



機能安全規格
ISO26262/IEC61508
ツール認証取得!

MC-Verifier

モデルベース開発 Back-to-Backテスト統合ツール

ISO26262に準拠したBack-to-Back (B2B)テストのための統合されたツール
モデル/モデル, モデル/ソフトウェア, モデル/ターゲットコード のB2Bテスト実行
Simulink上でB2Bテストエラー発生箇所 (サブシステム) を検出
フィードバックを含むモデルでの時間経過とB2BテストエラーをSimulink上でトレース
コード実行時にコードカバレッジ (Statement, Branch, MC/DC) の計測が可能
機能安全ISO26262/IEC61508 ツール認証を取得済み

「MC-Verifier」は、モデルベース開発におけるBack-to-Backテストのための統合テストツールです。モデル、ソフトウェア、ターゲットコードの間の動作一致性を、様々な開発フェーズで確認することができます。

[参考]	MIL = Model In the Loop
MC= Model and Code	SIL = Software (C code) In the Loop
B2B = Back-to-Back	PIL = Processor (Object code) In the Loop

モデル、ソフトウェア、ターゲットコードの B2Bテスト実行、評価、レポート機能を統合化

MC-Verifierは、モデル(MIL)、ソフトウェア(SIL)、ターゲットコード(PIL)間の動作を比較するB2Bテストを実行し、両者の誤差やエラー発生箇所を評価可能な、B2Bテスト統合ツールです。他社MBDツールで生成したテストケースをインポートしてB2Bテストに使用可能です。ターゲットコードの実行には、ガイオのマイコンシミュレータを使用しており、評価ボードなどのハードウェアは一切不要です。

Simulink上でエラー要因箇所(サブシステム)を特定

MC-VerifierはB2Bテスト実行時に、モデル上で指定したサブシステムの全ての信号ライン、コード上で指定した全ての変数の出力を記録します。テスト後に、時間経過に沿って、各信号ラインの値、変数の値を比較し、時間経過による誤差の拡大状況を解析することができます。許容する誤差は%で指定する事ができます。どのサブシステムでエラーが許容誤差を超えているかをSimulink上で特定し、モデルやコードの修正を効率的に行う事ができます。

エラーの拡大、サブシステムからサブシステムへの伝搬を、時間経過に沿って解析することで、エラー発生原因の特定が難しいフィードバックを含むモデルにおいても容易に原因特定が可能です。

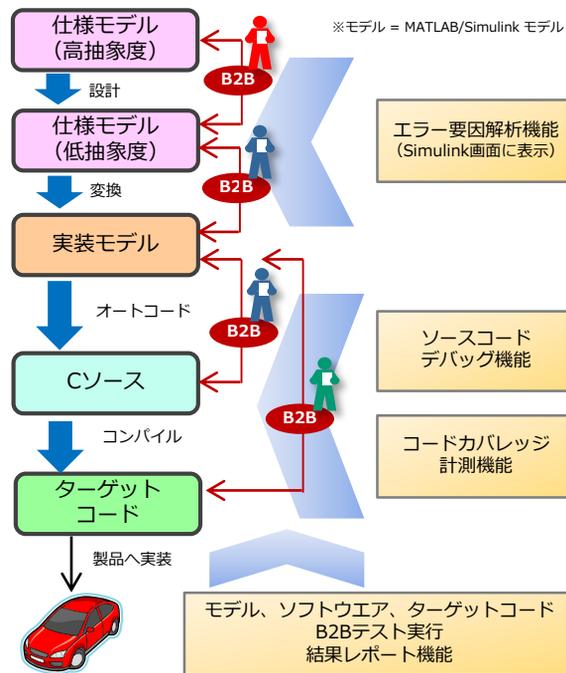
コードデバッグ機能によりコード上の問題点を解析

モデル (MIL) とターゲットコード (PIL) のB2Bテストにおいては、マイコンシミュレータのソースコードデバッグが利用できます。一般的なマイコンコードデバッグと同様に、Cソースコード上でブレーク、ステップ実行を行い、各変数の値やメモリ値などの変化を確認することで、コード上の問題点を検出することができます。

MATLAB/Simulink にB2Bテスト作業を統合

MC-Verifierの各機能は、モデルベース開発における標準ツールであるMATLAB/Simulinkに統合化されています。MATLAB/SimulinkのGUI、コマンドラインから機能を実行する事ができます。また、MATLABのスクリプトにより、検証作業の自動化も容易に行えます。

MC-Verifier B2Bテストフレームワーク



コードカバレッジ計測

モデル (MIL) とターゲットコード (PIL) のB2Bテストにおいては、コードカバレッジ (Statement, Branch, MC/DC) を計測する事ができます。事前に用意した対象モデルを網羅するテストケースを入力してコードカバレッジを測定することで、製品に実装するコードの構造的な問題を検出することができます。ISO26262の準拠に必要なテストエビデンスを容易に作成可能です。

モデルベース開発 Back-to-Back(B2B) テスト ユースケース

高抽象度/低抽象度 仕様モデル B2Bテスト

高抽象度仕様モデルから低抽象度仕様モデルの開発時に、両者の動作一致性を評価することが可能です。制御システム設計者が、制御仕様として低抽象度モデルを作成する際の評価に使用できます。

仕様モデル/実装モデル/ソフトウェア B2Bテスト

コード開発者が、低抽象度仕様モデルから実装モデルを開発する際の、両者の誤差評価に使用できます。また、オートコーダーを使用してモデルからCコードを生成する際に、オートコーダーの設定に関連したミス、問題点を検出することができます。

実装モデル/ターゲットコード B2Bテスト

コード実装のフェーズでは、ISO26262が要求するターゲット環境でのコード実行を想定した動作誤差を評価することができます。マイコン構造、クロスコンパイラ最適化など、製品で使用するマイコンへのコード実装時に発生する問題点を検出することができます。



制御システム設計者 (MIL->MIL)

MATLAB/Simulinkでのアルゴリズム設計
モデル間の動作一致性評価



コード開発者 (MIL->MIL->SIL)

浮動小数点から固定小数点へのモデル変換
量産コード生成のための実装モデル変更/調整
オートコーダー (ACG) 設定による誤差評価



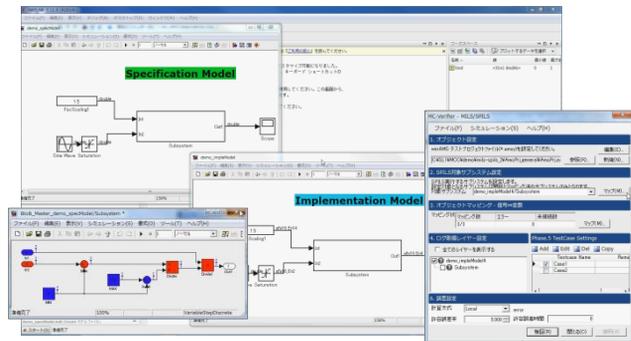
コード実装者/テスター (MIL->PIL)

マイコン、コンパイラ依存問題、丸め誤差評価
コードカバレッジ計測評価
ISO26262準拠テストエビデンス作成

MATLAB/Simulink上でテスト作業を統合

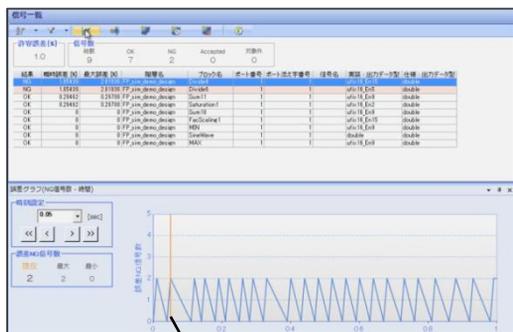
MC-Verifierの各機能は、モデルベース開発における標準ツールであるMATLAB/Simulinkに統合化されています。

モデル、ソフトウェア、ターゲットコードの実行、B2Bテスト評価、テストエビデンス生成などの実行は、MATLAB/SimulinkのGUI、コマンドで行う事ができます。

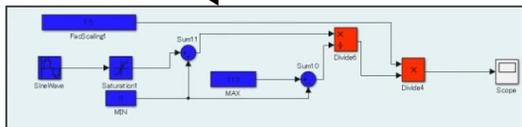


各モデル信号ライン、コード変数間の誤差発生状況を解析

MC-Verifierは、入力した連続系テストデータの時間経過毎に、その時点での各信号ライン、変数値の誤差評価を行うことができます。設定した許容誤差から外れた信号線の数、変数の数をグラフで示します。許容誤差は%で指定可能です。



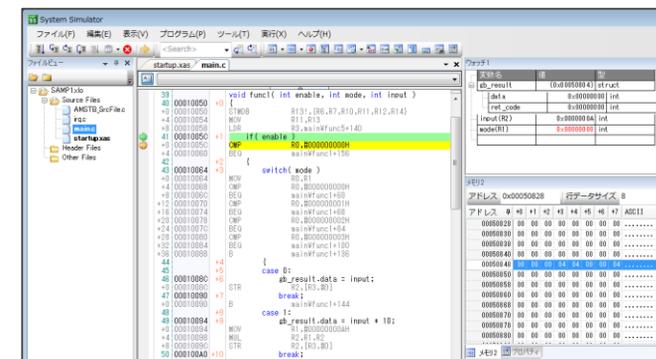
グラフ上で時間を選択



許容誤差を外れたブロックを赤く表示

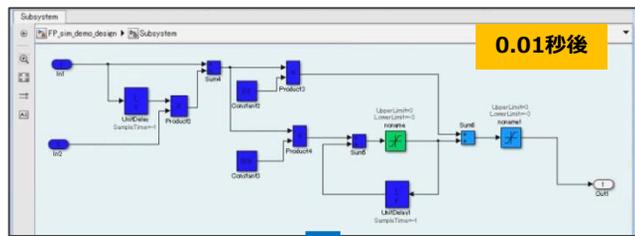
ターゲットコード実行時にソースコードデバッグが可能

B2Bテストにおいて、ターゲットコードはマイコンシミュレータ (Instruction Set Simulator) で実行され、評価ボード等のハードウェアは不要です。ターゲットコードの解析には、一般的なマイコンのソースコードデバッガと同様に、Cソースコード上でブレーク、ステップ実行を行い、各変数の値やその変化を確認する事ができます。

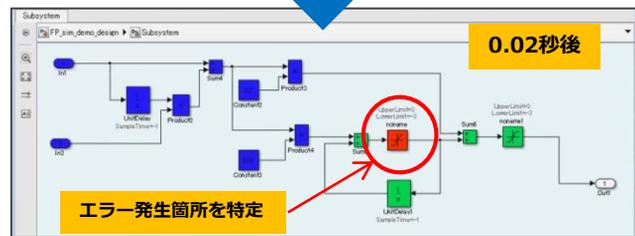


エラー要因箇所(サブシステム)の解析機能

モデル、コード実行時には、指定した全てのサブシステムの信号ライン、コードの変数の出力値を記録しています。テスト後に、時間経過による各信号ライン、変数値誤差の状況を解析することで、入力した時系列テストデータの時間経過に沿って、誤差が発生し始めた時間、サブシステム (演算箇所) を特定することができます。フィードバックループを含む制御モデルにおいても、エラーの発生原因を容易に特定可能です。



時間経過



エラー発生箇所を特定

時間経過に沿って誤差が拡大 (誤差小:青 →緑 →赤 ■:誤差大) 任意の時間にさかのぼって表示可能 誤差の拡大状況、伝搬状況からエラー発生箇所を特定

コードカバレッジ測定機能

ターゲットコードを実行した際には、同時にコードカバレッジ (Statement、Branch、MC/DC) を計測する事ができます。入力したテストケースで、実行されないコード上の箇所を特定し、コードの構造上の問題点を解析可能です。

COMMENT	1	2	3	4	5	6	7
NAME	コメント	#code	ab_a	ab_b	ab_c	ab_d	ab_out
1		4	11	20	31	1	5
2		4	11	21	31	1	4
3		4	11	20	30	1	5
4		4	10	20	31	1	5
5		3	10	20	31	1	5
6		2	10	20	31	1	5


```

199 int func4( int code )
200 {
201     int return_value=FALSE;
202     int i;
203     for( i=0; i<code; i++)
204     {
205         if( ab_a > 10 )
206             MC/DC 1/1 ab_a>10
207         if( ab_b > 20 && ab_c > 30 )
208             MC/DC 1/1 ab_b>20 && ab_c>30
209             ab_out = i;
210     }
211     return_value = TRUE;
212     return return_value;
213 }
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
    
```

テストレポート生成機能

B2Bテストの出力結果、テストを行ったサブシステム、関数の一覧表、コードカバレッジ結果は、XML、HTML、CSV、XLS(X)など、一般的なフォーマットで帳票出力することが可能です。機能安全認証に必要なテストレポートを容易に出力することができます。

他社MBDツールで生成したテストケースを容易にインポート

B2Bテストに必要なテストケースは、CSV、Mファイルなどの汎用フォーマットで入力する事が可能です。他社MBDツールで生成したモデル動作を網羅するテストケースや、機能評価のための時系列データなどを容易にインポートしてテストに使用できます。