

# 3 輪スクータでの HIL

前 2 輪の Piaggio  
MP3 スクータ

ELASIS 社での HIL  
シミュレーション

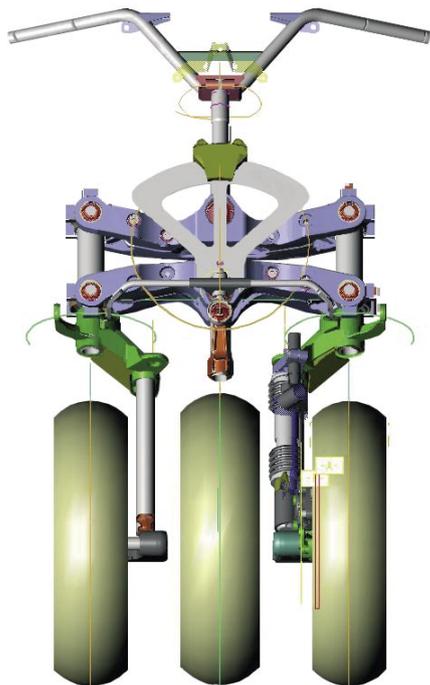
AutomationDesk に  
よるテストの自動化

Piaggio 社は前 2 輪後 1 輪の 3 輪スクータ MP3 を開発しました。フロントサスペンションアッセンブリフレームに取り付けられている 2 つの独立懸架式バランスホイールにより、従来のスクータよりも動的安定性能が大幅に向上しています。革新的な電子制御ロックシステムにより、センタースタンドを使用せずに、車両は直立した姿勢を保ちます。ネットワーク化された電子制御ユニット (ECU) システムの総合テストが、dSPACE HIL (hardware-in-the-loop) シミュレータを使用して ELASIS 社で行われました。

### 3 輪スクータ

通常のスクータは 2 輪で少々安定性に欠けますから、滑りやすい路面での走行には細心の注意が必要です。この新しいスクータ MP3 は、フロントホイールが 2 輪で、路面の状況に関係なく、悪い路面でもロードホールディングに優れ、操縦性と安全性の点で大いにメリットがあります。最大傾斜角 40° のフレームに取り付けられた平行四辺形サスペンションが使用されています。フロントサスペンションのロック機構は主として NST (Nodo Stazionamento、ロック機構制御ユニット) とエンジン制御ユニット NCM (Nodo Controllo Motore) で構成されています。NST の実装は、NST の制御を行う電子制御ユニット (ECU) が CAN ネットワークを通じて NCM に接続されている場合にのみ可能です。

前 2 輪を保持する  
平行四辺形サスペンション



### キックスタンドなしで直立

新しいロックシステム NST により、キックスタンドなしで、傾斜地でも「簡単に駐車」することができます。両側のフロントホイールの高低差が最大 20 cm まで問題なく駐車することができます。運転者がロックリクエストレバーを押したとき、次のロックコンディションが検証されます。

- 車速が、車両の減速の関数であるしきい値以下になっている
- スロットル全開でエンジン回転速度がしきい値以下になっている

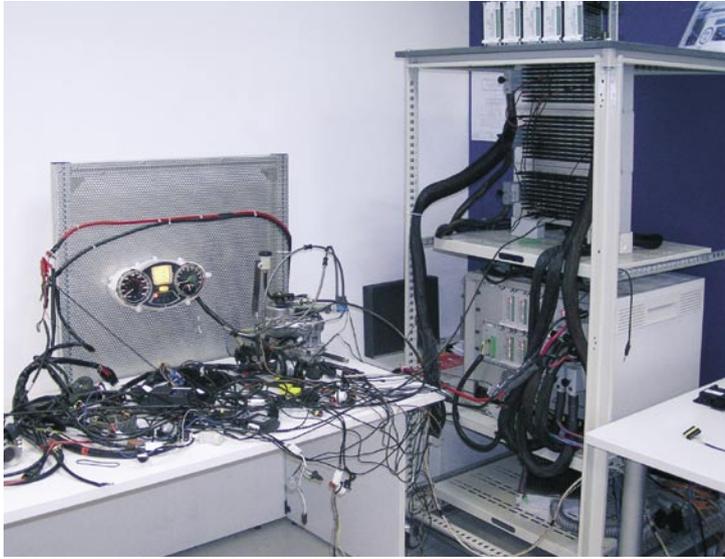
所定の時間内に上記の条件が満たされない場合は、ロックリクエストは拒否されます。ロック条件が満たされた場合は、ダッシュボードのライトが点滅を開始し、サスペンションがロックされると常時点灯状態に移行します。



▲ Piaggio 社の 3 輪スクータ MP3

スクータに人が乗ったままの状態では、運転者のリクエストあるいは次の条件が存在するときは、安全上の理由からサスペンションはアンロックされます。

- エンジンの回転速度が、しきい値であるクラッチ接続速度を超えている
- 車速がしきい値を超えている



▲ dSPACE Mid-Size シミュレータによる HIL (hardware-in-the-loop) の構成

### dSPACE シミュレータでのシミュレーション

NST を完全にテストするために、急激なターンや雨に濡れた路面での急ブレーキなど、困難で時には危険を伴う過酷な、多くのテスト条件が必要でした。また、同じテスト条件をもう一度再現することは、ほぼ不可能です。NST と NCM を CAN ネットワーク上で同時にテストしました。エンジンのモデルをリアルタイムで実行し、CAN ネットワーク上で制御システムの統合が正しく行われているかを検証しました。そのため、シミュレーションは短時間での応答が必要でした。また、閉ループシミュレーションを使用したテストプラットフォーム、テストの自動化装置、欠陥生成ユニット (FIU) も必要でした。他のコンポーネントが故障した場合でもロッキングシステムの信頼性が損なわれないようにするには、FIU が非常に重要です。このことを念頭に置きながら、さまざまな ECU 用に同じ開発プラットフォームを拡張する

**「HIL プラットフォームでテストを行うことによって、検証および妥当性確認作業に要する時間が大幅に短縮できました」**

Ferdinando Ferrara, ELASIS

ために、ELASIS 社では、リアルタイムハードウェアとして dSPACE Mid-Size シミュレータを選択しました。スクータの挙動モデルを MATLAB®/Simulink® で構築し、その計算には DS1005 PPC ボードを使用しました。I/O 信号は DS2210 HIL I/O ボードで生成および計測され、このボードでシグナルコンディショニングも行われています。このボードは、ECU のクランク角に基づく信号を高精度で簡単に生成および読み取ることのできる特殊な機能を備えています。

### テストの自動化

HIL プラットフォームが正しく機能することを確かめた後で、ECU の無人テストを行うために、テストの自動化が重要な役割を果たしました。ECU のテストパターンの定義および結果の整理/分類のために、dSPACE の AutomationDesk が使用されました。

開発の最終段階では、HIL シミュレータを妥当性検証ツールとして使用し、開発済みソフトウェアへの修正が発生するたびに、その評価が行われました。開発の最終局面では、ある部分の修正が他の部分に影響を与えていないことを確認するためにテストシーケンスを繰り返し実行する必要があり、dSPACE シミュレータのテスト自

動化機能が重要な役割を果たしました。

Ferdinando Ferrara, Massimiliano de Manes, ELASIS Pontedera, イタリア

Edoardo Ruggiero, Piaggio Pomigliano d' Arco, イタリア



▲ 最大 40° の傾斜姿勢で走行可能な MP3