



フルグラフィッククラスター制御の単体テストに VectorCAST を採用

～クラスターや HUD の検証効率を向上～

自動車や二輪車向け計器のリーディングカンパニーである日本精機株式会社（以下、日本精機）は、フルグラフィッククラスターやヘッドアップディスプレイ（Head Up Display : HUD）を制御するグラフィックウィジェット（ライブラリー）の単体テストに、テストケースの自動生成機能を備えるベクターの「VectorCAST（ベクターキャスト）」を採用しました。同社ではこの導入を将来の結合テストやシステムテストの自動化に向けた第一歩として位置づけています。

◆クラスターや HUD などのメーター業界のリーディングカンパニー

自動車のメーターは長らく針式（アナログ表示）が中心でしたが、近年、急速な勢いでデジタル化が進んでいます。横長のフルカラー液晶ディスプレイに、スピードメーター、タコメーター、オドメーターやトリップメーター、ナビゲーション情報、運転支援機能の作動状況、各種警告情報などを表示させる、いわゆる「フルグラフィッククラスター」が、高級車を皮切りに搭載されるようになってきました。

視認性や法規上の制約の範囲で、メーター類の配置、配色、表示言語などをグレードや仕向け地に応じて変更できる自由度の高さが特徴です。複数のメーターデザインを用意しておき、ドライバーの好みに応じて選択させることも可能です。

また、HUD も普及してきました。フロントガラスや光学ガラスに速度情報やナビゲーション情報を無限遠像として投影するシステムで、ドライバーはメーターに視線を移すことなく、また、目のピントを合わせ直すこともなく、必要な情報を把握できるのがメリットです（図 1）。

日本精機グループは、世界 11 カ国にわたり、現地法人 25 社で事業を展開しており^{〔1〕}、同社のメーターは国内外を問わず多くの自動車メーカーに採用されています。

◆グラフィックウィジェットの単体テストに VectorCAST を採用

日本精機のフルグラフィッククラスターや HUD で表示制御を担っているのが「グラフィックプラットフォーム」です（図 2）。

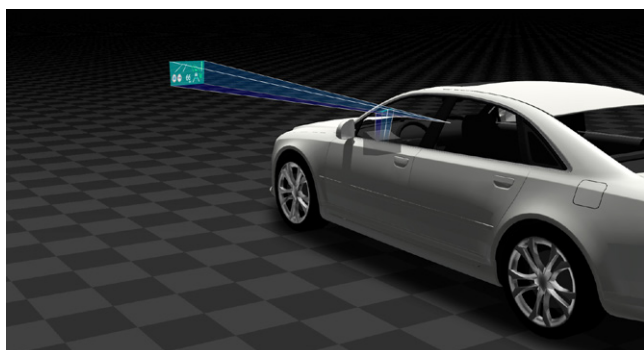


図 1. HUD (左) とフルグラフィッククラスター (右) の例

グラフィックプラットフォームは、おおまかにはグラフィックエンジンを搭載した SoC、遅延のないメーター表示を実現するリアルタイム OS、アプリケーションフレームワーク、グラフィックフレームワーク、およびアプリケーションソフトウェアで構成されています。

車種やグレードに応じて展開できるように、性能や機能の面でスケラビリティのある数種類のグラフィックプラットフォームを OEM に提供しています。

図 2 において、グラフィックフレームワークを構成するのが「ウィジェット」群です。いわゆるグラフィックライブラリーに該当します。ウィジェットは自社開発が基本ですが、一部はサードパーティー製のグラフィックライブラリーをベースに開発されています。

Graphic Platform Software

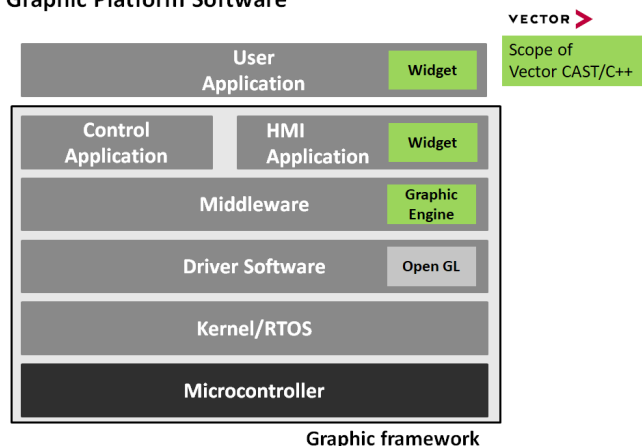


図 2. フルグラフィッククラスターや HUD の表示制御を担う「グラフィックプラットフォーム」



従来は C 言語でウィジェットを開発していましたが、サードパーティー製ライブラリーを組み込んで改変する機会も増えたため、現在では C++ 環境に移行しています。

日本精機では、ウィジェットを構成する C++ 関数の単体テスト (ユニットテスト) 用ツールとして、ベクターの「VectorCAST」を導入しました。2019 年初頭から評価を行い、環境構築等を経て、同年 9 月頃から本格的な活用を進めています。

単体テストとは、モデルベース開発における V 字右辺の下層に位置づけられ、実装した関数が仕様書どおりに動作する (出力を返す) ことを確認するテストを指します。同社では、C1 カバレッジ、すなわち、分岐網羅 (判定条件網羅) に VectorCAST を活用しています。

◆カバレッジのおよそ 70%を自動化可能な VectorCAST

VectorCAST (図 3 ~ 図 5) は 2017 年 1 月に Vector Informatik (ベクターグループ本社) が買収した旧 Vector Software 社が提供していたソリューションです。単体テストおよび結合テストの自動化ツールであり、1994 年のリリース以来、航空業界を筆頭に、自動車、医療機器、産業機器などの分野で採用されてきました。

VectorCAST は次のような特徴を持っています。

- ・ステートメントカバレッジ (C0)、ブランチカバレッジ (C1)、MC/DC などに対応
- ・高度なソース解析機能、優れたテスト自動生成機能
- ・300 以上のコンパイラーとターゲットの組合せに対応
- ・実機上での自動テスト環境におけるカバレッジ取得も可能
- ・回帰テストを効率的に実施

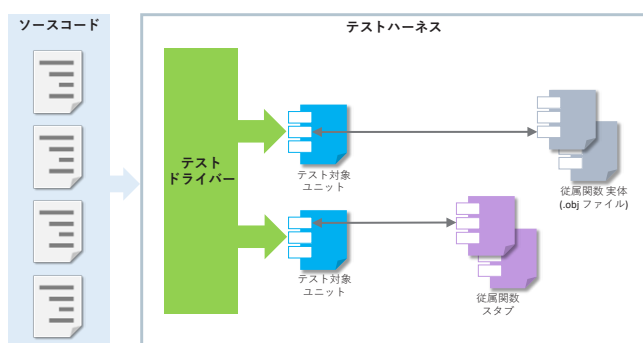


図 3. C/C++ のソースコードを解析し、テストドライバー、スタブ、テストケースを自動で生成する、ベクターの単体テストツール「VectorCAST」

- ・C++ に対応
- ・専用シミュレーターが不要
- ・テスト結果をカバレッジレポートとして出力
- ・要求管理ツールや静的解析ツールとの連携が可能
- ・RTOS を統合した環境や AUTOSAR Adaptive 環境でのテストが可能
- ・アジャイル開発で用いられる Jenkins などとの連携が可能
- ・ISO 26262 の認証を取得済み

なかでもテストの自動生成はVectorCASTの鍵となる機能で、構文解析を自動的に行って、テストドライバー、スタブ、テストケースを自動で生成します。プログラムの書き方にもよりますが、平均で、カバレッジのおよそ70%以上の自動化が可能とベクターではみています。

なお、VectorCAST の機能については VectorCAST の Web ページやベクターの YouTube チャンネルでもご提供していますので参照ください。

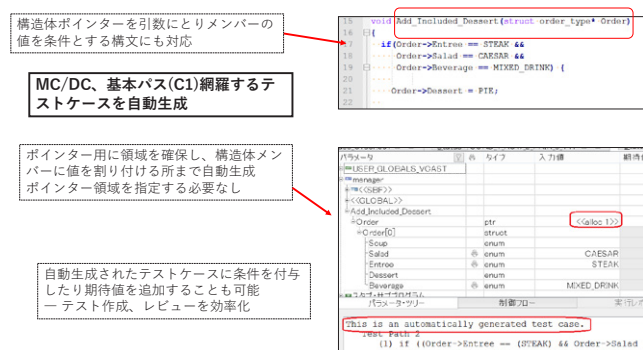


図 4. MC/DC と基本パス (C1) を網羅するテストケースを自動生成

Unit	Subprogram	Complexity	Statements	Branches	Subprogram Coverage
database	Get_Table_Record	1	1 / 1 (100%)	1 / 1 (100%)	100%
	Update_Table_Record	1	1 / 1 (100%)	1 / 1 (100%)	100%
TOTALS	2	2	2 / 2 (100%)	2 / 2 (100%)	2 / 2 (100%)
manager	Add_Included_Dessert	3	2 / 4 (50%)	9 / 17 (52%)	100%
	Place_Order	5	22 / 22 (100%)	6 / 6 (100%)	100%
	Clear_Table	2	0 / 12 (0%)	0 / 5 (0%)	0%
	Get_Check_Total	1	0 / 2 (0%)	0 / 1 (0%)	0%
	Add_Party_To_Waiting_List	3	0 / 7 (0%)	0 / 11 (0%)	0%
	Get_Next_Party_To_Be_Seated	2	0 / 3 (0%)	0 / 5 (0%)	0%
TOTALS	6	16	24 / 50 (48%)	15 / 45 (33%)	2 / 6 (33%)
GRAND TOTALS	8	18	26 / 52 (50%)	17 / 47 (36%)	4 / 8 (50%)

図 5. カバレッジレポートでは、カバレッジに応じて関数が色分けされるため、進捗をひと目で把握できる

VectorCAST ページ

<https://www.vector.com/jp/ja/products/products-q-z/software/vectorcast/>

YouTube ベクター・ジャパンチャンネル

<https://www.youtube.com/user/vectorchanneljapan>

◆海外拠点での導入実績などが採用の決め手

日本精機では、C 言語での開発が中心のときは別の単体テストツール（日本製）を導入していましたが、C++ で書かれているサードパーティー製ライブラリーを組み込む機会が増えた一方で、従来使用していたツールは C++ に対応していなかったため、新たな単体テストツールの導入が検討されていました。そして、いくつかのソリューションを検討した結果、同社の北米や欧州拠点がすでに導入していた VectorCAST を選定しました。

選定理由の一つは、VectorCAST に統一することでテストファイルなどをグローバルにやりとりすることが可能になることでした。また、自動車向け機能安全規格である ISO 26262 の認証 (TÜV SÜD) を取得していることも理由となりました。

従来のツールとは環境、機能、ユーザーインターフェイスなどが大きく異なるため、環境構築と習熟に若干の時間を要しましたが、ベクター・ジャパンのサポートを利用しながら自動化機能も含めて順次活用を進めています。

ウィジェットを構成する関数は数千個あり、それぞれで分岐網羅テストを行うことから、テストケースはおよそ 1 万項目に達します。VectorCAST での自動化率はまだ 50%ほどと低めですが、同社では C++ 関数の書き方に問題がないか見直すなどしながら、今後、使いこなしが進めば自動化率も向上し、テストケース自動生成のメリットが十分に得られる見通しを立てています。

◆ドメインコントローラー時代のツール環境の第一歩

日本精機では、次の段階としてグラフィックプラットフォームのツール環境全体をベクターのソリューションで統一することを検討しています。具体的には、単体 ECU および車両ネットワーク全体の開発およびテストツールである「CANoe」と、自動テストシーケンスを生成する「vTESTstudio」などの組み合わせを予定しており、V 字モデルにおける結合テストおよびシステムテストの自動化を図る考えです（図 6）。

導入と活用が進めば、VectorCAST による単体テストから一貫通貫のテスト環境が整備されることとなります。

これまででは一つの ECU に一つの機能を実装するのが一般的でしたが、電子化の進展に伴って複数の ECU 機能をドメインコントローラーに集約しようという動きが活発化しています。そのためサプライヤーは、従来のマイコンベースから、高機能な SoC ベースへと、アーキテクチャーや開発スキームの転換を図っていくことが求められています。日本精機でもこの課題を認識しており、VectorCAST を使った単体テストの自動化を将来のドメインコントローラー時代に向けたテスト自動化の第一歩と考えています。

*1：日本精機 web (https://www.nippon-seiki.co.jp/company/group_company_abr/) より引用

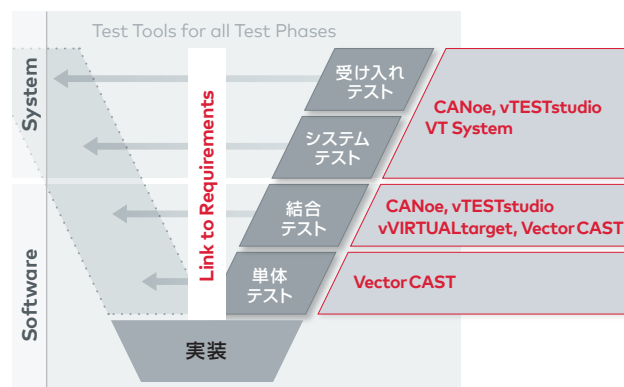


図 6. モデルベース開発の右辺に相当する単体テストから受け入れテストまで、すべてのテストフェーズにソリューションを提供

画像提供元：

表紙画像、図 3、4、5、6：ベクター・ジャパン

図 1、2：日本精機

■ 本件に関するお問い合わせ先

ベクター・ジャパン株式会社 営業部

(東京) TEL: 03-4586-1808 (名古屋) TEL: 052-238-5020

E-Mail: sales@jp.vector.com