



Connect

4

クワッドコア DS1006 プロセッサボードを使用した複数の
モーターのシミュレーション

アプリケーションによってシミュレータに非常に高い処理能力が要求される場合は、並列処理がしばしば解決策となります。ハイブリッドドライブはその典型例です。非常に短いモデルサンプリングレートが電気モーターのシミュレーションにとって極めて重要となります。なぜなら、それによってエンジン制御の精度と安定性も決定されるからです。クワッドコアプロセッサはこのようなシミュレーションで最も効果を発揮します。



アプリケーションと利点

Electric Drive のシミュレーションでは、複数の複雑なシミュレーションモデルをリアルタイムに同時計算しなければならない場合がしばしばあります。たとえば、ハイブリッドドライブ、商用車や機関車のディーゼル/電気駆動装置、工業用機械の多軸ドライブの経路制御などの場合が考えられます。さらに、油圧アクチュエータをモーターに置き換える航空分野のアプリケーションもあります。

このような計算負荷の高いシミュレーションを1枚のプロセッサボードで実行すると、複数のボードを使用する場合と比べて、以下のような決定的な利点を数多く得ることができます。

- モデル間通信のより広い帯域幅とより短いレイテンシ
- 追加のサブモデルにも対応できる柔軟な予備の処理能力により、必要に応じてシミュレータを容易に拡張可能
- 魅力的な価格/性能比

クワッドパワー

AMD Opteron™ Quad-Core Processor (2.8 GHz) 搭載の dSPACE DS1006 Processor Board は、このような高度な処理能力向けに設計されています。このプロセッサボードは、dSPACE のモーター向け I/O ソリューションとともに、電気自動車およびハイブリッド車の ECU をテストする HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータのセットアップをサポートします。4つのコアの1つ1つがシミュレーションモデルを計算できるため、1つの内燃エンジンモデルと3つの電気モーターモデルを同時にシミュレートしたり、1つの内燃エンジンモデル、2つの電気モーターモデルと1つのレストバスシミュレーションモデルまたはトランスミッションモデルなどを同時にシミュレートすることができます。

シミュレーション用の信号

駆動モーターの ECU をテストするには、通常、パワーエレクトロニクス信号レベルを評価すれば十分です。このためには、パワーエレクトロニクスを取り外し、ECU の信号処理部分のみをシミュレータに接続します。

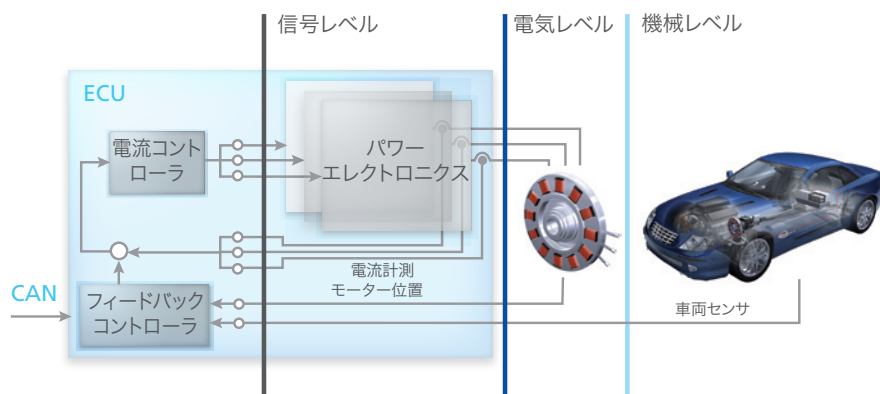


図 1：モーターシミュレーション用のインターフェース

プロセッサコア間の通信

プロセッサ内の通信の効率性もクリティカルな要素であり、広帯域幅と低レイテンシであることが重要となります。クワッドコア DS1006 Processor Board の各コアは、

セッサ構成のグラフィカルな表現はまったく同じになります。この汎用性により、処理能力と I/O 性能を簡単に拡張することができます。新しいクワッドコア DS1006 では、DS1006 ボード用の既存の RTI モ

通信のシミュレーションなどの追加モデルのために空けられています。スタータやポンプなどの補機類をシミュレートする目的で 3 つ目のモーターモデルと I/O アクセスを実行することもできます。

各プロセッサコアへのモデルの割り当てが容易なグラフィカル設定

仮想 Gigalink 接続を経由して通信を行います。クワッドコア DS1006 Processor Board は、スループットがシングルコア DS1006 Processor Board 間の光 Gigalink 接続の 100 倍以上もあり、レイテンシはわずか 10 分の 1 しかありません。これらの数値は、クワッドコア DS1006 上のクワッドコアプロセッサの複数のコア間で大量のデータを転送する場合の数値です。データ量が少ない場合は、上記の数値はさらに向上します。

RTI-MP を使用したグラフィカルな設定

仮想 Gigalink 接続の設定には、Real-Time Interface for Multiprocessor System (RTI-MP) ソフトウェアを使用します。Simulink® では、光 Gigalink に使用するブロックと仮想 Gigalink に使用するブロックは同一のものとして扱われます。したがって、マルチコア構成とマルチプロ

デルを容易に再利用することができます。拡張によって得られるもう 1 つの利点としては、以前のシングルコア DS1006 から倍増した光 Gigalink 接続のデータスループットが挙げられます。

モデルの分散と I/O 設定

クワッドコア DS1006 では、モーターのさまざまなテスト要件を満たすために、シミュレーションモデルと I/O モデルを各プロセッサコアに柔軟に分散できます。ハイブリッドドライブをテストする場合に一般的なシミュレーションモデルの分散と I/O の分散を図 2 に示します。1 つ目のコアは、内燃エンジンのモデルを計算します。これがこのマルチプロセッサ (MP) モデルの主要タスクです。2 つ目と 3 つ目のコアは、モーターのモデル (同期モーターおよびインバータ) と I/O アクセスをそれぞれ実行します。4 つ目のコアは、レストバス

ハイブリッドドライブの I/O インターフェース

図 2 の例では、dSPACE EMH (Electric Motor HIL) ソリューションを各モーターに使用しています。EMH ソリューションは dSPACE DS5202 FPGA Base Board をベースとし、最大 2 台のモーターをシミュレートするために必要なすべての I/O チャンネルを提供します。また、PWM 信号の出力および計測や位置センサ信号のエミュレーションなども行います。EMH ソリューションの I/O アクセスは、プロセッサの 2 つ目と 3 つ目のコアで適切なモデルによって実行されます。DS2211 HIL I/O Board は、プロセッサの 1 つ目のコアで計算される内燃エンジンの I/O 要件に対応しています。特に厳しい I/O 要件に対応するための PWM ソリューションと PSS ソリューションも別途提供されています。これらの I/O ボードは、ハイブリッドドライブトレインを含むソリッドモデルに対応した車両プラットフォーム全体を開発するために、クワッドコア DS1006 とともに既に使用されています。

短いサンプリング時間

ハイブリッドの例で使用されているモデルの分散を使用する場合も、シミュレートす

るすべてのモーターの制御ループを 25 kHz のサンプリングレート (PWM 制御周波数) で正確に計算できます。この計算を行っても、追加の I/O 要件とモデル要件に対応するための予備の処理能力はまだ十分あります。

正確な信号計測とエミュレーション

電子制御ユニット (ECU) によって生成される 3 相 PWM では、パワーステージのすべての重要な制御信号に関するタイミング (PWM 信号および High 側と Low 側の信号の持続時間と停止時間) を非常に正確に計測することができます。この計測は、PWM 信号にパルスセンターアラインして分解能 25 ns で実行されます。モーターのリアルタイムモデルの割込みも制御信号にセンターアラインして生成されます。各種のアナログセンサ (レゾルバ、エンコーダ) およびデジタルセンサ (インクリメンタルエンコーダ) の速度信号と位置信号は、それぞれ時間分解能 100 ns と 25 ns で正確にシミュレートされます。

まとめ

AMD Opteron™ Quad-Core Processor (2.8 GHz) を搭載したクワッドコア DS1006 Processor Board を使用すると、最大 3 台のモーターをシミュレートして電子制御ユニット (ECU) をテストすることができます。この構成は、ハイブリッドドライブの ECU テストで特に役立ちます。クワッドコア DS1006 では、内燃エンジンとトランスミッションのモデルを含むドライブトレイン全体をシミュレートできます。シミュレーションを実行するために必要な信号は、それぞれの目的に合わせて設計された I/O インターフェースを経由して提供されます。■



まとめ

- 1 枚のボードでのハイブリッドドライブの正確なリアルタイムシミュレーション
- 内燃エンジンモデルとトランスミッションモデルを含む、最大 3 台までのモーターを同時シミュレーション
- モーター信号用の高性能 I/O インターフェース

図 2: クワッドコア DS1006 の 4 つのプロセッサコアはそれぞれ 1 つのモデルを計算できます。2 つのモーターモデルとトランスミッションを含む内燃エンジンモデルをシミュレートしても、残り 1 つのコアをレストバスシミュレーションや予備コアとして使用することができます。

