

RESEARCH ARTICLE

Educational Application in Biology of the Big Data Technology Based on Physical Computing

Jin-Sun Park¹ · Yong-Ju Kwon^{2*}

¹SeoulSahmyook Middle School

²Korea National University of Education

피지컬 컴퓨팅을 통한 생명과학 분야 빅데이터 기술의 교육적 활용

박진선¹ · 권용주^{2*}

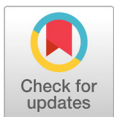
¹서울삼육중학교 · ²한국교육대학교

*Corresponding Author: kwonyj@knu.ac.kr

ABSTRACT

Due to the explosive increase in digital data, big data technology is using physical computing that undergoes data generation, output, transmission, collection, analysis, and processing processes is being used in various places in society as it enables prediction and customized services through data analysis. It is already possible to calculate in a form that facilitates real-time data collection and analysis using MBL in science curriculum. However, it does not provide a function to collect and view data generated by multiple devices in one place, it is necessary to observe real-time data. Therefore, this study was to explore the possibility of using big data technology based on physical computing centered on learners in educational environment. This study was also to examine the principles and research procedures of physical computing and big data technology, and to present educational application plans and possibilities. After installing Arduino device connecting temperature, humidity, CO2, and TVOC sensors in the classroom and laboratory, big data was collected every minute for a week, and classified according to conditions, then visualized in a graph according to the time axis and changed by time. We compared and analyzed the patterns that change according to the progress of class. This study could be provided opportunities for learners to develop their own capacity to manufacture devices and directly utilize big data technology, while enhancing inquiry and problem-solving capabilities from the experience of data science that analyzes big data.

Key words: Big data, biology, arduino physical computing, classroom environment



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning

2021, Vol. 11, No. 1, 49-60.

<https://doi.org/10.31216/BDL20210004>

Received: February 25, 2021

Revised: March 9, 2021

Accepted: March 17, 2021

© 2021. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

빅데이터, 사물인터넷, 인공지능 등 첨단 정보통신기술이 기존 산업과 서비스 혹은 신기술과 결합되어 네트워크로 연결하고 사물을 지능화하여 사회·경제 전반에 혁신적인 변화가 나타나는 4차 산업혁명 사회에 진입하게 되면서 지능정보사회를 지향하는 시대의 흐름에 맞춰 소프트웨어(이하 SW)교육 중심으로 교육의 변화도 눈에 띄게 나타나고 있다. 교육부와 미래창조과학부에서는 ‘SW 중심사회를 위한 인재양성 추진 계획’의 수립과 추진을 통해 국가적인 틀을 마련하는 한편 2015 개정 교육과정에 중학교 정보 교과와 초등학교 실과 교과에 SW교육을 필수적으로 포함시키며 미래 인재 양성을 위해서는 기본적으로 컴퓨팅 사고력, 코딩 등 SW에 대한 소양을 갖추어야 함을 강조하고 있다. 특히 빅데이터와 관련하여 현실에서 만나게 되는 문제를 합리적으로 해결하기 위해 데이터와 정보를 생성 및 수집하고 이를 분석하여 처리한 후 활용하는 능력인 지식정보처리역량을 주요 역량으로 제시하고 하위 요소로써 문제 인식, 해결방안 탐색, 해결방안 실행 및 평가 등을 하위요소로 포함시키고 학교 교육을 통해 달성해야 하고자 하였다. 이를 통해 문제해결력을 신장시키고자 SW 방식으로 창의적인 아이디어를 구현하는 과정을 거치는 ‘미래형 창의융합형 인재 양성’을 추구하고 있다.

SW교육의 필요성을 강조하고 의무화하는 분위기 속에 여러 센서들을 활용하여 다량의 자료를 모을 수 있고 쉽게 결과를 가시화할 수 있는 장점을 가진 피지컬 컴퓨팅(Physical Computing) 교육이 메이커 운동의 형태로 국내에도 영향을 미치고 아두이노(Arduino), 3D 프린터 등의 도구 보급과 오픈소스 및 아이디어의 공유 현상이 점차 확산되면서 학교 내에서는 자유학기 프로그램, 동아리활동에서 활용되고 있고 교육기관 및 단체, 메이커스페이스 등을 통해 다양한 체험프로그램들과 대회들이 실시되었다(Kim & Yang, 2011). 또한 아두이노를 활용하여 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램을 통한 창의성, 논리적 사고력, 프로그램에 대한 흥미도, 알고리즘 설계능력, 융합적 역량을 분석하는 연구(Kim & Hong, 2016; Kim & Kim, 2016; Kim et al., 2015; Shim et al., 2014; Shim et al., 2016)와 같이 교육적 효과성을 분석하는 연구 및 SW 코딩기반 메이커교육용 교수학습모형 연구(Lee & Ha, 2016), SW 코딩 기반 메이킹 역량 척도를 개발하여 분석역량, 설계역량, 구현역량의 3단계 구조 및 하위 36개 역량요소를 제안하는 연구(Lee & Jang, 2017)와 같이 효율적인 메이커 프로그램 및 교육 개발을 위한 분석, 검증하는 역할의 모형을 제안하는 연구들이 활발하게 진행되었다. 자신이 원하는 관찰과 실험을 수행하기 위해서 필요한 장치를 직접 제작했던 과학자들의 모습처럼 과학을 배워야 하고 과학적으로 사고하는 학습자들에게 능동적인 사고와 탐구과정을 더 이끌어내고자 기존의 도구를 활용하는 교육에서 직접 장치를 제작해보는 과정을 통해 생활 속에 숨겨져 있는 과학 원리를 발견하고 발견 과정에서 과학적으로 사고하는 방법을 학습할 수 있다(Choi, 2020; Jo et al., 2020; Lee & Kim, 2020; Lim, 2019).

빅데이터는 대량의 데이터를 활용하고 분석하거나 가치가 있는 정보를 추출 후 생성된 지식을 바탕으로 하여 변화를 예측하고 능동적으로 대응하기 위한 정보화 기술로 정의할 수 있다. 빅데이터의 특징은 첫째, 데이터의 양이 많고 둘째, 실시간으로 발생하여 데이터 생성속도가 빠르며 셋째, 정형데이터(숫자) 외에도 이미지, 텍스트와 같은 비정형 데이터와 같이 다양한 형태를 가지고 있다(Philip R., 2011). 수집된 대용량 데이터는 업무 패턴을 파악하여 새로운 이벤트 발생시 이상 현상을 감지, 다양한 데이터의 특성을 분석하여 관계성 도출을 통해 가까운 미래를 예측, 살펴보지 못했던 측면 분석의 가능으로 보다 명확한 현재 상황 분석 등

에 활용 가능하다(Kim et al., 2012). 교육 분야에서는 교육콘텐츠, 학습/평가데이터 등의 맞춤형 교육 서비스를 제공하기 위한 분석, 예측을 위해 빅데이터의 활용이 주로 이루어지고 있다(Lee & Cho, 2016). 과학과 교육 과정에서는 이미 MBL을 이용하여 실시간의 데이터 수집 및 분석이 용이한 형태로의 산출이 가능하지만 다수의 장치에서 생성된 데이터를 모아서 보는 기능을 제공하지는 않기에 실시간 데이터를 종합적으로 관찰하는데 한계가 있어 빅데이터로써 활용하는데 어려움이 있다(Lim, 2019).

교육환경은 효과적인 수업 활동을 비롯한 학교 내에서 수행되는 교육활동에 필요한 환경으로서 학생들에게 학습증진의 효과 뿐 아니라 건강한 신체성장과 정서함양에도 영향을 미치는 중요한 요소로 생명과학 분야의 주요 데이터로 활용되고 있다. 이에 위생적이고 쾌적하게 유지 및 관리하기 위해 지속적인 점검 및 예방 활동이 이루어지고 있도록 학교의 환경위생 기준이 법으로 제정되어 있는데 그 예로 학교보건법 시행규칙 제3조에는 환기, 채광 및 조명, 온·습도, 소음 항목의 조절 기준 및 공기질 등의 유지·관리 기준에 대해 명시되어 있다.

교육과정 개편이나 사회의 요구 및 변화에 따라 교육환경 분석 및 개선과 관련된 연구를 비롯하여 피지컬 컴퓨팅 교육과 빅데이터 관련 교육 연구가 비교적 활발하게 이루어지고 있다. 따라서 학생 주도로 데이터를 기반으로 한 과학탐구 활동과 협력적 문제해결력의 교육적 효과 연구(Jeong & Son, 2019)와 이산화탄소 센서 장치를 교실 내에 설치하여 실시간 데이터 활용수업을 고안한 연구(Lim, 2019)와 같이 학습자가 주도적으로 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 하여 자신의 주변에 있는 교육 환경을 대상으로 데이터 수집, 분석, 처치를 통해 새로운 가치를 창출해 내는 빅데이터 기술을 활용한 교육 관련 연구가 더욱 요구되는 상황이다.

따라서 이 연구는 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 하여 학습자 수준에서 충분한 시간 동안 수집된 빅데이터를 분석하고 활용하는 데이터 기반의 과학탐구를 수행하고 교육적으로 활용 가능한 방향을 제시하고자 하였다.

Methodology

Bigdata Processing

본 연구는 문헌고찰과 선행연구 분석을 통해 교육에 활용 가능한 빅데이터 기술을 정리하고 이를 토대로 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 하여 빅데이터 데이터 수집 및 분석 과정을 학습자 수준에 맞춰 교사가 수행하였다. Lim (2019)의 연구에서는 학습 환경을 과학적 탐구활동의 대상으로 가능하게 하기 위해 필수적인 조건으로 제시한 빅데이터의 수집 과정을 4단계로 소개하였다. 첫째, 센서와 개발보드 등 사물인터넷 기술을 활용 가능한 재료를 이용하여 장치를 조립한다. 둘째, 피지컬 컴퓨팅 방법으로 소스코드를 이용하여 해당 장치가 사용할 무선인터넷과 클라우드 시스템에 연결한다. 셋째, 학습자가 원하는 위치에 장치를 설치하고 지속적으로 전원을 공급한다. 넷째, 장치를 통해 측정되는 결과데이터가 실시간으로 클라우드 시스템에 저장되며, 해당 장치와 기술을 공유하는 모든 학습 환경의 실시간 데이터를 종합하여 탐구할 수 있다. 이를 토대로 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 한 빅데이터 기술 활용 과정을 생성 및 출력, 전송, 수집, 분석, 처리 등 5단계로 이야기할 수 있다.

Data Measurement

데이터 생성 즉 측정을 위해서는 현실 세계 속 데이터를 디지털 기기로 내려 받아 소프트웨어 형태로 처리하고 그 결과를 출력하는 과정인 피지컬 컴퓨팅 방식을 취해야 한다(O'Sullivan, D., 2004). 이를 뒷받침하는 피지컬 컴퓨팅 도구의 대표적인 예로는 오픈소스를 기반으로 하여 마이크로 컨트롤러(micro controller)를 내장한 보드와 소프트웨어 개발을 위한 통합 환경(IDE)을 제공하는 아두이노를 들 수 있다. 아두이노는 공식적으로 제작된 보드 외에도 보드를 제작, 수정 및 다양한 기능을 추가한 싯드를 결합하거나 연구 목적에 적합한 여러 종류의 센서를 자유롭게 연결할 수 있고 소프트웨어의 경우 스캐치(SCATCH), 스크래치(scratch) 등의 쉬운 프로그래밍을 통해 얻고자 하는 데이터의 특성을 설정할 수 있으며 USB를 통해 컴파일과 업로드를 쉽게 할 수 있기에 교육 분야에서 많이 활용하고 있다. 프로그래밍을 거쳐 얻게 되는 데이터는 LED 센서를 활용하여 즉각적으로 확인하거나 컴퓨터, 휴대폰으로 전송되어 통해 표현될 수 있다.

Data Transfer

아두이노 소스코드 정보에 의해 아날로그 값으로 측정된 데이터는 디지털 값으로 변환되어 컴퓨터의 시리얼 포트에 전송이 이루어진다. 아두이노 보드와 연결된 출력장치에 데이터 결과 값을 확인하기 위해서는 데이터 전송 과정이 필요하며 기본적으로는 컴파일과 업로드하기 위해 연결하는 USB를 통해 출력장치에 직접 유선방식으로 전송할 수 있지만 다수의 장치를 통해 실시간으로 수집되는 데이터의 종합적인 관찰이 이루어지는 빅데이터 기술을 활용하기 위해서는 아두이노 보드에 추가적으로 Bluetooth, 무선인터넷 환경을 조성하는 싯드를 결합하여 무선방식으로 출력장치에 데이터를 전송하는 형태를 취한다.

Data Storage

빅데이터 기술을 활용하기 위해서는 실시간으로 전송된 데이터의 수집과 저장은 필수적이다. 전송된 데이터는 아두이노 IDE의 시리얼 모니터를 통해 확인할 수 있지만 저장이나 수집의 목적에는 적합하지 않기 때문에 별도의 프로그램이 필요로 한다. 아두이노가 전송하는 신호를 엑셀 시트에 저장하는 PLX-DAQ(Parallax Data Acquisition Tool)는 보편적으로 활용하고 있는 프로그램으로 데이터베이스화하기에 적합한 도구라고 할 수 있다. 시리얼 모니터와 PLX-DAQ에 저장되는 데이터의 모습은 Fig. 1과 같다. 혹은 서로 다른 물리적인 위치로부터 생성된 데이터를 인터넷 상의 서버에 저장하기 위해서 클라우드 컴퓨팅 환경을 활용하기도 한다.

Data Analysis

빅데이터 기술로 수집된 데이터는 정형데이터(숫자) 외에도 이미지, 텍스트와 같은 비정형 데이터와 같이 다양한 형태를 가지지만 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 하는 경우에는 디지털 값으로 변환되어 숫자 정보로 저장된다. 따라서 시간 축에 따른 특정 센서를 통해 수집된 데이터들은 그래프의 형태로 시각화하는 것으로부터 시작된다. 또는 수집된 데이터로부터 통계적으로 유의미한 정보를 추출한 뒤 시간별, 공간별, 집단별로 영향을 미치는 요인에 대한 비교 분석도 가능하다.

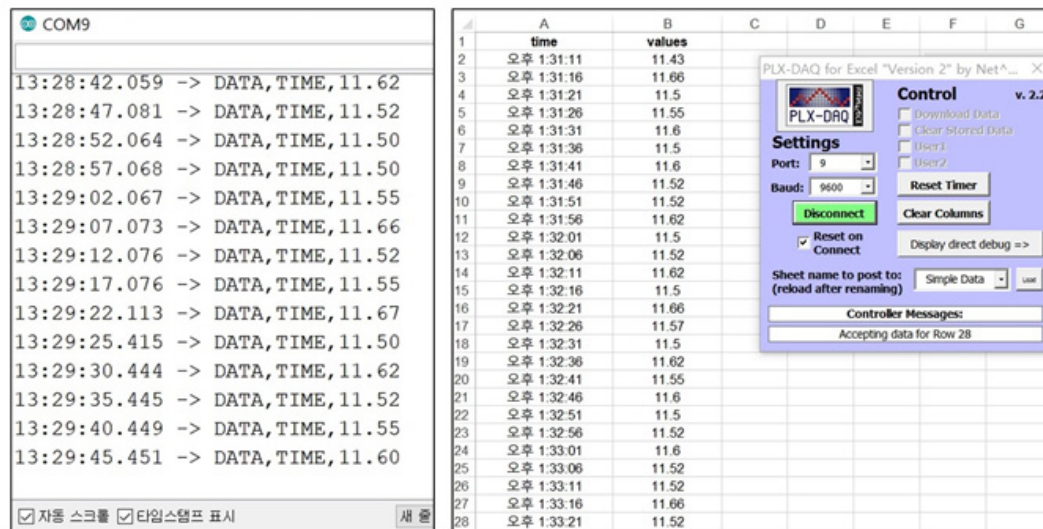


Fig. 1. Arduino used to collect input data in serial monitor and PLX-DAQ plug in

Extract Value from Data

여러 분석 도구와 방법에 따라 가공된 데이터는 네트워크상에서 서로 다른 사물들이 연결되어 개별적인 사물들이 제공하지 못하는 새로운 기능을 제공하는 사물인터넷이나 이용자의 정보와 요구에 대한 맞춤형 서비스 등 상호작용을 통한 지능형 시스템을 위해 설계된 알고리즘에 의해 데이터 추출 및 처리가 이루어진다. 피지컬 컴퓨팅 기반에서는 아두이노에 DC모터와 같은 장치를 연결하여 프로그래밍한 결과를 토대로 피드백 방식으로 작동되도록 할 수 있다(Yu et al., 2015).

Practical Application on Bigdata processing

본 연구는 생명과학 분야에서 학습자 주도적으로 피지컬 컴퓨팅 기반의 빅데이터 기술에 대한 활용 가능성을 보고자 한 연구로 2020년 11월 23일부터 29일까지 아두이노 보드를 이용하여 K대학교 자연과학관 내에서 실시하였고 관련 절차는 Fig. 2와 같다.

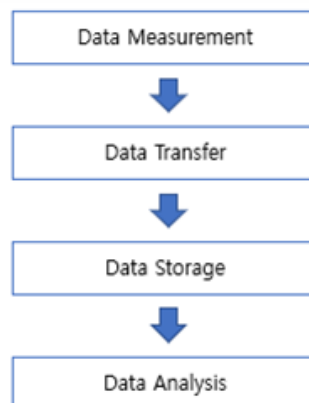


Fig. 2. Practical procedures

연구에 활용한 측정 장소의 경우 학교 내에서 교육 활동이 활발하게 이루어지면서도 교수 방법의 차이가 있는 강의실 1곳과 실험실 1곳을 선정하여 해당 기간에 아두이노 장치를 설치하였다. 데이터의 종류는 학교 보건법 시행규칙 제3조에 해당하는 조건 중 온도, 습도, 이산화탄소 농도 및 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도로 선정하였고 데이터 수집을 위해 센서가 결합된 아두이노 우노 보드를 Fig. 3과 같이 제작하였다.

교육적 활용가치를 고려하여 쉽게 구할 수 있으면서 많이 사용하고 있는 센서들을 선택하였다. 센서의 종류 및 모델에 대한 정보는 Table 1과 같다.

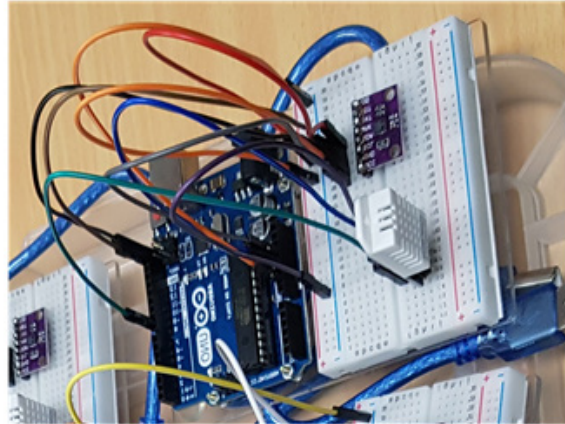


Fig. 3. Arduino device

Table 1. Arduino Sensor Model

No	Sensor	Model
1	Temperature	DHT22
2	Humidity	
3	CO ₂	CCS811
4	TVOC	

측정 준비를 위해 아두이노 보드에 온도, 습도, 이산화탄소, 총휘발성유기화합물(TVOC) 센서를 연결한 후, 아두이노 IDE를 활용하여 4가지 센서로부터 출력장치로 1분 간격으로 데이터를 전송하고 PLX-DAQ에 수집이 가능하도록 소스코드를 Fig. 4와 같이 편집하였다. 컴파일 및 업로드가 완료된 이후 PLX-DAQ에 데이터가 수집되는지를 확인하여 데이터 측정 및 전송 여부를 점검하였고 점검이 마친 아두이노 장치를 각 교실에 설치하였다.

일과 시간에 따라 창문이나 출입문의 개폐, 공간 내 인원수 등 데이터에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 점검하고 하드웨어 및 소프트웨어 문제로 인해 연결이 끊길 수 있는 가능성을 고려하여 교실 환경 조건 및 데이터 전송 여부를 지속적으로 관찰하고 정리하였다. 수집된 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도 데이터는 조건에 따라 분류과정을 거친 후 시간축에 따른 그래프로 시각화하거나 교실의 조건 별로 결과값의 차이를 비교 분석하는데 활용하였다.



20-c | 아두이노 1.8.13

파일 편집 스케치 툴 도움말

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  dht.begin();

  Serial.println("CCS811 test");
  Serial.println("CLEARDATA"); // 데이터 초기화(삭제)
  Serial.println("LABEL,Date,Time,Humidity,Temperature,co2,tvoc"); // 라벨 작성
}

void loop() {

  float h = dht.readHumidity(); //습도값을 읽어온후 h변수값에 값을 저장합니다.

  float t = dht.readTemperature(); //온도값을 읽어온후 t변수값에 값을 저장합니다.

  if(ccs.available()){
    if(!ccs.readData()){
      Serial.print("DATA,DATE,TIME,");
      Serial.print(h);           //습도
      Serial.print(",");
      Serial.print(t);           //온도
      Serial.print(",");
      Serial.print(ccs.geteCO2());
      Serial.print(",");
      Serial.println(ccs.getTVOC());
    }
  }
  delay(60000);
}

```

17 Arduino Uno

Fig. 4. Arduino Source code

Results & Discussions

Timeseries During the Day

피지컬 컴퓨팅 기반의 빅데이터 기술을 활용하여 교육 환경에서 측정 및 수집한 데이터 중 시간대별로 변화하는 양상을 살펴보기 위해 11월 23일에서 29일까지 7일간 8시부터 다음 날 0시에 해당하는 총 6,720개의 데이터들을 모아 평균값으로 산출하여 그래프로 표현한 뒤 이를 분석하였다.

Temperature & Humidity

강의실과 실험실 환경에서 측정한 시간에 따른 온도와 습도의 변화는 Fig. 5와 같다.

강의실과 실험실에 8시부터 17시까지 중앙통제방식으로 운영되는 난방기가 운영될 때는 온도가 올라가고 습도가 내려가는 반면 그 외 시간에는 반대 현상이 눈에 띄는 것으로 보아 난방이 온도와 습도에 가장 영향을 많이 미치는 요인으로 보인다. 또한 일과시간인 9시부터 18시의 경우 사람의 출입이 잦아 그 외 시간에 비해 온도와 습도가 순간적으로 변화하는 양상이 두드러지게 나타났다.

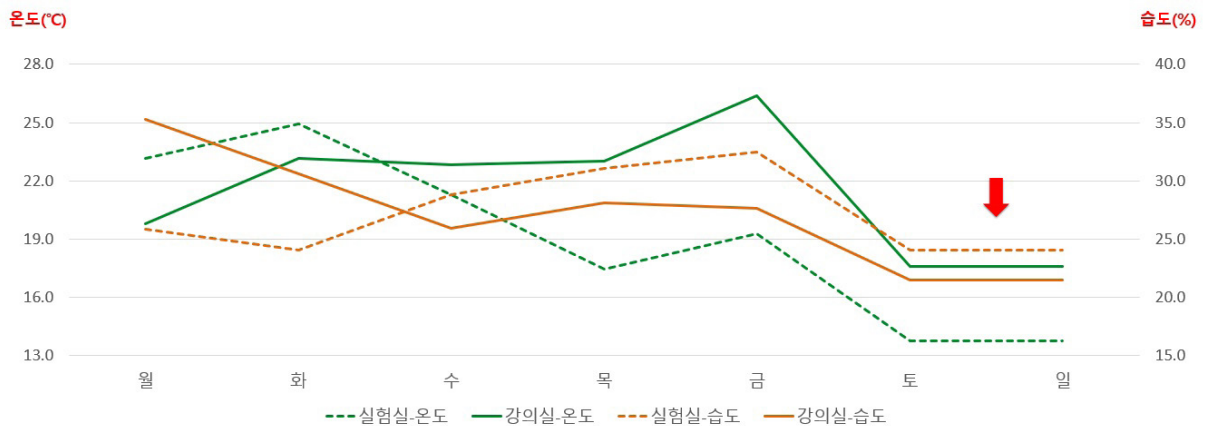


Fig. 5. Temperature & humidity during the day

CO₂ & TVOC

강의실과 실험실 환경에서 측정한 시간에 따른 이산화탄소 농도와 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도의 변화는 Fig. 6과 같다.

이산화탄소 농도와 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도의 변화 패턴이 유사했고 온도와 습도에 비해 순간적으로 변화하는 양상이 크게 나타났다. 특히 공간을 활용하는 11시부터 20시 사이에 변화가 두드러지게 나타나는 것으로 보아 사람의 활동과 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. 실내 공기 중에서 이산화탄소가 학습에 미치는 효과를 분석한 연구(Lim, 2015)에서 하루 동안의 변동이 일어나는 폭이 크고 짧은 시간 노출되더라도 학습 수행에 영향을 미칠 수 있다는 점에 비추어 수업상황에서 순간적인 변화를 일으킬 수 있는 외적 요인을 탐색하고 연관성을 규명하는 교육활동으로 이끌 수 있다.

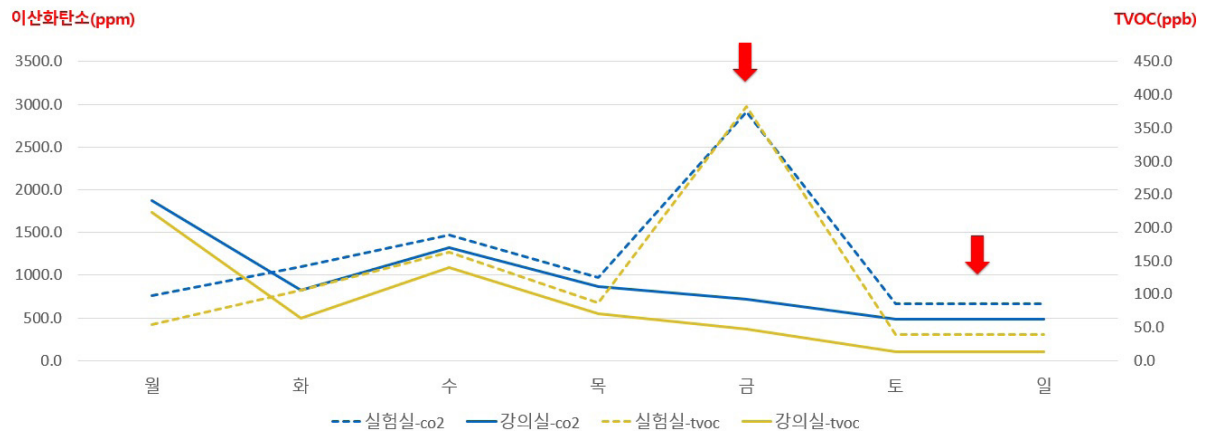


Fig. 6. CO₂ & TVOC during the day

Timeseries During the Class

피지컬 컴퓨팅 기반의 빅데이터 기술을 활용하여 측정 및 수집한 데이터 중에서 수업 진행에 따른 변화하는 양상을 살펴보기 위해 11월 23일에서 29일 중에서 수업 전 10분으로부터 수업 후 10분까지 해당하는 총 350개의 데이터들을 모아 평균값으로 산출하여 그래프로 표현한 뒤 이를 분석하였다.

Temperature & Humidity

강의실과 실험실 환경에서 측정한 수업에 따른 온도와 습도의 변화는 Fig. 7과 같다.

수업 시작 10분 전으로부터 50분간 수업이 진행되고 수업 종료 후 10분에 이르기까지 온도와 습도의 변화는 크게 나타나지 않았고 이는 넓은 공간을 활용하는 사람의 활동이 온도와 습도에 영향을 크게 주지 않는 것으로 보인다. 또한 실험실의 경우 강의실에 비해 낮은 온도와 높은 습도의 분포를 가졌는데 이는 실험 수업 시 문을 열어 놓고 진행한 차이로 인해 환기와 관련이 있는 것으로 보인다.



Fig. 7. Temperature & humidity during the class

CO₂ & TVOC

강의실과 실험실 환경에서 측정한 수업에 따른 이산화탄소 농도와 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도의 변화는 Fig. 8과 같다.

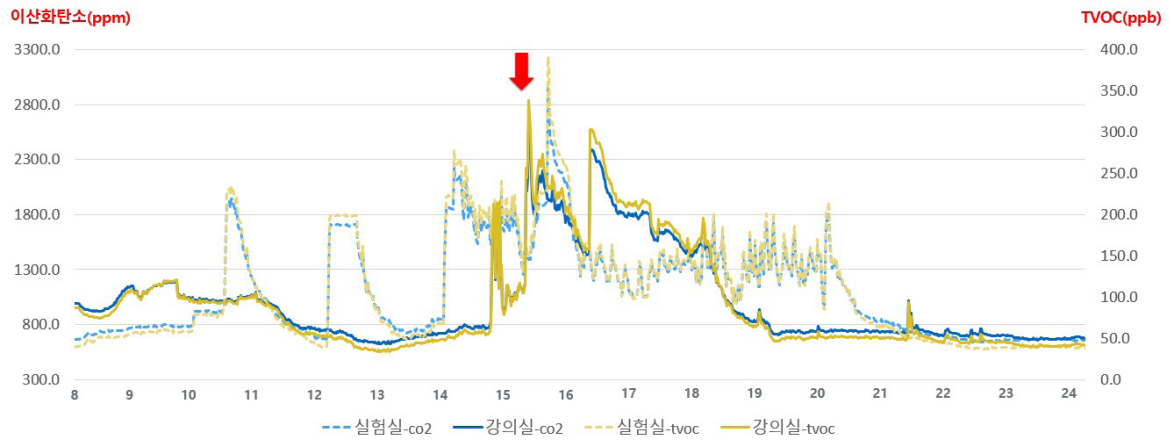


Fig. 8. CO₂ & TVOC during the class

강의실의 경우 수업 시작 이후 급격하게 이산화탄소 농도와 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도가 증가하였는데 이는 제한된 공간 안에서의 수업활동이 농도 변화에 영향을 끼치는 것으로 보인다. 또한 실험실의 경우 수업 종료 이후 오히려 이산화탄소 농도와 총휘발성유기화합물(TVOC) 농도가 증가하는 양상이 나타났다. 도시 학교시설에서의 실내공기오염도를 평가한 연구(Jeon et al., 1999)에서 이산화탄소의 경우 창문을 닫아 놓았을 때 기준치의 농도에 비하여 2배 정도 높은 수치를 나타냈던 결과를 비추었을 때 온도와 습도에 영향을 미치는 실험 진행 상황에서의 환기 여부와 관련이 있는 것으로 보이나 공간 밀폐 상태 및 환기 여부에 따른 이산화탄소 농도 변화를 보다 상세화하여 비교할 수 있도록 학생들을 지도할 필요가 있다.

Conclusions and Implications

디지털 데이터의 폭발적인 증가로 인해 데이터 분석을 통한 예측과 맞춤형 서비스가 가능한 빅데이터 기술은 사회 곳곳에서 발견되고 있다. 교육 분야에서도 온라인 학습, 평가자료 및 체계적 관리를 통해 학습 효과를 높일 수 있는 수단으로써 활발하게 활용되고 있다. 이에 본 연구에서는 생명과학 분야에서 학습자를 중심으로 한 피지컬 컴퓨팅 기반의 빅데이터 기술의 활용 가능성을 탐색하기 위하여 피지컬 컴퓨팅과 빅데이터 기술의 원리, 연구 절차를 수행하여 교육적 적용 가능성을 제안하였다. 빅데이터 기술은 데이터 생성 및 출력, 전송, 수집, 분석, 처리 등 5단계를 거치게 된다. 또한 아두이노를 활용하여 피지컬 컴퓨팅 방식으로 측정된 데이터를 토대로 한 분석을 통해 데이터 기반의 과학탐구 수행과정을 거쳤다. 본 연구를 통해 얻을 수 있는 교육적 함의는 다음과 같다.

첫째, 미래형 창의융합형 인재로서 갖추어야 할 지식정보처리역량을 습득하기 위해서는 스마트교육, 사물 인터넷, 인공지능 등 빅데이터 활용 기술이 잘 갖춰진 시스템 안에서의 체험을 통해 기술에 대한 이해 교육도 필요하지만 학습자 주도적으로 직접 제작한 장치를 이용하여 문제해결에 필요한 방대한 데이터를 수집하고 분석하는 과정을 경험하여 직접 빅데이터 기술을 활용하는 역량을 키울 수 있는 기회를 제공해야 한다.

둘째, 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 한 빅데이터 활용 기술은 아두이노의 같은 장치를 제작하여 측정 환경에 설치한 후 데이터 생성 및 출력, 전송, 수집, 분석, 처리의 과정을 거치게 되고 그 과정에서 지식의 유용성을 경험하면서 학습의 의미를 깨달을 수 있으며 빅데이터를 분석하고 해석하는 과정에서 데이터과학을 경험하는 한편 실제로 탐구과정과 문제해결과정에서 필요한 도구제작을 통해 한 발자국 더 나아간 자기주도적 학습이 가능하고 높은 몰입도 및 성취만족을 느낄 수 있게 될 것이다.

한편, 빅데이터 기술은 피지컬 컴퓨팅을 기반으로 접근할 수도 있지만 지능형 서비스를 위한 필수적인 텍스트 마이닝, 의미분석, 네트워크 분석 등 다양한 분석 기술을 학습자 수준에 맞게 디자인하고 체험할 수 있는 교육 활동 연구도 필요하다.

Acknowledgement

This work was supported by the 2019 National University Upbringing Business funded by Korea National University of Education.

References

- Choi, S. Y. (2020). Development and validation of a scale to measure perceived digital competency of engineering college student. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 321-332.
- Jeon, E. C., Jang, G. S., & Kook, C. (1999). Evaluation of indoor air quality in urban school. *The Environmental Education*, 12, 73-90.
- Jeong, E., & Son, J. (2019). A survey of elementary school students' perception of data-based scientific inquiry. *Journal of Science Education*, 43, 227-238.
- Jo, J. H., Roh, J. W., Seo, D. B., Kim, W. Y. (2020). Development and application of molecular biology inquiry program using ABO gene. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 547-569.
- Kim, G. B., & Yang, H. K. (2011). A study on the educational interactive globe system using physical computing. *The Journal Of The Korea Institute Of Electronic Communication Sciences*, 6, 511-516.
- Kim, J., & Kim, T. (2016). 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*, 19, 87-98.
- Kim, S. R., Kang, M. M., & Park, S. M. (2012). The future of big data. *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 30, 18-24.
- Kim, Y., Kim, T., & Kim, J. (2015). Development and application of programming education program of robot for improvement of elementary school girls' creativity. *Journal of the Korean Association of information Education*, 19, 31-44.

- Kim, Y. W., & Hong, K. C. (2016). The effects of physical computing based software applications using Arduino on logical thinking of elementary school students. *Korean Journal of Thinking Development*, 12, 47-72.
- Lee J. H., & Ha, H. J. (2016). Verification of the effectiveness of teaching-learning model for maker education based on sw coding. *Journal of Creative Information Culture*, 2, 49-61.
- Lee J. H., & Jang, J. H. (2017). Study of software coding-based making competencies. *Journal of Creative Information Culture*, 3, 81-92.
- Lee, M. S., & Lee, K. T. (2020). Development of a robot hands-on activity task for middle school technology subject in 2015 revised curriculum. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 283-295.
- Lee, Y., & Cho, J. (2016). Study on educational utilization methods of big data. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 17, 716-722.
- Lim, W. C. (2015). Literature review of the effect of the carbon dioxide concentration in classroom air on the students' learning performance. *Korean Journal of Environmental Education*, 28, 134-145.
- Lim, W. C. (2019). Let the classroom speak: Coding education and environmental education. *The Korean Society for Environmental Education*, 19, 195-208.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers*. UK: Course Technology Press.
- Russom, P. (2011). Big data analytics. *TDWI Best Practices Report*, Fourth Quarter, 19, 1-34.
- Shim, J., Kim, H., & Lee, W. (2016). A study on gender differences in programming attitude and achievements on physical computing education in informatics curriculum revised 2015. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19, 1-9.
- Shim, K., Lee, S., & Suh, T. (2014). Development and evaluation of a STEAM curriculum utilizing arduino. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 17, 23-32.
- Yu, J., Kim, Y., Yang, C., Jang, M., Kim, H., Myung, R., ... & Yu, H. (2015). Software development education utilizing physical computing based on arduino. *Proceedings of the Korean Association of Computer Education*, Korea, 19, 61-64.

Authors Information

Park Jin-Sun: SeoulSahmyook Middle School, Teacher, First Author

Kwon Yong-Ju: Korea National University of Education, Professor, Corresponding Author

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8232-1574>