

www.dspace.jp

dSPACE

MAGAZINE

1/2008

Daimler 社による AUTOSAR
導入事例

IABG 社 / Continental 社 –
Brake-by-Wire のテストシステム

Caterpillar 社の重機シミュレーション

We CAN

So CAN you.

dSPACE の実践

RTI CAN MultiMessage Blockset によって、いかに簡単に望む結果が得られるかご存知でしょうか。本号では、dSPACE システムを CAN 通信ネットワークで使用する場合の各種機能について詳しくご紹介致します。この話題については、次号でも引き続き掲載する予定です。

レポートではまず、CAN の設定から自動化されたリアルタイムテストまで、ツールに依存しない標準的なワークフローをご覧頂きます。また、ツールを組み合わせ使用した場合のメリットについてご紹介致します。CAN のセットアップ、特に HIL (Hardware-in-the-Loop) における CAN の設定は複雑ですが、RTI CAN MultiMessage Blockset を使うことで簡単に設定できます。1つの Simulink ブロックから多数の CAN メッセージを制御、設定、操作できます。設定が完了した CAN システムは、使いやすいグラフィカルユーザインターフェースから操作できる広範な試験に利用できます。

次の段階では、可能な限り最高の時間精度で、リアルタイムの反応テストを実行します。たとえば、ECU の制御信号を取得して、それに対してミリ秒単位で処理することができます。

ラビッドコントロールプロトタイピングと HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの実装で使用される RTI CAN MultiMessage Blockset およびツールの取り扱いについてのお客様の事例は、42 ページ以降に記載しています。■



社長 Dr. Herbert Hanselmann

dSPACE は、設立以来一貫した事業を行なってまいりましたが、設立 20 年周年を迎えて、気持ちを新たにスタートします。今年より私たちは、新しいコーポレートデザイン、アイデンティティ(ロゴ、スローガン、機関誌)を展開します。当社はほぼ 20 年にわたって同じロゴとスローガンを使用し、また当社の機関誌である dSPACE NEWS も 1992 年から発行してまいりましたが、今回これらをすべて一新致します。

まず、ロゴについては、赤と青の 2 色のストライプを取り去りました。この 2 色のストライプは、最初のマニュアルの外箱に色を添えるために付け加えたもので、何か深い意味があったのではと考える人もおられたようですが、実際には特別な意味はありませんでした。また、私たちは、ロゴの形状もエンジニアが慣れ親しんでいる「長方形」に近づくよう変更したほうが良いと考えました。

次に、当社の新しいスローガン「Embedded Success」ですが、これはロゴの場合とは事情がまったく異なります。従来のスローガン「Solutions for Control」は、その時代の dSPACE を表す最適なものとして選んだものです。私たちは、制御工学の分野で働く制御エンジニアであり、閉ループ制御システムが専門でした。現在は、当社が従事する分野も、ツールチェーンの範囲も大幅に広がってきています。新しいスローガン「Embedded Success」は、当社がお客様に対して誇れる dSPACE のすべてを体現していると、私たちは確信しています。当社のツールチェーンを使用することで、プロセスに成功が組込まれるのです。

私たちが目指している「Embedded Success」。これこそが、お客様の成功事例を頻繁にお届けする理由でもあります。これまでは、dSPACE NEWS がお客様の事例を紹介するためのプラットフォームでしたが、今回デザインを

一新しました。雑誌のような仕様に、
「dSPACE Magazine」と名付けました。
お客様のプロジェクト完了後の成功事例を中心に、これまで以上に深く掘り下げた記事をお届け致します。

当社にとって、設立 20 周年は、コーポレートデザインを変更するよい機会となりました。Web サイト、展示会ブース、パンフレット、求人広告、PowerPoint プレゼンテーションなども同様に刷新します。新たなコーポレートデザインで、当社がどのような会社であるか、何を目指しているか、新しい当社のブランドイメージを通じて広く発信していきます。調査によると、当社に対するイメージは、堅実、ハイク、信頼性、革新的ということでした。このような特質こそ、お客様が本当に重要だと思っていることであり、また当社が注力していることでもあります。今回コーポレートデザインを刷新することで現在の私たちのメッセージを正しく伝えたいと考えています。

社長 Dr. Herbert Hanselmann



AUTOSAR | PAGE

6



BRAKE-BY-WIRE | PAGE

14



CATERPILLAR 社 | PAGE

24

dSPACE MAGAZINE は、下記により定期的に発行されています。

dSPACE GmbH · Technologiepark 25
33100 Paderborn · Germany
Tel.: +49 5251 16 38-0
Fax: +49 5251 6 65 29
dspace-magazine@dspace.com
www.dspace.com

編集長およびライター :
André Klein
テクニカルライター : Bettina Henking-Stuwe,
Ralf Lieberwirth, Sonja Lillwitz,
Julia Reinbach, Dr. Gerhard Reiß

協力 :
Dr. Herbert Hanselmann
編集および翻訳 :
Robert Bevington, Stefanie Bock,
Dr. Michelle Kloppenburg, Christine Smith,
デザイン : Krall & Partner, Düsseldorf
プロジェクトマネージャ : Ines Schönenberg
AD/ レイアウト : Tamara Stoilkovic

写真クレジット、4 ページ、48 ~ 53 ページ :
© Martin Langhorst
仲介業務 : Ernst & Young 社

© Copyright 2008

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。

出版物と内容は、予告なく変更されることがあります。ブランド名または製品名はそれぞれの会社または組織の商標または登録商標です。

目次



2 We CAN.
So CAN you.

3 社長挨拶
Dr. Herbert Hanselmann

お客様の事例

6 AUTOSAR in the
Development Process –
開発プロセスへの
AUTOSAR 適用事例
モデルベースによる AUTOSAR
準拠の制御ロジック開発を
量産プロジェクトに導入する手順
(Daimler 社)

14 Brake-by-Wire Gathers
Momentum –
Brake-by-Wire の革新
HIL テストシステムを使用した
Brake-by-Wire の開発
(IABG 社 / Continental 社)

20 Optimal Air-fuel Ratio –
理想的な空燃比をめざして
空燃比制御のためのニューラルネット
ワークを MicroAutoBox で実行
(サレルノ大学)

24 Indestructible right from
the start –
開発の初期段階から堅牢性を確保
ASM を利用した大型重機の
SIL および HIL のテスト
(Caterpillar 社)

28 Major Winnings –
DARPA アーバンチャレンジ
(ブラウンシュヴァイク工科大学、
カールスルーエ大学、パルマ大学)

34 Preparing Students for
the Real World –
実社会に向けた実習体験
(プエノスアイレス大学)

製品

36 Traffic Jam on Virtual
Roads –
ASM Traffic :
道路トラフィックをシミュレート
するためのニューモデル

42 All you CAN test –
CAN 環境のセットアップから
リアルタイムテストまで

46 Safe Modeling –
MISRA : TargetLink 向け
モデルガイドライン

ビジネス

48 Anniversary of an Idea –
20 年にわたる成功の歴史

54 Tomorrow's Engineers –
ハイブリッド自転車 :
dSPACE が学生の研究をサポート

58 ニュース

59 お知らせ

AUTOSAR in the Development


開発プロセスへの AUTOSAR 適用事例

モデルベースによる AUTOSAR 準拠の制御ロジック開発を量産プロジ



Process

プロジェクトに導入する手順 (Daimler 社)



AUTOSAR 規格は、ソフトウェアアーキテクチャ、ソフトウェアインターフェース、および交換フォーマットを定義して、ECU サプライヤに依存しない制御ロジックライブラリの構築を可能にします。Daimler 社は、制御ロジックライブラリのソフトウェアモジュールを標準化する取り組みの一環として、快適機能と車両インテリア機能の分野への AUTOSAR の導入を進めています。このプロセスでは、AUTOSAR ソフトウェアコンポーネントのモデリングとコード生成に、自動コード生成ツールの TargetLink が使用されています。

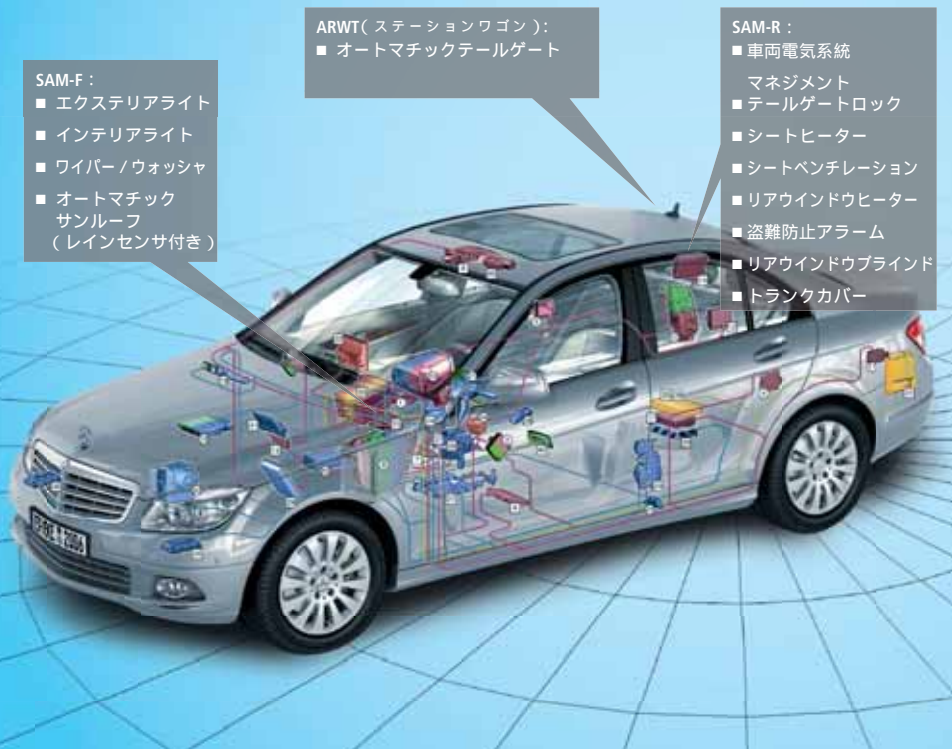


図1：モデリングおよび量産コードの自動生成により設計されたCクラス(204シリーズ)の快適機能(SAM：セントラルボディコンピュータ、ARWT：オートマチックテールゲート)

Daimler社は、乗用車の開発でモデルベース設計と量産コードの自動生成を行なっています。この事例では、どのようにしてモデルベースの開発プロセスを段階的にAUTOSAR準拠のアーキテクチャ対応へと移行させたか、およびこれまでに得られた経験についてご報告します。

車両インテリア機能のモデルベースの開発

Daimler社はすでに何年も前から、車両制御ロジック、特に快適機能とインテリア機能の開発にはモデリング手法を採用しています。車両インテリア機能に関して、モデルベース開発の中心となるのは、セントラルボディコンピュータの主要制御ロジックです。これらの制御ロジックのひとつひとつには、さらに複数の制御ロジックが組み込まれています。最新のCクラス(204シリーズ)の開発では、モデルベース手法を大幅に取り入れました(図1)。モデルベース手法は、現在量産開発が進められているシリーズにも体系的に適用さ

れており、適用される機能の数は着実に増えています。

今回開発した機能は、様々なECUで使用されるアプリケーションソフトウェアの共通部分、もしくは競合製品と差別化をはかるために既存のソフトウェアに追加される付加価値機能の部分です。このビジネスモデルにおいては、サプライヤは当社が開発した制御モデルとテスト仕様書を受け取り、モデルに対応したソフトウェアを開発し、それをECUに実装する役割を担います(図2)。モデルベースの開発により、自動車メーカーには以下のメリットがあります。

- シミュレーションにより、設計の初期段階で詳細な検証が可能
- ECUがまだ未完成のときでも、車両上でのラピッドプロトタイピングにより、制御ロジックの再現、検証が可能
- 自動生成コードの直接実装

インテリア-CAN

1. 電子イグニッションスイッチ
2. ドアECU(フロント左)
3. ドアECU(フロント右)
4. ドアECU(リア左)
5. ドアECU(リア右)
6. シート調整(運転席)
7. シート調整(助手席)
8. ルーフコントロール
9. SAM/SRB(フロント)
10. SAM/SRB(リア)
11. タイヤプレッシャーコントロール(米国)
12. トレーラ接続ユニット
13. パークトロンニックシステム
14. キーレスエントリー
15. オートマチックエアコン
16. インストルメントクラスタ
17. マルチファンクションECU
30. COMAND
37. 重量検知システム(米国)
40. パノラマサンルーフ

シャーシ-CAN

1. 電子イグニッションスイッチ
9. SAM/SRB(フロント)
16. インストルメントクラスタ
18. エンジン電子制御ユニット(ガソリン)
19. エンジン電子制御ユニット(ディーゼル)
20. 車両安定化プログラム(ESP)
21. ステアリングコラムジャケットモジュール
22. エアバッグARAMIS
23. リバースベルトテンション(フロント左)
24. リバースベルトテンション(フロント右)
41. アダプティブダンピングシステム

ピークルダイナミクス-CAN

20. 車両安定化プログラム(ESP)
25. センサクラスタ

ドライブトレイン-CAN

18. エンジン電子制御ユニット(ガソリン)
19. エンジン電子制御ユニット(ディーゼル)

26. 電子制御変速モジュール
27. 全的に統合されたトランスミッション制御
28. 燃料タンクECU(ガソリン)
29. トランスミッション電子制御ユニット

LIN-Bus

2. ドアECU(フロント左)
3. ドアECU(フロント右)
9. SAM/SRB(フロント)
10. SAM/SRB(リア)
18. エンジン電子制御ユニット(ガソリン)
19. エンジン電子制御ユニット(ディーゼル)
21. ステアリングコラムジャケットモジュール

テレマティクス-CAN

30. COMAND
33. センทรัลディスプレイ
34. COMANDコントローラ

プライベート-Bus

15. オートマチックエアコン
42. オートマチックエアコン(リア)

MOST-Ring

30. COMAND
31. オーディオアンプ
32. デジタルラジオ(DAB)
39. SIRIUS衛星ラジオ(米国)

診断-CAN

9. SAM/SRB(フロント)
38. 緊急呼出しシステム(米国)

フロントエリア-CAN

9. SAM/SRB(フロント)
35. キセノンECU
- ヘッドライトマスター
36. キセノンECU
- ヘッドライトスレーブ

- サプライヤに依存しない制御ロジックの開発と開発した制御ロジックに基づいたさらなる開発が可能
- 制御ロジックの再利用
- 知的財産権の保護

ソフトウェアアーキテクチャへの組み込み

現状では制御ロジックがモデリングベースで作成された場合でも、サプライヤがその制御ロジックをECUへ組み込む際には、多くの手作業が必要となります。また、自動車メーカーがベーシックソフトウェアの通信部分の仕様を指定していたとしても、全体の作業量は各サプライヤが使用するソフトウェアアーキテクチャに大きく影響されます。場合によっては、ソフトウェアアーキテクチャを調整するか、特別に拡張する必要があります。完全に標準化されているソフトウェアアーキテクチャが存在しないため、何度も特定のサプライヤとの調整会議を行わなくてはならないこともあります。こうした調整が必要なのは、ソフトウェア

アーキテクチャだけではなくありません。自動車メーカーとECUサプライヤは、たとえば制御ロジックについてのインターフェースリストや、バス信号へのアプリケーション信号のマッピングなど、統合する制御ロジックに関するメタデータの記述を共同で定義しなくてはなりません。すなわち、モデルベースの開発を広範囲にかつプロセスセーフに行なうためには、サプライヤに依存しない統一されたソフトウェアアーキテクチャと、標準化されたメタデータの記述が必要条件となります。

AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャ

AUTOSAR 規格では、ECU のためのソフトウェアアーキテクチャ、組み手法、およびそれらに必要な交換フォーマットが定義されています。すなわち AUTOSAR は、上で述べたモデルベースの制御ロジックをプロセスセーフに統合するために必要なほとんどの要件に対応しています。AUTOSAR では、1 個の ECU のアプリケーションソフ

トウェアをいくつかのソフトウェアコンポーネント(SWC)に分割し、これらのコンポーネント間の通信にはミドルウェア(ランタイム環境すなわち RTE)を使用します。SWC によりソフトウェアをカプセル化してデータ型定義を与えることにより、データ交換は厳密に定義されたインターフェースを通じてのみ可能になります。

1 個の ECU への組み込みにはマッピングを 2 回行う必要があります。まず SWC インスタンスの ECU へのマッピング、続いて ECU 間で通信するために、データ要素のネットワーク信号へのマッピングを行います。

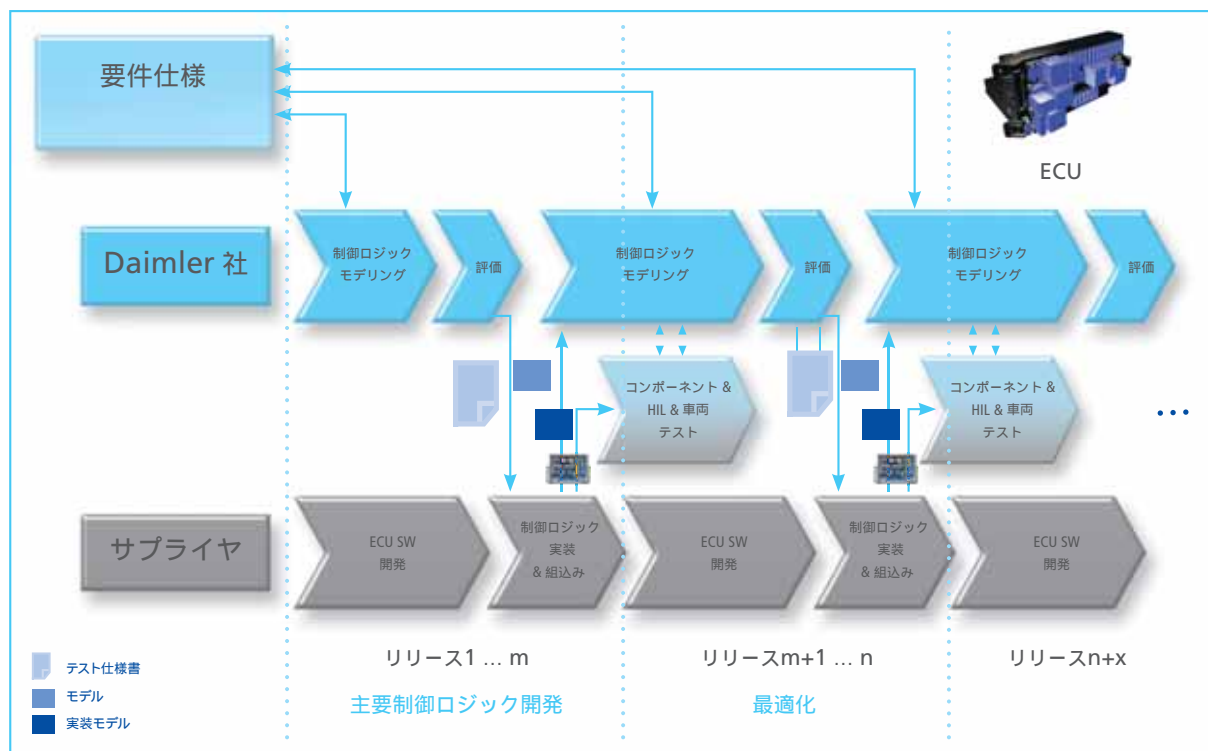
AUTOSAR 導入のための戦略

次世代のインテリア ECU において、Daimler 社は AUTOSAR アーキテクチャに向けた第一歩を踏み出しています。導入は、AUTOSAR ソフトウェアアーキテクチャの最上位レイヤから始め、下位レイヤへと順次進めます。つまり、

AUTOSAR 導入はアプリケーションソフトウェアコンポーネント(SWC)と RTE から開始します(図 3)。ここではソフトウェアアーキテクチャは、アプリケーション部とベースソフトウェア部へと体系的に分割し、その間の通信は特有のインターフェースを介して行います。このインターフェースは AUTOSAR 規格に基づいて定義しますが、規格の定義自体にまだ不十分な部分があれば、逆により厳密に定義されている部分もあります。今回は第一段階として、標準ソフトウェアとして実績のある Daimler Standard Core をベースにし、そこにいくつかの AUTOSAR ソフトウェアサービス(NVRAM データのメモリ管理など)を追加します。

初期段階では、このように開発された ECU も、従来の手法で開発された ECU とネットワーク上は互換性を保つことができます。すなわち、AUTOSAR テクノロジーは段階的に導入することが可能です。

図 2 : 典型的な反復型開発サイクル



動作レベルとアーキテクチャレベルでのモデリング

AUTOSAR では、モデリングは 2 つのレベルで実施されます。動作レベルでは、制御ロジックの動作をモデル化します。もう一方のアーキテクチャレベルでは、SWC のインターフェースとその接続を指定された形式で記述しなくてはなりません。

トップダウン方式で新しい車両制御機能を開発する場合、まずその制御ロジックをいくつかの SWC に分割し、それからアーキテクチャレベルでインターフェースを定義すると便利です(図 4)。その後、生成された SWC の動作をモデル化します。

既存の制御モデルについては、ボトムアップ方式でモデルインターフェースから SWC の記述を生成します。その後、生成された SWC を、アーキテクチャレベルで相互に接続します。段階的に導入する場合は、車両全体の設計を完全にトップダウン方式で行うことはできません。また ECU レベルでは、すべての制御ロジックを最初

からモデルとして利用できるわけではありません。したがってここでは中間的な戦略が有効であり、各 ECU において以下のステップを実行します。

- SWC の記述を既存の動作モデルから導出
- 新しい車両制御機能については、アーキテクチャレベルで SWC ごとにインターフェースを最初に定義
- センサ / アクチュエータ用 SWC を、定義された規則に基づいて自動生成

生成された SWC はアーキテクチャレベルでコンポジションとしてグループ化され、相互にネットワーク化されます。接続されずに残されたポートは、コンポジションのポートとして後で外部と接続され、ECU の通信インターフェースとなります。ポート経由で参照されたデータ要素は、通信マトリクスによって ECU 専用の信号にマッピングされます。この方法により、ECU の SWC 構造を適正なコストで作成することが可能になります。

次に、これらの作業をより詳細に説明します。

AUTOSAR インターフェースの定義

ソフトウェアコンポーネントの開発では、SWC 開発者が SWC ポートを定義するときに使用可能なインターフェースおよびデータ型の定義を行なうための、共有データベース、すなわち共通オブジェクトプール(COP)が基盤となります。このプールは通信マトリクスの信号定義を基にして作成されており、常に実装に使用する定義と内容を一致させる必要があります(図 8)。

インターフェース定義を転換する場合の規則として、1 個のインターフェースが 1 個のデータ要素を持ち、それぞれの通信マトリクス信号に対応するように作成します。これにより、ライブラリ内にある名前を指定して、それに該当するインターフェースを見つけるのも容易となり、現在の通信マトリクス信号の世界から AUTOSAR の世界へとスムーズに移行できます。既存の

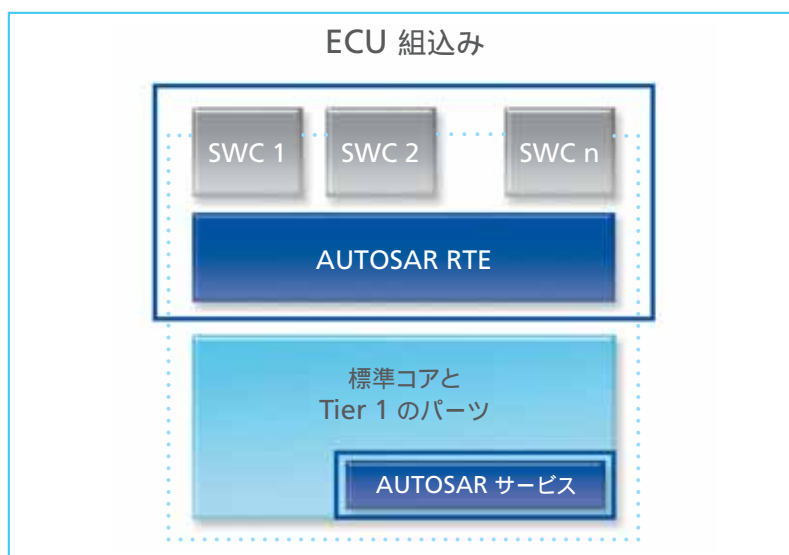


図 3 : AUTOSAR を段階的に導入する場合、まずアプリケーションソフトウェア(SWC)とミドルウェア(RTE)を AUTOSAR に準拠させて開発します。ベーシックソフトウェアとして Daimler Standard Core を引き続き使用し、これを選定された AUTOSAR ソフトウェアサービスによって拡張します。



用語解説

コンポジション コンポジションにより複数の SWC がグループ化され、上位コンポーネントと接続

DBC ファイル データベース格納ファイル。CAN 用の通信マトリクス記述ファイル

通信マトリクス ECU 間の信号 / データ交換を記述

NVRAM 診断情報などを格納する不揮発性のランダムアクセスメモリ

Runnable AUTOSAR 準拠の SWC 内で実行可能な要素。制御ロジックに相当

システムアーキテクチャツール 複雑な ECU アーキテクチャを計画、統合のために使用。AUTOSAR ファイルのインポート、エクスポート、変更が可能

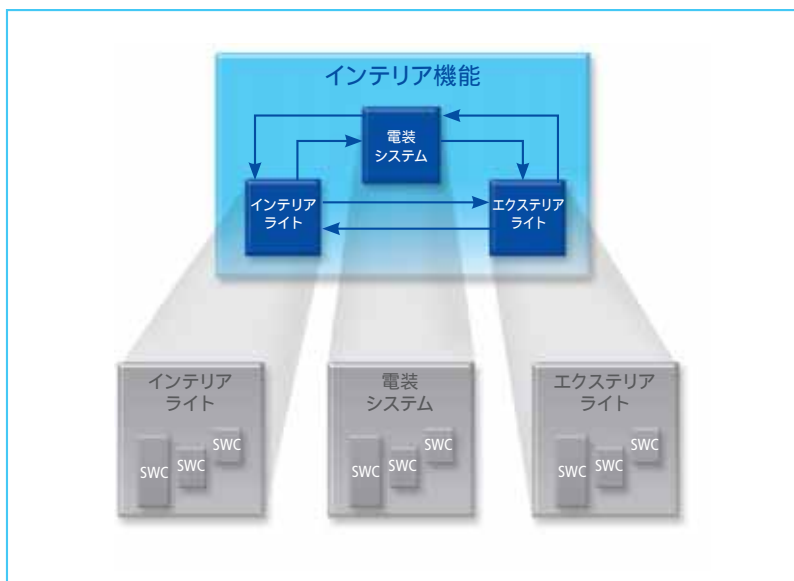


図 4 : トップダウン方式では、最初に制御ロジックをいくつかの SWC に分割し、続いてそれらのインターフェースをアーキテクチャレベルで定義します。

定義の転換ではなく、全く新しくインターフェースを作成する場合は、複数のデータ要素がひとつのインターフェースに収まるように AUTOSAR の構造オプションを使用します。この構造オプションは既存のインターフェースの転換には使用できません。SWC 間の互換性を確保するには、モデリング規則に従って、常に、プールにあるインターフェースのみを使用するようにします。そのためには、必要に応じて、プールにインターフェースを追加する必要があります。

トップダウン方式による新たな車両制御機能の作成

新しい車両制御機能をモデリングする場合は、まずアーキテクチャレベルにおいて、上記の COP データベース内に SWC インターフェースを記述することから始めます。この作業には、インターフェースによってデータ型が定義されたポートの作成も含まれます。また、Runnable とその SWC インターフェースのサブセットも定義します。RTE イベントを使用して Runnable のサイクル時間を定義し、さらに必要に応じて、新しい信号の受信などによるイベントトリガも定義します。最後に AUTOSAR の SWC 記述を生成します。

この AUTOSAR の記述は動作モデリングのベースとなります。SWC 記述をデータディクショナリにインポートし、動作制御ロジックをモデリングするための出発点となるフレームモデルを生成します。フレームモデルでは、TargetLink AUTOSAR ブロックを使用することにより、関連する AUTOSAR インターフェースと Runnable を作成します(図 5)、続いてフレーム中に、標準ブロックを組み込み、実際のアルゴリズムをモデル化します。データベースに対する変更は、常にデータベース内で行います。

ボトムアップ方式による既存モデルの移行
既存の動作モデルを移行する際、ポートを導出してデータ型を指定するためにインターフェース定義が使用されます。モデリング規則として、入出力変数に通信マトリクス信号の名義を使用することを取り決めていたため、90% のモデル移行作業を自動化することができました。最初にデータディクショナリ内に SWC を作成し、それから適切な AUTOSAR ブロックをモデルに組み込みました(図 6)、最後に、コード生成と同時に自動生成される XML ファイル(SWC 記述ファイル)

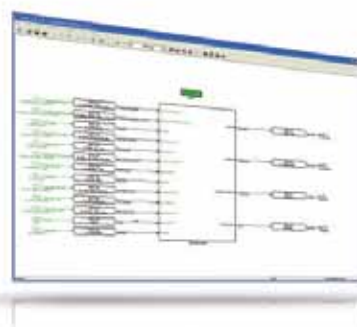


図 5 : TargetLink で生成されたフレームモデル

を、SWC データベースにロードします。これによってインターフェースをデータベース内に保存することができます。モデル化された制御ロジック(動作モデル)は、まったく変更を加えなくても完全に移行できましたが、モデルインターフェースだけは規格に適合させるための手作業が必要でした(図7)。

AUTOSAR ツールチェーン

AUTOSAR 準拠の車両制御ロジックを開発するために、既存のツールチェーンを拡張しました(図8)。AUTOSAR インターフェースと SWC 記述を格納するための共通オブジェクトプールは、開発環境における主要な要素です。この共通オブジェクトプールは、通信マトリクスを作成するために使われていた既存のデータベースアプリケーションを拡張することにより、実現しました。このプールには、AUTOSAR モデリング要素が含まれておりさらにパラメータと NVRAM 変数を記述し、値を設定することもできます。AUTOSAR インターフェースは通信マトリクスと類似しているため、通信マトリクス内のデータから容易に生成し、その後アップデートすることも可能です。これまでの通信マトリクス開発では、リリースするまで何度も試行を重ねてきましたが、その成果を引き続き活かすことができます。

SWC 記述は、AUTOSAR の交換フォーマットを介してインポートおよびエクスポートできます。同時に、データディクショナリおよびシステムアーキテクチャツールへの接続もサポートしています。AUTOSAR 準拠の制御モデルのモデルベース開発は、開発環境に組み込まれている MIL (Model-in-the-loop) と SIL (Software-in-the-Loop) のテストによってさらにサポートされます。最後に、AUTOSAR 準拠の量産コードを、一貫性のある AUTOSAR 準拠の SWC 記述ファイルと合わせて生成します。SWC をネットワーク化するには、システムアーキテクチャツールを使用します。大部分の操作は、専用のグラフィックエディタによって行います。ビジュアルな画面が、単なるフォームベースのデータベースアプリケーションよりも使い勝手に優れているためです。続いてこのシステムアーキテクチャツールを使用して、非ローカルのデータ要素をネットワーク信号にマッピングします。こうして作成された AUTOSAR システムテンプレートは、サプライヤが ECU を組込むために使用します。

まとめと展望

AUTOSAR は、モデルベースの制御ロジック開発のために記述フォーマットとインターフェースを標準化するという長年の要望に応えるものです。

自動車メーカーが ECU サプライヤへ制御モデルを手渡すときに、型安全な AUTOSAR 準拠の記述を採用することで、個別に開発される制御ロジックモデルの一貫性を開発プロセスの極めて早い段階で保証することができます。そのためサプライヤは制御ロジックの組込み作業を、はるかに効率的に行えるようになります。また、自動車メーカーとサプライヤの双方が AUTOSAR によって標準化された用語を使用することで、ソフトウェアアーキテクチャを議論するための調整会議がいっそう生産的なものになります。

現時点では、AUTOSAR 準拠の機能ネットワーク開発において、2種類の開発ツール(動作モデリング用ツールとインターフェース記述ツール)を使用する必要があり、また、各システムは、管理しやすくかつ論理的に使いやすいという特性を持ったソフトウェアコンポーネントへ分割する必要があります。将来的には、異なるベンダーから提供されるさまざまなモデリングツール間の移行を、より効率的に自由に行えるようにする必要があります。さらに、現在の AUTOSAR 開発環境は、アーキテクチャモデリングおよびシステム統合用のツールと、コード自動生成制御ロジックを内蔵した動作モデリング用のツールとに分割されていますが、これはツールのドメインに関係しており、ツールに依存しないシステムモデリングとリソースの最適化と



図6: TargetLink の AUTOSAR ブロックを使って制御ロジックをモデル化

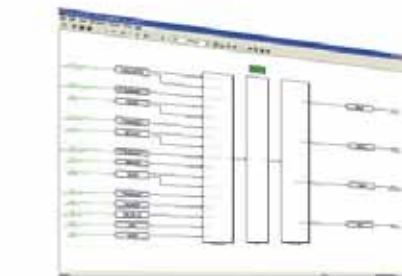


図7: AUTOSAR への移行後に適切なインターフェースブロックを使って Runnable をモデル化

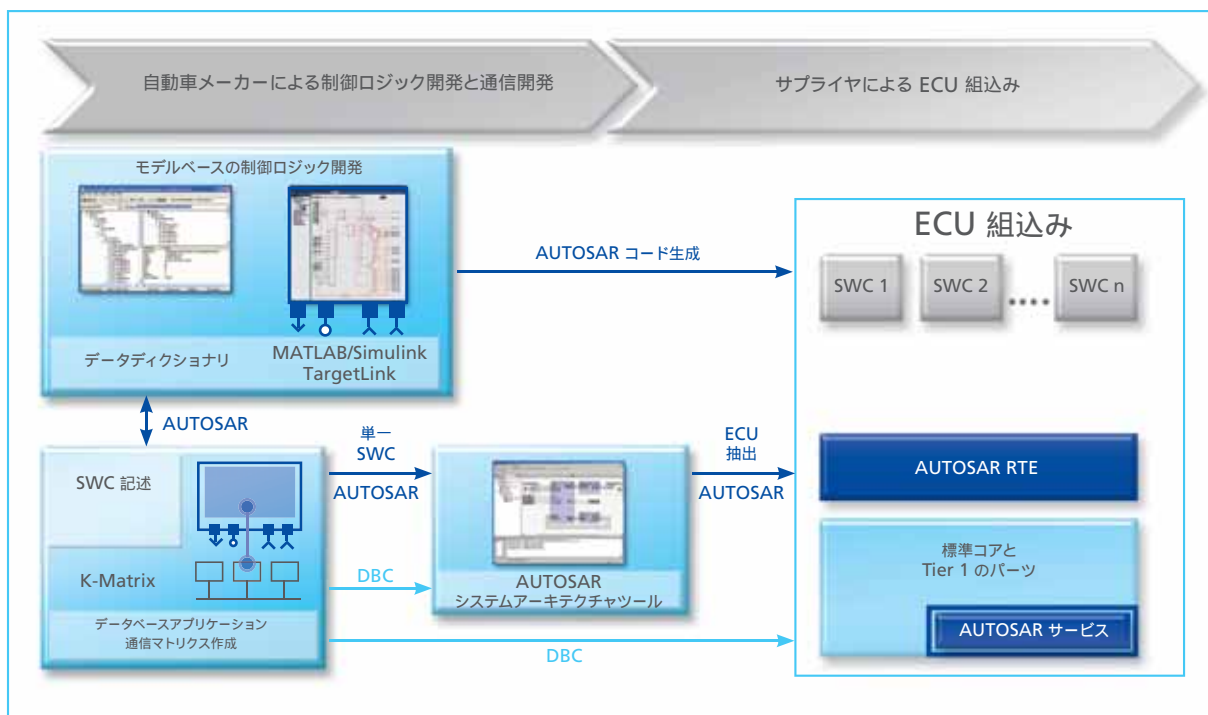


図 8 : AUTOSAR ソフトウェアコンポーネント (SWC) を生成するための AUTOSAR ツール環境。ツール間のデータ交換は AUTOSAR XML と DBC ファイルに基づく

いう点では制限事項となります。つまり、アーキテクチャと制御ロジック設計を最初の段階で慎重に決定する必要があります。AUTOSAR の記述対象が非常に広範囲に及び一方で、個々のツールがまだ完全には対応していないため、開発の際は適用する規格のサブセットに対して、適切なアプリケーションを選択・判断することから始めなくてはなりません。

すでに見てきたように、AUTOSAR を開発プロセスに漸進的に導入できることは実証されました。段階的なアプローチで AUTOSAR を導入することによって、既存の制御モデルおよび実績のあるプロセスやツールチェーンを継続して使用しながら、徐々に最適化することが可能です。

今回の成功により、快適機能とインテリア機能の開発に制御モデルを使用することは、Daimler 社における標準手法となりました。このようなプロジェクトを通じて得られた経験の大部分は、AUTOSAR 準拠の開発でも活用できます。現在の手作業を、将来は自動化および標準化されたプロセスによって置き換えることができるようになるでしょう。

AUTOSAR 規格の定義はまだ不完全です。AUTOSAR への投資が将来確実に実を結ぶように、今後も標準化グループとツールメーカーとの密接な協力が必要です。■

Christian Dziobek, Dr. Florian Wohlgenuth
Mercedes-Benz Cars Development
Dr. Thomas Ringle,
Group Research & Advanced Engineering
Daimler AG, ドイツ

まとめ

- Daimler 社はインテリア ECU の量産プロジェクトに AUTOSAR を導入
- 既存のツールとプロセスを AUTOSAR 規格対応に向けて拡張
- AUTOSAR 準拠のコード生成ツールを使用することにより既存のモデルを再利用

Brake-by-Wire Gathers Momentu

Brake-by-Wireの革新

HIL テストシステムを使用した Brake-by-Wire の開発(IABG 社 / Continental 社)





次世代のブレーキは Brake-by-Wire システムになると言われています。ブレーキディスクにパッドを押し付けるための油圧シリンダが、電気モーター(写真前部)に置き換わります。

m



現在、Continental 社では、12V 電源を使用する新しい Brake-by-Wire システムを開発しています。Continental 社における、この革新的な Brake-by-Wire システムの最適化とコンセプトの妥当性の検証を支援するため、IABG 社では、リアルタイム車両モデルへのインターフェースを備えた、dSPACE 技術をベースとするテストシステムを開発しました。



dSPACE の HIL (Hardware-in-the-Loop) テストシステムは、開発プロセスにおける効率的な開発 / テストツールとして非常に役立っています。その主な目的は、システムネットワークの動作確認、機能の検証、フェイルセーフシステムの試験、およびブレーキングシステムのエネルギー管理機能の調査です。HIL テストは、実車テストに比べて、再現性、効率性、費用対効果など、さまざまな点で優れており、これらの特性が十分に活かされています。

Brake-by-Wire システム全体の開発

この新しい電動ブレーキシステムは、単純かつ効果的な方式を採用しています。従来の摩擦式ブレーキをベースとしていますが、油圧回路をまったく使用せず、すべて電動のアクチュエータにて制御しています。ホイールにはそれぞれ専用の制御ユニットが備わっています。車のドライバーがブレーキペダルを踏むと、電子信号が各ホイールのブレーキに送られます。高性能なセンサとソフトウェアにより、さまざまな道路条件に合わせて、ホイールに対する制動力が最適に調整されます。制動中にブレーキパッドとブレーキディスクの間に生じる摩擦により、パッドにトルクが発生します。このトルクをフィードバックして、パッドをブレーキディスクに強く押し付けるクランピング力の生成に使用します。このように、ブレーキキャリバのクランピングエネルギーのほとんどは、車両の運動エネルギーから得られるため、外部からエネルギーを供給する必要はほとんどありません。技術的に重要な点は、このブレーキング方式が、他のシステムと比べて消費するエネルギーが少ないことです。現在広く使用されている 12V の車両電源を用いて、これまでにない、非常に高いクランピングエ

ネルギーと優れた制御ダイナミクスを実現できました。このシステムには、パーキングブレーキ機能も統合されています。

HIL テストシステム : Brake-by-Wire システムに不可欠な開発プロセス

HIL テストシステムは、開発プロセスにおいて、ネットワーク化されたシステムの機能と通信を検証し、詳細な調査を行うことを目的に構築されました。

このシステムは、システムネットワークの動作確認およびシステム機能のテストの際に、システムテストベンチとしての役割を果たします。その他の用途としては、ブレーキングシステムのバックアップレベルでの基本的な機能とエネルギー管理の調査と最適化、およびブレーキングシステムとシミュレートされる車両電源間の相互作用のテストなどがあります。

完全な HIL テストシステムを構築するために、dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) に基づき、アプリケーション固有の調整と拡張がなされたシミュレーション環境が追加されました。これにより、仮想車両におけるピークルダイナミクスの動作がリアルタイムでシミュレート

されます。動的レストパスシミュレーションとテストシステムアクチュエータの制御には、このブレーキングシステムに対して計算された物理的な車両変数と平均的な変数が使用されます。

このアプリケーションでの焦点は、システムの動作確認、システムコンポーネント間の通信テスト、および個々のコンポーネントの障害発生時における誤動作などです。ピークルダイナミクスシミュレーションを統合することで、個々のピークルダイナミクスの状況を含む、さまざまな運転操作を体系的にテストすることが可能になります。これらの結果は、運転時車両挙動の欠陥の影響を考慮に入れながら、システムネットワークとその機能の特性を検証するために使用されます。

システムの構成とアーキテクチャ

生成されるクランピング力は、ブレーキディスクを介して伝達されるトルク(負荷)に応じて変わります。したがって、アクチュエータについては、費用対効果の制約下でテストベンチに適した負荷を実装することが課題となります。つまり、フライホイール質量テストベンチのように実際の回転質量を介して動作するアクチュエータの使用は避ける必要があります。その代替手段として、負荷をエミュレートするデバイスを使用します。

テストベンチでは、モーターが、シミュレートされるブレーキングアクチュエータへのインターフェースとなります。車両の実負荷を動的にシミュレートするため、モーターには、サーボにより制御され、高い動的な特性をもった負荷装置が取り付けられています。また、さまざまなテスト構成で複数のプロトタイプを柔軟に組み立てるこ

HIL テストベンチの設定



とができるように電気および機械式のコンポーネントが設計されています。

実際のペダルユニットおよびパーキングブレーキ機能を含む、Brake-by-Wireシステムの完全な通信ネットワークが、テストシステム内にハードウェアとして実装されます。ブレーキシステムの中央 ECU との CAN 通信に加えて、柔軟な FlexRay 通信アーキテクチャも設定されました。これにより、Brake-by-Wireシステムの4つのホイールユニットすべてを、必要に応じてシミュレートできるようになります。ホイールユニットのモデルと実機間の切り替えは、完全にソフトウェアにより行われます。

FlexRay バスへの接続には、dSPACE の FlexRay Configuration Tool が、FIBEX (Field Bus Exchange Format) ファイル内のネットワーク記述とともに使用されます。

車両モデルの計算は、dSPACE Gigalink (高速光接続) を介してリアルタイムでテストベンチ自動化システムに接続された別の DS1005 上で行われます。自動化プラットフォームとモデルプラットフォーム上の処理は、1 ms 間隔でやりとりされます。ソフトウェア側では、HIL プラットフォームが、dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) に基づき、統合されたピークルダイナミクスの挙動を実現します。こ

デルは、Simulink ブロックレベルまでオープンであるため、ASM ピークルダイナミクスシミュレーションパッケージのモデルコンポーネントに対して最適な変更を行うのに大して時間はかかりませんでした。自動化ソフトウェアは、MATLAB®/Simulink®/Stateflow® 開発環境および dSPACE の ControlDesk 試験用ソフトウェアをベースに構築されています。AT リアルタイムシステム上で実行する必要がある機能の一部を、以下に示します。

- テストシステム制御と実装された単一テストのためのイベントベースシーケンス制御
- FlexRay と CAN プロトコルを介した ECU との通信
- Gigalink インターフェースを介した HIL リアルタイムボードとの通信

「dSPACE のシームレスな統合開発環境のおかげで、プロジェクトを効率的に進めることができます。dSPACE 技術チームから受けたサポートは申し分ありませんでした」

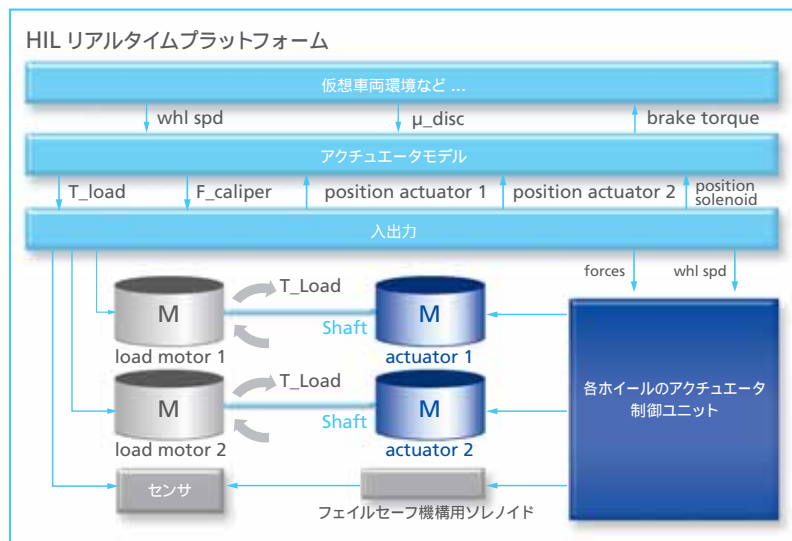
Franz Hangl, IABG

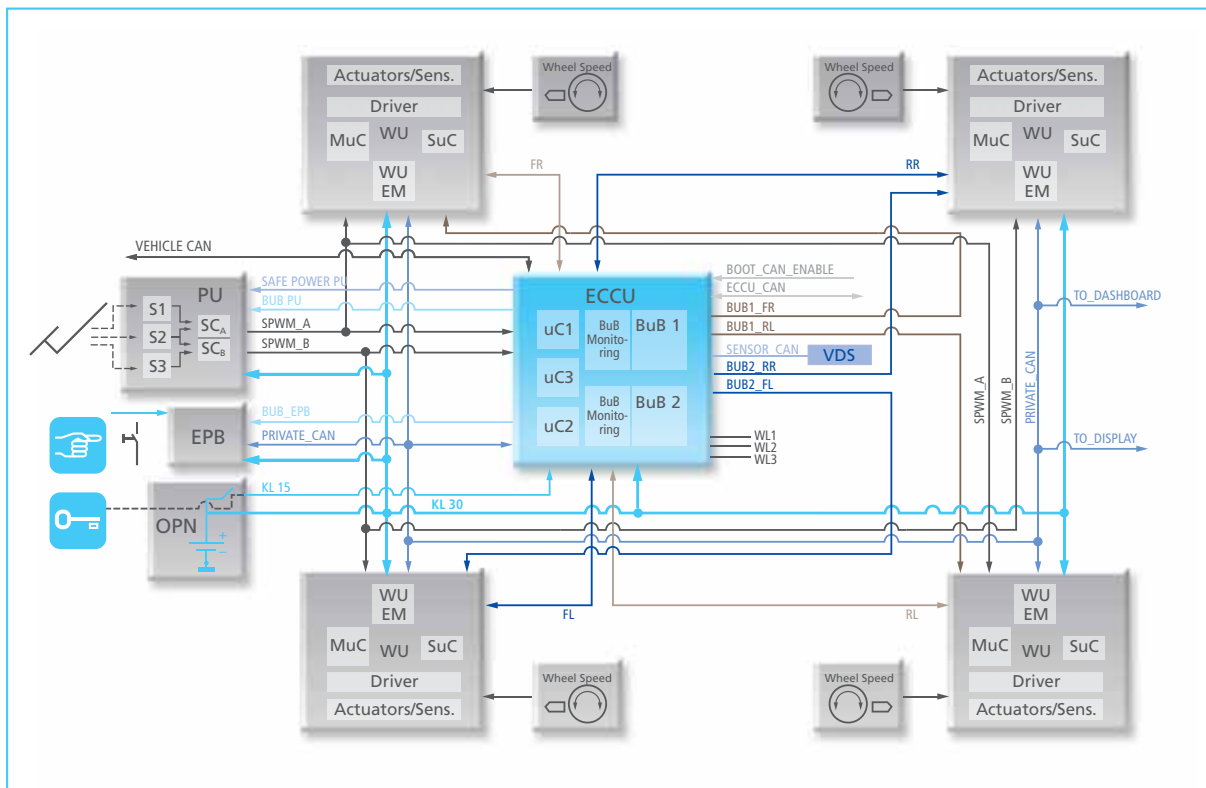
システムネットワークの機械的変数、電気的変数、および通信変数は、さまざまな測定ポイントで取得され、後で評価するために自動化システムに保管されます。

テストベンチ自動化システム(AT)で中核となるのは、DS1005 PPC Board です。これに複数の dSPACE I/O ボードを接続し、さらにネットワーク化します。したがって、このテストベンチには、ECU との通信のために、CAN 通信に加え、2つの独立した複雑な FlexRay ネットワークが構築されています。このテストシステムの

のシミュレーション環境の主要コンポーネントは、車両、ドライバー、環境のモデル、それらに関連するモデル制御、モデルパラメータ設定機能です。特に注目に値するのは、実コンポーネントではないシステムコンポーネントについても、統合シミュレーションが行われることです。ASM モ

アクチュエータにおける負荷の模式図





12V 車両電源で動作する Brake-by-Wire システムのアーキテクチャと通信構造

基本的なテスト自動化機能に加えて、ユーザは次のような機能も使用できます。

- テストシステムの操作と設定を行うグラフィカルユーザインターフェースの実装
- イベントにより制御可能なレイアウトとエクスペリメント
- テストシーケンスを設定し生成する AutomationDesk と連携した IABG ソフトウェアモジュールによるテスト自動化とテスト管理
- テスト結果の自動評価とレポートの自動生成
- 診断インターフェースを介した ECU の動作状態、変数およびパラメータへのアクセス
- 測定データをグラフィカルに表示する評価ソフトウェア

テスト自動化と欠陥シミュレーション

テスト自動化のタスクは、単一テストを個別に定義して、それらを協調させながらシーケンシャルに実行し、異常が発生した場合にテストの実行を中止することです。テストごとに、テスト結果レポートとテスト実行時ドキュメントが自動的に生成されます。ユーザは、テストレポートの形式と内容を設定できます。

AutomationDesk を使用したテスト自動化システムは、HIL テストシステム上で開発しました。AutomationDesk を使用すると、ユーザは、テストベンチ自動化システムにより実行されるテストシーケンスを自由に定義することができます。つまり、ユーザはテストの定義および実装に関して最大限の柔軟性が得られます。

設定されたテストデータベースには、現在、複雑さがまちまちの約 800 個の単一テストが格納されており、今後もさらに追加されます。

自動化環境では、開発とテストの過程で使用するテスト設定管理ツールに直接接続することで、要件、テスト仕様、およびテスト結果にアクセスできます。

テスト自動化システムの目的の 1 つは、障害発生シナリオを挿入して、システムの動作を分析することです。テストベンチでは、次のような障害を発生させることができます。

- ケーブルハーネスの障害
- 信号障害
- CAN および FlexRay の通信障害

「IABG 社が、dSPACE の各種コンポーネントを基に設定したテストシステムのおかげで、革新的な Brake-by-Wire システムを量産レベルまで確実に開発できるようになりました」

Stephan Lehl, Continental AG

ケーブルハーネスの障害は、最大電流が 50 A の欠陥シミュレーションユニットにより実行されます。自動化システムはこのユニットを、CAN インターフェースを介して、リアルタイムで制御します。信号障害(感度異常、オフセットドリフト)および通信異常(メッセージの割込み、チェックサム)は、リアルタイムシステムにより物理的な信号に切り替えられます。

テスト機能の拡張

前述のテストシステムは、Continental 社の開発とテストのプロセスに完全に統合されています。個々のテストシーケンスをグラフィカルにプログラミングすることも可能であり、システムネットワークと単一コンポーネントに対する広範なテストがサポートされます。

テスト設定管理ツールへの接続により、システム全体の要件シートから、信号ソフト

ウェア機能の単一テストに至るまでシームレスに統合されたプロセスが実現されます。テストケースの開発、改善のために絶えず努力することで、HIL テストシステムにおいて、システムネットワーク全体を早い段階で検証できるようになります。■

Franz Hangl, Automotive Test Systems, IABG Ottobrunn, ドイツ
Stephan Lehl, Electronic Brake Systems, Chassis & Safety, Continental AG, Regensburg, ドイツ

まとめ

- IABG 社では、複雑なテストシステムソリューションとして dSPACE の技術を活用
- Brake-by-Wire にフォーカスした車両制御ネットワークシステムの最適化と検証
- テスト管理ツールへの接続を含む、ControlDesk と AutomationDesk により実装された包括的なテスト自動化ソリューション



テストシステムを制御するための ControlDesk のレイアウト

排気管の内部にラムダセンサを装備する
エンジンテストベンチ



理想的な空燃比をめ
空燃比制御のための

Optimal Air-fuel

エンジン制御を行う上で、効率良くかつ環境にも配慮された空燃比を見つけ出すことは、今なお重要課題となっています。1980年代以降、キャブレタから電子制御燃料噴射装置への移行に伴い、研究者はこの課題に注力してきました。空燃比を適正に制御することで、定常時および過渡時のいずれにおいても三元触媒の性能を最大限に発揮させることができます。すなわち空燃比の制御は、SI、GDI、リーンバーンエンジンの排気ガスを抑制する上で重要な役割を果たします。

ざして
ニューラルネットワークをMicroAutoBoxで実行（サレルノ大学）

Ratio

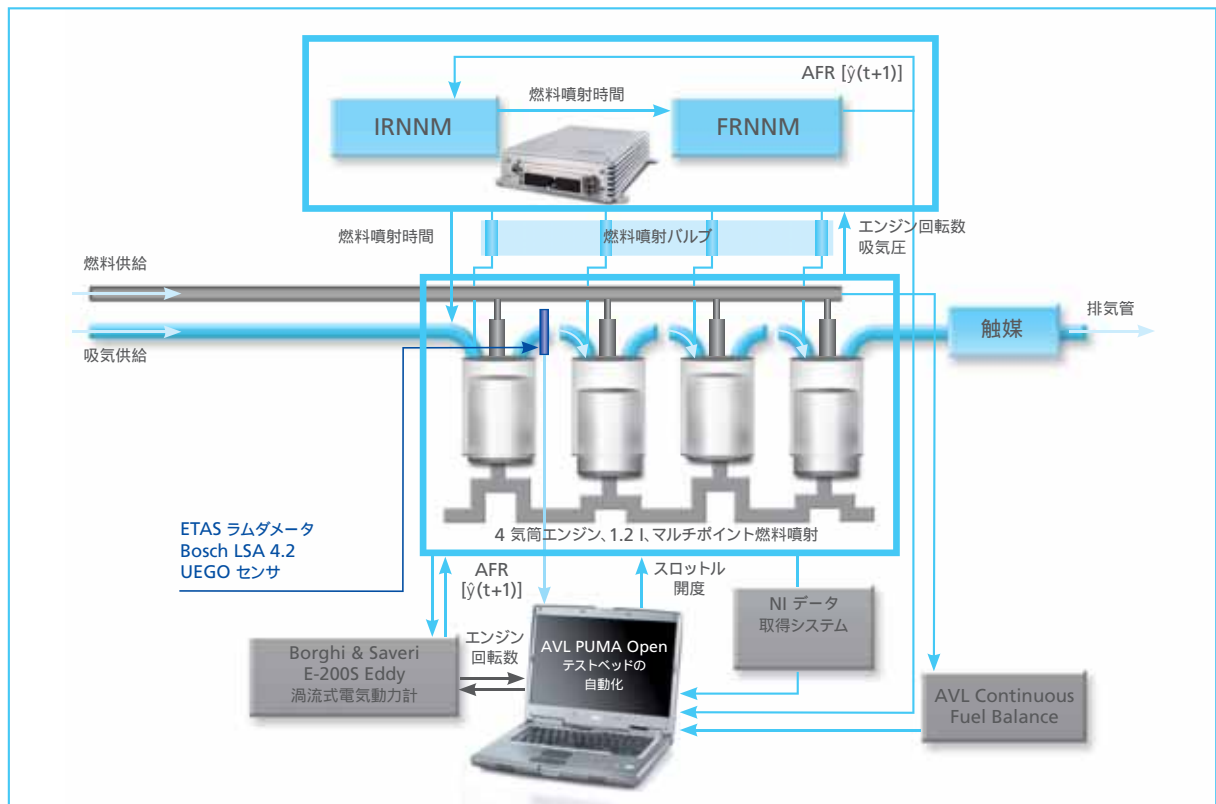
空燃比制御の要件

これまでも排気ガスの抑制には多大な努力が払われてきましたが、世界中で厳しさを増す環境規制を背景にして、理想的な空燃比の実現が今まで以上に求められています。さらに、1996年にアメリカで導入され、その後ヨーロッパにも導入された車載診断装置の要件にも対応しなくてはなりません。それらの要件に準拠することは自動車制御において必須の目標となっており、そのためには排気システムの故障を避けるためにパワートレインのすべてのコンポーネントを常時監視することが必要となってきます。現在の空燃比（AFR）制御は、平均有効圧

エンジンモデルに基づいています。しかし平均有効圧モデルの場合、パラメータ識別のために高度な試験が要求されること、モデルを適用できない機能が存在することなど、いくつかの大きな制約があります。一方で、AFR信号の遅れも極めて重要な問題で、クローズドループ制御方式の性能を改善するために解決しなくてはなりません。ニューラルネットワークは、こうした課題に対する有望なソリューションです。このネットワークは高いマッピング能力を持ち、限られた識別データでも一般化することができます。さらに適応トレーニング手順を導入することで、制御性能への外的効果の影響も考慮できるようになります。

制御方式の開発

このAFR制御方式でベースとなるのは、回帰ニューラルネットワーク（RNN）です。ニューラルネットワークは制御システムとして使用され、その出力によって制御動作が直接決定されます。AFRダイナミクスの順RNNモデル（FRNNM）の開発にあたっては、「AFRの応答に影響を与える動的プロセスは空気と燃料双方のダイナミクスに依存する」ことを考慮しました。したがって、出力、制御、外部入力の変数には、AFR、燃料噴射時間、エンジン回転数、吸気圧が使用されます。出力フィードバックはネットワーク自身によってシミュレートされるため、FRNNMはオンライン予測を行うため



制御ソフトウェアの試験設定：
制御方式は逆 (IRNNM) ダイナミクスと順 (FRNNM) ダイナミクスの 2 種類の RNN で構成

に AFR を計測する必要がありません。これにより、冷間始動時などラムダセンサが正確な計測を保証できないときでも、この制御システムは AFR の仮想検知に適したソリューションとなります。また、エンジンサイクル、輸送現象、センサレスポンスなどに起因する遅れを排除することもできます。

ニューラル制御システム

制御動作は、エンジンの状態と外部入力のセンサ計測値に応じて、逆 RNN モデル (IRNNM) によって計算されます。FRNNM によって予測された出力値はフィードバックとして IRNNM へ供給され、IRNNM は次の段階で必要となる出力に対する制御動作を見積もります。FRNNM の予測精度が高まるほど、FRNNM とプラントの出力の差異が減少します。

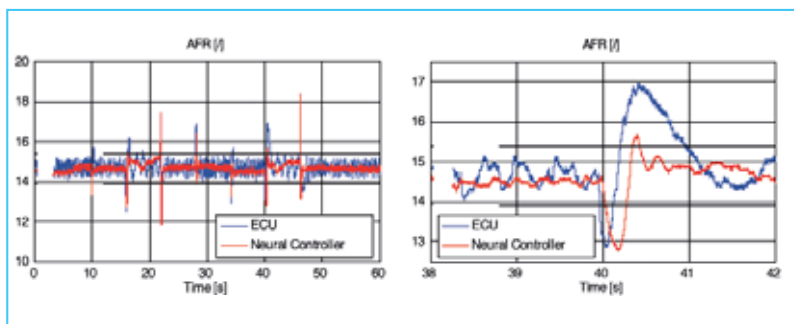
試験の設定

開発された制御方式は、エンジンテストベンチ上で計測された過渡データセットと対比させながら、トレーニングとテストが繰り返されました。1 気筒内のみの混合気生成過程を検証するため、ラムダセンサを第 1 気筒の排気バルブの直後に配置しました。これにより、排気管内でのガス輸送と混合現象によって引き起こされる動的な影響を排除することができます。また、吸気、熱状態、燃料噴射のような不均一なプロセスに起因して気筒間にアンバランスが生じますが、それによって引き起こされる予測不能な影響は、このモデルでは無視することができます。したがって、燃料噴射タイミングとラムダセンサ計測の間の時間的推移は、大部分が吸気バルブと排気バルブの位相によって説明できます。すでに述べたように、時間の遅れは制御にとって大きな問題となります。

このリアルタイムアプリケーションのために、MATLAB®/Simulink® を使って制御システムをモデル化し、続いて dSPACE MicroAutoBox へアップロードします。MicroAutoBox により、すべてのエンジンタスクを直接制御し、カスタマイズされた制御システムをただちに実行することができます。直接制御システムを採用した理由は、現時点でのエンジン回転数と吸気圧を即座に計測して実際の燃料噴射時間を算出し、FRNNM が実行する AFR の値を早期に予測するためです。さらに、現行のアプリケーションが必要とする目標空燃比を、理論空燃比値 (14.67) に設定しました。ラムダセンサは第 1 気筒にしか装着されていないため、制御プログラムのテストは第 1 気筒でのみ行いました。一方、残りの 3 気筒については、従来のマップベースの燃料噴射方式を使用しました。

「ECU を dSPACE の MicroAutoBox に置き換えたことにより、すべてのエンジンタスクを制御し、制御の法則を簡単にカスタマイズすることができました」

Cesare Pianese, University of Salerno



開発された制御方式は極めて高精度で、実物の ECU で行うよりもすばやく正確に目標空燃比に追従

直接制御システムの成果

トレーニングされた IRNNM は、FRNNM が順ダイナミクスについて行うのと同じ精度で逆 AFR ダイナミクスをシミュレートします。MicroAutoBox のフレームワーク内で FRNNM と IRNNM を統合して、ニューラル制御ソフトウェアストラクチャとし、統合された RNN 上でオンラインテストを行いました。

まとめ

仮想センサ (FRNNM) は AFR ダイナミクスを適切に予想します。その際の計測軌跡に対する誤差は、AFR に幅広いスパイクが見られる場合でも、過渡領域の大部分において 2% 未満です。これは、RNN の動的な動作が実際のシステムダイナミクスに十分近いことを証明しています。

仮想センサ予測機能を使用する制御システムを、ECU 上に実装した後、試験的な過渡条件についてテストしました。基準 ECU の動作から得られた AFR 軌跡と比較すると、制御システムが十分に機能していることがわかります。とりわけ、仮想センサ予測を統合したことで高次元なレスポンスが生成されるようになり、その結果 AFR の補正がより迅速

に行われ、ECU が認識するオーバーシュートが取り除かれます。これは、MicroAutoBox には優れた演算能力を備えたプロセッサが搭載されているため、複雑なアルゴリズムをいつでもリアルタイムに実行できるからです。結論として、ニューラル制御システムは現行の方法と比較して必要な試験と適合にかかる工数を大幅に削減することができるため、エンジン制御の改善に大きく貢献します。■

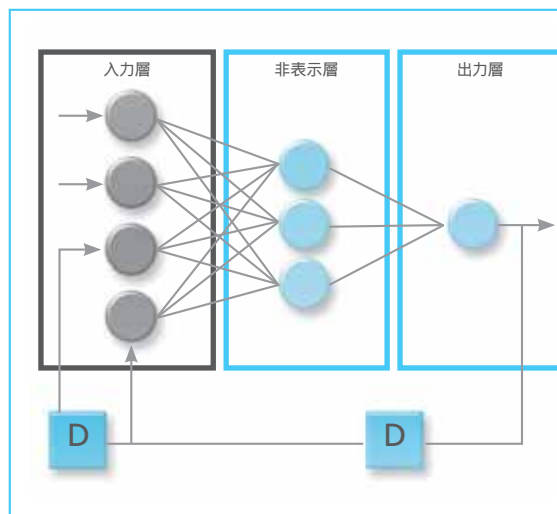
Ivan Arsie, Silvana Di Iorio, Giuseppe Noschese, Cesare Pianese, Marco Sorrentino
pianese@unisa.it
Department of Mechanical Engineering
University of Salerno, イタリア

用語解説

空燃比 (AFR) 混合気に含まれる空気と燃料の質量比。有害物質削減と性能向上のために欠かせない計測データ。ラムダ (λ) は AFR の折一的表現。純オクタンの場合の理想空燃比は $= 1.00$ (空気と燃料の理論空燃比は $14.67 : 1$)

ラムダセンサ O_2 センサとも呼ばれる。このセンサが排気ガス中の酸素量を監視することで、ECU は混合気の濃さを決定し、必要に応じて調節を行う。

ニューラルネットワーク ニューロンと呼ばれる単位で構成。それぞれのニューロンは入力に応じた重みを持ち、制御ロジックを出力として生成。通常、ニューロンは入力層、出力層、1 個または複数の隠れ層に接続される。ニューロンの中にフィードバック接続を導入することで、静的ネットワークから回帰ニューラルネットワーク (RNN) を導出。ローカルメモリプロセスによってコンピュータシステムに動的効果を導入。過去の入力に対して感知、適応できることが RNN の利点。



回帰ニューラルネットワーク (RNN)

Indestructible right from the start

開発の初期段階から堅牢性を確保

ASM を利用した大型重機の SIL および HIL のテスト (Caterpillar 社)



現代の建設業、採掘業、解体業、および林業を取り巻く環境はめまぐるしく変化しています。要求される作業は複雑になってきており、使用される大型重機にもさらに高度な機能が求められるようになりました。実際重機の内部には、外観からは想像できないインテリジェントな機能が備わっています。このレポートでは、最新型機械の電子制御システムに対するリリーステストを紹介し、Caterpillar 社で開発プロセスがどのように進められているかを明らかにしていきます。カスタムビルドの高精度のモデルを使用した機能設計から、制御ソフトウェアの検証に至るまで、Caterpillar 社では効率的なプロセスを実現しています。

Caterpillar 社(略称 CAT)は、建設、採掘、農業、および発電の世界市場に向けて大型重機を製造している国際企業です。重機製品には、エンジンやトランスミッションの制御から、特定のシステム機能専用の制御デバイスに至るまで、さまざまな電子制御ユニット(ECU)が搭載されています。Caterpillar 社では、SIL(Software-in-the-Loop)テストおよびHIL(Hardware-in-the-Loop)テストが、効率的な開発のための、また ECU の品質と信頼性を十分に確保するための標準的な方法となっています。

大型重機のエンジン ECU をテストするために、Caterpillar 社では、dSPACE の Automotive Simulation Models (ASM) から、ディーゼルエンジンモデルと物理ターボチャージャーモデルを選択しました。また、重機特有のドライブトレインの要件を満たすために、Caterpillar 社で独自に開発したドライブトレインモデルを使用しました。ASM はオープンモデルであるため、ASM とカスタムドライブトレインモデルの統合は非常に容易でした。

燃焼制御の高精度モデル

新しい制御機能の開発は、燃焼プロセスを詳細に非リアルタイムでシミュレーションする Caterpillar 社で作成した高精度エンジンモデルを使用することから始まります。長年の開発の結果、自社開発モデル「Enterprise」は、空気と燃料の精密な制御および燃焼の精密な制御が不可欠となる機能設計に最適なモデルとなっています。これらのモデルには、1次元モデルを使用しています。また、燃焼モデルでは、シリンダ圧を考慮しています。Enterprise モデルを使用したシミュレーションでは、開発の焦点は、診断機能や ECU 間の通信ではなく、出力の最適化、低燃費化などに絞られます。

開発の初期段階での制御ソフトウェアの妥当性確認

次の段階では、さらに多くの ECU 機能を燃焼制御の機能と統合します。SIL テストは、開発の初期段階で制御ソフトウェア全体のテストと妥当性確認を行うための Caterpillar 社では一般的な手順です。この SIL テストと後の HIL テストに同じモ



Caterpillar 社の重機は、
確かな結果をもたらします。

デルを使用することにより、パラメータを再利用でき、信号を直接比較できるため、効率的かつ理想的なプロセスとなります。Caterpillar 社は、HIL テストを実行するために dSPACE の ASM ディーゼルシミュレーションパッケージを採用しましたが、その後、機能設計時にもこのパッケージを使用してリアルタイムシミュレーションを実行することを目標としました。社内のシミュレーション環境、Dynasty を拡張し、Caterpillar 社の高精度モデルに加え、dSPACE の平均有効圧モデルも実行するようにしました。Caterpillar 社と dSPACE で密に連携をとりながら、これらのシミュレーションモデルを統合しました。Enterprise モデルのパラメータを ASM に移行するために、1 対 1 の変数参照テーブルを使用したソリューションを導入しました。パラメータ設定を完全にするには、実際のエンジンまたはシミュレーションから得られた測定データも必要です。

同時シミュレーション

ASM ディーゼルモデルとターボチャージャモデルの品質と性能を評価するため、

Dynasty の中で ASM と Enterprise の同時シミュレーションを行い結果を比較しました。同時シミュレーションでは、ECU のコードを ASM ディーゼルエンジンモデルの入出力に接続し、モデルは、ASMPara によってパラメータ設定しました。また定常状態のシミュレーション結果を、測定データと比較、検討しました。動的シミュレーションの結果を、過渡的な測定データ、および EPA Non-Road-Transient-Cycle のようなテストサイクルに基づく Enterprise モデルを使用したシミュレーションの結果と比較したところ、ASM モデルのシミュレーション結果は、すべてのケースで基準信号と極めてよく一致していました。この結果に基づき、現在は ASM ディーゼルエンジンシミュレーションパッケージを、オフラインシミュレーション時のコントローラロジックの妥当性確認、および HIL シミュレーション時の ECU の妥当性確認に使用しています。

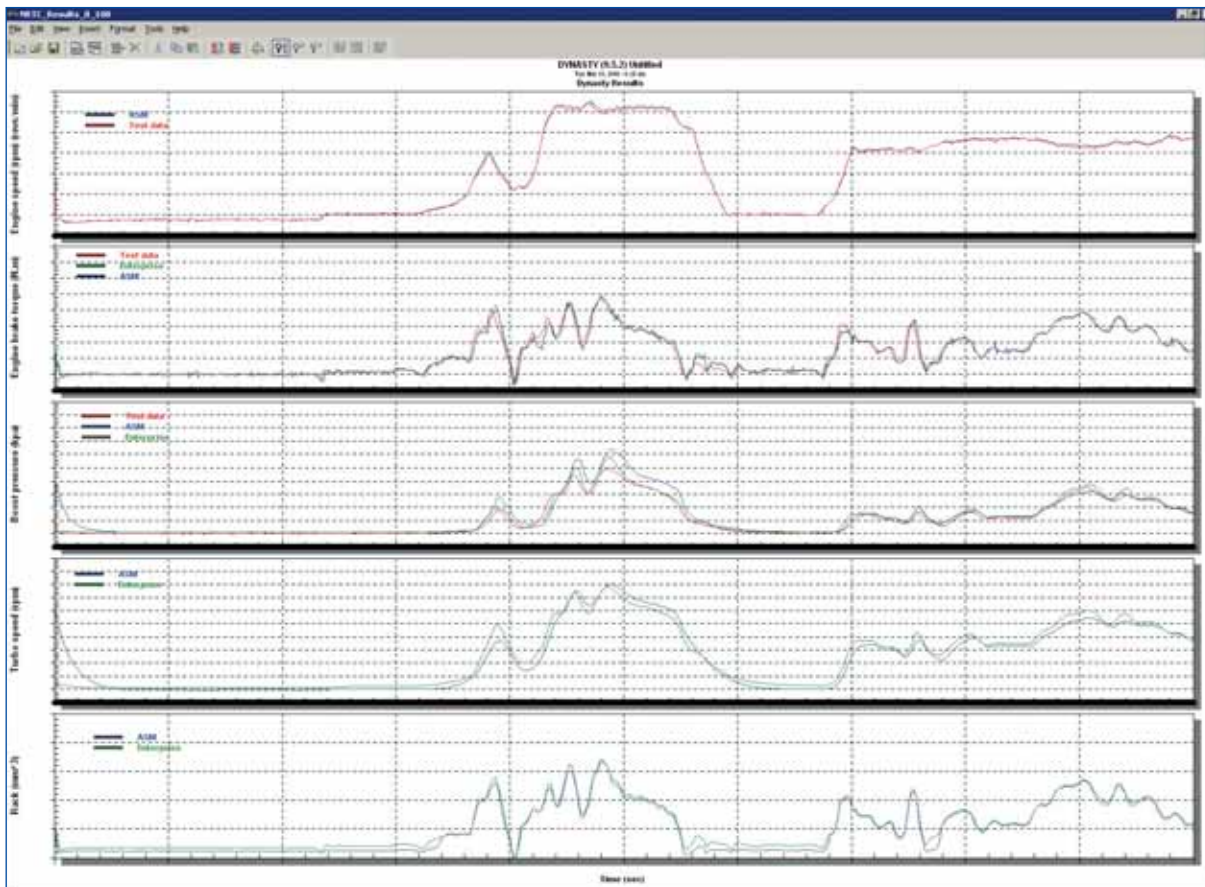
Caterpillar 社の ECU テスト

Caterpillar 社はすでに、実験施設において、数多くの dSPACE 製 HIL テスト

ベンチ (Mid-Size と Full-Size) を使用しています。これらは、エンジン、トランスミッションなどの重機コンポーネント用 ECU をテストするために使用しています。ASM を使用することで、パラメータの設定が非常に簡単になりました。これは、開発プロセスの初期段階、SIL 実行時のパラメータがそのまま利用できるからです。もう 1 つの利点は、ASM にはオープンなモデル設計が採用されているため、カスタムのトランスミッションとドライブトレインのモデルを、ASM ディーゼルモデルと容易に統合できることです。このように HIL ベンチは、どのようなプロジェクトであってもそれに合わせて構成することができます。

ASM の利用効果

同じモデルを使用してリアルタイムの HIL テストおよび SIL テストを行うことで、開発効率が非常に高くなるのが実際の使用経験を通して明らかになりました。さらに Caterpillar 社では、さまざまなエンジン (4 ~ 20 気筒、VTG またはウェストゲートターボ、CGI など) に ASM ディーゼルエンジンとターボチャージャのブロック



Enterprise と ASM の比較結果

を使用し、多様なプロジェクトの開発プロセスの合理化を図りました。この効果はすぐに顕れました。Caterpillar社はASMがオープンモデルである点を特に評価しています。ASMは理解しやすく変更も容易であるため、カスタムモデルも簡単に統合できます。

まとめと展望

Caterpillar社では、ASMを新しいコントローラ機能の開発をサポートするための、Enterpriseモデルに対するアドオンとして使用し、機能設計やECUテストではコントローラの妥当性確認に使用しています。Caterpillar社ではほぼすべてのケースにおいて、HILシステム上のリアルタイムエンジンモデルにASMを使用する予定です。

また、そのASMのメリットを最大限に生かすため、さらに多くのdSPACEのシステムを採用し試験施設を拡張する予定です。■

Mark Yu, Caterpillar Inc., 米国

HILシステム構成



用語解説

Dynasty - Caterpillar社のマルチドメインなシミュレーション環境

Enterprise - Caterpillar社の高精度エンジンシミュレーションモデル

CGI - クリーンガス誘導、排ガス規制を満たすためのCaterpillar社のソリューション

EPA - 環境保護庁



Major Winnings

DARPA アーバンチャレンジ



100 を数える自律型無人車両チームのエントリから 11 チームが選抜され、DARPA アーバンチャレンジ 2007 の決勝へと進みました。その中で優勝チームをはじめ、決勝へ進出した他の 3 チームも、車両制御システムの開発に dSPACE ツールを使用していました。

2007 年 11 月 3 日に行われたレースは、アメリカの Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) が自律車両の開発を支援するプログラムの一環として主催したもので、今回で第 3 回目となりました。砂漠の中を自律型無人車両が駆け抜けた過去の 2 回のレースとは異なり、今回の決勝は市街地環境で実施されました。ロサンゼルス北方約 160 km に位置するカリフォルニア州ヴィクターヴィルのジョージ空軍基地跡に市街地コースが設営され、参加チームは其中で 100 km の行程を 6 時間以内に走り切らねばなりません。自律型無人車両は交通法規を守って障害物を避けながら実際の交通環境の中を走行し、道路が封鎖されているときは、その場で新たな経路を割り出す必要があります。さらに道路条件をできるだけ現実近づけ、通常の市街地交通をシミュ

レートするために、スタントドライバーが運転する 50 台の車両もコース内を混走します。

DARPA アーバンチャレンジに参加したすべてのチームは、自律車両が実環境で使用できる可能性を証明しました。彼らは無人車両を驚くほど短期間で開発しました。その最大の焦点は、運転支援システムのさらなる開発です。

dSPACE ツールを使用して成功したチーム
優勝したカーネギーメロン大学の Tartan Racing チームをはじめ、その他 3 チーム、すなわち CarOLO チーム(ブラウンシュヴァイク工科大学、ドイツ)、AnnieWay チーム(カールスルーエ工科大学、ドイツ)、Oshkosh Truck チーム(ウィスコンシン州、米国)も dSPACE ツールを使用していました。

CarOLO チーム(ブラウンシュヴァイク工科大学、ドイツ)

ブラウンシュヴァイク工科大学の CarOLO チームは、コンピュータサイエンス、電気工学、機械工学など 5 つの学部から集まった 6 名の教授、10 名の研究員、20 名の学生で構成されています。研究員達は、各関連学部から集まった学部の学生達と一緒に、自律車両(Caroline と命名)のコンセプトとソフトウェアの着想、設計、実装、テスト、最適化を行いました。VW Passat をベースとした車体には、周囲の環境を検出するために多数のレーザースキャナ、カメラ、レーダー、LIDAR センサといった特殊センサが搭載されています。車両の現在位置を常に正確に把握するために、高性能な GPS 受信機も使用されています。チームは制御システム(前後方向と横方向の制御)の開発ツールとして、dSPACE の MicroAutoBox を使用しま



した。MicroAutoBoxのラピッドプロトタイプ機能により、さまざまな制御アルゴリズムの迅速な評価が可能になりました。1年足らずでプロジェクトを立ち上げて稼働までこぎつけることができました。

決勝までにはいくつかの段階があります。最初の重要なテストは、準々決勝となる現場実走行テストです。チームは、2007年6月の4週間、テキサス州のサンアントニオに滞在し、South West Research Instituteで集中的なテストを受けました。現場実走行テストの当日、車両は周回コースにおいてさまざまなテストに合格しなくてはなりませんでした。

その後ドイツに戻り、さらに車両の開発を進めました。そして10月下旬の本番のおよそ5週間前、チームは最終テストのためにサンアントニオへ飛びました。カリフォルニア州のヴィクターヴィルに向かったのは、10月下旬の準決勝に相当するNational Qualification Eventが始まる数日前でした。参加チームは、未知の土地でDARPAの審査員が準備した数日間のテストに、合格する必要があります。最初は100チームがエントリーしていましたが、この準決勝まで残ったのはわずか36チームでした。その

CarOLO チーム(ブラウンシュヴァイク工科大学)のプロジェクトリーダーを務めた Jörn Marten Wille は、車両制御(前後方向と横方向の制御および経路生成)の開発を担当しました。

「私たちは1年半足らずで、普通の市販車の Passat を自律型無人車両に改造しました」

Jörn Marten Wille, CarOLO チーム(ブラウンシュヴァイク工科大学)

中からさらに11チームが選抜され、2007年11月3日の決勝へと進出しました。Carolineの開発を通じてチームが蓄積したノウハウは、Institute of Control EngineeringがInstitute of AviationおよびInstitute of Operating Systems and Computer Architecturesと共同で実施する次のプロジェクトに生かされます。Carolineは、新たな自律車両および市街地での自律走行をさらに研究するために、技術開発の土台として使用され続けます。しかし彼らのシナリオが本当の意味で完成するには、まだかなりの年月が必要でしょう。実際の市街地における交通条件を考えると、現在のシナリオはまだかなり単純なものです。アーバンチャレンジは完成に向けた大きな一歩となりました。

AnnieWAY チーム (カールスルーエ大学、ドイツ)

AnnieWAYは、カールスルーエ大学の統制下にあるTR28特別研究部門Cognitive Automobilesと、ミュンヘン工科大学、ミュンヘン連邦国防軍大学、Fraunhofer Institute of Information and Data Processing(カールスルーエ)の研究者で構成される共同チームです。車両にはVW Passatを使用し、そこに搭載する電子制御システムを開発するためにdSPACE AutoBoxを使用しました。制御システムには車両が追従すべき経路をあらかじめ与えられ、さらにホストコンピュータからの指示命令をUDP(User Datagram Protocol)経由で受け取ります。制御システムはAutoBoxにCコードで実装

レース中の光景：自律車両のCarolineがスタントドライバーの運転する車と遭遇。DARPAでは現実の交通環境を再現するために、このような有人車を50台投入





AnnieWAY チーム(カールスルーエ大学、ドイツ)の Moritz Werling は車両制御を担当



サンフランシスコ郊外パロアルトのスタンフォード大学で、他チームの自律型無人車両 Stanley と共にテスト中の AnnieWAY

され、現在の位置と本来の位置とを比較して走行経路を調整します。現在の位置は、CAN(DS4302 CAN Interface Board)経由で AutoBox に接続されたナビゲーション装置が割り出します。最後に、ステアリングホイール、アクセル、ブレーキを操作する変数を、制御システムから CAN 経由で Passat に送信します。変速操作、レーザースキャナと警告灯とステータス LED のオン / オフ、DARPA の緊急停止ステータスの読み取りには、

デジタル I/O(DS4002 Timing and Digital I/O Board)を使用します。

このシステムには次の利点があります。

- リアルタイム機能のない PC 上でも厳格なリアルタイム要件を満たすこと
- 緊急停止などの安全機能を信頼性の高い AutoBox に直接実装できること
- 経路計画と経路制御が独立していること

今回の挑戦が、自律走行車両の開発にとって大きなはずみとなったことは間違いありませんが、実際にはまだ前座にすぎません。

TR28 は最終的な目標をかなり高い次元に設定しており、どれほど時間がかかろうともやり遂げようとしています(<http://www.kognimobil.org/>)。将来の車両には、走行環境についての情報を事前に与えられなくても、その場で対処することが求められます。アーバンチャレンジの参加

「このレースのビデオを見て自分達の車のサイレンの音を聞くと、今でもアドレナリンが上昇します。レースの最中は、車を始動させるたびに気を落ち着かせなくてはなりませんでした。車を始動させた後は、車がひとりで走り去るのを待つしかありませんでした。テスト中は、万が一に備えて必ずドライバーを乗車させていたから、無人の車が視界から消えたときは、気が気ではありませんでした。指定の経路を完璧に走り終えた AnnieWAY が最後のコーナーを回ってきたとき、チーム全員がどんな気持ちで胸をなでおろしたか、とても言葉では表現できません」

Moritz Werling, AnnieWAY チーム(カールスルーエ大学、ドイツ)

車両が使用した詳細な道路地図も、不要になる日が来るはず。交差点に差しかかった車両は、その状況をセンサで判断できるようになり、また、車両間でのデータのやり取りも可能になるでしょう。■

Oshkosh Truck チーム(ウィスコンシン州、米国)

「私たちは、Oshkosh Truck 社(ウィスコンシン州に本社在)、Teledyne 社(カリフォルニア州)、そしてパルマ大学(イタリア)の Artificial Vision and Intelligent Systems Laboratory (VisLab)の 3 団体を中心とする共同チームです。私たちは毎週テレビ会議を行い、システムの開発とテストのために何度もアメリカで集結しました。チームワークは非常に良く、相互の調整もうまくいきました。しかし、非常に危うい手に汗を握るような状況も何度か経験しました。たとえば、レースの前夜になってもまだシステムのテストが終わっておらず、作業を続けていました。参加者全員がそうだと思いますが、与えられた時間は極めて短く、計画していたことをすべて実現する余裕はありませんでした。せっかく開発した視覚装置も、残念なことにテスト時間の不足から 4 台のうち 2 台しか使用できませんでした。Oshkosh 社は、アーバンチャレンジでの経験を通じて得られた技術を自社の車に搭載する方法を真剣に検討しています。Oshkosh 社と VisLab にとって、アーバンチャレンジは単なるレース以上の意味がありました。

こうした技術を実際の車両に後付けで実装できるさまざまな可能性も見えてきました。そしてそのひとつはすでに実現しています。私たちは 2006 年 1 月の DARPA グランドチャレンジの直後に、パレット貨物システム(PLS)車両が自律走行で目的地に到着して荷物を下ろし、また戻ってくることを実際に証明できました。」



「本当にすごい大会でした！私たちの車両は、2年前の DARPA グランドチャレンジのときと同様に完走はできませんでしたが、素晴らしい経験となりました。私たちは自律車両に関してはすでに 15 年の経験を積んでいますが、今回とこれまでのレースで学んだ経験を基にして、耐久性と保守の面でシステムをさらに改良していくつもりです」

Alberto Broggi 教授、Oshkosh Truck チーム(パルマ大学、イタリア)



Alberto Broggi 教授は、VisLab グループの Oshkosh Truck チームの責任者です。教授のグループは、周囲の環境を検知するセンサの開発を担当しました。そのためにビデオカメラを使用し、視覚装置とレーザーをリンクさせました。

市街地を自律航法で走行する Oshkosh 社のトラック



Preparing Students for the Real World

実社会に向けた実習体験

未来のエンジニアを目指す学生が産業界で必要となる技術を身につけるためには、大学では、単なる理論を教えるだけでは不十分です。最先端の開発技術に直接触れる実習体験が不可欠です。ブエノスアイレス大学の学生は、研究の一環として、3相誘導モーター用のテストベンチを製作しました。部品費用の大部分は産業界のパートナーが資金を出し、大学自体の開発プログラムと基金からも追加支援が行われました。このテストベンチは、大学と産業界間のラピッドプロトタイピング技術の共有においても重要な役割を果たしています。

Hernán Tacca 教授が指導する学生は、研究目的や産業界からの注文に応じてテストベンチを幅広く使用しています。(左から): Hernán Tacca 教授、Pablo Witis、Yaki Nachajón、Gustavo Bongiovanni



謝辞

本研究が、プロジェクト I022 および I003 に対するブエノスアイレス大学の UBACYT Scientific Program および YPF Foundation の研究助成金により実現、成功できたことをここに感謝致します。

最初のテストベンチは、2人の工学部の学生が学位論文への取り組みとして制御ロジックを開発するために構築しました。その後、このテストベンチの開発は、他の学生によって引き継がれ、その内の1人、Marcelo Bruno が製作したテストベンチは、ブエノスアイレス大学とローマ大学の共同卒業研究プログラム「La Sapienza」でも使用されました。現在このテストベンチは、最新技術の制御装置も取り付けられ、必須の補助教材であると同時に、大学と産業界を結び架け橋ともなっており、産業界との開発プロジェクトや委託事業において非常に重要な役割を担っています。現在、アルゼンチン企業の1つ、Motortech S.A. とブエノスアイレス大学の工学部の共同プロジェクトも進行中です。

テストベンチの使用

この3相誘導モーター用のテストベンチは、プロジェクト関連の調査、学位論文や博士論文の研究、産業界との連携プロジェクトなど幅広い目的で使用されています。このテストベンチを使用する主な目的は、理論を直ちに実践、試行できるようにするためです。学生達は何かを学ぶと、すぐにそれを実際にベンチ上で試してみることができます。新しい制御ロジックを開発し、それをいつでも変更できます。時間やコストをかけてハードウェアを変更しなくても、研究結果をすぐに確認できます。学生は、このようにして総合的な知識を身に付け、組み込みシステム分野の最新の技術と開発に精通できるようになります。AADECA (Argentine

Association of Automatic Control) は、2006年に学部学生が実施した卒業研究プロジェクトの開発コンテストで、この研究成果に対し、最優秀賞を授与しています。

価値ある投資

私たちは最初から dSPACE のコンポーネントを使用していました。まず、DS1102 Controller Board を使用し、良い製品ということがわかったので、後継機種の DS1103 PPC Controller Board を引き続き使用しました。リアルタイムインターフェース (RTI) を使用することによって、Simulink のブロック線図環境から直接 DS1103 にプログラミングできました。つまり、ボードに新しい制御ロジックを直ちに実装して、評価することができました。また、ControlDesk 試験ソフトウェアを使用して、マンマシンインターフェースの構築、リアルタイムシミュレーションの制御を行いました。

「dSPACE を選択したのは、学生に、業界標準として使用されているツールに極力慣れて欲しかったからです」

Hernán E. Tacca 教授、ブエノスアイレス大学

dSPACE を選択した理由

dSPACE ツールを何年も使用しているブエノスアイレス大学制御工学研究室の Carlos Godfrid 教授のアドバイスを受け、dSPACE ツールを選択しました。学生に、業界標準として使用されているツールに極力慣れて欲しかったからです。

産業界から多大な資金援助が得られたことをここに感謝致します。■

Yaki Nachajón、Pablo Witis、Pablo Rossi、
Marcelo Bruno (学生)
Hernán E. Tacca 教授、
Carlos Godfrid 教授 (顧問)
ブエノスアイレス大学、工学部 (アルゼンチン)

学生が開発したアルゴリズムの効率性を確認できるトルクゲージ





ASM Traffic : 道路トラフィックをシミュレーション

Traffic Jam on Virtual





シミュレートするためのニューモデル

Roads

交通状況を検出して適切に対応する運転支援システムを開発する。これは、開発されたばかりの制御ロジックのアルゴリズムをテストするのと同様、かなりの難題です。開発直後の自動ブレーキ機能を実車テストする場合は、大きなリスクが伴います。これがシミュレーション環境であれば状況は変わります。リスクを伴わないテストドライブを行うことで作業効率を上げることができます。

路上で遭遇するさまざまな事態を仮想テストドライブで再現するには、周囲に多数の車両を走らせ、運転支援システムにできるだけ多くの動作を行わせる必要があります。dSPACEの新しいシミュレーションモデルは、まさにこのような場面で活躍します。ASM Trafficでは、シミュレーションに仮想の道路トラフィックを構築し、他の車両

を走行させることができます。さらに、この種の支援システムに欠かせない要素として、レーダーなどの3Dスキャンニングビームによる物体検知センサのモデルが用意されており、こうした機能のいくつかは、テスト車に合わせてカスタマイズできます。このツールがあれば、新しいアルゴリズムの仮想テストを必要なだけ実施できます。

実際の使用体験

株式会社デンソー様では、2007年11月からパイロットプロジェクトにおいてASM TrafficをACCシステムの制御ロジックの開発とテストのために使用しています。デンソーの西村様は、この新しいモデルを使用した感想を次のように語っています。

「従来手法では、HILS ユーザが周辺車両とレーダの挙動を Simulink モデルで記述したうえで、HILS シナリオと同期するようタイミングを調整する必要がありました。ASM トラフィックモジュールでは、周辺車両とレーダのモデルがあらかじめ用意されており、さらに HILS シナリオとの同期がイベントで設定できるため HILS の使用性が格段に向上しました」

西村 隆雄、株式会社デンソー

道路交通の設定

システムが対処しなくてはならない交通状況をどのように設定すべきかは、支援システム開発において最初に考えなければならない問題です。少なくとも仕様書に定義された仮想交通状況を、簡単かつ柔軟に構築できる方法を見つける必要があります。そのためのソリューションとして ASM Traffic には、Traffic Creator と呼ばれる専用のエディタが用意されています。これを使用することによって、ほぼどのような交通シナリオでも作成することが可能です。

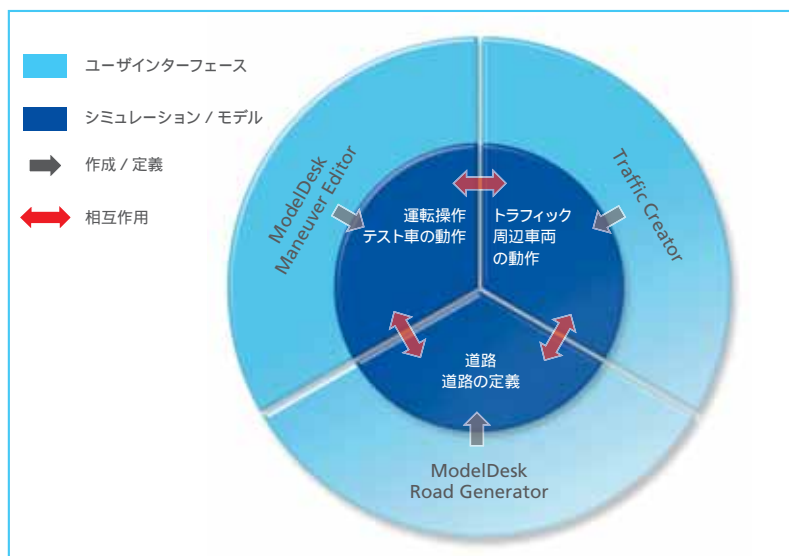
実際、Traffic Creator の極めて柔軟なシナリオ作成能力は、ASM Traffic の大きな強みです。周囲を走行する 15 台の車両にそれぞれ独自の経路を与えたり、さらにその経路をイベントに対応して変更することもできます。

ワークフロー

Traffic Creator の機能を理解するには、全体のワークフローを知る必要があります。まず最初にセグメントから構成される道路を定義し、次にその道路上を走らせるテ

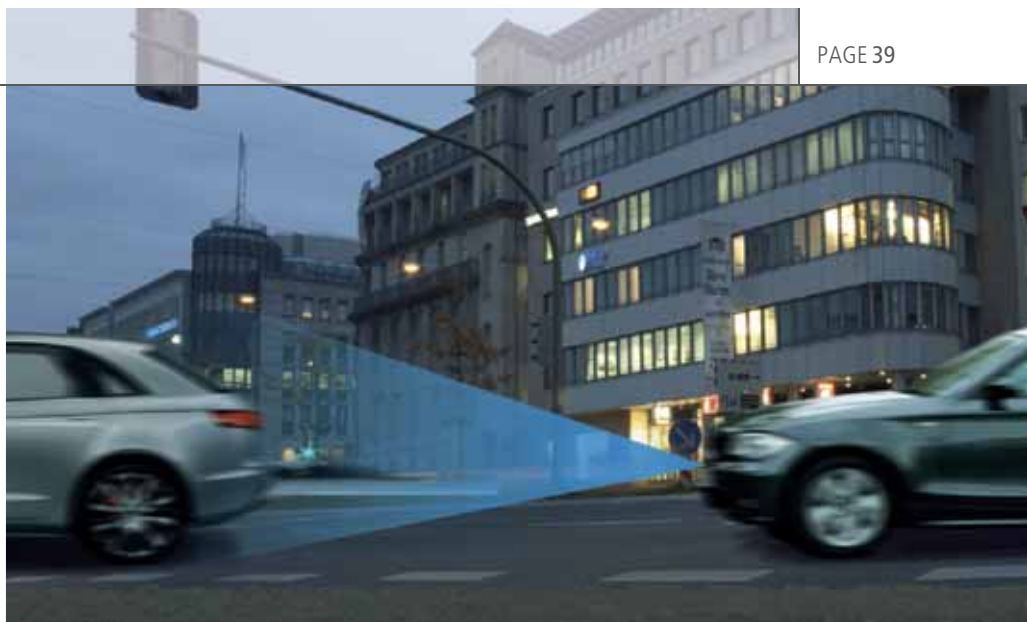
スト車の運転操作を定義します。最も単純な例は、直線道路をあらかじめ設定された速度で走行させるというケースです。道路と運転操作はいずれも ModelDesk を使って作成します。ModelDesk は、ASM Vehicle Dynamics Simulation Package のためのパラメータ設定ソフトウェアです。このパッケージは走行シミュレーションの基本パッケージであり、ASM Traffic の実行にも必須です。

また、Traffic Creator でのトラフィック定義もセグメントに基づいているため、道路および運転操作の定義と完全に呼応させることができます。Traffic Creator のオプションを使用することにより、周辺車両の動作を道路や他の車両に応じて 1 台ずつ定義することができます。



道路、テスト車の動作、周辺車両の動作からテストシナリオを構成

ACC やプリクラッシュ
などの運転支援システムは、
物体検知用のレーダー
センサを装備



あらゆるシナリオに対応

周辺車両の経路は、距離または車速から計算されます。いずれの変数も、絶対値または他の車両や道路に対する相対値として定義できます。定速走行や加速といった基本的な動作のプロファイルは、セグメントの定義として用意されています。ある動作セグメントから次のセグメントへの遷移は自由に定義可能です。制限速度への接近、あらかじめ設定された車間距離への到達、CAN 信号やユーザ入力といった外部トリガ信号など、あらゆるイベントを遷移基準として設定することができます。

センサモデル

ASM Traffic のセンサモデルは、3つのレイヤードトライアングルからなる3次元の検知範囲をシミュレートします。周辺車両は立方体として処理されます。センサモデルは純粋に幾何学的アプローチを使用するため、ライダー（レーザーレーダ）とカメラなどレーダーセンサ以外のセンサをモデル化することもできます。センサモデルは、センサの有効範囲内にあるすべての車両の最短位置を個別に計算し、テスト車両との車間距離、相対速度、相対加速度、相対水平角を返します。

可視化とサンプル

シミュレートされた交通シナリオの可視化には、dSPACE の 3D アニメーションソフトウェアである MotionDesk を使用します。ASM Traffic には 7 種類の交通シナリオのサンプルが用意されており、その中には対面交通と歩行者なども含まれます。新しいモデルには、このような機能が用意されているため、すぐに運用が可能です。

用途

ASM Traffic は、アダプティブクルーズコントロール (ACC) とプリクラッシュシステムの HIL (Hardware-in-the-Loop) テストに最適です。制御ロジックの開発は、ホスト PC 上の SimulinkR のシミュレーションによって行われます。ASM Traffic は、単純な車線変更から 15 台の車両と混走する複雑なシナリオまで、あらゆる種類の交通シナリオを再現可能です。テストでは、ECU がどのように機能し、センサ有効範囲の境界値でどのように動作するのかを確認できます。■



ASM Traffic を使ってシミュレートされたトラフィックシナリオの
3D アニメーション

適用例

以下の例は、ACC ECU の機能が HIL シミュレータ上でどのようにテストされるかを示しています。最初にシナリオを定義し、続いて自動化されたテストを実行します。最後に、得られた結果を説明します。この例の目的は、ACC システムのプロパティの評価方法を示すことです。

トラフィックシナリオの定義

このシナリオにはテスト車の他に 3 台の車両が登場し、そのうちの 1 台がテスト車の車線に割り込みます。この車とテスト車との距離が一定の値を下回ると、それをトリガとして車線変更が起動されます。このシナリオの例では、基本的な定義オプションおよび、セグメントベースの定義とイベントベースのセグメント移行の方法について説明します。

セグメント 1 :

シナリオは、まず、テスト車 T が直線道路の左側車線を時速 120 km/h で走行する場面から開始されます。他の 3 台の車両のうち一番手前の車両は、テスト車の前方 200 メートルの距離に位置しています。他の 2 台の車両はその前方に縦一列に並んでおり、それぞれ直後の車両との距離が定義されています。これら 3 台の車両の速度は 100 km/h です。

テスト車 T が追い越し車線上でこの 3 台に接近してきます。そのときの車速は ACC によって 120 km/h に保たれています。テスト車と車両 F2 との距離が 30 メートル未満になると、セグメント終了

条件に達します。このイベントがトリガとなって、次のセグメントの割り込み動作へ移行します。

セグメント 2 :

車両 F2 が車線変更を行い、追い越し車線に入ります(割り込み)。これによって F2 は、テスト車の車間センサの検知範囲に入ります。その時 ACC システムは、テスト車と F2 との距離を望ましい値に調整します。

テストシーケンス

定義されたテストシナリオを使って以下のステップを HIL シミュレータで実行し、ACC ECU をテストします。

1. ACC オン、ACC の設定反映
2. テストシナリオを実行
3. 周辺車両の最初のステアリング動作によって計測開始
4. 走行状態が一定になるまで計測データを取得
5. 計測データを評価

異なるシミュレーションを行うには、同じシナリオでパラメータを変更しステップ 1 から 5 を反復します。

バリエーション

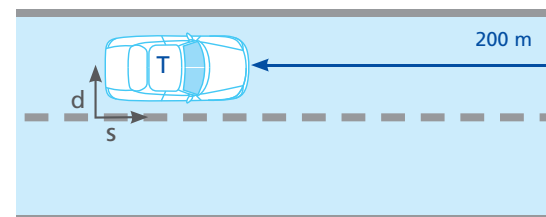
ModelDesk の Python スクリプトを使用することで、異なるバリエーションのシナリオをパッチモードで自動実行できます。ユーザはバリエーションに応じて、ACC の車間距離設定や F2 の車速をさまざまに変化させることができます。

計測と評価

このケースを評価するために、以下の変数を取得します。

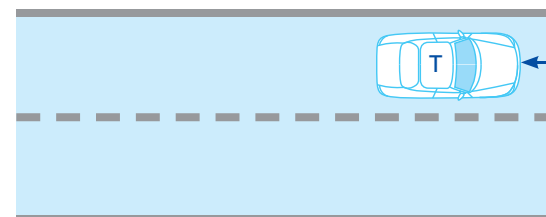
- テスト車の車速
- テスト車の減速度
- 周辺車両の車速
- テスト車と車両 F2 間の距離

セグメント1(開始)

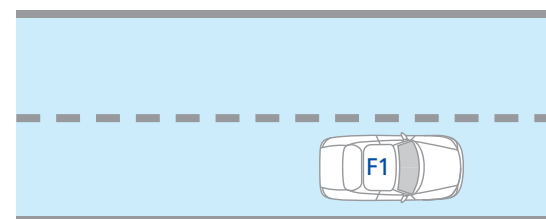


$$\begin{aligned} d_T &= +2 \text{ m} \\ v_T &= 120 \text{ km/h} \\ s_T &= f(\text{maneuver}) \end{aligned}$$

セグメント1(終了)



セグメント2

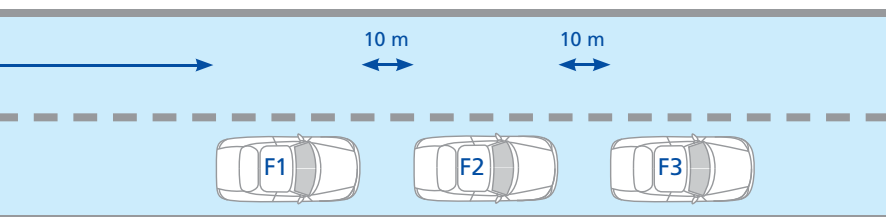


$$\begin{aligned} d_{F1} &= -2 \text{ m} \\ v_{F1} &= 100 \text{ km/h} \end{aligned}$$

計測された信号を、以下の基準に従って評価します。

- ACC システムの応答時間と制御時間
- ターゲットとなるオブジェクトとの距離
(あらかじめ設定、法規に基づいて定義)
- 快適性に関する制御システムの動作
(テスト車の減速度の評価など)

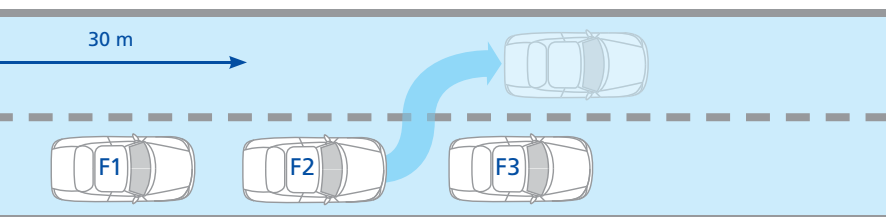
d = 路上での横方向の位置
 s = 路上での前後方向の位置
 v = 車速



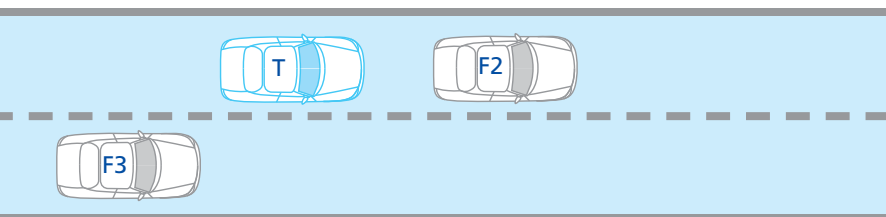
$$\begin{aligned} d_{F1} &= -2 \text{ m} \\ v_{F1} &= 100 \text{ km/h} \\ s_{F1} &= s_T + 200 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{F2} &= -2 \text{ m} \\ v_{F2} &= 100 \text{ km/h} \\ s_{F2} &= s_{F1} + 10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{F3} &= -2 \text{ m} \\ v_{F3} &= 100 \text{ km/h} \\ s_{F3} &= s_{F2} + 10 \text{ m} \end{aligned}$$



セグメント終了条件：F2 と T との距離が 30 m 未満になると車線変更を起動。次のセグメントで車線変更を実行



$$\begin{aligned} d_{F3} &= -2 \text{ m} \\ v_{F3} &= 100 \text{ km/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_T &= +2 \text{ m} \\ v_T &= f(\text{ACC}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{F2} &= -2 \dots +2 \text{ m} \\ v_{F2} &= 100 \text{ km/h} \end{aligned}$$

ASM Traffic の プロフィール

製品分類：

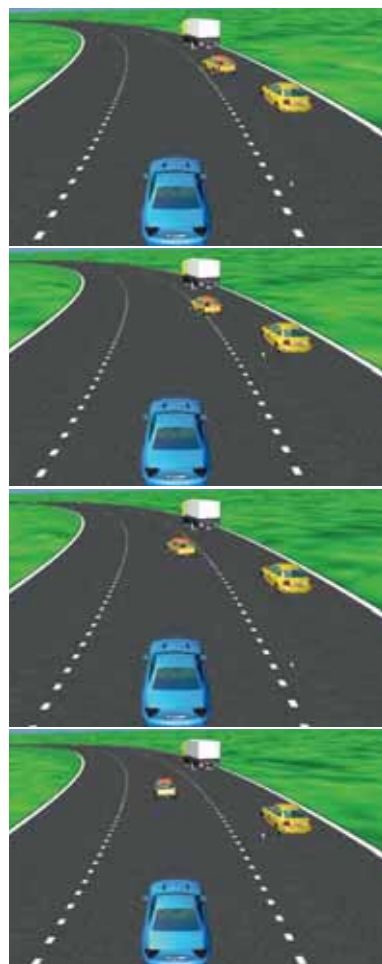
- テスト車周囲の道路交通のシミュレーション
- ASM Vehicle Dynamics Simulation Package の拡張

主要機能：

- 15 台の周辺車両を個別にシミュレーション
- 3D ビームを使用したレーダーセンサモデル
- 複数センサ
- トラフィック / シナリオの柔軟な定義
- オンラインおよびオフラインでのリアルタイムシミュレーション

用途：

- ACC とプリクラッシュの ECU の HIL テスト
- ACC とプリクラッシュシステムの機能開発





All you CAN test

CAN 環境のセットアップからリアルタイムテストまで

dSPACE の RTI CAN MultiMessage Blockset は、大規模な CAN 環境を柔軟かつ簡単に実現できる、実績のあるツールです。現行の RTI CAN MultiMessage Blockset は、CAN Navigator を介して ControlDesk に統合でき、またリアルタイムテストをサポートしているため、ユーザは開発とテストをシームレスに切り替えて実施できます。ここでは、このツールの一般的なワークフローについて説明します。

自動車開発でラピッドコントロールプロトタイピング(RCP)および HIL (Hardware-in-the-Loop)シミュレーションが適用される場合、一般的には CAN バスが使用されます。リアルタイムモデルでは、適用分野に応じて、コントローラまたは制御対象システムのいずれかが、再現されます。このモデルには CAN 通信も含まれます。CAN バスの設定は、RTI CAN MultiMessage Blockset で CAN バス信号とメッセージを定義するデータベース(DBC ファイルなど)を使用して行います。

このブロックセットでは、Simulink®用のグラフィカルユーザインターフェース(図 1)を提供しています。ユーザは、このインターフェースを使用して必要な Rx(受信)および Tx(送信)メッセージを選択できます。ここで選択した内容が、リアルタイムモデル内でモデル化される CAN バスの基本設定になります。また、DBC パリエーション、伝送制御、および各種信号操作に関する設定を行うこともできます。これらの設定は、HIL アプリケーションで特に重要になります。HIL シミュレータの CAN 通信を後でテストし自動化する際に使用され





図 1 : 伝送するモデル信号を RTI CAN MultiMessage Blockset で選択



図 2 : CAN Navigator は ControlDesk で CAN を操作するための中心的なアクセスポイント



図 3 : Tx レイアウトは CAN Navigator から直接生成することが可能

動的介入ポイントは、これらの設定に基づいてリアルタイムアプリケーション内に生成されるためです。また、ControlDesk の CAN モニタリング機能やリアルタイムテストのための CAN サポート機能も、ブロックセット内に用意されています。

コントロールセンターとしての CAN Navigator

ControlDesk では、CAN Navigator ツリーが CAN を操作するための中心的なアクセスポイントになっています。リアルタイムモデルのためのコード生成プロセスにより、ツリーの作成に必要なすべてのデータを利用できるようになります。ユーザは ControlDesk でアプリケーションへの参照を挿入するだけで、ツリーが自動的に生成されます(図 2)。このツリーには、モデル内で定義され RTI CAN MultiMessage Blockset で設定された、一貫性のある CAN 通信設定が表示されます。

モデルに含まれるすべての CAN コントローラとこれらに割り当てられた DBC ファイルがツリーに表示され、また CAN メッセージとその信号が表示されます。実行時には、ツリーを使用して CAN コントローラの DBC 設定のパリエーションを切り替えることができます。これまでと同様、Python を使用して事前に CAN MultiMessage Blockset からレイアウトを生成できるだけでなく、必要に応じていつでもツリーからレイアウトを生成することができます(図 3)。この場合、Simulink がインストールされている必要はありません。レイアウトには、リアルタイムモデルのメッセージおよび信号の送受

信設定がそのまま反映されます。このように生成されるレイアウト要素の代表的な例として、サイクルタイム設定用の入力フィールドや散発的なメッセージ送信用のボタンなどが挙げられます。

通信解析

グローバルレイアウトを生成して、複数のメッセージの伝送制御を同時に操作することもできます。CAN Navigator では、CAN ゲートウェイのオンライン設定に使用するレイアウトを作成することもできます。これはブロックセットでは作成できません。このレイアウトには、通信動作を総合的に分析するためのさまざまなビュー(図 4、図 5)やソートオプションを備えた CAN モニタリングウィンドウがあります。モニタリングは、生(RAW)データに基づいて行うか、または現在参照されている DBC を使用してシンボリックに実行することができます。

モニタリング用に選択するメッセージは、自由に定義して保存できるフィルタルールを使って絞り込むことができます。また、CAN トラフィック全体の視覚化も可能です。通過フィルタおよび阻止フィルタは、ID、ID 範囲、ECU に対して、選択的に適用できます。CAN モニタリングウィンドウで視覚化されるメッセージは、ファイル(*.csv または *.asc)に保存することも可能です。このファイルは、CAN 通信を正確なタイミングで再生(CAN 再生)する際の開始点として使用できます。たとえば、実車テスト時に記録された通信データは、必要に応じて HIL シミュレータ上のレストパスシミュレーションで簡単に再現できます。

リアルタイム条件下でのテスト

より複雑なテストシナリオを作成する場合は、Python ベースのリアルタイムテストシナリオを作成するために Real-Time Testing (RTT) が用意されています。このテストシナリオでは、テストをリアルタイムモデルと同期させて実行するので、すべてのモデル変数への読み書きアクセスを各シミュレーションクロックサイクル内で行うことができます。

リアルタイムテストで CAN バスにアクセスする必要がある場合、これらのテストは、生(RAW)データをベースにしたメッセージを読み書きするための専用ライブラリ(canmmlib)を使用して作成されます。必要なメッセージは RTI CAN MultiMessage Blockset によってモデルに追加され、リアルタイムテストまたは CAN Navigator の CAN 再生機能で利用できるようになります。この方法の利点は、CAN データベースまたはモデル構造を変更しても、リアルタイムテストを実行できるかどうかには影響を与えないことです。

次に HIL シミュレータのアナログ入力信号の 1 つをモニタリングするテストシナリオの例を取り上げます。定義されたトリガしきい値(たとえば 14.7V)を超えた場合は、値がしきい値よりも低いレベルに戻るまで、事前に定義した CAN メッセージが 50ms 間隔で周期的に送信される必要があります(図 6)。これに関連付けられるリアルタイムテストの構築については、次頁右コラムで説明しています。



図 4 : CAN メッセージ TIRE_INFO のデコードされた内容を含む静的なモニタリングビュー

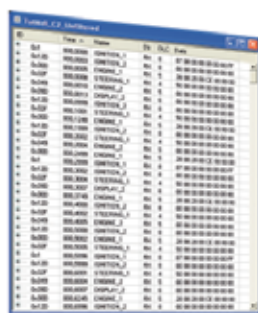


図 5 : 連続モニタリングビュー (受信時刻でソートした場合)

ツールによる CAN 操作

RTI CAN Multi-Message Blockset によって提供される各種設定オプションにより、複数のツール間での CAN 通信設定の一貫性が保証されます。これは、対話形式による試験、CAN のモニタリングと再生、および自動化されたレストバスシミュレーションなど、ECU テストに特有なシナリオすべてに対しても同様です。このように、dSPACE では、CAN 通信を編集するための柔軟で使いやすい包括的ソリューションを提供しています。これらのソリューションは、近い将来、CAN 以外のバスシステムに対しても適用できるようになります。■

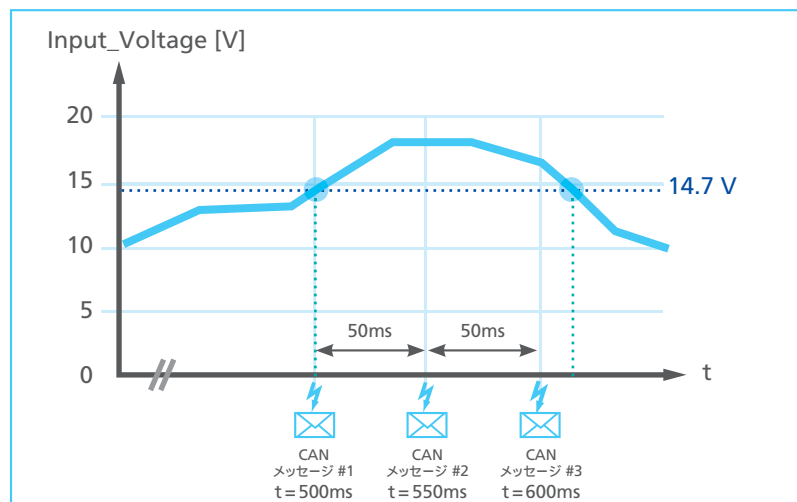


図 6 : シナリオの例 : モデル信号、およびそれに対するトリガされた周期的な CAN メッセージ

テストシナリオ例を用いたリアルタイムテストの構築

リアルタイムテストでは、CAN メッセージの送信データは、Python プログラミングによって自由に定義することができます。つまり、リアルタイムテストには、恒久的な動作としては使用しない各テストケース特有の CAN 動作を含めることができます。したがって、リアルタイムテストは、RTI CAN MultiMessage Blockset の静的な (モデルで定義された) CAN 設定を補充する理想的な手段となります。複数のリアルタイムテストを別々にロードしておき同時に実行する機能は、レストバスシミュレーションの実装における最大のスケーラビリティを保証します。その範囲は、図 6 の単純で反応が速いリアルタイムオブザーバから、リアルタイムハードウェア上ですべてが実行される大規模なテストシーケンスにまで及びます。

```

1. # -*- coding: ascii -*-
   from rttl.lib.canlib.controllers import canmmlib
   from rttl.lib import utilities, variable
   CurrentTime = utilities.currentTime

2. # Voltage to be observed
   Input_Voltage = variable.Variable(r'Model
   Root/Input_Voltage/Value')

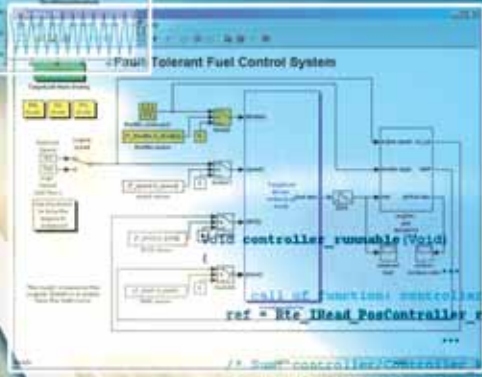
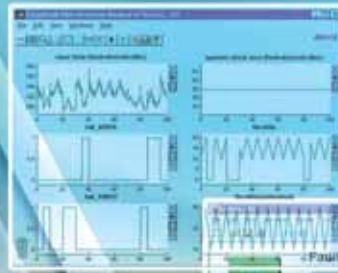
3. # Initialize CAN/MF controller
   Controller = None
   ControllerTRCPathName = r'BusSystems/CAN/Chassis_M1'
   Controller = canmmlib.GetController(
   ControllerTRCPathName)
   Channel = Controller.GetChannel()

4. # Initialize the response CAN message
   Message = Channel.GetRawMessage()
   Message.Format = canmmlib.canmmlib.ftSTD
   Message.ID = 0x123
   Message.DLC = 8
   Message.TX.Data = 0x1020304050607080

5. # Wait helper function
   def WaitGen(Duration):
       EndTime = CurrentTime.Value + Duration
       while(EndTime > CurrentTime.Value):
           yield None

6. def MainGenerator():
   # Observe Input Voltage continuously
   while(True):
       if(Input_Voltage.Value > 14.7):
           Message.Transmit()
           yield WaitGen(0.05)
       yield None
  
```

- リアルタイムテストのライブラリをインポート (canmmlib など)
- モニタリングする電圧の変数オブジェクトを生成
- CAN 送信コントローラを選択
- リアルタイムテストで送信メッセージを定義
- 正確な時間計測に使用する補助関数 (後で CAN メッセージを正確な時間間隔で送信するため)
- リアルタイムテストシーケンス : シミュレーションのステップごとに 1 度電圧を確認し、周期的な CAN メッセージを送信



```
/* TargetLink output: controller/Controller_Summary.html  
call of function: controller/Controller_Summary.html  
# combined # update of input for controller/Controller  
Rte_IWrite_PosController_pport1_upi((Int16) (S12_sP1 << 2
```



Safe Modeling

MISRA : TargetLink向けモデリングガイドライン

MISRA(Motor Industry Software Reliability Association)から TargetLink 用のモデリングガイドライン『MISRA modeling guidelines for TargetLink』が発行されています。この新しいガイドラインは、機能安全に関する車両制御ロジックの実装に関して、制御ロジックの開発者およびソフトウェア開発者をサポートします。現在までのところ、MISRA によるガイドラインが発行された量産コード生成ツールは TargetLink だけです。

安全で透過的なモデリング

TargetLink 用の新しい MISRA ガイドラインは、主に機能安全に関するモデリング要件を規定しているため、セーフティクリティカルなプロジェクトでは非常に重要になります。このガイドラインは、モデルベース設計と量産コード自動生成の重要性の高まりに対応して作成されました。主な規定事項は、次のとおりです。

- 機能安全の理由から、MATLAB®/Simulink®/Stateflow® の特定のモデリング要素とモデリングスタイルを避けること
- レビューを簡単にするための透過的なモデル構造をサポートするモデリング要素

- 生成される C コードを MISRA C:2004 ガイドラインに可能な限り準拠させるための、実装方法に関するガイドライン

TargetLink 用の MISRA ガイドライン (『MISRA AC TL Modelling style guidelines for the application of TargetLink in the context of automatic code generation』) は、MISRA の公式 Web サイト(www.misra.org.uk)で入手できます。

新しい dSPACE モデリングガイドライン

TargetLink のユーザは、MISRA 発行のガイドラインに加え、dSPACE 発行のモデリングガイドラインも参照できます。

最新の dSPACE のモデリングガイドラインは、バージョン 2.1 です。この dSPACE のモデリングガイドラインは、MISRA のガイドラインや MAAB ガイドライン (MathWorks Automotive Advisory Board) の内容を補完する理想的な資料です。dSPACE のモデリングガイドラインについては、dSPACE 営業部までお問い合わせください。英語版は、e-Guidelines の一部としてオンラインで入手することも可能です (<http://www.e-guidelines.de/>)。 ■

注意：

MISRA は、特定のメーカー、製品、またはサービスの保証または推奨をするものではありません。

インタビュー

Michael Beine, TargetLink
プロダクトマネージャ
(dSPACE)



Beine さん、新しい MISRA ガイドラインの実際の意義について、TargetLink ユーザに手短かに説明して頂けますか？

Simulink®/TargetLink で車両性能をモデル化し、量産コードとして実装すると想定してみてください。たとえば、生成されたコードが MISRA C ガイドラインに確実に準拠していること、コードレビューがしやすいこと、そして ECU 内の限られたリソース内に収まることをどうやって確認しますか？使用しているモデリング構造が Simulink®/Stateflow® で透過性を持ち、不備がないかどうかを常に正確に把握していますか？TargetLink 用の MISRA モデリングガイドラインは、量産プロジェクトに役立つ有用なヒントと手順を提供しています。

何年も使用されてきた製品である TargetLink にとって、このガイドラインはどのような意味を持っていますか？

コードレベルで幅広く使用されている MISRA C ガイドラインが、モデルレベルの MISRA TargetLink ガイドラインによって補完されるようになったのは非常に喜ばしいことです。MISRA TargetLink ガイドラインは、TargetLink が自動車部門の自動コード生成ツールのデファクトスタンダードとして、確固たる地位を築いていることを示しています。パワートレインから、ボディーエ

レクトロニクス、シャシー、運転支援システム、車両セーフティ、さらにインフォテインメントにいたるあらゆる領域で、TargetLink を量産に適用する事例が見受けられます。MISRA TargetLink モデリングガイドラインは、これらの分野で、特に機能安全に関して、TargetLink を使用するユーザをさらにサポートします。dSPACE から、AUTOSAR やコード効率の最大化などの側面を対象とする TargetLink 用のモデリングガイドラインを提供しています。

Beine さん、インタビューにご協力頂き、ありがとうございました。

Anniversary of an Idea

20年にわたる成功の歴史





Dr. Herbert Hanselmann インタビュー： dSPACE 設立 20 周年に当たり、dSPACE の創立者で現社長の Dr. Herbert Hanselmann が、どのようにして dSPACE が 1 つのアイデアから国際的な成功を収める企業にまで成長したかについて語ります。

創設期の dSPACE についてお話し頂く前に、どうして制御工学に興味を持つようになったのか伺えますか？

16 歳のときに人工知能工学についての記事を読んだのがきっかけかもしれません。当時はもちろん内容のすべてを理解することはできませんでしたが、その記事に魅了され、そのテーマへの興味をかき立てられました。それで、大学で専攻学科を決めるときに電気工学を選択し、その後は当然のように制御工学を専攻しました。また、アルバイトとして、近くの小さな会社で工作機械の制御を開発していました。

どのようなきっかけで dSPACE 社を設立されたのでしょうか？

まだカールスルーエ大学で博士論文の仕上げの作業をしているときに、Mercedes-Benz 社の著名なエンジニアであった Joachim Luckel 氏からお誘いを受けました。Joachim Luckel 氏はパーターボルン大学で既に教授の地位に就いており、彼の任務は、これまでに類のないまったく新しい研究機関を創設することでした。

私は実は産業界に進むつもりでしたが、このプロジェクトは断るにはあまりにも興味深いものでした。このプロジェクトの主な目的は、「現代制御工学」たるものを、比較的高速な機械システムを使って実現することでした。つまり、メカトロニクスです。ただ、小さなもので 1 つだけ欠けているものがありました。当時私たちには、高次の制御関数をリアルタイムで計算できる高速なコンピュータがありませんでした。

1981 年、私は自宅でコンピュータの仕事もしており、インテル社製の非常に魅力的なアナログ / デジタル信号プロセッサのキットを組み立てていました。当時は、機械エンジニアが、マイクロコードで最適なプログラミングをするなど誰も想像すらしていませんでした。そのため後になって、自動コード生成ツールやいくつかの関連ツールが開発されたりしました。出来上がったプロセッサは、Mercedes 社製バスのレーンキープシステムに使用され最初の実車テストに合格しました。さらに開発、適用、成功を何度も繰り返した後、私たちは全世界に



「Leonhard 教授からは、能力以上の多くのことを一度に手掛けようとしなければ、上手く行くだらうという評価を頂きました」

Dr. Herbert Hanselmann

向けて商業ベースで同じようなものを作ろうと思い立ったのです。これが、dSPACE 設立のコンセプトです。大学のこのプロジェクトには 3 人の仲間がそれぞれの役割で従事していましたが、1987 年、ついに dSPACE GmbH を創設しました。1988 年の 1 月 2 日には、ほぼ新規のツールセットの開発作業を開始しました。

会社の設立当初、どのような困難や障害がありましたか？

当時の私たちにはノウハウはありましたが、製品はまだ開発中で市場に出していないという状態でした。最初のツールセットの開発期間は 1 年を予定していました。つまり、1 年間は売上げがないことになります。幸いに、このような起業家向けに融資と助成金の制度がありました。ただし融資と助成金を受けるには、単にアイデアが優れているだけでは不十分でした。私たちの計画が実現可能であることを人々に納得してもらう必要がありました。そのための対策の 1 つとして、私たちは、この分野の専門家で公平な立場にあると

思われる人物に私たちのビジネスの成功の可能性について権威ある見解を頂くことにしました。このブラウンシュワイク工科大学の世界的に著名な電気デバイスの専門家、Leonhard 教授から頂いた意見は、私たちの将来を左右する重要なものでした。Leonhard 教授からは、「能力以上の多くのことを一度に手掛けようとしなければ、上手く行くだらう」という評価を頂きました。

最初の製品とその用途について教えて頂けますか？

最初の製品は、Texas Instruments 社製の信号プロセッサを搭載したボードと、制御工学専用の複数の I/O ボードで構成されたハードウェアでした。当時はまだ、固定小数点演算が使われていました。最初のソフトウェア製品は、状態コントローラを作成しシミュレートし DSPL のコードを生成するためのツールセットでした。DSPL は私たちが独自に定義した言語で、DSPL 用のコンパイラも記述しました。最適な機械コードに重点を置いていたため、「C」はオプションから外しました。

最初のお客様についてお話し頂けますか？

最初のお客様として、Philips 社があったと記憶しています。Philips 社の製造技術センターでは、位置決め精度がナノメートル単位のウェハーステッパなど、制御タスクに関する未解決の問題が山積していました。特に意外だったお客様の 1 つは、高品質の削岩機で世界的に有名なりヒテンシュタインの Hilti 社であり、メカトロニクスの分野では驚くべき数の実績を持っていました。初期の頃のお客様は、基本的には、ちょうど数年前の私たちのように、高速コントローラを短期間で実装する手段を持たないエンジニアの方々でした。

dSPACE ツールを使ったプロジェクトで、その当時最も興味を引かれたプロジェクトは何でしょうか？

これは難しい質問ですね。興味を引かれるプロジェクトは非常に多くありました。中でも特に珍しかったのは、日本の高層ビルの最上階に設置された、耐震ダンパとして使われる巨大な重りを油圧で動かすための制御システムでした。ウォルト・ディズニー社は、テーマパークにあるアトラクションの 1 つを制御するために当社の装置を必要としていました。また、ある日本の会社は、新しい住宅建設用に窓でアクティブノイズキャンセリングを試行していました。これは、家庭のリビングルームの窓からほんの数メートルのところには高速道路が走っている東京の状況を考えれば理解できます。

これまでで最大の課題は何でしたか？

会社立ち上げ時でしょうか。1 年間持ちこたえる十分な体力はありましたが、2 年目はビジネスプランどおりにはいきませんでした。コストだけはスケジュールどおり増加していきましたが、売上は上がりませんでした。コスト計画は容易なため、これは

発展の基盤：1980 年代にバーダーボルン大学でメカトロニック制御システムの研究に使用されたテストベンチ。今日の自動車で使用されているアクティブホイールサスペンションの基盤になったものです。

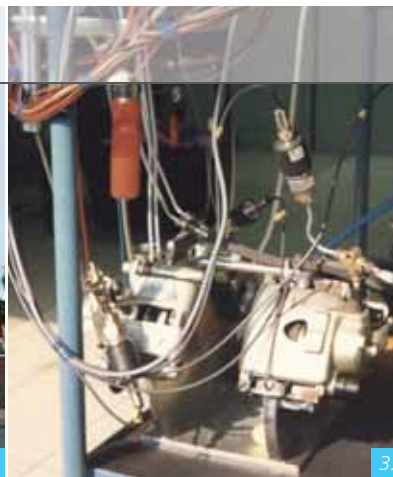




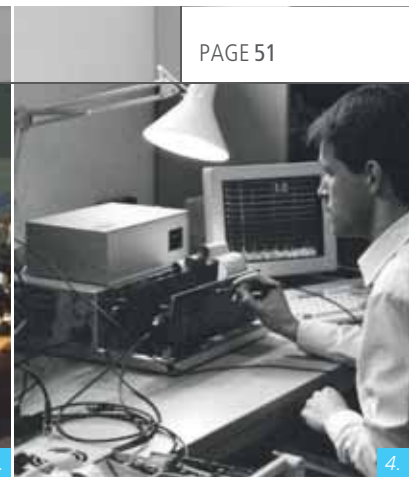
1.



2.



3.



4.

珍しいことではありません。しかし、非常に特殊な用途向けのまったく新しい種類のツールセットを必要な数だけ販売するのは、時間もかかります。この点においては、過小評価をされることがよくあります。ここ数年間で一番大変だったのは、短期間に日本支社を完全に立ち上げて軌道に乗せる必要があったことです。まったく予期していなかったことですし、やむにやまれぬ状況が生じたのです。

これまでで最大の成功は何でしたか？

The MathWorks 社を説得して提携し、開発中だった Simulink に、リアルタイム拡張機能を提供するようになったことです。当時 dSPACE には 6 人しか社員がいませんでした。The MathWorks 社はすでにその 10 倍以上の規模の会社でしたが、それまで他社と提携したことはなかったようです。結果的にこのプロジェクトは、両社が成功する上での非常に重要な要素となりました。

特にうれしかった出来事は何ですか？

何よりもよかったのは、長年にわたって当社が組織として成長し続けてきたこと、そして常にコア技術へのこだわりを堅持できていることです。状況は常に変化してきました。競合他社が現れたり、一部が消えてしまったり。時とともに焦点や関心事も移り変わっていきます。新規の関連分野も出てきました。そしてお客様は、ありがたいことに、当社が 20 年間事業を継続できたことを評価してくださっています。

dSPACE は、自動車産業の中で確固たる地位を築き上げてこられました。dSPACE のような製品がもしなかったとしたら、この業界はどうなっていたでしょうか？

どうなっていたでしょうね。当社が存在しなかったとしても、エレクトロニクスは同じ状況まで行き着いたとは思いますが、進歩はずっと遅かったと思います。お客様は、1990 年代に当社のツールを使用することで非常に多くの車載機能を開発できるようになり、その後、急増した新規開発技術に品質の面でも追いつくために HIL (Hardware-in-the-Loop) を必要としたのです。これは dSPACE の巧みな戦略のように見えますが、正直なところこれは戦略ではなく、結果に過ぎませんでした。

1. dSPACE の 4 人の設立メンバー：(左から) Dr. Herbert Hanselmann, Albert Schwarte, Dr. Hermann Henrichfreise, Andreas Hostmann
2. dSPACE は 1988 年の 1 月 2 日にこの建物の 2 階で活動を開始しました。会社の規模は徐々に大きくなり、この建物の地下室から屋根裏部屋まで専有するようになったため、1995 年の 1 月 2 日に自社ビルに移転しました。
3. 最初の dSPACE 製 HIL シミュレータ (固定小数点プロセッサ) のコンポーネント。この写真は、1989 年にお客様 (Fatec 社) の試験施設で撮影されました。
4. 1990 年代の初頭は、地下室が、テストを実施するためのハードウェア実験室になっていました。

「自らが誇れる最高の仕事をしようと思わない野心のないエンジニアは、真のエンジニアではありません」

Dr. Herbert Hanselmann



1995 年の最初のターンキー HIL シミュレータ。シミュレータ (TMS320C40 DSP をベースにしたマルチプロセッサシステム、Tesis モデル使用) からのケーブルを 2 階の窓から車両まで降ろし、ABS と電子制御式ディファレンシャルをテストしました。ワークフローは、「車両に乗り込む エンジン始動 走行 (定常モード) ブレーキをかけ ABS を作動」です。この Audi 8 は借り受けたもので、鎖でつないでおく必要がありました。



1.



2.



3.



4.

1. デトロイトでの Convergence 1990 における dSPACE 最初の展示。コンピュータ、モニター、オシロスコープはレンタル、モジュラーボードとパンフレットを並べ、自製のポスターを 2 枚掲示して展示の準備。
2. 1991 年、ボストンで開催された American Control Conference での製品展示。頭に手をのせている人物は、カリフォルニア大学サンディエゴ校 (UCSD) の Skelton 教授で、dSPACE システムが予算内に納まるかどうかを悩ませています。
3. 1992 年、不可能と思われる任務 (超満員の日本の地下鉄によるデモ用機器の運搬) を遂行する必要がありました。
4. 1992 年、最初のリアルタイムインターフェース (RTI) 製品の 1 つを使用したデモンストレーション。日本は今日でも、最初に新製品の発表が行われる国の 1 つです。

今後 10 年の間に自動車産業ではどのような技術革新が行われ、また dSPACE はどのように関与していくのでしょうか？

まず開発プロセスだけに注目して考えてみましょう。車の技術革新については、私よりもご存知の方も多いでしょう。開発プロセスとツールに関しては、いずれかの部分で進歩があれば、その他のところで新たな課題が発生するという状況がしばしば見受けられます。ラピッドコントロールプロトタイピングの場合は最終的には量産コードの自動生成が必要となりました。量産コード自動生成は、今日ですでに「完成」した技術であるため、無数のソフトウェアモジュールが生まれており、その複雑さは目を見張るほどです。新しいツールが次々と出現しますが、それは実際に必要だからです。たとえば、私たちは複雑さを克服する手段として、SystemDesk を開発しました。連携と検証を開発の初期段階で行なう必要があるからです。現段階では、すべてがエンドレスのようにも見えます。そして、ラピッドコントロールプロトタイピング、自動コード生成、および HIL のような技術が普及するまでに要した期間を考えると、1 つの核となるプロセス技術が確立され実際に広まるまで、平均で 10 年以上はかかると思っています。ですから私たちには、今すぐにやらなければならないことが山のようにあります。

会社の創立者として、dSPACE との関わりは特別なものだと思います。人生の中で dSPACE はどのような存在ですか？

dSPACE は、家族の次に大切なものです。dSPACE は進化し続けている会社ですから目が離せません。常に注意して動向を見守る必要があります。当社の場合は幸運にもそれが会社の成功につながったわけですから、非常に満足しています。

人事に関してですが、雇用する従業員に何を期待しますか？

最も重要なことは何といっても気概です。人は仕事が楽しければよく働きます。また課せられた仕事があたえ困難であっても、やりがいがあり達成可能であればその仕事を乐しみます。自らが誇れる最高の仕事をしようと思わない野心のないエンジニアは、真のエンジニアではありません。最も重要なのは内なるやる気であり、dSPACE の社員にはそれが十分にあると自信を持って言えます。

私たちを取り巻く環境に関して何か不満な点がありますか？

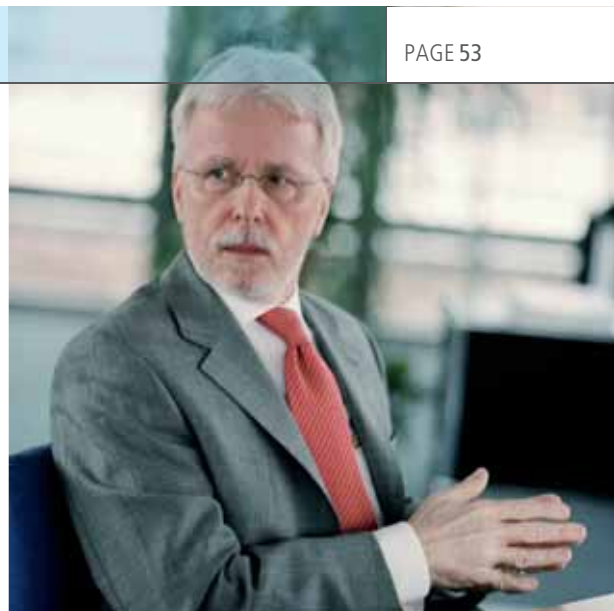
政治的な話題については触れるつもりはありませんが、実は不満を感じていることがあります。私たちは常に求人広告を出していますが、どの求人職種でも適切な応募者が少ないと感じています。これまで採用活動に多くのエネルギーを注ぎ込んできましたし、それはこれからも変わりませんが、採用すべき人材がいなれば、現在の採用活動だけでは十分ではありません。より多くの若者に正しい道を歩んで自分にふさわしいテーマを勉強してもらうために、他の多くの企業と同様私たちも社会的な責任を果たす必要があります。そのために、dSPACE では、奨学金、広報活動、および学校との提携を含む ProMINT イニシアチブを始めました。

少し前にお話されていた専門家の見解に話を戻しますが、dSPACE は実際には、この 20 年間多くのことをやりすぎたということはありませんか？また会社の成功についてどのようにお考えですか？

よく考えてみれば、私たちは Leonhard 教授のアドバイスに従ったといえます。

「私たちは、買収や抹消的な活動などで時間を浪費することなく、dSPACEのコア技術に対するこだわりを堅持しながら活動範囲を少しずつ広げてきました」

Dr. Herbert Hanselmann



私たちは、基本的には同じことをやり続けています。制御工学、ソフトウェア、エレクトロニクスを結び付けました。カスタムデバイスを製造するのではなく、絶対多数の人の役に立つ製品を作ることで、高い開発費を回収できるようにしています。私たちは、買収や抹消的な活動などで時間を浪費することなく、dSPACEのコア技術に対するこだわりを堅持しながら活動範囲を少しずつ広げてきました。

会社の将来をどのように見えていますか？

なすべきことが十分にある限り、会社は継続的に拡大していくでしょう。課題が大きくなるにつれ、私たちもまた成長していく。新たな問題が発生すると、私たちはそのソリューションを提供する。私たちはこのようにして今後も継続的に発展していけると思っています。

今後 20 年間も同じように dSPACE という船に乗って進んでいけますか？

はい、dSPACE 号に乗って大海を進んでいきます。

現在そして未来も、順調に dSPACE に追い風が吹くことをお祈りしています。お話し頂きましてありがとうございました。■

1. AutoBox は、大きな機械的負荷が加わる条件下でも高い信頼性を維持することで知られています。これは、1993 年に実施された振動テストで証明されています。Andreas Hostmann は、非常に感心しています。
2. 1995 年、最初の自社ビルで開かれた新社屋披露パーティで、Joachim Luckel 教授と挨拶を交わす Dr. Hanselmann
3. ごく初期の HIL と比較して、システムのサイズは目に見えて大きくなりました。これは、ABS のシミュレーションだけではなく、すべての快適機能と運転支援システムを含む車両全体のシミュレーションを行うようになったためです。この写真は、仮想車両の基盤となるネットワーク化された HIL システムの全体を示しています。





Tomorrow's Engineers

ハイブリッド自転車：
dSPACEが学生の研究をサポート

制動時のエネルギーを蓄積し、加速時に放出してアシストするハイブリッド自転車。パーダーボルンの3人の学生と物理の担当教師が、この斬新でエキサイティングなアイデアにより、地域の Young Scientists Competition で最優秀賞を受賞しました。dSPACE は、このプロジェクトに必要な部品やツールの購入資金を提供し、若いエンジニアに助言を与えて支援しました。この助成金は dSPACE の ProMINT イニシアチブ(数学、情報科学、自然科学、工学)の一環です。ProMINT イニシアチブは、大学レベルで学生の科学および工学の研究を奨励することを目的としています。



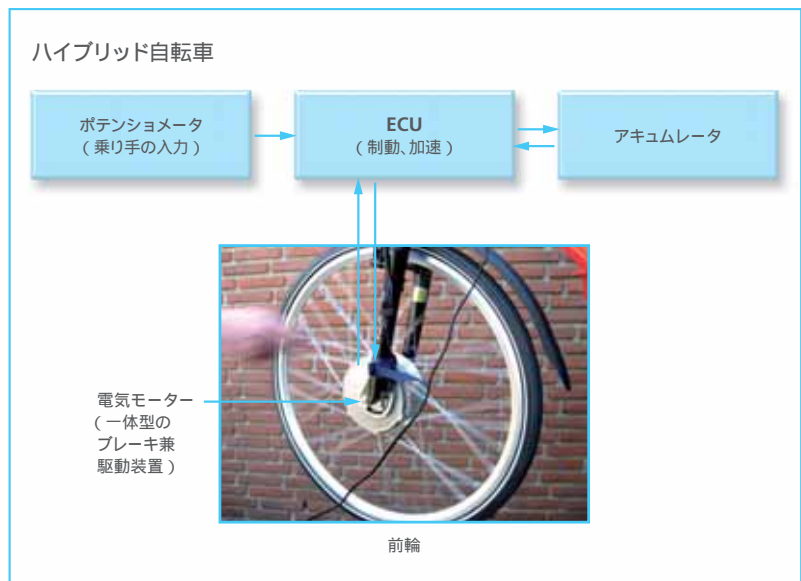
バーダーボルの Theodorianum School で科学を研究する学生達。(左から)Wolfgang Fritz、Georg Enzian、Stefan Beller とハイブリッド自転車





ハイブリッド自転車：スタート時の動力
サイクリングは健康的で環境に優しいスポーツです。しかし、停止と発進のたびに、すなわちブレーキをかけその後再び発進したり加速するたびに、筋肉にかなりの負担をかけることになります。長距離を走行するとなるとさらに大変で、このために、本当はもっと自転車に乗りたいと思っても、車を利用することがよくあります。もし、ブレーキをかけるときに失われるエネルギーを走り出すときに利用できたらどうでしょうか？実はこれは実現可能なことなのです。それをパーダーボルンにある Theodorium School の学生 3 人が、物理担当教師のサポートと dSPACE エンジニアのアドバイスによって実現しました。研究の成果は大変素晴らしいものでした。電気モーターで制動時に失われるエネルギーの大部分を回収し発進または加速するときに放出するという回生システム それを搭載したハイブリッド自転車が完成しました。前輪のハブ軸に取り付けた電気モーターは、実際には、一体型のブレーキ兼駆動装置です。エネルギーの蓄積にはバッテリーが使用されます。簡単な電子制御装置でエネルギーの流れを制御し、乗手はポテンシオメータを使用して、ブレーキをかけたり加速することができます。マイクロコントローラのプログラミングは特に難題でしたが、学生たちはこれをいとも鮮や

かにやり遂げました。この革新的なハイブリッド自転車によって、この学生達が Young Scientists Competition の地域レベルでは堂々の 1 位、州レベルでは 2 位、そして特別賞も受賞したのも当然のことでしょう。皆さん、おめでとうございます!■



制動エネルギーを蓄積し、加速時に放出するハイブリッド自転車 - この革新的なプロトタイプによって、パーダーボルンの 3 人の学生が Young Scientists Competition で最優秀賞を受賞しました。dSPACE は、部品やツールを購入するために、この若い研究者を金銭的に支援し、彼らのアイデアを実現するために技術的なアドバイスを提供しました。

インタビュー

Dr. Herbert Schütte,
Director of Applications &
Engineering (dSPACE)



自動車業界の大手企業向けではなく学生プロジェクトにコンサルティングサービスを提供されたそうですが、どのようにお感じになりましたか？

まず、学生たちの熱意と技術的な創造性には本当に感心しました。これらはまさに将来のエンジニアに必要な資質といえるでしょう。決してあきらめず、常識にとられない解決策を進んで試す。産業界においても、これは未来の技術を開発するための最も大事な姿勢です。学生たちは、ソフトウェアとハードウェアについて驚くほど高いレベルの知識を持っていましたし、エンジニアリング部門の同僚も私も、彼らと共に作業を行い本当に楽しい時間を過ごすことができました。今後、dSPACE のお客様向けアプリケーションおよびエンジニアリング部門の責任者としての業務以外に、ProMINT プロジェクトにも十分な時間を割いてアドバイスを続けて行きたいと思っています。

dSPACE は、どのようにして技術や科学に対する若者の関心を刺激できるのでしょうか？

これは技術に限った話ではないでしょうが、どのテーマに対する関心を深める場合でも、まずともかくその対象に出会う必要があります。現在、大部分の若者は、携帯電話、自動車、カメラなど、毎日電子システムに触れています。ただ、残念なことに、彼らは、それがどのように機能して開発されているかまったく知らないようです。学生時代に技術に触れる機会がなければ、電子制御の開発が楽しいことなど分かるはずがありません。知識の急速な拡大の中で学校教育で取り扱うことができるのは、ほんの一握りです。制御工学は、dSPACE にとっては特に興味深い分野ではありますが、実際には数多くのテーマのほんの一例に過ぎません。そのような状況で dSPACE ができること、

そしてやりたいと思っていることは、広い意味での技術的な実地体験を提供し、技術的な関心を刺激することです。これは dSPACE が最も得意とするところです。たとえば、物理のクラスでわくわくするような実演授業を行なうこと、当社の施設への見学を受け入れること、ハイブリッド自転車のようなプロジェクトを支援することなどです。私は、ProMINT プロジェクトでのこれまでの活動を通して、すでに何人かの若者が技術または科学の道に進む決意を固めていると確信しています。いずれ彼らが dSPACE の若いエンジニアになってくれれば、一層嬉しく思います。

インタビューにご協力頂き、ありがとうございました。

ProMINT

ProMINT イニシアチブ(数学、情報科学、自然科学、工学)は、dSPACE の慈善活動として次世代のエンジニアや科学者の育成に積極的に貢献しています。活動内容としては、学校で物理学およびコンピュータサイエンスの授業を開講し、大学の助成金の提供等も実施しています。

www.promint.de(ドイツ語版のみ)



RapidPro - デンソー社製 ラムダプローブの統合

デンソー社製ラムダプローブ(PLUS2.1、PLUS3.x)に対応した RapidPro 用モジュール「SC-UHEGO 2/1」が間もなくリリースされます(Bosch LSU4.2、LSU4.9は既にサポートしています)。dSPACE の RapidPro は、クランクシャフト、カムシャフト、ノックセンサからの信号のシグナルコンディショニング用モジュール、また大電流インジェクタを制御するためのパワーステージモジュールなど、さまざまな用途に備えたモジュールを提供しています。

この新しい RapidPro SC-UHEGO 2/1 モジュールがサポートする DENSO ブロードバンドプローブでは、空燃比を AFR 10 ~ ∞ bzw、および 12 ~ 25 の範囲で取得することができます。また dSPACE では DENSO ラムダプローブを使用するための、MATLAB®/ Simulink® のサンプルモデルも用意しております。

SC-UHEGO 2/1 のリリース日：
www.dspace.com/releases

SystemDesk が AUTOSAR 2.1 をサポート

dSPACE は、引き続き SystemDesk による AUTOSAR のサポートを拡張していきます。SystemDesk の最新バージョン 1.1 は、AUTOSAR 2.1 の交換フォー

マットとの互換性を提供します。このバージョンの AUTOSAR 規格では、標準化された電気/電子アーキテクチャの開発仕様がより正確かつ詳細に規定されているため電子制御ユニット開発ツール間での、互換性が向上し、安定したやり取りとデータ交換が可能になりました。



優勝チーム

dSPACE は、ドイツ本社のあるバーダーボルン市で開催されたランニング大会 Easter Run に今回も参加しました。Easter Run はドイツ最古のロードレースで、トップレベルの国際的なランナーが招聘されます。今年は、悪天候にもかかわらず、8,000 人のランナーがスタートラインに立ちました。dSPACE チームは、今年初めての 5 キロの企業杯で優勝トロフィーを受賞しました。レースには合計 37 人の dSPACE 社員が参加しました。参加者は、レースに備えて 1 週間に 1 回仕事を終えた後に集って全員でトレーニングを行い、ランニング経験の浅い初心者も参加しました。dSPACE は、公式のハンドサイクルレースで、去年に引き続きイベントを後援し、選手たちに喜ばれました。ハンドサイクルの選手は、dSPACE の特設テントで賞を受け取りました。



dSPACE 便り



dSPACE 製品のリリース情報、当社のイベントやその他の活動に関する最新の情報をメールにてお届けします。
www.dspace.jp/goto.cfm/dspace_direct
 にてご登録頂けます。

お問い合わせ先



皆様からの貴重なご意見をお待ちしております。
 dSPACE Japan 株式会社

(本社)

〒140-0001
 東京都品川区北品川 4-7-35
 御殿山トラストタワー 10 階
 Tel.: 03-5798-5460
 Fax: 03-5798-5464

Home Page : www.dspace.jp

一般的なお問い合わせ : Info@dspace.jp

営業的なお問い合わせ : Sales@dspace.jp

技術的なお問い合わせ : Support@dspace.jp

(中部支店)

〒460-0003
 名古屋市中区錦 1-6-5
 名古屋錦シティビル 7 階
 Tel.: 052-220-5155
 Fax: 052-220-5156

採用情報



dSPACE で一緒に働きませんか?

経験を積んだプロフェッショナルとして新しい挑戦の場を求めていますか?ぜひ当社の一員としてご活躍ください(ドイツ: パーダーボルン、ミュンヘン、シュトゥットガルト。フランス: パリ。イギリス: ケンブリッジ。日本: 東京、名古屋。アメリカ: ミシガン州デトロイト)。

当社では、業務拡大のため、経験の有無を問わず、技術力のあるスタッフを世界各国にあるオフィスで募集しています。

- ソフトウェア開発
- ハードウェア開発
- アプリケーションエンジニア
- セールスエンジニア
- 製品管理

現在の日本での採用情報については下記をご覧ください。
www.dspace.com/jobs





System Architecture

Rapid Prototyping

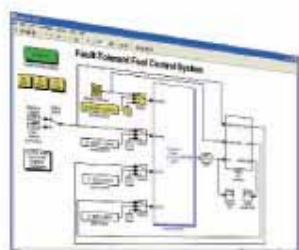
ECU Autocoding

HiL Testing

ECU Calibration

最上の走りは、高品質から生まれた。

日産自動車はエンジンECU開発システムにおいて、テクノロジーフラッグシップカー「GT-R」をはじめ高機能に 대응する高品質な自動コード生成ツール「TargetLink」を使用しています。



制御モデルより量産用のCコードを生成することで完結するモデルベース開発。開発の効率化を実現するため量産用のCコード生成では、高品質、高信頼性、高機能という厳しい条件を満たす必要があります。日産のテクノロジーフラッグシップとして、最上の走りや高機能を目指すGT-Rにとって、開発環境においても高品質・高機能であることは、もはや宿命といってもいいほど。そして、それに呼応できる実績と技術を持つサプライヤーはdSPACE以外なかったのです。世界屈指の自動車メーカーや航空宇宙産業のトップクラスと数々のサクセスストーリーを生み出してきた先進のテクノロジーは、国内自動車メーカーの技術の集大成を生み出すパートナーとして選ばれています。



お客様でdSPACEは
20周年を迎えました。

Embedded Success **dSPACE**

dSPACE Japan 株式会社 / 東京都品川区北品川4-7-35 御殿山トラストタワー10F TEL: 03-5798-5460 FAX: 03-5798-5464 info@dspace.jp

© Copyright 2008 by dSPACE. 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。