

스크래치 프로그래밍을 통한 알고리즘 학습 프로그램 개발 및 적용 연구

현동림 · 양영훈 · 김은길 · 김종훈

제주대학교

요 약

본 연구에서는 컴퓨터 과학 교육에서 강조하는 알고리즘 수업에서 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용하였을 때 학습자의 논리적 사고력에 미치는 영향을 분석하고자 교재를 개발하고 투입하여 효과를 검증하였다. 알고리즘 교육 내용은 외국의 ACM과 국내의 중학교 정보 교과 교육과정을 분석하여 선정하였으며, 개발된 교재를 초등학교 4학년 학생에게 투입하였다. 논리적 사고력의 영향을 살펴보기 위하여 GALT 축소본 검사지를 사용하였으며 실험집단의 논리적 사고력의 논리합계와 조합논리에서 유의미한 차이의 신장을 보였다..

키워드: 컴퓨터 과학 교육, 알고리즘, 교육용 프로그래밍 언어, 스크래치

Research on Development and Application of Learning Program about Algorithm by Using Scratch Programming

Dong-Lim Hyun · Young-Hoon Yang · Eun-Gil Kim · Jong-Hoon Kim

Jeju National University

ABSTRACT

In order to analyze the change of student's logical thinking, in this study, we were develop the educational materials. This educational materials were used in algorithm class through educational programming language Scratch. Algorithms of education materials were selected by analysis of foreign ACM and domestic middle school curriculum. The developed educational materials were applied to 4th grade students of elementary school. In order to analyze the change of student's logical thinking, we were used GALT short version. Total logic and Combinational reasoning, in the experimental group students, were growing significantly.

Keywords: Computer Science Education, Algorithm, Educational Programing Language, Scratch

* 교신저자: 김종훈, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공
논문투고: 2010-12-31
논문심사: 2011-05-04
심사완료: 2011-07-30

1. 서론

정보 기술의 선진국들은 정보 교육의 중요하다는 사실을 인지하고, 정부 차원에서 주도하여 취학 전부터 정보 관련 개념들을 습득하고 창의적이고 논리적인 능력을 기를 수 있도록 정보 교육을 장려하고 있다. 이에 발맞추어 우리나라 또한 2005년 12월 발표된 정보통신기술 교육 운영지침은 컴퓨터 소양 교육에서 벗어나 컴퓨터 원리, 문제 해결 방법 및 절차를 통해 창의적이고 논리적인 사고를 바탕으로 미래 사회를 대비할 수 있도록 본질적인 과학으로서의 정보 즉, 컴퓨터 과학 교육을 강조하고 있다[1].

이러한 컴퓨터 과학 교육의 필요성에 대해 Judith Gal-Ezer와 David Harel은 컴퓨터 과학은 현대 주요 기술 혁신의 과학적인 토대이며, 알고리즘적인 사고 방식은 특별하고 강력한 사고방식으로써 복잡한 현대 사회에 대처하기 위해 필요하며 다른 과학 및 공학 분야보다도 중요하고, 학생들이 다양한 사고방식으로 새로운 형태의 문제에 접근할 수 있는 능력을 갖게 한다고 하였다[21].

따라서 본 연구는 초등학교에서 스크래치를 통해 이루어지는 알고리즘 교육의 가치에 대해 연구하고자 다음과 같이 연구 순서를 정하고 실시하였다.

첫째, 국내 및 해외 교육과정을 분석하여 추출한 알고리즘 교육의 내용 중에서 선정 기준에 따라 교육 내용을 선정하였다.

둘째, 학습자의 흥미를 유발하고 알고리즘 원리를 쉽게 이해할 수 있는 수업방법을 채택하고 그것을 수정·보완하여 교재 구성 체계를 만들었다.

셋째, 선정된 교육 내용을 교재 구성 체계에 맞게 구성하여 스크래치를 통한 알고리즘 배우기 교재를 만들었다.

넷째, 교재를 초등학교 4학년 학생들에게 투입하여 교육적 가치가 있는지를 점검하였다.

2. 이론적 배경

2.1 알고리즘

알고리즘은 ‘문제 해결 방법 또는 절차’라고 해석

할 수 있으며, 컴퓨터 알고리즘이라는 용어는 ‘컴퓨터에서 수행이 가능한 문제 해결 방법이나 절차’로 정의할 수 있다. 이런 정의에 따라 주어진 문제에 대한 알고리즘을 찾는다는 것은 주어진 문제를 해결하는 방법을 찾는 것을 말하며, 문제를 해결하는 방법을 찾은 후에는 이를 사람이나 컴퓨터가 이해할 수 있는 명시적인 형태로 표현할 수 있어야 한다. 사람이 이해할 수 있는 형태의 표현 방법은 자연어, Flow Chart 등이 있으며, 컴퓨터를 이해할 수 있는 형태로 표현한 것을 프로그램이라고 한다[7].

2.2 스크래치

컴퓨터 언어의 활용 빈도 순위를 조사하여 발표하는 Tiobe Software의 2011년도 7월 발표에서 상위 50위 안의 프로그래밍 언어 중 교육용으로 개발된 언어는 LOGO(22위), Scratch(31위), Alice(37위)가 있다[24]. 이중 Scratch는 우리나라에도 많이 알려져 있는 교육용 프로그래밍 언어(EPL)로써 현재 일부 학교 현장 및 영재교육원에서 교육이 되고 있다.

스크래치는 MIT 미디어 연구소에서 개발한 교육용 프로그래밍 도구로, 컴퓨터과학적 사고 능력 향상을 목표로 창의적으로 문제를 해결하거나 프로젝트를 설계할 수 있는 능력 향상을 위해 설계되었다.

이러한 스크래치의 특징은 다음과 같다[12].

첫째, 블록 쌓기 프로그래밍 방식을 사용한다.

둘째, 다양한 미디어 조작 기능을 제공한다.

셋째, 홈페이지(<http://scratch.mit.edu>)를 통하여 공유와 협력 학습을 지원한다.

2.3 선행연구

알고리즘의 효과와 관련된 연구로 권은정(2008)은 놀이를 통한 알고리즘 학습이 고등학생의 학업 성취도 긍정적인 효과가 있다고 보았고[3], 황인철(2009)은 초등학생을 대상으로 검색, 정렬, 그래프를 주제로 놀이 중심의 알고리즘 학습이 논리적 사고력 신장에 긍정적인 효과가 있음을 보여주었다[17].

또한 이영준과 이은경(2009)은 알고리즘 학습 지원을 위해 효과적인 도구로 교육용 로봇을 선택하고 로봇의 활용 효과를 최대화하기 위한 교수 학습 전략을 개발하여 중학교 학습자의 내적 동기와 창의적 문제해결성향에 대한 유의한 효과를 확인하였고[13], 백선련 등(2008)은 초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재를 개발하고 개발된 교재를 현장에 적용하여 학생들의 문제해결력에 유의미한 영향을 미친다는 것을 확인하였으며[8], 김은길 등(2011)은 초등학생을 위한 알고리즘 학습의 놀이, 콘텐츠, 스크래치 등의 다양한 접근을 제시하였다[4][5].

스크래치를 활용한 연구로 이미현과 구덕희(2010)는 스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 내재적 동기와 문제해결력 향상에 효과가 있다는 연구 결과를 발표하였으며[11], 한선관과 한희섭(2009)은 스크래치를 활용한 프로그래밍 교육은 학습의 인지적 영역에 대한 효과성과 만족도에 긍정적 영향을 준다는 연구 결과를 발표하였다[16]. 또한 김종진 등(2011)은 LOGO와 Scratch의 교육을 위한 교재를 개발하여 현장 검증을 통하여 학습자의 창의성이 향상됨을 보였으며[6], 송정범 등(2008)은 스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기와 문제해결력에 미치는 영향[10]과, 조성환 등(2008)은 스크래치를 이용한 프로그래밍 수업이 효과에 대하여 긍정적인 결과를 얻었다[14].

이 밖에도 많은 연구에서 내용적인 면에서 알고리즘 교육의 효과와 방법적인 면에서 스크래치를 활용한 교육의 효과를 연구하여 긍정적인 결과를 얻었으며, 이에 연구에서는 알고리즘의 내용을 스크래치를 활용하여 학습하는 프로그램을 개발하여 적용해보았다.

3. 교육과정 설계

현행 2007년 개정 교육과정을 살펴보면 초등학교 정보통신기술교육의 내용 체계에는 알고리즘과 관련된 내용이 제시되어 있지 않고 중학교의 정보 교과에 알고리즘 관련 교육 내용이 제시되어 있다.

그러므로 본 연구에서는 초등학교에서의 알고리

즘 교육 내용을 선정하기 위하여 국내의 중학교 정보 교과 알고리즘 관련 교육과정과 외국의 ACM에서 제시한 K-12 컴퓨터 과학 교육과정 모델을 분석하고 일반적인 알고리즘 교육내용과 자료구조 내용을 분석하여 알고리즘 관련 필수 교육내용을 선정하였다.

3.1 국내 중학교 정보 교과 교육과정 분석

중학교 정보 교과 교육과정[2]에서 알고리즘 관련 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> 중학교 정보 교과 알고리즘 관련 내용

영역	1단계	2단계	3단계
정보의 표현과 관리	<ul style="list-style-type: none"> 정보와 자료구조 자료의 표현과 연산 	<ul style="list-style-type: none"> 선형 구조 멀티미디어 정보 표현 	<ul style="list-style-type: none"> 선형구조 멀티미디어
문제해결 방법과 절차	<ul style="list-style-type: none"> 프로그래밍의 기초 문제 및 문제 해결 과정 	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘의 개요 알고리즘의 실제 	<ul style="list-style-type: none"> 자료의 정렬 자료의 탐색

선행 연구를 비롯한 많은 연구에서 학습자의 인지 수준에 맞춰 알고리즘의 원리를 교육하는 것이 학습자의 흥미도 및 이해도 면에서 무리가 없음이 증명되었다. 하지만 현행 중등 정보 교과에서는 2단계에서 알고리즘의 개념이 도입되는 등의 늦은 양상을 보이고 있다.

3.2 외국 알고리즘 교육내용 분석

미국의 경우 주마다 독립적인 교육과정을 운영하지만 ACM의 A Model Curriculum for K-12 Computer Science 보고서에서 제안한 컴퓨터 과학 교육과정 모델을 표준으로 컴퓨터 관련 교육과정을 구성하기 때문에 관련 문헌을 분석하였다[18][19][20].

또한 일반적인 알고리즘과 기초적인 자료구조 내용을 <표 2>와 같이 분석[23]하여 비교하였다.

<표 2> 알고리즘 교육 내용 분석

구분	ACM	일반적인 알고리즘과 자료구조
자료 구조	<ul style="list-style-type: none"> 이진법 트리 그래프 데이터 타입 	<ul style="list-style-type: none"> 이진법 트리 스택과 큐 그래프 등
알고리즘	<ul style="list-style-type: none"> 탐색 트리 탐색 정렬 분할 정복 백트래킹 	<ul style="list-style-type: none"> 탐색 정렬 깊이·너비 우선 탐색 최단경로 동적 설계 그리디 분할 정복 백트래킹 등

3.3 알고리즘 교육내용 선정

현재 국내의 교육과정에는 초등학생을 대상으로 알고리즘과 관련된 내용을 교육하고 있지 않다. 따라서 본 연구에서 알고리즘의 선행 지식이 없는 초등학생을 대상으로 알고리즘을 교육하기 위한 필수 알고리즘 교육내용을 선정하기 위하여 현재 국내의 중학교의 정보 교과에서 교육되어지고 있는 알고리즘 관련 교육내용과 미국의 ACM에서 제시한 K-12 모델에서 알고리즘 관련 교육내용을 분석하여 필수 기초 알고리즘 관련 교육내용을 선정하였다. 또한 선정된 교육내용이 초등학생을 대상으로 교육하기에 적합한 내용인가를 판단하기 위하여 초등 컴퓨터 교육 전공 교수와 현직 초등학교 교사인 초등 컴퓨터 교육 석사과정 및 컴퓨터 교육 박사과정으로 구성된 전문가 집단을 구성하여 6개월 동안 검토·수정되었으며 초등학생을 대상으로 교육하기에 무리가 없을 것으로 판단하였다.

본 연구에서 알고리즘 관련 교육내용을 선정한 기준은 다음과 같다.

첫째, 현재 중학교에서 배우는 내용인 경우 초등학교 인지수준인 구체적 조작기에 맞게 알고리즘의 원리를 구체적 사례를 통해 학습할 수 있도록 구성하여 학습의 연계를 고려하였다.

둘째, 기초적인 자료구조부터 알고리즘 난이도에 따라 제시함으로써 학습자의 학습 부담을 최소화한다.

셋째, 학습 내용을 프로그래밍을 통해 직접 구현함

으로써 실제 문제를 해결할 수 있는 능력을 향상시킨다.

이와 같은 기준을 통해 추출된 내용은 최종 선정된 교육 내용은 <표 3>과 같다.

<표 3> 알고리즘 교육 내용 체계표

주제	학습 내용	비고
이진법	정보를 컴퓨터에서 표현하는 방법과 원리	자료 구조
스택/큐	나열된 자료간의 순서를 제어하는 원리	
트리	계층 구조로 표현하는 방법의 장점과 원리	
그래프	연결 관계를 도식화하는 방법과 탐색 원리	
정렬	기준에 따라 자료를 정렬하는 원리	알고리즘
탐색	원하는 자료를 찾아가는 방법과 원리	
그리디	선택 순간마다 최적을 취하는 방법의 장·단점	
분할정복	작은 문제로 나누어 해결하는 방법과 동작 원리	
백트래킹	이전 과정으로 돌아가면서 해답을 찾아가는 원리	

본 연구에서는 알고리즘의 내용을 초등학생을 대상으로 스크래치 프로그래밍을 통해 익힘으로써 논리적 사고력을 신장시키고자 <표 3>의 알고리즘 교육 내용을 다음과 같은 기준을 바탕으로 <표 4>와 같이 재구성하였다.

첫째, 스크래치 프로그래밍으로 쉽게 구현될 수 있는 내용이어야 한다. 프로그래밍 교육의 문제점으로 제시되는 것 중 하나가 도구로 제시되는 프로그래밍 언어를 배우는데 많은 시간이 필요하다는 점이다.

둘째, 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 내용이어야 한다. 알고리즘의 원리가 실생활에서 쉽게 찾을 수 있거나 적용할 수 있는 내용이어야 학습자의 내적 동기를 높일 수 있으며 알고리즘의 원리에 대한 인지수준도 높아질 것이다.

셋째, 논리적 사고력의 향상에 효과적이어야 한다. 스크래치 프로그래밍을 통해 학습하게 되는 알고리즘 원리는 학습자의 사고 능력 향상에 도움을 주어야 한다.

<표 4> 스크래치를 통한 알고리즘 교육 내용 재구성

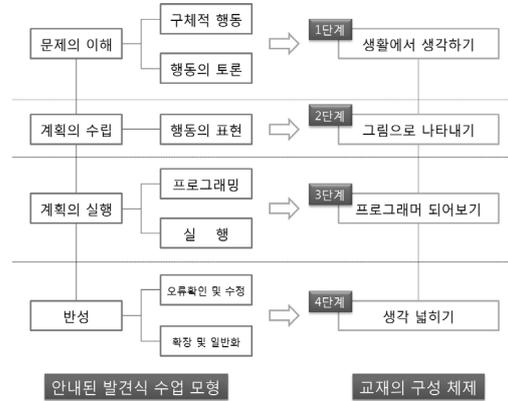
차시	주제	교육 내용
1	스택	스택을 이해하고 스크래치로 표현하기
2	큐	큐를 이해하고 스크래치로 표현하기
3	트리	트리 구조를 이해하고 스크래치로 표현하기
4	탐색	선형탐색을 이해하고 스크래치로 구현하기
5	정렬	버블정렬을 이해하고 스크래치로 구현하기
6	분할정복	분할 정복의 방법을 사용한 이진탐색의 방법을 이해하고 스크래치 구현하기
7	그리디	그리디를 이해하고 거스름돈 문제 스크래치로 구현하기, 그리디를 사용한 다른 문제 확인하기
8	백트래킹	백트래킹의 방법을 이해하고 4-여왕말 문제 풀이를 스크래치로 구현하기

현행 교육과정과 학교 현장에서 여러 행사들이 재량 및 특별 활동 시간을 이용함을 고려하여 한 학기 내에 재량 및 특별 활동 시간을 이용하여 주 1회 교육이 가능하도록 8차시 분량으로 선정하였다.

4. 프로그램 개발

4.1 학습모형 설계

Papert는 “교육과정 없는 학습”, “교수 없는 학습”을 주장하며 구조화가 적게 된 수업방법일 수록 학습자에게 더 많은 것을 제공한다고 했다[22]. 하지만 실제로 학생들은 구조화가 되지 않은 수업에서 방황을 하는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 안내된 발견식 수업을 기본으로 교재를 구성하여 교사의 역할을 최소화하고 학생들이 능동적으로 프로그래밍 활동에 참여할 수 있도록 하였다. 안내된 발견식 수업절차[9]에 따른 교재의 구성 체제를 도식화 하면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 교재의 구성 체제

1단계 생활에서 생각하기는 우리주변에서 이번 시간에 배울 알고리즘(학습주제)의 내용과 관련된 것을 찾아보고 그 알고리즘에 대해 구체적으로 이해하는 단계이다. 실생활의 한 장면을 이용하여 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 한다.

2단계 그림으로 나타내기는 알고리즘의 내용을 직접 프로그래밍 하여 구현하기 전 단계로서 알고리즘의 실행 동작을 그림으로 그려보는 단계이다. 직접 그려봄으로써 알고리즘에 대해 확실히 이해할 수 있으며, 프로그램을 구성하는 명령어에 대해서도 생각해볼 수 있는 기회를 제공한다.

3단계 프로그래머 되어보기는 스크래치의 명령어 블록들을 조합하여 직접 프로그램을 작성해보는 단계이다. 이때 교사는 처음부터 직접 시범을 보이며 지시하는 것이 아니라 학생들과의 질의응답을 통해 올바른 방향으로 프로그래밍 할 수 있도록 지도하는데 집중한다. 시간적 제약을 고려하여 사전에 학습이 이루어진 부분과 프로그래밍의 기본적인 부분이 프로그래밍이 되어있는 불완전한 소스를 제공하여 학생들로 하여금 완성할 수 있도록 하는 방법을 취할 수도 있으며, 이때 학생들이 완성해야하는 소스는 그 차시에 학습하는 알고리즘과 관련된 핵심 부분으로 블록 5~7개 정도의 분량으로 한정한다. 또한 완성하지 못한 부분을 방과 후 또는 가정에서 완성할 수 있도록 한다.

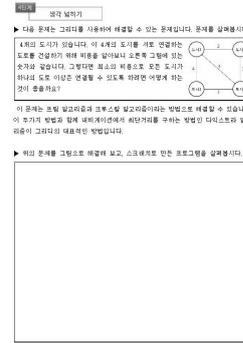
4단계 생각 넓히기에서는 다른 방법으로 프로그래밍 한 자료를 자신이 프로그래밍 한 것과 비교해 보며 서로 장단점을 알아보는 과정이다. 이 과정을 통

해 더욱 활동에 적극적으로 참여할 수 있는 내적 동기를 유발할 수 있고, 보다 쉬운 프로그래밍 소스에 대해 이해할 수 있다. 또한 이 단계에서는 범위를 더욱 확장하여 실생활 속에서 알고리즘에 대한 내용을 찾아보는 활동을 한다.

4.2 프로그램의 실제

4.2.1 교재 예시

수업 중 활용 가능할 학습지를 8차시로 구성하고 그중 7차시의 그리드(greedy)에 관련한 학습지는 (그림 2)와 같다.



(e)

(그림 2) 교재 7차시 그리드 학습지

4.2.2 지도안 및 지도자료 예시

7차시의 그리드(greedy)에 관련한 지도안은 (그림 3)과 같다. ‘활동 2’단계에서 지도 자료를 적절히 사용하여 학생들이 너무 어려워하거나 방황하지 않도록 지도한다.

(a)

(b)

(c)

(d)

일시	2016. 11.	대상	4학년	차시	1차
단원	7. 그리드	장소	컴퓨터실	학습목표	그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다.
단계	문제	교수학습활동	시간	지표(10) 및	
이해	정의	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 생활에 접목하기 ▶ 생활에 접목하기 ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. 	10	10	10
작성	문제	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. 	10	10	10
수업	소도	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. 	10	10	10
실행	그래프	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. 	10	10	10
평가	평가	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. ▶ 그리드를 이용하여 최소한의 소가짜를 찾는 프로그램을 만들어 본다. 	10	10	10

(a)

(b)

(그림 3) 7차시 지도안(a) 및 지도자료(b)

5. 연구 방법 및 현장 적용

5.1 연구 설계

5.1.1 연구 가설

본 연구의 목적은 초등학교 알고리즘 수업에서, 스크래치를 활용한 수업이 학습자의 논리적 사고력에

미치는 영향을 분석하고자 하는 것이다. 이러한 연구 목적 달성을 위해 설정한 가설은 “스크래치를 활용한 알고리즘 교육은 초등학교 학습자의 논리적 사고력에 유의한 영향을 미친다.”이다.

5.1.2 연구 대상

본 연구의 대상은 제주도에 위치한 W초등학교 4학년 2개 반을 <표 5>과 같이 각각 실험집단과 비교집단으로 구성하였다. 모든 연구 대상은 스크래치와 알고리즘에 대한 사전지식이나 기초적 소양이 없는 집단이다.

<표 5> 연구대상 집단과 사례 수

실험집단			비교집단			계
남	여	전체	남	여	전체	
15명	15명	30명	15명	15명	30명	60명

5.1.3 절차

본 연구에서는 연구대상으로 실험집단과 비교집단을 먼저 선정하여 사전검사를 통해 실험집단과 비교집단이 동질집단임을 보이고, 실험처치 후 사후검사를 실시하여 실험 효과 여부를 분석하였다. 이러한 연구의 실험설계를 도식화 하면 <표 6>와 같다.

<표 6> 연구의 실험설계

실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
비교집단	O ₃	X ₂	O ₄

O₁, O₃ : 사전검사(논리적 사고력 검사)
 O₂, O₄ : 사후검사(논리적 사고력 검사)
 X₁ : 스크래치 활용 알고리즘 수업
 X₂ : 컴퓨터소양교육 위주의 ICT활용 수업

실험처치 전 연구대상으로 선정된 집단의 동질성 여부를 검증하기 위해 논리적 사고력을 측정을 위한 사전검사를 실시하였다. 실험처치는 초등학교 4학년을 대상으로 8차시에 걸쳐 진행되었다. 실험집단에는 스크래치를 활용한 알고리즘 수업을 실시하고, 비교

집단은 컴퓨터소양교육 위주의 일반적인 ICT 활용 수업을 실시하였다. 실험처치 이후에 논리적 사고력 검사를 실시하여 각 수업이 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보았다.

5.1.4 연구도구

사전·사후 검사 도구는 동형문항으로 논리적 사고력 검사 도구로 Roadranka 등이 개발한 GALT검사지 축소본을 사용하였다[23]. 해당 검사지의 각 문항은 답과 이유를 선택하는 선다형 형식으로 6개의 논리적 사고력 하위요소를 측정하도록 구성되었다. 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리에 대해 각각 2문항씩 총 문항 수는 12 문항이다. 대부분의 문항에 문제 상황을 설명하는 짧은 문장과 함께 그림을 제시하였고 검사 소요시간은 40분이며 답과 이유가 모두 맞을 경우 1점을 부여하였다. 축소본 GALT의 문항별 측정내용은 <표 7>과 같다[15].

<표 7> 축소본 GALT 문항별 측정내용

하위요소 (문항번호)	내용
보존논리 (1, 2)	질량(무게), 부피에 대한 보존 능력
비례논리 (3, 4)	서로 다른 크기의 물 컵 간의 관계나 균형을 잡기 위한 길이와 무게 간의 관계를 비율로 생각할 수 있는 능력
변인통제논리 (5, 6)	막대 길이, 추의 무게, 추의 왕복 이동 시간과의 관계 등을 따질 수 있는 능력
확률논리 (7, 8)	여러 종류의 나무토막 중 제시된 종류의 나무토막을 선택할 수 있는 가능성을 따질 수 있는 능력
상관논리 (9, 10)	색과 크기 사이의 상관을 추리할 수 있는 능력
조합논리 (11, 12)	짜 지을 수 있는 방법 또는 장보기 상점 방문 방법이나 순서 등을 추리할 수 있는 능력

5.2 현장 적용 결과 및 해석

5.2.1 논리적 사고력 사전검사

실험처치 전 실험집단과 비교집단사이의 논리적 사고력 하위요소 각각의 점수에서 유의한 차이가 존재하는지 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 그 결과는 <표 8>과 같다.

실험집단은 대조군에 비해 6개의 하위 요소 중 변인통제논리, 확률논리, 조합논리에서 평균점수가 높았고 보존논리, 비례논리, 상관논리에서는 평균점수가 낮게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 전체 논리합계 평균점수가 각각 2.43(±1.165), 2.43(±1.135)로 두 집단간 유의한 차이가 없었다.

<표 8> 논리적 사고력 사전검사 결과

하위요소	집단	n	M	SD	t	p
보존논리	실험	30	.90	.607	-1.035	.305
	비교	30	1.07	.640		
비례논리	실험	30	.13	.346	-.356	.723
	비교	30	.17	.379		
변인통제논리	실험	30	.27	.521	.553	.583
	비교	30	.20	.407		
확률논리	실험	30	.10	.305	.460	.647
	비교	30	.07	.254		
상관논리	실험	30	.10	.305	-.750	.456
	비교	30	.17	.379		
조합논리	실험	30	.93	.691	.853	.397
	비교	30	.77	.817		
논리합계	실험	30	2.43	1.165	.000	1.000
	비교	30	2.43	1.135		

5.2.2 논리적 사고력 사후검사

실험처치 후 실험집단과 비교집단의 논리적 사고력 각각의 하위요소들의 변화가 두 집단간 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 독립표본 t 검정을 실시하였다. 그 결과는 <표 9>과 같다.

<표 9> 논리적 사고력 사후검사 결과

하위요소	집단	n	M	SD	t	p
보존논리	실험	30	1.07	.521	.646	.521
	비교	30	.97	.669		
비례논리	실험	30	.07	.254	-.460	.647
	비교	30	.10	.305		
변인통제논리	실험	30	.40	.498	3.265	.002**
	비교	30	.07	.254		
확률논리	실험	30	.20	.551	.273	.786
	비교	30	.17	.379		
상관논리	실험	30	.03	.183	-2.047	.047*
	비교	30	.20	.407		
조합논리	실험	30	1.60	.563	5.006	.000**
	비교	30	.87	.571		
논리합계	실험	30	3.37	1.098	3.385	.001**
	비교	30	2.37	1.189		

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

실험 처치 후 전체 논리합계의 대한 실험집단과 비교집단의 평균점수는 각각 3.37(±1.098)과 2.37(±1.189) 로서 실험집단의 점수가 높게 나타났으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 그리고 변인 통제논리의 평균점수가 실험집단 0.40(±0.498), 비교집단 0.07(±0.254)로서 실험집단의 평균점수가 높았고, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 조합논리의 평균점수 또한 실험집단1.60(±), 비교집단 0.87(±)으로 통계적으로 매우 유의한 차이를 보였다.

그러나 보존논리, 비례논리, 확률논리에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한 상관논리에서는 오히려 비교집단의 평균점수(.20)가 실험집단의 평균점수(.03)보다 높게 나타났으며 이는 통계적으로 유의하였다.

따라서 본 연구에서 개발된 스크래치 활용 알고리즘 수업이 기존의 컴퓨터소양교육 위주의 ICT 활용 수업에 비해 변인통제논리와 조합논리 그리고 전체적인 논리적 사고력의 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 확인되었다.

5.2.3 집단별 논리적 사고력 사전·사후검사 차 이 검증

실험집단과 비교집단의 각각의 집단 내 실험 처치

전후를 비교하기 위해 대응표본 t 검정을 실시하였다. 검증 결과는 <표 10>과 같다.

실험집단의 조합논리는 사전검사와 사후검사 점수가 .93과 1.60으로 사후검사가 높게 나타났으며, 이는 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 비교집단의 경우 사전검사와 사후검사 점수가 .77과 .87로 점수가 약간 높아졌으나 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

실험집단의 전체적인 논리합계는 사전검사와 사후검사 점수가 2.43과 3.37로 사후검사가 높게 나타났으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 그러나 비교집단의 경우 사전검사와 사후검사 점수가 2.43과 2.37로 점수가 다소 낮아졌으며 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 상관논리에 대해서는 실험집단과 비교집단 각각의 사전검사와 사후검사의 평균점수 비교 시 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

<표 10> 논리적 사고력 사전·사후검사 차이 검증

하위요소	집단	검사시기	M	SD	t	p
보존논리	실험	사전	.90	.607	-1.980	.057
		사후	1.07	.521		
	비교	사전	1.07	.640		
		사후	.97	.669		
비례논리	실험	사전	.13	.346	1.000	.326
		사후	.07	.254		
	비교	사전	.17	.379		
		사후	.10	.305		
변인통제논리	실험	사전	.27	.521	-1.439	.161
		사후	.40	.498		
	비교	사전	.20	.407		
		사후	.07	.254		
확률논리	실험	사전	.10	.305	-.828	.415
		사후	.20	.551		
	비교	사전	.07	.254		
		사후	.17	.379		
상관논리	실험	사전	.10	.305	1.000	.326
		사후	.03	.183		
	비교	사전	.17	.379		
		사후	.20	.407		
조합논리	실험	사전	.93	.691	-5.135	.000**
		사후	1.60	.563		
	비교	사전	.77	.817		
		사후	.87	.571		
논리합계	실험	사전	2.43	1.165	-4.474	.000**
		사후	3.37	1.098		
	비교	사전	2.43	1.135		
		사후	2.37	1.189		

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

따라서 스크래치 활용 알고리즘 수업은 조합논리와 전체적인 논리적 사고력을 신장 시키는데 효과적이나, 기존의 컴퓨터소양교육 위주의 ICT 활용 수업은 논리적 사고력에 상기의 하부항목의 유의한 변화를 미치지 않는 것으로 보인다.

이상에서 살펴본 바와 같이 스크래치 활용 알고리즘 수업이 논리적 사고력을 신장시키는데 효과적임이 확인하였다.

6. 결론

본 연구에서는 컴퓨터 과학 교육에서 강조하는 알고리즘 학습을 위해 해외의 ACM 및 우리나라 중학교 정보 교과 교육과정을 분석을 바탕으로 알고리즘 교육 내용을 재구성하여 교육용 프로그래밍 언어인 스크래치를 활용하는 교재를 개발하였다. 그리고 그 교재를 학교 현장에 적용하여 그 효용성을 살펴보았다.

본 연구를 통해 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 학생들이 스크래치 프로그래밍을 통해 알고리즘적 사고에 익숙해서 논리적 사고력뿐만 아니라 문제해결력이 향상될 것이다.

둘째, 교육용 프로그래밍 언어와 컴퓨터의 원리에 대한 학생들의 이해와 관심이 많아지면서 단순한 놀이 도구로서의 컴퓨터가 아니라 학습의 도구로서의 컴퓨터의 가치를 확인하게 해 줄 것이다.

셋째, 기능 위주에서 알고리즘 원리 위주로의 프로그래밍 언어 교육에 대한 인식의 변화와 함께 기본 교재로 활용될 것이다.

넷째, 교육용 프로그래밍 언어에 대한 관심과 가치가 높아지고 그에 따라 컴퓨터 과학 교육의 중요성과 필요성이 높아질 것이다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 교육용 프로그래밍 언어와 알고리즘 원리를 접목한 교육 자료들이 많이 개발되고 활용되어 바람직한 정보교육이 이루어지는 학교현장을 기대해 본다.

참 고 문 헌

[1] 교육과학기술부(2005), 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침, 교육과학기술부.

- [2] 교육과학기술부(2008), 중학교 교육과정 해설 (V), 교육과학기술부.
- [3] 권은정(2008), 놀이를 통한 알고리즘 개념 학습이 학습 동기 및 학업 성취도에 미치는 영향, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [4] 김은길, 김승완, 현동립, 김종진, 김종훈(2011), 초·중등학생의 문제해결능력 신장을 위한 알고리즘 학습 방안 연구, 수산해양교육연구, 23-1, 92-104.
- [5] 김은길, 김향희, 현동립, 김종훈(2011), 놀이를 통한 논리적 사고력 신장 알고리즘 학습 프로그램 개발 및 적용 연구, 정보교육학회 논문지, 15-1, 119-127.
- [6] 김종진, 현동립, 김은길, 김종훈, 원유현(2011), 현장 검증을 통한 교육용 프로그래밍 언어 교재 개발-LOGO와 Scratch를 중심으로-, 한국콘텐츠학회 논문지, 11-1, 458-468.
- [7] 김경훈(2006), 중학교 알고리즘 교육 내용의 위계 설정에 관한 연구, 컴퓨터교육학회 논문지, 9-5, 41-51.
- [8] 백선련, 종정범, 박정호, 이태욱(2008), 초등학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발 및 적용, 컴퓨터교육학회 논문지, 11-1, 85-95.
- [9] 백영균, 우인상(1994), LOGO 프로그래밍의 수업 방식이 문제해결력에 미치는 효과에 관한 연구, 교육공학연구, 9-1, 73-90.
- [10] 송정범, 조성환, 이태욱(2008), 스크래치 프로그래밍 학습이 학습자의 동기와 문제해결력에 미치는 영향, 정보교육학회 논문지, 12-3, 323-332.
- [11] 이미현, 구덕희(2010), 초등학생을 위한 스크래치 프로그래밍 학습 방법 연구, 정보교육학회 학술논문집, 1-1, 249-250.
- [12] 이영준, 이은경(2008), Scratch 활용 프로그래밍 교육이 중학생의 몰입수준과 프로그래밍 능력에 미치는 영향, 중등교육연구, 56-2, 359-382.
- [13] 이영준, 이은경(2009), 로봇 활용 알고리즘 학습 프로그램, 컴퓨터교육학회 논문지, 12-1, 33-44.
- [14] 조성환, 송정범, 김성식, 백성혜(2008), 스크래치를 이용한 프로그래밍 수업 효과, 정보교육학회 논문지, 12-4, 375-384.
- [15] 한국교육개발원(2002), 초·중학생의 지적·정적 발달수준 분석연구(III), 한국교육개발원.
- [16] 한선관, 한희섭(2009), 초등학생들의 학습 스타일과 스크래치 언어 활용 교육의 상관성 분석, 정보교육학회 논문지, 13-3, 351-358.
- [17] 황인철(2009), 놀이 중심 알고리즘 학습이 초등학생의 논리적 사고력 향상에 미치는 영향, 진주교육대학교 석사학위논문.
- [18] Allen Tucker, Fadi Deek, Jill Jones, Dennis McCowan, Chris Stephenson & Anita Verno (2006). A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Final Report of the ACM K-12 Task Force Curriculum Committee, 2nd Ed, NY: Computer Science Teachers Association.
- [19] Bill Madden, Anita Verno, Debbie Carter, Steve Cooper, Thomas J. Cortina, Ron Cudworth, Barb Ericson & Elizabeth Parys (2007), A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Level III Objectives and Outlines, NY: Computer Science Teachers Association.
- [20] Daniel Frost, Anita Verno, David Burkhardt, Michelle Hutton & Karen North(2009), A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Level I Objectives and Outlines, NY: Computer Science Teachers Association.
- [21] Judith Gal-Ezer, & David Harel(1999), What (Else) Should CS Educators Know?, Communications of the ACM, 41-9, 77-84.
- [22] Roadrangka, V., Yeany, R. H. & Padilla, M. J.(1983), The Construction and validation of group assessment of logical thinking(GALT), Paper presented at the Annual Meeting of the NARST.
- [23] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest & Clifford Stein(2001), Introduction to Algorithms, MA: The MIT Press.
- [24] TIOBE Software(2011), TIOBE Programming Community Index, <http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>

저 자 소 개



현 동 립

2005 제주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2009 제주교육대학교
초등컴퓨터교육(교육학석사)
2009~현재
제주대학교 컴퓨터교육전공
박사과정
관심분야: 컴퓨터교육, EPL, 알고리즘교육
e-mail: gody5@naver.com



김 은 길

2005 제주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2008 제주교육대학교
초등컴퓨터교육(교육학석사)
2010~현재
제주대학교
컴퓨터교육전공 박사과정
관심분야: 컴퓨터교육, 콘텐츠 제작,
알고리즘교육
e-mail: computing@korea.kr



양 영 훈

2005 제주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2011 제주교육대학교
초등컴퓨터교육(교육학석사)
2005~현재 초등학교 교사
관심분야: 알고리즘교육, EPL
e-mail: atriple1981@naver.com



김 종 훈

1998 홍익대학교
전자계산학과(이학박사)
1999~현재
제주대학교
초등컴퓨터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육
e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr