

## Technical Article

## エッジ AI アクセラレーションを採用した Arm® Cortex®-M0+ マイコンはどのようにエレクトロニクスの脳力を向上させるか



Andrew Liu

## 重要なポイント

- ニューラル プロセッシング ユニット (NPU) を内蔵した TI のマイコン (MCU) は、エッジ AI にハードウェア アクセラレーションを実現するため、消費電力に制約がありコスト重視のアプリケーションで、リアルタイムのセンサ データ処理を行うための高度なニューラル ネットワーク モデルを導入するのに役立ちます。
- マイコンで機械学習推論を実行すると、**起動ワード検出**、**身振り認識**、**予知保全**などの高度な機能を実現できます。

## マイコンの採用でエッジ AI のアクセス性が向上

今日の汎用マイコン、特に TI の TinyEngine™ NPU のような AI ハードウェア アクセラレータを内蔵したマイコンを使用すると、消費電力、サイズ、コストの制約のバランスを維持すると同時に、システムの応答性を向上させる必要がある製品で、洗練されたモデルを実行することができます。

これらの機能豊富なデバイスを採用すると、エンジニアはリモート サーバーに対する継続的なクラウド接続を使用せずに AI 機能を実装し、多様なアプリケーションで、よりスマートで高速、かつ信頼性の高いユーザー体験を実現することができます。

この記事では、[MSPM0G5187](#) などの Arm® Cortex®-M0+ ベースのマイコンに AI モデルを導入する方法についてのいくつかの例を紹介します。各例では、検出と信号処理チェーン、AI モデルが組込み環境にどのように調和するのか、そしてマイコンが各設計にもたらす性能とシステムレベルの利点について説明しています。

## スマートハウス デバイスでの起動ワード検出

スマートスピーカ (図 1) とハブでは、AI モデルが音声認識を機能させて、ユーザーの要求に応じて起動をかけます。



図 1. 音声認識機能を搭載したスマートスピーカ

ユーザーの音声は、測定可能な音圧として処理される音波を生成します。AI モデルは、応答する前にそれをキャプチャして処理する必要があります。図 2 は、システム内のデータの形式とフローを示すブロック図です。

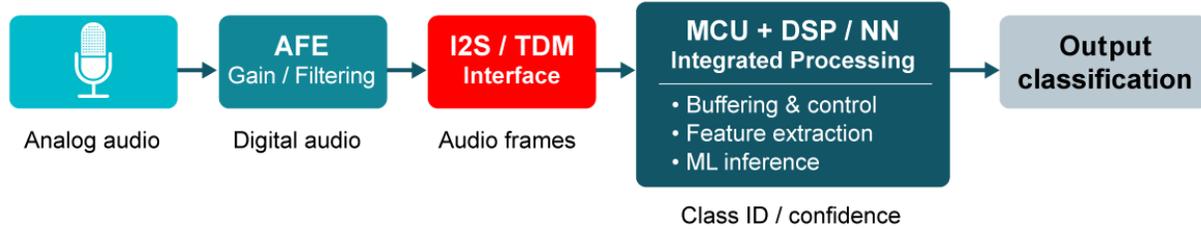


図 2. 音声認識アプリケーション向けの信号チェーンのブロック図

この信号チェーンでは、マイクなどのアナログ センサにより生の波形がキャプチャされた後、アナログ フロントエンド デバイスに渡されて、信号振幅の改善、ノイズの除去、データのデジタル形式へのエンコードが行われます。マイコンは、オーディオ向けの I2S などの通信プロトコルを介してデータを受信し、オンチップのニューラル ネットワーク モデルを使用してデータを解釈して、特定のキーワードが話されているかどうかを判定します。話されている場合は有効なウェークアップ状態を認識し、システム内のより強力なプロセッサがオンラインになり、要求されたタスクに対してヘビーデューティの計算を実行するか、ユーザー プロンプトをクラウドベースの AI モデルにワイヤレスで委任します。

音声対応製品では、速度とパフォーマンスの精度が優先されます。応答性の高いシステムでは、最初の試行でユーザーの要求を取得できるので、コマンドを繰り返す必要性や過剰な待機時間が軽減されます。デバイスは、ウェークアップ コマンドを継続的に聴取し、音声データを迅速に処理する必要があります。この機能には、低レイテンシとローパワー性能が必要です。

マイコンは、消費電力がわずか数十 mW で、音声認識アプリケーションの電力要件を満たします。これは、大量の電力を消費する音声プロセッサ集積回路 (IC) に比べて 100 分の 1 程度になります。レイテンシの点で言えば、1 次元畳み込みニューラル ネットワークを使用する AI キーワード認識モデルでは、標準 CPU のみのマイコンで動作する同じモデルに比べて、NPU で処理時間を 90 倍以上短縮できます。

## ウェアラブル ヘルスストラッカーでの身振りとアクティビティの監視

スマートリングやスマートウォッチなどのウェアラブル パーソナル エレクトロニクス (図 3) では、手や身体の動きを追跡するセンサによってタッチフリーの身振り認識が実現しています。同じセンサで、健康状態や行動のデータを記録して、フィットネスや睡眠、ストレスレベルに関する知見を判断することもできます。



図 3. 生体データを表示するウェアラブル フィットネストラッカー

信号チェーンのブロック図、図 4 に、AI モデルが身振りを測定して分析する方法を示します。加速度計やジャイロスコープなどのアナログ センサは、人間の動きや向きをキャプチャします。その後、信号チェーンに信号を通過させて前処理と測定を行います。マイコンはデータを受け取って AI モデルを実行し、不意の手首フリックのような特定の身振りを認識します。同じ概念は、心拍数、洞調律、睡眠パターンなどの他のタイプのデータにも適用されます。システム設計には適切なセンサが必要です。

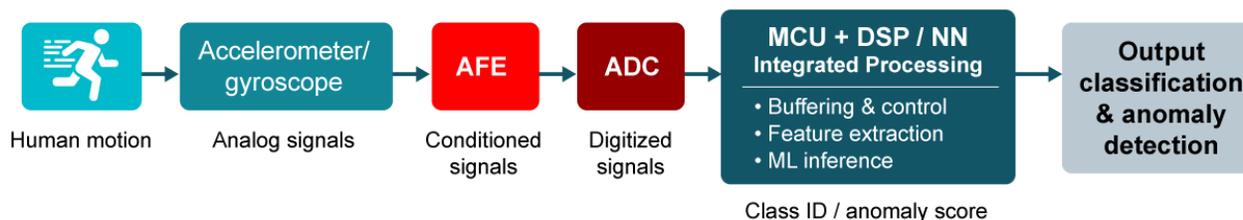


図 4. 身振り認識ウェアラブル アプリケーション向けの信号チェーンのブロック図

ウェアラブル ヘルスストラッカーの設計者は、身振りを正確かつ迅速に認識できる機能を備えながら、日常的な着用に適した小型で軽量のソリューションの開発を目指しています。マイコンは、効率的なコンピューティング能力と高集積のアナログ / デジタル パリフェラルを超小型の IC のフットプリントに搭載し、プリント基板 (PCB) 上のわずか数平方 mm を占有することにより、こうした技術的要件に対応できます。この設計アプローチを採用すると、従来のディスクリート部品を使用した設計より小型の設計を実現できます。こうした傾向は、一般的には同じサイズを維持しながら継続的に機能を追加している最新のスマート アクセサリからも明らかです。

## 産業用モーターでのモーター振動検出

コンベヤ、ポンプ、アクチュエータなど、産業用モーター (図 5) 内で機械的に可動する部品は時間の経過とともに故障し、望ましくない中断につながる可能性があります。ローカル AI モデルはモーター信号を監視し、小さなパルス状のスパイクや不規則な周期現象などの時間ドメインの異常を検出できます。このような異常は、モーター機能を直ちに停止することはありませんが、差し迫った故障を示唆しています。

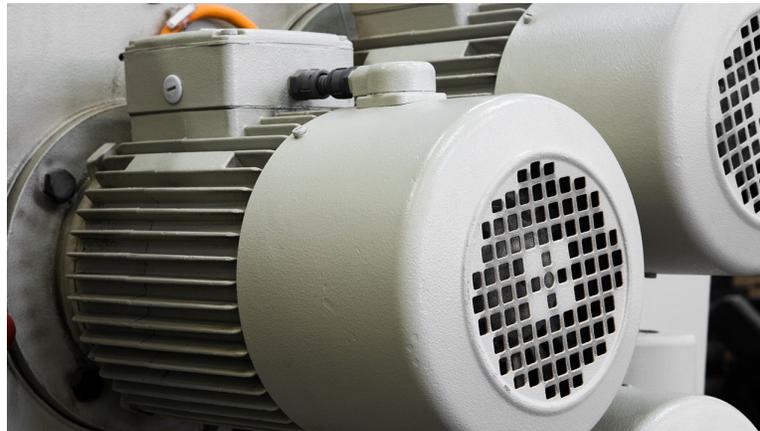


図 5. 産業用モーター

図 6 に、電氣的波形を測定し、AI モデルへのよりクリーンな入力を目的としたデータ前処理タスクを実行するための信号チェーンを示します。このアプリケーション内のマイコンは、モーター故障分析のための AI モデルを使用し、異常を早期に検出するとともに、システムまたはそのオペレータに警告します。

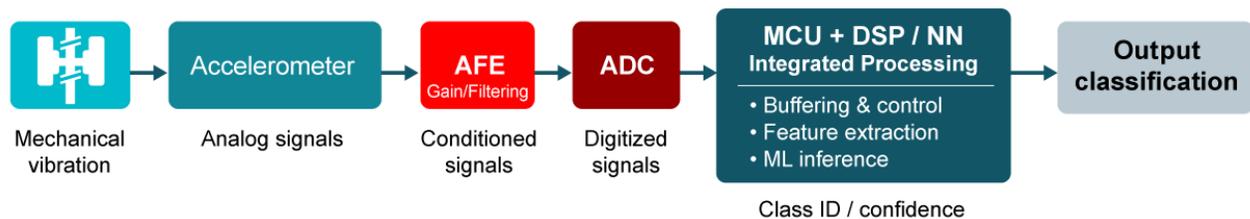


図 6. 産業用モーターでの機械的振動監視に適した信号チェーンのブロック図

多くの場合、人間はこのような環境に存在しているので、機械の故障は、安全性を確保するために予測可能かつ予防可能である必要もあります。エッジ AI 対応マイコンは、重要なモーター信号における故障の兆候を直接監視するのに役立つ AI モデルを導入することで、そのような環境で多用途性を実現します。これらのモデルは、データ内のパターンを特定して決定的な介入を行うことに長けており、モーター システムにおいて強力なツールとして機能します。

## マイコンの採用でエッジにさらなるインテリジェンスをもたらす

MSPM0G5187 のようなエッジ AI アクセラレーションを採用した Arm Cortex ベースのマイコンで特に魅力的なのは、汎用アプリケーションでの多用途性です。エレクトロニクスはほぼ無数の種類が存在しており、設計者が ローパワーで低レイテンシの AI 機能を導入するための斬新な方法を見つけることができます。マイコン メーカーの目標は、これらの高度な機能を継続的に統合しながら、使いやすい開発リソースとスケーラブルなプラットフォームを導入することです。

## その他の資料

- TI の **エッジ AI** ポートフォリオをご確認ください。
- TI の無償の **CCStudio™ Edge AI Studio** ツールを使用して、今すぐ設計を開始しましょう。
- **TinyEngine NPU** と、エッジ AI アクセラレーションを採用した組み込み設計にもたらす利点に関しては、次の製品概要をご覧ください。TI の **TinyEngine™ NPU** で、より多くの組み込みシステムにおいてエッジ AI アクセラレーションを活用する

## 商標

TinyEngine™ および CCStudio™ はテキサス インストルメンツの商標です。

Arm® および Cortex® は、ARM Limited の登録商標です。

## 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

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you fully indemnify TI and its representatives against any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on [ti.com](http://ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may propose.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025