

自動車制御開発用シミュレータ： CRAMAS

Simulator for Automotive Control Development: CRAMAS

あらまし

本稿では、シミュレーションによって自動車制御開発を効率化する CRAMAS (Computer Aided Multi-Analysis System) を紹介する。CRAMASは、富士通テンが独自に開発したもので、HILS (Hardware In the Loop Simulator) に分類される。CRAMAS は、制御の対象となる実機 (例えばエンジン制御の場合はエンジン) の挙動をリアルタイムに模擬することができるため、開発者は、実機なしでの制御開発が可能となり、開発の効率化に貢献する。当初はエンジンやトランスミッションのパワートレーン制御を中心に浸透してきたが、最近ではハイブリッドや統合制御、ミリ波レーダなど幅広い分野に展開されている。

Abstract

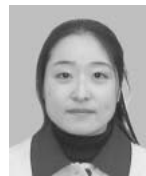
The Computer Aided Multi-Analysis System (CRAMAS) is an effective tool for control development using simulation technology. Originally developed as the Hardware In the Loop Simulator (HILS) by Fujitsu Ten, CRAMAS can simulate the real-time behavior of an actual vehicle that is the target of control (whereas an engine is the target of engine control). Engineers can use CRAMAS to develop controls without using actual machines and therefore contribute to improving development efficiency. CRAMAS was initially adapted to such power train areas as the engine and transmission, but is now being introduced to wider areas including hybrid vehicles, integrated safety control, and millimeter-wave radars.



深澤 健 (ふかざわ たけし)
富士通テン (株) 制御システム開発
統括部 CRAMAS部 所属
現在、自動車用電子機器の開発およ
び開発支援ツールの開発に従事。



樋口 崇 (ひぐち たかし)
富士通テン (株) 制御システム開発
統括部 CRAMAS部 所属
現在、自動車用電子機器の開発およ
び開発支援ツールの開発に従事。



岡本貴子 (おかもと たかこ)
富士通テン (株) 制御システム開発
統括部 CRAMAS部 所属
現在、開発支援ツールの開発に
従事。

ま え が き

近年，自動車用 ECU（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）の制御開発はますます大規模化，複雑化しており，制御開発および品質確保のための検証用ツールとしてのシミュレータの活用は必須となってきている。シミュレータは主に，制御アルゴリズムの新規開発時など制御対象となる実機が存在しない場合の実機の代わりや，実車両では発生しにくい現象の試験，実車両では危険を伴う試験，人の手では多大な時間を必要とする試験の自動化などの分野で活用されており，その適用範囲は広がりを見せている。一方，車両の電子制御の進化も目覚ましく，FlexRayやCAN（Controller Area Network），LIN（Local Interconnect Network）など多種多様な通信でネットワーク化された各 ECU が協調して車両を制御（統合制御）するようになってきた。そのため，車両全体に搭載されている ECU の挙動を評価するためのシミュレータを開発し，高い品質を確保していくことがますます重要な課題となってきている。

このような状況の中，富士通テンはシミュレーションによる自動車制御開発の効率化を目的に，CRAMAS（Computer Aided Multi-Analysis System）を開発した（図-1）^{(1),(2)} 本稿では，まず CRAMAS の概要を紹介し，つぎに導入事例と安心・安全分野への取組み，最後に今後の展開について述べる。

CRAMASとは

CRAMASは，富士通テンが独自に開発したシミュレータであり，制御対象となるシステムの動作を実時間で模擬できるのが最大の特長で，一般には HILS（Hardware In the Loop Simulator）に分類される。

当初は，富士通テンの自動車用 ECU 検査用のツールとして企画・開発し活用していたが，現在では，自動車業界各社での開発プロセス改革のソリューションとして幅広く活用いただいている。CRAMAS を活用したソリューションの導入により，制御システムの開発から各種 ECU の機能・性能評価まであらゆる工程を机上で効率良く実施できるようになり，開発期間短縮やコスト低減に効果があることが確認されている。また，実車両を使用せずに試験を実施することができることから，排気ガスを排出しない「地球にやさしいツール」として今後の発展も期待されている。

導 入 事 例

本章では，富士通テンの自動車用 ECU 開発部門における，ECU 評価環境への CRAMAS 導入事例を二つ紹介する。

(1) ECU機能検査の自動化

ECU の機能検査においては，運転モードやエンジン条件など，様々な条件での検査が必要である（図-2）。このような試験は繰返し実施することによ



図-1 CRAMASの外観
Fig.1-External view of CRAMAS.

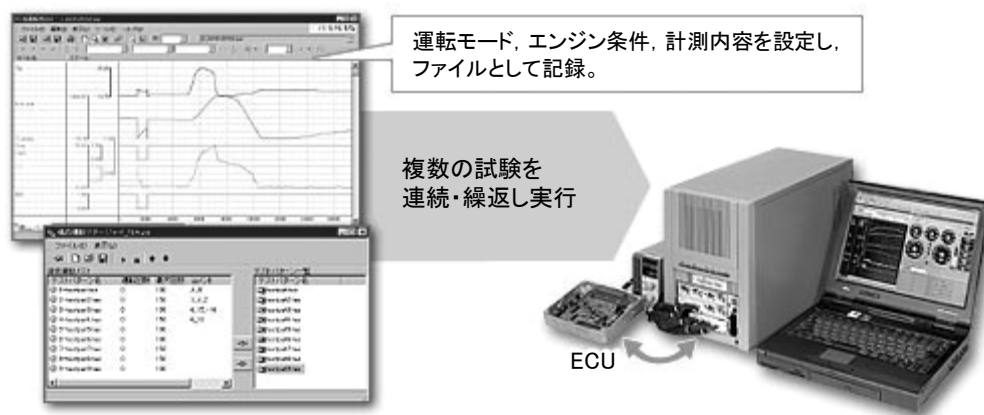


図-2 ECU機能検査例
Fig.2-Example of ECU functional inspection.

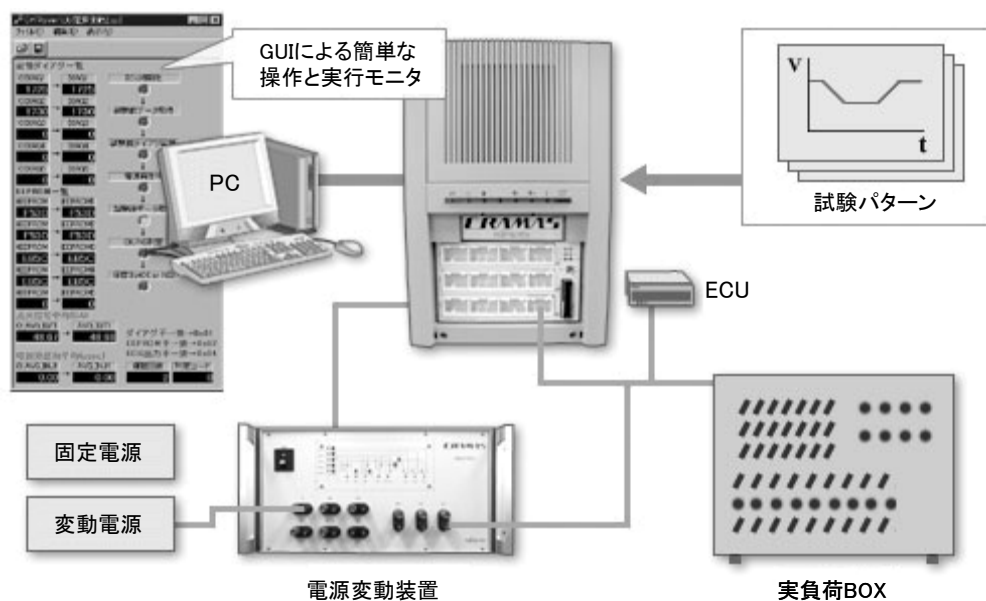


図-3 電源変動試験例
Fig.3-Example of power source fluctuation examination.

り検査の精度を高めていくことになるが、試験にかかる時間が長く、多大な工数が必要である。

CRAMASではこれらの様々な条件を設定することで複数の試験を連続実行することを可能とした。設定された条件をファイルに記録することで、同一条件での繰り返し実行も可能となっている。

これにより、繰り返し試験が効率的に実施できるようになり、数多くの繰り返し試験を実施することで、検査の精度が更に高まり、ECUの品質向上に貢献できた。

(2) 電源変動試験での活用・自動化、自動判定

従来はマニュアルで実施していた電源変動試験の

準備・試験・判定は、CRAMASに電源変動装置や実負荷BOXなどの測定機器を接続することにより、自動運転・判定することが可能となった。この測定機器の実行条件を変えることで数百種の変動パターンを実行できる。一方、実行モニタにより動作異常の有無が確認しやすくなったため、リアルタイムでの判定が可能となった。判定結果を保存することで、自動実行も可能となり、CRAMASを使用することで、80%以上の工数削減を実現している（図-3）。

安心・安全分野への取組み

前章の事例は主にECUの量産設計プロセスでの

品質向上・効率化のソリューションである。本章では、研究開発分野におけるCRAMASの活用事例について紹介する。この事例は近年注目を浴びている安心・安全分野におけるソリューションである。

富士通テンでは、トヨタ自動車株式会社が開発した世界最高レベルの「ドライビングシミュレーター」(図-4) 向けに専用のCRAMASを開発した^③

ドライビングシミュレーターは、映像や加減速度発生装置などを利用して自動車の走行を模擬する装置であり、自動車の研究開発においては、実車での走行では危険が伴う実験や、特定の条件下で自動車を走行させる実験などに主に活用されている。

本ドライビングシミュレーターは、より実車に近い運転状態を実現するため、車両の周囲に360度のスクリーン(図-5)を持ったドームが設置され、さらにそのドームが世界最大レベルのフィールドを移動するのが特徴である。

富士通テンでは、本ドライビングシミュレーターにおいて、予防安全技術の開発を行うコアデバイスとして、車両運動および車両制御システムの模擬計算を行う専用CRAMASを開発した。

本CRAMASでは、一部の装置は、上下左右に激しく動揺するドーム内に設置するため、耐環境性能に優れた高信頼性^{きょうしゅう}筐体を新しく導入した。また、複数のCRAMASを高速通信(StarFabric)で接続し、車両制御システムを含む大規模車両モデルを分散処理するという技術を開発した。

これにより複数のCRAMAS間でデータ共有が高速大容量化され、車両モデル構築の自由度が高まった。



図-4 ドライビングシミュレーターの外観
Fig.4-External view of Driving Simulator.

今後の発展

今後、自動車制御は安全、利便・快適、環境の分野を軸に、知能化・情報化していく。ある意味、車がロボットになっていくと予想される。

2020年頃に向けては、「年間事故死者数を現在に比べ50%減」、「温室効果ガスの排出量を1990年と比べ6%削減」、「燃費を2004年と比べ25%向上」など様々な目標が掲げられており、車の知能化・情報化に対する要求レベルは高い。

こうした中、ECU数は増加の一途をたどり、制御はますます複雑化し、ソフトウェアが大規模化することで品質の確保が難しくなることが懸念されている。これに対し、自動車メーカは、2006年に、将来のECU数増加の歯止めをかけるべく4群構想を提案した。この構想は、現在、機能ごとに開発しているECUをパワートレイン制御、ボデー制御、安全制御、マルチメディアの4群に分類して開発することで、自動車におけるECUのプラットフォームを共通化し、ソフトウェアの連携によって多様な要求に対応していく考えである。さらにプラットフォームについては、AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture) に代表されるように、制御ソフトウェアの統合・分離を容易に行える仕組みづくりが既に始まっている。

これまで築いてきたシミュレーション技術をベースに、制御開発プロセスの変革に対してソリューションを提案していくことが次世代におけるCRAMASの重要な役割と言える。



図-5 ドーム内の実車と360度スクリーン
Fig.5-Real vehicle in dome and 360° screen.

む す び

本稿では、自動車制御開発用シミュレータCRAMASの有用性について紹介した。

ECUの検査装置から始まったCRAMASは、自動車制御の電子化とともに徐々に制御開発の上流へと適用分野を広げてきた。

CRAMASは今後の制御開発に不可欠なエンジニアリングプラットフォームとなることを目指し、自動車業界の発展に貢献すべく、さらなる進化を続ける予定である。

参 考 文 献

- (1) 中井敏夫ほか：HV用統合シミュレータの開発．富士通テン技報，Vol.25，No.2，p.33-39（2007）．
- (2) 山崎 剛ほか：CRAMASモータボードの開発．富士通テン技報，Vol.23，No.2，p.15-21（2005）．
- (3) 富士通テン株式会社CRAMAS：世界最高レベルの「ドライビングシミュレーター」をトヨタ自動車株式会社と開発．

http://www.fujitsu-ten.co.jp/cramas/news_topics.php/pages/ds.html

