

Application Note

空域認識の有効化:ドローン用デュアルバンド ADS-B パッシブ受信



概要

このアプリケーション ノートでは、小型デュアルバンド ADS-B レシーバの技術的な実装について説明します。低消費電力のソフトウェア無線 (SDR) アーキテクチャに注目し、ドローンが飛行への耐久性やハードウェアの複雑さを損なわずに状況認識を維持できるようにします。

目次

1 概要.....	1
2 デュアルバンドの要件:978MHz と 1090MHz.....	1
3 UAS 統合におけるエンジニアリング上の課題.....	1
4 TI の ADS-B 製品ポートフォリオ:高性能、低電力の受信.....	2
5 まとめ.....	3
6 参考資料.....	3

商標

SimpleLink™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

有人航空機の共有空域内では、視覚的視野を超え (BVLOS) で飛行することができるドローンの密度が増加するにつれ、「感覚と回避」技術の必要性は、提案されている FAA Part 108 の下で、任意の機能から規制要件へと移行しています。無人ドローンと有人航空の間に衝突を回避するために、ドローンは近くの航空機の動きを検出して解釈する能力を持っていなければなりません。有人航空機はすでに ADS-B 信号を放送しているため、ドローンは新たな規制要件を満たすために、ADS-B 信号の受信を利用できます。

2 デュアルバンドの要件:978MHz と 1090MHz

効果的な空間統合には、シングルバンド以上のレシーバが必要です。現在の航空状況は、位置データをブロードキャストするために、2 つの異なる周波数基準に依存しています。1090MHz エクステンデッド スキッタ (1090ES) および UAT。1090ES は、民間航空機や高地航空機で使用される世界標準であり、大規模な交通管理のための長距離データを提供します。さらに、978MHz 周波数はユニバーサル アクセストランシーバ (UAT) と呼ばれ、一般的な航空および低高度の運用に最適化されています。米国では、ドローンが真に「空域認識」されるためには、ドローンの車載システムが両方の帯域を監視する必要があります。1090MHz に耳を傾けるだけのドローンは、978MHz 上の低飛行の一般航空航空機には目を離さず、大きな安全ギャップを生み出します。したがって、包括的な状況認識を提供する唯一の方法は、デュアルバンドアプローチです。

3 UAS 統合におけるエンジニアリング上の課題

ドローン向けの ADS-B レシーバの設計は、固定的な地上ステーション向けの設計に比べてかなり困難です。エンジニアは、サイズ、重量、電力 (SWaP) に関する厳格な制約に取り組む必要があります。ハードウェアが追加されるたびに、ドローンのペイロード容量と飛行時間が直接減少します。一部のドローン システムは、公共の安全性と高い信頼性を実現すると同時に、都市部を移動するために、冗長な ADS-B 無線を必要とします。さらに、ドローンの電磁環境は本質的に「ノイズ」です。電子速度コントローラ (ESC) の高周波スイッチング、モータのパルス幅変調、大電力テレメトリ無線の存在は、

困難な信号対雑音環境を作り出します。ADS-B 受信機は非常に選択性が高く、弱い距離の航空パルスを局所的な電磁干渉の海から引き出せる必要があります。

4 TI の ADS-B 製品ポートフォリオ: 高性能、低電力の受信

テキサス インストルメンツは、低消費電力および高信頼性アプリケーション向けに特別に設計された高集積 RF アーキテクチャにより、1090ES および UAT 帯域の両方でこれらの課題に対応しています。TI のデバイスは、CC1312R、CC1352R、CC1352P、CC1312R7、CC1352P7、次世代 SDR を搭載しており、両方の ADS-B 帯域を監視できる小型のデュアルバンド レシーバを実現しています。TI の SDR は、Arm Cortex-M0 プロセッサと、図 4-1 に示すデバイス RF コア内の LNA を含む RF トランシーバ フロント エンドを統合しています。RF コアは、メインのオンチップ CPU に対して、高水準のコマンドベースのアプリケーション プログラム インターフェースを提供します。これらのコスト効率が高く高集積のデバイスは、5.8mA の受信モードで消費電力が低く、小型の 7mm×7mm QFN パッケージで小型の UAS プラットフォーム向けの ADS-B レシーバ ボード設計で SWaP-C を簡単に最適化できます。

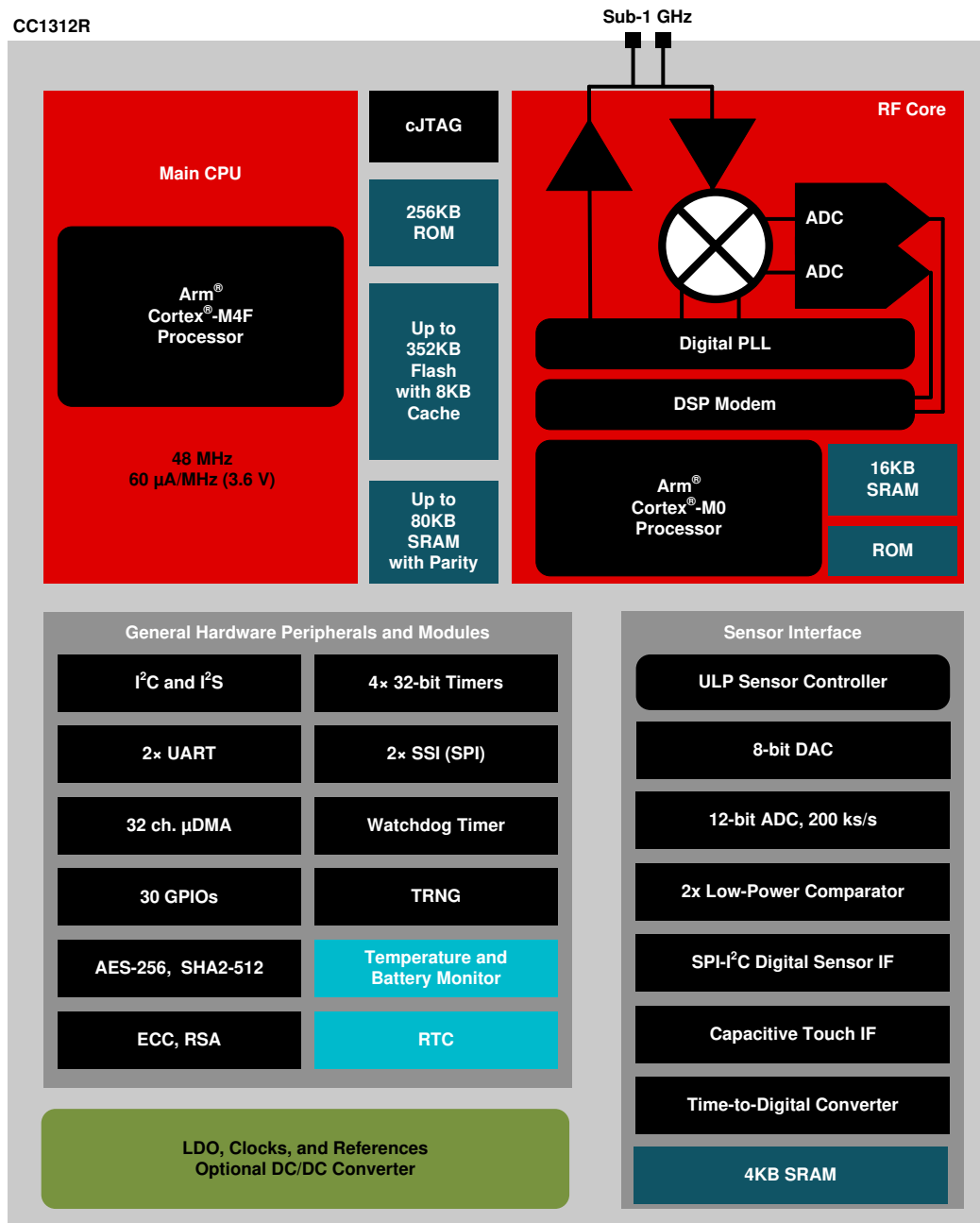


図 4-1. CC1312R のブロック図

TI のアーキテクチャは、洗練された無線フロント エンドを活用することで、ADS-B のどちらかの帯域で離れた航空機を検出するのに必要な高い感度を実現しています。UAS プラットフォームの電氣的ノイズに対抗するために、システムは高度なデジタル信号処理を採用して干渉を除去し、フライト コントローラがクリーンで実用的な位置データを受信できるようにしています。最も重要なことは、TI デザインの電力プロファイルが、UAS のバッテリーに制約のある性質に合わせて最適化されていることです。効率的なスリープ モードと効率的なデータ処理により、レシーバはミッション期間を通して継続的に動作し、航空機の飛行エンベロープに大きな影響を与えることなく、状況認識の「安全ネット」を実現します。

また、ADS-B レシーバで大きなゲインが必要な場合、テキサス インスツルメンツは 1090MHz または 978MHz に適合できる小型低消費電力 LNA も提供しています。TRF3302 は、消費電力が < 4.6mA 未満で、1.8V ~ 3.3V の調整可能な入力電圧を備え、SWaP の影響を受けやすい UAS プラットフォーム用に 1.3mm × 1mm のパッケージで供給されます。

5 まとめ

ドローンの規制環境が進化し続ける中で、有人航空機を回避する能力は、飛行認証の標準要件になりつつあります。デュアルバンド ADS-B レシーバを実装することで、ドローン メーカーは高い水準の安全性とコンプライアンスを実現できます。TI は、コンパクトなコンポーネントと超低消費電力を組み合わせる重要なビルディング ブロックを提供し、この洗練された空間意識を次世代のドローンで実現しています。

6 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、『[CC1352R SimpleLink™ Arm Cortex-M4F マルチバンド Sub-1GHz および 2.4GHz ワイヤレス マイコン、EdgeAI サポート付き](#)』、製品ページ
2. テキサス インスツルメンツ、『[CC1352P SimpleLink™ Arm Cortex-M4F マルチバンド Sub-1GHz および 2.4GHz ワイヤレス マイコン パワー アンプ内蔵](#)』、製品ページ
3. テキサス インスツルメンツ、『[CC1312R: 352kB フラッシュ搭載、SimpleLink™ 32 ビット Arm Cortex-M4F Sub-1GHz ワイヤレス マイコン](#)』、製品ページ
4. テキサス インスツルメンツ、『[CC1312R7: 704kB フラッシュ搭載、SimpleLink™ 32 ビット Arm Cortex-M4F Sub-1GHz ワイヤレス マイコン](#)』、製品ページ
5. テキサス インスツルメンツ、『[CC1352P7: EdgeAI 対応、+20dBm、SimpleLink™ 32 ビット Arm Cortex-M4F Sub-1GHz ワイヤレス マイコン](#)』、製品ページ
6. テキサス インスツルメンツ、『[TRF3302、1165MHz から -1640MHz へのマルチバンド GPS および GNSS 低ノイズ アンプ \(LNA\)](#)』、製品ページ

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