



Advanced Engine Control Algorithms

高度なエンジン制御アルゴリズム

ETAS が適応性と移植性に優れたプロトタイピングソリューションを提供

ETAS のラピッドプロトタイピングツールおよび適合ツールが、クレムゾン大学の研究用エンジンダイナモメータおよびFiat Chrysler Automobile(FCA)社のパワートレイン制御開発チーム内に同時に配備されました。高品質で高度なエンジン制御アルゴリズムを短期間で開発することができます。

執筆者

Michael Prucka 氏

米国ミシガン州
Auburn Hills

FCA US LLC

エンジン制御技術フェロー

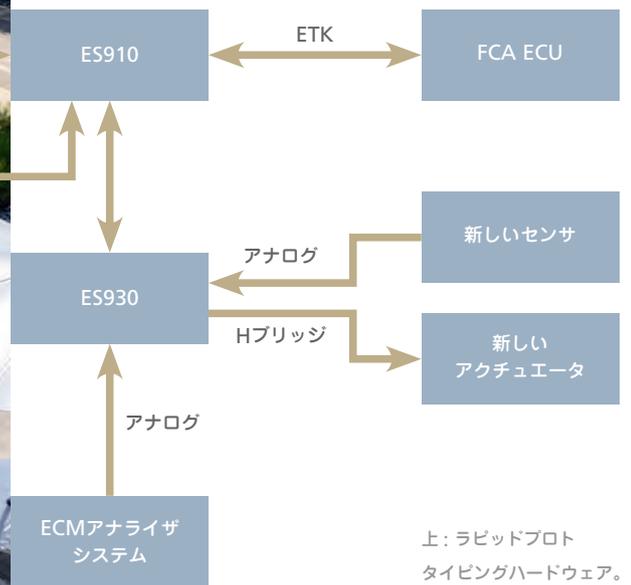
高度なパワートレイン制御アルゴリズムは、将来の排ガスおよび燃費の規制に対応するとともに開発期間の短縮とコストを削減するためのソリューションには不可欠です。現代のエンジン技術では複数のアクチュエータが使用され、その多くが同じ動作パラメータ（エンジンエアフロー、残渣質量、シリンダ内乱流など）に直接的または間接的に影響を及ぼしています。このように自由度の高い状況では、エンジン制御アルゴリズムに重大な課題が突

きつけられます。経験的に導き出される従来型のアルゴリズムは、システム設計時には想定されていなかった組み合わせでアクチュエータが動作する場合、自由度の高いエンジンにはあまり適していません。そこで、エンジンとそのアクチュエータの物理的原理に則って設計された、あらゆるアクチュエータポジションの組み合わせについて最適な制御パラメータを決定して動作効率を高めることのできるアルゴリズムが開発されています。FCA 社は多くの大学パートナーシップ

を利用して、このきわめて重要な領域における研究を行っています。このようなパートナーシップの1つは米国サウスカロライナ州グリーンビルにあるクレムゾン大学国際自動車研究センター（CU-ICAR）とのものです。

FCA 社は社外パートナーシップを利用

FCA 社と CU-ICAR は、物理学ベースのソリューションの利用により、あらゆる動作条件下におけるエンジンの動作効率向上を目的とした、高度のエンジン制



上: ラビッドプロトタイプングハードウェア。開発用 ECU が ETASE910.3 プロトタイプング / インターフェース モジュールおよび ES930 マルチ I/O モジュールに接続

米国サウスカロライナ州グリーンビルの CU-ICAR 内にある Campbell Graduate Engineering Center (キャンベル・グラデュエイト・エンジニアリング・センター)

御アルゴリズムを作成するためのパートナーシップ契約を結びました。FCA 社は CU-ICAR に、アルゴリズムの開発および妥当性確認に使用するダイナモメータテストセルをインストールするための 3.6-l Pentastar エンジンを提供しました。さらに、このプロジェクトには追加の ECU、センサ、およびアクチュエータが含まれ、それらにはサンプリングおよび制御を行うための専用 I/O が必要です。

これらの物理学ベースのアルゴリズムは Chrysler Technology Center (CTC) および CU-ICAR で開発されています。そのため、CTC の車両および CU-ICAR のテストセルでテストを行うために、これらのアルゴリズムを両拠点で共有する必要があります。CTC と CU-ICAR は物理的に遠く離れているので、適応性と移植性に優れた開発環境が必要でした。

プロジェクトのコンポーネント

CU-ICAR ダイノセル内の電子エンジン関連ハードウェアとしては以下のものがあります。

- FCA ECU
- Delphi ECU
- ダイノセルコンピュータ
- ECM (エンジン制御・監視) アナライザシステム
- 新しいセンサ
- 新しいアクチュエータ

各種デバイス間の通信を円滑に進めるために、ETAS ES910 モジュールと ES930 モジュールという組み合わせが選出 (ダイアグラム)

各種デバイス間の通信を円滑に進めるために、ETAS ES910 と ES930 という組み合わせが選ばれました。前ページのダイアグラムに示したように、ES910 は FCA ECU とは ETK11 経由で通信し、Delphi ECU には CAN で通信します。ES930 では、従来型の 0-5V アナログ-デジタルサンプリングおよび PWM サンプリングを適宜利用して、新しいセンサのサンプリングを行います。また、ES930 はオンボード Hブリッジドライバにより、新しいアクチュエータへの電源供給も行います。ECM アナライザン

システムは情報をアナログ出力として送信するように設定されていて、送信された情報は ES930 でサンプリングされて変換されます。

アルゴリズムの開発は MathWorks MATLAB®/Simulink® 環境で行われます。モデルを ES910 上で実行できるようにリアルタイム対応コードに変換するためのツールとして、ETAS INTECRIO が選ばれました。モデルおよび ECU パラメータとの接続はダイノセルコンピュータ上で、ETAS INCA により INCA-EIP アドオンを使用して行われます。これにより、1つのインターフェースですべての計測・適合値に接続できるので、各モジュール上で実行するアルゴリズムのデータを時間的に整合させて収集することができます。

これと同じシステム構成が FCA 社のテスト車両にも存在しているので、アルゴリズムが配布され次第、その妥当性を確認することができます。両拠点が同じ環境を使用することにより、アルゴリズムおよびソフトウェアパッケージを両チームで共有することができます。

効率と品質の向上

この開発環境のおかげで、FCA 社と CU-ICAR は共同で非常に効率よく作業できました。FCA 社は CTC でプロトタイプエンジンコードを開発してテストしてから、そのコードを CU-ICAR に送ってダイノセルで使用してもらうことができました。CU-ICAR は Simulink® でアルゴリズムをすばやく開発し、それを ETAS 環境内のエンジンでテストすることができます。

このシステムでは、モデルを高速で繰り返し実行して問題を解決し、ダイノエンジン上で制御システムを最適化することができます。結果的に生成される Simulink® モデルまたは INTECRIO モデル、あるいはその両方を FCA 社に送ってすぐに開発車両でシステムの妥当性を確認することができます。その後、FCA 社がモデルを必要に応じて修正してからアルゴリズムを CU-ICAR に送り返すこ

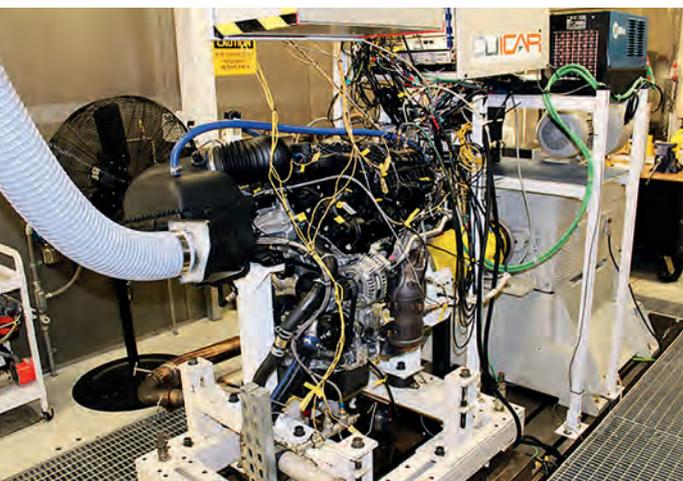
とができるので、さらに CU-ICAR で開発を進めることができます。この運用モデルにより、FCA 社に配布されるアルゴリズムの品質を格段に向上できたいえ、このようなプロジェクトに通常伴う交通費を削減できました。

結論

FCA 社は最先端のパワートレイン制御技術の開発に熱心に取り組んでいます。共同開発環境には、拠点間およびプラットフォーム間での共有を実現できる適応性に優れたツールチェーンが必要です。ETAS ツールチェーンを利用することによりこの共有を実現して FCA 社と CU-ICAR の間でアルゴリズムを移植できるようにしたので、品質を高めながら開発サイクルを高速化することができました。



CU-ICAR の実験室におけるエンジンテストセルのセットアップ



ETAS のソリューション

FCA 社と同社の大学パートナーが高度なエンジン制御アルゴリズムを共同で開発するためには、適応性と移植性に優れたプロトタイピングソリューションが必要です。ETAS のラピッドプロトタイピングツールと適合ツールが、クレムゾン大学の研究用エンジンダイナモメータと FCA 社のパワートレイン制御開発チーム内に同時に配備されました。FCA 社とクレムゾン大学による高度なエンジン制御アルゴリズムの共同開発では、高品質のアルゴリズムを短期間で開発することができます。