

## Development and Application of an Online-based Arduino Programming Experience Program

Eun-Sang Lee\*

\*Professor, Dept. of Technology and Home Economics, Kongju National University, Kongju, Korea

### [Abstract]

The purpose of this study was to develop and apply an online-based Arduino programming experience program. In this study, the program was developed and applied based on the contents presented in the ADDIE model and Lee's model. The results of this study were as follows. First, two types of educational program were developed for online use by students of the free semester system. Second, the program content included practical materials such as teaching websites and video lectures. Third, the developed program was applied a total of three times in the school environment and when the student did not attend school. Fourth, analysis of student satisfaction confirmed that the students were satisfied with the development program. The content of this study will serve as a reference for instructors who plan online-based hands-on activities in places where instructors are not readily available, such as islands or mountainous areas.

▶ **Key words:** Arduino, Free semester program, programming experience, online-based, hands-on lectures

### [요 약]

이 연구의 목적은 온라인 기반 아두이노 프로그래밍 체험 프로그램을 개발하고 적용하는 데 있다. 이 연구에서는 ADDIE 모형과 Lee의 모형에서 제시된 내용을 바탕으로 프로그램을 개발하고 이를 적용하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 자유학기제 학생들을 대상으로 온라인상에서 적용할 수 있는 교육 프로그램 2종을 개발하였다. 둘째, 본 연구에서 개발된 프로그램의 교수학습자료는 강의에서 사용할 실습 재료, 교수용 사이트, 동영상 강의 콘텐츠 등이었다. 셋째, 개발된 프로그램은 학생이 등교한 상황과 등교하지 않은 상황에서 총 3회 적용되었다. 넷째, 프로그램의 만족도를 분석한 결과 학생들은 본 개발 프로그램에 대해 만족하고 있음을 확인하였다. 본 연구의 내용은 도서·산간 지역과 같이 강사의 접근이 쉽지 않은 장소에서 온라인 기반의 체험 활동을 기획하는 교수자들이 활용할 수 있는 참고 자료가 될 것이다.

▶ **주제어:** 아두이노, 자유학기제 프로그램, 프로그래밍 체험, 온라인 기반, 실습 강의

- 
- First Author: Eun-Sang Lee, Corresponding Author: Eun-Sang Lee
  - \*Eun-Sang Lee (eslee@kongju.ac.kr), Dept. of Technology and Home Economics, Kongju National University
  - Received: 2022. 11. 29, Revised: 2022. 12. 21, Accepted: 2023. 01. 02.

## I. Introduction

우리나라는 불과 수 십 여년 사이에 세계에서 유례를 찾아볼 수 없을 정도로 빠른 경제 성장을 이룬 국가이다. 이러한 경제 성장의 배경에는 전쟁의 폐허 속에서 짧은 시간에 공교육 체계를 완성한 교육 정책의 추진과 높은 교육열이 있었기 때문이었다. 그러나 우리나라의 교육 체제를 일컬을 때는 ‘주입식 교육’, ‘암기식 교육’, ‘입시 위주의 교육’ 등의 부정적 키워드를 사용하는 경우가 많았다. 오늘날까지 우리 사회는 부나 명예를 얻을 수 있는 직장을 얻기 위해 인지도가 있는 대학이나 학과에 진학해야 한다는 인식이 강한데, 이를 위해서는 위의 키워드에 해당하는 교육 활동이 효과적이었기 때문이다.

이러한 사회적 배경은 중학생에게도 영향을 미쳐 이들 역시 입시 위주의 교육에서 벗어나지 못했다. 중학교에서도 한 줄세우기식의 비교 경쟁 평가가 시행되어 왔으며, 학생들은 자신의 내적 동기에서가 아닌 수동적 입장에서 학업에 임하게 되었다. 이러한 입시 위주의 획일적 교육은 학생 개인의 소질이나 재능을 탐색할 충분한 기회를 제공하지 못했다[1]. 결국 중학생은 초등학생이나 고등학생 보다 자신의 ‘꿈’이나 ‘목표 의식’을 찾지 못한 채 학창 시절을 보내게 되는 문제가 있었다.

이에 따라 중학교 교육과정에서 학생들의 꿈이나 끼를 찾아 탐색할 기회를 줄 필요성이 대두되었으며, 이러한 배경으로 자유학기제가 시행되었다. 자유학기제는 박근혜 정부의 교육 분야 국정 과제 중 하나로 학생들이 한 학기 동안 시험 부담에서 벗어나 꿈과 끼를 찾을 수 있는 진로 탐색 활동과 같은 다양한 체험 활동이 가능한 유연한 교육 과정을 운영하는 제도였다[2]. 자유학기제는 중학교 교육과정 중 한 학기 동안 중간고사나 기말고사를 실시하지 않아 학생들이 해당 기간 동안 시험 부담에서 벗어나 자유롭게 자신의 진로를 고민해보고 탐색해 보는 기회가 제공되었다[1]. 이와 같은 자유학기제가 제도적으로 잘 정착하기 위해서는 학교에서도 교육과정이나 교육 프로그램의 개발에 큰 노력을 기울여야 할 것이며, 학생들이 실제 직업을 체험할 수 있도록 사회적으로도 관련 제도의 정비 및 체험 프로그램의 개발에 관심을 기울일 필요가 있었다.

이러한 배경에 따라 연구자가 소속된 대학에서는 국립 대학육성사업의 일환으로 학과의 시설 및 교육 내용을 자유학기제 학생들을 대상으로 체험시키는 프로그램을 공모하였다. 연구자는 아두이노를 기반으로 체험 활동이 자유학기제 체험 주제로 적절하다고 보고 이를 기반으로 한 프로그램 개발을 진행하였다.

한편, 2020년 전 세계를 강타한 코로나19는 교육의 패러다임을 바꾼 계기가 되었다. 이전 시기까지 실시간 온라인 강의는 사이버 대학이나 미래 교육을 논할 때 등장하는 키워드였으나, 오늘날에는 수많은 교수자와 학습자가 활용하는 일반적인 수업 방식이 되었다.

이러한 배경에 따라 2020년 이후 온라인 교육 활동과 관련된 여러 연구가 수행되었다. 초기 수행된 연구에서는 갑자기 시작된 온라인 교육 환경에 대한 교수자의 어려움을 밝힌 연구를 쉽게 찾아볼 수 있었다. 예를 들어, 연구자들은 온라인 교육 환경에서 학생과의 상호 작용의 어려움([3]), 학습자의 상태를 파악하기 어려움([4, 5]), 온라인 수업을 위한 프로그램 자체의 오류([6]), LMS와 같은 온라인 수업 프로그램 자체의 불편함([5]) 등의 문제점을 제기하고 있었다.

그러나 점차 이러한 어려움을 극복하고 온라인 교육 활동의 장점을 활용한 사례를 보고한 연구들이 늘어났다. 이는 온라인 교육이 교수자의 입장에서는 어느 장소에서든지 강의를 진행할 수 있었고([7]), 학생의 입장에서는 인터넷이 가능하면 어느 장소에든지 강의에 참여할 수 있기 때문에 수업 참여를 위한 이동시간을 줄이고 장소의 제약 없이 수강할 수 있는 편의성이 있는 등([3, 8]) 여러 가지 장점이 있었기 때문이다.

이 연구에서는 이와 같은 온라인 교육의 장점을 활용하여 자유학기제 프로그램에 적용한 사례를 제시하고자 하였다. 이러한 프로그램의 개발 및 적용에는 일선 학교의 적극적인 협조가 필요하지만, 2020년 당시 코로나19의 확산으로 인해 외부 강사의 학교 방문을 엄격히 제한하였다. 이러한 제약사항으로 본 연구진 뿐만 아니라 일선 초, 중등학교의 외부 강의를 진행하던 강사들은 일선 학교에서 자신의 프로그램을 적용하는 데 많은 어려움을 겪었다.

코로나19의 엔데믹이 온 현 시점에서 외부 강사의 출입을 제한하는 일은 사라졌지만, 개발된 프로그램을 오프라인 상에서 적용할 학교를 찾는 일은 여전히 많은 어려움이 따른다. 이러한 어려움은 본 연구에서 적용했던 두 가지 방식의 적용 사례로 해결될 수 있을 것으로 보고 본 연구의 결과를 공유하고자 하였다.

이 연구의 결과는 본 연구와 같이 일회성 특강을 진행하는 상황이나 강의자의 접근이 어려운 도서, 산간 지역과 같은 소외된 지역에서의 프로그램 적용 시 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## II. Method

이 연구에 개발한 온라인 기반 자유학기제 프로그램은 ADDIE 모형과 Lee[9]의 모형에 기반하였다. 여기에서 ADDIE 모형은 교수학습자료의 개발에 활용되는 잘 알려진 모형이며, Lee[9]의 모형은 아두이노와 같은 저비용 마이크로컨트롤러를 교육에 적용할 때 필요한 여러 가지 사항들을 제시한 모형이다.

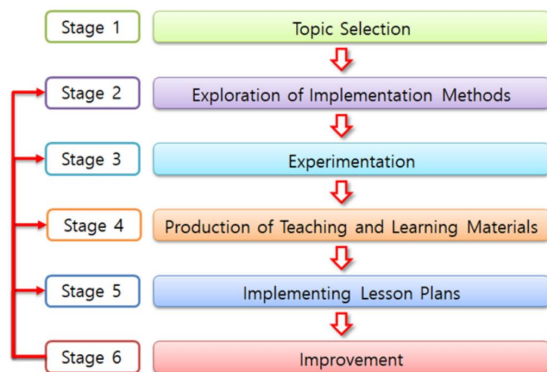


Fig. 1. Lee[9]'s teaching and learning model

Lee[9]의 모형은 Fig. 1과 같이 주제 선정, 구현 방법 탐색, 실험하기, 교수학습자료 제작, 수업 적용, 개선 등 6단계로 구성된 모형이다. 이 모형은 ADDIE 모형과 유사한 면이 있으나, 주요 교수학습자료로 저비용 마이크로컨트롤러를 사용한다는 점에 특화된 모형이었다. Lee[9]의 모형에는 저비용 마이크로컨트롤러를 수업에서 원활하게 적용하기 위해 여러 가지 사항을 사전에 준비해야 한다고 제시하였다. 예를 들어, 저비용 마이크로컨트롤러를 활용한 다양한 실험이 선행되어야 하며, 회로도의 작성, 회로 구성에 대한 시범용 동영상 제작 등이 필요하다고 보았다.

이와 같은 내용은 기존 ADDIE 모형에서는 제시되지 않았던 내용이었기에 아두이노를 기반으로 한 교수학습자료를 제작할 때 도움이 되었다. 이에 이 연구에서는 교수학습자료의 제작에 널리 활용되고 있는 ADDIE 모형을 기반으로 하되 보다 구체적인 사항에서는 Lee[9]의 연구에서 제시된 다양한 제안을 참고하여 교수학습자료를 개발하였다.

### 1. Analysis

이 연구는 국립대학육성사업의 일환으로 수행되었기 되어 개발되어야 할 주제가 미리 제안되어 있었다. 제안된 주제로는 연구자의 학과에서 이루어지고 있는 교육 활동을 중학교 자유학기제 학생들이 체험시켜 보는 주제였다. 연구자는 2019년부터 해당 공모 사업에 참여하여 자유학

기제의 중학교 학생들에게 학과의 시설 및 교육 내용에 대한 체험 프로그램을 개발하여 적용하였다. 적용 프로그램은 짧은 시간 내에 중학생들이 연구자의 학과에서 이루어지고 있는 교육 활동에 대한 체험뿐만 아니라 장차 이들이 이공계 분야에 흥미와 관심의 유도를 목적으로 하였다.

연구자 소속 학과에서는 여러 교육 과정을 운영 중인데 그 중 오픈 소스 하드웨어라 일반인의 접근이 쉽고, 보드의 가격이 저렴해 실습용 교구로 활용하기 용이한 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육을 수행하고 있었다. 아두이노는 최근 메이커 교육에서 널리 알려진 보드로 프로그래밍한 결과물을 즉시 눈으로 확인해 볼 수 있기 때문에 이를 처음 접한 이들에 많은 관심을 끌 수 있는 보드였다. 이에 아두이노를 기반으로 한 프로그램이 자유학기제 체험 주제로 적절하다고 보고 이에 대한 개발을 수행하였다.

일반적으로 ADDIE 모형의 분석 단계에서는 학습자의 수준이나 특성 파악, 요구 분석 등이 이루어진다. 이 연구에서 개발될 프로그램은 중학교 자유학기제 학생들을 대상으로 개발될 예정이었기에 학습 대상자는 중학교 1학년 학생들이었다. 원래 ADDIE 모형에서의 학습자 분석은 교육 대상자의 관찰이나 면담 등을 통해 이루어지지만, 이 연구에서의 학습자는 프로그램 신청 학교가 정해진 후 그 대상을 확인할 수 있는 특징이 있었다. 이에 이 연구에서는 프로그램 개발 전 학습 대상에 대한 직접적인 분석은 수행하지 않았고, 적용 대상 학생들의 일반적인 특성에 대한 분석을 수행하였다. 예를 들어, 본 프로그램의 적용 시점에서는 코로나19의 확산으로 인해 6월경부터 첫 등교가 이루어졌으며 일선 학교에서도 1학기에는 정상적인 학교 교육 과정이 운영되지 못했고 온라인 수업이 주를 이루고 있었다. 이에 학생들은 온라인 교육 환경에 어느 정도 익숙한 상황일 것이라는 일반적인 특성만 분석할 수 있었다.

다음으로 교육에서 활용할 수 있는 물적 자원이나 학습 공간에 대한 분석을 시행하였다. 2020년 당시에는 코로나19의 확산으로 인해 외부 강사의 출입에 대한 제한이 있었다. 따라서 개발된 프로그램의 적용될 학습 공간은 온라인을 기반으로 이루어지는 것을 기본 가정으로 하고 이에 대한 교수학습환경의 분석을 수행하였다.

### 2. Design

학습자 및 학습 환경에 대한 분석 결과를 바탕으로 프로그램에 대한 구체적인 전반적인 사항을 설계하였다. 프로그램의 주제는 국립대학육성사업에서 제안된 내용을 바탕으로 본 학과의 교육과정에서 이루어지고 있는 교육 활동을 중학교 학생들이 이해할 수 있는 수준으로 재구조화하

여 체험시켜 보는 내용으로 구성하였다.

이러한 배경에서 프로그램의 진행 강사를 본 연구자 학과의 학부생으로 구성하였다. 이는 본 개발 프로그램의 진행이 온라인 환경하에서 이루어져야 함을 분석 단계에서 확인하였는데, 이러한 온라인 환경에서는 다수의 강사가 소수의 인원을 대상으로 개별 지도하는 것이 효율적인 교수학습 방법이라 판단하였기 때문이다.

### 3. Development

설계 내용을 바탕으로 본격적인 프로그램의 개발을 진행하였다. 개발의 구체적인 과정은 Lee[9] 모형의 2, 3, 4 단계에 제시된 내용을 기반으로 하였다. 2단계는 '구현 방법의 탐색' 단계로 저비용 마이크로컨트롤러를 이용하여 교수학습 하고자 하는 내용의 구현 방법을 탐색하는 단계이며, 3단계는 '실험하기' 단계로 교사들은 이전 단계에서 찾은 구현 방법을 실제로 실험하는 단계이다. 4단계는 '학습 자료 제작' 단계로, 이 단계에서는 이전 실험 단계에서 구현한 내용을 학습 자료로 제작한다. 이들 단계에서는 교수학습자료를 개발하는데 필요한 자세한 절차들이 소개되어 있어 이들 내용을 기반으로 프로그램을 개발하였다.

개발된 주제는 2종으로 아두이노 음악 연주 프로그램과 아두이노 자동차 만들기 프로그램이었다. 먼저 아두이노 음악 연주 프로그램은 아두이노와 피에조 부저를 이용하여 자신이 원하는 음에 대한 소스 코드를 입력하여 재생시켜 보는 프로그램이다. 시중의 여러 아두이노 교재에서는 아두이노와 피에조 부저를 활용한 음악 재생 방법을 소개하고 있었는데, 이들 교재에서는 소스 코드에 대한 자세한 설명 없이 학생들이 이해하기 어려운 긴 변수명을 사용하거나 헤더 파일(<pitch.h>)을 포함하고 있었다. 이에 여러 교재와 인터넷을 참조하여 쉽게 적용할 수 있는 방법을 탐색해 보았으며(2단계-구현 방법 탐색), 이를 바탕으로 회로를 간단하게 연결하는 방법과 학생들이 소스 코드를 쉽게 적용할 수 있는 방법에 대한 실험을 수행하였다(3단계-실험하기). 이후 실험 내용을 바탕으로 회로 연결에 대한 사진이나 온라인 동영상 강의, 회로도 등을 작성하였고, 이를 교수용 홈페이지에 탑재하는 과정을 거쳤다(4단계-교수학습자료 제작). 아두이노 음악 연주 프로그램의 개발 과정에 대한 보다 구체적인 내용은 Lee[10]의 연구에서 제시하였다.

다음으로 아두이노 자동차 만들기 프로그램은 아두이노와 모터 드라이브 모듈, 기어드 모터 등을 활용하여 학생들이 원하는 방향으로 자동차를 주행시켜 보는 활동이다. 연구자는 시중에 판매하고 있는 아두이노 자동차가 회로

구성이 복잡하고 고가인 단점을 확인하고 이에 대한 개선 사항을 탐색하였다. 또한, 아두이노 자동차를 구동시키는 프로그램의 소스 코드 역시 매우 복잡하고 학생들이 이해하기 어려웠는데, 이를 학생들이 쉽게 접할 방법에 대해 탐색하였다(2단계-구현 방법 탐색). 이후 여러 종류의 모터 드라이브 모듈을 대상으로 회로 구성에 대한 테스트를 진행하였고 소스 코드가 실제 자동차 제어에 활용되는지에 대한 실험을 수행하였다(3단계-실험하기). 실험 내용을 바탕으로 자동차 본체 제작 과정 촬영 사진, 조립 방법 소개 동영상, 회로 구성 사진 및 동영상, 회로도, 소스 코드 등을 교수용 홈페이지에 탑재하였다(4단계-교수학습자료 제작). 아두이노 자동차의 개발 과정에 대한 보다 구체적인 내용은 Lee[11]의 연구에서 제시하였다.

본 프로그램은 아두이노와 이를 기반으로 한 회로로 구성되어 있기에 프로그램의 적용을 위해서는 여러 가지 수업에 필요한 재료의 사전 준비가 필요하였다. 연구자가 본 연구에서 개발한 교구는 시중에서 판매하고 있는 제품이 아니었기에 이를 3D 프린터나 레이저 커팅기로 직접 제작하였다. 예를 들어, Fig. 2(a)는 3D 프린터로 출력한 아두이노 자동차에서 사용할 앞바퀴 역할을 하는 구조물이며, Fig. 2(b)는 레이저 커팅기로 자른 아두이노 자동차의 본체 MDF 판이다. 이와 같이 준비한 재료들은 적용 대상 학생에게 개인별로 배부할 수 있을 정도의 수량을 준비한 후 개별 포장하였다(Fig. 2(c), Fig. 2(d)).

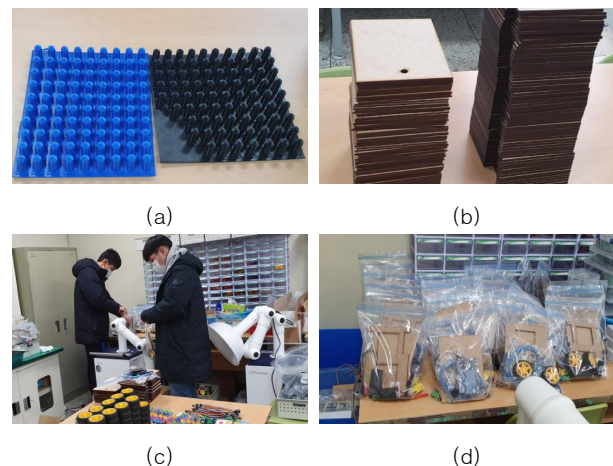


Fig. 2. Preparation of class materials

### 4. Application

프로그램의 적용 과정은 다음과 같다. 먼저 프로그램을 진행할 예비 교사를 선정하였다. 예비 교사들은 연구자의 수업에서 이미 개발된 프로그램의 전반적인 내용을 수강한 경험이 있는 학생들로 총 7명이 선정되었다.

본 프로그램을 적용할 학교를 선정하기 위해 연구자는 개발된 프로그램과 관련 있는 자유학기제 반(예: 메이커 교육반)을 운영하는 교사들을 대상으로 프로그램에 대해 안내한 후 적용 가능성을 파악하였다. 그 결과 2개의 학교에서 적용할 수 있었는데, 한 학교는 등교 수업이 다른 학교는 전면적인 온라인 수업이 이루어지고 있었다. 따라서 개발된 프로그램은 서로 다른 두 가지 방식으로 적용되었다.

첫 번째 방식은 등교 수업이 이루어지고 있는 학교에서 적용된 방식으로, 학교의 컴퓨터 실에 입실한 학생들을 온라인상에서 예비 교사들이 지도하고 현장에 있는 연구자 및 예비 교사가 온라인 수업을 지원해 주는 블렌디드 방식이었다. 이 방식의 프로그램 적용은 2020년 11월 30일에 대전 00 중학교에서 25명의 학생을 대상으로 하였고, 적용된 프로그램은 '아두이노 음악 연주 프로그램'이었다.

프로그램의 적용일에 연구자는 해당 중학교를 예비 교사 2명과 방문하여 실습에 필요한 재료 및 장비(이어폰, 웹캠)를 배부하였다. 프로그램 시작 후 연구자는 먼저 전체 프로그램 진행에 대해 소개하였고(Fig. 3(a)), 이후 ZOOM 프로그램을 이용하여 예비 교사 5명과 학생들을 소그룹 실로 배분하였다. 소그룹 실에서 예비 교사 1명당 4~5명의 학생을 개별적으로 지도하였고(Fig. 3(b)), 이때 현장에 있는 연구자 및 2명의 예비 교사들이 수업을 보조해 주는 방식으로 진행되었다(Fig. 3(c)).



(a) (b) (c)  
Fig. 3. Application of the blended method

두 번째 방식은 전면적인 온라인 수업이 이루어지고 있는 학교에서 적용된 방식으로, 각자 가정에 있는 학생들에게 온라인상에서 예비 교사들이 소그룹으로 개별지도하는 방식이다. 2020년 2학기 당시 코로나19의 확산과 감소가 반복되던 시기였기에 전면적인 온라인 수업과 등교 수업이 반복되고 있었는데, 프로그램 적용 시점에는 전면적인 온라인 수업이 이루어지고 있었다.

프로그램의 적용을 위해서는 사전에 학생들에게 실습 재료를 배부해야 했다. 이를 위해 학교의 협력 교사에게 의뢰하여 학생들이 개별로 학교를 방문하여 실습 재료를 받아가도록 하였다(Fig. 4).

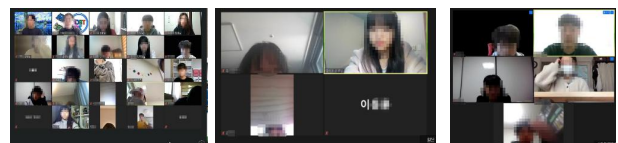


Fig. 4. Distribution of class materials

프로그램은 ZOOM을 이용한 전면적인 온라인 실시간 수업 방식으로 적용되었다. 프로그램의 적용 대상 학생들은 배부받은 실습 재료를 각자 가정에서 준비한 후 자유학기제 수업 시간에 참여하였다.

온라인 방식의 프로그램 적용은 2차에 걸쳐 같은 학교 학생을 대상으로 진행되었다. 1차 온라인 적용은 2020년 12월 21일에 서울 00 중학교에서 7명의 예비 교사가 24명의 학생을 대상으로 하였고, 적용된 프로그램은 '아두이노 음악 연주 프로그램'이었다. 2차 온라인 적용은 2020년 12월 28일에 7명의 예비 교사 교사가 25명의 학생을 대상으로 하였고, 적용된 프로그램은 '아두이노 자동차 만들기 프로그램'이었다.

1차 온라인 적용에서 프로그램의 진행은 연구자를 비롯한 예비 교사와 협력 교사가 ZOOM에 접속한 상태에서 먼저 연구자의 전체 프로그램 진행에 대해 간단히 소개하였고(Fig. 5(a)), 이후 ZOOM의 소그룹 실에 예비 교사와 학생들을 배분하였다. 소그룹 실에서는 예비 교사 1명당 3~4명의 학생을 개별 지도하였다(Fig. 5(b), Fig. 5(c)).



(a) (b) (c)  
Fig. 5. Application of the online method

## 5. Evaluation

개발된 프로그램에 대한 평가는 프로그램에 참여한 중학생의 설문으로 확인하였다. 설문 문항은 프로그램의 만족도 및 개선 사항을 확인하기 위한 문항으로 만족도를 묻는 3개의 선택형 문항(프로그램 진행의 원활성(1번), 내용의 적절성(2번), 참여에 대한 전반적 만족도(3번))과 소감을 적는 1개의 개방형 문항, 건의 사항을 적는 1개의 개방형 문항으로 구성하였다.



이들 문항을 1차 적용(블렌디드 방법)에서는 미리 준비해 둔 종이 설문지로 배부하였고, 2, 3차 적용(온라인 방법)에서는 온라인 설문 링크를 제공하였다.

### III. Results

#### 1. Teaching and learning materials

본 연구에서 개발된 프로그램은 아두이노 음악 연주 프로그램과 아두이노 자동차 만들기 프로그램 등 2종이었으며 개발된 결과물은 다음과 같다.

##### 1.1 Class materials

아두이노 음악 연주 프로그램의 실습 재료는 1명의 학생을 기준으로 아두이노 우노 1개, 피에조 부저 1개, USB Type-B 케이블 1개였다(Fig. 6(a)).

아두이노 자동차 만들기 프로그램의 실습 재료는 1명의 학생을 기준으로 아두이노 우노 1개, 모터 드라이브 모듈(L9110) 1개, 자동차 본체 구성용 MDF 2개, 앞바퀴 역할 3D 출력물 1개, 기어드 모터 2개, 바퀴 2개, 더블 클립 2개, 양면 테이프 4개, 와이어(암-수) 4개, 와이어(수-수) 4개, 십자 드라이버 1개, 9V 건전지 2개, 9V 건전지 홀더 2개, USB Type-B 케이블 1개 등 이었다(Fig. 6(b)).

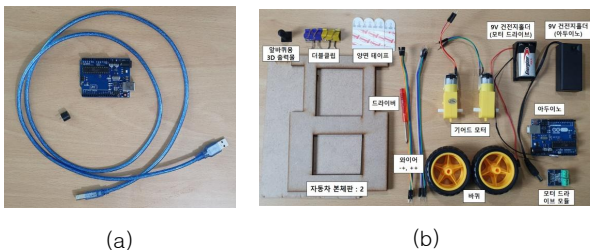


Fig. 6. Distributed class materials

##### 1.2 Website for teaching

개발된 교수용 사이트는 크게 세 영역으로 구성되어 있다. 첫 번째 영역은 프로그램 시작 시 연구자가 본 프로그램의 개요, 학과 소개, 학과에서 수행했던 교육 내용 등을 소개하는 내용을 포함하였다(Fig. 7(a)).

두 번째 영역과 세 번째 영역은 아두이노 음악 연주 프로그램과 아두이노 자동차 만들기 프로그램의 교수학습자료를 포함하였다. 아두이노 음악 연주 프로그램의 하위 페이지는 '#1. 재료확인', '#2. 도음1초연주', '#3. 도음1초연주-전처리문', '#4. 학교종연주', '#5. 반복문및배열', '#6. 전처리문추가1', '#7. 전처리문추가2' 등으로 구성되어 있다.

아두이노 자동차 만들기 프로그램의 하위 페이지는 '#1. 재료확인', '#2. 자동차본체만들기', '#3. 회로구성하기', '#4. A바퀴 제어', '#5. B바퀴 제어', '#6. 기본주행방법', '#7. 함수이용1', '#8. 함수이용2' 등으로 구성되어 있다.

이들 각 페이지는 온라인 환경에서 쉽게 예비 교사들이 활용할 수 있도록 실습 재료, 소스 코드, 회로도, 실물 사진, 동영상 등을 포함하였다. 또한, 각 페이지의 하단 부에는 해당 페이지의 내용을 설명한 동영상 강의 콘텐츠를 추가하여 예비 교사들이 수업에서 활용하거나 학생들이 대학의 교육을 체험하는 데 활용할 수 있도록 하였다.

교수용 사이트에 포함된 소스 코드나 회로도, 사진 및 기타 내용은 Lee[10], Lee[11]의 연구에서 구체적으로 제시하였다.

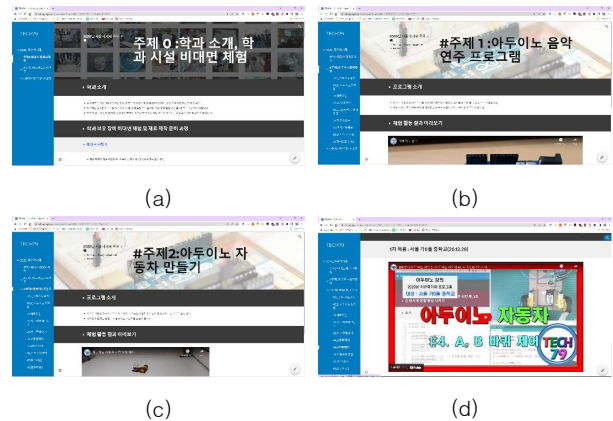


Fig. 7. Website for teaching

##### 1.3 Video lecture contents

연구자는 총 18편의 프로그램 강의 동영상 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 프로그램 강의 동영상 콘텐츠의 예시는 Fig. 8과 같다. 개발된 강의 동영상 콘텐츠는 유튜브에 탑재하고 '일부 공개'로 설정하였으며, 프로그램 진행 예비 교사 및 프로그램 적용 대상 학생들만 확인할 수 있게 하였다.

프로그램 강의 동영상 콘텐츠는 앞 절에서 제시한 교수용 사이트의 각 페이지를 연구자가 직접 설명한 내용으로 구성되어 있다. 동영상 강의 콘텐츠의 화면 구성은 Fig. 8과 같이 왼쪽에는 교수용 사이트, 오른쪽 상단에는 실물 화상기로 실제 아두이노의 작동 모습을, 오른쪽 하단에는 아두이노의 스케치 프로그램과 교수자를 배치하였다.

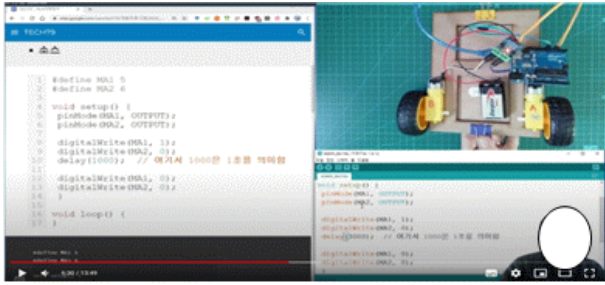


Fig. 8. Screen composition of online lecture contents

2. Result of satisfaction survey

프로그램의 만족도를 조사하는 선택형 문항에 1차 적용에는 25명의 학생 전원이, 2차 적용에는 26명 중 21명의 학생이, 3차 적용에는 25명 중 21명의 학생이 응답하여 총 67명이 응답하였다. 만족도 조사 결과는 1차 적용의 만족도 평균은 4.87점, 표준편차는 0.28점이었고, 2차 적용의 만족도 평균은 4.67점, 표준편차는 0.49점이었으며, 3차 적용의 만족도 평균은 4.50점, 표준편차는 0.70점이었다. 전체 만족도 평균은 4.69점, 표준편차는 0.59점으로 학생들의 높은 만족도를 확인할 수 있었다(Table 1. 참조).

Table 1. Results of the satisfaction survey of optional questions

No.	1st(N=25)		2nd(N=21)		3rd(N=21)		total(N=67)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	4.84	0.37	4.52	0.66	4.50	0.74	4.64	0.62
2	4.80	0.49	4.76	0.53	4.55	0.74	4.71	0.6
3	4.96	0.20	4.71	0.45	4.45	0.74	4.73	0.54
total	4.87	0.28	4.67	0.49	4.50	0.70	4.69	0.59

프로그램의 만족도를 조사하는 서술형 문항에 1차 적용에는 25명 중 23명의 학생이, 2차 적용에는 26명 중 19명의 학생이, 3차 적용에는 25명 중 19명의 학생이 응답하여 총 61명이 응답하였다. 비정형화된 데이터를 방법은 텍스트 마이닝 기법을 활용한 빈도 분석과 TF-IDF(Term Frequency - Inverse Document Frequency) 분석이 자주 활용된다. 이에 이 연구에서는 학생들의 개방형 응답을 빈도 분석과 TF-IDF 분석을 수행하였고(Table 2), 이를 워드 클라우드로 표현해 보았다(Fig. 9, Fig. 10).

빈도 분석 결과 재미(20), 선생님(13), 친절(13), 아두이노(11), 좋음(9), 수업(8), 시간(7), 신기(7), 흥미(7) 등으로 나타났다. TF-IDF 분석 결과 재미(12.66), 흥미(7.29), 시간(6.12), 좋음(6.08), 신기(5.66), 아두이노(5.24), 친절(5.24), 선생님(5.09), 유익(4.38) 등으로 나타났다. 분석 결과 재미, 친절, 좋음, 신기, 흥미, 유익, 감사 등의 긍정적 키워드가 많이 포함되어 있었고, 실제 학생들의 반응에

서도 프로그램 진행에 대한 감사를 표현하는 내용이 많이 포함되어 있었다.

Table 2. Results of text mining analysis of narrative questions

No.	Key word	N	Key word	TF-IDF
1	fun	20	fun	12.66
2	teacher	13	interest	7.29
3	kindness	13	time	6.12
4	Arduino	11	good	6.08
5	good	9	novelty	5.66
6	class	8	Arduino	5.24
7	time	7	kindness	5.24
8	novelty	7	teacher	5.09
9	interest	7	beneficialness	4.38
10	experience	6	program	3.94
11	program	6	class	3.55
12	beneficialness	5	experience	3.43
13	chance	4	car	3.31
14	car	4	experience	2.86
15	lecture	3	next	2.86
16	experience	3	coding	2.56
17	attention	3	activity	2.56
18	next	3	thanks	2.28
19	university	3	thought	2.28
20	first	3	difficulty	2.28

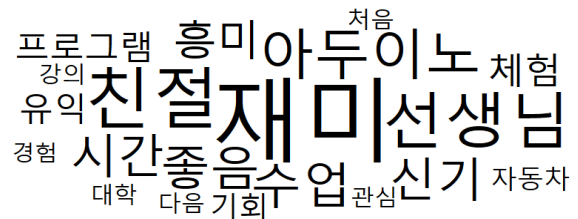


Fig. 9. Frequency word cloud

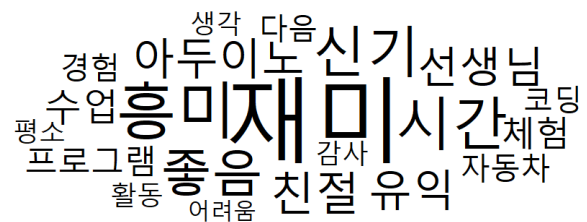


Fig. 10. TF-IDF word cloud

선택형 문항과 서술형 문항의 만족도 조사 결과 이 연구에서 개발한 프로그램은 학생들이 매우 만족하고 있음을 확인할 수 있었다.

## IV. Conclusions

이 연구는 온라인 기반의 자유학기제 학생들을 위한 아두이노 프로그래밍 체험 프로그램을 개발하고 적용하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 연구자는 ADDIE 모형과 Lee[9]의 모형에서 제시된 내용을 바탕으로 프로그램을 개발하고 이를 자유학기제 학생들을 대상으로 적용하였다.

이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 자유학기제 학생들을 대상으로 온라인상에서 적용할 수 있는 교육 프로그램 2종을 개발하였다. 둘째, 본 연구에서 개발된 프로그램의 교수학습자료는 프로그램에서 사용할 실습 재료, 교수용 사이트, 동영상 강의 콘텐츠 등 이었다. 셋째, 개발된 프로그램은 학생이 등교한 상황과 등교하지 않은 상황에서 총 3회 적용되었다. 넷째, 프로그램의 만족도를 분석한 결과 학생들은 본 개발 프로그램에 대해 만족하고 있음을 확인하였다.

이 연구는 온라인 매체를 활용하여 자유학기제 프로그램을 적용하였다는 점에서 의의가 있다. 특히, 아두이노와 같이 실제 실습 재료를 이용한 프로그래밍 체험 교육을 온라인상에서 진행하기 위해 다양한 교수학습자료를 개발하고 예비 교사들이 프로그램의 보조 강사로 참여하는 등 수업 적용도 다양한 방식으로 이루어졌다.

이 연구에서 제시된 교수학습 방법은 일회성 특강을 진행하는 상황이나 도서·산간 지역과 같이 강사의 접근이 쉽지 않은 장소에서의 온라인 기반 체험 활동을 기획하는 교수자들이 활용할 수 있는 참고 자료가 될 것이다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2019S1A5A803472213). This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2021R1F1A104755011).

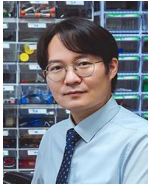
## REFERENCES

- [1] H. Kang, and Y. Jung, "The development of a cosmetics educational convergence program for free-semester system," *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.8, No.3, pp.283-294, Aug. 2017. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2017.8.3.283>
- [2] S.H. Chung, and H.S. Kim, "Implementing convergent art programs for free semester in middle school," *The Korean Journal of Arts Education*, Vol.13, No.3, pp.133-146, Sep. 2015.
- [3] J. Baek, "University students' efficacy in real-time online class as alternative methodology due to Corona virus(COVID-19) events," *Journal of Digital Convergence*, Vol.18, No.11, pp.539-545, March 2020. <https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.11.539>
- [4] J. Yoon, "A study on learners' perception of <Basic Writing> online class in C University," *Journal of Liberal Arts Education Studies*, Vol.5, No.2, pp.23-45, Nov. 2020.
- [5] W. Choi, and Y. Jun, "Case Review of Untact Online Courses based on Video Recording vs. Synchronous Video Conferencing," *Journal of Field-based Lesson Studies*, Vol.1, No.2, pp.1-28, Nov. 2020. <https://doi.org/10.22768/JFLS.2020.1.2.1>
- [6] J. Choi, M. Kwon, and E. Choi, "A Study on the Instructor Perceptions and Satisfaction levels of Real-time Online Classes: Focusing on the case of Korean language program at D University," *Journal of Dong-Ak Language and Literature*, Vol.81, No. pp.135-168, June 2020. <https://doi.org/10.25150/dongak.2020.81.005>
- [7] J. Yoon, "A Study on the C University Professor's Perception of the Online Class," *The Journal of Humanities and Social science* Vol.11, No.5, pp.2413-2426, June 2020. <http://dx.doi.org/10.22143/HSS21.11.5.173>
- [8] N. Um, "Study on Synchronous Online Learning through In-depth Interview with College Students - Centering Around Advertising and Public Relations Courses," *Journal of Digital Convergence*, Vol.19, No.5, pp.57-67, June 2021. <https://doi.org/10.14400/JDC.2021.19.5.057>
- [9] E. Lee, "Developing a low-cost microcontroller-based model for teaching and learning," *European Journal of Educational Research*, Vol.9, No.3, pp.921-934, December 2020. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.4.1503>
- [10] E. Lee, "Development of teaching and learning materials using Arduino and piezo buzzer," *Journal of The Korea Society of Computer and Information* Vol.25, No.12, pp.349-357, May 2020. <https://doi.org/10.9708/jksci.2020.25.12.349>
- [11] E. Lee, "Development of Online-based Arduino Car Teaching and Learning Materials," *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol.21, No.4, pp.1437-1455, December 2021. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2021.21.4.1437>

[1] H. Kang, and Y. Jung, "The development of a cosmetics educational convergence program for free-semester system,"



## Authors



Eun-Sang Lee received the B.S. degrees in Technology Education from Korea National University of Education, Korea, M.S. and Ph.D. degrees in Technology Education from Chungnam National University, Korea, in

2003, 2013 and 2015, respectively. Dr. Lee joined the faculty of the Department of Technology and Home Economics Education at Kongju National University, Chungcheongnam-do, Korea, in 2017. He is interested in low-cost microcontroller, big data analysis, technology education and invention education.