

소프트웨어 교육 융합형 초·중등용 화학실험교구 개발

김진하* · 손민우* · 김응곤**

Development of Chemistry Experimental Teaching Aid for Software Education Convergence Type Elementary And Middle School

Jin-Ha Kim* · Min-Woo Son* · Eung-Kon Kim**

요약

오늘날과 같은 소프트웨어 중심사회에서 정보 기술의 발달은 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며 최근 로봇을 활용한 소프트웨어 교육이 대세가 되어가고 있다. 본 연구는 명령블록 코딩 프로그램과 연계하여 과학 + SW 융합 교육에 대한 커리큘럼 및 콘텐츠를 제공하여 효율적인 SW 융합 교육 가능성을 제안하였으며 기존 정형화 되지 않은 화학실험장치의 한계점을 보완하였으며 단순 구동 형태의 로봇에서 벗어나 타 수업과 연계가 가능한 소프트웨어 교육 융합형 ‘화학실험교구’를 개발하였다.

ABSTRACT

The development of information technology in a software-centered society as of today is a very important, and the training of software utilizing robots has become popular in recent years. This study proposes efficient SW convergence education by providing curriculum and contents for science + SW convergence education in conjunction with instruction block coding program. It also complements the limitations of existing unstructured chemistry experiment teaching aid. We have developed a ‘chemical experiment paradigm’ that integrates software education that can be linked with other classes.

키워드

Coding, Educational Equipment, Embedded, Scientific Experiment, Software Education

1. 서론

오늘날과 같은 소프트웨어 중심사회에서 정보 기술의 발달은 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 소프트웨어와 하드웨어, 인터넷, 스마트디바이스, 프로그래밍, 멀티미디어 활용 등 정보 기술의 발달로 개인의 일상생활과 정치, 경제, 사회, 문화 등 각 분야에 새로운 변화를 일으키고 있다. 이러한 변화의 중심에는 소

프트웨어가 있고, 실제로 세계경제포럼에서 소개된 2006년과 2016년 세계 10대 기업 변화 차트에는 세계 경제 규모에서 소프트웨어가 차지하는 비중이 크게 증가하였다[1].

현재 사회 전 분야에서 소프트웨어 기반 환경이 조성됨에 따라 소프트웨어에 대한 중요성이 높아지고 있고 자연스럽게 컴퓨팅과 관련된 직업에 대한 수요가 높아지고 있는 상태이며 앞으로 더욱 증가할 추세이다.

* 순천대학교 컴퓨터공학과(jinha1914@naver.com, wswlnalsdn2@naver.com) • Received : Jul. 21, 2019, Revised : Aug. 02, 2019, Accepted : Aug. 15, 2019

** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2019. 07. 21

• 수정완료일 : 2019. 08. 02

• 게재확정일 : 2019. 08. 15

• Corresponding Author : Eung-Kon Kim

Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University.

Email : kek@scnu.ac.kr

미국의 노동통계국(Bureau of Labor Statistics)의 2010년-2012년 보고서에 따르면 2020년까지 컴퓨팅 관련 직업이 컴퓨터과학을 전공하는 학생의 수보다 훨씬 많아지는 현상이 나타날 것이라고 전망하였다[2].

향 후 컴퓨팅 관련 직업은 다른 이공계 직업보다 많지만, 학생이 컴퓨터과학 과목을 기피하고 있는 것으로 나타나며, 이와 같은 불균형 문제를 해결하기 위해서는 컴퓨터과학을 전공하는 학생의 수를 늘려야하기 때문에 학생이 소프트웨어에 대한 흥미를 가질 수 있는 환경이 조성되어야 한다[3].

소프트웨어 교육이란 컴퓨터과학의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 다양한 문제를 창의적이고 효율적으로 해결하는 컴퓨팅 사고(Computational Thinking, CT)를 기르는 교육이다[4].

컴퓨팅 사고란 단순히 학습자들이 응용프로그램(한글, 오피스 등)의 사용법을 배우는 것이 아니라, 컴퓨터과학의 기본 개념과 원리를 활용하여 문제를 창의적으로 해결하는 논리적 사고 과정이다. 학습자들은 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 문제해결학습, 체험탐구 중심의 다양한 교육 활동을 통해 컴퓨팅 사고력을 신장한다[5-7].

최근 교육의 추세는 창의융합인재교육(STEAM)으로 서로 다른 교과를 융합하여 교육을 한다. 이것은 이전의 방식처럼 과학이면 과학의 내용만을 학습하는 것이 아니라 수학시간에 과학, 기술, 공학, 예술 등 서로 다른 교과의 지식을 자연스럽게 더불어 학습할 수 있도록 하는 것이다[8].

또한 로봇을 활용한 소프트웨어 코딩교육이 대세가 되어가고 있다. 하지만 현재의 코딩 로봇은 대부분 명령 카드, 명령블록 코딩 프로그램 스크래치, 엔트리 등을 통해 프로그래밍 하고 그 결과를 구동, 디바이스 제어 등의 단순한 형태이다[9-11].

본 연구는 과학 과목 중, 우선 화학 수업과 융합을 통해 기존의 정형화 되지 않은 화학실험장치의 한계점을 보완하였으며 단순 구동 형태의 코딩 로봇에서 벗어나 타 수업과 연계가 가능하며 화학실험에 적용할 수 있는 소프트웨어 교육 융합형 “화학실험교구”를 개발하였다.

II. 3D 프린터 기반 프레임 및 기구물 개발

2.1 제어가 가능한 프레임 개발

기존 3D 프린터는 X축, Y축, Z축으로 구성되어 있으며 이를 구동하기 위하여 다수의 스텝모터를 장착하여 사용하고 있다. 하지만 상기 실험용 기구의 3차원 공간상의 위치에 제어를 위한 X축, Y축, Z축 이외에 추가적인 제어 구성물이 요구되어 실험용 기구물의 이동(각도 변화, 용액 주입 등)을 위하여 W축과 Base 보드판에 장착되며 대용량의 용액 공급 또는 전원제어, 물건 이송을 위한 S축을 추가로 구성하였다.

3D 프린터는 바닥면에 히팅베드가 설치되어 있지만 상기 제품은 교체가 가능한 실험판으로 되어 있으며 실험판은 격자로 구성되어 위치 값을 확인하거나 홈을 사용하여 실험기기 고정에도 활용되며, 자석으로 작동되는 저가형 교반기도 설치 할 수 있도록 개발하였다.

2.2 프레임에 손쉽게 장착 가능한 기구물 제작

I/O 확장포트와 연계하여 외부에 센서 및 제어장치를 장착 가능하도록 레고식 블록 형상으로 되어 있으며, 저학년의 학생들도 손쉽게 장착 및 결착이 가능하도록 내부에 자석이 내장된 제품으로 블록과 자석의 힘에 의하여 가벼운 기구물은 쉽게 장착 가능하도록 개발하였다.

프레임에 많은 기구물을 장착 할 때 경첩형 결합을 통하여 무게에 의한 탈거를 방지하여 추가 확장이 가능하도록 제작하였다. 또한 온도, pH, 조도, 컬러, 전기도 센서들의 장착을 통해 실험데이터 수집이 가능하도록 제작하였다. 그림 1은 프레임과 프레임에 장착 가능한 기구물이다.

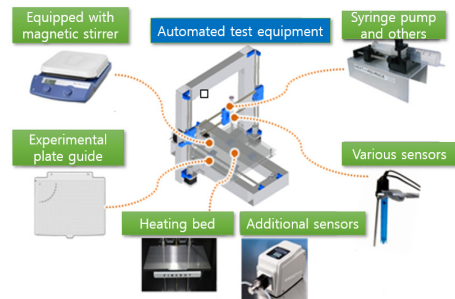


그림 1. 프레임과 기구물
Fig. 1 Frame and equipments

III. 제어용 시스템 및 연동 프로그램 개발

3.1 Arduino Mega 기반 제어용 하드웨어 개발

Arduino Sketch, Scratch, Entry 프로그램 등 기존 코딩용 프로그램과의 호환성을 고려한 제품을 개발하였다. 5개 이상의 스텝 모터 제어를 위하여 I/O 포트가 많은 Arduino Mega 제품으로 설계하였으며 다수의 외부 I/O 확장포트 제공을 통한 Digital 입출력, Analog값 입력, PWM 출력, I2C 통신이 가능하도록 입출력 포트를 제작하였다.

Arduino Uno를 기본으로 Leonardo, Due, Zero, Mega ADK, Genuino, RFDuino 등 다양한 보드가 존재하고 있는데 상기와 같은 내역 충족을 위하여 Arduino Mega 보드를 활용하였다. 그림 2는 스텝 모터 제어를 위한 Arduino Mega의 기능이다.

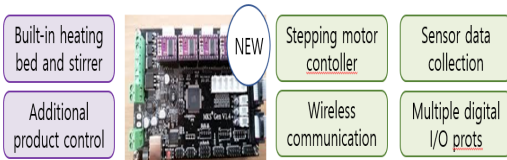


그림 2. 스텝 모터 제어를 위한 Arduino Mega
Fig. 2 Arduino Mega for step motor control

3.2 스크래치와 연동이 가능한 Sketch 소스 개발

과학 실험장치의 메인 Micom은 기본 프로그램인 Arduino에 최적화 되고, 관련 프로그램과 연동이 가능하도록 개발하였다. 자체 구동을 위한 프로그램을 개발하였으며 Arduino Board를 Base로 한 제품의 특징에 맞게 Arduino Sketch 소스 프로그램 개발을 진행하였다.

다수의 스텝모터 및 전원관리 부분, 아날로그 데이터 수집, 디지털 포트 상태 값 등을 처리할 수 있는 프로그램 개발하였다.

3.3 무선 전송을 위한 하드웨어 및 펌웨어 개발

주요 센서 및 I/O 포트에서 수집된 데이터를 전송할 수 있는 무선 데이터 전송 시스템을 설계 및 제작하였으며 Wi-Fi(또는 블루투스) 통신을 통하여 데이터를 전송할 수 있도록 전송 방식에 따른 하드웨어 설계하였다. 스마트패드에서도 데이터 수신이 가능하도록 무선통신 방식을 채택하며, 구체적으로 2.4GHz 통신 방식으로 데이터를 전송한다.

IV. 과학 실험 기구 제어를 위한 스크래치 프로그램 개발

4.1 스크래치 프로그램 개발

스크래치 프로그램은 미국 MIT 미디어랩에서 만든 블록형 S/W 교육용 프로그램으로 사용자에게 의하여 스크립트를 추가할 수 있다. 스크립트는 기본적으로 9개가 제공되며, 사용자가 자신만의 프로그램 블록을 만들어 스크립트를 생성하여 포함할 수 있다.

화학실험에 사용 할 수 있도록 Science 스크립트를 제작하였으며, 스크립트에 화학실험용 기구물을 제어할 수 있는 다양한 블록을 프로그램으로 개발하였다. 기본적으로 X축, Y축, Z축, W축, S축에 대한 제어 기능을 포함하며, 센서 데이터 수집을 위한 기능, 데이터 전송을 위한 기능, 전기적 장치 제어를 위한 기능 등을 포함하였으며 코코넛에 제작한 스크래치 스크립트를 예로 그림3, 4와 같은 프로그램 컴포넌트를 제작하였다. 그림 3, 4는 스크래치 프로그램 내 제어를 위한 추가 블록이다.

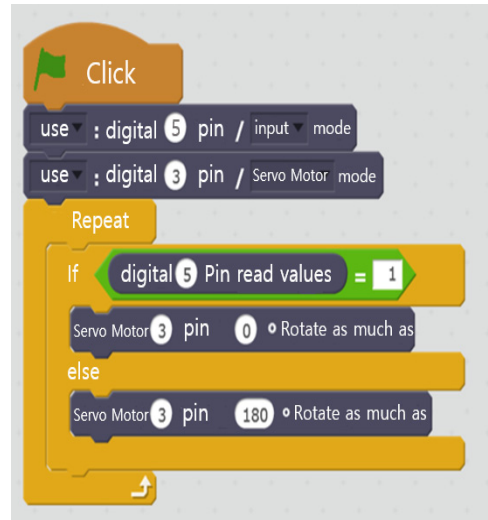


그림 3. 스크래치 스크립트 예시
Fig. 3 Example of scratch script



그림 4. 코코넛 스크래치 스크립트 예시
Fig. 4 Example of coconut scratch script

4.2 앱 인벤터 및 스크래치 블록 개발

화학 실험 도구에서 수집된 데이터를 처리하기 위해서는 앱 인벤터와 스크래치를 사용 할 수 있는데, 학생들이 직접 데이터를 처리 할 수 있는 능력이 없기 때문에 기본적인 앱 인벤터 소스 코드와 스크래치 블록도를 제작하여 배포 할 예정이다. 그림 5는 기본적인 앱 인벤터 소스 코드 와 스크래치 블록도이다.

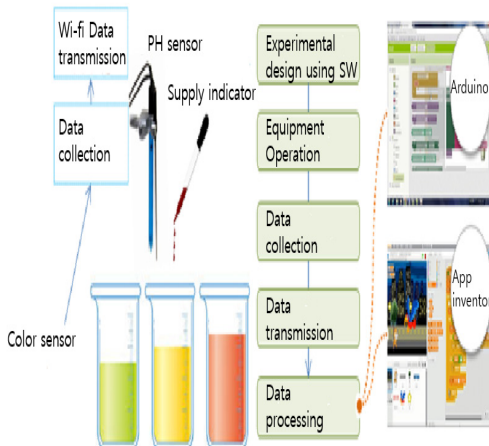


그림 5. Scratch 및 APP inventor 블록도
Fig. 5 Scratch and APP inventor block diagram

4.3 화학실험교구 활용 수업 모델 개발

본 연구는 과학 분야 2015 개정 교육과정 중에서 SW 융합 화학실험교구를 적용 할 수 있는 내용을 분석하고, 교육과정 내 각 주제별 성취기준을 분석하여 SW 융합 화학실험교구를 활용한 수업이 가능하도록 주제별 프로젝트 모델 도출하였다.

SW 융합 프로그램을 영역별로 구성하여 SW 융합 화학실험교구가 교육과정 속에서 실제 적용 될 수 있는 주제중심 프로젝트 수업 과정 안을 개발하였으며 교과과정 중 적용이 가능한 주제 “용해와 용액”, “산과 염기”, “중화 반응” 등에 적용이 가능한 수업 모델 10종을 개발하였다. 표 1은 교과과정 중 적용이 가능한 수업 모델 10종이다.

표 1. 수업 모델 10종
Table 1. Class model of 10 species

	grade	contents
1	Elementary school 1~3	Dissolution and solution
2	Elementary school 3~4	Acid perchlorate
3	Elementary school 5~6	Changes in Acid Hydrolysis
4	Elementary school 5~6	Elementalization reaction
5	Elementary school 5~6	Concentration of solution
6	Elementary school 5~6	Properties of materials
7	Elementary school 5~6	Preparation of solution
8	Elementary school 5~6	Characteristics of solution
9	middle School	Acid base reaction
10	middle School	Chemical equilibrium

V. 결론

대부분의 코딩 교육용 교구는 자동차 만들기, LED 켜기, 센서장치 구성하기 등으로 구성되어 있으며, 과학을 주제로 한 교구는 없는 실정이며 화학 실험에서는 정량, 정밀, 반복적인 작업이 필요하다.

본 논문에서는 기존 화학 실험에 코딩을 통한 제어 기술을 도입함으로써 실험의 정확성 및 소프트웨어 교육의 창의성을 적용한 융합 교육의 새로운 방안을 제시하였다.

본 연구는 3D 프린터 제어기술을 기반으로 한 제품으로 화학실험을 자동화 할 수 있고 3D 프린팅에 적용된 스텝모터 제어 기술, 3차원 구동 기술 등을 적용한 제품으로 3D 프린터의 원리와 SW교육을 병행해서 교육 가능하다. 또한 3D 프린터의 플라스틱 배출 노즐 부분을 변경하여 화학 실험에 사용할 수 있도록 구성된 제품이고, 블록형 프로그램(스크래치, 엔트리 등)과 연동을 통해 작동할 수 있도록 개발하였다.

본 연구는 명령블록 코딩 프로그램과 연계하여 과학 + SW 융합 교육에 대한 커리큘럼 및 콘텐츠를 제공하여 효율적인 SW 융합 교육 가능성을 제안하였으며 기본 베이스 구동부 및 스텝모터는 지속적으로 활용 가능하다. 확장형 장치 부착을 통하여 다양한 화학 실험이 가능하도록 구현하였으며 소프트웨어 교육을 위한 블록형 프로그램인 스크래치를 활용한 실험기구 조작 및 프로그램 구동 가능하도록 개발하였다.

감사의 글

이 논문은 2018년 전라남도와 전남테크노파크의 지역수요맞춤형 연구개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임

본 논문은 한국전자통신학회 2019년도 봄철 학술대회 우수논문입니다.

References

- [1] H. Sim and H. Lee, "Development of Sensor and Block expandable Teaching-Aids-robot," *J. of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, 2017, pp. 345-351.
- [2] S. Choi, "A Study of Problems and their Solving Strategies Consequent upon Software Education Reinforcement in Primary and Secondary Schools," *The J. of Korean Association of Computer Education*, vol. 18, no. 3, 2015, pp. 93-104.
- [3] J. Kwun, W. Kim, W. Chio, J. Lee, D. Seo, and H. Sim, "The Interactive Certificate Test Learning System Based on ITS," *J. of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 1, 2017, pp. 163-172.
- [4] M. Jo, "Analysis of Elementary Pre-service Teachers' Experiences and Understanding of Software Education," *J. of Korean Association of Information Education*, vol. 22, no. 1, 2018, pp. 81-89.
- [5] J. Kim, H. Huh, Y. Kim, and K. Kim "Analysis on The Awareness and The Needs of Technology Teachers for SW Education on Secondary School," *The Korean J. of Technology Education*, vol. 15, no. 3, 2015, pp. 50-72.
- [6] J. Leem, "Main Issues of Software Education and Tasks of Educational Technology for improving Software Education," *The Korean Society for Educational Technology*, vol. 34, no. 3, 2018, pp. 679-709.
- [7] Y. Suh, Y. Oh, and E. Kim. "Effective Color Block Play Coding System for Thinking Development for Infants," *J. of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 12, 2016, pp. 1251-1257.
- [8] S. Yoon, N. Kim, and J. Park, "Blended Learning Applied Curriculum Design for Nursing Department's Computer-Utilizing Academic Subjects," *J. of the Korean Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, 2017, pp. 375-384.
- [9] G. Park, "A Review of Current Status and Directon of Education of Robot and Educational Materials in Elementary Schools," *J. of Korean practical arts education*, vol. 24, no. 3, 2011, pp. 323-343.
- [10] M. Lim and K. Lee, " The Effects of Software Education Using a Smart-robot on Change in Young Children's Creativity(Creative Ability, Creative Personality)," *J. of creativity education*, vol. 18, no. 2, 2018, pp. 67-86.

- [11] S. Kang, M. Son, J. Kim, and E. Kim, "The Development of "Chemistry Experimental Teaching aid" for Software Education Convergence type Elementary and Middle School," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Busan, South Korea, June 2019, pp. 38.

저자 소개



김진하 (Jin-Ha Kim)

2019년 2월 : 순천대학교 컴퓨터 공학과 졸업(학사)
2019년 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터 공학과전공 석사 과정

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스



손민우 (Min-Woo Son)

2019년 2월 : 순천대학교 컴퓨터 공학과 졸업(학사)
2019년 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터 공학과전공 석사 과정

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스



김응곤 (Eung-Kon Kim)

1980년 2월 : 조선대학교 공학사
1986년 2월 : 한양대학교 공학석사
1992년 2월 : 조선대학교 공학박사

1993년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI