

CRAMAS_MCC - CANの開発

Development of CRAMAS_MCC-CAN

高橋 淳二	Junji Takahashi
山崎 剛	Takeshi Yamasaki
西井 純	Jun Nishii
野海 薫	Kaoru Noumi
真嶋 一司	Kazushi Mahana



要 旨

近年、車両制御の高機能化、複雑化に伴いECU（Electric Control Unit）を始めとする電装機器の車両搭載数は急速に増加している。それと合わせて必要となってくる車両協調制御・統合制御を実現するために車内ネットワークの採用が本格化しており、自動車分野で広く採用されている通信プロトコルであるCAN（Controller Area Network）の通信データ容量は急増している。車両システム開発において年々増加していく通信設計を如何に効率的に行い、品質を確保していくかが自動車メーカーおよびECUサプライヤの重要な課題であり、当社においてもCAN通信検査に費やす工数が大きな課題となっている。今回、その課題を解決するために当社製品であるHILシミュレータCRAMAS（ComputeR Aided Multi-Analysis System）を用い、ECUサプライヤのノウハウを注ぎ込んだCAN通信機能自動検査システムMCC（Multi Communication checker）- CANを開発したので紹介する。

Abstract

Due to the increasing sophistication and complexity of vehicle control, recent years have seen a rapid rise in the number of electrical equipment items - especially ECUs (Electric Control Units) - that are installed in automobiles. This embedded control such as vehicle stability and chassis, to realize which the utilization of in-vehicle networks has now begun in earnest, and a rapid expansion is taking place in the communication data capacity of CANs (Controller Area Networks) - the communication protocols widely employed in the automobile industry. How to perform efficiently the annually multiplying communication design needed for vehicle systems development, and to assure its quality, are important issues for automobile manufacturers and ECU suppliers. Our company likewise faces a problem in the large number of man-hours consumed by CAN communication checks. In order to resolve such problem, we have now developed a CAN automatic communication function checking system called "MCC (Multi Communication Checker) _CAN", which uses our own "CRAMAS" (ComputeR Aided Multi-Analysis System) HIL simulator and incorporates an ECU supplier's know-how. The present paper describes the new checker.

1

開発の背景

近年、車両制御の高機能化、複雑化に伴いECU (Electric Control Unit)、センサ、アクチュエータ等の電装機器の車両搭載数が急速に増加している。それに合わせて必要となってくる車両協調制御・統合制御を実現するため、車内ネットワークの採用が本格化してきている。このような背景の中、自動車分野で広く採用されている通信プロトコルであるCAN (Controller Area Network) の通信データ容量は急増しており、車両システム開発において年々増加していく通信設計を如何に効率的に行い、品質を確保していくかが自動車メーカーおよびECUサプライヤの重要な課題となってきた。今回、その課題を解決するため、当社の製品であるHIL (Hardware In the Loop) シミュレータCRAMAS (Computer Aided Multi-Analysis System) を用いたCAN通信機能検査システムを開発した。

2

ECU開発における通信設計の現状

2.1 現状手法の問題点

車両システム開発における通信設計が占める割合は、車内ネットワークの拡大に応じて大きくなってきている。そのためECUサプライヤにおいては、増加する通信設計の効率化が課題となっており、当社のECU開発においては、通信機能検査に占める工数比が高くなってきている。その要因を分析した結果、以下のことが理由として挙げられる。

1) 確認項目が多い

標準のCAN通信機能検査および自動車メーカーが規定した検査基準を満たすために100項目以上の検査を行う必要がある。そして、この検査項目の約半数は量産までの各試作段階や通信仕様の修正が発生するたびに繰り返し検査を行う必要がある。(図-1)

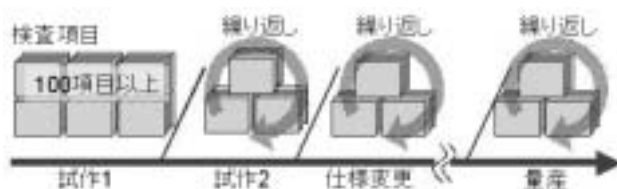


図-1 通信機能検査の繰り返し工程

Fig.1 Process of repeated communication function checking

2) 特殊な検査装置が必要

CAN通信に関しては専用のバスアナライザ、エラー発生器等、専用装置が必要な場面が多い。しかし、一般にこの種の専用装置は高価であるため、100項目以上ある検査を短期間に実施できるだけの十分な必要台数を用意する事

は容易ではない。また装置設定から検査実施までを設計者のマニュアル操作により行わなければならない、専用装置に対する専門知識と操作する工数がかかる。

3) 専門的な高い技能が必要

検査を実施するためには、CAN通信プロトコル、ECU制御仕様、自動車メーカー固有通信仕様、さらに検査仕様など多くの仕様を理解する必要がある。検査手法に関しても検査レベルにバラツキが生じないように標準化する必要がある。今後増え続けるCANを搭載したECU開発に合わせて、上記技能全てを有する設計者を確保していくのは困難が予想される。

以上、3点が当社の通信設計における課題となっており、他のECUサプライヤにとっても大半が該当する内容ではないかと考える。

2.2 問題点に対する対応策

増加する通信機能検査工数への対応策として、以下の3点が挙げられる。

1) 少ない工数で多くの検査が可能な手法の実現

→ 検査の自動化

2) 検査装置の準備や検査手順が簡単であること

3) 検査実施に特殊な技能を必要としないこと

→ 検査内容・検査方法の標準化

(通信の知識が無くても検査可能)

これら3点に対応するため、当社の製品であるHILシミュレータCRAMASを使用した自動通信機能検査システムMCC - CANの開発を行なった。

3

MCC - CANの概要

MCC - CANの開発コンセプトは、CRAMASで模擬された車両通信環境に検査対象ECUを接続することで、検査対象ECUが車内ネットワークに対する振る舞い、また車内ネットワークからの通信情報に対する検査対象ECUの振る舞いを容易に自動検査できる環境を提供する事である。その基本検査機能として、以下の3つの実車環境を想定した検査機能が柱となる。

1) 車両環境と同等の通信負荷実現による検査対象ECUの通信仕様満足度確認

2) 車両環境における通信ラインの状態変化 (電源/GND間短絡、断線) 実現による検査対象ECUのフェイルセーフ機能確認

3) 車両環境と同等の電源電圧変動実現による検査対象ECUの影響確認及び実力測定

そのMCC - CANのシステム構成を図-2に示す。

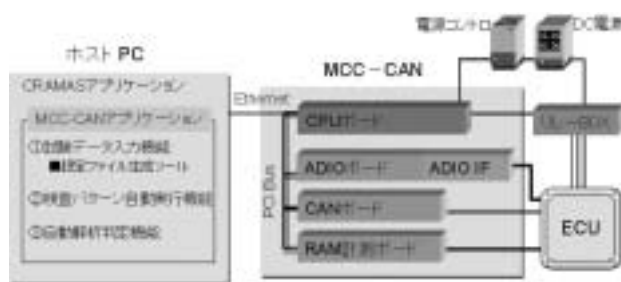


図-2 MCC-CANシステム構成
Fig.2 Configuration of MCC-CAN

3.1 ハード構成

MCC - CAN はCRAMASの標準ハードウェアで構成されており、主要なハードウェアについて以下に役割を説明する。

1) CANボード

CAN通信エミュレーション機能を有しており、検査判定に必要な検査実行時のタイムスタンプを付与したCAN送受信ログを作成する。

2) RAM計測ボード

ECUマイコンのRAM値書き込み/読み出し機能を有しており、検査判定に必要な検査実行時のタイムスタンプを付与したRAM計測ログを作成する。

3) ADIOボード、ADIO-IFボード

アナログ/デジタル入出力ボードであり、ECU電源電圧変動試験時の判定に必要な電圧を計測する。

4) 外部リレーBOX

ECUへ供給する車両電源BAT（バッテリー電源）、ACC（アクセサリ電源）、IG（イグニッション電源）をそれぞれ個別にON/OFFを行う。

5) 電源コントローラ（市販品）

ECU電源として使用するDC電源を変動させることができ、通信機能検査でのECU電源電圧変動試験用に使用する。

3.2 各機能の説明

3.2.1 試験データ入力機能

この機能はMCC - CANアプリケーションソフトの1つである「設定ファイル生成ツール」（図-3）が実現している機能である。

ECUは、車両制御に関する数多くの情報を通信データとして送受信を行い、車両の基本機能である「走る、曲がる、止まる」を制御する情報から、制御状態のインジケータ情報まで、さまざまな情報を扱っている。これらの膨大な通信データを検査するため、検査装置の設定を全てマニュアル操作で行うと多大な工数が必要となる。「設定ファイル生成ツール」は規定フォーマットで記述された通信仕

様書（電子データ）から検査に必要な情報を入力する機能を持ち、ECUごとに異なる通信仕様を検査パターンへ自動的に反映させる事が可能である。またユーザのマニュアル入力により検査仕様やECUのソフト仕様ごとに違う各種パラメータを検査パターンへ反映させる機能も有する。これら一連の入力はMCC - CANのホストPC上のGUI¹⁾で行なう事ができ、またウィザード形式で入力を行なう形になっているため、ツールを初めて使用するユーザでも容易に検査の設定を行うことが可能である。



図-3 設定ファイル生成ツール画面
Fig.3 Screen of setting file generation tool

3.2.2 検査パターン自動実行機能

検査設定の完了後、検査実行するために必要な操作はユーザとMCC - CANとのインターフェースである「MCCマネージャー」（図-4）という専用GUIで全て行なう。



図-4 MCCマネージャー
Fig.4 MCC manager

（1）GUI（Graphical User Interface）：ユーザが操作しやすいようにウィンドウやアイコンなどをクリックするだけで簡単にファイルの操作やアプリケーションソフトの起動を実行できるようにしたユーザインターフェースの総称。

ユーザは実行したい検査パターンをMCCマネージャー上で選択し、実行ボタンを押すだけで任意の検査を自動実行することができる。また、検査実行中の検査パターン実行状態は、図-5のGUIで把握することができる。



図-5 検査パターン実行進捗表示GUI
Fig.5 GUI of check pattern execution

3.2.3 自動解析判定機能

この機能はMCCマネージャー上でユーザによって選択された検査パターンを自動実行する際に対になって実行される機能である。検査パターンの自動実行後、測定結果として出力される計測ログ（CANバス、ECUのマイコンRAM値、電源操作）に対して、解析判定機能により期待値との比較が行われ、“OK/NG”判定が出力される。

4

MCC - CANの特長

MCC - CANの5つの特長について説明する。

1) 工数削減効果が大い

自動検査装置であるMCC - CANの最大のメリットは、検査設備の設定さえ完了すれば、検査実行および計測結果に対する“OK/NG”判定までを自動的にに行える。これは、通常マニュアル操作で行なう検査の約8割（全検査項目に対する割合）に相当し、実施項目に比例して工数削減効果は大きくなる。参考として当社でのベンチマーク結果を例に挙げる。MCC - CAN導入により導入前と比較して55%の工数削減効果が得られた。（図-6）

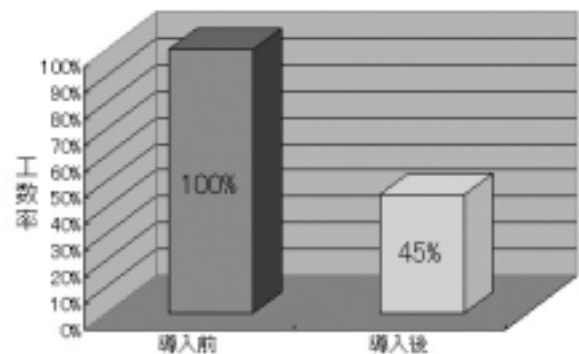


図-6 当社のMCC-CAN導入による工数削減率
Fig.6 Man-hour reduction result by MCC-CAN at Fujitsu TEN

2) 検査パターン作成への対応が容易

MCC - CANアプリケーションソフトにはECUの通信検査仕様に従った検査パターンが登録されている。この検査パターンは、図-7に示すとおりMCC - CANのハードウェアで実現可能な基本操作パターンの組み合わせにより通信検査仕様に従った検査パターンを作成している。

～ 基本操作パターン ～



～ 検査パターン ～

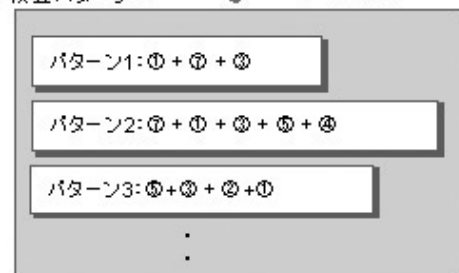


図-7 検査パターン作成方法
Fig.7 Procedure of checking patterns

基本操作パターンを構築することやそれらの組み合わせにより検査パターンを作成する構造，すなわちプラットフォーム化により，検査パターンの追加・変更やCAN通信プロトコルだけでなく他の通信プロトコルに対応する場合でも最小限の工数で対応可能である。

MCC - CANはCRAMASの標準ハードウェアで構成されているため、当社はもちろんの事、CRAMASを既に導入されているユーザにとってはMCC - CANシステムに必要なボード、外部装置およびMCC - CANアプリケーションソフトを追加購入することにより低コストでの導入が可能になる。またCANボードを他の通信プロトコル用ボードに差し替えることにより、新規通信プロトコル要求に対しても最小限のハードウェア追加で対応可能である。(図・8)

また、MCC - CANアプリケーションソフトの操作に関してもCRAMASと同様にWindowsアプリケーションのGUI環境を中心とした操作系の為、特殊な操作を必要とせずホストPCからの入力のみで自動検査が実施できる。



図-8 既存CRAMASへの追加導入例
Fig.8 Example of addition to existing CRAMAS

4) 製品品質の向上が図れる

現在のMCC・CANは自動車メーカー規定の検査を実施することを目的としている。自動車メーカーにとっては自社の規定している検査を統一した手法でバラツキ無く行なうことができるため、一定した品質の確保が期待できる。さらに自動車メーカーと共同で過去不具合パターンに対するチェックも導入しており、不具合の再発防止対策が可能となっている。ECUサプライヤにとっては検査実施者の技能・能力に依存しない一定水準の検査が行なえることにより、検査での設計ミスの見落としや誤操作による誤検査を防ぐことができる。また検査の自動化によって削減した工数により更なる詳細検査の実施を可能とし、全体としてECU品質の向上が図れる。

5) 問題解析が簡単

MCC - CANでは検査結果として“OK/NG”判定結果を“○”“×”で出力するが、この結果から検査対象ECUのどの設計部位がどの様に間違っているのか問題解析するための補助結果も出力する。この補助結果は計測ログ出力から最終判定に到るまでの過程で生成された物であり、それぞれ、図-9はCANバスログ、図-10は検査対象ECUのRAM値等のログ、図-11はそれらを解析し判定結果を検査項目

ごとにまとめたファイル、そして図-12は全検査結果を集約した結果ファイルの計4つの結果ファイルである。これらの結果ファイルを逆検索して行く事により、問題の箇所の特定が容易にできる。

INDEX	STS	TIME	ID	OLO	DATA[0]	DATA[1]
0		1.4337	0x 037	4	0	0
0		1.4358	0x 120	8	0	0
0		1.4378	0x 206	5	0	0
0		1.4397	0x 348	7	0	0
0		1.4417	0x 037	4	0	0
0		1.4449	0x 340	7	0	0
0		1.4467	0x 30A	5	0	0
0		1.449	0x 30B	7	0	0
0		1.4498	0x 037	4	0	0
0		1.4509	0x 528	3	24	0
0		1.4519	0x 120	8	0	0
0		1.4531	0x 580	7	28	0
0		1.4539	0x 527	4	25	0
0		1.458	0x 037	4	0	0
0		1.46	0x 508	4	25	0

図-9 CANバス計測ログ
Fig.9 CAN bus measurement log

[illegible]

図-10 ECU RAM計測ログ
Fig.10 ECU RAM measurement log

	読み出しフレーム(FRAM0)				
	送信タイムスタンプ	送信ID	送信DLC	送信データ	受信データ
時刻[ms]	FRAM0_Fire	FRAM0_ID	FRAM0_DLC	DAT_1	DAT_2
XResultCvtx	[1]	[1]	[1]	[4]	[2]
1433.7	-	X0x070x037[2-1-7]	0x04[2-1-6]	0x0[2-2-4]	0x0[2-2-4]
1435.8	-	-	-	-	-
1437.8	-	-	-	-	-
1439.7	-	-	-	-	-
1441.7	800[2-1-6]	X0x070x037[2-1-7]	0x04[2-1-6]	0x0[2-2-4]	0x0[2-2-4]
1444.8	-	-	-	-	-
1446.7	-	-	-	-	-
1448	-	-	-	-	-
1449.8	810[2-1-6]	X0x070x037[2-1-7]	0x04[2-1-6]	0x0[2-2-4]	0x0[2-2-4]
1450.8	-	-	-	-	-
1451.8	-	-	-	-	-
1453.1	-	-	-	-	-
1453.8	-	-	-	-	-
1458	820[2-1-6]	X0x070x037[2-1-7]	0x04[2-1-6]	0x0[2-2-4]	0x0[2-2-4]

図-11 検査項目別結果ファイル
Fig.11 Individual check results file

結果	2-1-1	2-1-2	2-1-4	2-1-5	2-1-7	2-1-8	2-2-1	2-2-4	2-2-7
CH201									
CH202									
CH203									
CH204									
CH205									
CH206									
CH207									
CH208									
CH209									
CH2010									
CH2011									
CH2012									
CH2013									
CH2014									
CH2015									
CH2016									
CH2017									
CH2018									
CH2019									
CH2020									
CH2021									
CH2022									
CH2023									
CH2024									
CH2025									
CH2026									
まとめ									

図-12 全検査結果ファイル
Fig.12 All check results file

加する。それに合わせて通信設計を支援するシミュレータに対する機能や使い易さへの市場要求も高まり、各種通信デバイスへの対応やユーザが任意にかつ容易に検査パターンを作り込める機能等のアプリケーションの充実是不可欠である。我々ECUメーカーが開発するシミュレータとして、いち早く市場要求にマッチしたCRAMASの製品展開を目指していきたい。

参考文献

- 1) ISO/DIS 11898 Part1,Part2
- 2) CAN2.0B (Bosch CAN仕様)
- 3) 深澤他:PC版HILシミュレータCRAMAS2001の開発、富士通テン技報Vol.37 (2001)

登録商標

「CRAMAS」は富士通テン株式会社の登録商標です。

「Windows」は米国Microsoft Corporationの登録商標です。

5

おわりに

今回の開発によりCAN通信機能検査の自動検査データ入力・自動実行・自動判定が可能なCRAMASシステムが完成した。また自動車分野で採用しているその他の通信プロトコル (LIN, FlexRay等) や新規通信プロトコルに対してもソフトプラットフォーム化によりフレキシブルに対応できるアプリケーションソフトを開発できた。これからも車両システム開発による通信設計の占める割合は確実に増

筆者紹介



高橋 淳二
(たかはし じゅんじ)

1984年入社。以来、自動車用電子機器の開発に従事。現在、事業本部 ソリューション事業部 機能技術部部長



山崎 剛
(やまさき たけし)

1983年入社。以来、エンジン制御およびボデー制御ECUの開発に従事。営業技術を経て、現在、事業本部 ソリューション事業部 CRAMAS技術部チームリーダー



西井 純
(にしい じゅん)

1997年入社。以来、自動車用電子機器の開発、営業技術を経て、開発支援ツールの開発に従事。現在、事業本部 ソリューション事業部 CRAMAS技術部に在籍。



野海 薫
(のうみ かおる)

2000年入社。以来、ECU通信ソフトの設計に従事。現在、事業本部 ソリューション事業部 機能技術部に在籍。



真嶋 一司
(まはな かずし)

2001年入社。以来、エンジン制御システムの開発に従事。現在、事業本部 ソリューション事業部 ソフトウェア技術部に在籍。