

# Sitara™ AM2x MCU를 통한 실시간 제어, 네트워킹 및 분석 성능 혁신



## Sahin Okur

애플리케이션 엔지니어  
텍사스 인스트루먼트

## Arnon Friedmann

시스템 엔지니어링 관리자  
텍사스 인스트루먼트



# 자동화에 대한 수요가 자동화 공장에서 자율 주행 차량에 이르기까지 전 세계에 지대한 영향을 끼쳤다는 것은 비밀이 아닙니다.

4차 산업혁명 흐름과 산업 자동화의 대규모 증가의 결과로, 오늘날의 스마트 공장은 더 빠르고 분산적인 컴퓨팅, 더 빠르고 유연한 네트워킹, 그리고 에지에서 더 많은 인텔리전스가 특징입니다. 제조 로봇, 기계 보조 장치 및 연결된 공장의 설계자들은 실시간 컴퓨팅, 유비쿼터스 네트워킹 및 에지 분석의 발전과 융합을 통해 가능해진 산업 통신, 기능 안전 및 예측 유지 보수와 같은 기능을 추가하고 있습니다. 이러한 발전을 실현하려면 실제 환경에서 클라우드로 원활하게 연결되어야 하며 동시에 여러 벡터에 기술을 접목해야 합니다. **그림 1**은 실시간 제어, 산업용 네트워킹 및 에지 분석을 통해 효율성과 생산성을 극대화하는 자동화된 공장을 보여줍니다.

## 한눈에 보기

이 섹션에서는 TI(텍사스 인스트루먼트)의 Sitara™ AM2x 마이크로컨트롤러(MCU)가 어떻게 기존 MCU의 성능 문제를 해결하여 실시간 제어, 네트워킹 및 분석 요구사항을 충족하는지 살펴봅니다.



### 1 산업 자동화의 기술 축

실시간 컴퓨팅, 유연하고 빠른 네트워킹 및 에지 분석에 대한 요구가 높아짐에 따라 그 어느 때보다 더 많은 성능이 요구되고 있습니다.



### 2 현대 공장에서 고성능 MCU의 역할

공장에서 더 높은 성능이 필요해짐에 따라 기존 MCU의 기능이 과도하게 확장하고 있습니다. 현대 공장에서 증가하는 자동화 및 정보 요구를 충족시키려면 새로운 수준의 성능이 필요합니다.



### 3 Sitara AM2x 포트폴리오의 기본 사항

다양한 온칩 기능을 갖춘 Sitara AM2x MCU는 실시간 에지 시스템 설계자가 복잡성을 추가하지 않고도 성능 장벽을 극복할 수 있도록 지원합니다.



**그림 1.** 로봇 공학은 더 높은 성능 제어, 통신 및 분석을 필요로 합니다.

산업 자동화를 위한 3가지 핵심 기술 축에 대해 살펴보겠습니다.

## 실시간 제어

매 나노초가 중요하기 때문에 실시간 제어가 필요한 시스템은 원시 처리 능력과 정확히 필요한 시간에 신호를 제어할 수 있는 능력이 모두 필요합니다. 정밀한 아날로그 신호 제어는 개선된 제어 알고리즘의 이점을 보다 신뢰할 수 있는 모터 구동 장치와 보다 효율적인 전기 자동차로 변환하는 핵심 기능입니다. 이러한 개선된 알고리즘의 처리 요구는 기존 MCU의 기능을 능가했습니다.

## 산업용 네트워킹

공장 내에서 서로 다른 유형의 데이터 교환이 필요함에 따라 여러 산업용 이더넷 표준을 신속하게 채택하여 기계 간의 실시간 통신을 가능하게 했습니다. 이 연결은 시스템 성능, 안전 및 안정성에서 목표한 이득을 달

성하기 위한 필수 항목이 되었습니다. 시스템 설계자들은 여러 다양한 프로토콜 표준과 호환되며 1Gbps의 빠른 속도로 작동할 수 있는 통합 네트워킹 솔루션을 찾고 있습니다.

## 에지 분석

시스템 전체 연결이 실시간 통신을 가능하게 하는 것처럼, 머신러닝 알고리즘의 개선은 각 시스템 또는 노드가 중앙의 결정을 기다리지 않고 조치를 취할 수 있는 로컬 최적화를 가능하게 합니다. 에지에서 처리하면 응답 시간이 크게 단축되며, 이는 인간과 기계 간의 더 나은 안전한 협업으로 이어집니다.

## 현대 공장에서 고성능 MCU의 역할

사슬은 가장 약한 고리에 의해 강도가 결정되듯이 아날로그 세계와 디지털 세계의 연결도 가장 약한 고리에 의해 강도가 결정됩니다. 이 사슬에서 종종 간과되는 요소

가 MCU입니다. 모터 제어 및 로봇 공학과 같은 많은 공장 시스템에서 미리 언급하지 않은 이 프로세서는 아날로그에서 디지털로 또는 그 역으로의 변환을 감독하지만, 고성능 컴퓨팅과 제어 모두에 대한 요구로 인해 기능에 대한 수요가 압도적으로 증가하고 있습니다.

TI의 Sitara AM2x MCU는 공장에서 증가하는 자동화 요구를 충족하기 위해 새로운 차원의 MCU 성능을 제공합니다. 이 포트폴리오는 프로세서 레벨 컴퓨팅과 정밀한 실시간 제어가 필요한 애플리케이션을 위한 단순하고 전력 효율적인 패키지 및 MCU의 높은 수준의 통합 기능을 결합합니다. 또한 공장 효율성 및 인텔리전스의 핵심인 에지 분석 및 실시간 멀티프로토콜 네트워킹과 같은 새로운 기능을 지원합니다. **그림 2**는 처리 코어, 네트워킹, 아날로그 통합, 보안 및 안전 기능, 사용자 지정 가속 등 Sitara AM2x MCU의 핵심 구성 요소를 보여줍니다.

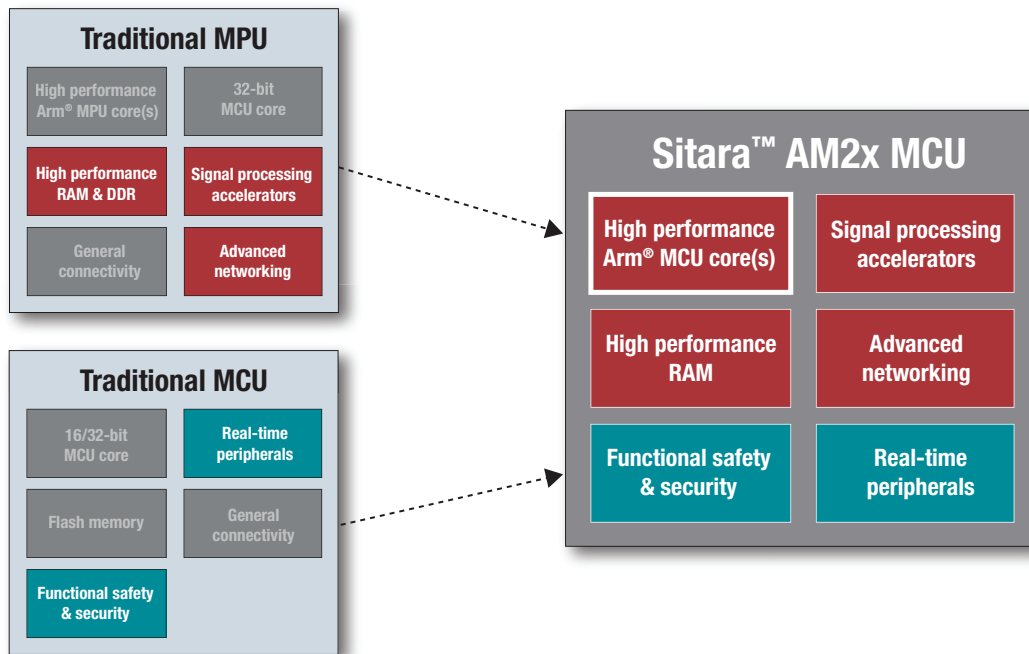


그림 2. Sitara AM2x MCU는 기존의 MCU와 마이크로프로세서의 기본 구성 요소를 결합합니다.

Sitara AM2x MCU 제품군의 첫 번째 장치는 **그림 3**에 표시된 AM2434입니다. 이 장치에는 쿼드-R5F 처리 하부 시스템, 유연한 산업용 네트워킹 엔진(산업용 통신 서브시스템[ICSS]), 긴밀하게 결합된 아날로그 주변 장치와 최신 암호화 표준을 지원하는 보안 엔진 등 많은 기본 기능이 포함되어 있습니다.

## Sitara AM2x MCU 포트폴리오의 기본 사항

Sitara AM2x MCU의 빌딩 블록을 몇 가지 개별 범주로 분류하면 이러한 장치가 어떻게 세 가지 핵심 기술 요소에 더 높은 성능을 제공하는지 알 수 있습니다. 이러한 빌딩 블록의 조합은 매우 낮은 전력 소비량으로 획기적인 성능을 제공할 수 있는 시스템 온 칩 기능을 제공합니다.

### 전력 효율이 높은 프로세싱

첫 번째 빌딩 블록은 최대 4개의 저전력 Arm® MCU 코어가 각각 800MHz에서 작동하면서 새로운 가능성을 열어줍니다. 전력 효율이 높은 프로세싱은 개선된 알고리즘을 사용할 수 있게 하여 실시간 제어 시스템의 성

능을 향상시킵니다. 예를 들어 모터 제어 시스템은 진동을 측정하여 마모와 에너지 손실을 방지하거나 이상 징후 감지 기능을 추가하여 곧 닥칠 치명적인 고장을 감지할 수 있습니다. 이러한 새로운 기능은 계산 능력을 크게 증가시켜야 하며, 기존의 MCU는 낮은 클럭 속도 때문에 이를 따라가지 못합니다.

고성능 멀티코어 프로세싱은 Sitara AM2x MCU 아키텍처의 중심이며 성능, 효율성 및 유연성의 조합을 제공합니다. 단일 코어에서 쿼드 코어까지 유연하게 확장할 수 있으며 400MHz에서 1GHz로 속도를 높이면 지연 시간 없이 애플리케이션에 기능을 추가할 수 있습니다. 800MHz에서 실행되는 각각 4개의 R5F 코어가 장착된 AM2434 MCU는 실시간 제어를 위해 초당 최대 6,400개의 실시간 DMIPS(Dhrystone million instruction per second)를 제공할 수 있습니다. 또한 장치의 멀티 코어 아키텍처를 통해 서로 다른 코어에 걸쳐 작업을 분산시킬 수 있으므로 서로 다른 기능이 서로 다른 타이밍 간격으로 실행되는 소프트웨어 예약을 간소화할 수 있습니다. 예를 들어 네트워킹에서 실시간 제어를 분리하면 주어진 코어에 대한 인터럽트 수를 줄이고 모든 작업을 보다 쉽게 제어할 수 있습니다.

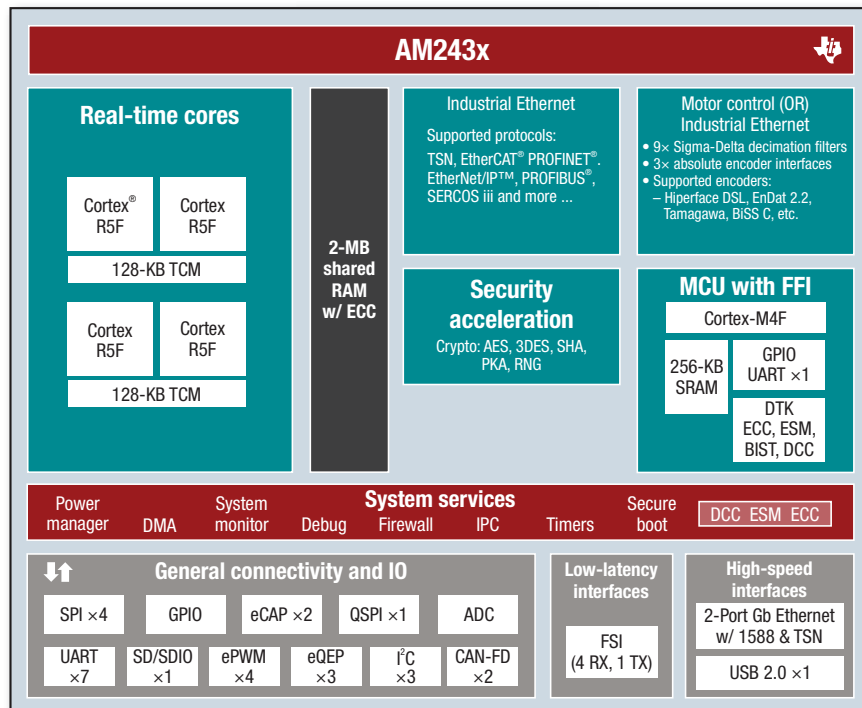


그림 3. Sitara AM2434 MCU의 블록 다이어그램.

## 다중 프로토콜 네트워킹

네트워킹은 차세대 스마트공장의 핵심 요건이 됐지만, 현재 사용 중인 많은 표준과 1Gbps 네트워킹의 추진으로 복잡해졌습니다. 다중 프로토콜 네트워킹은 프로그래밍 가능한 통합 네트워킹 가속화를 통해 가장 광범위한 산업 네트워킹 표준을 가능하게 합니다. 기존의 MCU는 이러한 다양한 프로토콜과 상호 운용할 능력이 없으므로 설계자는 외부 통신 장치를 사용해야 하고 설계에 비용과 전력을 추가해야 합니다.

Sitara AM2x MCU는 프로그램 가능한 유연한 기가비트 네트워킹 엔진인 TI의 ICSS를 통합합니다. 산업용 툴킷 소프트웨어와 함께 ICSS는 PROFINET® IRT, EtherNet/Internet Protocol™, EtherCAT® 및 IO-Link를 포함한 산업용 프로토콜을 위한 즉시 사용 가능한 연결을 가능하게 합니다. 이러한 통합을 통해 추가 장치의 필요성이 없어지고 공장 연결을 위해 쉽게 사용할 수 있습니다.

## 고급 아날로그 통합

고급 아날로그 통합은 Sitara AM2x MCU 아키텍처의 또 다른 주요 측면이며 고해상도 펄스 폭 변조기(PWM)와 아날로그-디지털 변환기(ADC) 같은 전문 아날로그 및 제어 주변장치를 제공합니다. 이러한 주변 장치는 향상된 모터 안정성 또는 높은 에너지 효율과 같은 성능 향상을 실현하는 데 매우 중요합니다. 새로운 포트폴리오의 단일 통합 솔루션에서 다른 TI 제품의 아날로그 설계의 발전을 활용합니다. 이러한 기능을 통합하면 시스템 설계가 단순화되어 추가 구성 요소의 필요성이 줄어들고 비용이 절감되며 출시 시간이 단축됩니다. 통합 ADC와 PWM은 전체 제어 정확도를 높이고 지연 시간을 줄여 제어 사이클 시간을 3 $\mu$ s까지 낮춥니다.

## 처리 가속기

많은 애플리케이션에는 사용자 지정 가속 모듈을 활성화하고 통합할 수 있는 매우 전문적인 컴퓨팅 요구 사항이 있습니다. 예를 들어, 운영자 지원을 위한 레이더 처리 시스템은 수 마이크로초마다 많은 고속 푸리에 변환의 계산이 필요하며 프로그램 가능한 코어를 압도합니다. 레이더 처리를 지원하도록 구축된 장치는 이러한 계산을 오프로드하기 위한 전용 가속기가 필요합니다. 또

다른 예는 머신러닝으로, 추론 엔진은 초당 계산 측면에서 상당히 버거울 수 있으며 지원을 위해 가속이 필요할 수도 있습니다. 사용자 지정 가속을 추가하면 표준 마이크로 프로세서 코어의 기능을 뛰어넘는 특수 처리 블록이 제공되어 비용이나 전력의 상당한 증가 없이도 이러한 애플리케이션에서 시스템 성능을 10~100배 향상시킵니다.

## 통합 안전 및 보안 기능

연결된 시스템의 수가 증가함에 따라 보안 강화의 필요성도 증가합니다. 시스템 수준에서 장치에는 보안 구멍의 가능성을 완화하고 최신 암호화 표준을 지원하기 위한 보호가 포함되어야 합니다. Sitara AM2434 MCU는 프로그래밍 가능한 보안 키와 유연한 방화벽 구성을 포함하여 시스템의 보안과 안전성을 향상시킬 수 있는 시스템 레벨의 시스템 온 칩 설계를 염두에 두고 처음부터 설계되었습니다. 보안 표준이 발전함에 따라 Sitara AM2x MCU 아키텍처는 유연해졌으며, 최신 표준을 계속 지원하기 위해서라도 조정 및 변경될 것입니다.

또한 시스템 온 칩 설계는 자동차 안전 무결성 수준 (ASIL)-D 및 SIL-3과 같은 산업 및 자동차 산업 전반에 걸쳐 요구되는 안전 표준을 준수해야 합니다. 시스템 온 칩 설계는 시스템 레벨 안전 솔루션을 지원하므로, 개발자는 통합형 M4F 코어를 시스템의 감시기로 사용할 수 있으며, 나머지 장치는 계속 실행하면서 재설정할 수 있습니다. 네트워킹 주변 장치는 메인 Arm Cortex®-R5F 프로세서와 독립적으로 실행되어 원활한 재부팅이 가능합니다.

## 높은 전력 효율

실시간 제어가 필요한 많은 시스템은 냉각 공기 흐름을 이용하지 않고도 매우 높은 외부 온도에서 작동합니다. 많은 모터 구동 시스템과 전기 자동차의 경우, 주변 온도가 최대 85°C에 달할 수 있으므로 전자 장치의 온도가 감소할 여지가 거의 없습니다. 그래서 이러한 환경의 프로세서는 매우 전력에 민감하고 효율적일 필요가 있습니다.

Sitara AM2x MCU 포트폴리오는 AM2434 MCU와 같은 장치가 1W 미만을 소비하면서도 모든 통합 및 컴퓨팅 성능을 제공하는 등 탁월한 전력 효율성을 제공합니다.

다. 따라서 냉각 팬이나 값비싼 열 싱크 없이도 매우 높은 열 조건에서 안정적으로 작동할 수 있습니다.

## 마무리

유연성과 성능이 향상되는 추세는 오늘날의 MCU의 한계를 뛰어넘고 있습니다. 복잡성을 가중시키지 않고 성능 장벽을 극복하는 것은 실시간 제어 및 에지 시스템을 설계하는 사람들에게 어려운 과제입니다. Sitara AM2x MCU 제품군은 4차 산업혁명을 지원하기 위해 이러한 성능 장벽을 허물고 미래 시스템의 알려지지 않은 수요를 지원할 수 있을 만큼 유연한 현재 시스템 최적화를 목표로 하는 장치 포트폴리오를 제공합니다.

## 자료

- [Sitara AM2434 MCU 데이터시트](#)를 다운로드하십시오.
- [고성능 MCU](#)에 대해 자세히 알아보십시오.
- [AM2434 평가 모듈](#) 및 [소프트웨어 개발 키트](#)로 평가를 시작하십시오.
- 데모 및 교육은 [MCU+ Academy](#)를 방문하십시오.

**중요 알림:** 이 문서에 기술된 텍사스 인스트루먼트의 제품과 서비스는 TI의 판매 표준 약관에 의거하여 판매됩니다. TI 제품과 서비스에 대한 최신 정보를 완전히 숙지하신 후 제품을 주문해 주시기 바랍니다. TI는 애플리케이션 지원, 고객의 애플리케이션 또는 제품 설계, 소프트웨어 성능 또는 특허권 침해에 대해 책임을 지지 않습니다. 다른 모든 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보 공개는 TI가 승인, 보증 또는 동의한 것으로 간주되지 않습니다.

Sitara는 텍사스 인스트루먼트의 트레이드마크입니다. 모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

## 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, 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 will 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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.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.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated