

# 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램 개발 및 적용

김용민 · 김종훈  
제주대학교

## 요 약

연구는 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 교육 방법으로 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램을 제시하였다. 개발한 교육 프로그램의 효과를 분석하기 위해 지원자 표집에 의한 지원자 표본 중 3, 4, 5학년 여학생을 실험집단으로 선정하여 개발한 프로그램을 투입하였고 사전·사후 검사 결과를 통해 교육적 효과를 분석하였다. 분석 결과, 본 연구에서 개발한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램이 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장에 효과적임을 알 수 있었다.

키워드 : 컴퓨팅적 사고력, 앱인벤터, S/W교육, ADDIE 모형, 창의성

## Development and Application of Software Education Program of App Inventor Utilization for Improvement of Elementary School Girls' Computational Thinking

Yongmin Kim · Jonghoon Kim  
Jeju National University

## ABSTRACT

In this study, we presented a App Inventor utilization Software Education program in the process of education for Computational Thinking improvement of elementary school girls. In order to analyze the effects of education programs that have been developed, to elect the 3, 4, 5 grade girls of the sample of volunteers by volunteers form collection as an experimental population, was charged with the development programs, and It was analyzed educational effect using the results of the pre-post tests. The results of the analysis, App Inventor utilization Software Education program that was developed in this study it was found that help in Computational Thinking kidney of elementary school girls.

Keywords : Computational Thinking, App Inventor, Software Education, ADDIE Model, Creativity

---

이 논문은 2015학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

교신저자 : 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2015-09-22

논문심사 : 2015-09-24

심사완료 : 2015-11-16

## 1. 서론

최근 미래 산업에서 소프트웨어 개발의 중요성이 커짐에 따라 S/W교육의 필요성이 대두되었다. 이스라엘, 영국, 미국, 중국, 인도 등에서는 이미 S/W교육이 실시 중에 있고, 미국이나 영국 등은 국가차원에서 S/W교육 커리큘럼을 작성하여 사용 중에 있으며, 우리나라의 경우 2015년부터 중학생에게 S/W교육을 의무화하는 방안을 마련하였다.

S/W교육은 학생들이 교육용 프로그래밍 언어를 이용하여 프로그래밍에 친숙해지고 쉽게 프로그래밍의 원리를 배워 컴퓨팅적 사고력(Computational Thinking)을 기르는 것을 목표로 하고 있다[14]. S/W교육을 통해 기르려고 하는 컴퓨팅적 사고력은 그동안 이루어져 온 프로그래밍 교육을 바탕으로 최근 강조되고 있는 교육 패러다임 중에 하나로 지식기반사회를 이끌어갈 인재를 육성하기 위해 반드시 필요하다고 여겨지고 있으며, 컴퓨터 과학의 핵심 분야로써 일상생활의 복잡한 문제를 효과적으로 해결하는 데 필요한 사고과정을 일컫는다[24].

한편, 컴퓨터 분야에서 성별의 차이는 IT산업이 발달함과 동시에 갈수록 격차가 커지고 있는데, 이는 IT 분야에 여성 인력의 부족 등의 사회적인 문제로 대두되고 있다. 지금까지 국내외 대부분의 연구를 통해 밝혀진 내용에 따르면, 일반적으로 여학생이 프로그래밍 교육에 흥미가 낮은 것으로 나타나고 있다. 그러나, 프로그래밍 교육에 있어 성별의 차이는 능력 차이에 의해 발생하는 것이 아니라 성향과 태도의 차이라는 의견이 공통적이다[21].

과거의 프로그래밍 교육은 프로그램의 문법을 익히는 데 시간과 노력이 많이 투입되는 등 알고리즘적 사고력을 향상시키는 데 불필요한 요소를 학습해야 하는 부가적인 요인 때문에 학습 동기와 흥미를 유지시키기 힘들다는 지적을 받고 있다[21]. 또한, 정보처리과정에 익숙하지 않은 초등학교 학습자에게 프로그래밍의 개념, 원리, 기능습득과 함께 논리적 문제해결능력을 요구하는 것은 학습자에게 심리적 부담을 줄 수 있다[20]. 특히, 여학생들의 프로그래밍 교육에 대한 성향과 태도에는 이러한 부분들이 부정적인 영향을 준 것으로 여겨진다.

따라서, 효과적인 프로그래밍 교육이 실시되기 위해서는 학습의 주체인 학습자에게 흥미와 내적동기를 부여하고 학습자 수준이나 관심을 고려한 학습방법을 제공하는 방안에 대한 연구가 필요하다[15].

최근 학습자의 특성을 고려한 새로운 프로그래밍 교육 방법으로 앱인벤터가 많이 활용되고 있다. 앱인벤터는 프로그래밍의 결과물이 실제 기기를 통해 보여질 수 있다는 점에서 실제적인 경험을 주고, 학습자가 어려운 프로그래밍 문법을 몰라도 쉽게 접근할 수 있는 점 때문에 프로그래밍 교육 도구로 많이 사용되고 있다[1]. 또한, 스마트폰을 통해 각종 센서를 활용한 앱을 구현해 낼 수도 있고 아두이노, 마인드스톱과도 연동할 수 있기 때문에, 로봇 활용 교육이 프로그래밍 입문 단계의 학생들에게 학습자의 창의적 문제해결능력, 흥미 유발, 참여도, 성취도 제고와 창의성 신장의 측면에서 효과적인 것으로 국내외 연구를 통해서 알려지고 있는 것처럼[2][3][22] 앱인벤터를 활용하는 프로그래밍 교육 또한 학습자의 창의성을 포함한 컴퓨팅적 사고력 신장에 의미 있는 효과가 있을 것으로 여겨진다.

따라서, 본 연구에서는 ADDIE모형에 따라 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱인벤터 활용 프로그래밍 교육 프로그램을 개발하였다. 사전 요구분석을 통해 주제 및 교육내용을 선정하여 ○○지역 내 초등학교 3, 4, 5학년 학생들 중 지원자 표본 33명의 학생에게 투입하고 16명의 실험집단에 대하여 컴퓨팅적 사고력의 구성요인을 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 창의성(창의적 사고)으로 구분하여[10] 그 효과를 검증하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 컴퓨팅적 사고력(Computational Thinking)

컴퓨팅적 사고력은 MIT대학의 Seymour Papert 교수가 처음 사용한 후 많은 학자들에 의해 연구되고 있는데, Wing(2006)은 컴퓨팅적 사고를 ‘어려운 문제를 풀 수 있는 문제의 형태로 재형식화 하는 과정’이라고 정의하였고 2008년에는 ‘컴퓨터 과학에 사용되는 기술

을 이용한 문제 해결 과정'이라고 정의하였다[24].

Philip(2010)은 컴퓨팅적 사고력을 추상화, 자동화, 적용의 3단계로 구분하였으며[17], CSTA(2011)에서 제시한 컴퓨팅적 사고력의 주요 개념 요소[5]와 연계하여 본 연구에 적용되는 컴퓨팅적 사고력의 학습단계와 주요 개념요소는 다음과 같다.

<Table 1> Computational Thinking's step & key concepts

Step	Concept	Content
Abstraction	Data Collection	Collecting data for solving the problem based on the analysis and understanding of the problem
	Data Analysis	The data given to the problem with the collected material by meticulously classification analysis
	Data Representation	To represent the content of the problem of materials graphs, charts , word , image , etc.
	Problem Decomposition	To solve the problem , it is divided into manageable as small part of the problem analysis
	Abstraction	To reduce the complexity of the problem , the setting of the basic key concepts and definitions
Automation	Algorithms & procedures	expressing the process for solving the problems in the order book stage
	Automation	The contents represented by being sequentially displayed using a computing device, and selecting the best solution workaround
Application	Simulation	In order to complex and difficult solutions and practical execution to select an impossible solution , run the simulation
	Parallelization	To perform the task to achieve the common goal to solve the problem

## 2.2 앱인벤터

앱인벤터는 프로그래밍 지식이 없는 초보자도 쉽게 드래그 앤 드롭으로 블록을 조합하여 원하는 앱을 제작할 수 있는 무료 웹서비스이다. 2010년 구글에서 MIT 앱인벤터로 바뀌었고, 별도의 고성능 하드웨어가 필요하지 않아 운영체제의 영향을 받지 않고 웹브라우저에서 사용이 가능하여 교육용으로 탁월하다[5]. 앱인벤터의 개발환경은 Mac OS, GNU/Linux, Windows OS와

안드로이드 환경의 스마트 기기를 지원하며 앱을 제작하기 위한 환경은 자바와 크롬 브라우저에 최적화되어 있다[18].

## 2.3 S/W교육

최근 미래 산업에서 소프트웨어 개발의 중요성이 커짐에 따라 S/W교육의 필요성이 대두되었다. 세계적으로는 이스라엘, 영국, 미국, 중국, 인도 등에서 이미 S/W교육을 실시 중에 있고, 미국이나 영국 등은 국가차원에서 S/W교육 커리큘럼을 작성하여 사용 중에 있다. 정부는 2015년부터 중학생에게 S/W 교육을 의무화하는 방안과 함께 S/W 교육의 모형을 마련하였다. S/W교육은 학생들이 교육용프로그래밍언어(Educational Programming Language)를 이용하여 프로그래밍에 친숙해지고 쉽게 프로그래밍의 원리를 배워 컴퓨팅적 사고력을 기르는 것을 목표로 하고 있다[14].

## 2.4 창의성

창의성의 개념은 어렵고 복잡하며 다면적인 성격을 띠고 있어서 그 개념을 한 마디로 정의내리기가 어렵다. 그것은 창의성이 인간의 가장 높은 수준의 수행과 성취이기 때문이다[7]. 창의성의 개념은 연구자의 수만큼이나 다양하고 포괄적이며 연구자와 연구 분야에 따라 창의성의 정의에 대한 견해 차이가 있다[16][26].

Guilford(1959)는 창의성을 확산적 사고로서 문제에 관한 민감성, 유창성, 융통성, 사고의 독창성, 재정의, 사고의 정교성 등으로 정의 내렸다. Maslow(1963)는 창의성이란 매우 포괄적인 의미로 사적인 수준의 창의성을 의미하는 것으로 모든 사람들에게 나타나는 능력이나 특장으로 정의할 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

목적과 갖고 모인 집단에 의하여 지속적이고 유용하고 만족스러운 것으로 받아들여진 신기한 작품을 만들어 내는 과정으로 정의하였다[26]. Torrance(2010)는 창의성을 어떤 문제, 결핍, 지식의 결여 및 부조화 등에 대하여 민감해짐으로 해서 그 상황에서 문제점을 찾아내고 문제 해결방법을 탐색하여 결함에 대해 추측해 보고 가설을 세워 보며, 이러한 가설들을 검증 및 재검증을 거듭한 후 그 결과를 타인에게 전달하는 전 과정으로 보았다. 그는 창의적 사고의 주요 관점을 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등 4가지로 제시했다[23].

**2.5 선행연구 분석**

S/W교육에서 앱인벤터를 활용하는 교육 프로그램의 효과에 대한 연구 중 여학생을 대상으로 한 국내의 연구가 전무하여, 일반적인 앱인벤터 활용 교육 프로그램에 대한 몇몇 연구를 통해 밝혀진 결과를 살펴보면 다음과 같다. 황성진(2013)의 연구에서는 앱인벤터를 활용하여 컴퓨팅 사고력 교육 과정에 기반한 교육프로그램을 개발하여 초등정보영재학생들의 학습에 대한 지속적인 흥미와 몰입이 향상된 것으로 나타났다. 안상진(2014)의 연구에서는 앱인벤터는 실제적인 경험을 주고, 학습자가 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있었다. Wolber(2011)는 대학생에게 앱 인벤터를 가르친 사례 연구를 제시하였다. Morelli 외(2011)는 대학생과 고등학교 교사를 대상으로 앱 인벤터 교육을 실시하고, K-12 과정에 computational thinking을 향상시키는 도구로 사용할 수 있을지를 연구하였다.

프로그래밍 교육의 효과에 대한 연구 중 여학생을 대상으로 한 연구는 많지는 않지만 국내의 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. 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.

**2.6 요구 분석**

선행연구 분석에 기술한 바와 같이 초등학교 여학생을 대상으로 하는 S/W교육 프로그램의 효과에 대한 국내의 연구는 매우 부족한 실정이며 특히, ADDIE모형을 토대로 한 교육프로그램 개발연구는 전무하다. 따라서, 본 연구에서는 ADDIE모형의 절차에 따라 ○○지역 내 초등학교 여학생과 컴퓨터교육 전공 현직 초등교사를 대상으로 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램 개발을 위한 S/W교육 및 앱인벤터 교육경험, 관심도, 교육효과, 희망하는 교육내용, 교육방법, S/W교육 흥미도 등에 대한 사전 요구 분석을 실시하였다.

**2.6.1 설문 조사 대상**

설문은 초등학교 여학생 99명과 컴퓨터교육 전공 현직 초등교사 64명을 대상으로 실시하였다.

<Table 2> elementary schoolchild

	3-4 Grade	5-6 Grade
N	23	76

<Table 3> computer education majors incumbent elementary school teacher

	Computer education-related degree					
	Bachelor	Master's Course	Master	doctor's course	Dr. completion	PhD
N	16	19	18	8	1	2

**2.6.2 설문 분석(초등학생)**

<Table 4> Time to mainly activities of information-related subjects

	Web search	Creating a document	Typing lesson	Software Education	Other
N	46	10	19	9	15

<Table 5> experience of Software Education

	Yes	No
N	35	64

<Table 6> Kind of education programs experience the Software Education

	Scratch	App Inventor	EV3	Arduino	None
N	25	3	7	2	59

<Table 7> Interest in the Software Education

	1	2	3	4	5
N	33	6	41	9	10

<Table 8> Kind of education program of hope Software Education

	Coputer Language	App	Programing	Unplugged
N	14	59	26	0

<Table 9> To make want App

	Learning App	Game App	Life App	Other
N	10	58	27	4

<Table 10> Learning form of education programs of the desired Software Education

	Lecture / training type	Personal project type	Group project type	Other
N	39	29	25	6

초등학교 여학생 99명을 대상으로 한 요구분석 결과, 대부분 S/W교육 경험이 많지 않았지만 S/W교육에 대한 관심도는 매우 높은 것으로 나타났다.

또한, 앱인벤터를 활용한 교육 경험은 거의 없지만 대부분의 학생이 앱만들기를 희망하고 있어, 게임 관련 앱과 생활 관련 앱 만들기를 교육 내용으로, 강의/실습 형과 개인 프로젝트형 학습 방법을 적절히 활용한다면 여학생들에게 교육적 효과가 높을 것으로 기대된다.

### 2.6.3 설문 분석(컴퓨터교육 전공 현직교사)

<Table 11> most leverage in educational activities

	Scratch	App Inventor	Robot	Other
N	45	6	10	3

<Table 12> Program we want to give recommends

	Scratch	App Inventor	Robot	Other
N	26	18	18	2

<Table 13> Interest in the app Inventor

	1	2	3	4	5
N	20	8	10	7	19

<Table 14> Interest in computational thinking

	1	2	3	4	5
N	15	9	11	8	21

<Table 15> The effect of the educational program of the app Inventor

	Creativity	Capacity to think logically	Problem solving skills	Information utilization capability	Other
N	20	19	16	6	3

<Table 16> interested in Software Education program

	Boy	Girl
N	35	31

<Table 17> Why female students are interested in is low

	The difference of capacity	The difference between the problem solving skills	The difference in the propensity and attitudes
N	3	7	54

<Table 18> Educational content recommendations for app Inventor

	STEAM	CT	Algorithm	Problem solving	Story telling	Game creation	Other
N	15	13	13	11	5	5	3

<Table 19> Lecture-style educational program of Software Education

	Lecture / training type	Personal project type	Group project type	Other
N	13	17	31	3

컴퓨터교육 전공 현직교사 64명을 대상으로 한 요구 분석 결과, 애플벤터를 활용한 교육 경험은 거의 없었지만 컴퓨팅적 사고력과 더불어 애플벤터에 대한 관심도는 매우 높은 편이었다.

애플벤터를 활용한 S/W교육 프로그램의 기대되는 효과로는 창의성, 논리적 사고력 순으로 나타나 본 연구를 통해 선행연구를 통해 밝혀진 컴퓨팅적 사고력의 구성요인인 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 창의성(창의적 사고)을 높여줄 것으로 기대된다.

S/W교육에 대한 흥미도에서는 여학생이 남학생보다 낮은 것으로 나타났고 그 이유는 능력이나 문제해결력의 차이가 아니라 성향과 태도의 차이라는 기존의 연구와 일치하였으며, 컴퓨팅적 사고력 관련 알고리즘 교육 내용으로 프로젝트형 학습 방법을 적절히 활용한다면 교육적 효과가 높을 것으로 여겨진다.

2.6.4 요구 분석 의사 결정

선행연구 분석을 통해, 애플벤터는 다른 프로그래밍 언어와 달리 누구나 쉽게 접근할 수 있고 실제적인 경험과 아울러 문법을 익히는 데 시간과 노력이 적게 들기 때문에 여학생들의 심리적 부담을 덜어줌으로써, 여학생들의 프로그래밍교육에 대한 부정적인 영향을 감소시켜 학습동기와 흥미를 꾸준히 유지시켜 줄 것으로 여겨진다.

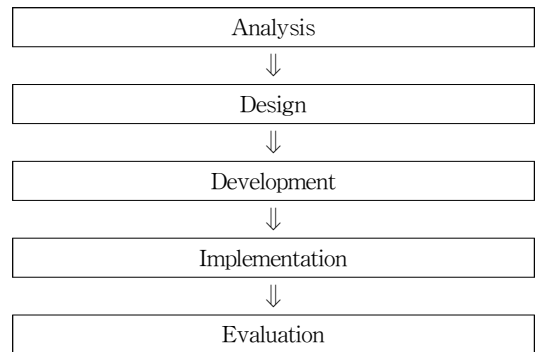
따라서, 선행연구 및 요구분석 결과를 토대로 초등학교 여학생들의 성향과 태도를 고려하여 학습자의 인지적 부담을 줄이고 학습동기, 흥미, 태도를 신장시킬 수 있도록 애플벤터 활용 S/W 교육 프로그램을 개발하여 교육을 실시한다면 여학생들의 컴퓨팅적 사고력을 신장시킬 수 있는 것으로 분석되었다.

3. 애플벤터 활용 S/W교육 프로그램 개발

3.1 개발 방향

교육 프로그램 개발의 일반 모형인 ADDIE 모형의 주요 과정에 따라 교육 프로그램을 개발하였는데, 요구 분석 단계에서는 선행연구 분석과 학습자의 요구 분석을 진행하였다. 설계 단계에서는 분석 단계의 요구 분석을 반영한 애플벤터 활용 S/W 교육 프로그램을 개발하기 위해 Philip(2010)의 연구와 CSTA(2011)의 연구에서 제시한 컴퓨팅적 사고력의 주요 개념 요소가 적용되도록 하였다. 개발 단계에서는 설계단계에서 작성된 설계 내용을 바탕으로 2개의 애플벤터 활용 S/W 교육 프로그램을 개발하였다. 적용 단계에서는 ○○대학교에서 실시하는 교육기부 프로그램에 참여한 지원자 표본(volunteer sample) 33명의 학생을 대상으로 'MIT App Inventor 2 Beta'를 활용하여 여름방학 중 총 7일 동안 42차시 수업에 투입하였다. 평가 단계에서는 본 연구에서 개발한 애플벤터 활용 S/W 교육 프로그램의 교육적 효과를 살펴보기 위해 계산적 인지력과 창의성 검사를 실시하여 그 결과를 분석하였다.

<Table 20> Education program's design process (by ADDIE model)



3.2 교육 프로그램 내용 설계

초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 애플벤터 활용 S/W교육 프로그램은 다음과 같은 설계 원리에 따라 개발하였다.

첫째, 학습자 스스로 활동 주제를 설정하고 같은 관심 분야의 학습자들이 서로의 아이디어를 공유하며 S/W교육 프로그램을 수행하도록 구성하였다[12].

둘째, 여학생의 인지부담을 줄여줄 수 있는 내용중심으로 알고리즘 및 게임 관련 주제, 교육내용을 설계함으로써 학습자의 내적 동기를 유발하기 위한 전략들을 구상하였다.

셋째, 컴퓨팅적 사고력의 학습단계는 Philip(2010)의 연구에서 제안한 추상화, 자동화, 적용의 3단계로 구분하여 CSTA(2011)의 연구에서 제시한 주요 개념 요소가 적용되도록 하였다.

### 3.3 교육 프로그램 내용 및 방법

#### 3.3.1 교육 내용

요구분석 결과, 교사들은 컴퓨팅적 사고력에 대한 관심도가 높고 창의성 및 계산적 인지력의 신장을 기대하고 있어 <Table 21>, <Table 22>와 같이 계산적 인지력의 구성요소인 알고리즘적 사고 관련 앱 제작 활동과 대부분의 초등학교 학생들이 희망하고 있는 게임 관련 앱 제작 활동을 중심으로 교육내용을 선정하였다. 교육내용은 조건, 반복, 변수, 리스트 등의 다소 어렵게 느껴질 수 있는 개념을 여학생의 인지부담을 줄여줄 수 있고 보다 쉽게 이해하고 접근할 수 있도록 실생활 상황 중심으로 배수, 약수, 소수 구하기, 최댓값 찾기, 선형탐색 등을 기반으로 한 내용과 최소한의 기능 습득만으로도 게임 관련 앱을 만들 수 있도록 복잡하고 다양한 기능 습득보다는 기초·기본 기능 및 센서 활용 중심으로 교육내용을 선정하였다.

<Table 21> Algorithm Class of App Inventor education program

Hour	Step	Topic
1-6	OT and foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation and pre-test paper input</li> <li>• Learn basic functions of the App Inventor</li> <li>• View to create a simple application(practice of speaking the words, such as the foundation that is displayed image)</li> </ul>
7-12	Sensors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To app production by direction sensor</li> <li>• App production by the timer senso</li> <li>• App production was mixed timer sensor and orientation sensor</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• To app production was utilized Proximity Sensor(When close to the face, lighting the screen leaves disappear to app production)</li> <li>• To app production using LocationSensor (map search of the current position)</li> </ul>
13-18	Drawing and Animation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• To app production utilizing the Drawing (paint, image scratch, etc.)</li> <li>• Produce Ball Game App</li> </ul>
19-24	Calculation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• App production using the calculation(unit conversion, save test average, such as BMI measurement)</li> </ul>
25-30	Calculation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• App production using the calculation(divisor, drainage, small number, sequence, find the large number in the three numbers, find the maximum value, etc.)</li> </ul>
31-36	Preparing the work of the project	<ul style="list-style-type: none"> <li>• You want to create a work plan of the individual project</li> <li>• To produce individual project work</li> </ul>
37-42	Announce project work	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Post-test paper input</li> <li>• announce the work of individual projects</li> </ul>

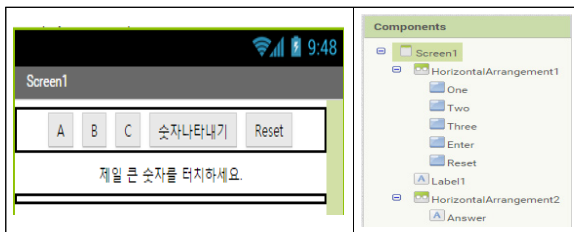
<Table 22> Game Class of App Inventor education program

Hour	Step	Topic
1-6	OT and foundation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation and pre-test paper input</li> <li>• Learn basic functions of the App Inventor</li> </ul>
7-12	Media, Calculation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media                             <ul style="list-style-type: none"> <li>①Upload sound files-&gt;play</li> <li>②Audio playback(play, pause, stop)</li> <li>③Recording(Recorder)</li> </ul> </li> <li>• Foundation of the game                             <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Arithmetic game                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>①Adding ②Multiplication</li> </ul> </li> <li>③Correct answer, is displayed on the screen that it is incorrect</li> </ul> </li> </ul>
13-18	Ball Game	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundation of the game                             <ul style="list-style-type: none"> <li>II. The rolling ball)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>①Speed Up, Down</li> <li>②The De repelling to be hitting the wall</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Foundation of the game                             <ul style="list-style-type: none"> <li>III. Bar move                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>①Manipulate the Bar to the left or right</li> <li>②Touching the ball Bar, and De repelling</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
19-24	Ball Game, Acceleration sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The Ball Game completed</li> <li>• Game was using the sensor I (acceleration sensor-Accelerometer sensor)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>①Rolled the dice by shaking</li> <li>②Rock-paper-scissors showdown</li> </ul> </li> </ul>
25-30	Directional sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Game was using the sensor II (direction sensor-Orientation Sensor)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>①Moving ladybug</li> </ul> </li> <li>• Ladybug up game                             <ul style="list-style-type: none"> <li>①The Image and Sprite use to configure the game</li> <li>②Sound ladybug catch vibration</li> </ul> </li> </ul>
31-36	Preparing the work of the project	<ul style="list-style-type: none"> <li>• You want to create a work plan of the individual project</li> <li>• To produce individual project work</li> </ul>
37-42	Announce project work	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Post-test paper input</li> <li>• We will announce the work of individual projects</li> </ul>

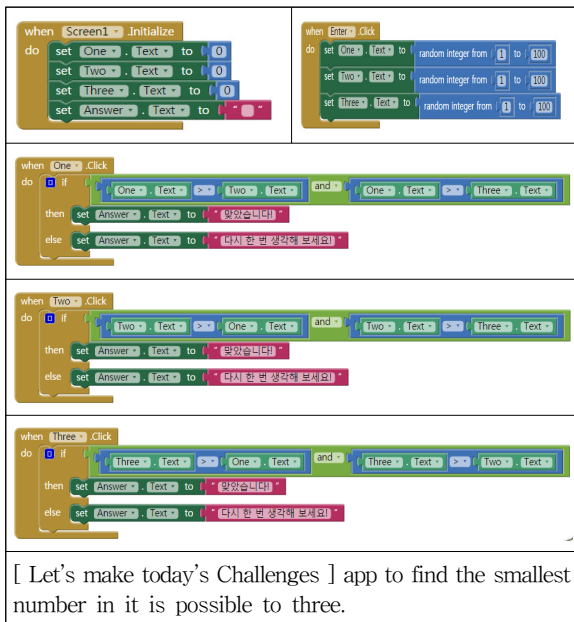
### 3.3.2 교육 방법

요구분석 결과, 초등학생들은 강의/실습형과 개인 프로젝트형 학습 방법을 선호하였고, 교사들은 그룹 프로젝트형과 개인 프로젝트형 학습 방법을 선호하여, 교육 방법은 주제에 따라 강사가 강의/실습형과 개인 프로젝트형 학습 방법을 적절히 활용하였다.

알고리즘반 29/42차시 세 수 중 큰 수 찾기에 대해 살펴보면 다음과 같다.



(Fig. 1) Designer



(Fig. 2) Blocks

<Table 23> Teaching and learning process

Theme	Calculation	hour	29/42
Activity name	find the large number in the three numbers	Time required	40 minutes
Learning goal	Of the three numbers, using the algorithm to large that can create an application.		
Step	Concept	Teaching and learning activities	
Abstraction	Data Collection	• Presented situation of the problem, Exploration situation of the problem	
	Data Analysis	• Related Documents, Theory exploration	
	Data Representation	• Direction setting of application production	
	Problem Decomposition	• Solution exploration 1) Compare three the number of the order, respectively 2) Compare with the aid of variable	
Automation	Abstraction	• To plan the design of the application production	
	Algorithms & procedures Automation	• Of the three numbers, to create algorithm for the big things, the storyboard • To App Inventor programming	
Application	Simulation	• Try to apply to individual programs	
	Parallelization	• Announce the app production and results	

## 4. 연구방법 및 절차

### 4.1 연구대상

본 연구에서 개발한 프로그램의 교육적 효과를 살펴 보기 위해 <Table 25>와 같이 지원자 표집(교육기부 프로그램)에 의한 지원자 표본(volunteer sample) 33명의 학생 중 여학생 16명을 실험집단으로 선정하였다. ○○지역 내 초등학교 3, 4, 5학년 학생들 중 선착순 지원자 33명을 대상으로 전체 프로그램의 오리엔테이션, 사전·사후의 계산적 인지력 검사, TTCT 도형 검사를 포함하여 총 7일 동안 42차시 수업으로 진행되었다. 알고리즘반과 게임반으로 나누어 각각 강사 1인씩 전체 학습을 진행하였고 보조 강사 1인은 프로그래밍 문제해결 활동에 도움을 주었다. 모든 학생들은 '데스크 탑 컴퓨터'를 각자 사용하였고 'MIT App Inventor 2 Beta' 및 '안드로이드폰'을 사용하였다



<Table 24> Subject of research

	3 Grade	4 Grade	5 Grade	Total
Experimental group(F)	10	4	2	16

#### 4.2 검사도구

본 연구에서는 컴퓨팅적 사고력의 구성요인을 계산적 인지력(추상적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 재귀적 사고, 알고리즘적 사고)과 창의성(창의적 사고)으로 구분하여 설정하였다[10].

계산적 인지력 검사 도구로는 김병수(2014)의 연구에서 개발한 계산적 인지력 검사(Computational Cognition Test) A, B형을 사용하였고, 창의성 검사도구로는 Torrance의 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking) 검사지 도형 A형을 사용하였다.

##### 4.2.1 계산적 인지력 검사

계산적 인지력 측정을 위해서 사전사후검사 통제집단 설계(pre test-post test control group design)를 사용하였다. 검사 도구로는 기존 연구에서 언급하고 있는 컴퓨팅적 사고력에 대한 개념을 확대하여 창의성을 포함한 'Computational Thinking Ability'를 정의한 김병수(2014)의 연구에서 개발한 초등학교 학생 수준의 계산적 인지력 검사(Computational Cognition Test)를 사용하였다.

<Table 25> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
G(N=16)	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

X: Input AppInventor programming education program  
 G: Experimental group  
 O<sub>1</sub>: Pre test ⇒ Independent sample T-test  
 O<sub>2</sub>: Post test ⇒ Independent sample T-test  
 O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>: Pre-Post test ⇒ Paired sample T-test

##### 4.2.2 창의성 검사

창의성 측정을 위해서 사전사후검사 통제집단설계(pre test-post test control group design)를 사용하였

다. 본 연구에서 사용한 창의성 검사 도구는 Torrance가 개발한 창의성 검사의 한국어 번역판으로 '규준표' 작성을 위해 초등 1학년에서 고등학교 3학년 이상 (12+학년)까지 A형은 6,918명, B형은 5,638명의 표본에 의해 측정된 타당도와 신뢰도를 갖는 표준화 검사이다[10].

<Table 26> Experimental design

	Pre-test	Treatment	Post-test
G(N=16)	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

X: Input AppInventor programming education program  
 G: Experimental group C: Comparative group  
 O<sub>1</sub>: Pre test ⇒ Independent sample T-test  
 ⇒ Mann-Whitney U-test  
 O<sub>2</sub>: Post test ⇒ Independent sample T-test  
 ⇒ Mann-Whitney U-test  
 O<sub>1</sub> O<sub>2</sub>: Pre-Post test ⇒ Independent sample T-test  
 ⇒ Wilcoxon's signed rank test

#### 5. 연구결과

##### 5.1 정규성 검정

계산적 인지력 검사와 창의성 검사 결과를 각각 비교·분석하기 위하여 먼저 실험 집단이 정규분포를 이루는지 확인할 필요가 있었다.

##### 5.1.1 계산적 인지력 사전 검사 정규성 검정

실험집단의 계산적 인지력 사전 검사에 대한 'Shapiro-Wilks 정규성 검정' 결과는 <Table 27>과 같다.

<Table 27> Normality test of the experimental group computational cognition tests

Group	Descriptive Statistics(N=16)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
F	12.5	4.2	18	3	.944	.395

\*p<.05

실험집단의 정규성 검정 결과 모두 정규분포를 이루는 것으로 나타났다.

5.1.2 창의성 검사 정규성 검정

실험집단의 창의성 사전 검사에 대한 ‘Shapiro-Wilks 정규성 검정’ 결과는 <Table 28>과 같다.

<Table 28> Normality test of the experimental group creativity tests

Subscales	Descriptive Statistics(N=16)				stat	p
	M	SD	Max	Min		
Fluency	129.4	19.7	150	93	.874	.031*
Originality	122.4	17.9	150	95	.945	.408
Titles	97.2	37.5	146	0	.863	.021*
Elaboration	83.9	17.4	114	44	.956	.588
Closure	96.3	22.5	128	40	.941	.368
Average	105.6	12.8	125	84	.955	.568
Index	111.8	14.4	132	89	.914	.133

\*p<.05

실험집단의 정규성 검정 결과 ‘유창성’과 ‘제목의 추상성’을 제외한 하위요소에서 정규분포를 이루는 것으로 나타났다.

5.2 사전·사후 검사 집단 내 비교

5.2.1 계산적 인지력 집단 내 비교

계산적 인지력 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 정규성을 확보하였으므로, ‘대응표본 t 검정’을 실시하여 비교하였으며, 실험집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사를 비교·분석한 결과는 <Table 29>와 같다.

<Table 29> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Period	N	M	SD	t	p
Pre	16	12.500	4.163	-2.262	.039*
Post	17	13.563	3.464		

\*p<.05

실험집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 t 통계값은 -2.262이고 유의확률 .039로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

5.2.2 창의성 집단 내 비교

창의성 사전 검사에 대한 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서는 ‘대응표본 t 검정’, 정규분포를 이루지 않는 하위요소에 대해서는 ‘Wilcoxon 부호순위 검정’을 실시하여 비교하였으며 그 결과는 <Table 30>과 <Table 31>에 제시하였다.

<Table 30> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Paired sample T-test)

Subscales	Period	M	SD	t	p
Originality	Pre	122.378	17.907	-2.663	.018*
	Post	130.813	11.934		
Elaboration	Pre	83.875	17.408	-1.181	.256
	Post	89.250	19.747		
Closure	Pre	96.250	22.499	.403	.693
	Post	94.688	27.278		
Average	Pre	105.563	12.790	-.522	.609
	Post	106.688	12.658		
Index	Pre	111.750	14.420	-.276	.786
	Post	112.438	15.518		

\*p<.05

<Table 31> Analysis of the Experimental group pre- and post-test results(Wilcoxon’s signed rank test)

Subscales	Period	M	SD	Z	p
Fluency	Pre	129.375	19.731	-1.845	.065
	Post	135.313	12.109		
Titles	Pre	97.188	37.508	-1.250	.211
	Post	83.625	41.360		

\*p<.05

실험집단의 창의성 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과 ‘성급한 종결에 대한 저항’을 제외한 모든 하위요소가 높게 나타났으나 ‘독창성’에서만 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

5.3 만족도 조사

Likert 5점 척도로 질문한 실험집단의 교육 내용에 대한 만족도 조사 분석 결과는 <Table 32>와 같다.

&lt;Table 32&gt; Analysis of satisfaction

Subscales	N	M	SD
Satisfaction of education	16	4.53	1.007
Improvement of creativity	16	4.41	.795
Improvement of logical thinking	16	4.24	.752
Improvement of problem solving skills	16	4.12	1.219
Improvement of programming ability	16	4.29	1.105
Continued learning motivation	16	4.06	1.144

실험집단의 학생들은 전반적으로 모든 교육 내용에 대하여 만족하고 있으며, 교육활동 참여 후 창의성, 논리적 사고력, 문제해결력, 프로그래밍 능력 등이 향상된 것으로 인식하고 있었다.

#### 5.4 연구 결과 분석

먼저, 실험집단에 실시한 계산적 인지력 사전 검사와 창의성 사전 검사 결과에 대해 정규성 검사를 실시하였고, 실험집단 내 계산적 인지력 사전, 사후 검사 결과와 창의성 사전, 사후 검사 결과를 각각 비교하기 위해 사전 검사로 실시한 정규성 검정 결과 정규분포를 이루는 하위요소들에 대해서는 ‘대응표본 t 검정’, 정규분포를 이루지 않는 하위요소에 대해서는 ‘Wilcoxon 부호순위 검정’을 실시하였다.

실험집단의 계산적 인지력 사전·사후 검사 결과를 비교·분석한 결과, 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났으며, 창의성 사전·사후 검사 결과, ‘성급한 종결에 대한 저항’을 제외한 모든 하위요소가 상승한 것으로 나타났으며 특히, ‘독창성’에서는 통계적으로 유의미하게 상승한 것으로 나타났다.

앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램 적용 결과 만족도 조사에서는 전반적으로 모든 교육 내용에 대하여 만족하고 있는 것으로 나타났다.

계산적 인지력 검사와 창의성 검사 및 만족도 조사 분석 결과, 본 연구에서 개발한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램은 초등학교 여학생의 계산적 인지력과 ‘창의성 평균’, ‘유창성’, ‘제목의 추상성’ 등 전체적인 창의성 신장에 도움을 주어 컴퓨팅적 사고력을 신장시키는 것으로 나타났다.

이는 앱인벤터가 다른 프로그래밍 언어와 달리 누구나 쉽게 접근할 수 있고 실제적인 경험과 아울러 문법

을 익히는 데 시간과 노력이 적게 들기 때문에 여학생들의 심리적 부담을 덜어줌으로써, 여학생들의 프로그래밍교육에 대한 부정적인 영향을 감소시켜 준 결과로 여겨진다.

#### 6. 결론

본 연구는 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장을 위한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램을 제시하였다. ADDIE 모형의 단계에 따라 초등학교 여학생 및 초등 교사를 대상으로 한 사전 요구분석 결과를 토대로 컴퓨팅적 사고력의 학습단계를 추상화, 자동화, 적용의 3단계로 구분하여, CSTA(2011)의 연구에서 제시한 주요 개념 요소가 적용되도록 알고리즘 및 게임 관련 교육내용을 개발하였다.

실험집단에 투입한 결과, 계산적 인지력과 창의성이 유의미하게 상승하여, 본 연구에서 개발한 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램이 초등학교 여학생의 컴퓨팅적 사고력 신장에 효과적임을 알 수 있었다.

본 연구는 일반적으로 여학생이 S/W교육에 흥미가 낮은 것으로 밝혀진 기존 연구에 대해 ADDIE 모형의 단계에 따라 사전 요구분석을 바탕으로 앱인벤터 활용 S/W교육 프로그램을 개발 및 적용을 통해 그 효과를 분석했다는 것에 의의가 있다. 다만 본 연구의 연구대상이 표본 수가 적다는 점과 편의표집에 의한 지원자들이므로 지원자 표본(vonlunteer sample)에 의한 참여자들이 비지원자들에 의한 연구보다 상대적으로 학력, 사회계층, 지적 수준이 높을 수 있다(Rosenthal & Rosnow, 1975)는 주장이 있기 때문에 학습 결과 자체에 대한 신뢰도 확보를 위해 다수의 실험집단을 통한 추가 연구가 필요하다고 여겨진다.

#### 참고문헌

- [1] An Sang Jin, Lee Young Jun (2014). Elementary and Secondary Programming Education Plan Using App Inventor. *The Journal of Korean association of computer education*, 17(5), 79-88.

- [2] 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.
- [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] CSTA (2011). CSTA K - 12 Computer Science Standards Revised 2011, 1-73.
- [6] D. Wolber (2011). App inventor and real-world motivation. In Proc.42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education(SIGCSE'11).
- [7] 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.
- [8] Ham Seong Jin, Kim Soon Hwa, Park Se Young, Song Ki Sang (2014). *The Journal of Korean association of computer education*, 17(6), 81-91.
- [9] Hwang Sung Jin, Choi Jeong Won, Lee Young Jun (2014). Development of Education Plan of Using App Inventor for Improving Informatics Gifted Elementary Students' Learning Flow. *The Journal of Korean association of computer education*, 18(2), 185-190.
- [10] Kim Byeong Su (2014). IProgramming education progra based on PPS to improve computational thinking ability. Jeju National University of Education doctoral dissertation.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Morelli, R., de Lanerolle, T., Lake, P., Limardo, N., Tamotsu, E., & Uche, C. (2011). Can android app inventor bring computational thinking to k-12. In Proc.42nd ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE'11).
- [14] Nam Seung Hyun, Jung Ha Qil, Kim Dong Hyun, Jang Myeong Ho, Kim Hee Ju, Kim Dong Jeong, Yu Heon Chang (2015). Software Education in Science Experiments Based on The Mini-Computer. *The Journal of Korean association of computer education*, 19(1), 51-55.
- [15] Oh Sang Jin (2003). Development an Animation Programming Curriculum for the Elementary Gifted Children of Information Science. Gyeongin education University master's thesis.
- [16] 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.
- [17] Philip Guo (2010). What is Computer Science? Efficiently Implementing Automated Abstractions, <http://www.pgbovine.net/what-is-computer-science.htm>
- [18] Rim Hwa Kyung (2013). Android App. Implementation Teaching using App Inventor for Elementary school students. *The Journal of J Korea Multimedia Society*, 18(7), 886-894.
- [19] Rosenthal, R., & Rosnow, F. L. (1975). The volunteer subject. New York: Wiley.
- [20] Seol Moon Gu, Son Chang Ik (2013). A Study on

Development of Teaching Materials for App Inventor Programming Using the Waterfall Model. *The Journal of Korean association of computer education*, 17(4), 409-419.

- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] Torrance, E. P. (2010). Torrance Tests of Creative Thinking Directions manual and scoring guide(Figural test booklet A), Korean FPSP.
- [24] Wing, J. M. (2008). Computational Thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 3717-3725.
- [25] 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.
- [26] Yu Jong Hun, Kim Yong Whan, Yang Chang Eun, Jang Myung Ho, Kim Hee Ju, Myung Roh Young, Kim Dong Jeong, Yu Heon Chang (2015). Software Development Education Utilizing Physical Computing based on Arduino. *The Journal of Korean association of computer education*, 19(1), 61-64.

### 저자소개



#### 김 용 민

1999 제주교육대학교 실과교육과 (교육학학사)

2014~현재 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정

관심분야: 아두이노, CT, EPL

e-mail: minimega@hanmail.net



#### 김 종 훈

1998 홍익대학교 전자계산학과 (이학박사)

1998~1999 ETRI Post-Doc.

1999~현재 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수

관심분야: 컴퓨터교육

e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr

