SIEMENS
Ingenuity for life

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

車載組み込みアプリケーションの開発と調整

アプリケーションの開発と品質保証

エグゼクティブ・サマリー
今日の自動車に装備されるエキサイティングで革新的な機能は、非常に複雑で高度な組み込みソフトウェア・アプリケーションによって実現しています。実際、最新の自動車は数十におよぶシステムを制御する何億行ものコードが組み込まれており、シンプルで直感的な乗り心地を提供するため、車載ソフトウェアのエンジニアは複雑なシステムを管理することを余儀なくされています。設計要件から主要システムの属性と制約条件、コードの1行1行にいたるまで、高度な可視性を得られる統合型プラットフォームがなければ、アプリケーション・コードを開発し、品質保証試験を実施することはできません。

Piyush Karkare
シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

はじめに

自動車産業の潮流から、組み込みソフトウェアが全体的な車両開発の中心的な役割を果たすことが見てとれます。自動化 (Autonomous)、コネクテッド (Connected)、電動化 (Electric Vehicle)、シェアリング (Sharing) (ACES) を実現するため、先進運転支援システム (ADAS)、バッテリー管理、車車間および路車間 (V2X: vehicle-to-everything) 通信を可能にする最先端ソフトウェアの重要性が高まってきました (図1)。

こうした流れに後れをとらないように、自動車メーカーとその経営陣は、ソフトウェアをはじめとする技術開発の内製化を進め、垂直統合する方向へと舵を切っています。サプライヤーもまた、大がかりなソフトウェア開発を通じて魅力的な装備を提供するという激しい競争にさらされています。ソフトウェアを強みに生かしたいと考えるOEMとサプライヤーの前には大きな課題が立ちはだかっています。最新の車載ソフトウェアには、最先端の機能、特に自動運転用の安全性と運転支援機能が必要だからです。それだけでなく、ソフトウェアの信頼性と機能性はほぼ完璧なものでなければなりません。

乗り手をわくわくさせる車載機能には高度に複雑なソフトウェアが必要であり、ソフトウェアが全体として非常に複雑化しています。今日、車載ソフトウェアのコンテンツを実現するソースコードは実に1.5億行におよびます。また、車載システム間の相互作用がソフトウェア・アプリケーションの複雑性に拍車をかけており、車載ソフトウェアのエンジニアは、膨大な複雑性を管理することで、使いやすく直感的なユーザー体験を最終消費者に提供することを絶えず求められています。

図1: 自動化 (Autonomous)、コネクテッド (Connected)、電動化 (Electric Vehicle)、シェアリング (Sharing) が車載ソフトウェアのニーズを加速

高難度化が進む組み込みアプリケーション開発

ソフトウェア・エンジニアは、ソフトウェアのアーキテクチャーに対する変更とシステム更新を評価し、実証済みの機能性を持つソフトウェアモデルをシステムレベルで構築するなど、車載ソフトウェアの開発に深く関与しています。一方、OEMとサプライヤーの多くは、アプリケーション開発にモデル駆動型アプローチを採用してきました。この手法は、ソフトウェアのコードを記述または変更する前にソフトウェアの機能性を検証することを目指しており、手作業に頼ることなくデータ完全性を維持できるか、データフロー全般に受動的に関わる全エンジニアの作業を調整できるか、といったところに難しさがあります。

車載ソフトウェア試験エンジニアはまた、ソフトウェアのビルドと開発プロセスの両方に対して非常に厳格な安全規制を満たさなければなりません。重要なのは、開発作業にあたっているエンジニアが設計判断、試験計画、試験結果、関連データを監査できることであり、その際、ソフトウェアが所定の規制に準拠していることを示す証拠としてデジタル・スレッドが必要です。ソフトウェア開発は複雑でペースも早いため、納期に間に合わせよう、または問題を解決しようと取り組んでいる間に情報を辿れなくなってしまうことも珍しくありません。

車載機能の多くが高難度のソフトウェア・アプリケーションに依存するにつれ、車載組み込みソフトウェア開発が一層、困難なものになってきました。組み込みソフトウェア開発チームは、計画から開発、配布にいたるソフトウェア開発ライフサイクルを管理する手段を必要としています。製品ライフサイクル管理 (PLM) をはじめとするエンジニアリングソリューションと連携して、単一の開発プラットフォームを構成できるものがあれば理想的と言えるでしょう。アプリケーション開発と品質保証 (QA) においては、設計チームが設計要件、主要システム属性と制約条件、コードの1行1行までを明確に見通す必要があります。完全な可視性を得られるプラットフォームがあれば、規制に確実に準拠し、複数のエンジニアリング領域間の機能の再利用とコラボレーションが可能です。

主な課題

アプリケーション開発における主要課題は、ソフトウェア開発プロセスと製品開発プロセスの間の不整合です。OEMは通常、システムレベルの車両装備、変更、アップデートをマイルストーンと照らし合わせて追跡します。一方、ソフトウェア開発はアジャイル手法またはハイブリッドアジャイル手法で高速に進行します。両者の違いによってチェックポイントに問題が生じ、それが進行の妨げとなりかねません。例えば、ソフトウェアチームがシステムレベルのアップデートを次回のマイルストーンまで待たなければならなかったり、ビルドを次のマイルストーン期日に間に合わせなければとい

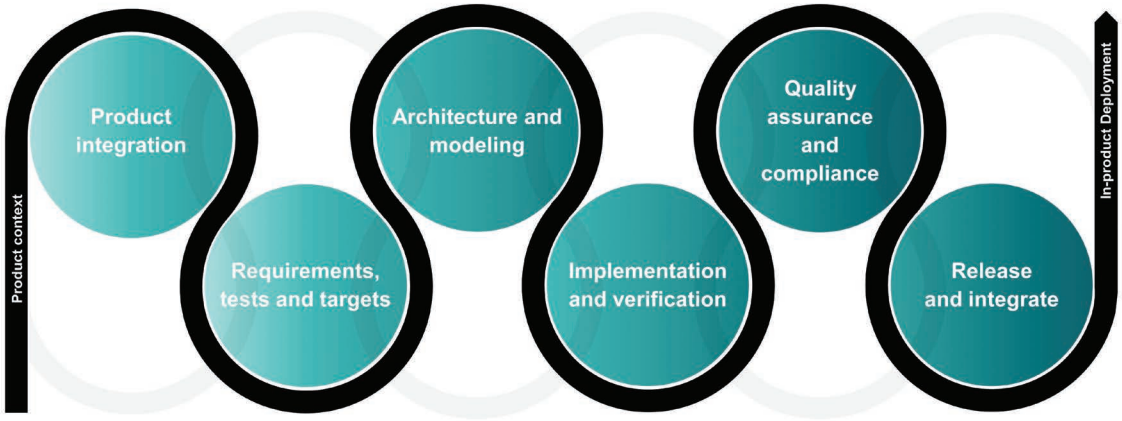

図2: 車載組み込みソフトウェアのエンジニアはアプリケーション開発の追跡と管理に統合型プラットフォームが必要

うプレッシャーのもとで、品質が犠牲になる可能性があります。

それに加えて、開発手法の対立がチームをまたぐ情報のトレーサービリティーと可視性を損なうこともあり得ます。試験中、ソフトウェアインザループ (SiL) とハードウェアインザループ (HiL) の試験の際は特に、何を試験しているのか、さらにはなぜそれを試験しているのかをソフトウェアチームが理解することが重要です。これには、どのデータ成果物に対してどういった変更が加えられたか、どのソフトウェアビルドが準備できているのか、そのビルドにはどの抽象度のハードウェアが必要なのかを把握することも含みます。他方、実装チームにとっては、試験で検出された不具合を速やかに効率的な方法で修正し、更新できるように試験結果を見える化することが大切です。

コード生成を自動化することでソフトウェアのモデリングとコーディングを一体化できるため、チームに敏捷性がもたらされますが、ばらばらに分断されたデータ管理ソリューションを使っていては統合と調整がリスクとなり、自動化で短縮した時間を無駄にしかねません。現時点で最新のハードウェアにシステムレベルの制約条件を実装できなければならず、そのためには、監査可能な変更管理プロセスを使用して、リアルタイムの試験結果を見ながらビルドを更新できるようにする必要があります。

規制への遵守を確実にするうえでも、製品エンジニアリングとソフトウェアエンジニアリングの両方の変更を管理し、監査するプロセスが不可欠です。そうした変更管理プロセスの第一条件は、ソフトウェアの機能に影響する新たな厳しい規制に迅速に対応できること、第二の条件は、規制に準拠しているという証拠をOEMが確実に得られるシステムであることです。

柔軟性の高い実装と検証のプロセスは必ずしも、コードを記述するエンジニアだけのものではありません。ソフトウェア仕様要件に基づく試験を早期から実施し、カバレッジを上げる必要があります。いくつもの実装を試験して、早期に不具合を検出できれば、修正のコストも少なくて済むため、非常に大きなメリットを得られます。アプリケーション設計は、初期段階のモデリングとシミュレーションを通じて、設計コンセプトが設計要件、アーキテクチャー制約条件、システム動作要件を満たしているかを検証し、最適化しておく必要があります。システムレベルでのハードウェアとソフトウェアの練成シミュレーションを初期段階で実施できれば、問題や不具合の早期発見につながり、ソフトウェアエンジニアの助けになります。

一連の試験が終わった後で必要な変更を実装する作業は時間がかかります。複雑な試験結果を整理して、何を修正すべきかを見極めなければならい場合は特にそうです。正確なドキュメントに加え、要件とシステム制約条件に対するトレーサービリティーを関係者に提供できれば、それだけ高い確度の答えにより早く到達できるでしょう。

最後に、変更とアップデートが頻繁に起こると、システムレベルの変更を各コード行に落とし込む際のトレーサビリティーが損なわれてしまうことを付け加えておきます。ソフトウェアのコンテンツが増大し、機能間の依存性が大きくなると、開発プロセス全般にわたって良好な視界を確保することが非常に難しくなります。エンジニアがいくつもの個別ツールを使ってトレーサビリティーを管理しなければならないとなればならおさらです。スプレッドシート、データベース、自前の接続図に頼ったソリューションは問題を厄介にするばかりであり、組織に応じた拡張性も得られません。

単一プラットフォームを使用した組み込みアプリケーション開発とQA (品質保証)

今日、アプリケーションの開発およびQAプロセスにおいて、同時発生する複雑なタスクを追跡、管理するソリューションがあります。こうしたソリューションを使用すると、組み込みアプリケーション開発で求められる包括的なトレーサビリティーと可視性を得られます。ここで、開発調整ソリューションを採用した組み込みアプリケーション開発プロセスを見てみましょう。

機能設計とモデリング – モデルと試験済みソフトウェアコンポーネントをコーディングに活用

ソフトウェアチームは、コーディングの完成前にソフトウェア・アプリケーション要素を定義、検証するため、堅牢なソフトウェア・コンポーネント・アーキテクチャー、ソフトウェアの振る舞いを表現する真の機能ツインモデル、完全な通信を保証する相互作用モデルを作成します。その際は通常、MATLABやSIMULINKなどの専用ツールを使用します。最新のソフトウェア開発調整ソリューションは、これらのツールに対する拡張機能が特長であり、アーキテクチャー、モデル、要件、試験手法、損失解析、安全性コンプライアンスなどを直接つなぎます。モデル、アーキテクチャー、コンポーネントの成熟に合わせ、その相互作用がアプリケーション要件と制約条件を満たしているかを追跡します。また、コンポーネント間のあらゆる相互作用を正確に表現した堅牢なアーキテクチャーをモデル化し、それを使用してすべての要件、仕様、振る舞いを網羅的に試験します。

統合的なアプリケーション開発プラットフォームは、ソフトウェアエンジニアが機能アーキテクチャーの完全性を保持するよう支援するとともに、複数の設計チームが情報に基づいてアーキテクチャーのトレードオフを検討できるようにします。また、モデルがアプリケーション要件を満たしていることを自動的に追跡するトレーサビリティー機能もあります。効率的なモデルベースのソフトウェア開発手法を活用できるので、問題を早期に特定し、下流プロセス間の一貫性を確保します (図4)。

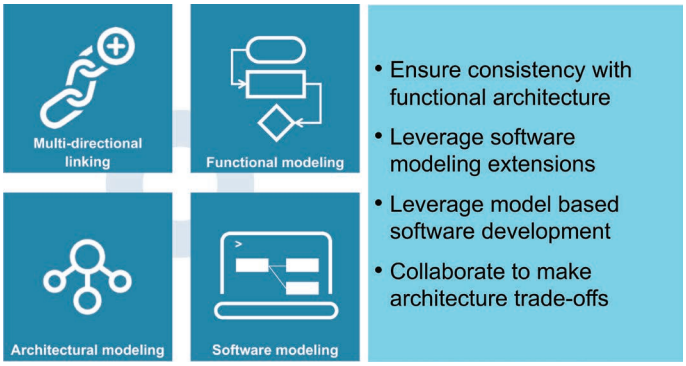

図4: ソフトウェアの要件定義からアーキテクチャー、モデリングまでのトレーサビリティーを提供する統合型のアプリケーション開発プラットフォーム

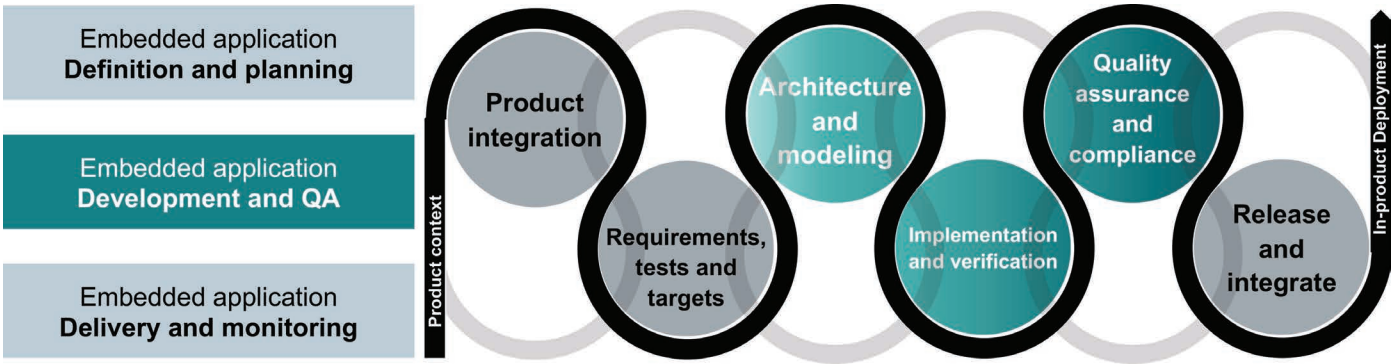

図3: アプリケーション開発フロー全般にわたる品質保証

ソフトウェアのモデリングは、エンジニアが実際のコード記述に時間を費やす前にシステム要件を満たしているかを検証するものです。ここで紹介するアプリケーション開発プラットフォームを使用すると、プロジェクト単位で指定した条件にしたがって、コード生成タスクをチームのエンジニアに自動で割り振ります。その後、ソフトウェアのコード管理 (SCM) ソリューションと統合開発環境 (IDE) の拡張機能を使用して、タスクの進捗を監視できます。また、(静的および動的) コード性能ツールやコードカバレッジツールを組み合わせることで、機能要件以外の要件に遵守しているかどうかを追跡することも可能です。

緊密に調整された一貫性のあるソフトウェアモデリングアプローチは、プロセスを加速させるだけでなく、ソフトウェアが意図したとおりに動作し、設計上のハザードがないことを保証するSOTIF (意図した機能の安全性) 手法などの安全性確保にも役立ちます。標準的な機能安全性を補完するSOTIF手法は、故障が起こるという前提で安全目標を確立することによりリスクを低減させる取り組みです。複数の手法の組み合わせは、かつてない強固な車載組み込みソフトウェア・アプリケーションの開発を可能にしました。

コードの実装と統合

アプリケーション開発プラットフォームは、モデリングとコーディングを一体的に進めることで、モデルとコードの生成にかかる作業の重複を排除します。要件定義からモデリング、コード生成、試験までを直接連携させることで、実装を成熟度に応じて検証できるとともに、実装している制約条件と変更がシステムレベル定義やハードウェア仕様条件に基づく最新のものであることを保証します。さらに、監査可能な変更管理プロセスを提供しており、モデルインザループ (MiL)、ソフトウェアインザループ (SiL)、ハードウェアインザループ (HiL)、車両インザループ (ViL) の試験に応じて柔軟にコードをアップデートします (図5)。

反復型プランニングツールは、組み込みアプリケーション開発チームの作業時間を効果的に短縮し、タスクの完了するタイミングを追跡して、開発作業をスケジュールどおりに進めるうえで役立ちます。電子署名がなければ特定の操作や手順を実行できないよう構成することもでき、主要関係者によるレビューと承認を確実にします。変更の実施と解析を追跡する機能を使用して、ソフトウェアのリリース (またはビルド) が予定のアップデートをサポートしているかを確認できるなど、変更済みのあらゆるデータ生成物の完全性と変更の裏付けに対する完全なトレーサビリティーを実現します。

また、実験データからタスク完了日を見積もり、進捗速度を管理することもできます。見積もりには時間、コスト、ストーリーポイントなど複数の基準をサポートしています。チームリーダーまたはアプリケーションオーナーが、ワークフロー完了基準を定義できます。例えば、ドキュメントが提出されないと完了とマークされないようにワークフローを指定するなどです。機能性と品質の完全性を示す補助書類をユーザーが添付することも可能です。

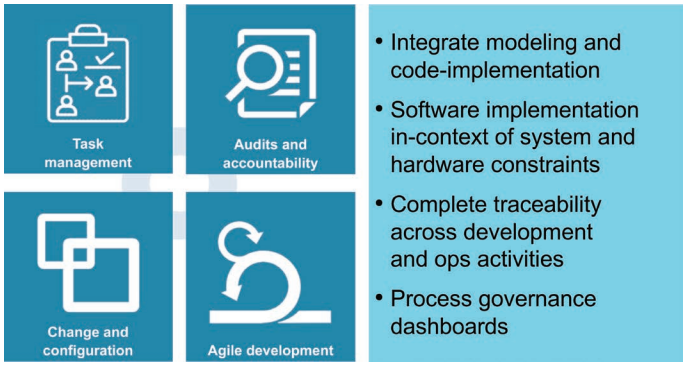

図5: タスク管理、可視性、変更管理の向上とアジャイル開発メソッドをサポートする統合アプリケーション

品質保証 (QA)

品質保証は、早期段階から着手すべき持続的なプロセスであり、要件、アーキテクチャー、モデル、コード実装の進展に合わせて実行します。仮想的なハードウェアインザループ (HiL) と物理的な地上試験の両方を含み、モデルインザループ (MiL)、ソフトウェアインザループ (SiL)、HiL、車両インザループ (ViL) など複数の抽象度があります。設計変更を実装するそれぞれの段階において、ソフトウェアを反復的に試験して、その品質を評価します。ソフトウェア開発の早い段階から必要に応じてソフトウェアのモデルを検証できるこのアプローチはモデルベースのソフトウェア検証フローにも有効です。

ソフトウェアのアーキテクチャー、モデル、実コードを開発し、試験する過程で生まれる新しいデータは、正しいソフトウェアビルドまたは構成と関連付け、追跡しなければなりません。毎回、試験ケース、試験実施戦略、試験ベクター、そのほかのデータ生成物を含めた試験計画をエンジニアが作成します。試験後には試験と結果を結び付け、検出された問題を割り当てて、解決します。この作業は、試験カバレッジを実証し、要件から実装までの完全なトレーサビリティーを達成するうえで決定的に重要です。

試験のバリューチェーン (試験計画、試験ケース、試験結果、派生データ、問題とリスクのステータス) を整理・追跡するためには、調整型のソフトウェア開発をより重視すべきです。追跡および管理すべき多くのデータには複雑な相互関係があるからです。データ管理エンジニアは多忙を極め、ソフトウェアのエンジニアリングと開発だけに専念することはできません。ソフトウェアチームもまた、関連データとアプリケーションの提供から最終ビルドにいたる数々の業務に忙殺されています。今日のアプリケーション開発 / 調整プラットフォームには複雑性を管理する機能があり、アプリケーションのバイナリデータと関連データの品質を確保します (図6)。

なかでも、テスト管理ツールを統合したPolarionのようなプラットフォームを使用すると、エンジニアが試験ケースを作成し、該当する作業項目との関連付けが可能です。作業項目として、アプリケーション要件、変更依頼、試験ケースなどをサポートしています。試験ケースごとに手順を変更できるほか、試験の仕様と試験項目を切り分け、個別のテストカバレッジを上げることもできます。試験の自動化と結果のインポートに対応するため、外部の自動化ツールを統合するオプションもあります。

このワークフローによって、シームレスで使いやすいコンプライアンスプロセスが完成します。プロジェクトビューから企業のプロセス情報やベストプラクティスにアクセスでき、詳細なプロセスの知識がないメンバーであっても、確立しているプロセスを確実に遵守します。Polarionのワークフローはまた、要件、タスク、変更依頼、プロセス管理、プロジェクト計画、時間管理、ビルド管理、ソースコードの監査と指標、成熟度モデルへの遵守を統合したものであり、高品質のアプリケーションの開発をスケジュールどおりに進めることができます。

高度なアプリケーション開発・調整プラットフォームには故障とリスクの管理機能もあり、試験で検出した問題・リスクのレポートとタスクの割り当てを自動化するため、ソリューション実装期間を短縮します。問題への対処 (解決策や追加試験を含む) は自動で追跡されます。追加試験にあたっては、全体的な品質を向上させ、ソフトウェアを車両プログラムに確実に展開できるようにハードウェアとソフトウェアを協調的にシミュレーションすることが重要です。組み込みアプリケーションの開発から調整までを統合的に担うプラットフォームであれば、エミュレーターと物理ハードウェアの両方を活用し、該当するすべてのハードウェア構成に対して1つ1つのソフトウェアビルドをもれなくテストします。手動試験、自動試験、またはサードパーティーのツールで実施した試験であろうと、アプリケーション開発プラットフォーム環境内の試験であろうと、すべての試験情報が追跡され、検出された問題は解決済みのものを含めてすべて保持されます。

車載組み込みソフトウェアのエンジニアはこれらの機能を活用して多くの利点を手に入れています。例えば、設計案に対するプロトタイピングとシミュレーションを通じて、要件遵守性を検証、アーキテクチャーを最適化、正しい振る舞いを確認できます。また、ハードウェアとソフトウェアの練成シミュレーションを実行して、システムハードウェアとペリフェラルを含めた評価も可能です。システム全体を考慮に入れて、ソフトウェアまたはハードウェアの問題やリスクを特定できます。要件、モデル、アーキテクチャー、試験計画、試験結果の追跡をバックグラウンドで実行し、正しい情報を適切なタイミングでエンジニアに提供します。つまり、関係各所に完全なドキュメントを正確に提供することで、問題解決を合理化します。完全なトレーサビリティーを達成しているため、クリティカルな問題が出荷後に発覚する事態を回避できます。

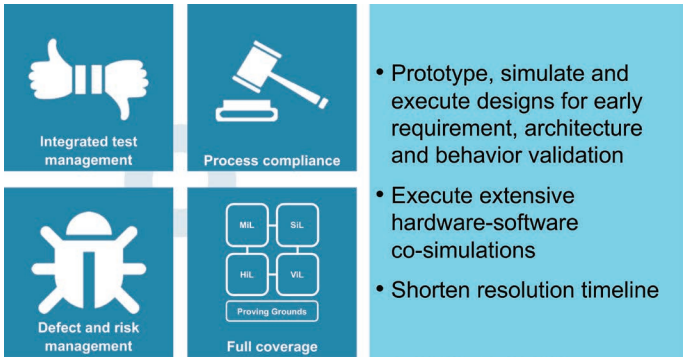

図6: 試験、プロセスのコンプライアンス、リスクを管理するツールを使用して、完全なテストカバレッジを達成

まとめ

車載組み込みソフトウェア・アプリケーションの開発と品質保証は、実装ハードウェア (センサーやアクチュエーターなどのペリフェラルを含む) とシステムの要件と制約条件 (自動車への統合、仕向け地別) を常に考慮しなければならないため、非常に難易度の高いプロセスです。統合型ソフトウェアエンジニアリングプラットフォームは、頻繁な変更が発生してもデータの完全性を確保する機能を持ち、自動車の全バリエーションに対応した高品質のソフトウェア・アプリケーションの提供に必要な情報を関係者全員に確実に展開します。アプリケーション開発のための各種ツールと強力な変更管理機能の緊密な統合によって、データ連続性を確保しています。

デジタル化の進む市場で勝ち抜く複雑なソフトウェア機能と自動車の装備オプションを提供するうえで、これらの機能は欠かせません。自動車ユーザーに対する提供価値を高めるため、先進運転支援システム (ADAS)、インフォテイメント機能のほか、電子 / 電気 / ソフトウェアをベースとした各種機能の開発が進むなか、自動車に実装されるコード行が激増しています。今日、高級車には5千万から1億行のソースコードが含まれています。

自動化 (Autonomous)、コネクテッド (Connected)、電動化 (Electric Vehicle)、シェアリング (Sharing) (ACES) といった将来的な流れを見据えると、一層の複雑化が進み、ソフトウェアが自動車の価値を左右することは間違いありません。自動運転車は実に何十億行のソースコードを必要とします。ここまで複雑化が進むと、車載組み込みアプリケーションの開発と調整がますます重視されます。パワフルで革新的な車載ソフトウェアを生み出す力こそが、自動車会社と輸送システム企業にとっての大きな差別化要因となるでしょう。

シーメンスのソリューションについては、ブログ、ホワイトペーパー、ポッドキャスト、製品紹介ビデオ、ウェビナー、ソリューション紹介、インフォグラフィックなどコンテンツが満載のsiemens.com/aesをご覧ください。

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

本社
Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

アメリカ
Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

ヨーロッパ
Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

アジア / 太平洋
Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアについて
エンジニアリング、製造、そしてエレクトロニクス設計を未来につなげるデジタル・エンタープライズ。それを実現するのがシーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアが進めている変革です。弊社ソリューションによって、あらゆる規模の企業の皆さまがデジタル・ツインを作成、活用し、新たな知見と機会を開拓し、より高いレベルの自動化を実現できるため、イノベーションが推進されます。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアの製品とサービスについての詳細は、siemens.com/software をご覧ください。または、LinkedIn、Twitter、Facebook、Instagramをフォローして情報をご確認ください。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア – Where today meets tomorrow.

siemens.com/software

81256-82843-C1-JA 11/20 LOC