

ポルシェ – 仮想マニュアルトランスミッション

- ▲ 実物と同じギヤシフトフィーリングを生み出すシフトフォースシミュレータ
- ▲ ポルシェでは dSPACE リアルタイムハードウェアを使用
- ▲ フォースフィードバックによる実感テスト

▼ シフトフォースシミュレータにより、仮想シミュレーションと実際のドライブトレインとのギャップを埋めることができます。

マニュアルトランスミッションの操作フィーリングはブランド固有のもので、顧客が試乗してクルマを選ぶ際の重要なファクタになります。固有のギヤシフトフィーリングの開発は仕様の定義段階から始まります。この段階では、実際の部品のプロトタイプは使用できません。また、仮想シミュレーションでは実際のフィーリングは表現できません。ポルシェは、シフトフォースシミュレータを開発することで、仮想シミュレーションと実際のドライブトレインのギャップを埋めています。このシミュレータのコアは強力な dSPACE リアルタイムハードウェアで、ポルシェのシミュレーションモデルでのシミュレータアクチュエータの操作に使用され、リアルなギヤシフトフィーリングを生成することができます。

ブランド固有のギヤシフトフィーリング

ギヤシフトレバーは、運転者と駆動機構を直接結びつける車両制御装置の一つです。

ここでの開発作業の基本的な目的は、技術的な意味での良好なシフト品質を確保することですが、エンジンのサウンドと同様に、競合する車両との差別化に寄与する、ブランド固有のギヤシフトフィーリングの生成も重要な目的の一つです。

静的および動的効果の両面からギヤシフトフィーリングの試験が行われています。

シフトシミュレーションとシフトフォースシミュレータ

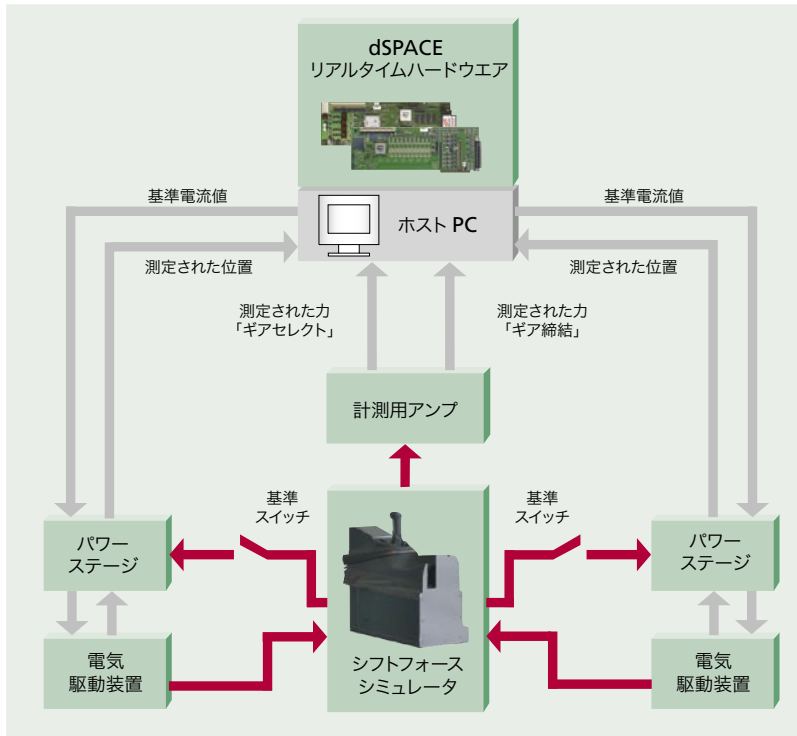
シミュレーションツールを使用することにより、開発のさまざまな段階で、実際の部品のプロトタイプが入手できない場合も、シフトの品質、問題があるかどうか、仕様を満たしているかどうかなどを調べることができます。ただし、ギヤからギヤへのシフト、ゲートによるシフトレバーのガイド、ギヤの噛み合わせ操作など、仮想シミュレーションでは評価できないファクタがありました。これらの特性は、顧客が試乗時にシフトレバーの主観的な操作フィーリングを判断する重要なファクタです。開発者に初期段階での評価を可能にする柔軟な手段を提供するため、シフトフォースシミュレータのアイデアが生まれました。理論的に決定した効果をシフトフォースシミュレータを使用して「実感」することにより、主観的な評価を行うことができます。

操作力のフィードバックが答えを提供

シフトフォースシミュレータは、コンピュータゲームやフライトシミュレータなどに使用されているジョイスティックのような、フォースフィードバック付きのリアルタイムシステムです。シフトレバーに取り付けた 2 個の電動装置によってフォースフィードバックが行われます。このシミュレータのコアは dSPACE リアルタイムハードウェアと MATLAB®/Simulink® でモデル化した仮想トランスミッションのポルシェシミュレーションモデルです。ハードウェアは DS1104 R&D Controller Board で、複雑なポルシェモデルの計算をリアルタイムで実行し、センサおよびアクチュエータによりシフトレバーへのフォースフィードバックを行っています。将来は、さらに強化された DS1006 Processor Board と DS2211 HIL I/O Board の組み合わせ構成が使用されます。このシミュレータでは、さまざまなパラメータの組み合わせが実行でき、ギヤシフトの効果を直ちに実



- ▲ 静的効果は、静止状態（エンジン停止）で、シフトレバーを静かに操作して評価します。
- ▲ シフトレバーの操作フィーリングの動的効果は、ギヤの回転およびドライブトレインの振動と、シフトレバーの操作速度の影響を受けます。



▲ シフトフォースシミュレータ：電動式駆動装置は、dSPACE リアルタイムハードウェアのパワーステージによって制御されます。

感することができます。条件をできるだけ現実に近づけるため、dSPACE や他のハードウェアを Ethernet インターフェースで接続することにより、視覚化やサウンドの統合を行うこともできます。

シフトフォースシミュレータの動作

シミュレーションモデルへの入力、フォースコンタクトポイントに対するギヤの選択および噛み合わせ操作です。シフトレバーの位置信号は駆動装置のパワーステージから供給され、駆動装置の高分解能シフトレバー位置測定システムの信号の評価に使用されます。シミュレーションモデルはこれらの位置信号と、それから導かれる速度を使用して、実際にシフトレバーに影響を与える力の計算が行われます。ペダル（クラッチ、ブレーキ、アクセル）の入力も読み込まれ、シミュレーションでのシフトレバーの操作変数に追加されます。このシミュレータは、ユーザ入力にตอบสนอง対話型システムです。シミュレーションモデルによって計算された力はフォースコントローラの基準値として使用され、測定された力の信号（実際の力）とともに電動式駆動装置の操作値、つまり必要な力を調整します。シフトレバーに加えられた力の各信号はシフトレバー部で計測され、ホスト PC および dSPACE リアルタイムハードウェアに送られます。

まとめと展望

このシフトフォースシミュレータは、車両およびトランスミッションの種類に関係なく、ポルシェの開発の各段階でさまざまな用途に使用されています。このシフトフォースシミュレータのコアは、強力な dSPACE リアルタイムハードウェアとリアルタイムシミュレーションモデル（仮想トランスミッション）により構成されています。このシミュレータは実際の部品のプロトタイプが入手できない場合も、さまざまな設置箇所に幅広く柔軟に応用することができます。シフトレバーと運転者の位置関係などの人間工学的要素も、さまざまに調整することができます。ポルシェでは、このシミュレータを自社の製品の開発だけでなく、ポルシェエンジニアリングでのカスタム製品の開発にも使用しています。

Frank Kurrle
Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG in Weissach,
Frank Sayer
Porsche Engineering Services GmbH,
Germany