

MATLAB プロダクトファミリ

信号処理・通信



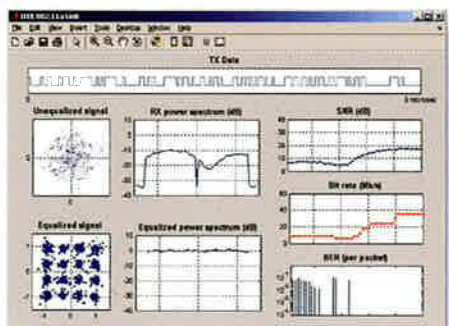
MATLAB[®]
& SIMULINK[®]

MATLAB[®] SIMULINK[®]

MATLAB[®]/Simulink[®] プロダクトファミリーは信号処理／通信システム開発にモデルベースデザインを適用するための一連のツールを提供します。

「MATLAB プロダクトファミリーを用いたモデルベースデザインにより、生産性が向上し、およそ半分の期間で設計を完了することができた。」

— Idan Bar-Sade,
BridgeWave Communications



ユーザ定義によるIEEE 802.11a
無線 LAN モデルの可視化

Simulink は信号処理／通信システムの設計、シミュレーション、実装、およびテストに使用するための対話型グラフィック環境とカスタマイズ可能なブロックライブラリを提供します。オプション製品により、特定のモデリングやコード生成、アルゴリズム実装、テスト、および検証といった設計タスクがサポートされます。Simulink は MATLAB と統合されており、アルゴリズム開発やデータ解析のための豊富なツールを提供します。

システムのモデリング

Simulink プロダクトファミリーにより、ソフトウェア、およびアナログ／ディジタルハードウェア実装のための包括的なシステムレベルモデルを作成することが可能となります。モデルは階層的に構成され、異なる詳細度による作業を可能とし、サブシステムやコンポーネントに分割することができます。システム内のコンポーネント間のインタフェースを定義し、相互作用を最適化することが可能となります。

Simulink によって、迅速なモデルの改修が可能です。浮動小数点によるリファレンスモデルを作成し、その後、量子化による影響やビットツールの固定小数点化により設計を詳細化することができます。また解析および統計分析ツールにより、迅速な最適化やデバッグが可能となります。

手続型プログラミング言語と異なり、Simulink では、並列処理、マルチレート、フィードバックといった複雑なタイミング挙動を含むモデルを、自然な形で作成することが可能です。

アルゴリズム開発およびコンポーネント設計

MATLAB/Simulink プロダクトファミリーにより、無線通信システムにおけるイコライザや、動画像処理における圧縮処理、レーダー受信機における RF フロントエンドといった、サブシステムやコンポーネントを開発することが可能となります。各設計コンポーネントを個別にシミュレーション、テスト、実装し、さらにコンポーネント間の相互作用をモデリングすることができます。また、モデルの一部を抽出し、詳細設計を進め、残りの部分をテストベンチとして使用することが可能です。

シミュレーションおよび解析

Simulink プロダクトファミリーは、サンプルベースおよびフレームベース処理をサポートします。フレームベース処理は、サンプルの到着レートおよびアルゴリズムの実行レートを同期させることにより、効率的なシステムシミュレーションを実現します。

大規模かつ計算負荷の高いシミュレーションを高速化するために、Simulink モデルをコンパイルし、分散コンピューティング用のクラスタ上でシミュレーションを実行することも可能です。

また、信号対雑音比 (S/N 比) やビット誤り率 (BER) といった量的な指標を用いてシステム挙動を解析することも可能です。スコープのような表示ブロックや、その他のツールを使用し、シミュレーション結果を可視化、解析することができます。モデルから設計仕様を自動的にドキュメント化し、レポートを作成することも可能です。

「MATLAB はアルゴリズムを開発し、理解するために理想的な環境です。Simulink は MATLAB と密に統合されており、最終的なハードウェアと非常に良く似たモデルを設計することができます。」

— Francis Swartz, Broadcom

自動コード生成

リアルタイムプロトタイピングやターゲットシステムへの実装のために、検証済みのモデルからコードを自動生成することができます。

動作検証、デバッグのためにターゲットハードウェア上で直接コードを実行し、最適化されたアセンブリコードや他の外部ソフトウェアと統合することが可能です。また、ANSI-C 準拠のコンパイラをサポートする組み込みプロセッサ用の C コードを生成することができます。ポピュラーな実装プラットフォーム向けにはターゲット特有機能のサポートも提供されています。デバイスに依存しない、合成可能な VHDL[®]/Verilog[®] コードの生成も可能です。

また、DSP および FPGA への実装を自動化するツールやハードウェアが、サードパーティーから提供されています。

モデルベースデザインとは

モデルベースデザインでは、要求仕様の把握と設計から実装、テストまでの開発プロセスの中心にシステムモデルがあります。

モデルは開発プロセスを通して、詳細化されていく実行可能な仕様書となります。シミュレーションによりモデルが正確に動作するかを確認することができます。固定小数点やタイミング挙動といった、ソフトウェアやハードウェア実装における要求が含まれる場合、組み込み開発用のコードを自動生成し、システム検証のためのテストベンチを作成することができるため、開発時間を短縮し、ハンドコードによるエラーの発生を防止することができます。

モデルベースデザインは、以下のことをエンジニアに可能にすることによって、開発効率を改善します。

テストおよび検証

Simulink プロダクトファミリーにより、任意のビット精度でシミュレーションを実行し、設計フロー全体を通じてモデルを継続的に検証することができます。システムの要求仕様をモデルに関連付けることにより、要求仕様を実装までトレースすることができ、設計モデルに適用した特定のテストケースと要求仕様を関連付けることもできます。

構造カバレッジを解析することにより、テストレベルを測定することも可能です。また、Simulator-in-the-loop あるいは Hardware-in-the-loop コ・シミュレーションの実行にテストケースを再利用することも可能です。任意の段階のモデルにテストを統合し、テストカバレッジを定量化することもできます。

また、測定データや、実際の信号、動画、静止画を収集することにより、ハードウェアおよびソフトウェアプロトタイプの検証が可能です。

- プロジェクトチーム間での開発環境の共有
- エラーの早期検出のためのテストと設計の統合
- マルチドメイン・シミュレーションによるアルゴリズムの詳細化
- 組み込みソフトウェアの自動生成
- テストケースの開発および再利用
- ドキュメントの自動生成
- 複数のプロジェクトおよびハードウェアターゲットにおける設計の再利用

MATLAB/Simulink プロダクトファミリーは、モデルベースデザインを全面的にサポートしています。

ユーザ事例

BroadCom

3G 規格に基づく半導体の開発期間を 50% 削減し、端末メーカーの製造コストを大幅に削減

ETRI

4G 携帯電話システムにおけるモデムの同期技術の開発期間を 50% 削減

IDT-Newave

音声コーデックチップのミックスドシグナルシミュレーション時間を 3 日間から 30 分に短縮

Motorola

PLL 開発のためのシミュレーション時間を 2 時間から 1.2 分に短縮

Nallatech

再構成可能な動画暗号化アルゴリズム開発と実装において、設計期間を 2/3 に短縮

Realtek

研究開発コストを 50% 削減し開発を効率化することにより、台湾における PC マルチメディアシステム向け音声コーデック市場において 50% のシェアを獲得

Sandia

従来のレーダーシステムと比較して桁違いに高いレベルでの FPGA 集積化を達成し、高性能レーダー受信機を実現

マルチドメインモデリング

信号／画像処理

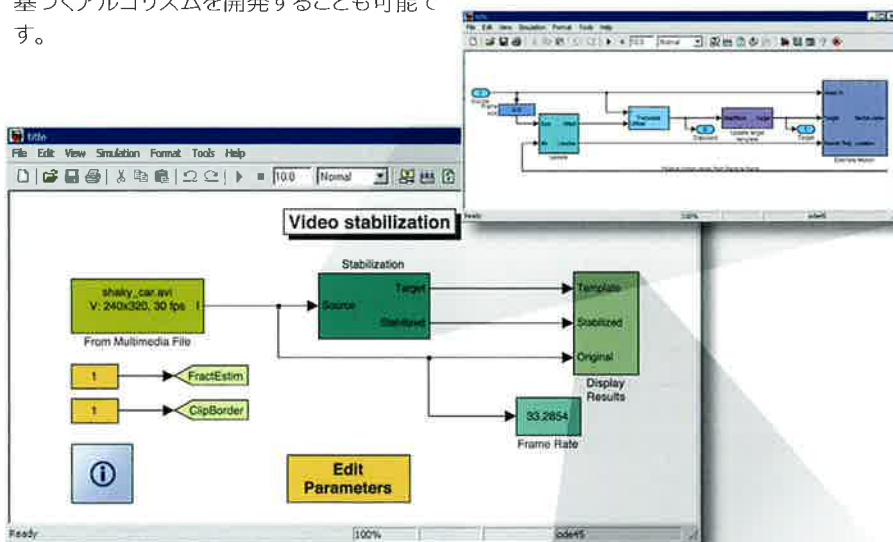
Simulinkプロダクトファミリーは、浮動／固定小数点での信号、動画画像処理アルゴリズムの設計、シミュレーション、実装をサポートします。変換、バッファリング、デジタルフィルタ、エッジ検出を含む広範な業界標準技術をすぐに利用することが可能です。信号源およびスコープ、スペクトラムアナライザ、その他のインタラクティブなツールにより、信号や静止画、動画データを可視化することができます。また、ストリーミングデータ処理やマルチレートシステムをモデリングすることも可能です。

適応フィルタ、マルチレートフィルタを含む複雑なリアルタイム信号処理アプリケーション向けに各種のフィルタ構造や設計手法が提供されます。また、固定小数点フィルタを設計し、量子化による影響を解析することができます。さらに、信号／画像の解析、合成、ノイズ除去、圧縮のためのウェーブレットに基づくアルゴリズムを開発することも可能です。

通信／RF設計

リファレンスデザインの作成のために、カスタマイズ可能な内蔵ブロックが提供されています。ソースコーディング、インターリーバ、フィルタ、変調器、その他のブロックにより、通信システムやコンポーネントの物理レイヤ設計、シミュレーションが可能です。有限ステートマシンにより、リンクレイヤをモデリングすることもできます。

Simulinkプロダクトファミリーを用いて、RFシステム、および、RFフィルタ、伝送路、アンプ、ミキサを含む無線システムのコンポーネントの設計、挙動のシミュレーションが可能です。ネットワークパラメータ、数学的挙動、もしくは物理特性によりコンポーネントを設定することが可能です。また、業界標準のファイル形式でネットワークパラメータの読み込みや書き出しができます。



SAD法に基づくブレ補正システムのモデル。スタビライズサブシステムは、SAD法により、カメラの不要な振動を除去し、安定化された動画を生成します。



東風電動車両、モデルベースデザインを使用してハイブリッド電気自動車のバッテリー管理システムを開発



東風 EQ6110 ハイブリッド電気路線バス

東風電動車両は、中国の東風汽車有限公司の研究開発部門で、電気自動車やハイブリッド電気自動車の研究開発を行っています。同社ではトラクションモーターやバッテリーなどのほとんどのコンポーネントをサプライヤーから調達しています。しかし、バッテリー管理と車両エネルギー管理の制御方法は、ハイブリッド電気自動車の性能と燃費にとって非常に重要であるため、また、これらのコントローラーは車両レベルで最適化および統合する必要があるため、東風電動車両ではハイブリッド電気自動車の電子制御システムを、同社独自の知的財産の一部として、社内にて開発することに決定しました。

東風では MathWorks のモデルベースデザイン ツールを利用して、同社のハイブリッド路線バスである EQ6110 のために高度なバッテリー管理制御システムを開発しました。このバッテリー管理制御システムは、標準的な路線バスに比べ、燃費効率を 30% 向上させると同時に排気ガス削減にも貢献します。

東風電動車両の主任技術者、Xiaokang Liu 博士は次のように述べています。「このコントローラー モデルの開発と量産コードの生成はわずか 6 名のエンジニアで行いましたが、すべての作業を目標期限内に、予算内で完了しました。また、連続的に検証を行い、閉ループ シミュレーションにプラント モデルを使用することで、早期の段階に問題を特定して解決でき、当社の高い品質水準を上回ることができました」

課題

東風のエンジニアは C 言語でコントローラーを開発した経験はありましたが、今回のバッテリー管理システムのプロジェクトはこれよりかなり複雑でした。また、車両の制御システムの統合も課題でした。

Liu 博士は次のように述べています。「複数の専門分野にまたがるプロジェクトでは、開発スタイルが非常に異なるため、C 言語に基づく実装においてデバッグと保守管理が困難になります。当社では人的資源や物的資源が限られているので、18 か月という厳しいスケジュールを考えると、手作業によるコード作成は現実的ではありませんでした」

また、東風のエンジニアは ISO/TS 16949 の品質管理ガイドラインに準拠しなければならず、作成するコードは、東風が遵守する MISRA* C の品質規格に適合しなければなりません。「連続的な検証を可能にし、矛盾のない、基準に準拠した、効率的な量産コードを生成する開発環境が必要とされました」

ソリューション

東風電動車両のエンジニアは MathWorks ツールとモデルベースデザインを利用して、まずバッテリー管理制御システムの設計、シミュレーション、検証を行い、その後量産コードを生成しました。

まず、決定されたプロジェクトの要求仕様に基づき、MATLAB*、Simulink*、Stateflow* を活用してコントローラー モデルの最初のバージョンが浮動小数点で開発されました。これと並行して、テスト データを使用してバッテリーの Simulink モデルが開発されました。このモデルは、コントローラー モデルとともに使用され、コントローラーの設計を検証するために必要なバッテリー ダイナミクスに関する情報を提供しました。

単体テストを行った後、Simulink でコントローラー モデルがバッテリー モデルにリンクされ、デスクトップシミュレーションを実行してアルゴリズムの基本的な機能が検証されました。

課題

ハイブリッド電気バス用のバッテリー管理制御システムを開発すること

ソリューション

コントローラー設計のコードをモデルリング、検証、生成するために、MathWorks のモデルベースデザイン ツールを採用

結果

- 予定より早くプロジェクトを完了
- 設計の再利用が可能に
- すべてのアプリケーション コードを自動生成

「モデルベースデザインの導入により、アイデアの発案から量産コードの生成に至るまでの開発プロセスを統合することができました。

MathWorks ツールのおかげで、設計の早期段階から連続的な検証が可能となり、我々が持つ高度な技術力を活かして重要なバッテリー管理技術の開発ができるようになりました」—XIAOKANG LIU 博士、東風電動車両

また、コントローラーのアルゴリズムを微調整するために、Simulink Coder™ を使用して短時間でモデルからコードが生成され、このコードがラビッド プロトタイピング コントローラーで実際のバッテリーに対して実行されました。

次に、Simulink Fixed Point™ と Fixed-Point Toolbox™ を使用してモデルが浮動小数点から固定小数点に変換され、2 回目のデスクトップシミュレーションを行って変換が適切に行われたことが検証されました。ここでは変更条件判定カバレッジ (MC/DC) のメトリクスが収集され、テストの完全性が評価されました。

さらに、Embedded Coder™ を使用して、モデルから量産コードが生成されました。次に SIL テストが行われ、閉ループシミュレーションで Simulink バッテリー モデルに対してコードを実行し、生成されたコードが予想通りに動作することが検証されました。

検証の最後の段階では、Freescale™ S12 マイコンコントローラーに基いて、ターゲット ECU にコードが実装されました。また、プラントモデルから生成したコードを使用して、HIL シミュレーションで ECU が実行され、コントローラー ソフトウェアと ECU ハードウェア間の統合が検証されました。

その後コントローラーは、実際の走行での信頼性と耐久性をテストするためにプロトタイプ車両に搭載され、量産コードとともに生成された ASAP2 キャリブレーション ファイルを利用して CANape でキャリブレーションされました。

この組み込みバッテリー制御システムは、現在試験走行中の東風汽車有限公司の EQ6110 バスに実装されています。

結果

予定より早くプロジェクトを完了。Liu 博士は次のように述べています。「最初のアイデアからコンセプト実証、製品の完成まで、わずか 18 か月しかありませんでした。しかし、モデルベースデザインを活用し、コードを自動生成し、浮動小数点から固定小数点への変換を効率化することで、わずか 6 名の技術者チームでプロジェクトを予定より早く終わらせることができました」

設計の再利用が可能に。東風電動車両では、現在開発中のセダン型ハイブリッド電気自動車にもこのコントローラー設計の一部を再利用しています。Liu 博士は次のように述べています。「モデルベースデザインと Simulink を利用すれば、新しいアプリケーションのために必要な変更を簡単に可視化できるため、変更の範囲と実装にかかる時間を最小限に抑えることが可能です」

すべてのアプリケーションコードを自動生成

このコントローラーでは Embedded Coder を使って 10 万行を超えるアプリケーションコードが生成されました。Liu 博士は次のように述べています。「コードは自動生成されるため、矛盾がなく、維持管理も簡単でした。また、自動生成されるコードは、当社で義務付けられている MISRA C ガイドラインに準拠する、高品質なものであったということも重要な点です。手書きのコードでこのような一貫性と高品質を達成することは、非常に困難です」

産業

- 自動車

適用分野

- アルゴリズムの開発
- ラビッド プロトタイピング
- 組込みコードの生成
- 確認、検証、テスト
- 組込みシステム
- 制御システム

使用製品

- MATLAB®
- Simulink®
- Embedded Coder™
- Fixed-Point Toolbox™
- MATLAB Coder™
- Simulink Coder™
- Simulink Fixed Point™
- Stateflow®

東風汽車有限公司の詳細はこちらをご覧ください:

www.dfmc.com.cn/main_en.aspx