

기술백서

Hardware-in-the-Loop (HIL) 테스트 시스템 구현을 위한 아키텍처

개요

강력한 HIL (Hardware-In-The-Loop) 시뮬레이션 방법을 사용하여 임베디드 제어 시스템을 보다 효율적으로 테스트 할 수 있습니다. 안전, 가용성 또는 비용 고려 사항으로 인해 완벽한 임베디드 제어 시스템으로 필요한 모든 테스트를 수행하는 것은 비현실적일 수 있습니다. HIL 시뮬레이션을 사용하면 이러한 문제를 제기하는 시스템 부분을 시뮬레이션 할 수 있습니다. 전체 시스템의 실제 테스트를 진행하기 전에 가상 환경에서 임베디드 제어 장치를 꼼꼼하게 검사하여, 테스트해야 하는 시스템이 더욱 복잡해지더라도 신뢰성과 시장 출시 요구사항을 비용 효율적인 방식으로 충족할 수 있습니다.

목차

HIL 테스트 시스템의 컴포넌트

하드웨어 오류 주입

멀티 ECU 시스템 테스트

추가 처리 능력 - 분산 처리

간소화된 와이어링 - 분산 I/O

HIL 테스트 시스템 구현

다음 단계



HIL 테스트 시스템의 컴포넌트

HIL 테스트 시스템은 실시간 프로세서, I/O 인터페이스 및 운영자 인터페이스의 세 가지 기본 컴포넌트로 구성됩니다. 리얼 타임 프로세서는 HIL 테스트 시스템의 핵심입니다. 하드웨어 I/O 통신, 데이터 로깅, 자극 생성 및 모델 실행과 같은 대부분의 HIL 테스트 시스템 컴포넌트를 결정적으로 실행합니다. 실시간 시스템은 일반적으로 테스트의 일부로 실제로 존재하지 않는 시스템 부분의 정확한 시뮬레이션을 제공하는데 필요합니다. I/O 인터페이스는 테스트중인 유닛과 상호 작용하는 아날로그, 디지털 및 버스 신호입니다. 이를 사용하여 자극 신호를 생성하고 로깅 및 분석을 위한 데이터를 수집하며 테스트중인 전자 제어 장치 (ECU)와 모델에 의해 시뮬레이션되는 가상 환경 사이의 센서/액추에이터 상호 작용을 제공할 수 있습니다. 운영자 인터페이스는 리얼 타임 프로세서와 통신하여 테스트 커맨드와 시각화를 제공합니다. 종종 이 컴포넌트는 구성 관리, 테스트 자동화, 분석 및 보고 작업을 제공합니다.



그림 1. HIL 테스트 시스템은 운영자 인터페이스, 실시간 프로세서 및 I/O 인터페이스의 세 가지 주요 컴포넌트로 이루어져 있습니다.

하드웨어 오류 주입

대부분의 HIL 테스트 시스템은 하드웨어 오류 주입을 사용하여 ECU와 나머지 시스템 간의 신호 결함을 생성하여 이러한 조건에서 장치의 동작을 테스트, 특성화 또는 검증합니다. 이를 위해, 정상 동작과 오류 조건 (그라운드 단락 또는 개회로 등)간 인터페이스 신호를 스위치하기 위해 I/O 인터페이스와 ECU 사이에 오류 생성 장치 (FIU)를 주입합니다.



그림 2. 하드웨어 오류 주입을 사용하여 신호 오류 동안 ECU 동작을 테스트할 수 있습니다.

멀티 ECU 시스템 테스트

자동차, 비행기 또는 풍력단지과 같은 일부 임베디드 컨트롤 시스템은 긴밀하게 동작하도록 서로 네트워크 연결된 여러 개의 ECU를 사용합니다. 각 ECU가 초기에는 개별적으로 테스트되지만, 더욱 복잡한 버추얼 테스팅을 위해 시스템의 통합 HIL 테스트 시스템 (완벽한 차량 시뮬레이터 또는 iron bird 시뮬레이터 등)이 사용됩니다. 여러 ECU 컨트롤 시스템 (또는 심지어 일부 단일 ECU 컨트롤 시스템)을 테스트할 때, 추가의 처리 능력과 감소된 와이어링이라는 두 가지 요구가 발생합니다.



그림 3. 자동차, 비행기 및 풍력 단지에서는 여러 개의 ECU를 사용합니다.

추가 처리 능력 - 분산 처리

일부 시스템은 가장 최신 멀티코어 처리 능력을 사용한다 하더라도 단일 새시에서 사용가능한 처리 능력 그 이상을 요구하는 경우가 있습니다. 이같은 문제를 해결하기 위해, 시스템의 성능 조건을 만족하는 분산 처리 기술을 사용할 수 있습니다. 매우 높은 채널 카운트의 시스템의 경우, 처리 능력을 추가하는 것만으로는 불충분하며 추가의 I/O가 필요합니다. 이와 대조적으로, 대형의 프로세서가 없는 (processor-hungry) 모델을 사용하는 시스템은 추가의 프로세싱 능력을 위해 추가 새시만을 사용함으로써 프로세서가 더욱 우수한 효율성을 위해 단일 태스크 전용 상태를 유지할 수 있습니다. 시뮬레이터 태스크가 어떻게 분배되느냐에 따라, 긴밀한 작동을 위해 새시간 공유된 트리거 및 타이밍 신호 뿐 아니라 결정성있는 데이터 미러링을 제공해야 합니다.

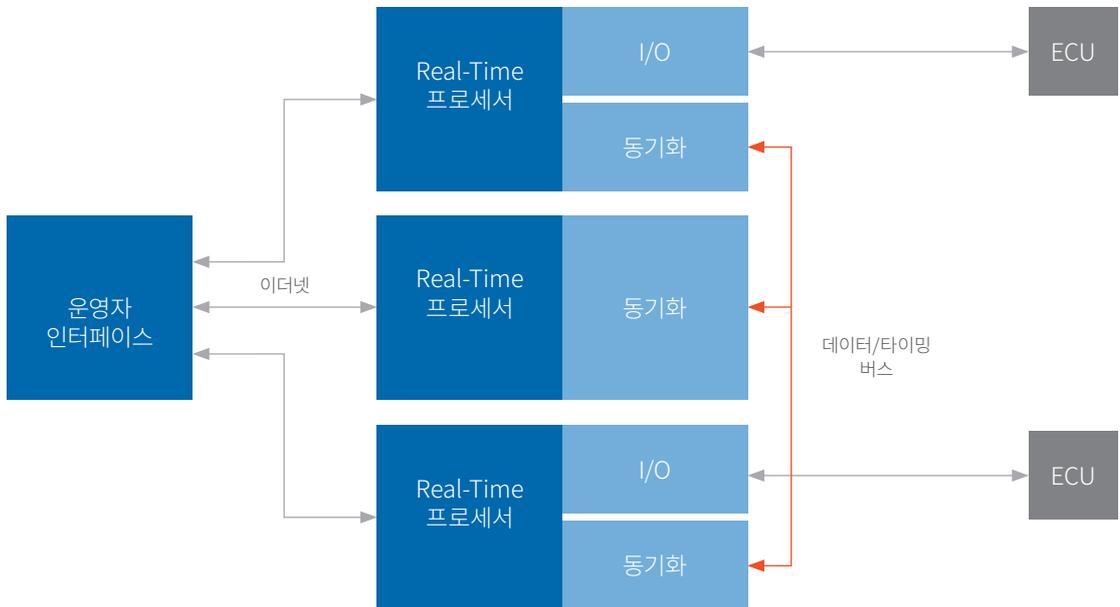


그림 4. 추가의 처리 능력을 위해 여러 개의 새시를 사용할 때 새시간 타이밍 및 데이터 동기화 인터페이스를 제공해야 합니다.

간소화된 와이어링 - 분산 I/O

높은 채널 카운트 시스템을 위한 와이어링을 실행 및 유지하기 위해서는 비용이 많이 들고 시간 소모적이라는 문제가 따릅니다. 이같은 시스템은 ECU와 HIL 테스트 시스템간 수 백에서 수 천에 이르는 신호를 연결해야 하므로 제약된 공간 조건으로 인해 길이가 매우 길어집니다.

다행히, 결정성있는 분산 I/O 기술을 통해 복잡한 와이어링 문제를 해결할 수 있고 ECU에 모듈형 연결을 제공하므로 효율적인 시스템 구성 변경이 가능합니다. 하나 또는 그 이상의 리얼타임 프로세싱 샐시가 있는 단일 랙에 모든 신호를 라우팅하는 대신 결정성있는 분산 I/O를 사용하면, 시스템의 버추얼 파트에 대한 정밀한 시뮬레이션을 위해 필요한 고속 결정성을 희생하지 않고 각 ECU에 근접한 모듈형 I/O 인터페이스를 제공할 수 있습니다.

이와 같은 방식을 통해, ECU와 I/O 인터페이스가 로컬에서 연결되는 동시에 리얼타임 프로세싱 샐시에 추가 거리를 늘리기 위해 단일 버스 케이블이 사용되므로 HIL 테스트 시스템 와이어링 비용이 절감됩니다. 또한, 이같은 방식의 모듈형 특징으로 인해, 하나의 ECU를 제외한 모든 ECU가 시뮬레이션되는 멀티 ECU 테스트 시스템에서부터 모든 ECU가 시뮬레이션되지 않는 완벽한 시스템 통합 HIL 테스트 시스템에 이르기까지 HIL 테스트 시스템이 편리하게 확장됩니다.

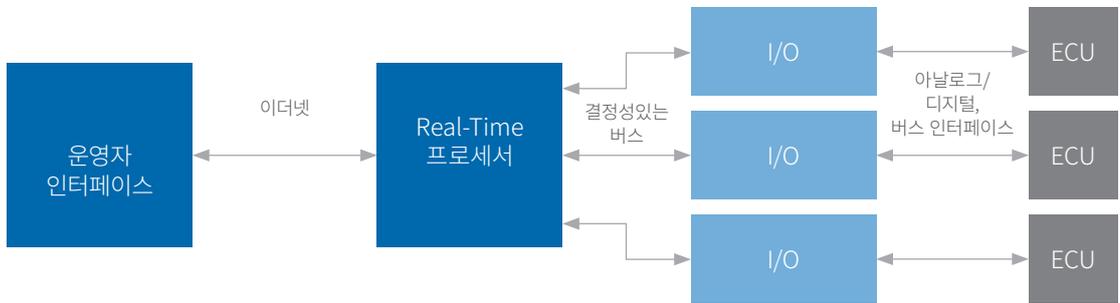


그림 5. 결정성있는 분산 I/O 인터페이스는 ECU와 I/O 인터페이스간의 연결이 로컬에서 이루어지므로 HIL 테스트 시스템 와이어링 비용과 복잡성이 대폭 줄어듭니다.

HIL 테스트 시스템 구현

HIL 테스트 시스템을 위한 적절한 아키텍처를 선택했다면 HIL 테스트 시스템을 구축하는 첫 번째 단계는 개발 요구에 적합한 리얼타임 프로세싱 요소를 선택하는 것입니다. 내쇼날인스트루먼트는 HIL 테스트 시스템을 실행하기 위한 광범위한 리얼타임 프로세싱 옵션을 제공합니다. 본 옵션은 모두 개방된 산업 표준에 기반하므로, HIL 테스트 시스템에 최신 PC 기술이 제공되며 HIL 테스트 시스템이 미래의 테스트 시스템 요건을 항상 만족함을 보장할 수 있습니다.



스위치 로드 신호 컨디셔닝 (SLSC)

일반적인 HIL 시스템의 컴포넌트

내쇼날인스트루먼트의 HIL 플랫폼은 개방적이고 확장성이 뛰어나기 때문에 변화하는 시스템 요구사항에 적응할 수 있습니다. 모듈형 아키텍처를 기반으로 구축된 NI 플랫폼은 추가된 기능을 테스트하기 위해 쉽게 업그레이드할 수 있기 때문에 향후에도 테스트 시스템의 경쟁력을 보장할 뿐만 아니라 가장 까다로운 임베디드 소프트웨어 테스트 어플리케이션의 다양한 요구 사항을 충족합니다. 시장에서 가장 다양한 I/O 외에도 내쇼날인스트루먼트는 HIL 테스트를 자동화하고 후처리 및 보고서 생성을 수행하며 테스트 결과를 요구 사항에 매핑 할 수 있는 소프트웨어 도구를 제공합니다. 이 도구는 소프트웨어 개발 프로세스 초기에 광범위한 테스트를 수행하는데 도움이 되므로 전반적인 개발 비용을 줄이면서 제품 품질을 향상시킵니다.

다음 단계

- 사례 연구 읽기: **Saab, 세계에서 가장 비용 효율적인 전투기 테스트 실시**
- 사례 연구 읽기: **Embraer는 NI HIL 도구를 사용하여 전체 비행기 시뮬레이션 수행.**
- **NI HIL 툴에 대해 자세히 알아보기**

©2018 내쇼날인스트루먼트. All rights reserved. LabVIEW, National Instruments, NI, ni.com, NI TestStand 및 NIWeek는 내쇼날 인스트루먼트의 등록 상표입니다. 여기에 언급된 다른 제품과 회사명은 각 해당 회사의 상표 또는 거래명입니다. Simulink 33385

®는 The MathWorks, Inc.의 등록 상표입니다.