

놀이를 통한 알고리즘 학습 방안 연구

김승완, 김종훈

제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정, 제주대학교 초등컴퓨터교육전공

요 약

본 논문은 빠르게 변하고 있는 지식 정보화 사회에서 문제해결능력 및 창의성의 향상을 위한 알고리즘 교육방법에 대하여 연구하였다. 특히 컴퓨터 정보 교육의 알고리즘은 학생들의 논리적 사고력과 문제를 해결하기 위해 최선의 해결책을 찾는 데 있어 효과적인 학습 내용으로 매우 중요하다. 하지만 알고리즘 교육은 주로 컴퓨터와 언어를 이용하여 정적으로 이루어진다는 것을 고려했을 때 초등학생들의 인지 구조와 수준에 맞게 가르치는 것이 필요하다. 본 연구에서는 알고리즘의 원리를 컴퓨터가 없이 놀이를 통하여 습득하게 함으로써 학습자들로 하여금 알고리즘의 원리를 익히게 하고 문제 해결력과 창의력을 기르게 하는 데 목적이 있다.

키워드 :

Study of the Way to Learn Algorithms through play

Sung-Wan Kim, Jong-Hoon Kim

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

ABSTRACT

This paper has been studied about algorithm teaching methods for improving the problem-solving skills and creativity in rapidly changing information society. Especially the algorithms for teaching about computer is very important. Because it is effective learning content for finding the best solution to solve a problem and improve the students' logical thinking.

However, teaching algorithms can be monotonous to children on account of using only computer and languages. So It needs to consider about the cognitive structure and level of elementary school students.

Therefore, this study has the purpose to acquaint students with the principle of algorithm and improve problem-solving and creativity using games, not computer.

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

정보화 사회에서 가장 중요한 요소는 정보의 활용과 이를 통한 문제의 해결이다. 또한 정보를 활용하기 위해서 보다 과학적이고 논리적으로 접근하여 정보를 수집, 가공 처리할 수 있는 능력이 매우 중요하다고 할 수 있

다.

이렇게 흩어진 정보들을 활용하여 문제를 해결하거나 새로운 정보들을 만들어 내는 능력은 과거와 같이 일방적인 지식의 전달에서는 이루어 질 수 없을 것이다.

2009년 개정 교육과정에서는 '기초 능력의 바탕 위에 새로운 발상과 도전으로 창의성을 발휘하는 사람'이란 인간상을 설정하여 교육을 추구하고 있다[1].

그렇지만 교육 현장에서는 컴퓨터를 통한 또는 컴퓨터를 이용한 창의성의 개발에 목적이 있는 교육의 실시 보다 응용프로그램을 활용하는 교육에 치우치고 있는 현실이다. 반면 인도, 영국, 중국, 이스라엘 등 여러 국가에서는 알고리즘과 프로그래밍 교육을 강조하여 정보를 활용한 문제해결능력 신장 다가서는 컴퓨터 교육을 실시하고 있다.

알고리즘은 복잡한 문제 상황을 논리적이고 과학적으로 처리하여 유용한 정보를 얻어 문제를 해결하는 일련의 과학적이고 체계적인 과정이다. 이러한 과정을 학습자가 내면화할 수 있다면 사회에서 여러 가지 문제를 직면할 때에도 문제를 해결하기 위한 체계적이고 과학적인 해결방법을 생각할 수 있을 것이고 이렇게 자신의 방법으로 문제를 해결하기 위한 창의성의 신장 또한 기대 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 초등학생들의 인지 구조 및 수준에 맞는 알고리즘을 선택하였다. 그리고 알고리즘 교육을 위하여 컴퓨터가 없는 컴퓨터 교육 즉 놀이와 활동을 통한 알고리즘 교육을 현장에 적용함으로써 교육적 효과와 향후 교육적 방향을 모색해 보고자 한다.

1.2 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 놀이와 활동을 통한 알고리즘 교육 자료를 초등학생들이 학습함으로써 교육적 효과와 향후 방향을 모색해 보고자 한다. 연구 방법은 다음과 같다.

첫째, 초등학생들의 인지 구조와 수준에 맞는 알고리즘 교육 내용을 선정한다.

둘째, 컴퓨터가 없는 놀이와 활동 중심의 알고리즘 교육을 위한 놀이와 활동을 개발한다.

셋째, 개발한 교육 자료를 실제 교육 현장에 적용하여 효과를 검증한 후 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 이론적 배경

2.1 알고리즘의 의미

알고리즘(Algorithm)은 어떤 값이나 값의 집합을 입력으로 받아 또 다른 값이나 값의 집합을 출력하는 잘 정의된 계산 절차를 말한다[2]. 컴퓨터에서의 알고리즘은 유한한 자원을 가지고 조건이 주어진 문제를 해결하기 위해 거치는 일련의 과정을 말하며, 다음과 같은 조건을 만족해야 한다[3].

<표 1> 알고리즘의 조건

조건	의미
명확성	각 단계에서 사용되는 연산들은 분명하고 확실한 의미를 가져야 한다.
효율성	주어진 문제를 최소의 자원을 가지고 해결할 수 있어야 한다.
입력 및 출력	문제를 해결할 때 주어지는 자료를 입력으로 정의하면, 일련의 과정을 통해 산출되는 1개 이상의 출력이 있어야 한다.
유한성	알고리즘에서 수행되는 연산은 유한번의 수행 후에 반드시 종료되어야 한다.

2.2 알고리즘의 교육적 가치

Usiskin(1999)은 알고리즘의 교육적 가치를 다음과 같이 제시하였다[4].

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.

2.3 놀이를 활용한 학습

놀이를 통한 학습에 대하여 이숙재(1994)는 다음과 같이 제시하였다[5].

첫째, 효과적인 학습 과정은 학습자의 자발적 동기를 전제로 하는데, 놀이는 아동의 자발적 욕구에서 우리나라 행동시기 때문에 효과적 학습의 기본 조건이 갖춰져 있다.

둘째, 학습자의 적극적인 행동은 학습의 효과를 높이는데 필수인데 놀이는 다양한 상호작용을 맺게 되므로 넓은 학습의 기회를 제공한다.

셋째, 아동에게 구체적인 경험을 통한 학습이 효과적인데, 이러한 학습원리가 놀이 활동 중에 가장 이상적으로 실현된다.

넷째, 놀이의 자유롭고 융통성 있는 분위기는 아동의 창의적 혁신적 학습이 촉진될 수 있다.

다섯째, 놀이에서 사건이나 행동이 반복적

으로 나타나므로 경험이 심화되고 확대되어 학습 효과를 높일 수 있다.

이와 같이 놀이의 특징을 볼 때 놀이를 컴퓨터 과학의 알고리즘 학습에 도입함으로써 학습자들로 하여금 보다 적극적인 학습의 참여와 스스로 문제를 해결해 나가는 능력을 기를 수 있을 것이다.

2.4 선행연구

놀이 중심 알고리즘 학습 집단이 초등학생들의 문제해결력에 긍정적인 영향을 미치며, 초등학생을 대상으로 하는 학습에서 추상적인 알고리즘 내용을 설명식으로 가르치는 것보다 놀이라는 인지적 발달단계에 맞는 교육적 처치를 통해 재미와 흥미를 느끼도록 동기를 부여하고, 활동 중심으로 내용을 구성할 때 학습과 사고력 향상이 보다 효과적으로 이루어진다[6].

현행 교육과정에 따라 컴퓨터 과학과 원리를 재미있고 놀이로 배울 수 있는 언플러그드 게임 개발이 필요하며, 이러한 시스템이 정보교과에 적용한다면, 보다 효과적인 수업이 될 수 있도록 이끌 수 있을 것이다[7].

3. 교육과정 설계

3.1 현행 교육과정 분석

2007년 개정 교육과정을 살펴보면 초등학교 정보통신기술교육의 내용 체계에는 알고리즘과 관련된 내용이 제시되어 있지 않고, <표 2>와 같이 중학교의 정보 교과에 알고리즘 교육내용이 제시되어 있다.

<표 2> 중학교 정보 교과 중 알고리즘 관련 내용

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

3.2 ACM 컴퓨터 과학 교육과정 분석

ACM(Association for Computing Machinery) A Model Curriculum for K-12 Computer Science 보고서에서 제안한 컴퓨터 과학 교육과정 모델은 <그림 1>와 같이 4단계로 이루어진다.



<그림 1> K-12 컴퓨터 과학 교육과정 4단계

이상의 단계에서 이루어지는 컴퓨터 과학 분야 중에서 알고리즘과 기초적인 자료구조 요소를 추출하면 <표 3>과 같다.

<표 3> K-12의 알고리즘 및 자료구조 내용

구분	알고리즘
자료구조	해시 테이블 이진 탐색 트리 그래프 표현
알고리즘	선형 탐색, 이진 탐색 선택 정렬, 삽입 정렬, 퀵 정렬 힙 정렬, 합병 정렬 깊이·너비 우선 탐색 최단 경로 탐색 최소 신장 트리 위상 정렬

일반적인 알고리즘의 교육 내용을 요약하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 일반적인 알고리즘의 교육 내용

구분	교육 내용
정렬	선택 정렬, 버블 정렬, 삽입 정렬, 퀵 정렬, 합병 정렬, 힙 정렬
탐색	순차 탐색, 이진 탐색, 해싱 탐색
그래프	깊이·너비 우선 탐색, 최소 신장 트리, 최단 경로, 위상 정렬
고급 설계	동적 프로그래밍, 그리디 알고리즘, 백 트래킹, 분할 상환 분석

K-12의 알고리즘 교육과정 분석 내용과 일반적인 알고리즘의 교육 내용을 바탕으로 초등학생의 인지 수준에 맞는 교육 내용을 다음과 같은 기준에 의해 선정하였다.

3.3 교육내용 선정 기준 및 내용 체계 표

본 연구에서는 알고리즘의 내용을 학습자가 직접적으로 학습하는 것이 아니라 알고리즘의 원리를 바탕으로 놀이를 통한 알고리즘의 학습과 논리적 사고 능력 및 창의적 문제 해결능력을 신장시키고자 한다. 따라서 다음과 같은 기준으로 알고리즘 교육 내용을 선정하였다.

첫째, 초등학생의 인지 수준에 맞는 문제 상황을 구체적 놀이 활동을 통해 제시한다.

둘째, 놀이 활동을 통해 알고리즘의 원리를 이해하도록 한다. 초등학교에서의 컴퓨터 교육이 기초가 되기 위해서는 이론적 학습보다는 놀이 활동을 통해 원리를 이해하는 기회를 제공해야만 학습자의 흥미를 유발할 수 있다.

셋째, 학습자의 논리적 사고 능력 및 창의적 문제해결능력 신장에 효과적이어야 한다. 놀이 활동을 통해 학습하게 되는 알고리즘 원리는 학습자의 다양한 사고 능력을 신장시키는 데 도움을 주어야 한다.

넷째, 효과적인 알고리즘 학습을 위해 필요한 자료 구조 내용도 선정한다.

이상의 선정 기준을 바탕으로 구성된 교육 내용은 <표 5>와 같다.

<표 5> 내용 체계표

구분	놀이명
스택과 큐	칙칙폭폭
정렬	순서를 맞추어 보아요
탐색	어디에 있을까?
트리	나의 부모는 나의 자식은?
그래프	최단거리를 찾아요

구분	놀이명
동적 프로그래밍	어떤 것을 가질까요?
백 트래킹	강을 건너요.

4. 놀이 개발의 실제

4.1 놀이 개발 환경

놀이 개발 환경은 <표 6>과 같다.

<표 6> 놀이개발 환경

구분	조건
대상	초등학교 5~6학년
놀이 인원	한 학급(35명 내외)기준
놀이 장소	실외(운동장)
주안점	한 학급 인원이 운동장에서 몸을 이용한 게임 활동 개발

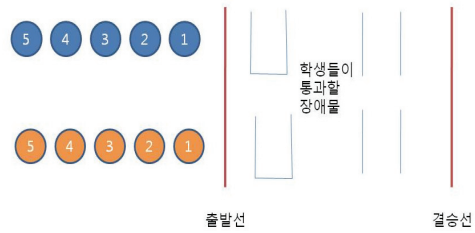
4.2 스택과 큐의 원리를 이용한 놀이

학생들이 놀이 활동에 들어가기 전에 아래의 내용과 같이 학생들에게 그날 배울 알고리즘이나 자료구조의 대하여 간단하게 알려주며 놀이활동을 통하여 원리를 파악할 수 있게 한다.

핵심요약	
· 스택의 모든 작업은 스택 탑 부근에 제한되어 일어난다.	
· 스택은 후입선출의 입출력방식을 사용해서 데이터를 추가 또는 삭제하는 구조이다.	
· 큐는 선입선출의 입출력방식을 사용해서 데이터를 추가 또는 삭제하는 구조이다.	

알고리즘이나 자료구조에 관한 간단한 설명을 미리 한 것은 학생들이 놀이가 끝난 후 단순히 즐거운 활동에 끝나지 않고 목적을 가지고 놀이에 임하게 하기 위해서이다.

스택과 큐를 이용한 놀이 활동의 기본 구조는 <그림 2>와 같다.

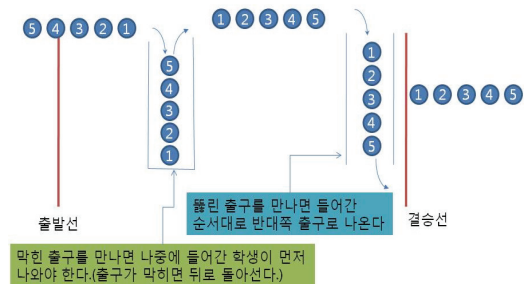


<그림 2> 스택과 큐를 이용한 놀이 기본 구조

- 학생들을 출발선에 정렬시킨 후 팀을 구분하여 등번호를 부여한다.
- 출발선과 결승선이 있고, 학생들이 통과할 장애물이 있다.
- 교사는 학생들이 통과한 후 결승선에서 정렬해야할 번호를 출발 전 미리 보여준다.

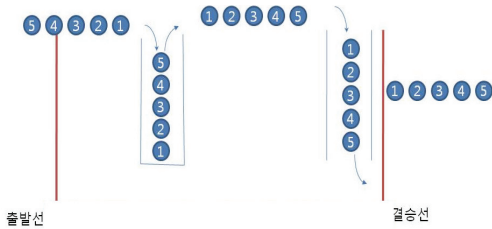
<놀이 설명>

- ① 교사가 1-2-3-4-5 순서의 번호를 제시한다.
- ② 학생들은 교사가 보여준 정렬 순서를 확인한 후 장애물을 통과할 순서를 출발 전에 스스로 정한다.
- ③ 학생들은 서로 앞사람의 허리를 잡아 장애물을 통과한다.
- ④ 통과할 때는 <그림 3>의 규칙을 지킨다.



<그림 3> 장애물 통과 규칙

- ⑤ 앞의 규칙을 지켜서 결승선을 통과해서 정렬한 순서가 교사가 제시한 순서와 같지 않을 경우 다시 출발선에서 순서를 정해 출발한다.
- ⑥ <그림 4>와 같이 교사가 보여준 순서대로 먼저 정렬한 팀이 승리한다.



<그림 4> 놀이 후 정렬

놀이 활동이 끝난 후 학생들과 함께 방금 한 놀이활동이 우리 생활에서 어떻게 이용되는지 같이 이야기를 하여 놀이 활동을 통한 알고리즘과 자료구조의 학습이 생활과 연결 할 수 있도록 한다.

생활 속의 원리 찾기
<ul style="list-style-type: none"> · 동전지갑, 크리넥스 휴지, CD 벌크 케이스는 스택의 원리가 적용된 예이다. · 커피자판기의 종이컵은 먼저 넣은 컵이 우선적으로 나오므로 큐의 원리가 적용된 예이다. · AS 콜센터, 은행번호표도 큐의 원리가 적용된 예이다.

지도방향
<ul style="list-style-type: none"> · 학생들이 장애물을 이동할 때 순서가 바뀌지 않게 손을 잡거나 허리를 잡게 한다. · 학생들의 능력에 맞게 장애물을 4-5개로 늘려도 좋다. · 결승선 통과 후 교사 앞에 정렬할 때 교사가 불러준 번호대로 한 줄로 모여야 한다.

5. 연구 실험 방법

5.1 연구 실험 대상

본 연구를 검증하기 위한 실험 대상으로는 제주특별자치도 소재 초등학교 5학년 2개 학급을 2010년 9월에 선정하여 실험집단과 통제집단을 구성한 후 비교하고자 한다. 초등학교 재량활동 시간을 활용하여 각 반 담임교사의 진행 하에 실험집단은 본 연구에서 개발된 놀

이를 바탕으로 교수·학습을 전개하고, 통제집단은 일반적인 알고리즘 교수·학습을 전개한다.

5.2 연구 실험 도구

본 연구에서 개발된 놀이를 이용한 학습이 학습자의 알고리즘 학습과 문제해결 능력 및 창의성에 미치는 영향을 검증하기 위해 검증 도구는 Torrance의 TTCT(Torrance Tests of Creative Thinking)를 이용하여 사전·사후 동질성 검사(독립표본 T검증)를 실시할 계획이다. 세부 연구 실험 일정은 <표 7>과 같다.

<표 7> 연구 실험 세부 계획

연번	시기	세부내용
1	2010. 9.	사전 동질성 검사
2	2010.10.~12.	연구 내용 현장 적용
3	2011. 1.	사후 결과 분석
4	2011. 1~ 2.	연구 내용 수정 보완

6. 결론

본 연구에서는 초등학교의 인지 구조와 수준에 맞게 알고리즘 교육 내용을 설계하고, 알고리즘 원리를 이해하기 위한 놀이를 개발하여 학습자의 알고리즘 학습의 효과 및 논리적 사고능력과 창의적 문제해결능력 신장에 미치는 영향을 검증하고자 한다.

알고리즘 교육은 학습자의 고차원적 사고 능력 신장에 효과적이라는 것은 많은 연구를 통해 밝혀져 왔다. 특히 2007년 개정 교육과정에서 학습자의 창의적 문제해결능력 신장을 목표로 삼고 있는 정보 교과가 신설되었고, 교육 내용으로 알고리즘과 자료구조 등을 포함하고 있다. 초등학교에서 알고리즘의 이론적 학습보다 원리를 학습자가 이해한다면 이후의 교육에 있어 교수·학습의 수월성이 증대될 것이고, 다음과 같은 교육적 효과가 기대된다.

첫째, 학습자는 신체 놀이 활동을 통해 알고리즘의 원리를 보다 쉽게 체득하게 할 수 있

다.

둘째, 실생활에서 알고리즘의 원리가 어떻게 이용되는지 이해한다면 문제 상황에 접근했을 때 문제 상황에 맞게 논리적이고 체계적으로 적용함으로써 문제해결능력 신장이 기대된다.

셋째, 놀이를 통한 알고리즘의 학습은 학생들로 하여금 다양한 해결방법을 요구할 수 있고 이렇게 체득한 창의력과 문제 해결능력은 21세기 정보화 시대를 이끌어가는 밑거름이 될 수 있다.

7. 참고문헌

- [1] 교육과학기술부, “2009년 개정 초·중등학교 교육과정”, 교육과학기술부, 2009.
- [2] 문병로의 역, “Introduction to Algorithms”, 한빛미디어, 2007.
- [3] <http://wikipedia.org>
- [4] Usiskin, Z. “Paper-and-pencil algorithm in a calculator-and-computer age”, The teaching and learning of algorithms in school mathematics, pp.7-20, 1999.
- [5] 이숙재, “유아를 위한 놀이의 이론과 실제”, 창지사, 1994.
- [6] 백선련외, “초등학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발 및 적용”, 한국컴퓨터교육학회 논문지, pp85-95, 2008
- [7] 조재춘 외, “정보 교육을 위한 언플러그드 학습 시스템”, 한국산한기술학회 추계 학술발표 논문집, pp76-79, 2009