

Optimized Hybrids

ヴァランシエンヌ・エノー＝カンブレシ大学の研究者は、マイクロハイブリッド車およびマイルドハイブリッド車の燃費を向上する新しいエネルギー管理アルゴリズムを開発しています。ここでは、制御方式の実装に dSPACE MicroAutoBox およびその他の dSPACE モジュール型システムを使用しており、テストベンチや車載テストで活用しています。



ECU アルゴリズム最適化による
燃費の改善

写真クレジット: Alexis Chézière

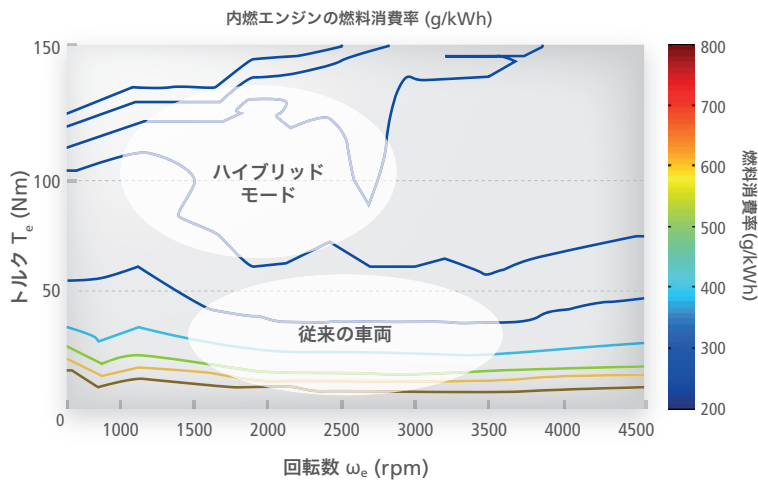
今日、スタート/ストップ機能を備えた手頃な価格のマイクロハイブリッドシステムから、純粋な電気駆動モードを備えた高価なシステムまで、さまざまなタイプのハイブリッド車が実用化されています。ハイブリッド車における課題の1つは、制御アルゴリズムの改善により燃費を向上させ、排気ガスの排出量を削減することです。効率的なエネルギー管理アルゴリズム(EMA)を開発すれば、ハイブリッドシステムのコストを微増に抑えながら、車両の燃費を何パーセントも向上させることができます。これが、産業・人間自動化制御研究所の機械工学・情報科学科(LAMIH UMR CNRS 8201)が1996年以来掲げてきた研究テーマの1つです。

エネルギー管理アルゴリズム

EMAで制御可能な機能として、まずエンジンのスタート/ストップ機能が挙げられます。EMAを搭載した車両では、車体が停止すると同時に内燃(IC)エンジンが停止します。ドライバーがペダルを踏み込むかギアを入れると、内燃エンジンが再始動します。この機能は、市街地走行における重要な燃費対策の1つです。また、EMAはエネルギーの蓄積レベルに応じた回生ブレーキ量も計算します。基本的なコンセプトは、ドライビングの快適性を犠牲にせ



写真クレジット: Alexis Chézière



燃料消費マップは、内燃 (IC) エンジンのすべての速度/トルクの組み合わせにおける燃料消費率 (SFC) を示しています。ハイブリッド走行モードでは、エンジンの最適動作点が推移しています。

ずに、可能な限り多くのエネルギーを回収 (回生) することにあります。モーターによって発生する減速は、ドライバーが認識しないレベルに抑える必要があります。

課題：ハイブリッド走行

ハイブリッド走行は、制御が最も難しいモードとして知られています。この走行方式では、モーターとエンジンを同時に使用して、パワートレインの全体的な効率を改善します。走行中にバッテリーを再充電する場合、内燃エンジンの負荷は基本的に増加し、モーターには負荷に見合うだけの

マイルドハイブリッド車の評価

低い定格出力と小容量のエネルギー蓄積システムを使用したハイブリッドシステムは、低コストで開発できるため、コストの分だけ市場での競争力は強くなります。これらのシステムは、ほとんどの場合、回生ブレーキを備えたスタート/ストップ機能を使用しています。また、純粋な電気駆動モードも、一定の条件下 (低速、低出力要求) であれば使用することができます。BELHYSYMA (Belt Hybrid System Management) プロジェクトの目標は、マイルドハイブリッドシステムの潜在能力

のであり、広範囲の I/O インターフェース (LIN, CAN, RS232、およびアナログ I/O) を必要とします。研究所では、大半のセンサインターフェース (アナログ電圧、LIN、CAN、RS232 など) を利用できることから、中央制御装置として dSPACE MicroAutoBox を選択しました。MicroAutoBox には、必要に応じて、RapidPro ユニット経由で追加のセンサやアクチュエータを接続することができます。dSPACE のソフトウェアツールを使用すると、NMEA-0183 プロトコル (ナビゲーションデバイス間の通信規格) の GPS データを簡単にデコードし、開発中のアプリケーションに統合することができます。また、RTI CAN ツールボックスでは、CAN DBC ファイル (データベース CAN、CAN ベースデータの交換に使用するファイル形式) をワンクリックでインポートして、MicroAutoBox をその他の車両制御装置 (エンジン、モーターなど) に素早く正確に接続することができます。バッテリーは LIN ポートに接続された専用センサによってモニタされます。

研究者は、さまざまなセンサ (アナログ電圧、LIN、CAN、RS232 など) と各種のテストベンチ用エクスペリメントを使用することで、内燃エンジンおよび車両全体の詳細なモデルの開発と適合作業を行うことができました。また、ハイブリッドシステムと標準的な EMA アプローチの活用により、従来システムの自動車と比較して、市街地走行条件 (ARTEMIS ドライブサイクル) 下で燃費を 9.5% も改善することが

「広範囲の接続を行うために dSPACE MicroAutoBox とその機能を拡張する RapidPro を選びました。将来的に何が必要になっても、十分に対応できるインターフェースを制御システムに提供します」

Sébastien Delprat 氏、ヴァランシエンヌ・エノー＝カンプレシ大学

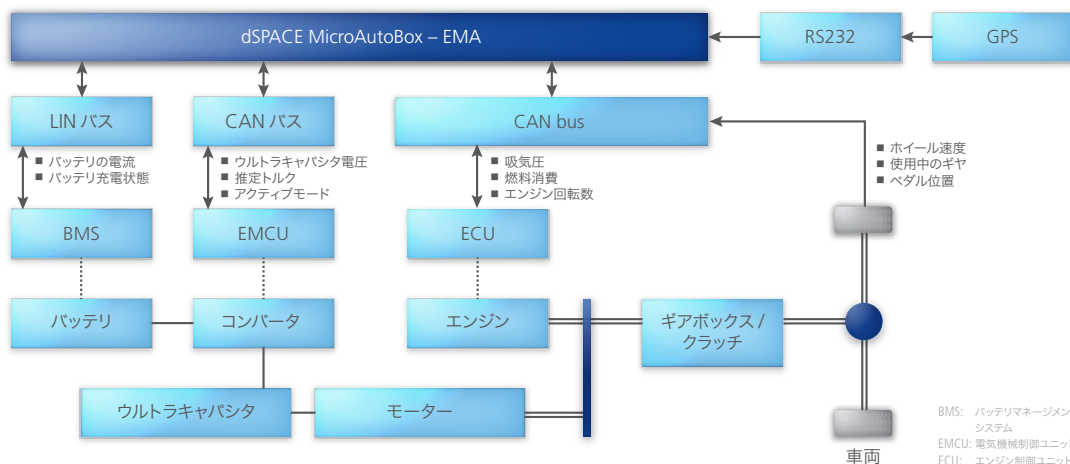
機械的出力が発生します。これはバッテリーがフル充電されるまで続きます。その後、内燃エンジンの負荷が減少する (ただし、これによって効率性も低下する) か、または可能な場合は電気駆動モードのみが起動します。いずれの場合も、パワートレインの効率性を良好に保つためには数学的な最適化が必要となります。

を評価することでした。研究所では、EMA の重要性を実証するためにいくつかの制御則の評価を行いました。

トップレベルのプロセッサユニットとしての MicroAutoBox

既存の車両にマイルドハイブリッドシステムを統合する作業は大きな困難を伴うも

できました。この結果は、スタート/ストップ機能に大きく依存しているため、求められるドライビングの快適性とスタート/ストップ操作の回数に応じて調整が可能です。EMA を最適化することにより、燃費は 14.1% 向上しました。制御ソフトウェアに簡単な修正をして最適化すると、燃費がさらに 4.6% も改善しました。



プロトタイプ車両のマイルドハイブリッドシステム構成。エネルギー管理アルゴリズム (EMA) は MicroAutoBox に実装されています。

エネルギー性能向上に向けた次のステップ

ハイブリッドシステムの性能が限られているマイクロハイブリッド車の性能を、制御方式の設計によって改善することは非常に困難を伴う作業でした。それにもかかわらず、プロトタイプ車両では、いくつかの興味深い結果が実証されました。研究所では、高度なテスト解析を行うために、ハイブリッドテストベンチを設計しました。これにより、車両や人による操作なしで、より多くの再現テストを実行して EMA を検証できます。ハイブリッドテストベンチは、

内燃エンジンに渦電流ブレーキとモーターを連結したマイルドハイブリッドシステムで構成されており、回生ブレーキフェーズをエミュレートできます。このテストベンチは、PX20 拡張ボックスに設置されています。

Sébastien Delprat 氏、
Clément Fontaine 氏、
Sébastien Paganelli 氏、
ヴァランシエンヌ・エノー＝カンブレシ大学

謝辞

BELHYSYMA プロジェクトは、フランス、ノールバドカレー地域圏、欧州地域開発基金 (FEDER) およびフランスの経済財政産業省競争力・産業・サービス総局 (DGCIS) からの資金援助を受けています。



Sébastien Delprat 氏
教授、ヴァランシエンヌ・エノー＝カンブレシ大学 (フランス)



Sébastien Paganelli 氏
プロジェクトエンジニア、ヴァランシエンヌ・エノー＝カンブレシ大学 (フランス)

