

dSPACE MAGAZINE

1/2013



Siemens社 – ISO 26262に準拠した開発プロセス

マツダ株式会社 – 超高圧縮比による燃費の向上

Thales Alenia Space社 – 人工衛星用コンピュータ





私たちは2011年末、モデルベース設計プロセスのあらゆる段階で発生する膨大なデータを効率的に処理するためのソリューションを提供するという目標を発表しました。開発者がすべてのデータを追跡するには、要件から初期設計、シミュレーション、パラメータ設定、そして最終段階のテストまで、発生するすべてのデータを管理し、相互にリンクする必要があります。アクセスはユーザー権限によって制御する必要があり、そのためにはログインとログアウトの手続きが必要となります。また、多数の人が共同で作業を行うためには、場所、地域に限らず、安全で信頼できる環境が必要となります。これに加え、バージョンだけではなく、バリエーションも正確に示し、管理する必要があります。ソフトウェア開発ではこれらの問題は部分的に解決されていますが、私たちが知るかぎり、Vサイクルの左側（設計）も含めたモデルベース設計専用の総合的なソリューションはこれまで存在しませんでした。dSPACEは、以前からこの問題を認

識していましたが、他の優先事項のために、この問題になかなか取り組むことができませんでした。しかし、2011年以降、dSPACEは、当社内の連携およびデータ管理ソフトウェア「SYNECT」を活用して、この問題に集中的に取り組んできました。SYNECTは実績のあるプラットフォーム上に構築されているため、さまざまなテーマや問題領域に対応するソリューションを次々と短期間で構築できます。すべては、モデルベース設計の意図と、処理が必要なデータとセマンティクスに関する十分な知識を持って行われました。テスト管理およびバリエーション管理用の最初のモジュールは、昨年リリースされました。その後すぐ、信号およびパラメータ管理用のソリューションもリリースされました。今回はモデル管理のサポートが加わる予定です。すでにお客様からご利用いただいた際の感想も頂いております。シュトゥットガルトで去る1月に開催したユーザ会では、お客様であるABB社が機関車駆動装置の制御システ

ムの試験にSYNECTのTest Managementモジュールを使用した事例が紹介されました。ABB社ではSYNECTを使ってテストシナリオを作成し、AutomationDeskを使用してテストを実行、テストの結果をSYNECTを使って収集および管理し、それらの結果からテストレポートを作成しています。このユーザ会では、AUDI AGの子会社であるAudi Electronic Ventures社からも、信号およびパラメータの管理、さらにバリエーション管理までをSYNECTを使用して行った事例の報告がありました。今日では、SYNECTには強い関心が寄せられています。このため、dSPACEのSYNECTチームは、お客様の状況分析、お客様の要件の収集、製品へのダイレクトな反映、パイロットプロジェクトや量産プロジェクトの支援に参加させて頂いております。モデルベース開発プロジェクトのデータ管理に悩んでいる方は、ぜひdSPACEにご相談ください。

社長 Dr. Herbert Hanselmann

Embedded Success

dSPACE



SIEMENS社 | PAGE

12



THALES ALENIA SPACE社 | PAGE

20



シユトゥットガルト大学 | PAGE

28

dSPACE MAGAZINEは、下記により定期的に発行されています。

dSPACE GmbH · Rathenaustraße 26
33102 Paderborn · Germany
Tel.: +49 5251 1638-0
Fax: +49 5251 16198-0
dspace-magazine@dspace.com
www.dspace.com

広告条例管理責任者: Bernd Schäfers-Maiwald
編集長: André Klein

テクニカルライター: Thorsten Bödeker, Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz, Thomas Pöhlmann, Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß

協力: Dirk Berneck, Holger Krisp, Björn Müller

編集および翻訳: Robert Bevington, Stefanie Bock, Dr. Michelle Kloppenburg, Christine Smith, dSPACE Japan株式会社

デザイン: Krall & Partner, Düsseldorf, ドイツ
デザイン&レイアウト: Sabine Stephan

© Copyright 2013 著作権所有。書面による許可なしに、本出版物の全部または一部を複製することを禁じます。複製する場合は、出典を明記する必要があります。dSPACEでは常に製品の品質向上に努めており、本出版物に記載された内容については予告なく変更になる可能性がございます。dSPACEは、米国やその他の国におけるdSPACE GmbHの登録商標です。その他の登録商標については、www.dspace.jp/goto.cfm/termsを参照してください。その他のブランド名または製品名は、その企業または組織の商標または登録商標です。

目次



3 社長挨拶
Dr. Herbert Hanselmann

お客様の事例

6 マツダ株式会社
Aiming High
超高圧縮比(14:1)ガソリンエンジンを制御するための機能設計と検証

12 SIEMENS社
Process for Functional Safety
ISO 26262に準拠した電動ドライブトレインのモデルベースソフトウェア開発

20 THALES ALENIA SPACE社
Project Orbit
TargetLinkによる人工衛星用ソフトウェアの自動コード生成

24 FORD社
Fuel Cell Revolution
燃料電池制御システムの開発用ツールチェーン

28 シュトゥットガルト大学
Architecture with Brains
超軽量構造物用の制御コンセプト

34 カイザーラウテルン大学
Robots in the Rose Garden
園芸および農業用自律型車両

製品

40 バッテリマネジメントシステム
Perfect Balance
プロトタイピングにおけるLi-ionバッテリーのセル電圧制御

44 CONTROLDESK
A Clear View
自動車、航空、産業向けの新しいControlDesk計器

46 自動車用シミュレーションモデル(ASM)
Virtual Winter Tests
dSPACE自動車用シミュレーションモデル(ASM)による仮想環境でのテストドライブ

50 ETHERNET CONFIGURATION PACKAGE
Easy Networking
新しいEthernet Configuration Packageによる容易なネットワーク設定

ビジネス

54 SCALEXIO
Success in Action
お客様プロジェクトにおけるSCALEXIOの使用事例

56 DSPACE USER CONFERENCE
Driven by Innovation
自動車メーカーおよびサプライヤが第7回dSPACE German User Conferenceで技術トレンドを発表

62 ニュース

Aiming High



マツダは自動車開発における2つの大きな目標として「走る歓び」と「優れた環境性能」の両立を掲げ、2015年までにグローバルでの全車平均燃費を2008年レベルから30%向上する計画を進めています。目標達成に必要なすべての技術を高めるために、SKYACTIVプログラムを立ち上げ、車両の全領域で改良を進めてきました。dSPACE シミュレータとASM (Automotive Simulation Model)は、この目標達成に大きな役割を果たしています。



超高圧縮比(14:1)ガソリンエンジンを
制御するための機能設計と検証

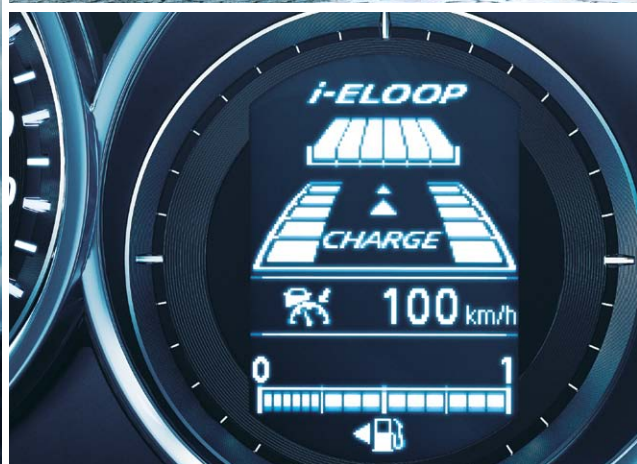




図1: ベース技術を徹底的に改善するSKYACTIVプログラム

エンジンの最適化

通常のエンジンでは、燃料エネルギーの70~80%が駆動力とならずに失われます。マツダはこの課題に挑戦し、超高圧縮比で理想的な燃焼に近づけることによって、燃焼効率の改善を目指します。2015年までに、グローバルでの全車平均燃費を2008年レベルから30%改善することが目

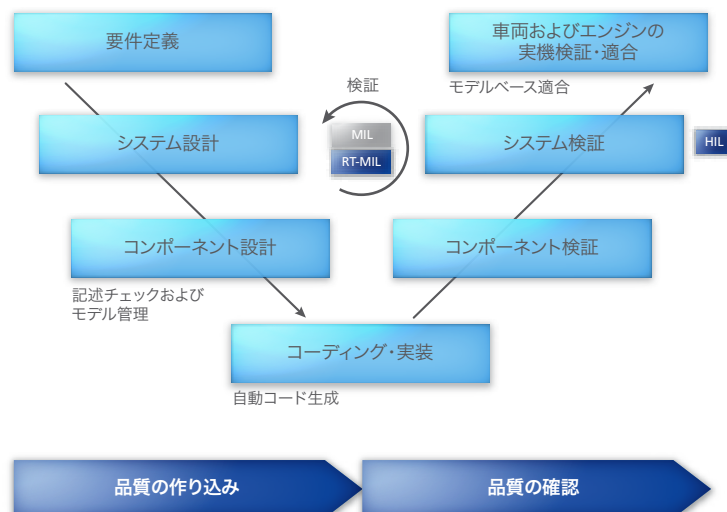
標です。これらの目標を達成すべく、ガソリンエンジンの最適化を進めるSKYACTIV-Gプログラムを立ち上げました。エンジン本体の改良だけでなく、i-stop (アイドリングストップシステム) やi-ELOOP (キャパシタを用いた減速エネルギー回収システム) などの環境技術もすべて含めて、燃費の向上を目指します。

エンジンマネージメントの最適化

高圧縮比により内燃機関の熱効率は大幅に改善されます。

現在の一般的なガソリンエンジンの圧縮比はおおむね10~12です。圧縮比を10から15に高めると、理論熱効率は約10%向上します。しかし、ノッキングが発生しやすくなり、熱損失が増加するため、これまで高

図2: 品質保証の鍵となるHILシミュレーションと早期の機能検証に新たな可能性をもたらすMILシミュレーション



圧縮比エンジンは実現化されてきませんでした。

ノッキングは空気／燃料混合気の一部が早期に着火する異常燃焼です。これは筒内の温度と圧力が高いほど発生しやすくなります。このため、エンジンを改善するには総合的なエンジンマネジメントが必要です。最適なエンジンマネジメントを実現するには、エンジンECUを一から見直して多くの新しい機能を追加する必要があります。ノッキングなどに対処するために、異常燃焼検知や異常燃焼抑制のための新しい制御機能が開発されました。これらの機能では、可変バルブタイミング (VVT) システムで吸気と排気を理想的に制御することが必要でした。

開発プロセスの最適化

開発対象の機能はますます複雑化するため、ソフトウェア開発プロセスも新しい開発要件に適合させる必要があります。このためマツダは、モデルベース開発手法へ完全に切り替えることを決めました。これには専用ツール、適切なプロセス、膨大なエンジニアリングノウハウを伴いますが、そのメリットはさまざまな領域で実証されています。

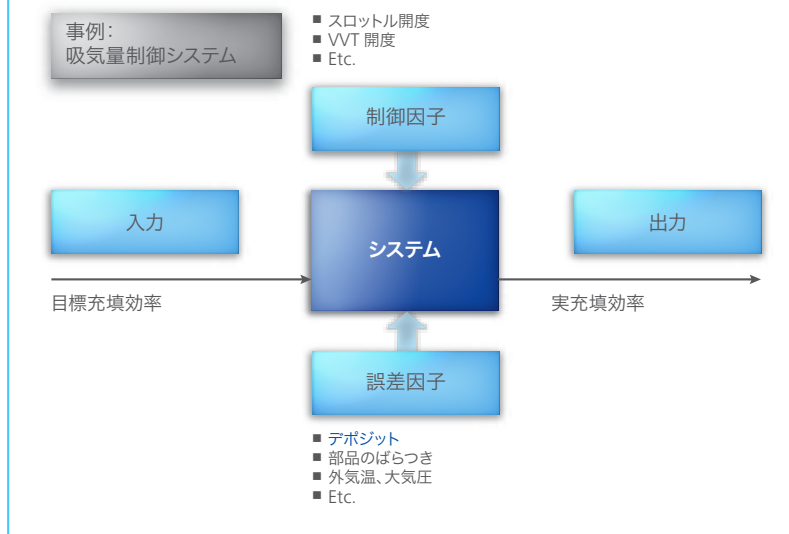


図3: エンジン吸気量への影響因子

モデルベースによる機能開発と検証

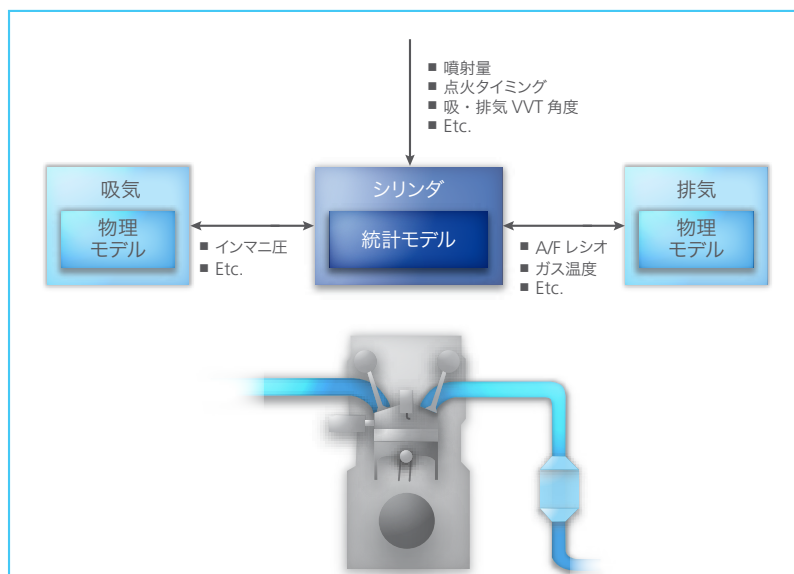
一般的なモデルベース開発における検証には、確立された手法が存在します。V字サイクルでは、各開発ステージに固有のテストフェーズが設定されています。これらのテスト手法には、HIL (Hardware-In-the-Loop) や MIL (Model-In-the-Loop) シ

ミュレーションなどが含まれます (図2)。SKYACTIVプログラムでは、HILとMILの両方を使用し、ASM (Automotive Simulation Model) を実装したdSPACE シミュレータも採用しました。シミュレータのポテンシャルは非常に高いため、テストのみならず機能の最適化にも活用可能です。

「dSPACEシステムをコントローラアルゴリズムの設計段階から使用することで、同じテストシナリオを開発プロセス全体を通して再利用できました」

マツダ株式会社、小森氏

図4: 物理モデルと統計モデルを組み合わせることで「扱い易さ」と「高精度」を両立したプラットフォームモデル



SKYACTIV-Gでは目的達成のため、明確なコンセプトとアプローチを設定しました。例えば品質工学的手法の適用です。このアプローチは機能に着目し、我々が制御できる「制御因子」と機能に影響するが制御できない「誤差因子」を正しく把握することで、機能の最適化を図る手法です。目標とする超高圧縮比を達成するには、吸気制御を改善する必要がありました。吸気量に対しては、スロットルバルブとVVTバルブの開度が主要な制御因子となります。しかし、誤差因子としてデポジット、部品ばらつき、外気温と大気圧の影響も明らかにして対処する必要があります (図3)。

まとめと今後の展望

SKYACTIVプログラムでは、dSPACEシミュレータによるMILおよびHILシミュレーションを活用し、dSPACE ASM (Automotive Simulation Model) を使用することで、開発を迅速かつ効率的に立ち上げました。これらのテスト機器は、機能の最適化と検証用に使われています。エンジンECUや複雑な電気/電子 (E/E) システムネットワークなどの個々の機能を高め、それらの検証を網羅的に実施することができました。HILテストの特徴的なメリットは、再現可能なテストを自動化できることです。導入当初には早い段階でのテストによる効率化を期待していましたが、HIL・MIL両方を活用する中でテストの再利用は更なる効率化に大きな可能性を持つことがわかりました。この手法の有効性は、超高圧縮比を誇るSKYACTIV-Gガソリンエンジンの成果を採用したCX-5やMazda6 (アテンザ) などの新機種で実証されました。将来の開発に向けて、開発プロセスとテストシステムをさらに最適化し拡張する予定です。これらは高度化する今後のE/Eシステム開発に不可欠であることは明らかであり、開発プロセスにおいて更なる役割を担うことになるでしょう。

図5: SKYACTIV-G ECUのテストベンチ

HILによる機能分析と最適化

機能分析と最適化におけるHILシミュレーションの有効性を示す一例として、誤差因子であるデポジットの影響分析が挙げられます。デポジットは燃焼残留物によってバルブおよびバルブシート上に形成され、ガスの流れを阻害します。デポジットは低バルブ開度での流量特性に大きく影響します。HILシミュレータを導入する以前の機能開発では、影響分析に実機を使用したため、部品と車両の準備に相応の時間・コストがかかりました。HILシミュレーションを導入して以来、このような分析はシミュレーションで実施できるようになりました。使用したプラントモデルは、バルブを通過するガスの質量流量と燃焼プロセスを高精度にシミュレートするもので、これにデポジットの機能を追加・統合し、その影響が考慮できるようにしました(図4)。これらにより、各種の分析を実施

して機能の最適化を適切に進めることが可能となります。

また、必要に応じてテストを自動化することもできます。デポジットの事例ではHILシミュレータの使用により、従来アプローチに比べて8倍の効率化が示されました。部品のばらつきや摩耗などの誤差因子の影響分析をする機能検証をさらに拡大していくことで、2500時間の削減効果が期待できます。加えて、HILシミュレータはコントローラの意図しない挙動を発見して潜在的問題を排除する上でも役立ちました。

リアルタイムMILによるプロセスの最適化

もう一つのテスト手法であるリアルタイムMILは、シミュレーションがもたらす柔軟性とテスト能力を明確に示してくれました。リアルタイムMILは、一般的なMILにリアルタイム性をもたせたシミュレーション

図6:リアルタイムMILシミュレーションを実行するワークステーション





「SKYACTIV-Gは、開発スピードという点でもチャレンジングでしたが、そのチャレンジを可能にしたモデルベース開発をdSPACE製品・サービスが強力にサポートしてくれました」

マツダ株式会社、彌生 氏

ンで、dSPACE のシミュレータ上でプラントモデルとコントローラモデルの両方が閉ループを形成しリアルタイムに動作するものです(図6)。リアルタイム能力は必然的にプロセッサの処理能力に依存します。本プロジェクトでは、DS1006 Quad-Core Processor Boardを使用しました。dSPACE の製品を標準として共通に使用することのメリットの1つは、テストケースをHILとMIL間で再利用できる点です。テストケースの再利用を有効活用できた一つの例としては、実車で起こった問題を迅速に解決できたことがあります。具体的には、まず実車により近いHIL環境で問題のメカニズムを究明し対応策を検討する。次にこの対応策を制御モデルに反映し、その効果・弊害をMIL環境で確認しました。この時、HILで作成済のテストケースを再利用することで一連の確認プロセスを効率的に進めることができました。現在は実車での不具合発見が減るように、V字プロセスの左バンクでMILをより有効活用できるよう進めています。今後、更にSKYACTIVテクノロジーを進化させるために、我々はdSPACE製品とともにモデルベース開発の更なる進化を目指します。■

マツダ株式会社
小森賢
彌生啓介

小森賢

マツダ株式会社
パワートレイン開発本部
パワートレインシステム開発部
PT制御システム設計グループ
アシスタントマネージャー



彌生啓介

マツダ株式会社
パワートレイン開発本部
パワートレインシステム開発部
PT制御システム設計グループ
シニアスタッフ



マツダの開発チーム

SKYACTIV制御システムの開発を担当したマツダのHIL/MILチームメンバー左から右：寺岡陽一、土井康弘、彌生啓介、小森賢、三吉拓郎





Process for Functional Safety

ISO 26262に準拠した電動ドライブトレインの
モデルベースソフトウェア開発



Siemens社のドライブテクノロジー部門は、セーフティクリティカルな車両機能の実装のために、標準的なソフトウェア開発プロセスにモデルベース開発を追加しました。dSPACEのTargetLink戦略パートナーであるModel Engineering Solutions GmbHの支援を得て、Siemens社のドライブテクノロジー部門は、dSPACE TargetLinkをベースにしたISO 26262 (道路用車両の機能安全)の要求を満たすプロセスを定義しました。



自動車に使用されるセーフティクリティカルなソフトウェア

自動車業界のサプライヤの多くは、セーフティクリティカルなソフトウェアのモデルベース開発をすでに採用している、もしくは今後のソフトウェア開発プロセスにモデルベースの手法を導入する必要性に直面しています。モデルベース開発には、ソフトウェアの品質向上やソフトウェアの保守が簡単になるなど、実証済みのさまざまな利点があります。新しいISO 26262の導入にともなって、車載電気／電子システムの機能安全に関する国際規格が整備されました。ISO 26262は、IEC 61508安全規格を車両に特有の条件に適合するように改訂して制定された規格です。元のIECの規格とは異なり、ISO 26262はモデルベース開発を対象としていることは明らかです。この新しい規格には、ソフトウェアの機能安全を保証するために、それぞれの自動車安全性レベル(Automotive Safety Integrity Levels (ASIL)、レベルA～D)に対して、セーフティクリティカルな車載ソフトウェア用開発プロセスが「何を」達成しなければならないかが、はっきりと規定されています。ただ、「どのようにして」実装するかについての規定は、ほとんどありません。実際に経験してみると、この規格を適用するための広く認められているアプローチがまだ存在していないことがわかります。企業や部門の既存のプロセスとツールチェーンも考慮に入れる必要があるため、成功を収めているのは特定のプロジェクトのソリューションに限られます。

Siemens社の電気自動車用コンポーネント

Siemens社のドライブテクノロジー部門は、電気自動車用の主要コンポーネントの開発、製造、販売を行っています。それぞれのプロジェクトにおいて、自動車業界の顧客に特有の要件を常に念頭に置きながら、プロジェクトベースの視点に基づいて日常の業務を遂行しています。そのポートフォリオは、モーターとパワーエレクトロニクスからインテリジェントな車載充電テクノロジーまでの広い範囲をカバーしています(図1)。Siemens社には、ソフトウェア機能の開発では広く普及しているVサイクルに沿った標準的な開発プロセスがすでに確立しています。この開発プロセスは、自動車用SPICEのガイドライン(aSPICE: 国際規格ISO/IEC 15504 'SPICE'の自動車

用としてのニーズに合わせて改訂されたバージョン)とCMMI-Dev(Capability Maturity Model Integration for Development(能力成熟度モデル統合))に準拠しています。事実上すべての自動車メーカーが、この2つの成熟度モデルへの準拠を要求するため、この2つの成熟度モデルに準拠していることが絶対的に必要となります。

セーフティクリティカルなソフトウェアのモデルベース開発の要件

Siemens社のドライブテクノロジー部門は、セーフティクリティカルな車両機能の大部分を、今後は、MATLAB®/Simulink®/Stateflow®およびdSPACE TargetLink®によるモデルベース開発の手法を使用して開発することを計画していたため、モデルベース開発を既存の標準的な開発プロセスに統合することを希望していました。この目標を達成するために、いくつかの条件を満たす必要がありました。

- 既存のプロセス環境に最適に統合でき、使用可能なツールを考慮し、必要なプロセス特性(aSPICEへの適合など)に違反しないモデルベース開発を行うためのISO 26262準拠プロセスを定義する。
- ISO規格のパート6(製品開発:ソフトウェアレベル)に焦点を合わせて、ASIL A～Dに対するすべての要求を満たす。
- モデルアーキテクチャを設計するための手順と設計パターンを、ISO 26262の規定に沿ってSimulinkとTargetLinkを使用して定義する。
- 生成されたコードレベルで、すべての機能要求が確実に追跡できるようにする(要求のトレーサビリティ)。

- モデルレベル、つまり、生成されたコードが使用できるようになる前の時点でも要求に対するテストができるようにする。

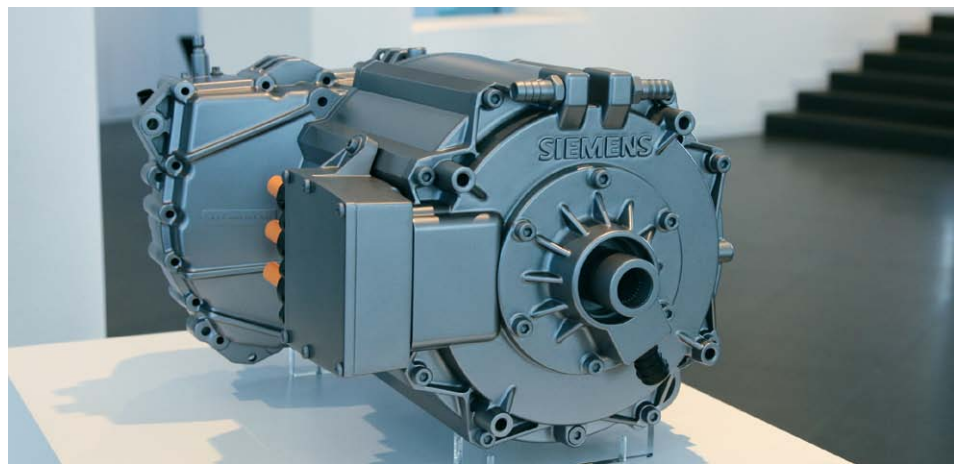
ISO 26262に準拠したプロジェクト固有の実装の計画

これらの要求を実装するために、Siemens社のドライブテクノロジー部門は、専門パートナーとしてModel Engineering Solutions GmbH (MES)社を選びました。MES社は、TargetLink戦略パートナーとして、車載組込みソフトウェアの品質保証に関する法人顧客を対象としたコンサルティングサービスを提供しています。MES社は、ギャップ分析(戦略および作業におけるギャップを識別)、プロセスモデリング、プロセスマニュアル、プロセス実装のサポートなどを含め、dSPACEツールを使用したISO 26262準拠の開発に関するすべてをカバーするdSPACE TargetLink/パートナーサービスを提供しています。MES社には、数多くの量産プロジェクトを通じて、セーフティクリティカルな自動車用ソフトウェアのドイツでの開発方法や、特にモデルベースのソフトウェア開発において、ISO 26262の要求を最も良く実装する方法に関して総合的なノウハウの蓄積があります。

Siemens社ドライブテクノロジー部門でのモデルベース開発プロセス

Siemens社のドライブテクノロジー部門では、自動車用電動ドライブトレインの分野におけるISO 26262準拠のソフトウェア開発を行っています。ドライブトレインは

図1: 自動車用永久磁石同期モーター



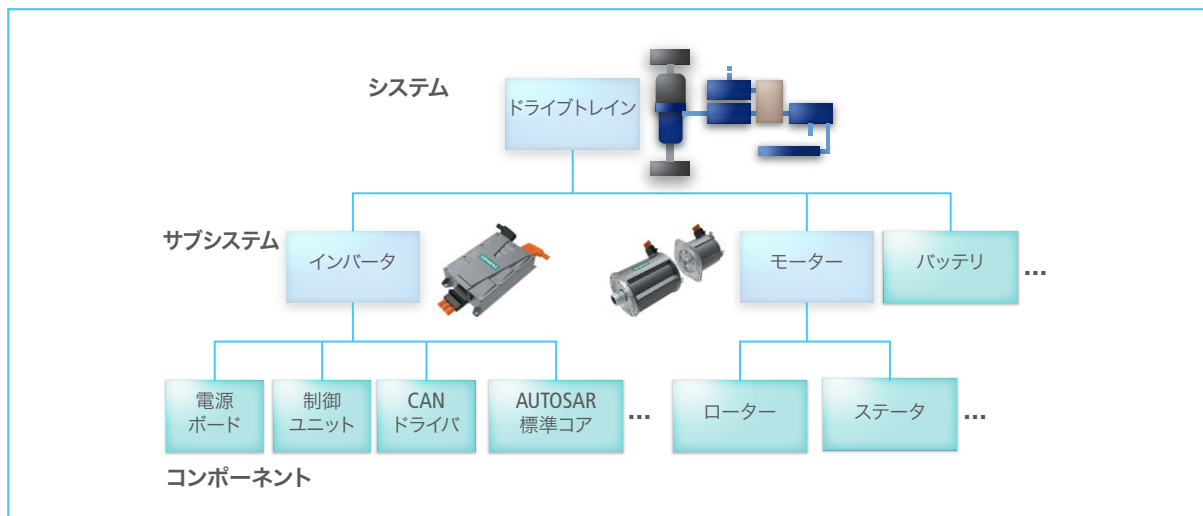


図2: 電動ドライブレインのシステム分割およびレベルの定義

複雑なシステムであり、さまざまなサブシステムとそれに関連するシステムレベルに分割することができます(図2)。サブシステムレベルに位置付けられるインバータは、バッテリー(直流)とモーター(交流)との間の電気エネルギーの流れを実装し、モーターは電気エネルギーを機械エネルギーに変換します。これらのサブシステムは、モーターステータやインバータの制御エレクトロニクスなどのコンポーネントで構成されています。これらの制御エレクトロニクス上で実行されるランタイムソフトウェアは、コンポーネントレベルの下層の、モジュールレベルと呼ばれるレベルに配置されます。ソフトウェア自体(この図には示されていない)も、いくつ

かのソフトウェアモジュールに分割され、そのそれぞれを、さらにいくつかのソフトウェア機能に分割することができます。これらの機能のあるものは、ここに示したプロセスで説明するように、今後、モデルベース手法を使用して開発されるようになります。

ソフトウェア開発プロセス

コードベースおよびモデルベースのソフトウェア開発はVサイクルに従って行われます(図3)。モジュール開発の出発点として、Electric Driveのトルク制御などのソフトウェアモジュール要求があります。システム開発プロセスでは、顧客要求の段階的詳細化を通じて、そのシステムレ

ベル(この場合はモジュールレベル)に達するまでこれらの要求の生成が反復されます。各設計フェーズには対応するテストフェーズが存在し、機能モデルとソフトウェアの成熟度を検証する必要があります。

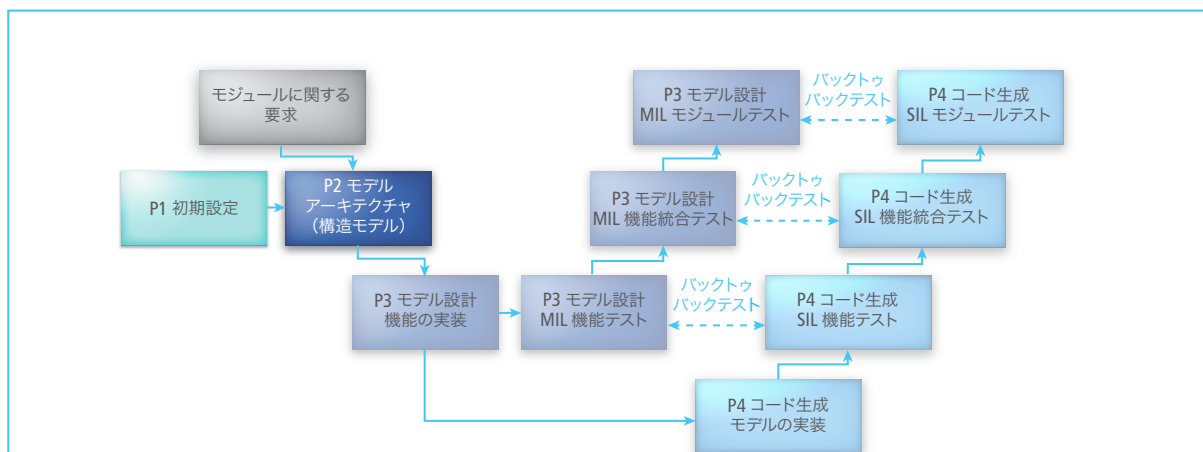
モデルベース開発プロセスの各フェーズ

ISO 26262に準拠したモデルベース開発プロセスには、4つの重要なフェーズが存在します。

フェーズ1-初期設定:

このフェーズには、第1回目のミーティング、開発環境のセットアップ、環境モデルのための要求の指定、役割りと責任の定

図3: Siemens社のドライブテクノロジー部門でのモデルベースソフトウェア開発用Vサイクル(一部)



義と割り当てなど、プロジェクトを開始する前に実行しておく必要があるすべての準備作業が含まれます。ソフトウェアエンジニアやソフトウェアアーキテクトなどの標準的なソフトウェア開発での役割りに、Simulinkでの機能モデリングを担当するモデルエンジニアなど、モデルベースのソフトウェア開発に必要な新しい役割りが追加されます。ISO規格の要求の1つは、このフェーズでModel Examiner (MXAM)を使用して自動的にテストすることができるプロジェクト関連のモデリングガイドラインを選択することです (ISO 26262-6の5.4.7章参照)。

フェーズ2ーモデルアーキテクチャ:

このフェーズでは、開発するソフトウェアモジュールまたはソフトウェア関数に対する要求を機能的にまとまりのあるユニットにカプセル化し、適切な環境モデルを選択し、各コンポーネントのテストコンセプトをモデルのテストのために調整を行います。ただ、このフェーズでの重要なタスクは、モデルエンジニアおよびソフトウェアアーキテクトにモデルアーキテクチャを定義して実装させることです。完成したモデルアーキテクチャを、そのインターフェースを含めて構造モデルによって表現します。このモデルは相互接続された空のSimulinkサブシステムで構成されます。この構造モデルはソフトウェアアーキテクチャの基本的な枠組みを定義

するもので、後でTargetLinkのサブシステムおよび機能ブロックを使用して実装します。ISO規格がモデルアーキテクチャおよびソフトウェアアーキテクチャに課している要求には、次のようなものがあります (ISO 26262-6の7.4章の表3参照)：

- 階層構造をもち、ソフトウェアコンポーネントが複雑でないこと
- 複雑でない小規模のインターフェース
- ソフトウェアコンポーネント内部の高い凝集性
- ソフトウェアコンポーネントの結合の制限

す (ISO 26262-6の表10および13参照)。モジュールまたは関数のテストコンセプトを、必要に応じてこのフェーズで拡張します。

フェーズ3ーモデル設計:

このフェーズでは、構造モデル内に、モジュールおよび関数に対する機能要求をさらに詳細にモデル化して、機能モデルを生成します。また、関連する要求に対して倍精度のSimulinkシミュレーションであるMIL (Model-in-the-Loop) モードを使用して、テストコンセプトに従ってモ

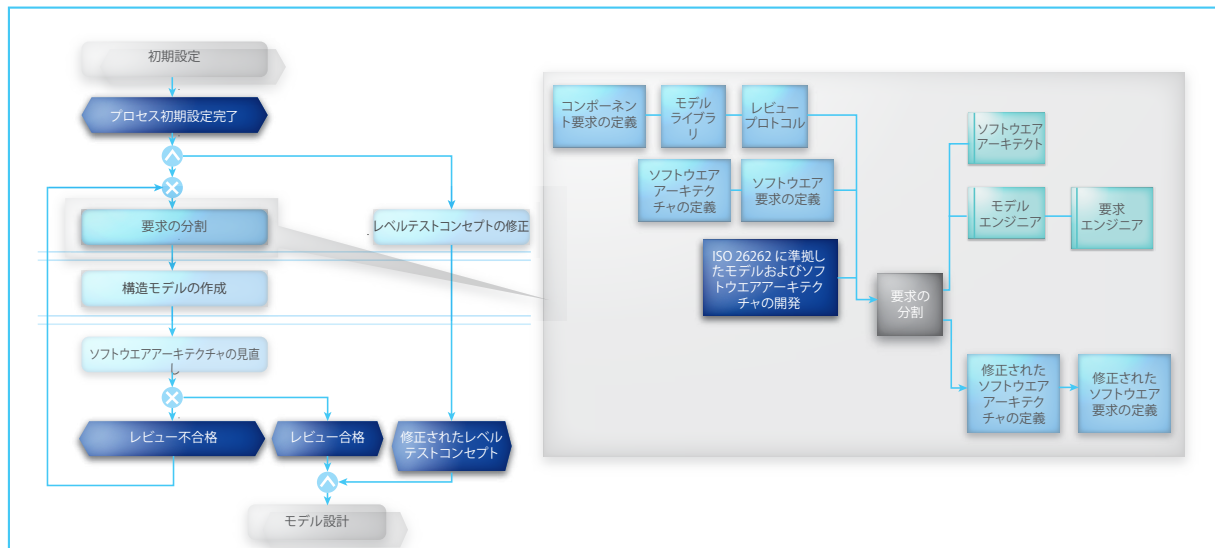
「開発プロセスをISO 26262に準拠させるには、専用の開発ツールで構成された統合ツールチェーンが絶対に必要となります」

Dr. Ingo Stürmer, MES社

これらの要求を、(1) そのモデルアーキテクチャ用の設計パターンを使用する、(2) アーキテクチャを見直す、(3) M-XRAYを使用して、モデルの複雑性を測定および評価するなど、さまざまな方法によって満たします。また、ISO 26262には、要求ベースのテスト、インターフェースのテスト、モデルとコード間のバックトゥバックテストなど、ソフトウェアモジュールおよび機能のテストのための要求も定義されていま

ジュールをテストします。この利点は、まだコードが使用できない段階であっても、モジュールが要求を満たしていることを抽象レベルで検証できることです (目的: 早期の段階でのテスト)。したがって、機能モデルは機能要求の実行可能な仕様と言えます。ISO規格では適切な表記法を使用することなど、ソフトウェアモジュールおよび機能の設計に関する要求が特別に定義されています。SimulinkまたはTargetLink

図4: フェーズ2の「モデルアーキテクチャ」のサンプルモデルと「要求の分割」ステップの詳細な表示例



を使用することで、ASIL B~Dコンポーネント用の準形式的表記に対する要求が自動的に満たされます (ISO 26262-6の表7参照)。ISO規格では、これらの高度の表記要求に加え、暗黙の型変換を避けることなど、非常に具体的なエラー防止対策が要求されています (ISO 26262-6の表8参照)。

フェーズ4ーコード生成:

実装フェーズでは、TargetLinkから機能モデルにコード生成に必要な情報を与えます (機能分割、数値表現、データ型、ローカル/グローバル変数など)。プロジェクトによっては、このフェーズにサブフェーズが存在することもあります。たとえば、機能モデルが純粋なSimulinkモデルの場合、まず、TargetLinkモデルに変換する必要があります。ISO 26262に準拠して生成したコードのテスト結果を、バックトゥバックテストのSIL (Software-in-the-Loop) シミュレーションとしての機能モデルのMILテストの結果と比較します。生成したコードのテストの完了後ただちに、モデルベースのソフトウェア開発タスクをコードベースのソフトウェア開発に結合します。これはたとえば、複数のモジュールまたは関数の統合テストのテスト作業が、システムテストまで、再び通常のコード検証手順に従うことを意味します。上記のテスト方法 (要求ベースのテスト、インターフェーステスト、およびバックトゥバックテスト) をもう一度使用して、機能カバレッジおよび関数コールカバレッジなどの統合テストのカバレッジ評価指標に適合していることを検証する必要があります (ISO 26262-6、表15参照)。

ISO 26262に準拠したモデルベース開発のためのプロセスモデリング

Siemens社のドライブテクノロジー部門では、ARIS社のツールサポートを使用して開発プロセスがモデル化されています。これにより、プログラムコードのモデルベース開発に必要なすべてのプロセスステップがISO 26262に準拠して完全に文書化されます。相互に依存した、いくつかの連続した文書化ステージで、必要な文書が生成されます。これについて簡単に説明します。開発プロセスの「モデルアーキテクチャ」フェーズ (図4) を、イベントドリブンプロセスチェーンとして、簡潔に表現することができます (図4の左側)。図

4の右側の詳細な表現は、開発結果およびISO 26262の要求に関して、どの文書のどの役割がそのプロセスステップ (「要求の分割」ステップなど) を実行するかを示しています。

モデルベース開発のためのプロセスマニュアル

Siemens社のドライブテクノロジー部門は、モデルベースソフトウェア開発のプロセスステップのグラフィカルな表現だけでなく、その開発プロセスを詳細に説明した、プロセスマニュアルを用意しています。このマニュアルには、定義されたすべてのプロセスステップと、すべての関係者に対する詳細な指示が含まれています。また、モデルベース開発に関連したトピックについて、モデルベーステスト、モデルアーキテクチャ設計、ソフトウェアプロセスに対するISO 26262の要求など、独立した章が立てられています。このマニュアルでは、プロセスのユーザや関心のある人が、プロセスステップの概要や必要な情報を簡単に検索することができるように、それぞれのプロセスステップを説明する情報が構造化されています。マニュアルの各章および各節の構造には、それぞれのプロセスフェーズに関する5つのポイントが含まれています (図5)。ここでは、「モデルアーキテクチャ」フェーズの例を示します:

1.目標:

このプロセスで達成すべき目標が定義されています。「モデルアーキテクチャ」フェーズでは、ソフトウェア機能の階層によって実装可能な部品への要求の機能的

分解が目標になります。この際に、時間のかかる、機能モデルから実装モデルへの再構成を避けるために、後でTargetLinkモデルによって定義するソフトウェアアーキテクチャを前もって考慮しておく必要もあります。また、モジュールのテストコンセプトの微調整も目標となります (図4)。

2.前提条件および入力:

作業を開始するとき使用できるようになっていなければならない情報および作業成果を定義します。たとえば、「モデルアーキテクチャ」フェーズの目標を達成するには、より上流のシステム開発プロセスで生成される「コンポーネント要求の定義」と、「ソフトウェア要求の定義」が存在している必要があります。

3.作業の詳細:

だれが何をやるか、どの作業生産物が必要か、どれを作成するかなど、プロセスステップを詳細に記述します。図4ですでに説明したように、それぞれの作業の記述は、特にISO 26262関連の要求に言及している必要があります。これらはソフトウェアアーキテクチャ、テスト方法、レビュープロセスなどにも関連します。

4.作業生産物:

テストレベルコンセプトやレビューレポートなどのISO 26262関連のものを含め、それぞれのプロセスフェーズの各ステップで得られたすべての作業生産物が含まれます。

5.成功基準:

「正常に完了」したことを示し、次のステッ





図5: Siemens社のドライブテクノロジー部門のISO 26262準拠開発プロセスの各フェーズの基本的なトピックとステップの構造

プを開始するために、各プロセスステップで満たす必要のある基準を一覧表示にします。これは、たとえばモデルアーキテクチャの例を2つ挙げれば、構造モデルに実装されている必要があること、構造モデルが統合モデルに正常に統合されている必要があること意味します。

重要なすべての用語、特にモデルベース開発に関する用語の用語集が、このマニュアルの理解を容易にしています。それぞれの章は1つのセクションとして完結していて、プロセス記述と合わせて読む必要はありません。また、このマニュアルの別の重要なセクションで、モデルベース開発のために使用するツールと推奨のメソッドを実装する方法について説明されています。

ISO 26262に準拠したプロセスおよびツールチェーン

MES社による外部サポートは、プロセスの実践的な定義とプロセスの実装に際して中心的な役割を果たしました。MES社はプロジェクトパートナーとして、有効なものとはそうでないものに関して貴重なノウハウを提供しました。Siemens社のさまざまなプロジェクトから得られた経験も、成功に貢献した要素でした。プロセスのモデリングフェーズには、Siemens社でシステム開発プロセスの全体を設計した

エキスパートが参加しました。導入したプロセスが組織内で透過的であり、セーフティクリティカルな要素に対して最適化されたとき、ISO 26262準拠の手順に関する基本要件をすでに満たしていることが明らかになりました。また、使用されているソフトウェアツールも、高い製品品質

クフローが、Siemens社の開発プロセスに統合されました。MES社はModel Examiner (機能安全ソリューション)を使用して、モデルがガイドラインおよびモデルの測定およびモデルの複雑性を処理するためのM-XRAYに適合していることを保証しています。これらのツールを使用するだけで、

「TÜV SÜD社に認証されたTargetLinkリファレンスワークフローにより、dSPACE TargetLinkに基づくISO 26262準拠のモデルベース開発プロセスを簡単にセットアップできるようになりました」

Dr. Heiko Zatocil, Siemens社

とISOへの準拠を保証するために適切でなければなりません。たとえば、ドイツの認証機関であるTÜV SÜD社は、量産コード生成ツールのTargetLinkをASIL Dまでのセーフティクリティカルな機能の開発プロジェクトに使用することを承認しています。この認定は、プロセスがdSPACEのTargetLinkのリファレンスワークフローに準拠しているに基づいています。このワークフローには、TargetLinkのためのモデルおよびコード検証のためのベストプラクティスが記述されています。このワー

モデルベース開発に対するISOの要求を満たすことができます(パート6、5.4.7章、表1の要求を完全にカバー)。Siemens社が使用しているツールチェーンは、この規格で定義されているプロセスをプロジェクトで実現するのに適していることが証明されました。また、Siemens社で開発されたツールチェーンも、要求からコード生成ツール/モデルおよびテストへの双方向のトレーサビリティを保証しています。

早期の段階でのテストと、開発プロセスの安全性の大幅な向上

新しいISO 26262は、モデルベース開発を自動車用のセーフティクリティカルなソフトウェア開発用の高品質なアプローチとして承認しています。コードベースのプロセスにモデルベース開発を付加して拡張することにより、ソフトウェアのテストを、早期の段階でより良い方法およびツールによるサポートを活用して行うことができるため、大きなメリットが得られます。これを達成するために、社内プロセスをISO規格の要求に合わせる必要があります。Siemens社のドライブテクノロジー部門は、この新しいプロセスモデルに準拠して最初のセーフティクリティカルなソフトウェアコンポーネントをすでに開発しています。モデルベース開発は、従来の開発手順に次いで今後ますます重要な役割りを果たすようになると予想されますが、ISO 26262準拠のプロセスステップに従っているため、すでに大きな広がりを見せ始めています。■

David Brothnek, Dr. Martin Jung,
Verena Jung, Michael Krell,
Reinhard Pfundt, Dr. Elke Salecker,
Dr. Ingo Stürmer, Dr. Heiko Zatocil



David Brothnek氏
ドイツのエッセンにあるHeadframe IT GmbHの上級管理職であり、プロセスのモデリング、最適化、実装のスペシャリストです。



Dr. Martin Jung
ドイツのエランゲンにあるSoftware and System Development Consultation社の開発グループのリーダーであり、ドイツのエランゲン=ニュルンベルクにあるフリードリヒ・アレキサンダー大学でソフトウェアアーキテクチャを教えています。



Verena Jung氏
ドイツのエランゲンにあるSiemens AGの統合およびテストのチームリーダーであり、ソフトウェアおよびコンポーネント開発におけるテスト作業の調整も担当しています。



Michael Krell氏
ドイツのエランゲンにあるSiemens AGの機能安全マネージャです。プロジェクトへのISO 26262要求の実装をサポートしています。



Reinhard Pfundt氏
ドイツのエランゲンにあるSiemens AGのソフトウェアマネージャで、周波数コンバータ、DC/DCコンバータ、車載充電装置用ソフトウェアの計画および調整を担当しています。



Dr. Elke Salecker
ドイツのベルリンにあるModel Engineering Solutions GmbHの上級ソフトウェアコンサルタントです。ISO 26262準拠のモデルベースソフトウェア開発のエキスパートとして、お客様のプロセス定義および実装をサポートしています。



Dr. Ingo Stürmer
ドイツのベルリンにあるModel Engineering Solutions GmbHの創業者でありCEOです。dSPACE TargetLinkを使用した開発プロセスに関する著名なスペシャリストであり、お客様がモデルベース開発プロセスを最適化し、その会社固有のツールチェーンをISO 26262の認証が取得できるよう支援を行っています。



Dr. Heiko Zatocil
ドイツのエランゲンにあるSiemens AGの機能開発のリーダーであり、モデルベースソフトウェア開発の推進に大きな役割りを果たしています。本記事で紹介されているプロセスの作成を発案し、また調整役を務めました。



人工衛星用コンピュータは、あらゆる種類の監視・制御タスクを処理する必要があります。Thales Alenia Space社では、こうした複雑な搭載コンピュータソフトウェアの開発プロセスに、dSPACEの量産コード生成ツールTargetLinkを統合しました。このアプローチは、既に2つのプロジェクトで有効であることが実証されています。

地球軌道：過酷な環境

何も無い宇宙空間。しかしそれは、電子部品にとって極度に厳しい環境となります。人工衛星の電子機器は、太陽光を受ける側と影の側で約300 °Cという極端な温度差に耐えるだけでなく、太陽風の荷電粒子との衝突やその他の宇宙放射線の照射に絶えずさらされています。また、たくさんの宇宙ごみに衝突する危険性も年々増え続けています。さらに、低軌道の衛星は、高度200 kmでも大気粒子との摩擦の影響を受け、これが衛星を減速させる原因となっています。こうした影響をすべて考慮すると、すべての搭載システムを非常に綿密に監視および制御することが要求されます。姿勢軌道制御システム (attitude orbit control system: AOCS) は、衛星

人工衛星のすべての搭載システムを確実に制御するには、その電子機器が軌道上の過酷な条件に耐える必要があります。中でも真っ先に挙げられるのが、低温、高温、そして放射線です(写真提供:NASA)。

Project Orbit

TargetLinkによる人工衛星用
ソフトウェアの自動コード生成

が正しい方向を向いて軌道上にとどまるようにする上で、中心的な役割を果たしています。

人工衛星用ソフトウェアに対する厳しい条件

宇宙空間の過酷な環境は、人工衛星用ソフトウェアの信頼性にとって厳しい条件であり、それを開発・保守することは困難な課題となっています。

■ 搭載コンピュータは、現在の他の分野のコンピュータと比べて低性能なものが使用されています。この理由は、ハードウェアに「放射線に強い(radiation-hard)」ことが求められるからです。これは、集積度があまり高くないマイクロ

チップにのみ見られる特性であり、それに応じて、性能も低くなっています。通常は、CPUのクロック周波数が低く(20 MHz)、メモリ容量もわずかしかなりません(4 MB RAM)。

■ 宇宙で、人工衛星に物理的にアクセスすることは不可能であるため、リモートで保守することが必要になります(無線でパッチを送信)。

■ ソフトウェアは、多種多様な搭載インターフェースを管理し、地上局との中継も維持しなければなりません。この複雑なデータフローを実現するには、精巧に調整されたアーキテクチャが必要となります。

「複数のコード生成ツールを評価した結果、dSPACEのTargetLinkが、私たちの要件に最も適合していることが明らかになりました」

Arnaud Dupuy氏, Thales Alenia Space社

Thales Alenia Space社について

Thales Alenia Space社は、Thales社とFinmeccanica社のジョイントベンチャーであり、2007年に現在の形で創立されました。同社は、通信、ナビゲーション、および観測用の人工衛星の開発を専門にしています。Thales Alenia Space社では、合計7,500人の従業員が、フランス、イタリア、スペイン、ベルギーおよびドイツで働いています。本社は、フランスのカンヌにあります。

地球の大きさとの比較

NASA/SDOおよびAIA、EVE、HMIの科学者チームのご厚意により転載しています。

図1:人工衛星の電子機器に障害が発生する原因の1つは、地球にまで荷電粒子を放出する太陽フレアです(この写真は、2012年8月31日に発生した大規模なフレアを示しています)。

自動コード生成が必要になる大きな理由

2000年代初頭に、人工衛星用ソフトウェアのコードをユーザが記述するという従来の方法の欠点が明らかになってきました(以前のプロジェクトから情報を引き出したり、ソフトウェアの保守を実行することなどが困難になっていました)。これに

対応するために、2004年にThales Alenia Space社では、コードの自動生成用のソフトウェアツールの評価を開始しました。その目標は、異なる開発チーム同士が、明確に定義された形式で情報をやりとりできるプロセスを確立することにあります。それと同時に、機能開発とソフトウ

エア開発の責任を、はっきり分ける必要がありました。これが、Simulink®によるモデルベース開発と自動コード生成ツールを併用するという決断につながったのです。

TargetLinkがテストで最高の評価を獲得

Thales Alenia Space社では、いくつかのコード生成ツールの適性を調査しました。これらのコード生成ツールは、次のような、複数の基準を満たす必要がありました。コード生成ツールは、ワークフローをサポートしているだけでなく、既存のコード生成シナリオに統合できるように、命名規則、コード構造、および機能インターフェースに関して柔軟である必要がありました。その他の基準として、生成されたコードの可読性と信頼性がありました。複数のコード生成ツールを評価した結果、TargetLinkが、Thales Alenia Space社の評価基準に最も適合していることが明らかになりました。TargetLinkの強力なGUIは、構造体、ポインタ、アクセス機能のサポートなど、直感的かつ強力なオプションを提供します。さらに、シミュレーション用のSimulinkのデータ型とコード生成用の

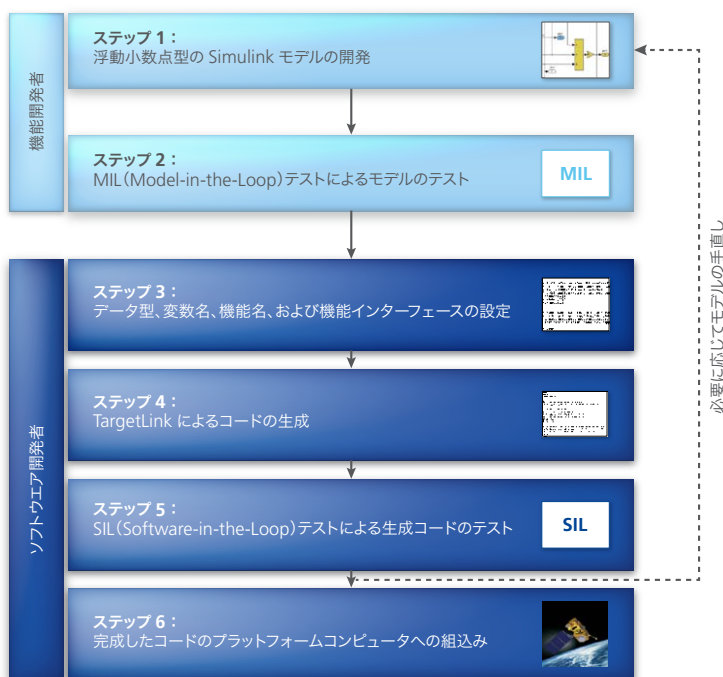


図2: 明確に構造化された開発プロセスにより、明瞭な責任の区分、明快な情報のフロー、そしてすべての作業手順の完全なトレーサビリティが確保されます。

TargetLinkのデータ型を分離することにより、異なる開発チーム間のデータのやりとりが可能になります。たとえば、一方が機能開発者のチームで、もう一方がソフトウェア開発者のチームである場合、両方のチームが同じモデル上で作業することができます。

開発プロセスの合理化

このプロセスでは、まず最初に、機能開発者が浮動小数点型のSimulinkモデルを開発し、第2のステップで、MIL (Model-in-the-Loop) テストでそのモデルをテストします(図2)。次に、モデルをソフトウェア開発者に渡し、ソフトウェア開発者が第3のステップ、つまり、データ型、変数名、機能名、および機能インターフェースの設定を実行します。第4のステップで、TargetLinkによるコードの自動生成を行い、続いて第5のステップで、SIL (Software-in-the-Loop) テストを実行します。SILテストの結果、モデルの手直しが必要であることが示された場合には、ソフトウェア開発者はモデルを機能開発者に再度戻します。ここが、この新しいプロセスの最大の強みを発揮するところとなります。つまり、モデルを「最初から作り直す」ことが必要になりますが、やり取りの形式と作業手順が明確に定義されているため、ソフトウェア開発者によって既に行われた作業内容は失われずに残ります。モデルの修正がすべて完了し、SILテストが成功すると、最後の第6のステップで、完成したコードをプラットフォームコンピュータに組込みます。

実世界での成功

TargetLinkを使用した初めてのプロジェクトは、2基の赤外線地球観測衛星(「SPIRALE」)用のソフトウェアを開発することでした。SPIRALEは、2009年にアリアン5によって打ち上げられました。また、その同じ年にThales Alenia Space社では、「Sentinel 3」と呼ばれる新しいプロジェクトにTargetLinkを使用することも決定されました。Sentinel 3は、欧州宇宙機関(ESA)

TargetLink を使用した Thales Alenia Space 社プロジェクト



プロジェクト「SPIRALE」(双子の地球観測衛星)

- 目的：赤外線領域の波長での地球観測
- 5,000 行のコードを TargetLink により生成
- 衛星の打ち上げ完了(2009年)



プロジェクト「SENTINEL 3」

- 目的：海面温度、地表面温度などの測定や、海洋と氷表面のトポロジーの測定
- 12,000 行のコードを TargetLink により生成
- 2013年打ち上げ予定

図3: コード生成ツールTargetLinkは、2つのプロジェクトでその利点を実証されています。

のミッションである、全地球的環境・安全モニタリング(Global Monitoring for Environment and Security: GMES)の一部です。Thales Alenia Space社では、このために既に12,000行のコードを生成しています。Sentinel 3は、今年の後半に打ち上げられる予定です。

TargetLinkの利用が定着

それ以来、Thales Alenia Space社では、モデルベース設計とコードの自動生成が定着した慣行となっています。モデルを異なるチーム同士で共有できるので、作業が非常に効率的になります。また、Target-

Linkを使用すると、コードの構造や命名規則を柔軟に設定することが可能です。その結果、Thales Alenia Space社では、既存のフレームワークを変更することなくコードを統合することができました。この新しいプロセスのおかげで、これまでに生産性が大幅に向上しており、過去のモデルを将来のプロジェクトで再利用することで、これからさらに大きな利益がもたらされると期待されています。■

Arnaud Dupuy,
Christophe Moreno
Thales Alenia Space

Arnaud Dupuy氏

同氏は、フランスのカヌヌにあるThales Alenia Space社で、Sentinel 3プラットフォームの搭載SWプロジェクトマネージャを務めています。



Christophe Moreno氏

同氏は、フランスのカヌヌにあるThales Alenia Space社で、SWソリューション能力センターの搭載SW主任設計者を務めています。





Fuel Cell

Revolution

燃料電池制御システムの
開発用ツールチェーン

Ford社は過去20年間にわたって車載用燃料電池の研究／開発を進め、ラボおよび路上でさまざまなコンセプトをテストすることで、豊富な経験を積み重ねてきました。このような継続的な取り組みの成果として、最新の技術は市販化に近付きつつあります。



燃料電池システムとその制御

燃料電池は化学エネルギーを電気エネルギーに変換します。水素や酸素などの反応剤を燃料電池スタックに供給し、そこで発生した電子を車両の推進用に利用します。電子制御システムを使用して反応剤の流量、濃度、圧力を監視および制御することで、反応剤を燃料電池に効率的に供給します。

制御システムの課題

初期のプロトタイプ (P2000など) では標準ECUを使用し、このI/Oを燃料電池アプリケーション専用カスタマイズしました。しかし、このようなアーキテクチャでは、実験の余地はほとんど残されていませんでした。Ford社が燃料電池制御アルゴリズムの社内開発に着手した当時、時間的・人的・物的・予算的な制約から、標準電子制御ユニット (ECU) を柔軟なラピッドプロトタイピングシステムに置き換える必要に迫られました。燃料電池システム内の水素、空気、水の流れを制御する複数のバルブを駆動するために、適

切に統合された制御システムが望まれました。同時に、電子システムの研究/開発では非常に頻りにI/O要件が変化するため、高度に柔軟なモジュラー方式が不可欠でした。さらに、完全なモデルベース開発手法も同時に導入することが計画されました。

ラピッドコントロールプロトタイピングがもたらす究極の柔軟性

Ford社は、dSPACE MicroAutoBox IIおよびdSPACE RapidPro Power Unitで構成したラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) システムと、MathWorks社のSimulink®の導入を決定しました (図1)。これに際しては、dSPACE RCPシステムの使用経験を持つFord社内の他の研究/開発部門における高い評価が決定要因となりました。このシステムは我々が望む柔軟性を備え、必要なI/Oとインターフェースモジュール、電源ユニット、シグナルコンディショニングユニットをシステムに追加することで燃料電池制御システムの要件を満たせます。

電気推進システムを搭載した
Ford REFL3Xコンセプトカー



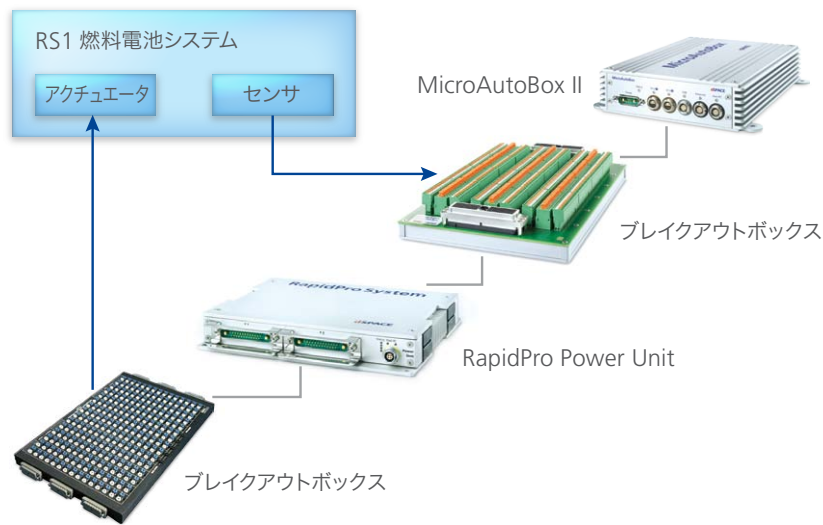


図1: RapidPro Power UnitからMicroAutoBox IIへの接続

「dSPACE社エンジニアは、プロジェクトの開始から詳細な実装まで、いつでも必要な時に我々をサポートしてくれました」

Kurt Osborne氏, Ford社

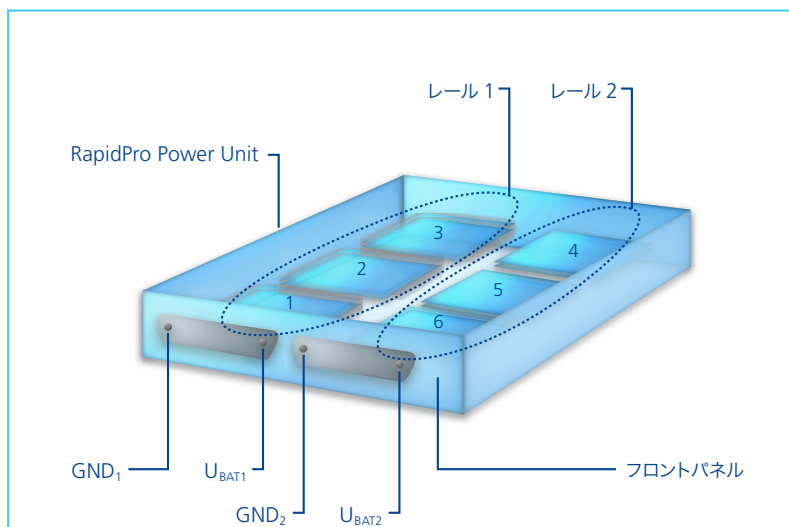
プロジェクトにおけるRapidProのメリット

燃料電池のセンサおよびアクチュエータからの信号は、通常のエンジンアプリケーション用と同じRapidPro標準モジュールで直接処理できました。大部分

のアクチュエータにはローサイドドライバ (LSD) モジュールを使用しました。空気供給サブシステム内の電子式スロットルボディの制御には、フルブリッジドライバ (FBD) モジュールを使用しました。燃料

電池の駆動には2つの異なる電源電圧を使用するため(2つの電源ユニットに別々の電源レールから給電)、RapidProが提供するスプリットボルテージバスは特に役立ちました(図2)。これらは、ラピッドプロトタイピングシステムがもたらすメリットのほんの一例に過ぎません。これらのメリットは、プロジェクトの開始から詳細な実装まで、いつでも必要な時に我々をサポートしてくれたdSPACE社エンジニアの豊富な経験と知識によって実現しました。

図2: 2つの独立した電源を提供するRapidPro内の2本のレール



容易な設定

当該アプリケーションにおけるRapidPro Power Unitの操作と設定には、直感的なグラフィカルユーザインターフェースを備えたdSPACE社のConfigurationDeskソフトウェアを使用しました。ConfigurationDeskを使用すると、たとえばアクチュエータおよびセンサに対応したチャンネル名を割り当てることができ、また各チャンネルを設定することができます。その他、各スロット内のモジュールの位置と、ピンに割り当てられたチャンネル名を示すチャンネルリストをいつでもエクスポートできます。このように、ConfigurationDeskを使用すると設定と文書化を非常に容易に行えます。

診断

RapidPro Power Unitの診断機能はSPI (Serial Peripheral Interface) を使用して



図3: MicroAutoBoxとRapidProによる燃料電池システムのラボセットアップ

データを生成し、そのデータはConfigurationDesk内で即時に監視できます。さらに、このデータは他のシステムイベントに対して時間的に整合させることができるため、有用性の高いログを作成できます。このタスクでは、I/OチャンネルをポーリングするためにSimulink用のRTIブロックセットを利用できます。記録されたデータはControlDesk内で後処理されます。診断情報を他のテストシステムコントローラ内で使用するには、CANメッセージを介して診断情報を再送信します。

現状評価と今後の課題

Ford社における研究／開発を通して、MicroAutoBoxとRapidProで構成されたラピッドプロトタイプシステムは、燃料電池システムの制御に極めて有効であることが実証されました。指定のすべての機能を燃料電池システムに実装することができました。その成果の一部は、協調的に機能するツールチェーンに帰せられます。RapidPro Power Unitは、「柔軟に設定変更可能なパワーステージ」という要件を完全に満たしました。RapidProシステムを採用することにより、既存ECUでは必要であった細部の最適化に工数を割くことなく、限られた予算の小規模チームで燃料電池の新コンセプトを実装およびテストすることができました。1つに統合されたツールチェーンへの移行は驚くほど容易でした。近い将来、寒冷地条件でシステム検証テストを実施する予定です。その

結果コンポーネントの追加や新しい制御ストラテジが必要となったとしても、設定柔軟性に富むRapidPro Power Unitを使用すれば、それらを短時間で制御システムに組み込むことができるものと考えます。今後の課題の1つは、燃料電池システムをデモ車両に搭載することです。その場合、Ford社は非常に初期の段階からRapidPro Power Unitを活用する予定です。すばやく起動できて高速に動作する

RapidPro Power Unitは、車載アプリケーションに適しています。さらに、RapidPro Power UnitはMicroAutoBoxから選択的に無効化できるため、システム全体の消費電力を削減できます。■

Kurt Osborne
Dr. Miloš Miličić
Ford Motor Company

Kurt Osborne氏

同氏はFord社(米国ミシガン州ディアボーン)における燃料電池制御のエキスパートであり、グローバルなモデルベース燃料電池システム制御設計のリーダーです。

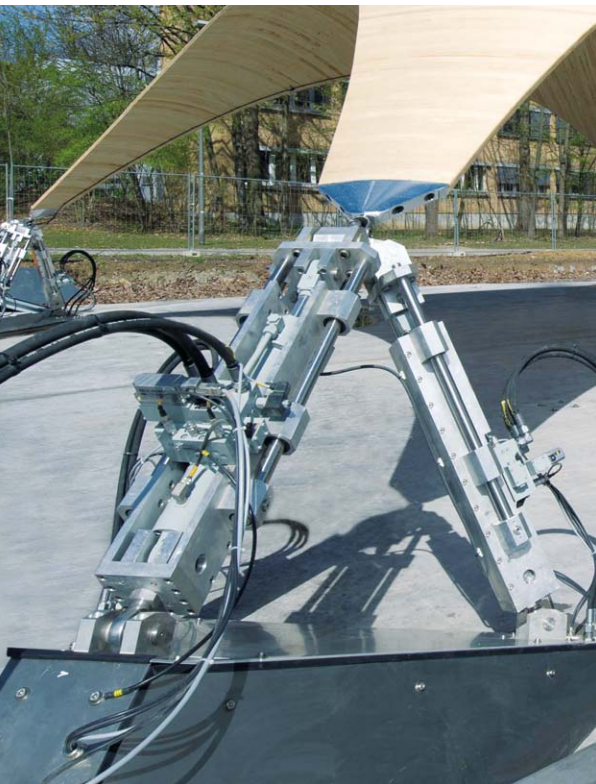


Dr. Miloš Miličić

同氏はFord社(米国ミシガン州ディアボーン)における燃料電池制御アルゴリズムの開発および実装の責任者です。



シュトゥットガルト大学のファイヒンゲンキャンパスに設置されているStuttgart SmartShell (写真: © Bosch Rexroth) は、構造物への極端な負荷を補正する油圧シリンダを備えています。



軽量、安全、持続可能、資材の節約—ビルや橋などの現代の建築物は、これらのすべての特性を備えていなければなりません。また、雪や風などの静的な応力にも耐える必要があります。シュトゥットガルト大学の研究者たちは、外的な負荷に応答して適応する軽量構造物の開発に取り組んでいます。

図2: Stuttgart SmartShellの3箇所油圧装置で構成されたアクティブ支持装置 (写真 © Bosch Rexroth)

超軽量構造物用の制御コンセプト

Architecture with Brains

超軽量適応型構造物

建造物に加えられる日常的な負荷は、交通、雪、風などによるものです。一方、地震や「これまでで最悪の冬」などのような極端な事象は非常に稀ですが、建造物はこれらにも耐えられるように設計する必要があります。このことは、ほとんど必要とされない安全域のマージンを確保するために、大量の資材を消費することを意味します。未来の建造物は、資材の使用量を減らしたうえで極端な事象に対応する必要があります。そのために、シュトゥットガルト大学は、広い範囲のさまざまな負荷を補正するインテリジェントな油圧機器を使用した、超軽量適応型構造物の研究を行っています。

静的適応とアクティブ制振

シュトゥットガルトの研究者たちは、建造物に加えられる静的な力と動的な力の両方および、それらの効果を研究しています。静的な力は雪などによるものであり、動的な力(振動)は突風などによるものです。この応力を小さくするために、まず、センサを使用して負荷の状態を捕捉する必要があります。次に、この計測値を使用して制御アルゴリズムにより、外的負荷に対応して建造物の調整を行うアクチュエータの最適制御を計算します。静的な力に対しては、建造物が静的に適応します。ただし、振動を減衰する必要がある場合は、センサによる応力の捕捉を連続的に行って、アクチュエータを動的に制御する必要があります。このようにすれば、負

荷を支持するエレメントを小型化および軽量化することができます。建設時に節約した構造物の質量を短期間のエネルギー入力で代替します。

Stuttgart SmartShellプロトタイプ

制御コンセプトのテストのために、シュトゥットガルト大学は、Bosch Rexroth社と協同で、世界初の適応型負荷支持シェル構造物である、Stuttgart SmartShellプロトタイプを建設しました。このプロトタイプの構造材は、薄板を4層に積層した木製パネルで、その厚さはわずか40 mmしかありません。従来のパッシブ方式によって建設された同等の構造物の場合、数倍の量の資材が必要となります。シェルの重量は1.4トンで、4箇所のサポートで支

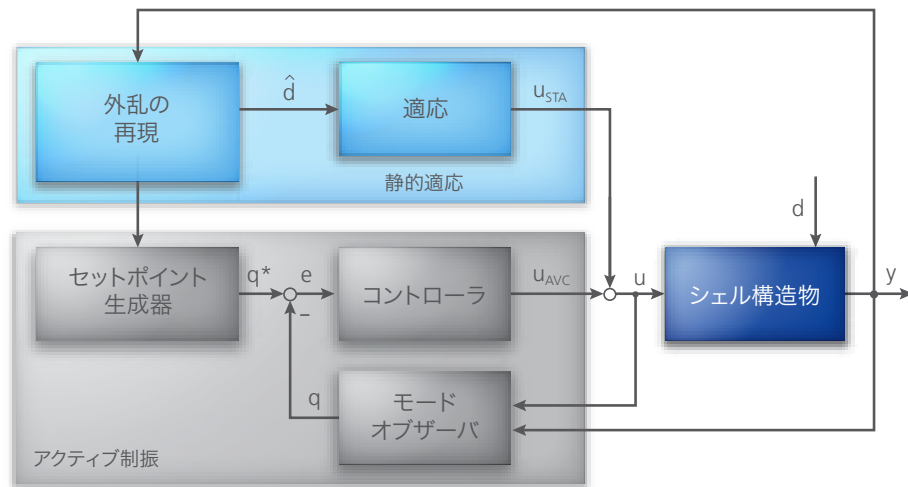


図3: 静的適応およびアクティブ制振の制御コンセプト

持され、その内の3箇所は油圧シリンダによって動かすことができます。このアクティブ方式のサポートのそれぞれが、3次元空間に自由に位置決めできる、三脚式のアクチュエータ(図2)に取り付けられています。三脚型に配置された3本の油圧シリンダの長さサポートの位置の運動学上の関係が、常時オンラインで計算されています。システムの状態の計測には、さまざまなセンサが使用できます。たとえば、油圧シリンダには、高分解能変位センサとフォースセンサが組み込まれています。シェル構造物に組み込まれたストレインゲージは、所定の計測点での歪みを捕捉します。

制御コンセプト

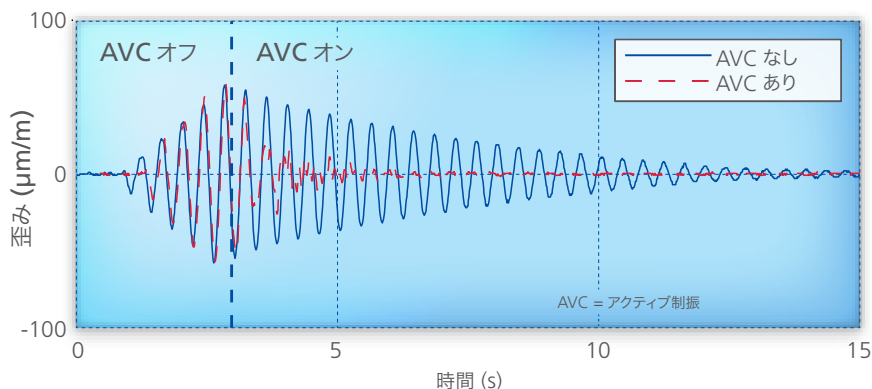
まず、シミュレーションモデルを使用して、必要な静的適応を決定します。このモデルは、さまざまな負荷を与えたときの構造物の挙動を表し、3か所のサポートの最適な位置を計算します。次に、振動を最高の効率で減衰させるために、動的挙動の記述がモデルに追加されています。動的挙動モデルと、このモデルから計算したフィードバック制御をベースにした振動減衰の制御コンセプトが、このStuttgart SmartShellに使用されています。フィードバック制御は分析的なモデル記述から直接導かれます。そのため、静的負荷状態や支持ポイント位置決め用セットポイ

ントなどの、シェルの時変パラメータに、フィードバック制御を適応させることができます。このフィードバック制御は、制御における減衰特性を最適化するとともに、制振に必要なエネルギーを最小化するように設計されています。静的適応のためのセットポイントとアクティブ制振(図3)を組み合わせることにより、この2つの適応要件を同時に満たすことができます(図4, 6)。

プロトタイプの実装

Stuttgart SmartShellの制御システム(図5)には、下記の機能が必要となります。

図4: 制振なしの振動(青色のカーブ)とアクティブ制振を行った場合の振動(赤色のカーブ)の比較。減衰制御が3秒の時点で開始され、振動持続時間が80%短縮されています。

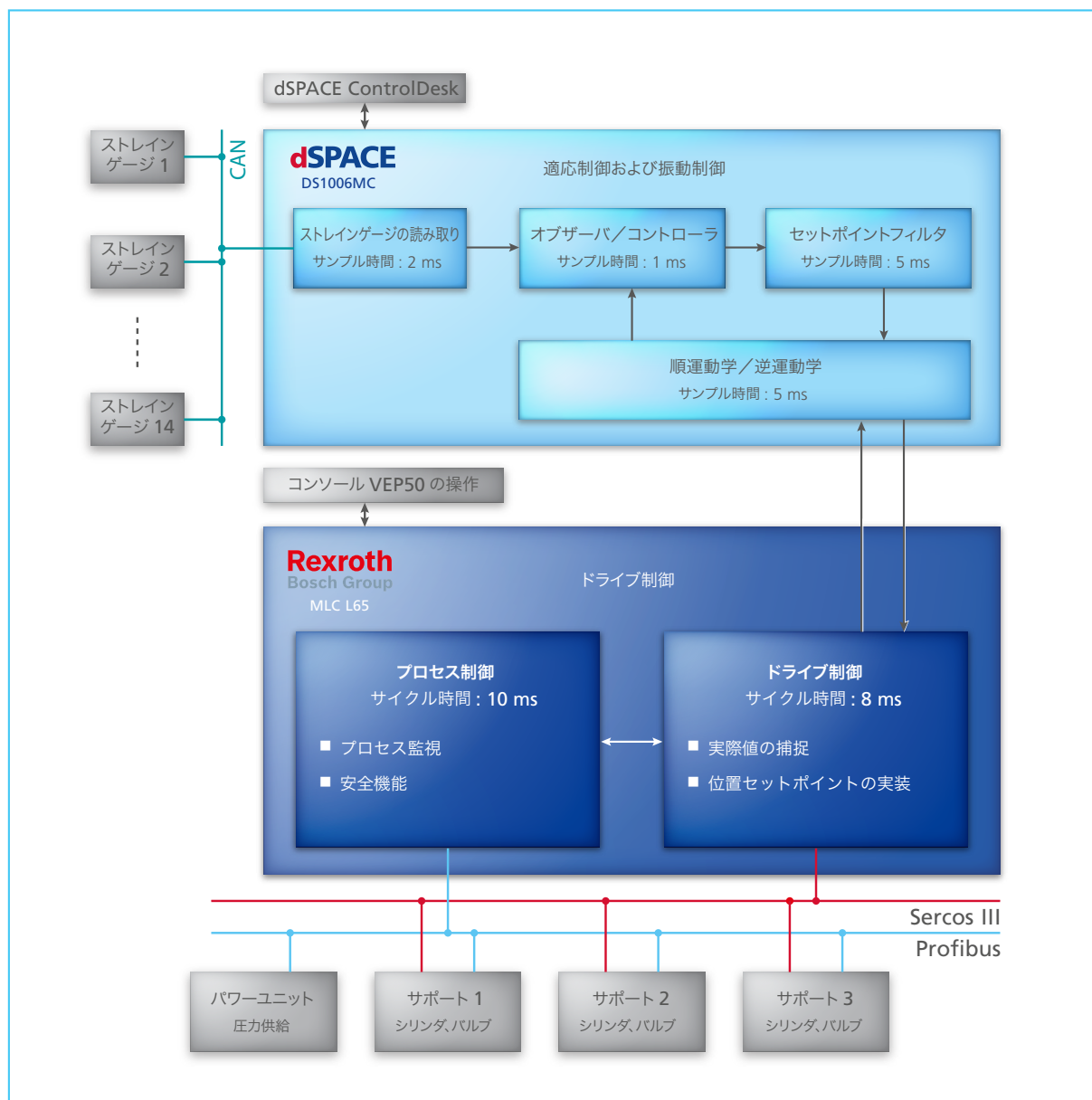




「dSPACEのプロトタイピングシステムを使用して、超軽量構造物の適応コンセプトを短時間で実装できました」

Martin Weickgenannt氏、シュトゥットガルト大学

図5: 静的および動的適応の実装に必要なソフトウェアおよびハードウェアの構成



結論

dSPACEコントローラボードとRexroth Motion Logic Control (MLC) を組み合わせて使用することにより、ラビッドプロトタイピングシステムとプロセスECUの両方の長所の相乗効果が得られています。これは、Stuttgart SmartShellのタスク、つまり、静的および動的なセットポイントの生成とプロセス制御を効率的に実装できることを意味します。

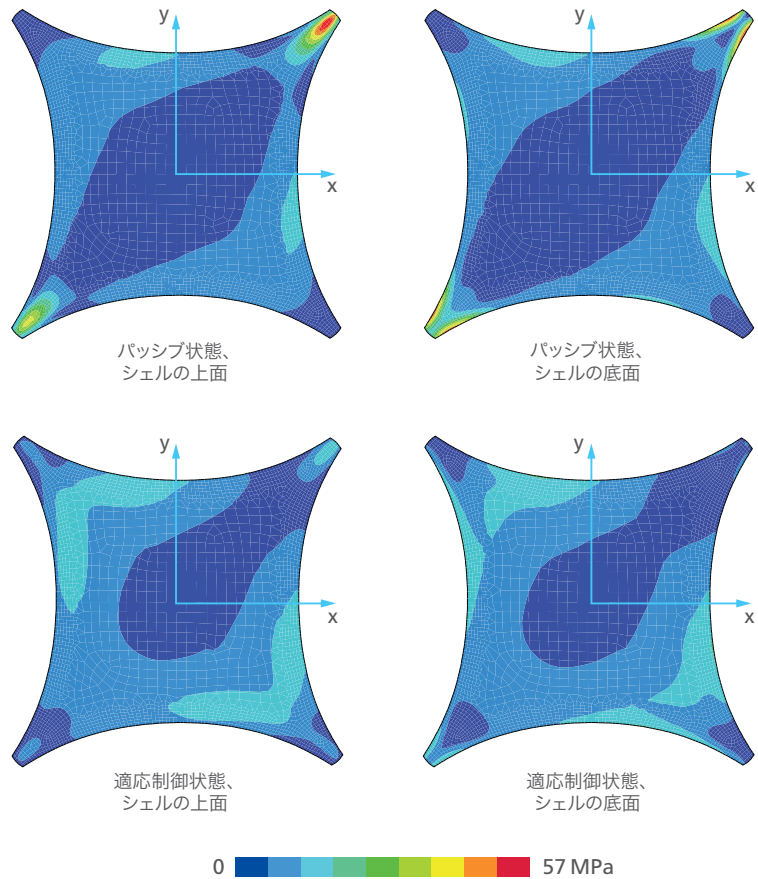
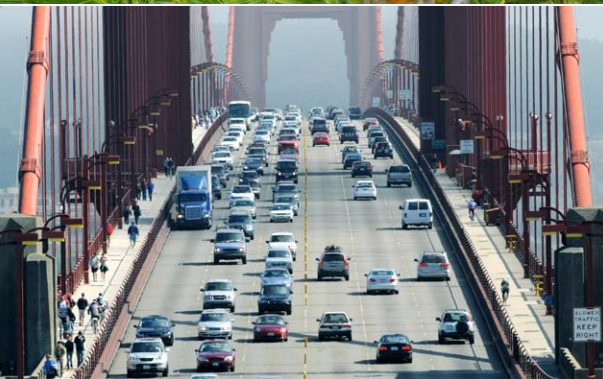


図6: 典型的な外部負荷による応力の分布。適応制御により応力のピークが66%減少しています。

- 油圧機器の制御
- 状態と安全性の周期的監視
- シリンダおよびストレインゲージからの計測値の読み取り
- 振動状態の評価と静的負荷の再構成
- 静的適応および制振のためのセットポイント生成
- アクチュエータ高精度制御の実行

これらの複雑なタスクを実行するシステムは、dSPACE DS1006 Processor Boardと、Bosch Rexroth社製のMotion Logic Control (MLC) ユニットで構成されています。MLCは油圧システムのタスクを制御し、それぞれの油圧装置に位置と力の制御入力を送

ります。DS1006は状態の評価を行い、静的および動的なセットポイントを生成します。また、DS1006は、順運動学と逆運動学の計算にも使用されています。これらは、支持点の位置と力のためのセットポイントを、それぞれの装置のローカルセットポイントに変換するために使用されます。支持点の位置と力のための現在値は、その支持点のローカルな測定値から取得され、グローバルの座標系に変換されます。高度で複雑な運動学の計算と非常に短い5 msのサイクルタイムのために、大きな計算負荷が発生します。このような場合に、DS1006の柔軟な設定オプションが特に役立ち、簡単にそれぞれの



このシェル構造材の厚さはわずか40 mm。

プロセッサコアに計算処理を分散させることができるため、処理能力を最適条件で使用することができます。DS1006とMLC間の、転送速度12 MBit/sのPROFIBUS接続により、セットポイント、測定値、および制御コマンドの高速通信が可能です。歪みセンサは、独立した3系統のCANネットワークを通じ、サンプリングレート200 HzでDS1006に接続されます。RTI CAN MultiMessage Blocksetを使用して、CANインターフェースを即座に、また簡単にセットアップすることができます。最後に、試験ソフトウェアのControlDeskを使用して、それぞれの油圧装置のセットポイントなどの項目を指定し、さまざまな制御ストラテジを簡単に切り換えて試験することができます。■

Martin Weickgenannt
Stefan Neuhäuser
Werner Sobek
Oliver Sawodny
シュトゥットガルト大学

Stefan Neuhäuser氏

シュトゥットガルト大学の軽量構造物および概念設計研究所の研究員です。



Martin Weickgenannt氏

シュトゥットガルト大学のシステムダイナミクス研究所の研究員であり、現在はDürr Systems GmbH社に在籍しています。



Werner Sobek氏

シュトゥットガルト大学の軽量構造物および概念設計研究所の所長であり、Werner Sobekグループの創設者です。



Oliver Sawodny氏

シュトゥットガルト大学のシステムダイナミクス研究所の所長です。



Stuttgart SmartShellの動作を動画でご覧ください。
www.youtube.com/watch?v=vDb2h1-7LA0



Robots in the Rose Garden

限りある資源や気候変動、世界人口の急激な増加によって、園芸および農業の分野では、効率性および持続可能性が最大の課題になっています。最新のテクノロジーを使用することが、これらの課題を解決するための鍵となります。カイザースラウテルン大学の機械および自動車工学メカトロニクス研究所の学生チームは、他の大学のチームとともに、毎年開催される自律型作業用ロボットの国際競技であるField Robot Eventに参加します。この記事では、競技会へのチームの取り組みを通じて新世代の農業技術について紹介します。



園芸および農業用自律型車両



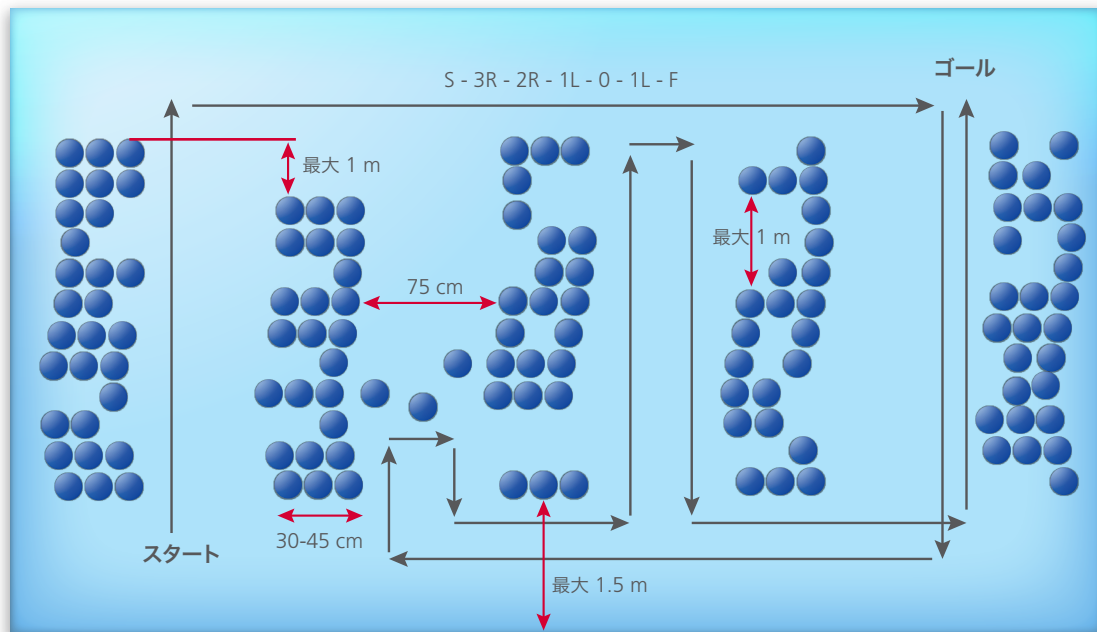


図1: Field Robot Event 2012の課題は、植物の列の間を所定の経路に沿って自律して走行することでした。

「dSPACEのMicroAutoBox II Embedded PCは、ECU開発で実績のあるハードウェア関連のツールとPCの柔軟性を組み合わせたものであり、自律型車両開発の卓越したプラットフォームとして使用することができました」

Roland Werner氏、カイザースラウテルン大学

小さな革命

インテリジェントなセンサ、GPSを利用したセンチメートルレベルの精度をもつ自動操舵システム、ロボットおよび自律型車両が、農業工学における次の大きなステップと考えられています。これらのきわめて大きな課題を克服するには、創造的な新たなアプローチと学際的な発想が必要となります。カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス (MEC) 研究所は、この課題に取り組む学生チームを立ち上げ、学生たちは協力して農作業用の自律型車両を開発しました。

競技会

このプロジェクトでのチームのその年のハイライトは、フロリアード (オランダで10年に1回開催される国際的な園芸博覧会) の一部として、フェンロー (オランダ南東部の都市) において2012年に開催された、Field Robot Eventへの参加でした。Field Robot Eventでの課題とは、植物の列の間を車両に自律的に走行させることでした。地面には、植物が植えられていない部分や、列が曲がったり行き止まりになっている箇所があり、車両が植物の列に沿って走行することを困難にしています。また、

車両がコースの途中で農業に関連した作業を行うことも課題の1つでした。各チームの評価は、3分間に走行した距離と、作業を達成した分の加点、および植物を傷つけたり人が介入した場合の減点に基づいて行われました。昨年のField Robot Eventの課題は、鉢植えの薔薇が並んでいる列で、無作為に選択され、特別なマークが付けられている薔薇の鉢を探して運び、また元の場所に戻すことでした。

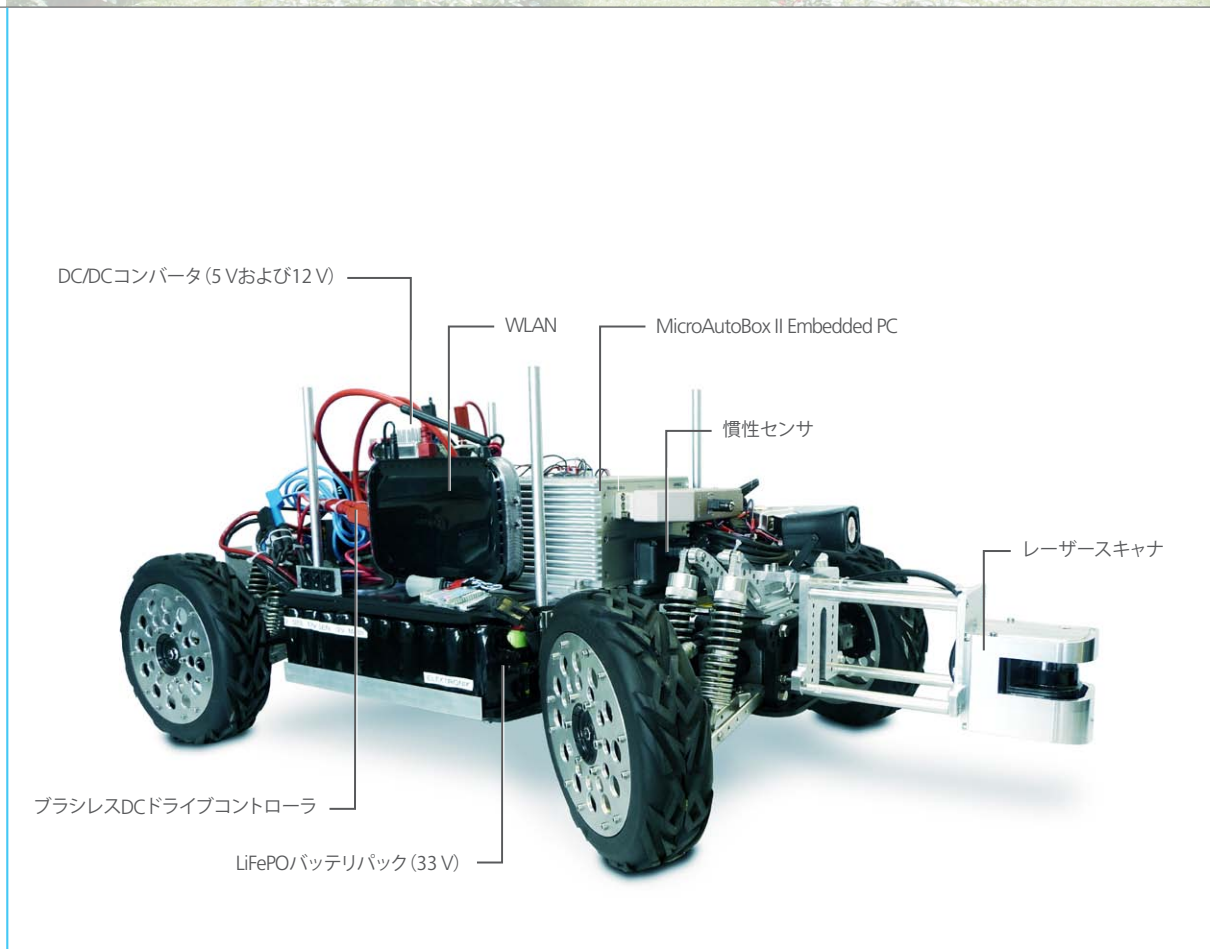


図2:カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス (MEC) 研究所の学生チームが開発した自律型車両の主要コンポーネント

車両の目で見た世界

多数のセンサによって、周囲の環境を識別する能力を車両は備えています (図2 および3)。自律走行のための重要なコンポーネントとして、車両の前後に搭載された2個のレーザースキャナがあります。このスキャナの走査面の視界角は240°で、車両周囲の環境に存在する障害物を検出することができます。植物の列の終わりや方向を転換するときは、慣性センサによってヨーレートが計測され、その結果により計算された車両の向きが非常に重要とな

ります。車両のルーフに搭載された6個のステレオwebカメラで合計360°の視界を得ることにより、マーク付きの鉢植えを探し、車両からの距離についての情報を取得しています。また、この車両には自律走行のためのセンサだけでなく、開発およびテスト用として、WLANインターフェースとR/C受信機が搭載されています。

4輪操舵と4輪駆動

車両アクチュエータには、未舗装の地面で、障害物を避けながら、鉢植えの列の

間の狭い空間で方向転換をするといった難題が課されています。この車両は、4つのサーボモーターを使用して、全4輪を個別に操舵することができます。中央の出力2 kWのブラシレスDCドライブとフルタイム4WD方式により、4つのタイヤに必要な駆動力が伝達されます。インテリジェントなパワーコンバータにより、車両の33 VのLiFePOバッテリーパックからドライブに電力が供給されます。



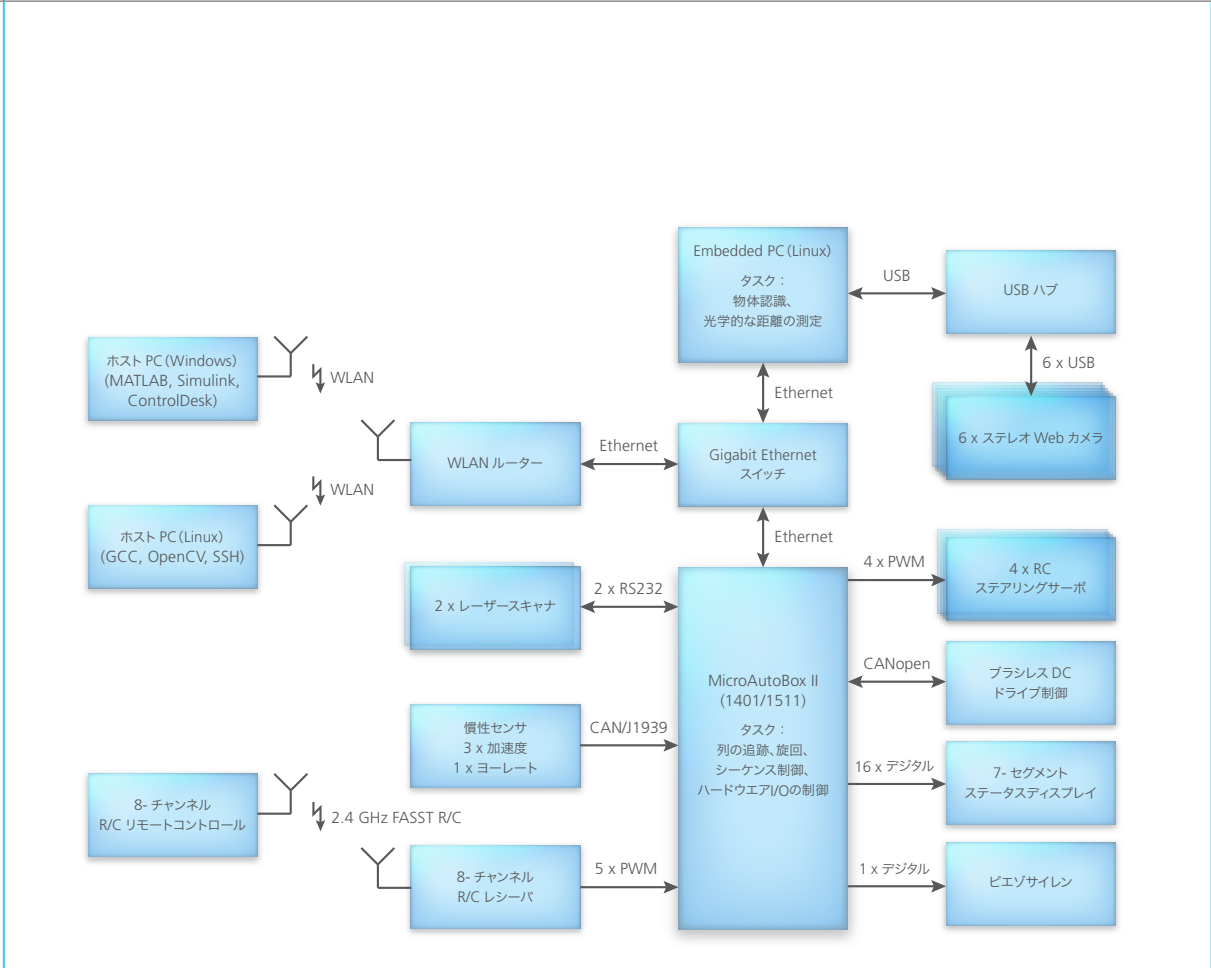


図3: 自律型車両のセンサ、信号処理、アクチュエータのブロック線図

分散型信号処理 (1) : MicroAutoBox II によるリアルタイム制御

信号の処理とアクチュエータの制御には、現実世界と仮想世界の長所が活用されています。ハードウェア指向の閉ループ

制御タスクは、MicroAutoBox IIによってリアルタイムに処理されます。列の検出、経路の追跡、および末端での旋回のためのアルゴリズムと、車両全体のシーケンス制御は、MicroAutoBox II上で動作するソフト

ウェアの主要部分となります。多様なI/Oインターフェースにより、さまざまな種類のセンサおよびアクチュエータを簡単に接続することができます (図3)。MATLAB®/ Simulink®は、このようなタスクのための実

図4: OpenCVによる元の画像内のマーク付き鉢植えの物体認識 (左: 赤、青、黄の3色の縞模様の円筒)、認識された色の領域 (右: 赤、青、黄の枠)、および識別された鉢植えのマーク (右: 白い枠)。



績のある開発環境となっています。また、ControlDesk[®]は、高速で、信頼性が高く、容易なシステム構築および診断を可能にしています。

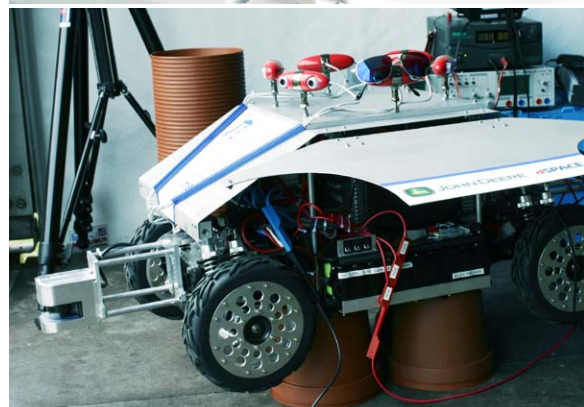
分散型信号処理(2) : Embedded PCIによる画像処理

画像処理と画像認識は、自律型車両のために必須の重要なタスクです。無料で使用できるC/C++ソフトウェアライブラリであるOpenCVには、Windows[®]やLinuxなど、さまざまなプラットフォームで使用できる、最新のアルゴリズムの包括的なライブラリが含まれています。

MicroAutoBox IIとEmbedded PCを組み合わせることにより、システム全体への画像処理タスクの統合をきわめて容易に行うことができます。内部のGigabit EthernetスイッチとUDP/IPIによって、MicroAutoBox IIとLinuxが動作するEmbedded PC間的高速通信が保証されます。Field Robot Event 2012の課題の1つは、無作為に選択された特別なマークが付けられている薔薇の鉢植えを自律型ロボットに識別させ、その鉢植えのすぐ近くで停止することでした。この鉢植え用のマークは、赤、青、黄の3色の縞模様の円筒が選択されました(図4)。このマークの認識はシーケンシャルに実行され、最初のステップでは、マークに使用されている色が高い割合で含まれ

ている画像エリアの識別を行います。次に、これらの画像エリアの配置を使用して、探しているマークと、環境内の他のランダムな画像成分とを区別します。発見されたマークのサイズとステレオ画像の深さの情報が、車両とマーク付きの鉢植えとの距離を測定するための基準値として使用されます。

Roland Werner
カイザースラウテルン大学



まとめと今後の展望

Field Robot Event 2012は、MECチームの車両開発にとって第2のステージとなりました。このチームは、前年度のデビュー時と比較して、18チームでの順位が10位から6位に上がりました。特に、dSPACE MicroAutoBox IIへのプラットフォームの変更が大きく貢献しました。信頼性が高く実績のあるツールを使用することにより、このチームは機能の開発に集中することができました。また、MicroAutoBox IIとEmbedded PCとの組み合わせが特に効果を発揮し、このチームは、リアルタイム要件を満たしたハードウェア指向のアプリケーションと、さまざまなI/Oインターフェースを、PCの柔軟性を犠牲にせずに実装すること

ができました。カイザースラウテルン大学の学生たちの次のステップは、プラハにあるチェコ生命科学大学(CZU)で開催されるField Robot Event 2013に、さらに最適化を進めた車両で出場することです。

Roland Werner氏

同氏は、カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス研究所(所長: Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller)の研究助手で、学生たちによる自律型車両の開発を指導しています。



Li-ionバッテリーの高いエネルギー密度を完全に生かすには、個々のセルの充電状態を正確に監視する必要があります。dSPACEは、初期モデルから車載テストまで、開発プロセス全体を通してこのタスクを実行するバッテリーマネジメントシステムを開発しました。このシステムは、Li-ionバッテリーの計測と制御を主な目的とします。

強力なバッテリーを必要とする電気自動車

20世紀に内燃機関が繁栄した理由の1つは、ガソリンが持つ高いエネルギー密度にあります。自動車は1リットルのガソリンで長い距離を走行できますが、ガソリンと同じ質量または体積を持つバッテリーを使用して電気自動車が走行できる距離はほんのわずかです。このように、電気自動車の躍進には高出力でエネルギー密度の高いバッテリーを開発することが鍵となります。

Perfect Balance

プロトタイピングにおけるLi-ionバッテリーのセル電圧制御





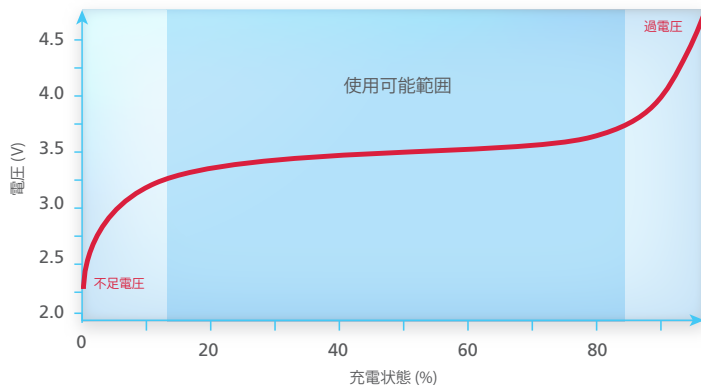


図1: Li-ionセルの典型的な負荷曲線 - 使用可能電圧レンジは数100 mVの狭い範囲に制限される

Li-ionバッテリーのソリューション

Li-ion技術に基づくバッテリーは、高密度エネルギー貯蔵方式の1つです。Li-ionバッテリーは多数のセルにより構成され、1つのセルが発生する電圧は、バッテリーのタイプにもよりますが、通常は3.3~4.2Vの範囲です。このため、必要とされる数100 Vの電圧を得るために、多数のセルを連結して1つのセルスタックを構成します。

Li-ionバッテリーと監視の必要性

Li-ionバッテリーの1つのセルの使用可能電圧レンジは数100 mVという狭い範囲に制限されるため、バッテリーを常時監視および制御する必要があります(図1)。電圧がこの適正範囲から外れるほど、セルの寿命は短くなります。極端な場合、セルが破損してしまうことすらあります。携帯電話やノートパソコンのバッテリー火災や、あのボーイング

787のバッテリー火災事故は、バッテリーの状態を監視することの重要性を如実に示しています。従って、セルの電圧を過電圧・不足電圧から守ることが何よりも重要ですここで、バッテリーマネジメントシステム(BMS)がその役割を担います。このシステムには、セルスタック全体の電圧が数100 Vに達するという状況下で、ガルバニック絶縁を保ってセル電圧を高精度(数mVレベル)に計測するという困難なタスクが課せられます。温度はセルの状態に大きく影響するため、BMSは温度も監視する必要があります。BMSは所定のアルゴリズムを使用して個々のセルを常時監視し、バッテリーの充電状態(SOC)や劣化状態(SoH)などを判定します。BMSは、すべてのセルの電圧を均一に保つ「セルバランシング」と呼ばれるタスクも実行します。パッシブなセルバランシングでは、電圧が高すぎるセルに抵抗器を並列に接続することによって、そのセルの過剰な充電を取り除きます。スタック内のセル電圧の均一化は、Li-ionバッテリーの寿命に影響する最重要因子の1つです。

dSPACEのバッテリーマネジメントシステムは、高電圧バッテリーをセルレベルで高精度に管理します。

図2: モジュラー構造を持つdSPACEバッテリーマネジメントシステム - 最大で約200セルまで柔軟に構成でき、車両に直接搭載することも可能



dSPACEのバッテリーマネジメントシステム

既存のソリューションでは上記の要件を満たせないため、dSPACEではラピッドコントロールプロトタイピングに対応したバッテリーマネジメントシステムとして「Battery Cell Voltage Measurement and Balancing」を独自に開発しました。このシステムは、ラピッドコントロールプロトタイピング中にLi-ionバッテリーのセル電圧を計測および制御するのみならず、バッテリーマネジメントアルゴリズムの開発もサポートします。このdSPACE BMS (Battery Management and Balancing System)には、総電圧が846VまでのLi-ionバッテリーを接続できます。このシステムは各セルの電圧を高精度に計測し、必要に応じて抵抗器をスイッチングすることで、個々のセルの電圧を低減します。システムはモジュラー型であるため、組み合わせによって6~約200セルに構成できます。これを車両に直接搭載することも可能です。各モジュールは、Ethernet経由でMicroAutoBox IIなどのdSPACEプロトタイピングシステムに接続します。1つのモジュールで最大24セルの電圧と温度を計測し、パッシブ方式で個々のセルを平衡化できます。バランスング用の抵抗は別体のキャリアボードに実装するため、異なる抵抗値をすばやく試せます。電圧および温度計測用の入力はガルバニック絶縁されているため、実際の

主な機能

最大セル数	約200
最大電圧	846 V
モジュールあたりのセル数	24
セル電圧	0~5 V
計測周波数	最大1 kSPS
精度	±3 mV at 3.3 V ±300 mV
分解能	0.61 mV
同期計測	全セル
BMS IC	Intersil ISL78600
温度計測	セルごと、サーミスタ(NTC)を使用
バランスング方式	パッシブバランスング
絶縁	完全なガルバニック絶縁
絶縁状態の監視	絶縁監視デバイスへのインターフェース
安全機能	ウォッチドッグ、診断オプション、温度監視
ハードウェアインターフェース	Ethernet
ソフトウェアインターフェース	Simulink®ブロックセット

バッテリーをシステムに接続することもできます。プロトタイピングシステムすべての性能は、最終製品の性能を超えている必要があります。dSPACE BMSは、セル数に関係なく、1 kHz以下の計測周波数で±3 mVの精度を達成します。この精度は、セルの化学的特性の調査も可能にします。各モジュールのセル電圧計測プロセスを同期させることもできます。「手動バランスング」モードでは、セル

バランスングの頻度を任意に設定でき、セルごとに平衡化することも、複数セルを集散的に平衡化することもできます。これにより、ユーザは全く自由にバッテリーマネジメントアルゴリズムを開発できます。「自動バランスング」モードでは、目標電圧とスイッチOFF時間が自動的に設定されるため、ユーザはより重要なBMSアルゴリズムに集中できます。

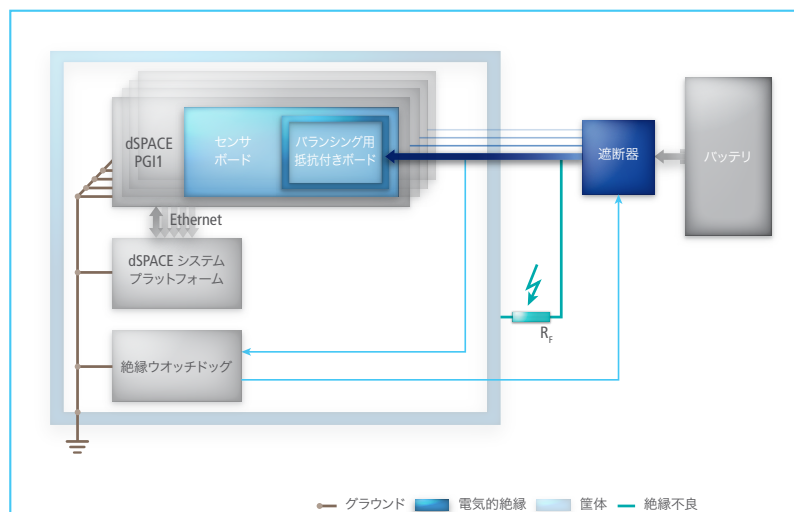
シームレスなシステム監視

システム全体の状態を常時監視するために、dSPACE BMSは下記の強力なエラー検出機能とアラーム機能を備えています。

- ハードウェア障害および通信/同期エラー警告
- 温度警告
- 絶縁不良警告
- セル不足電圧/過電圧警告

システム全体の安全性を確保するため、別体のデバイスが絶縁抵抗を監視します。これは絶縁状態に関する情報を常時提供し、絶縁不良を検出すると即座にアラームを出力します。安全上の理由から、dSPACEではこのBMSを「エンジニアリングプロジェクトにおけるターンキーシステム」としてのみ提供します。■

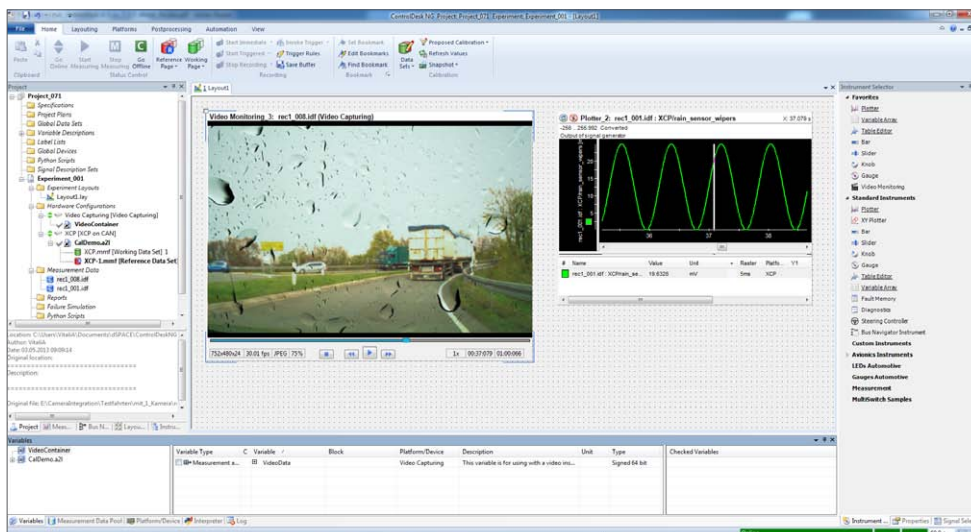
図3: 高電圧バッテリー使用時の安全性を確保するdSPACEバッテリーマネジメントシステムの絶縁コンセプト





ControlDesk Next Generation (dSPACEの試験ソフトウェア)バージョン4.3は、自動車、航空、産業アプリケーション向けの大きな技術革新を実現します。たとえば、ビデオ計器を使用して統合カメラインターフェースを介してカメラ画像を記録し、計測記録と同期して再生することができます。航空分野向けには、高度計、人工水平儀、方位計、対気速度計を備えた新しいPrimary Flight Display (PFD) があります。

ビデオ計器とカメラインターフェースは、映像とバスデータを同期して記録および再生するために使用されます(下図は、新しいユーザーインターフェースを備えたControlDesk 5.0です)。



自動車、航空、産業向けの新しいControlDesk計器

A Clear View

RJ 95 C 11
1822

ビデオ計器とカメラインターフェース

ControlDesk®に表示される計測値と同期してカメラ画像を記録すれば、数多くの用途で役に立ちます。こうして記録された画像により、制御イベントの現実世界での効果を評価し、表示する際の品質を高めることができ、ユーザの創造力を自由に働かせることができます。想定される用途のほん

の数例を以下に紹介します。

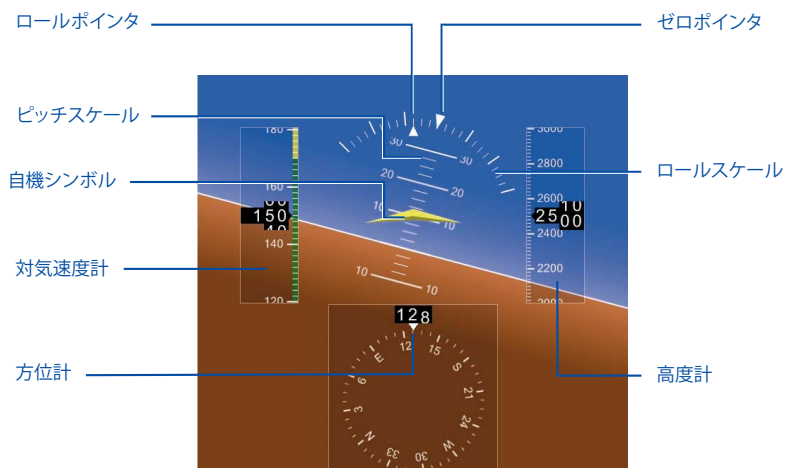
- ワイパー制御とレインセンサ間の相互作用の検証
- ADASアプリケーションにおける制御イベントのビジュアル表示
- 産業用ロボット／製造機械の動作のビジュアル表示

ControlDeskは、これらの処理に必要なカメラインターフェースとビデオ計器を提供しており、業界標準仕様のカメラも、シンプルなUSBカメラも接続が可能です。また、映像はリアルタイムに計測と同期して再生できるだけではなく、何回でも繰り返し再生でき、必要に応じてエクスポートすることもできます。■

航空用計器

航空アプリケーションからの計測値は、ControlDeskが提供するリアルなコックピット計器（高度計、人工水平儀、方位計、対気速度計）を用いてビジュアル表示することができます。

ControlDeskのレイアウト上で使用されるこれらの計器は、計測またはシミュレーションのいずれの場合でも、航空機の動きにリアルな印象を与えます。



dSPACE自動車用シミュレーションモデル(ASM)
による仮想環境でのテストドライブ

Virtual

Winter Tests

今日、自動車は数多くの徹底的なテストを経て初めて製品化されます。テスト車両を使ったテストだけでは、複雑な電子制御ユニット (ECU) の検証を行うには十分とは言えません。こうした作業はシミュレーションモデルを使用して実施され、それによりECU開発はバーチャルビークルを使用した仮想環境におけるテスト段階へと移行します。dSPACEシミュレーションモデルがこの課題にどのように対処しているかを、dSPACEのモデリンググループを統括しているDr. Hagen Hauptが説明します。

初めに自動車用シミュレーションモデル (ASM) について簡単にご説明ください。

自動車用シミュレーションモデル (ASM) は、プラントモデルと呼ばれる制御対象システムの代わりとなるモデルベースの仮想システムです。ASMは、MATLAB®/Simulink®で作成され、電気/電子システムの開発プロセスにおいて不可欠となるシミュレーションタスクのすべてをサポートしています。dSPACEは、エンジン、エレクトリックコンポーネント、ビークルダイナミクス、および運転支援システム向けのモデルを提供しています。当社では、2005年に初めてASMを市場に投入し、それ以来モデルの拡張を続けてきました。

どのような目標を設定し、そしてこれまでに何を達成できたのでしょうか。

最初から、主要な目標を2つ設定していました。1つの目標は、HILシミュレーションに必要なすべてのコンポーネントを単一のベンダーから入手するというオプションをお客様に提供することでした。その理由は、これによって設定、オペレーション、保守に関して多大なメリットを提供できるからです。もう1つの目標は、機能開発からHILテストまで複数のチームとプロジェクトにまたがって重要なノウハウを共有することを可能にし、シームレスで効率

的なシミュレーションプロセスの実現に重点を置くことでした。今では、現時点で重要なすべての車載アプリケーションにおいて、ECU機能の開発とテストに対してこのシームレスな統合を提供することができるようになりました。

モデルの主な利点は何でしょうか。

お客様が特に高く評価している点は、モデルのオープン性です。お客様は、モデル化されたコンポーネントの実装を個別のSimulinkブロックレベルまで完全に追跡できるだけでなく、お客様自身でモデルを調整することもできます。機能開発からHILテストまで同じモデルとパラメータ設定を使用することによって、プロセス全体が合理化されます。シミュレーション操作では、グラフィカルツールのModelDeskにより最大の利便性が得られます。このツールは、モデルの設定とパラメータ化、シミュレーションの開始、シミュレーション結果のビジュアル表示を、オフラインシミュレーションからHILシミュレーションに至るまでシームレスに行うための中心的な役割を果たしています。

ASMモデル ポートフォリオ

内燃機関のモデル:

- ASM Diesel/Gasoline Engine (平均有効圧モデル)
- ASM Diesel/Gasoline InCylinder (物理モデル)
- ASM Turbocharger (物理モデル)
- ASM Diesel Exhaust System (物理モデル)

ビークルダイナミクスモデル:

- ASM Vehicle Dynamics
- ASM Truck
- ASM Trailer
- ASM Brake Hydraulics
- ASM Pneumatics
- ASM KnC

環境モデル:

- ASM Traffic
- ASM Environment

ASMの動画をご覧ください。



モデルにはどのような特長がありますか。特長の1つは、モデルが標準インターフェースを搭載しているため、ユーザが建築ブロックのようにモデルを組み合わせることで、個別のアプリケーションに合わせて必要な範囲と品質を的確に調整できることです。たとえば、特定のバッテリーセル特性を持つハイブリッドドライブを表すモデルを組み立てることができません。この作業はグラフィカルツールの

Scaniaの重要部門も新規のお客様となっています。また、当社のモデルは、いくつか例をあげると、アメリカのGM、ヨーロッパのVolkswagen、日本のマツダによって使用されています。大型車両の分野を代表するお客様としては、Caterpillar、Volvo、WABCOなどがあります。これらの企業は、車両の仕様違いをパラメータ化してシミュレートするのに役立つ、強力なバリエーション管理機能を高く評価しています。

dSPACEでは、電気自動車と運転支援システム向けに提供されているモデルの範囲を戦略的に拡張していく予定です。

ModelDeskで簡単に行うことができるため、さらに生産性が向上します。もう一つの特長は、モデルとdSPACEハードウェアの親和性がきわめて高いことです。これにより、セル電圧のエミュレーションやElectric Driveのシミュレーションを実行する際に、プロセスベースまたはFPGAベースの計算などが可能となります。

どのようなお客様がモデルを使用していますか。

モデルが市場に投入されてからまだ数年しか経過していませんが、今では、全世界の250社のお客様が800件のライセンスを保有しています。主要なお客様として、大手の自動車メーカーやサプライヤに加えて、いくつもの大学が含まれています。最近では、シュトゥットガルトのDaimler、横浜の日産、スウェーデンの

なぜこのように多くの企業でASMが採用されているのでしょうか。

その理由の1つは、ASMがエンジンモデルからトラフィックモデルに至るまで完全なポートフォリオを提供し、バーチャルビークル全体をその環境とともにシミュレーションできるからです。現時点でdSPACEは、このような幅広い総合的なモデルを提供するただ1つのベンダーとなっています。もう一つの理由は、お客様の多くは、独自の内製モデルの使用に関連した保守作業や開発作業のすべてを解消したいと考えています。ASMへと変更することで、これらの作業が大幅に軽減されます。それと同時に、ASMのオープン性のおかげで、ユーザ固有の調整に対応可能な十分な柔軟性もあります。また、開発者が新しいシミュレーションタスクに対応する場合は、時間をかけずに実績のあるモ



デルポートフォリオから必要なモデルを探すか、または当社のサポートを利用してモデルの開発を進めることができます。

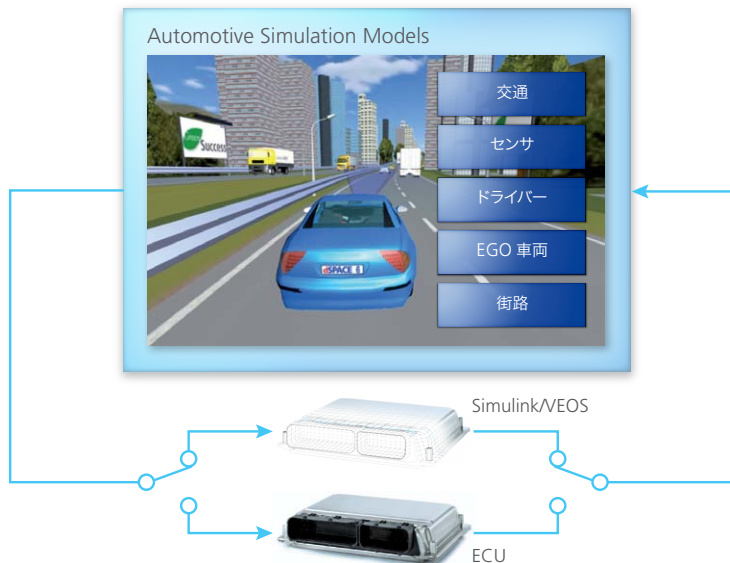
ASMが次に取り組むのはどの適用分野ですか。

主要な分野は、電気自動車と運転支援システムになるはずですが。お客様はこれらの分野で非常に活発な活動を展開されており、当社はシミュレーションモデルによってお客様を支援していきます。既に、ASM Trafficモデルによって、ACC、緊急ブレーキ、車線維持、およびパーキングアシストの開発が促進されています。また、Car2xは非常に刺激的な開発分野の1つであり、当社では、これを支援するシミュレーションツールの年内発売を予定しています。ジャンクションでの交通、マップベースシステム、物体認識のシミュレーションは、数多くある例のほんの一部にすぎません。これらのすべてで重要となるのが、柔軟で使いやすい環境シミュレーションであり、ここでもModelDeskが重要な役割を果たします。Electric Driveの分野では、当社はより精度の高いコンポーネントモデルをポートフォリオに追加する予定で、FPGAベースの高精度コンポーネントモデルも含まれます。また、内燃機関やピークルダイナミクスのシミュレーションのような従来からの応用分野への取り組みも進めており、たとえば、燃焼ベースのエンジン制御に対応した高分解能の筒内圧シミュレーションの開発や、仮想サスペンションテストベンチとしてASM KnCの拡張も進めています。

将来的な開発課題に対して、どのような対策を講じていますか。

電気/電子システムは機能面で進化しており、ますます高度にネットワーク化されています。その結果、ますます大規模化するモデルを組み合わせることが必要になってきています。そのため、モデルの内容だけでなくモデルのハンドリングに関連する新しい課題も発生しています。ハンドリングを容易にするために、当社では、高度に統合されたデータ管理機能を提供することにしました。dSPACEのデータ管理および連携ソフトウェアであるSYNECT®への接続が、ここでは大きな役割を果たします。ASMとdSPACE VEOS®で構

テストのフロントローディング



ASMは、車載E/Eシステムの開発プロセスにおいて初期の統合テストを可能にします。

dSPACEは、エンジンから道路交通に至るまで、自動車用シミュレーションのあらゆる領域に対応できる唯一のモデルベンダーです。

成されるパッケージは、オフラインシミュレーション専用の強力なソリューションを提供します。

シミュレーションのノウハウはどのようにして得られるのですか。

ASMの開発時に、当社はユーザと緊密に連携しているため、新しい要件が発生した場合にはいつでも当社の開発計画に直ちに組み込むことができます。お客様のプロジェクトで開発されたモデルの一部分は、製品に直接取り込まれます。また、特定のタスクについては、そのタスクに関連した経験を持つパートナーと協力しています。電気自動車と運転支援システムという重要な応用分野では、当社は、Toolbox Speichersysteme、TRAFFIS、Virtual Car2xの各研究プロジェクトに積極的に参加しています。確実な研究結果と、dSPACEの実践的な経験およびモデリングの専門知識の組み合わせは、将来の

シミュレーションタスクを実行する強力なシミュレーションモデルを生み出すための理想的な基盤となります。

インタビューにご協力いただき、ありがとうございました。



Dr. Hagen Hauptは、dSPACE GmbHでシミュレーションモデル開発を統括しています。



新しいEthernet Configuration Package
による容易なネットワーク設定

Easy net- working

dSPACEの新しいEthernet Configuration Packageは、リアルタイムシステムにおけるサービスベースのEthernet ECUネットワーク通信を初めて実現しました。

車載Ethernetを使用する理由

FlexRayの車への導入が成功してからわずか数年で、Ethernetは車載通信バスとして既に量産段階に入りつつあります。Ethernetは、その柔軟なレイヤーモデル、広帯域幅、およびコスト効率の高い独立した実装により、車での使用において数多くの可能性を持っています。したがって、Ethernetネットワークは最新の運転支援システムや快適およびエンターテインメント新機能、ECUフラッシング、および他の機能において重要な役割を果たします。

レーション向けのDS1006 Processor Boardと、MATLAB®/Simulink®用に設計されたブロックセットを使用したラピッドコントロールプロトタイプ向けのMicro-AutoBoxがあります。これらの製品は、主に、Ethernetを介したUDP (User Datagram Protocol) およびTCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) に重点を置いています。ただし、Ethernet/IPに関する現在の議論は、UDPおよびTCP/IPより上位のレイヤーへのアドレス指定について行われており、サービスベースの通

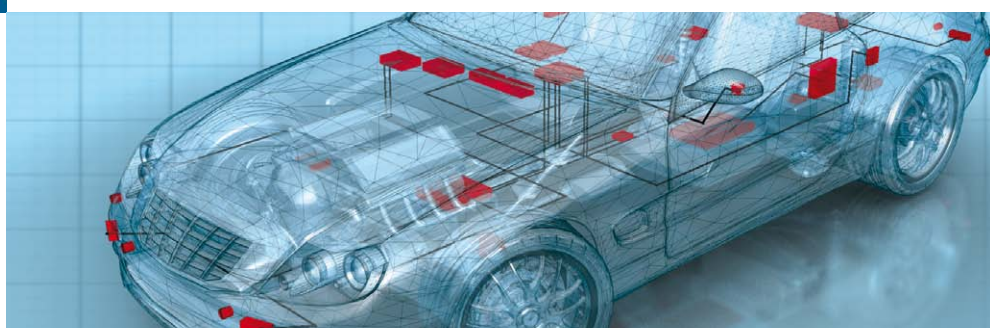
Ethernetネットワークは最新の運転支援システムにおいて重要な役割を果たします。

Ethernetネットワークは自動車での使用にしばしば最適化されてきたため、開発では、通信システムの他の多くの側面にも重点を置いています。たとえば、dSPACEもメンバーとなっているOPEN Alliance Special Interest Group (OPEN Alliance SIG) は、シールド無しシングルツイストペアケーブルを使用したEthernetベースのネットワークを幅広く普及させるための活動を進めています。ASAM MCD-2-NET (FIBEX) およびAUTOSARの活動分野には、通信記述の標準化とミドルウェアレイヤーの整合を目的とした活動も含まれます。車載Ethernetの導入を計画しているユーザや興味を持っている関係者は、既に多数に上っています。dSPACEは、これらのお客様を、新しいEthernet Configuration Packageによってサポートします。

dSPACEとEthernet

長年、dSPACEは、Ethernetをリアルタイムシステムに接続するための製品とソリューションを提供してきました。2つの例をあげると、HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュ

信を実装することを目的としています (図1)。ここでは、サービスベースの通信向けのシリアルプロトコルであるSOME/IPと、サービス検出プロトコルのSOME/IP-SDが、重要な役割を果たします。2011年9月にASAM (www.asam.net) によって公開されたFIBEX 4と呼ばれるFIBEX規格のバージョンは、Ethernetを介したサービスベースの通信に必要な追加的なエレメントを記述するというニーズに対応しています。最初の適用段階で集められた経験に基づいて、FIBEX 4.1が間もなくリリースされる予定となっています。FIBEX 4は、Ethernetベースの車載通信ネットワーク用のデータ交換フォーマットに向けての第一段階となります。Ethernetを介したサービスベースの通信に対応するさらに多くの通信記述、特にAUTOSAR用の通信記述が続いて登場することになっています。このIPベースおよびサービスベースの通信の背後にある主な考え方について、FIBEX 4フォーマットから引用しながら以下に説明します。



Ethernet Configuration Package機能

- リアルタイムシステムにおけるサービス指向でイベントベースのEthernet通信を実現
- FIBEX 4の通信記述をサポート
- SOME/IPミドルウェアをサポート



Ethernet を介したサービスベース通信の ISO/OSI レイヤーモデル

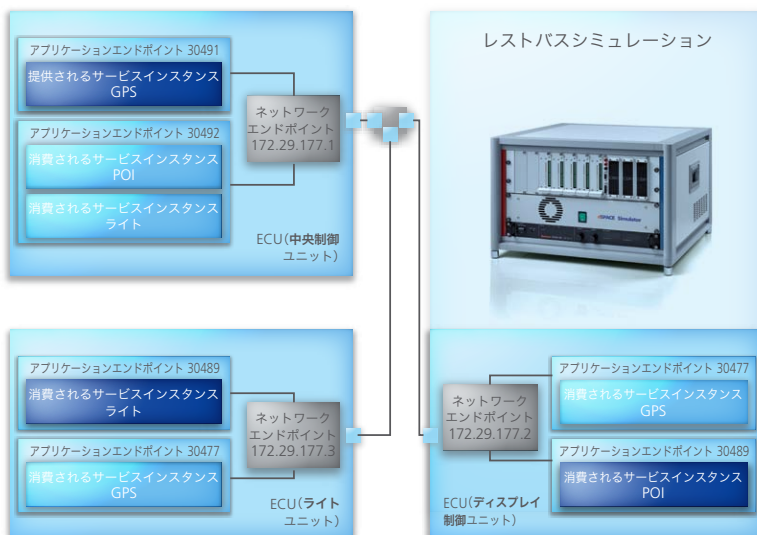
FIBEX 4によるサービスベースの通信

Ethernetの仕様はIEEE 802.3で規定されており、ISO/OSIモデルの最初にある2つのレイヤーに対応しています。ネットワークノードは物理伝送媒体を共有するので、衝突が発生することがあります。このような衝突は、結合要素としてスイッチを使用するポイントツーポイント接続によって回避することができます。fibex4ethernetスキーマは、データ

リンクレイヤーと物理レイヤーにおけるEthernetを記述するために必要なエレメントによって、FIBEXトポロジを拡張します。ネットワークエンドポイントとアプリケーションエンドポイントはfibex4itスキーマに統合され、またIPアドレスと転送アドレス（ポートなど）のエレメントが追加されました。FIBEX仕様は、Ethernetを介した通信に関する2つの基本的な概念によって拡張されました。それらの概

念の1つは、CANで使用されるような標準的な信号に基づく通信です。この通信では、PDU（プロトコルデータユニット）のEthernetへのマッピングが行われます。したがって、PDUに対応するネットワークエンドポイントとアプリケーションエンドポイントは、FIBEXでモデリングされます。EthernetはUDPを介して単純な信号を送信するだけでなく、他の機能も提供しているため、もう1つの基本的な概念は、より上位のレイヤーにおける通信を記述するためのメソッドを含む複雑なサービスインターフェースの指定を可能にします。汎用のデータタイプをこのメソッドのパラメータに使用すると、単純な信号よりも高度に構造化された情報を送信できます。fibex4servicesスキーマには、サービスベースの通信をモデリングするためのエレメントが含まれています。アプリケーションエンドポイントの下には、提供されるサービスまたは消費されるサービスのどちらかとしてインスタンス化されるサービスインターフェースがあります。

図1: サービスベースのECU通信の例

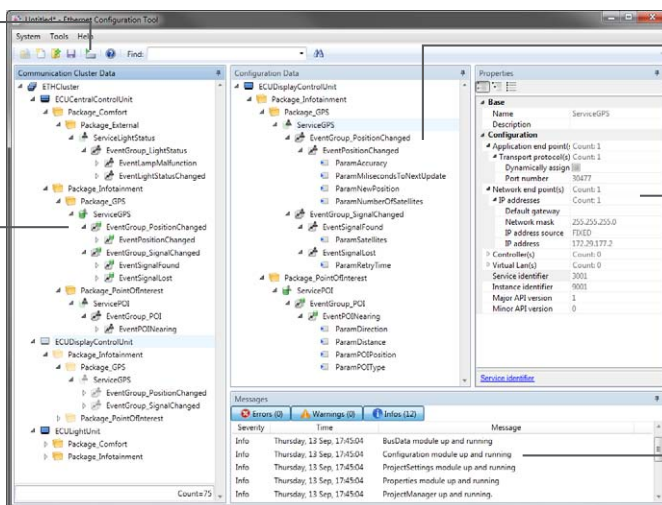


ツールサポート

dSPACE Ethernet Configuration Packageは、FIBEX 4で記述されたサービスベースおよびイベントベースの通信のシミュレーションをサポートしています。dSPACE Ethernet Configuration Packagesの最初のバージョンは、クアッドコアのDS1006 Processor Boardを搭載したシステムで利用できます。dSPACE

コード生成の開始

クラス、ノード、サービス、イベントなどのFIBEXエレメントのビジュアル表示



リストバスシミュレーション用に選択されたノード、サービス、イベント

重要なエレメント属性の表示

ログの表示

図2: dSPACE Ethernet Configuration Tool

FlexRayのサポートと同じように、dSPACE Ethernet Configuration Packageは2つのコンポーネントで構成されています。1つはdSPACE Ethernet Configuration Toolで、dSPACEシステムをサービスベースのEthernetネットワークのシミュレーションノードとして設定するために使用します。もう1つはRTI Ethernet Configuration Blocksetで、MATLAB/Simulinkでサービスベースの通信をモデリングするために使用します (図3)。

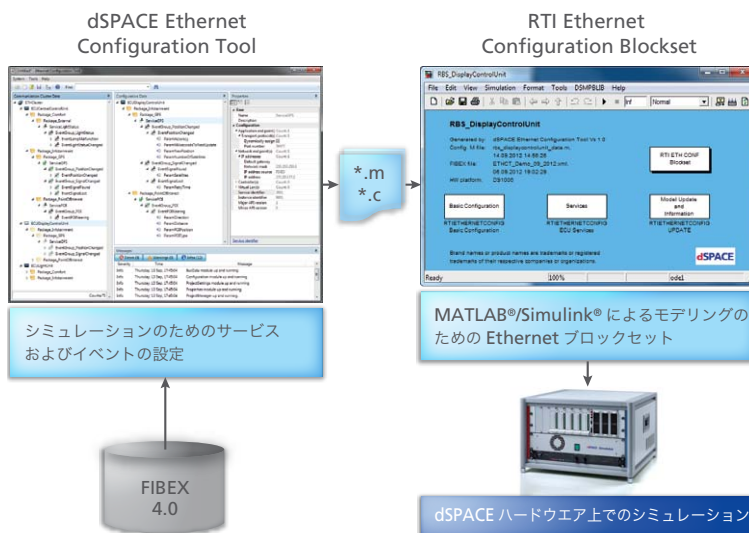
ントブロックが含まれます。Simulinkインターフェイスモデルは、シミュレートされるECUに対して、サブシステムとそれに関連するサービスインスタンスインターフェイスを提供します。イベントブロックがパラメータ化されているため、ユーザは、制御モデルの機能を設計することができます。たとえば、Ethernet/IPを介した新しい通信の試行や、リストバスシミュレーションの実行などがそ

の例としてあげられます。新しいdSPACE Ethernet Configuration Packageは、サービスベースの車載Ethernet通信を行うリアルタイムシステムのリストバスシミュレーションに対応した最初のツールです。6月にリリースされた最新バージョンのEthernet Configuration Package 1.1は、動的サービス検出もサポートしています。さらに新しいバージョンがリリースされる予定となっています。■

dSPACE Ethernet Configuration Tool

FIBEX 4ファイルは、dSPACE Ethernet Configuration Toolを使用してインポートおよびビジュアル表示を行うことができます。クラス、ECU、サービス、イベントなどのFIBEXエレメントは、明確に組織化されたツリーによって表されます (図2)。ユーザは、シミュレーション用のECU、サービス、イベントを、ドラッグアンドドロップによって簡単に選択できます。構造化されたビューには、FIBEXエレメントの最も重要な属性が表示されます。選択されたサービスとイベントは、自動通信コード生成機能への入力としての役割を果たします。MATLAB/Simulinkにおけるサービスベースのモデルフレーム生成の基盤として、伝送ファイルが生成されます。その結果は、Simulinkインターフェイスモデルとなります。このモデルには、事前に設定されたサービスと、RTI Ethernet Configuration Blocksetで作成されるイベ

図3: dSPACE Ethernet Configuration Packageのアーキテクチャ





Success in Action

お客様プロジェクトにおける
SCALEXIOの使用事例

2年前に発売されたdSPACEのSCALEXIO HIL (Hardware-in-the-Loop) テストシステムは、既に多くのお客様プロジェクトでその真価を発揮しています。このHILテストシステムは現在、中国、フランス、ドイツ、イタリア、日本、英国、米国など世界中で使用されています。

幅広い適用分野

SCALEXIO®は、商用車および乗用車分野の幅広い適用分野に対応しています。これまでSCALEXIOによるECUテストシステムは、モーター、内燃機関、車体、トランスミッション電子制御、バッテリーマネジメントシステム向けに実装されています。



SCALEXIOお客様の声:

「SCALEXIOシステムには非常に満足しています。当社の特殊な用途では、運搬しやすい小型で堅牢なHILシステムが必要となりますが、SCALEXIOはこの要件を満たしています。さらに、SCALEXIOはテストトラックでの実績もありました。決め手となったのは、他のシステムではハードウェアの変更が必要だったのに対し、SCALEXIOの場合はConfigurationDeskでハードウェアを再設定できたことでした」

Wolfgang Schindler氏、Daimler AG

「SCALEXIOハードウェアの高い柔軟性のため、各種ECUのさまざまなテストバリエーションに合わせてすばやく調整でき、セットアップ時間を短縮できました。以前使用していた内製のHILシグナルコンディショニングシステムに代えて、SCALEXIOを使用しています」

Thomas Wolf氏、WABCO社

「当社にとってのSCALEXIOの大きな利点は、HILシステム全体的な場合と、I/Oハードウェアを接続していないプロセッサユニット単体の場合と、どちらでテストを実行するときも同じモデルを使用できるということでした。また、HILテストの前にI/Oハードウェア設定をテストできるため、高い柔軟性を確保できます」

Robert Walesch氏、Dr.-Ing. Maximilian Miegler、AUDI AG

「モデルとI/Oを切り離すSCALEXIOのコンセプトのおかげで、当社ではシステムの構築と設定がより簡単になりました。少なくともあと8年は内燃機関および車体エレクトロニクスのテストに自社開発のシステムを使用する予定のため、将来性のある技術を選択しました」

Markus Ritzer氏、Audi AG



The dSPACE logo is displayed in a white rectangular box. The word "dSPACE" is written in a bold, sans-serif font. The "d" is red, and "SPACE" is blue.A photograph of a conference reception party. In the foreground, three men in dark suits are engaged in conversation around a tall, silver, cylindrical bar. One man is holding a glass of wine. In the background, many other attendees in business attire are seen talking and holding drinks. The setting is a large, modern hall with a blue carpet and a large, illuminated "dSPACE" logo on the wall. The overall atmosphere is professional and social.

Driven by Innovation

1886年1月29日、カール・ベンツは「ガソリンエンジンを動力源とする自動車」についての特許を申請しました。それからちょうど127年後の2013年1月29日、ドイツの自動車メーカーおよびサプライヤが、第7回dSPACE German User Conferenceに集まりました。カンファレンスは、最新の開発トピックやトレンドを共有する貴重な機会となりました。また、特別企画として自動車工学のルーツをたどるメルセデスベンツ博物館でのレセプションパーティを行いました。



自動車メーカーおよびサプライヤが第7回dSPACE German User Conferenceで最新事例を発表





基調講演を行ったThomas Lieber氏 (Volkswagen AG) および Dr. Herbert Hanselmann (dSPACE)



180人の出席者が集まったシュトゥットガルトのLedermalleホテル



1886年に発行された特許番号37435は、自動車の出生証明書と言えます。1886年7月には、初めて公道を走った三輪のBenz Patent Motorwagen Type 1が新聞記事となりました。これらの出来事は、それ以後の人類のモビリティを完全に変貌させました。こうして生まれた自動車は、純粋な機械的構造物から複雑なメカトロニクスシステムに進化を遂げました。技術的進歩に加え世間の期待と環境要件の変化が、メーカーに次々と課題を突き付けています。このような課題の解決には、多くの場合、今日の車ですます重要な役割を果たしている電子システムとそこに組み込まれるソフトウェアが鍵となります。

自動車の127年:現在の課題とアイデア

2013年の第7回dSPACE German User Conferenceでは、車載エレクトロニクスとソフトウェアの開発に関するホットな話題が取り上げられました。Volkswagen AGの電気駆動部門の長であるThomas Lieber氏は、2日間にわたる講演の冒頭で「Electromobility as a Trend and Its Effects on the Value Added Chain」と題して基調講演を行いました。Lieber氏は、枯渇する資源、巨大都市化、排ガス規制法などの課題に自動車メーカーがどのように対応しているのか、その結果としての戦略、コンセプト、開発タスクをわかりやすく説明しました。Electric Drive、運転支援

システム、セーフティクリティカルなアプリケーション分野でのその他の興味深いプロジェクトは、現在の開発トレンドにさらなる見通しをもたらしました。講演の中心となったのは、開発ツールと開発手法により効率化を図るというコンセプトでした。また、dSPACEの最新ツールSYNECT® (ABB社、Audi社) およびVEOS® (Volkswagen社) を使い始めたお客様からの有益なフィードバックにも大きな関心が寄せられました。また複数の講演で取り上げられたように、多くのお客様が、開発プロセスで新しいシミュレータシステムSCALEXIO®に既にしっかりした役割を与えていることがわかりました。

「この10年間で、自動車は完全にネットワーク化されました。今後10年間で、自動車は環境とシームレスにつながるようになるでしょう」

Thomas Lieber氏, Volkswagen AG



5



6



7



8



9



セミナーを通じた交流の機会

カンファレンスの3日目には、最新製品、技術をさらに詳しく紹介するさまざまなセミナーを実施しました。dSPACEの製品エキスパートが、データ管理、仮想検証、アプリケーションとの適合性、およびシステムアーキテクチャを効率的に処理するワークフローと手法を紹介しました。各セミナーの休憩時には、出席者どうしの活発な意見交換の機会となり、交流を深める場ともなりました。

夜のパーティ会場となった、メルセデスベンツ博物館は、参加者それぞれが、自動車の歴史を振り返りながら会話を楽しみ新しい交流の輪を広げることができる、素晴らしい場所となりました。ビュッフェ形式の食事を楽しみ、盛りだくさんの一日の幕を閉じました。この場を借りて、このイベントを成功に導いた講演者の皆様、出展いただいたパートナーのBTC社、DMecS社、Elektrobit社、MathWorks社、MES社、そしてご出席の皆様のご協力に厚く御礼申し上げます。今後も今回のようなユーザ会を開催し、皆様との交流を続けていきたいと思っております。■

講演者：

1. Robert Walesch (AUDI AG)
2. Richard Bergmann氏(AUDI AG)
Robert Walesch氏とRichard Bergmann氏は、Audi AGのHIL戦略と、ECUソフトウェアの妥当性確認におけるSCALEXIOの使用について説明しました。
3. Steffen Stauder氏(カイザーラウテルン工科大学)
Steffen Stauder氏は、dSPACEが設計したメカトロニクスHILドライビングシミュレータが、メカトロニクスステアリングシステムの制御および機能のモデルベース開発をどのように進めているかを発表しました。
4. Thomas Wolf氏 (WABCO Fahrzeugsysteme GmbH)
5. Dr. Oliver Schütte (WABCO Fahrzeugsysteme GmbH)
Thomas Wolf氏とDr. Oliver Schüttelは、SCALEXIOおよびAutomotive Simulation Model (ASM) が大きな役割を果たしているWABCO社でのテストプロセスの自動化の目的について説明しました。
6. Christoph Freier氏 (Volkswagen AG)
Christoph Freier氏は、テストプラットフォームとしてdSPACE VEOSの評価が行われた、Volkswagen AGでのECUの完全な仮想検証に関する画期的なプロジェクトを報告しました。
7. Stefan Riegl氏 (MAN Truck & Bus AG)
Stefan Riegl氏は、エンジニアリングデータがdSPACEシミュレータによる統合テストの自動化にどのように役立つかを発表しました。
8. Alessandro Recca氏 (ABB Switzerland Ltd.)
Alessandro Recca氏は、鉄道車両向け駆動ソフトウェアの自動テストについて発表し、ABB社がこのプロセスでdSPACEのデータ管理ソフトウェア「SYNECT」をどのように有効利用しているかを説明しました。
9. Gerhard Kiffe氏 (Audi Electronics Venture GmbH)
10. Thomas Bock氏 (Audi Electronics Venture GmbH)
Gerhard Kiffe氏とThomas Bock氏は、データ管理ソフトウェア「SYNECT」の開発におけるdSPACEとの戦略的協力も含め、Audi Software Group (EnProVe) における組み込みソフトウェア開発の継続的改善プロセスを組織化するためのプロジェクトを発表しました。
11. Dr. Mouham Tanimou (Robert Bosch GmbH)
Dr. Mouham Tanimouは、自動車メーカーとサプライヤ間でのデータ仕様の容易な交換をサポートするASAM MDX (Meta Data eXchange Format) ベースの手法を説明しました。Bosch社は、MDXの生成にdSPACE TargetLink®とTargetLink Data Dictionaryを使用しています。
12. Dr. Florian Wohlgemuth (Daimler AG)
Dr. Florian Wohlgemuthは、快適機能やインテリア機能のAUTOSAR準拠開発プロセスに関する研究を発表しました。Daimler社は、dSPACE TargetLink量産コード生成ツールを使用して、AUTOSAR ECU向けの量産コードを生成しています。
13. Dr. Heiko Zatocil (Siemens AG)
Dr. Heiko Zatocilは、ISO 26262準拠のモデルベース開発プロセスを発表しました。Siemens社は、このプロセスに量産コード生成ツールdSPACE TargetLinkを有効に活用しています。
14. Philip Markschläger氏 (Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG)
Philip Markschläger氏は、ドライビング効率化システムPorsche InnoDriveについて早期段階での研究を発表し、dSPACE MicroAutoBoxがエネルギー管理システムのプロトタイプ事前開発にどのように使用されているかを説明しました。



SYNECT: 中央データ管理を大幅強化

dSPACEは、2012年秋に発売したデータ管理および連携ソフトウェア「SYNECT®」に新しいモジュールを追加しました。これでSYNECTモジュールは全部でTest Management、Variant Management、Signal & Parameter Managementの3つになります。SYNECTは一貫した中央での開発データ管理に重点を置いており、モデルベース設計でソフトウェアとECUを開発およびテストするために最適です。同じチーム内、または異なるチーム、プロセスフェーズ、プロジェクト間で簡単にデータを再利用することができます。SYNECT Test Managementは、テストを管理し、元となる要件にリンクし、組み合わせて実行プランを作成し、テスト実行に直接使用する場合（たとえば、AutomationDesk®を使用したHILテストやSimulink®およびTargetLink®のコンテキストでのSIL/MIL/PILなど）に便利なモジュールです。明確に体系的に整理されたテスト分析、テストカバレッジ、テストの進捗状況を、中央でSYNECTに格納され

ているテスト結果を使用してすばやく生成し、今後のテスト計画に使用することができます。このモジュールは、バリエーション管理とテスト管理の密接な連携を実現するためにSYNECT Variant Managementと組み合わせることもできます。最新のモジュールは、SYNECT Signal & Parameter Managementモジュールです。このモジュールにより、ユーザは開発プロセス全体を通して信号、パラメータ、パラメータセットを集中管理することができます。SYNECT Signal & Parameter Managementでは多くのファイルフォーマットがサポートされており、開発プロセスで他のツールと信号やパラメータを交換することができます。たとえば、Simulinkユーザは、機能またはプラントモデルとSYNECTの中央データ管理機能の間で、パラメータ値や信号およびパラメータ定義を柔軟に交換することができます。TargetLinkユーザは、変数、スケーリング、および型定義をファイルベースのTargetLink Data Dictionaryと

SYNECTの間で交換することができます。ECU適合用パラメータは、DCMファイルやPARファイルでインポート/エクスポートすることができます。SYNECT Variant Managementを使用すると、ユーザは、パラメータとバリエーションの依存関係を指定し、各種バリエーション設定用にパラメータセットを作成および管理できます。2013年末には、モデル管理用のSYNECTモジュールのリリースも予定されています。■



マルチステージウォッチドッグ機構を備えたMicroAutoBox II



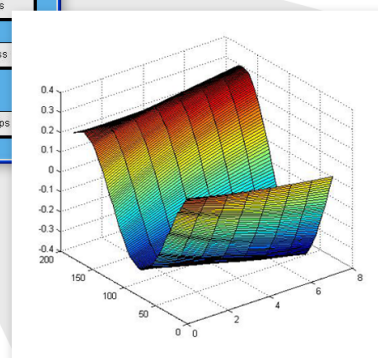
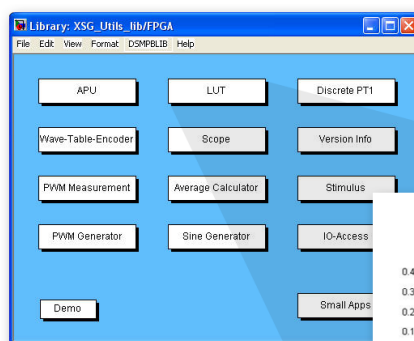
dSPACEは、MicroAutoBox® IIにマルチステージウォッチドッグ機構を搭載しました。タイムアウト動作を設定できるMicroAutoBox IIのリアルタイムモニタリング機能は、クリティカルな状況でお客様が定義した適切な方法でシステムが即座に対応するため、路上テストおよびフリートテストで使用されるプロトタイプ車両の安全レベルを高めることができます。個別に設定できるソフトウェアウォッチドッグによりユーザーモデル内のソフトウェアタスクをターゲットを絞って監視できる一方、システムウォッチドッグはMicroAutoBox IIプロセッサから独立してFPGA経由でハードウェアに実装されます。システムウォッチドッグでユーザーソフトウェアのタイムアウト

が発生するとすぐに、設定された動作が始まります。このタイムアウト動作には、データバックアップ、定義した出力値にセット、もしくはシステム全体のレポートがあります。この新しいウォッチドッグ機構は、dSPACE 2013-Aソフトウェアリリースに付属しています。簡単なブロック線図ベースのプログラミングを実現し、既存のSimulink制御モデルに新しいウォッチドッグを統合するために、dSPACEは、インターフェースとして新しいdSPACE Real-Time Interface Blockset (RTI)を提供しています。この新しいWatchdog Blocksetは、MicroAutoBox IIのすべてのバージョンをサポートしています。少なくとも20個(使用できるメモリリソースによってはそれ以

上)のタスクを同時にそれぞれ独立して監視することができます。また、それぞれのタスクに別々のタイムアウト動作を割り当てることができます。■

XSG Utils LibraryによるFPGAモデル実装の迅速化

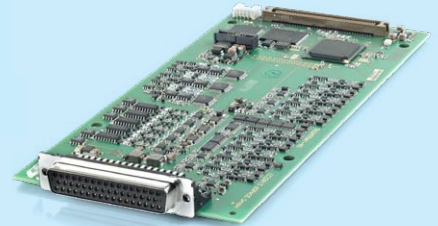
XSG Utils Libraryは、リアルタイムFPGAのユーザーがプロジェクトを実装するための多数の機能強化されたFunctionブロックを提供し、拡張されたI/O機能から、スコープ機能、ルックアップテーブル機能、平均計算や正弦波生成、波形テーブルエンコーダまで、さまざまなFunctionブロックが用意されています。Functionブロックは、dSPACE MicroAutoBox® IIを使用したラビッドコントロールプロトタイプングプロジェクトや、DS5203 FPGA Boardを使用したHIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションに使用できます。詳細については、dSPACEのWebサイト (www.dspace.com/go/xsg-utils) をご覧ください。■



モーターアプリケーション向けのSCALEXIOソリューション

SCALEXIO®に、モーターECUのHILテスト向けの新しいボード「DS2655 FPGA Base Module」が追加されました。このボードはプログラム可能なFPGAを搭載し、I/Oモジュールの追加により必要な数のI/Oチャンネルを使用することができます。DS2655は、ハイブリッド車、電気自動車、風力発電など、短いシミュレーションサイクルが要求されるモーターシミュレーションを可能にします。dSPACEはまた、Electric Driveおよびパワーエレクトロニクス向けのシミュレーションモデル「XSG

Electric Component Models」も提供します。FPGAは、RTI FPGA Programming Block setおよびdSPACE ConfigurationDeskを使用してグラフィカルに設定できます。FPGAプログラム自体は、リアルタイムハードウェアに実装する前に、オフラインシミュレーションによりテストできます。これにより、ユーザは新しいインターフェースを追加したり、モデルの実行速度を上げる必要がある場合など、新しい要件に柔軟に対応することが可能になります。■

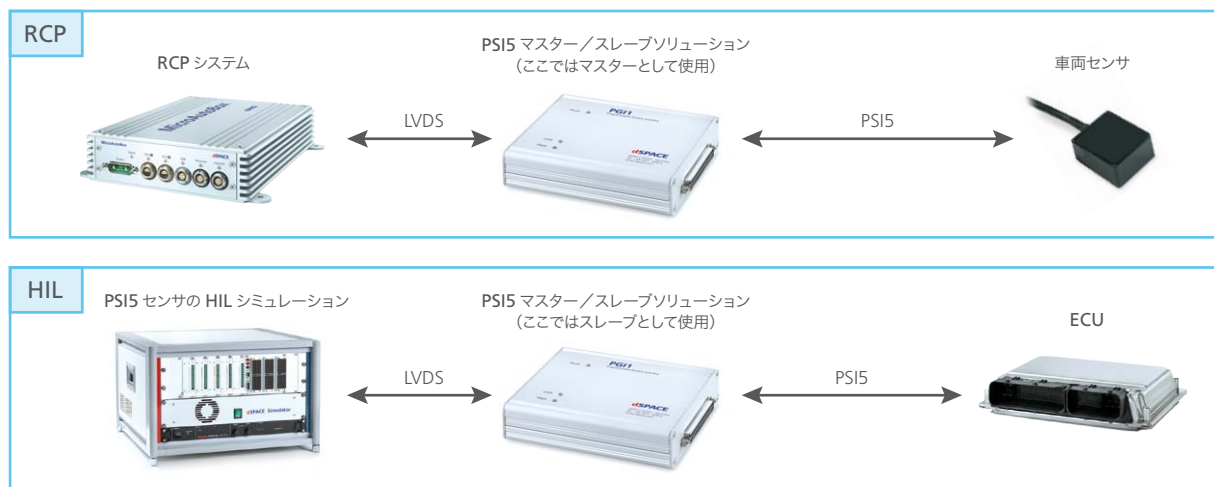


PSI5センサの統合

PSI5 (Peripheral Sensor Interface 5) は、車両センサを電子制御ユニット (ECU) に接続するために広く使用されているオープンな規格です。dSPACEの新しいPSI5マスター/スレーブソリューションでは、HIL (Hardware-in-the-Loop) テストでPSI5センサをシミュレーションし、**MicroAutoBox/**

AutoBoxを使用したラピッドコントロールプロトタイピングでPSI5センサを接続することが可能になります。PSI5マスター/スレーブソリューションは、dSPACE Programmable Generic Interface (PGI1)をベースにしたハードウェアと、GUIによる容易な設定用のRTIブロックセットから構

成され、10個のスレーブと4個のマスターを設定できます。■



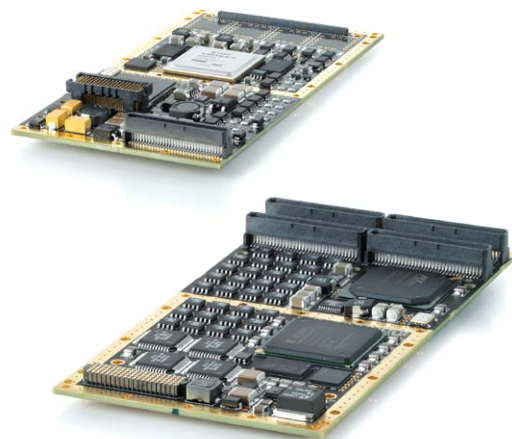
上: PSI5マスター/スレーブソリューションによるRCPシステム(例: MicroAutoBox)と実際の車両センサの接続

下: HILシミュレータによる車両センサのシミュレーション (PSI5マスター/スレーブソリューションによりPSI5バスを介してECUを接続)

航空宇宙産業向けSCALEXIOソリューション

dSPACEは、SCALEXIO® HIL (Hardware-in-the-Loop) システムに航空宇宙産業向けの最初のI/Oインターフェースを追加しました。この新しいインターフェースはARINC-429およびMIL-STD-1553ネットワークへのアクセスを提供し、Avionics Interface Technologies (AIT) 社の実績のあるPMC/XMCモジュールをベースとしています。これらのモジュールは、PCI(e)インターフェースを使用してSCALEXIOプロセッサユニットに接続され、リアルタイムモデルに最適なデータ交換のための帯

域幅を提供します。dSPACEではリアルタイム性能を確保するために、航空宇宙専用のQNXデバイスドライバの開発を行いました。■



MicroAutoBox II: 実車およびラボでの使用に対応したFPGAベースの筒内圧表示

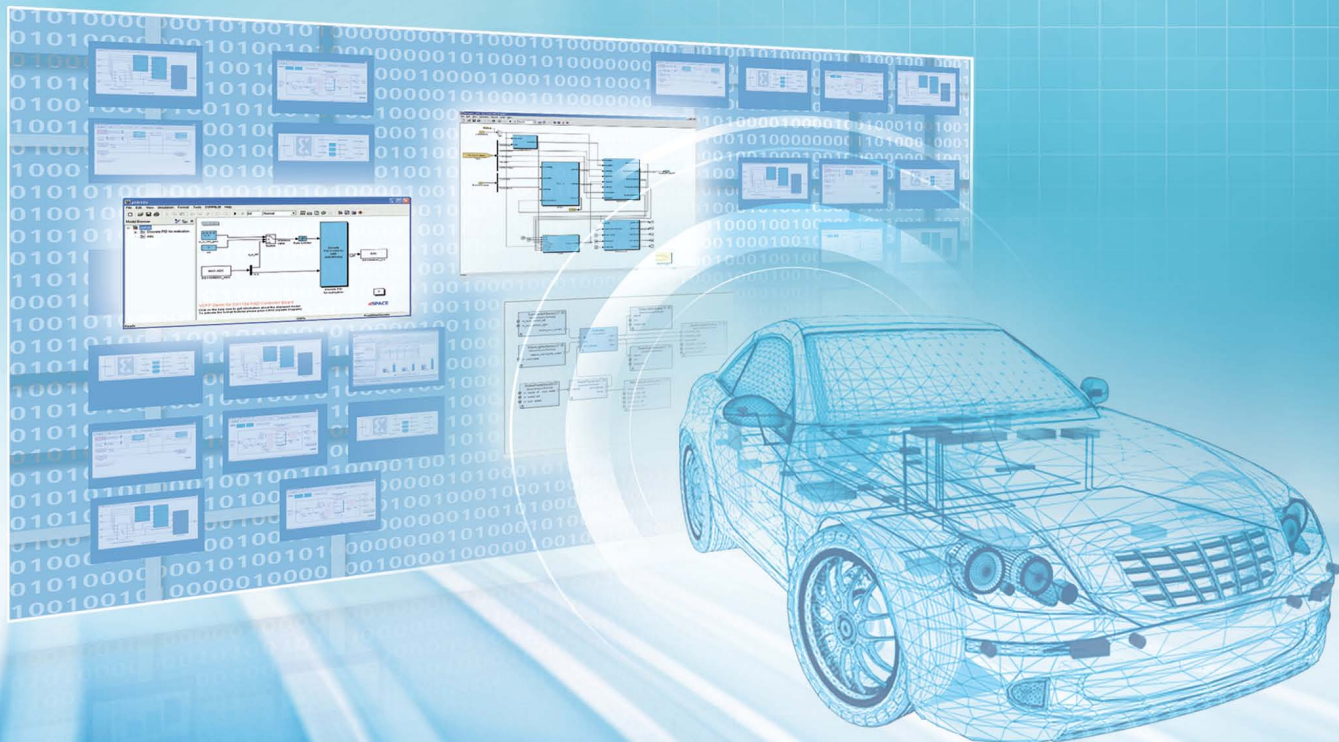
新しいCylinder Pressure Indication Blocksetと、DS1552 Multi-I/O Moduleを装着したMicroAutoBox® II 1401/1511/1512を使用して、FPGAベースの筒内圧計測および表示を行うことができます(「MABXII Cylinder Pressure Indication Solution」)。このソリューションは、角度に同期した圧力計測を最大0.1°の分解能でサポートします。圧力値の評価を、放出熱、燃焼質量割合、平均有効圧力など、複数のアルゴリズムを使用してリアルタイムに制御できます。■



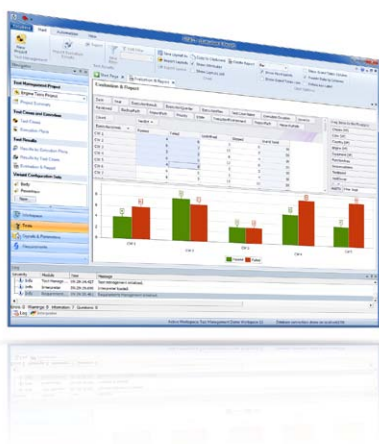
dSPACE Japan編集部宛e-Mail (events@dSPACE.jp) にdSPACE Magazineに関するご意見をお寄せください。その他の情報をお問い合わせいただく場合にも本メールアドレスをご利用いただけます。ご意見をお待ちしています。



dSPACE Magazineに関するご意見はオンラインでも返信できません。詳細は、www.dSPACE.jp/goto.cfm/magazine をご覧ください。dSPACE 製品のリリース情報は、下記をご覧ください。
http://www.dSPACE.jp/goto.cfm/ja_productsrelease



Get a Grip on Your Data with dSPACE SYNECT®



モデルベース開発の発展は、モデル、パラメータ、バリエーション、テスト、テスト結果などの膨大なデータが資産となり一元管理が必要となりました。dSPACEのデータ管理ツール「SYNECT」は、要求からECUテストまでモデルベース開発プロセス全体を通してデータの一貫性、トレーサビリティ、容易な再利用を可能にし、さらに開発ツールとの連携で複雑なデータ管理の効率化を実現します。

SYNECT—効率的なデータ管理を実現する開発ソリューションです。

Embedded Success **dSPACE**