術力が必要である。それと同様に、効率的なモデル構築プロセスが求められている。

本研究では要求からモデル構築を行うための足掛かりとして、D-Case[2]と呼ばれる手法を活用する。D-Case とはシステムに求める命題を具体的に分解していく過程で、ソフトウェアの要求とその実現方法を議論する手法またはそこから得られるドキュメントを指す。

本稿では、実際の組み込みシステム開発で用いるため、D-Case を用いた開発プロセスを提案する。そのプロセスを実際の開発に適用することで、モデル構築における D-Case の有用性の提示と提案プロセスの評価を行う。これにより、モデル構築に関する過程と根拠を明示することが可能になる。

2. D-Case

D-Case とはシステムに対する要求とその実現について、顧客と開発者間の合意を構造的に記述する手法であり、同時にその手法に基づいて作られたドキュメントを指す。本研究では、MDD 内におけるモデルの作成を支援するツールとして扱った。具体的には、具体的には、システムの要求を基に、それに必要な命題を構造的に記述し、最終的に要求を満たすことが出来る機能を抽出する。

次の図 1 に実際の D-Case の使用例を記述する。

図 1 の使用例では、とあるシステムが安全であることを保証するというを目的に作られている。「システムは安全である」という命題をトップゴールとして設定し、コンテキストノードに記述されているリスクを基に議論している。

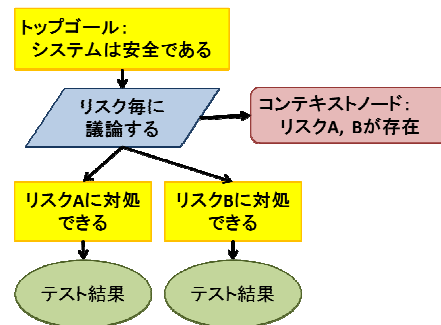


図 1 D-Case の使用例

その結果、トップゴールは「リスク A に対処できる」、「リスク B に対処できる」という 2 つのゴールに分解される。最後の 2 つのサブゴールが満たされたということを保証するためにそれぞれのテスト結果をエビデンスとして D-Case に記述している。この D-Case によって、システムは安全であるということを構造的に示すことが出来る。

3. 組み込みシステムのモデル駆動開発における D-Case の活用

本研究では、UML モデルの作成を D-Case を活用した MDD を実践した。本章におけるモデルとは、UML のクラス図によるアーキテクチャ設計と UML のシーケンス図によるシステムの振る舞いの設計のことを指す。D-Case を用いてシステムを開発する中で、どのようなモデルが作成されるのかを実践し開発事例を提供する。本稿では、実際に開発するシステムとして自律 2 輪走行ライントレースロボットを実装した。

4. 提案プロセス

提案プロセスにおいて、開発者はシステムに必要な目標を考え、命題として設定する。そして、D-Case を通してその命題を分解し、命題の具体化を行う。この過程は目標の実現方法を考えることに効果的であると言える。そこで、本プロセスでは D-Case を機能要件とモデル要素の抽出に利用し、最終的に対象システムの UML モデルを抽出する。下の図 2 に提案プロセスの全体像を示す。

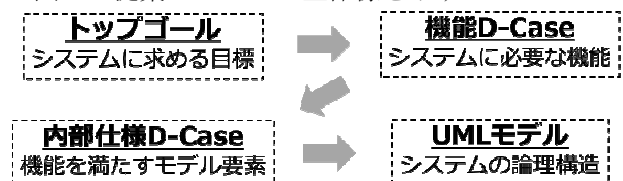


図 2 提案プロセスの全体像

Model Driven Development by D-Case in Embedded System Development

[†] Yutaro Kikuchi · Advanced Course of Information and Electronic System Engineering

[‡] Yoshiaki Rikitake · Information Systems, National Institute of Technology, Sendai College

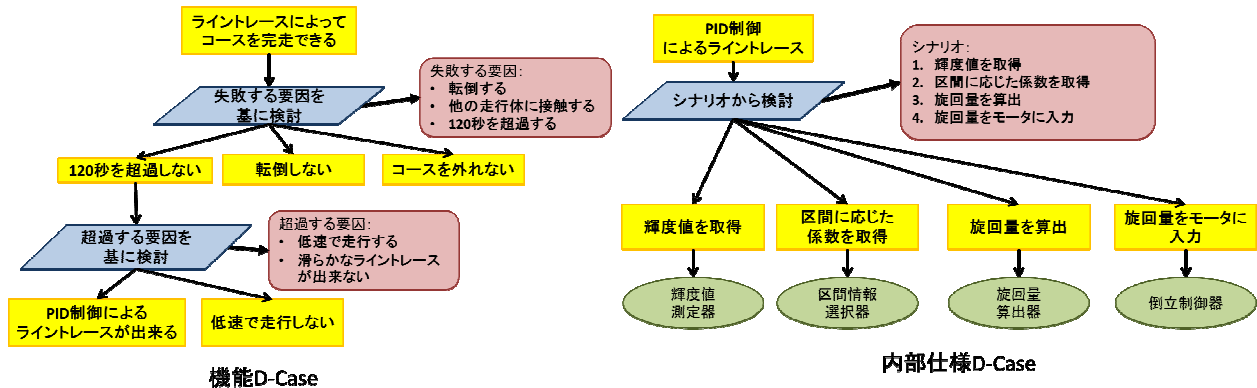


図3 機能 D-Case と内部仕様 D-Case の一部

初めにシステムに求める目標としてトップゴールを定める。そのトップゴールを基に機能 D-Case を作成し、システムに必要な機能要件を抽出する。機能要件を基に、要件を満たすモデル要素を抽出するための内部仕様 D-Case を作成する。最後に内部仕様 D-Case を基に UML モデルを作成し、システムの内部構造を設計する。

5. プロセスの実践

提案プロセスの有用性を評価するため、実際に組込みシステム開発を実践した。本研究では特定のコースをライトレースで走行する 2 輪倒立ロボットを開発する。なお走行には正確なライトレースを行うための条件が付加される。本システムを、提案したプロセスを通して開発した。

上記の過程で作成した機能 D-Case と内部仕様 D-Case を図 3 に示す。トップゴールを「ライトレースによってコースを完走できる」と設定し、そのトップゴールを達成できなくなる要因を基に必要な機能を分析した。その後、分析した機能を実現するための内部仕様 D-Case を作成した。図 3 では「PID 制御によるライトレース」を実現するため、動作するシナリオとサブゴールを作成した。作成したサブゴールをモデル要素の責務と考え、責務を実現するクラスをエビデンスノード内に記述した。このような工程を各要求機能に施すことで、対象システムのクラス図を作成した。図 3 を基に作成したクラス図を次の図 4 に示す。

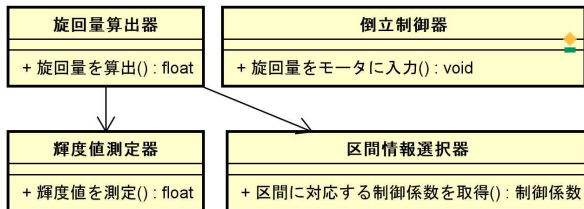


図4 作成したクラス図

上記のプロセスを通して作成したモデルを基に実装した結果、図 3 に示してあるサブゴールのうち、「120 秒を超過しない」、「コースを外れない」の 2 つは達成することが出来たが、「転倒し

ない」というサブゴールは達成できなかった。この原因としては、達成できなくなる要因の網羅性が低かったことが考えられる。

6. 考察

提案プロセスを適用して得られた効果を述べる。提案プロセス内で D-Case を用いることで、機能分析とモデル構造分析を行った。これらの過程を通すことで、開発に適用できる UML モデルを作成できた。加えて、モデルを作成する過程・根拠をドキュメントとして表現していることから、第三者に対してモデルを説明する場面でもモデルの解説をスムーズに行うことができると考えられる。

提案プロセスに対する課題を述べる。本実践では、サブゴールを達成できなくなる要因の網羅性が低く、機能実現を保証できていない。この原因は開発者の経験を基にしたリスク要因をベースに分析していたためである。リスク要因の網羅性を保証するため、予め規定されているリスク分析手法を通し、リスク要因を適切に検討したうえで D-Case を構築していくべきであると言える。

7. おわりに

本研究では、D-Case を用いたクラス図構築プロセスを提案した。提案プロセスの有用性を検証するため、実際に 2 輪倒立ライトレースロボットを開発にプロセスを適用し、開発を実践した。結果として、プロセスを通して要求機能を実装することはできたものの、機能に対する信頼性は適切に保証されていない。今後の課題としては本実践で得られた知見を基にしたプロセスの改善などが挙げられる。

【参考文献】

[1] OMG/MDA <http://www.omg.org/mda/>, (2016/11/15)
 [2] 所真理夫, DEOS~変化し続けるシステムのためのディペンダビリティ工学~, 近代科学社(2012)