

車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツールの開発・運用

Development/Operation of an Automatic Evaluation Tool for On-Board Display Control Systems

中	江	悟	Satoru Nakae	
河	野	文彦	Fumihiko Kouno	
三	浦	成彦	Shigehiko Miura	
海	老	根	秀明	Hideaki Ebine



要 旨

近年、自動車に搭載されている車載機の機能は、ユーザーニーズの変化に合わせて多機能化し、「車載用ディスプレイ制御システム」の開発や評価にかかる工数も増大している。

限られた期間内でシステムの品質を確保するためには、システム評価に関わる無駄な工数を削減し、評価を効率的に行わなければならない。

そこで、システム評価の効率化を目的として、車載用ディスプレイ制御システムの評価を人間に代わって自動で行う「車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツール」の開発をした。車載機の05年度モデルのシステム評価での運用結果をここに紹介する。

Abstract

Recently, the functions and capabilities of on-board vehicle devices have, in response to customers' needs, become multifunctional leading to an increase in man-hour for the development and assessment of "On-board display control systems".

In order to ensure product quality within a limited timeframe, it is essential to minimize unproductive man-hour related to system evaluation and to maximize the efficiency of the evaluation process.

With the goal of creating a more efficient system evaluation process, the authors have developed an "Automatic evaluation tool for on-board display control systems" that can replace human beings with automatic functions in the evaluation of on-board display control systems. In this paper, we present the operation results of this on-board system evaluation tool for the 2005 models.

1

はじめに

自動車に搭載される車載機の機能は、音楽を聴きたい、交通情報を知りたいなどのユーザのニーズに合わせて多機能化している。機能の増加により、「車載用ディスプレイ制御システム」の評価にかかる作業工数も増大している。限られた評価工数でシステムの品質を確保するためには、効率的に評価を実施しなければならない。

そこで、システムの評価の効率化を目的として、車載用ディスプレイ制御システムの自動評価ツールを開発し、運用を行ったのでここに紹介する。

尚、本文中において「車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツール」を「自動評価ツール」と称することがある。

2

開発のねらい

2.1 システムテストとは

システムテストとはシステムを構成するソフトウェアをテストすることである。ソフトウェアのテストとは、以下のように定義することができる。

「誤っていること、または、明らかに正しいことを立証すること」によって「ソフトウェアが動かないことで発生する危険を、ある許容範囲にまで減少させること」⁽¹⁾

これをシステムテストに拡張して言い換えると、「システムに評価工数をかけることによって、そのシステムの一定の品質を確保すること」と言うことができる。

システムの品質と評価工数との関係は、図1のように表すことができる。

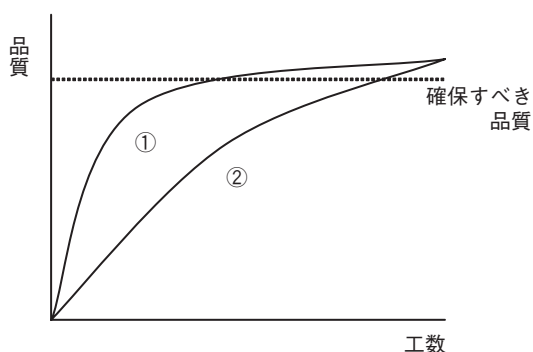


図-1 システムの品質と評価工数との関係

Fig.1 Relationship of system quality and evaluation man hour

工数を無限にかけることが可能であれば、一定の品質を確保したシステムを必ず得ることが可能であろう。しかし実際のシステムテストの現場においては、人的制限、時間的制限により、かけることができる工数は限られてくる。

また、同じ工数をかけた場合でも、評価を効率的に行った場合（①のグラフ）と、そうでない場合（②のグラフ）では、品質を確保することができるかどうかとも異なってくる。

限られた工数の中でシステムの品質を確保するためには、効率的な評価を実施する必要がある。これには以下の2つのアプローチがある。

（ア）より不具合検出率の高い評価を実施する

（イ）評価に関わる無駄な工数を削減する

2.2 車載用ディスプレイ制御システムの品質確保

富士通テンは現在、車載用ディスプレイ制御システムの開発を行っている。

開発されたシステムの評価を行うにあたって、上記（ア）に該当する評価として、以下の評価を重点評価項目として実施している。

●新規に追加された部分の評価

●評価中に不具合が多数検出された部分の評価

一方、（イ）のアプローチとしては、03年度モデルの車載用ディスプレイ制御システムの開発を行った時の反省点として、以下のような問題点が指摘されていた。

問題点1：機能の増加による評価項目の増大

車載機の機能の増加により、車載用ディスプレイ制御システムの評価項目が増大している。例えば画面遷移試験では、評価しなければならない試験項目数は、2画面遷移だけを考えても、画面数の2乗必要となる。通常、車載機には1機能ごとに約100枚の画面が存在するため、機能の増加により、画面遷移試験の評価項目数は約10,000項目ずつ増加してゆく。

特に、開発中にソフトウェアリリースされた際に実施している「受入試験」においては、ソフトウェアリリースされたバージョンで新規に追加された機能だけでなく、以前のバージョンで追加され、すでに評価された機能についても、デグレード^(※1)なきことを確認するために、毎回確認する必要がある。そのため、受入試験は同一評価を繰り返し実施している。（図2参照）

（※1）正常に動作していた機能が、ソフトウェアの変更により動作しなくなること

受入試験

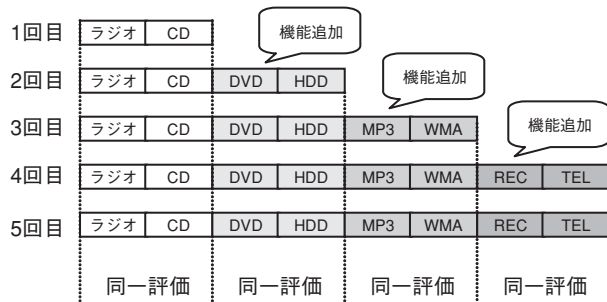


図-2 受入試験における同一評価の繰返しの場合

Fig.2 Repetition of identical evaluation items during acceptance testing

問題点2：不具合再現試験の評価工数の増大

テスト中に不具合が発生すると、発生した不具合の原因を調査するために、不具合を再現させる必要がある。不具合が非常に低い確率でしか発生しない場合には、不具合が再現するまで、同一評価を繰返し実施する必要がある。

2.3 自動評価ツールの開発

「受入試験」および「不具合再現試験」に共通していることは、同一評価を繰返し実施する必要があるという点である。これらの評価は、評価時のノウハウを必要としないにもかかわらず、莫大な評価工数を必要とする。そこで、増加する評価工数を削減するために、車載用ディスプレイ制御システムの自動評価を実現するツールの導入を検討することになった。

通常、車載用ディスプレイ制御システムの評価は、評価者が車載機を操作し、その結果発生した画面や音声の変化を期待する結果と比較することによって判定される。その「操作」と「判定」を人間に代わっておこなうのが、自動評価ツールの目的である。

車載用ディスプレイ制御システムの自動評価を実現するためには、ツールに以下の要件が必要である。

(要件1) 車載機を自動的に操作できること

(要件2) 画像や音声等のデータを車載機から取り込み評価結果の判定ができること

これらの要件に適合する自動評価ツールとして、汎用の組み込み機器評価ロボットが存在する。これは車載機をロボットが物理的に操作し、ロボットに取り付けられたカメラやマイクで画像や音声を取込むことによって結果の判定を行う。(これをロボット方式と呼ぶ)

一方、ロボット方式以外には、車載機内部より取り出した信号線に電氣的信号を送ることによって操作をシミュレートし、信号線より画像データや音声データを取込むことによって判定を行う方法がある。(これを信号線方式と呼ぶ)

ロボット方式と信号線方式のどちらが車載用ディスプレイ制御システムの自動評価ツールとして適しているか検討した結果を表1に示す。

表-1 ロボット方式と信号線方式の比較
Table 1 Comparison of robotic and signal systems

	車載機の操作	結果の判定	導入の容易さ	コスト
ロボット方式	○アームにより物理的に車載機を操作 ○CDメディア等の挿排が可能 ×ミリ秒単位の連続操作が不可能	△カメラで車載機の画面を撮影し、取込んだ画像を補正することにより細かい違いも判定可能	×専用の設置エリアが必要。可搬性なし	△高コスト
信号線方式	○車載機に電氣的信号を送り操作をシミュレート ×CDメディア等の挿排が不可能 ○ミリ秒単位の連続操作が可能	○車載機より直接取込んで期待画像と比較。ドット単位で違いを判定可能	○現在使用している作業エリアに設置可能。可搬性あり	○低コスト ロボット方式の1/10で実現可能

以上の結果より、車載用ディスプレイ制御システムの自動評価ツールとしては、信号線方式の方が適していることがわかった。

そこで、信号線方式の自動評価ツールの開発を、携帯電話向けの信号線方式の自動評価ツール開発でノウハウを持つ富士通（株）殿と共同で行うことになった。

3

自動評価ツールの概要

こうして開発されたのが、車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツールである。図3に概観を示す。

以後、自動評価ツールの概要について説明する。



図-3 車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツール

Fig.3 Automatic assessment tool for on-board display control systems

3.1 構成

図4に自動評価ツールの構成を示す。

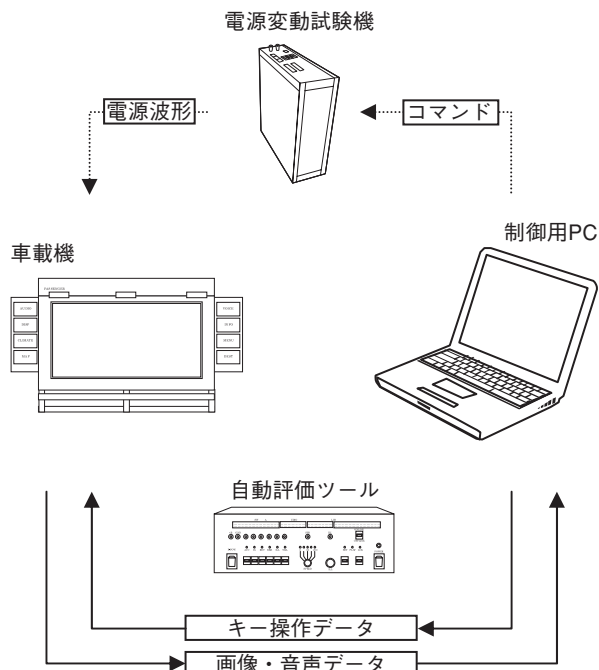


図-4 自動評価ツールの構成

Fig.4 Structure of automatic evaluation tool

3.2 機能

(1) 自動操作

あらかじめ制御用PCで操作の手順を記録したファイルを作成しておき、自動評価ツールがその手順に従って車載機の操作をシミュレートすることにより、自動操作を実現する。操作の対象となる項目は以下の通り。

- タッチSWの操作
- パネルSWの操作
- 車両信号のON/OFF
- 電源変動試験機のテストパターンの実行

操作の手順を記録したファイルを「シナリオファイル」と呼ぶ。シナリオファイルでは、操作の種類・開始時間・継続時間・期待値などを指定する。シナリオファイルの作成は、専用のアプリケーションを利用する。

(2) 自動判定

シナリオの任意のポイントにチェックポイントを設定し、その時の車載機の状態を期待値と比較することにより、評価結果の自動判定を実現する。

比較可能な車載機の実データとして以下の2種類がある。

(2-1) 画像データ

- 車載機の画面と、あらかじめ用意しておいた期待画像を比較することにより、正しい画面遷移が行われているか

判定する。

- 期待画像の取得は、シナリオを「期待画像取得モード」で実行することにより、その時、車載機の画面に表示されている画像データを「期待画像」として自動的に取得することができる。
- 画面の一部に常に変化する部分（例えば時計、点滅する現在地のマークなど）があり、期待画像が一定ではない場合でも、期待画像の一部を比較対象から外す指定を行うことにより、一枚の期待画像で自動判定を行うことができる。

(2-2) 音声データ

- 車載機の音声信号を制御用PCのライン入力に接続することにより、車載機から発生されている実際の音声の周波数と、期待する音声の周波数を比較することができる。
- CDやMDなど、音源ごとに異なる周波数の音声を割り当てて再生し、それを期待する周波数と比較することにより、正しい音声モード遷移が行われているかどうか判定することができる。

(3) その他の機能

●評価レポートの作成

評価終了後、判定結果や判定時刻などの評価記録や、その時の実画像及び期待画像などの評価結果の詳細を、評価レポートとしてHTML形式で出力することができる。これにより、評価結果をデータとして残すことが可能となる。図5に出力した評価レポートの例を示す。



図-5 評価レポートの例
Fig.5 Assessment report

●Eメールでの不具合発生通知

制御用PCをインターネットに接続しておくことにより、不具合発生時、指定したメールアドレスにEメールを送信し、不具合発生通知を行うことができる。これにより、評価者が不具合の発生をタイミリーに知ることができる。

4

運用効果

以上の自動評価ツールを、車載機の05年度モデルのシステムテストで運用した結果を以下に示す。

4.1 効率的な評価の実現

自動評価ツールを、同一評価を繰り返し実施する必要がある「受入試験」および「不具合再現試験」に導入した。

その結果、評価者は空いた工数を使って、以下のような評価を実施することができるようになった。

- 重点評価項目
- 操作性テスト
- 実車評価

自動評価ツールと評価者との役割分担を図6のように明確にすることにより、効率的な評価を実現することができた。

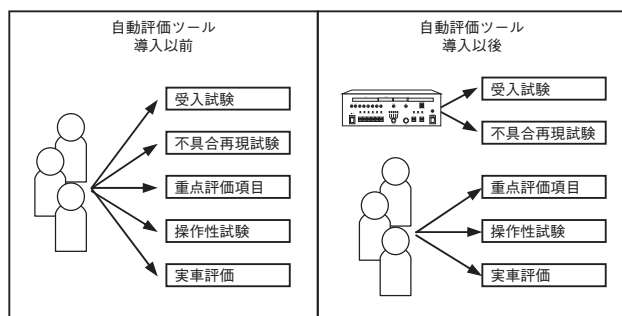


図-6 人間と自動評価ツールとの役割分担

Fig.6 Division of roles for humans and an automatic evaluation tool

4.2 受入試験評価工数の削減

自動評価ツールを受入試験に導入した。受入試験はソフトウェアリリース後はじめに実施される試験であり、この試験に合格するまでは機能評価を実施することはできない。自動評価ツールを導入する以前は人手により16時間の工数がかかっていたが、導入後はそれが2時間へと短縮された。その結果、1回あたり14時間の受入試験評価工数を削減することができた。ソフトウェアリリースが複数回あったため、全体としては280時間の工数削減につながった。

受入試験評価工数の削減により、評価者は、機能評価の実施を、自動評価ツール導入以前より前倒して開始することができるようになった。(図7参照)

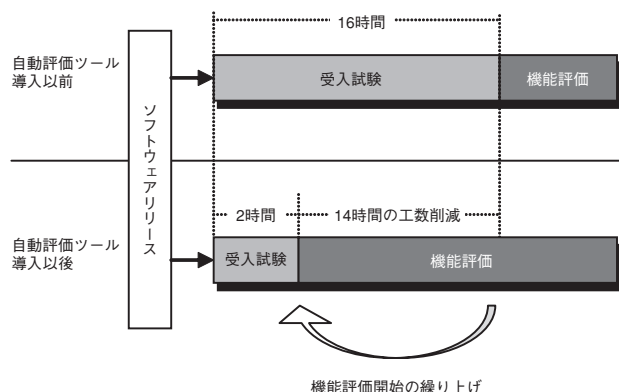


図-7 受入試験評価工数の削減

Fig.7 Reduction in evaluation labor hours for acceptance testing

4.3 不具合再現試験評価工数の削減

自動評価ツールを不具合再現試験に導入し、低頻出不具合の再現試験を1ヶ月連続で行った。最大同時に3台の自動評価ツールを並行して稼働させることにより、自動評価ツールが不具合再現試験として動作した時間の合計は、実績で約2400時間となり、15人月の工数を削減することができた。

これにより発生した評価者の余剰工数を、実車評価などに回すことにより、車載用ディスプレイ制御システムの品質向上に貢献することができた。

4.4 副次的効果 同一不具合の流出防止

テスト中に発生した不具合の再現手順をシナリオ化し、受入試験に組み込んだ。これにより、一度発生した不具合を、受入試験にて再度流出させない仕組みを作成することができた。(図8参照)

自動評価ツールを導入する以前は、このように受入試験時に毎回、同一不具合の流出防止試験を実施できていなかった。そのため、自動評価ツールを導入することにより、同一不具合の検出性を向上させることが可能となる。

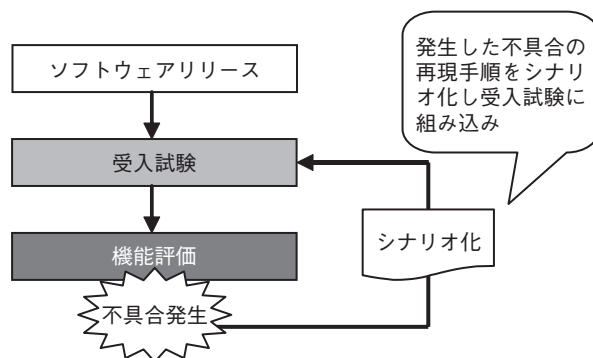


図-8 同一不具合の流出防止

Fig.8 Preventing the recurrence of identical errors

4.5 運用効果のまとめ

自動評価ツールの導入により、効率的な評価を実施することができ、その結果、車載用ディスプレイ制御システムの確保すべき品質に到達するまでに必要な工数を抑えることができた。

また、工数削減の効果により、発生した評価者の工数を、重点評価項目や操作性試験、実車評価など、人間にしか実施できない評価に回すことができた。その結果、車載用ディスプレイ制御システムの品質を確保することができた。(図9参照)

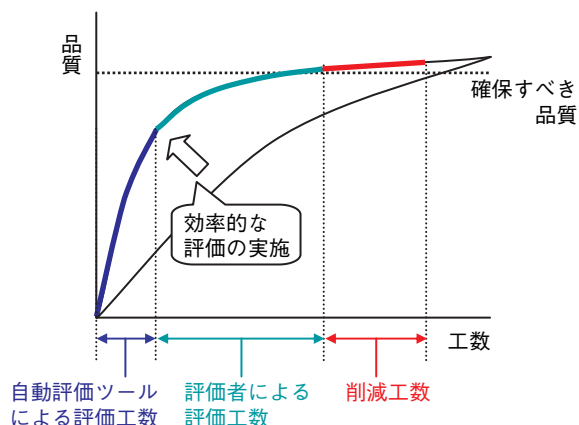


図-9 車載用ディスプレイ制御システムの品質確保

Fig.9 Ensuring the product quality of on-board display control systems

5

おわりに

以上、車載用ディスプレイ制御システム自動評価ツールの開発および運用について紹介した。

今回05年度モデルのシステムテストにて作成した自動評価ツールのシナリオには、発生した不具合の再現手順や再発防止策など、05年度モデルのシステムテストで得たノウハウが蓄積されている。これらのシナリオは、若干の修正を行うことにより、他モデルのシナリオへと転用することが可能である。

今後は、自動評価ツールを他モデルに展開し、05年度モデルのシステムテストで得たノウハウを、他モデルの開発に継承していきたい。

【参考文献】

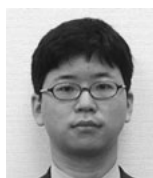
- (1) ボーリス・バイザー：ソフトウェアテスト技法，日経BP出版センター，pp4～8，1994

筆者紹介



中江 悟
(なかえ さとる)

1997年入社。以来、カーナビゲーションシステム及びCar Infotainment機器のソフトウェア開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部システム統合部に在籍。



河野 文彦
(こうの ふみひこ)

2005年入社。以来、カーナビゲーションシステムの自動評価ツールの開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部システム統合部に在籍。



三浦 成彦
(みうら しげひこ)

1987年入社。以来、カーAV製品のソフトウェア開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部システム統合部チームリーダー。



海老根 秀明
(えびね ひであき)

2002年入社。以来、カーナビゲーションシステムのソフトウェア開発に従事。現在、ソフトウェア技術本部本部長代理。