

インド自動車産業向け統合安全システムの開発

Systematic Vehicle Safety

インドでは高い動力性能をもつ車両の台数が増加傾向にあり、それに伴って車両の安全性に対する要求が一層高まりつつあります。インド自動車調査協会 (ARAI : Automotive Research Association of India) では、インドの自動車業界と商工省に代わり、高性能な安全システムのコンセプトと共に、同システムのモデルベース開発用のサンプルプロセスを構築しています。



インド自動車市場向け安全システム

インドは、12億人を超える世界で最大の人口を擁する国の1つであり、モビリティの急速な拡大に直面しています。多くの地域では、高出力エンジンを搭載したピックアップ/SUVや大型オフロード車両が最良の移送手段となっています。ARAIでは、このクラスの車両に対する最適な安全システムを開発するために、技術コンセプトの構築とその実証に着手しました。このプロジェクトの目的は、SUVのブレーキモジュレータと統合センサクラスタの既存の装備を使用する、統合安全システム (ISS: Integrated Safety System) を開発することにあります。コンセプトの実証では、以下の機能の設計・開発が必要になりました。

- 横滑り防止装置 (ESC) (アンチロックブレーキシステム (ABS)、トラクションコントロールシステム (TCS) およびヨー安定性制御 (YSC) を含む)

- ロール安定性制御 (RSC)
- アクティブシートベルト巻取システム (ASBRS)

遠大なプロジェクト目標

ARAIの車載電子システム部門 (AED) では、統合安全システムのためのキックオフプロジェクトを実施し、その結果をインド自動車業界に公開しています。アクティブ安全システムの開発は完全にモデルベースとなっており、次のようなプロジェクト目標に焦点を定めていました。

- 独自開発の統合安全システムをインド市場の事情に合わせて設計・開発する
- 組み込み自動車制御システムのモデルベース設計に関する専門知識を構築する
- 自動車業界が将来の要件に合わせて独自のソリューションを開発するのに役立つ





統合安全システム (ISS) は、複数の安全機能で構成されており、各種の車両センサからの信号を評価して、ブレーキやシートベルト巻取用モーターを制御します。

新しい手法とツール

本プロジェクト以前は、ARAI では、コントローラソフトウェアを従来の手作業によって実装 (ハンドコーディング) していました。しかし、新しい安全システムが複数の企業にとって重要となってきたため、モデルベース開発を体系的に適用する決断が下されました。このため、MATLAB®/Simulink® を使用したモデルベース開発のために新しい統合ツールチェーンを導入することが必要になりました。

プロジェクトを開始する前に、ARAI では、ラピッドコントロールプロトタイピング (RCP)、HIL (Hardware-in-the-Loop)

などについて、市販のさまざまな製品を徹底的に評価しました。開発者は、各システムが新しい開発プロジェクトの特定の作業に適しているかどうかを調査し、そのシステムのプロセスに対する適合性を検討しました。

ラピッドコントロールプロトタイピング (RCP) システムについては、ARAI は、dSPACE の MicroAutoBox と RapidPro を組み合わせて使用することに決定しました。HIL (Hardware-in-the-Loop) テストステーションでは、dSPACE シミュレータを使用しています。これらのシステムと、dSPACE のソフトウェアツールである AutomationDesk® および

ControlDesk® Next Generation を併用することで、コントローラ開発と電子制御ユニット (ECU) のテストをシームレスにサポートするツールチェーンが形成されます。

コントローラプロトタイピング

モデル化が完了したら、実際の制御システム上で制御アルゴリズムのテストと最適化を行う必要があります。この典型的な RCP 作業は、最初に試験施設内で行われ、次に車載の MicroAutoBox 上で行われます。MicroAutoBox は、コントローラモデルを実行するプロトタイピング ECU の役割を果たします。RapidPro システムは、制御システムの必要に合わせて信号を調整 (コンディショニング) します。コントローラモデルのほとんどの部品は MIL (Model-in-the-Loop) シミュレーションで既にテストされていたため、簡単に MicroAutoBox に転送し、すぐに実行することができました。ControlDesk Next Generation は、モデルの読み込みと実行および信号の監視を行うための中心的なユーザインターフェースとなりました。

HIL テストリグ上でのさらなる開発と最適化

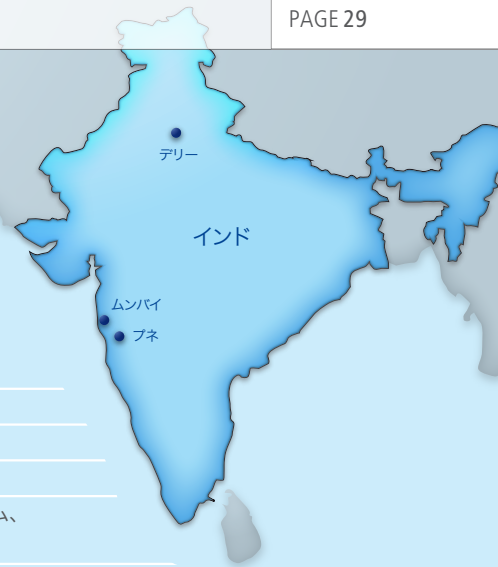
本プロジェクトは、シャシー制御分野における最初のプロジェクトとなったため、開発の一部はラボの試験環境内で実行されました。実際のブレーキハードウェアとシミュレータで構成されるテストリグがこのためにセットアップされました。ISS モデルは、修正と最適化を簡単に行うことができる MicroAutoBox 上で実行されました。この手順により、MIL シミュレーションでは簡単に実行できない機能を実現することができます。たとえば、重要な部品の正確な時間挙動を確認することができます。またこのテストシステムを使用して、車両の基本構成部品やアクチュエータおよびセンサとの通信テストを行い、エラーを検出したり基本的な適合作業にも取り組みました。テストシーケンスは自動化することができ、完全に再現可能なので、コントローラやバス通信の調査および評価を効率的かつ体系的に行うことができます。

テストリグの構成

テストリグは、シミュレータと実部品で構成されます。シミュレータは、クアッドコア

ISS プロジェクトの実行および開発されたコントローラのテストに使用される車両





プロフィール：インド自動車調査協会 (ARAI : Automotive Research Association of India)

設立：	1966年
所在地：	インド、プネ（ムンバイの150km南東）
従業員数：	530人以上
施設：	11の試験施設で以下の項目にフォーカス：排ガス、安全認証、車載電子システム、パッシブセーフティ、車両評価、NVH、構造力学、材料、適合、大学院アカデミー
認定：	ISO 9001、14001、OHSAS 18001 & NABL

インド自動車調査協会（ARAI）は、自動車業界の産業調査協会であり、インド商工省と連携しています。本協会の目的は、自動車産業の製造分野における研究開発であり、製品設計と開発、自動車付属品の評価、規格化、技術情報サービス、最新技術の使用に関する講座、および特殊なテストの実施などを行なっています。ARAIは、安全、低公害、低燃費の車両を実現するために重要な役割を果たしてきました。この協会は、R&Dテスト、認証、承認、および自動車規制の立案に関する技術的な専門知識を提供しています。

「dSPACE システムが使いやすく非常に便利であるため、制御アルゴリズムの開発に完全に集中することができました」

Arun B. Komawar 氏、ARAI

DS1006 Processor BoardとDS2202およびDS2211 HIL I/O Boardsを組み合わせたdSPACE Mid-Sizeシミュレータから構成されており、車両モデルを実行して、そのピークダイナミクス挙動をテストします。実部品には、車両の実際のブレーキアセンブリ（タンデムマスターシリンダー（TMC）、ブレーキブースター、油圧モジュレータ、真空ポンプ、制御ペダル、ステアリングホイール、およびギアセレクター）を使用します。またこのリグには、ポンプモーターおよびモジュレータを駆動するための動力部も収納されています。リグ全体が、車両のブレーキシステムを再現したものとなっており、現実に即したシャシー制御開発を行うためのヒューマンマシンインターフェース（HMI）を提供します。このHMIには、基本的に、実際のペダル、ControlDesk試験ソフトウ

エア、およびシミュレートされる車両のリアルタイムビジュアル表示機能が組み込まれています。ターゲット車両にはマニュアルトランスミッションが装備されているので、ポジションスイッチによって、選択したギアがシミュレートされます。ステアリングは、ダミーのステアリングホイールとして組み込まれ、ポテンショメータを介してステアリング角度を与えます。アクセルペダルも電子的に捉えられています。

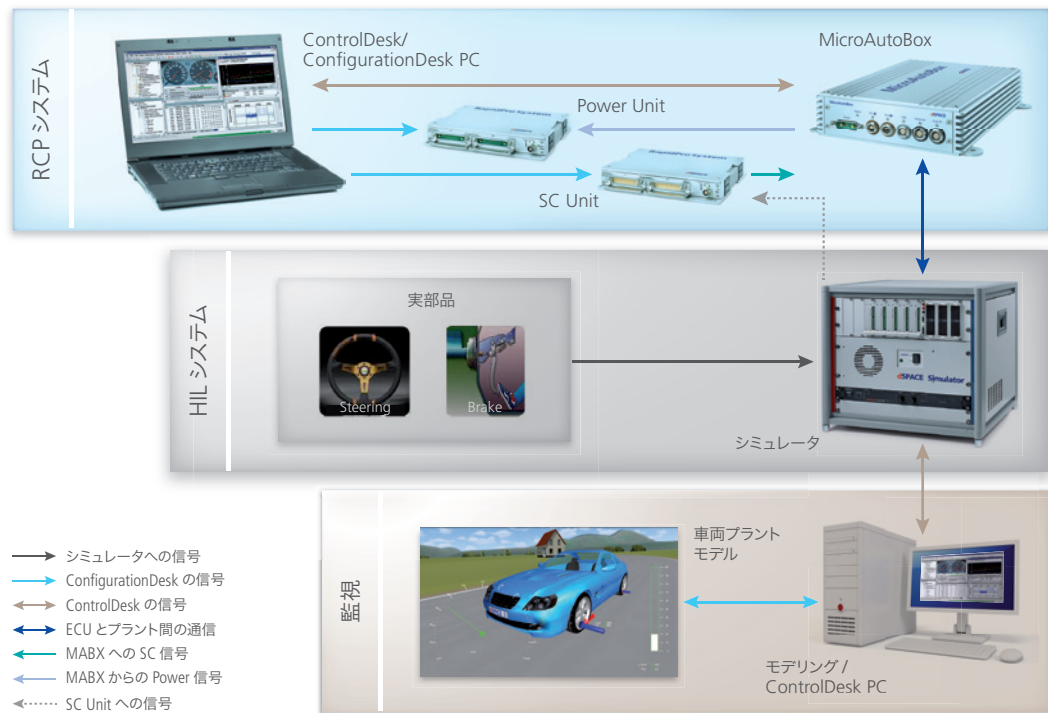
ControlDesk Next Generationによる信号取得

ControlDesk Next Generationは、信号の取得、表示およびテストを実行するための中心的なソフトウェアです。UIには、（モデルおよびテストリグの）ブレーキ圧力、個々のホイール速度、車両速度、アクセルペダル位置、ブレーキ位置、ステア

リング角度などのパラメータが表示されます。テストは、テストリグに対して手動のコマンドを介して実行したり、自動化されたテストスクリプトを用いることもできます。自動化テストと手動テストを迅速に切り替えて、特定の運転操作をシミュレートすることも可能です。ControlDeskは、プロジェクトの始めから終わりまで使用されました。ControlDesk Next Generationの基本的な適合機能のおかげで、開発者は、さまざまなプロジェクトフェーズで大規模な適合作業を実行することができました。

MicroAutoBoxとRapidProで構成されるRCPシステムが実車に設置されています。試験施設で使用することもできます。





テストリグは、シミュレータ、各種の実部品、およびRCPシステムで構成されています。最初にこのテストリグを使用して、ISSアルゴリズムの開発と最適化を行ないます。

安全目標の達成

プログラムの実行中には、Tata Consultancy Services (ブネ)、および Tata Motors European Technical Centre (英国) が、開発およびコンサルティングパートナーとなりました。プロジェクトは予定どおり完了し、さまざま

どが含まれます。

開発されたアルゴリズムはターゲットハードウェアに実装され、MILおよびHILの両方のシミュレーションで適合と妥当性確認が行われました。ABSアルゴリズムは、車載のMicroAutoBoxとRapidProの組み合わせで実行されました。このプ

車や商用車にも同様に適応させることができるため、本プロジェクトの結果は量産プロジェクトでも使用されています。dSPACE製品は、信頼性が極めて高いことが実証されており、また扱いが簡単でした。これは、コントローラソフトウェアの迅速な開発にとって決定的な要因となりました。

「dSPACE ControlDesk Next Generation を使用することによって、開発の初期段階にもかかわらず、大規模な適合作業を実行することができました」

Ujjwala Karle 氏、ARAI

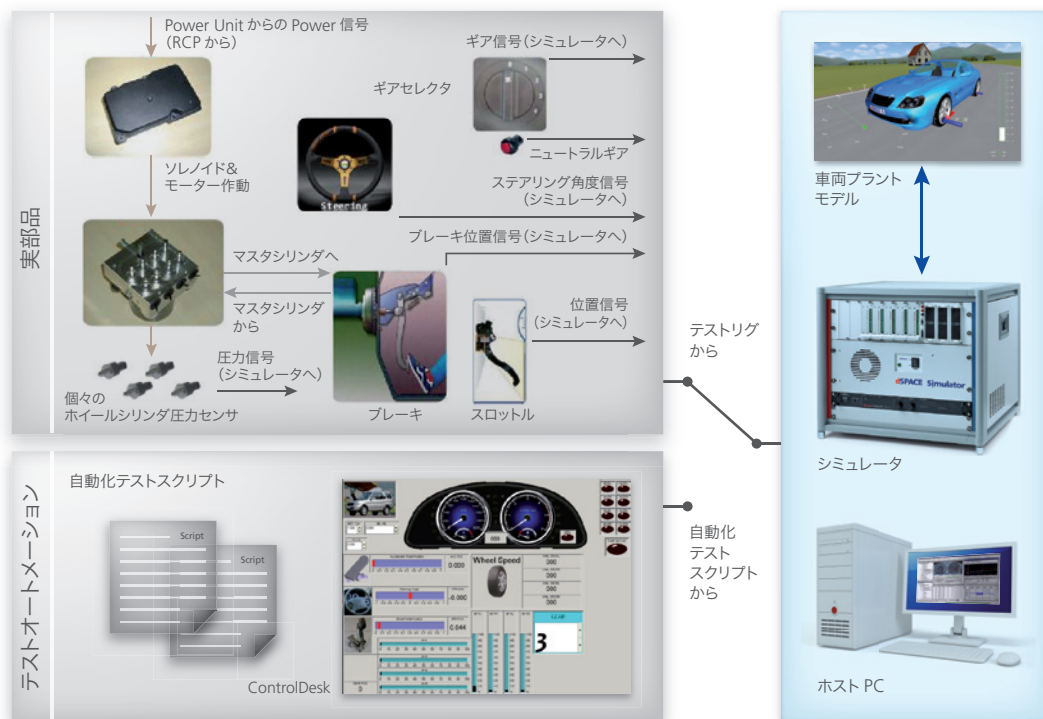
まなISS機能に対する制御アルゴリズムが開発されました。これらのISS機能には、アンチロックブレーキシステム(ABS)、トラクションコントロールシステム(TCS)、ヨー安定性制御(YSC)、ロール安定性制御(RSC)およびアクティブシートベルト巻取システム(ASBRS)な

プロジェクトを通して、ARAIは、ECUに対する組込み制御システム設計および機能の検証/妥当性確認にシミュレーション技術を使用する際の専門知識と経験を築き上げることができました。SUVを対象とした安定性制御についてはコンセプトの実証が行われており、これは小型乗用

ARAIによる高度な研究の維持

ARAIは、モデルベース開発手法の促進に積極的に取り組んでおり、数年の間にこの手法への完全移行が進むと予想しています。ARAIでは現在、自動車産業のお客様に、ECUのHIL妥当性確認によって示されるさまざまな可能性を提供しようとしています。

ARAIは、ガソリン直接噴射やディーゼルコモンレール等の方策など、パワートレイン制御分野におけるさらなる研究の本格的な検討を開始しており、またシャシー制御アルゴリズムのハイブリッド電気自動車への適用を考えています。



テストリグは、手動および自動化されたテスト作業用に設計されています。ペダル、ステアリングホイールおよびギアセクタは、実際の HMI ハードウェア部品です。

ARAI では引き続き開発された手法を使用して、製造会社への導入を積極的に促進して行きます。■

Arun B. Komawar,
Ujjwala Karle
ARAI

Arun B. Komawar 氏

同氏は、ARAI (インド、プネ) のプログラマ部長および上級副社長を務めています。



Ujjwala Karle 氏

同氏は、ARAI (インド、プネ) のプログラマコーディネータおよびアシスタントディレクタを務めています。

