

RCP による排ガス削減

◆ **ダイムラー・クライスラー社と Darmstadt 工科大学の協力**

◆ **ラピッドコントロールプロトタイピングによる新しい測定方法**

◆ **厳しい排気規制への適合**

シュトゥットガルトの DaimlerChrysler AG (ダイムラー・クライスラー社) は、dSPACE ベースのラピッドコントロールプロトタイピング (Rapid Control Prototyping : RCP) システムを体系的に使用することで、商用車の新しいエンジンシリーズの機能設計を大幅にスピードアップしました。ダルムシュタットにある Institut für Automatisierungstechnik (IAT) (オートメーション技術研究機関) で開発された、モデルベースの測定方法は、エンジンのアクチュエータやセンサの直接接続を可能にするモジュール型 dSPACE ハードウェア上に実装されています。このシステムには、XCP 経由で既存の ECU に接続される MicroAutoBox が追加されています。

排気規制に関する法規がますます厳しさを増す中、エンジン設計者は、すべての動作範囲でエンジンを規制に適合さ

RCP によるデータの取得

特定の機能に必要なデータを取得するため、我々はエンジンをテストベンチ上で動的にテストしました。ここ IAT で編み出した測定方法は、エンジンの過渡的挙動を部分的に無視して、測定時間を大幅に短縮します。このような測定は、リアルタイム対応の RCP なしには実行できません。RCP システムは、エンジン制御部からの出力信号を特別な励起信号で上書きし、対応する測定変数を高いサンプリングレートで記録します。従来の測定に対し、この手順ではセンサデータの継続的



▲ 商用車の IAT のセンサ/アクチュエータインタフェースを備えたモジュラー型 RCP システム

せる課題に直面しています。これは、排ガス再循環率、可動ペーンを備えたターボチャージャー、噴射パラメータなどのエンジンの追加的な制御変数も大きな要因となっています。管理する変数が増えるにつれ、ECU の必要な機能を開発するための作業量も多くなります。排ガスの約 60% は加速および減速段階で発生するため、動的なエンジン動作の最適化がより重要になります。開発プロセスは、dSPACE の RCP システムにより、さらに効率的になりました。ダイムラー・クライスラー社は、

「現在、商用車のエンジン開発で 10 以上の dSPACE システムを使用しています。」

Dipl.-Ing. Peter Renninger

新機能をまず MATLAB®/Simulink® で設計してから、エンジンテストベンチにおいてバイパスモードでテストしました。バイパスとは、RCP システムによって新機能だけを実行し、その他の機能はすべて ECU 上に残しておくことを意味します。

「RCP システムを使用しなければ、エンジン開発は大幅に長い時間が必要となり、いくつかの点では同等の品質を達成することさえまったく不可能となるでしょう。」

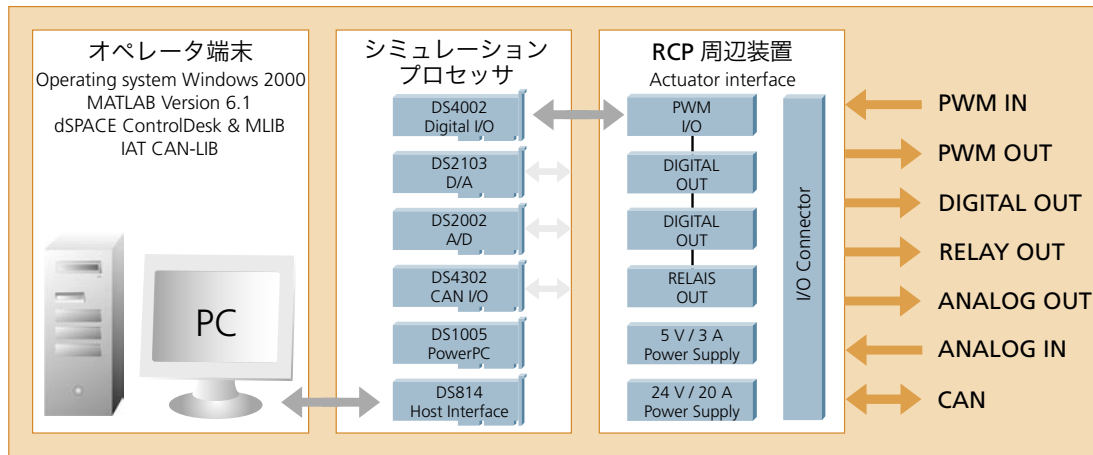
Dipl.-Ing. Peter Renninger

な記録が可能です。センサデータは、パラメータと制御マップのモデルを設計する基礎として使用しました。今回は、ブロック指向のモデリングアプローチ (外部動力学による多項式) と非線形プロセスの非常にシンプルな概算を提供する LOLIMOT 型のニューラルネットワーク (ローカル線形モデルツリー) を使用しました。制御マップは、これらのモデルによってオフラインで最適化されます。

これにより、消費、応答挙動、排気に関する要件の体系的なテストを実行できます。また、それと異なる動的なテストサイクルも考慮されます。

この開発チェーンは、ダイムラー・クライスラー社で 900 シリーズ用の 6 気筒ディーゼルエンジンの複合 EGR/WG (排ガス再循環/ウェイトゲート) の開発時に利用され、成功を収めました。

我々は、排気や動力学に関するすべての要件を満たす制御部を非常に短期間で開発し、自動的に適合を行うことができました。



◀ IAT で開発された
センサ/アクチュエータ
インタフェースを備えた
モジュラー型 RCP シス
テムの構造

dSPACE の RCP システム

IAT が使用している RCP システムは、異なるプラグオンボードで構成されるモジュール型の dSPACE ハードウェアを基礎としています。これらのボードには、センサやアクチュエータシステムの接続に使用したハードウェアインタフェースやトラックの電圧 (24V) との CAN インタフェースが加わります。柔軟性を高めるため、追加で 12V と 42V の電圧レベルも提供しました。

ECU のプロトタイプをすでに使用できる場合は、MicroAutoBox を使用します。MicroAutoBox は、CAN および XCP プロトコル経由でエンジン制御部と通信を行います。また、センサ測定を行い、接続されているアクチュエータも制御します。機能の開発と測定に必要なプログラムは、MATLAB®/Simulink® で記述しました。dSPACE の ControlDesk のグラフィカルユーザインタフェースにより試験の監視を容易に行うことができました。

このようなモジュラー型ハードウェアと MicroAutoBox の複合システムにより、テストベンチ技術者は、dSPACE シ

Dipl.-Ing. Peter Renninger
チームリーダー TPC/PST
DaimlerChrysler AG、シュトゥットガルト
ドイツ

Dipl.-Ing. Matthias Weber
Institute of Automatic Control,
Darmstadt 工科大学
ドイツ

「RCP システムは機能開発をスピードアップするだけでなく、エンジンテストベンチ上で新しい、ダイナミックな測定方法を使用可能にすることで、テストベンチでの測定時間も短縮してくれます。」

Dipl.-Ing. Matthias Weber

ステム経由で関連するすべてのエンジン制御変数をリアルタイムに記録し、適切なエントリポイントでエンジン制御部からの信号を RCP システムからの信号に置き換えることができます。

用語解説

XCP – CP は Calibration Protocol (適合プロトコル)、X は CAN や USB などのさまざまな通信タイプを表します。

ニューラルネットワーク – 神経系統や脳などの生体系から着想を得た情報処理計算モデル。

過渡的挙動 – 励起の開始から定常波状態の開始までの強制振動の挙動。