

Development and Application of Visiting Physical-Computing Experience in an Education Program

Eun-Sang Lee*

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

[Abstract]

The purpose of this study is to present a case of the development and application of a one-time special lecture program that requires the use of computers in frontline elementary and secondary schools. For this purpose, the researcher developed an Arduino-based special lecture program that works as a teaching tool to help with the functions of a student PC with a Raspberry Pi. This special lecture program was applied at three elementary and middle schools near K-University, and then the program was evaluated. The results of this study are as follows. First, the researcher developed a teaching aid for PC functions to be used in special lectures. Second, teaching and learning materials for visiting special lecture education programs using Arduino were developed. Third, in the special lecture, a teaching-learning method was used to guide a small number of students individually. Fourth, the special lecture program resulted in high satisfaction. The results of this study can be a useful reference for teachers who plan one-time special lecture programs requiring computers or for those who want to apply physical computing-related devices in an educational field.

▶ **Key words:** Physical Computing, One-Time Special Lecture, Visiting Education Program, Raspberry Pi, Arduino

[요 약]

이 연구의 목적은 일선 초·중등학교에서 컴퓨터 사용이 필요한 일회성 특강 프로그램의 개발 및 적용 사례를 제시하는 데 있다. 이를 위해 연구자는 라즈베리 파이로 학생용 PC 기능을 수행하는 교구를 제작한 후 이 교구에서 활용할 수 있는 아두이노 기반 특강 프로그램을 개발하였다. 개발된 특강 프로그램은 K 대학 인근의 3개 초, 중학교에서 적용한 후 프로그램에 대한 평가를 수행하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 특강에서 활용할 PC 기능의 교구를 개발하였다. 둘째, 아두이노를 활용한 찾아가는 특강 교육 프로그램의 교수학습자료를 개발하였다. 셋째, 특강에서 소수 인원을 개별지도 하는 교수학습 방법을 활용하였다. 넷째, 특강 프로그램의 적용 결과 높은 만족도를 확인할 수 있었다. 이 연구의 결과는 컴퓨터 사용이 필요한 일회성 특강 프로그램을 기획하거나 피지컬 컴퓨팅 관련 기기를 학교 현장에서 적용하고자 하는 교수자들이 참고할 수 있는 유익한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

▶ **주제어:** 피지컬 컴퓨팅, 일회성 특강, 찾아가는 교육 프로그램, 라즈베리 파이, 아두이노

-
- 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. 08. 22, Revised: 2022. 09. 15, Accepted: 2022. 09. 16.

I. Introduction

일선 초중등학교 현장에 방문하여 일회성 특강 프로그램을 진행하는 강사는 강의 진행에 여러 가지 어려움을 겪는다. 학생의 수준이나 특성을 파악하기 어렵고, 교실의 위치나 강의에서 사용되는 기자재에 대한 정보를 사전에 파악하기 어렵기 때문이다. 교실의 위치를 잘못 찾거나 기자재에서 필요한 기능이 실행되지 않을 경우와 같이 예상하지 못한 다양한 변수가 발생할 수 있는데, 이럴 경우 특강의 원활한 진행이 어려울 수 있다.

일회성 특강에서 컴퓨터를 사용할 경우 더 많은 변수가 생긴다. 강사는 강의를 진행할 학교에 컴퓨터 준비를 요청해야 하며, 특정 프로그램을 사용할 경우 해당 프로그램이 컴퓨터에 설치되어 있는지 확인해야 한다. 학교의 입장에서는 강사의 특강 시간에 맞춰 컴퓨터 실의 사용을 예약해 놓거나 학생용 노트북을 미리 준비해야 하는 등의 번거로움이 있다. 강사가 학생들의 노트북이나 태블릿 등을 준비한다면 이러한 문제가 해결될 수 있지만, 이들 기기의 대여나 구입에 큰 비용이 필요하다는 또 다른 문제가 있다.

이와 같이 컴퓨터를 활용한 일회성 방문형 특강 관련 연구는 거의 이루어지지 않아 앞에서 언급한 문제점에 대한 대안을 찾기 어려운 실정이다. 다만, 기존에 발표된 방문형 특강 프로그램 관련 선행 연구를 통해 몇 가지 의미 있는 시사점을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 박영주(2015)의 연구에서는 국내 자동차 관련 대기업의 지원을 받아 '온드림 스쿨 찾아가는 특활 교실'을 운영하였는데, 이 프로그램은 과학, 역사, 문화, 예술 분야에 대해 당일 2시간의 체험형 교육, 공연 활동을 제공하는 프로그램이었다[1]. 이 연구에서는 농·산·어촌에 위치한 초·중·고등학생을 대상으로 특강 참여 대상자를 선정한 방법과 2시간에 여러 명의 학생(전교생)을 대상으로 특강을 진행한 사례가 제시되어 있는데, 이러한 사례는 이 연구에서 수행하였던 특강의 전체 흐름과 매우 유사하여 참고될 수 있었다.

이병화와 이주원(2016)의 연구에서는 한복 문화 체험 교육 프로그램을 개발하였는데, 이들은 학생들이 프로그램을 즐겁게 참여할 수 있도록 한복을 착용하고 놀이와 게임 형태로 체험할 수 있는 프로그램을 제안하였다[2]. 그들은 선행 연구를 바탕으로 주어진 시간 내에 효율적인 체험이 이루어질 수 있도록 활동을 축약한 함축적인 프로그램의 개발을 시도하였다. 이들의 연구를 통해서는 제한된 시간 내의 효율적인 특강 진행을 위해 선행 연구나 기존 개발 프로그램을 철저히 분석하고 특강의 진행 시간에 맞게 프로그램의 내용을 함축적으로 재구조화해야 한다는 시사점

을 얻을 수 있었다.

이 연구에서는 이들 선행 연구를 참조하여 특강의 전반적인 운영 방안을 설계한 후, 특강에서 학생용 컴퓨터의 준비가 필요했던 문제를 피지컬 컴퓨팅 기기로 해결한 사례를 제시하고자 하였다. 피지컬 컴퓨팅 기기의 한 종류인 라즈베리 파이는 명함 정도의 작은 크기로 여기에 마우스와 키보드를 연결하면 컴퓨팅 환경을 구축할 수 있다[3]. 이 연구에서는 라즈베리 파이로 컴퓨팅 환경을 구축하여 학생용 PC 기능을 수행하는 교구에 또 다른 피지컬 컴퓨팅 기기인 아두이노를 기반으로 한 체험 프로그램으로 특강을 구성하였다. 아두이노는 라즈베리 파이와 같이 작은 크기로 사용법이 비교적 쉬워 공학교육이나 영재 교육 활동 등 교육 현장에서 다양하게 활용되는 보드이다[4-6]. 이들 피지컬 컴퓨팅 기기는 최근 메이커 교육 활동에서 자주 활용되고 있는 대표적인 보드들로, 일선 초·중학교 학생들에게 4차 산업혁명 시대의 기술을 몸소 체험할 기회를 제공할 수 있었다.

이 연구의 내용은 컴퓨터 사용이 필요한 일회성 특강 프로그램을 기획하거나 피지컬 컴퓨팅 관련 기기를 학교 현장에서 적용하는 방법을 찾는 연구자들이 참고할 수 있는 유익한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

II. Method

이 연구에서는 프로그램 개발이나 교수학습자료 개발에서 자주 활용되고 있는 ADDIE 모형을 기본으로 하되 피지컬 컴퓨팅 관련 내용에서는 Lee(2020)의 저비용 마이크로컨트롤러 적용 교수학습모형에 제시된 내용에 따라 프로그램을 개발하고 적용하는 과정을 거쳤다[7].

1. Analysis

이 연구에서 개발하고자 한 특강 프로그램은 국립대학교 육성사업의 일환으로 K 대학 인근 지역의 초, 중등학교 학생들에게 4차 산업혁명과 관련된 최신 기술을 체험시키는 데 목적이 있었다. 이 프로그램은 일회성 방문 특강으로 진행되는 데, K 대학 인근 지역의 초, 중학교에 특강 신청을 받은 후 적용 대상 학교가 결정되었다.

이러한 배경에 의해 학습자나 강의 환경 등을 분석한 결과는 다음과 같다. 먼저, 적용 대상 학교가 선정되기 전까지 학습자가 누구일지 알 수 없다는 특징이 있었다. K 대학 인근 지역의 초, 중학교는 소도시에 위치하여 학교 자체가 많지 않고 학교급도 작아 특강 적용 학교를 찾는 데

어려움이 있었다. 따라서 특강의 수강 대상의 학교급 및 학년을 다소 광범위하게 정할 필요가 있었고, 이에 따라 선정될 교육 대상의 범위가 유동적임을 고려해야 했다.

다음으로 강의 환경에 대한 분석을 수행하였다. 강의 환경에 대한 분석은 이전 연도의 적용 사례를 바탕으로 하였다. 본 프로그램은 2019년부터 국립대학육성사업의 일환으로 이전 연도 프로그램의 수정 보완 차원에서 수행되었는데, 이전 특강은 피지컬 컴퓨팅 기기인 아두이노를 활용하여 4차 산업혁명 기술을 학생들이 체험해 보는 형식으로 진행되었다. 아두이노는 컴퓨터를 기반으로 작동되었기 때문에, 과거의 특강에서는 학교 컴퓨터실이나 학부생의 개인 노트북을 준비해야 했다. 이와 같은 컴퓨터의 준비가 특강 프로그램을 진행하는데 가장 큰 애로사항이었다. 이는 특강 대상 학교에 컴퓨터 실의 사용을 요청해야 할 뿐만 아니라 학생용 컴퓨터에 아두이노의 실행을 위한 스케치 프로그램의 설치까지 요청해야 했기 때문이다. 따라서 이와 같은 강의 환경의 개선이 필요하였다.

2. Design

이전 단계에서 분석한 특강 적용 대상, 강의 환경 및 과거 적용 사례를 바탕으로 특강의 방향성에 대해 설계하였고 그 내용은 다음과 같다.

먼저 특강의 목표는 국립대학육성사업의 제안 내용을 바탕으로 K 대학 인근지역 초·중학생들이 4차 산업혁명 기술과 관련된 내용을 직접 체험하여 해당 분야에 대한 흥미와 관심을 유도하는 것으로 설정하였다. 이러한 목표에 따라 ‘라즈베리 파이’와 ‘아두이노’ 등 피지컬 컴퓨팅 기기를 활용한 특강 프로그램을 설계하였는데, 이는 이들 피지컬 컴퓨팅 기기들이 최근 4차 산업혁명 기술과 관련된 메이커 활동에서 자주 활용되고 있으며, 학교 현장에서도 활용할 수 있는 적절한 소재였기 때문이다. 특히, 라즈베리 파이의 경우 저가의 원보드 컴퓨터이기 때문에 이를 사전에 준비해 놓으면 특강 적용 대상 학교에 컴퓨터의 준비를 요청하지 않아도 되는 특성이 있었다.

주요 교수 전략으로는 교수자의 일방적인 강의가 아닌 소그룹별 지도 방법을 활용하였다. 일회성 특강의 특성상 강의에 주어지는 시간이 길지 않았는데 이러한 짧은 시간 내에 학생들의 흥미와 관심을 유도하기 위해서는 소수의 학습자를 개별지도하는 것이 효율적이기 때문이었다.

3. Development

연구자는 분석 및 설계 내용을 바탕으로 구체적인 특강 프로그램에 대한 개발을 수행하였다. 특강 프로그램은 이

은상(2020, 2021), Lee(2020)의 연구를 기반으로 하여 ‘아두이노 음악 연주 프로그램’, ‘아두이노 자동차 만들기 프로그램’, ‘자동 자명종 프로그램’ 등 3개의 주제로 개발되었다[7-9]. 특강은 3~4명의 학생을 1명이 예비 교사가 개별지도하는 방식으로 짧은 시간 내에 학생들의 흥미와 관심을 유도하고자 한 목적을 달성하고자 하였다.

이러한 목적에 맞추어 학생용 PC 기능 교구의 개발, 프로그램 교재의 개발, 교수용 웹사이트 및 소스 코드의 수정 보완 등의 작업이 수행되었다. 학생용 PC 기능 교구의 경우 라즈베리 파이에 7인치 전용 터치스크린을 부착하고 MDF로 거치대를 만들어 쉽게 거치할 수 있는 형태로 개발하였다. 라즈베리 파이의 운영체제는 라즈비안으로 리눅스를 기반으로 하는데, 윈도우 기반이 아니었기에 아두이노의 스케치 프로그램을 설치하고 3개 주제의 프로그램이 작동되도록 수정 보완하는데 다소 많은 시간이 소요되었다.

본 특강 프로그램의 교재는 특강 적용 대상 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 프로그램의 각 단계를 실제로 촬영한 컬러 사진과 단계별 설명 내용으로 구성하였으며, 회로를 구성하는 회로도나 소스 코드 등을 포함하였다. 그 외에 교재의 내용을 모두 포함하고 있는 교수용 웹사이트를 준비하였고, 특강에서 사용할 체험 활동 재료들의 테스트를 거쳐 키트로 포장하는 일련의 과정을 거쳤다.

4. Implementation

개발된 특강 프로그램의 실행 과정은 다음과 같다. 먼저 프로그램을 진행할 강사에 대한 교육이 이루어졌다. 프로그램의 진행 강사는 2020년 1학기부터 2021년 2학기에 걸쳐 연구자가 개설한 총 3개의 과목에서 아두이노와 관련된 다양한 활동을 체험해 보고 해당 내용을 숙지한 학부생들이었다. 즉, 연구자는 학부 과목의 내용을 보다 쉽게 이해시킬 목적으로 아두이노를 이용한 체험 활동을 소개하였는데, 본 특강 프로그램의 주제인 ‘아두이노 음악 연주 프로그램’, ‘아두이노 자동차 만들기 프로그램’은 이러한 체험활동 중 일부였다. 연구자는 학부생을 대상으로 특강 프로그램의 취지와 개요를 설명하고 특강의 강사로 참여할 학부생을 모집하였다. 모집된 학부생을 대상으로 개발된 교구의 사용 방법 안내, 특강 진행 방법 안내, 강의 내용 안내 등의 교육을 실시하였다.

특강에 참여할 학교에 대한 선정을 위해 K 대학 인근 초, 중학교에 특강의 개요를 소개한 공문을 발송하였고 특강 참여 가능 학교의 신청을 받았다. 특강일은 해당 학교의 학사 일정과 특강을 진행할 예비 교사들의 수업 일정을 고려하여 최종 결정하였으며, 총 3회에 걸쳐 진행되었다.

5. Evaluation

적용된 특강에 대한 평가는 프로그램에 참여한 초, 중학생의 설문으로 확인하였다. 설문은 프로그램의 만족도를 확인하기 위해 선행 연구들을 바탕으로 6개의 선택형 문항과 2개의 개방형 문항을 구성하였다. 선택형 문항으로는 프로그램 진행의 원활성(1번), 프로그램 내용의 적절성(2번), 프로그램의 흥미 유발 여부(3번), 전반적인 프로그램 참여의 만족도(4번), 궁금한 것에 대한 교사의 안내 여부(5번), 추후 이와 같은 특강 프로그램에 참여 학교 싶은지에 대한 여부(6번) 등의 내용을 포함하였으며 5점 리커트 척도로 응답하게 하였다. 개방형 문항으로는 프로그램의 소감(7번) 및 개선점(8번)을 자유롭게 작성하도록 하였다.

프로그램을 진행한 학부모에게는 인터넷 카페에 프로그램을 운영하면서 겪는 어려움이나 개선점을 프로그램을 실시할 때마다 작성하게 하여 향후 특강 진행을 위한 보완점을 확인하는 데 활용하였다.

III. Results

1. Learning tool of PC function

이 연구에서 특강에 적용하기 위해 개발된 PC 기능을 수행하는 교구의 구성을 소개하면 다음과 같다.

Fig. 1(좌)은 개발된 교구의 전체 모습으로 라즈베리 파이를 부착한 터치스크린, 마우스, 키보드, 보조배터리, 터치스크린의 거치대 역할을 하는 MDF 판 등으로 구성되어 있다. 이 중 터치스크린과 MDF는 Fig. 1(우)와 같이 시중에서 판매하고 있는 23*16*6cm 크기의 플라스틱 상자에 보관하였다. 플라스틱 상자에 터치스크린과 MDF 거치대를 보관하는 방법은 터치스크린을 외부 충격으로부터 보호할 수 있었으며, 특강 장소에서 교구를 학생들에게 배분하는 데 걸리는 시간을 줄여 주었다. 또한, 이들은 대형 플라스틱 상자에 담아 특강 장소로 쉽게 이동할 수 있었다.



Fig. 1. Developed PC Function Teaching Aid

Fig. 2는 거치대의 구조를 나타낸 사진이다. 두 개의 MDF판을 Fig. 2(좌)와 같이 서로 결합시킨 후 그 위에

Fig. 2(우)와 같이 라즈베리 파이를 결합한 터치스크린을 올려 놓으면 컴퓨터와 같이 사용할 수 있는 구조가 된다.

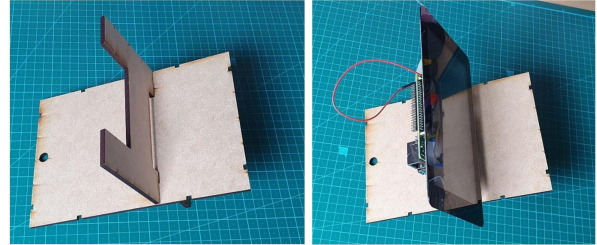


Fig. 2. Structure of the Cradle

라즈베리 파이 및 터치스크린의 전원 공급은 2000mA 대용량 보조배터리를 활용하였다. 연구자는 특강 전 미리 보조배터리를 충전해 놓았는데 1회 충전 시 3~4시간의 특강을 2~3회 정도 진행할 수 있었다. 이와 같이 보조배터리를 이용한 전원 공급 방식은 유선 전원을 사용하지 않기 때문에 콘센트를 사용해야 하는 번거로움이 없었다.

Fig. 3는 라즈베리 파이에 전원을 공급한 모습으로 개발된 PC 기능 교구의 작동 모습과 실제 활용 사례이다. 연구자는 사전에 총 16대의 라즈베리 파이에 라즈비안을 설치하고 여기에 아두이노를 구동할 수 있는 스케치 프로그램을 설치하였다. 프로그램이 설치된 교구는 예비 교사에게 특강 전 배부하여 특강에서 제시할 내용이 원활히 작동되는지 확인하는 과정을 거쳤다.



Fig. 3. Operating Scenes of PC Functional Teaching Aids

2. Teaching and learning materials

2.1 Overview

이 연구에서 개발한 특강의 교수학습자료는 아두이노 자동차 만들기 프로그램, 아두이노 음악 연주 프로그램, 자동 자명종 만들기 프로그램 등 3가지 주제였다. 이들은 이은상(2020), 이은상(2021)의 연구에서 개발한 내용을 재구성한 프로그램이다(8, 9).

아두이노 자동차 만들기 프로그램은 아두이노와 L9110 모터 드라이버 모듈, 기어드 모터, 바퀴 외의 전자 부품을 이용하여 자동차의 본체 및 회로를 구성한 후 이 자동차를 제어하는 소스 코드를 작성해 보는 프로그램이다. 아두이

노 음악 연주 프로그램은 아두이노와 피에조 버저를 이용하여 회로를 구성한 후 tone 함수를 이용하여 학생들이 자신이 좋아하는 음악을 작성해 보는 프로그램이다. 자동 자명종 만들기 프로그램은 CdS 센서에서 빛을 감지한 후 이에 반응하여 특정음을 재생해 보는 프로그램이다.

특강 내용은 피지컬 컴퓨팅 기기인 아두이노를 이용하여 이들 3개의 프로그램 중 학교가 희망한 프로그램을 학생들이 체험해 보는 활동으로 구성되었다. 프로그램에서 사용된 언어는 텍스트 기반 프로그래밍 언어로 작성되었는데, 미리 작성된 프로그래밍 내용을 학생들이 수정해 가면서 주어진 미션을 수행하는 방식으로 진행되었다. 특강의 진행은 김진숙 외(2015)의 시범 보이기(DMM) 교수학습모형을 적용하여, 예비 교사가 프로그래밍에 대한 시범을 보인 후 이를 기반으로 학생들의 체험이 이루어지는 방식으로 진행되었다[10].

2.2 Student handout

각 프로그램은 실습 재료 소개, 회로 구성 방법 안내, 예시 프로그래밍 소개, 학생 체험 활동(미션 수행) 등으로 구성되었으며, 이러한 내용들은 Fig. 4와 같이 교재로 제작하여 특강 대상 학생들에게 개인별로 배부하였다. 교재에서는 예비 교사들이 쉽게 특강 내용을 지도할 수 있도록 실물 사진을 기반으로 내용을 구성하였다.

2.3 Practice material

실습 재료의 경우 3가지 특강 주제에 필요한 모든 재료를 준비하여 23*16*6cm의 플라스틱 상자에 담아 놓았다. 이는 특강 신청 학교에서 3가지 주제 중 어떤 주제를 선택할지 모르기 때문이었다.

실습 재료의 목록은 Table 1과 같으며 이들 재료를 플라스틱 상자에 담아 총 25세트를 준비하였다(Fig. 5 참조). 이들은 특강 당일 학생 2명당 1개씩 배분하였다.



Fig. 5. Practice material

Table 1. List of practice materials

No.	Name	Number	Subject
1	Arduino Uno	1	A, B, C
2	Wire (++, +-)	20	A, C
3	USB cable	1	A, B, C
4	Piezo buzzer	1	B
5	L9110 Motor drive module	1	A
6	CdS sensor	1	C
7	MDF for Arduino car	2	A
8	Geared motor	2	A
9	Wheel	2	A
10	9V Battery holder	2	A, B, C
11	Front wheel role 3D print	1	A
12	Clip	4	A
13	Double sided Tape	4	A

Subject A: Arduino car
 Subject B : Arduino playing music
 Subject C : Automatic alarm clock

3. Application Results

3.1 Overview

프로그램의 적용은 특강 적용 대상 학교로 확정된 3개 학교에서 총 3차에 걸쳐 수행되었다. 1차 적용은 2021년 11월 15일 A 초등학교에서 실시하였고, 5학년 8명, 6학년 11명 등 총 19명을 대상으로 하였다. 강사는 연구자를 포함하여 총 7명이었으며 5학년은 아두이노 자동차 만들기 프로그램을, 6학년은 아두이노 음악 연주 프로그램을 4차시에 걸쳐 적용하였다.

2차 적용은 2021년 12월 3일 B 초등학교에서 실시하였고, 5학년 18명, 6학년 18명 등 총 36명을 대상으로 하였다. 강사는 연구자를 포함하여 총 11명이었으며 5학년과 6학년 모두 아두이노 음악 연주 프로그램을 3차시에 적용하였다.

3차 적용은 2021년 12월 17일 C 중학교에서 실시하였고, 3학년 2개 학급 총 21명을 대상으로 하였다. 강사는 연구자를 포함하여 총 10명이었으며, 적용 프로그램은 아두이노 음악 연주 프로그램으로 이를 3차시에 적용하였다.

특강의 적용 날짜, 적용 대상, 특강 주제 등을 요약하면 Table 2와 같고 실제 적용 사례를 제시하면 Fig. 6과 같다.

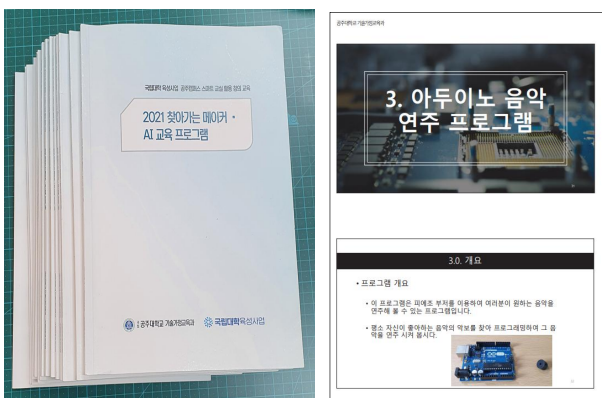


Fig. 4. Student handout

Table 2. Contents of the special lecture

No.	Date	School	Grade / Number of student	Subject	Number of teacher
1st	2021. 11. 15	A elementary school	5th / 8	A	7
			sixth / 8	B	
2nd	2021. 12. 03	B elementary school	5th / 18	B	11
			sixth / 18	B	
3rd	2021. 12. 17	C middle school	Class 1 of 3rd / 11	B	10
			Class 2 of 3rd / 10	B	

Subject A: Arduino car
Subject B : Arduino playing music



Fig. 6. Example of application of special lecture

3.2 Satisfaction Survey Results

이 연구에서 특강의 만족도를 조사한 결과는 Table. 3 과 같다. 조사 결과 A 초등학교의 만족도 평균은 4.92점, 표준편차 0.18점, B 초등학교의 만족도 평균은 4.69점, 표준편차 0.42점, C 중학교의 만족도 평균은 4.91점, 표준편차 0.24점이었으며, 전체 평균은 4.84점, 표준편차 0.34점이었다. 이를 통해 특강에 대한 높은 만족도를 확인할 수 있었다.

5번 문항은 수업에서 예비 교사의 지원과 안내가 적절했는지를 묻는 문항이었는데, 전체 6문항 중 가장 점수가 높았다. 이는 이 연구에서 특강 진행 방식이 1명의 예비 교사가 3~4명의 학생을 개별적으로 지도했기 때문에 나타난 결과로 학생들은 이러한 특강 진행 방법에 대해 매우 만족하였던 것을 확인할 수 있었다.

Table 3. Results of the satisfaction survey of optional questions

No.	A elementary school (n=19)		B elementary school (n=35)		C middle school (n=21)		Total (n=75)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	4.84	0.36	4.66	0.63	4.9	0.29	4.80	0.51
2	4.95	0.22	4.74	0.5	4.95	0.21	4.88	0.39
3	4.84	0.36	4.71	0.51	4.90	0.29	4.82	0.43
4	4.95	0.22	4.63	0.59	4.86	0.35	4.81	0.48
5	5.00	0.00	4.74	0.5	4.95	0.21	4.90	0.38
6	4.95	0.22	4.63	0.68	4.9	0.29	4.83	0.52
average	4.92	0.18	4.69	0.42	4.91	0.24	4.84	0.34

설문의 7번 문항은 프로그램의 적용 소감을 자유롭게 서술하는 문항이었는데, 총 56명의 학생이 응답하였다. 학생들의 응답 내용을 전처리 과정을 거쳐 텍스트마이닝 분석한 결과는 Table. 4와 같으며, 빈도와 TF-IDF를 기준으로 워드 클라우드로 표현한 결과는 Fig. 7, Fig. 8과 같다.

빈도 분석 결과 재미(40), 선생님(14), 친절(10), 처음(8), 좋음(7), 감사(5), 노래(5) 등으로 나타났고, TF-IDF 분석 결과 재미(9.24911), 좋음(6.265427), 선생님(5.988857), 친절(5.780601), 아쉬움(4.943755), 시간(4.913632), 노래(4.511329) 등으로 나타났다.

빈도 및 TF-IDF 분석 결과 상위권에 속한 '재미', '친절' 등의 키워드를 통해 학생들은 본 특강 프로그램에 재미를 느꼈음을 확인할 수 있었고, 예비 교사들이 학생들을 친절하게 지도했음을 확인할 수 있었다. 그 외에 학생들이 표현한 '좋음', '감사', '신기', '아쉬움', '유익' 등의 키워드들을 통해 본 특강에 대한 긍정적인 반응을 확인할 수 있었다.

Table 4. Results of text mining analysis of narrative questions

No.	Key word	N	Key word	TF-IDF
1	fun	40	fun	9.24911
2	teacher	14	good	6.265427
3	kindness	10	teacher	5.988857
4	first	8	kindness	5.780601
5	good	7	sorriness	4.943755
6	appreciation	5	time	4.913632
7	song	5	song	4.511329
8	new	4	appreciation	4.111327
9	coding	4	very	3.988984
10	later	3	later	3.661138
11	class	3	first	3.405123
12	time	3	informativeness	3.295837
13	machine	2	new	2.993093
14	sorriness	2	difficulty	1.994492
15	informativeness	2	coding	1.908639
16	interest	2	chance, next, explain, arduino, boring	1.329661



Fig. 7. Frequency word cloud

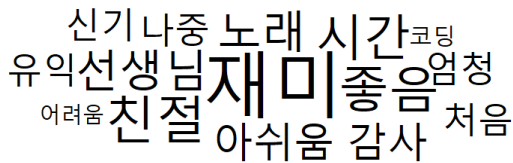


Fig. 8. TF-IDF word cloud

3.3 Supplementary points for future special lectures

이 연구에서 개발한 특강의 적용 결과 학생들의 긍정적인 반응을 확인하였지만, 지속적인 향후 특강 진행을 위해 몇 가지 보완해야 할 사항이 있었다.

첫째, 개발된 학생용 PC 교구의 화면이 작은 문제가 있었다. 이 연구에서 사용한 라즈베리 파이용 터치스크린은 7인치로 휴대성이 쉬웠지만, 텍스트 기반 프로그래밍에서 일부 소스 코드들이 보이지 않아 이를 지도하기 어려웠던 문제가 있었다. 이를 해결하기 위해서는 터치스크린의 화면을 확대하여 보이게 하는 확대경을 구입하거나 터치스크린 외의 디스플레이 장치를 사용할 필요가 있었다.

둘째, 아두이노 자동차 만들기 활동에서 학생들이 회로를 구성하는 데 다소 어려움을 겪었다. 예비 교사 1명이 2개 조(3~4명)의 회로를 일일이 구성해 주는 데 다소 시간이 걸리는 문제가 있었다. 해당 주제의 경우 회로 구성을 미리 해 놓은 아두이노 셸드를 개발하거나 아두이노 자동차의 회로 구성을 모두 마친 상태에서 프로그래밍에 대한 체험 목적의 주제로 수정 보완이 필요하였다.

IV. conclusion

이 연구에서는 일선 초·중등학교에서 컴퓨터 사용이 필요한 일회성 특강 프로그램의 개발 및 적용 사례를 제시하고자 하였다. 이를 위해 라즈베리 파이로 학생용 PC 기능을 수행하는 교구를 제작한 후 이 교구에서 활용 할 수 있는 아두이노 기반 특강 프로그램을 개발하고 이를 일선 학교에서 적용한 사례를 소개하였다.

이 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 특강에서 활용할 PC 기능의 교구를 개발하였다. 이 교구는 라즈베리 파이와 터치스크린을 이용하여 실제 PC 기능을 수행할 수 있는 교구로 일반 교실에서도 쉽게 세팅할 수 있는 장점이 있었다. 이에 일선 학교에서는 컴퓨터실 사용에 대한 요청이 필요 없어 보다 많은 학교에서 특강 신청을 받을 수 있었다.

둘째, 아두이노를 활용한 찾아가는 특강 교육 프로그램의 교수학습자료를 개발하였다. 이 연구에서는 아두이노 자동차 만들기, 아두이노 음악 연주, 자동 자명종 만들기 등 3가지 주제로 학생용 교재, 교수용 홈페이지, 특강에 필요한 실습 재료 등 교수학습자료를 개발하였다. 이들 교수학습자료는 리눅스 기반의 운영 체제를 사용하고 있는 PC 기능 교구에서 정상적인 작동이 가능하도록 기존 연구에서 개발된 프로그램을 수정 보완하는 작업을 수행하였다.

셋째, 특강에서 소수 인원을 개별지도하는 교수학습 방법을 활용하였다. 이 연구에서는 짧은 시간 동안 진행되는 특강의 참여를 높이기 위해 여러 명의 예비 교사가 강사로 활동하였으며, 한 명의 예비 교사가 3~4명의 학생을 개별 지도하는 방법을 활용하였다. 이를 통해 적용 대상 학생들은 특강에서 처음 접해 보는 주제였지만, 이를 쉽게 받아들일 수 있었다.

넷째, 특강 프로그램의 적용 결과 높은 만족도를 확인할 수 있었다. 이는 특강 적용 후 실시한 선택형 문항의 설문 조사 결과 전체 평균은 5점 만점 중 4.84점으로 매우 높게 나타났고, 서술형 문항에 응답한 내용을 텍스트 마이닝 분석한 결과 '재미', '친절', '좋음', '감사' 등 긍정적 단어가 많이 포함되어 있음을 통해 확인할 수 있었다.

이 연구에서 개발한 특강 프로그램의 적용 결과 학생들의 긍정적인 반응을 확인하였지만, 개발된 학생용 PC 교구의 화면이 작아 프로그래밍 작업이 어려웠던 점과 일부 주제에서 회로 구성 시 학생들이 어려움을 겪었던 점은 향후 특강 진행 시 개선해야 할 사항으로 확인되었다.

이 연구의 결과는 컴퓨터 사용이 필요한 일회성 특강 프로그램을 기획하거나 피지컬 컴퓨팅 관련 기기를 학교 현장에서 적용하고자 하는 교수자들이 참고할 수 있는 유익한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

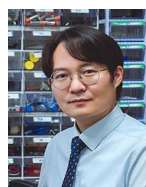
ACKNOWLEDGEMENT

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] Y. Park, "A Case Study on the Corporate Culture and Arts Program", *Korean Journal of Culture and Arts Education Studies*, Vol.10, No.3, pp.63-81, June 2015.
- [2] B. Lee, and C. Lee, "The development of program of practical education of Hanbok culture - Focus on life-ceremonial clothes -", *Journal of Korean Traditional Costume*, Vol.19, No.4, pp.77-91, December 2016.
- [3] K. Kim, and T. Kim, "A Study on the Blue-green algae Monitoring Applications Design using Raspberry Pi", *The Korean Society Fisheries And Sciences Education*, Vol.28, No.2, pp.376-383, March 2016.
- [4] J. Kim, and T. Kim, "The Effect of Physical Computing Education to Improve the Convergence Capability of Secondary Mathematics-Science Gifted Students", *The Journal of Korean Association of Computer Education* Vol.19, No.2, pp.87-98, March 2016.
- [5] J. Park, and S. Kim, "Case study on utilizing Arduino in programming education of engineering", *Journal of IKEEE*, Vol.19, No.2, pp.276-281, June 2015. <http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.1.275>
- [6] D. Lee, Y. Lim, and J. Kim, "Development of STEAM instructional materials using Arduino for creative engineering design class in high schools and its application", *Journal of Engineering Education Research*, Vol.23, No.1, pp.3-9, January 2020.
- [7] 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, July 2020. 10.12973/eu-jer.9.3.921
- [8] 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, December 2020.
- [9] E. Lee, "Development of Online-based Arduino Car Teaching and Learning Materials", *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol.21, No.4, pp.1437-1455, February 2021.
- [10] J. Kim, S. Han, S. Kim, S. Jeong, J. Yang, U. Jang, et al. SW education teaching and learning model development research: Korean Educational Development Institute. 2015 December.

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, technology education and invention education.