

# Speed is Key to Safety

認知された環境に対して  
迅速かつ正確に反応する  
自動運転機能向けの  
アルゴリズムを開発

インディアナ大学 – パデュー大学インディアナポリス校 (IUPUI) では、高速センサデータ処理の利点を分析することを通じて、自動アプリケーションにおける道路輸送の安全性の向上を実現する方法を研究しています。ここでは、組み込みコンピューティング機能の中心的なリアルタイム実行プラットフォームとして、RTMaps Embedded および NXP BlueBox が使用されています。



(IUPUI) 工学部の学生たちは最近、4つの異なる自動化アプリケーションのセンサデータを処理できる高速演算プラットフォームのテストに向けた複数の研究を完了しました。

#### テストプラットフォームの構築

同大学の学生たちは、研究を開始するにあたり、Intempora社のRTMaps Embedded (バージョン 4.5.0) を搭載したテストプラットフォームを構築しました。dSPACE が販売している RTMaps Embedded は、リアルタイムマルチセンサアプリケーション用ソフトウェアソリューションであり、強力なリアルタイム実行性能を有して多数のソフトウェアタスク間の時間的整合性に対処し、広帯域幅の生データストリームを提供することができます。RTMaps ソリューションには、RTMaps Runtime Engine、RTMaps Studio、RTMaps Component Library、RTMaps SDK (ソフトウェア開発キット) など、複数の独立したモジュールが存在します。パデュー大学工学部の Mohamed El-Sharkawy 教授は、「RTMaps Embedded は、マルチセンサに伴う課題に対応し、克服できるように設計されています」とし、「先進運転支援システム、自動車、およびロボット産業などの分野において堅牢かつ迅速な開発を行うための効率的かつ使いやすいフレームワークが備えられているため、私たちはアプリケーションを容易に開発、テスト、検証、ベンチマーク評価、および実行することができました」と述べています。また、テストプラットフォームには、車両が周辺の 3D 高精細画像をリアルタイムに作成できるようにするための組み込みコンピューティングシステムである NXP BlueBox も導入されました。研究において、学生たちは特に BlueBox Version 2.0 を使用しました。Version 2.0 には、S32V234 自動車用ビジョンおよびセンサ融合プロセッサ、LS2084A 統合通信プロセッサ、S32VR27 レーダーマイクロコントローラが備えられています。El-Sharkawy 教授は、「NXP BlueBox を使用すると、運転環境を分析でき、自動運転車両を開発する際の自動車の信頼性だけでなく、リスク要因を評価することもできます」とし、「BlueBox は自動車の信頼性を向上させるうえで必要な性能と機能安全性を提供しており、RTMaps との統合も可能です」と述べています。

&gt;&gt;

**自** 動車メーカーは、自動運転車両向けのセンサや電子制御ユニット (ECU) の数の増大に対応するため、さまざまなタスクをリアルタイムに処理できる先進的かつ効率的なソリューションを利用する必要性に迫られています。自動運転車両では、カメラ、レーザースキャ

ナ、レーダー、全地球的航法衛星システム (GNSS) レシーバなどのさまざまなセンサから受信したデータを数ミリ秒以内でロギング、タイムスタンプ同期、および処理し、車両の正確な位置と安全な動作を保証しなければなりません。インディアナ大学 - パデュー大学インディアナポリス校

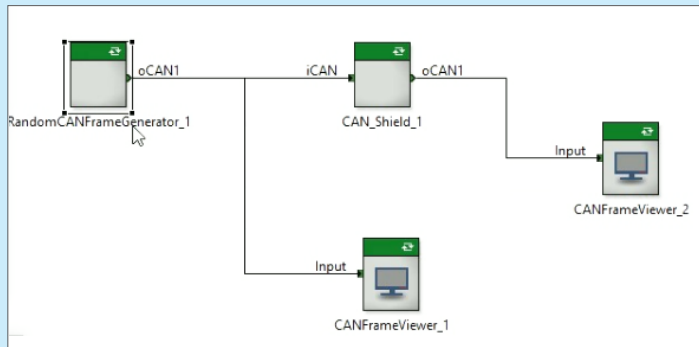


図 1 : ユーザ定義のコンポーネントパッケージに対応した RTMaps ワークスペース

Identifier	Time (ms)	Data
S 21d	0:00:01.01	0xfe
S 237	0:00:03.01	0xfe
X 216	0:00:05.02	0xfe
X 1f4	0:00:07.03	0xfe
S 239	0:00:09.04	0xfe
X 20c	0:00:11.05	0xfe
X 242	0:00:13.06	0xfe
X 22e	0:00:15.07	0xfe
X 232	0:00:17.08	0xfe
X 234	0:00:19.09	0xfe
S 1f9	0:00:21.10	0xfe
S 221	0:00:23.11	0xfe
S 245	0:00:25.11	0xfe
S 20f	0:00:27.13	0xfe
S 231	0:00:29.14	0xfe
S 24f	0:00:31.14	0xfe
S 253	0:00:33.15	0xfe

図 2 : RTMaps の CAN フレームビューアを使用した出力表示

注 : RTMaps Embedded は、自動運転機能に対応したプロトタイピングプラットフォームである dSPACE MicroAutoBox Embedded SPU と互換性があります。

### 5 つのアプリケーションをテスト

学生たちは、テストプラットフォームを構築したうえで、5 つの自動運転用アプリケーションの研究およびプロトタイプの実作に取り組みました。

1. ユーザ定義のコンポーネントパッケージの作成
2. ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントの開発
3. 歩行者の検出
4. リアルタイムシナリオの記録と再生
5. SVM 分類器を使用した前方衝突警告

### アプリケーション 1 : ユーザ定義のコンポーネントパッケージの作成

学生たちは、RTMaps Studio のグラフィカルな開発環境と RTMaps コンポーネントライブラリを使用しました。そして C/C++ および Python コードを統合し、コンポーネントパッケージを作成しました。さらに、RTMaps SDK を使用して、RTMaps のプロジェクトワークスペースにコンポーネントパッケージをインポートしました。これにより、RTMaps コンポーネントライブラリから提供されるコンポーネントを接続して、RTMaps Studio 内でアプリケーションを作成できるようになりました。IUPUI 工学部の学生である Sreeram Venkitachalam 氏は、「RTMaps Studio を使用すると、複雑なモジュール型アプリケーションを容易にセットアップすることができます」とし、「RTMaps Studio のワークスペースには、ライブラリから簡単にコンポーネントをドラッグできます。これらのコンポーネントは、通信、センサのインターフェース接続、アルゴリズムの構築、およびアクチュエータの接続に使用できます」と述べています。図 1 は、RTMaps Studio にインポートされたユーザ定義のコンポーネントパッケージを示しています。標準および拡張型の CAN フレームはいずれも、RandomCANFrameGenerator コンポーネントを使用して生成されました。受信した CAN データがフィルタリングされ、RTMaps の標準コンポーネントである CANFrameViewer コンポーネントに標準のフレームのみが表示されます。ジェネレータコンポーネントには CAN フレームの生成速度を制御するための 2 つの動作が組み込まれており、「スピードアップ」動作では現在の CAN 生成速度が 2 倍になり、「スピードダウン」動作では CAN 生成速度が 50% 低下します。

### アプリケーション 2 : ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントの開発

学生たちは、次のアプリケーションプロジェクトにおいて、ニューラルネットワークを活用した Python コンポーネントを開発し、入力画像の分類を行いました。ここでは、Python スクリプトを開発するため、構文が着色される便利なエディタを備えた RTMaps Embedded パッケージの Python コンポーネントを使用しました。エディタは、コンポーネントモジュールを右クリックし、コンテキストメニューより表示できます。RTMaps の Python ブロック



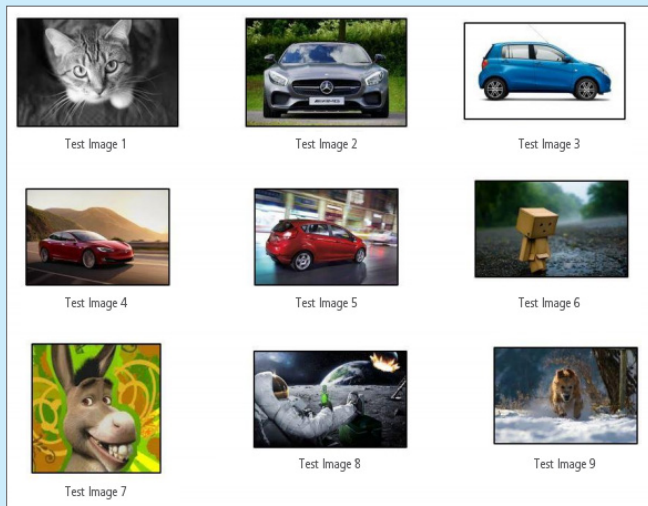


図 4：車両検出機能をテストするための入力画像

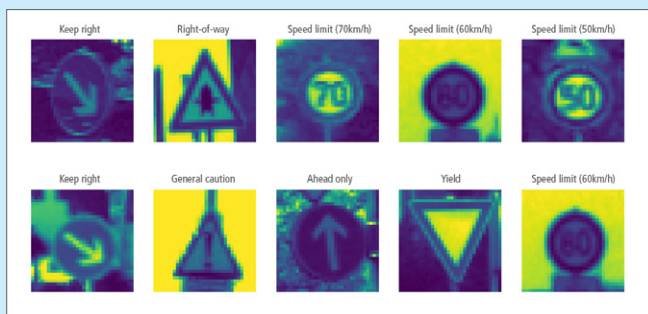


図 5：TensorFlow モデルを使用して分類したドイツの道路標識

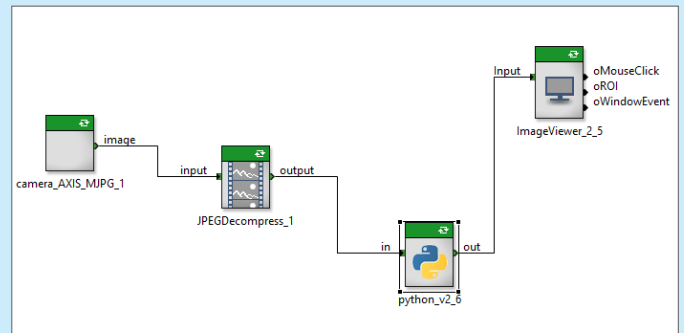


図 6：IPCAM ベースの歩行者検出機能のダイアグラム

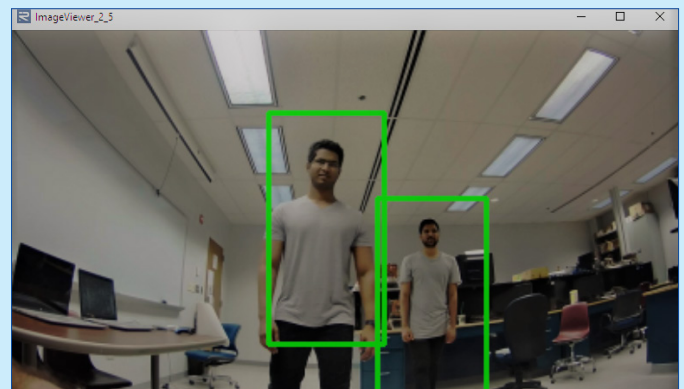


図 7：検出された歩行者の周囲には境界ボックスを描画

「RTMaps Embedded は、マルチセンサに関する課題に対応し、克服できるように設計されており、先進運転支援システム、自動車、およびロボット産業などの分野において堅牢で迅速な開発を行うための効率的かつ使いやすいフレームワークが備えられています」

Mohamed El-Sharkawy 教授 (パデュー大学工学部)

### アプリケーション 3：歩行者の検出

学生たちは、次のアプリケーション試験において、Axis IP カメラ (IPCAM) を使用してリアルタイムフレームを取得することで、歩行者を検出できるようにしました。RTMaps の Python アプリケーションの歩行者検出モデルでは、入力された画像内の人物を検出し、境界ボックスを描画します (図 7)。事前学習済みの検出器として、勾配方向ヒストグラム (HOG) と線形サポートベクターマシン (SVM) が使用されました。また、境界ボックスの重複回避には、非最大抑制 (NMS) が使用されました。歩行者検出モデルは Python コンポーネントに統合され、IPCAM からの入

力画像が Python アプリケーションに供給されました。RTMaps の画像ビューアには、検出された歩行者と境界ボックスが表示されました。

### アプリケーション 4：リアルタイムシナリオの記録と再生

学生たちは、4 番目のアプリケーションプロジェクトにおいて、RTMaps を使用してリアルタイムデータを記録および再生できるか検証しました。ここでは、BlueBox の LS2084A に IPCAM を統合して画像を取得し、それらを REC ファイルとして IPCAM フォルダに保存しました。取得したデータを REC ファイルとして保存するこ

とで、学生たちは容易に再生することができました。

### アプリケーション 5：SVM 分類器を使用した前方衝突警告

学生たちは、最後のアプリケーションプロジェクトにおいて、車載前方監視レーダーモデルと分類器アルゴリズムを含む前方衝突警告システムの実装に取り組みました。レーダーモデルから出力される値は、速度 / 加速度および分離距離です。これらの出力を線形回帰および SVM 分類器への入力として使用し、警告範囲 (つまり、自車と前車との間で衝突が起きる可能性のある範囲) を予測しました。

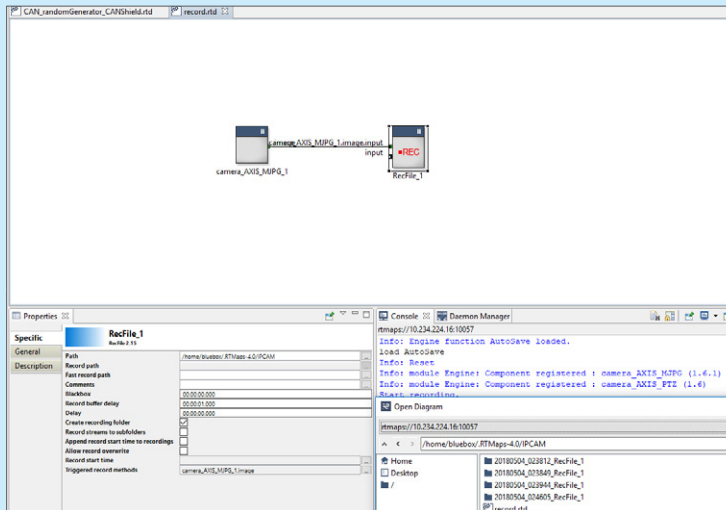


図 8 : BlueBox での記録の例

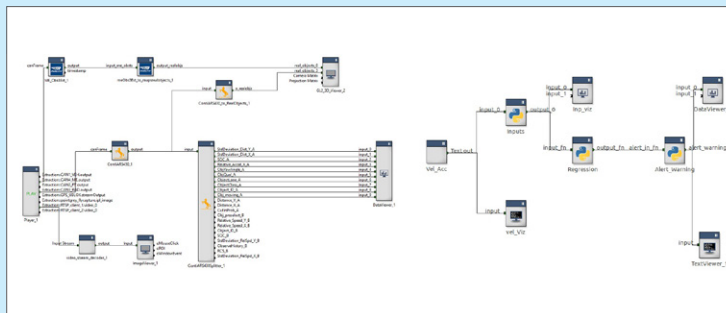


図 9 : SVM 分類器を使用した前方衝突警告のダイアグラム

まとめ

IUPUI 工学部の学生たちは、RTMaps Embedded プラットフォームと NXP BlueBox を使用することにより、自動運転に関するさまざまなアプリケーションプロジェクトを完了することができました。彼らは、5 つの異なるサンプルアプリケーションの開発およびテストを完了したことで、Intempora RTMaps 4.5.0 と演算プラットフォームである BlueBox 2.0 の統合が可能であることを再確認しました。また、データ量や ADAS アルゴリズムの複雑さが増大する中、周辺の交通環境や走行条件をすばやく検出および応答できる自動運転車両の実現に向けた研究において、RTMaps と BlueBox の処理能力は大いに役立ちました。 ■

インディアナ大学 – パデュー大学インディアナポリス校のご厚意により寄稿

パデュー大学工学部の活動に貢献してきた研究メンバー



Mohamed El-Sharkawy 氏  
教授  
フルブライト奨学生  
IoT 共同実験室の責任者



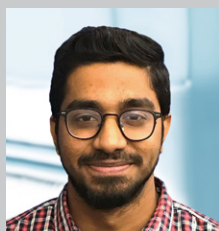
Akash Gaikwad 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部



Surya Kollazhi Manghat 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部



Sreeram Venkitachalam 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部、  
現在は Aptiv 社のテストおよび  
検証エンジニア



Niranjan Ravi 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部



Sree Bala Shruthi Bhamidi 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部



Dewant Katare 氏  
大学院生  
IoT 共同実験室  
電気およびコンピュータ工学部