

Design Guide: TIDA-010997

エッジ AI Sensor BoosterPack™ のリファレンス デザイン




説明

このリファレンス デザインでは、複数の TI 評価基板 (EVM) と互換のプラグ アンド プレイ時系列センサの BoosterPack™ を導入しています。このデザインでは、CCStudio™ Edge AI Studio を使用してエッジ AI アプリケーションの開発と評価を行うため、さまざまな種類のセンサに直接アクセスし、簡単にデータを収集できます。

リソース

TIDA-010997	デザイン フォルダ
TAA3020	プロダクト フォルダ
HDC3020	プロダクト フォルダ
OPT4001	プロダクト フォルダ
TMAG5170	プロダクト フォルダ
TLV8544	プロダクト フォルダ



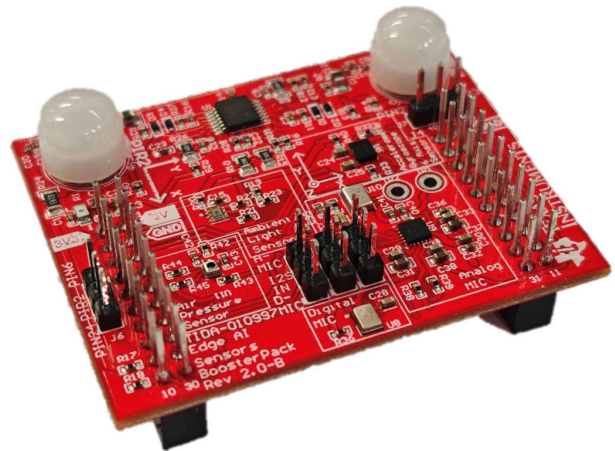
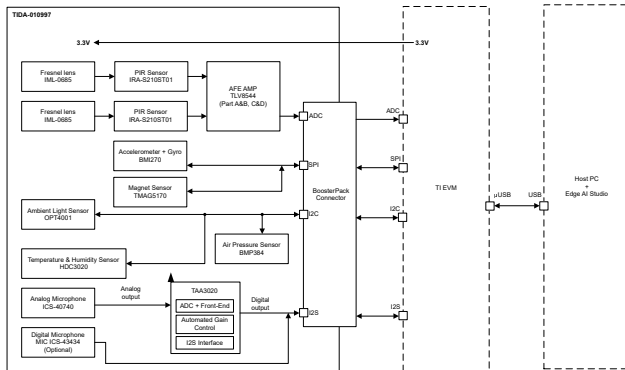
テキサス インストルメンツの E2E™ サポート エキスパート にお問い合わせください

特長

- 2 個のデュアル素子 PIR センサおよびフレネル レンズ (IRA-S210ST01 + IML-0685)
- デジタル I²S 出力、ボトム ポート マイク (ICS-43434)
- 超低ノイズ、差動アナログ マイク (ICS-40740)
- デジタル湿度および温度センサ (HDC3020)
- 低消費電力 6 軸加速度計 + ジャイロ センサ (BMI270)
- 高速、高精度周辺光センサ (OPT4001)
- 高精度、リニア 3D ホール エフェクト センサ (TMAG5170)
- デジタル圧力センサ (BMI384)

アプリケーション

- ドアおよび窓センサ
- 電子スマートロック
- ガラス破壊検出器
- モーション検出器
- サーモスタット



1 システムの説明

さまざまな産業用、車載アプリケーションにおいて、エッジ AI は基本要件として求められるようになりました。エンジニアは、組み込みデバイスがセンサ データをローカルで解釈し、誤警報を低減し、応答性を向上させることを期待しています。また、これらのデバイスは、クラウドに常時接続することなく、予測とコンテキスト認識に基づいて動作するようにする必要があります。この変化により、エンジニアが実際のデータを迅速に収集し、機械学習モデルをエッジ側に直接導入できる、アクセスしやすい開発プラットフォームが求められています。

Sensor BoosterPack™ は、時系列センサの評価と機械学習の開発に適した、フレキシブルなハードウェア プラットフォームを提供することで、このニーズに対応しています。**BoosterPack** は TI の複数の評価基板によってサポートされており、性能、消費電力、コネクティビティに関する要件に応じて、さまざまな処理デバイスに接続できます。ハードウェア環境とソフトウェア環境を組み合わせることで、ユーザーは同期したセンサ データをキャプチャし、推論モデルを迅速に導入できます。

開発を簡素化するために、このプラットフォームは **Edge AI Studio** ソフトウェア環境と統合されています。ユーザーは、グラフィカル ユーザー インターフェイスからデータセットの収集、イベントのラベリング、機械学習モデルのトレーニング、パフォーマンスの評価を行うことができます。このプラットフォームは、ソフトウェアで処理可能な出力を生成するため、データサイエンスのワークフローについて深い知識は必要ありません。これにより、異常検出、アクティビティ分類、状態監視、音響イベント検出などのアプリケーションのプロトタイプを迅速に作成できます。

複数のホスト プロセッサ間での互換性を維持するため、複数のオンボード ジャンパを使用してセンサを個別に有効化または無効化できるようになっています。これにより、選択した評価基板が必要な通信インターフェイスをサポートしていない場合でも使用できます (たとえば、**I2S** インターフェイスが利用できなくなった場合にデジタル マイクを無効にするなど)。以降の章では、すべてのハードウェア設計ファイル、必要なソフトウェア コンポーネント、開発ツールについて説明します。

2 システム概要

2.1 ブロック図

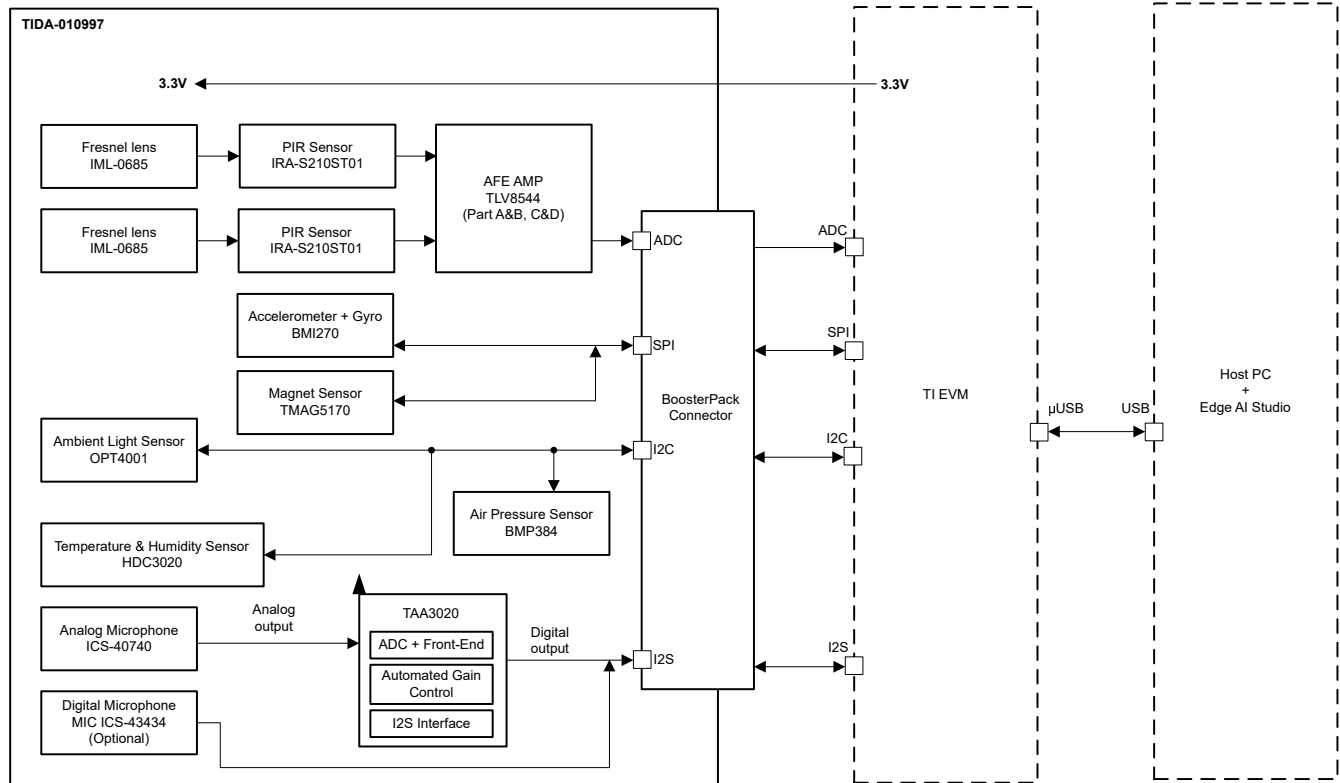


図 2-1. ブロック図

2.2 設計上の考慮事項

2.3 主な使用製品

2.3.1 MSPM0G5187 エッジ AI NPU 搭載、ミックスド シグナル マイコン

MSPM0G5187 マイコン (MCU) は、最大 80MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ 32 ビットコアプラットフォームに基づく高集積超低消費電力 32 ビット MSP MCU ファミリの一部です。これらのマイコンは、小型パッケージまたはピン数の多いパッケージ (最大 64 ピン) で最大 128KB のフラッシュメモリを必要とするアプリケーション向けで、コストの最適化と柔軟な設計を両立できます。

MSPM0G5187 シリーズのマイコンは、人工知能 (AI) および機械学習 (ML) アプリケーションを可能にする TinyEngine™ ニューラル プロセッシング ユニット (NPU) が搭載されています。NPU は、ディープ畳み込みニューラル ネットワーク (CNN) 向けに高効率なコアを提供し、事前トレーニング済みのモデルを使用した機械学習推論をサポートしています。このコアは、オンチップ CPU との組み合わせで動作して、CNN 推論で高い性能を発揮し、消費電力を低減します。

NPU は 80MHz で動作し、デバイスのメイン CPU から自律的に動作します。NPU は、任意のディープ ニューラル ネットワークをサポートできる、完全にプログラマブルなハードウェア アクセラレータを提供します。入力アクティベーションは 8 ビットまたは 4 ビットに対応し、重みパラメータは 8 ビット、4 ビット、または 2 ビットに対応します。

対応するレイヤ タイプには、汎用畳み込みレイヤ、ポイントワイズ レイヤ、デプスワイズ レイヤ、プーリング レイヤ (最大/平均)、および残差レイヤが含まれます。畳み込みカーネル サイズは設定可能で、レイヤにはパディングおよびストライドを含めることができます。RELU アクティベーションがサポートされています。

NPU は、640 ~ 2560MOPS (メガ オペレーション / 秒) の性能を持ち、純粋なソフトウェア ベースの実装と比較して、NN 推論サイクルを最大 10 倍向上します。TI Edge AI Studio を使用すると、データ収集とモデルトレーニングをシームレスに行うことができます。MSPM0 向けのソースコードが自動的に生成されるので、コードを手動で作成する必要がなくなります。

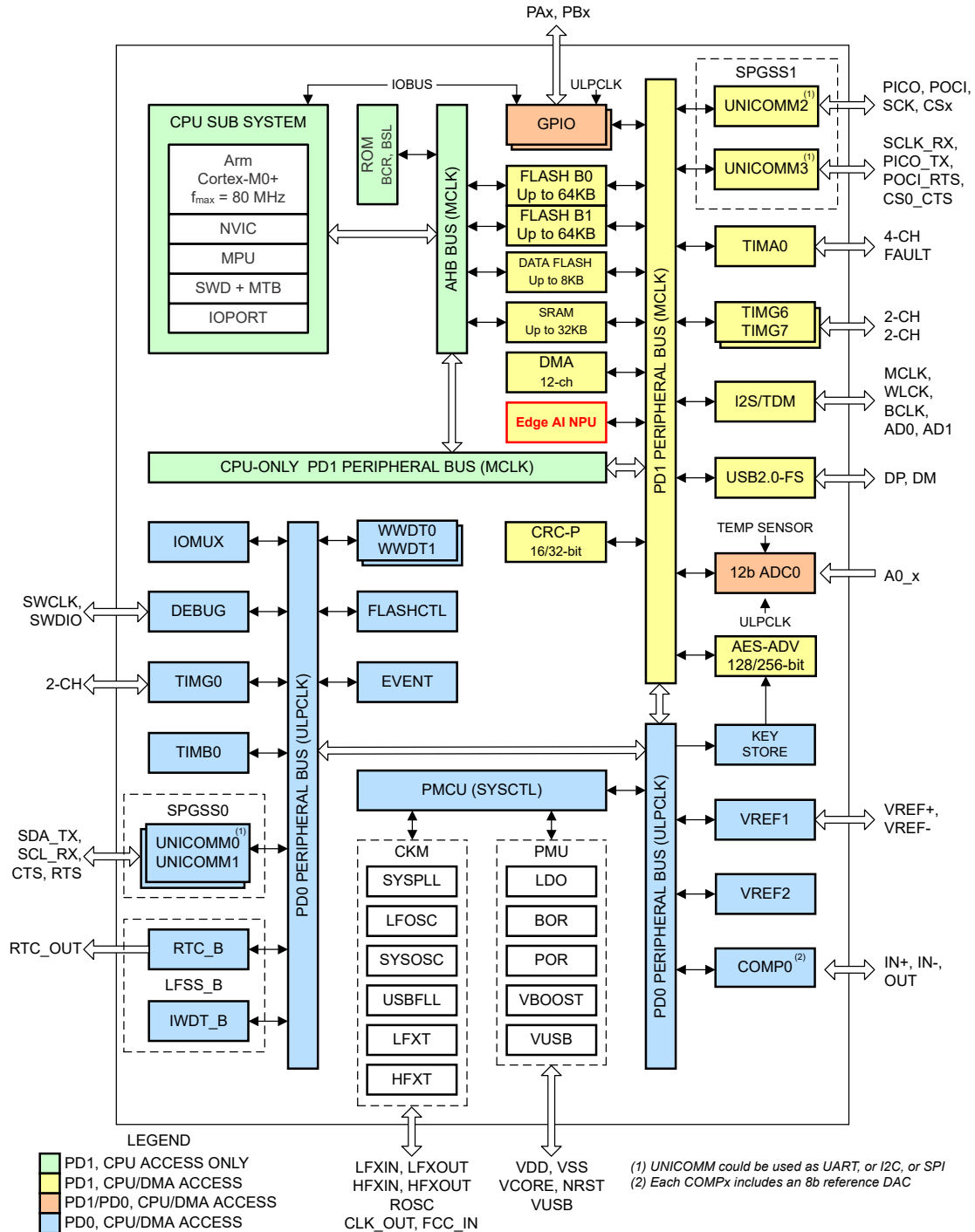


図 2-2. MSPM0G5187 のブロック図

2.3.2 CC2755R10 SimpleLink™ Bluetooth® LE ワイヤレス マイコン

SimpleLink™ CC2755x ワイヤレス マイコン (MCU) は、車載および産業用アプリケーション向けに Bluetooth® Low Energy 6.0 をサポートしています。これらのデバイスは、Arm® Cortex® -M33 プロセッサ (96MHz) と、浮動小数点ユニット (FPU)、TrustZone®-M サポート、機械学習アクセラレーション用のカスタム データパス拡張機能 (CDE)、アルゴリズム処理ユニット (APU) (96MHz) を搭載しています。APU は、効率的なベクトル演算と行列演算を実行するための数学演算アクセラレータであり、Bluetooth®チャンネル サウンディング後処理を加速化させます。IFFT と、MUSIC (Multiple Signal Classification) などの高度な超解像アルゴリズムをサポートします。

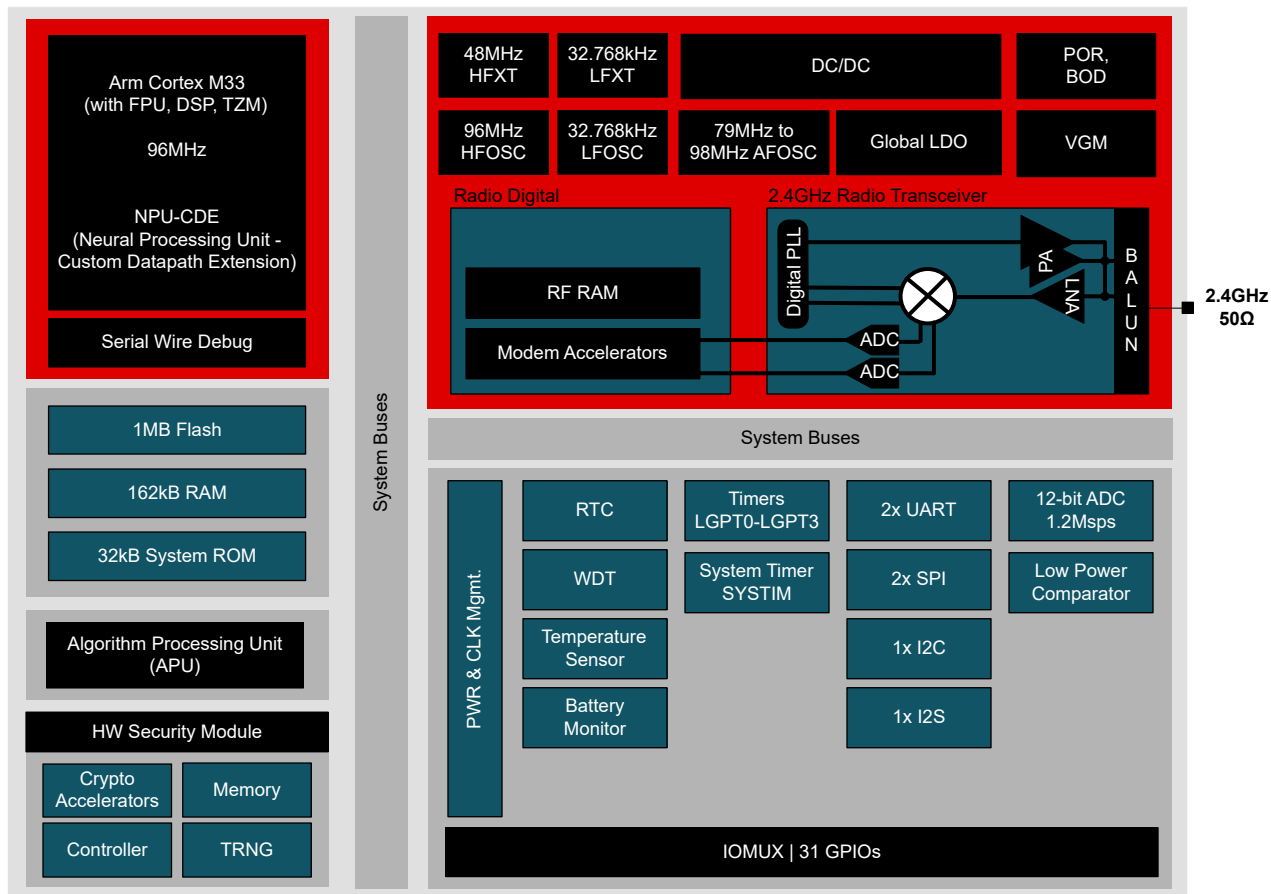


図 2-3. CC2755 のブロック図

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 ハードウェア要件

BoosterPack は、アナログ センサとデジタル センサの両方を搭載しています。オンボードの複数のジャンパを使用すると、ターゲットの評価基板の構成に応じて、センサを個別にイネーブル、ディスエーブル、再ルーティングできます。このセクションでは、設計上の主な考慮事項の概要とジャンパの機能について説明します。図 3-1 に、BoosterPack を評価基板上に取り付ける方法を示します。

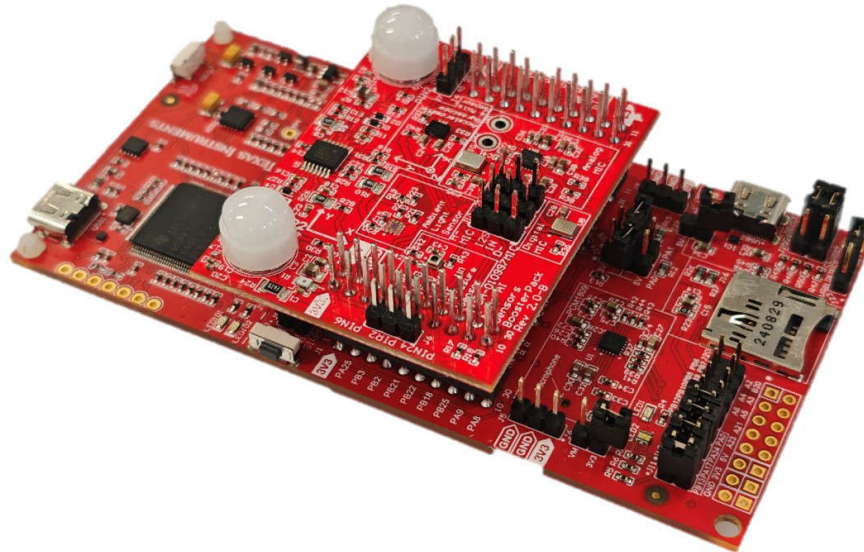


図 3-1. BoosterPack™ と評価基板

ジャンパとそれが提供する機能は次のとおりです。

- J7 は、PIR1 をオンボード ADC チャンネル経由で PIN2 または PIN23 のいずれかにルーティングします。
- J6 は、PIR2 をオンボード ADC チャンネル経由で PIN6 または PIN24 のいずれかにルーティングします。
- J8、J9、J10 は、デジタル マイク (ICS-43434) と、アナログ マイク + 外部コーデック (ICS-40740 + TAA3020) の間でオーディオ I2S バスを切り替えます。

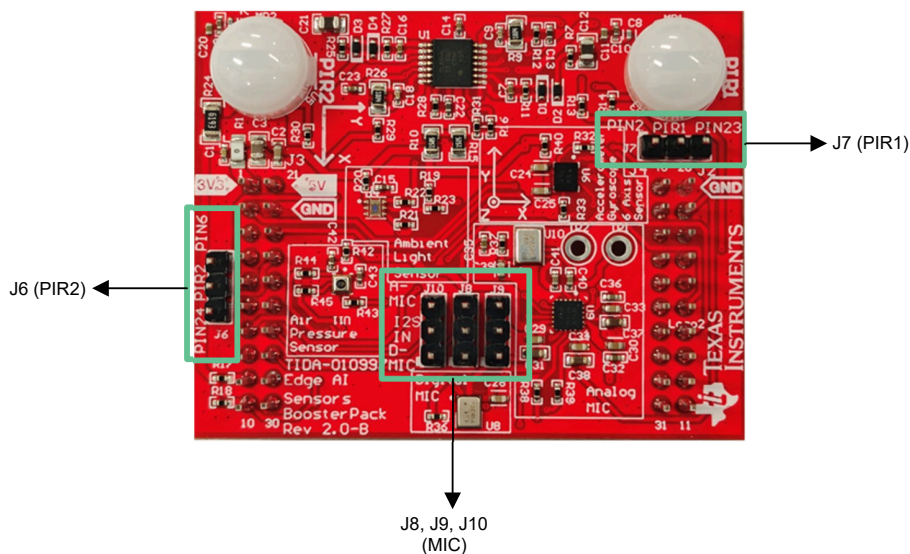


図 3-2. ジャンパ構成

図 3-3 および 図 3-4 に、BoosterPack の詳細なピン マップを示します。完全な回路図ファイルは、TIDA-010997 デザインフォルダにあります。

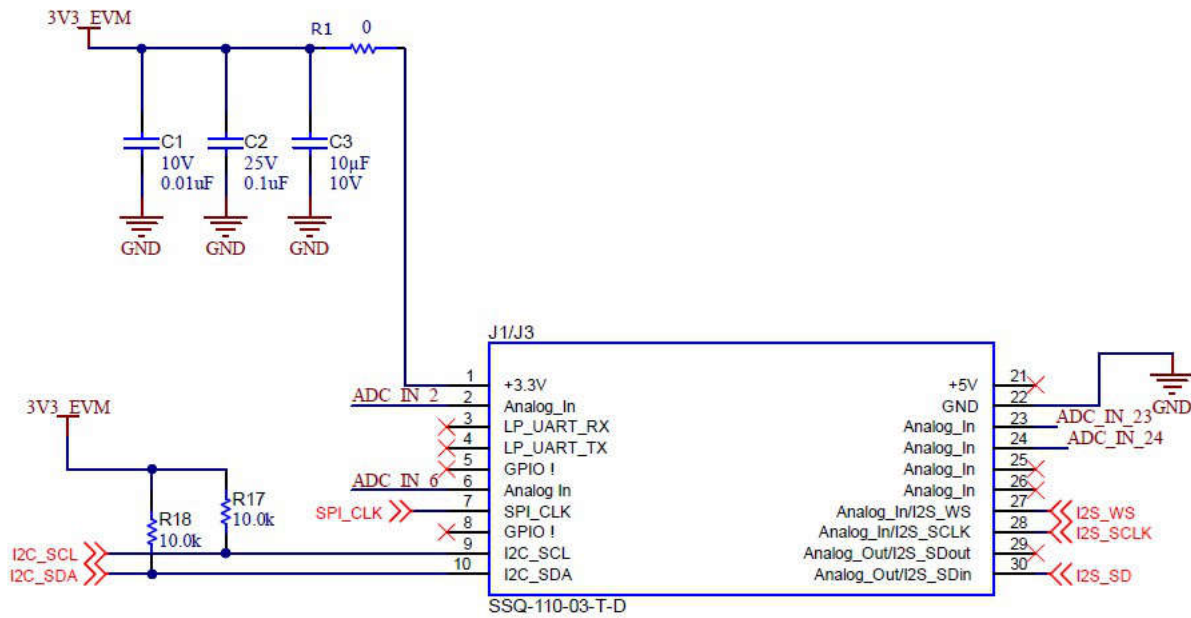


図 3-3. BoosterPack™ ピン マップ 1

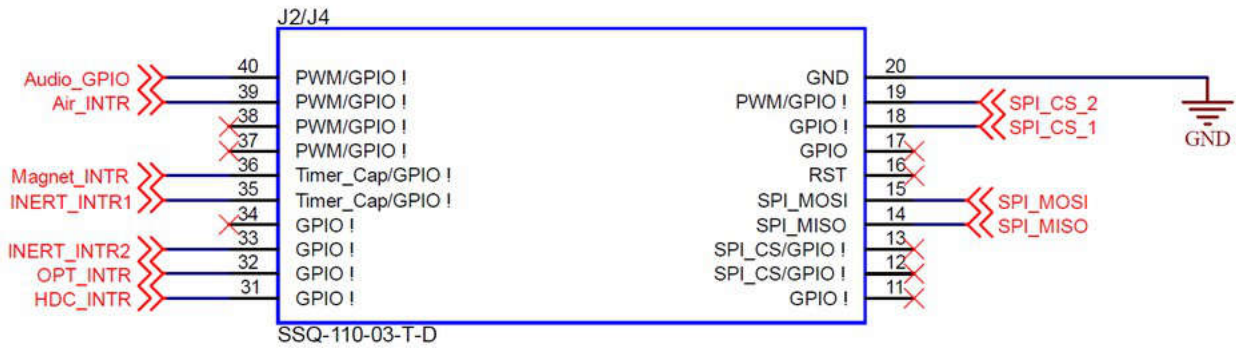


図 3-4. BoosterPack™ ピン マップ 2

3.1.1 PIR アナログ信号チェーン

PIR1 と PIR2 に使用される信号チェーンは同じです。以下の説明では、例として PIR1 を取り上げていますが、PIR2 にも同じロジックが適用されます。図 3-5 に示すように、増幅フィルタ機能を実装するには 2 つの段があります。

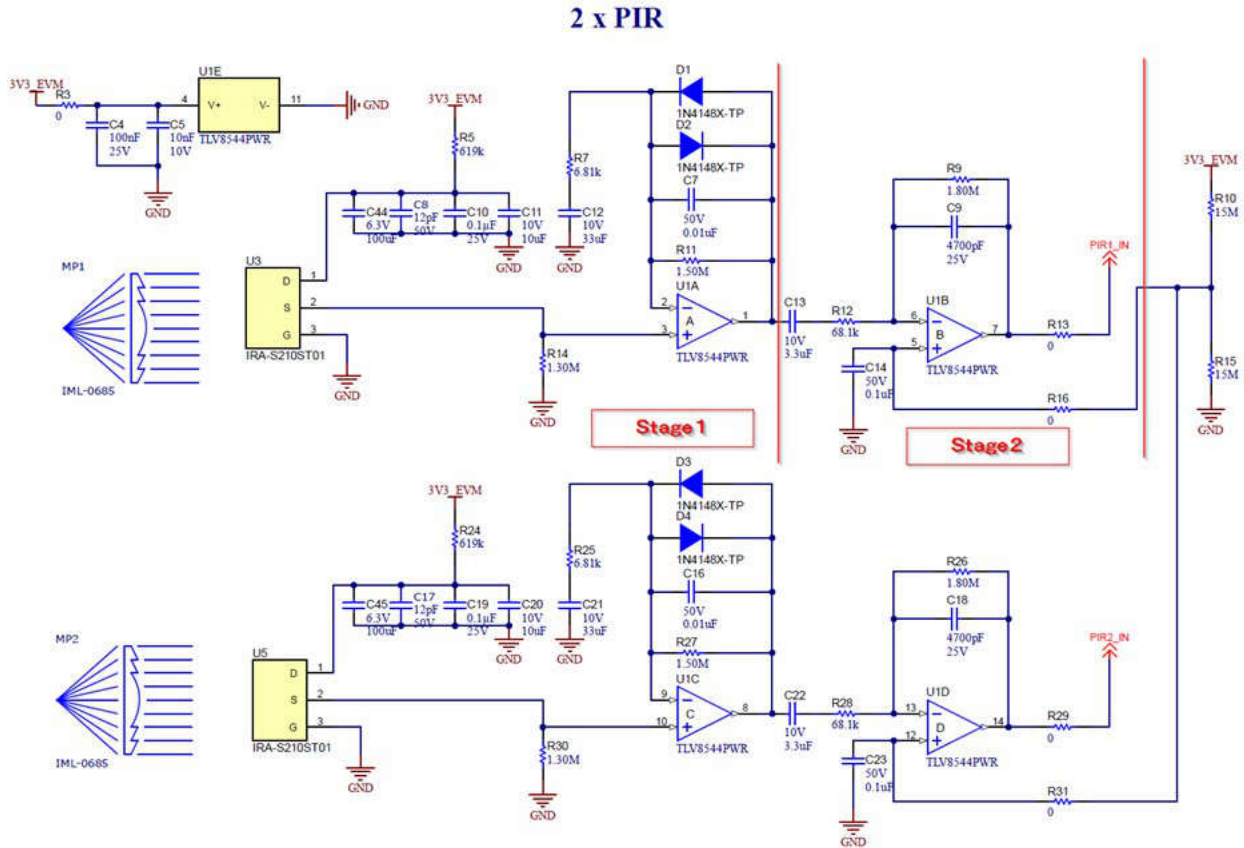


図 3-5. PIR 信号チェーン

フィルタの最初の段は、非反転ゲインステージとして構成されています。これにより、センサに高インピーダンス負荷が提供されるため、バイアスポイントは固定されたままになります。ゲインおよびカットオフ周波数は次のように計算されます。

$$f_{\text{Low}1} = \frac{1}{2\pi \times R_7 \times C_{12}} = \frac{1}{2\pi \times 6.81\text{k}\Omega \times 33\mu\text{F}} = 0.71\text{Hz} \quad (1)$$

$$f_{\text{High}1} = \frac{1}{2\pi \times R_{11} \times C_7} = \frac{1}{2\pi \times 1.5\text{M}\Omega \times 0.01\mu\text{F}} = 10.6\text{Hz} \quad (2)$$

$$|G_1| = 1 + \frac{R_{11}}{R_7} = 1 + \frac{1.5\text{M}\Omega}{6.81\text{k}\Omega} = 221.26 \quad (3)$$

2 番目の段は AC 結合で、反転ゲインステージとして構成されています。これにより、ストリングの midpoint を、このフィルタ段のオペアンプの非反転入力に接続することで、DC バイアスを簡単に $V_{\text{cc}}/2$ に設定できます。式 4 から式 6 に、この段のゲインおよびカットオフ周波数を示します。

$$f_{\text{Low}2} = \frac{1}{2\pi \times R_{12} \times C_{13}} = \frac{1}{2\pi \times 68.1\text{k}\Omega \times 3.3\mu\text{F}} = 0.71\text{Hz} \quad (4)$$

$$f_{\text{High}2} = \frac{1}{2\pi \times R_9 \times C_9} = \frac{1}{2\pi \times 1.8\text{M}\Omega \times 4700\text{pF}} = 18.8\text{Hz} \quad (5)$$

$$|G_2| = \left| -\frac{R_9}{R_{12}} \right| = \left| -\frac{1.8\text{M}\Omega}{68.1\text{k}\Omega} \right| = 26.4 \quad (6)$$

このリファレンス デザインのデフォルト パラメータは、実際の実験テストに基づいて選択されています。ここでは、人間の信号範囲が 3.5 ~ 9.5m 離れて移動すると、適切な振幅が得られます。PIR1 と PIR2 は同じデフォルト ゲインを共有します。実際の検出距離に応じて抵抗とコンデンサを調整することで、ゲインとフィルタ周波数を変更できます。たとえば、1 つの長距離チャンネルと 1 つの短距離チャンネルを実現するには、次のコマンドを使用します。

- 3.5 ~ 9.5m の検出の場合、PIR1 は変更しないでください。
- PIR2 のフィルタ ゲインを低減するため、3.5m 以内の距離では PIR2 が最適な選択肢となります。

3.2 ソフトウェア要件

セクション 3.3 に、BoosterPack と MSPM0G5187 上のすべてのセンサからデータをキャプチャするために必要な手順の概要を示します。先に進む前に、セクション 3.1 のハードウェア要件に従ってオンボード ジャンパが構成されていることを確認してください。

センサをイネーブルにするには、まず最新の MSPM0 SDK から `tida_010997_data_capture` コード サンプルをフラッシュします。この例には、事前定義されたセンサ構成が含まれています。これはデフォルトのまま使用することも、必要に応じて変更することもできます。

図 3-6 に、手動で調整可能なセンサの構成を示します。

```

@ tida_010997_data_capture.c | @ sensor.c x
336 /**
337  * @brief Captures pressure data from BMP384 sensor
338  * @param[in] numSamples  Number of pressure samples to capture
339  */
340 static void Sensor_Pressure_captureData(uint32_t numSamples)
341 {
342     bmp384_config_t config;
343     bmp384_data_t data;
344     int ret;
345
346     /* Configurable based on user preference */
347     config.mode = BMP384_MODE_NORMAL;
348     config.pressOsr = BMP384_OSR_x4;
349     config.odr = BMP384_ODR_50HZ;
350     config.filter = BMP384_FILTER_3;
351     config.pressEn = true;
352     config.intMode = BMP384_INT_DISABLE;
353
354     /* Initialize the sensor */
355     ret = bmp384_init(&config);
356     if (ret != BMP384_OK) {
357         __BKPT(0);
358     }
359

```

図 3-6. センサ構成

デバイスをフラッシュした後、Edge AI Studio を開き、Model Composer ツールを起動します (デスクトップ バージョンをインストールするか、クラウドベース バージョンを使用します)。

3.3 テスト設定

図 3-7 に、テスト構成全体を示します。MSPM0 評価基板は、Sensor BoosterPack に物理的に接続され、メイン処理および制御ユニットとして機能します。この評価基板は、オンボードの各時系列センサについて、電源、通信インターフェイス、データ処理機能を備えています。MSPM0 評価基盤は、リアルタイム データ収集が可能な Edge AI Studio プラットフォームと接続されています。

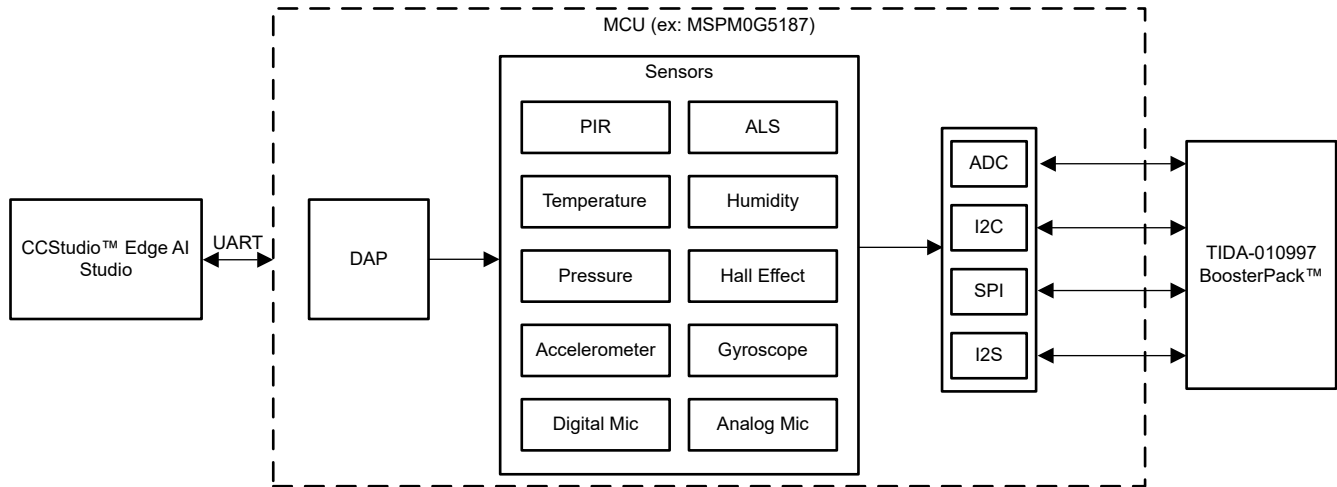


図 3-7. ソフトウェアの流れ図

3.3.1 データ収集

以下の手順では、BoosterPack と Edge AI Studio を併用してセンサ データを収集する方法について説明します。これらの手順では、MSPM0G5187 評価基板をリファレンス プラットフォームとして使用しています。ただし、他の TI 評価基板も BoosterPack のセンサをサポートでき、互換性の拡張が継続的に行われています。

MSP デバイスでのデータ収集に関する詳細な資料については、[tida_010997_data_capture](#) ReadMe ファイルをご覧ください。

1. ハードウェア設定:

- a. BoosterPack を LP-MSPM0G5187 LaunchPad™ 開発キットに接続します。
- b. BoosterPack のジャンパ J7 が、1:2 に設定されていることを確認します。
- c. MSPM0 SDK から MSPM0G5187 に [tida_010997_data_capture](#) のサンプルをビルドしてフラッシュします。

2. データ収集:

- a. ホスト PC で CCStudio™ Edge AI Studio を起動します。
- b. 時系列分類プロジェクトを作成し、「Capture」(キャプチャ) タブに移動します。
- c. 正しい COM ポートが選択されており、ボーレートが **115200bps** に設定されていることを確認します。
- d. ステータスバーに「**Hardware Connected**」(ハードウェア接続済み) と表示されていることを確認します。
- e. 適切なセンサを選択し、サンプル数とサンプル ラベルを設定して、「**Start Capture**」(キャプチャ開始) を選択します。
- f. データは CSV 形式で保存されます。

3.4 テスト結果

3.4.1 パッシブ赤外線センサ (PIR)

- デフォルト:
 - ADC ピンは PIR1 用に構成されています
 - サンプリングレート 31.25Hz

TI のエッジ AI テクノロジーのランディングページで、「[98% を超える精度の PIR によるビル防犯システム向けマルチクラス モーション検出](#)」をご覧ください。このアーキテクチャは、このセンサの **BoosterPack** を使用して構築されています。TI のお客様は、[Edge AI Studio](#) で付属のソフトウェアを無償でご利用いただけます。

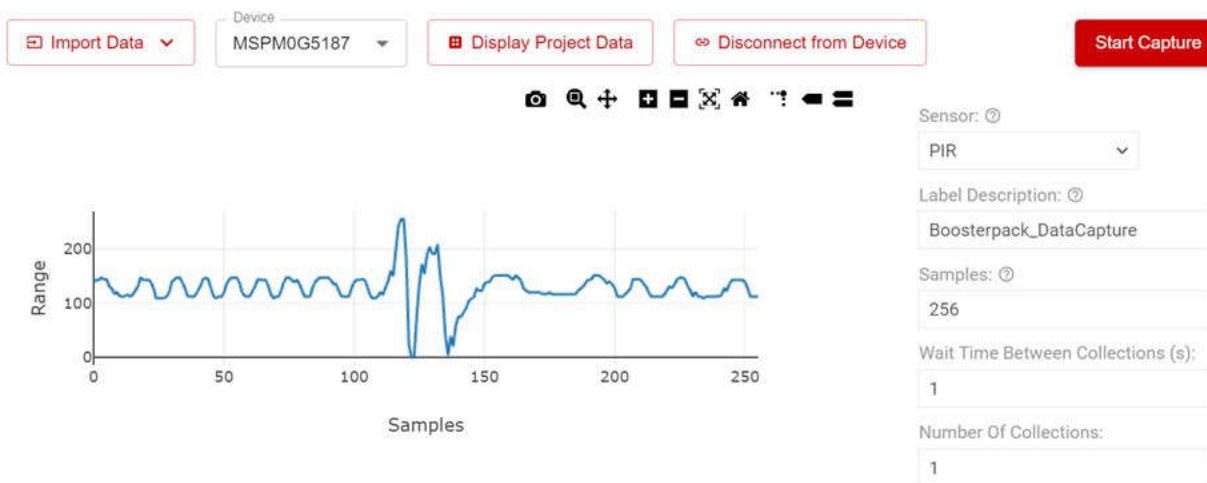


図 3-8. PIR データ キャプチャ

3.4.2 HDC3020 - 温度および湿度センサ (I2C)

1. デフォルト構成:
 - a. モード: 自動測定 (連続)
 - b. 低電力モード: LPM_0 (最小ノイズ、12.5ms 変換)
 - c. 測定レート: 10Hz
2. ユーザー構成可能:
 - a. 測定モード (トリガ オンデマンドまたは自動)
 - b. 低電力モード (LPM_0 ~ LPM_3)
 - c. 測定レート (0.5Hz、1Hz、2Hz、4Hz、10Hz)
 - d. センサ選択 (温度のみ、湿度のみ、またはその両方)
3. 非イネーブルおよび構成不可:
 - a. ヒーター制御
 - b. アラートまたはスレッショルドの割り込み
 - c. オフセット キャリブレーション
 - d. 最小および最大トラッキング
 - e. ステータスレジスタの読み戻し

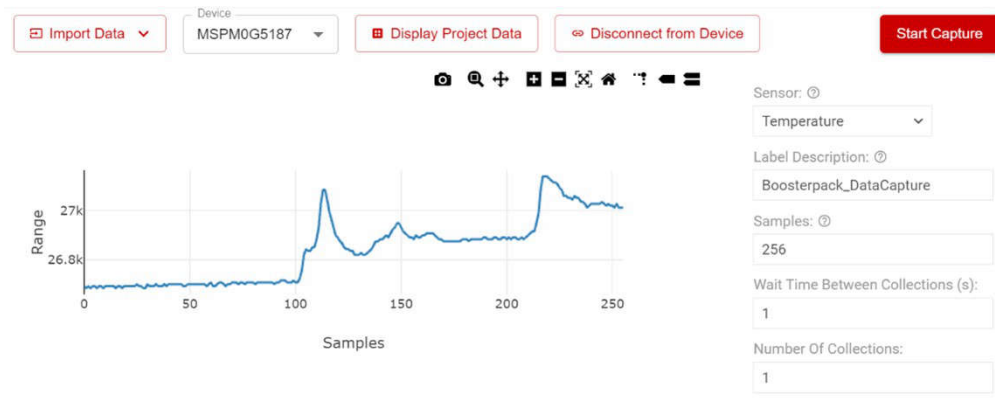


図 3-9. 温度データ キャプチャ

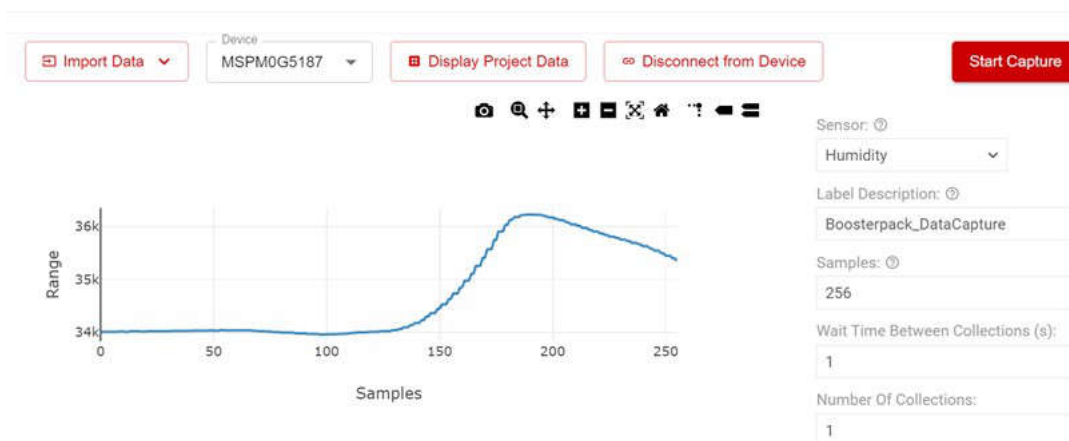


図 3-10. 湿度データ キャプチャ

3.4.3 BMP384 - 大気圧センサ (I2C)

1. デフォルト構成:
 - a. モード: 標準 (連続)
 - b. 圧力オーバーサンプリング: $\times 4$
 - c. 出力データレート: 50Hz
 - d. IIR フィルタ: 係数 3
 - e. 割り込み: ディスエーブル
2. ユーザー構成可能:
 - a. 電力モード (スリープ、強制、通常)
 - b. 圧力オーバーサンプリング ($\times 1 \sim \times 32$)
 - c. 出力データレート (0.0015Hz \sim 200Hz)
 - d. IIR フィルタの係数 (オフ、1、3、7、15、31、63、127)
 - e. 割り込みモード (ディセーブル、データ準備完了、FIFO ウォーターマーク、FIFO フル)
3. 非イネーブルおよび構成不可:
 - a. 温度測定 (圧力のみを返す)
 - b. 温度オーバーサンプリング
 - c. FIFO 機能
 - d. 高度計算
 - e. 圧力補償とキャリブレーション

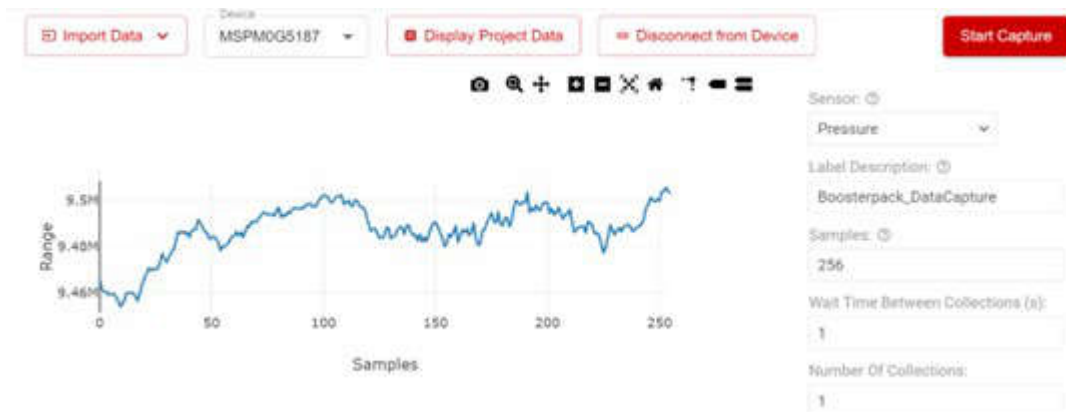


図 3-11. 圧力データ キャプチャ

3.4.4 OPT4001 - 環境光センサ (I2C)

1. デフォルト構成:
 - a. モード: 連続
 - b. 変換時間: 100ms
 - c. 範囲: 車載
2. ユーザー構成可能:
 - a. 動作モード (シャットダウン、ワンショット、連続)
 - b. 変換時間 (600 μ s ~ 800ms、12 オプション)
 - c. 範囲 (固定範囲 0 ~ 8、または自動)
 - d. ラッチモード (透過、ウィンドウ)
 - e. 割り込み構成と極性
 - f. クイック ウェーク イネーブル
3. 非イネーブルおよび構成不可:
 - a. LUX 計算 (未処理の指数部と仮数部のみを返す)
 - b. スレッシュホールド割り込みレベル
 - c. 故障カウントの構成
 - d. FIFO 読み戻し

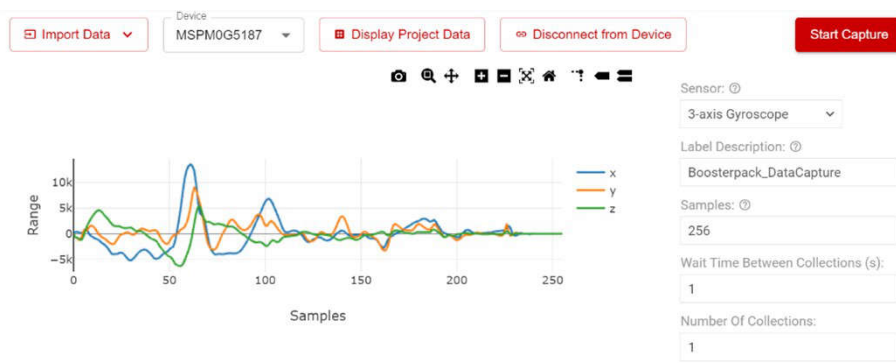


図 3-12. 環境光データ キャプチャ

3.4.5 BMI270 - 6 軸 IMU (SPI)

1. デフォルト構成 - 加速度計:
 - a. 電力モード: 正常
 - b. 範囲: $\pm 8g$
 - c. 出力データ レート: 100Hz
 - d. 帯域幅: 正常
 - e. フィルタ性能: 高
2. デフォルト構成 - ジャイロスコープ:
 - a. 電力モード: 正常
 - b. 範囲: $\pm 2000dps$
 - c. 出力データ レート: 100Hz
 - d. 帯域幅: 正常
 - e. フィルタ性能: 高
 - f. ノイズ性能: 正常

3. ユーザー構成可能:
 - a. パワー モード (サスペンド、低消費電力、通常、パフォーマンス)
 - b. センサ イネーブル (加速度計のみ、ジャイロのみ、両方)
 - c. 加速度計の範囲 ($\pm 2g$ 、 $4g$ 、 $8g$ 、 $16g$)
 - d. ジャイロスコープ範囲 ($\pm 125 \sim 2000dps$)
 - e. 出力データレート ($0.78Hz \sim 3200Hz$)
 - f. 帯域幅モード (OSR4、OSR2、通常、CIC)
 - g. フィルタ性能モードとノイズ性能モード
 - h. 割り込みタイプとピン選択
4. 非イネーブルおよび構成不可:
 - a. FIFO 動作
 - b. モーションおよび非モーション検出
 - c. ステップ カウンタと検出器
 - d. 手首のジェスチャー認識
 - e. アクティビティ認識
 - f. 内部温度センサ
 - g. セルフテストとオフセット キャリブレーション


図 3-13. 加速度計データ キャプチャ

図 3-14. ジャイロ データ キャプチャ

3.4.6 MAG5170 - 3D ホール エフェクト センサ (SPI)

1. デフォルト構成:
 - a. 動作モード: アクティブ測定 (連続)
 - b. 磁気範囲: $\pm 50\text{mT}$
 - c. チャンネル: x, y, z イネーブル
 - d. 変換平均化: 4 個のサンプル
 - e. CRC: ディスエーブル
2. ユーザー構成可能:
 - a. 動作モード (構成、スタンバイ、アクティブ、トリガ、スリープ)
 - b. 磁気範囲 ($\pm 25\text{mT}$, 50mT , 100mT)
 - c. チャンネル イネーブル (X, Y, Z を個別または組み合わせ)
 - d. 変換平均化 (1 ~ 32 サンプル)
 - e. CRC イネーブル、CRC ディスエーブル
3. 非イネーブルまたは構成不可:
 - a. 軸ごとの範囲構成 (すべての軸が同じ範囲を使用)
 - b. 温度測定
 - c. 角度計算 (CORDIC)
 - d. スレッシュホールド アラート
 - e. 磁気ゲイン、オフセットトリム
 - f. データレート構成

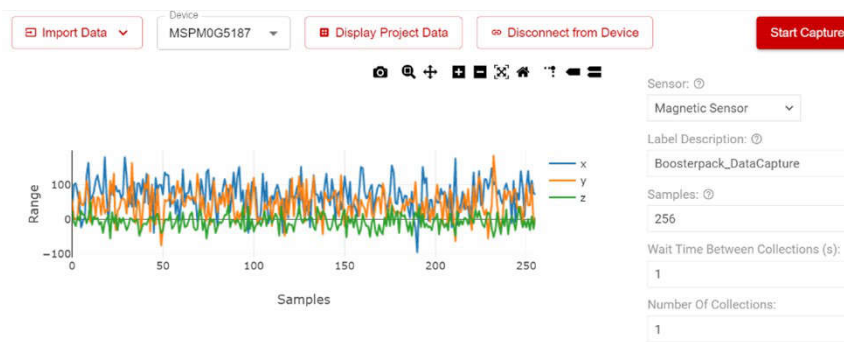


図 3-15. ホール エフェクト データ キャプチャ

3.4.7 ICS43434- デジタル マイク (I2S)

- サンプリング レート: 62.5kHz

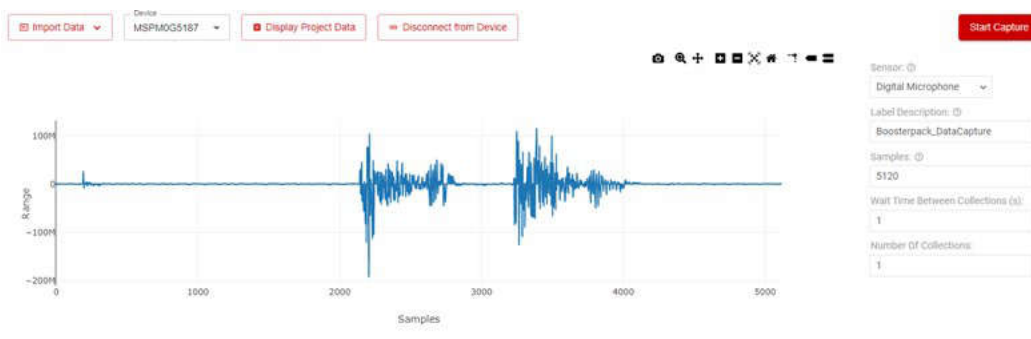


図 3-16. マイク データ キャプチャ

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 デザイン ファイル

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-010997](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-010997](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.2 ツールとソフトウェア

ツール

CCStudio™ Edge AI Studio CCStudio™ Edge AI Studio は、TI のマイコンとプロセッサを使用するエッジ AI の開発迅速化に役立つ、一連のグラフィカル ツールとコマンドライン ツールです。

ソフトウェア

MSPM0 SDK MSPM0 SDK は、MSPM0 MCU プラットフォーム向けアプリケーションの開発を迅速化するためのソフトウェア、ツール、文書の究極のコレクションを単一のソフトウェア パッケージに収録しています。

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス インストルメンツ、『[CC27xx を使用したエッジ AI PIR モーション検出](#)』、サンプル コード
2. テキサス インストルメンツ、『[TIDA-010997 MSPM0G5187 を使用したデータキャプチャ](#)』、サンプル コード

4.4 サポート・リソース

テキサス・インストルメンツ **E2E™ サポート・フォーラム**は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インストルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インストルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インストルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

4.5 商標

BoosterPack™, CCStudio™, テキサス インストルメンツの E2E™, TinyEngine™, SimpleLink™, LaunchPad™, and テキサス・インストルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Bluetooth® are registered trademarks of Bluetooth SIG, Inc.

、Arm®, Cortex®, and TrustZone® are registered trademarks of Arm Limited.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 著者について

EYAL COHEN Eyal Cohen は、テキサス インストルメンツのシステム エンジニアであり、産業用部門でのリファレンス デザインの設計と開発を担当しています。Eyal は、産業用半導体市場向けのリアルタイム組込みシステム、ローパワー RF コネクティビティ、ビル セキュリティ製品向けのソフトウェア開発に関して幅広い経験を持っています。Eyal は、テルアビブ 大学で電気およびコンピュータ工学 (BSEE) の学士号を取得しています。

KONG JIN は、テキサス・インストルメンツでシステム エンジニアとして、産業用アプリケーション向けのリファレンス デザインの開発を担当しています。エッジ AI、組込みシステム、ハードウェア設計などを専門としています。Kong は、産業用アプリケーションのシステム レベルのアーキテクチャ設計、プロトタイプング、および性能検証で豊富な経験を持っています。Kong は中国の上海交通大学 (SJTU) で電気工学の学士号と修士号を取得しています。

RAHUL SREEKUMAR はテキサス・インスツルメンツのシステム エンジニアであり、Zephyr RTOS 開発、エッジ AI アプリケーション、チャンネル サウンディングなどの最新 Bluetooth® Low Energy 機能を含むワイヤレス マイコン用ソフトウェアの定義とサポートを行っています。主な業務は、ビルディング オートメーションと産業用 IoT (モノのインターネット) アプリケーション向けのエッジ AI モデルの開発です。Rahul は、2024 年に米国バージニア大学で電気電子工学の博士号を取得しています。

NIKKIL V は、テキサス・インスツルメンツのソフトウェア エンジニアとして、マイコン向けの低レベルドライバ、アプリケーション コード、エッジ AI アプリケーションの開発を行っています。主に、シリアル通信プロトコルとデバイス機械学習を担当しています。Nikkil は、2023 年にトリチにある国立工科大学で電気電子工学の学士号を取得しています。

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、

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