

놀이를 통한 논리적 사고력 신장 알고리즘 학습 프로그램 개발 및 적용 연구

김은길*, 김향희**, 현동림*, 김종훈**

제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정*, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공**

요약

본 논문에서는 초등학생의 인지수준에 적합한 알고리즘 학습 주제를 선정하고, 교실에서 학습할 수 있는 놀이 중심의 알고리즘 학습프로그램을 개발하였다. 또한 개발한 학습프로그램을 실제 교육 현장에 적용하여 논리적사고력 향상에 긍정적인 효과가 있는지 검증하였다. 연구 결과 개발한 놀이중심 알고리즘 학습프로그램을 적용한 수업이 기존 ICT활용 수업에 비해 논리적 사고력 신장 면에서 유의한 차이가 나타났다. 이는 놀이 중심의 알고리즘 학습이 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있다.

키워드 : 컴퓨터 교육, 알고리즘 학습, 놀이를 통한 학습, 논리적 사고력

A Study of Development and Application on Play-based Algorithm Learning for Improvement of Logical Thinking Ability

Eun-Gil Kim*, Hyang-Hee Kim**, Dong-Lim Hyun*, Jong-Hoon Kim**

Dept. of Computer Education, Teachers College, Jeju National University

ABSTRACT

We selected algorithm learning subjects and developed the play-based algorithm learning program for elementary school students. In addition, we analyzed a positive effect of improve on logical thinking by the field application. We found that the developed learning program was helpful in growing logical thinking skills. It means that the play-based algorithm learning program helps learners to improve on logical thinking.

Keywords : Computer Education, Algorithm Learning, Learning by Playing, Logical Thinking Ability

* 교신저자 : 김종훈, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공

논문투고 : 2011-01-04

논문심사 : 2011-01-31

심사완료 : 2011-02-08

1. 서론

오늘날의 사회에서 ICT는 경제적, 사회적, 개인적 삶의 양식을 변화시키고 있다. 남녀노소 구분 없이 의사소통, 쇼핑, 인터넷뱅킹 등의 삶의 질 향상을 위해 ICT를 이용함으로써 우리 삶의 일부분으로 자리 잡아가고 있다. 우리나라에서는 이러한 정보화 사회에 앞서가기 위해 국가 정책으로 ICT 산업과 교육정보화에 많은 투자가 이루어져 왔다. 그 결과 모바일 기기를 통해 언제, 어디서나 ICT를 활용할 수 있게 되었다. 교육에서의 ICT 역시 많이 변화하였다. OECD의 PISA(Programme for International Student Assessment) 2006에서 학교의 ICT 인프라 현황을 살펴보면, 인터넷에 연결된 컴퓨터 비율이 0.946으로 OECD 평균 0.741보다 높으며 4위를 차지하는 우수한 수준이었다. 학생 1인당 학습용 컴퓨터 비율 역시 0.184로 OECD 평균 0.170보다 높은 것으로 나타났다[4].

이와 같이 뛰어난 ICT교육 인프라를 어떻게 활용하고 있는지 살펴보면 뚜렷한 차이를 보인다. 학교에서의 ICT 활용도에서 거의 매일 사용하는 경우가 4.27%로 OECD 평균 9.50%의 절반 수준이다. 또한 전혀 사용하지 않는 경우가 41.78%로 OECD 평균 12.06%보다 훨씬 높은 것으로 나타났다.

ICT 활용 목적 역시 <표 1>과 같이 차이를 보인다[4].

<표 1> ICT 활용 목적

구분	과제	한국	OECD 평균
인터넷 오락	인터넷 검색	67.17	59.22
	게임	53.32	51.90
	협동 작업을 위한 인터넷 사용	24.55	35.38
	소프트웨어 다운로드	40.67	39.99
	음악 다운로드	74.80	55.92
소프트웨어	이메일 및 채팅	65.28	67.03
	문서작성	30.04	46.70
	스프레드시트 사용	9.15	20.03
	그래픽 프로그램 사용	39.19	66.73
	교육용 프로그램 사용	13.81	14.62
	컴퓨터 프로그램 작성	6.70	18.21

우리나라 학생들의 ICT 활용 목적은 인터넷과 오락 중심으로 이루어지는데 반해 문제 해결을 위해 정보의 수집, 가공, 재창조에 활용되는 소프트웨어 사용 부분에서는 OECD에 비해 낮음을 알 수 있다. 이와

같은 ICT 활용은 대학에 진학하는 학생들의 컴퓨터 과학 지식, 알고리즘적 사고 등이 부족하다는 문제점으로 이어지며 대학 졸업 후 기업의 고용 불일치까지 지속되고 있다.

최근 IT 인재 양성을 위해 정부와 기업, 대학 관계자들이 모여 논의한 결과 초·중등 컴퓨터교육 의무화 폐지 및 논리적 사고력 배양을 위한 알고리즘 중심의 컴퓨터 교육과정의 부재를 문제로 지적하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 학교에서의 컴퓨터 교육 시간 확보 및 알고리즘 위주의 ICT 교육과정 설계 및 교재 개발, 교사 연수 등의 방안을 내놓았다[15].

따라서 ICT 교육은 지금까지의 단순 컴퓨터 활용 교육에서 벗어나 학생들의 논리적 사고력을 신장시킬 수 있는 알고리즘 위주의 교육과정 및 교육 자료 등의 학습 방안 마련이 시급하다. 이에 본 논문에서는 초등학생의 수준에 적합한 놀이 중심의 알고리즘 학습 프로그램을 개발하여 적용한 후 논리적 사고력 신장 여부를 검증하였다.

2. 이론적 배경

2.1 알고리즘의 교육적 가치

Usiskin[13]은 알고리즘의 교육적 가치를 다음과 같이 제시하였다.

첫째, 알고리즘은 강력하다. 알고리즘은 특정 문제 해결에만 사용되는 것이 아니라, 일반화 시켜 특정 종류의 문제 해결에 적용할 수 있다.

둘째, 알고리즘은 신뢰할 수 있다. 알고리즘의 일련의 과정에서 수행되는 연산을 신뢰할 수 있다면 수행 결과 역시 신뢰할 수 있고 일반화 역시 가능하다.

셋째, 알고리즘은 정확하다. 일련의 과정과 결과로 도출되는 값은 오류가 존재하지 않는다면 정확하다.

넷째, 알고리즘은 신속하다. 좋은 알고리즘은 일련의 과정이 간소하고 직접적으로 처리되어서 수행 시간을 단축시켜 준다.

다섯째, 알고리즘은 기록을 제공한다. 주어진 문제를 해결하기 위해서 문자화되거나 도형화된 알고리즘을 기록함으로써 세부적인 단계의 오류를 수정하거나 보다 간소화된 절차를 얻을 수 있다.

여섯째, 알고리즘은 정신적 표상을 제공한다. 기록되어진 알고리즘을 통해 연필과 종이 등의 도구를 사용하지 않고, 머릿속에서 일련의 과정을 연상하여 결과를 도출할 수 있다.

일곱째, 알고리즘은 유익하다.

여덟째, 알고리즘은 다른 알고리즘에 사용될 수 있다. 특정한 문제를 해결하기 위해 고안된 알고리즘은 다른 문제 해결의 일부분으로 사용될 수 있다.

아홉째, 알고리즘은 학습 대상이 된다. 문제 해결을 위한 과정이 알고리즘일 수 있지만, 알고리즘의 종류, 특징, 효율성 등이 학습의 대상이 될 수 있다.

이와 같은 알고리즘의 교육적 가치를 고려한다면 교사는 알고리즘을 가르치기 보다는 학습자 스스로 문제를 해결하기 위해 일련의 과정을 직접 설계하고 오류 분석 및 수정 과정을 통해 논리적인 사고 능력과 창의적 문제해결능력을 신장시킬 수 있도록 지도해야 한다.

2.2 알고리즘 학습 관련 선행 연구

이영미는 초등학생을 대상으로 활동을 통한 정렬 알고리즘 학습과 일반적인 ICT 기반 학습이 학업 성취도에 미치는 영향을 연구하였으며, 연구 결과 이해도 및 흥미도 면에서 긍정적인 결과를 보였다. 그리고 정렬 외에 다른 알고리즘 주제의 학습자료 확보가 필요하다고 제안하였다[5].

권은정은 놀이를 통한 알고리즘 학습이 고등학생의 학업 성취도에 미치는 영향을 연구한 결과 긍정적인 효과가 있었으며, 보다 다양한 컴퓨터 과학 분야의 학습 내용과 자료 개발에 대한 연구가 필요하다고 하였다[2].

황인철은 초등학생을 대상으로 검색, 정렬, 그래프를 주제로 놀이 중심의 알고리즘 학습을 적용하였고, 연구 결과 논리적 사고력 신장에 긍정적인 효과가 있음을 보여주었다. 또한 다양한 알고리즘 학습 방법이 개발되어야 한다고 제안하였다[6].

이 밖에도 많은 연구에서 알고리즘 학습이 학습자의 논리적 사고력 및 학업 성취도, 학습 흥미도 신장에 효과적임을 제시하였다. 하지만 기존 연구에서 설계한 교육과정은 정렬, 탐색, 그래프 정도의 알고리즘으로

이루어져 있어 보다 다양한 알고리즘 분야의 교육 내용과 학습 자료의 필요성을 주장하였다.

따라서 본 연구에서는 국내·외 컴퓨터 관련 교육 과정과 일반적인 알고리즘 분야를 종합 분석하여 교육 내용을 선정하고, 이를 바탕으로 초등학생의 인지 수준에 맞게 놀이 중심의 학습 프로그램을 개발하여 학습자의 논리적 사고력 신장에 미치는 영향을 검증하였다.

3. 알고리즘 교육내용 설계

3.1 알고리즘 교육내용 분석

선행 연구에서 살펴본 제언들과 같이 보다 다양한 알고리즘 주제의 학습 프로그램 개발을 위하여 외국에서 이루어지는 컴퓨터 관련 교육과정 및 프로젝트를, 일반적인 알고리즘 내용을 분석하였다.

외국의 컴퓨터 관련 교육과정은 미국을 중심으로 분석하였다. 미국의 경우 주마다 교육과정이 다르지만 ACM(Association for Computing Machinery) A Model Curriculum for K-12 Computer Science 보고서에서 제안한 컴퓨터 과학 교육과정 모델을 표준으로 컴퓨터 관련 교육과정이 구성되기 때문에 관련 문헌을 분석하였다[9][11][12][14].

컴퓨터 과학 교육 관련 프로젝트로 뉴질랜드 Canterbury 대학 Tim Bell 교수 연구진의 활동 중심 컴퓨터 과학 교육(Unplugged Project) 자료에 반영된 내용을 분석하였다[8]. 또한 일반적인 알고리즘 교육 내용과 이해 증진에 필요한 기초적인 자료구조 내용[8]을 분석한 결과 <표 2>와 같다.

<표 2> 알고리즘 교육 내용 분석 결과

구분	교육내용		
	ACM	Unplugged Project	일반적인 알고리즘, 자료구조
자료 구조	이진법, 트리, 그래프, 데이터 타입	이진법, 트리	이진법, 트리, 스택과 큐, 그래프 등
알고리즘	탐색, 트리 탐색, 정렬, 분할 정복, 백트래킹	탐색, 정렬, 정렬 네트워크, 최단경로, 라우팅 알고리즘, 분할 정복 등	탐색, 정렬, 깊이·너비 우선 탐색, 최단경로, 동적설계, 그리디, 분할 정복, 백트래킹 등

<표 2>의 알고리즘 교육 내용에서 공통으로 지도되는 주제는 탐색, 정렬, 최단경로가 있으며 분할정복, 백트래킹과 같은 알고리즘 설계법 역시 지도되고 있다. 또한 이와 같은 알고리즘을 이해하기 위한 기본적인 자료구조 내용 역시 이진법, 트리, 그래프 등이 선정되었음을 알 수 있다.

3.2 우리나라 컴퓨터 교육과정 분석

2007년 개정 교육과정을 살펴보면 초등학교 정보통신기술교육의 내용 체계에는 알고리즘과 관련된 내용이 제시되어 있지 않고, <표 3>과 같이 중학교의 정보 교과에 알고리즘 관련 교육내용이 제시되어 있다[3].

<표 3> 중학교 정보 교과 중 알고리즘 관련 내용

영역	내용요소		
	1단계	2단계	3단계
정보의 표현과 관리	○정보와 자료구조 ○자료의 표현과 연산	○선형 구조 ○멀티미디어 정보 표현	○선형구조 ○멀티미디어
문제해결 방법과 절차	○프로그래밍의 기초 ○문제 및 문제 해결 과정	○알고리즘의 개요 ○알고리즘의 실제	○자료의 정렬 ○자료의 탐색

초·중등학교 교육과정을 살펴보면 정보는 지식·정보 사회를 올바르게 이해하고, 정보 과학과 기술에 대한 올바른 지식 습득 및 활용을 통하여 창의적인 문제 해결력을 향상시키기 위한 과목이다.

하지만 앞서 살펴본 외국 사례를 보면 알고리즘 등의 컴퓨터과학 위주 교육이 초등학교부터 시작하는 반면 우리나라는 그렇지 못한 실정이다. 또한 그나마 선정된 정렬·탐색 알고리즘이 중학교 과정 3단계에서 제시되는 것은 늦은 양상을 보인다.

알고리즘 교육이 대학 교육에서만 이루어진 실정을 생각해보면 학습 내용의 난이도가 매우 높음을 알 수 있다. 하지만 선행 연구를 비롯한 많은 연구에서 학습자의 수준에 맞게 알고리즘 원리를 학습하는 것은 학습의 흥미도 및 이해도 면에서 무리가 없음이 증명되었다.

3.3 교육내용 선정

분석한 국내·외 컴퓨터 관련 교육과정을 바탕으로 본 논문에서 선정한 알고리즘 교육 내용 선정 기준은 다음과 같다.

첫째, 학습자의 인지 수준에 맞는 문제 상황을 구체적 조작 활동으로 제시한다. 정신적 표상 활동으로만 이루어지는 활동은 학습의 어려움으로 인해 학습 동기가 저하될 수 있으므로 구체적인 조작 활동을 통해 학습자의 생각을 바로 표현할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

둘째, 다양한 활동을 통해 학습하게 되는 알고리즘 원리는 학습자의 논리적 사고 능력 신장에 효과적이어야 한다.

셋째, 효과적인 알고리즘 학습을 위해 필요한 자료구조 내용도 선정한다. 실세계의 자료들을 컴퓨터에서 표현하여 문제를 해결하기 위해서는 자료들 간의 논리적인 관계를 이해해야한다. 예를 들어 그래프에서 자료들의 관계 구조를 이해하는 것은 실생활에서 출발지와 도착지까지의 최단 경로를 찾아가는 문제를 구현하는데 필수적이다. 이와 같은 기준으로 선정된 학습 주제는 <표 4>와 같다.

<표 4> 선정된 알고리즘 학습 주제

영역	학습 주제
자료구조	이진법, 스택과 큐, 트리, 그래프
알고리즘	정렬, 탐색, 그리디 알고리즘, 분할정복, 백트래킹

4. 학습 프로그램 개발

4.1 개발 방향 및 학습모형 설계

본 논문에서 제안한 학습 프로그램의 개발 방향은 다음과 같다.

첫째, 알고리즘 원리를 이론적인 내용보다 놀이 중심의 구체적인 조작 활동으로 구성하여 학습자의 이해도 및 흥미도를 높인다.

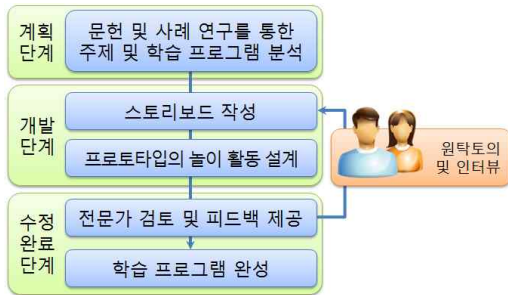
둘째, 기초적인 자료구조부터 알고리즘 난이도에 따라 학습 위계를 정하여 교육 내용을 제시함으로써

학습자의 학습 부담을 최소화한다.

셋째, 학습의 동기 유발을 위하여 모듈별 또는 개별 경쟁 놀이가 가능하도록 학습 프로그램을 구성한다.

넷째, 놀이 활동이 종료되면 알고리즘 오개념이 형성되지 않도록 동작 원리 중심의 개념 형성 과정을 제공하도록 구성한다.

이와 같은 개발 방향에 따라 <표 5>에서 선정된 학습 주제별 놀이 활동 프로그램들 (그림 1)과 같은 개발 모형에 따라 총 6개월에 걸쳐 연구 및 개발하였다.



(그림 1) 학습 프로그램 개발 모형

계획 단계에서 다양한 자료를 분석하여 알고리즘 학습 주제에 적합한 놀이 활동을 선정하고 개발에 필요한 학습 요소를 분석한다.

개발 단계에서는 분석한 내용을 바탕으로 스토리 보드를 작성하여 학습자의 수준과 교육 환경에 적합한 학습문제 및 구체적인 조작 활동, 놀이 활동의 규칙, 조건 등을 선정한다. 그리고 선정 결과를 바탕으로 놀이 활동에 필요한 교육 자료를 프로토타입으로 제작하였다.

수정 및 완료 단계에서는 컴퓨터교육 석·박사 과정의 교육현장전문가와 교수로 구성된 전문가 집단의 검토를 거쳐 개선 및 수정사항을 피드백으로 제공받는다. 제공받은 피드백 자료를 바탕으로 놀이 활동을 수정·보완하여 완성한다. 이와 같은 과정을 통해 완성된 학습 프로그램은 <표 5>와 같다.

<표 5> 알고리즘 학습 프로그램 내용 체계표

주제	놀이 활동
이진법	이진수 익히기
	비밀 메시지 전달하기
스택/큐	기차 교차로 놀이
	스핑크스 가위바위보

트리	가족 관계도 이해하기
	숫자 카드를 활용한 이진트리 놀이
그래프	진흙도시 다리 놓기
정렬	무게 비교 놀이
	카드 정렬 놀이
탐색	카드 빨리 찾기
그리디	동전 교환 놀이
	도형 채우기 놀이
분할정복	문장 완성하기
	무게가 다른 공
백트래킹	체스 퀸 놓기

본 논문에서 제안한 학습 프로그램은 <표 6>과 같은 학습 모형으로 전개한다. 학습 모형은 Joyce, Weil의 게임 학습 모형[10]을 재구성하였다.

<표 6> 놀이 중심 알고리즘 학습 모형

단계	교수·학습 활동
생각열기	○ 동기유발 ○ 학습문제 확인
준비활동	○ 활동안내 ○ 규칙 및 조건 확인 ○ 연습 놀이
놀이활동	○ 놀이 활동 ○ 알고리즘 원리 이해 및 평가
정리 및 평가	○ 알고리즘 개념 정리 ○ 놀이 활동 반성 및 평가

생각열기 단계에서는 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 소재로 문제를 제시한 후 문제를 해결하기 위한 효과적인 방법을 생각해보고 자유롭게 발표함으로써 학습의 주체가 되도록 진행한다.

준비활동 단계에서는 학습자가 활동할 놀이에 대해 안내를 받는 단계로써 활동규칙 및 방법, 문제의 조건 등을 안내 받은 후 놀이를 연습한다.

놀이활동 단계에서는 놀이 활동을 실제로 반복하여 실행해 보고 놀이가 끝나면 문제를 해결하기 위한 결정이나 사용한 전략에 대해 토의하고 평가해본다. 이러한 과정을 통해 학습자는 본 차시에 적용된 알고리즘의 원리를 이해하도록 지도한다.

정리 및 평가 단계에서는 놀이 및 조작활동을 하면서 발견된 알고리즘 원리를 반성해 봄으로써 알고리즘 개념을 정립한다. 또한 본 차시에 적용된 알고리즘 원리를 학습자의 인지 수준에 맞게 읽을거리 자료로 제시하여 오개념이 형성되지 않도록 지도한다.

4.2 학습 프로그램 개발의 실제

본 논문에서 제안한 학습 프로그램은 교사용 지도 자료와 교수·학습 과정안 그리고 학습자용 학습 자료로 개발하였다.

교사용 지도 자료는 알고리즘의 원리와 지도해야할 학습 요소, 지도 방법, 유의점 등을 안내하여 전문 지식 습득 여부에 관계없이 원활한 교육이 이루어질 수 있도록 구성하였다. (그림 2)는 그리디 알고리즘을 주제로 개발된 교사용 지도 자료와 교수·학습 과정안의 예시이다.

동전교환

- 목적: 동전 교환 문제를 통해 그리디 알고리즘의 원리를 이해할 수 있다.
- 준비물: 동전(1원, 5원, 10원, 50원, 100원, 500원, 1000원) 10종 각 2개, 5원 지폐 10장, 1000원 지폐 1장.
- 활동 방법:
 - 가장 큰 지폐를 먼저 꺼내서 사용한다.
 - 남은 금액을 가장 작은 지폐로 채운다.
- 각 동전별 사용 횟수를 기록하고 가장 작은 동전의 개수를 사용해서 남은 금액이 0이 되는지 확인한다.
- 활동 후 가장 적은 수의 동전을 사용하기 위한 최적의 방법이 무엇인지 발표한다.
- 사용하는 동전 중 가장 단위의 동전보다 가치가 작은 것 가장 최선의 답을 찾을 수 있는지 발표한다.

도형 채우기

- 목적: 도형 채우기 놀이 활동을 통해 세 손가락의 선적 채움으로 최적인 방법을 생각해 볼 수 있다.
- 준비물: 4x4x4 크기의 도형 채우기 놀이판, 1x1 크기의 도형, 2x2 크기의 도형, 3x3 크기의 도형, 4x4 크기의 도형.
- 활동 방법:
 - 가장 작은 도형을 먼저 채운다.
 - 남은 공간을 가장 큰 도형으로 채운다.
 - 중간 크기의 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채운다.
 - 가장 작은 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채운다.
- 가장 작은 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채운다.
- 가장 작은 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채운다.

(그림 2) 교사용 지도 자료와 교수·학습 과정안 예시

학습자용 학습 자료는 설계한 학습 모형에 따라 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 사례 중에서 알고리즘 원리와 관련된 예를 제시하고 놀이 활동에서 능동적인 학습을 위해 문제 상황, 규칙, 조건 등을 자세하게 제시하였다. 이 밖에도 오개념 형성 방지를 위한 읽을거리, 놀이 활동에 필요한 간단한 준비물로 구성하였다. (그림 3)은 그리디 알고리즘을 주제로 개발된 학생용 학습 자료의 예시이다.

도형 채우기

다음 활동 방법을 잘 읽고 즐겁게 게임 활동을 하며 그리디 알고리즘의 원리를 알아봅시다.

활동 방법

- 도형의 도형 크기와 색을 구분하여 도형을 선적합니다.
- 가장 작은 도형을 먼저 채웁니다.
- 남은 공간을 가장 큰 도형으로 채웁니다.
- 중간 크기의 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채웁니다.
- 가장 작은 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채웁니다.

기록지

- 선적한 도형 크기와 가장 큰 도형 크기의 수를 기록합니다.
- 선적한 도형보다 작거나 같은 크기의 도형을 사용하지 않습니다.
- 가장 작은 도형을 채우기 어려운 공간이 생기면, 가장 작은 도형으로 채웁니다.

5. 그리디 알고리즘을 여러 경우 중 하나를 결정하여 볼 때, 그 순서에 따라 달라지고, 생각할 수 있는 방법은 몇 가지가 있는가? (두 번째 나온 놀이 수 - 기록)

1회	2회	3회	4회	5회	합계

3. 내가 사용한 도형의 개수를 적어봅시다.

1회	2회	3회

4. 게임에서 여기거나 혹은 지게 된 사람은 무엇일까요?

※ 그리디 알고리즘은 여러 경우 중 하나를 결정하여 볼 때, 그 순서에 따라 달라지고, 생각할 수 있는 방법은 몇 가지가 있는가? (두 번째 나온 놀이 수 - 기록)

(그림 3) 학습자용 학습 자료 예시

5. 연구 방법 및 결과 해석

본 논문에서 개발한 놀이 중심의 알고리즘 학습 프로그램이 학습자의 논리적 사고력 신장에 미치는 영향을 검증하기 위한 연구 방법 및 절차는 다음과 같다.

5.1 연구방법 및 절차

연구대상은 제주도 소재의 초등학교 5학년 2개 학급을 임의로 선정하여 각각 실험집단(30명), 비교집단(30명)으로 구성하였다.

연구 절차는 개발한 알고리즘 학습 프로그램을 적용하기 전 비교집단과 실험집단의 유의한 차이가 존재하는지 사전검사를 실시하였다. 검사 후 실험집단에는 개발한 알고리즘 학습 프로그램을 적용하였고, 비교집단에는 기존 방식의 ICT활용 수업을 실시하였다. 실험 기간은 총 9주에 걸쳐 9차시를 진행하였다.

본 논문에서는 학습자의 논리적 사고력 측정을 위해 GALT 검사 도구를 사용하였다. GALT는 선다형과 주관식 문항의 지필 형식으로 개발한 인지발달 수준 측정 도구로 보존·비례·변인통제·확률·상관·조합 논리 능력으로 구분하여 측정이 이루어진다.

GALT 검사 도구는 완본판과 축소판이 있는데 본 논문에서는 12개 문항의 축소판을 도구로 선정하였으며, 검사 도구의 내적 신뢰도는 .60이상인 것으로 보고되었다[1].

5.2 연구 결과 해석

5.2.1 논리적 사고력 사전 검사 좌우 비교

실험처치 전 실험집단과 비교집단 사이의 유의한 차이가 존재하는 알아보기 위해 독립표본 t검증을 실시한 결과 <표 7>과 같다.

<표 7> 논리적 사고력 사전 검사 결과

논리유형	집단	사례수	평균	표준 편차	t값	유의도
보존논리	실험집단	30	1.13	.63	.447	.656
	비교집단	30	1.07	.52		
비례논리	실험집단	30	.07	.25	-1.467	.150
	비교집단	30	.23	.57		
변인 통계논리	실험집단	30	.37	.72	-.713	.479
	비교집단	30	.50	.73		
확률논리	실험집단	30	.30	.65	-.377	.708
	비교집단	30	.37	.72		
상관논리	실험집단	30	.27	.52	.850	.399
	비교집단	30	.17	.38		
조합논리	실험집단	30	.77	.63	-.717	.476
	비교집단	30	.90	.80		
논리합계	실험집단	30	2.90	1.86	-.645	.521
	비교집단	30	3.23	2.13		

실험집단은 비교집단에 비해 6개의 하위 요소 중 보존논리에서 평균 점수가 각각 1.13(±0.63)과 1.07(±0.52)로 높게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 또한 상관논리 역시 0.27(±0.52)과 0.17(±0.38)로 실험집단이 높은 점수를 보였지만 유의한 차이가 보이지 않았다. 나머지 하위 요소와 전체 논리 합계에서는 실험집단이 낮은 평균 점수를 보였지만 통계적으로 5% 수준에서 유의한 차이를 보이지 않아 동일 수준의 집단인 것으로 분석되었다.

5.2.2 논리적 사고력 사후 검사 좌우 비교

실험처치 후 실험집단과 비교집단의 논리적 사고력 변화가 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 독립표본 t검증을 실시하였고 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 논리적 사고력 사후 검사 결과

논리유형	집단	사례수	평균	표준 편차	t값	유의도
보존논리	실험집단	30	1.00	.37	-.571	.570
	비교집단	30	1.07	.52		
비례논리	실험집단	30	.23	.50	-.918	.362
	비교집단	30	.37	.62		
변인 통계논리	실험집단	30	.57	.73	.000	1.000
	비교집단	30	.57	.63		
확률논리	실험집단	30	.27	.64	-.756	.453
	비교집단	30	.40	.72		
상관논리	실험집단	30	.10	.31	.460	.647
	비교집단	30	.07	.25		
조합논리	실험집단	30	1.43	.63	3.354	.001
	비교집단	30	.87	.68		
논리합계	실험집단	30	3.60	1.94	.521	.604
	비교집단	30	3.33	2.02		

실험처치 후 실험집단과 비교집단의 논리합계 평균 점수는 각각 3.60(±1.94)과 3.33(±2.02)으로 실험집단의 점수가 높게 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 그러나 6개 하위 요소 중 조합논리에서 각 집단의 평균 점수가 1.43(±0.63)과 0.87(±0.68)로 실험집단이 높았으며, 유의한 차이를 보였다. 나머지 하위 요소에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

사전 검사에서 실험집단은 비교집단에 비해 평균 점수가 낮았지만 사후 검사에서는 비교집단에 비해 높은 평균 점수를 보였다. 하지만 사전·사후 검사 모두 통계적으로 5% 수준에서 유의차를 보이지 않는 범위 내에 속해 있어서 좌우 비교에서 유의미한 검증 결과가 나타나지 않았다.

5.2.3 집단별 논리적 사고력 전후 비교

실험집단과 비교집단 내 실험처치 전후 비교를 위해 대응표본 t검증을 실시하였고 결과는 <표 9>와 같다.

<표 9> 집단 내 논리적 사고력 전후 비교표

논리 유형	집단	검사시기	평균	표준 편차	t값	유의도
보존 논리	실험 집단	사전검사	1.13	.63	1.278	.211
		사후검사	1.00	.37		
	비교 집단	사전검사	1.07	.52	.000	1.000
		사후검사	1.07	.52		

비례 논리	실험 집단	사전검사	.07	.25	-2.408	.023
		사후검사	.23	.50		
비례 집단	비교 집단	사전검사	.23	.57	-1.278	.211
		사후검사	.37	.62		
변인 통제 논리	실험 집단	사전검사	.37	.72	-2.262	.031
		사후검사	.57	.73		
비교 집단	비교 집단	사전검사	.50	.73	-.465	.645
		사후검사	.57	.63		
확률 논리	실험 집단	사전검사	.30	.65	.297	.769
		사후검사	.27	.64		
비교 집단	비교 집단	사전검사	.37	.72	-.297	.769
		사후검사	.40	.72		
상관 논리	실험 집단	사전검사	.27	.52	2.408	.023
		사후검사	.10	.31		
비교 집단	비교 집단	사전검사	.17	.38	1.795	.083
		사후검사	.07	.25		
조합 논리	실험 집단	사전검사	.77	.63	-6.021	.000
		사후검사	1.43	.63		
비교 집단	비교 집단	사전검사	.90	.80	.297	.769
		사후검사	.87	.68		
논리 합계	실험 집단	사전검사	2.90	1.86	-3.175	.004
		사후검사	3.60	1.94		
비교 집단	비교 집단	사전검사	3.23	2.13	-.406	.687
		사후검사	3.33	2.02		

실험집단의 논리적 사고력 6개 하위 요소 중 비례논리, 변인통제논리, 상관논리, 조합논리에서 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 비교집단의 6개 하위 요소는 모두 통계적으로 유의하지 않았다.

전체 논리 합계에서 실험집단의 사전·사후 검사 평균 점수는 각각 2.90(±1.86)과 3.60(±1.94)으로 사후 검사에서 높게 나타났으며, 이는 통계적으로 유의하였다. 비교집단의 경우 사전·사후 검사 평균 점수가 각각 3.23(±2.13)과 3.33(±2.02)으로 다소 높았으나, 통계적으로 유의한 차이가 보이지 않았다.

6. 결론

알고리즘 교육이 학습자의 고차원적 사고 능력 신장에 효과적이라는 것은 많은 연구를 통해 밝혀져 왔다. 하지만 알고리즘 교육은 정신적 표상에 의한 사고 능력이 많이 요구되어 대학 교육에서 이루어 지던 것이 현실이다. 2007년 개정 교육과정에서 학습자의 창의적 문제해결능력 신장을 목표로 삼고

있는 정보 교과가 신설되었고, 교육 내용으로 알고리즘과 자료구조 등을 포함하고 있다. 만약 초등학교에서 알고리즘의 이론적 학습보다 원리를 학습자가 이해한다면 이후의 교육에 있어 교수·학습의 효과가 증대될 것이다.

따라서 본 연구에서는 국내·외 컴퓨터 관련 교육 과정 분석 결과를 바탕으로 다양한 알고리즘 학습 주제를 선정한 후 학습자의 인지 구조와 수준을 고려하여 놀이 중심의 알고리즘 학습 프로그램 개발 및 적용을 통해 논리적 사고력을 증진시키고자 하였다.

연구 실험 결과 본 논문에서 개발한 놀이 중심 알고리즘 학습 프로그램을 적용한 실험집단은 전통적인 ICT 활용 수업을 적용한 비교집단에 비해 논리적 사고력 평균 점수가 향상 되었으며, 특히 조합 논리는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 집단간 논리적 사고력 전후 비교 결과 비교집단은 유의한 차이를 보이지 않았지만, 실험집단은 통계적으로 유의한 차이를 보여 놀이 중심의 알고리즘 학습 프로그램이 학습자의 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 해석된다.

향후 학습 주제를 컴퓨터 과학 분야로 확장하여 다양한 학습 내용을 선정, 조직화하고 학습자의 수준에 맞게 학습 프로그램을 개발하여 제공한다면 사고력을 신장시킬 수 있는 컴퓨터 교육의 기틀을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 강순희, 노정원, 박종윤(1998), 과학교육 연구에 사용된 GALT 원본과 축소본에 대한 조사 연구, 한국과학교육학회, 18-3, 399-413.
- [2] 권은정(2008), 놀이를 통한 알고리즘 개념 학습이 학습 동기 및 학업 성취도에 미치는 영향, 석사학위논문, 한국교원대학교.
- [3] 교육인적자원부(2007), 2007년 개정 초·중등학교 교육과정, 서울: 교육인적자원부.
- [4] 김혜숙, 박현정, 서정희(2008), 교육에서의 ICT 효과 분석(PISA 2006을 중심으로), 서울: 한국교육학술정보원.
- [5] 이영미(2008), 활동을 통한 알고리즘 교육과 ICT 기반 알고리즘 교육의 성취도 연구, 석사

학위논문, 전주교육대학교.

[6] 황인철(2009), 놀이 중심 알고리즘 학습이 초등 학생의 논리적 사고력 향상에 미치는 영향, 석사학위논문, 전주교육대학교.

[7] Tim Bell(2005). *Computer Science Unplugged, Computer Science Unplugged*, 1~105.

[8] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest & Clifford Stein(2001), *Introduction to Algorithms*, MA: The MIT Press.

[9] Daniel Frost, Anita Verno, David Burkhart, Michelle Hutton & Karen North(2009), *A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Level I Objectives and Outlines*, NY: Computer Science Teachers Association.

[10] Bruce R. Joyce & Marsha Weil(1980), *Models of teaching*. NY: Prentice Hall.

[11] 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.

[12] 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.

[13] Zalman Usiskin(1999). *Paper-and-pencil algorithms in a calculator-and-computer age*. In L. J. Morrow(Ed.), Reston, VA: The National Council of Teachers Mathematics, INC, 7~20.

[14] Anita Verno, Debbie Carter, Robb Cutler, Michelle Hutton & Lenny Pitt(2004). *A Model Curriculum for K-12 Computer Science: Level 2 Objectives and Outlines*, NY: Computer Science Teachers Association.

[15] IT 인재 정책 간담회(2010), 초·중학교 컴퓨터 의무 교육 필요, <http://www.edaily.co.kr/news/NewsRead.edy?SCD=DA14&newsid=01767926592967608>

저자소개

김 은 길



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

김 향 희



1994년 제주교육대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2011년 제주교육대학교
초등컴퓨터교육(교육학석사)
1994년-현재 초등학교 교사
관심분야: 알고리즘교육, 정보영재
e-mail: love2son@hanmail.net

현 동 립



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

김 종 훈



1998년 홍익대학교
전자계산학과(이학박사)
1998년-1999년 한국전자통신연구원
(ETRI) 박사후연구원
1999년-현재 제주대학교 초등컴퓨
터교육전공 교수
관심분야: 컴퓨터교육
e-mail: jkim0858@jejunu.ac.kr