

4. モデルベース開発による制御ソフト開発の効率化と品質向上

開発工程短縮と機能安全対策に対応する新しい設計手法

dSPACE Japan 株式会社 営業部 製品応用グループ 森田 康

dSPACE Japan 株式会社 営業部 製品応用グループ ○金田 大介

モデルベース開発 (Model Based Development, MBD) とは

モデルベース開発 (以下 MBD) とは、設計対象となる制御システムの表現手段として数学的モデルという抽象化表現を用い、シミュレーション技術を活用したコンピュータ上の仮想空間における高効率開発手法である。今日では建設機械に搭載されるコントローラ向けの組み込み制御ソフトウェア設計においてもこの MBD という開発手法は広く応用されつつある。

制御ソフトウェアの開発に MBD を適用した場合、モデルは制御アルゴリズム (コントローラ) をあらかず部分と制御対象物 (プラント) を表す部分に大別され、これらが信号により接続されて制御系を形成する。数学モデルとして抽象表現することにより、制御系全体の構造を直感的に理解することができ、コンピュータシミュレーションにより、システムダイナミクスを仮想空間上で動作させることが可能となる。

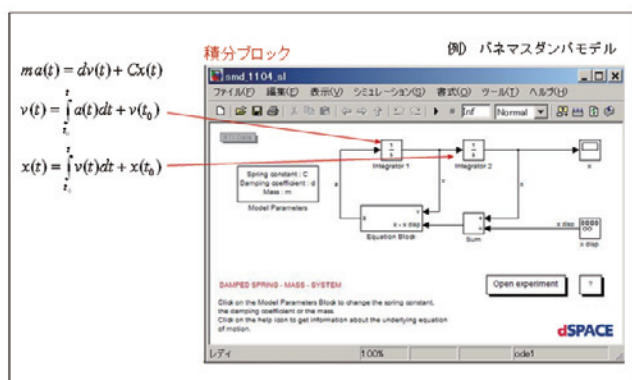
このような特徴から、数学的に抽象表現されたモデルは、実行可能な仕様書 (Executable Specification) と呼ばれることがある。MBD は専用の支援ツールが必要である。モデルの設計、シミュレーションには、米国 The MathWorks 社製数値計算アプリケーションである MATLAB[®] /Simulink[®] が事実上の標準ツールとして様々な産業分野で利用されている。Simulink というブロック線図シミュレーション環境により設計、シミュレーションされた制御アルゴリズムは、専用の C コード自動生成ツールと連携させることにより、量産用制御ボードに搭載されるマイコンに実装可能な高効率アプリケーションを生成する。

MBD という手法と支援ツールの効果的な応用によって、複雑・高度化するコントローラへの機能要求を実現するとともに、開発工数の大幅な圧縮が期待できる。

MBD のプロセスには、自動コード生成 (ACG) のほか、ラピッドコントロールプロトタイピング (RCP)、ハードウェア・イン・ザ・ループ・シミュレーション (HILS) がある。

RCP は制御アルゴリズム部分をリアルタイムハードウェアに実装し、実機を直接制御するプロセスで、量産制御ボードがない状態でも、ソフト開発の早期段階で設計されたアルゴリズムの妥当性をリアルタイムで確認できる。この手法の利用により、不具合による開発工程後半での大きな手戻りリスクを大幅に低減可能となる。

HILS は、リアルタイムハードウェアに実装さ



ダイナミクスを容易に表記、計算

れたプラントモデルを使って、仮想空間でさまざまな条件を作り出し、量産制御ボードを自動テストできる環境である。HILS は網羅性の高いテストを短期に実施することができるため、ソフトウェアの信頼性を大幅に向上させ、かつテストに関わる工数、費用の劇的な短縮が可能である。

建設機械のハイブリッド化と組み込み制御ソフトウェア開発の進化

近年、建設機械の性能要求に対して、低騒音、低振動に加えて対環境性能として、低燃費化、温暖化ガス排出の低減が求められている。この要求にこたえるため、建設機械を開発、製造する企業は機械のハイブリッド化を急速に進めている。

システムがハイブリッド化されると、制御ソフトウェアが担う性能向上への寄与は、急激に拡大し、コントローラに搭載されるソフトウェアの規模が増大し、従来の開発手法は近い将来破綻することが懸念されている。

このような背景から、MBD という新しい開発手法の導入と支援ツールの効率的な応用は、今後の制御ソフトウェア開発の品質確保やコスト縮減に大きな効果があると期待されている。

MBD の導入で、品質の高い製品を早期に開発することが可能となり、結果として製品の市場投入時期を早め、先行者利益を享受できるようになる。

アプリケーションコードの自動生成と機能安全規格への展望

MBD の導入を成功させる要となる技術が、アプリケーションコードの自動生成プロセスである。このプロセスは既に、航空宇宙、自動車業界において広く応用されており、コードの生成効率については従来の人間の手によるコーディングと比較しても優位性を示すことが実証されている。

一方、近年のコード生成技術に対する要求は、機能安全に関わる内容が増えてきている。具体的に自動車業界においては、ISO26262 という規格

の正式発行が 2011 年に控えており、自動車メーカーはこの規格への準拠を ECU サプライヤに義務付ける動きも見えてきている。この規格に準拠し、一定のレベルの認証を得るためには、設計開発の各プロセス間で、双方向のトレーサビリティを整えることが非常に重要である。

MBD 支援ツールにおいても、この双方向トレーサビリティを担保する機能の提供が求められ、仕様書として扱われる原理モデルと、自動コード生成ツールにより生成された C コード、およびターゲットマイコン用コンパイラによりビルドされた実行オブジェクトとの等価性検証を行える機能は必須といえる。

dSPACE では MBD 支援ツールの提供のみならず、機能安全規格に準拠する設計プロセス構築を支援するために、その運用方法をまとめたガイドライン、リファレンスワークフローを提案し、既に TUV SUD から、「ISO26262、および IEC61508 機能安全規格に準拠したソフトウェア設計」に利用できるツールとして認証を得ている。

従来から、航空宇宙や自動車産業においては、品質確保やコスト縮減、環境保全、省エネルギー対策などの高度な要求を満たすために、MBD の導入と支援ツールの応用が大きな効果を挙げている。

近年、自動車業界と同様の課題を持つ建設機械の制御ソフトウェア設計においても、MBD の導入と支援ツールの応用は日々その浸透度を加速している。

ブランド名および製品名は、各社または各組織の商標または登録商標です。