

Kodu를 이용한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용

김태훈 · 양영훈 · 김종훈[†]
(제주대학교)

Development and Implementation of STEAM Program based on Programming using Kodu

Tae-Hun KIM · Young-Hoon YANG · Jong-Hoon KIM[†]
(Jeju National University)

Abstract

The purpose of this study was to develop the STEAM educational program based on the computer programming. STEAM education has been recently attracted to a lot of people. We had a focus of computer science in STEM fields. We used the programming language for learning KODU. We selected appropriate topics for STEAM education and learning programming. We developed the educational program of 30 hours about selected topics and had classes for 4th and 5th grade elementary students. In order to verify the effectiveness of the educational program, we analyzed the results of pre- and post-test about GALT(Group Assessment of Logical Thinking), TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking), science-related affective domain, and mathematical interests and attitudes tests. In the analysis results, the education program we developed had positive impacts on creativity, logical thinking, and science-related affective domain of elementary school students.

Key words : STEAM, Kodu, Logical thinking, Creative thinking, Programming learning

I. 서론

1. 연구의 필요성

21세기는 환경오염, 식량문제, 에너지 고갈 등 융합적 지식과 사고를 기반으로 해결해야 하는 문제가 증가하고, 이러한 문제들은 기존의 지식 기반 접근방법으로 해결하기에는 한계가 있어 지식을 넘나드는 융합적이고 창의적인 사고력과 실천력을 필요로 한다. 따라서 학문 분야의 영역을

넘나드는 융합적이고 창의적인 사로를 하는 인재가 필요하다(Baek, Yoon-Su et al., 2012).

교육 분야에서도 융합 시대에 적합한 인재 양성에 대한 요구의 목소리가 커졌다. 미래 사회를 이끌어 갈 인재를 육성하기 위해서 국내외에서 다양한 융합교육이 실행되고 있으며 그에 대한 관심도 높아지고 있다. 최근 교육과학기술부에서는 미래사회를 이끌어갈 창의인재를 육성하기 위한 정책으로 융합인재교육(STEAM)을 국가적인

[†] Corresponding author : 064-754-4913, jkim0858@jejunu.ac.kr

* 이 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음

교육정책으로 내세웠다(Ministry of Education, Science and Technology, 2010; Ministry of Education, Science and Technology, 2011). 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과 간의 통합적인 교육을 통해 창의적이고 융합적인 인재를 육성하겠다는 STEAM 교육은 초·중등교육부터 고등교육, 산업 분야에서까지 다양한 교육프로그램이 제안되고 운영되고 있다.

이는 정보과학 분야에서도 마찬가지이다. 스마트폰과 관련 산업이 사회 전체적인 관심을 받으면서 IT산업이 미래를 이끌어나갈 원동력으로 인정받고 있는 시점에서 정보과학 역시 STEAM 융합의 중요분야로 인정받고 있다.

하지만 STEAM 교육의 기초단계라 할 수 있는 초등학교에서 다루어지고 있는 정보과학의 통합 형태는 이미 개발된 응용프로그램을 활용하는 형태가 대부분이다. 세계 여러 선진국들이 IT분야의 인재를 육성하기 위해 초등학교에서부터 프로그래밍 교육을 강조하고 있는데 비해 우리나라의 초등학교 정보교육은 아직도 컴퓨터 활용 수준에 그치고 있다는 점은 아쉬움이 있다(Oh, Jung-Cheol et al., 2012).

이에 본 연구에서는 초등학교생들이 쉽고 재미있게 프로그래밍을 학습하면서 STEAM 교육에서 지향하는 창의적이고 융합적인 능력을 기를 수 있도록 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 또한 개발된 교육 프로그램은 초등학교생을 대상으로 직접 운영하고 교육적 효과를 분석하여 프로그래밍 중심의 STEAM 교육의 가능성을 점검해 보았다.

II. 이론적 배경

1. STEAM(융합인재교육)

최근 교육과학기술부에서는 창의적 과학기술인재 양성을 통한 인재강국 구현을 목표로 초·중등 학교에서 과학기술에 대한 이해·흥미·잠재력을 높이는 STEAM 교육을 실시하는 계획을 발표하였

다(Ministry of Education, Science and Technology, 2010; Ministry of Education, Science and Technology, 2011).

STEAM 교육은 미국과학재단에서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 약칭으로 사용된 용어가 교육 정책이나 관련 연구에서 등장하면서 주목을 받은 것으로 우리나라에서는 여기에 창의성을 강조한 예술과 인문학 분야(Arts)를 추가하였다. 21세기의 변화와 도전에 적합한 글로벌 시대의 경쟁력을 확보하기 위해 학문의 융합과 실천을 강조한다는 데 공통점이 있지만 미국의 STEM의 경우 학생들의 STEM 관련 교과의 학업성취도 향상 및 흥미 유발, 여학생과 소수민족의 이공계 진출 장려에 목적이 있었다면 우리나라의 STEAM 교육은 다른 국가에 비해서 높은 학업성취도에도 불구하고 상대적으로 낮은 과학학습에 대한 효능감, 자신감, 흥미를 증진시키고 이공계 기피 현상을 해결하고자 시작되었다는데 차이점이 있다(Baek, Yoon-Su et al., 2011; Son, Yeon-a et al., 2012; Sanders, M., 2008; Kim, Tae-Hun, Kim, Jong-Hoon, 2012).

STEAM 교육이 많은 관심을 받으면서 교육 현장에서 STEAM 교육을 위한 다양한 교육 프로그램이 개발되고 있다. 특히 국내의 STEAM 교육은 창의적 설계와 감성적 체험을 강조한다. 창의적 설계는 학생이 어떤 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발휘하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 과정으로 ‘공학’ 개념을 포함하며 시대적 요구에 부합하는 종합적인 문제해결과정 이라는데 의미가 있다. 감성적 체험은 교육 목표인 정의적 영역을 확장하여, 학습 상황을 경험하고 체험함으로써 기존의 가치 교육이나 가치 전수가 아닌 창의성과 인성을 유기적으로 융합하는 것을 강조한다(Baek, Yoon-Su et al., 2011).

이렇듯 창의적이고 감성적인 특징을 갖는 STEAM 교육을 위하여 정보과학 분야에서도 다양한 연구가 진행되고 있다. 김정아 등(2011)은 IT 활용에 따른 STEAM 교육의 유형을 IT 학습

콘텐츠 활용, IT 학습 도구 활용, IT 교수·학습 내용 활용하는 세 가지로 분류하였다. 일반적인 STEAM 교육 프로그램은 IT를 학습 콘텐츠 활용이나 학습 도구로서 활용하는 경우가 대부분이다 (Kim, Jeong-A et al., 2011).

최근 정보교육 분야에서 프로그래밍 교육을 중심으로 STEAM 교육을 진행하려는 시도가 생겨나고 있다. 초등학교학생을 대상으로 하는 STEAM 교육에서 사용되는 프로그래밍 언어는 주로 스크래치를 사용하고 있는데 오정철 등(2012)은 초등학교 6학년 과학교과를 중심으로 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발하고 적용하여 학생의 창의력과 과학과 관련된 정의적 특성에 대한 긍정적인 효과를 얻었다(Oh, Jung-Cheol et al., 2012).

2. Kodu

Kodu는 Logo, Alice, Greenfoot, Scratch 등의 영향을 받아 마이크로소프트 연구소(Microsoft Research)에서 개발한 프로그래밍 언어로서 고급 언어, 비주얼 언어, 인터프리터 언어로 분류될 수 있다. PC 또는 Xbox에서 게임을 만드는 용도로 개발되었지만 최근 미국, 영국 등지에서 STEM 교육을 위해 프로그래밍을 학습하고 창의적인 게임을 제작하여 경진하는 교육용 프로그래밍 언어로 활용되고 있다. 또한 디지털 스토리텔링을 위한 도구로서 사용할 수 있다는 장점이 있다.

프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램 개발을 위해 Kodu라는 프로그래밍 언어를 이용한 이유는 Kodu가 갖고 있는 다음과 같은 장점 때문이다.

먼저 언어 자체가 학생들의 흥미를 유발하는 요소들을 갖고 있다는 점이다. 3D 그래픽 환경과 타일 배치 형태의 프로그래밍 형식, 프로그래밍을 통해 명령을 내릴 수 있는 귀여운 캐릭터 등은 초등학교학생에게 지루할 수 있는 프로그래밍에 좀 더 쉽게 다가갈 수 있도록 해 준다.

둘째, 학생들을 자연스럽게 문제 상황으로 이끌 수 있다는 장점이 있다. Kodu는 3D 그래픽 환경에서 프로그래밍을 작성하는데 개발 환경내에서 물리엔진이 이미 작용되기 때문에 실시간의 환경과 매우 유사하다. 실세계와 유사한 물리법칙 안에서 문제를 해결해야 하기 때문에 교사가 문제 상황을 만들어 내고 학생들을 안내할 수 있다(MacLaurin, M., 2011).

셋째, 3D 환경에서 문제에 알맞은 환경(지형, 스토리)를 생성해 내는 것 자체가 STEAM의 공학, 예술과 밀접한 관련을 갖는다. Scratch에서 그림판을 이용해 무대나 스프라이트를 만들어 내는 것을 넘어서서 문제를 해결하기 위한 지형을 만들어 내고 객체를 추가하는 것이 학습의 일부분이 된다.

넷째, 문법이 간단하여 캐릭터를 동작시키는 프로그램 작성에 대한 부담이 적을 뿐 아니라 간단한 프로그래밍을 통해 변수, 조건, 객체지향 등의 다양한 정보과학의 요소를 학습할 수 있다(Stolee, K. T., Fristoe, T., 2011).

마지막으로 프로그램을 작성하거나 수정할 때 그 내용을 바로 확인할 수 있기 때문에 결과물을 쉽게 만들어 낼 수 있고 오류 수정도 용이하다. 프로그래밍 결과를 확인하기 어렵다면 학생들이 지겨움을 느끼기 쉬운데 이를 극복할 수 있다(Lee, Chan-Do, 2010).

국내에서는 초등학교생이나 프로그래밍을 처음 접하는 학습자를 대상으로 프로그래밍 언어와 계산적 사고(Computational Thinking)의 학습도구로서 Kodu를 사용하는 연구가 진행되었는데 초등학교 학생을 대상으로 Kodu를 이용한 프로그래밍 학습이 논리적 사고력과 학습 흥미 측면에서 효과가 있는 것으로 나타났다. 이들 연구에서는 초등학교 수준에서도 쉽게 프로그래밍을 학습할 수 있다는 점에서 Kodu의 장점을 제시하고 있었다.(Kim, Byeong-Su & Kim Jong-Hoon, 2012; Kim, Tae-Hun, Kim, Jong-Hoon, 2013).

해외에서는 융합교육(STEM)에 직접적으로 사

용되는 경우가 많았다. 프로그래밍을 처음으로 접하는 학생, STEM 관련 교과에 흥미가 낮은 여학생들을 대상으로 게임 프로그래밍을 통해 프로그래밍, 정보 과학 개념을 학습하는 도구로서 사용하고 있었으며 Kodu를 이용한 프로그래밍 경진대회도 열리는 등 국내보다는 좀 더 활발한 연구가 진행되고 있었다(National STEM Video Game Challenge, (n.d.); Frisioe, T. et al., 2011).

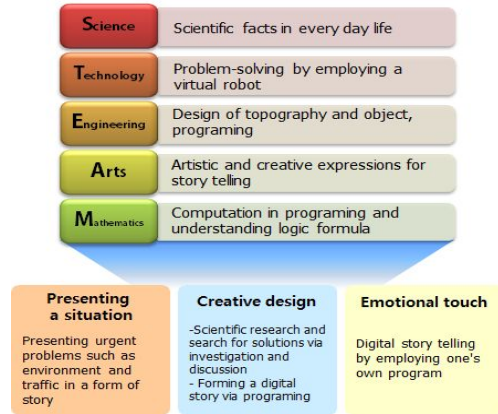
Ⅲ. STEAM 교육 프로그램 설계 및 개발

1. 프로그램 개요

본 연구에서는 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육을 통해 과학 주제에 대한 학생의 흥미를 유발하고 컴퓨터 프로그래밍을 학습하고 창의력을 기르기 위한 목적으로 디지털 스토리텔링을 기반으로 수업 모델을 작성하였다. 본 연구에서 사용한 STEAM 교육 수업 모델 STEAM 과목 요소와 단계 요소를 바탕으로 도식화하여 [Fig. 1]에 나타내었다.

상황제시 단계에서는 초등학교 수준에 적합하고 쉽게 접할 수 있는 우리 사회의 다양한 문제들을 동영상이나 이야기책을 이용하여 제시하여 학습에 대한 흥미를 유발하고 과학적 사실과 문제를 유추해 낼 수 있도록 하였다. 최종 단계에서 이루어지는 학생들의 디지털 스토리텔링과 자연스럽게 이어질 수 있도록 이야기 형식으로 제시하였다.

창의적 설계에서는 제시한 문제를 바탕으로 과학적 사실과 해결방안에 대한 조사, 탐구학습을 통해 주제에 대한 심도있는 학습이 이루어지도록 하였다. 또한 그 내용을 바탕으로 객체와 환경을 디자인하여 Kodu 프로그래밍을 통해 디지털 스토리텔링을 위한 프로그램을 작성하였다. 이 과정에서 주된 STEAM 과목 요소의 학습이 이루어진다.



[Fig. 1] Model of STEAM education

감성적 체험에서는 각 학습자가 만든 프로그램을 통해 디지털 스토리텔링을 진행하였다. 디지털 스토리텔링을 통해 당면한 문제의 심각성을 알고 그에 대한 과학적 사실을 실제 생활과 연관되어 이해할 수 있으며 해결을 위한 노력과 실천 의지를 다질 수 있는 기회를 갖도록 하였다.

2. 교육과정 분석 및 주제선정

STEAM 교육은 인류가 당면한 새로운 문제를 해결하고 유망한 분야에 대한 경쟁력을 확보하기 위해 시작되었다. Bybee(2010)는 PISA 2006의 scientific literacy를 바탕으로 STEM 교육의 주제를 제시하였다. 제시된 주제는 건강, 에너지 효율성, 천연자원, 환경(보호), 재난(방지), STEM의 첨단 분야 등이다(Bybee, R. W., 2010). 이에 따라 본 연구에서는 환경보호, 우주 등 인류가 해결하려는 문제와 경쟁력을 확보하려는 과학 분야의 주제를 STEAM 교육 프로그램의 대주제로 선정하였다. 이는 과학적인 주제로서 융합하는 것이 STEM 또는 STEAM 교육이 추구하는 목적에 적합하다고 판단하였기 때문이다. 대주제에 따른 소주제를 선정하기 위하여 초등학교 과학 4~6학년 교육과정을 분석하였다.

주제의 선정 기준은 과학 중심의 주제 활동 안에 타 교과의 학습내용을 융합하여 과목 간의 연

계성을 높일 수 있고 Kodu로 프로그래밍하여 디지털 스토리텔링하기에 적합한 내용인지 여부였다. 또한 교육과정에 포함된 내용과 연관이 되어 있으면서도 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 소재를 추출하고자 하였다. 교육과정 분석을 거쳐 20개의 세부주제를 선정하였고 실제 투입할 교육 프로그램 시수에 맞추기 위해 정보교육, 초등교육 전문가 집단과 협의하여 최종 5개의 주제를 선정하여 교육프로그램을 개발하였다. 그 내용을 <Table 1>에 제시하였다.

<Table 1> The topics of selected STEAM programs

Subject	Issue
Environ-ment	The Earth is Getting Warm.
Biology	Protect the Endangered Species.
Energy	Save the Energy.
Space	Discover the Footprint of Extraterrestrial life
Traffic	Creating a Traffic Safety City

3. STEAM 교육 프로그램의 진행

프로그램의 진행은 크게 세 단계로 나눌 수 있는데 각 단계별로 진행된 세부 내용을 <Table 2>에 제시하였다.

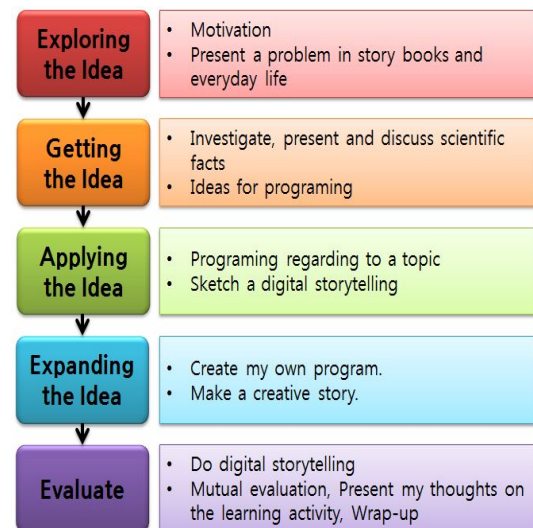
<Table 2> Detail contents at each stage of the education program

Step	Topic
Learning of Kodu	Introduction of Kodu
	Design my world
	Control using the Timer and Score
	Make an object
	Control flow using the page
	Various function to storytelling
Learning of STEAM Subject	The Earth is Getting Warm.
	Protect the Endangered Species.
	Save the Energy.
	Discover the Footprint of Extraterrestrial life
	Creating a Traffic Safety City
Project	Prepare of personal project
	Presentation of personal project

프로그래밍 경험이 없는 학생들이 Kodu 프로그래밍을 통해 프로그래밍 언어를 접하고 문제해결을 하는 활동(프로그래밍 학습), 제시한 다섯 가지 STEAM 문제에 대해 조사·토론 등을 통해 과학적 사실을 탐구하고 이를 이용하여 프로그래밍을 해서 디지털 스토리텔링을 하는 단계(STEAM 주제학습), 마지막으로 전 단계에서 학습한 문제 또는 자신이 관심 있는 주제에 대하여 프로그래밍을 재구성 또는 심화하여 자신만의 프로그램을 작성하는 단계(프로젝트)이다.

STEAM 주제학습 부분에서 효율적인 수업을 위해 이미 진행된 관련 연구의 융합수업 수업 모형을 바탕으로 본 연구에서 핵심적으로 이루어진 디지털 스토리텔링에 맞게 수업 모형을 구성하였다.

일리노이주 주립대의 CeMaST(Center for Mathematics, Science, and Technology)의 IMaST (Integrated Mathematics, Science, and Technology) 프로젝트에서 사용된 순환 학습모형(Learning Cycle)으로 이를 본 연구에 맞게 수정하여 수업을 진행하였으며 각 단계의 세부내용을 [Fig. 2]에 제시하였다 (Satchwell, R. E., Loepp, F. L., 2002).



[Fig. 2] Learning cycle

IV. 연구의 설계

1. 연구 대상

본 연구의 대상으로 J대학교 초등 컴퓨터 교육과에서 운영하는 초등 창의 컴퓨터 교실 학생들로 실험집단으로 선정하였다. 초등 창의 컴퓨터 교실은 지역 내 4, 5학년 초등학생 중 수업을 희망하는 학생들을 모집하여 교육기부 형식으로 이루어졌다. 연구 대상은 총 15명이며 학년과 성별의 구성은 <Table 3>에서 제시하였다.

<Table 3> Experimental group

Grade 4		Grade 5		Total
Male	Female	Male	Female	
7	5	3	0	15

2. 연구 도구

가. 논리적 사고력 검사도구

논리적 사고력을 측정하기 위한 도구로 GALT (Group Assessment of Logical Thinking) 검사를 활용하였다. GALT 검사는 Roadrangka 등에 의하여 개발되었는데 본 연구에서는 노정원(1998)의 연구에서 사용한 12문항의 축소본 검사지를 연구 대상의 수준에 맞게 원본의 의미를 손상시키지 않은 범위 내에서 학생들에게 친숙한 이름과 보충 설명을 추가하여 사용하였다(Noh, Jeong-Won, 1998).

나. 창의력 검사도구

창의성의 신장 여부를 확인하기 위한 검사도구로 Torrance가 개발한 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A형을 활용하였다. 이 검사는 그림 구성하기, 그림 완성하기, 쌍의 두 직선 - 선 그리기 등 세 가지 활동이 각각 10분씩으로 구성되어 있다. 창의력 점수는 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항과 이를 종합하는 창의성 지수로 표

준점수와 백분위 점수가 사용된다. 본 연구에서는 표준점수를 사용하였다.

다. 과학, 수학에 대한 흥미 및 태도 검사도구

과학에 대한 흥미, 태도의 변화를 알아보기 위해 과학에 관련된 정의적 특성 검사를 사용하였다. 이 검사지는 <Table 4>에 제시한 것처럼 과학에 대한 정의적 특성을 과학에 대한 인식, 흥미, 과학적 태도의 3가지 범주로 구분하였으며 각 범주를 다시 하위 영역으로 구분하여 제시하였다. 하위 영역 별로 3개의 문항으로 구성되어 총 48개의 문항이며 각 문항은 5단계의 Likert 척도로 구성되었다(Kim, Hyo-Nam et al., 1998).

수학에 대한 흥미와 태도를 측정하기 위하여 Aiken이 개발하고 최성달이 번역한 수학 흥미도 검사지와 수학 태도 검사지를 사용하였다. 수학 흥미도 검사지는 11문항, 수학 태도 검사지는 10문항으로 총 21문항의 제시하였고 각 문항은 5단계의 Likert 척도로 구성되어 있다(Kim, Kyuon-A, 2010).

<Table 4> Detail elements to evaluate science-related affective domain

Cognition (C)	1.1 Cognition of science(CS) 1.2 Cognition of science learning and teaching(CL) 1.3 Cognition of science related careers(CC) 1.4 Cognition of importance related to STS problems (CT)
Interests (I)	2.1 Interests toward science(IS) 2.2 Interest toward science learning(IL) 2.3 Interest toward science activities(IA) 2.4 Interest toward science related careers(IC) 2.5 Interests/anxiety(IX)
Scientific Attitudes (A)	3.1 Curiosity(AU) 3.2 Open-mindedness(AP) 3.3 Critical-mindedness(AR) 3.4 Cooperation(AO) 3.5 Voluntariness(AV) 3.6 Endurance(AE) 3.7 Creativity(AC)

3. 연구 절차

본 연구에서 개발한 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램이 실험집단에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험집단에게 논리적 사고력, 창의력, 과학·수학에 관련된 흥미·태도 검사를 프로그램 투입 사전·사후에 실시하였다.

교육 프로그램은 6일간 사전·사후검사를 포함하여 총 30차시의 내용으로 구성하였으며 투입 일정은 <Table 5>에 제시하였다.

<Table 5> Procedure of the program

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

본 연구의 실험 설계를 도식화하면 <Table 6>와 같다.

<Table 6> Experimental design

G	O1	X	O2
---	----	---	----

G : Experimental Group

O1 : Pre-test O2 : Post-test

X : Input STEAM education program

V. 연구 결과

1. 논리적 사고력

Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램이 실험집단의 논리적 사고력에 미친 영향을 알아보기 위해 사전·사후 검사 결과를 대응표본 t검정으로 분석하여 결과를 <Table 7>에 제시했다. 15명의 실험대상 중에서 사후검사 결적으로 인해 총 13명의 시험결과를 분석하였다.

<Table 7> Analysis of the GALT result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Cons.	Pre	13	1.231	0.599	0.000	1.000
	Post	13	1.231	0.599		
Prop.	Pre	13	0.385	0.650	0.000	1.000
	Post	13	0.385	0.650		
Cont.	Pre	13	0.846	0.899	-1.897	.082
	Post	13	1.077	0.954		
Prob.	Pre	13	0.308	0.630	-1.477	.165
	Post	13	0.462	0.660		
Corr.	Pre	13	0.077	0.277	1.000	.337
	Post	13	0.000	0.000		
Comb.	Pre	13	1.769	0.439	-.562	.584
	Post	13	1.846	0.376		
Overall	Pre	13	4.615	1.557	-2.739	.018*
	Post	13	5.000	1.472		

*p<.05

분석 결과 변인통제논리(+0.231), 확률논리(+0.154), 조합논리(+0.077), 논리적 사고력 합계(+0.385) 부분에서 평균이 상승하였다. 특히 논리적 사고력의 합계 부분에서 유의도가 p=.018로 유의수준인 0.05보다 낮아 그 결과가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

분석 결과 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램이 논리적 사고력 합계 부분에서 긍정적인 효과를 주었음을 확인할 수 있다.

2. 창의력

창의력 검사의 분석을 위해 결적으로 인해 사후검사를 실시하지 못한 학생을 제외한 13명의 사전·사후검사 결과에 대하여 대응표본 t검정을 실시하였다. 창의력의 각 하위 요소는 표준점수를 이용하여 비교하였으며 창의성 지수는 하위 요소들의 표준점수 평균에 창의적 강점을 더한 점수를 이용하여 비교하였다.

분석 결과 창의력의 모든 하위 요소에서 평균 점수의 향상이 있는 것으로 나타났다. 그 중에서도 유창성과 독창성은 유의도가 각각 .000, .001

<Table 8> Analysis of the TTCT result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Fluency	Pre	13	107.077	15.113	-4.948	.000**
	Post	13	126.385	16.013		
Originality	Pre	13	103.692	14.710	-4.457	..001**
	Post	13	122.000	16.553		
Titles	Pre	13	115.385	27.020	-.143	.236
	Post	13	105.154	34.061		
Elaboration	Pre	13	108.154	9.940	-1.363	.364
	Post	13	111.000	10.893		
Closure	Pre	13	89.692	10.355	-1.125	.207
	Post	13	95.077	10.283		
Average	Pre	13	118.000	15.476	-3.133	.009**
	Post	13	125.692	15.628		

*p<.05, **p<.01

으로 그 결과가 통계적으로 매우 유의한 것으로 나타났다. 또한 창의성 지수에 대한 유의도 역시 .009로 나타나 본 연구에서 개발한 Kodu를 이용한 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 전체적인 창의성 지수와 유창성, 독창성 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 나타났다.

3. 과학, 수학에 대한 흥미 및 태도

가. 과학과 관련된 정의적 영역 평가

과학과 관련된 정의적 영역 평가의 사전, 사후 검사에 대하여 대응표본 t검정을 실시하여 분석한 결과 과학에 대한 인식(+0.059), 흥미(+0.095), 태도(+0.104), 평균(+0.088) 모든 부분에서 점수 상승을 보이는 것으로 나타났다.

<Table 9> Analysis of the science-related affective domain test result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Cognition	Pre	14	3.793	0.473	-.388	.704
	Post	14	3.852	0.471		
Interests	Pre	14	3.686	0.730	-.710	.490
	Post	14	3.781	0.643		
Scientific Attitudes	Pre	14	3.737	0.415	-1.459	.168
	Post	14	3.841	0.394		
Average	Pre	14	3.736	0.448	-1.071	.304
	Post	14	3.824	0.462		

좀 더 세밀한 분석을 위해 정의적 영역의 세부 요소별로 어떠한 변화가 나타났는지 대응표본 t 검정을 통해 분석을 해 보았다. 분석 결과 과학적 태도에서 호기심(AU), 끈기성(AE)에서 평균 점수가 상승하였고 그 결과가 통계적으로 유의한 것(*p<.05)으로 나타났다.

<Table 10> Analysis of Detail elements to evaluate science-related affective domain

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
CS	Pre	14	3.976	0.634	-.484	.636
	Post	14	4.072	0.573		
CL	Pre	14	3.833	0.783	.368	.719
	Post	14	3.762	0.659		
CC	Pre	14	3.856	0.446	.278	.785
	Post	14	3.810	0.549		
CT	Pre	14	3.501	0.771	-0.995	.338
	Post	14	3.761	0.633		
IS	Pre	14	3.881	0.956	-.686	.505
	Post	14	3.999	0.641		
IL	Pre	14	3.691	0.928	.349	.733
	Post	14	3.642	0.800		
IA	Pre	14	3.428	0.791	-1.528	.150
	Post	14	3.691	0.720		
IC	Pre	14	3.404	0.946	-.319	.755
	Post	14	3.451	1.035		
IX	Pre	14	4.025	0.822	-.344	.736
	Post	14	4.119	0.687		
AU	Pre	14	3.714	0.677	-2.283	.040*
	Post	14	4.001	0.667		
AP	Pre	14	3.809	0.747	-.105	.918
	Post	14	3.832	0.677		
AR	Pre	14	3.642	0.461	-.800	.438
	Post	14	3.809	0.760		
AO	Pre	14	3.976	0.563	.006	.995
	Post	14	3.976	0.461		
AV	Pre	14	3.643	0.461	.981	.344
	Post	14	3.476	0.467		
AE	Pre	14	3.690	0.633	-2.491	.027*
	Post	14	3.976	0.562		
AC	Pre	14	3.691	0.479	-.885	.392
	Post	14	3.809	0.637		

*p<.05

종합하면 과학과 관련된 정의적 영역 검사결과 과학에 대한 인식, 흥미, 태도 영역에서 평균의 상승이 있었으며 특히 과학적 태도에서 호기심,

끈기성 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

나. 수학에 대한 흥미 및 태도

Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램이 수학에 대한 흥미 및 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 사전·사후검사를 실시하였다.

<Table 11> Analysis of the Mathematics Attitude Scale result

Subscales	Period	N	M	SD	t	p
Interests	Pre	14	64.935	5.856	.551	.591
	Post	14	64.416	7.157		
Attitudes	Pre	14	71.857	6.949	.701	.496
	Post	14	71.143	7.912		

사전·사후검사 결과를 비교한 결과 흥미와 태도 영역 모두 평균 점수가 조금 줄어든 것으로 나타났다. 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 프로그램의 학습 문제가 과학 교과를 중심으로 이루어져서 수학과 관련된 주제는 직접 다루는 대신 프로그래밍 과정에서 나타나는 논리, 수치 연산 수준에서 다루었다. 이것은 학습자들이 생각하는 기존 수학 학습과는 거리가 있어 본 연구에서 개발한 STEAM 교육 프로그램의 학습과정에서 수학을 학습하고 있다는 인식을 받지 못했기 때문에 수학 교과에 대한 흥미와 태도에는 긍정적인 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

VI. 결론 및 제언

급변하는 사회 속에서 인류는 기존의 지식으로 해결하기 힘든 문제에 당면하였고 국가와 개인은 유망한 분야에 대한 경쟁력 확보라는 새로운 숙제를 얻게 되었다. STEAM 교육은 이러한 문제에 당면한 미래 사회의 인재를 길러내기 위한 대안으로 제시되었다.

본 연구에서는 최근 관심을 받고 있는 STEAM 교육 속에서 정보과학 특히 프로그래밍의 요소를 강조하기 위해 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 프로그램을 개발하였고 초등학생들을 대상으로 투입하여 그 효과를 논리적 사고력, 창의력, 과학에 대한 흥미와 태도, 수학에 대한 흥미와 태도로 나누어 검증하였다.

연구의 결과 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 프로그램을 학습한 초등학생들의 논리적 사고력 합계가 향상되었다. 또한 창의력 부분에서 유창성과 독창성이 향상되었으며 창의력 지수가 높아진 것을 알 수 있었다. 과학에 대한 흥미 및 태도 면에서는 인식, 흥미, 태도 영역 모두 평균적인 상승이 나타났으며 특히 과학적 태도 영역의 호기심, 끈기성이 향상되었지만 수학에 대한 흥미와 태도 면에서는 유의미한 결과가 나타나지 않았다.

비록 수학에 대한 흥미와 태도 검사에서는 긍정적인 결과가 나타나지 않았지만 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심의 STEAM 교육이 논리적 사고력, 창의력, 과학에 대한 흥미, 태도 분야에서 긍정적인 결과를 얻은 것으로 보아 본 연구에서 개발한 교육프로그램의 효과가 높은 것으로 판단된다. 대부분의 STEAM 교육 프로그램에서 컴퓨터 활용 측면에 치중되어 도구로서만 사용되는데 비해 본 연구에서는 프로그래밍 중심의 STEAM 교육 프로그램을 개발, 적용하였고 초등학생들을 위한 프로그래밍 언어인 Kodu의 교육적 가능성과 STEAM 교육의 도구로서의 방법을 제시한데 의미가 있다.

본 연구에서는 프로그래밍 언어로서 Kodu를 활용한 프로그램을 진행하였지만 언어와 상관없이 프로그래밍이 STEAM 교육에 미치는 영향을 알아보고 프로그래밍 언어에 따라 효과에 차이가 있는지 알아보기 위하여 초등학생 수준에 맞는 다양한 프로그래밍 언어를 활용한 교육에 대한 연구가 진행될 필요가 있다.

본 연구에서 제안한 프로그래밍 중심의 STEAM

교육 프로그램처럼 앞으로 정보교육에 대한 많은 관심이 생겨나 정보과학을 핵심요소로 하는 다양한 STEAM 교육 프로그램이 생겨났으면 하는 바람이다.

Reference

- Baek, Yoon-Su et al.(2011). STEAM Education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* 11(4), 149~171.
- Baek, Yoon-Su et al.(2012). A Study on the Action Plans for STEAM Education, Ministry of Education, Science and Technology.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education : a 2020 vision, *Technology and Engineer Teacher*, 70(1) 30~35.
- Fristoe, T. et al.(2011). Say it with systems: expanding Kodu's expressive power through gender-inclusive mechanics, *FDG '11 Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*, 227~234
- Kim, Byeong-Su & Kim Jong-Hoon(2012). Design and Application of Learning Algorithms based on Computational Thinking for Changes in Prospective Elementary School Teachers' Perceptions about Computer Science, *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.* 24(4), 528~542.
- Kim, Hyo-Nam, Chung, Wan-Ho & Jeong Jin-Woo(1998). National Assessment System Development of Science-Related Affective Domain, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* 18(3), 357~369.
- Kim, Jeong-A et al.(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.
- Kim, Kyeong-A(2010). Relationship among Teachers' Mathematics Teaching Efficacy, Students' Academic Self-efficacy and Mathmatical Interests and Attitudes, Konkuk University master thesis.
- Kim, Tae-Hun & Kim, Jong-Hoon(2012). A Development of Android Application for Physics Learning Based on STEAM, *Jour. Fish. Mar. Sci. Edu.* 24(1), 25~33.
- Kim, Tae-Hun & Kim, Jong-Hoon(2013). The Effect of Kodu Programming Learning on Logical Thinking and Learning Interest of Elementary Students, *The Journal of Korean Association of Computer Education* 16(3), 13~22.
- Lee, Chan-Do(2010). How and what to teach by employing the programming language on the basic level?, *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers* 28(4), 24~27.
- MacLaurin, M.(2011). The design of Kodu : a tiny visual programming language for children on the xbox 360. *POPL '11 Proceedings of the 38th annual ACM SIGPLAN-SIGACT symposium on Principles of programming languages*, 241~246.
- 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>].
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). The fundamental plan to promote and support scientific technology human resources to realize the creative scientific technology nation, [<http://www.mest.go.kr>].
- National STEM Video Game Challenge(n.d.). Game design competition for middle and high school students, [<http://stemchallenge.org>]
- Noh, Jeong-Won(1998). A survey Study of GALT Full Version and Short Version in Science Education, Ewha Womans University master thesis.
- Oh, Jung-Cheol et al.(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.
- Sanders, Mark(2008). STEM, STEM Education, STEM mania, *Technology Teacher* 68(4), 20~26.
- Satchwell, R. E. & Loepp, F. L.(2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school, *Journal of Industrial Teacher Education* 39(3).
- Son, Yeon-a et al.(2012). Analysis of Prospective and In-Service Teachers' Awareness of STEAM Convergent Education, *The Journal of Pukyung Institute for Humanities and Social Sciences* 13(1), 255~284.
- Stolee, K. T. & Fristoe, T.(2011). Expressing computer

science concepts through Kodu game lab. SIGCSE
'11 Proceedings of the 42nd ACM technical
symposium on Computer science education,
99~104.

-
- 논문접수일 : 2013년 07월 01일
 - 심사완료일 : 1차 - 2013년 09월 09일
 - 게재확정일 : 2013년 09월 15일