Journal of Engineering Education Research
Vol. 24, No. 4, pp. 30~40 July 2021

pISSN: 1738-6454 / eISSN: 2713-8283 / THESIS-21-022
https://doi.org/10.18108/jeer.2021.24.4.30

온라인 비교과 설계 교육과정에서 기초 설계 교육과정으로의 적용 가능성 탐색 : 온라인 IoT 비교과 교육과정 사례를 중심으로

황윤자[*]·허지숙[**,†]
[*]단국대학교 공학교육혁신센터 연구전담조교수
[**]아주대학교 공학교육혁신센터 연구교수

Exploring the Applicability from Extracurricular Design to Basic Engineering Design in Online : Focusing on the Case of IoT Extra-Curricular in Online

Hwang, Yunja[*]·Huh, Ji-suk[**,†]
[*]Assistant Professor, Center for Innovative Engineering Education, Dankook University
[**]Research Professor, Innovation Center for Engineering Education, Ajou University

ABSTRACT
The purpose of this study is to verify the effectiveness the IoT program in online, and explore the applicability of the design course in consideration of design elements and realistic constraints for engineering education accreditation in online. For this study, IoT programs developed based on online classes were operated, and the effectiveness as a subject was verified through satisfaction surveys, competency test, and interview of participating students. In addition, by presenting design elements and realistic constraints in a online environment required to apply to engineering design courses, it is expected that they can be used as basic data in developing and operating actual design curriculum.

Keywords: Online, Non-face-to-face, Basic engineering courses, Engineering college students, Extra-curricula, Curriculum, Design component, Design realistic constrain, Engineering education accreditation

I. 서 론

최근 COVID-19로 인해 온라인 기반으로 교육 방법을 전환하여 운영하는 초유의 사태를 맞이하게 되었다. 이러한 상황 가운데 세계 각국의 대학에서는 국가의 대응 방향, 사회, 문화적 환경, 교육 여건이나 자원에 따라 다양한 방식으로 수업이 이루어지고 있다. 하지만 공통적으로 운영되는 방안은 대학의 온라인 학습관리시스템을 기반으로 동영상 및 실시간 강의를 실시하고 대학 차원에서 교수자료, 교육설계, 튜토리얼이 가능한 학습자원 안내 등 온라인 수업을 위한 가이드라인과 다양한 자원을 제공하는 방식을 활용하고 있었다(공학교육혁신연구정보센터, 2020). 하지만 무엇보다 실험·실습 등의 교과목의 경우에는 온라인 수업 진행에 어려움이 큰 것으로 나타났으며(KBS, 2020. 4. 13) 실험·실습·설계 교과목을 어떻게 진행해야 하는지에 대한 구체적인 가이드라인이 주어지지 않아 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다(장원형 외, 2020).

공학교육인증에서는 전공영역에서 내용의 70% 이상이 설계와 관련된 내용일 정도로 설계 교과목은 공학교육인증에서 가장 중요한 교과목이라 볼 수 있다(배현덕, 2011). 공학교육인증의 핵심 교육과정인 설계과목(Design subjects)에서 다루는 설계 구성요소, 현실적 제한조건, 개방형 문제(Open-ended Problem), 팀워크, 의사소통기술 등의 교육은 수업 활동에서 수업 참여도를 높이고, 종합 및 구조화, 팀 단위 활동, 분석, 적용, 설계과정의 이해도를 증진함에 있어 중요한 역할을 하고 있기에(김학진·송오성, 2015) 온라인 교육

Received April 19, 2021; Revised July 7, 2021
Accepted July 14, 2021
† Corresponding Author: chicjin@ajou.ac.kr
©2021 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

으로 실험·실습·설계 교과목을 실시함에 상당한 어려움이 있다(위은하, 2021).

공학교육인증에서는 설계 교과목에 대하여 설계 결과물에서 설계 절차(구성요소)에 따라 현실적 제한조건을 반영하여 개방형 문제를 해결한 내용을 확인할 수 있도록 제시하고 있다(한국공학교육인증원, 2021). 특히 공학 기초설계 교과목은 학습자들이 전공 지식을 접하기 이전에 공학설계 일반에 관한 교과목으로, 설계에 대한 기초적이고 전반적인 내용을 다루어야 하며, 실제 학생이 참여할 수 있도록 학생 스스로 문제를 해결해 나가는 과정으로 구성되어야 한다(김인숙 외, 2011). 하지만 짧은 시간 안에 기존의 대면 수업의 구조 안에서 이뤄지던 수업의 구조를 온라인 환경에 적합하도록 내용과 과정을 재설계해야 하는 교수자 입장에서는 준비도가 부족하며 공학인증에서 요구하는 현실적 제한조건이나 설계구성요소가 어떻게 설계교과목에서 제시될 수 있는지에 관한 가이드라인이 필요하다.

또한 설계 교과목에서 학생들이 팀을 이루어 과제를 수행하고, 이 과정에서 팀원들 간에 효율적으로 의사소통기술을 배양해야 한다고 제시하고 있다(한국공학교육인증원, 2021). 하지만 면대면 수업과 달리 온라인 중심의 수업은 팀 활동에 있어서 시간과 공간의 제약이 없어 더 수월하기보다는 커뮤니케이션 채널의 한정적 이용으로 인한 많은 문제가 발생되고 있다(김주현 외, 2012). 설계교과목에서 팀원들과 즉각적인 소통 및 협력이 어려우며, 기존의 면대면 설계 교과목에서 제시되었던 현실적 제한조건이나 개방형 문제는 온라인에서 실행하기는 쉽지 않다.

따라서 대학에서 운영되는 온라인 설계 교육에 대한 우수한 사례 확보와 더불어 정규 교과 외에도 비교과 교육과정에서 실시하는 다양한 온라인 설계 교육 운영 결과를 정규 교육과정과 연계하여 운영함으로 온라인 설계 교육에 있어 즉각적으로 효과적이고 질적인 교육을 제공할 방법을 찾아야 할 것으로 보인다(위은하, 2021). 특히 이러한 측면에서 본 연구는 온라인 비교과 설계 교육과정의 개발 및 운영 사례를 통해 온라인 설계 교과목의 가능성과 효과성을 살펴봄으로 향후 바람직한 온라인 설계 수업의 방향을 제언해 보고자 한다.

이를 위해 먼저 비교과 프로그램으로 실시하는 온라인 IoT 교육과정을 개발하여 효과성을 검증해보고 기초설계 교과목에 필요한 설계 구성 요소와 현실적 제한조건 등을 고려하여 온라인 설계 교과목으로 적용 가능성을 탐색하고, 설계 수업의 온라인 환경에서의 효과적인 운영을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 온라인 설계 교육 현황

COVID-19로 인해 온라인 교육 운영방안은 과목별로 차이가 있었지만 무엇보다 현장에서 도구를 갖추고 학습자가 장비를 다루거나 및 실습 재료를 통해 직접 경험해야 하는 실험·실습·설계 수업의 경우 뚜렷한 대응 전략이 제시되지 않고 있으며 교과 운영에도 많은 어려움을 겪고 있다.

그동안 온라인 설계 교육으로 제시된 방안은 다음과 같이 정리될 수 있다. 먼저 학교 내 제한성을 지닌 공간을 마련하여 각자의 공간에서 실험 실습을 하고, 실시간 기반의 온라인 시스템을 활용하여 상호 작용할 수 있는 방안이다. 하지만 이는 실제 개별 공간 구축하는 시간과 공간, 그리고 재정적 투자가 이루어져야 한다는 단점을 가지고 있다.

또 다른 방안으로는 가상현실을 활용한 학습공간 구축이다. 사례로 호주의 최대 온라인 교육기관인 TAFE NSW의 TAFE Digital은 TAFE NSW 온라인 플랫폼(OTEN, TAFEnow 및 TAFE Online)을 결합하여 광범위한 학습자료에 쉽게 접근할 수 있을 뿐 아니라 실시간 가상 교실, 포럼 및 채팅 봇을 통해 교사 및 동료 온라인 학생과 실시간으로 상호 작용할 수 있다. 또한, 가상현실(VR), 증강 현실(AR) 시뮬레이션 연습을 포함하여 멀티미디어의 최신 기술을 제공하므로 실습 기술을 디지털 방식으로 연습할 수 있다. 특히 증강현실과 가상현실을 활용한 교육은 실제적 학습을 강조하는 실험·실습 및 설계 교과목에서는 학습효과의 극대화를 가져올 수 있으며, 학습자 중심에서 가상의 시뮬레이션이 가능하여 학습자의 직접적인 경험이 중요한 설계 교과목에 적합한 온라인 교육이라 할 수 있다(한형종·임철일, 2020). 이러한 설계 교육방식은 가상의 공간에서 다양한 활동과 참여를 통해 학습경험의 질적, 양적 확대를 가져온다는 면에서는 장점이 있지만 여러 가지 기술적, 재정적 고려사항을 가지고 있다.

마지막으로 온라인 설계 교육에서 가장 손쉽게 접근할 수 있고 가장 광범위하게 활용되고 있는 방안은 개별 오프라인 공간에서 온라인 교육이 실시간으로 이루어지는 학습환경이라 할 수 있다. 즉, 학생들의 집, 사무실 등 별도의 독립 공간에서 실험, 실습, 설계 등을 하면서 실시간으로 교수자, 또는 동료학습자와 온라인으로 상호작용할 수 있도록 환경을 구현하는 것이다. 하지만 실습에 활용할 수 있는 장비나 재료에 한계가 있으며, 온라인 교육 시 즉각적인 피드백이 어려우며 문제 상황 가운데 조력자들의 인력 부족 등의 문제가 발생할 수 있다.

이러한 어려움에도 불구하고 국내의 대표적인 온라인 실험·실습·설계 교과목에 대한 운영 사례는 다음과 같다.

한국과학기술정보연구원(KISTI)의 경우 2011년부터 웹기반 개방형 플랫폼인 EDISON(EDucation-to-research Integration through Simulation on the Open platform and Net)을 활용하여 계산과학공학분야의 수업을 진행하고 있다. 특히 웹 기반 시뮬레이션 SW 실습수업은 EDISON 가상 실습 플랫폼을 활용하여 실습을 진행하고 있으며 온라인 공개 수업이 MOOC로 제공되고 있다.

한국기술교육대학교 역시 마찬가지로 온라인평생교육원(e-koreatech)의 스마트 직업훈련 플랫폼인 STEP(Smart Training Education Platform)이 구축되어 이론수업은 온라인으로 제공되나 실제 실습수업은 강의실에서 이루어지고 있어 블랜디드 교육 방법으로 운영되고 있다. 특히 직업 기초 능력에 해당하는 의사소통능력, 수리능력, 문제해결능력, 자기개발능력, 자원관리능력, 정보능력, 조직이해능력, 직업윤리 능력 등은 한국방송통신대학교 프라임칼리지, 한국기술교육대학교 온라인평생교육원 이코리아텍에서 개발된 동영상 강의를 출처로 활용하고 있어 공학 설계 교과목에서의 학습성과 성취도 측정이 가능하다. 최근에서는 STEP과 연동하여 가상훈련이 가능한 네트워크 인프라를 개발하였고, 교수자와 학습자 간의 원격훈련이 가능한 환경을 구축하였다. 또한 모바일로 접근성을 확보하고 카드보드 등 모바일 VR 장비 등을 활용한 가상훈련 콘텐츠를 개발하여 다양한 분야에서 적용이 가능하도록 개발 진행되고 있다(한국기술대학교, 2020; 성상만, 2020).

하지만 기본적인 실습 플랫폼이 없는 대학에서는 대학 단위의 기본 온라인 플랫폼을 기반으로 출결과 자료 공유가 이루어지고 Webinar, Google Hangouts, Skype, Zoom 등의 프로그램을 활용하여 각자의 공간에서 실습 진행하고 있다(정재원 외, 2021). 때로는 원격지원 등의 프로그램을 활용하여 실시간 문제해결에 대한 피드백도 제공되고 있다. 이와 관련된 설계 교육은 기본 온라인 강의를 실시하고 20~30분 정도의 실습 모듈 동영상을 통해서 실습을 진행하거나 팀 프로젝트 설계를 진행하거나, 수업재료를 집으로 받아 동영상을 시청한 후 과제를 수행하는 등의 방법들이 주를 이루고 있다. 또는 별도의 실험, 실습 및 팀프로젝트가 가능한 프로그램을 대학 자체적으로 개발하기도 한다. 이를 통해 시간적 공간적 제약이 줄어들고, 어디서나 온라인 강좌를 반복적으로 시청함으로 개인 실습을 진행하여 책임 및 집중도가 증가하는 장점도 있지만(조형희·강소연, 2021) 즉각적인 피드백이나 장비의 활용이 제한적이라는 한계점도 가지고 있다.

이렇듯 현재까지는 실험·실습·설계와 관련된 연구는 사례 중심으로 인식이나 만족도에 관한 연구는 많이 진행되고 있으나(권영미, 2021; 김은경, 2020; 위은하, 2021; 장원형 외, 2020; 조형희·강소연, 2021) 설계 교육과정을 위한 연구는 관련된 몇 가지 방안 중심으로 이루어지고 있어 더욱 많은 연구가 필요한 실정이다.

2. 공학교육인증 설계 교과 교육과정

공학교육인증은 무엇보다 설계 교과목의 이수를 강조하고 있으며 이는 공학인증의 학습성과와 연계되어 평가인증의 중요한 요소이다.

한국공학교육인증원 KEC2015 인증기준에서 공학 분야에서 제한된 요구 조건하에 구성요소와 시스템, 공정을 설계하고, 구현할 수 있는 능력은 학생들이 사회 진출 전에 갖추어야 할 핵심 사항이므로 설계 목표 설정에서부터 합성, 분석, 제작, 시험 및 평가에 이르기까지 체계적인 설계교육이 이루어져야 한다고 명시하고 있다(한국공학교육인증원, 2021). 설계과정을 구성하는 설계요소에는 목표와 기준의 설정, 합성, 분석, 제작, 시험, 평가 그리고 결과 도출 등이 포함된다. 따라서 설계 교과목에서는 다양한 방법(학생의 창의력 함양, 개방적 사고를 통한 문제해결, 설계 이론과 방법의 개발, 설계 문제의 공식화, 설계서 작성 방법, 다양한 방식의 문제해결 고찰, 가능성의 고찰, 구현 과정, 협업적 설계, 상세 시스템 명세작성 등)으로 설계요소를 선택적으로 교육시킬 수 있어야 한다(유경현, 2011).

설계과정에서 요구하는 또 하나의 요소는 현실적 제한조건 설정이다(한국공학교육인증원, 2021). 이는 설계의 절차나 설계의 결과물에 적용되는 제한조건으로 설계과정을 진행하는데 있어서 발생할 수 있는 여러 가지 현실적인 제한조건 즉, 경제, 환경, 사회, 윤리, 미학, 보건 및 안전, 생산성과 내구성, 산업표준 등 설계의 절차나 설계의 결과물에 반드시 적용되어야 하는 제한조건을 의미한다(김상진, 2015). 이것은 산업 현장에서 실제 제품을 설계할 때 다양한 현실적 제한조건을 고려하여 설계되기 때문에 설계 교과목을 통해 경험할 수 있도록 하기 위한 것이다. 이러한 설계 제한조건을 토대로 설계 과제의 목표에 부합하는 최적의 설계 결과를 도출할 수 있도록 유도할 필요가 있다(유경현, 2011).

또한 학생들의 설계 결과물에서 설계 교육 내용 즉, 설계 절차(구성요소)에 따라 현실적 제한조건을 반영하여 개방형 문제(open-ended problem)를 해결한 내용을 확인할 수 있어야 한다고 명시하고 있다. 일반적으로 개방형 문제는 여러 가지 정답이 가능한 문제로 모든 설계 교과목에서는 반드시 개방형 문제를 다루고 있음을 제시해야 하며, 학생들이 팀을 이루어 과제를 수행하고, 이 과정에서 팀원들 간에 효율적으로 의사소통 기술을 배양하고 있음을 제시해야 한다. 즉 보고서, 발표자료, 작품, 설계 발표회 동영상 등 설계 결과물을 바탕으로 학생들이 개방형 문제를 다루고 팀워크 및 의사소통 기술을 배양하고

있는지를 기술해야 한다. 이러한 이유는 설계 교과목을 통해 수학, 기초과학, 전문교양 등으로 얻은 지식과 전공에서 배운 기초 이론과 개념을 바탕으로 직접 설계, 실험함으로써 경험을 쌓을 수 있도록 해야 하며 주어진 문제를 직접 해결하는 과정을 통해 공학인증에서 요구하는 학습성과가 충분히 달성되고 있다는 것을 의미한다(김상진, 2015).

문제는 온라인 수업 상황에서 현실적 제한조건에 따른 설계가 충분하게 구현되기 어렵다는 점과 제한된 자원의 공유로 팀 단위의 프로젝트 또는 효율적인 의사소통의 어려움, 온라인에 적합한 개방형 문제를 도출하는 데 어려움이 있다는 것이다. 이에 대해 권영미(2021)는 온라인 설계 교과목의 경우 맥락을 파악하고, 업무를 실행해야 하는 context rich, task oriented, 시나리오 기반의 개방형 문제 적용할 필요가 있다고 주장하였다. 또한, 프로그램 학습성과 성취도의 내용과 수준에 있어서, 대면수업과 비대면 수업이 동질한 공학 문제수준을 달성할 수 있는지 여부를 확인할 수 있는 근거 제시가 필요하다고 하였다.

따라서 향후 다양한 비대면 설계 교육에 대한 구체적인 사례 등을 통해 설계 교과목의 현실적 제한조건 및 개방형 문제 설정과 효과성 검증 등이 제시될 필요가 있다. 또한 공학교육인증원의 인증 가이드라인 역시 온라인 설계 교과목 운영 사례를 근거로 수정 및 적용될 필요도 있다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구대상

본 교육과정에 참여한 학생은 수도권에 소재한 4개 대학교 공대 계열 학생들로 총 50명이 참여하였다. 교육에 참여한 50명의 인구통계학적 정보는 다음과 같다. 전공별로는 전자·전기 계열 14명(28%), 소프트웨어 계열 7명(14%), 기계공학 계열과 화공계열은 각각 4명(8%), 컴퓨터공학 4명(8%), 그 외 기타 9명(18%)으로 참여하였다. 학년별로는 3학년 22명(44%), 2학년이 15명(30%), 1학년이 7명(14%), 4학년 6명(12%)인 것으로 나타났다.

2. 연구절차

본 연구에서 활용된 비교과 교육과정은 산업통산자원부 및 한국산업기술진흥원의 창의융합형공학인재양성지원사업으로 4차 산업혁명을 선도할 수 있는 창의·융합형 인재를 양성하고자 전년도 산업체 수요조사를 통해 도출된 IoT 기술에 대한 이해와 SW 역량 강화 교육 요구를 통해 '공공데이터를 활용한 IoT 디바이스 만들기' 프로그램을 개발하고 운영하였다. 산업체 위원 및 전문가 6명(IoT 전문가, 공학박사, 교육공학 박사 등)과 협의하여 COVID-19 상황을 고려하여 온라인 교육과정으로 '공공데이터를 활용한 IoT 디바이스 만들기' 비교과 프로그램의 일정 및 내용을 검토 확인하였으며 수업 전략 및 방법에 대해 논의하여 프로그램을 진행하였다.

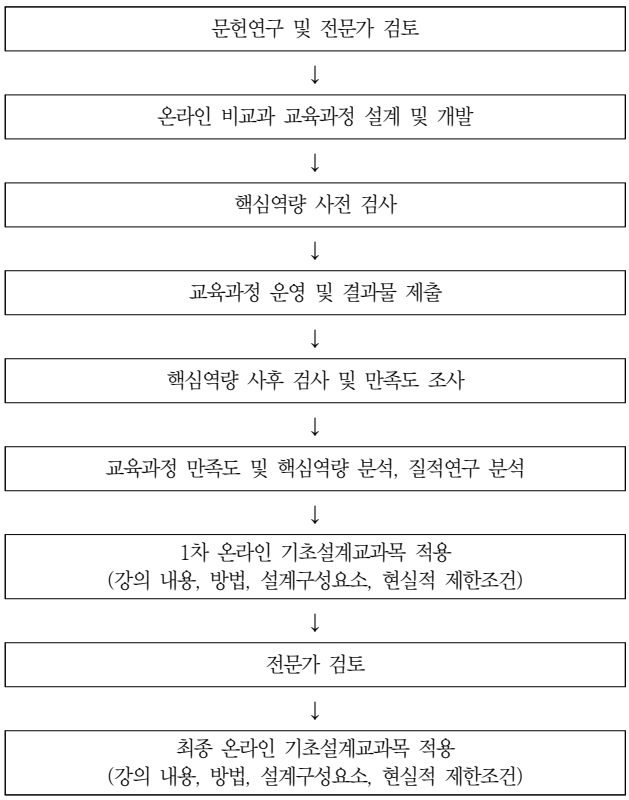

Fig. 1. Research Procedures

본 교육과정은 수강생들의 설계 결과물에서 설계구성요소 및 현실적 제한조건을 고려하여 개방형 문제(open-ended problem)를 해결하도록 날씨정보, 버스정보, 등의 공공데이터를 아두이노 및 여러 센서들을 통해서 표현하여, 실생활에 필요한 IoT 시스템을 구현하는 내용으로 선정, 개발하였다.

본 교육과정은 5일에 걸쳐 총 25시간 비대면 온라인 설계 교육과정으로 진행되었으며 상세한 교육 내용은 다음 Table 1과 같다. 실습 및 결과물을 위해 필요한 IoT 키트는 참여 학생 재택으로 직접 택배로 배송하였다. 참여 학생들은 온라인 강의를 통해 실습 내용을 확인하고 실시간 원격강의를 통해 실습을 진행하여 다양한 공공데이터를 활용하여 최종적으로 정해진 25시간 이외에 시간에 결과물을 완성하여 온라인 동영상으로 제출하도록 목표와 기준의 설정에 적합하도록 하였다.

온라인 수업 도구로는 목적에 따라 다양한 도구를 선정하여 활용하였다. 온라인 동영상 수업은 타대학 학생도 원활하게 참여하여 이루어질 수 있도록 네이버 밴드를 활용하여 동영상을 업로드하였고 실시간 원경강의는 ZOOM을 활용하였다(Fig. 2 참조). 또한 SNS를 활용하여 학생들과 질의응답 및 학생들 간, 학생 및 교수자 간 실시간 소통하고 소통한 내용을 텍스트로 저장하여 학생들 반복적으로 질의 응답한 사항을 볼 수 있도록 하였다.

Table 1 Extra-curricula

날짜	시간	강의내용	강의방법
1st	10:00-12:00	IoT와 아두이노 이론	녹화 영상
	13:00-15:00	개발환경 구성 및 기본실습	녹화 영상
	15:00-16:00	아두이노 기초 실습	실시간 원격강의
2nd	10:00-12:00	디지털출력	녹화 영상
	13:00-15:00	디지털입력	녹화 영상
	15:00-16:00	LED와 버튼을 활용한 디지털 입출력 실습	실시간 원격강의
3rd	10:00-12:00	아날로그 입력(센서 활용)	녹화 영상
	13:00-15:00	아날로그 출력(스피커, 모터)	녹화 영상
	15:00-16:00	아날로그 입출력 실습	실시간 원격강의
4th	10:00-12:00	공공데이터 활용:내용소개 및 활용사례	녹화 영상
	13:00-15:00	wifi통신을 이용한 http request 실습	녹화 영상
	15:00-16:00	xml, JSON 데이터 파싱 실습	실시간 원격강의
5th	10:00-12:00	개인별 필요에 따른 공공데이터 선택	녹화 영상
	13:00-15:00	아두이노 회로 설계 및 실습	녹화 영상
	15:00-16:00	아두이노 회로의 공공데이터	실시간 원격강의
	추후	과제제출	온라인 제출

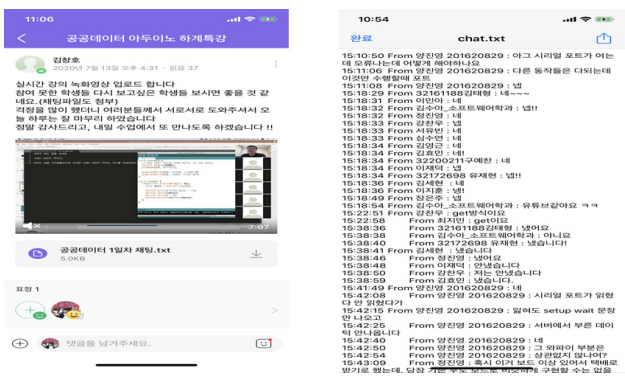

Fig. 2 Naverband, Zoom, chat for Remote and Online learning

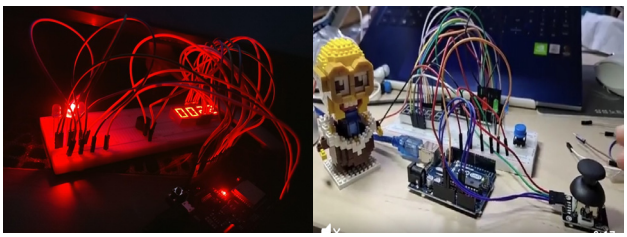

Fig. 3. Output of student project

참여 학생들의 실습은 주로 IoT시스템 구현을 위한 기초 실습과 아날로그 입출력, xml, JSON 데이터 파싱 실습을 위한 C 언어를 기본으로 진행되었다. 모든 25시간 강의 후 학생의 최종 결과물을 만들 수 있는 주어진 시간 내에 밴드(Band)에 각자 업로드를 하도록 하고 각 프로젝트 결과물에 대한 공공데이터 활용 및 결과물에 대해 교수자가 직접 피드백을 제공하였다.(Fig. 3 참조). 최종 산출된 결과물은 날씨정보, 버스정보, 마스크정보 등의 공공데이터를 가지고 실생활에 유용한 결과물을 이끌어내어 개발 결과물이 환경에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

본 비교과 교육과정을 실시한 후에 참여한 50명을 대상으로 만족도 조사 및 역량평가, 사후 인터뷰를 실시하였다.

교육과정 운영 및 평가에 대한 다양한 자료수집과 분석을 바탕으로 일차적으로 교육 내용 및 방법, 설계구성요소 및 현실적 제한조건을 적용해 보고 기초설계교과목을 담당하고 있는 IoT 전문가(산업체), 공학박사, 교육공학 박사 등 6명의 전문가 검토를 통해 수정 보완하여 이를 통해 최종적으로 15주차의 온라인 기초설계 교육과정 적용 방안을 도출하였다.

3. 연구도구

가. 전반적인 만족도 및 역량 평가

본 연구에서 활용된 비교과 교육과정의 학습자 평가 결과를 확인하기 위해서 비교과 교육과정에 참여자를 대상으로 만족도 조사 및 역량평가를 실시하였다. 만족도는 내용 만족도, SW 이해와 활용, 강사 만족도, 학우 추천 의사, 교육방식의 흥미도 등 총 5점 척도로 측정하였다.

본 연구에서 사용된 핵심역량 진단도구는 D 대학교 공학교육혁신센터에서 프로그램 성과 진단을 위해 2017년에 전문가 타당도를 통해 개발된 공과대학생 핵심역량 진단도구를 활용하였다. 특히 개발된 6가지 핵심역량 중에서 공학전문역량에 해당의 하위역량으로 공학 기초지식 문항은 '나는 공학적 문제해결 과정(분석, 설계, 구현)을 이해하고 실행할 수 있다.'와 전문지식 역량 문항은 '나는 사회적 수요와 기술변화의 트렌드를 (혹은 기술변화 경향을) 반영하여 전공과 관련된 실무현장의

프로젝트를 수행할 수 있다.'로 구성되어 있는 하위역량을 분석하였다.

나. 비교과 교육과정 참여에 대한 질적 분석

본 교육과정의 효과성을 검증하기 위해서 비교과 교육과정에 참여자를 대상으로 수업에 관한 개방형 질문을 통한 설문조사가 실시되었으며 참여한 학생들 중에 성실하게 응답한 학생들을 대상으로 의견을 질적으로 분석하였다.

개방형 질문은 '전체 본 프로그램이 얼마나 도움이 되었나?', '본 프로그램에서 불만족스러웠던 요인은 어떤 것이었나?', '개선되거나 추가되어야 할 부분은 무엇인가?'의 세 문항을 포함하였다.

Ⅳ. 온라인 비교과 설계 교육과정 효과성 검증

1. 온라인 비교과 설계 교육과정 만족도 및 역량 결과

설문조사 및 역량 평가에 응답한 응답자는 50명 중에 총 42명으로, 남성 22명(52%), 여성 20명(48%)이었으며 전공은 전자·전기 계열 14명(33.3%), 소프트웨어 계열 7명(16.7%), 기계공학 계열과 4명(9.5%), 화공계열은 3명(7.1%), 컴퓨터공학 및 건설환경공학 각 2명(4.8%), 그 외 기타 10명(23.8%)이 응답하였다.

먼저 학생 설문조사 결과, 과정에 대한 흥미도 4.3, 추천의사 4.2, 강사 만족도 4.3, SW 이해 및 활용 도움 4.1, 내용 만족도 4.1로 모두 4.0 이상으로 나타났다.

핵심역량진단 결과는 사전, 사후로 검사하여 공학전문역량의 하위역량인 공학적 기초지식은 사전 M=3.0, 사후 M=4.1, 공학적 전문지식은 사전 M=2.7, 사후 M=4.0으로 비교적 큰 폭의 변화를 보였다. 즉, 본 프로그램을 통해 공학적 기초지식과 전문지식이 매우 향상되는 것을 알 수 있다. 즉 공학전문역량의 향상 결과를 통해 공학 계열 학생들에게 기초지식과 전문지식을 습득할 수 있는 공학계열 교과목으로서 적용해 볼 수 있는 가능성을 볼 수 있었다.

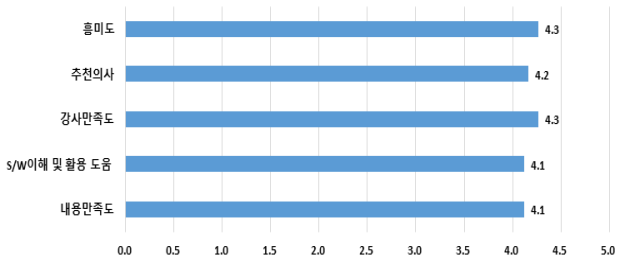

Fig. 4 Overall satisfaction with the curriculum

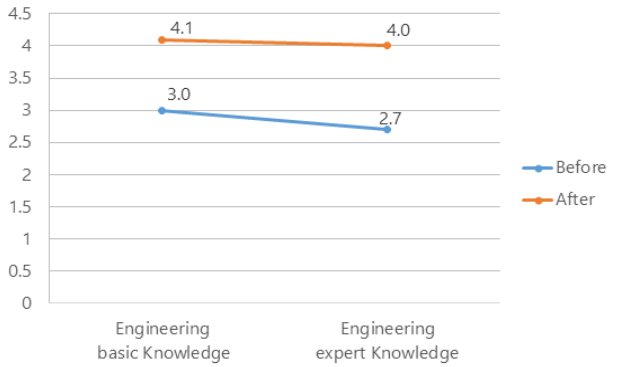

Fig. 5. Average change by sub categories of core competencies

2. 비교과 온라인 설계 교육과정 참여 학생의 질적 분석

교육과정 운영의 효과성 검증을 위해 양적 분석에 대한 보완으로 개방형 질문을 통한 응답 내용을 질적으로 분석하였다. 개방형 질문은 교육과정이 효과적이었던 부분, 불만족 요인, 향후 개선 요인에 대한 것으로 이루어졌다.

먼저 비대면 비교과 교육과정의 효과성에 대한 질문에 학생들은 비교과 교육과정을 통해 아두이노 사용 방법을 익히고 실제 설계해 보는 것에 대해 만족하는 것으로 나타냈다. 이는 공공데이터를 가지고 공공데이터를 활용하여 사물인터넷(IoT) 시스템을 스스로 포괄적으로 결과물을 이끌어낼 수 있어 개방형 문제(open-ended problem)에 적합하여 설계에 적합하다는 것을 알 수 있다.

- 학생 1 : 공공데이터 가져오기와 아두이노 센서를 응용하여 프로젝트를 작성하는 것이 인상 깊었습니다.
- 학생 2 : 아두이노로 공공데이터를 직접 받아 목적에 맞게 가공하고 활용하는 방식이 유익하고 재미있었습니다.
- 학생 3 : wifi를 이용해서 공공데이터를 활용한 알고리즘 설계하는 것이요.
- 학생 7 : 기본적으로 아두이노에 공공데이터를 끌어와 설계하는 과정이 가장 유익했습니다. 그저 임베디드 플랫폼 자체만이 아닌 더 포괄적이고 역량을 높일 수 있다고 생각했습니다.

특히 효과적이었던 부분으로 온라인상에서 실시간으로 바로 피드백을 주는 점에 대해서도 만족감을 나타냈다.

- 학생 2 : 질문에 대한 피드백도 바로바로 해주셨던 점이 가장 좋았다.
- 학생 4 : 교수님과 함께 실습을 진행하고 실시간으로 모르는 것을 묻고 답할 수 있어 이 점이 가장 유익했다.

- 학생 6 : (강사가) 아두이노 사용 방법과 사용 예시들을 자세하게 알려주셔서 좋았습니다.

또한 비대면 환경에서 비교과과정에 대한 불만족 요인에 대한 응답은 다음과 같이 정리될 수 있다. 첫째, 온라인 강의에 대한 영상의 질 문제를 불만족 요인으로 꼽을 수 있다. 온라인으로 실습이 이루어지므로 동영상의 해상도가 좋지 않거나 실습 장면이 작아서 실습을 따라 하기 어렵다는 의견이 있었다. 온라인 환경에서 실습이 잘 보일 수 있도록 교수자의 화면크기 및 해상도를 미리 고려하여 강의를 제작 및 운영할 필요가 있다.

- 학생 1 : 화질이 좀 좋지 않아서 브레드보드를 구성할 때 어려움이 있었으나 (중략)
- 학생 4 : 교수님이 실습하는 모습(아두이노 전선 연결 과정)을 더 큰 화면으로 보고 싶습니다.
- 학생 5 : 온라인 강의로 인해 교수님의 회로도 연결 모습이 잘 안 보이는 것과 (중략)

둘째, 동료 학습자의 진도 확인이 어려워 본인의 학습 수준을 파악하는데 어려움을 토로하였다. 특히 비대면 수업으로 인해 동료 학생들이 진도나 수준을 일일이 확인하기 어려운 부분이 있었다. 또한 참여 학생 본인의 학습 수준이나 실습 시간에 대한 파악이 어려워 진행 속도가 빠르다고 이해가 어렵다는 의견이 있었다. 따라서 수업 진행을 위한 진도 확인 및 시간 분배를 고려할 필요가 있다.

- 학생 6 : 코로나로 비대면 수업이 진행되었는데 학생 개개인의 진행파악이 어려웠습니다.
- 학생 4 : 강의 진행 속도가 너무 빠르고 쫓아가다 보면 이해도가 떨어집니다.
- 학생 5 : 진도가 빨랐습니다.

마지막으로 비대면 비교과 교육과정의 개선사항으로 참여 학생들은 다음과 같은 의견을 제시하였다. 먼저 실습 수업을 위한 수업 자료 외에 추가적인 보충자료 및 반복적인 실습 예제 등의 자료 제공해주는 것을 원하였다. 학생마다 실습에 대한 이해도나 실습 시간의 편차가 발생하여 학생들이 예제파일을 미리 제공하거나 해결할 수 있는 보충자료가 필요하다.

- 학생 1 : 자료들을 제공해 주신다면 훨씬 수업을 잘 따라갈 수 있을 것 같습니다.
- 학생 3 : 각 일자마다 실습하는 예제들의 코드 파일(ino파일), 아두이노 회로 연결 예시 등의 파일을 함께 올려주시면 실습하는 데 더 유익하고 도움이 되었을 것 같습니다.
- 학생 6 : 매일 수업한 내용의 실제 코드 파일을 밴드에 같이 올려주신다면, 혼자 실습해 볼 때 코드상의 오류와 비교해보며 쉽게 해결할 수 있을 것 같습니다.

또한 전체 교육과정이 5일이라는 짧은 기간 동안 이루어져야 해서 기초 능력이 부족한 경우 추가적인 예습이나 복습을 위한 시간이 부족하게 느끼는 것으로 나타났다. 따라서 아두이노 기초, 심화과정 등을 반영하거나 학습자가 익힐 수 있도록 충분한 시간을 고려하여 개설할 필요가 있다.

- 학생 4 : 함수에 대한 기초적인 설명이 더 추가되었으면 좋겠다.
- 학생 6 : 공공데이터 활용 부분에 집중하여 이를 활용하는 심화 강의를 따로 개설한다면 수강하고 싶습니다.
- 학생 7 : 과정이 조금 더 길었으면 합니다. 기간 안에 모든 것을 배우기란 한계가 있다고 생각합니다.

V. 공학인증 온라인 설계 교과목의 적용 가능성 탐색

앞서 논의된 '공공데이터를 활용한 IoT 디바이스 만들기' 비교과 프로그램을 온라인 설계 교과목으로 적용하기 위해 '사물인터넷(IoT) 시스템 개발'이라는 설계 교과목으로 설정하여 비대면 환경에서 이루어진다는 가정하에 강의내용과 개방적 주제, 비대면 환경에서의 설계 구성요소, 현실적 제한조건을 제시하고자 한다.

1. 기초설계교과목 강의 내용 및 방법

비대면 환경에서 이루어진 비교과 교육과정의 핵심역량 및 만족도 분석 결과를 토대로 설계에 대한 기본적인 개념과 전반적인 수행 절차에 대한 교육, 창의력 등을 기를 수 있는 기초설계 교과목 '사물인터넷(IoT) 시스템 개발'에 적용해 보면 다음 Table 2와 같다. 한 학기 기준으로 약 15주로 편성된 강의내용 및 강의방법이 제시되어 있으며 특히 온라인으로 실시하기 위해 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

첫째, 수업방법은 온라인 상황을 고려하여 녹화 영상 및 실시간 원격강의로 구성한다. 특히 설계 교과목 특성상 반복적인 경험과 실제적인 경험이 중요함으로 비실시간 녹화 영상과 실시간 원격강의를 적절히 분배하여 실습 효과를 극대화한다. 또한 앞서 비교과 설계 교육과정의 질적 분석에서 언급된 것과 같이 미리 주차별 자료와 설계구성요소 및 현실적 제한조건이 반영된 설계보고서 양식, 팀별 보고서 및 개인보고서 등 양식을 미리 업로드하여 온라인 설계 교과목을 진행하는 데 문제가 없도록 한다.

둘째, 온라인 환경에서 실습 과정이 잘 보일 수 있도록 교수자의 화면 해상도를 미리 확인하여 녹화할 수 있어야 한다. 질적 분석에서 언급하였듯 IoT에서 활용하는 아두이노의 회로도 연결 등은 실습 과정이 잘 보이지 않을 수 있으므로 실습 과정이 잘 보일 수 있도록 미리 위치 등을 확인하여 진행할 수 있도록 하며 중요한 실습 장면은 캡처하여 설명을 추가적으로 기술하여 학생들이 실습에 대해 이해도를 높일 수 있도록 한다.

셋째, 공학교육인증에서는 설계교과목에서 팀원들 간에 효율적으로 의사소통기술을 배양해야 하므로 계속적인 교수자 및 학습자, 학습자 간의 질의응답 및 실시간 소통을 진행하고 질의 응답한 내용을 텍스트로 저장하여 학생들 반복적으로 질의응답한 사항을 확인하여 팀과제를 수행하고, 팀원들 간에 효율적으로 의사소통기술을 배양할 수 있도록 한다.

넷째, 공공데이터를 활용한 IoT 디바이스 만들기를 위해 보고서, 발표자료, 작품, 설계 발표회 동영상 등 설계 결과물을 바탕으로 학생들이 개방형 문제를 다룰 수 있도록 한다.

Table 2 Basic Design curriculum

주차	강의주제	강의방법	
1	교과목 개요 및 IoT 소개	실시간 원격강의	설계지침서, 팀보고서, 개인보고서 양식 배포
2	공학설계 프로세스 및 팀빌딩	실시간 원격강의	팀배정, 마인드맵 툴
3	창의적 문제해결을 위한 브레인스토밍	실시간 원격강의	실시간 질의응답 마인드맵 툴
4	아두이노 기초 실습	녹화영상	실습 사례
5	LED와 버튼을 활용한 디지털 입출력 실습	녹화영상	실습 사례
6	아날로그 입력(센서 활용)	녹화영상	설계보고서 양식
7	중간고사, 팀별 주제 발표	실시간 원격강의	실시간 질의응답
8	아날로그 출력 (스피커, 모터)	녹화영상	실습 사례
9	공공데이터 활용 : 내용소개 및 활용사례	실시간 원격강의	실시간 질의응답
10	공공데이터의 선택 및 데이터 파싱	녹화영상	실습 사례
11	wifi통신을 이용한 http request 실습	녹화영상	실습 사례
12	IoT시스템과 공공데이터의 결합	녹화영상	최종보고서 및 발표 양식 배포
13	팀 프로젝트 수행	실시간 원격강의	실시간 질의응답
14	팀 프로젝트 수행	실시간 원격강의	최종보고서 제출
15	프로젝트 발표 및 시연	실시간 원격강의	피드백제공

2. 설계구성요소 및 현실적 제한조건

공학교육인증에서 요구하는 설계 교과목에서는 설계과정을 구성하는 설계요소인 목표와 기준, 설계, 분석, 합성, 구현 및 제작, 시험, 결과 도출 및 보고까지 체계적으로 설계 교육이 이루어져야 한다(한국공학교육인증원, 2021). 공공데이터를 활용한 '사물인터넷(IoT) 시스템 개발'의 비교과 프로그램을 공학교육인증에서 요구하는 설계 교과목의 설계구성요소와 현실적 제한조건을 전문가 검토를 통해 최종적으로 제시하면 다음과 같다.

먼저, 교과목의 목표와 기준의 설정은 공공데이터 활용성 및 디자인을 고려하여 IoT의 기능성과 주어진 시간과 제한 요소에 맞춰 제작 가능성을 기준으로 설정한다. 온라인 IoT 비교과 교육과정 사례에서도 교육과정 시간 내에 IoT 기능성을 배우고 이를 응용하여 최종 제작 시간에 맞춰 제작 동영상을 업로드할 수 있도록 하였다. 설계에서는 학생팀이 다양한 아이데이션을 도출할 수 있도록 마인드맵, 브레인스토밍 온라인 툴을 활용하여 설계하고 강의 일정에 따라 팀별 활동 등을 포함한 설계/제작 설계안과 IoT 시스템의 기본 설계 및 연결을 통해 구조도를 작성하여 온라인에 업로드한다. 분석에서는 공공데이터의 데이터 및 IoT시스템 회로도를 분석하여 동작오류가 발생할 경우에는 문제를 파악하고 해결할 수 있도록 한다. 공공데이터의 데이터 분석을 수행하여 사물인터넷(IoT) 시스템을 개발할 수 있도록 한다. 합성에서는 기분석된 모델링의 조합 및 합성하고 이를 모델링화할 수 있도록 한다.

구현 및 제작에서는 프로젝트에 맞는 공공데이터 선정하고 그에 맞는 IoT 시스템 설계 및 시스템을 완성도 있게 구현할 수 있어야 한다. 완성도 및 디자인 가미를 위한 납땜, 수공구 활용할 수 있도록 한다. 시험에서는 IoT 시스템에 전원을 넣고, 와이파이를 연결하고 개발한 시스템의 디스플레이 및 동작할 수 있게 테스트가 가능해야 한다. 마지막으로 최종결과물에 대한 온라인 혹은 오프라인 시연, 발표를 통해 결과 도출 및 보고를 할 수 있도록 한다.

현실적 제한조건으로 경제, 환경, 사회, 미학, 윤리, 생산과 내구성, 안전, 산업표준을 제시하면 다음과 같다. 경제는 경제성 관점에서 프로젝트 진행 여부를 결정하는 것으로, 15주차 과제 수행에 대한 주어진 재료를 가지고 개발에 소요되는 비용과 시간 등을 온·오프라인 환경 모두 고려하여 설계한다. 환경은 제품 생산, 사용, 폐기에 영향을 고려하는 것으로 주어진 재료 내에서 재료를 선택하여 완성하고 공공데이터를 활용한 결과물이 주어진 환경에 부정적인 영향을 끼치지 않도록 한다. 사회는 인간의 필요와 사회적 이슈를 해결하는 제품을 설계해야 하는 것으로 공공데이터 활용이 개인정보 침해나 불쾌감을

Table 3 Design components

No	구성요소	내용
1	목표와 기준의 설정	• 공공데이터 활용성, 디자인, IoT의 기능적 난이도를 고려한 달성 기준 설정 • 주어진 시간과 제한 요소에 맞춰 제작 가능한 범위 내로 목표 설정
2	설계	• 온라인 마인드맵, 브레인스토밍 툴을 활용한 아이디어 구상 연습 • 계획(팀별 요구분석 등), 일정, 팀별 활동 등을 포함한 설계/제작 설계안 작성 • IoT 시스템의 기본 설계도 및 부속품 연결 구조도 작성
3	분석	• 공공데이터의 데이터 분석 수행 • IoT시스템 회로 분석 수행 • 데이터 분석을 통한 예견 문제파악 및 해결 • 분석 데이터의 시각화 및 문서화 수행
4	합성	• 기분석된 모델링의 조합 합성 수행 • 합성 시의 분야별 문제 파악 • 가상 합성 모델링 및 결과 문서화
5	구현 및 제작	• 프로젝트에 맞는 공공데이터 선정 • 공공데이터의 내용에 맞는 IoT시스템 설계 • 회로 구현 및 시스템 구현 • 완성도 및 디자인 가미를 위한 납땜, 수공구 활용 구현 • 설계도 분석을 통한 해석 방법 및 결과 문서화
6	시험	• IoT시스템에 전원을 넣고, 와이파이를 연결 시험 시스템의 디스플레이 및 동작 확인
7	결과도출 및 보고(평가)	• 최종결과물에 대한 온라인 혹은 오프라인 시연, 발표에 따른 자료 업로드

Table 4 Design realistic constraints

No	제한조건	내용
1	경제	• 온·오프라인 상황에 과제 수행을 위해 공동으로 주어진 재료 및 기자재, 공구의 비용, 시간 고려
2	환경	• 공동으로 주어진 재료 내에서 재료를 선택하여 완성(팀별로 물품 구매 불허) • 주어진 환경에 부정정적인 영향을 끼치지 않도록 함
3	사회	• 사회적 민감한 주제(개인정보 보호, 불쾌감 여부 등)의 공공데이터는 사용제한
4	미학	• 회로가 안보이도록 IoT시스템의 완전하고 안정된 모습으로 구현
5	윤리	• 설계/제작 시 모방이나 표절 등 비윤리적 행위 절대 금지 공지
6	생산과 내구성	• 생산의 효율성, 비용 등을 고려하여 쉽게 조립하고 부서지지 않게 제작, 결과를 온·오프라인으로 시연 • 현재의 필요를 충족할 수 있는 IoT 시스템을 사용하여 제품 설계
7	안전	• 개발할 IoT 시스템이 환경을 악화하거나 환경에 문제가 되지 않도록 설계
8	산업표준	• 산업표준에 부합하는 무선통신 수행 • IoT 산업표준 안내 및 표준에 준하는 프로젝트 수행

주지 않도록 설계해야 한다. 미학은 매력적일 수 있도록 회로가 보이지 않고 색깔, 모양 등 미적인 부분을 고려하여 설계한다. 윤리는 설계/제작 시 모방이나 표절 등 비윤리적 행위는 하지 않도록 하며 생산성과 내구성에서는 생산의 효율성, 비용 등을 고려하여 실제 공공데이터를 활용한 IoT 시스템을 개발하여 실제 성공적으로 온·오프라인에서 시연할 수 있도록 한다. 안전은 안전한 제품을 만든 것으로 제품 자체가 어떠한 위험을 가져서는 안되므로 개발할 IoT 시스템이 환경을 악화하거나 환경에 문제가 되지 않도록 설계하도록 한다. 마지막으로 산업표준은 산업표준에 부합하는 무선통신 및 IoT 산업표준을 적용하여 설계할 수 있도록 한다. 한 학기 주어진 시간 내에 공공데이터를 활용하여 팀별로 현실적 제한조건이 만족할 수 있도록 사물인터넷(IoT) 시스템 개발할 수 있도록 한다.

VI. 결론 및 제언

본 연구는 COVID-19로 인해 이슈가 되고 있는 온라인 환경에서 비교과 설계 프로그램 개발하여 이에 대한 효과성 분석을 실시하고 이를 통해 설계구성요소, 현실적 제한요소 등을 고려하여 기초설계 교육과정으로서 적용 가능성을 살펴보았다. 특히 본 연구를 통해 온라인 설계 교과목으로 적용된 공공데이터를 활용한 '사물인터넷(IoT) 시스템 개발' 교과목은 사물인터넷(IoT) 시스템을 학생 스스로 만들어 봄으로써 설계에 대한 전반적인 내용과 개방형 문제(open-ended problem)를 다루고 있어 공학교육인증에서 요구하는 기초설계 교과목으로 적용 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 온라인 설계 교육과정에 대한 기초설계 교과목 적용 가능성을 탐색한 결과를 토대로 온라인 환경에서 기초설계 교과목 개발 시 고려사항을 다음과 같이 제안하고자 한다.

첫째, 질적 분석에서 언급하였듯 교수자는 온라인 설계 수업에서 미리 주차별 자료 및 보충자료, 반복적인 실습 예제, 설계 진행을 위한 양식 등을 업로드하여 학생들에게 공지하고 주차별 상세한 오리엔테이션을 실시할 필요가 있다. 특히 온라인 실험 수업 상황에서 학습자들이 실험/설계보고서 작성에 대한 도움을 직접적으로 받을 수 없기 때문에 과학 글쓰기의 논증 구조나 작성 방법 등에 대해 비교적 상세한 안내가 추가적으로 제공해 줄 필요가 있다(이지영·최원호, 2015). 설계구성요소 및 현실적 제한조건 등이 포함된 설계 지침서, 팀 프로젝트 과제에 대한 명확한 주차별 안내, 설계보고서 양식, 실습 예제, 보충자료 등을 미리 제공해줌으로써 실습에 대한 이해도나 실습 시간의 편차를 줄여나갈 수 있을 것이다.

둘째, 설계교과목의 집중도를 높이기 위해 온라인상에서 음질, 화질, 화면 사이즈 등 확인하고 실습이 원활하게 이뤄질 수

있도록 할 필요가 있다. 특히 실험/실습영상 제작에 있어서는 학습자의 주의집중을 위한 여러 가지 방법을 고려할 필요가 있다. 높은 현실적 존재감을 위해 1인칭 시점으로 촬영하거나(정은경·정지연, 2019) 집중도를 높이기 위해 회로나 전선 연결 등의 실습 절차 영상을 확대하여 녹화 혹은 실시간 강의를 진행하고 설계 실습 영상에 자막 삽입, 중요한 온라인 실습/설계 장면은 캡처하여 추가 보충자료 제공 등을 통해 온라인 환경에서 학생들이 실습/설계에 대해 이해도를 높이고 완성도 있는 팀 프로젝트 결과물을 이끌어 낼 수 있을 것이다.

셋째, 비대면 상황에서 물리적 제약을 극복할 수 있도록 LMS(Learning Management System)에서 교수자 및 학습자, 학습자 간의 질의응답, FAQ 및 실시간 의사소통, 피드백 등 학습 지원 활동 지원이 필요하다. 강명희 외(2010)에 의하면 온라인 수업에 있어 학습 지원 활동(질문에 대한 답변, 학습결과에 대한 피드백 등)은 학생의 수업 만족에 긍정적 영향을 미치며 질문에 대한 즉각적인 피드백이 중요함을 알 수 있다(이쌍철 외, 2018; 강명희 외, 2010). 실제 공과대학의 온라인 수업에 대한 한 설문조사 결과 학생들은 교수-학생 간의 의사소통 및 빠른 피드백을 요구하고 있었으며 비대면 수업에서의 공정성과 신뢰성을 요구하고 있었다(조형희·강소연, 2021). 비교과 온라인 설계 교육과정 참여 학생들이 가장 효과적 부분이 바로 온라인상에서 실시간으로 바로 피드백을 주는 점에 매우 만족도가 높았다. 따라서 팀 설계 프로젝트 활동에 대한 즉각적인 피드백을 제공하기 위해 실시간으로 전체 프로젝트 진행사항을 리뷰해 주거나 문제가 되는 사항에 대해 지원하고 팀 프로젝트 활동 대한 모니터링을 통해 다음 단계에서 프로젝트나 과제 수행이 개선될 수 있도록 해야 할 것이다. 또한, 실습 시 발생되는 오류를 해결하기 위해 날짜를 정하여 Q&A 시간을 가지고 그 주에 진행된 실습 중에 발생 되는 오류에 질문을 처리하여 피드백을 할 수 있는 다양한 방법을 고려할 필요가 있다.

넷째, 온라인 설계 교과목 운영에 대한 공유 플랫폼의 구축과 향후 인증평가를 위한 가이드라인이 마련될 필요가 있다. 본 연구결과와 같이 비대면 환경에서 학생들에게 창의적으로 상상할 수 있도록 충분하게 개방형 문제 제시하고 설계구성요소 및 현실적 제한조건을 고려하여 설계교과목이 개발된다면 학습자들이 체계적인 설계교육이 이루어질 수 있을 것이다. 이를 토대로 다양한 온라인 설계 교과목 사례가 공유되고 설계 교과목으로 인정받을 수 있도록 좀 더 구체적인 체계가 마련될 필요가 있다.

본 연구를 통해 설계 교과목에 적용하기 위해 필요한 비대면 환경에서의 설계구성요소, 현실적 제한조건을 제시함으로써 실제 설계 교육과정을 개발 및 운영하는 데 있어서 기초 자료로 활용할 수 있으리라 기대한다. 특히, 온라인 환경에서도 학생 스스로 학생 스스로 문제를 해결해 갈 수 있도록 교육과정을 설계하고 보고서, 발표자료, 작품, 설계 발표회 동영상 등을 통해 학생들의 설계 능력을 함양할 수 있는 사례를 제시함으로 향후 온라인 설계 교과목 개발에 도움이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 IoT 시스템 개발이라는 교육 내용으로 기초설계 교과목의 적용 가능성을 탐색했지만 향후 다양한 학과의 요소설계, 종합설계 교과목에도 적용 가능성을 탐색해 볼 필요가 있다.

참고문헌

1. 강명희 외(2010). 온라인 토론 학습에서 인식된 튜터의 역할, 사회적 실재감, 학습결과 간의 관계 규명. **평생교육·HRD 연구, 6**(4), 159-183.
2. 공학교육혁신연구정보센터(2020). Post-코로나 시대, 온라인 교육현황 및 대응방안: 해외 주요국 사례분석을 중심으로. **Issue Brief 2020**. 인천: 인하대학교.
3. 권영미(2021). 비대면 설계 강의 운영방안 및 온라인 콘텐츠 제작을 위한 방안 제시. **공학설계워크숍 자료집**. 서울: 한국공학교육인증원.
4. 김상진(2015). 컴퓨터공학 분야 설계교육 방법론. **공학교육연구, 18**.(4), 66-75.
5. 김은경(2020). 비대면 수업에서 공학 팀 프로젝트 수행 사례. **실천공학교육논문지, 12**(2), 255-264.
6. 김인숙·강태욱·최정우(2011). 공학 기초설계 교과목에서 교수-학습 방법에 따른 수업 결과 분석. **공학교육연구, 14**(5), 3-9.
7. 김주현·이은용·이주민(2012). 온라인 교육에서의 팀 프로젝트 운영 사례 연구: K사이버대학을 중심으로. **사이버사회문화, 3**(1), 117-144.
8. 김학진·송오성(2015). 공학교육 인증프로그램 재학생과 비인증 프로그램 재학생의 OECD 고등교육 학습성과평가 결과 비교 분석. **공학교육연구, 18**(5), 51-58.
9. 배현덕(2011). 공학교육인증 설계교과목에 관한 소고. **공학교육, 18**(6), 30-33.
10. 성상만(2020). 가상훈련 콘텐츠 개발 및 운영을 통한 공학교육. **2020 Report 2020 인재양성위원회 보고서**. 서울: 한국공학한림원.
11. 위은하(2021). 비대면 온라인 교수-학습 환경에서의 실습 수업 운영 사례 연구: 중등예비교사를 위한「생활공예」수업을 중심으로. **학습자중심교과교육연구, 21**(7), 586-601.
12. 유경현(2011). 공학설계입문 운영사례를 통한 설계과제 평가기준 탐색. **공학교육연구, 14**(6), 31-40.
13. 이쌍철·김정아(2018). 학생의 온라인수업 만족에 영향을 주는 요인 분석. **교육행정학연구, 36**(2), 115-138.
14. 이지영·최원호(2015). 사범대학 화학교육 전공 1학년 대학생

들의 일반화학 실험 보고서에 나타난 논증 구조 분석. **현장과학교육, 9**(2), 122-129.
15. 장원형·최민지·홍훈기(2020) 고로나바이러스감염증-19 대유행에 따른 대학교 비대면 실험수업 운영에 관한 사례연구. **학습자중심교과교육연구, 20**(17), 937-966.
16. 정은경·정지연(2019). 360° 가상현실 동영상과 일반 동영상 교육 콘텐츠의 경험인식 비교 분석. **한국응급구조학회지, 23**(3), 145-154.
17. 정재원·허정은·박효원(2021). 코로나19로 인한 공과대학 교수자의 온라인 수업 경험 탐색. **공학교육연구, 23**(6), 60-67.
18. 조형희·강소연(2021) 4차 산업혁명시대의 공학교육과 국내 비대면 공학교육 현황. **제64회 공학교육인증포럼 자료집.**
19. 한국공학교육인증원(2021). **2021년 적용 KEC2015 판정가이드.** URL: http://abeek.or.kr/intro/stendard.
20. 한국과학기술정보연구원(KISTI). EDISON MOOC. URL: https://www.kisti.re.kr/.
21. 한국기술대학교(2020). **혼합훈련 과정 개발 및 운영 가이드.** URL: https://e-koreatech.step.or.kr.
22. 한형종·임철일(2020). 가상현실 기반 교육용 시뮬레이션 설계 원리 개발. **교육공학연구, 36**(2), 221-264.
23. KBS(2020. 4. 13). 원격강의 무기한 연장 … 실습, 수업 내실은? URL: https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4424342.

황윤자 (Hwang, Yunja)
2013년: 한양대학교 교육학 박사
2014년~현재: 단국대학교 공학교육혁신센터 연구전담조교수
관심분야: HCI, UDL, 융합교육, VR/AR 교육, 창의성교육
E-mail: yjhwang@dankook.ac.kr

허지숙 (Huh, Ji-suk)
2019년: 아주대학교 교육학 박사
2014년~현재: 아주대학교 공학교육혁신센터 연구교수
관심분야: 핵심역량, 융합교육, 공학윤리
E-mail: chicjin@ajou.ac.kr