

Technical Article

シングルチップの 8×8 カスケード対応トランシーバによる 4D レーダー イメージングの実現



Rogerio Almeida, Gerold Joseph Dhanabalan

まとめ

この記事では、[AWR2188](#) などのシングルチップ 8 個の 8 レーダートランシーバを活用して、自動運転自動車向けの高度な 4D 画像処理レーダーを実現する方法を説明します。4D レーダーは、物体の高さを検出するために垂直角度測定機能を追加し、ADAS の精度を向上します。これらのデバイスは、分散配置されたセンサが未加工データを中央プロセッサにストリーミングするサテライトレーダーアーキテクチャにも対応しており、システム設計の簡素化と、車両全体を網羅するより包括的なレーダーカバレッジを実現します。

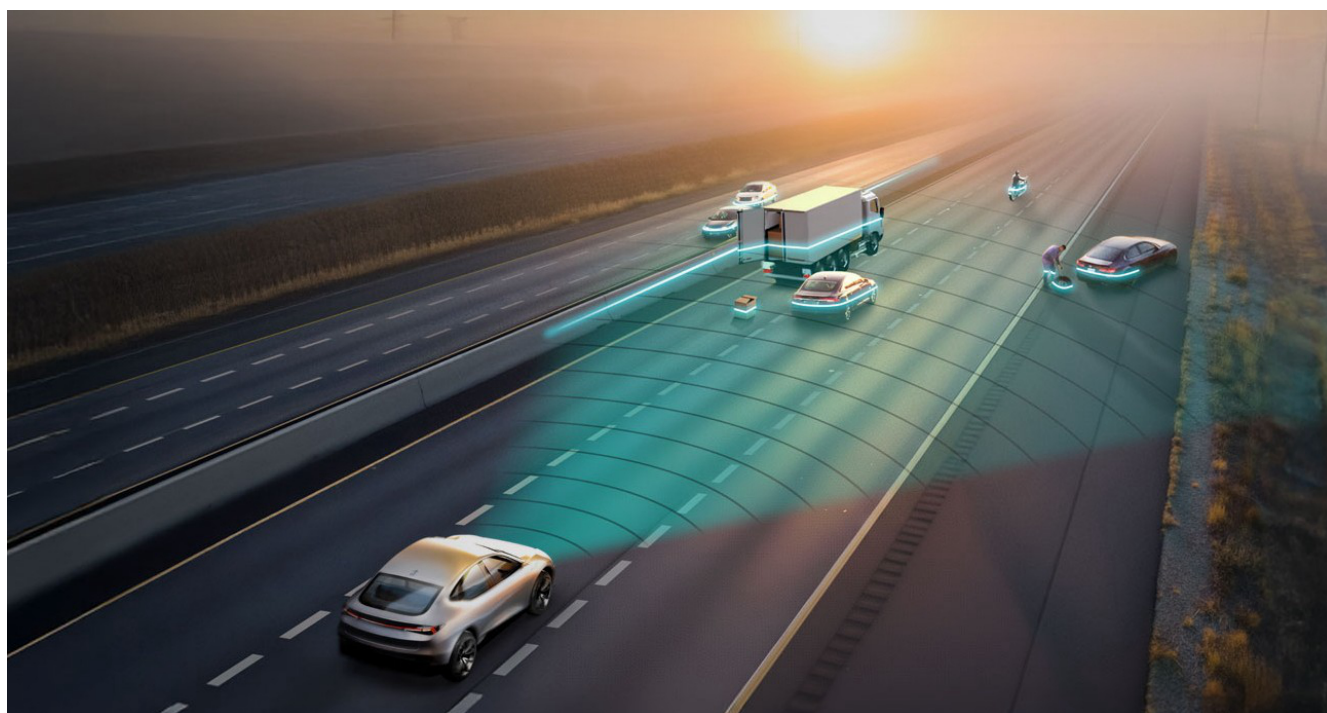


図 1. 4D イメージングレーダーは、道路上の物体の高さを含む高解像度データを提供

はじめに

自動運転機能の潜在能力を引き出すには、先進運転支援システム (ADAS) が、他の物体との距離、車両の周囲および前方に存在する物体の種類 (他の車両、人、障害物など)、そして車両の速度といった、非常に詳細で連続的な環境データを信頼性が高い状態で取得できることが必要です。

レーダーは、ADAS が車両周辺の状況をより正確に認識し、適切に反応することを可能にする基盤技術であり続けています。特に、ドライバーの視認性や、カメラや光学系センサーの精度が低下する悪天候下において、その重要性は顕著です。

垂直角の測定を追加しつつ高解像度センシングを可能にする 4D イメージングレーダーなどのレーダー技術の革新や、衛星レーダー構成の採用により、自動車技術者協会が定義する車両自動化レベルのより高い段階に向けて、業界の進展が加速しています。

これらの革新と、それを実現するシングル チップ レーダ トランシーバにより、近傍または接近する物体を追跡し、識別する際の精度を高めるための、高解像度かつ包括的なレーダー センシングの実装が簡素化されています。

4D レーダーとは何ですか？また、車両の自律性にどのように影響を及ぼしますか？

自動車用レーダー システムでは、一般に車両の前後コーナーに短距離および中距離レーダー センサを配置し、ブラインド スポット 検知、レーン キープ アシスト、前方および後方のクロストラフィック アラートに使用します。車両前方に配置された長距離レーダー センサは、自動緊急ブレーキやアダプティブ クルーズ コントロールを担います。4D 画像処理レーダー (表 1 を参照) は、垂直角度の測定値を追加することで 3D レーダの能力を拡張し、自動車がブリッジやトンネルなどの構造の高さを検出できるようにします。

表 1. 従来の車載レーダー システムのコア機能

機能	説明
距離測定	距離測定により、安全な車間距離の維持を可能にします
速度検出	ドップラー 偏移を使用して、移動している物体の相対速度を追跡します
角度分解能	物体の相対的な位置を特定します
マルチオブジェクトトラッキング	車両、歩行者、自転車利用者を同時に追跡することをサポート

距離、水平位置、速度のデータと組み合わせることで、ADAS 機能は物体を検出し、道路上の落下物、障害物、車両、路面、歩行者、さらにはタイヤ交換のために車両のそばでしゃがんでいる人物まで識別できます。このようなセンシング機能により、自動車の周囲にある物体を高分解能で視覚化できます (図 1)。

4D イメージング レーダーは、物体検出の距離を拡張すると同時に、精度も向上させます。LiDAR やカメラとは異なり、4D イメージング レーダーはエコーロケーションに基づいており、電波を用いて物体の位置、速度、形状を特定し、周囲環境や車両の状態を監視します。電波は雨や霧、粉じんなどの粒子を透過できる長い波長を持つため、4D イメージング レーダーは、視界が悪い悪条件下において、LiDAR やカメラよりも優れた性能を発揮します。

4D イメージング レーダーは、高解像度マッピングを可能にする 複数入力/ 複数出力アンテナ アレイからデータを取得します。周囲環境内のターゲットに向けて多数のアンテナが信号を送信し、そこから反射された信号を受信することで、アンテナ アレイはポイント クラウド データを生成し、環境モデリングや物体分類の精度向上につながります。

シングル チップの 8×8 レーダー チップは、4D レーダー設計をどのように簡素化しますか？

4D イメージング レーダーの実装は、自動車の完成車メーカー (OEM) にとって大きな課題を伴います。従来のレーダー システムでは、高解像度イメージングに必要なアンテナ アレイ サイズやチャネル数を確保するために、複数のチップをカスケード接続する必要がある場合が多く、その結果、システムの複雑化、消費電力の増加、コストの上昇を招きます。このような統合は、より高度な熱管理や大きなプリント回路基板のフットプリントを必要とし、車両設計や製造をさらに複雑にします。

例えば、4×4 トランシーバを用いて 8×8 構成を実装する場合、2 つの 4×4 トランシーバをカスケード接続する必要があり、さらに PMIC や追加の周辺回路、それら 2 つの IC を配線するためのより大きな基板が必要になります。この場合、システム全体の複雑さ、消費電力、システムコストの増加につながります。シングル チップの AWR2188 トランシーバーであれば、この構成を単体で実現できるだけでなく、8×8 デバイスを 4 個カスケード接続するだけで最大 32×32 まで拡張可能であり、システムの複雑性を大幅に低減できます。

図 2 に、8×8 構成から 16×16、24×24 および 32×32 構成まで AWR2188 トランシーバをカスケード接続する方法を示します。この高い拡張性により、ティア 1 自動車サプライヤや OEM は、機能向上やより高度な自動化に対する消費者の要求に対応できます。

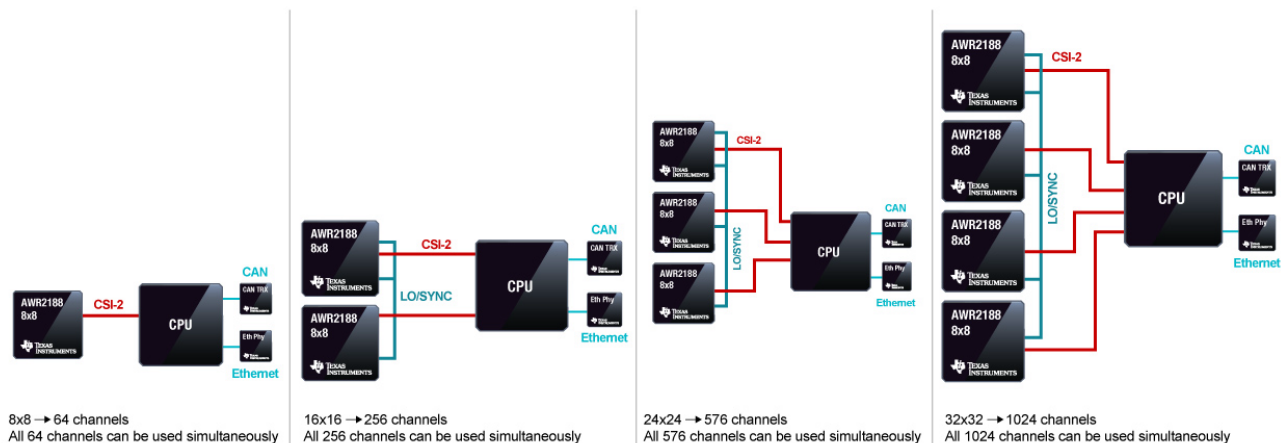


図 2. AWR2188 4D レーダートランシーバーによる 8×8 から 32×32 までのカスケード構成

これらのデバイスをカスケード接続することで、(図 3 を参照) 350m を上回る距離の物体検出でさらに高い性能と高精度を実現すると同時に、コスト効率の優れたスタンドアロン実装からプレミアム レーダー システムまで、スケーラブルな開発パスを確保できます。

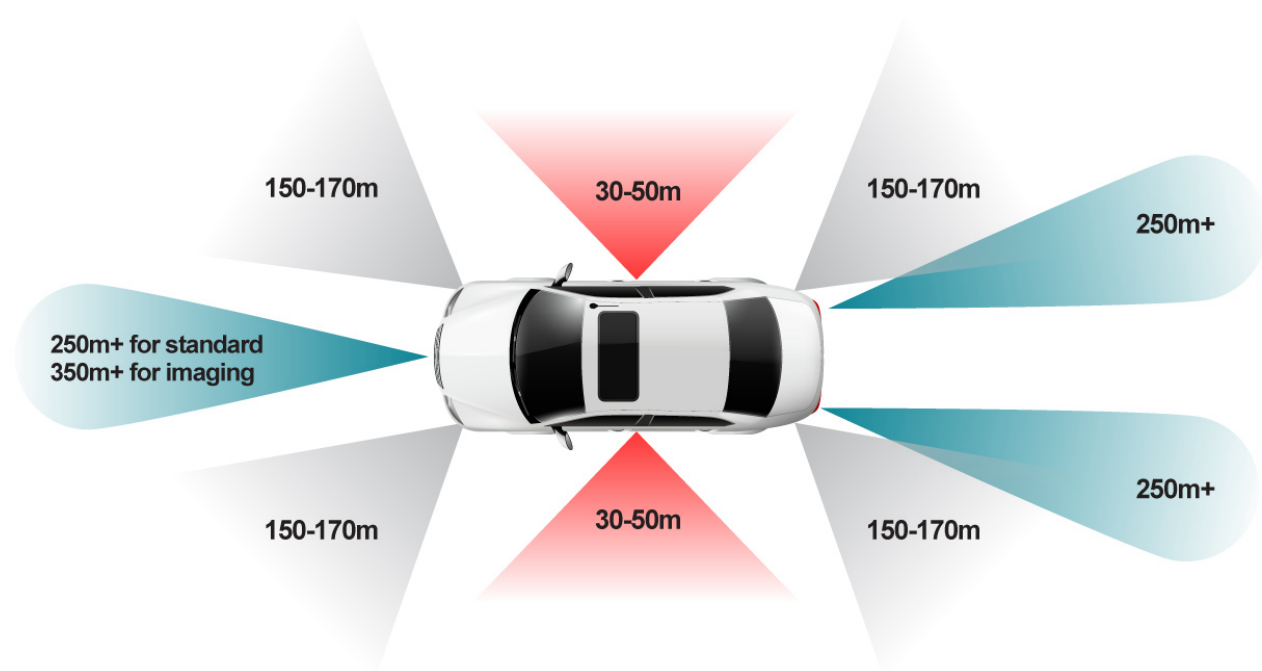


図 3. 4D イメージング レーダーは、カバレッジを向上させます

シングルチップの 8×8 レーダートランシーバがサテライトレーダーアーキテクチャをサポートする方法

高度な ADAS 機能を支えるために、自動車用レーダーは、各センサーでデータ処理を行う従来のエッジレーダーアーキテクチャから、車両周囲に配置されたレーダートランシーバが未加工データを提供し、それを中央の電子制御ユニット (ECU) で処理するサテライトレーダーアーキテクチャへと進化しています。

サテライトアーキテクチャの分散構成により、従来のエッジレーダー構成のように各センサ側でデータを処理するのではなく、中央 ECU がより容易に包括的な周辺環境の把握を行え、カバレッジのギャップを最小限に抑えることができます。

サテライトアーキテクチャでは、中央 ECU が高い演算リソースを活用することでレイテンシを最小限に抑え、車両がセンサデータに対してより迅速に反応できるようになります。

最新のセンサ統合では、イメージングシステムやレーダーセンサなど複数の入力ソースからのデータを統合するために、人工知能や機械学習フレームワークの活用が進んでおり、最小限に処理された、または生のセンサ入力を用いてシステム性能の向上を図っています。未フィルタのデータストリームを CPU に送信することで、従来のアーキテクチャでは実現できなかった、車両フリート全体にわたるソフトウェアベースの製品差別化や、運用面での高い適応性が可能になります。

AWR2188 は両方のアーキテクチャをサポートしており、業界をリードするプロセッサのエコシステムと連携できるよう設計されています。これにより、設計者はより高い自動化レベルを目指す中で、サテライトレーダーを容易に採用できます。図 4 に、AWR2188 センサを使用したサテライトアーキテクチャのブロック図を示します。

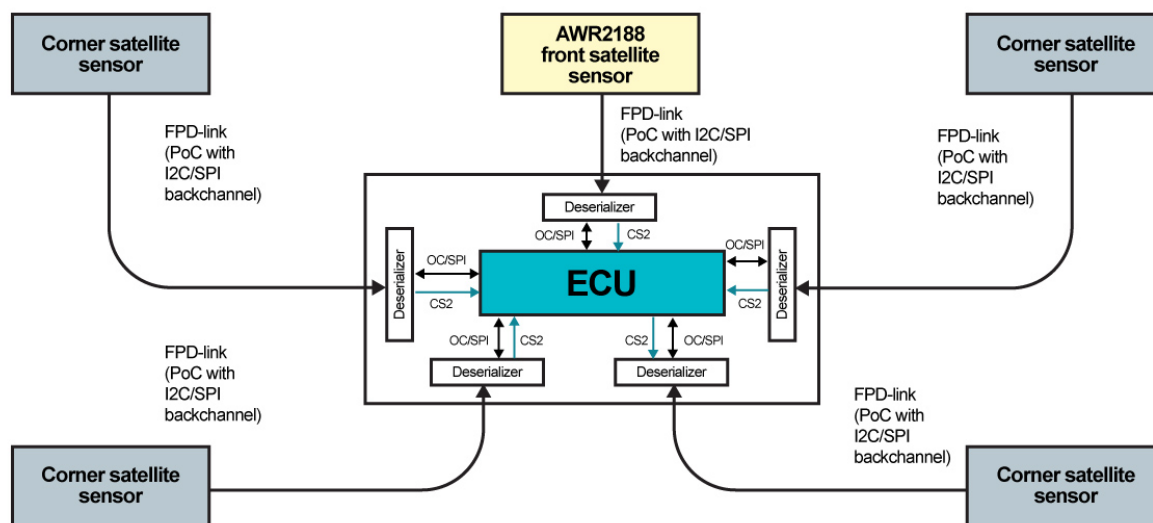


図 4. サテライトレーダーアーキテクチャのブロック図

まとめ

私たちの周囲の世界に対する認識を高めることで、より迅速で安全、かつ自律的な運転体験という未来に、さらに一歩近づくことができます。周囲の状況をより正確に把握するため、現代の車両では複数のセンシングモダリティを組み合わせ、ADAS機能を強化しています。

AWR2188 のような 4D イメージングレーダートランシーバは、エッジレーダーからサテライトレーダーアプリケーションへの進化を支えるために必要な RF 性能、チャネル数、カスケード接続性を提供します。

その他の資料

- 設計ガイド [車載フロントレーダー向けシングルチップ ミリ波ストリーミング レーダーのリファレンス デザイン](#) を利用して、開発を開始しましょう。
- サテライト アーキテクチャの詳細については、次の技術記事をご覧ください: [車載用途で最新のサテライトレーダー アーキテクチャを導入する準備はできていますか?](#)

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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むいかなる保証も、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](https://www.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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月