

스마트폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍 학습 교구의 개발 및 적용

Development and Application Study of Robot Coding Tool Using Smartphone Interface

김나영¹

Na-Young Kim¹

요약

최근 프로그래밍 교육이 의무화되면서 프로그래밍 교육에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그 중에서도 로봇을 이용한 프로그래밍 교육은 학습에 대한 흥미와 자신감을 향상 시켜주고, 다른 학습과 연계한 통합적인 학습도 가능하여, 프로그래밍 교육에서 로봇을 이용한 학습에 대한 관심이 높은 추세이다. 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력 증진을 돕는 지속 가능한 프로그래밍 교육 콘텐츠에 대한 연구를 목적으로 보드게임과 학습교재를 이용한 언플러그드 학습, 그리고 스마트폰으로 제어하는 로봇 프로그래밍 학습을 설계하여 파일럿 실험을 진행하였다. 실험을 통해 사용자의 학습 만족도 및 경험을 분석하였으며, 그 결과 유용성적인 측면에서 프로그래밍 학습의 이해 및 관심을 높였다는 점에서 긍정적인 답변을, 스마트폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍의 사용성에도 대체적으로 만족한다는 답변을 받았다. 마지막으로 감성적인 측면에서는 로봇을 이용한 학습에 대한 지속에 대해서도 긍정적임을 확인 하였다. 향후 학습자 경험을 개선시킨 로봇은 코딩교구 시장에서 활용도가 커질 것으로 기대된다.

핵심어 : 코딩 교육, 컴퓨팅 사고, 로봇프로그래밍, 로봇 프로그래밍 인터페이스

Abstract

Recently, as coding education has become mandatory, research on coding education has been actively conducted. Among them, coding education using robots enhances interest and confidence in learning and enables integrated learning. Therefore, interest in robot coding education is high. In this study, a pilot experiment was conducted by designing board games and learning materials, and robot coding controlled by a smartphone for the purpose of researching sustainable coding education contents that help improve computational thinking ability. The user's satisfaction and experience were analyzed, and as a result, the answer was positive in that it increased understanding and interest in coding in terms of usefulness, and answered that they were satisfied with the usability of robot coding based on the smartphone interface. Lastly, from the emotional aspect, the continuation of learning using robots was positive. Robots with improved user experience are expected to increase in use in the coding education market

Keyword : Coding Education, Computational Thinking, Robot Coding, Robot Coding Interface

¹ School of Games, Hongik University, Seoul, Korea [Professor]
e-mail: nayoung@hongik.ac.kr

Received(May 10, 2022), Review Result(1st: May 28, 2022), Accepted(June 10, 2022), Published(June 30, 2022)



© 2022 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 서론

최근 초등학교 소프트웨어 교육이 의무화가 되면서 아동 대상의 효율적인 소프트웨어 교육을 위한 다양한 교수법들이 연구되고 있다. 아동 대상 소프트웨어 교육에서 보드게임을 플레이하며 단순 프로그래밍 체험을 하는 학습부터 스크래치와 같은 블록코딩 소프트웨어를 통해 직접 프로그래밍을 해 보는 프로그래밍 교육 등 다양한 시도가 이루어지고 있다 [1]. 또한 2015년 개정된 초등학교 소프트웨어 교육 운영 지침(학교별 교육 목표)에서는 두 가지 영역을 제시하였다. 첫째, 정보사회에 필요한 건전한 의식과 태도를 가르치는 생활과 소프트웨어, 둘째, 알고리즘과 프로그래밍을 체험하여 실생활의 다양한 문제를 컴퓨터 사고로 이해의 두 가지 지침을 기준으로 다양한 교육 프로그램이 만들어지고 있다 [2]. 특히, 초등학교 실과교과에서는 놀이중심의 언플러그드 활동을 권장하고 있는데, 현장의 교사들 역시도 아동들이 쉽게 흥미를 느끼고 별다른 도구나 컴퓨터 환경이 필요 없는 언플러그드 활동의 교육을 선호한다 [3]. 다만, 언플러그드 교육이 놀이 중심의 활동이다 보니 컴퓨터 과학의 개념이나 원리를 습득하기보다는 놀이로서만 끝나버리기에 문제가 있다는 의견도 많았다 [4]. 컴퓨팅 활동 교육지침에 따르면, 소프트웨어 교육이 모든 알고리즘을 다루고자 하는 것이 아니지만, 많은 알고리즘 중에서 소프트웨어를 통하여 문제를 해결하는 과정을 담고 있는 알고리즘을 중점적으로 다루어야 하며, 이를 위해서 소프트웨어의 기본적인 원리 학습과 컴퓨팅 사고력을 길러야 한다 제시한다 [5].

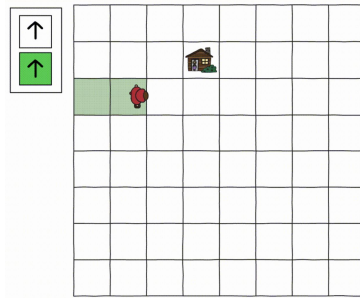
소프트웨어 교육을 위한 다양한 학습 콘텐츠들이 시도되는 가운데, 로봇 플랫폼을 이용한 언플러그드 코딩 연구 역시 활발히 이루어지고 있다. 본 연구에서는 아동들에게 친숙한 언플러그드 학습과 연계하여, 컴퓨팅 사고와 컴퓨터 과학의 개념을 가르치는 로봇프로그래밍 학습 콘텐츠를 개발 하고자 한다. 개발 된 콘텐츠는 사용자 경험을 평가를 통해 지속 가능한 학습 콘텐츠로서의 가능성을 논하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 언플러그드 학습

언플러그드 학습이란 컴퓨터를 사용하지 않고 소프트웨어 교육을 배우는 교수법으로 언플러그드 활동을 통해 컴퓨팅 사고력 즉, 컴퓨터를 사용하지 않고 기타 다른 교재를 통해 컴퓨터처럼 생각하는 훈련을 배우는 활동이다 [6]. 언플러그드 활동은 놀이를 통해 프로그래밍의 원리를 쉽고 재미있게 배우는 것을 목적으로 하며, 코딩학습에 대한 두려움을 없애고 코딩에 흥미를 높이기 위한 교수법이다 [7][8]. 홍지연과 김영식은 언플러그드 활동을 세 가지 특징으로 분류하였다. 첫째, 컴퓨터가 필요 없

는 활동이며, 교재나 학습지, 보드게임, 교구 등을 사용한다. 둘째, 놀이를 통한 학습이어야 한다. 셋째, 컴퓨터 과학 원리를 가르치거나 컴퓨팅 사고력을 향상 시켜야 한다. 즉, 언플러그드 학습은 컴퓨터를 사용하지 않고 컴퓨팅 사고력 혹은 알고리즘에 대한 개념을 놀이를 통해 쉽고 재미있게 학습한다는 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 로봇 프로그래밍 학습 전 단계에 아동들에게 친숙한 언플러그드 로봇 보드 게임 학습을 추가 구성하여, 보드게임 놀이를 통해 코딩 게임의 규칙을 이해시키고, 코딩학습의 두려움을 낮추고자 하였다. [그림 1]은 본 연구에서 참고 한 팀벨의 언플러그드 학습 교재의 그림이다.



[그림 1] 팀벨의 언플러그드 학습 예시

[Fig. 1] Example of Tim Bell's Unplugged Learning activities

2.2 로봇 프로그래밍 학습

로봇 프로그래밍은 학생들에게 학습에 대한 흥미와 자신감을 향상 시킨다. 로봇을 활용한 소프트웨어 교육의 가치는 학습자에게 상호작용형 학습 환경 제공, 놀이 중심의 학습 환경 제공, 통합적인 학습 환경 구축과 더불어, 다양한 교과와 연계시켜 지적 호기심을 유발 시킨다 했다. 특히, 다른 교보재 없이 로봇 플랫폼만으로 프로그래밍 교육이 가능하고, 실시간으로 프로그래밍 결과를 확인할 수 있는 장점들이 있다 [9]. 그러나 최근 출시된 대다수 로봇 프로그래밍 학습 콘텐츠들은 단순 호기심 충족 혹은 간단한 놀이 중심의 학습으로 구성되어 있어, 지속적인 학습이 불가능한 단점이 있다. 또한 아두이노 로봇과 같은 로봇 프로그래밍 학습 콘텐츠들은 고학년들을 대상으로 제작되어, 저학년들이 학습하기에는 적합하지 않았다 [10]. 2005년에 출시되어, 로봇 학습의 지속 가능성을 보여준 콘텐츠로는 비봇(Beebot)이 있다 [11]. 비봇은 로봇 프로그래밍 인터페이스를 통해 명령어 제어를 하게 하여 학습의 지속이 가능한 장점이 있다. 그럼에도 카드형 명령어를 삽입하는 인터페이스는 복잡한 명령어를 입력하고 결과를 확인하거나 수정이 어려운 한계가 있어 실용성이 떨어진다.

최근 다양한 로봇들이 출시되고 있는데, 대다수 로봇 프로그래밍 학습 콘텐츠들은 단순 호기심

충족 혹은 간단한 놀이 중심의 학습으로 구성되어 있어, 지속적인 학습이 불가능 하였다. 또한 아두이노 로봇을 포함한 대다수의 로봇 프로그래밍 학습 콘텐츠들은 고학년들을 대상으로 제작되어, 저학년들이 학습하기에는 적합하지 않다. 2005년에 출시되어, 로봇 학습의 지속 가능성을 보여준 콘텐츠로는 [그림 2]의 비봇(Beebot)이 있다. 비봇은 로봇 프로그래밍 인터페이스를 통해 명령어 제어를 하게하여 학습의 지속이 가능한 장점이 있다. 그럼에도 카드형 명령어를 삽입하는 인터페이스는 복잡한 명령어를 입력하고 결과를 확인하거나 수정이 어려운 한계가 있어 실용성이 떨어진다 [12].



[그림 2] 로봇 프로그래밍 인터페이스 예시
 [Fig. 2] Example of Robot Programming Control Interface

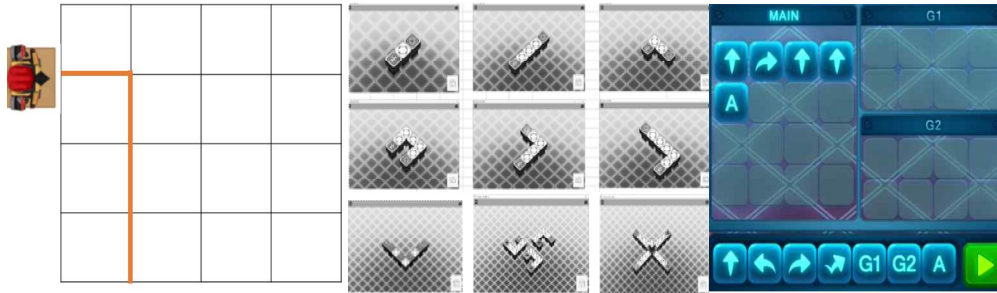
이처럼 로봇 프로그래밍 학습은 그 장점에도 불구하고, 로봇 프로그래밍의 입력 장치, 로봇 명령어 인터페이스의 물리적 한계로 인하여, 지속적인 코딩 학습이 힘든 문제가 있다. 최근 연구 중 이러한 문제를 보완하기 위해 IR 리모컨 인터페이스를 제안하기도 하였다. 이 연구에서는 4학년을 대상으로 XBOT社의 빙글S (Bingle-S)의 스마트 토이 로봇을 이용하여 로봇 인터페이스를 이용한 학습 실험을 하였는데, 코딩의 필수요소중 하나인 분기문 개념을 도입하여 로봇 내장된 센서의 센서 값을 이용하여, 각 분기문의 IR, CDS, MIC 센서를 이용하여 실행 시켰다. 이 연구에서는 IR 리모컨을 인터페이스로 이용하여 학습을 시켰는데 복잡한 코딩학습을 인터페이스 개선을 통해 개선시키려는 사례이다. 다만, 이 연구에서는 반복, 함수 등 체계적인 학습을 위한 인터페이스의 확장 방안은 제시되지 않았다 [13].

3. 스마트 폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍 학습 기획 및 개발

3.1 스마트 폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍 학습 기획

본 연구에서는 아두이노 로봇을 이용해 순차, 반복, 함수 등의 복잡한 프로그래밍 학습으로 확장 가능한 방법으로 스마트폰을 이용한 로봇 제어용 스마트 폰 인터페이스 기반 학습을 제안한다. 스마트폰 인터페이스는 스마트폰 세대 사용자들에게 친숙한 GUI(Graphics User Interface)를 제공하는 장점이 있다. 본 연구에서는 안드로이드 스마트폰 인터페이스 환경에 맞추어 [그림 3]와 같이 GUI를 디자

인하였다. 사용자는 로봇 제어 명령어들을 스마트폰 인터페이스에 입력하여 로봇을 움직이게 할 수 있는데, 명령어는 전진, 좌회전, 우회전, 액션 등의 명령어로 구성되어 있고, 이들 명령어들은 화면과 같이 화살표 형태의 기호 이미지를 사용하였다. 스마트폰 인터페이스를 사용하여 난이도 별 풀 수 있는 퍼즐 맵 콘텐츠들은 주어진 퍼즐맵을 보고, 순차 학습일 경우, 전진, 전진, 액션의 기호 이미지 버튼을 눌러서 로봇을 제어할 수 있다. 순차 이외에도 반복, 함수 등의 알고리즘 학습으로 확장 가능하도록 G1과 G2의 함수 기능을 함께 설계 하였다.



[그림 3] 스마트폰 명령어 인터페이스와 순차 학습 문제 퍼즐 맵 콘텐츠

[Fig. 3] Sequential Learning Problems Puzzle Map Contents and Smartphone Command Interface

본 연구의 학습 커리큘럼의 구성은 [표 1]과 같다. 1,2 차시에는 팀 벨의 언플러그드 학습을 참고하여 [그림 4]와 같이 자체 제작 한 교재를 제공하여 명령어, 경로계획, 알고리즘, 순차 학습을 진행 했다 [14]. 다음으로 4인 1조를 구성하여 보드게임 학습을 진행했다. [그림 5]은 보드판 이미지로, 보드판에서 로봇 피규어를 움직여 상대의 타일을 점령하고, 목적지에 도착하는 것이 게임 학습의 규칙이다. 명령어 판에 전진, 좌회전, 우회전 등의 명령어를 놓고 자신의 순서가 되면, 정사각형 맵에서 자신의 로봇 피규어를 움직여 이동시키며 장애물을 제거하고 워프 타일들을 획득하여 높은 점수를 얻는 팀이 게임에서 승리한다. 이렇게 로봇 피규어를 순차, 반복 알고리즘 사고를 통해 움직이며 문제를 풀다 보면, 자연스럽게 컴퓨팅 사고 훈련이 이루어지도록 게임을 기획 하였다 [15].

[Table 1] Robot Programming Curriculum

교재	명령어, 경로계획, 알고리즘, 순차 학습, 프로그래밍 학습 소개
보드게임	보드판에 로봇 피규어를 움직여 오염지역을 정화하고 상대방 워프타일을 먼저 점령하여 이기는 코딩 학습 보드게임 - 순차 학습
로봇 교구	스마트폰 인터페이스를 이용하여 아두이노 로봇을 직접 제어 하는 로봇 프로그래밍 체험 활동 - 순차 학습

3차시에는 로봇 교구인 아두이노 로봇과 스마트 인터페이스를 사용하여 로봇을 제어한다. 앞선 언

플러그드 학습에서 순차 명령어 제어 규칙을 충분히 이해해야 아두이노 로봇을 제어하여 퍼즐 문제를 풀 수 있다.



[그림 4] 언플러그드 학습 교재
[Fig. 4] Worksheet for Unplugged education

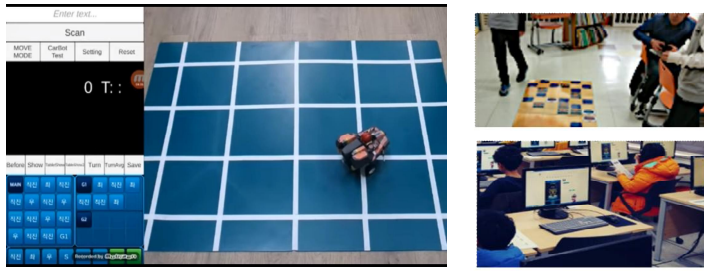


[그림 5] 언플러그드 코딩 보드게임 학습
[Fig. 5] Unplugged Coding Board Game Education

3.3 아두이노 로봇 개발(시스템)

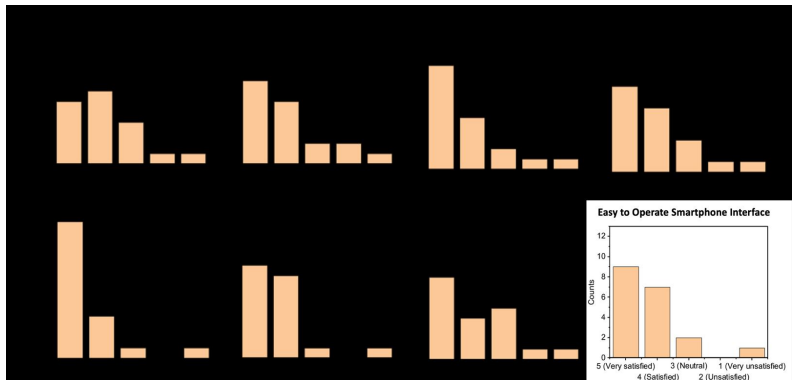
본 연구에 사용한 로봇은 아두이노 우노(Arduino Uno) 보드를 기반으로 만들어 졌으며, 내부 구성물을 보관하는 기본 골조와 외관 프레임으로 구성했으며, [그림 6]과 같이 세 가지 유형 테스트를 바탕으로 가장 안정감 있는 구성을 위해 Fig10처럼 부품 테스트를 실행하였다. 이 같은 테스트를 통해 최종 버전은 로봇의 바퀴는 2개를 장착하고, 보조 바퀴를 중앙에 설치하여 균형을 잡도록 하였다 [16]. 또한, 모바일 무선 통신부를 통해 로봇을 제어하는데, 명령어는 클라이언트 역할을 하고, 아두이노 기기의 센서들은 서버 역할을 하여 제어 동작한다. 그리고 아두이노 블루투스 수신 모듈은 명령어들을 전송받으며 동작을 수행한다. 로봇의 움직임은 전진, 좌회전, 우회전으로 움직인다. 로봇에는 엔코더 장치를 부착, 광학 센서로 실시간 모터의 회전수를 측정하고, 적외선 라인 추적 센서로 오차범위 없이 움직이도록 제작하였다. 그리고 로봇의 크기는 보드판의 절반 정도로

의 만족도에 대한 조사는 총 5점 척도로 ‘매우 부정적’부터 ‘매우 긍정적’까지로 구성되었다.



[그림 8] 스마트폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍 학습 실험
 [Fig. 8] Smartphone interface-based robot programming experiment

본 연구를 통해 수집된 설문조사의 결과는 [그림 9]와 같이 분석되었다. 전반적인 학습 만족도에 대한 긍정적 의견은 78% 수준이며, 주변에 학습 추천 여부 역시 68% 긍정적 답변을 하였다. 학습 후 코딩 관심 여부 역시 78% 긍정적 수준으로 답하였고 특히, 로봇을 이용한 학습 선호도 보드게임보다 선호한다는 답변이 89%가 되었다. 또한, 아두이노 로봇 제어를 통해 순차 원리를 이해하는 데 도움이 되었다는 답변은 89% 매우 긍정적이었으며, 컴퓨터 원리에 대한 이해 역시 73% 긍정적 답변을 하였다. 로봇을 이용한 프로그래밍을 배우고 싶다는 항목에 대한 답변은 63% 긍정적인 수준 이었다. 다만, 로봇 제어 편의성에서는 15%가 부정적으로 답변을 하였는데, 이는 아두이노 로봇이 프로토타입 수준이어서 동작의 속도가 다소 느리며, 간혹 생기는 오류로 사용에 불편함을 주어 편의성이 떨어진 점이 반영된 결과로 보인다. 더불어, 짧은 학습 시간내 모든 참가자가 충분히 로봇을 체험 할 시간이 부족해 불만족스러웠다는 점을 인터뷰를 통해 알 수 있었다.



[그림 9] 스마트폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍 학습 실험
 [Fig. 9] Smartphone interface-based robot programming experiment

4. 결론

본 연구에서는 로봇을 주제로 하여 1차시와 2차시에 교재와 보드게임을 이용한 언플러그드 학습을 제공하고, 3차시에 로봇 프로그래밍 체험 실습을 진행하였다. 실험에는 초등학생, 중학생들이 참여했으며, 대학생들이 함께 실험에 참여했다. 실험을 통해 학생들이 로봇에 관한 관심이 높으며, 언플러그드 학습보다 아두이노 로봇을 이용한 학습에 더 흥미가 높은 것을 발견했다. 또한 로봇 프로그래밍 학습은 순차와 같은 알고리즘 이해 및 컴퓨터 과학의 원리를 이해하는데 도움이 되는 것으로 확인된다. 학생들은 로봇을 이용한 프로그래밍 학습을 지속하고 싶다는 의견이 지배적이었으며, 학습 만족도 역시 높았다.

본 연구의 사용자 경험을 HCI의 기본 원칙인 유용성, 사용성, 감성 측면에 준거하여 논하고자 한다 [18]. 실험을 통해 언플러그드 활동 연계 로봇 프로그래밍 교육은 유용성적인 측면에서 프로그래밍 학습의 이해 및 관심을 높였다는 점에서 긍정적인 평가를 확인하였으며, 스마트폰 인터페이스 기반 로봇 프로그래밍의 사용성에도 대체적으로 만족한다는 답변을 받았다. 마지막으로 감성적인 측면에서는 로봇을 이용한 학습에 대한 지속에 대한 관심이 긍정적임을 확인하였다. 하지만 스마트폰 인터페이스에 연동시킨 아두이노 로봇이 프로토타입 수준으로 동작이 다소 느리거나 오류로 인한 학습 진행에 불편함을 주어 개선이 필요하다. 또한, 원활한 로봇 프로그래밍 학습을 위해서는 충분한 아두이노 로봇의 수를 확보하는 것을 권장한다. 마지막으로 아두이노 로봇과 명령어 판 등 디자인의 매력 부족하여 감성적인 측면에서 디자인이 개선되어야 할 필요가 있다. 후속 연구에서 스마트폰 기반의 로봇 제어 인터페이스의 사용성과 감성(디자인)을 개선 후 사용성 및 만족도에 대한 콘텐츠 개발 연구를 지속할 예정이다. 향후 학습자 경험을 개선시킨 로봇은 코딩교구 시장에서 활용도가 커질 것으로 기대된다.

References

- [1] S. M. Jung, "Design of Block Coding Online Judge System", Journal of the Edutainment, vol. 2, no. 1, June 2020, pp. 57-71, doi: 10.36237/koedus.2.1.57.
- [2] P. O. Park, "A Study on the Instructional System and Curriculum Design to Evolve the Software Education in Elementary School", Journal of The Korean Association of Information Education, vol. 23, no. 3, June 2019, pp. 273-282, doi: 10.14352/jkaie.2019.23.3.273.
- [3] Y. J. Jang, D. K. Koo, "Board game analysis related to improving computational thinking", 2018 Winter Conference of Korean Association of Information Education, January 11-12, 2018, Jinju-si, Korea, pp. 219-224.
- [4] J. Y. Hong, Y. S. Kim, "Development of robots for unplugged activities in elementary software education",

- The Journal of Korean Association of Computer Education, vol. 23, no. 1, December 2018, pp. 77-78.
- [5] G. H. Kim, "Correct direction and class examples of software education in the revised curriculum", webzine-serii.re.kr, <http://webzine-serii.re.kr/2015-개정-교육과정-소프트웨어-교육의-올바른-방향과-수>, (accessed December 1, 2021).
- [6] J. A. Kim, M. Oh, Y. Yang, T. Kim, J. Kim, "The Effect of Algorithm Execution Time Analysis using Unplugged Program on the Computational Thinking of Third Grade Students", Journal of The Korean Association of Information Education, vol. 23, no. 1, January 2019, pp. 19-27, doi: 10.14352/jkaie.2019.23.1.19.
- [7] H. M. Hong, S. Y. Jang, "Development of Instructional Model of Unplugged activities for Improving SW Educational Competency of Pre-service Teachers", Journal of The Korean Association of Information Education, vol. 25, no. 4, August 2021, pp. 641-651, doi: 10.14352/jkaie.2021.25.4.641.
- [8] Y. Ha, "Development of Unplugged Coding Education Program for the Elementary School", Journal of Basic Design & Art, vol. 20, no. 1, February 2019, pp. 585-596, doi: 10.47294/KSBDA.20.1.43.
- [9] S. Jun, "The Effect of Convergence Education based on Reading and Robot SW Education for Improving Computational Thinking.", Journal of industrial convergence, vol. 18, no. 1, February 2020, pp. 53-58, doi: 10.22678/JIC.2020.18.1.053.
- [10] D. Alimisis, "Educational robotics: Open questions and new challenges", Themes in Science and Technology Education, vol. 6, no. 1, January 2013, pp. 63-71.
- [11] Y. Ha, "Study about Coding education in domestic field of Early childhood education", 2018 Winter Conference of Korean Society of Computer Information Conference, January 11-13, 2018, Busan, Republic of Korea, pp. 215-216.
- [12] S. J. Jun, "Effects of SW Training using Robot Based on Card Coding on Learning Motivation and Attitude", Journal of The Korean Association of Information Education, vol. 22, no. 4, August 2018, pp. 447-455, doi: 10.14352/jkaie.2018.22.4.447.
- [13] J. June, Y. H. Seo, "Unplugged Robot Coding System Based on Remote Interface", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, vol. 19, no. 5, November 2019, pp. 157-162, doi: 10.7236/JIIBC.2019.19.5.157.
- [14] CS Unplugged, "Computational Thinking and Unplugged. CS Unplugged", csunplugged.org, <https://www.csunplugged.org/en/computational-thinking/>, (accessed February 1, 2022).
- [15] Y. J. Lee, "Preparation for the introduction of the 2015 revised information curriculum", KSCI Review, vol. 23, no. 2, December 2015, pp. 1-8.
- [16] Arduino, "What is Arduino?", arduino.cc, <https://www.arduino.cc/en/Guide>, (accessed January 3, 2022).
- [17] G. B. Park, S. H. Joe, B. J. Seo, "An Observation-based Movement Control for Educational Coding Robots", Journal of Korea Game Society, vol. 16, no. 6, December 2016, pp. 131-141, doi: 10.7583/JKGS.2016.16.6.131.
- [18] J. H. Lee, J. M. Lee, "Development of evaluation criteria and analysis for game-type learning program based on HCI", Journal of The Korean Association of Information Education, vol. 11, no. 1, March 2007, pp. 1-9.