

ADAS & Automated Driving

ADAS/自動運転

Virtual Test Drivingを活用した、先進運転支援システムと自動運転システムの開発と評価



SOLUTIONS FOR VIRTUAL TEST DRIVING



高い安全性、インテリジェンス、自動運転。これが自動車の未来です。	3
全ての開発プロセスを通じた総合的な検証	4
要求に応じたバーチャルプロトタイプの実成	6
最大限の柔軟性と効率のための異なるセンサモデルクラス	
理想的なセンサモデル	
HiFiセンサモデル	
Rawシグナルインターフェイス	
バーチャル世界の可視化	
IPGMovie – CarMaker上のビジュアル化ツール	
サードパーティーのビジュアル化ソフトウェアとの連携	
AIアルゴリズムで学習させるためのセマンティックセグメンテーション合成データ作成	
リアルなシナリオ作成	10
道路とインフラ	
Scenario Editorを使った手入力でのシナリオ作成	
地図データのインポート	
実測データのインポート	
交通流	
交通流モデルの手入力	
Scenario Editor上でランダムな交通流の利用	
サードパーティーのシミュレーションソフトとの連成	
リアルデータをデジタル化	
環境	
自動テストの実行	14
事前定義されたテストパッケージの利用	
正確でスピーディーな並列シミュレーション	
結果分析とシステムの最適化	15

先進運転支援システムのテスト

- 衝突被害軽減ブレーキシステム
- 車線維持支援システム
- 横滑り防止装置システム
- 衝突回避操舵支援システム
- 速度支援システムとアダプティブ・クルーズ・コントロール
- 歩行者/自転車検知
- 側面衝突回避システム
- アダプティブヘッドライト
- 協調V2Xアプリケーション
- ...

自動運転機能テスト

- 認知
- センサーデータのフュージョン
- ローカライゼーション
- 軌道の計画と管理
- 車両を制御するアクチュエータ制御
- トレーニング（学習）用データ作成
- ...

高い安全性、インテリジェンス、自動運転。これが自動車の未来です。

CarMaker製品ファミリのバーチャル・テスト・ドライブを利用した先進運転支援システムや自動運転機能の開発と検証

最近の自動車業界のトレンドは、安全性、接続性、デジタル化、新しい持続可能なモビリティコンセプト等で、車両を移動可能なデータセンタとすることができる運転支援システムと自動運転機能、という共通項を持っています。トレンドを夢で終わらせず現実にするためには、土台となるシステムがパワフルであること、また、何をにおいても安全であるということが必要不可欠となってきます。そのためには、想定できない程のシナリオ数を検証しなくてはならず、膨大な開発工数を必要とします。

年々複雑になっている車両の機能は、検証するシナリオに様々な面で影響を及ぼし、テストが益々多種多様になっています。新規システムを市場へリリースするためには、実車両で何百万キロという膨大で現実的ではない距離を走らせた検証をしなくてはなりません。

バーチャル・テスト・ドライビングを実車両試験と併用して利用することで、これらの開発にかかわる難しさを解決できます。CarMaker製品ファミリは実試作車両ができる前の段階から、バーチャルプロ

トタイプを利用し、機能ごと、またはネットワークシステム全体を現実的で、その上、再現性のあるシナリオでテストすることができます。CarMakerは認知機能やセンサのフュージョン、交通環境モデルの構築、判断と走行ルートの計画、アクチュエータ制御手法とその実装まで、自動運転に必要な技術要素の全ての段階を検証することができます。

ADASや自動運転機能を検証するために必要な、正確でリアルタイム演算可能なセンサモデルと車両運動モデルがCarMakerには用意されています。これらのモデルは道路環境からの信号データを提供し、現実的な車両運動挙動をモデル化できます。

CarMakerでは、個々にパラメータ設定可能な道路、交通参加者（または交通流）、環境、ドライバ、車両モデルとそれらのサブコンポーネントのモデルを提供します。また、ユーザ独自のモデルや実際のコンポーネントと組み合わせるための様々なインターフェイスをお使いいただけます。

まとめ

- 最新のシナリオ作成
 - 地図データ、実際の道路測定結果やトラフィックのシナリオ等、異なるデータソースの組み合わせ
 - 再現性のあるテストシナリオ
 - テスト領域の大部分を素早くカバーする膨大なテストカタログ
- オープンインターフェイスで統合が容易なプラットフォーム
 - コンポーネントモデルとの統合だけではなくユーザ独自車両モデルとの統合
 - ROS等ミドルウェアとの連成
- 目的に応じた忠実度のバーチャルプロトタイプ
 - Vehicle Data Set Generatorを利用したパラメータ化が容易なバーチャルプロトタイプ
 - 他部署と既存のプロトタイプ交換
 - 開発工程へのスムーズな統合

全ての開発プロセスを通じた総合的な検証

バーチャルな世界で、高精度なテストをシームレスに実行していただけます。CarMaker製品ファミリーは、先進運転支援システムや自動運転機能の効率的で再現性の高い自動的な開発、テスト、動作確認と検証を可能にします。



詳細はこちらよりご覧ください。 ipg-automotive.com//jp/事例紹介/

どの開発プロセスでも、同一のシミュレーション手順



Model -In-the-Loop

- MATLAB Simulinkなどのインターフェイスを使用して開発の初期段階から既存のモデルやプロセス、ツールをCarMakerへ統合

Software -In-the-Loop

- 試作ECUの完成前に、仮想ECU内の制御ユニットコードをROSやFMIといったミドルウェア経由でCarMakerと連成させて実行

Hardware -In-the-Loop

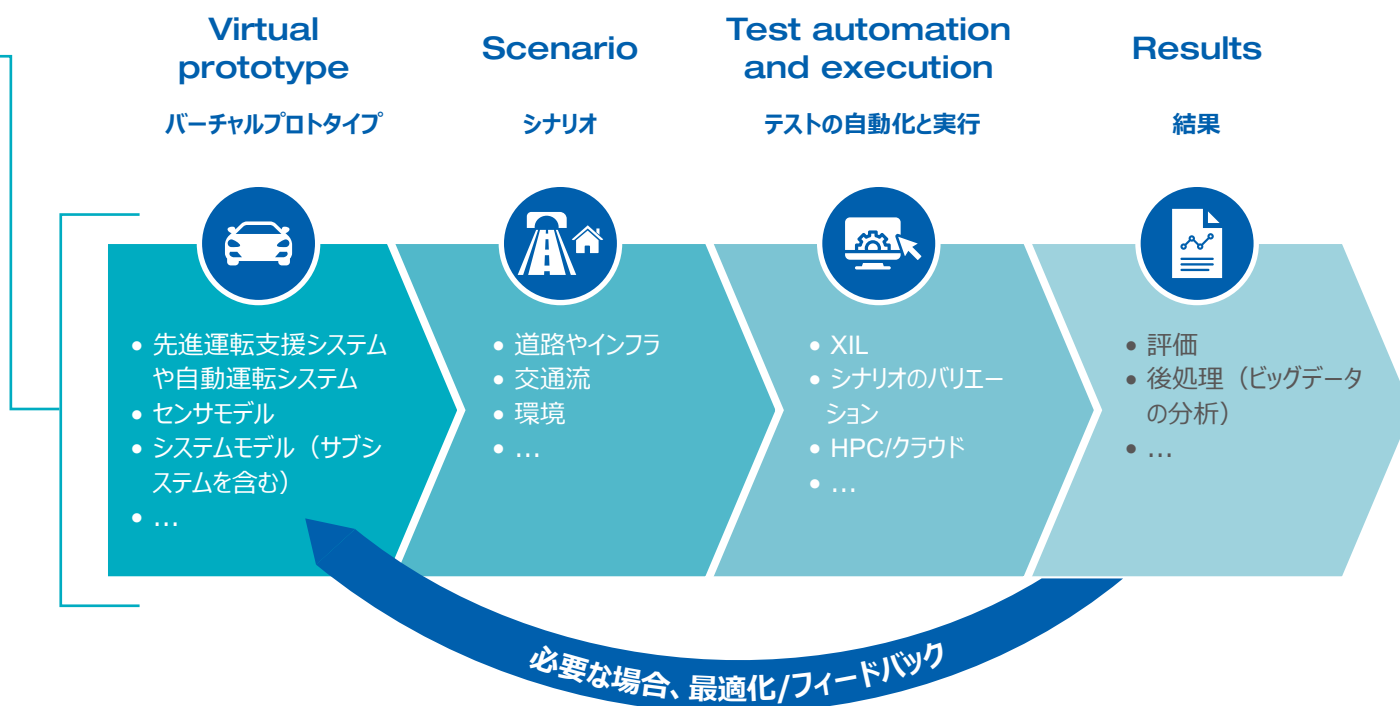
- 試作車両の完成前にすべてのハードウェア部品またはECUを検証
- バーチャルプロトタイプで部品の通信やネットワークを検証

Vehicle -In-the-Loop

- 実際の車両を使いながらもリスクなく、重要で複雑なシナリオを再現性よくテスト
- 仮想と実世界のテスト方法、両方の良い点を使えるメリット

シミュレーション手順の詳細

シミュレーションは、開発プロセス（MIL, SIL, HIL, VIL）全てのフェーズで同じ手順になります。モデルやシステムを作成し、それらをバーチャルプロトタイプに統合させ、シナリオの自動的テストを実行するだけでよいのです。テスト結果の詳細な分析結果から結論を導き出し、潜在的な改善点を発見することも可能です。



車両システムズ・エンジニアリング手法を導入し、CarMakerを使ってバーチャルプロトタイプを車両全体として検証。閉ループでのテストは当該機能や部品の開発から検証、認定までの全サイクルを完了することが可能です。

道路、インフラ、トラフィック、また対応する環境を含むシナリオのパラメータ化は分かりやすく、自由度が高くなっております。

テスト自動化によって、全ての開発プロセス（MIL, SIL, HIL, VIL）で検証するための数多くのシナリオを短時間で作ることができます。また、クラウドやHPCを利用することでテストシナリオを瞬時に並列実行することも可能です。

テスト後の結果分析や後処理により機能性、パラメータの最適化、またテストの追加が必要かどうか等の問題が浮き彫りになります。



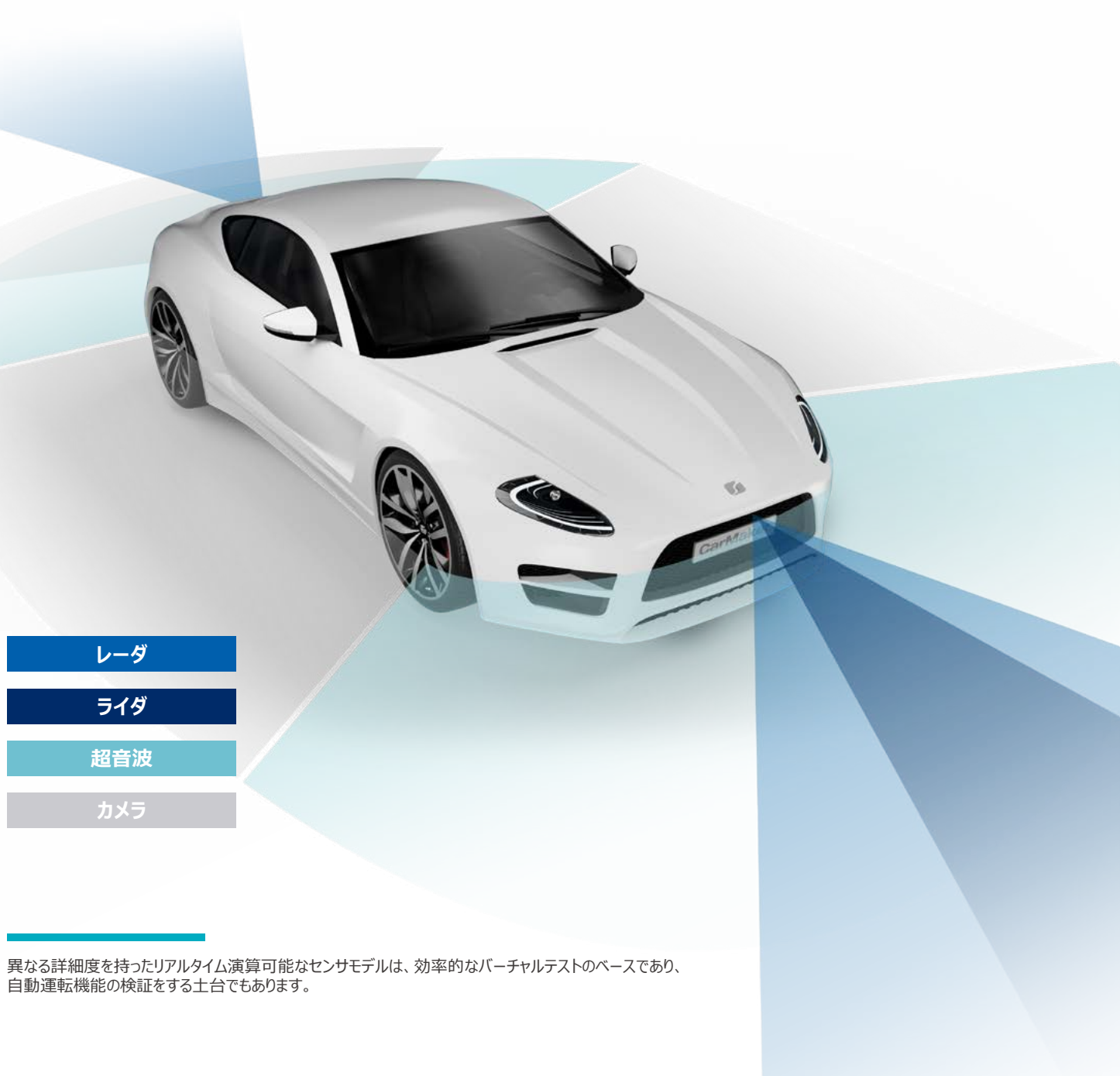
要求に応じたバーチャルプロトタイプの実装

最大限の柔軟性と効率のための異なるセンサモデルクラス

先進運転支援システムや自動運転機能をバーチャルプロトタイプでテストをする際に一番重要となることは、システムと環境間のインターフェイスで、つまりセンサモデルです。

異なったテクノロジーをベースに作成した様々な視野からなるセンサモデル類を利用して実際の道路や交通流トラフィック情報を入力し、精度の高い現実的な環境モデルを作成します。

CarMakerには、システム開発をする上で浮かび上がってくる問題点を見つけるのに適した、異なる詳細度のセンサモデルが3つあります。



レーダ

ライダ

超音波

カメラ

異なる詳細度を持ったリアルタイム演算可能なセンサモデルは、効率的なバーチャルテストのベースであり、自動運転機能の検証をする土台でもあります。



理想的なセンサモデル

センサ検出エラーによる影響は考慮せず、システムは機能しますか？

理想的なセンサは、使用するセンサのテクノロジーからは切り離されていて、パラメータ化が容易で理想的なオブジェクトリストを返してくれます。

➡ 開発の早い段階からコンセプトを確認したり、ラビッドプロトタイプを作成したり、一般的な機能開発・テストをすることに適しています。



HiFiセンサモデル

現実的なセンサ入力を考慮した日常的な利用環境で、システムは通常機能しますか？

HiFiセンサは、テクノロジーに依存する物理的効果やテクノロジーの特徴を織り込んでいます。HiFiセンサが提供するオブジェクトリストは、現実のセンサに含まれるエラーを含んでいます。

➡ テクノロジーに寄与する詳細なオブジェクトリストを必要とする機能開発、または開発した機能やそのロバスト性の検証に適しています。

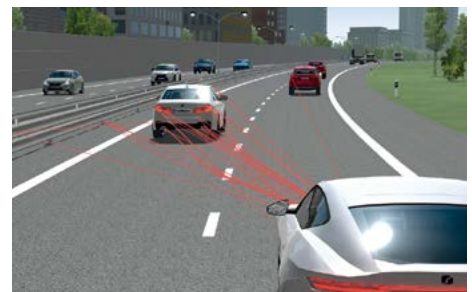


Rawシグナルインターフェイス

センサのコンポーネントと連携して、システムは機能しますか？

Rawシグナルインターフェイス(RSI)は、センサ制御ユニットが認知をするのに必要な生の信号を提供します。RSIは、環境中での信号伝播に関する物理的効果を詳細にモデリングします。

➡ コンポーネントや信号処理のアルゴリズム開発やテストに適しています。



まとめ

- 目的に沿った忠実度
 - 開発の早い段階から達成できる高レベルなパフォーマンス
 - テストをする上でのニーズや目的に応じた高精度なセンサモデル
- 実際のセンサを容易にモデル化



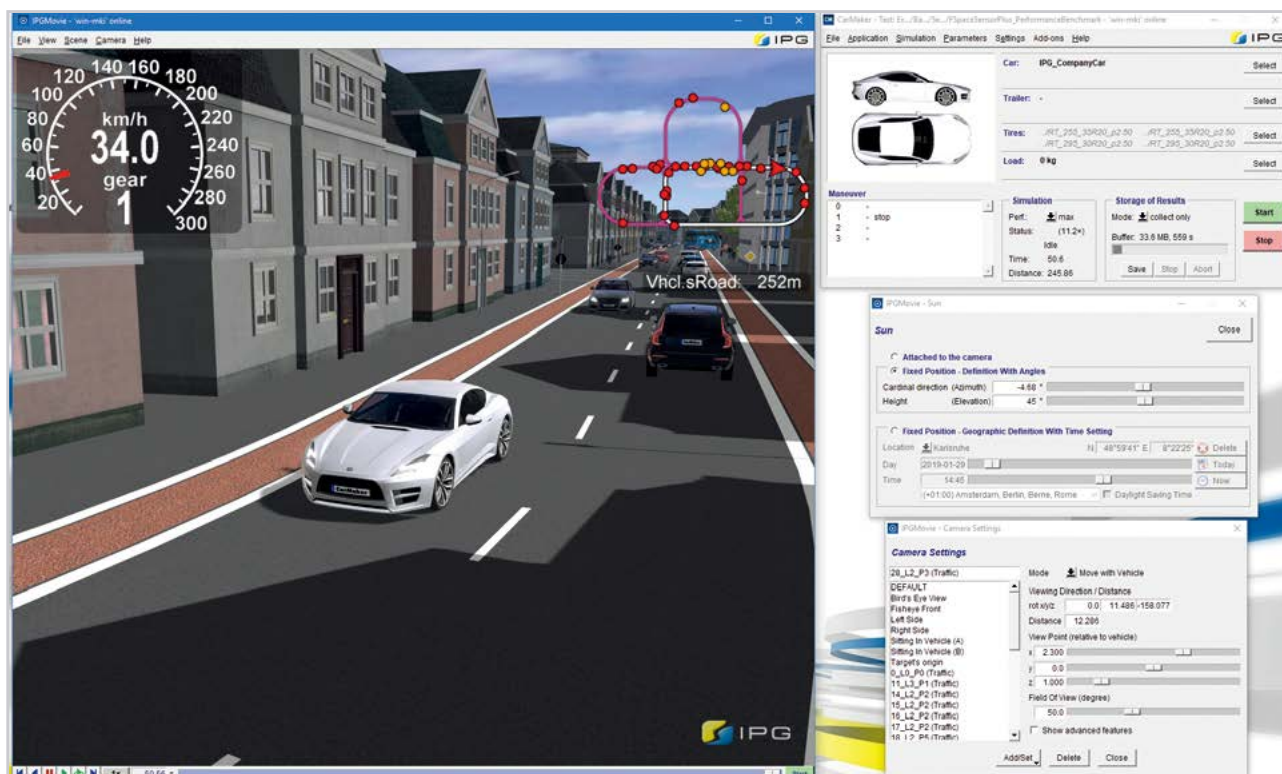
バーチャル世界の可視化

ビークル・ダイナミクスやヒューマン・マシン・インターフェイスを検証する際、ドライバにとって精度の高い画像技術は極めて重要です。また、精度の高い画像技術は自動運転テスト中の判断や、車両に取り付けたカメラベースセンサからのオブジェクト分類や解釈をしりするのにも必要です。

IPGMovie – CarMaker上のビジュアル化ツール



何が起きているかを正確に観察 – ビジュアル化のツールであるIPGMovieは、カメラベースシステムへの入力を個別で定義し、全てを一度にビジュアル化することができます。異なった視線、様々なレンズタイプ、反射光や太陽の位置、ヘッドライトからの光の分散等を設定することで、カメラベースシステムのテストへ現実的なイメージデータを提供することができます。





サードパーティーのビジュアル化ソフトウェアとの連携



CarMakerはオープンなシミュレーションのソフトウェアで、rFpro社のようなサードパーティーのビジュアル化ソフトウェアと簡単に連携させられます。写真の様な高解像度の公道モデルやお客様のシナリオに合ったOEMのテストコースを使うことが可能です。



AIアルゴリズムで学習させるためのセマンティックセグメンテーション合成データ作成



バーチャル・テスト・ドライブはディープラーニングアルゴリズムの学習とテストを可能にします。危険なシナリオからデータを取得するだけでなく、再現性のあるセマンティックセグメンテーション合成データを安全に作り出し適正なラベル付けをします。ラベル付けの手入力を限りなく減らすことは、時間とコスト削減にも繋がられます。



まとめ

- リアルタイムのシミュレーションによる問題発見と解決
 - 現実的な入力に基づくカメラベース機能の高スเปックな可視化
 - AIアルゴリズムで学習させるための危険なシナリオを安全にテスト
 - AIベースシステムの学習のためのセマンティックセグメンテーション



リアルなシナリオ作成

様々な車両タイプとそれらの動的プロパティ、ドライバの行動パターン、インフラ、環境をバーチャルな世界の動的な交通流トラフィック中に設定することにより、リアルで詳細なシナリオ作成が可能です。すべてのモデルにおいてユーザーインターフェイスが分かりやすい構造のため、詳細なバーチャル・テスト・ドライビング用パラメータを設定するのが簡単です。

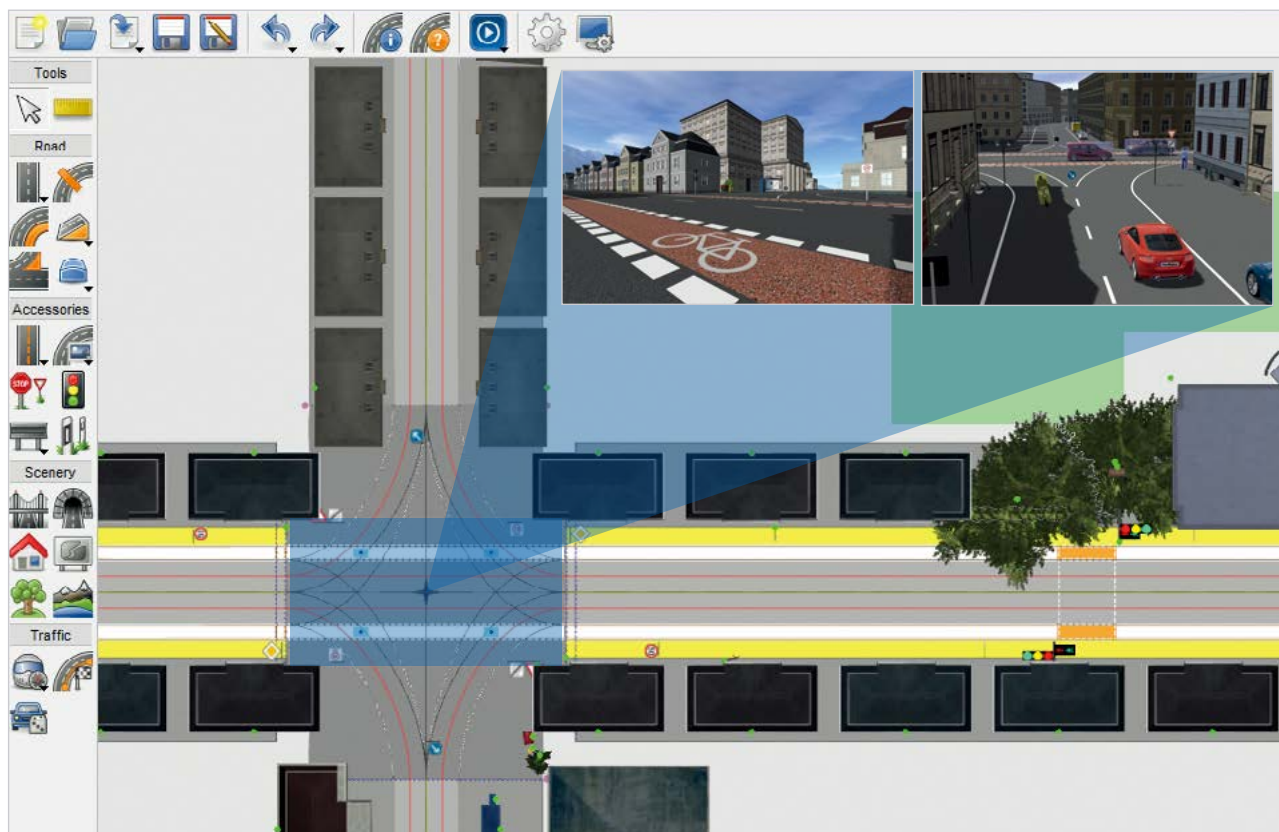
道路とインフラ

リアルな道路の特性や形状は、バーチャル・テスト・ドライビングのための現実的なテストシナリオの基礎となります。第一に、このリアルな道路がバーチャルプロトタイプでの運転機能の信頼性ある検証を可能にします。必要なシナリオをスピーディーで効率良く作るために、CarMakerは道路作成やインフラのデザインのための幅広いオプションを提供しています。

Scenario Editorを使った手入力でのシナリオ作成



Scenario Editorを使用してシナリオを手作業で作成し、道路ネットワークの定義や建物、道路標識等のシナリオの設定が簡単にできます。シナリオの作成は、視覚的に確認しながら容易に行えます。





地図データのインポート



シナリオ作成に本物に近い道路ネットワークではなく本物の道路ネットワークが必要な時、HERE ADAS RP等から地図データを取り込んで交通参加者（トラフィック）やインフラを追加することができます。



実測データのインポート



プロパティを含んだ実測道路ネットワークデータをインポートすることで現実に一番即したデータが得られます。パートナー企業様の3D Mapping Solutions社やAtlatec社から提供されたデータは、CarMaker上で利用できるROAD5フォーマットにエクスポートできます。



まとめ

- Scenario Editorは、ゼロからのシナリオ作成が容易でシナリオを自由にコントロール可能
- 地図データや実測データをインポートすることで実際のシナリオをバーチャルな世界で作成
- 必要性に応じた方法を選択してシナリオを作成



交通流

シナリオには、道路以外にもリアルな動きをする道路上の交通流が必要です。オブジェクト検知アルゴリズムを実際の入力データ照合するようなカメラベースの機能をテストする際に、正確な動きをする交通流を配置するのは必要不可欠なことです。

CarMakerは、様々な交通流を設定するオプションを提供しています。

交通流モデルの手入力

交通流モデルの利用でリアルな行動パターンをする自動車、自転車、歩行者や動物の様な交通流オブジェクトを個別に設定したシナリオを作ることができます。

Scenario Editor上でランダムな交通流の利用

“ランダムな交通流”機能を利用することでScenario Editor上でたくさんの交通流を作ることができます。自動生成した交通流と、ユーザ自身で設定した交通流を組み合わせることも可能です。交通流間の相互作用が重要になってきます。交通量、車両の種類、異なるルートの割り当ても定義することができます。

車両



人や動物のアニメーション



建物



様々なインフラ



サードパーティーのシミュレーションソフトとの連成

CarMakerのオープンなプラットフォームは、PTV Vissimのような他の交通流シミュレーションソフトとの連携を可能にします。連成シミュレーションによりシミュレーション環境が広がり、CarMakerのリアルな車両挙動やモデル統合のオプション、センサモデルをPTV Vissimの交通流モデルや交通信号制御と組み合わせることができます。



リアルデータをデジタル化

ScenarioRRR (Record, Replay, Rearrange)を利用することでテスト走行を記録し、交通流オブジェクトをインポートし、シナリオを再現することができます。交通流オブジェクトは完全にCarMakerへ統合され、作成したシーンのバリエーションを増やす作業も通常と同様にしています。このようなサービスは、エンジニアプロジェクトとして提供いたします。

まとめ

- 異なる交通流シナリオ上での再現性あるテスト：
 - リアルなランダム交通流と、個々の、あるいは不適切なふるまいを含んだ全般的な交通流
 - シナリオを自由にコントロール
- リアルなトラフィックシナリオの再利用：
 - 危険なシチュエーションでの機能チェック
 - 異なるシナリオのバリエーションを作成し、機能のロバスト性をチェック
- 個別の要件により異なる方法が選択可能

環境



雨や大雪、霧といった気象条件も、ADASや自動運転の機能に影響を与えます。CarMakerの環境モデルは様々な大気の状態をパラメータ化することが可能です。これにより、バーチャル・テスト・ドライビングでリアルな機能検証や、センサ検知エラーの早期修正が可能です。



まとめ

- 環境条件がセンサモデルに及ぼす影響を検証
- シミュレーション上でセンサ検知エラーをモデル化してリアルな機能検証



自動テストの実行

CarMaker製品ファミリの標準機能であるTest Manager機能は、開発工程の最初から最後までシームレスに利用可能な、安定した自動テストの実行をお約束します。広いテスト領域をカバーするための膨大な量のテストシリーズであってもスピーディーに実行可能な試験パターンを作成しパラメータ化することができます。また、Test Ware Packagesという事前定義テストカタログを作成しておけば、いつでも変更や実行が可能です。

事前定義されたテストパッケージの利用



事例：Euro NCAP用Test Ware Package

Euro NCAPでは、成人乗員（運転者とそれ以外の乗員）と乳幼児、また交通弱者である自転車や歩行者の保護を含む全般的な車両の安全性を評価します。更に運転支援や衝突回避テクノロジーを含む安全支援についても評価されます。

CarMakerは、Euro NCAPのテスト要件に合わせた衝突被害軽減ブレーキや、スピードや車線維持支援システムを開発するための130種類以上のバリエーションを含む15種類のテストであるTest Ware Package Euro NCAPをご提供しています。Euro NCAPの要件に合わせた検証をしていただけるよう、定期的にテストを見直し、更新しております。

正確でスピーディーな並列シミュレーション

検証しなくてはならないテストシナリオ数が多くなるにつれ、計算能力の高いシステムを利用してできるだけ多くのテストを短時間で処理したくなります。CarMakerは、ハイパフォーマンスコンピューティング(HPC)を利用することによる並列シミュレーションを提供しております。高性能なハードウェアでの分散処理によってテストを高速に実行することが可能になり、演算時間を劇的に削減することで時間とコストの削減につながることができます。1台のワークステーションでの簡単な並列実行機能として、CarMakerでは“parallel mode”が利用可能で、わずかな時間で新しい機能を複数のシナリオで同時にテストが可能となります。更に高度な構造と分散処理機能を持つコンピュータでは、HPCスケジューラをご利用いただけます。



クラウドの利用

従来のHPCを利用する代わりにクラウドを利用したソリューションもお使いいただけます。外部ハードウェアを利用することでご自身のハードウェアが不要になりますので、開発環境準備のための負担が低減し、フレキシブルな開発をしていただけます。

まとめ

- スケーラビリティに優れており何万キロもの運転試験をシミュレーション上で完了
- 低頻度の危険なテストケースを完全に網羅
- 全開発工程で自動テスト実行と評価が可能（MIL, SIL, HIL, VIL）
- 他ソフトとの連携を可能にするオープンなプラットフォーム
- 既存のTest Ware Packagesが利用可能



結果分析とシステムの最適化



CarMakerは、個々のテストランを含むテストシリーズ全般の詳細な結果データを保存できます。膨大なデータを構造化するため、また、それらのデータを今後の開発に役立てるため、テストを実行後に自動的に結果をエクスポートし、レポートとして保存ができます。ビッグデータ分析ツールとの連成で、作成されたレポートを評価する事が可能となります。

この結果データから、テストをした供試体の潜在的な性能の限界や個々のパラメータを最適化する必要性などを見つけ出すことができます。



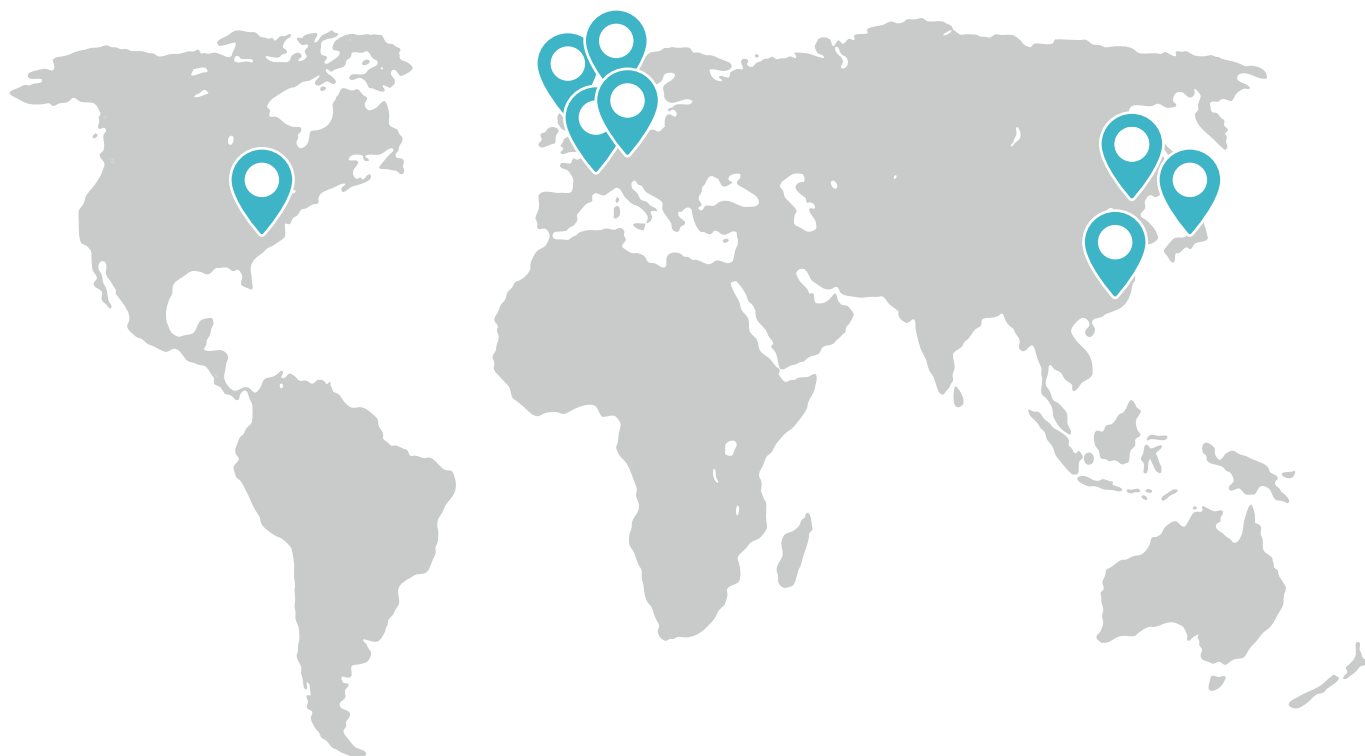
まとめ

- 自動分析をすることで時間削減
- テスト終了後には見やすいテストレポートを自動的に作成
- シミュレーションに利用した全データとテスト結果がアーカイブ化されて履歴管理が容易

イメージ出典:

- P9 上部: rFpro
 - P11 上部: OpenStreetMap
 - P11 下部: atlatec
 - 裏表紙: © [1066960] – Fotolia.com
- All other images © IPG Automotive

About IPG Automotive



Locations: Germany | China | France | Japan | Korea | Sweden | UK | USA

Sales partners: India | Italy | Taiwan | Turkey

IPG Automotiveは、バーチャル・テスト・ドライビングのグローバルリーダーとして、車両開発向けの革新的なシミュレーション・ソリューションを開発しています。シームレスな使用を考慮し設計された当社のソフトウェアとハードウェア製品は、コンセプト実証（POC）から検証またはリリースに至るまで、開発プロセス全般にわたって活用できます。ユーザにバーチャル車両全体を使って新しいシステムの開発とテストを行っていただけるIPG Automotiveのバーチャル・プロトタイプ技術は、自動車のシステムズエンジニアリングを促進します。

IPG Automotiveは、ADAS/自動運転、パワートレイン、ビークル・ダイナミクスという3つのアプリケーション領域でのバーチャル開発に特化したエキスパートです。当社のCarMaker製品ファミリーは、現実に近い環境

で、高度に再現された車両モデルを統合することによって、先進運転支援システムと自動運転機能の開発とテストに関連した諸課題に取り組むべく、世界中で使用されております。詳細なセンサモデルは、車両周辺環境で起こりうる影響を考慮しつつ、インフラと交通流といった要素に左右されます。この環境モデルを用いて、バーチャルでありながら実世界と同じ状況を実現できます。

IPG Automotiveは、①品質、②徹底したユーザ志向、③効率性、④イノベーションの促進、そして⑤長く続くパートナーシップを指針としております。



IPG Automotive 株式会社
〒105-0003 東京都港区西新橋2-9-1 PMO西新橋9F
03-5826-4301 | sales-jp@ipg-automotive.com
ipg-automotive.com/jp

