

# Jacinto™ 7 프로세서의 MCU 통합으로 차별화 지원



## **Mahmut Ciftci**

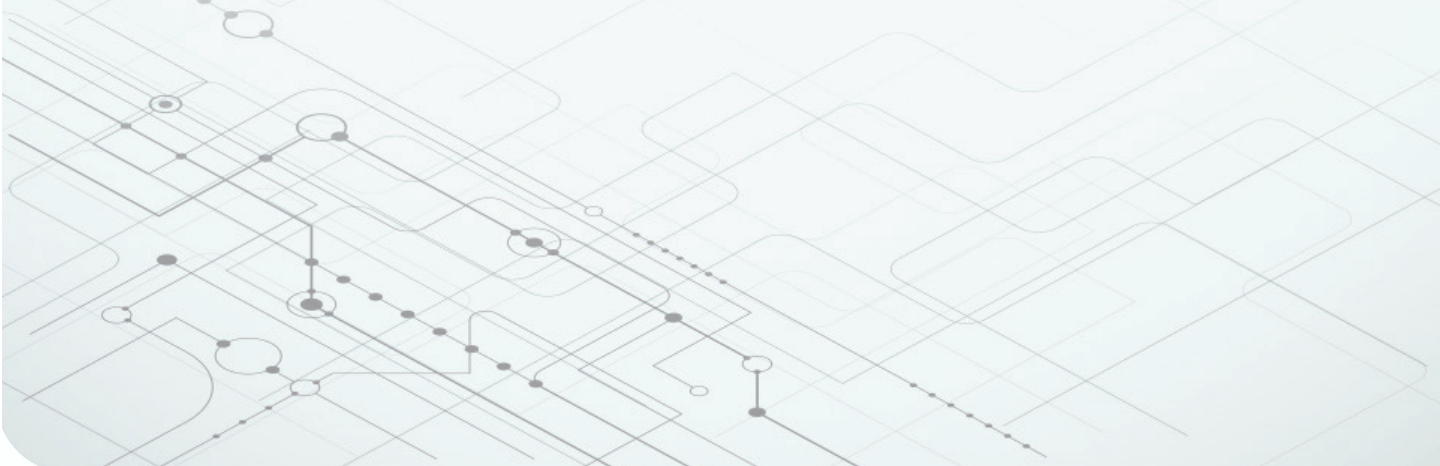
시스템 설계자,  
Jacinto 프로세서

## **Yashwant Dutt**

엔지니어링 관리자,  
Jacinto 프로세서

## **Sujith Shivalingappa**

엔지니어링 관리자,  
Jacinto 프로세서



# 오토모티브 아키텍처는 더 많은 엔터테인먼트, 연결성 및 기능 안전 사양에 대한 소비자 수요를 충족시키기 위해 지난 10년 동안 크게 변화해 왔습니다. 최근 자율 주행이 주목을 받으면서 차량이 혁신의 중심지로 변모하고 기술 발전의 선두에 서게 되었습니다. 그 결과 시스템 복잡성, 반도체 콘텐츠 및 비용이 기하급수적으로 증가했습니다.

요즘 나오는 일반 차량에는 다양한 기능을 관리하는 수백 개의 전자 제어 유닛(ECU)이 있습니다. ECU의 대부분은 간단한 마이크로 컨트롤러(MCU)로 이루어져 있습니다. 그러나 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS)과 오토모티브 게이트웨이 시스템과 같은 보다 복잡한 시스템은 각각 특정 시스템 기능을 수행하는 차량 MCU 외에 더 강력한 애플리케이션 프로세서가 필요합니다. 이 기술백서는 오토모티브 시스템에서 차량 MCU의 역할을 설명하고, 차량 MCU를 애플리케이션 프로세서에 통합하는 Jacinto™ 7 프로세서의 실리콘 아키텍처를 보여드립니다.

## 오토모티브 시스템의 차량 MCU

복잡한 오토모티브 임베디드 시스템은 애플리케이션 프로세서와 차량 MCU(웨이크업 MCU라고도 함) 간에 컴퓨팅 책임을 분담합니다. 그림 1은 이러한 시스템의 블록 다이어그램을 보여줍니다. 여기서 애플리케이션 프로세서는 디스플레이 구동, 애플리케이션 소프트웨어와 미들웨어 처리, 처리량이 많은 데이터, 복잡한 그래픽, 카메라 및 비전 프로세싱 관리뿐만 아니라 단일 또는 복수의 고급 운영 체제를 호스팅하는 단일 또는 멀티코어 프로세서가 될 수 있습니다.

MCU는 ECU가 수행하는 모든 작업을 담당합니다. 그리고 애플리케이션 프로세서를 모니터링하고 연산 결과를 평가합니다. 또한 MCU는 다른 센서 입력을 처리하고, (컨트롤러 영역 네트워크[CAN], 로컬 인터커넥트 네트워크[LIN] 및 이더넷을 통해) 차량 네트워크와의 통신을 관리하고, 기타 하우스키핑 활동을 수행하고, 웨이크업 및 대기 기능을 지원합니다. 기능 안전 사용 사례에 따라 차량 MCU는 기능 안전 요구 사항을 관리할 수도 있습니다.

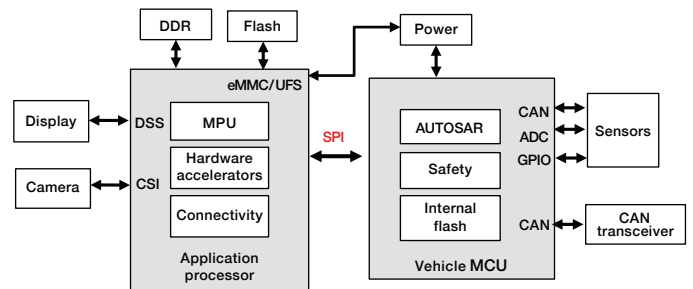


그림 1. 복잡한 오토모티브 시스템의 일반 블록 다이어그램.

일반적인 차량 MCU는 다음 기능을 지원합니다.

- CAN, LIN 및 이더넷을 통해 차량 네트워크의 다른 노드와 통신할 수 있는 다양한 연결 인터페이스
- 다양한 센서와 주변 장치를 모니터링하고 제어하기 위한 다양한 입력 및 출력 인터페이스(예: 범용 입력/출력(GPIO), 아날로그-디지털 컨버터[ADC], 직렬 주변 기기 인터페이스[SPI], I2C)
- 데이터 및 프로그램(임베디드/외부 메모리)을 저장하는 고속 메모리
- 저전력 대기 모드
- 차량 네트워크 메시지에 응답하기 위한 빠른 부팅(예: 50~100ms 이내의 CAN 응답)
- 필요한 경우 시스템 안전 목표 달성을 위한 ASIL(차량 안전 무결성 수준)-D 안전 지원
- AUTOSAR(차량용 오픈 시스템 아키텍처) 스택 및 애플리케이션

시스템 복잡성과 기능 세트가 증가함에 따라 다음을 포함한 차량 MCU의 요구 사항도 증가합니다.

- 복잡한 소프트웨어의 높은 컴퓨팅 요구를 충족하기 위한 컴퓨팅 능력 향상
- 더욱 복잡한 소프트웨어를 처리하기 위한 내장 플래시 크기 증가
- 대용량 소프트웨어를 수용할 수 있는 고속 메모리(데이터와 명령어 모두) 증가
- 다수의 네트워크를 지원하는 여러 개의 이더넷 포트
- 더 많은 수의 입력 및 출력 인터페이스(CAN, LIN 및 ADC)
- 더 엄격한 사이버 보안 요구 사항

이러한 요구 사항이 증가함에 따라 차량 MCU 비용이 높아지고 따라서 BOM(자재 명세서) 비용도 증가했습니다.

소프트웨어 개발은 그림 1에 나와 있는 분할형 아키텍처의 과제입니다. 애플리케이션 프로세서와 차량 MCU는 서로 다른 아키텍처를 기반으로 하며, 고유한 소프트웨어 개발 키트(SDK)가 있습니다. 소프트웨어 개발과 검증은 두 개의 다른 소프트웨어 환경에서 이루어지므로, 소프트웨어 개발과 검증의 복잡성과 노력이 현저하게 증가합니다.

분할형 아키텍처는 기능 안전 및 보안 시스템 요구 사항을 충족하는 능력도 복잡하게 만듭니다. 두 구성 요소의 요구 사항을 모두 처리해야 하는 경우 애플리케이션 프로세서와 MCU를 모두 관리하는 것이 어려워집니다. 또한 ASIL-D 안전 요구 사항이 있는 시스템의 프로세서 간 통신(IPC)은 (특히 대량의 데이터에 대한) 기능 안전 요구를 충족하기 위해 상당한 중앙 처리 장치 성능을 요구합니다.

Jacinto DRA8xx와 TDA4xx 시스템 온칩(SOC)은 Jacinto 7 프로세서 제품군의 일부로, 차량 MCU를 애플리케이션 프로세서에 통합한 새로운 아키텍처를 제공합니다. 이 아키텍처는 시스템 BOM 비용을 최적화하고 소프트웨어 개발을 통합하고 기능 안전 및 보안 지원을 단순화하는 한편 끊임없이 증가하는 시스템 요구 사항을 해결합니다.

### Jacinto 7 프로세서에 MCU 통합

Jacinto 7 오토모티브 애플리케이션 프로세서 플랫폼은 특히 차량 MCU의 통합 관련하여 ADAS, 오토모티브 게이트웨이 및 콕핏 시스템을 위한 혁신적인 기능을 포함합니다. 그림 2는 Jacinto 7 SoC의 개략적 아키텍처를 보여줍니다. 애플리케이션 프로세서는 기본 도메인과 MCU 도메인의 두 가지 독립 도메인으로 나뉩니다.

기본 도메인은 마이크로프로세싱 유닛과 그래픽 처리 유닛 같은 고성능 컴퓨팅 코어, 멀티미디어 가속기, 디지털 신호 프로세서를 포함한 비전 하드웨어 가속기를 제공합니다. 또한, 기본 도메인은 필요한 입력과 출력, 비디오 인터페이스(예: 캡처 및 디스플레이)를 제공합니다.

MCU 도메인은 일반적으로 외부 차량 MCU로 오프로드되는 기능을 대체합니다. 기본 도메인과 MCU 도메인은 개별적인 전압, 전원, 클럭 및 리셋 기능이 서로 분리되어 있습니다. 하드웨어 방화벽은 두 도메인 간에 FFI(간섭으로부터의 자유)를 보장합니다.

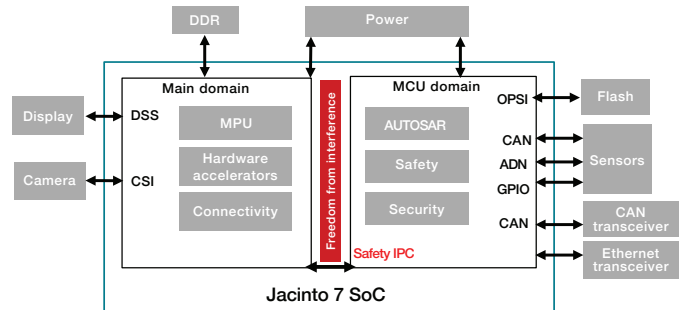


그림 2. Jacinto 7 SoC 기반 시스템 아키텍처.

Jacinto 7 SoC의 MCU 도메인에는 다음이 포함됩니다.

- 프로세싱 코어-MCU 도메인은 듀얼 Arm® Cortex®-R5F 프로세서를 기반으로 하며, 각 코어는 잠금 단계 모드 또는 분할 모드로 구성할 수 있습니다. Cortex-R5F 코어는 최대 1GHz 까지 실행되며 독립형 차량 MCU에 비해 상당히 높은 성능을 제공합니다.
- 주변 기기 I/O 인터페이스-MCU 서브 시스템에는 다음과 같은 오토모티브 사용 사례를 지원하기 위한 광범위한 I/O 세트가 있습니다.
  - CAN FD 속도의 여러 인스턴스
  - 이더넷
  - GPIO, SPI, I2C 및 펄스 폭 변조의 여러 인스턴스
  - 멀티 채널 ADC
- 기능 안전-Jacinto 7 SoC MCU 도메인은 최대 ASIL-D의 시스템을 지원하도록 설계되었습니다. MCU 도메인에 통합된 다음과 같은 기능 단위에서는 높은 안전 등급이 가능합니다.
  - 내장 자체 테스트
  - 모든 메모리에 대한 오류 수정 코드(ECC)

- 오류 신호 처리 모듈
- 순환 중복 검사
- 워치 독 타이머
- 듀얼 클럭 비교기 및 온도 센서

자세한 내용은 [오토모티브 설계에 Jacinto™ 7 프로세서 기능 안전 기능 활용](#) 기술백서를 참조하십시오.

- 보안-Jacinto 7 아키텍처의 MCU 도메인은 전체 SoC의 보안 마스터입니다. MCU 도메인은 다음을 제공하는 디바이스 관리 및 보안 컨트롤러를 포함합니다.
  - 고유한 키를 사용한 보안 부팅.
  - 암호화 가속기: Rivest, Shamir 및 Adelman-4K, 순수 난수 발생기/결정론적 난수 발생기, Secure Hash Algorithm 2-512 및 Advanced Encryption Standard-256.
  - 하드웨어 보안 모듈 서비스.
  - 메모리 및 주변 기기 방화벽.

## 전원

낮은 대기 전력은 차량 MCU가 제공하는 주요 기능 중 하나입니다. Jacinto 7 SoC는 MCU 도메인에 독립된 전력을 공급함으로써 낮은 대기 전력을 달성합니다. 일반적인 시나리오에서 MCU 도메인은 전원이 꺼지고, CAN 활동이 있을

때만 활성화됩니다. 수신된 CAN 메시지에 따라 SoC는 전체 시스템 전원을 켜거나 다시 OFF 모드로 전환합니다.

## 플래시

Jacinto 7 SoC는 통합 플래시를 지원하지 않고 대신 Octal SPI(OSPI)나 Hyperflash와 같은 외부 NOR 플래시를 이용하여 부팅하거나 기타 이미지를 저장합니다. MCU 도메인은 AUTOSAR 스택 또는 기타 소프트웨어를 실행할 수 있도록 ECC를 지원하는 내부 랜덤 액세스 메모리(RAM)를 포함하며, 추가 프로그램과 데이터 공간을 위한 대용량 외부 이중 데이터 속도(DDR) 메모리에 액세스할 수 있습니다. OSPI에서는 활성화 시간을 단축할 수 있도록 XIP(Execute in place)가 지원되며, XIP의 이미지는 실행을 시작하기 전에 인증됩니다.

## 부팅 및 빠른 CAN 응답

빠른 CAN 응답을 위한 빠른 부팅 시간은 MCU를 통합한 Jacinto 7 프로세서 플랫폼에서 달성할 수 있습니다. MCU 도메인은 전체 SoC의 부팅 마스터이며, 부팅하고 CAN 스택을 실행하여 50ms~100ms의 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

## Jacinto 7 MCU 통합과 외부 차량 MCU의 비교

표 1은 Jacinto 7 플랫폼의 MCU 도메인 기능을 외부 MCU와 비교합니다.

주요 특징	Jacinto 7 MCU	외부 MCU
프로세싱 코어	더 높은 성능 제공, 외부 MCU에 비해 더 빠른 속도로 코어 실행 가능	낮은 성능
I/O 지원	CAN, ADC, SPI, GPIO, PWM, 이더넷	CAN, ADC, SPI, GPIO, PWM, 이더넷
기능 안전	최대 ASIL-D, 혼합 중요도 애플리케이션에 대한 안전 지원 간소화	최대 ASIL-D, 최신 기능 안전 요구 사항에 뒤처질 수 있음
보안	최신 보안 지원	최신 보안 요구 사항에 뒤처질 수 있음
전원	저전력 요구 사항 충족 가능	낮은 대기 전력
시스템 BOM 비용	외부 MCU 제거 및 PCB(인쇄 회로 기판) 공간 절약으로 시스템 BOM 비용 대폭 절감	플래시 크기, 기능 안전 요구 사항 등에 따라 상당한 비용 증가 가능
부트	CAN 응답을 위한 50~100ms 부팅 시간 충족	CAN 응답을 위한 50~100ms 부팅 시간 충족
소프트웨어 개발	애플리케이션 프로세서를 이용한 통합 소프트웨어 개발	개별적인 SDK
플래시	외부 플래시(OSPI, Hyperflash)	내부 플래시, 더 큰 플래시 크기가 필요할수록 MCU 비용이 크게 증가.
통신	내부 IPC를 통해 보다 빠르고 안전한 통신 제공	외부 인터페이스, SPI 등

**표 1:** Jacinto 7 프로세서의 MCU 통합과 기존 외부 MCU의 기능 비교.

## Jacinto 7 소프트웨어 아키텍처

DRA8xx 및 TDA4xx SoC 개발을 포함한 Jacinto 7 소프트웨어 개발은 애플리케이션 프로세서와 차량 MCU를 위해 통합됩니다. Jacinto 7 플랫폼 SDK 하나로 기본 도메인과 MCU 도메인 모두의 소프트웨어를 개발할 수 있습니다.

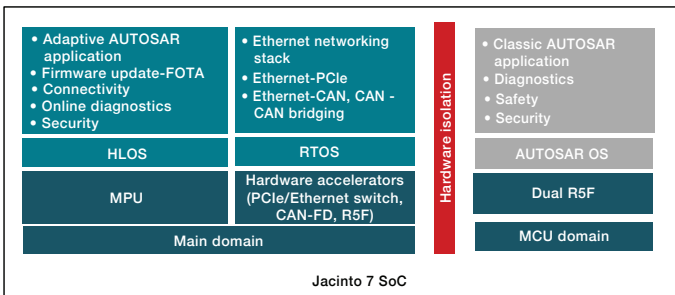
그림 3 및 4는 게이트웨이 및 ADAS 사용 사례에 대한 소프트웨어 아키텍처 예시를 보여줍니다. 이 예시에서 MCU 도메인은 다음을 실행합니다.

- 시스템 부팅 및 디바이스 관리
- AUTOSAR 실시간 운영 체제, 스택 및 애플리케이션
- 진단
- 기능 안전 및 보안 서비스

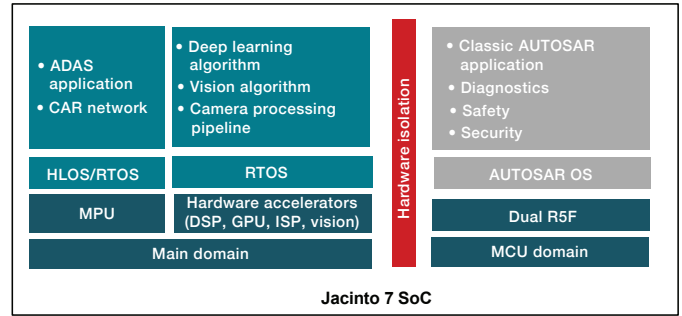
기본 도메인은 다음을 실행합니다

- 고급 운영 체제
- 적응형 AUTOSAR 및 고객 애플리케이션과 같은 애플리케이션
- 미들웨어 및 연결 기능
- 비전 및 멀티미디어 알고리즘

기능 안전이 뛰어난 고성능 IPC는 기본 도메인과 MCU 도메인 간의 통신을 관리합니다.



**그림 3.** 일반 게이트웨이 시스템용 Jacinto 7 소프트웨어 아키텍처



**그림 4.** ADAS용 Jacinto 7 소프트웨어 아키텍처

## 마무리

차량 MCU를 Jacinto 7 플랫폼에 통합하면 외부 MCU에 비해 다음과 같은 많은 이점을 얻을 수 있습니다.

- 유연한 고성능 MCU
- 저렴한 시스템 BOM 비용
- 통합 소프트웨어 개발
- 단순화된 기능 안전 및 보안 지원

또한 차량용 MCU 통합은 모든 Jacinto 7 제품군 제품에서 공통적으로 이루어지며, 다양한 완제품 유형으로 확장되어 소프트웨어 및 하드웨어 재사용이 가능합니다.

Jacinto 7 프로세서에 대한 자세한 내용은 [ti.com/jacinto7](https://ti.com/jacinto7) 을 참조하십시오.

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.

기타 모든 상표는 해당 소유자의 재산입니다.

## 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 ([www.ti.com/legal/termsofsale.html](http://www.ti.com/legal/termsofsale.html)) 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.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated