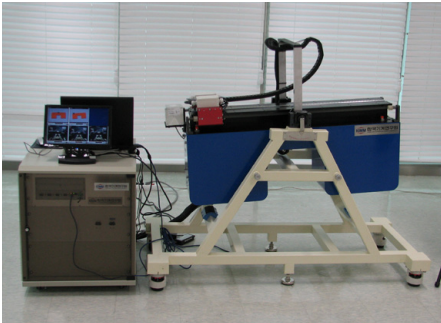


KIMM, 이동식 항만을 위한 프로토타입 자기부상 기반 횡동요 방지 시스템 개발



KIMM의 이동식 항만을 위한 프로토타입 자기부상 기반 횡동요 방지 시스템

한국기계연구원(KIMM)에서는 정부 과제의 일환으로 수심이 깊어 항구가 없는 도시 인근의 컨테이너선이 하역할 수 있도록 해주는 플랫폼인 이동식 항만의 가능성에 대한 연구를 수행하였습니다. 과제는 파도치는 바다에서 플랫폼을 안정화하여 컨테이너를 안전하고 빠르게 하역할 수 있도록 하는 것입니다.

한국기계연구원(KIMM)의 연구원들이 자기부상 및 능동 질량 추진기(AMD) 기술을 이용하여 이동식 항만을 안정화할 수 있는지를 평가하기 위해 횡동요 방지 시스템의 소규모 프로토타입을 개발했습니다. 이 시스템은 파도에 의한 횡동요를 줄이기 위해 질량을 좌우로 움직이게 합니다. 연구원들은 모델 기반 설계를 이용한 프로토타입의 컨트롤러를 설계하고 구현했습니다.

“모델 기반 설계를 이용하여 설계를 최적화하고 어떻게 실행될지 정확히 예측합니다. 컨트롤러 모델을 시뮬레이션한 후에 최고의 설계를 했다는 확신이 서서 공장 하드웨어 구현으로 옮겼습니다.”라고 KIMM 선임연구원 박철훈씨가 말합니다.

과제

KIMM 연구원들은 쌍동선 기반 이동식 항만 플랫폼을 위한 횡동요 방지 시스템을 평가해야 했습니다. 이 시스템에는 두 개의 보조 컨트롤러가 필요했습니다. 첫 번째 컨트롤러는 격차 감지기에서 입력된 내용을 받아 자기부상 전류드라이버로 제어신호를 보내 자기부상 서브시스템의 자석과 레일 간의 격차를 관리합니다. 두 번째 컨트롤러는 기울기 및 질량의 위치감지 센서에서

입력된 내용을 받아 선형 추진 모터로 제어 신호를 보내 질량을 배치합니다.

KIMM 프로젝트는 일반적으로 1년에서 3년이 소요되지만 횡동요 방지 시스템은 3개월 안에 완료해야 했습니다. “부족한 일정으로 인해 프로토타입을 한번만 제작하여 성공해야 했기 때문에 처음부터 정확히 설계를 해야 했습니다.”라고 박 선임연구원이 말합니다. “또한 컨트롤러와 물리적 시스템을 위한 별개의 모델링과 시뮬레이션 도구를 통합할 시간이 없었습니다.”

솔루션

KIMM은 MATLAB®, Simulink®와 다른 여러 제품을 이용하여 횡동요 방지 시스템을 위한 실시간 컨트롤러를 설계, 시뮬레이션 및 실행했으며 작동 프로토타입을 구현했습니다.

박 선임연구원은 이동식 항만 플랫폼의 솔리드웍스(SolidWorks) 어셈블리를 횡단면이 1미터 너비인 쌍동선의 축소판으로 구성된 SimMechanics™ 모델로 변환했습니다. 박 선임연구원은 SimMechanics을 사용하여 AMD 시스템을 모델링했습니다.

AMD 시스템 모델의 시뮬레이션을 통해 박 선임연구원은 쌍동선의 횡동요 운동을 저감하는데 필요한 질량의 양을 결정할 수 있게 되었습니다.

박 선임연구원은 자기부상과 AMD 컨트롤러의 Simulink 모델을 개발했습니다. 그런 다음 그는 제어 알고리즘의 기능을 증명하기 위해 쌍동선 모델을 이용하여 페루프 시뮬레이션을 실행했습니다.

과제

이동식 항만 안정화를 위한 프로토타입 횡동요 방지 시스템 구축

솔루션

모델 기반 설계를 이용하여 컨트롤러, 프로토타입 하드웨어를 설계 및 시뮬레이션하고 실시간 제어 코드를 생성함

결과

- 개발 시간 70% 단축
- \$20,000 이상의 잠재적 프로토타입 제작 비용 절감
- 설계 성능에 대한 신뢰 증대

“모델 기반 설계를 통해 프로토타입을 단 3개월 내에 완료했습니다. 통합된 환경을 이용하여 컨트롤러와 물리적 시스템을 모델링하고 함께 시뮬레이션하며 코드를 생성하고 완벽하게 작동하는 실시간 하드웨어 프로토타입을 만드는 데 소요되는 수 개월의 개발 시간을 줄였습니다.” — 한국기계연구원, 박철훈

박 선임연구원은 시스템 성능을 개선하기 위해 Simulink Design Optimization™과 Optimization Toolbox™를 이용하여 AMD의 속도와 선형 모터의 크기를 포함한 파라미터를 설계했습니다.

“Simulink와 SimMechanics의 시뮬레이션에서 제가 생각했던 것만큼 질량을 빨리 움직일 필요가 없는 것으로 나타나 리니어모터의 세부사항을 변경했습니다.”라고 박 선임연구원은 말합니다.

박 선임연구원은 최적화된 설계의 시뮬레이션을 이용하여 KIMM의 과제 책임자 및 관계자들에게 시스템이 하드웨어에서 구현되기 전에 어떻게 실행되는지 보여주었습니다.

그는 Simulink Coder™를 사용하여 Simulink 컨트롤러 모델에서 C 코드를 생성했습니다. 그는 쌍동선 하드웨어로의 아날로그-디지털, 디지털-아날로그 인터페이스를 제공하는 I/O 보드가 장착된 데스크탑 PC에서 실행되는 프로토타입 xPC Target™을 이용하여 실시간으로 코드를 실행했습니다.

초기 실험에서 AMD용 컨트롤러가 완벽하게 작동하는 것으로 나타났습니다. 자기부상용 컨트롤러는 게인에 약간의 조정이 필요했습니다. 이 조정이 완료된 후에 프로토타입 컨트롤러는 4.1kg 질량을 이용하여 약 5초 안에 118kg의 쌍동선 횡단면 모델을 성공적으로 안정화했습니다.

프로토타입 실험은 실제 크기의 이동식 항만에 필요한 질량을 제어할 충분한 파워를 생성하기가 어려울 것이라는 점을 보여주었습니다. 하지만 KIMM 연구원들은 안정화 기술이 작동한다는 점도 알게 되어 요트, 크레인과 같은 작은 선박용 및 두 발로 보행하는 로봇용으로 이 안정화 기술을 상업화할 수 있는 기회가 열렸습니다.

결과

개발 시간이 70% 단축되었습니다. “모델 기반 설계가 없었다면 컨트롤러와 하드웨어 프로토타입을 개발하는 데 10개월 이상이 소요됐을 겁니다.”라고 박 선임연구원이 말합니다. “시스템을 시뮬레이션 및 최적화하고 컨트롤러 모델에서 코드를 생성하여 프로젝트를 3개월 내에 완료했습니다.”

\$20,000 이상의 잠재 프로토타입 제작 비용을 절감했습니다. “일반적으로 개발하는 동안 프로토타입에는 상당한 수정이 필요합니다.”라고 박 선임연구원은 말합니다. “이번 프로젝트에서 시뮬레이션에 맞는 실제 하드웨어의 성능은 자기부상 시스템의 Simulink 모델에서 나온 결과이기 때문에 테스트 시스템을 수정할 필요가 없었습니다. 이번 프로젝트처럼 프로토타입에는 \$20,000에서 \$30,000가 소요되는데, 여러 프로토타입을 없애면 시간이 절약되고 비용이 상당히 줄어듭니다.”

설계 성능에 대한 신뢰가 증대되었습니다. “시뮬레이션의 결과는 실제 시스템 성능의 약 10% 이내였습니다.”라고 박 선임연구원이 말합니다. “이러한 수준의 정확성은 인상적인 것이었으며, 이를 통해 우리는 우리 설계가 Simulink에서 검증되면 의도한 대로 작동할 것이라는 상당한 신뢰를 갖게 되었습니다.”

산업

- 산업 자동화 및 기계

적용 분야

- 시스템 설계 및 시뮬레이션
- 물리적 모델링
- 신속한 프로토타입 제작
- 제어 시스템

사용 제품

- MATLAB®
- Simulink®
- Optimization Toolbox™
- SimMechanics™
- Simulink Coder™
- Simulink Design Optimization™
- xPC Target™

KIMM에 대한 자세한 내용은 다음 웹 사이트를 참조하십시오.

www.kimm.re.kr/english/index.php