

Technical Article

에지 AI 가속 Arm® Cortex®-M0+ MCU가 전자 기기에 더 많은 기능을 제공하는 방법



Andrew Liu

요점

- **NPU(신경망 처리 장치)가 통합된 TI MCU(마이크로컨트롤러)**는 에지 AI를 위한 하드웨어 가속을 제공해 전력 및 비용 제약이 있는 애플리케이션에서도 설계자가 실시간 로컬 센서 데이터 처리를 위해 정교한 신경망 모델을 배포할 수 있도록 지원합니다.
- MCU에서 머신 러닝 추론을 실행하면 **음성 호출 감지, 제스처 인식, 예측 유지 보수**와 같은 고급 기능을 구현할 수 있습니다.

MCU로 에지 AI를 더욱 쉽게 구현하기

오늘날의 범용 MCU, 특히 TI의 TinyEngine™ NPU와 같은 AI 하드웨어 가속기가 통합된 MCU는 소비 전력, 크기, 비용 제약을 균형 있게 고려해야 하는 제품에서도 정교한 모델을 실행할 수 있도록 하면서 시스템 응답성을 향상합니다.

이러한 기능이 풍부한 장치를 통해 엔지니어는 원격 서버와의 지속적인 클라우드 연결에 의존하지 않고도 AI 기능을 구현할 수 있으며, 다양한 애플리케이션에서 더 스마트하고 빠르며 신뢰할 수 있는 사용자 경험을 제공할 수 있습니다.

이 문서에서는 **MSPM0G5187**과 같은 Arm® Cortex®-M0+ 기반 MCU에 AI 모델을 배포하는 방법을 보여주는 여러 가지 사례를 살펴보겠습니다. 각 사례에서는 센싱 및 신호 처리 체인, AI 모델이 임베디드 환경에 통합되는 방식, 그리고 각 설계에서 MCU가 제공하는 성능 및 시스템 수준의 장점을 다룹니다.

스마트 홈 기기에서의 음성 호출 감지

스마트 스피커(**그림 1**)와 허브에서는 AI 모델이 음성 인식 기능을 구동하여 사용자의 요청에 따라 기기가 깨어나도록 합니다.



그림 1. 음성 인식 기능을 갖춘 스마트 스피커

사용자의 음성은 측정 가능한 음향 압력으로 처리되는 음파를 생성하며, AI 모델은 응답하기 전에 이 신호를 수집하고 처리해야 합니다. **그림 2**는 시스템에서 데이터의 형식과 흐름을 보여주는 블록 다이어그램입니다.

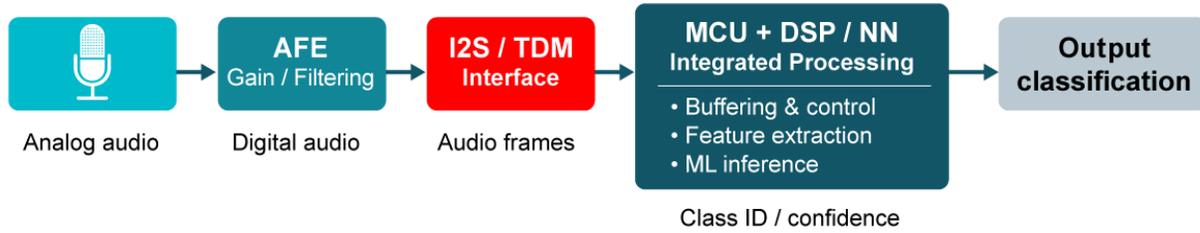


그림 2. 음성 인식 애플리케이션을 위한 신호 체인 블록 다이어그램

이 신호 체인에서 마이크와 같은 아날로그 센서가 원시 파형을 포착한 후, 해당 신호는 아날로그 프런트 엔드 장치로 전달되어 신호 진폭을 증폭하고, 노이즈를 필터링하며, 데이터를 디지털 형식으로 인코딩합니다. MCU는 오디오의 경우 I2S와 같은 통신 프로토콜을 통해 데이터를 수신한 뒤, 온칩 신경망 모델을 통해 이를 해석하여 특정 키워드의 발화 여부를 판단합니다. 이 경우 시스템은 유효한 활성화 조건을 인식하고 시스템 내 더 강력한 프로세서를 구동합니다. 이 프로세서는 요청된 작업에 대해 고부하 연산을 직접 수행하거나, 사용자의 명령을 무선으로 클라우드 기반 AI 모델에 전달하는 역할을 합니다.

음성 기반 제품에서는 속도와 성능 정확도가 가장 중요한 요소입니다. 사용자의 요청을 첫 시도에 정확히 인식하는 높은 응답성의 시스템은 명령을 반복하거나 불필요하게 대기하는 상황을 줄여줍니다. 장치는 활성화 명령을 지속적으로 수신 대기하면서 음성 데이터를 빠르게 처리해야 하며, 이러한 기능을 구현하려면 낮은 지연 시간과 낮은 전력 소모 성능이 필요합니다.

MCU는 수십 밀리วัต 수준의 전력만 소비함으로써 음성 인식 애플리케이션의 전력 요구 사항을 충족합니다. 이는 수 와트의 전력을 소비하는 음성 프로세서 IC(집적회로)에 비해 약 100배 개선된 수준입니다. 지연 시간 측면에서 1D 합성곱 신경망을 사용하는 AI 키워드 인식 모델은 NPU를 활용할 경우 표준 CPU만 사용하는 MCU에서 동일한 모델을 실행할 때와 비교해 처리 시간을 **90x 이상** 줄일 수 있습니다.

웨어러블 헬스 트래커에서의 제스처 및 활동 모니터링

스마트 링이나 스마트워치(그림 3)와 같은 개인용 웨어러블 전자기기에서는 손과 신체의 움직임을 추적하는 센서를 통해 비접촉식 제스처 인식이 이루어집니다. 동일한 센서는 건강 및 행동 데이터도 기록하여 피트니스 상태뿐만 아니라 수면 및 스트레스 수준에 대한 인사이트도 도출할 수 있습니다.



그림 3. 생체 데이터를 표시하는 웨어러블 피트니스 트래커

그림 4의 신호 체인 블록 다이어그램은 AI 모델이 제스처를 측정하고 분석하는 방식을 보여줍니다. 가속도계와 자이로스코프 같은 아날로그 센서가 사람의 움직임과 방향을 포착하며, 이후 이 센서들은 전처리와 측정을 위해 신호 체인을 통해 신호를 전달합니다. MCU는 데이터를 수신한 뒤 AI 모델을 실행하여 손목을 갑자기 튕기는 동작과 같은 특정 제스처를 인식합니다. 심박수, 동리듬, 수면 패턴과 같은 다른 유형의 데이터에도 같은 개념이 적용됩니다. 시스템 설계에 적절한 센서를 추가하면 됩니다.

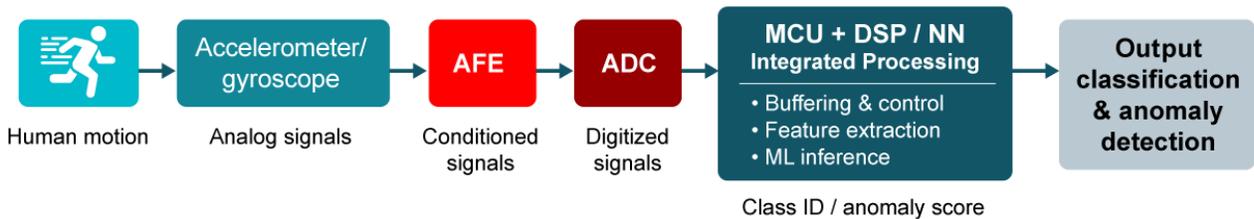


그림 4. 제스처 인식 웨어러블 애플리케이션을 위한 신호 체인 블록 다이어그램

웨어러블 헬스 트래커 설계자는 일상적으로 착용하기에 작고 가벼우면서도 제스처를 정확하고 빠르게 인식할 수 있는 솔루션을 개발하려고 합니다. MCU는 효율적인 연산 성능과 아날로그 및 디지털 주변장치의 높은 통합도를 통해 이러한 기술적 요구 사항을 충족할 수 있으며, PCB(인쇄 회로 보드)에서 단 몇 밀리미터만 차지하는 소형 IC 풋프린트로 구현할 수 있습니다. 이러한 설계 방식은 개별 부품을 사용한 설계로는 불가능했던 소형화를 실현합니다. 이는 최신 스마트 액세서리들이 크기는 거의 유지하면서도 기능은 계속해서 추가하는 추세를 통해 확인할 수 있습니다.

산업용 모터의 모터 진동 감지

컨베이어, 펌프, 액추에이터와 같이 산업용 모터(그림 5)에 포함된 기계적으로 움직이는 부품은 시간이 지남에 따라 고장 날 수 있으며, 이는 예기치 않은 운영 중단으로 이어질 수 있습니다. 로컬 AI 모델은 모터 신호를 모니터링하고 작은 임펄스 스파이크나 불규칙한 주기성과 같은 시간 영역 이상 현상을 탐지할 수 있습니다. 이러한 현상은 즉시 모터 작동을 멈추게 하지는 않지만, 임박한 고장을 나타내는 징후일 수 있습니다.



그림 5. 산업용 모터

그림 6에서는 전기적 파형을 측정하고 AI 모델에 더 깨끗한 입력을 제공하기 위해 데이터 전처리 작업을 수행하는 신호 체인을 보여줍니다. 이 애플리케이션에서 MCU는 모터 고장 분석을 위한 AI 모델을 사용하여 이상 징후를 조기에 감지하고 시스템이나 운영자에게 경고를 보냅니다.

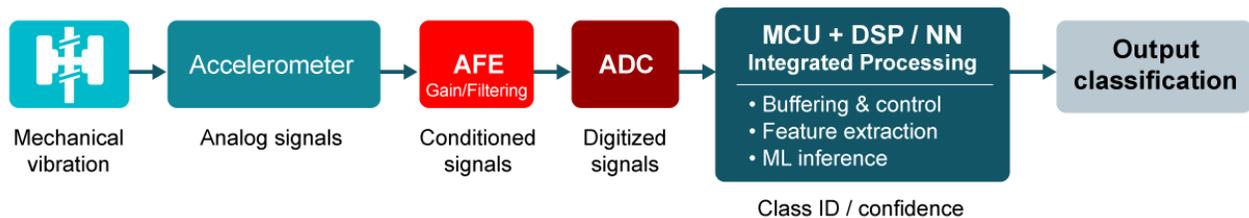


그림 6. 산업용 모터의 기계적 진동 모니터링을 위한 신호 체인 블록 다이어그램

이러한 환경에는 사람이 함께 있는 경우가 많으므로, 안전 보장을 위해 기계 고장을 예측하고 방지할 수 있어야 합니다. 에지 AI를 지원하는 MCU는 AI 모델을 배포해 중요한 모터 신호를 직접 모니터링하고 고장 징후를 감지할 수 있게 함으로써 이러한 환경에서 높은 활용성과 유연성을 제공합니다. 이러한 모델은 데이터의 패턴을 식별하고 결정적으로 개입하는 데 탁월하며, 모터 시스템에서 강력한 도구로 활용될 수 있습니다.

MCU로 에지에 더 많은 인텔리전스 구현하기

에지 AI 가속 기능을 갖춘 [MSPM0G5187](#)과 같은 Arm Cortex 기반 MCU의 가장 큰 장점은 범용 애플리케이션에서의 뛰어난 활용성입니다. 설계자는 저전력·저지연 AI 기능을 적용할 수 있는 새로운 방법을 거의 무한한 다양한 전자 제품에서 찾아낼 수 있습니다. MCU 제조업체의 목표는 이러한 고급 기능을 지속적으로 통합하는 동시에 사용하기 쉬운 개발 리소스와 확장 가능한 플랫폼을 제공하는 것입니다.

추가 리소스

- TI의 [에지 AI 포트폴리오](#)에 대해 자세히 알아보십시오.
- TI의 무료 [CCStudio™ Edge AI Studio](#) 도구를 사용해 지금 바로 설계를 시작해 보십시오.
- 제품 개요 '[TI의 TinyEngine™ NPU로 더 많은 임베디드 시스템에서 에지 AI 가속 구현](#)'을 통해 TinyEngine NPU와 에지 AI 가속 임베디드 설계에서의 이점을 알아보십시오.

상표

TinyEngine™ 및 CCStudio™는 텍사스 인스트루먼트의 상표입니다.

Arm® 및 Cortex®는 Arm Limited의 등록 상표입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 명시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [TI의 판매 약관](#), [TI의 일반 품질 지침](#) 또는 [ti.com](#) 이나 해당 TI 제품과 함께 제공되는 기타 조건의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다. TI가 명시적으로 제품을 사용자 정의 또는 고객 정의용으로 지정하지 않는 한, TI 제품은 범용의 표준 카탈로그 장치입니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 어떠한 추가적이거나 상이한 조건도 반대하며 이를 거부합니다.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

최종 업데이트: 2025/10/25

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](#) 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