

Technical Article

エッジ側でのインテリジェント センシングにより、スマートな自律型ロボットが可能になります



Prajakta Desai

この投稿は **Lali Jayatilleke** との共同執筆です

前回のブログ投稿では、TI のミリ波 (mmWave) センサにより、ファクトリ内のロボット アームのエッジ側インテリジェンスを実現する方法について説明しました。今回は、mmWave テクノロジーが自律型ロボット用のエッジ側インテリジェンスを実現して、センサがロボットの低速化または停止をリアルタイムで判断できるようにし、産業用ロボット アプリケーションにおける連続動作を確保する方法について説明します。

TI の mmWave センサは、産業用ロボットの衝突防止設計を採用するシステムで使用して、人や他の物体と相互作用するロボットの使用に関連する重要な問題点に対応できます。エッジ側でさらに機械学習処理が必要な場合、mmWave センサは **Sitara™** プロセッサのような産業用グレード プロセッサとシームレスに連携動作して、付加的なインテリジェンスを実現します。

ロボット アプリケーションの mmWave センシングを簡素化

[ホワイト ペーパーのダウンロード](#)

車載先進運転支援システムで mmWave を使用してサラウンドビュー監視と障害物検出を実行する場合のように、[図 1](#) に示す、物流ロボット、配達車両、フォークリフト、パレット ジャッキなどの自律走行車における課題を解決するために mmWave センサが役立ちます。

LOGISTIC
ROBOTSDELIVERY
ROBOTS

FORKLIFTS

PALETTE
JACKS

図 1. 多様な自律走行車

3D ポイント クラウド検出

非常に高い位置から物体を検出する場合は、3 つのトランスミッタと 4 つのレシーバ アンテナ構成の mmWave センサを使用して、方位角面と仰角面の両方の角度情報を使用し最大 30m までの 3D 物体を検出できます。これは、フォークリフトなどの車両で、センサが地面から高い位置に配置されている場合に便利です。シングル センサで 120 度の視野角にわたって物体を検出できるため、サラウンド監視システムで要求されるセンサ数を最小限に抑えることができます。

高精度検出向け高分解能

mmWave センサは 4GHz の広帯域幅で動作するため、最短 4cm の距離にある個別の物体を識別でき、暗闇、ほこり、物理的な障壁により遮られる可能性のある領域でも動作可能です。センサが物体と人を高精度でカウントおよび識別して、衝突前にロボットを停止するなどの適切な動作をリアルタイムでトリガするためには、この高分解能の能力が必要です。

mmWave センサを使用すると、物体のリアルタイム センシング機能や回避機能に加えて、より高度な産業用ロボットを実現するための追加機能を実現できます。

対地速度とエッジの検出

TI の mmWave テクノロジーは、ドップラー偏移を使用する高精度対地速度センシングに対応するサブミリメートル単位の精度と高い分解能を実現しています。回復不能となる状況を回避するため、センサ システムは車両の対地速度を計算して、車輪がスリップする可能性のある、積み下ろしドックなどの地面の境界を検出できます。

透過性物体の検出

TI の mmWave センサは、光に依存して検出する一部のテクノロジーでは検出が困難な、ガラスやプラスチックのような透明な物体や、暗い場所での物体を検出できます。検知精度が向上すると、ガラスの障壁または物体との衝突などの防止に役立ちます。

SIL-2 準拠

TI の 60GHz mmWave センサは、人間と機械の密接な相互作用によるインシデント管理を目的とした、IEC 安全度水準 (SIL)-2 規格に準拠しています。SIL-2 認証済みシステムを設計する際に TI の mmWave センサを使用すると、安全性プロセッサ システムや冗長センサ システムをさらに実装せずに認証取得する機能を実現できます。

自律型ロボットにおける TI の mmWave センサ

TI の高集積 mmWave レーダー センサは、デジタル信号プロセッサの一部として、エッジ側でインテリジェントな自律性を実現する高度なクラスタ化および追跡のアルゴリズムを搭載しています。図 2 はプロセッシング機能を統合した TI の mmWave チップを示しています。

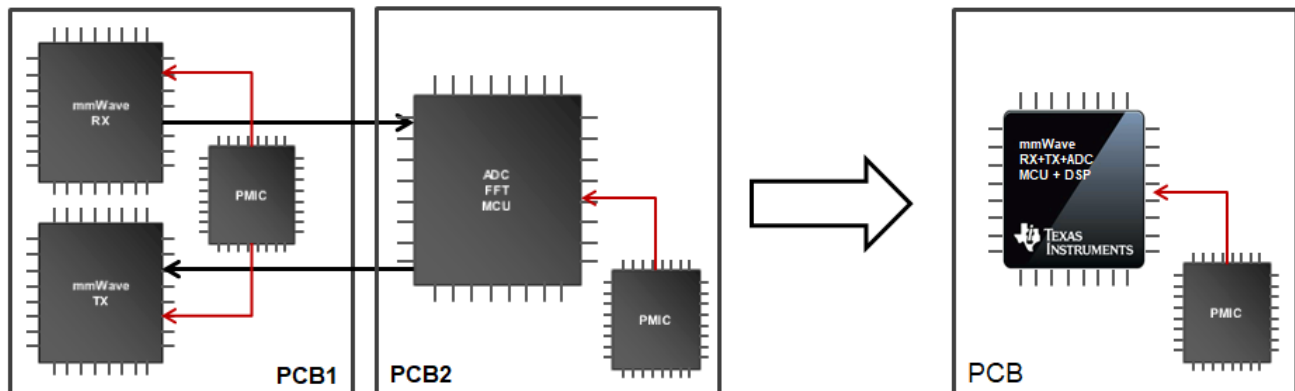


図 2. 代表的なフロント エンド センサ ソリューションとエッジ インテリジェンスを実現する TI の mmWave 内蔵センサとの比較。

TI の mmWave センサは環境 (雨、ほこり、煙) 条件や照明条件の影響を受けず、プラスチックなどの物質を透過して検出できるため、ロボットの経路内にある物体を効果的に検出するための外部レンズ、開口部、センサ面を必要としません。

エッジ インテリジェンスの向上

機械学習のサブセットであるディープ ラーニングは産業分野で一般的になりつつあります。TI はハードウェアとソフトウェアのサポートを提供しており、ロボットを含めたさまざまなアプリケーションでディープ ラーニング推論をエッジに実装するのに役立ちます。

スマート センシングでは不十分なアプリケーションに対応する、Sitara AM57x プロセッサ ファミリでは、最大 1.5GHz で動作する高性能 Arm® Cortex®-A15 コアおよびデュアル コア C66x プロセッサを搭載しています。これにより、ディープ ラーニング推論や従来のマシン ビジョン アルゴリズムを実行して、アプリケーションにおける予測保守や残存寿命などの機械学習ニーズを解決、または既存の能力を上回るセンサ入力に基づいて意思決定を実行できます。Sitara AM57x プロセッサは産業用通信 (EtherCAT、Profinet、時刻同期ネットワーク、Profibus、イーサネット/インターネット プロトコル) 用専用ハードウェアを搭載し、ロボット コントローラの中央演算装置として機能します。

結論として、堅牢な物体検出を実現する統合型 mmWave センシング ソリューションと、機械学習を拡張する Sitara プロセッサを使用すると、ロボット アームの周囲のエリア スキャナ、または自律型ロボットの衝突防止機能に対応する、インテリジェントなソリューションを実現できます。すぐに開発を始めるには、当社のリソースをご覧ください。

その他資料

- TI の mmWave センサと Sitara プロセッサを組み合わせるスマート ロボットを実現する方法の詳細については、ビデオ『[mmWave を使用するロボット](#)』をご覧ください。
- 当社の最新のリファレンス デザイン、『[ROS を使用する Sitara プロセッサと mmWave センサによる自律型ロボットのリファレンス デザイン](#)』を活用して開発を始めてください。
- ホワイト ペーパー、『[よりスマートな産業用アプリケーションの実現に役立つ 24GHz を超える 60GHz mmWave センサの選択](#)』をご覧ください。
- アプリケーション ノート、『[mmWave レーダー センサ: オブジェクトと範囲との関係](#)』をご覧ください。
- 当社のホワイト ペーパー、『[センサ データによりロボットの AI を強化する方法](#)』をご確認ください。
- この[ブログ記事](#)と[ホワイト ペーパー](#)の、エッジ側でのディープ ラーニングをお読みください。

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月