

유도 무기 평가 시설, 미사일 테스트 시스템 교체



OGT(Operational Ground Test)를 위한 실시간 테스트 시스템

미사일을 전투 배치하기 전에 다수의 엄격한 테스트를 통과하여 미사일이 일관적이며 의도한 대로 작동하는지 확인해야 합니다. 군은 무기 시스템에 대한 실시간 HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트를 통해 환경 조건을 시뮬레이션하고 실제 비행 중 무기가 어떻게 반응할지 확인함으로써 성능을 평가할 수 있습니다.

미 공군의 GWEF(유도 무기 평가 시설)은 항공 무기 시스템의 테스트와 평가를 위한 설계와 실시간 시뮬레이션에 MathWorks 툴을 선택했습니다. GWEF는 병렬 테스트 베드 비교를 진행한 후 기존의 Fortran 기반 HIL 테스트 시스템을 Simulink® 및 xPC Target™ 기반 시스템으로 교체하고 있습니다.

GWEF 기술 이사인 케네스 앤서니 씨는 “xPC Target을 사용했을 때 시뮬레이션 실행 속도가 3배에 달했습니다. 첫 번째 시도한 후 그 성능을 고려하여 우리는 Fortran 기반 시스템을 xPC Target으로 교체하기로 결정했습니다.” 라고 말합니다.

과제

GWEF는 기존의 PC 하드웨어를 이용하여 실시간 HIL 시뮬레이션을 개발할 수 있는 소프트웨어로 테스트 시스템을 현대화하고자 했습니다.

앤서니 씨는 “정확도가 높은 모델링과 데이터에 대한 고객의 기대가 점차 높아지고 있습니다. 그리고 모델이 복잡해짐에 따라 현재 시스템에 적용된 프레임 속도를 유지하기가 점점 어려워지고 있습니다. 바로 사용 가능한 기술을 활용하여 프레임 속도가 높고 비용이 적게 들지만 정확한 시뮬레이션이 필요했습니다.” 라고 설명합니다.

GWEF는 또한 개발 및 디버깅 시간을 단축하고 엔지니어들이 프로그래밍이 아니라 시스템 수준 설계에 더 집중할 수 있는 방법을 찾고자 했습니다. 엔지니어들은 시간이 많이 걸리고 유지보수가 어려운 디바이스 드라이버를 작성할 필요가 없으며 양산용 자동코드 생성이 가능한 소프트웨어 개발 환경을 찾고 있었습니다.

앤서니 씨는 “Fortran 코드의 빠른 실행을 위해서 여러 해 동안 최적화했습니다. 자동으로 생성된 코드가 수동으로 작성한 코드에 비해 실시간 실행 속도가 더 빠를 것이라는 데 회의적이었습니다.” 라고 설명합니다.

GWEF는 시뮬레이션 개발에 적합하지 않은 원격 위치에서 테스트를 수행해야 했으므로 테스트 시설에서 테스트 현장으로 운송이 가능한 시스템을 설계해야 했습니다.

앤서니 씨는 “우리가 기존에 보유한 컴퓨터는 부피가 크고 많은 배선과 라우팅이 필요하므로 운반에 적합하지 않았습니다.” 라고 설명합니다.

마지막으로, GWEF는 결과를 시각적 환경에서 고객에게 시연하고 데이터의 불일치를 빠르게 파악할 수 있음을 확인하고자 했습니다.

솔루션

GWEF는 수많은 소프트웨어 패키지에 대해 업계 전반의 설문 조사를 거쳐 미 공군의 OGT(Operational Ground Test) 프로젝트용 테스트 시스템 개발을 위해 MathWorks 툴을 선택했습니다. 이 개념 증명에는 무기를 재고에서 제거하고 발사부터 유도 비행까지 미사일의 영향을 시뮬레이션하며 엔진 연소로 마무리하는 과정이 포함됩니다.

과제

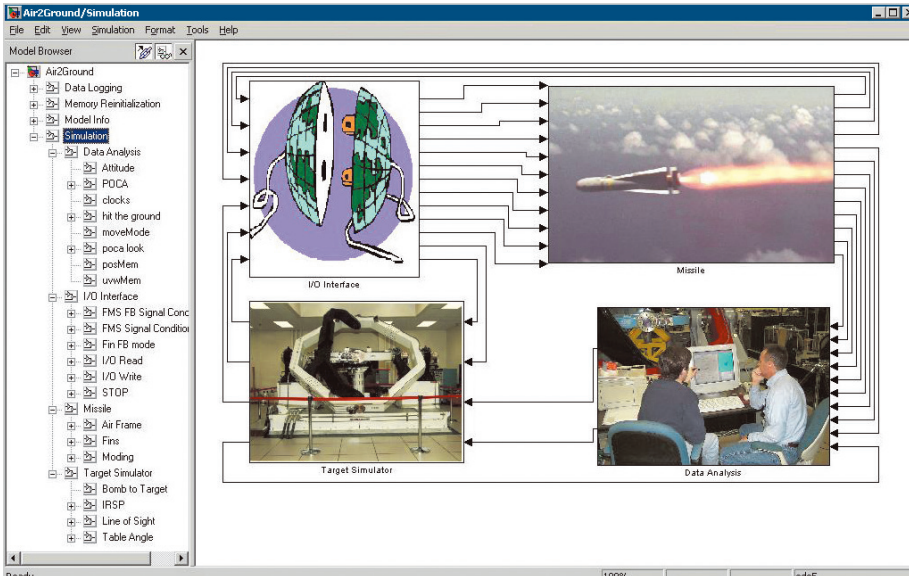
고정 실시간 테스트 환경 개발

솔루션

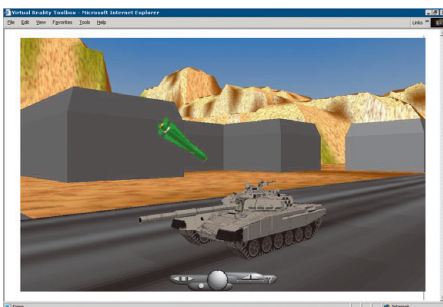
MathWorks 툴을 사용하여 정확도가 높은 미사일 및 목표 모델을 설계하고 코드를 자동으로 생성하며 PC 하드웨어에서 HIL(Hardware-in-the-Loop) 시뮬레이션 실행

결과

- 시뮬레이션 시간 300% 단축
- 팀 협업 가능
- 개발 기간 2달 단축



공대지 미사일 시뮬레이션의 고차원 모델



Simulink 3D Animation을 사용한 미사일 발사 시뮬레이션

기존 시스템과의 단계별 비교를 진행한 후, MathWorks 툴로 구축한 새로운 시스템이 시뮬레이션 기간을 단축했음을 알았습니다.

GWEF는 OGT를 위해 Simulink 블록 다이어그램을 사용하여 모델을 개발하고 Simulink Coder™를 사용하여 코드를 자동 생성한 후 xPC Target으로 PC 하드웨어에서 코드를 실행했습니다. 그런 다음 결과를 실제 데이터에 대해 검증된 적 있는 기존 Fortran 시뮬레이션과 비교하여 검증했습니다.

시스템 모델 설계

테스트 시스템은 목표물과 미사일로 구성됩니다. GWEF는 Fortran 코드로 구성된 기존 시스템을 Simulink 및 Stateflow로 구성된 모델로 복제했습니다. 미사일 모델은 서로의 관계 및 관련 환경 영향을 고려하여 배치한 각 미사일 주요 부분을 나타내는 하부 시스템으로 구성했습니다. Aerospace Blockset™를 사용하여 이러한 조건과 6DoF 동작을 모델링했습니다.

GWEF는 Simulink를 사용하여 Fortran 코드가 나타내는 기능 대부분을 재현했으며 Simulink 전달 함수 블록을 사용하여 액추에이터를 모델링했습니다.

그런 다음 물리학자가 미사일 모델을 가이드로 삼아 디지털 추적기 모델을 제작했습니다. 그래픽으로 이루어진 모델 기반 설계의 특징 덕분에 GWEF는 추적기 모델을 미사일 모델의 다른 하부 시스템과 손쉽게 통합했습니다. 다른 엔지니어들도 하드웨어 통합에 이 모델을 사용했습니다.

앤서니 씨는 “우리 엔지니어들은 Simulink 사용 경험이 거의 없었지만 며칠 만에 속도를 찾았고 설계를 개선하기도 했습니다.” 라고 말합니다.

코드 생성과

HIL(Hardware-in-the-Loop) 시뮬레이션 실행

GWEF는 Simulink Coder를 사용하여 Simulink 다이어그램에서 C 코드를 자동으로 생성하고 xPC Target을 사용하여 HIL 시뮬레이션 테스트 환경을 제작했습니다.

GWEF는 Simulink를 통해 디지털 모드에서 시뮬레이션을 실행한 후 이를 xPC Target으로 전송했습니다. 시뮬레이션은 하드웨어의 실제 I/O를 가져와 사용했다는 점을 제외하고는 동일하게 실행되었습니다.

BAE Systems의 시스템 분석가인 에단 우드러프 씨는 GWEF를 위한 새 시뮬레이션 개발을 지원했으며 “xPC Target에서의 호스트와 타겟의 관계는 이번 프로젝트에 이상적이었습니다.” 라고 설명합니다.

GWEF는 Simulink 3D Animation™을 사용하여 항공기에서 나오는 미사일 발사를 3D 애니메이션 뷰어 내에서 시뮬레이션했습니다.

“ MathWorks 툴을 우리 시설을 위한 장기적인 테스트 솔루션입니다. 우리는 포트란 기반 시스템을 xPC Target을 사용한 HIL(Hardware-in-the-Loop) 테스트를 위한 Simulink로 바꾸는 과정에 있습니다. ” — 케네스 앤서니(KENNETH ANTHONY),

미 공군 유도 무기 평가 시설

앤서니 씨는 “ 미사일을 보여 주는 것뿐만 아니라 미사일의 롤링, 방향 움직임, 기울어짐 등을 모두 실시간으로 관찰할 수 있는 것도 중요했습니다. Simulink 3D Animation은 우리가 가진 최고의 시뮬레이션 모니터링 도구이며, 우리 고객은 시뮬레이션 실행과 동시에 시각적인 환경에서 이를 관찰할 수 있습니다. ” 라고 말합니다.

데이터 분석 수행

GWEF는 시뮬레이션 이후 이더넷을 통해 xPC Target의 데이터를 MATLAB®으로 가져오고 데이터 불일치를 식별하고 분석하기 위한 플롯을 생성했습니다. 이 데이터는 향후 애플리케이션에서 Data Acquisition Toolbox™를 통해 다른 소스에서 얻은 데이터와 병합할 것입니다.

앤서니 씨는 “ 전에는 데이터 세트를 비교하기 위해 많은 문서를 검토해야 했습니다. 이제 시뮬레이션이 MATLAB과 통합되었으므로, 우리는 데이터 분석을 보다 빠르게 수행할 수 있습니다. 우리는 거의 모든 기존 데이터 획득 시스템을 Data Acquisition Toolbox를 사용하는 새 시스템으로 전환했고 엔지니어들은 기뻐하고 있습니다. ” 라고 말합니다.

양호한 결과를 얻은 GWEF는 새로운 이 시스템을 2대의 불활성 무기에 대한 실제 가동 테스트에서 사용할 예정이며, 이 테스트에는 미사일 로켓 모터 발사가 포함됩니다.

결과

시뮬레이션 시간이 300% 단축되었습니다.

시뮬레이션 기본 루프 시간이 이전 하드웨어 사용 시보다 3배 빨랐으며 향후 더 빠른 프로세서를 이용하면 이보다 빨라질 수 있습니다.

팀 협업이 가능합니다. 앤서니 씨는 “ 많은 고객들이 MathWorks 제품을 사용하여 설계하므로, 우리는 고객들과 모델 및 정보를 공유할 수 있습니다. 덕분에 보다 효율적인 과정이 만들어집니다. ” 라고 설명합니다.

개발 기간이 2달 단축되었습니다. 앤서니 씨는 “ Fortran에서라면 특정 하드웨어 및 디바이스 드라이버 개발에 최소 2달이 걸렸을 것입니다. xPC Target 덕분에 우리는 구문 오류를 디버깅하는 대신 시뮬레이션 제작에 엔지니어의 역량을 집중할 수 있는 아키텍처와 지원 및 유지 관리가 가능한 시스템을 보유하게 되었으므로 그런 걱정을 할 필요가 없습니다. ” 라고 말합니다.

산업

- 항공 우주 산업 및 국방

적용 분야

- 데이터 획득
- 시스템 설계 및 시뮬레이션
- 신속한 프로토타입 제작
- 테스트 및 계측

사용 제품

- MATLAB®
- Simulink®
- Aerospace Blockset™
- Data Acquisition Toolbox™
- MATLAB Coder™
- Simulink 3D Animation™
- Simulink Coder™
- Stateflow®
- xPC Target™

유도 무기 평가 시설 및 BAE Systems에 대한 자세한 내용은 다음 웹 사이트를 참조하십시오.

www.eglin.af.mil

www.baesystems.com

www.ts-technicalservices.com