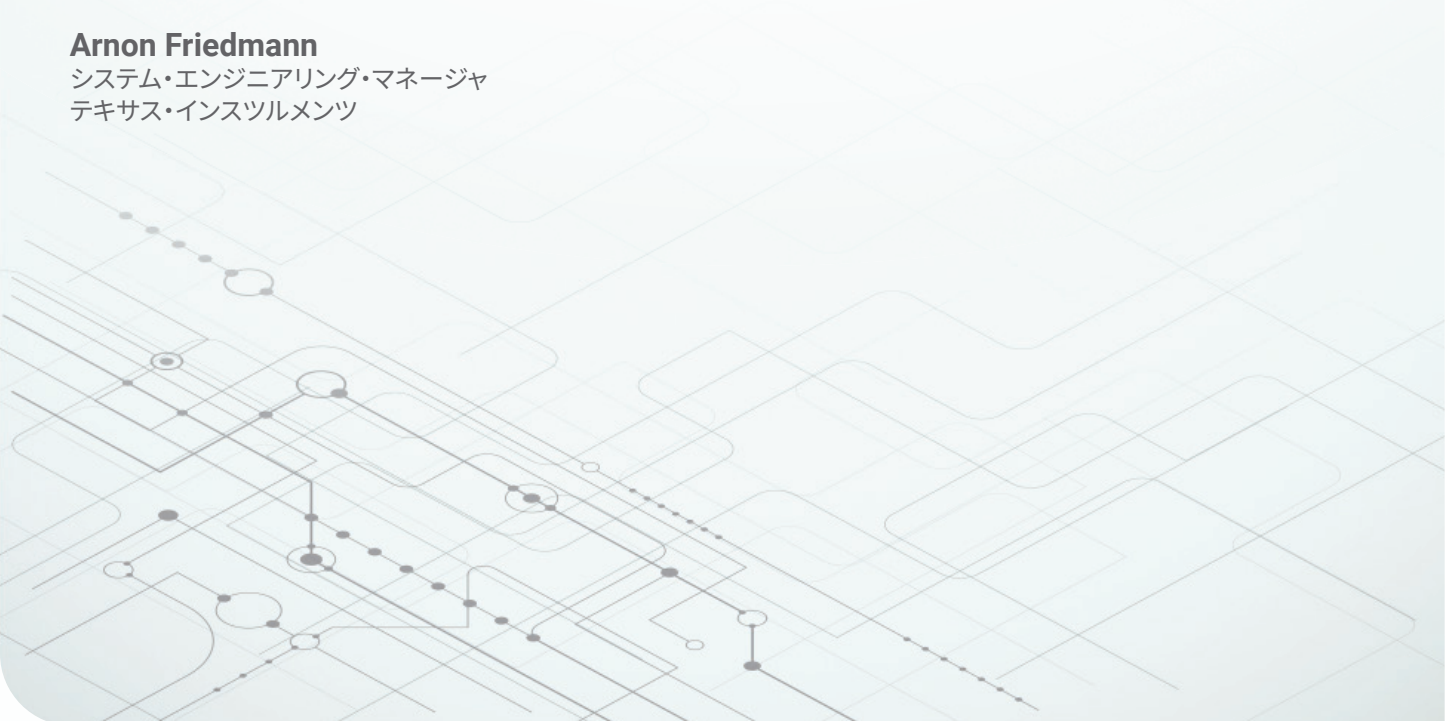


Sitara™ AM2x の各種マイコン採用で、リアルタイム制御、ネットワーク機能、分析の各性能を刷新



Sahin Okur
アプリケーション・エンジニア
テキサス・インスツルメンツ

Arnon Friedmann
システム・エンジニアリング・マネージャ
テキサス・インスツルメンツ



自動化された工場から自動運転車まで、オートメーション (自動化) への需要が世界に強い影響を及ぼしていることは明らかです。

Industry 4.0 (インダストリー4.0) というトレンド、および産業用オートメーションの大幅な増加の結果、現在のスマート・ファクトリ (賢い工場) の特長となっているのは、より高速な分散型コンピューティング環境、より高速で

概要

このホワイト・ペーパーは、TI (テキサス・インスツルメンツ) の Sitara™ AM2x マイコン (MCU) が、リアルタイム制御、ネットワーク機能、分析に関する需要に対応できるように、従来の各種マイコンが直面している性能上の課題をどのような方法で解決するかを説明します。

1 産業用オートメーションに関連するテクノロジーの柱

リアルタイム・コンピューティング (計算能力)、フレキシブルで高速なネットワーク機能、エッジ側分析は、これまでにない高性能を必要とする原動力になっています。

2 最新のファクトリで高性能マイコンが果たす役割

いっそうの高性能を求めるファクトリ側の需要は、従来のマイコンの能力を上回っています。オートメーションとインテリジェンスに対する需要の増大に対応できるように、最新のファクトリは新しい水準の性能を必要としています。

3 Sitara AM2x マイコン製品ラインアップの基礎

Sitara AM2x の各種マイコンは、多様なオンチップ機能を搭載しており、リアルタイムのエッジ側システムの設計者が複雑さの増大を招かずに性能障壁を克服するのに役立ちます。

フレキシブルなネットワーク機能、よりインテリジェントなエッジです。製造用ロボット、機械系支援装置、コネクテッド (ネットワーク接続型) ファクトリの各設計者は、産業用通信機能、機能安全、予防保守のような各種機能の追加を進めています。これらは、リアルタイム・コンピューティング、ユビキタス・ネットワーク機能、エッジ側分析の進展と融合を通じて実現可能になった機能です。これらの進展を具体的な成果として現実化するには、現実の世界とクラウドをシームレスな方法で結び付け、テクノロジーの採用を複数の分野で同時に推進する必要があります。図 1 に示す自動化された工場は、リアルタイム制御、産業用ネットワーク機能、エッジ側分析を通じて効率と生産性を最大化しています。



図 1. ロボットが必要とするいっそうの高性能制御、通信機能、分析機能

産業用オートメーション分野で3つの重要な柱になるテクノロジーについて考えてみましょう。

リアルタイム制御

ナノ秒 (ns) 単位でリアルタイム制御を必要とする各システムが求めるのは、基礎となる処理能力と、各システムが必要とする正確な時点で複数の信号を制御

する能力です。高精度のアナログ信号制御は、改良版の制御アルゴリズムによる利点を、より信頼性の高いモーター・ドライブや、より効率的な電気自動車 (EV) という形で具体化するための鍵になります。これら改良版のアルゴリズムを実現するための処理能力に関する需要は、従来型のマイコンの能力を上回っています。

産業用ネットワーク

ファクトリ内でさまざまな種類のデータを交換する必要が生じているので、複数の機械間でリアルタイム通信を実現するために、産業用イーサネットに関するさまざまな規格を迅速に適用することが求められます。システムの性能、安全性、信頼性に関して目標となる利点を達成するには、この種のコネクティビティが必須になります。システム設計者が探し求めている統合型のネットワーク・ソリューションは、多様なプロトコル規格との互換性があり、1Gbps のような高速で動作できるものです。

エッジ側分析

システム単位のコネクティビティがリアルタイム通信の実現につながるのと同様、機械学習アルゴリズムの改良は局所的最適化につながります。それにより、各機械またはノード (エッジ側) は、中央による決定を待つ必要なしで行動を起こすことができます。エッジ側で処理を実施すると、応答時間を大幅に短縮でき、その結果、人間と機械の間で、よりの確かつより安全性の高い共同作業につなげることができます。

近代化された工場で高性能マイコンが果たす役割

「鎖の強度は最も弱い輪で決まる」という表現が示すように、アナログ分野とデジタル分野の間にあるリンクの強度は、そのうち最も弱いリンクによって決まります。このリンクの中で見落とされることが多い要素は、マイコンです。モーター制御やロボットなど多く

のファクトリ・システムで、存在をあまり認識されていないこの種のプロセッサは、アナログからデジタルへの変換、およびその逆の変換を監視します。しかし、高性能の計算 (コンピューティング) 能力と制御能力の両方が求められるため、マイコンの能力への需要は非常に大きなものになっています。

TI の Sitara AM2x マイコンは、新しい水準のマイコン性能を実現し、ファクトリ内で増大しているオートメーションの需要を満たすのに役立ちます。この製品ラインアップは、高精度のリアルタイム制御を必要とする各種アプリケーションに適したマイコンとして、プロセッサ・レベルの計算能力をシンプルで電力効率の良いパッケージと組み合わせ、高い水準の統合を実現しています。さらに、エッジ側分析やリアルタイム・マルチプロトコル・ネットワーク機能のような新しい機能にも対応しています。これらの機能は、ファクトリの効率とインテリジェンスを向上させるための中心的な役割を果たします。次ページの **図 2** に、Sitara AM2x マイコンの中核となる複数のビルディング・ブロック (構成要素) を示します。プロセッシング・コア、ネットワーク機能、アナログ統合、セキュリティ機能と安全性機能、カスタム・アクセラレーション機能です。

Sitara AM2x マイコン・ファミリのうち最初のデバイスは、次ページの **図 3** に示す AM2434 です。このデバイスは、多くの基礎的な機能を搭載しているほか、それらをクワッド R5F プロセッシング・サブシステムやフレキシブルな産業用ネットワーク・エンジン (産業用通信サブシステム [ICSS])、緊密に統合された各種アナログ・ペリフェラル、および最新の各種暗号化規格をサポートするセキュリティ・エンジンと組み合わせています。

Sitara AM2x マイコン製品ラインアップの基礎

Sitara AM2x マイコンの各ビルディング・ブロックを複数の個別カテゴリに分類すると、前述の 3 つの重要な柱になるテクノロジーに関して、これらのデバイスが

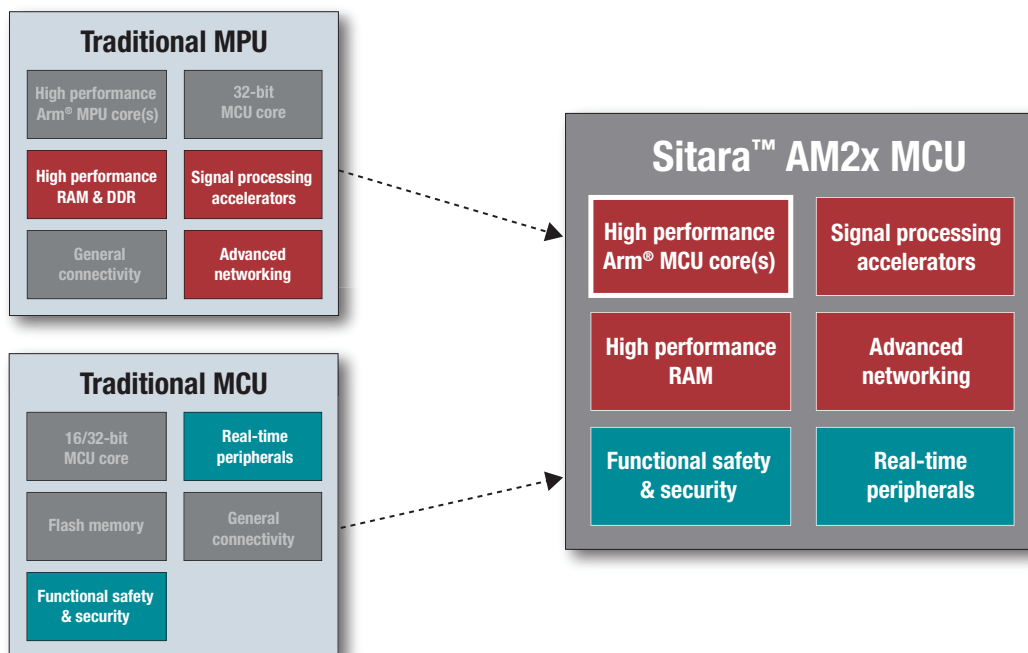


図 2. 従来のマイコンやマイクロプロセッサが採用する複数の基礎的なビルディング・ブロックを組み合わせた Sitara AM2x マイコン

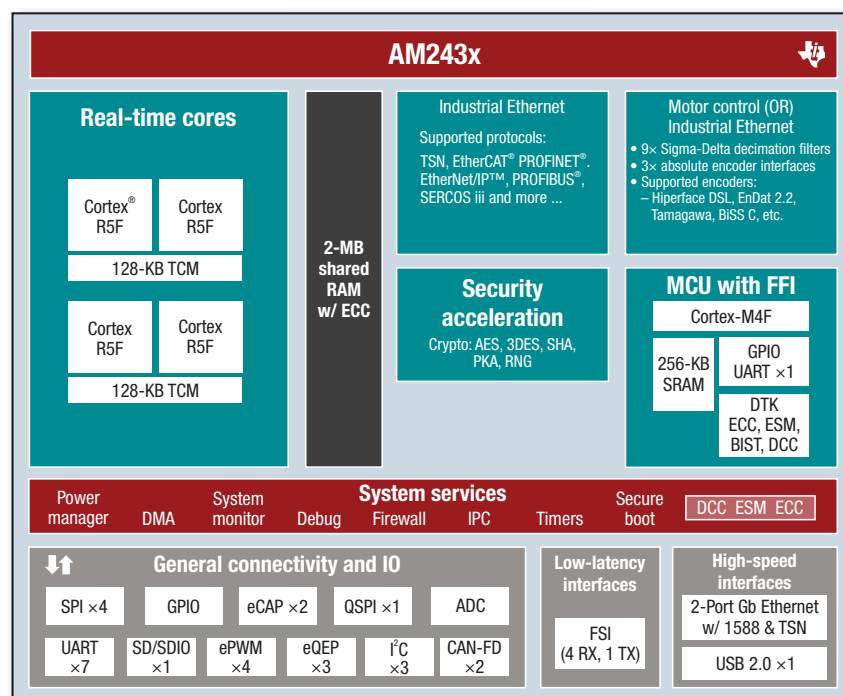


図 3. Sitara AM2434 マイコンのブロック図

どのような方法で高性能化を達成するのかが明らかになります。これらのビルディング・ブロックの組み合わせを通じて実現できるシステム・オン・チップ (SoC) は、画期的な性能と非常に小さい消費電力を両立することができます。

電力効率の優れたプロセッシング能力

最初のビルディング・ブロックは、最大 4 個の低消費電力 Arm® マイコン・コアを使用し、それぞれが 800MHz で動作するという特性を通じて、新しい可能性の扉を開きます。電力効率の優れたプロセッシング能力は、改良型のアルゴリズムを使用することで、リアルタイム制御システムの性能を向上させます。たとえば、各種モーター制御システムは摩耗やエネルギー損失を抑制する目的で振動を測定したり、差し迫った深刻な障害を事前に検知するための異常検出機能を追加したりできます。これらの新機能を実現するには、計算能力を大幅に強化する必要があります。ただし、従来型マイコンの多くは低いクロック速度を使用していることが原因で、それらの要件に追従することができません。

高性能マルチコア・プロセッシングは、Sitara AM2x マイコン・アーキテクチャの中核であり、性能、効率、フレキシビリティの優れた組み合わせを実現します。最小のシングルコアから最大のクワッドコアまでのスケールリングに対応するフレキシビリティ、また 400MHz ~ 1GHz のクロック速度を活用して、待ち時間を増加させずに開発中アプリケーションに機能を追加することができます。4 個の R5F コアを搭載し、それぞれが 800MHz で動作する AM2434 マイコンは、最大 6,400 リアルタイム Dhrystone MIPS (million instructions per second、毎秒 100 万回単位の命令実行速度) という計算能力をリアルタイム制御に活用できます。このデバイスのマルチコア・アーキテクチャを活用して、複数のコアに動作を分散することや、複数の異なる機能を互いに異なるタイミング間隔で実行するソフトウェア・スケジューリングを簡素化することができます。リアルタイム制御をネットワーク機能から分離すること、たとえば、特定のコアで使用する割

り込みの数を減らし、すべての動作の高精度制御を容易に維持できるようにすることが可能です。

マルチプロトコル・ネットワーク機能

ネットワーク機能は、次世代のスマート・ファクトリにとって重要な要件という位置付けを確立してきました。ただし、現在は多くの規格が使用されている複雑な状況であり、1Gbps ネットワークを目指す流れも続いています。マルチプロトコル・ネットワーク機能を通じて、非常に幅広い一連の産業用ネットワーク規格に対応すると同時に、統合型でプログラマブルなネットワーク機能のアクセラレーションを実現することができます。従来型のマイコン全般には、このような多様なプロトコルとの相互運用に対応できる能力がありません。その結果、設計者は外部通信デバイスを使用する必要が生じますが、設計のコストと消費電力の増加を招くことになります。

Sitara AM2x マイコンは、TI の ICSS、つまりプログラマブルでフレキシブルなギガビット・ネットワーク・エンジンを統合しています。ICSS を産業用ツールキット・ソフトウェアと組み合わせると、PROFINET® IRT、EtherNet/IP™、EtherCAT®、IO-Link のような各種産業用プロトコルとのコネクティビティをすぐに確立できます。この統合の結果、追加デバイスが不要になり、ファクトリ・コネクティビティが使いやすくなります。

高度なアナログ統合機能

高度なアナログ統合は、Sitara AM2x マイコン・アーキテクチャのもう 1 つの重要な側面であり、高分解能 PWM (パルス幅変調器) や A/D コンバータ (ADC) など、特化型のアナログ・パリアフェラルと制御パリアフェラルを実現しています。モーターの安定性やエネルギー効率の向上など、性能上の利点を具体化するうえで、これらのパリアフェラルが重要な役割を果たします。新しい製品ラインアップは、他の TI 製品で見受けられるアナログ設計の進展を活用し、単一の統合型ソリューションという形で提供しています。このような機能を統合した結果、システム設計の簡素化、追加コンポーネ

ントの必要性の低下、コストの削減、開発期間の短縮を実現しやすくなります。統合型の ADC と PWM は、全体的な制御の精度の向上と、待ち時間の短縮につながり、制御サイクル時間を最小 3 μ s に縮めることができます。

プロセス・アクセラレータ

多くのアプリケーションは、高度に特化した計算能力要件を課しており、カスタム・アクセラレーション・モジュールを採用すると、それらの要件の実現と統合が可能になります。たとえば、運転支援向けのレーダー処理システムは、数マイクロ秒 (μ s) ごとに多くの高速フーリエ変換を実行するだけの計算能力を必要としますが、この要件はおそらくどのようなプログラマブル・コアの能力も上回っています。レーダー処理をサポートする目的で製作された各種デバイスは、そのような計算をオフローディングするために専用のアクセラレータを必要とするのが一般的です。別の例として機械学習では、推論エンジンが 1 秒あたりの計算量に関してかなり重い負荷を課される可能性があり、やはりアクセラレーション機能によるサポートを必要とする場合があります。カスタム・アクセラレーション機能を追加すると、標準的なマイクロプロセッサ・コアの能力を上回る特化型のプロセス・ブロックを実現することができ、その結果、コストや消費電力の大幅な増大を招くことなく、そのようなアプリケーションで使用するシステムの性能を 10 倍～100 倍に向上させることができます。

統合型の安全機能とセキュリティ機能

コネクテッド (ネットワーク接続型) システムの数が増加するにつれて、強化型セキュリティの需要も高まります。セキュリティ・ホール発生の可能性を低減し、最新の各種暗号化規格をサポートできるように、各種デバイスはシステム・レベルで保護機能を搭載する必要があります。Sitara AM2434 マイコンは、システム・レベルで十分な注意を払ったうえで、最初から新規設計したシステム・オン・チップ (SoC) です。この結果、プログラマブルな複数のセキュリティキーやフレキシブル

なファイアウォール構成を含め、強化型のセキュリティと安全性をシステム・レベルで実現することができます。各種セキュリティ規格が進化する過程で、Sitara AM2x マイコンのアーキテクチャはフレキシビリティを発揮し、最新の各種規格を引き続きサポートできるように、調整と機能追加が実施されます。

システム・オン・チップの設計を実施するには、ASIL (Automotive Safety Integrity Level、車載セーフティ・インテグリティ・レベル)-D や SIL-3 など、産業用と車載の各業界全体で求められている各種安全性規格に対応する必要もあります。このような SoC はシステム・レベルの安全性ソリューションをサポートするので、デベロッパーは統合型の M4F コアをシステムに対するウォッチドッグ (監視機能) として使用し、引き続き動作している状態でデバイスの他の部分をリセットする能力を実現できます。各種ネットワーク関連ペリフェラルは、メインの Arm Cortex[®]-R5F プロセッサから独立して動作することもできるので、シームレスなリブート (再起動) が可能になります。

高い電力効率

多くのシステムは、強制空冷つまり通気を使用せずに、リアルタイム制御機能が非常に高い周囲温度の環境で動作することを求めています。多くのモーター・ドライブ・システムや電気自動車 (EV) の場合、周囲温度は最大 85°C に達する可能性があり、各種電子機器が放熱を行うだけの温度的余裕はほとんど残っていません。この理由で、そのような環境で動作する各種プロセッサは、電力を強く意識し、効率を高める必要があります。

Sitara AM2x マイコン製品ラインアップは、非常に優れた電力効率を達成しており、AM2434 マイコンのようなデバイスは消費電力を 1W 未満に抑制しながら、統合と計算に関する性能全般を引き続き維持しています。したがって、冷却ファンやコストの高いヒートシンクを必要とせずに、非常に厳しい高温条件の下でも高い信頼性で動作することができます。

まとめ

フレキシビリティと性能の向上を目指す流れが、現在のマイコンの限界を押し上げていることは明らかです。リアルタイム制御システムやエッジ側システムを設計する場合、複雑さの増大を招かずに性能障壁を克服することが課題になります。Sitara AM2x マイコン・ファミリはこのような性能障壁を打破し、インダストリー4.0の実現を支援するとともに、現在の各種システムの最適化を意図した一連のデバイスで構成された製品ラインアップを提供しています。また、高いフレキシビリティを備え、将来のシステムで発生するであろう未知の需要にも十分に対応できます。

参照情報

- [Sitara AM2434 マイコンのデータシート](#)をダウンロード。
- TIの[高性能マイコン](#)の詳細を確認。
- [AM2434 評価基板とソフトウェア開発キット](#)を使用し、評価を開始。
- [MCU+ Academy \(英語\)](#) にアクセスし、デモとトレーニングを参照。

重要なお知らせ:ここに記載されているテキサス・インスツルメンツ社および子会社の製品およびサービスの購入には、TIの販売に関する標準の使用許諾契約への同意が必要です。お客様には、ご注文の前に、TI製品とサービスに関する完全な最新情報のご入手をお勧め致します。TIは、アプリケーションに対する援助、お客様のアプリケーションまたは製品の設計、ソフトウェアのパフォーマンス、または特許の侵害に対して一切責任を負いません。ここに記載されている他の会社の製品またはサービスに関する情報は、TIによる同意、保証、または承認を意図するものではありません。

Sitara はテキサス・インスツルメンツの商標です。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が適用される各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、またはその他の要件を満たしていることを確実にする責任を、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 の販売約款 (<https://www.tij.co.jp/ja-jp/legal/terms-of-sale.html>)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。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。

日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ合同会社
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated