

메타버스 플랫폼을 이용한 Hardware In the Loop 시뮬레이션 환경 구현

김재우, 임창환⁺, 권기협⁺, 김동성^{*}

+ICT융합특성화연구센터, *금오공과대학교

jaewookim@kumoh.ac.kr, limch@kumoh.ac.kr, navkwon@kumoh.ac.kr, *dskim@kumoh.ac.kr

A Test-Bed Implementation of Hardware In the Loop Simulation using Metaverse Platform

Jae-Woo Kim, Chang-Hwan Lim⁺, Gi-Hyeob Kwon⁺, Dong-Seong Kim^{*}

+ICT Convergence Center, *Kumoh National Institute of Technology

요약

본 논문은 오픈 하드웨어상의 임베디드 소프트웨어를 검증하기 위한 HILS(Hardware In the Loop Simulation)을 기법을 제안한다. 제안하는 HILS 기법은 메타버스 플랫폼에 가상 하드웨어 컴포넌트들을 모델링하고 실제 오픈소스 하드웨어와 연동하여 제어정보와 상태정보를 주고받음으로 메타버스에서 HILS 시스템 구축환경을 제공한다. 본 논문은 제안하는 메타버스 HILS 접근 개념과 인터페이스 설계를 제안하였고, 가상환경 모델링 및 HILS 서버를 구현하고 임의의 임베디드 소프트웨어와 연동하여 HILS 시스템 구현 가능성을 검증하였다.

I. 서론

사물인터넷 및 엣지 컴퓨팅 기술의 발전에 따라 하드웨어 성능과 복잡성이 증가로 이를 제어하는 임베디드용 소프트웨어의 알고리즘 및 구현 역시 복잡해지고 있다. 알고리즘의 복잡성 증가에 따라 소프트웨어에 대한 신뢰성 검증을 위해 하드웨어 인터 루프 시뮬레이션(HILS)과 같은 제품이나 장치를 검증하기 위한 모의실험 기술을 사용하고 있다. HILS는 일반적으로 선박, 기차, 자동차 등의 전장제어장치를 비롯하여 각종 하드웨어 제어기를 검증하기 위해 사용되는 시험방법이다[1]. 그림1은 HILS의 블록도를 보여준다. HILS는 검증 대상인 임베디드 소프트웨어가 제어하는 실제 장치들을 가상 시뮬레이션 환경으로 구성하여 상호 정보를 교환하여 임베디드 SW(Software)를 검증한다.

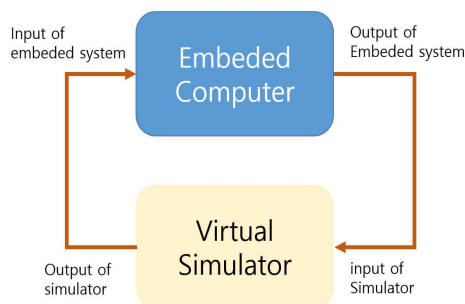


그림 1 HILS 블록도

메타버스란 자신을 대리하는 아바타를 통해 활동하는 3차원 가상세계를 의미한다. 오늘날 로블록스, 재페토, CREATIVIA 등 메타버스를 지원하는 다양한 플랫폼들이 등장하였고, 스마트 팩토리, 교육, 전시기획, 연구개발 등 다양한 분야에서 메타버스가 활용되고 있다. 이는 사용자로 하여금 더욱 직관적으로 사물을 인식하는 인터페이스를 제공하며 실제 설비를 구성하지 않고도 다양한 테스트를 진행할 수 있어 비용절감의 효과를 가지기 때문이다[2]. 본 논문은 센서와 액추에이터를 제어하는 임베디드 시스템의 소프트웨어 검증을 위한 HILS 기술을 제안한다. 시뮬레이션 모의는 메타버스 플랫폼을 이용하여 센서와 액추에이터 및 공간을 모델링하였다.

II. 본론

1) 메타버스 : CREATIVIA

메타버스(Metaverse)는 넓은 의미로 현실에서처럼 경제, 기술, 문화 등의 활동이 이루어지는 3차원 가상세계를 의미한다. ASF(Acceleration Studies Foundation)에서는 MVR(MetaVerse Roadmap summit)에서 공간과 정보의 형태에 따라 4가지 형태로 구분하였고 그중 네 번째 개념인 가상 세계(Virtual Worlds)는 현실의 환경과 유사하게 구축된 가상공간으로 업무, 교육 등 다양한 활동이 가능한 환경이다[3]. CREATIVIA는 메타버스 전지 플랫폼을 시작으로, 실제와 유사한 가상 세계를 구현함으로써 시공간의 제약 없이 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하고, 나아가 실제 하드웨어와 같은 기능을 가상으로 구현하는 디지털트윈을 구현할 수 있게 개발된 플랫폼이다. CREATIVIA는 Unreal 게임엔진을 기반으로 구성되었다[4]. 본 논문에서는 HILS 기술의 시뮬레이션 환경으로 CREATIVIA 플랫폼을 사용하여 더욱 실제와 같은 인터페이스를 제공한다.

2) 제안하는 메타버스 HILS 시스템

1) 메타버스 HILS 환경 설계 및 구현

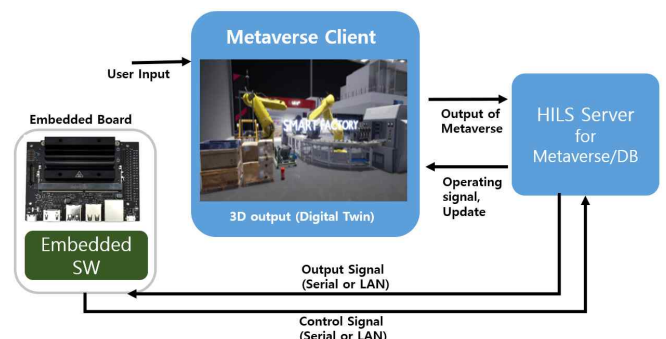


그림 2 메타버스를 이용한 HILS 환경 구성도

그림 2는 제안하는 메타버스를 이용한 HILS 환경의 구성도이다. 본 논문

에서 검증을 위한 임베디드 SW는 리눅스 운영체제에 Python 언어를 이용하여 임베디드 보드에 연결된 각종 센서 및 액추에이터를 제어하는 프로그램을 대상으로 한다. 임베디드 보드는 테스트 대상인 임베디드 SW를 탑재한 하드웨어이다. 본 논문에서는 임베디드 보드로 라즈베리 파이 4 또는 엔비디아의 젯슨나노와 같은 오픈 하드웨어로 구성된다. 제안하는 기법은 HILS 서버와 통신하며 메타버스 상의 가상 하드웨어를 제어하기 위해 인터페이스 API를 구현하였다. HILS 서버는 서버 또는 일반 PC로 구성하고 임베디드 보드와 메타버스 환경을 연결하는 인터페이스 역할을 수행한다. JavaScript 언어와 node.js 런타임을 이용하여 실시간으로 메타버스 클라이언트와 임베디드 보드를 연동한다. 메타버스 클라이언트는 HILS를 수행하기 위한 다양한 입력과 시뮬레이션 상태를 모니터링하는 가상환경을 제공한다. 메타버스는 클라이언트는 가상공간으로 HILS 환경에서 타겟 임베디드 SW의 제어신호 및 요청 신호에 따라 반응하고 사용자로부터 받은 입력신호를 HILS 서버를 통해서 임베디드 보드로 전송한다. 제안하는 메타버스 클라이언트는 실제 임베디드 SW로 제어하는 LED, 모터, 스위치 등과 같은 기본적인 장치를 3D 형태로 모델링하였다. 메타버스 클라이언트 구현을 위해서는 3D 모델링 파일, 각 컴포넌트들을 상호 동작하는 상호 동작 프로그램, 그리고 실사와 같은 효과를 내기 위한 동영상 및 소리 정보를 포함한다. 메타버스 클라이언트가 구현된 CREATIVA 가상환경은 3D 모델링 도구의 일종인 Blender 도구를 사용하여 가상의 3D 모델을 구현하였고, Unreal engine 5를 이용해 상호작용 수행 알고리즘을 구현하고 이를 컴파일하고 실행파일과 라이브러리 파일을 패키징 하여 PC에서 실행한다.

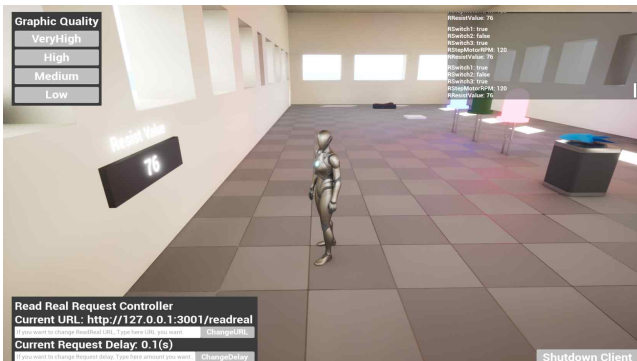


그림 3 메타버스 클라이언트 실행 화면

2) 구현 결과

그림 3은 2절에서 설명한 메타버스 클라이언트 화면을 보여준다. 메타버스 클라이언트에는 실제로 임베디드 SW로 제어할 대상인 LED, 모터, 버튼, LCD를 3D로 모델링하였다. 각 요소들은 HILS 서버의 값을 받아 상태가 업데이트 되고, 반대로 메타버스 클라이언트 상에서 상태가 변화되면 HILS 서버로 값을 전송하여 임베디드 SW로 출력된다. HILS를 실행하면 메타버스 클라이언트와 임베디드 SW가 주고받는 상태값의 변화를 모니터링 할 수 있다.(그림 4)



그림 4 제안하는 HILS 서버 실행 화면

제안하는 HILS 기법은 임베디드 SW와 메타버스 클라이언트 사이의 정보 송수신을 위한 제어 API를 구현하여 제공한다. 제어 API를 이용하여 임베디드 SW를 구현하여 HILS를 수행할 수 있다. 제어 API는 임베디드 SW가 제어하는 센서나 액추에이터 등의 상태 및 제어 값을 JSON 형태의 데이터로 송수신하여 HILS 서버에서 처리될 수 있도록 하였다.

```
# package import
import requests, json

# Server URL
URL = 'http://127.0.0.1:3001/'

# Real Json Data
datatemp = {
    'RSwitch1':False,
    'RSwitch2':True,
    'RSwitch3':False,
    'RStepMotorRPM':123,
    'RResistValue':234
}

# Run POST Request
# request.post(POST요청URL, json=JSON변수)
res = requests.post(URL+'writereal', json=datatemp)
```

그림 5 HILS 송수신 API 일부

III. 결론

본 논문에서는 임베디드 SW를 검증하기 위한 메타버스 HILS를 기법을 제안하였다. 제안하는 HILS 기법은 메타버스 플랫폼에 가상 하드웨어 컴포넌트들을 모델링하고 임베디드 SW와 제어정보와 상태정보를 주고받음으로써 메타버스에서 하드웨어 소프트웨어를 테스트 할 수 있는 HILS 환경을 제공한다. 제안하는 HILS 기법을 검증하기 위해 HILS 인터페이스 서버와 메타버스 클라이언트를 구현하였고 오픈 하드웨어의 임베디드 SW 테스트를 진행하였다. 테스트결과 임베디드 SW의 입력과 출력에 따라 메타버스상의 모델링 장치들이 정확히 동작하는 것을 확인하였다. 향후 연구로는 더 복잡하고 다양한 기능을 가진 임베디드 SW를 테스트할 수 있도록 메타버스 환경을 개발하고 실제 테스트와 비교검증을 진행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업과 기초연구사업으로 수행된 연구임 (2018R1A6A1A03024003, 2022R1H1A1A010701058).

참 고 문 헌

- [1] Mihalic, F., Truntic, M., Hren, A. "Hardware-in-the-Loop Simulations: A Historical Overview of Engineering Challenges" MDPI electronics, Vol 11, pp. 2462, 2022
 - [2] Sarhadi, Pouria, and Samereh Yousefpour. "State of the art: hardware in the loop modeling and simulation with its applications in design, development and implementation of system and control software." International Journal of Dynamics and Control, Vol. 3(4),pp 470-479, 2015
 - [3] Smart, John, Jamais Cascio, and Jerry Paffendorf, "Pathways to the 3D Web: A Cross-Industry Public Foresight Project." Metaverse Roadmap, ASF, 2007
- <https://www.metaverseroadmap.org/MetaverseRoadmapOverview.pdf>
- [4] Yun Bo Park, Ui Yeong Jeong, Da Jung Lee, Dong Seong Kim. "Method for Providing Customized Services on the CREATIVA Platform", KICS Summer Conference, Jeju June 22-24 2022.