

초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램 개발 및 적용

김용민 · 김태훈 · 김종훈
제주대학교

요 약

일반적으로 여학생이 프로그래밍 교육에 흥미가 낮은 것으로 지금까지 여러 연구를 통해 밝혀졌다. 본 연구는 초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 프로그래밍 교육 방법으로 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램을 제시하였다. 정보영재학급 5, 6학년 로봇 교육과정을 분석하여 주제를 선정하고 이를 아두이노(Arduino)와 EV3를 활용하여 로봇활용 프로그래밍 교육 프로그램을 개발하였다. 개발한 교육 프로그램의 교육효과를 분석하기 위해 정보영재학급 5, 6학년 여학생을 실험집단으로 선정하여 개발한 프로그램을 투입하였고 사전·사후검사 결과를 분석하였다. 분석 결과 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 초등학교 여학생의 창의성 신장에 도움을 주는 것으로 나타났다.

키워드 : 로봇 프로그래밍, 아두이노, EV3, 창의성

Development and Application of Programming Education Program of Robot for Improvement of Elementary School Girls' Creativity

Yongmin Kim · Taehun Kim · Jonghoon Kim
Jeju National University

ABSTRACT

In general, female students are revealed through a number of studies so far by low interested in programming education. In this study, we presented a robot programming education program in the process of programming education for creativity kidney of elementary school girls. By analyzing the information gifted class 5, 6 grade robot curriculum, and selected a topic, which was take advantage of the Arduino and EV3, it has developed a robot programming education program. The selected information gifted class 5, 6 grade girls for analyzing the educational effect of education program that has been developed as an experimental population was charged with the developed program and analyzing the results of the pre- and post- test. The results of the analysis, education program that was developed in this study it was found that help in creativity kidney of elementary school girls.

Keywords : Robot Programming, Arduino, EV3, Creativity

교신저자 : 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2015-01-15

논문심사 : 2015-01-23

심사완료 : 2015-03-09

1. 서론

창의성은 21세기 지식정보사회를 살아가는 모든 사람이 갖추어야 할 필수 능력이다. 창의적 인재 양성이 요구되는 시대적 요청에 따라 많은 국가들은 창의성을 발휘하는 인재 양성에 관심과 투자를 확대하고 있다. 미래의 첨단 산업은 창의성을 갖춘 인재에 의하여 좌우될 것이며, 이를 위해 초등학교 교육에서 정보 분야의 체계적인 교육이 강조되어야 한다. 따라서 창의성을 신장시킬 수 있는 교육 방안의 탐색은, 급변하는 현대사회가 요구하는 인재 양성을 위한 현대 교육 목표에 가장 부합하는 일이라고 할 수 있다. 정보 관련 분야는 고부가 가치의 무공해 지식 집약 산업이므로 정보 분야의 인재를 육성하는 것이 국가경쟁력의 기반을 마련하는 최선의 기회임을 인식하고 정보 분야의 교육을 더욱 강조해야 할 것이다[18].

최근 소프트웨어 산업에 대한 경쟁력이 강조되면서 창의성 신장을 위한 프로그래밍 교육에 대한 관심이 높아지고 있다. 프로그래밍은 코딩 과정에서 문제분석력과 이해력을 기르고, 코드를 분석하는 과정에서 논리적 사고력을, 오류 검증 및 수정작업에서 반성적 사고력과 같은 고등인지기술을 향상시킬 수 있으며, 이러한 과정에서 컴퓨터를 더 깊이 이해할 수 있고, 이를 바탕으로 컴퓨터를 보다 잘 활용할 수 있는 기초를 닦을 수 있다[17].

그러나, 프로그래밍 학습은 프로그램의 문법을 익히는데 시간과 노력이 많이 투입되는 등 알고리즘적 사고력을 향상시키는 데 불필요한 요소를 학습해야 하는 부가적인 요인 때문에 학습 동기와 흥미를 유지시키기 힘들다는 지적을 받고 있다[12].

또한, 과거 프로그래밍 교육이 외면 받게 된 원인 중의 하나는 교육 내용이나 방법에 있다. 즉, 프로그래밍 언어 자체를 이해시키기 위한 문법 중심으로 내용을 구성하고, 교육 방법 또한 암기나 단순 문법 확인을 위한 실습 중심으로 이루어져 학습자들에게 부담만을 안겨 주고 소기의 성과를 제대로 거두었다고 보기 힘들다[16].

특히 프로그래밍 교육이 문법에 대한 기계적 암기나 프로그래밍 언어의 사용법을 익히는 데 치중하면 학습자의 인지부담이 커지며, 창의성을 기르는 데 한계가 있다. 따라서 효과적인 프로그래밍 교육이 실시되기 위

해서는 학습의 주체인 학습자에게 흥미와 내적동기를 부여하고 학습자 수준이나 관심을 고려한 학습방법을 제공하는 방안에 대한 연구가 필요하다[9].

최근 학습자의 특성을 고려한 새로운 프로그래밍 교육 방법으로 로봇이 많이 활용되고 있다. 로봇은 문제 발견에서부터 해결까지 일련의 문제해결과정을 스스로 경험하도록 하여 창의적 문제해결능력의 함양을 이끌 수 있는 효과적인 교육도구로 인식되고 있다. 프로그래밍 교육에서 로봇을 활용하는 것은 학습자의 창의적 문제해결능력뿐만 아니라[6] 흥미 유발, 참여도, 성취도 제고와 창의성 신장의 측면에서 의미 있는 효과가 있으며, 특히 프로그래밍 입문 단계의 학생들에게 효과적인 것으로 국내외 연구를 통해서 알려지고 있다[1][3][13].

반면, 기존 로봇 교육의 경쟁적인 형태는 여러 연구에서 여학생들에게 부정적인 인식을 심어줄 수 있으며 로봇의 조립에 어려움을 겪는 여학생들은 쉽게 포기하는 사례를 지적하고 있다[12]. 배영권(2007)의 연구에서도 로봇프로그래밍을 위한 학습 내용 조직에 있어 남학생은 공격적이며 투쟁적인 학습내용을 선호하고, 여학생은 생활 중심적이고 협력적인 학습 내용을 선호하는 것으로 나타났으며, 공격적이고 경쟁적인 교육내용은 여학생들의 학습의욕을 저해시킬 수 있음을 지적하였다[4]. Resnick(2006) 또한 이러한 경쟁 형태의 활동 구조의 문제점을 지적하고 있다[11].

컴퓨터 분야에서 성별의 차이는 IT산업이 발달함과 동시에 갈수록 격차가 커지고 있다. 이는 IT 분야에 여성 인력의 부족 등의 사회적인 문제로 대두되고 있다. 국내외 대부분의 연구결과에 따르면 성별의 차이는 능력 차이에 의해 발생하는 것이 아니라 성향과 태도의 차이라는 의견이 공통적이다[12].

따라서, 여학생들의 성향과 태도를 고려하여 공격적이고 경쟁적인 교육내용을 배제한 로봇을 이용한 프로그래밍 교육을 실시한다면 여학생들의 창의성을 신장시킬 수 있다는 점을 시사한다.

이러한 문제의식을 가지고 본 연구에서는 초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 교육프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램에 활용된 로봇은 기존의 연구에서 많이 쓰이고 있는 EV3뿐만 아니라 최근 오픈소스를 기반으로 하는 피지컬 컴퓨팅 플랫폼인 아두이노를 활용하여 5학년 과정에는 아두이노, 6학

년 과정에는 EV3를 투입하여 그 효과를 검증하였다.

개발한 교육 프로그램은 초등학교 5, 6학년으로 이루어진 제주특별자치도내 J초등학교에 설치된 정보영재학급 학생들에게 투입하였고 정보영재학급 남·여 학생 집단 간·집단 내 사전·사후 검사의 실시와 분석을 통해 교육적 효과를 살펴보았다.

2. 이론적 배경

2.1 창의성

창의성의 개념은 어렵고 복잡하며 다면적인 성격을 띠고 있어서 창의성의 개념을 한 마디로 정의내리기가 어렵다. 그것은 창의성이 인간의 가장 높은 수준의 수행과 성취이기 때문이다[5]. 창의성의 개념은 연구자의 수만큼이나 다양하고 포괄적이며 연구자와 연구 분야에 따라 창의성의 정의에 대한 견해 차이가 있다[10][18].

Guilford(1959)는 창의성을 확산적 사고로서 문제에 관한 민감성, 유창성, 융통성, 사고의 독창성, 재정의, 사고의 정교성 등으로 정의내리고 지적능력의 한 축으로 창의적 사고를 강조하였다. Maslow(1963)는 창의성이란 매우 포괄적인 의미로 사적인 수준의 창의성을 의미하는 것으로 모든 사람들에게 나타나는 능력이나 특징으로 정의할 수 있고 이러한 능력이 지능과 조합하여 지속적으로 연마되어 어느 순간에는 창조성 수준이라고 볼 수 있는 단계까지 끌어올릴 수 있다고 하였다. Osborn(1993)은 인간 모두가 가지고 있는 보편적 능력이며 특성으로 넓게 해석되고 있고 일상생활에서 당연한 제반 사태나 문제를 개인 나름의 새롭고 특유한 방법으로 해결해 나가는 활동의 사적 창의성을 의미한다고 하였다. Rogers(1959)는 하나의 새로운 결과를 야기하는 행동의 출현이며 그것은 그 개인의 특성과 그 개인을 둘러싼 사건, 사람, 자료, 자기의 생활사의 어떤 상황 등에서 생성되는 과정이라고 정의하였다. Taylor(1967)는 특정한 목적을 갖고 모인 집단에 의하여 지속적이고 유용하고 만족스러운 것으로 받아들여진 신기한 작품을 만들어 내는 과정으로 정의하였다[18].

Torrance(2010)는 창의성을 어떤 문제, 결핍, 지식의 결여 및 부조화 등에 대하여 민감해짐으로 해서 그 상

황에서 문제점을 찾아내고 문제 해결방법을 탐색하여 결함에 대해 추측해 보고 가설을 세워 보며, 이러한 가설들을 검증 및 재검증을 거듭한 후 그 결과를 타인에게 전달하는 전과정으로 보았다. 그는 창의적 사고의 주요 관점을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등 4가지로 제시했다[14].

2.2 로봇 활용 프로그래밍

로봇을 창의성 교육에 접목하는 것은 기발한 아이디어나 상상을 독려하고, 사고한 것을 구현 및 공유하면서 더 멋진 아이디어를 생각하게 하여 창의적 생각이 넘치게 하는 데 있다[16].

프로그래밍 교육에서 로봇의 활용은 학생의 흥미와 관심은 물론, 프로그래밍을 쉽게 접할 수 있도록 도움을 주고 있다[2]. 국내외 여러 연구를 통해 밝혀진 창의성 관련 로봇 활용 프로그래밍 학습의 효과는 다음과 같다[8][15][16][17].

첫째, 프로그래밍 경험이 없는 학생들에게도 설계-코딩-실행-재설계의 과정이 매우 빠르게 진행될 수 있다.

둘째, 로봇을 제어하는 과정에서 부딪히게 되는 문제들에 대한 해결의지를 고취시키고, 해결에 대한 만족감을 높일 수 있다.

셋째, 문제해결력의 향상으로 로봇 프로그래밍 학습은 문제해결을 위한 체계적이고 논리적인 접근을 요구하게 된다.

넷째, 소그룹 활용을 통한 사회적 상호작용을 들 수 있다. 로봇 프로그래밍은 학생과 학생 간, 교사와 학생 간의 상호작용을 활발하게 해준다.

다섯째, 로봇 프로그래밍은 현실세계와 동떨어진 교육이 아닌 통합적인 사고를 바탕으로 한 현실 세계의 맥락을 중요시한다. 로봇 프로그래밍은 추상적인 개념보다 실생활을 통해서 구체적이고, 직접적인 경험을 제공한다.

여섯째, 새로운 첨단 과학기술의 개념과 원리를 이해하고 관심을 촉진시킬 수 있다. 단순히 프로그래밍에 그치는 것이 아니라 이를 로봇 프로그래밍 활동을 통한 로봇 공학의 개념을 자연스럽게 이해할 수 있다.

일곱째, 로봇 프로그래밍 과정 중 부딪히게 되는 문제들에 대한 해결의지와 해결에 대한 만족감을 얻을 수

있다. 로봇이라는 흥미로운 주제를 통하여 직접적인 경험과 더불어 학습의욕을 고취시킬 수 있다.

2.3 EV3

레고 마인드스톰은 1980년대초부터 덴마크 LEGO社(The LEGO Group)와 미국 M.I.T 미디어랩의 연구팀이 공동으로 개발한 교육완구의 일종으로 마이크로월드(microworlds)의 개념을 로보틱스(robotics)와 접목시킨 것이다. 기존 브릭(brick)형 완구와의 가장 큰 차이점은 컨트롤러 브릭(controller brick), 즉 마이크로컴퓨터(micro computer)가 추가되어 프로그래밍이 가능해졌다는 점이다[11].

레고 마인드스톰은 로봇을 만들거나 자동화, 상호 작용이 가능한 시스템을 만들기 위한 프로그램 가능한 브릭(bricks)과 모터, 센서, 기어, 축 등의 부품들을 포함하고 있으며 구성주의적 이론과 실천의 의미를 담고 만든 과학, 수학 및 정보기술이 통합된 기초과학 교육 도구이다[13].

레고 마인드스톰은 1세대 RCX로부터 2세대 NXT를 거쳐 최신 EV3까지 이어지고 있는데 EV3는 지능적인 프로그래밍 브릭을 중심으로 모터와 센서를 제어하고 무선통신까지 지원하는 사용자 중심의 로봇이다.

2.3.1 EV3 에듀케이션

본 연구에서 사용하고자 하는 로봇은 최신의 레고 마인드스톰 EV3 에듀케이션 버전으로 코어세트와 익스팬션세트로 구성되어 있으며 비용을 고려하여 각 5세트씩 구입하여 4명당 1세트씩 투입하였다.

<Table 1> EV3 Core Set configuration

• EV3 controller
• Motor: two large servo motors, one medium servo motor
• Sensor : 2 touch sensors, 1 color (light) sensor, 1 gyro sensor, 1 ultrasonic sensor
• Rechargeable battery
• 540 pieces of parts
• Storage box and tidy



(Fig. 1) EV3 Core Set

<Table 2> EV3 Expansion Set configuration

• Assembly parts : beam and the axis, etc.
• Diverse and, sufficient connection connector
• Various kinds of gears, the turntable
• Robot decoration special parts
• 850 or more parts
• Storage box and tidy



(Fig. 2) EV3 Expansion Set

2.4 아두이노

아두이노는 2004년 이탈리아의 IDII에서 개발한 보드로 오픈소스를 기반으로 하는 피지컬 컴퓨팅 플랫폼이다. AVR을 기반으로 한 보드와 소프트웨어 개발을 위한 통합 환경을 제공한다.

아두이노는 와이어링의 동생 격으로 2004년부터 개발되어 2005년에 최초 보드가 제조되었다. 와이어링은 2003년부터 개발되어 2004년에 최초 버전이 나온 도구이다. 당시 IDII에 재학 중이던 에르난도 바라간이 중심이 되어 개발했다.

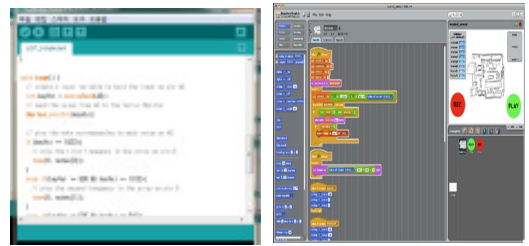
와이어링은 사용하기 쉬운 도구지만 비교적 비싼 부품을 사용했기 때문에 보드 자체가 약간 고가(약 10만원)로 취미나 교육기관에서 교재용으로 사용하기에 문제가 있었다. 그래서 마시모 벤지팀이 와이어링을 기초로 최대한 간략하게 만들고 가격을 낮춰 제공할 수 있도록 한 것이 아두이노이다. 시중에 있는 무수히 많은 마이크로컴퓨터 보드와 비교하면 아두이노 역시 단순한 마이크로컴퓨터 보드+무상으로 사용할 수 있는 개발환경으로 밖에 보이지 않을지도 모른다. 그러나 아두이노는 보드 뿐만 아니라 프로그래밍 언어, 프로그램을 쓰기 위한 개발환경(아두이노 IDE), 웹사이트(<http://www.arduino.cc>)나 위크숍 등을 모두 포함한 전체를 가리킨다. 현재 아두이노를 공통언어로 다양한 프로젝트가 웹에 공개되어 있다.

2.4.1 아두이노 IDE & S4A 설치

아두이노는 크게 나누어 아두이노 보드와 아두이노 IDE 두 개의 요소로 구성된다. 아두이노 보드는 마이크로컴퓨터가 탑재된 하드웨어이다. 아두이노 IDE는 PC에서 작동하는 소프트웨어이다. 아두이노 IDE에 C/C++를 토대로 만든 아두이노 언어로 스케치(Sketch; 간단한 프로그래밍)를 한 다음, 아두이노보드에 업로드해서 작동시킨다. <http://arduino.cc/en/Main/Software> 링크에서 운영체제별로 설치 파일을 다운로드하여 설치를 하면 된다.

S4A(Scratch for Arduino)는 컴퓨터 프로그래밍을 처음 접하는 사람들이나 초·중·고 학생들에게 프로그래밍 기법을 가르치기 위해 MIT(Massachusetts Institute of Technology)에서 개발한 스크래치(Scratch)라는 프로그램에 기반을 둔 프로그램이다.

S4A는 문자로 코딩하는 것이 아니라 직관적으로 그 의미를 알 수 있는 그래픽블록을 서로 연결하여 프로그램을 작성하기 때문에 C언어에 기반을 둔 스케치보다 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있다.



(Fig. 3) Software integrated development environment(IDE) Sketch&S4A

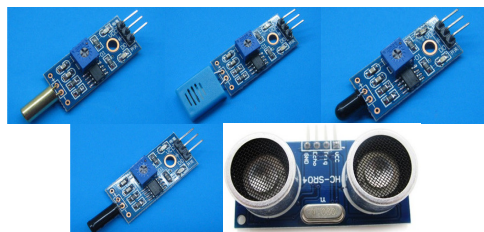
2.4.2 아두이노 Starter KIT

본 연구에서 사용하고자 하는 아두이노 키트는 시중에 판매되고 있는 아두이노 키트 중 The Arduino Starter KIT 박스제품이다. 가장 많이 사용되는 유용한 전자부품들이 들어있으며, 15가지 프로젝트가 수록된 책자가 들어있는 것이 특징이다.

본 연구에서는 비용적인 측면과 아두이노를 처음 접하는 학습자의 특성을 고려하여 이 키트 10세트와 키트에 들어있지 않은 기울기 센서 모듈, 습도 센서 모듈, 진동센서 모듈, 초음파센서 모듈, 화염감지센서 모듈 등 5종의 센서를 추가로 구입하여 교육활동에 투입하였다.



(Fig. 4) The Arduino Starter KIT(Made in Italy) & Arduino UNO Board



(Fig. 5) Added sensor module

2.5 선행연구 분석

프로그래밍 교육에서 로봇을 활용하는 교육 프로그램의 효과에 대한 연구 중 여학생을 대상으로 한 연구가 많지는 않지만 몇몇 연구를 통해 밝혀진 결과를 살펴보면 다음과 같다.

이좌택(2004)의 로봇 제어 프로그래밍 수업의 중학생들의 논리적 사고의 발달 효과 검증에 대한 연구에 의하면 남학생들에 비해 여학생들의 프로그래밍을 포함한 컴퓨터과학 학습에서 동기와 성취도가 떨어지는 것으로 나타났다.

배영권(2007)의 연구에서 남학생은 로봇 활용 프로그래밍 학습 내용 조직에 있어 공격적이고 투쟁적인 내용을 선호하며, 이러한 교육내용은 여학생들의 학습의욕을 저하시킬 수 있는 것으로 나타났다.

이은경 등(2007)의 연구에서 성공적인 로봇 활용 프로그래밍 학습을 위해서는 학습자의 인지부담을 줄여줄 수 있는 교수·학습의 설계가 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

송정범 등(2009)의 연구에 의하면 성별의 차이를 고려한 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 유의미한 효과를 주는 것으로 나타났다.

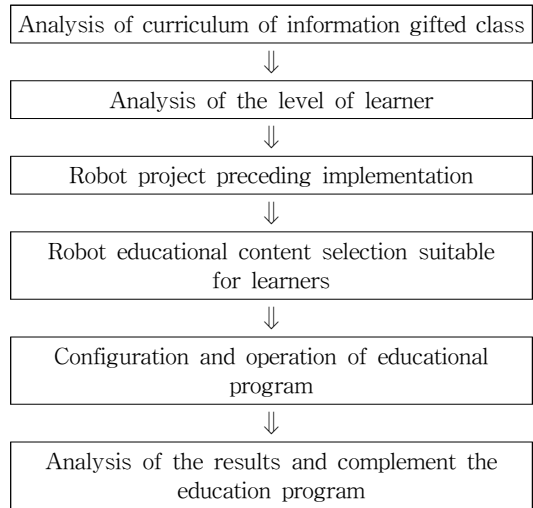
3. 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램 개발

3.1 개발 방향

J초등학교 정보영재학급에서 진행되는 연간 교육과정은 ‘Scratch, C언어, 로봇(Arduino/Lego Mindstorms), 스마트폰어플리케이션 개발’의 4과목으로 이루어져 있으며, 본 과정은 ‘로봇(Arduino/Lego Mindstorms)’ 활용 프로그래밍 교육에 필요한 24차시의 프로그램으로 구성되어 있다.

사전 설문을 통해 학생들의 정보 활용 및 프로그래밍 능력 등 학습자 수준을 분석하여 로봇 활용 교육 프로그램 개발에 적용하였다.

<Table 3> Education program of the design process



3.2 교육 프로그램 내용 설계

초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램은 다음과 같은 설계 원리에 따라 개발하였다.

첫째, 기존의 도전과제 형태를 지양하고 학습자 스스로 활동 주제를 설정하고 같은 관심 분야의 학습자들이 서로의 아이디어를 공유하며 프로그래밍 활동을 수행하도록 구성하였다[7].

둘째, 경쟁적 형태의 활동 과제를 지양하고 ‘협력적 형태의 활동 과제’로 구성함으로써 학습자의 내적 동기를 유발하기 위한 전략들을 구상하였다.

셋째, 교수·학습 모형은 기존 교수·학습 모형을 검토하여 창의성과 문제해결력을 증진시키기 위해 여러 교과에서 활용되고 있는 Isaksen과 Treffinger가 제시한 창의적 문제해결 교수·학습모형을 선정하였다[4].

<Table 4> Teaching and learning model of creative problem solving

Confusion Discovery	Diffusion: find the opportunity of troubleshooting
	Convergence: Setting the broad and general goal to solve the problem
Material Discovery	Diffusion: report in detail further study the problem in a variety of perspectives
	Convergence: To determine the most important data to solve the problem

Issue Discovery	Diffusion: try indicate a problem in several ways Convergence: Among those that have been shown, select the specific things
Idea Discovery	Diffusion: think that the variety unusual Convergence: Consider the most plausible are interested
Resolution draft Discovery	Diffusion: To refine the creation alternative evaluation compliance of ideas that are the most likely Convergence: Selected on the basis of potential ideas into compliance, promotion, I support
expropriation draft Discovery	Diffusion: Refer to the only ones to support / resistance When you run the idea, plan squeezed for practice Convergence: Specific practices planning squeeze

8		• Model signal
9-10		• LED Dice
11	Analog	• Parallel LCD display
12	input/output	• buzzer played by PWM (pulse width modulation)
13		• Message offset to monitor
14	Serial	• Timer using the monitor
15	communication	• Multiplication table
16	Leverage	• Humidity sensor
17	cooperation	• Flame sensor
18	sensor of real	• Inclination sensor
19	life	• Ultrasonic sensor
20-21	Bluetooth communication	• Bluetooth communication
22		• To design my Arduino project
23	Creative artifacts	• To manufacture my Arduino project
24		• To announce my Arduino project

3.3 교육 내용 및 방법

이좌택(2004), 이은경 외(2007)의 연구에 의하면 로봇 제어 프로그래밍 학습의 효과가 여학생들보다 남학생들이 비교적 높았음을 밝히면서 여학생들의 성공적인 로봇 활용 프로그래밍 학습을 위해서는 학습자의 인지부담을 줄여줄 수 있는 교수·학습의 설계가 필요하다고 하였다.

따라서, 여학생들의 창의성 신장을 위한 로봇 활용 프로그래밍 학습에서는 인지적인 부담감을 줄일 수 있고 학습 동기를 신장시킬 수 있는 교수·학습 설계의 필요성이 있으므로 교육 프로그램은 기존의 도전과제 형태를 지양하고 사진 설문을 통해 키보드로 음악을 연주할 수 있는 keyboard instrument(5학년 과정) 등 여학생들이 선호하는 학습 내용 중심으로 선정하여 <Table 5>, <Table 6>과 같이 학년별로 각 24차시로 구성하였다.

<Table 5> grade 5 of robot (Arduino) education program

Hour	Step	Topic
1	Orientation	• The Arduino? • Basic circuit story, breadboard
2	S4A	• The S4A? Digital output utilizing LED
3		• Analog input utilizing the illuminance sensor
4	Digital input/output	• The Sketch?
5		• Digital hourglass
6		• keyboard instrument
7		• Digital door lock

<Table 6> grade 6 of robot (Lego Mindstorms) education program

Hour	Step	Topic
1	Orientation	• The robot ?
2	EV3 Brick & EV3 motor	• Please see the parts that are connected to the EV3 brick
3		• Please see the About EV3 brick
4-5	motor	• Robot Using a medium motor
6		• Please see the About EV3 motor
7		• Please to see used and the type of EV3 sensor 1
8-9		• Creation of the robot arm H25 to control the movement by using the color sensor and the touch sensor, Behavior pattern is here
10		• Please to see used and the type of EV3 sensor 2
11-12	EV3 sensor	• Use a color sensor and a touch sensor, to make a puppy to control the action with advanced programming, Behavior pattern is here
13		• EV3 several sensors & motor connection
14		• EV3 brick connected to the computer
15-16		• EV3 motor, a gyro sensor, by using an ultrasonic sensor deprives the balance of his own creation gyro boy to move, Behavior pattern is here
17		• EV3 Brick interface
18-19	EV3 Brick interface	• Create car steer climber to climb the stairs, Behavior pattern is here
20-21		• Elephant created for controlling the operation by using the color sensor and the touch sensor, Behavior pattern is here

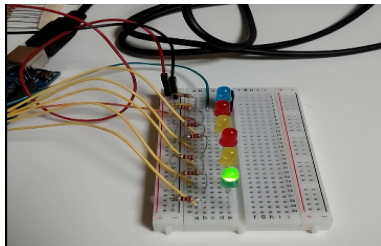
22	Creative artifacts	• To design my Lego Mindstorms project
23		• To manufacture my Lego Mindstorms project
24		• To announce my Lego Mindstorms project

교육 방법은 강의와 실습, 협력적 형태의 과제수행으로 이루어졌으며 모터 등의 단순한 내용에서 센서 등의 복잡한 내용으로 구성하였다.

<Table 7> Educational method

Classification	Content
Educational method	Lectures and training, Task performance
Training time	Weekly, 40 minutes 4 hours intensive training
Activities form	Modzumu my cooperation

5학년 과정 24차시 중 5/24차시 Digital hourglass 의 교육프로그램에 대해 살펴보면 다음과 같다.



(Fig 5) Digital hourglass

<Table 8> Sketch file (Digital hourglass)

```

unsigned long previousTime = 0;
int switchState = 0;
int prevSwitchState = 0;
int led = 2;
long interval = 6000;

⇒ 6000이라는 숫자의 단위는 milliseconds
따라서 초단위로 환산하면 6초가 된다.

for(int x = 2; [ x [ 8; x++){
pinMode(x, OUTPUT);
}
pinMode(switchPin, INPUT);
    
```

⇒ pin번호 2에서 시작하여 8이 되기 전까지 불이 켜지는 pin번호를 1씩 증가시킨다.

```

unsigned long currentTime = mills();
if(currentTime - previousTime>interval){
previousTime = currentTime;
digitalWrite(led, HIGH);
led++;
if(led ==7){
    
```

⇒ 6000milliseconds(6초)가 지나면 led가 하나씩 더 켜진다. 마지막 pin 번호인 7번 pin과 연결된 led까지 불이 들어온다.

<Table 9> Teaching and learning process

Time	2014. 09.13	Target	Information gifted fifth grade		
Theme	Digital input/output	hour	5/24		
Activity name	Digital hourglass	Time required	40 minutes		
Learning goal	Can be made by examining the operating principle of the Digital hourglass.				
STEAM 요소	S	T	E	A	M
Teaching material	Signal behavior video, fritzing, Circuit diagram program, UNO board, Resistance, LED, Switch				

Learning stage	Teaching and learning activities	mi-nutes	STEAM (◎)
Discover the confusion	<ul style="list-style-type: none"> ▶ To light and related electronic products, and what will? ▶ How can be divided if the published content to increase classification? 	2	◎T
Problem finding	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Whether the signal is, would be what principle ? ▶ Such electronic products, what must have what function? ▶ Let's consider the matters to be taken into account when creating electronic products. 	3	
Material discovery	<ul style="list-style-type: none"> ▶ What are the electronic products that you want to create in conjunction with the light? ▶ Let's make a signal to think the operating principle of the signal. 	2	
Discover ideas	<ul style="list-style-type: none"> ▶ What are the components necessary to operate the Digital hourglass? -Switch, LED, resistance, etc. ▶ When you create a sketch program, command that becomes the core, let's examine whether looks like. -interval: LED is flashing interval changes depending on the size of the interval -currentTime - to previousTime calculation ▶ Leveraging the fritzing program, let's create a circuit diagram. -Turn on the fritzing Transfer the 	28	◎S ◎M ◎E

	breadboard plate to. -to place a breadboard and Arduino UNO board. -place the LED and resistor to breadboard. -connect the wires to connect the breadboard and Arduino UNO board. -verify that the configuration of the circuit diagram is well. ▶ Circuit diagram, let's produce a Digital hourglass while watching the figure. -Considering the operating principle, to Digital hourglass production. -While looking at the circuit diagram and the resistance wire, and is fabricated by grasping the LED connection relationships	◎T
Discovery and the suggested solutions	▶ Let actuates the finished Digital hourglass. ▶ Let announced the problems that occurred while coding. ▶ Digital hourglass is Let's find everyone that it is anywhere in the problem if it does not work properly.	3
Accommodate the proposed discovery	▶ What are the problems that you encounter while making the Digital hourglass? ▶ Talk that you knew ▶ Please refer to the fact that it is possible to make the application to. -That it can be fabricated by applying the Digital hourglass, let's examine what is the thing.	2

4. 연구방법 및 절차

4.1 연구대상

제주특별자치도내 J초등학교 정보영재학급 5, 6학년 남, 여학생을 각각 비교집단과 실험집단으로 선정하여 본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 효과를 살펴보았다. 두 집단 모두 정보영재학급에서 Scratch, C언어를 각각 30시간씩 경험한 학생들이며 <Table 10>에 자세한 연구의 대상을 제시하였다.

<Table 10> Subject of research

	Grade 5	Grade 6	Total
Experimental group(Female)	7	5	12
Comparison group(Male)	8	9	17

4.2 검사도구

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 목표는 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램 설계 및 제작을 통해 초등학교 여학생들의 창의성을 신장시키는 것이다. 이를 확인하기 위한 검사도구로 Torrance의 창의성 측정을 위한 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A형을 활용하였다. 이 검사는 ‘그림 구성하기’, ‘그림 완성하기’, ‘쌍의 두 직선 - 선 그리기’ 등 세 가지 활동으로 구성되어 있다. 창의성 하위요소를 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’과 이들의 ‘평균’, 창의적 강점을 포함하는 ‘창의성 지수’로 구분하였으며 표준점수와 백분위 점수를 사용할 수 있는데 본 연구에서는 각 하위요소의 표준점수를 사용하여 검사하였다[14].

4.3 연구절차

교육 프로그램 투입 전 실험, 비교집단에 창의성 사전 검사를 실시하여 두 집단이 동질집단인지 확인하였으며, 교육 프로그램은 약 9주간 총 24차시의 내용으로 구성하였다.

실험집단과 비교집단의 교육효과를 살펴보기 위하여 창의성 사후검사를 실시하였으며 본 연구의 설계를 도식화하여 <Table 11>에 제시하였다.

<Table 11> Experimental design

G	O ₁	X ₁	O ₂
C		X ₁	

G: Experimental group C: Comparative group
 O₁: Pre-test O₂: Post-test
 X₁: Input Robot programming education program

5. 연구결과

창의성 검사 결과를 비교·분석하기 위하여 먼저 두 집단이 정규분포를 이루는지 확인할 필요가 있었다. 실험·비교집단의 창의성 사전 검사에 대한 Shapiro-Wilks 정규성 검정 결과는 각각 <Table 12>, <Table 13>와 같다.

<Table 12> Normality test of the experimental group creativity tests

Subscales	Descriptive Statistics(N=12)				Sig.	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	114.5	27.3	149	83	.819	.015*
Originality	101.8	24.0	147	65	.918	.273
Titles	86.17	35.0	145	40	.914	.239
Elaboration	79.7	20.6	117	57	.917	.261
Closure	80.6	30.8	125	40	.914	.243
Average	92.6	18.7	133	63	.942	.518
Index	100.3	23.2	153	66	.937	.460

*p<.05

실험집단의 정규성 검정 결과 ‘유창성’을 제외한 하위 요소에서 정규분포를 이루는 것으로 나타났다.

<Table 13> Normality test of the Comparison group creativity tests

Subscales	Descriptive Statistics(N=17)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	116.6	21.8	149	68	.962	.664
Originality	115.6	21.6	150	69	.979	.947
Titles	76.6	32.2	124	40	.857	.014*
Elaboration	66.7	9.3	85	57	.848	.010*
Closure	62.8	22.7	107	40	.865	.019*
Average	87.7	10.4	107	73	.934	.258
Index	93.5	11.1	117	78	.951	.471

*p<.05

비교집단의 정규성 검정 결과 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에서 정규분포를 이루지 않는 것으로 나타났다.

실험, 비교집단의 정규성 검정 결과에 따라 정규성을 확보한 하위요소에 대해서는 모수통계 방법을, 정규성을 확보하지 못한 하위요소에 대해서는 비모수통계 방법을 사용하여 비교·분석하였다.

5.1 집단 간 비교

실험·비교집단에 실시한 사전, 사후검사 결과를 비교하기 위해 두 집단 모두 정규성을 확보한 ‘독창성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’에 대해서는 독립표본 t 검정, 두 집단 중 하나라도 정규성을 만족하지 못한 ‘유창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에 대해서는 Mann-Whitney U검정을 실시하여 비교하였다.

먼저 실험 전 두 집단이 동질집단임을 확인하기 위해 사전검사 결과를 확인하였고 그 결과는 <Table 14>와 <Table 15>에 제시하였다.

<Table 14> Analysis of pre-test results of creativity test(independent samples T-test)

Subscales	Group	N	M	SD	t	p
Originality	F	12	101.83	23.980	-1.613	.118
	M	17	115.59	21.639		
Average	F	12	92.58	18.730	.899	.376
	M	17	87.71	10.931		
Index	F	12	100.25	23.227	1.050	.303
	M	17	93.47	11.147		

<Table 15> Analysis of pre-test results of creativity test(Mann-Whitney U-test)

Subscales	Group	N	M	SD	ranking	U	p
Fluency	F	12	114.50	27.341	14.13	91.500	.647
	M	17	116.59	21.818	15.62		
Titles	F	12	86.17	34.977	16.17	88.000	.556
	M	17	76.59	32.234	14.18		
Elaboration	F	12	79.67	20.588	17.88	67.500	.128
	M	17	66.71	9.333	12.97		
Closure	F	12	80.58	30.812	18.04	65.500	.107
	M	17	62.82	22.689	12.85		

사전검사 결과 두 집단이 동질집단인 것으로 나타났다. 실험 처치 후 사후검사 결과 분석결과는 <Table 16>, <Table 17>에 제시하였다.

<Table 16> Analysis of post-test results of creativity test(independent samples T-test)

Subscales	Group	N	M	SD	t	p
Originality	F	12	124.67	17.870	1.059	.299
	M	17	117.18	19.346		
Average	F	12	94.75	11.331	2.764	.010*
	M	17	82.06	12.725		
Index	F	12	102.00	13.922	2.781	.010*
	M	17	87.00	14.565		

*p<.05

<Table 17> Analysis of post-test results of creativity test(Mann-Whitney U-test)

Subscales	Group	N	M	SD	ranking	U	p
Fluency	F	12	134.25	20.191	16.75	81.000	.370
	M	17	124.47	24.215	13.76		
Titles	F	12	81.25	26.123	19.67	46.000	.012*
	M	17	54.82	24.460	11.71		
Elaboration	F	12	68.58	10.509	19.42	49.000	.018*
	M	17	61.65	7.262	11.88		
Closure	F	12	64.67	19.810	18.04	65.500	.107
	M	17	52.00	19.577	12.85		

*p<.05

창의성 검사 결과를 분석한 결과 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’에서 모두 남학생보다 여학생이 유의미하게 높게 나타났다.

5.2 집단 내 비교

각 집단 내 사전, 사후검사 결과를 비교하기 위해 사전검사로 실시한 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서는 대응표본 t 검정, 정규분포를 이루지 않는 실험집단의 ‘유창성’과 비교집단의 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’에 대해서는 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하여 비교하였다.

실험집단의 사전·사후검사를 비교·분석하여 <Table 18>과 <Table 19>에 제시하였다.

<Table 18> Analysis of the experimental group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Subscales	Period	M	SD	t	p
Originality	Pre	101.833	23.980	-3.088	.010*
	Post	124.667	17.870		
Titles	Pre	86.167	34.977	.514	.618
	Post	81.250	26.123		
Elaboration	Pre	79.667	20.588	1.640	.129
	Post	68.583	10.509		
Closure	Pre	80.583	30.812	2.141	.055
	Post	64.667	19.810		
Average	Pre	92.583	18.730	-.453	.659
	Post	94.750	11.331		
Index	Pre	100.250	23.227	-.346	.736
	Post	102.000	13.922		

*p<.05

<Table 19> Analysis of the experimental group pre- and post-test results(Wilcoxon's signed rank test)

Subscales	Period	M	SD	Z	p
Fluency	Pre	114.500	27.341	-2.547	.011*
	Post	134.250	20.191		

*p<.05

실험집단의 사전·사후검사 결과를 비교 분석한 결과 ‘유창성’, ‘독창성’에서 통계적으로 유의미한 상승이 있는 것으로 나타났다.

비교집단의 사전·사후검사 결과를 비교 분석하여 그 결과를 <Table 20>, <Table 21>에 제시하였다.

<Table 20> Analysis of the Comparison group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Subscales	Period	M	SD	t	p
Fluency	Pre	116.588	21.818	-1.530	.146
	Post	124.471	24.216		
Originality	Pre	115.588	21.640	-.277	.786
	Post	117.177	19.346		
Average	Pre	87.706	10.391	1.739	.101
	Post	82.059	12.725		
Index	Pre	93.471	11.147	1.943	.070
	Post	87.000	14.565		

*p<.05

<Table 21> Analysis of the Comparison group pre- and post-test results(Wilcoxon's signed rank test)

Subscales	Period	M	SD	Z	p
Titles	Pre	76.588	32.234	-2.358	.018*
	Post	54.824	24.460		
Elaboration	Pre	66.706	9.333	-1.534	.125
	Post	61.647	7.262		
Closure	Pre	62.824	22.689	-1.853	.064
	Post	52.000	19.577		

*p<.05

비교집단의 창의성 사전·사후검사 결과를 비교·분석한 결과 ‘유창성’, ‘독창성’에서는 평균점수가 소폭 상승하였고, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’, ‘제목의 추상성’에서는 평균 점수가 하락했으나 ‘제목의 추상성’에서만 유의미한 하락을 한 것으로 나타났다.

5.3 연구 결과 분석

먼저, 집단 간 비교·분석을 위해 실험·비교집단에 실시한 사전, 사후검사 결과에 대해 정규성 검사를 실시하였고 두 집단 모두 정규성을 확보한 하위요소들에 대해서는 독립표본 t 검정, 두 집단 중 하나라도 정규성을 만족하지 못한 하위요소들에 대해서는 Mann-Whitney U검정을 실시하였다.

사전검사 결과 두 집단이 동질집단인 것으로 나타났으며 실험 처치 후 사후검사 분석결과 ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’에서 모두 남학생보다 여학생이 유의미하게 높게 나타났다. 이는 공격적이고 경쟁적인 교육내용을 배제하는 등의 여학생을 고려한 프로그래밍 학습의 필요성이 있음을 확인할 수 있는 부분이며 프로그래밍 관련 학습에서 남녀별 차이는 문제해결력 등 능력의 차이보다는 동기, 태도의 차이라는 기존 연구결과와 동일함을 보였다.

각 집단 내 비교·분석을 위해 실험·비교집단에 실시한 사전, 사후검사 결과에 대해 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서는 대응표본 t 검정, 정규분포를 이루지 않는 실험집단과 비교집단의 하위요소들에 대해서는 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다.

실험집단의 사전·사후검사 결과를 비교 분석한 결과 ‘유창성’, ‘독창성’에서 통계적으로 유의미한 상승이 있는 것으로 나타났다.

비교집단의 창의성 사전·사후검사 결과를 비교·분석한 결과 ‘유창성’, ‘독창성’에서는 평균점수가 소폭 상승하였고, ‘정교성’, ‘성급한 종결에 대한 저항’, ‘제목의 추상성’에서는 평균 점수가 하락했으나 ‘제목의 추상성’에서만 유의미한 것으로 나타났다. 그 이유는 사후검사에서 ‘유창성’과 ‘독창성’ 부분에 치중한 문제해결이 이루어짐으로써 지식의 질보다는 양에 치중하는 경향을 보였기 때문으로 보여진다. 또한, 로봇 활용 프로그래밍을 위한 장비, 시설 및 환경 등의 부분에서 남학생들이 선호하는 이상적인 환경은 로봇을 조립하고, 작성한 프로그램을 로봇에 전송하여 즉각적으로 그 결과를 확인하고 피드백을 받고 각자 만든 로봇끼리 경쟁시켜 볼 수 있는 학생 개인당 한 세트의 로봇을 가지고 학습하기를 희망하고 있는데 아두이노의 경우 2인 1세트, 레고 마

인드스톱의 경우 4-5인 1세트로 학습을 했기 때문인 것으로 보여진다.

창의성 검사 분석 결과 본 연구에서 개발한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램은 초등학교 여학생의 ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’ 등 전체적인 창의성 신장에 도움을 주는 것으로 나타났다.

6. 결론

본 연구는 초등학교 여학생의 창의성 신장을 위한 프로그래밍 교육 방법으로 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램을 제시하였다. 정보영재학급 5, 6학년 로봇 교육 과정을 분석하여 공격적이고 경쟁적인 교육내용을 배제하여 주제를 선정하고 이를 아두이노와 EV3를 활용하여 로봇프로그래밍 교육 프로그램을 개발하였다. 개발한 교육 프로그램을 실험·비교집단에 투입하였고 사전·사후검사 결과를 통해 교육적 효과를 분석하였다.

분석 결과 교육 프로그램 투입 전·후로 실험집단의 ‘독창성’, ‘제목의 추상성’, ‘정교성’, ‘창의성 평균’, ‘창의성 지수’가 유의미하게 상승하였다. 이러한 결과를 종합하면 본 연구에서 개발한 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램이 초등학교 여학생의 창의성 신장에 효과적임을 알 수 있었다.

본 연구는 일반적으로 여학생이 프로그래밍 교육에 흥미가 낮은 것으로 밝혀진 기존 연구에 대해 다른 방식으로 로봇 활용 프로그래밍 교육 프로그램을 개발하여 적용했다는 것에 의의가 있다. 다만 본 연구의 연구 대상이 개체 수가 적다는 점과 일반 학생이 아닌 정보영재학급 학생을 대상으로 했다는 점은 추후 연구를 통해 개선되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Bae Young Kwon (2006). Robot programming education model in ubiquitous environment for enhancement of creative problem-solving ability. Korea National University of Education doctoral

- dissertation.
- [2] Bae Young Kwon (2007). A Study of the Robot Programming Instructional Strategies Considered Gender Differences. *The Journal of Korean association of computer education*, 10(4), 27-37.
- [3] Barry Fagin, Laurence Merkle (2003). Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science. *ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 35(1), 307-311.
- [4] Chung Mee Kyung · Kim Jee Eun (2002). The Effect of Creative Problem Solving Instruction in Elementary Practical Arts Subjects on Children's Thinking Ability. *The Journal of Korean practical arts education*, 15(2), 253-368.
- [5] David J. Barnes (2002). Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models. *ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on Computer science education*, 34(1), 147-151.
- [6] Kim Jong Hoon, Kim Jong Jin, Lee Tae Oak (2006). A Study on the Development of Creativity in Elementary School Through Micro-Robot Education. *The Journal of Korea Contents Society*, 6(8), 124-132.
- [7] Lee Eun Kyoung, Lee Young Jun (2008). The Effects of a Robot Based Programming Learning on Learners' Creative Problem Solving Potential. *The Journal of Korean Institute of Industrial Education*, 33(2), 120-136.
- [8] Lee Eun Kyoung, Lee Young Jun (2008). The Effects of 4CID Model based Robot Programming Learning on Learners' Flow Level. *The Journal of Korean association of computer education*, 11(4), 37-36.
- [9] Oh Sang Jin (2003). Development an Animation Programming Curriculum for the Elementary Gifted Children of Information Science. Gyeongin education University master's thesis.
- [10] Park Jung Ho, Kim Chul (2011). The Effects of the Robot Based Art Instruction on the Creativity in Elementary School. *The Journal of Korean Association of information Education*, 15(2), 277-285.
- [11] Resnick, M. (2006). Computer as Paint Brush: Technology, Play, and Creative Society. In Singer, D., Golikoff, R., and Hirsh-Pasek, K.(eds.), *Play=Learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*. Oxford University Press.
- [12] Song Jeong Beom, Paik Seoung Hey, Lee Tae Wuk (2009). The Effect of Robot Programming Learning Considered Gender Differences on Female Middle School Student's Flow Level and Problem Solving Ability. *The Journal of Korean association of computer education*, 12(1), 45-55.
- [13] Thomas R. Flowers, Karl A. Gossett (2002). Teaching problem solving, computing, and information technology with robots. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 17(6), 45-55.
- [14] Torrance, E. P. (2010). Torrance Tests of Creative Thinking Directions manual and scoring guide(Figural test booklet A), Korean FPSP.
- [15] Yi Jwa Taek (2004). The Effects of Instruction of Robotic Control Programming according to Problem-Based Learning on Logical Thinking of Junior High School Students. Korea National University of Education doctoral dissertation.
- [16] Yoo In Hwan (2005). The Possibility of Robot Programming to Enhance Creative Problem-Solving Ability. *The Journal of educational studies*, 36(2), 109-128.
- [17] Yoo In Hwan, Kim Tae Wan (2006). The Effects of MINDSTORMS Programming Instruction on the Creativity. *The Journal of Korean association of computer education*, 9(1), 1-11.
- [18] Yoo Sun Kyung, Kim Tae Young (2013). The Effect of the STEAM-based Robot Learning on the Creativity of Elementary IT-Gifted Students. *The Korean Journal of Teacher Education*, 29(3), 219-236.

저자소개



김 용 민

1999 제주교육대학교 실과교육과
(교육학학사)

2014~현재 제주대학교 컴퓨터교
육전공 박사과정

관심분야: 아두이노, CT, EPL

e-mail: minimega@hanmail.net



김 태 훈

2003 제주교육대학교 컴퓨터교육
과(교육학학사)

2011~현재 제주대학교 컴퓨터교
육전공 교육학박사

관심분야: STEAM 교육, 프로그
래밍 교육, EPL

e-mail: gtranu@naver.com



김 종 훈

1998 홍익대학교 전자계산학과
(이학박사)

1998~1999 ETRI Post-Doc.

1999~현재 제주대학교 초등컴퓨
터교육전공 교수

관심분야: 컴퓨터교육

e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr