컴퓨터교육학회 논문지 2022년 제 25 권 제 4 호
https://doi.org/10.32431/kace.2022.25.4.005

원격지 교육장비를 이용한 비대면 실습 교육 플랫폼 개발*

Development of non-face-to-face practical education platform using remote training equipment

윤정수† · 태원귀†† · 박정석††† · 이현빈††††
Jungu Yun† · Wonkwi Tae†† · Jungsuk Park††† · Hyunbean Yi††††

요 약

본 논문에서는 비대면 실습실에 구비된 실습 장비에 원격으로 접속하여 학습할 수 있는 원격 실습 환경 및 시스템을 제안한다. 원격 교육 실습실을 구축하고 잘 정의된 API를 통해 통신하는 독립적인 서비스로 구성하여 소프트웨어를 개발하는 마이크로서비스 아키텍처를 활용하여 학습자가 원격 실습실에 접속하여 원하는 실습 장비를 선택하여 직접 접속하는 기능을 구현하였다. 대화형 터미널 기반 인터랙티브 쉘인 주피터 노트북의 환경에서 학습자가 접속한 실습 장비의 동작 현황과 워크북, 교육자료를 제공한다. 교육이 종료되면 학습자의 실습 내용을 데이터베이스에 저장하여 향후 다른 실습장비에 접속하여도 연속적으로 학습을 이어 나아갈 수 있다. 제안하는 시스템을 활용한 교육을 하였을 때 기존 비대면 실습 경험과 관계없이 높은 만족도, 몰입도, 현장감을 가져오는 것을 확인하였다.

주제어: 비대면 교육, 실습 교육 플랫폼, 원격 교육, 온라인 교육 시스템

ABSTRACT

In this paper, we propose a remote practice environment and system that can remotely access and learn the practice equipment provided in the non-face-to-face practical platform. Using a micro-service architecture that develops software by building a remote training room and configuring an independent service that communicates through a well-defined API, learners access the remote training room and select the desired practice equipment. In the environment of Jupyter Notebook, an interactive shell based on an interactive terminal, it provides the operation status, workbook, and educational materials of hands-on equipment accessed by learners. When the training is completed, the learner's practice content is stored in a database and learning can be continued continuously even if it is accessed by other practice equipment in the future. When training using the proposed system, it can be confirmed that high satisfaction, high immersion, and high sense of reality are brought regardless of the existing non-face-to-face practice experience.

Keywords: Non-face-to-face education, Practical education platform, Remote training, On-line education system

1. 서론

코로나바이러스감염증-19(Coronavirus Disease-19, COVID-19, 코로나 19)로 인하여 사회적 거리 두기가 일상화되면서 IT 산업에 다양한 변화가 촉발되었다. 많은 기업이나 공공기관들은 출장과 오프라인 행사를 취소하거나 연기하였고 직원들의 건강과 업무 연속성을 위해 재택근무를 단행하였다.

†정 회 원: 국립한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 박사과정
††정 회 원: 대한상공회의소 충남인력개발원 기업교육팀장
†††정 회 원: ㈜바인드소프트 대표이사
††††정 회 원: 국립한밭대학교 정보기술대학 컴퓨터공학과 교수(교신저자)

논문투고: 2022년 04월 24일, 심사완료: 2022년 06월 29일, 게재확정: 2022년 07월 01일

* 본 논문은 제1저자의 국립한밭대학교 정보통신전문대학원 석사학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정리한 것임.
* 본 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2A03053308).
* 본 논문은 2021년 대한상공회의소의 지원을 받아 수행된 연구임.

www.kci.go.kr

교육 서비스 산업에서도 코로나 19로 인하여 비대면 교육이 불가피해지며 많은 국가에서 온라인 개학을 시행하였고, 이에 따라 대부분 학생이 동영상 강의, 양방향 온라인 수업 등 다양한 형태의 비대면 교육을 경험하고 있다[1]. ICT(Information and Communications Technology) 기술을 통한 비대면 교육은 서비스 접근성이 좋고, 장치를 통한 양방향 상호작용이 가능하다는 장점이 있다.

기업들은 공학 관련 인재를 채용할 때 커뮤니케이션 능력, 팀 프로젝트 경험, 리더십뿐만 아니라 장비와 도구를 다루는 능력을 요구한다. 이와 같은 업계의 요구에 부응하기 위하여 대학을 포함한 여러 재취업 및 재직자 교육 기관에서는 여러 가지 공학교육 프로그램을 진행하고 있다[2]. 하지만 공학교육에서의 비대면 수업은 다른 학문 분야와 비교해 상대적으로 활성화되기 어려웠다. 비대면 수업에서는 문제해결 역량, 협력적 문제 기반 학습 교육 등이 강조되지만 온라인 수업에서는 이를 충족하기 어렵기 때문이다[3].

실습과 체험이 필요한 교육을 원격으로 진행할 경우, 실습 사례 영상을 결합하면 실습 사례 영상 없이 설명만으로 진행하는 것에 비교해 학습자의 만족도, 자기 지식 효능감, 지속 참여 의도를 증가시킬 수 있다[4]. 소프트웨어 교육에서도, 컴퓨터만으로 프로그래밍 교육을 하는 경우 비대면 실습이 가능하다. 하지만 센서, 디스플레이, 로봇 등의 하드웨어를 제어하기 위한 소프트웨어를 구현하고 동작을 확인하는 실습 교육은 컴퓨터만으로는 충분하지 않다. 하드웨어를 모사한 그래픽을 동반한 소프트웨어 도구를 이용하더라도 하드웨어의 동작을 다양한 각도에서 확인할 수 없고, 발생 가능한 다양한 문제점들을 직접 경험하지 못하여 매우 기초적이고 전형적인 예시를 확인하는 데만 그치게 된다[5].

코로나 19 사태로 인해 이제 원격 학습은 보조적이고 제한된 형태가 아니라 주된 학습의 수단으로 자리매김하였다. 하지만 실시간 원격수업의 내실화를 위한 시스템 설계 및 개발이 필요한 상황임에도 멀티미디어 콘텐츠나 증강 현실 활용 사례 등 원격수업 지원 시스템이나 가상 실습 시스템의 개발 사례 연구가 부족하다.

따라서, 본 논문에서는 실시간 원격수업의 내실화를 위해, 비대면 실습실에 구비된 실습 장비에 원격으로 접속하여 학습할 수 있는 원격 실습 환경 및 교육 시스템을 제안한다. 실습 장비가 배치된 원격 교육 실습실을 구축하고 마이크로 서비스를 활용하여 학습자가 원격 실습실에 접속하여 원하는 실습 장비를 선택하여 실습을 수행할 수 있는 기능을 구현하였다. 학습자들의 실습은 주피터 노트북을 통해 실습을 수행하며 학습자가 접속한 교육 장비의 동작 현황을 실시간으로 제공하며 해당 차시의 실습 워크북과 교육 자료를 제공한다. 교육이 종료되면 학습자의 실습 진행상태와 내용을 파일스트림 기능을 활용하여 데이터베이스에 저장하여 다시 시작 시 기존 상태부터 학습을 이어 나아갈 수 있다. 제안하는 시스템은 기존의 비대면 교육에 있어 실습이 필요한 교과목에서 실습 장비의 보유 없이 원격지의 실습실에 접속하여 학습 및 교육을 할 수 있다는 장점이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 개발에 사용된 마이크로 시스템, 데이터베이스 구조에 대한 전반적인 개념과 기존의 비대면 실습 시스템 관련 연구, 비대면 환경에서의 학습자들의 만족도 분석을 위한 기존 연구를 정리한다. 3장에서는 원격 실습실을 구축하기 위한 환경 및 네트워크 구조와 실험 장비의 동작 프로세스, 그리고, 학습자별 실습 상태 저장 및 불러오기 과정을 소개한다. 4장에서는 3장에서 제안한 시스템을 구현하고 실제 학습자를 대상으로 교육을 진행하고 교육의 효과성에 대해 분석한다. 마지막으로 5장에서, 현장감을 높이기 위한 개선 방안 제안과 더불어 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 마이크로 서비스 아키텍처(Micro Service Architecture)

마이크로 서비스 아키텍처(Micro Service Architecture)는 잘 정의된 API를 통해 통신하는 독립적인 서비스로 구성하여 소프트웨어를 개발하는 아키텍처 및 조직적 접근방식이다[6]. Fig. 1은 전통적인 모놀리식 아키텍처와 마이크로 서비스 아키텍처의 차이를 비교한 그림이다. 전통적인 모놀리식 아키텍처는 모든 프로세스가 하나의 메모리를 공유하여 사용하여 단일 서비스로 실행된다. 따라서 애플리케이션의 한 프로세스에 대한 수요가 증가하게 되면 서비스 아키텍처 전체를 확장해야 한다. 또한, 애플리케이션 구성요소를 빌드하기 위해 사용되는 소스코드인 코드베이스(Codebase)가 증가하면 기능을 추가하거나 개선하기가 복잡해지는 문제가 발생한다.

반대로 마이크로 서비스 아키텍처는 애플리케이션이 독립적인 구성 요소로 구축되어 각 애플리케이션

www.kci.go.kr

프로세스가 서비스로 실행된다. 마이크로 서비스는 REST 방식의 호출 같은 경량 API를 사용하여 통신을 수행한다. 이렇게 구현된 서비스는 비즈니스 기능을 위해 구축되며 서비스마다 한 가지 기능을 수행하기 때문에 각각의 서비스를 업데이트, 배포, 확장이 가능하다. 마이크로 서비스 아키텍처를 사용함으로써 얻는 이점은 다음과 같다.

- 독립적인 서비스 개발이 가능하여 개발 기간의 단축을 가져올 수 있다.
- 각 서비스가 지원하는 애플리케이션 기능의 수요를 충족할 수 있도록 서비스를 독립적으로 확장이 가능해 서비스의 수요가 급증하는 경우에도 가용성을 유지할 수 있다.
- 모놀리식 아키텍처에서는 단일 구성요소가 오류나는 경우 전체 시스템 장애를 가져올 수 있지만 마이크로 서비스 아키텍처는 독립적인 구조로 인해 하나의 서비스 장애가 발생하더라도 전체 서비스의 장애로 확산되지 않는다.

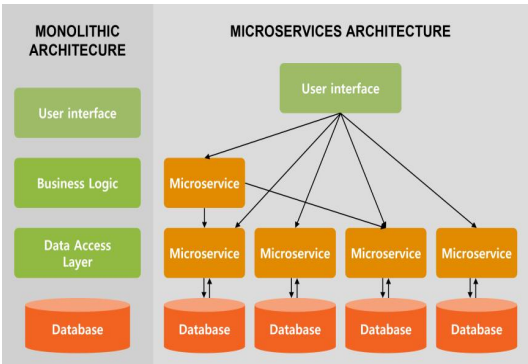


Figure 1. Monolithic Architecture vs. Micro Services Architecture

2.2 주피터 노트북(Jupyter Notebook)

주피터 노트북(Jupyter Notebook)은 파이썬(Python)을 노트북 형식으로 활용하기 위해 IPython 프로젝트를 시작으로 발전한 대화형 터미널 기반 인터랙티브 쉘이다[8]. 주피터 노트북은 IPython 기반의 커널로 구성되어 있다. 커널 프로세스는 둘 이상의 프론트엔드에 동시에 연결될 수 있으며 코드 쉘과 중간 결과를 결합한 단일 문서를 작성하기 위한 웹 기반 플랫폼으로 설계되어 있다. 최근에는 파이썬 커널 이외의 C/C++, Javascript, R, Ruby 등 다양한 언어의 커널을 설치하여 구동할 수 있다.

주피터 노트북의 커널은 IPython 커널을 사용한다. IPython 커널은 사용자 코드 실행과 완료된 계산 정보들을 담는 별도의 프로세스로 구현된다. 주피터 노트북을 통해 코드를 실행하면 JSON 메이시지를 사용하여 IPython 커널과 통신을 수행하고 IPython 커널은 결괏값을 다시 주피터 노트북 화면으로 메시지를 전송하는 구조를 가지고 있다[9].

주피터 노트북과 유연한 인터페이스는 단순히 코드 작성을 넘어 시각화, 멀티미디어, 협업 등으로 확장이 가능하다. 코드를 실행하는 것 이외에도 소스코드와 출력 결과를 마크다운 형식의 메모와 함께 노트북이라는 편집 가능한 문서에 저장을 하게 되는데, 저장이 완료되면 사용자의 PC에는 확장자가 .ipynb 형태인 JSON 파일로 저장이 이루어진다.

주피터 노트북을 사용함으로써 얻을 수 있는 이점으로는 강의자와 학습자 모두가 동일한 환경에서 문서와 코드 공유가 가능하며 실시간으로 중간 결괏값에 대한 시각화가 가능해 강의 및 학습에 용이하다.

2.3 파일스트림(Filestream)

관계형 데이터베이스에서 파일과 이미지를 저장하고 검색하는 것은 상당한 성능 저하를 초래한다. 일반적인 파일시스템은 크기가 1MB 이상인 데이터 블록에서 가장 잘 작동하지만, 데이터베이스는 256KB 미만의 데이터 블록에서 가장 잘 작동한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 구조화되지 않은 데이터를 파일시스템에 저장하는 기능이 필요하다[10].

파일스트림은 SQL Server 기반의 애플리케이션에서 문서 및 이미지와 같은 구조화되지 않은 데이터를 파일시스템에 저장할 수 있다. SQL Server 데이터베이스 엔진에서는 varbinary(max)와 BLOB(Binary Large Object) 데이터를 파일시스템의 파일로 저장하여 NTFS 및 ReFS 파일시스템과 결합을 지원한다. 또한 파일 데이터를 캐시 하기 위해 NT 시스템을 사용하는데, 이를 통해 파일스트림 데이터가 전체 데이터베이스 엔진 성능에 영향을 줄일 수 있다.

기존 SQL에서 데이터를 관리하기 위해서는 데이터베이스 스토리지를 사용하게 되는데 아래의 세 가지 요건을 포함할 때 파일스트림을 사용하는 것이 스트리밍 성능에서 데이터베이스 스토리지보다 더 높은 결과를 도출할 수 있다.

- 저장되는 개체의 크기가 평균적으로 1MB를 초과하는 경우

www.kci.go.kr

· 신속한 읽기 액세스가 필요한 경우
· 중간계층 애플리케이션 논리를 사용하는 애플리케이션을 개발할 경우

2.4 비대면 실습 도구

미국 EMONA 社는 멀티유저를 위한 온라인 실험시스템을 출시하였다. 회로 이론, 트랜지스터, 연산증폭기, 디지털 로직 및 전자회로를 포함하고 교수자가 자체 회로를 구현하는 브레드보드 실험을 원격으로 접속하여 Fig. 2와 같이 제공하고 있다. 이러한 방식은 기존의 미리 시뮬레이션이 정해진 실험·실습과는 다르게 실제 원격 실험을 할 수 있는 플랫폼으로 교육을 설계하고, 진행이 가능하다.

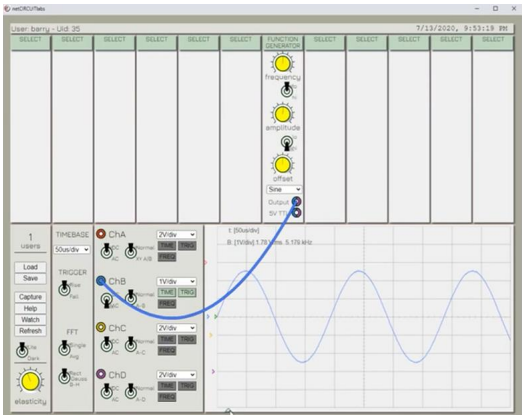


Figure 2. EMONA's online experimental system

[11]은 학습자가 원격지에 위치하지만, 직접 하드웨어를 다루면서 실습을 진행하는 것과 같은 효과를 주는 임베디드 시스템을 설계, 구현하였다. 가상교육 콘텐츠를 제공하는 동시에 학습자가 원격지에 위치하여 직접 하드웨어를 다루면서 실습을 제공하였고, 비실감성을 극복하였다. 원격 교육 시스템을 통해 원격 실습이 실제 장비 사용에 도움이 되었는지에 대한 긍정적인 응답이 전체 응답이 54%로 실제 장비와 유사한 시뮬레이션을 제공하거나, 실제 장비가 동작하는 화면을 보여주는 것이 실제 장비 사용에 도움을 줄 수 있다는 점을 시사하고 있다.

[12]에서는 RLAB-UOC(Remote laboratory of the Open University of Catalonia)이라는 원격 실습실을 제안하였다. 학습자들은 외부에서 호스팅 된 실습 장비에 대해 권한을 얻어 접속을 하는 LTI(Learning Tools Interoperability) 기반의 FPGA 실습 환경 내에서 자기 주도적으로 프로그래밍을 하고 결과를 LabView 또는 웹캠을 통해 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다. 학습자들은 FPGA 학습목표를 달성하기 위해 적합한 시스템이라고 평가하였으며 FPGA 원격 실험에 대한 긍정적인 인식을 가진 것을 확인하였고, 신호 발생기, 오실로스코프 등 통신 장비와 전자 통신 시스템과 관련한 실험이 가능함을 제시하고 있다.

[13]은 라즈베리파이(Raspberry Pi)와 파이썬 프로그래밍 언어를 사용하여 프로그래밍 및 물리적 컴퓨팅을 배우고 가르치는데 사용되는 저렴한 원격 실험 시스템을 제안하였다. 라즈베리파이와 연결된 VPS를 사용하여 사용자 접근, 학습자의 코드 처리, 각 라즈베리파이와의 통신 기능을 수행하고 라즈베리파이와 부착된 센서 및 액추에이터의 동작 화면을 확인할 수 있도록 카메라를 부착하여 VPS를 통해 학습자에게 전달되도록 구현하여 원격 실습의 편의성을 향상시켰다.

2.5 대면수업과 비대면 수업의 학습효과 분석

온라인 환경이 새로운 학습 환경으로 제안된 이후 온라인에서 이루어지는 학습의 효과성을 검증하려는 많은 연구가 진행됐다. 대면수업과 비대면 수업을 비교 연구한 사례는 학습 환경, 학습 만족도, 학습효과 등을 주로 비교해왔다.

[14]에서는 동일 교수자가 동일 수업에서 온라인과 오프라인 학습 환경에서의 학습효과를 분석하였다. 기말고사 문제지와 강의 만족도 조사를 위한 만족도 설문지를 개발하였다. 대면교육과 비대면 교육의 학습효과를 비교하기 위해 교수 학습 전략, 교과 난이도, 상호작용 학습 만족도를 학습 방법, 성별, 학년, 컴퓨터 활용 능력의 변수로 분석을 시행하였다. 그 결과 비대면 교육 경험 및 컴퓨터 활용 능력이 학습 만족도와 학업 성취도에 영향을 주는 변수인 것을 알아냈다.

[15]는 대면수업과 비대면 수업의 수업 만족도에 미치는 교수·학습구성 요인의 특징을 분석하였다. 대면수업에서 수업 만족도와 정적인 상관관계를 보이고 비대면 수업에서는 수업환경과 수업 만족도가 정적 상관관계를 보이는 것을 알 수 있었다.

[11]은 원격실습 교육 시스템에 대한 설문을 5가지 문항으로 평가하였으며, 원격실습 교육 시스템이 강의 보조도구로 학습이 도움이 되었는지, 사용의 편리성, 원격실습이 실제 장비 사용에 도움이 되었는지 등을 5점 척도로 평가하였다.

www.kci.go.kr

3. 제안하는 비대면 실습 교육 플랫폼

제안하는 비대면 실습 교육 플랫폼은 원격 교육 실습실 내 실습 부스를 배치하고 부스 안에 실습 장비를 배치한다. 실습 장비는 센서 및 액추에이터를 연결한 단일 보드 컴퓨터(Single Board Computer; SBC) 형태로 구성한다. 학습자는 원격지에서 SBC에 접속해 프로그래밍하여 센서 및 액추에이터를 제어한다. 센서 및 액추에이터가 동작하는 현황은 IP 카메라를 통해 실시간으로 전송한다.

학습자가 Web 서버의 LMS(Learning Management System; LMS)를 통해 장비를 선택하면 Web 서버의 실습 장비 관리 Agent는 데이터베이스의 사용자 접속 정보와 장비 IP 정보를 사용하여 페이지 리디렉션(Redirection)을 수행하여 장비에 접속하게 된다. 이를 위한 네트워크 구조는 Fig. 3과 같다. 외부의 Web 서버와 데이터베이스를 관리하는 IDC와 실습실 내부 네트워크로 구성한다. 외부망의 Web 서버에는 LMS와 실습 장비의 접속을 관리하는 Agent 서버를 탑재한다. 데이터베이스 서버에는 LMS의 학습관리 관련 내용과 Agent를 관리하기 위한 IP Table과 학습자의 접속정보, 실습 파일들을 관리한다. 외부 IDC 서버와 실습실은 방화벽을 통과하여 Internet Backbone을 통해 연결된다. Internet Backbone을 통해 실습실로 접속하면 방화벽을 통과하여 L2 스위치로 연결된다. L2 스위치는 무선 AP, IP 카메라와 유선으로 연결된다. 무선 AP는 각 실습 장비의 SBC와 연결한다.

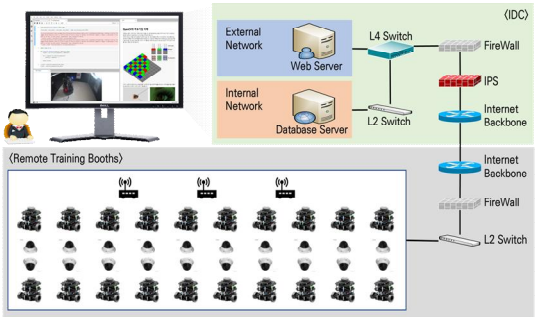


Figure 3. Configuration of the remote education system

실습 장비용 제어 Agent는 Fig. 4와 같이 마이크로 서비스를 이용해 구현하였다. 학습자가 LMS Web page에서 Nginx에 HTTP request를 요청한다. Nginx 서버에서는 Reverse proxy를 통해 요청한 결과에 따라 웹 페이지를 보여줘야 하는 경우 Flask API (Application Programming Interface)를 통해 웹 페이지를 표시하거나 Django API를 호출한다. Django API는 데이터베이스로부터 query를 수행하며, 사용자가 입력한 장비 주소를 확인하여 Device의 Flask API를 호출하게 되고, 호출된 결과에 따라 웹 실습을 할 수 있는 페이지를 리디렉션(Redirection) 한다.

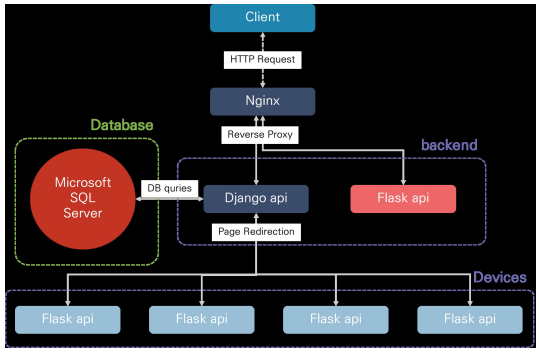


Figure 4. Agent Web Server

실습 장비 제어 Agent는 LMS에 장비 준비상태를 전송하고 사용자가 접속하는 경우 수강 정보와 학습자 정보를 확인하여 기존에 해당 교육과정을 이수한 내용이 있는지 검증을 수행한다. 검증 후 기존의 프로그래밍 자료를 다운로드 하거나 새로운 프로그래밍 워크북을 장비에 탑재한 후 교육이 이루어진다. 교육이 종료되면 학습 자료를 데이터베이스에 저장하여 추후 교육 내용을 연속적으로 수행할 수 있도록 한다.

학습자가 실습 장비에 접속하게 되면 자동으로 주피터 노트북이 실행된다. 실행된 주피터 노트북에는 학습자가 접속한 차시의 교재와 워크북, 그리고 학습자가 직접 제어하는 실습 장비의 실시간 동작 현황을 스트리밍(Streaming)하는 IP 카메라 화면을 시각화하는 기능을 개발하여 제공한다.

4. 구현 및 평가

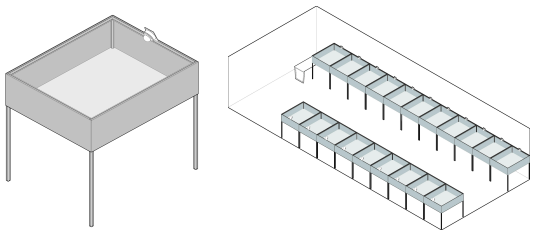
4.1 비대면 실습 교육 플랫폼 구현

4.1.1 비대면 실습 부스 구축

실습실 내 실습 장비를 장착하기 위한 안정적이고 이동체 등 구동을 수행하는 장비를 동작하는 경우를 위해 Fig. 5의 (a)와 같이 실습 부스를 제작하였다. 한 종의 실습 장비가 20개로 구성이 된다면 강의자의 실습 장비를 포함하여 21개의 부스를 Fig. 5의 (b)와 같이

www.kci.go.kr

비대면 실습실을 구성할 수 있다. 실습실 부스 면적은 가로 120cm, 세로 150cm의 크기로 구축하고, 상단에는 실습 장비의 현황을 확인할 수 있는 IP 카메라 전용 거치대를 부착하여 실습 부스 내부가 보일 수 있도록 각도를 조절한다. 실습 부스는 Fig 6과 같이 평평한 바닥으로 구성하여 이동 동작을 수행하는 로봇 실습 장비가 부스 내에서 움직일 수 있도록 하였다.



(a) Booth (b) Remote training room

Figure 5. Training booth

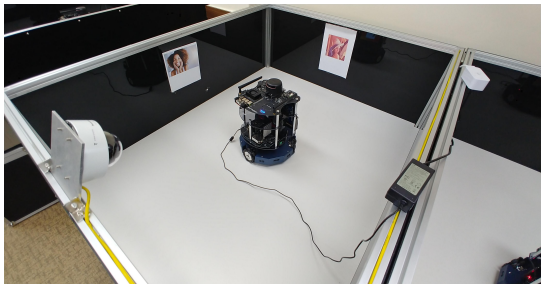


Figure 6. Robot system in a training booth

4.1.2 마이크로 서비스 기반 원격 실습 Agent 구현

LMS와 실습 장비 Agent와의 통신은 총 세 번 통신한다. 첫 번째로 LMS와 Agent 간의 장비 준비상태 정보를 주고받게 되는데, Fig. 7과 같은 프로세스로 동작한다. LMS는 Agent에 장비 준비상태를 요청한다. Agent는 각 장비로 장비 상태를 요청하고 요청된 결과를 파싱 하여 LMS에 전달한다. 전달된 정보를 바탕으로 LMS에서는 장비별 접속 상태를 시각화하여 Fig. 8과 같이 학습자에게 표시한다.

두 번째로 학습자의 수강 정보를 Fig. 9와 같은 프로세스로 주고받는다. 학습자가 실습 장비에 접속할 때 LMS는 학습자의 정보와 접속한 차시 정보를 Agent에 전송한다. Agent는 데이터베이스에서 기존에 학습자가 해당 차시 수강 이력을 확인한다. 수강 이력이 없다면 새로운 작업 파일을 생성하고, 수강 이력이 있다면 기존의 작업 파일을 실습 장비로 전송한다. 전송이 완료되면 실습을 할 수 있는 웹 IDE로 이동하여 실습이 이루어지도록 한다.

마지막으로 교육이 종료된 뒤 업데이트된 수강 정보를 Fig. 10과 같은 프로세스로 정보를 주고받는다. 교육이 종료되면 Agent에서는 학습자의 학습 이력 정보를 데이터베이스에 저장한다. 그 뒤 실습 장비에 접속한 시간, 교육을 종료한 시간 그리고 학습자의 실습 파일을 LMS에 전송한다.

Figure 7. Process for transmission and reception of Ready states of each practice equipment through Agent

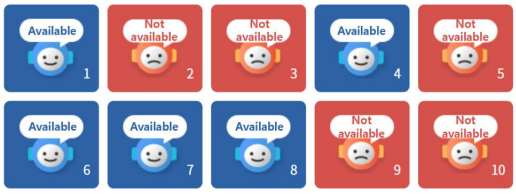


Figure 8. Visualization of Ready/Not Ready states

Figure 9. Process for transmission and reception of Course information

www.kci.go.kr

Figure 10. Training completion and Update of the learners' history

4.1.3 주피터 노트북 추가 기능 구현

주피터 노트북의 추가 기능은 교육자료 시각화 기능, 실시간 영상전송 및 학습종료 기능을 Fig. 11처럼 아이콘 형태로 구현하였고 전체 추가 기능이 구현된 화면은 Fig. 12와 같다.

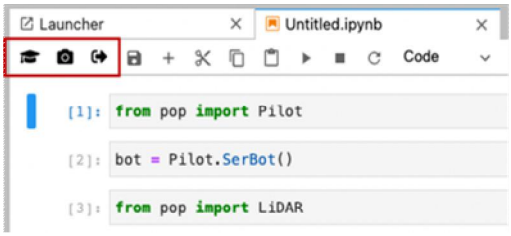


Figure 11. Three additional function icons implemented in Jupyter Notebook (in the red box)

학습자가 교육자료 보기 버튼을 클릭하면 마크다운 문서를 html로 변환하여 시각화한다. 주피터 노트북은 실습 장비의 Flask API로 마크다운 문서를 요청한다. Flask API는 요청된 데이터를 순회하면서 HTML 파일로 Syntax 변환을 수행하고, 코드 블록 형태의 Syntax일 때 code highlighting을 수행하고 함수를 종료한다. 함수가 종료되면 새로운 탭을 열어 html로 변환된 교재 정보를 시각화한다. 실습 장비 보기 버튼을 클릭하면 실습실의 부착된 IP 카메라로부터 H.264로 인코딩(Encoding)되어 온 프레임을 받아와 시각화를 수행한다. 교육을 종료한 후 저장 버튼을 누른 뒤 퇴실 체크 버튼을 클릭하게 되면 실습 장비의 Flask API의 퇴실 체크 호출을 하고 실습 장비의 API는 현재 작업공간에 있는 작업 파일을 읽어와 2진수의 파일로 변환을 한다. 변환이 완료되면 데이터베이스에 가장 최근에 접속한 접속정보를 검색하고 해당하는 열의 파일스트림 정보를 받아온다. 그리고 파일스트림 테이블에서 일치하는 열을 검색하여 변환한 16진수의 데이터를 업데이트한다. 마지막으로 학습자가 작업한 workspace 내 모든 파일을 삭제하고 다시 장비 상태를 접속 가능한 상태로 변경한다.

4.2 활용 평가 및 분석

4.2.1 평가 모델 설계

제안한 시스템의 효과성을 평가하기 위하여 Table 1과 같은 시스템을 구축하였다. IDC에 Web 서버와 Database 서버를 구축하고 이를 통해 원격 실습실에 접속할 수 있도록 구성하였다. 원격 실습실에는 부스 11개를 설치하였다. IDC와 원격 실습실에는 외부망과의 연결 대역폭을 각각 200 Mbps로 구성하여 제안한 시스템의 확장성 및 네트워크 구성의 정확도를 원격 실습실의 방화벽에서 측정되는 데이터를 기반으로 시스템 자원 사용 통계량과 트래픽 현황에 대해 분석을 실시하였다.

Table 1. Evaluation system specification

Sortation	Contents
Web Server	– 2.5GHz 8Core CPU – 64Gb DDR4 Memmory – 1.8Tb Storage – Windows Server 2019
Database Server	– 2.5GHz 8Core CPU – 64Gb DDR4 Memmory – 1.8Tb Storage – Windows Server 2019 – Microsoft SQL Server
Network Bandwidth	– 200Mbps
Educational Equipment	– Robot training equipment
Number of booths	– 11 booth for include teacher
Number of concurrent users	– 10 people in a class

또한, 구성된 시스템을 활용하여 두 개의 그룹으로 나누어 교육을 진행하였다. 1그룹은 컴퓨터 관련 학과 대학생과 대학원생 총 19명을 대상으로 Table 2의 시간표에 따라 4시간의 비대면 교육을 진행하고 기존의 비대면 실습 경험과 비교하여 제안한 시스템을 사용하였을 때의 교육 만족도, 몰입도, 현장감, 성취감에 대한 설문 조사를 하였다. 2그룹은 ICT 관련 직무 종사자 30명을 대상으로 Table 3의 시간표에 따라 2시간의 교육을 진행하고 교육의 만족도, 몰입도, 현장감, 기술 향상도에 대한 설문 조사를 하였다. 설문 조사는 SPSS Statistics를 사용하였다[16].

www.kci.go.kr

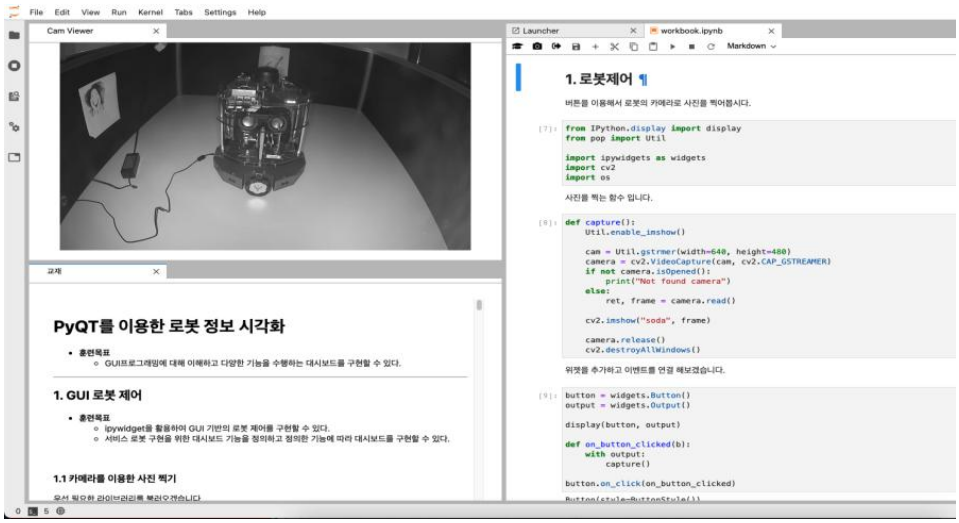


Figure 12. The Jupyter Notebook screen of the learner's connected practice equipment

Table 2. Group 1 Training Contents

Time	Program Contents
13:00 ~ 13:30	- Program Orientation - Education development environment setting
13:30 ~ 14:00	- Omni wheel control foundation
14:00 ~ 15:00	- Advanced omni-wheel control
15:00 ~ 16:00	- Image processing basics - Advanced image processing
16:00 ~ 17:00	- Robot Control Practice Using Image Processing
17:00 ~	- End of survey and training

Table 3. Group 2 Training Contents

Time	Program Contents
13:00 ~ 13:30	- Need for GUI programming
13:30 ~ 15:00	- Implementing a Robot Control Program Using the GUI
15:00 ~	- End of survey and training

4.2.2 평가 결과

1) 네트워크 트래픽 분석 결과

원격실습실에 연결된 방화벽을 기준으로 BPS(Bits per second)를 측정한 결과는 Table 4와 같다. 순간 최대 트래픽은 65 Mbps, 최소 트래픽은 7 Mbps로 측정되었고 평균 트래픽은 17 Mbps로 측정되었다. 상대적으로 높은 최대 트래픽 대비 평균 트래픽이 17 Mbps로 측정되었는데, 이는 최초 접속을 수행하기 위해 Handshake를 수행하는 과정에서 트래픽이 순간적으로 증가한 것으로 확인되었다. 해당 결과 토대로 4.2.1절에서 제시한 시스템은 최대 30명까지 동시접속이 가능하다는 것을 알 수 있다.

Table 4. Observation results of bit per second

Contents	Max	Min	Average
Bits Per Second	75	7	17

해당 트래픽이 제안한 시스템 중 어느 부분에 주로 부하가 걸리게 되는지 확인하기 위해 포트별로 전송 바이트를 분석하였다. 분석한 결과는 Table 5와 같은데, 전체 전송 바이트 중 IP 카메라의 영상 전송 포트(IP Camera)가 전체 비율의 78.13%를 차지하고, 학습자가 실제 실습을 수행하는 주피터 노트북(Jupyter Notebook)의 비중이 21.86%, LMS와 통신을 하는 Flask API의 전송 바이트 비율은 0.01%에 불과하였다. 이를 통해 향후 연구에서는 실시간 영상스트리밍 데이터를 효과적으로 관리한다면 동일 네트워크 대역폭에서 더 많은 수의 동시 접속자를 확보할 수 있을 것이다.

Table 5. Average transmit and receive bytes per port

Contents	Average	Percentage
IP Camera	1.5Gb	78.13%
Jupyter Notebook	426Mb	21.86%
Flask API	104.7Kb	0.01%

www.kci.go.kr

2) 설문 분석 결과

1그룹을 대상으로 기존의 비대면 실습 경험과 본 논문에서 제안하는 시스템을 사용한 비대면 실습 경험을 비교하여 전체 시스템에 대한 만족도, 몰입도, 성취감, 현장감에 대한 통계 분석 결과는 Table 6에 나타내었다. 비대면 실습 교육의 만족도(Satisfaction), 몰입도(Immersion), 성취감(Accomplishment), 현장감(Realism)의 평균값은 5점 척도 기준 4.58 이상으로 만족 이상의 값이 도출되었다. 그룹 1에서 비대면 실습 경험 여부에 따른 평균값은 비대면 실습 경험이 없는 집단이 만족도를 제외한 몰입도, 성취감, 현장감, 성취감에 대해 더 높은 평균값이 도출되었지만, 만족도, 몰입도, 성취감, 현장감의 차이는 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

1그룹 중 비대면 실습 경험이 있는 집단을 대상으로 기존의 비대면 실습과 본 논문에서 제안하는 플랫폼을 사용한 비대면 실습의 만족도, 몰입도, 성취감, 현장감의 차이에 대한 통계 분석 결과는 table 7과 같다. 기존의 시스템을 사용하였을 때의 만족도, 몰입도, 성취감, 현장감의 기술통계는 평균 3점 초반의 결괏값을 보였지만, 본 논문에서 제안하는 플랫폼을 사용하였을 때의 평균은 4점 이상의 높은 결괏값을 도출하였다. 본 논문에서 제안하는 비대면 교육 플랫폼을 사용한 비대면 실습 교육에 대한 향상 여부는 유의수준 0.05에서 향상될 수 있음을 알 수 있다.

비대면 실습의 몰입도, 성취감, 현장감을 향상하는 세부 요인을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 유의수준 0.05에서 몰입도의 차이를 가져오는 요인(Difference in immersion)으로는 부스의 모양(Booth shape), IDE 레이아웃(Layout of IDE), 영상 해상도(Resolution of video), 영상 딜레이(Delay of Video)가 몰입도에 영향을 미치는 요인으로 확인되었다. 성취감의 차이를 유발하는 요인(Difference in accomplishment)은 부스의 모양, IDE의 레이아웃, 영상 해상도, 파일 저장성 요소(File storage inconvenience)가 영향을 미치고 있으며, 현장감의 차이를 발생시킨 요인(Difference in Realism)으로는 부스의 모양과 IDE의 레이아웃, 영상 해상도가 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 본 연구에서 제안한 비대면 실습 교육 플랫폼의 일부 요소로 포함되어 있으며 비대면 실습 환경을 구축할 때 위의 요소를 고려한 실습 플랫폼 구축이 이루어져야 할 것이다.

Table 6. Satisfaction, immersion, Sense of accomplishment, and sense of realism of group 1

Parameter	Average	Non-face-to-face training experience		p-value
		Yes	No	
Satisfaction when used proposed system	4.74	4.80	4.56	.444
Immersion when used proposed system	4.58	4.40	4.78	.183
Accomplishment when used proposed system	4.74	4.30	4.56	.438
Realism when used proposed system	4.58	4.70	4.78	.613

$p^* < 0.05$

Table 7. Statistical analysis results of groups with non-face-to-face practice experience in group 1

Parameter	Non-face-to-face practice system		p-value
	proposed system	past experience	
Satisfaction	4.80	3.40	.012
Immersion	4.40	3.10	.018
Accomplishment	4.30	3.40	.025
Realism	4.70	3.10	.005

$p^* < 0.05$

Table 8. The relationship between group 1's immersion sense of accomplishment realism and proposed system

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Difference in immersion	–								
2. Difference in accomplishment	.954*	–							
3. Difference in Realism	.805*	.850*	–						
4. Booth shape	.695*	.699*	.645*	–					
5. Convenience of IDE	.030	.176	.055	.083	–				
6. Layout of IDE	.650*	.764*	.564*	.216	.608*	–			
7. Resolution of video	.685*	.643*	.580*	.514*	-.069	.431*	–		
8. Delay of Video	.551*	.494	.481	.449*	.196	.491*	.775*	–	
9. File storage inconvenience	-.446	-.566*	-.217	-.087	-.239	-.410*	-.080	-.158	–

$p^* < 0.05$

www.kci.go.kr

2그룹을 대상으로 본 논문에서 제안하는 시스템을 활용한 실습 교육 후 설문을 조사한 결과는 Table 9와 같다. 본 논문에서 제안하는 시스템을 활용한 비대면 실습 교육의 만족도, 몰입도, 현장감의 평균은 5점 척도 기준 4.5, 4.2, 4.4, 4.3 순으로 나타났으며 기술 향상도(Technology improvement)는 평균값이 4.10으로 결과가 도출되어 재직자를 대상으로 비대면 실습 교육을 진행하더라도 높은 만족도와 몰입도, 현장감뿐만 아니라 전체적인 기술향상을 가져올 수 있다는 것을 알 수 있다.

Table 9. Statistical Analysis Results for group 2

Parameter	N	Min	Max	Average
Satisfaction when used proposed system	30	4	5	4.5
Immersion when used proposed system	30	1	5	4.2
Realism when used proposed system	30	3	5	4.3
Technology improvement	30	3	5	4.10

5. 결론 및 제언

코로나19로 비대면 교육이 불가피해지며 많은 국가에서 온라인 개학을 시행하였고, 이에 따라 전 세계 학생들이 동영상 강의, 양방향 온라인 수업 등 다양한 형태의 비대면 교육을 경험하고 있다. 공학교육에서도 비대면 교육 효과를 향상하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 실제 현장과 유사한 환경을 제시하거나 시뮬레이션을 활용하는 방법 등이 대표적이다.

본 논문에서는 비대면 실습실에 갖춰진 실습 장비에 원격으로 접속하여 학습할 수 있는 원격 실습 환경 및 교육 시스템을 제안하였다. 실습 장비가 배치된 원격 교육 실습실을 구축하고 마이크로 서비스를 활용하여 원하는 실습 장비를 선택하여 실습을 수행하고 실습이 종료되면 학습자의 실습 진행상태와 내용을 파일스트림 기능을 활용하여 데이터베이스에 저장하여 다시 시작 시 기존 상태부터 학습을 이어 나아갈 수 있는 기능을 구현하였다. 학습자들의 실습은 주피터 노트북을 통해 실습을 수행하며 학습자가 접속한 교육 장비의 동작 현황을 실시간으로 제공하며 해당 차시의 실습 워크북과 교육 자료를 제공하였다.

제안하는 시스템을 활용한 교육을 하였을 때 기존 비대면 실습 경험과 관계없이 높은 만족도, 몰입도, 현장감을 가져오는 것을 확인하였다. 또한, 기업 실무자를 대상으로 한 교육을 운영할 때 기술의 향상을 가져올 수 있다는 것을 확인하였다. 기존의 비대면 교육에 있어 실습이 필요한 교과목에서 실습 장비의 보유 없이 원격지의 실습실에 접속하여 학습 및 교육을 할 수 있다는 장점이 있다.

하지만 제안하는 비대면 실습 교육 플랫폼에도 제한점은 존재한다. 학습자의 관점에서 실습 부스에 부착된 카메라가 고정되어 있어 이동체를 제어하는 실습을 할 때 실제 공간에서 이동체가 어떻게 이동하는지 정확하게 파악하기가 어려워 학습자의 몰입도와 현장감을 떨어트릴 수 있다. 또한, 실시간 교육을 하기 위해 Zoom과 같은 실시간 화상회의 시스템을 따로 구동해야 함으로써 모니터를 두 개 이상 사용해야 한다. 강의자의 관점에서는 학습자의 교육성과 평가를 강의자가 실습 파일을 직접 확인해야 하며, 실시간 교육 진행 시 학습자의 채팅 질문에 대해 즉각적인 대응이 어렵다는 문제가 있다. 이러한 제한점을 해결하기 위해 지속적인 인프라 개선과 더불어 학습자 평가 자동화, 인공지능 조교 개발 등 교수자 편의 시스템이 탑재 구현된다면 학습자의 현장감과 실시간성을 확보할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Lee, Y. & Shin, D. (2020). *An Investigation of the Implementation of Online Classes in the Untact Era Caused by the COVID-19 Pandemic. The Journal of Curriculum and Evaluation, 23*(4), 39-57.

[2] Lee, J. (2019). *Industry Needs Assessment on Engineering Competency. Journal of Engineering Education Research, 22*(3), 3-10. DOI: 10.18108/JEER.2019.22.3.3

[3] Kang, S. (2021). *A Study on the Perceptions of Professors and Students of Engineering Colleges on Online Classes for Spring Semester 2020. Journal of Engineering Education Research, 24*(2), 20-28. DOI: 10.18108/JEER.2021.24.2.20

[4] Lee, U. (2020). *Effects of the Difference in Synchronous Distance Education Methods in Practice Oriented Class on Learner's Performance. Journal of Product Research, 38*(4), 137-147. DOI: 10.36345/KACST.2020.38.4.017

[5] Jang, W., Choi, M. & Hong, H. (2020). *A Case Study on the Operation of Non-face-to-face Experimental Class at University with COVID-19 Pandemic. Korean Association For Learner-Centered Curriculum And Instruction. Korean Association For Learner-Centered*

www.kci.go.kr

Curriculum And Instruction. DOI: 10.22251/jlcci.2020.20.17.937

[6] Chung, G., Park, J., & Lee, G. (2019). *A Study on A Web-Based DevOps Platform Using Linux Container. Journal of the Korea Convergence Society, 10*(12), 71-80. DOI: 10.15207/JKCS.2019.10.12.071

[7] Michael K. (2009, March 22). *Using SQL Server 2008 FILESTREAM Storage.* ITPro Today. https://www.itprotoday.com/sql-server/using-sql-server-2008-filestream-storage

[8] Wang, A., Mittal, A., Brooks, C., & Oney, S. (2019). *How Data Scientists Use Computational Notebooks for Real-Time Collaboration. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction. Association for Computing Machinery.* DOI: 10.1145/3359141

[9] Jupyter. (2022, Apr 9th). *Jupyter Documentation 4.1.1 alpha doumentation.* https://docs.jupyter.org/en/latest/projects/architecture/cotent-architecture.html

[10] Randles, B., Pasquetto, I., Golshan, M., & Borgman, C. L. (2017, June). *Using the Jupyter notebook as a tool for open science: An empirical study. In 2017 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries (JCDL)* (pp. 1-2). IEEE.

[11] Moon, I., Lee, Y., Choi K., Jeon, C., Lee, S., Jeon, J. & Kim, D. (2007). *A Web-based Education System with Remote Experimentation Environment for Embedded Systems Education. The Journal of Korean Association of Computer Education, 10*(6), 39-50. DOI: 10.32431/KACE.2007.10.6.005

[12] Monzo, C., Cobo, G., Morán, J., Santamaría, E., & García-Solórzano, D. (2021, May 1). *Remote Laboratory for Online Engineering Education: The RLAB-UOC-FPGA Case Study. Electronics. MDPI AG.* DOI: 10.3390/electronics10091072

[13] Gonschor, D., Jung, M., Costa, J., & Brandl, R. (2022, March 28). *Remote Hardware-in-the-Loop Laboratory and its Application in Engineering Education. 2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).* IEEE. DOI: 10.1109/educon52537.2022.9766816

[14] Choi, M. (2007). *Analysis of Learning Effect in Learning Environment in Online and Offline Lectures by the Same Teacher. Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 13*(4).

[15] Lee, J. (2021). *A Comparative Case Study on the Factors of Class Evaluation in Face-to-face and Non-face-to-face Classes. The Journal of Humanities and Social sciences 21.* Asia Culture Academy of Incorporated Association. DOI : 10.22143/hss21.12.1.11

[16] IMB SPSS Software. (2021, Oct. 24th) *Why IBM SPSS software?* https://www.ibm.com/kr-ko/analytics/spss-statistics-software

윤 정 수

2015년 동국대학교 경영학전공(경영학사)
2022년 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
2022년 ~ 현재 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 박사과정
관심분야: 자율주행기술, SLAM, 비대면 실습교육 시스템
E-Mail: yunjs0126@naver.com

박 정 석

1997년 동의대학교 전산통계학과(이학사)
2001년 부산대학교 전자계산학과(이학석사)
2022년 ~ 현재 ㈜바인드소프트 대표이사
관심분야: 비대면 실습 시스템, IoT, 임베디드 시스템
E-Mail: for1003@bindsoft.co.kr

태 원 귀

1996년 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
1998년 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
2022년 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
2000년 ~ 현재 대한상공회의소
관심분야: 온라인 강의 시스템, 데이터 통신, 무인 이동체
E-Mail: wgtae@korcham.net

이 현 빈

2001년 한양대학교 전자컴퓨터공학과 (공학사)
2003년 한양대학교 전자컴퓨터공학과 (공학석사)
2007년 한양대학교 전자컴퓨터공학과 (공학박사)
2011년 ~ 현재 국립한밭대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야: 원격 강의/진료 시스템, 음성 인식 응용, 블록체인
E-Mail: bean@hanbat.ac.kr

www.kci.go.kr

부 록

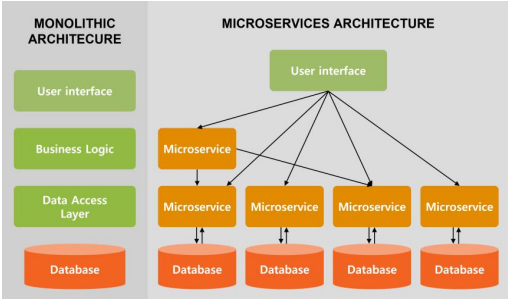


그림 1. 모놀리식 아키텍처 vs. 마이크로 서비스 아키텍처

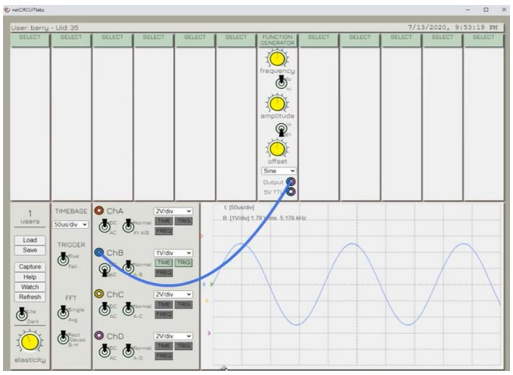


그림 2. EMONA의 온라인 실험 시스템

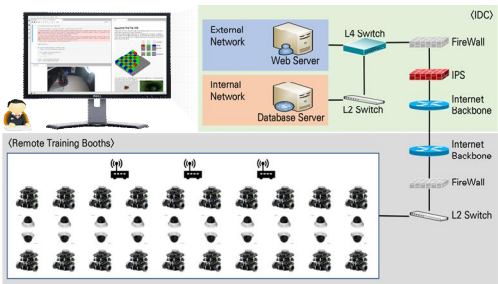


그림 3. 원격 교육 시스템 구성도

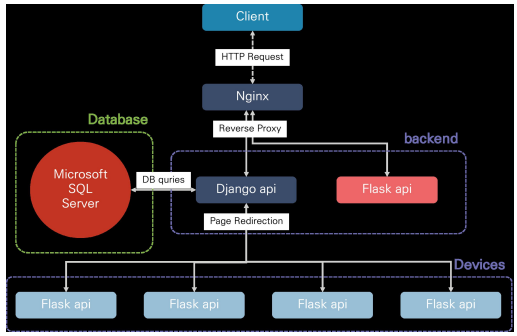
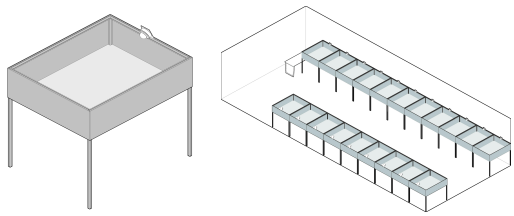


그림 4. Agent 웹 서버 구조



(a) 실습 부스 (b) 비대면 실습실

그림 5. 실습 부스 조감도

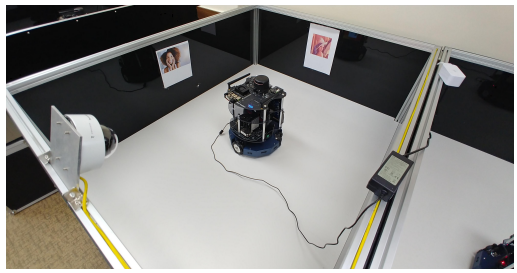


그림 6. 실습 부스 내 로봇 시스템 배치

그림 7. 장비 준비 상태 전송 및 수신 프로세스

www.kci.go.kr

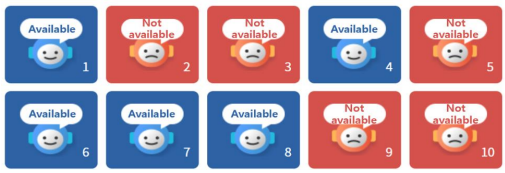


그림 8. 실습 장비 별 접속 가능 여부 시각화 결과

[redacted]

그림 9. 교육 정보 전송 및 수신 프로세스

[redacted]

그림 10. 학습 종료 후 이력 정보 송수신 프로세스

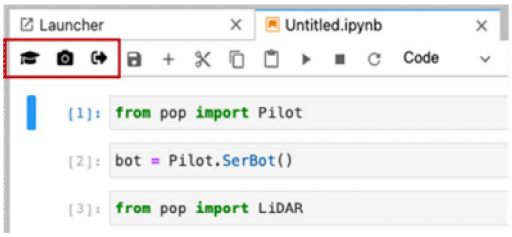


그림 11. 주피터 노트북에 구현된 세가지 추가 기능 아이콘(붉은색 상자)

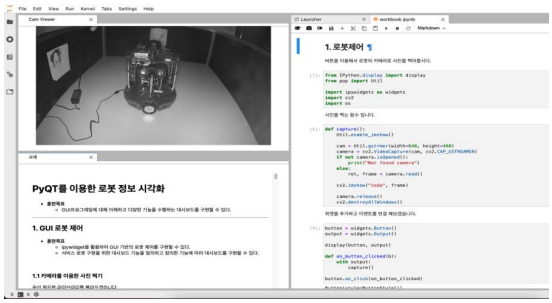


그림 12. 학습자가 실습장비에 접속하였을 때 시각화되는 주피터 노트북 화면

표 1. 평가 시스템 구성

구분	내용
웹 서버	– 2.5GHz 8Core CPU – 64Gb DDR4 Memmory – 1.8Tb Storage – Windows Server 2019
데이터베이스 서버	– 2.5GHz 8Core CPU – 64Gb DDR4 Memmory – 1.8Tb Storage – Windows Server 2019 – Microsoft SQL Server
네트워크 대역폭	– 200Mbps
실습 장비	– 로봇 실습 장비
실습 부스 수	– 강사 포함 11개 부스
동시 접속 학습자	– 1클래스 당 10명

표 2. 그룹1 교육 시간표

시간	프로그램 내용
13:00 ~ 13:30	– 프로그램 오리엔테이션 – 교육 개발환경 설정
13:30 ~ 14:00	– 옴니휠 제어 기초
14:00 ~ 15:00	– 옴니휠 제어 심화
15:00 ~ 16:00	– 영상처리 기초 – 영상처리 심화
16:00 ~ 17:00	– 영상처리 활용 로봇 제어 실습
17:00 ~	– 설문 및 교육 종료

표 3. 그룹2 교육 시간표

시간	프로그램 내용
13:00 ~ 13:30	– GUI 프로그래밍의 필요성
13:30 ~ 15:00	– GUI를 활용한 로봇 제어 프로그램 구현하기
15:00 ~	– 설문 및 교육 종료

www.kci.go.kr

표 4. BPS 측정 결과

구분	최대	최소	평균
Bits Per Second	75	7	17

표 5. 포트 당 평균 송수신 바이트

구분	평균	비율
IP Camera	1.5Gb	78.13%
Jupyter Notebook	426Mb	21.86%
Flask API	104.7Kb	0.01%

표 6. 제안한 시스템에 대한 그룹 1의 만족도, 몰입도, 성취감, 현장감

Parameter	Average	Non-face-to-face training experience		p-value
		Yes	No	
제안 시스템 만족도	4.74	4.80	4.56	.444
제안 시스템 몰입도	4.58	4.40	4.78	.183
제안 시스템 성취감	4.74	4.30	4.56	.438
제안 시스템 현장감	4.58	4.70	4.78	.613

표 7. 그룹 1중 비대면 실습 경험이 있는 집단의 통계분석 결과

Parameter	Non-face-to-face practice system		p-value
	proposed system	past experience	
Satisfaction	4.80	3.40	.012
Immersion	4.40	3.10	.018
Accomplishment	4.30	3.40	.025
Realism	4.70	3.10	.005

$p^{*} < 0.05$

표 8. 그룹 1의 몰입도, 성취감, 현장감과 제안된 시스템의 요소와의 관계

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 몰입도 차이	-								
2. 성취감 차이	.954*	-							
3. 현장감 차이	.805*	.850*	-						
4. 부스 모양	.695*	.699*	.645*	-					
5. IDE 편의성	.030	.176	.055	.083	-				
6. IDE 레이아웃	.650*	.764*	.564*	.216	.608*	-			
7. 영상 해상도	.685*	.643*	.580*	.514*	-.069	.431*	-		
8. 영상 딜레이	.551*	.494	.481	.449*	.196	.491*	.775*	-	
9. 파일 저장 불편함	-.446	-.566*	-.217	-.087	-.239	-.410*	-.080	-.158	-

$p^{*} < 0.05$

표 9. 그룹2에 대한 기술통계량

Parameter	N	Min	Max	Average
Satisfaction when used proposed system	30	4	5	4.5
Immersion when used proposed system	30	1	5	4.2
Realism when used proposed system	30	3	5	4.3
Technology improvement	30	3	5	4.10

www.kci.go.kr

제 13- 2022 - 007 호

게 재 증 명 서

■ 논문제목 : 원격지 교육장비를 이용한 비대면 실습 교육 플랫폼 개발

■ 저　　자 : 윤정수(한밭대학교), 태원귀(대한상공회의소 충남인력개발원), 박정석((주)바인드소프트), 이현빈(한밭대학교)

■ 게 재 일 : 2022년 7월 30일

위 논문이 한국컴퓨터교육학회 논문지 제25권 제4호에 게재가 되었음을 증명함.

2022년 8월 1일

사단법인 한국컴퓨터교육학회

컴퓨터교육학회 논문지

관심저널 알림

자료유형	학술저널	발행주기	격월간
발행기관명	한국컴퓨터교육학회	저널 발행기간	1998 ~ 2022
주제분류	사회과학 > 교육학	ISSN	1598-5016(Print), 2733-9785(Electronic)
등재정보	KCI등재		

권호수 129 논문수 1,263 이용수 68,748 피인용수 1,292

이 저널에서 논문 검색

검색어 입력

동일 발행기관의 다른 저널

권호 리스트

조회하기

많이 이용된 Top10 논문 | 최근 발간된 논문

이 저널에서 가장 많이 이용된 논문 10편을 둘러보세요.

최근1년

1 해커톤 수업사례를 통한 메타버스 플랫폼의 교육적 활용방안
이명숙 이용수 1,412

2 국내외 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석
이은경 이용수 728

3 교육에서의 인공지능: 인공지능 활용 교육에 관한 문헌 고찰
최숙영 이용수 632

4 제 4차 산업혁명 시대의 디지털 역량에 관한 고찰
최숙영 이용수 508

5 임장성(Telepresence)과 게이미피케이션(Gamification)을 교육적 비계로 활용하는 메타버스 러닝
김평원 이용수 476

7 인공지능 교육 플랫폼 개발을 위한 기능 및 서비스 분석
김수환, 김갑수, 김성훈 외 20명 이용수 303

8 디자인씽킹 프로세스 기반의 인공지능(AI) 교육 프로그램 적용 효과분석
이성혜 이용수 293

9 인공지능 윤리원칙 분류 모형 및 구성요소에 관한 연구
소순주, 안성진 이용수 279

10 SW · AI 교육을 위한 학교 수학 교육과정 개선 연구
박상우, 홍후조 이용수 258

논문이 많이 이용된 Top9 저자 | 논문을 많이 발행한Top9저자

이 저널에서 가장 많이 이용된 저자 9명을 확인하세요.

최근1년

1 최숙영
우석대학교
저널 내 논문 이용 수 2,576
저자 논문 누적 이용 수 3,618

2 전수진
호서대학교
저널 내 논문 이용 수 2,034
저자 논문 누적 이용 수 3,176

3 이은경
한국교육과정평가원
저널 내 논문 이용 수 2,024
저자 논문 누적 이용 수 4,331

4 김현철
고려대학교
저널 내 논문 이용 수 2,016
저자 논문 누적 이용 수 8,190

5 김성훈
고려대학교
저널 내 논문 이용 수 1,739
저자 논문 누적 이용 수 5,098

6 Myung-Suk Lee
계명대학교
저널 내 논문 이용 수 1,670
저자 논문 누적 이용 수 6,168

7 이성혜
한국과학기술원
저널 내 논문 이용 수 1,611
저자 논문 누적 이용 수 5,405

8 김자미
고려대학교
저널 내 논문 이용 수 1,570
저자 논문 누적 이용 수 32,125

9 김수환
총신대학교
저널 내 논문 이용 수 1,523
저자 논문 누적 이용 수 7,515

논문을 많이 이용한 기관 | 저널 인용정보

이 저널을 가장 많이 이용한 기관 20개입니다.

최근1년

NO.	이용기관명	이용수
1	한국교원대학교	1,022
2	고려대학교	753
3	서울대학교	738
4	이화여자대학교	665

5	성균관대학교	551
6	한양대학교	464
7	연세대학교	376
8	중앙대학교	370
9	제주대학교	344
10	동국대학교	296
11	공주대학교	271
12	서울교육대학교	271
13	한국교육개발원	267
14	충남대학교	237
15	부산대학교	225
16	경인교육대학교	223
17	전남대학교	217
18	건국대학교	192
19	한국방송통신대학교	186
20	아주대학교	183

DBpia 소개 이용약관 **개인정보처리방침**
제휴문의 트라이얼신청

㈜누리미디어 대표이사: 최순일 사업자등록번호: 816-81-00840
통신판매업신고번호: 제2022-서울마포-2210호 대표전화: 02-707-0496 팩스: 02-717-4305
이메일: dbpia@nurimedia.co.kr
주소: (03994) 서울특별시 마포구 양화로19길 22-16

Copyright (c) 1997-2022 NURIMEDIA. ALL RIGHTS RESERVED.