

テスト自動化:
ソースコードから 要求・デザインモデルから



We Cover All Boundaries



Copyright © 2005 Liverpool Data Research Associates Limited

テストに関するデータ



- 企業はテストに75%もの時間を費やしている
 - テスト担当者によるテスト時間がその50%
 - 開発者の50%の時間がユニットテストに(全体の25%)
- システムが複雑になるにつれ、欠陥の検出は一層困難に
- テストの開発に相当な費用がかさんでいる
 - 良いテストをデザインするツールが少ない
 - テストそのものの開発や、そのテストにも時間が費やされる

(テスト期間の半分はテストスクリプトのデバッグ)

LDRA Ltd



Liverpool Data Research Associates

Founded 1975

Provider of test tools & solutions

Metrics Pioneer

Consultancy, support & training

開発期間の25%、テストの75%を削減



LDRA coverage Summer 2003 Issue No. 3

Building Improvement into the Race Market

ソースコードの静的解析

コーディングルールや複雑度の解析

可読性、メンテナンス、テストの容易性

テストハーネス、ドライバ、スタブ生成

動的テストカバレッジ

LDRA on the 自動車



LDRA - 'Helping to get through the Test'

Logos: Ford, Peugeot, Nissan, ZYTEK, ATENA, Volvo, Audi, Renault, Honda, TARRAGON, CATERPILLAR, MOTOROLA

Back

LDRA in the 航空



Logos: NORTHROP GRUMMAN, Litton Systems, Lockheed Martin, Boeing, CRANE, Ultra Electronics, SENER, Honeywell, Rolls-Royce, GE TECH, smths, Kidde Aerospace, Penny Giles, Bell Helicopter, TEXTRON, Airbus Industrie, THALES, BAE SYSTEMS

Click for customers

Click for customers

Click for customers

Back

LDRA on 鉄道



LDRA - 'Testing along the right lines'

Back

LDRA in 通信機器



LDRA - 'Sound Testing Practice'

Back

LDRA at 船舶



LDRA 'Testing the Water'

Back

LDRA in the 金融システム



LDRA - 'Testing to Bank on'

Back

LDRA in 電力システム



LDRA - 'Power Tools'

Back

LDRA in 宇宙機器



LDRA - 'Expanding the Frontiers of Testing'

Back

LDRA in 医療機器



Back

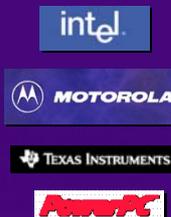
LDRA Tool Suite Languages – LDRA Testbed



Languages:

C
C++
C#
Ada 83 / Ada 95
Java
Visual Basic 6
Visual Basic.net
Cobol
Coral66
Fortran
Pascal
PL/Mx86
PL/1
Algol

Assemblers:



LDRA Tool Suite Host Platforms



- Windows 9x/NT/2000/XP
- HP OpenVMS (Alpha & IA-64 Itanium)
- VAX VMS
- MVS
- z/OS

Unix

Linux
Sun Solaris
Digital
AIX
SGI IRIX
HP-UX

Unisys

A/ClearPath/MCP
os 2200

LDRA Tool Suite for Embedded System Testing



LDRAによるテストの自動化



開発期間の 81% をサポート

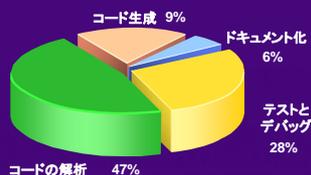
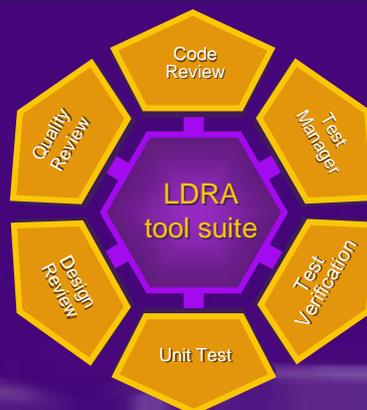


Figure 1: How Developers Spend Their Time

Source: Software Quality: Producing Practical, Consistent Software
Mordecai Ben-Menarache & Garry S. Marliss, Thomson Computer Press
1998

LDRA 開発ライフサイクルにおける自動化促進



多くのスタンダード、ガイドラインをサポート



- DO-178B (Levels A, B & C)
- DEF STAN 00-55 (Static & Dynamic)
- MISRA C / MISRA-C:2004
- DERA C
- BS 7925
- IEC 61508 (SIL 4 - 1)
- CENELEC 50128
- BS EN ISO 9000 / 9001:2000
- NUREG 6501



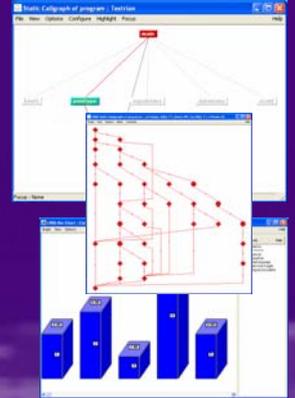
静的解析 : コードレビュー機能



プログラミングスタンダード

コードレビューのレポート

コード構成のグラフィカル表示

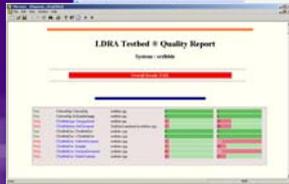
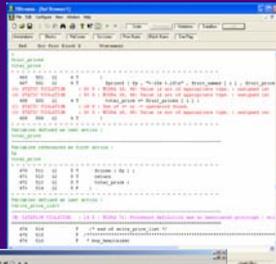


MISRA C / MISRA-C:2004 を完全に対応

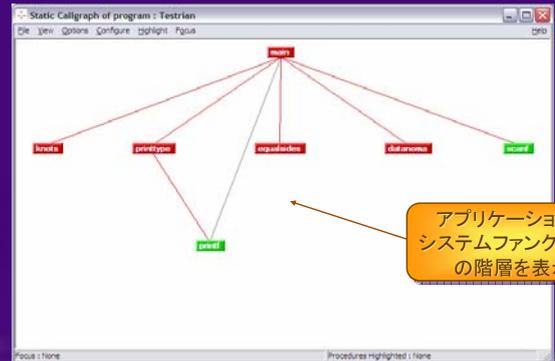


MISRA C / MISRA-C:2004 スタンダード解析

- LDRAはMISRA C 委員会のメンバーであり、ソフトウェアテストとそのツールのエキスパートとして広く認知されている



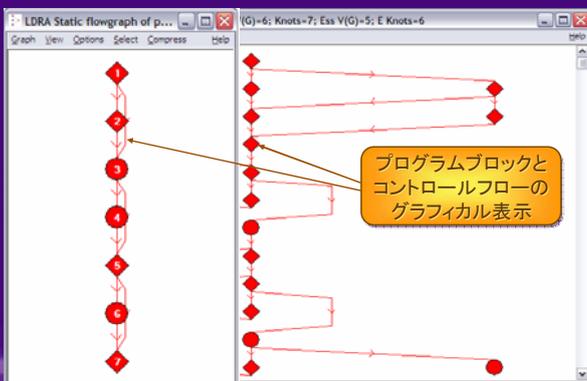
コールグラフによるコード構成のグラフィカル表示



アプリケーションとシステムファンクションの階層を表示

赤は、アプリケーション
緑は、アプリにコールされるシステムファンクション

フローグラフによるコントロールフローのグラフィカル表示



プログラムブロックとコントロールフローのグラフィカル表示

各デジジョンノードごとのソースコード解析表示



データフロー解析

スタンダード違反

クオリティーレビュー機能

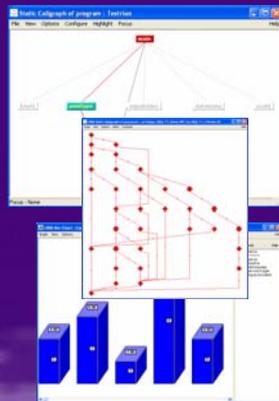


複雑度解析

リファクタリングサポート

LCSAJs パス解析

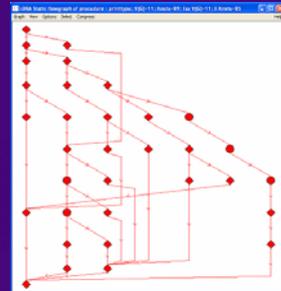
品質レポート



複雑度解析 : グラフ表示



- より良く構造化されて、複雑すぎないか？
- メンテナンスは容易であるか？
- 問題が起こり得そうな場所は？



直感的なグラフ表示で解析

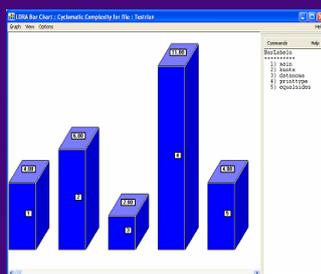
Back

複雑度解析 : 各種メトリクスの統計



複雑度解析は、プロシジャーごとに解析され、その構造をレポートする

各種複雑度のメトリクスは、プロシジャー、ファイル、システム全体等に対して評価、解析される



Back

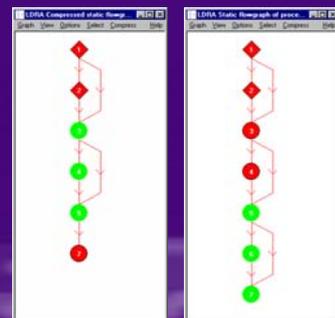
SPV 本質的な複雑さを明示 リファクタリングを促進



Structured Programming Verification (SPV) により、複雑度とノットメトリクスは適性に評価される本質的に複雑である箇所の特定

グラフィカルに解析

本質的に複雑である箇所の特定をし、不適切に構造化された箇所のリファクタリングを促進

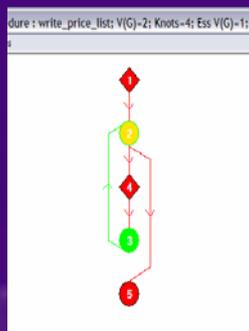


Back

LCSAJs パス解析

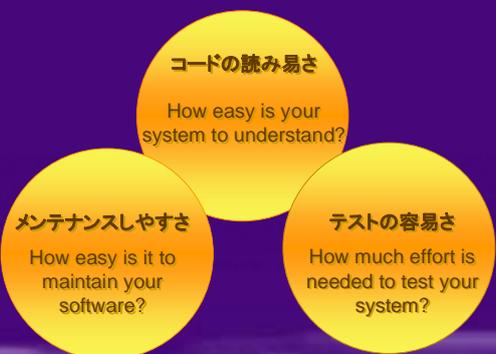


- LCSAJs 各コード行が持っている実行パスを解析
- コードのメンテナンス性の重要なメトリクス
- テスト不可能なパスも特定
- 最も包括的なパスカバレッジ (テストカバレッジとの融合)
- Mandated for European safety critical military avionics projects



Back

品質の概要表示 : 各メトリクス結果を統合して



Back

品質の概要表示(各メトリクス結果を統合)



A representation of bounds tested quality metrics. Bounds can be user defined or industry standard.



Back

デザインレビュー



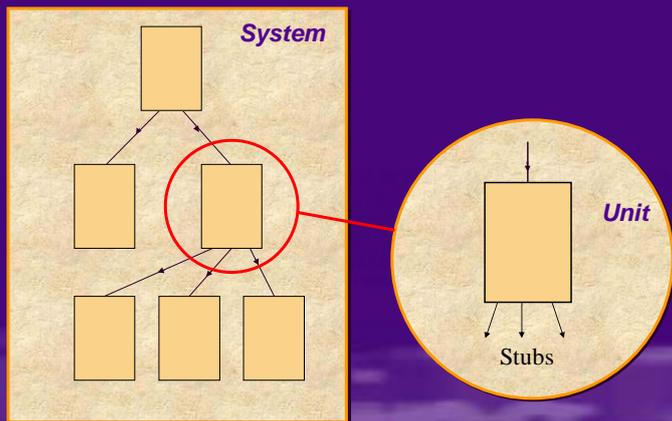
インターフェイス解析

コードのプロファイル

データフロー異常解析



ユニットテスト



ユニットテスト自動化機能 : 静的解析の情報に基づき



テストハネス自動生成

スタブコードの自動生成

グローバル変数の解決

ソースの無いシステムコードもプロトタイプ化できる

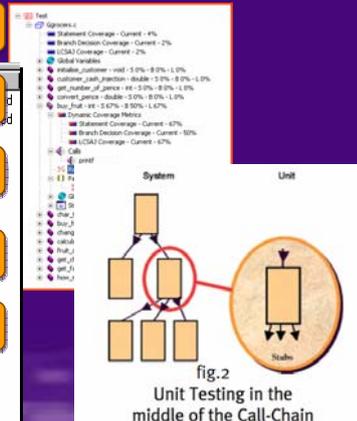
リグレッションテストをサポート

get_favourite_fruit_price 1 Internal

buy_healthiest 1 Internal

get_number_of_pence 1 Internal

convert_pence 1 Internal



動的テストカバレッジ解析



カバレッジ解析

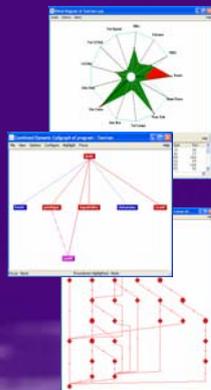
テストプランニング

ダイナミックコールグラフ

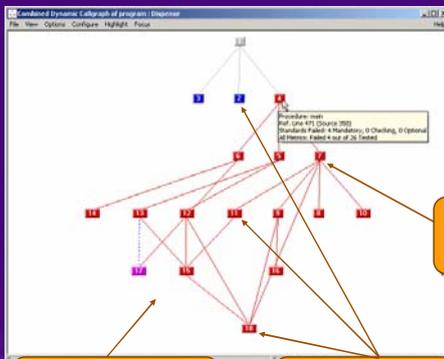
ダイナミックフローグラフ

レポート表示

データセットプロファイル



コールグラフ と テストカバレッジの融合



ハイパーリンクでフローグラフへ

プロシジャー/ファンクションコール間のテストカバレッジ

グラフィカルに表示

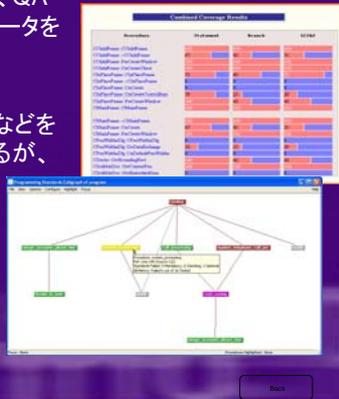
Back

テスト結果のドキュメント化

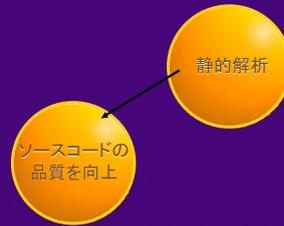


完全なドキュメントによるレポートで、開発者、テスト担当者、保守、QA担当者全てに監査の為のデータを提供

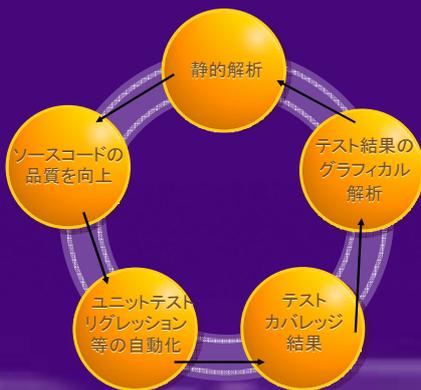
レポートは、品質、メトリクスなどを高度に統合し概要を表示するが、各項目ごとへの詳細へ掘り下げた結果表示も可能



静的解析のみ？：従来のケース



静的解析, ユニットテスト, 動カバレッジツールの融合



ソースコードに対するテストの深い洞察と、開発サイクルにわたるテスト自動化を促進

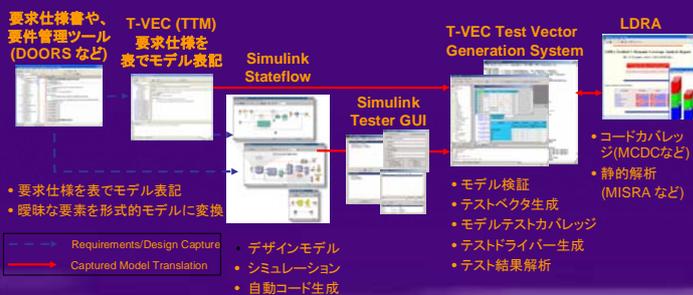
要求仕様、デザインモデル検証による自動テスト生成・実行ツール



We Cover All Boundaries

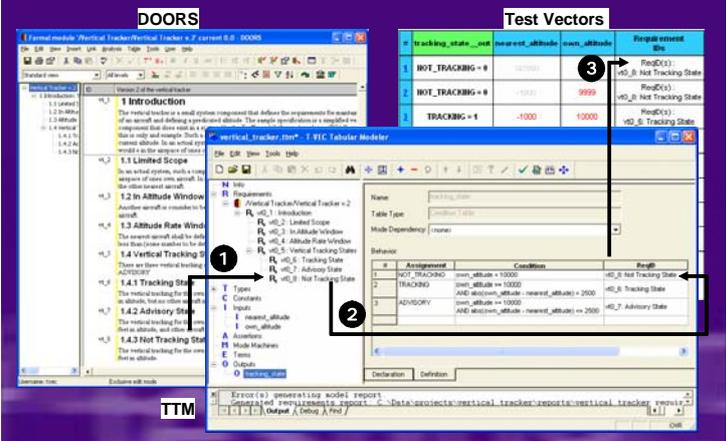
T-VEC Technologies, Inc.

TAF: テスト自動化のフレームワーク

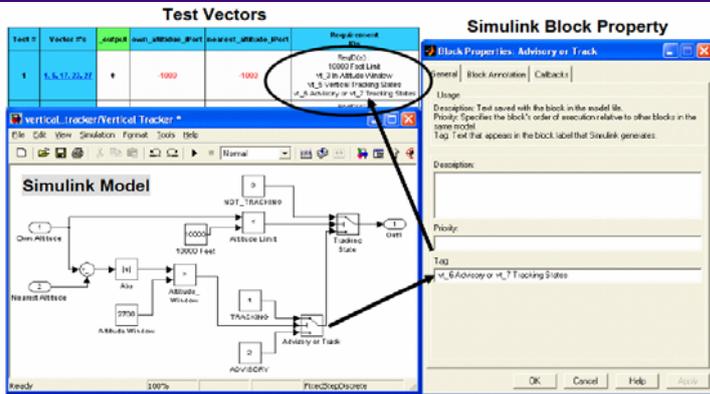


要求仕様 ~ Simulink モデル ~ テストへのトレーサビリティ
ロッキードマーチン社によるJSF開発事例

要求仕様とテストのリンク



Simulinkモデルとテストのリンク



モデルベース検証と自動テストの利点

- Model-Based Verification
 - モデル検証:**
モデル上の矛盾、不一致、ドメインエラー、ゼロ割りなどの欠陥を検出
 - モデルベーステスト: (モデル検証の副次的な利点)**
テストベクタ生成、モデルテストカバレッジ、テストドライバー生成、テスト実行、テスト結果解析、テストレポート生成
 - ・テストケース生成、期待出力値の判定等のマニュアル作業を排除
 - ・テストスクリプト(ホスト上、ターゲット上)の記述を自動化
 - ・要求仕様やモデルに対する、テストカバレッジの解析
 - ・モデルをバリデーションする為のシミュレーションデータの供給

Verification and Validation の自動化

- モデル検証**
モデル上の欠陥や、入力値範囲の見込み違いを発見
- モデル検証からテストを生成**
 - モデル上の全論理パスに対してテスト入力と予測出力値のベクタ
 - テストシーケンスベクタは、マルチサイクルな実行にわたるテスト入力と予測出力値
- テストドライバーを生成**
 - テストベクタやシーケンスベクタを基にテストドライバーの自動生成
 - ソースコードへのテストドライバーの実行により、モデル対アプリケーションの検証
 - モデルの実証および、モデルに対するテストベクタ生成を検証するための、MATLABシミュレーション用テストドライバー
 - テストドライバーは如何なる環境へも対応

テストベクタ生成

- ・ユニット、インテグレーション、システムレベルテスト
- ・テストベクタは、テスト入力・期待出力値、及びモデルへのトレーサビリティを含む
- ・Simulinkモデルへの依存性なく、予測出力値が生成される
- ・テストカバレッジ、~MCDCLレベル
 - Default - covers explicit paths (if, switch)
 - Path - covers all paths (implicit and explicit)
 - Condition - covers all conditions (MC/DC)
- ・モデル上の動的な振舞いの為の、テストシーケンスベクタ

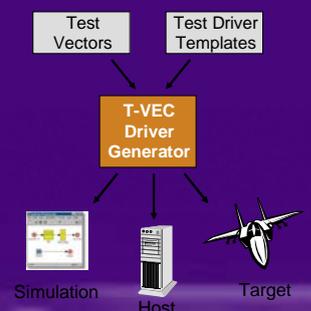
テストベクタ生成(続き)

- ・モデル上の全コントロールパスを認識
- ・各パスごとの収束条件が解析される
- ・テストは収束される領域に沿って選択される
- ・テストケースは入力領域に対するパス上の収束条件を加味して選択
- ・追加の収束条件は、更なる特性の解析、実証など

テストドライバー生成

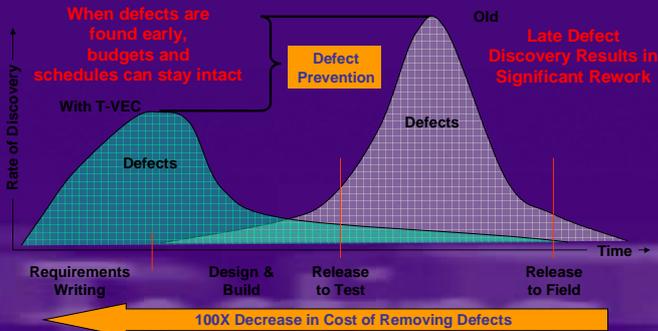
テストドライバー生成用テンプレートは、いかなる言語・スクリプト・実行環境に対応
また、コードカバレッジツールなど他のツールとも柔軟に統合

- Included templates:
 - C test drivers for RTW GRT and ERT code generator
 - Simulation scripts for Matlab/Simulink



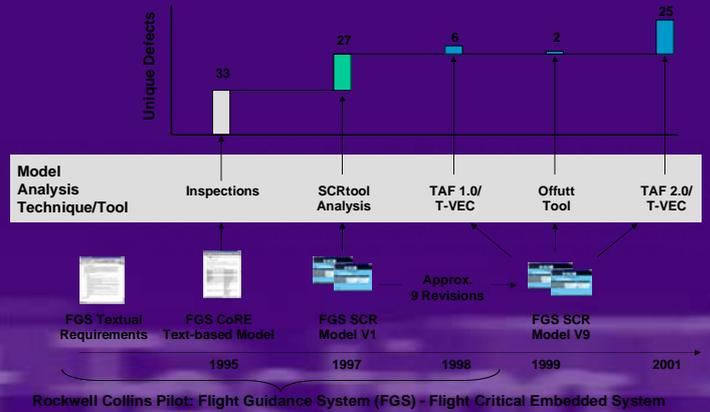
Early Defect Identification and Prevention

- Finding and fixing defects early produces costs savings



Source: Ed Safford, Lockheed Martin, Software Technology Conference, 2000.

Model-based Analysis Finds Hidden Defects

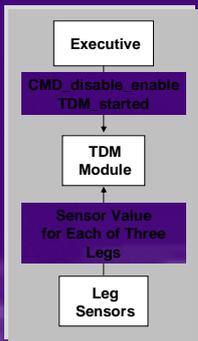


火星探査機に於ける事例

Mars Lander Descent Path



火星探査機(Mars Polar Lander)の欠陥を24時間以内に検出 (\$160,000,000 program failed due to software bug)



Touchdown Monitor (TDM) Textual Requirements

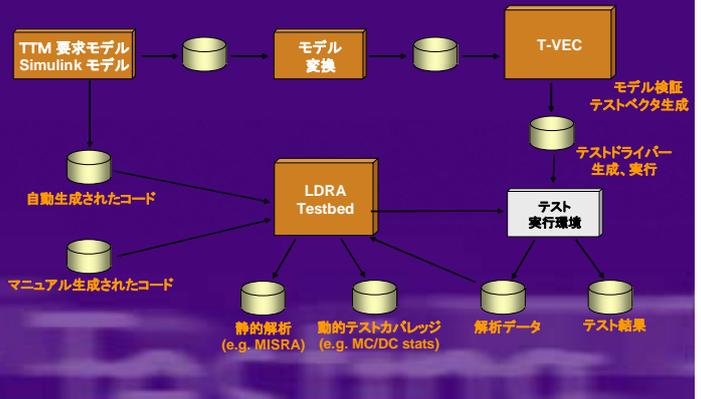
```

3.7.2.1.4 Touchdown Monitor
This Lander Touchdown Monitor will only report the touchdown event if the
land is well within the time limit to correct when a single sensor only
detects the touchdown event. The Touchdown Monitor will only report the
touchdown event if the sensor only detects the touchdown event and the
sensor only detects the touchdown event. The Touchdown Monitor will only
report the touchdown event if the sensor only detects the touchdown event
and the sensor only detects the touchdown event.

3.7.2.1.4.1 Touchdown Monitor Status (1)
This Lander Touchdown Monitor will only report the touchdown event if the
land is well within the time limit to correct when a single sensor only
detects the touchdown event. The Touchdown Monitor will only report the
touchdown event if the sensor only detects the touchdown event and the
sensor only detects the touchdown event.

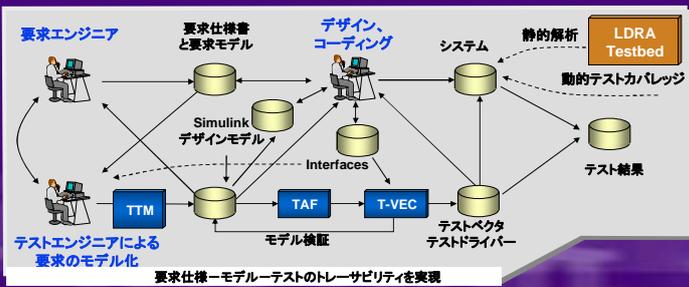
3.7.2.1.4.2 Touchdown Monitor Status (2)
This Lander Touchdown Monitor will only report the touchdown event if the
land is well within the time limit to correct when a single sensor only
detects the touchdown event. The Touchdown Monitor will only report the
touchdown event if the sensor only detects the touchdown event and the
sensor only detects the touchdown event.
    
```

追加: LDRA社解析ツール



まとめ

Simulinkモデルや要求仕様モデルとは独立してモデル上の欠陥を解析し、テストベクタ及びシーケンスベクタを自動生成。生成されるテストドライバーはモデルが正しくコード化されたかの検証。テストベクタはモデル上の各要素の検証、テストシーケンスベクタはモデル上の動的特性の検証に使用される。



ありがとうございました



We Cover All Boundaries



富士設備工業株式会社 電子機器事業部
<http://www.fuji-setsubi.co.jp>
 E-Mail: info@fuji-setsubi.co.jp