

11

HILSを活用した電装品評価システムの技術構築

Development of Electrical Component Evaluation System Using HILS

岡田 英之*1 橘高 徳昭*2 谷口 雅也*3
Hideyuki Okada Noriaki Kittaka Masaya Taniguchi

要 約

急速に複雑化・高度化を続ける車載電装品の開発に対応すべく、Hardware In the Loop Simulation(HILS)の技術をベースにロボットや音声合成や画像処理を活用した電装品評価システムを構築した。これにより電装品の評価工数90%減を初めとするさまざまな成果につながったため、本評価システムの概要及び特徴を紹介する。

Summary

In order to support the development of automotive electrical equipment, which continues to become increasingly complex and sophisticated, we developed an electrical equipment evaluation system that utilizes robots, voice synthesis and image processing technologies based on the Hardware In the Loop Simulation (HILS) technique. This system has reduced man-hours required for evaluations of electrical components by 90%. In this article, we introduce the outline and characteristics of the newly-developed evaluation system.

1. はじめに

従来の車載電装品はお客様の快適性を実現する手段としてさまざまな進化を遂げてきたが、近年マツダコネクタを初めとするエンターテインメント装備や自動ブレーキや各種警告機能などの安全装備が搭載されてきており、またそれらの制御ユニットは通信によってお互いに協調制御する仕組みとなった。その結果プログラムは急激に複雑化するとともに、それらの良し悪しを判断する評価項目や評価条件は指数関数的に肥大化した。一方、競争力維持のために開発期間の短期化や評価工数の削減要求も高まっている。

試作車や試作品をベースに人的工数に依存するこれまでの評価方法の延長では、遠くない将来に電装品開発が破綻することを予測したマツダでは、十数年前よりそれらの解決策としてMBD(Model Based Development)**1を推進してきた。更に約6年前からMBDの検証ツールとして、HILS技術を基にロバスト性評価と自動評価に主眼を置いた電装品評価システムの構築をスタートした。以降、年ごとにシステムの拡張や機能の向上に取り組んだ結果、電装品開発の主軸として活用できるシステムが構

築され、大幅な評価工数削減効果と対象電装品の品質向上に寄与できたため、その機能と特徴について紹介する。

2. システム構成

2.1 プラットフォーム

車載電装品の制御ユニットはスターター・パワーシートなどの大電力モーターによる電源変動環境や、小型モーターやソレノイドによる比較的高周波で高電圧な電気的なノイズ環境においても誤作動なく確実に動作しなければならない。またそれらの電気的な環境下での評価は、単なるOK・NGの判定ではなく、OKの余裕度、すなわちロバスト性を考慮した評価でなくてはならない。マツダではこれらの電気的な環境を再現し、ロバスト性評価を実現するツールESPER**2を2007年にソフトウェアを含め独自開発した。

電装品評価システム構想段階において、前述のESPER機能によるロバスト性評価を限りなく自動化することと、更に前例のない新機能の構築を目指した結果、ESPER開発時と同様にソフトウェアを自社開発することを決定した。

それらを効率良く構築するため、プラットフォームの

*1~3 電子性能開発部
Electrical & Electronics Performance Development Dept.

**1 MBD
CAEツールを利用し、制御システムをモデル化する開発手法

**2 ESPER (Electronics System with Perfect Robustness)
電気的ノイズ印可によるロバスト性評価ツール
マツダ技報, No.25, pp.106-111 (2007)

共通化を考慮した結果、National Instruments社製の各種入出力ボード群と、高速演算処理用FPGAを組み合わせたハードウェアプラットフォームを選択するとともに、グラフィカルインターフェイスプログラム言語であるLabVIEWをソフトウェアプラットフォームに選定した。

2.2 システム構成

National Instruments社製のHILSエンジンを中心に、以下の機能システム群によって構成した (Fig. 1)。

- ①産業用ロボットによる電装品自動操作システム
- ②画像処理による自動判定システム
- ③音声合成システム
- ④GPSシミュレートシステム
- ⑤ノイズシミュレートシステム
- ⑥小型ロボットによるカーナビ評価システム
- ⑦Bluetooth®評価システム
- ⑧仮想電装品エミュレートシステム
- ⑨電源変動エミュレートシステムESPER
- ⑩ファジングツールシステム

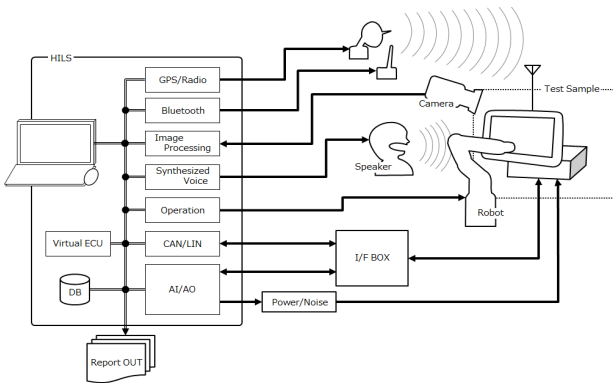


Fig. 1 System Configuration

3. 機能と特徴

3.1 産業用ロボットによる電装品自動操作システム

電装品評価には各種スイッチ類の操作が必要となるため、自動化の観点からその操作には産業用ロボットと、三本指のロボットハンドを採用した。押す・引く・回す

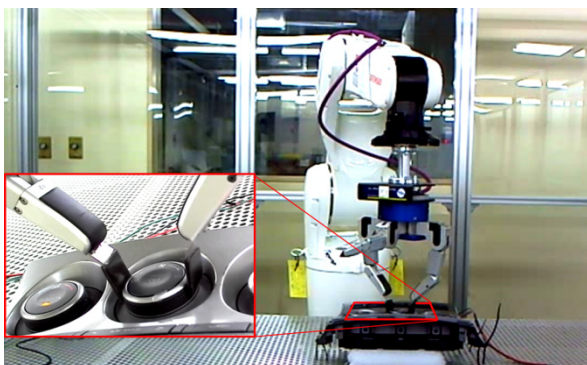


Fig. 2 Electrical Component Operation Robot

の操作が可能となり、人間の操作に比較しばらつきが少なく再現性の高いシステムとなった (Fig. 2)。

3.2 画像処理による自動判定システム

電装品評価の自動化を実現する上で重要なポイントの一つがOK・NGの自動判定といえる。効率的な評価システムとするため、評価中に動画撮影しながらリアルタイムで画像解析し、直ちに合否判定が行えるシステムを構築した (Fig. 3)。

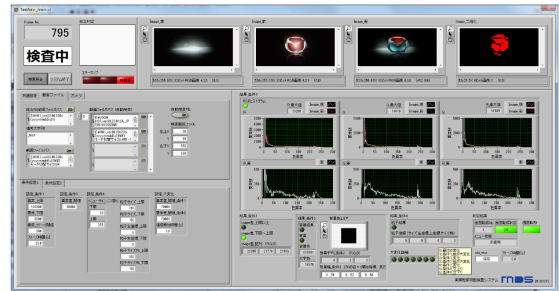


Fig. 3 Automatic Judgment System

3.3 音声合成システム

カーナビを始め近年の電装品は、スイッチ操作のみならず音声で動作するシステムが採用されている。これらの評価の自動化に先立って、発音のメカニズムのからくりを解明した。それにより性別・年齢・方言・イントネーション・滑舌を段階的に変化させることで車載電装品の音声認識機能において評価の数値化が実現した (Fig. 4)。

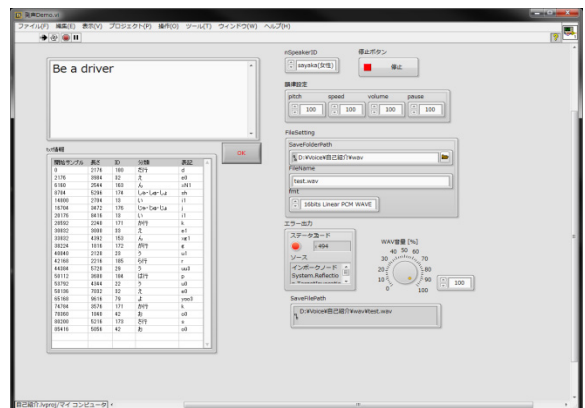


Fig. 4 Speech Synthesis System

3.4 GPSシミュレートシステム

カーナビの重要な機能の一つであるGPS性能を評価するため以下のシステムを構築した (Fig. 5, Fig. 6)。

- ①8衛星電波を同時発信するGPSシミュレート機能
- ②ビル影や樹木等による電波の減衰再現機能
- ③海面やビル反射を再現するマルチパス送信機能

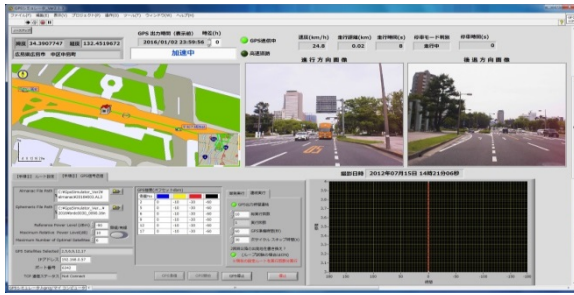


Fig. 5 GPS Simulation System (Japan)

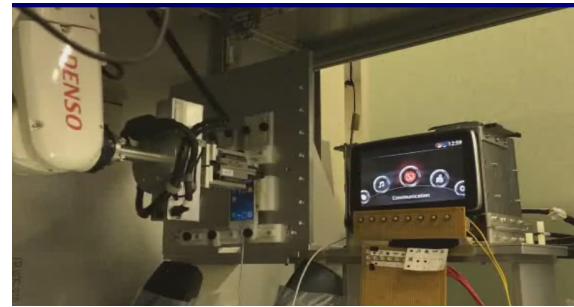


Fig. 8 Small Robot System

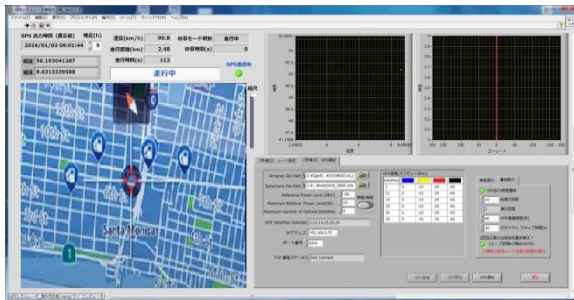


Fig. 6 GPS Simulation System (All countries)

3.5 ノイズシミュレートシステム

8チャンネルのノイズシミュレータをシステムに組み込むことにより、±150Vサンプリングタイム5μ秒までのさまざまな電氣的ノイズ評価が行えるシステムとした (Fig. 7)。

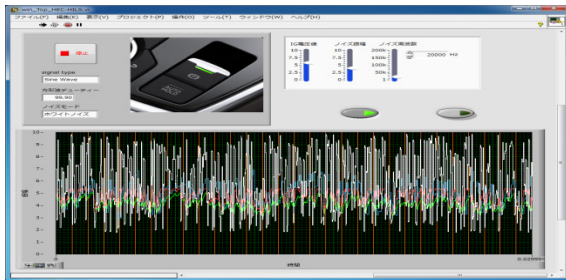


Fig. 7 Noise Simulation System

3.6 小型ロボットによるカーナビ評価システム

タッチパネルの操作には二本指のロボットハンドを装備した小型ロボットを採用した。これによりカーエンターテインメントディスプレイやそれに接続するスマホのパン・フリック・スワイプ操作が可能となった (Fig. 8)。

3.7 Bluetooth®評価システム

エンターテインメントシステムに接続した携帯やスマホを連携させて自動評価する際に問題が発生した場合、その真の原因を探るべく導入したのが本システムである。

例えばスマホの音楽ファイルをマツダコネクで再生する機能の自動評価中に音切れが発生した際、音切れの原因を特定するには、本システムでBluetooth®の電波そのものをアナライズすることで解決する (Fig. 9)。

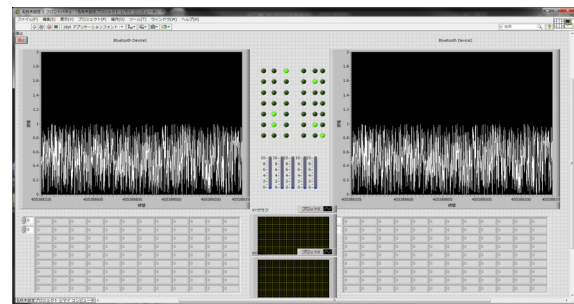


Fig. 9 Bluetooth® Evaluation System

3.8 仮想電装品エミュレートシステム

前述のとおり昨今の電装品は別の電装品と通信し連携しながら動作する機能となっている。以前は評価対象の電装品以外にも用意し接続する必要があった。本機能はこれら関連する別電装品をエミュレートする機能であるが、従来のHILSシステム標準のものではなく、より実態に近いリアルな電装品をエミュレートする (Fig. 10, 11)。

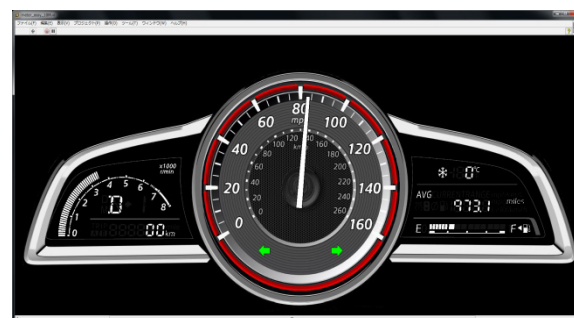


Fig. 10 Virtual Electrical Equipment (Cluster)



Fig. 11 Virtual Electrical Equipment (Commander)

3.9 電源変動エミュレートシステムESPER

車両の複数電源（バッテリー電源・アクセサリ電源・イグニッション電源）を同時に独立コントロールし以下の電源波形を電装品に印加する（Fig. 12）。

- ①エンジン始動波形
- ②瞬断波形
- ③リップル波形
- ④任意波形（波形エディタ装備）

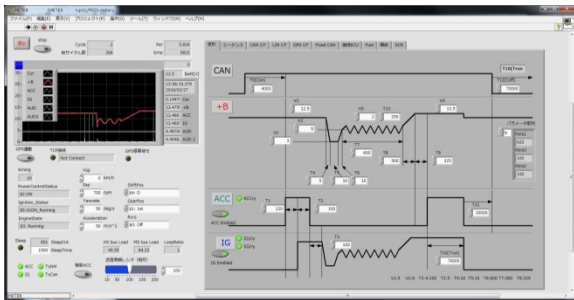


Fig. 12 ESPER

3.10 ファジングツールシステム

車載エンターテインメントシステムはBluetooth®・USB・Wi-Fi・CAN等の通信機能を有するが、これらのセキュリティー性を評価する必要がある。市販のシステムが市場では入手できるものの、システム価格・メンテナンス価格ともに非常に高価である。マツダでは、世の中に氾濫するセキュリティー攻撃方法をプログラミングし、独自のシステムを安価に構築した（Fig. 13）。

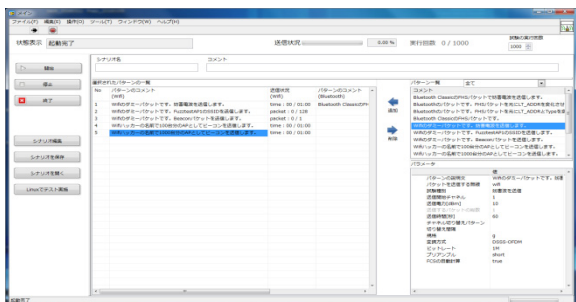


Fig. 13 Security Test System

4. システム全体像と小型化

4.1 システムの肥大化と小型化ニーズ

約6年前に構築を始めた本システムは、年ごとの機能拡張によって大型化してきた。複数の車種や電装品の評価には台数増しが必要となるが、大型のシステムを複数台導入するには必要な設置面積の問題が発生する（Fig. 14 設置面積30㎡）。そこで基本機能はそのままコンパクトかつ移動可能な小型・中型のシステムを構築するとともに、複数台導入し開発車種・評価対象電装品の拡大を図った。



Fig. 14 Large Size System Image

4.2 小型システムの構築

小型化ニーズに応えるべく以下機能を有した小型システムを構築し複数台導入した（Fig. 15 設置面積4㎡）。

- ①画像処理による自動判定システム
- ②音声合成システム
- ③GPSシミュレートシステム
- ④仮想電装品エミュレートシステム
- ⑤電源変動エミュレートシステムESPER

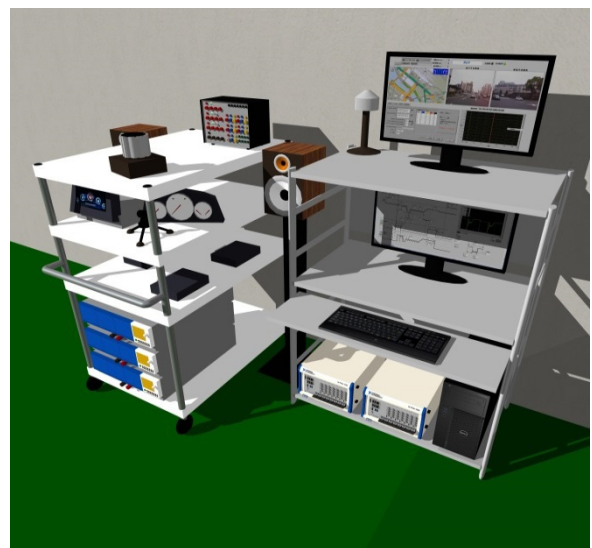


Fig. 15 Small Size System Image

4.3 中型システムの構築

小型化ニーズをベースに小型ロボットを追加し以下機能を有した中型システムを構築し複数台導入した (Fig. 16 設置面積6㎡)。

- ①画像処理による自動判定システム
- ②音声合成システム
- ③GPSシミュレートシステム
- ④仮想電装品エミュレートシステム
- ⑤電源変動エミュレートシステムESPER
- ⑥小型ロボットによるカーナビ評価システム

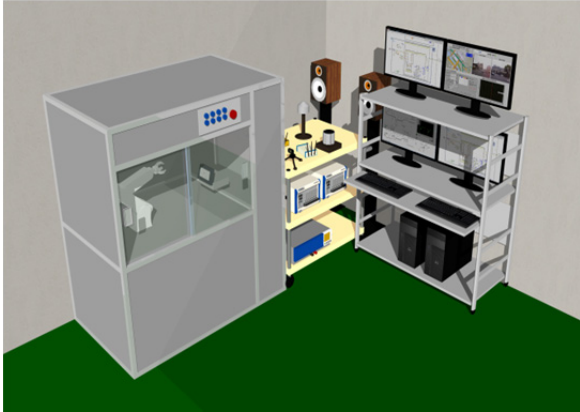


Fig. 16 Medium Size System Image

5. システム導入効果

5.1 評価工数の削減効果

従来は実車走行とベンチテスト主体の評価手法であったが、本評価システムの特徴であるテストシナリオの自動作成・ロボットによる昼夜の自動運転・画像処理によるOK・NGの自動判断等によって実車評価は最終確認のみとなり、結果的に90%の工数削減を図ることができた。

5.2 評価網羅性の効果

実車走行ベースの評価ではOK・NGの評価になりがちであり、電源電圧やノイズに対する動作の余裕度を検証することも困難となるため、発生頻度の低い不具合現象は表に現れない恐れがある。本システムを活用し条件を厳しめに設定することで、これまでは発生頻度が低く見逃してしまう問題を洗い出すことができるようになるとともに、余裕度の数値化も可能となった。

5.3 サプライヤー様との共通化効果

本システム運用によって評価工数削減や評価網羅性の向上効果があることを部品メーカー様にお伝えした結果、本システムを導入されることとなった。

評価設備をサプライヤー様と共通化することで以下の効果が生まれた。

- ①問題発生時の詳細条件が容易に共有化でき、早期問題解決につながった。

- ②発生頻度の少ない問題の再現試験時間の大幅な短縮
- ③サプライヤー様での試験網羅性が向上することで、試作品の完成度が向上した。

6. おわりに

車載電装品の進化・複雑化とそれに伴う開発工数増大の予測からの解決策として構築した本システムは、導入と活用により大きな効果を生み出した。しかしながらこれまで以上に急速な電装品の進化が予想されるため、現状のシステムに慢心することなく、更なる機能アップを図ることにより、単なる評価ツールの域を超え設計段階でも使用可能な包括的なツールへと進化させていき、ロバスト性の高い商品づくりに貢献したいと考える。

最後に、(株)マックシステムズ様

日本ナショナルインスツルメンツ(株)様

日本ノーベル(株)様

(株)ロジカルプロダクト様

(株)松浦電弘社様

を初め、本システムの開発にご協力賜りました方々に心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 電装品ロバスト性開発システム「ESPER」の紹介、マツダ技報、No.25, pp.106-111 (2007)
- (2) マツダがNIのHILSを利用して電装品用の自動評価環境を構築—試験に伴う操作や結果判定にかかる工数を大幅に削減、日本ナショナルインスツルメンツ、ホームページケーススタディ、<http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-17634>
- (3) あらゆる電装品を協調動作させて機能とロバスト性を自動評価、マツダがNIのHILシステムで実現、日本ナショナルインスツルメンツ、ホームページ、ユーザー事例、<http://japan.ni.com/usersolutions/mazda>

■ 著 者 ■



岡田 英之



橋高 徳昭



谷口 雅也