

안드로이드 스마트폰을 활용한 피지컬 컴퓨팅을 위한 교육용 앱의 개발

김태우* · 전석주**

서울은진초등학교* · 서울교육대학교**

요 약

피지컬 컴퓨팅은 도구를 활용한 구체적 조작 활동으로 컴퓨터와 실제 세계간의 상호작용을 직접 관찰할 수 있어, 초등학교 학생들이 컴퓨터 과학의 개념과 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 본 연구에서는 초등학생들이 보유한 스마트폰을 피지컬 컴퓨팅 도구로 활용할 수 있는 안드로이드 어플리케이션을 설계하고 개발한다. 안드로이드 스마트폰의 센서를 활용하여 데이터를 수집하는 클래스와 수집된 데이터를 컴퓨터로 전송하여 프로그래밍 학습에 활용할 수 있도록 하는 클래스를 설계하고 어플리케이션을 개발한다. 본 연구에서 개발하는 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션은 다른 피지컬 컴퓨팅 도구의 구비가 어려운 환경에서 학생 자신의 스마트폰을 통해 컴퓨터 과학의 원리를 더욱 쉽게 이해할 수 있는 도구로 활용될 수 있다.

키워드 : 피지컬 컴퓨팅, 소프트웨어 교육, 안드로이드, 스마트폰, 교육용어플리케이션

Development of Educational Application for Physical Computing using Android Smartphone

Tae-Woo Kim* · Seok-Ju Chun**

Seoul Eunjin Elementary School* · Seoul National University of Education**

ABSTRACT

Physical computing, a concrete operational activity using tools, can help children to understand principles of computer science by observing interactions between a computer and the real world directly. This study aims to design and develop an android application to utilize students' smart phones as a tool of physical computing education. The application includes one class designed to collect data using android smart phone sensors and another designed to transfer the data to a computer which students can use to learn programming. The physical computing application can be used to help students understand the principles of computer science more easily in schools not equipped with physical computing tools.

Keywords : Physical Computing, Software Education, Android, Sensors, Educational Application

이 논문은 2018년도 서울교육대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음

교신저자 : 전석주(서울교육대학교 컴퓨터교육학과)

논문투고 : 2018-11-21

논문심사 : 2018-12-14

심사완료 : 2018-12-19

1. 서론

4차 산업혁명 시대로 접어들면서 인간의 삶에 소프트웨어가 영향을 미치는 비중이 매우 커졌다. 시대의 흐름에 따라 소프트웨어 교육의 필요성은 점차 증대되었고, 우리나라에서도 2015 개정 교육과정을 도입하면서 초등학교에서도 소프트웨어 교육을 실시하게 된다. 이에 따라 교육부에서는 2015년 2월에 컴퓨팅 사고력을 가진 창의·융합 인재를 양성하기 위한 소프트웨어 교육 운영 지침을 발표하였다.

초등학교에서는 2019년부터 5~6학년 실과 교과에서 ‘기술 시스템’ 영역과 ‘기술 활용’ 영역에서 소프트웨어 교육을 실시하며, 학생들은 소프트웨어 교육을 통해 정보 사회 및 소프트웨어에 대한 이해, 정보 윤리, 컴퓨팅 사고, 알고리즘, 프로그래밍 등의 내용을 학습하게 된다[8]. Piaget의 인지발달이론에 따르면 5~6학년 시기는 구체적 조작기에서 형식적 조작기로 넘어가는 시점으로 과학적 사고, 추상적 사고, 체계적 사고 등이 가능해지는 시기이다[2]. 소프트웨어 교육에서는 구체적 조작활동인 피지컬 컴퓨팅을 통해 학생들의 인지 발달을 도울 수 있을 것으로 기대된다.

피지컬 컴퓨팅을 활용한 소프트웨어 교육을 위하여 교육 현장에서는 로봇형 교구, 모듈형 교구, 보드형 교구와 같은 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용할 수 있다. 피지컬 컴퓨팅 도구는 다양한 센서와 액추에이터를 활용하여 실제 세계와 가상 세계간의 상호작용을 가능하게 해준다[6]. 그러나 이러한 피지컬 컴퓨팅용 교구들은 외국에 비하여 우리나라에서 판매되는 단가가 높아서 일선 학교에서 작은 예산으로 구매하여 활용하기에 재정적으로 제한점이 많다.

이러한 교육 현장의 어려움을 극복하기 위한 대안으로 BYOD를 제시할 수 있다. BYOD는 ‘Bring Your Own Device’의 약자로 자신의 스마트 기기를 업무나 학습에 활용할 수 있다는 의미이다[7]. 한국미디어패널 조사연구팀(2016)이 실시한 조사에 따르면 초등학교 고학년의 스마트폰 보유율은 68.2%에 달한다[5]. 스마트폰을 보유하지 않은 학생들이라도 가족이나 친구의 스마트폰을 사용해 본 학생이 대부분이어서 학생 자신의 스마트폰을 교육활동에 사용하는데 어려움이 없을 것으로 판단된다.

피지컬 컴퓨팅 교육용 도구들은 다양한 센서를 통해 컴퓨터와 데이터를 주고받는다. 스마트폰에도 가속도, 빛, 근접 센서 등의 다양한 센서가 장치되어 있으며 Wi-Fi, 블루투스 등을 통하여 컴퓨터와 통신이 가능하다. 대표적인 교육용 프로그래밍 언어인 ‘스크래치’에는 무선 네트워크를 통해 스크래치가 실행되고 있는 컴퓨터와 다른 기기와의 통신을 가능하게 하는 ‘원격 센서 연결’ 기능을 지원한다. 그러나 기존에 개발된 어플리케이션들은 지원하는 센서의 수가 적어 실제 교육 활동에 활용하기에 부족함이 있다.

이에 본 연구에서는 기존 어플리케이션의 단점을 개선하여 스마트폰에 장착된 다양한 종류의 센서를 다수 활용하여 피지컬 컴퓨팅 교육에 이용할 수 있는 안드로이드용 스마트폰 어플리케이션을 개발하고자 한다. 학생들이 자신의 스마트폰을 교육 활동에 활용할 수 있으므로 센서 보드 등의 교구를 구매하지 않아도 피지컬 컴퓨팅을 통한 구체적 조작활동을 소프트웨어 교육에서 실시하여 학생들의 인지 발달에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이론적 배경

2.1 피지컬 컴퓨팅

Dan O’Sullivan과 Tom Igo(2004)는 피지컬 컴퓨팅을 “물리적인 실제 세계와 컴퓨터의 가상 세계가 서로 대화하는 것”으로 정의하였다[9]. 즉 피지컬 컴퓨팅이란 실제 세계에서 발생하는 여러 물리적 현상들을 센서를 통해 감지하고 감지된 데이터를 컴퓨터로 전송하여 처리하는 것을 의미한다. 피지컬 컴퓨팅용 도구에는 마이크로 컨트롤러가 장착되어 있어 데이터를 처리하여 컴퓨터로 전송하는 것을 가능하게 한다[4].

소프트웨어 교육의 목적인 컴퓨팅 사고력[3] 신장에 있어서 많은 활동들은 추상적인 개념을 이해할 수 있도록 진행된다. 5~6학년 학생들은 인지 발달 단계상 추상적인 개념을 이해하는 데 어려움이 있을 수 있으나, 피지컬 컴퓨팅을 통해 물리적 환경과 컴퓨터가 상호작용하는 것을 실제로 체험하면서 컴퓨터 과학의 개념과 절차를 더욱 쉽게 이해할 수 있다[2].

2.2 안드로이드[13]

안드로이드는 구글에서 리눅스를 기반으로 개발한 운영체제이다. 스마트폰에서 구동되는 운영체제로 개발되었으나 현재는 태블릿PC, 스마트 워치 등 다양한 모바일 기기에서 사용되고 있다[10]. 국내에서는 삼성, LG등의 주요 제조사가 안드로이드 기반 스마트폰을 제작하고 있으며, Gartner(2018)의 조사에 따르면 2018년 2분기 현재 전 세계 스마트폰 운영체제의 88%를 안드로이드가 점유하고 있고 애플의 iOS는 단지 11.9%에 그치고 있다[1]. 안드로이드 기반 스마트폰은 기본적으로 다양한 센서를 장착하고 있다. 빛 센서, 가속도 센서, 기압 센서, 기온 센서, 근접 센서, 방향 센서 등 그 종류는 다양하다[12].

2.3 스크래치

소프트웨어 교육에서 사용되는 대표적인 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치는 미국의 MIT에서 개발하여 전 세계적으로 사용되고 있다. 스크래치[15]는 블록형 프로그래밍 언어로서, 기본적으로 제공되는 블록형 명령어들을 조합하여 화면상의 스프라이트를 작동시킬 수 있다. 이러한 방식의 블록형 프로그래밍 언어는 복잡한 명령어와 함수를 외우지 않아도 된다는 장점이 있고, 프로그래밍의 결과를 직관적으로 확인할 수 있어 기존의 텍스트 기반 프로그래밍 언어보다 초등학생들이 접근하기에 쉬워 교육 현장에 적용하기에 적합하다.

스크래치의 다양한 기능 중 ‘원격 센서 연결(Remote Sensor Connection) 기능은 같은 무선 네트워크에 연결된 클라이언트로부터 센서 값을 읽어올 수 있는 기능이다. 스크래치 1.4 버전에서는 아무 센서 블록에 마우스 오른쪽 클릭을 하여 실행시킬 수 있으며, 스크래치 2.0 버전에서는 별도의 확장 프로그램을 설치하여야 한다.

3. 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션 설계

3.1 설계 방향과 절차

본 연구의 설계 방향은 다음과 같다.

첫째, 안드로이드 기반의 스마트 기기에서 사용이 가능하여야 한다.

둘째, 동일 네트워크 내 Wi-Fi 연결을 통한 데이터 전송이 가능하도록 한다.

셋째, 초등학생들의 학습에 활용이 용이하도록 UI를 간편하게 구성한다.

넷째, 초등학교 교육과정에서 다루지 않는 어려운 개념의 센서 값 전송은 구현에서 배제한다.

위에서 제시한 개발 방향에 맞추어 객체 지향 프로그래밍의 원리에 따라 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 설계하여 구현할 수 있도록 한다.

첫째, 초등학교 피지컬 컴퓨팅 교육에서 사용할 수 있는 스마트폰의 센서의 종류를 선정한다.

둘째, 추출한 센서의 값을 측정하여 화면에 출력할 수 있는 ‘센서 서비스 클래스’를 설계한다.

셋째, PC를 서버, 스마트폰을 클라이언트로 하여 데이터를 전송할 수 있는 ‘소켓 서비스 클래스’를 설계한다.

넷째, 안드로이드 API 가이드에 따라 ‘센서 서비스 클래스’와 ‘소켓 서비스 클래스’를 활용하여 스마트폰에서 실행되는 ‘피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션’을 설계하여 구현할 수 있도록 한다.

3.2 관련 어플리케이션 분석

3.2.1 원격 센서 활용 어플리케이션 목록

안드로이드 스마트폰에서 활용할 수 있는 스크래치용 원격 센서 연결 어플리케이션 5개를 조사하여 분석한 후 <표 1>에 정리하였다.

<Table 1> List of existing applications

application (producer)	Application Analysis
Scratch Sensors (Emant Pte Ltd)	- It has been developed to utilize basic connection functions, acceleration sensors, and direction sensors with PCs. The link to the description page at the bottom of the application will no longer

	work since June 2017. - Update Date: 2011.10.19. - No of downloads: 10,000+
Scratch Sensors Mod (Two boys and their Hats)	- Based on the above Scratch Sensors, it has been developed to take advantage of five buttons except for physical sensors. - Update Date: 2014.4.21. - No of downloads: 100+
Physical Sensors for Scratch (moyashi-koubou)	- It has been developed to utilize acceleration sensors, direction sensors, sound sensors, light sensors, proximity sensors, sliders, and barometric pressure sensors. The icons are properly positioned to understand the function of the sensor. - Update Date: 2017.3.24. - No of downloads: 5,000+
Scratcher Control (khanning)	- It was developed to serve as a controller to enjoy the game. Acceleration sensors, light sensors, and buttons can be used. Instead of pressing a button, voice recognition (English only) and gestures are also available - Update Date: 2013.10.26. - No of downloads: 1,000+
Hi Scratch for Arduino! (Citilab)	- Acceleration sensors, touch sensors, sliders, and four buttons can be used. Multi-device connectivity is possible. - It is not mounted on Google Play Store. Also, it is impossible to run in the latest Android version (5.0, Lollipop) or later.

3.2.2 원격 센서 활용 어플리케이션 분석

안드로이드 스마트폰에서 활용할 수 있는 스크래치용 원격 센서 연결 어플리케이션을 분석한 결과 기존의 어플리케이션들이 보여주는 특징을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 스크래치에서 제공하는 HTTP 프로토콜을 활용하여 스마트폰에서 PC로 원격 센서 연결을 가능하게 한다. 그러나 원격 센서 연결 기능이 생소학 사용자에게 어떻게 하면 스마트폰과 PC를 연결시킬 수 있는지에 대한 설명을 하는 어플리케이션은 없어서 초등학생이 실제로 사용하기에 많은 어려움이 있을 것으로 분석된다.

둘째, ‘Scratcher Control’을 제외한 다른 어플리케이션들은 한글화가 이루어져 있지 않고, 각 센서의 명칭이 초등학교 5~6학년 학생들이 이해하기 어려운 영어 단어로 구성되어 있어 영어 성취도가 낮은 초등학생의 경우

에는 기존 어플리케이션의 활용이 어려울 것으로 분석된다.

셋째, 교육적인 목적으로 만들어진 어플리케이션이 아니기 때문에 학생들이 사용하기에 불편하다고 느껴질 수 있고, 어플리케이션을 통해 활용할 수 있는 센서의 종류가 적어서 실제 수업에 적용하기에 어려움이 있다.

위에서 분석한 내용을 바탕으로 다양한 센서를 활용할 수 있고, 여러 기능을 지원하며, 초등학생들이 쉽게 활용할 수 있는 어플리케이션의 개발이 필요할 것으로 판단된다. 이에 따라 본 연구에서는 기존 어플리케이션들의 단점을 극복하여 학교 현장에서 피지컬 컴퓨팅 교육을 위해 활용할 수 있는 어플리케이션을 설계 및 개발한다.

3.3 센서 서비스 클래스 설계

3.3.1 교육용 센서 목록 선정

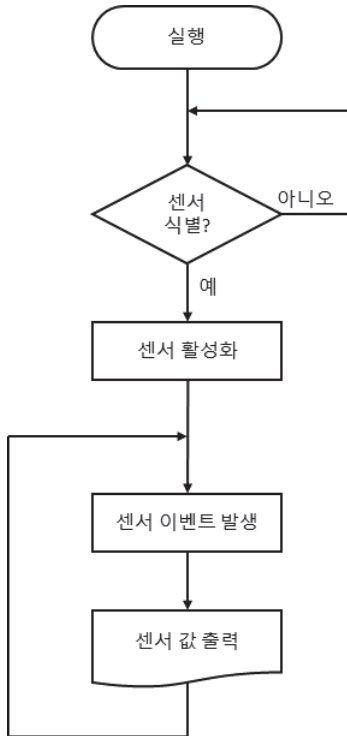
안드로이드 센서 API는 스마트폰에서 활용할 수 있는 다양한 센서 리스트를 제공한다. 초등학생을 대상으로 한 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 개발함에 있어 초등학생이 이해하기 어려운 개념의 센서는 배제하고 교육 현장에서 쉽게 활용할 수 있는 센서의 목록을 추출하여 <표 2>와 같이 정리하였다.

<Table 2> Sensor list for education

Sensor	suitability
ACCELEROMETER	suitable
AMBIENT_TEMPERATURE	suitable
GRAVITY	inappropriate
GYROSCOPE	suitable
LIGHT	suitable
LINEAR_ACCELERATION	inappropriate
MAGNETIC_FIELD	suitable
ORIENTATION	suitable
PRESSURE	inappropriate
PROXIMITY	suitable
RELATIVE_HUMIDITY	suitable
ROTATION_VECTOR	inappropriate
TEMPERATURE	inappropriate
SOUND	suitable
SLIDER	suitable
BUTTON	suitable

3.3.1 센서 값 호출

선정된 교육용 센서의 목록에 해당하는 센서의 값을 기기로부터 호출하여 화면에 출력하도록 하는 과정은 (그림 1)과 같다.



(Fig. 1) A flow diagram of sensor service class

3.4 소켓 서비스 클래스 설계

3.4.1 원격 센서 프로토콜

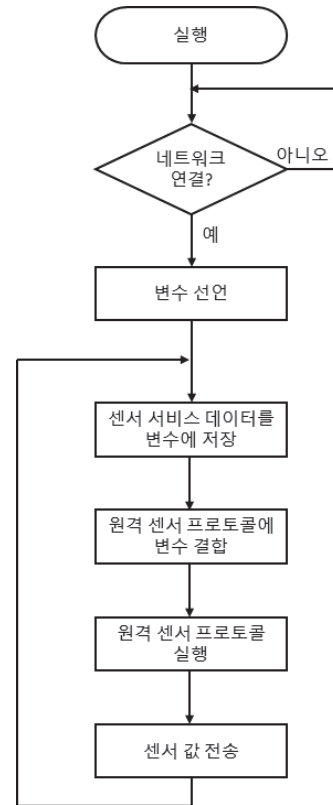
스크래치는 원격 센서 연결을 위한 HTTP 프로토콜을 제공한다. 이 프로토콜은 PC(서버)와 스마트폰(클라이언트)가 같은 네트워크로 연결되어 있을 때, PC의 42001번 포트에 대한 연결을 허용한 후 사용할 수 있다. 각 기능에 대응하는 프로토콜 명령어는 <표 3>과 같다 [14].

<Table 3> Remote Sensor Connection Protocol

Function	Protocol
Message broadcasting	http://[IP]:42001/broadcast=[message-name]
Sensor Value Changing	http://[IP]:42001/sensor-update=[sensor-name]=[value]

3.4.2 센서 값 전송

센서 서비스 클래스를 통해 얻은 센서 값 데이터는 (그림 2)와 같은 과정을 통해 스크래치가 구동되는 PC로 전송된다.



(Fig. 2) A flow diagram of socket service class

3.4.3 다중 기기 연결

여러 대의 스마트폰을 PC에 연결하는 경우 각 기기에 대한 접두사를 다르게 붙여 센서 값을 전송함으로써

다중 기기 연결을 지원할 수 있다. 다중 기기 연결에 따른 센서 값의 변화 예시는 <표 4>와 같다.

<Table 4> Multi-device connection example

Classification	Prefix	Sensor value
Smartphone 1	phone1_	phone1_accelerometer
		phone1_orientation
		phone1_gyroscope
		phone1_magnetic
		phone1_temperature
		phone1_humidity
		phone1_light
		phone1_proximity
		phone1_button
		phone1_slider
Smartphone 2	phone2_	phone2_accelerometer
		phone2_orientation
		phone2_gyroscope
		phone2_magnetic
		phone2_temperature
		phone2_humidity
		phone2_light
		phone2_proximity
		phone2_button
		phone2_slider

3.5 유저 인터페이스 설계

안드로이드 어플리케이션은 각각의 화면을 하나의 액티비티(Activity)로 구분한다. 각각의 액티비티는 본 어플리케이션의 교육적 활용을 용이하게 할 수 있도록 설계하였다. 또한 센서를 활용할 때에는 기기의 많이 배터리를 많이 소모하게 되므로 액티비티의 바탕색은 어둡게 설계하였다. 단, 도움말 액티비티는 가독성을 위해 밝은 바탕색으로 설계되었다. 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션은 총 4개의 액티비티로 구성되어 있으며 액티비티의 화면 구성은 <표 5>와 같다.

<Table 5> Activity Design

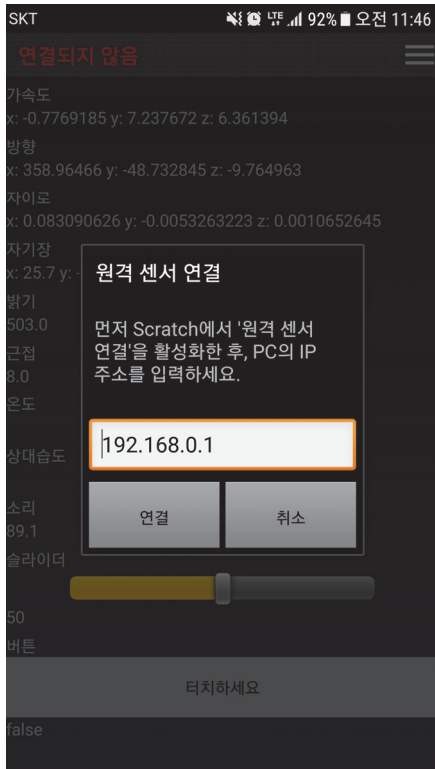
Activity	Screen Configuration
Sensor List	A menu view (View) is located at the top of the sensor list activity that displays the connection status and menu. If you press the menu button in the upper right corner, a menu consisting of 'Remote Sensor Connection, Multi-device Connection, Help, Exit' is displayed. On the bottom of the menu view is a sensor view that outputs the sensor values of the smartphone. From the top, the values of acceleration, direction, gyro, magnetic field, light, proximity, temperature, humidity, sound, slider, and button sensor are displayed.
Remote Sensor Connection	The remote sensor connection activity is output in a dialogue form on the main activity and allows the smartphone to connect with the PC by entering the IP address of the PC that acts as a server.
Multi-device connection	Multi-device connected activity allows two or more smartphones to be connected to a PC to be distinguished from each other by attaching different prefixes to each sensor name.
Help	The Help Activity uses example figures to help students learn how to use them easily.

4. 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션 개발

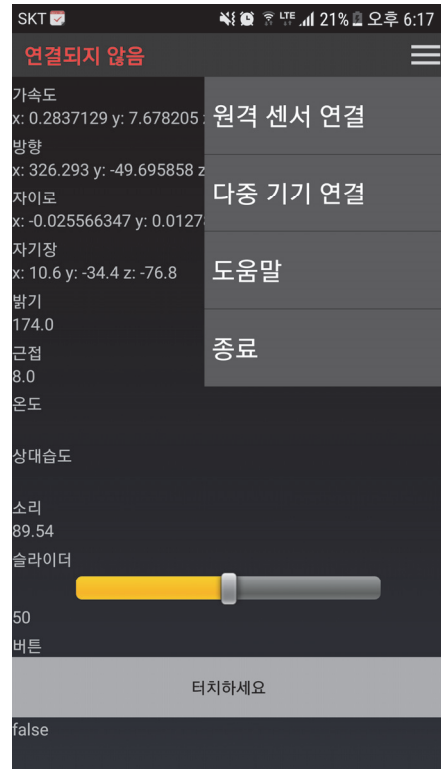
4.1 액티비티 구현

4.1.1 시작 화면 구현

피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 구동하면, 시작 화면으로 센서 리스트 액티비티 위에 원격 센서 연결 액티비티가 오버레이되도록 구현하였다. 원격 센서 연결 액티비티의 IP 주소 입력 칸에 서버 역할 PC의 IP 주소를 입력하고 '연결' 버튼을 눌러 PC와 스마트폰을 연결할 수 있다. 시작 화면의 모습은 (그림 3)과 같다.



(Fig. 3) Start screen

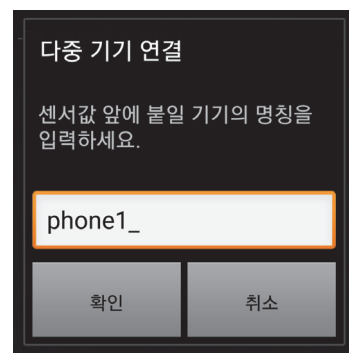


(Fig. 4) Enabling a menu view

원격 센서 연결 액티비티를 비활성화하면 센서 리스트 액티비티가 활성화된다. 센서 리스트 액티비티의 상단에는 현재 PC와의 연결 상태와 메뉴를 표시하는 메뉴 뷰가 위치한다. 메뉴 뷰의 우측에 있는 메뉴 버튼을 터치하면 (그림 4)와 같은 메뉴가 나타난다. 메뉴에서는 위에서부터 순서대로 원격 센서 연결, 다중기기 연결, 도움말, 종료 기능을 사용할 수 있다.

4.1.2 다중 기기 연결 액티비티 구현

두 대 이상의 스마트 장치를 PC에 연결할 수 있도록 다중 기기 연결 액티비티를 구현하였다. 두 대 이상의 스마트폰을 PC와 연결할 경우 (그림 5)처럼 각 센서명 앞에 장치 이름과 같이 각기 다른 접두어를 붙여 서로 구별할 수 있도록 하였다.



(Fig. 5) Multi-device connected activity

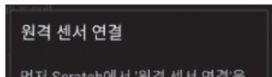
4.1.3 도움말 액티비티 구현

피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 처음 사용하는 학생들을 위하여 도움말 액티비티를 구현하였다. 도움말 액티비티에서는 스크래치 1.4 버전에서 원격 센서 연결을 활성화하는 방법, 어플리케이션에서 원격 센서 연

결을 시도하는 방법, 사용 가능한 센서의 목록, 다중 기기 연결 방법 등을 설명하였다. 도움말 액티비티의 모습은 (그림 6)과 같다.



2. Scratch를 실행중인 PC의 IP 주소를 입력하여, Scratch Sensors와 연결합니다. (PC와 스마트폰은 반드시 같은 네트워크로 연결되어 있어야 합니다.)



(Fig. 6) Help activity

4.2 어플리케이션 적용

4.2.1 원격 센서 연결 활성화

본 연구에서 개발한 어플리케이션을 학교 현장에 적용하기 위해서는 무선 네트워크 환경이 준비되어 있어야 한다. 학내 Wi-Fi 망이 구축되어 있거나, 무선 LAN을 통한 네트워크 연결이 가능해야 한다. 어플리케이션 적용이 가능한 네트워크 연결 상황을 구조화하면 <표 6>과 같다.

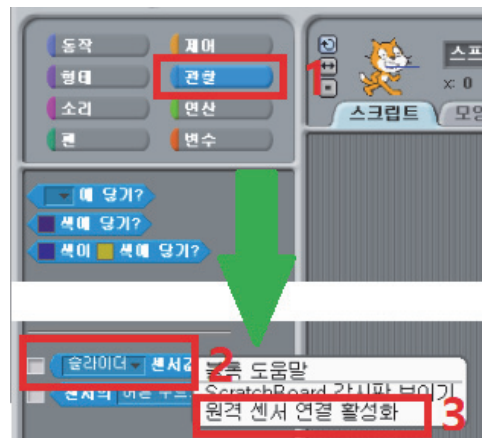
학내 Wi-Fi 망이 구축되어 있을 경우 원격 센서 연결을 활성화하기에 수월하지만, 학내 Wi-Fi 망이 구축되어 있지 않을 경우에는 스마트폰의 핫스팟(테더링) 기

능을 활성화하여 PC에서 무선 LAN으로 접속하거나, PC의 무선 LAN을 활용하여 AD-HOC 네트워크를 구축할 수 있다.

<Table 6> Remote sensor connection activation

	PC (Server)	Smartphone (Client)
Wi-Fi is installed	Wired LAN connection	Wireless LAN connection
	Wireless LAN connection	Wireless LAN connection
Wi-Fi Not installed	Wireless LAN connection	Hotspot Configuration (Using Tethering)
	Ad hoc Network Configuration (Wireless LAN Required)	Wireless LAN connection

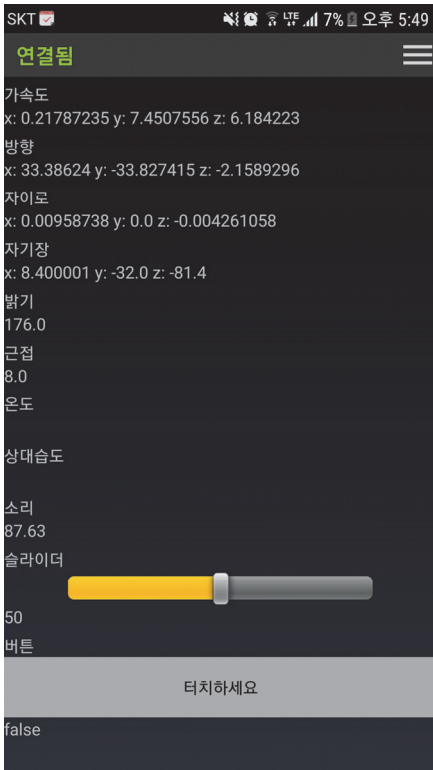
PC(서버)와 스마트폰(클라이언트) 간에 무선 네트워크 환경이 구축 완료되면 스크래치 1.4버전을 실행시켜 원격 센서 연결을 활성화한다. 스크래치 1.4버전의 관찰 탭에서 센서 블록에 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 원격 센서 연결을 활성화할 수 있다. 원격 센서 연결 활성화 방법을 그림으로 나타내면 (그림 7)과 같다.



(Fig. 7) Enabling remote sensor connection

원격 센서 연결을 활성화할 때 Windows 방화벽에서 스크래치 1.4버전을 허용해야만 스마트폰과의 통신이 가능해진다. PC에서 원격 센서 연결을 활성화한 다음에 스

마트폰에서 어플리케이션을 실행한다. ‘원격 센서 연결’ 액티비티에서 PC의 IP 주소를 입력하고 ‘연결’ 버튼을 눌러 PC와 스마트폰 간의 통신을 가능하게 한다. 연결이 완료된 상태의 어플리케이션 화면은 (그림 8)과 같다.



(Fig. 8) Remote sensor connection

4.3 센서활용 수업 시나리오

4.3.1 가속도 센서 활용 수업 방안

가속도 센서를 활용한 수업에서는 고양이가 주방을 어지럽히는 쥐를 잡는 게임 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 가속도 센서의 x축과 y축의 값이 변함에 따라서 고양이가 움직이고 고양이가 쥐에 닿으면 게임이 끝나는 방식이다.

스마트폰을 기울이는 방향에 따라 고양이가 움직이는 프로젝트를 통하여, 학생들은 가속도 센서의 기능과 활용에 대해 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 또한 생활 속에

서 가속도 센서를 활용한 물건이나 소프트웨어가 있는지 찾아보는 활동을 통해 가속도 센서에 대한 심층적인 이해가 가능할 것이다.

4.3.2 근접 센서 활용 수업 방안

근접 센서를 활용한 수업에서는 쥐를 잡기 위해 기다리는 고양이 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 의자 위에서 쥐를 기다리던 고양이가 근접 센서 값이 0이 되면 소리를 내며 쥐를 향하여 움직이게 된다.

근접 센서 활용 프로젝트를 통해 학생들은 근접 센서가 작동하는 원리를 이해할 수 있을 것이다. 또한 생활 속에서 근접 센서가 사용되는 물건이나 소프트웨어를 찾아보는 활동을 통해 근접 센서에 대한 심층적인 이해를 할 수 있을 것이다.

4.3.3 빛 센서 활용 수업 방안

빛 센서를 활용한 수업에서는 조도에 따라 낮과 밤이 바뀌는 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 빛 센서 프로젝트에서는 빛 센서 값이 50 이상이면 배경이 낮으로 바뀌고 해가 뜨며, 빛 센서 값이 50 미만이면 배경이 밤으로 바뀌고 달이 뜨게 된다.

빛 센서를 활용한 프로젝트를 통해 학생들은 빛 센서의 작동 원리에 대해 더 쉽게 이해할 수 있을 것이다. 또한 조도의 변화에 따라 다르게 작동하는 생활 속 물건이나 소프트웨어를 찾아보는 활동으로 빛 센서에 대해 깊이 있는 이해가 가능할 것이다.

4.3.4 자기장 센서 활용 수업 방안

자기장 센서를 활용한 수업에서는 스마트폰에 자석을 근접시켜 변화하는 자기장 센서의 값에 따라 자석 스프라이트에 클립이 붙었다 떨어지는 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 자기장 센서 값이 50 이상이면 클립 스프라이트가 자석 스프라이트 쪽으로 이동하고, 자기장 센서 값이 50 미만이면 클립 스프라이트는 자석 스프라이트에서 떨어지게 된다.

자기장 센서를 활용한 프로젝트에서 학생들은 주변의

물건들 중 자성을 띄는 물건과 자성의 띄지 않는 물건을 구별할 수 있다. 또한 자석이 사용되는 제품을 생활 속에서 찾아보고 과학 교과와 연계하여 자석과 자기장에 대한 심화 학습이 가능할 것이다.

4.3.5 소리 센서 활용 수업 방안

소리 센서를 활용한 수업에서는 마이크를 통해 수집된 소리의 크기를 분석하여 댄서 스프라이트가 춤을 추도록 하는 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 소리의 크기가 100보다 작으면 댄서 스프라이트는 정지한 상태로 대기하고, 소리의 크기가 100 이상이 되면 다음 모양으로 바뀌며 춤을 추는 것처럼 보이게 된다. 소리 센서를 활용한 프로젝트를 통해 학생들은 주변의 소리를 감지하여 작동하는 다양한 제품들을 찾아보고, 소리의 변화에 따라 다른 작업을 수행하도록 하는 새로운 프로젝트를 만들어 볼 수 있을 것이다.

4.3.6 슬라이더 활용 수업 방안

슬라이더를 활용한 수업에서는 어플리케이션에 가상으로 구현된 슬라이더를 조작하여 변화하는 값에 따라 스프라이트가 이동하는 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 하늘에서 떨어지는 바나나 스프라이트에 닿으면 점수가 올라가는 프로젝트에서 사용자는 슬라이더 값을 변화시키면 고양이 움직여서 바나나 스프라이트에 닿게 할 수 있다.

슬라이더를 활용한 프로젝트를 통해 학생들은 생활 속에서 슬라이더를 활용하여 할 수 있는 일들의 예시를 찾아보고, 자신이 찾아본 예시를 스크래치로 구현해보는 활동을 통해 슬라이더의 활용법에 대한 심도 있는 이해가 가능할 것이다.

4.3.7 버튼 활용 수업 방안

버튼을 활용한 수업에서는 참과 거짓 두 상태에 따라서 스프라이트가 다르게 작동하는 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 학습자는 버튼을 누를 때 센서 값이 참으로 바뀌게 되는 것을 발견하고 센서 값이 참일 때만 작동

하는 프로젝트를 만들어볼 수 있다.

버튼을 활용한 프로젝트를 통해 학습자는 참과 거짓의 두 논리적 상태에 대하여 이해할 수 있고, 생활 속에서 버튼을 사용하는 다양한 사물의 작동 원리에 대해 알 수 있을 것이다.

4.3.8 다중 기기 활용 수업 방안

다중 기기 활용 수업에서는 두 대 이상의 스마트폰을 PC와 연결한 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 학습자는 스마트폰에서 어플리케이션을 실행시킨 후 다중 기기 연결 기능을 활성화한다. 두 스마트폰의 명칭을 각각 'phone1_', 'phone2_'로 지정한 후에 스크래치에서 원격 센서 연결을 활성화하여 프로젝트를 완성시킨다.

다중 기기 활용 프로젝트를 활용한 수업에서는 두 대 이상의 스마트폰을 PC와 연결하여 하나의 프로젝트 안에서 여러 사람이 경쟁할 수 있다. 학습에 경쟁적 요소가 추가되면 학생들은 수업에 더욱 집중할 수 있게 되고 적극적으로 참여할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 도구가 없는 상황에서 스마트폰을 활용하여 피지컬 컴퓨팅 교육을 가능하게 하는 피지컬 컴퓨팅 교육용 안드로이드 어플리케이션을 개발하였다. 또한 어플리케이션을 실제로 적용할 수 있는 센서 활용 수업 시나리오를 작성하여 피지컬 컴퓨팅 교육을 통한 소프트웨어 교육의 활성화에 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 구현한 피지컬 컴퓨팅 어플리케이션은 스크래치 1.4 버전에서만 작동이 가능하다. 교육용 프로그래밍 언어로서 널리 사용되고 있는 스크래치는 2.0 버전까지 개발이 되어 있다. 스크래치 2.0 버전에서는 다양한 확장 프로그램을 통해 피지컬 컴퓨팅 도구를 여러 가지 연결하여 더욱 고차원적인 수업이 가능하다. 또한 피지컬 컴퓨팅은 센서 값을 읽어 데이터를 처리하는 것뿐만 아니라 모터나 LED 등의 액추에이터를 통한 물리적 출력까지 가능해야 한다. 안드로이드 스마트폰에는

LED, 진동, 스피커 등의 출력 장치가 장치되어 있다.

따라서 향후 연구에서는 센서 값의 입력과 더불어 물리적인 출력이 가능한 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 개발하고, 스크래치 2.0 버전 이상에서도 확장프로그램으로서 작동하여 다른 피지컬 컴퓨팅 교육용 도구와 연계하여 수업에 활용 가능한 어플리케이션을 개발할 예정이다. 학생들은 향후 연구에서 개발하는 피지컬 컴퓨팅 교육용 어플리케이션을 활용하여 소프트웨어 교육을 통해 컴퓨터 과학의 원리에 더욱 쉽고 간편하게 접근할 수 있는 학습이 가능해질 것이다.

참고문헌

[1] Gartner(2018). Gartner Says Huawei Secured No. 2 Worldwide Smartphone Vendor Spot, Surpassing Apple in Second Quarter 2018.

[2] H. K. Jeon, Y. S. Kim(2016). Design of Physical Computing Teaching-tool Based on Knowledge Structuralization in Software Education at Elementary and Secondary school. *The Proceedings of Korean association of computer education*. 20(2), 39-42.

[3] Jeannette M. Wing(2006). Computational thinking. *CACM* 49(3): 33-35.

[4] Karen H. Jin, Howard Eglowstein, Mihaela Sabin: Using Physical Computing Projects in Teaching Introductory Programming. SIGITE 2018: 155.

[5] Korean Media Panel Survey Research Team(2016). 2016 Korean Media Panel Survey Reports. *KISDI STAT Report*. 16(21).

[6] Mareen P. and Ralf R. (2018). Empowering learners with tools in CS education: Physical computing in secondary schools, *Information Technology* 60(2): 91-101.

[7] Middleton, A. (2015). Smart Learning: Teaching and learning with smartphones and tablets in post-compulsory education, MELSIG & Sheffield Hallam University.

[8] Ministry of Education(2015). Guidelines of Software

Education Management.

[9] O’Sullivan D. and Igoe T. (2004). Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers. Boston: Course Technology Press.

[10] S. H. Kim(2016). Android programming complete guide. Hanbit Media.

[11] T. W. Kim(2017): Development of Physical Computing Educational Application. SNUE Master Thesis.

[12] Youngseol Lee, Sung-Bae Cho(2016). Layered hidden Markov models to recognize activity with built-in sensors on Android smartphone. *Pattern Anal. Appl.* 19(4): 1181-1193.

[13] <http://www.android.com>

[14] <http://s4a.cat>

[15] <http://scratch.mit.edu>

저자소개



김 태 우

2017 서울교육대학교 대학원 컴퓨터교육전공 석사
 2014~현재 서울은진초등학교 교사
 관심분야 : 컴퓨터교육, 프로그래밍교육, 스마트러닝
 E-mail: kimtw827@gmail.com



전 석 주

2002 한국과학기술원 전산학박사
 2003 서강대학교 정보통신대학원 강사
 2004~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍교육, 데이터마이닝
 e-mail: chunsj@snue.ac.kr