

# 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용

김태훈 · 김병수 · 김종훈  
제주대학교

## 요약

과학기술에 대한 국가의 경쟁력을 위한 STEAM 교육과 정보교육의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구의 목적은 정보교육, 특히 프로그래밍 교육 중심의 STEAM 교육을 개발하는 것이다. 프로그래밍과 다른 교과요소를 연결하면서 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 장치로 센서를 활용한 프로그래밍 활동을 진행하였다. 개발한 교육 프로그램을 초등학교 4~5학년 대상으로 적용하였고, 창의력, 논리적 사고력, 과학의 정의적 영역에 대한 검사를 사전·사후에 실시하여 교육 프로그램의 효과를 비교, 분석하였다. 분석 결과 개발한 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 창의력의 유창성, 독창성, 창의력 지수와 논리적 사고력, 과학적 태도의 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 나타났다.

키워드: STEAM, 스크래치, 프로그래밍 학습, 센서, 창의력, 논리적 사고력

## Development and Application of the STEAM Education Program Focused on the Sensor-Based Scratch Programming

Tae-Hun Kim · Byeong-Su Kim · Jong-Hoon Kim  
Jeju National University

## ABSTRACT

The STEAM education and the computer science education have become increasingly important with the advent of science technology that enhances the national competitiveness. The purpose of the research is to develop the STEAM education program focused on programming education. I introduced a programming activity utilizing a sensor that can trigger students' interest with relation to other school subject factors. I applied the education program to grade 4-5 students, then compared and analyzed effects of the education program by conducting pretest and posttest regarding the creativity, reasoning skills, and the affective domain in science learning. Overall, the analysis reveals that the STEAM education program developed in this study improved fluency, originality and creativity index of the students' creativity, reasoning skills and scientific attitudes.

Keywords: STEAM, Scratch, Programming Learning, Sensor, Creativity, Logical Thinking

---

교신저자 : 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)  
논문투고 : 2014-02-08  
논문심사 : 2014-02-13  
심사완료 : 2014-03-17

## 1. 연구의 필요성

과학기술은 국가의 경쟁력이자 미래의 발전을 위한 원동력이다. 많은 나라들이 과학기술 분야의 경쟁력을 높이기 위해 과학기술 교육에 투자하고 있다. 우리나라 역시 과학기술의 중요성을 인지하고 과학기술 인재를 육성하기 위해 노력해왔다. 그 결과 국제학업성취도 비교 연구인 PISA나 TIMSS 등에서 우리나라 학생들의 과학·수학 성취도는 전 세계에서 최상위권을 유지해 왔다. 하지만 상대적으로 정의적 영역인 과학·수학에 대한 흥미나 태도, 자신감 등의 순위는 최하위권인 것으로 나타났다. 이러한 낮은 흥미와 자신감, 과학기술 분야 진학 및 진로 기피는 우리 과학기술 교육이 안고 있는 문제이다[1][2].

21세기에는 환경오염, 식량문제, 에너지 고갈 등 융합적 지식과 사고를 기반으로 해결해야 하는 문제가 증가하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 학문 분야의 영역을 넘나드는 융합적이고 창의적인 사고를 하는 인재를 육성해야 한다. 동시에 미래 과학기술을 이끌어 갈 학생들이 과학기술 분야에 흥미와 자신감을 갖도록 해야 하는 과제를 안고 있다. 직면한 문제와 과제를 해결하기 위하여 교육과학기술부는 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제해결 능력을 배양할 수 있도록 학습내용 및 방식을 재구조화하는 미래형 STEAM 교육 강화 정책을 발표하였다[1][2][14].

이러한 융합교육에 정보과학 요소를 포함하는 다양한 연구가 진행되고 있다. 정보과학기술의 발전은 현대인들의 삶을 획기적으로 변화시켰고 앞으로의 사회의 변화는 정보과학이 이끌 것이라는 사실은 자명하다. 최근에는 소프트웨어 개발 경쟁력을 위하여 초등학교서부터 프로그래밍 교육을 실시하자는 의견이 나올 만큼 그 중요성이 강조되고 있다. 과학기술과 정보과학을 융합하기 위하여 다양한 방법이 제시되고 있는데 그 중 하나가 센서를 활용한 교육이다. 센서 기술은 로봇이나 스마트폰 등에서 많이 사용되어 최근 일반인들에게도 친숙할 뿐만 아니라 학생들의 흥미를 이끌어낼 수 있고 과학기술과 정보과학을 쉽게 연결시켜 프로그래밍을 학습할 수 있다는 장점이 있다.

이에 본 연구에서는 프로그래밍을 학습하면서 과학

기술 분야에 대한 흥미와 자신감을 높일 수 있도록 초등학생을 대상으로 하는 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 개발한 교육 프로그램은 초등학생들을 대상으로 투입하였고 프로그램 투입 후 학생들의 창의력, 논리적 사고력, 과학에 대한 정의적 영역에서 어떠한 변화를 보였는지를 살펴보고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 STEAM과 프로그래밍 교육

미국을 중심으로 시작된 STEM 교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)을 총체적으로 일컫는 말로 현재 STEM 교육은 전 세계의 모든 분야에서 가장 핵심적인 주제로 논의되고 있으며 과학기술교육 개혁의 중심을 이루고 있다[1].

교육과학기술부에서는 2011년 업무보고에서 교육과 과학기술의 융합 시너지를 활용한 체계적 과학기술인재 양성을 위하여 초·중등 STEAM 교육을 강화하는 정책을 내 놓았다. 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술의 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 초·중등학교 수준에서부터 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 필요하다는 것이다[14]. 기존 STEM의 경우 STEM 분야의 직업에 흥미가 있는 학생들의 수가 급격하게 줄고 관련 교과와 학업성취도가 낮게 나타난 것에서 시작한 반면 우리나라의 STEAM 교육은 학생들의 과학·수학교과 성취도는 높은 반면 수학·과학 학습에 대한 흥미, 자신감, 만족감 등이 상대적으로 매우 낮아 관련 상급학교나 직업 선택을 기피하는 현상을 해결하고자 시작되었다는데 차이점이 있다. 백윤수는 이러한 우리나라 교육사회 환경에 적합한 4C-STEAM 교육을 제안하였는데 이는 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높이는데 중점을 두고 있다[1].

STEAM 교육에 대한 관심이 높아지면서 정보과학 요소를 융합하는 연구가 계속 되고 있다. 정보과학 중

심의 융합교육의 근거는 우리나라와 미국의 정보교육 과정에서도 찾을 수 있다. 정보교육의 목표 중 하나로 다른 학문들과 통합되어 새로운 형태로 확장, 발전시켜 나가는 융합 학문 분야를 개척할 수 있는 역량과 태도를 목표로 설정하였고[15], 교과별로 정보통신 기술 활동 예시를 제시하여 타 교과 활동에 정보통신 기술을 활용할 수 있도록 하였다[13]. 또한 미국컴퓨터교육학회(CSTA)는 초등학교 단계의 정보과학 교육은 계산적 사고에 대한 간단한 아이디어와 기술의 기본적인 개념을 통합함으로써 기본적인 정보과학 개념을 소개하도록 하였다. 정보 과학 학습 경험은 능동적인 학습, 창의성 및 탐구에 중점을 두어 설계되어야 하고 사회과학, 언어, 수학, 과학 등의 교과영역에 포함될 수 있음을 제시하였다[20].

김정아는 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안을 IT 활용 사례에 따라 IT 학습 콘텐츠를 활용하는 형태, IT 학습 도구로 활용하는 형태, IT를 교수·학습 내용으로 활용하는 형태로 구분하였고 STEAM 교육에서 프로그래밍 교육을 학습 도구로서, 학습 내용으로서 활용할 수 있음을 제시하였다[7].

스크래치와 Kodu 등의 교육용 프로그래밍 언어를 활용한 프로그래밍을 학습 도구와 학습 내용으로 하는 STEAM 교육 프로그램에 대한 연구가 진행되었다. 이러한 연구들은 과학 주제 학습 과정에서 프로그래밍 활동을 통해 게임이나 디지털 스토리텔링을 통해 창의적, 논리적 사고력, 과학에 대한 정의적 영역에 대한 변화를 살펴보고 있다[10][15].

## 2.2 센서를 활용한 스크래치 프로그래밍

스크래치는 프로그래밍을 처음 접하는 학생들을 위한 교육용 프로그래밍 언어이다. 직관적인 블록 쌓기 방식으로 학습자가 적응하기 쉽고 문법에 대한 부담 없이 프로그래밍을 할 수 있다. 또한 이미지, 음악, 소리와 같은 다양한 미디어를 손쉽게 조작할 수 있고, 웹을 통한 공유의 장을 지원하기 때문에 쉽게 예제를 찾아볼 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그래서 스크래치는 프로그래밍을 처음 접하는 초등학생을 위해 프로그래밍을 경험하기 위한 도구로 많이 사용되고 있

으며 컴퓨터과학 전공의 신입생을 위한 프로그래밍 학습 도구로도 사용되고 있다[9][12].

STEAM 교육을 위한 프로그래밍 도구로서 스크래치가 갖는 장점 중 하나는 센서를 활용할 수 있다는 것이다. 센서는 최근 스마트폰, 로봇 등에서 사용되는 기술로서 그 자체로 기술 교과와 연관된 학습이 가능할 뿐만 아니라 학생들의 흥미를 유발할 수 있다는 장점이 있다. 센서를 이용하면 컴퓨터 외부의 현상, 즉 주변의 과학현상(빛, 소리, 전기저항)을 컴퓨터로 입력받아 그 데이터를 이용하는 프로그래밍을 할 수 있는데 이를 통해 과학 주제와 자연스럽게 연결할 수 있고 이를 다양한 프로그램으로 설계하고 작성하는 과정에서 계산적 사고를 체험할 수 있다[9].

센서 기반의 프로그래밍 교육에 대한 연구는 주로 로봇을 활용하는 경우가 많았다. 로봇 프로그래밍과 PBL, 스토리텔링 등을 연계하여 문제를 해결하는 학습 프로그램에 대한 연구가 진행되었다[3][4][18]. 권대용은 텐지블 프로그래밍 도구를 활용하여 초등학생 저학년에게 프로그래밍에 대한 흥미를 갖도록 하는 연구를 진행하였다[11].

김석희는 체험활동을 위한 센서 기반 4C-STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 초등학교 4학년 교육과정을 재구성한 내용 요소를 스크래치에서 센서의 입력값을 이용한 프로그래밍 통하여 융합교육을 진행하였고, 그 결과 학생의 창의력과 문제해결력 등에서 긍정적인 효과를 얻었다[8].

## 3. 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램 개발

### 3.1 교육 프로그램 개요

본 연구에서는 센서 기반의 스크래치 프로그래밍 활동을 통해 과학 주제를 학습하고 융합적인 사고를 경험함으로써 프로그래밍과 과학 학습에 흥미를 느낄 수 있도록 STEAM 교육 프로그램을 구성하였다. 교육 프로그램의 STEAM 각 교과 요소는 <Table 1>과 같다.

&lt;Table 1&gt; STEAM subject content

Subject	Content
Science	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Finding scientific facts and problems</li> <li>· Finding solutions through investigation, presentation, discussions</li> </ul>
Technology	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Awareness through sensor</li> <li>· Product utilizing the sensor</li> </ul>
Engineering	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Design and programming</li> <li>· Design stage and sprite for programming</li> </ul>
Arts	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Making Artistic stage and sprite</li> <li>· Creative digital storytelling</li> </ul>
Mathematics	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Computation in programing and understanding logic formula, coordinate</li> </ul>

교육 프로그램에서 중요한 요소인 센서를 활용하기 위한 도구로 헬로보드를 사용하였다. 헬로보드는 소리 센서, 빛 센서, 전기저항 센서, 슬라이드와 버튼이 있어 소리, 빛, 전기저항, 슬라이드와 버튼의 입력을 받을 수 있기 때문에 학생들의 흥미를 유발할 수 있다는 장점이 있다. 과학 학습에 다루고 있는 현상인 빛, 소리 등을 직접 입력받을 수 있어 이를 이용한 다양한 프로그래밍이 가능하다. 과학 교과에서 배우던 개념을 직접 다루고 그것을 이용하여 창의적인 프로그램을 만들 수 있다.

### 3.2 STEAM 주제선정

센서 기반의 스크래치 프로그래밍과 과학 주제를 융합하기 위하여 2007 개정 과학과 교육과정 중 초등학교 4~6학년의 내용을 분석하였다. 과학 교과를 중심으로 내용을 선정한 이유는 STEAM 교육이 과학에 대한 흥미와 태도를 향상시키기 위한 것이고 궁극적으로 인류가 직면한 문제의 해결과 과학에 대한 경쟁력을 기르기 위한 목적을 갖고 있기 때문이다. 과학 분야의 학습 주제와 스크래치와 센서가 갖고 있는 기술, 공학, 예술, 수학적인 부분을 융합하는 것이 본 연구의 핵심이다.

교육과정을 분석하여 15개의 예비 주제를 선정하였는데, 센서 기반의 프로그래밍 교육의 적합 여부,

STEAM 교육 주제로서의 효과성 여부, 학생의 흥미를 유발 여부를 기준으로 정보교육, 초등교육 전문가 집단과 협의하여 5개의 주제를 선정하였다. 선정된 주제는 <Table 2>와 같다.

&lt;Table 2&gt; The topics of selected STEAM programs

Topic	Related Content	Sensors
Conservation	Ecology and environment, Light	Light
Energy Saving	Energy	Light, Sound
Environmental Protection	Ecology and environment	Light, Sound
Future Robots	Strata and fossils, The solar system and the stars	Slider, Button
Electrical Resistance	Electrical circuit	Resistance measurements

&lt;Table 3&gt; Detail contents at each stage of the education program

Step	Topic
Learning of Scratch	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Meet the scratch</li> <li>· Learning control blocks</li> <li>· Learning various blocks</li> <li>· Using the broadcast</li> <li>· Learning sensors</li> <li>· Creating a simple game</li> </ul>
Learning of STEAM Subject	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1 Subject: Nocturnal Animal(Firefly)</li> <li>· 2 Subject: Energy Saving</li> <li>· 3 Subject: Separate Collection</li> <li>· 4 Subject: Design of Future Robots</li> <li>· 5 Subject: Input Devices made of Fruits</li> </ul>
Project	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Prepare of personal project</li> <li>· Presentation of personal project</li> </ul>

### 3.3 교육 프로그램의 진행

교육 프로그램의 진행은 크게 3개의 단계로 나눌 수 있다. 스크래치에 대한 기본 소양을 학습하는 단계, 선정된 과학 주제에 대하여 조사하고 발표, 토의 활동을 하고 센서를 활용한 스크래치 프로그래밍을

통해 STEAM 소양을 기르는 단계, 자신이 선정한 과학 주제에 대한 프로그램을 디자인하고 작성하는 프로젝트 단계이다. 교육 프로그램의 단계별 구성은 <Table 3>에 제시하였다.

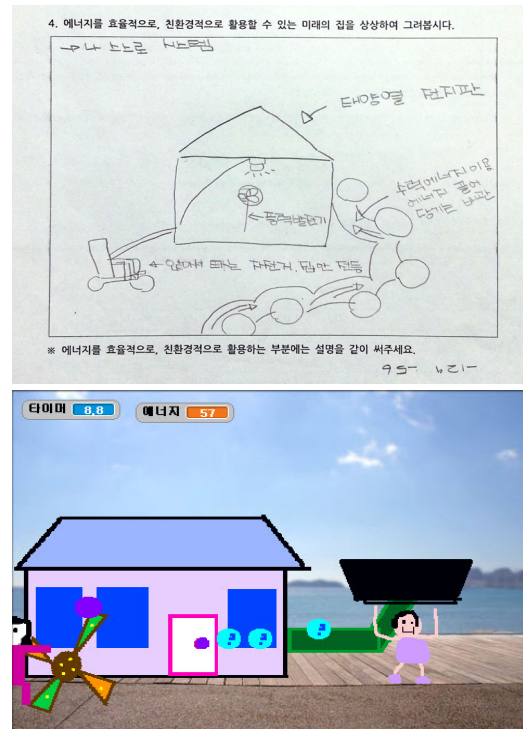
STEAM 주제 학습 단계는 일리노이주 주립대의 CeMaST(Center for Mathematics, Science, and Technology)의 IMaST(Integrated Mathematics, Science, and Technology) 프로젝트에서 사용되었던 순환학습 모형을 본 연구에 맞게 수정하여 진행하였다. 학생들은 발표, 조사, 토의하는 활동을 통해 주어진 문제를 학습한다. 그 과정에서 생성된 아이디어를 반영하여 이야기나 게임 등의 형태로 프로그래밍을 작성하고 이것을 다른 사람에게 디지털 스토리텔링하는 활동을 진행하였다. 본 연구에서 사용한 학습 모형을 <Table 4>에 제시하였다.

<Table 4> Learning cycle

Step	Activity
Exploring the Idea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation</li> <li>• Present a problem in story books and everyday life</li> </ul>
Getting the Idea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigate, present and discuss scientific facts</li> </ul>
Applying the Idea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programing regarding to a topic</li> <li>• Sketch a digital storytelling</li> </ul>
Expanding the Idea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Create my own program</li> <li>• Make a creative story</li> </ul>
Evaluate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Do digital storytelling</li> <li>• Mutual evaluation, Present my thoughts on the learning activity, Wrap-up</li> </ul>

아이디어 적용하기 단계에서 교사가 미리 준비한 예제를 통해 센서를 활용하는 방법을 따라하기 식으로 프로그래밍 했다면 아이디어 확장하기 단계에서는 학습한 스크래치 블록과 센서를 활용한 자신만의 프로그램을 만드는 활동을 진행하였다. 1주제 야행성 동물(빛센서)와 5주제 과일을 이용한 입력 장치(전기저항)처럼 특정 센서가 필요한 경우를 제외하고는 센서의 활용에 제한을 두지 않았기 때문에 처음 활용하는 시점에서는 주로 그 차시에 배운 내용을 활용하는 경향이 강했으나 시간이 지날수록 자기만의 창의적인

스토리를 만들어 내기 위해 여러 개의 센서를 활용하는 등 각자의 아이디어로 센서를 활용하는 모습을 관찰할 수 있었다. 교재를 자체 제작하여 활용하였는데 학생들의 아이디어를 만들어 내고 프로그램을 설계할 수 있도록 스케치를 통한 구상활동을 하도록 하였다. 구상활동이 끝나면 구상한 프로그램을 완성하고 이것을 이야기로 풀어 내어 자신만의 이야기를 발표하는 활동을 가졌다. (Fig. 1)에 한 학생이 수업시간에 작성한 구상활동 부분과 이를 통해 완성된 프로그램의 예제를 제시하였다.



(Fig. 1) Initiative activities and program examples

## 4. 연구방법 및 절차

### 4.1 연구대상

본 연구에서 개발한 프로그램의 교육적 효과를 살펴보기 위해 컴퓨터교실에 지원한 14명의 학생을 실험집단으로 선정하였다. 컴퓨터교실은 지역 내 4, 5학

년 초등학생 중 프로그래밍 강좌 수강을 희망하는 학생들을 모집하여 교육기부 형태로 운영되었다. 실험집단의 학년과 성별 구성은 <Table 5>에 제시하였다.

<Table 5> Experimental group

Grade 4		Grade 5		Total
Male	Female	Male	Female	
5	4	3	2	14

#### 4.2 검사도구

본 연구에서 개발한 프로그램의 교육적 효과를 분석하기 위해 창의력, 논리적 사고력, 과학과 관련된 정의적 특성 검사를 진행하였다.

우리나라의 STEAM 교육은 미국에서 시작된 STEM에 비해 창의성을 강조하고 있다. 이러한 STEAM 교육의 특징에 맞게 학생들의 창의력을 측정하였다. 창의력을 측정하기 위한 도구로 Torrance가 개발한 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 중 도형 A형 검사지를 사용하였다. 도형 검사지는 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항의 영역과 각 영역의 평균점수인 창의력 평균, 창의력 평균에 창의력 강점 점수화하여 합산한 창의력 지수로 구성되어 있다[21].

논리적 사고력을 측정하기 위한 도구로 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 사용하였다. 이 검사지는 Roadrangka 등에 의해 개발되었는데 논리적 사고력을 보존, 비례, 변인통제, 확률, 상관, 조합논리 등의 하위요소로 나누어 각 하위요소, 합계 점수를 통해 대상자의 논리적 사고력을 측정할 수 있는 도구이다. 본 연구에서는 노정원의 연구에서 사용한 12문항의 축소본 검사지를 원본의 의미를 손상시키지 않는 범위 내에서 학생들에게 친숙한 이름과 보충 설명을 추가해서 사용하였다[16].

STEAM 교육은 학생들이 갖고 있는 과학에 대한 흥미와 태도가 긍정적으로 변화하기를 기대한다. 학생들의 과학에 대한 흥미 및 태도에 대한 변화를 측정하기 위해 김효남 등이 개발한 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 과학의 정의적 특성을 과학에 대한 인식,

흥미, 태도의 3가지 분야로 구분하여 제시하였고 각 분야에 대한 하위 영역을 나누어 세분화하였다. 각 하위 영역별로 3개의 문항 총 48개의 문항으로 이루어져 있으며 각 문항은 5단계의 리커트 척도로 구성되었다[6].

#### 4.3 연구절차

본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 실험집단에 미치는 영향을 분석하기 위해 프로그램의 투입 사전·사후에 논리적 사고력, 창의력, 과학에 대한 태도 및 흥미에 대한 검사를 각각 실시하였다.

교육 프로그램의 투입은 사전·사후 검사를 포함하여 6일간 총 30차시로 진행하였고 프로그램 일정은 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Procedure of the program

Days	Program Contents
Day1	Orientation and Preliminary examination
Day2	Scratch Language Learning
Day3	1, 2 Subject Learning
Day4	3, 4 Subject Learning
Day5	5 Subject learning and Project preparation
Day6	Project presentation and Post examination

<Table 7> Normality test of the TTCT result

Subscales	Descriptive Statistics(N=14)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	103.6	11.6	85	123	.959	.714
Originality	104.9	15.2	82	127	.925	.264
Titles	101.6	32.8	40	150	.926	.270
Elaboration	121.5	18.3	79	150	.938	.397
Closure	93.6	24.2	40	112	.701	.000
Average	104.9	14.3	67	121	.878	.054
Index	115.0	16.9	73	139	.911	.161

5. 연구결과

5.1 창의력 변화

먼저 실험집단의 사전 창의력 검사에 대하여 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 <Table 7>은 그 결과를 나타낸 것이다.

검사 결과 성급한 종결에 대한 저항 영역의 유의도가 .000으로 나타나 귀무가설을 기각하여 정규성이 만족되지 않았다. 나머지 영역에서는 유의도가 유의수준인 .05보다 크게 나타나 귀무가설이 채택되어 정규분포임이 확인되었다. 이에 성급한 종결에 대한 저항 영역을 제외한 나머지 영역에 대하여 사전·사후검사를 비교하였고 그 결과를 <Table 8>에 제시하였다.

<Table 8> Analysis of the TTCT result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Fluency	Pre	14	103.571	11.614	-4.035	.001**
	Post	14	118.214	11.116		
Originality	Pre	14	104.929	15.163	-2.265	.041*
	Post	14	115.000	10.727		
Titles	Pre	14	101.571	32.837	.655	.524
	Post	14	97.786	33.889		
Elaboration	Pre	14	121.500	18.325	-.833	.420
	Post	14	124.571	20.213		
Average	Pre	14	104.857	14.330	-1.967	.071
	Post	14	109.214	13.389		
Index	Pre	14	115.000	16.984	-2.368	.034*
	Post	14	120.786	17.012		

\*p<.05 \*\*p<.01

실험집단의 사전·사후 창의력 점수를 분석한 결과 유창성, 독창성, 정교성, 창의력 평균, 창의력 지수의 점수가 상승하였으며 그 중에서도 유창성, 독창성, 창의력 지수 점수의 향상은 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 제목의 추상성에서 점수가 다소 낮아지긴 했지만 통계적으로 유의미하지는 않았다. 결과적으로 TTCT 검사의 창의력 지수가 통계적으로 유의미하게 상승된 것으로 보아 개발한 교육 프로그램이 학생들의 창의력이 향상에 기여한 것으로 나타났다.

5.2 논리적 사고력 변화

논리적 사고력 검사지로 사용한 GALT의 경우 각 하위요소별 문항이 2개 밖에 없기 때문에 이에 대한 정규성 검정이 어려워 논리적 사고력 합계에 대하여 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 그 결과를 <Table 9>에 제시하였다.

<Table 9> Normality test of the GALT result

Subscales	Descriptive Statistics(N=14)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Overall	4.286	2.128	8	1	.965	.801

정규성 검정의 결과 논리적 사고력 합계의 유의도가 .801로 유의수준인 .05보다 크므로 귀무가설이 채택되어 정규분포임을 확인하였고 개발한 교육 프로그램이 실험집단의 논리적 사고력에 미친 영향을 알아보기 위해 사전, 사후검사 결과를 비교하였으며 그 결과는 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Analysis of the GALT result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Overall	Pre	14	4.286	2.128	-3.379	.005**
	Post	14	5.143	2.282		

\*p<.05 \*\*p<.01

실험집단의 사전·사후 논리적 사고력 점수를 분석한 결과 논리적 사고력 평균점수가 상승하였으며 통계적으로도 매우 유의미한 것으로 나타났다. 정규성 검정을 하지 않은 모든 하위요소에서도 통계적으로 유의미하지 않았지만 점수가 상승한 것으로 나타났다. 본 프로그램에서 실시한 교육 프로그램이 실험집단의 논리적 사고력의 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 나타났다. 이는 프로그래밍을 통한 문제해결과정이 학생들의 논리적 사고력 신장에 도움을 준 것으로 판단된다.

### 5.3 과학과 관련된 정의적 영역

실험집단의 과학과 관련된 정의적 영역에 사전검사에 대하여 Shapiro-Wilks 정규성 검정을 실시하였고 그 결과를 <Table 11>에 제시하였다.

<Table 11> Normality test of the science-related affective domain test result

Subscales	Descriptive Statistics(N=14)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Cognition	3.951	.441	4.75	3.33	.958	.690
Interests	4.029	.646	4.87	2.93	.902	.120
Scientific Attitudes	3.918	.632	4.95	2.05	.958	.685
Average	3.962	.546	4.77	3.13	.927	.272

<Table 12> Analysis of the science-related affective domain test result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Cognition	Pre	14	3.951	0.441	-.203	.842
	Post	14	3.976	0.466		
Interests	Pre	14	4.029	0.646	-1.611	.131
	Post	14	4.229	0.659		
Scientific Attitudes	Pre	14	3.918	0.632	-2.378	.033*
	Post	14	4.091	0.656		
Average	Pre	14	3.962	0.546	-2.135	.052
	Post	14	4.106	0.534		

\*p<.05 \*\*p<.01

정규성 검정 결과 과학과 관련된 인식, 흥미, 태도와 평균 점수가 모두 유의수준인 .05보다 크기 때문에 귀무가설이 채택되어 정규분포임을 확인하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램이 과학과 관련된 정의적 특성에 미친 영향을 알아보기 위해 사전·사후검사 결과를 분석하였다. <Table 12>에서 제시하였듯이 과학에 대한 인식, 흥미, 태도, 평균의 모든 측면에서 점수가 상승한 것을 알 수 있다. 특히 과학적 태도의 경우 그 변화가 통계적으로도 유의미한 것으로 나타났다. 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램이 실험집단의 과학적 태도가

향상되었으며 통계적으로 유의미하지는 않았지만 인식과 흥미, 평균 점수가 향상된 부분도 과학과 관련된 정의적 특성에 긍정적인 영향을 주었음을 보여주고 있다.

### 5.4 연구 결과 분석

본 연구에서 개발한 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램의 교육적 효과를 살펴보기 위해 창의력, 논리적 사고력, 과학의 정의적 영역에 대한 검사 결과를 다음과 같이 분석하였다.

창의력 검사에서는 유창성과 독창성의 영역, 창의력 지수가 통계적으로 유의미한 상승한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발한 교육 프로그램이 STEAM 교육에서 강조하는 창의력 향상에 기여하고 있음을 보여준다.

논리적 사고력 합계가 유의미한 향상이 나타난 것은 STEAM 형태의 프로그래밍 교육이 논리적 사고력을 길러주며 이를 통해 프로그래밍 교육 자체에도 효과가 있음을 보여준다.

마지막으로 과학과 관련된 정의적 영역에 대한 검사에서 각 영역의 점수가 향상되었고 과학적 태도에서 유의미한 상승을 나타난 것은 프로그래밍과 과학 교과를 융합한 STEAM 교육의 교육적인 가능성을 보여주는 것이다.

### 6. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 4~5학년의 학습자를 대상으로 센서 기반 스크래치 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 실험 결과를 통해 개발된 교육프로그램이 학생들의 창의력, 논리적 사고력, 과학에 대한 정의적 영역에 대한 긍정적인 효과를 보여주었다. 이는 프로그래밍, 넓게는 정보과학 기반의 STEAM 교육 프로그램의 교육적인 활용 가능성이 높다는 것을 시사한다.

본 연구는 센서 기반의 스크래치 프로그래밍을 통한 STEAM 교육 프로그램의 효과를 보여주었지만 센서를 사용하지 않은 스크래치 중심의 STEAM 교육 프로그램 등과의 직접적인 비교를 하지 못한 점과 실



협집단의 규모가 작은 점, 동일한 검사지로 인한 학습 효과에 대한 검증이 부족한 점 등에서 한계점이 있다. 향후 더 많은 학습자들을 대상으로 센서를 활용한 프로그래밍과 STEAM 교육에 대한 집단 비교연구를 통해 초등학생들에게 미치는 영향을 세분화하는 연구가 필요하다.

**참 고 문 헌**

[1] Baek, Y. S., Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Park, J. Y., Lee, J. Y., Jeong, J. S., Choi, Y. H. & Han, H. S. (2011), STEAM Education in Korea, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11-4, 149-171.

[2] Baek, Y. S., Park, H. J., Kim, Y. M., Noh, S. G., Lee, J. Y., Jeong, J. S., Choi, Y. H., Han, H. S. & Choi, J. H. (2012), A Study on the Action Plans for STEAM Education, Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.

[3] Han, J. H., Park, J. H., Jo, M., Park, I. W. & Kim, J. O. (2011), Learning with a Robot for STEAM in Elementary School Curriculum, *Journal of Korean Information Education*, 15-3, 483-492.

[4] Hur, K. (2011), Development of PBL based Elementary Robot Programming Curriculum, *Journal of Korean Information Education*, 15-4, 543-550.

[5] Hyun, D. L., Yang, Y. H., Kim, E. G. & Kim, J. H. (2011), Research on Development and Application of Learning Program about Algorithm by Using Scratch Programming, *Journal of Korean Information Education*, 15-3, 387-397.

[6] Kim, H. N., Chung, W. H. & Jeong, J. W. (1998), National Assessment System Development of Science-Related Affective Domain, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18-3, 157-369.

[7] Kim, J. A., Kim, B. S., Lee, J. H. & Kim, J. H. (2011), A Study of Teaching-Learning Methods for the IT-Based STEAM Education Model With Regards to Developing People of Interdisciplinary Abilities, *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 23-3, 445-460.

[8] Kim, S. H. & Yu, H. C. (2013), Effect of STEAM Education Program Based on Hands on Sensor, *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 16-4, 13-21.

[9] Kim, T. H., Kim, B. S. & Kim, J. H. (2012), The Effects on Pre-service Elementary School Teachers by Algorithm Learning based on Computational Thinking Using Logo, *Journal of Korean Information Education*, 16-4, 463-474.

[10] Kim, T. H., Yang, Y. H. & Kim, J. H. (2013), Development and implementation of STEAM Program based on Programming using Kodu, *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.*, 25-5, 1020-1030.

[11] Kwon, D.Y. (2013), Development and Application of Robot Task using Tangible Programming Tool for Elementary Students, *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 16-4, 13-21.

[12] Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., and Eastmond, E. (2010), The scratch programming language and environment, *ACM Transactions on Computing Education*, 10-4, 16:1-16:15.

[13] Ministry of Education & Human Resources Development (2005), Revised Plan and Guide of Information and Communication Technology Education in Elementary and Middle Schools, Seoul: Ministry of Education & Human Resources Development.

[14] Ministry of Education, Science and Technology (2010), The upcoming future, South Korea, being improved by creative human resources and advanced scientific technology. <http://www.mest.go.kr>.

[15] \_\_\_\_\_

- (2011), Middle School Optional Subject Curriculum, Seoul: Ministry of Education, Science and Technology .
- [16] Noh, J. W.(1998), A survey Study of GALT Full Version and Short Version in Science Education, Ewha Womans University master thesis.
- [17] Oh, J. C., Lee, J. H., Kim, J. A. & Kim, J. H.(2012), Development and Application of STEAM based Education Program Using Scratch -Focus on 6th Graders' Science in Elementary School, *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 15-3, 11-23.
- [18] Park, J. H., Kim, C.(2012), An Effect of Storytelling-based Robot Programming Class, *Journal of Korean Information Education*, 16-2, 211-222.
- [19] Resnick, M.,Maloney, J., Hernández, A. M., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B. & Kafai, Y.(2009), Scratch: Programming for All, *Communications of the ACM*, 52-11, 60-67.
- [20] The CSTA Standards Task Force(2011), CSTA K - 12 Computer Science Standards revised 2011.
- [21] Torrance, E. P. (2010), Torrance TTCT(Figural) A Type Test Manual, Trans. Kim, Y, C., Daegu: Korean Future Problem Solving Program.

## 저 자 소 개



### 김 태 훈

2010 제주대학교 초등컴퓨터교육  
전공(교육학석사)

2011~현재 제주대학교  
컴퓨터교육전공  
박사수료

관심분야: STEAM 교육,  
프로그래밍 교육,  
Computational Thinking

e-mail: pigpotato79@naver.com



### 김 병 수

2002 제주교육대학교  
컴퓨터교육과(교육학학사)

2013 제주대학교 컴퓨터교육전공  
교육학박사

관심분야: STEAM 교육,  
알고리즘 교육,  
Computational Thinking

e-mail: pigpotato79@naver.com



### 김 종 훈

1998 홍익대학교  
전자계산학과(이학박사)

1999~현재 제주대학교  
초등컴퓨터교육전공  
교수

관심분야: 컴퓨터교육

e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr