참고 자료

Technical White Paper

CCStudio™ IDE에서 에이전틱 AI로 임베디드 개발 가속화

추상

소프트웨어 엔지니어링이 에이전틱 AI로 전환됨에 따라 임베디드 시스템에는 고유한 장애물이 있습니다: 저수준 하드웨어 제약, 복잡한 주변 기기 구성, 엄격한 타이밍 요구 사항. 이러한 환경에서는 환각 코드가 현장에서 고장을 일으킬 수 있습니다. 이 문서에서는 텍사스 인스트루먼트의 CCStudio™ IDE가 어떻게 개발 프로세스에 하드웨어 기반 지능을 제공하여 AI 기능을 하드웨어 구성, 빌드 관리 및 온칩 디버그 워크플로로 확장하는지 살펴봅니다. CCStudio IDE는 AI 에이전트가 초기 설정부터 최종 문제 해결까지 실제 실리콘을 탐색할 수 있도록 하는 다계층 아키텍처를 사용합니다.

목차

1 소개 2
2 핵심 플랫폼 기능 3
3 CCStudio IDE 마이그레이션 스킬 4
4 마이그레이션 스킬이 결과의 유효성을 검증하는 방법 5
5 결론 5

상표

CCStudio™ is a trademark of Texas Instruments.
모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

English Document: STDA069
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

1 소개

AI 툴은 이전에 개발자가 직접 살펴봐야 했던 작업을 점점 더 많이 처리하여 초기 아이디어를 작동하는 코드로 전환하는 시간을 줄입니다. Gartner는 2028년까지 기업 소프트웨어 엔지니어의 90%가 AI 코드 어시스턴트를 사용할 것이라고 예측했습니다. 그림 1-1에서는 AI 툴을 개발 수명 주기 전반에 걸쳐 사용하는 방법을 보여줍니다.

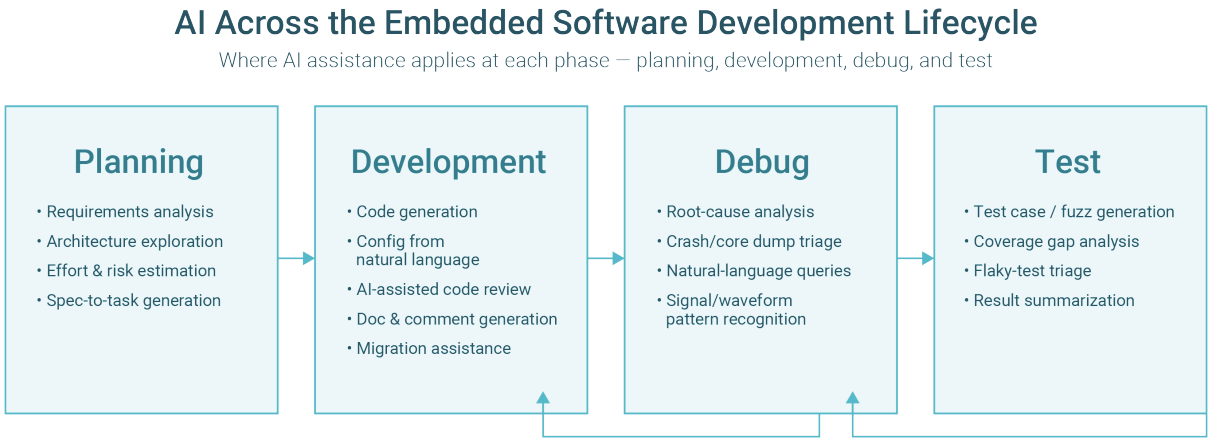


그림 1-1. 임베디드 소프트웨어 개발에서 AI 툴의 구현을 보여주는 워크플로 다이어그램

그러나 표준 AI 모델은 임베디드 시스템의 복잡성을 다루는 데 어려움을 겪습니다. 예를 들어, 핀 할당, 주변 기기 구성 또는 저수준 타이밍을 잘못 관리하면 모델이 하드웨어별 데이터에 액세스하지 않고는 발생 오류를 식별하기 어려울 수 있습니다.

AI 지원 워크플로가 이러한 맥락에서 성공하려면 에이전트가 임베디드 개발자가 의존하는 특정 하드웨어 및 툴체인에 대한 신뢰할 수 있는 데이터에 액세스할 수 있어야 합니다. 그렇지 않으면 AI가 올바르게 컴파일하지만 잘못된 하드웨어 가정으로 인해 실행에 실패하는 코드를 생성할 수 있습니다.

CCStudio 개발 에코시스템의 일부인 CCStudio IDE의 목적에 맞게 설계된 환경을 통해 AI 에이전트는 TI의 편집, 빌드 및 디버그 툴에 직접 액세스할 수 있습니다. CCStudio IDE는 임베디드 시스템 개발을 위한 완전한 자율 워크플로를 지원합니다 (그림 1-2).

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

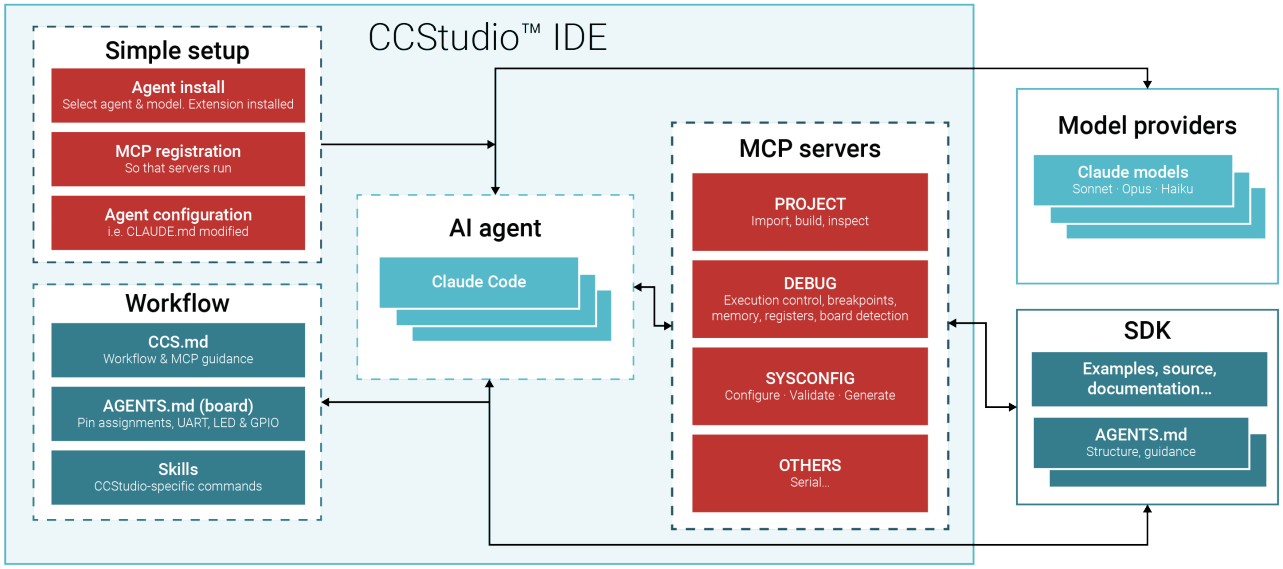


그림 1-2. CCStudio IDE에서 에이전틱 AI 기능의 통합을 보여주는 간소화된 다이어그램

2 핵심 플랫폼 기능

CCStudio IDE는 AI 에이전트가 여러 가지 통합 기능을 통해 효율적으로 작동하는 데 필요한 기술 인프라를 제공합니다.

1. **멀티 모델 상호 운용성:** CCStudio IDE는 업계 표준 에이전트와 모델을 지원하므로 팀은 Claude, GPT 또는 온프레미스 모델과 같은 선호하는 모델을 선택할 수 있습니다. 이 접근 방식은 또한 온프레미스 및 고객이 제어하는 모델 호스팅을 일급 시나리오로 취급하여 독점 펌웨어 및 IP를 보호된 네트워크 내에 유지하므로 기업 보안을 지원합니다.
2. **자동화된 AI 구성 마법사:** 수동 설정을 줄이기 위해 AI 구성 마법사가 MCP 서버 등록, 자격 증명 구성 및 확장 설치를 자동화하여 개발자가 에이전트를 수동으로 구성하지 않고도 에이전트가 프로젝트를 인식하고 작업할 수 있도록 합니다.

English Document: STDA069
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

3. **구조화된 문서 및 예제:** 신뢰할 수 있는 데이터가 없으면 에이전트는 환각 구성을 생성할 수 있습니다. 예를 들어 에이전트는 정확한 클록 소스가 없기 때문에 잘못된 보 레이트 제수를 계산하는 등의 작업을 수행할 수 있습니다. CCStudio IDE를 사용하면 에이전트가 구조화된 API 레퍼런스, 레지스터 맵 및 장치별 예제를 포함하여 구성 작업의 기준점 역할을 하는 검증된 TI 문서에 직접 액세스할 수 있습니다.
4. **SysConfig를 사용한 결정론적 구성:** SysConfig는 AI 에이전트와 하드웨어 간 결정론적 인터페이스 역할을 합니다. SysConfig는 에이전트가 주변 기기 설정을 추측하도록 하지 않고 실시간 유효성 검증 계층을 제공합니다: 에이전트는 변경 사항을 제안하고 잠재적인 핀 또는 클록 트리 충돌에 대한 즉각적인 피드백을 받고 코드가 생성되기 전에 종속성을 해결합니다.
5. **전체 루프 하드웨어 디버깅 및 원격 측정:** CCStudio IDE는 에이전트에 직접 온칩 디버그 액세스를 제공하여 자율적인 문제 해결을 지원합니다. 에이전트는 전체 디버그 주기를 실행할 수 있습니다: 펌웨어 플래싱, 중단점 설정, 콜 스택 및 코어 레지스터 검사, 그리고 시스템 상태에 대한 지속적인 가시성을 위한 직렬 터미널 원격 측정 확인.

3 CCStudio IDE 마이그레이션 스킬

이러한 기능은 결합하여 공급업체 간 장치 마이그레이션과 같이 복잡하고 가치가 높은 작업을 처리할 때 가장 큰 가치를 제공합니다. 애플리케이션을 마이그레이션하려면 타사 코드베이스를 이해하고, 주변 기기를 새 핀아웃에 매핑하고, 새 실리콘에서 포팅된 애플리케이션을 검증해야 합니다.

CCStudio IDE 마이그레이션 스킬은 플랫폼의 기반 아키텍처를 사용하여 특화된 오케스트레이션 파이프라인을 통해 이 프로세스를 자동화합니다.

마이그레이션 기능(그림 3-1)은 포팅의 한 단계를 담당하는 일련의 특화된 하위 에이전트를 조율하는 오케스트레이터로 구성됩니다.

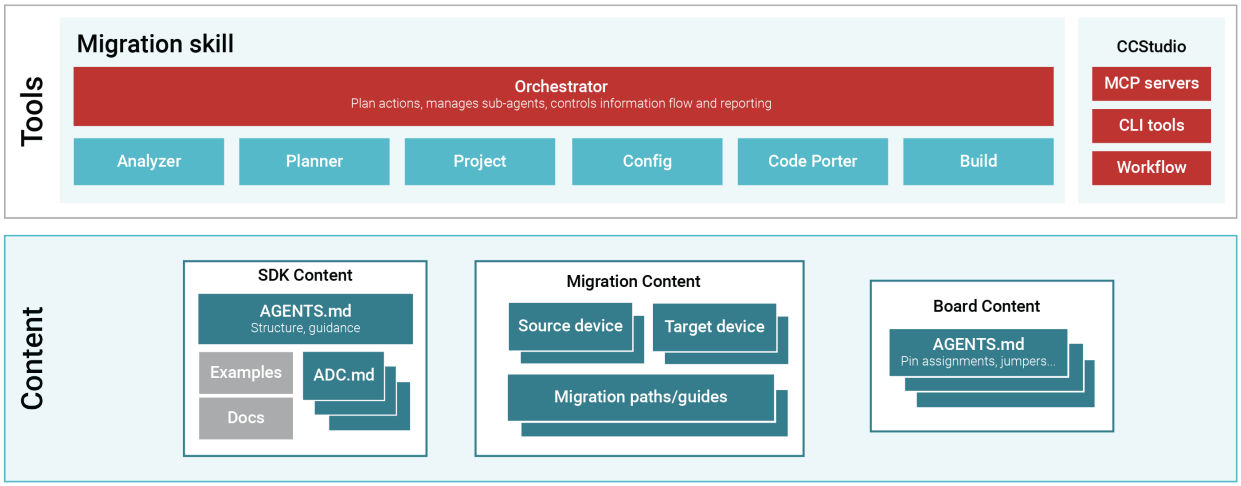


그림 3-1. CCStudio IDE 마이그레이션 툴의 아키텍처

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

CCStudio IDE 하위 에이전트는 다음과 같습니다.

- **분석기**: 소스 장치, 프로젝트의 목적 및 사용 중인 주변 기기를 식별합니다.
- **플래너**: 영역별로 그룹화되고 순서가 지정된 포팅 계획을 생성하며, 사용자 검토 및 조정이 가능합니다.
- **프로젝트**: 새 CCStudio 프로젝트를 만들고 특정 장치에 종속되지 않는 애플리케이션 파일을 복사합니다.
- **구성**: 여러 협력 하위 에이전트를 사용하여 주변 기기 및 소프트웨어 설정을 구성합니다.
- **코드 포터**: 여기서도 여러 하위 에이전트를 사용하여 소스 코드와 API 사용을 대상 장치의 SDK로 마이그레이션합니다.
- **빌드**: 프로젝트를 빌드하고 반복하여 빌드 오류를 해결합니다.

이 오케스트레이터는 위에서 설명한 것과 동일한 MCP 서버, CLI 툴 및 워크플로 지침과 별도로 유지보수되는 구조화된 콘텐츠를 사용합니다. 이 구조화된 콘텐츠에는 SDK 문서 및 예제, 소스 및 대상 장치 마이그레이션 가이드, 보드별 핀 및 점퍼 정보가 포함되어 있습니다. 이러한 콘텐츠를 오케스트레이션 로직과 분리하면 문서 및 예제가 개선됨에 따라 마이그레이션 품질이 향상됩니다.

4 마이그레이션 스킬이 결과의 유효성을 검증하는 방법

마이그레이션된 프로젝트를 만드는 것은 작업의 절반에 불과합니다. 코드 마이그레이션 자체는 시간이 오래 걸릴 수 있으므로(잠재적으로 몇 시간) AI 환경에 문제가 있거나 프로세스를 중간에 중단해야 할 경우 프로세스를 재개할 수 있도록 설계되었습니다. 마이그레이션이 완료된 후에도 결과 애플리케이션이 실제 하드웨어에서 작동하는지 입증되어야 합니다. 이 작업은 코드 마이그레이션 후에 호출되는 별도의 테스트 마이그레이션 스킬에 의해 처리되며, 다음 세 부분으로 구성된 프로세스를 통해 수행됩니다.

- **오케스트레이터:** 사용할 수 있는 테스트 장비를 파악하고 사용자에게 필요한 설정(배선, 점퍼)을 안내합니다.
- **플래너:** 마이그레이션 보고서를 읽고 우선 순위가 지정된 테스트 계획을 작성합니다.
- **익스큐터:** 각 테스트를 실행하고 실패 시 사람에게 문제를 알리기 전에 수정 사항을 적용하고 다시 빌드하여 재시도합니다(한정된 시도 횟수까지).

결과가 수신되는 대로 기록되므로 테스트 진행 상황을 확인할 수 있습니다. 또한 이 접근 방식은 현재 장비에 맞춰 조정할 수 있으며, 기존 테스트 프레임워크와 로직 분석기 또는 신호 생성기 같은 실험실 장비는 물론 온타겟 디버그 및 직렬 통신을 구동할 수 있습니다. 마이그레이션 스킬은 AI 환경과 별도로 재사용할 수 있는 테스트 스위트를 생성합니다.

5 결론

효과적이고 효율적인 에이전틱 임베디드 개발에는 에이전트가 제어하도록 되어 있는 물리적 하드웨어에 AI를 안정적으로 연결할 수 있는 툴에 대한 액세스가 필요합니다. 체계적인 문서 및 CCStudio IDE에 대한 직접 하드웨어 디버그 액세스를 갖추어 TI는 AI 에이전트에 일상적인 임베디드 엔지니어링 작업을 처리하는 데 필요한 것을 제공함으로써 개발자가 시스템 수준 설계 결정에 더 많은 시간을 할애할 수 있도록 합니다.

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 묵시적 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 지침또는 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