

# 정보영재의 사고력 신장을 위한 AND 트리형 교수-학습 모형의 적용 방안 및 분석

정덕길\* · 김병조\* · 노영욱\*\*

\*동의대학교 컴퓨터과학과 · \*\*신라대학교 컴퓨터교육학과

An Application and Analysis of the AND Tree-Type Teaching-Learning Model to Enhance the Thinking Ability of Information-Gifted

Deok-Gil Jung\* · Byung-Joe Kim\* · Young-Uhg Lho\*\*

\*Dept. of Computer Science, Dong-eui University

\*\*Dept. of Computer Education, Silla University

E-mail : dgjung@deu.ac.kr

## 요 약

우리나라의 영재교육에 관한 많은 관심과 중요성에 비추어 볼 때 정보영재 교육을 위한 체계적인 교육 프로그램이 부족한 실정이다. 특히, 정보영재 교육에서 중요성이 증대되는 사고력 신장 교육에 적합한 교수-학습 프로그램이 부족한 실정이다. 따라서 이 논문에서는 사고력 신장에 적합한 교육 프로그램 모형으로서 AND 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이 논문에서 제시된 AND 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 지도에 도입하기 위한 적용 방안을 제시하며, 그 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. 이 논문은 사고력 신장을 위한 정보영재 교육 프로그램에 관한 구체적인 교수-학습 모형을 적용하고 분석하는 방안을 제시하여 영재 교육의 현장에 사용할 수 있는 실제적이고 유효한 교수-학습 모형을 제공한다는 데 그 의의가 있다.

## 키워드

정보영재, 사고력 신장, AND 트리, 교수-학습

## I. 서 론

우리나라에서는 영재학생에게 사용하기에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 자료가 매우 부족함으로 말미암아 영재 교육을 영재를 대상으로 하는 속진 또는 심화과정의 영재 교육이 아닌 각종 대회에서 좋은 성적을 거두기 위한 문제풀이로 영재 교육으로 전락하게 하는 실정이다. 이러한 여러 가지 이유로 영재에게 적합한 교육 프로그램의 개발이 필요하며 특히 그 프로그램은 영재들의 사고력 신장을 목적으로 해야 할 것이다.[1,2]

따라서 이 논문에서는 사고력 신장에 적합한 교육 프로그램 모형으로서 AND 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이 논문에서 제시된 AND 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 지도에 도입하기 위한 적용 방안을 제시하며, 그 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. 이 논문은 사고력 신장을 위

한 정보영재 교육 프로그램에 관한 구체적인 교수-학습 모형을 적용하고 분석하는 방안을 제시하여 영재 교육의 현장에 사용할 수 있는 실제적이고 유효한 교수-학습 모형을 제공한다는 데 그 의의가 있다.

## II. 사고력 신장을 위한 교수-학습 모형

### II.1 사고력 신장 교육

사고력 신장 교육은 컴퓨터를 비롯한 다양한 형태로 제시된 여러 가지 문제를 해결하기 위한 창의적인 알고리즘을 만들어내고, 이를 프로그래밍 할 수 있도록 두뇌를 개발하고자 하는 과정이라고 할 수 있다. 표 1은 사고력 신장 교육을 통하여 개발 또는 증진시키고자 하는 영재의 내적 능력을 나타낸 것이며 각 영역에 해당되는 활동을 제시하였다.[3]

표 1. 사고력 신장 교육의 영역별 교육 내용

영역	내용
유창성 신장 활동	· 브레인스토밍 · 8-puzzle · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
직관력 신장 활동	· 8-puzzle · 프랙탈 도형 · 마방진 만들기 · 하노이 타워
독창성 신장 활동	· 하노이 타워 · 여러 가지 물건 실재하기 · 프랙탈 도형 · 8-puzzle
집중력 신장 활동	· 8-puzzle · 짝그림 맞추기 · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
상상력 신장 활동	· 새로운 단어 만들기 · 하노이 타워 · 8-puzzle · 프랙탈 도형
분석력 신장 활동	· 8-puzzle · 그림의 공통점 찾아내기 · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
도형 인식력 신장 활동	· 같은 그림 찾기 · 하노이 타워 · 다각형의 넓이 구하기 · 프랙탈 도형 · 한 붓 그리기
공간 인식력 신장 활동	· 바둑돌 옮기기 · 상자 옮기기 · 8-puzzle · 그림 조각 맞추기 · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
종합력 신장 활동	· 조건에 맞는 그림 찾기 · 추리 퀴즈 · 8-queen · 8-puzzle · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
문제 해결력 신장 활동	· 강 건너기 · 하노이 타워 · 바둑돌 옮기기 · 프랙탈 도형 · 8-queen · 8-puzzle

II.2 사고력 신장을 위한 AND 트리형 교육 모형

1. 교수-학습의 단계별 모형

정보영재의 사고력 신장을 위한 교수-학습 모형으로 그림 1과 같은 4단계의 모형을 제시한다.

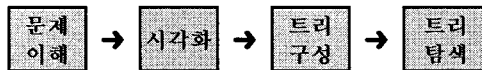


그림 1. 사고력 신장을 위한 단계별 모형

1단계(문제 이해)는 문제를 이해하는 단계로, 문제의 규칙 제시나 그 유래를 제시함으로써 정보영재들이 문제에 대해 호기심과 흥미를 가질 수 있는 활동으로 구성된다. 2단계(시각화)는 문제를 이해하고 난 후 그 해결 방법으로 그림과 같은 시각적인 자료로 표시해 보면서 내용을 이해하는 단계이다. 3단계(트리 구성)는 기호와 트리 구성을 통해 문제를 재정리해보는 단계이며, 이 단계에서 구성되는 트리 유형은 AND 트리형 [4]으로 문제를 표현하게 된다. 마지막으로 4단계(트리 탐색)는 트리 탐색으로 앞선 3단계 활동을 통해 문제 해결과정을 이해하고 이를 트리 구성을 하여 문제를 해결하는 트리 탐색의 단계이며, recursion[5]에 의한 트리 탐색 방법을 도입하여 문제를 해결하게 된다.

2. AND 트리형 교수-학습 예제 : 하노이 타워

하노이 타워 문제는 세 개의 기둥에 크기가 서로 다른 원반을 옮기는 작업으로 구성된다. 하노이

이 타워 문제에서는 AND 트리 구성의 단계로 교수-학습 내용은 문제의 축소과정을 거쳐 2, 3개의 원반을 1번 기둥에서 3번 기둥으로 옮기는 과정을 트리로 나타내고, 그 과정이 AND 트리 구조임을 알 수 있는 내용으로 구성한다. 그림 2에는 2개의 원반을 옮기는 과정을 트리로 구성한 것이다. 1번 기둥에 있는 2개의 원반 중 원반 한 개를 2번 기둥으로 옮기고, 다시 1번 기둥의 원반을 3번 기둥으로 옮기고, 끝으로 2번 기둥의 원반을 3번 기둥으로 옮기는 과정을 트리로 구성한 것이다.

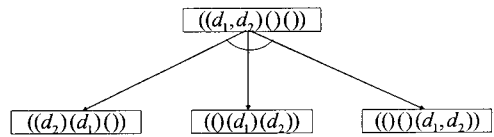


그림 2. 하노이 타워 원반(2개) 이동의 AND 트리

III. AND 트리형 교수-학습 모형의 적용 방법 및 내용

III.1 AND 트리형 교수-학습 모형 적용 과정

이 논문에서는 ‘하노이 타워’ 문제를 교수-학습 모형에 대한 자료의 주제로 제시하였다. 교수-학습 모형은 각 주제마다 ‘문제 이해→시각화→트리 구성→트리 탐색’의 4단계 과정으로 계획하였다. 각 단계별 활동은 순차적이고 계층적인 활동을 통해 사고력의 10가지 하위 요소를 신장 할 수 있도록 계획하였다.

교수-학습 모형의 개발에 관한 준거의 타당성을 검증하고자 AND 트리형 문제 유형에 해당하는 ‘하노이 타워’ 문제를 주제로 하여 4차시의 교수-학습 모형을 선별된 교육 대상자들에게 실험적으로 수업에 적용하였다. 그림 3은 제안된 교수-학습 모형의 적용 과정을 그림으로 나타낸 것이며, 교수-학습 모형 적용 단계에서 적용하는 모형으로 AND 트리형을 선택하여 적용하게 된다.

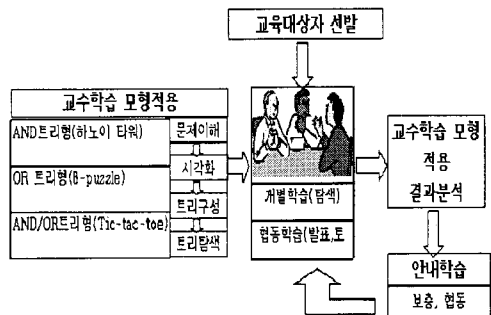


그림 3. 교수-학습 모형 적용 과정

### III.2 실험 대상자 선발

이 논문에서 정보영재의 사고력 신장을 위한 교수-학습 모형 적용 분석을 위해 마련한 정보영재 선발기준은 표 2와 같다.

표 2. 정보영재의 선발 기준

선발 단계	선발 기준
1차	-수학, 과학 성적 상위 10% -학생 본인의 희망 -담임 추천
2차	-수학문제 해결력 -과학 탐구능력 -컴퓨터 활용능력 -창의성 및 논리성 검사
3차	-과제 집착력 -학생의 학업 열의

평가 결과 상위 10%

이러한 방법에 따라 이 논문에서 실험 대상으로 선발한 학생들은 30명으로 인원수로는 고교1학년 전체 정원의 5.6%정도에 해당하나 정보 분야에 탁월한 영재성을 나타내는 학생들이다기보다는 정보에 많은 흥미와 관심을 가지고 있으며 과제 집착력이 우수한 학생들이다.

## IV. AND 트리형 교수-학습 모형 결과 분석

### IV.1 문제 이해 단계

하노이 타워의 규칙을 알아보고, 그 규칙에 따라 2, 3개의 원반을 1번 기둥에서 3번 기둥으로 이동시켜 보도록 하였다. 정보영재의 '하노이 타워 규칙 찾기' 채점 결과는 표 3과 같다.

학생들은 하노이 타워의 전설에서 직관력과 상상력을 사용해 규칙을 쉽게 발견했으며, 규칙에 따라 2개의 원반을 1번 기둥에서 3번 기둥으로 비교적 쉽게 이동시킬 수 있었다. 그러나 3개의 원반을 이동시킬 때는 여러 번의 시행착오를 겪었으며, 처음부터 규칙을 찾아내기보다는 직관력을 사용하여 옮기기를 반복하였다.

하노이 타워의 이동과정은 학생들의 상상력을 자극하며, 하노이 타워의 학습지로 직접 그려보며 규칙에 따라 문제를 해결하기에 적합하였으나, 학생들이 원반의 개수를 늘려서 이동할 때 규칙을 스스로 발견해 낼 수 있도록 교사의 적절한 발문과 안내가 매우 중요하였다.

표 3. '하노이 타워' 원반 수에 따른 시행착오 횟수

시행착오 횟수 \ 원반 수	0	1	2	3	4	5회 이상
2	22	8	0	0	0	0
3	8	11	7	3	0	1

### IV.2 시각화 단계

'그림으로 나타내는 하노이 타워'에서는 하노이 타워에서 원반을 이동시키는 과정을 그림으로 나타내보면서 그 과정이 세 가지의 과정으로 나누어짐을 이해하고, 그 이동과정에서 recursion 개념을 이해할 수 있도록 했다. 하노이 타워의 시각화 단계에 대한 학생들의 채점 결과는 그림 4와 같다.

하노이 타워 문제에서 '원반의 이동을 그림으로 나타내기'나 '원반의 이동과정이 세 가지의 과정으로 세분화'되는 과제보다는 '하노이 타워의 이동과정에서 recursion의 개념을 이해하기' 과제에서 학생이 어려움을 느껴 수학 교육과정의 귀납적 정의를 설명하고 학생들끼리 토론을 통한 협동 학습으로 recursion의 개념을 이해할 수 있었고 학생들은 집중력과 분석력을 통해 recursion 개념을 익힐 수 있었다.

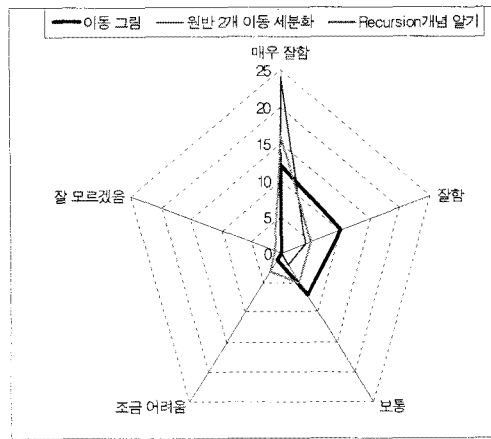


그림 4. '하노이 타워' 시각화 단계 채점 결과

### IV.3 트리 구성 단계

'하노이 타워의 트리 구성'에서는 먼저 원반 이동을 트리 구조로 나타내 보고 그 구조가 AND 트리 구조임을 알도록 하였다. 하노이 타워의 트리 구성 단계에 대한 학생들의 채점 결과는 표 4와 같다.

표 4. '하노이 타워' 트리 구성 단계 채점 결과

평가문항 \ 평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르겠음
하노이 타워의 원반 이동을 트리 구성하기	19	5	3	3	0
원반 이동과정이 AND 트리임을 알기	22	5	1	2	0

학생들이 트리 구성을 통해 이전 단계의 원반 이동과정이 세 가지의 과정으로 나뉘짐을 더욱더 확실하게 이해할 수 있었고, 이를 쉽게 할 수 있었다. 트리 구성을 해보는 활동은 학생들이 recursion의 개념을 이해하는데 쉽고도 중요한 활동이었다.

#### IV.4 트리 탐색 단계

‘하노이 타워 트리 탐색’에서는 먼저 2, 3개의 원반 이동을 세 가지의 과정으로 단순화해 보고, n개의 원반 이동을 세 가지의 과정으로 단순화해 보도록 하였으며, 이를 통해 원반 이동을 위한 트리 탐색을 해 보도록 하였다. 하노이 타워의 트리 탐색 단계에 대한 학생들의 채점 결과는 그림 5와 같다.

이 사실로 하노이 타워의 3개의 원반 이동을 세 가지 과정으로 단순화하여 나타내는 활동을 많은 학생이 쉽게 할 수 있었으나 recursion의 개념을 이해하지 못하는 학생이 다수 있어 보충 학습이 실시되었다. 이미 이전 단계 활동들에서 2개의 원반을 세 가지의 과정으로 나뉘짐을 이해했던 터라 세 가지의 과정으로 나타내는 활동은 쉽게 할 수 있으리라 예상했으나 계속적인 안내 학습이 이루어져야 했다.

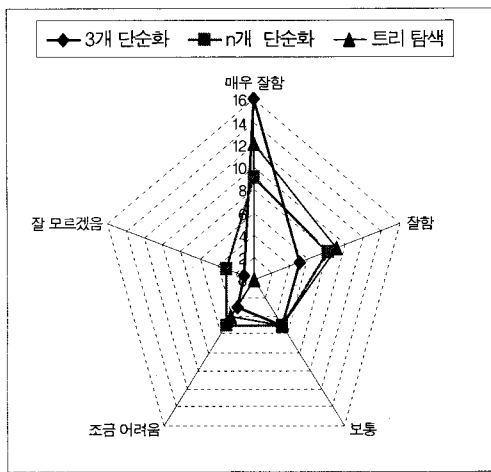


그림 5. ‘하노이 타워’ 트리 탐색 단계 채점 결과

### V. 결론

이 논문은 중등학교 정보영재 학생의 수준에서 정보영재들의 영재성을 발전시키기 위한 일환으로 문제해결의 기본인 트리 구성과 트리 탐색을 위한 사고력 신장 교수-학습 모형을 개발하고, 그에 따른 적용과 분석을 제시하는 것이 주된 연구

목적이었다. 이 논문에서는 중등학생이라는 수준과 특성을 고려하였고, 학생들이 문제 해결을 위한 트리 구성과 트리 탐색을 하는데 필요한 사고력 신장 교수-학습 모형을 ‘문제 이해→시각화→트리 구성→트리 탐색’의 4단계로 제시하였다. 이 모형은 트리 구성과 탐색 단계에서 AND 트리 구성과 recursion 탐색에 적합한 모형으로서 하노이 타워 문제를 예시로 들었다.

‘하노이 타워’ 문제는 문제 이해 단계와 시각화 단계에서 학생들이 Recursion의 개념에 대한 어려움을 호소해 전체적인 안내와 학생들의 협동 학습으로 AND 트리 구성 활동이나 탐색을 할 수 있었다. 트리의 구성 형태로 본 시각에서 AND 트리형인 ‘하노이 타워’는 Recursion의 개념과 AND 트리 개념을 이해시키기 위한 주제였으나 교수-학습 모형의 주제 내용에 따라 학생들의 이해도와 성취도가 달라짐을 알 수 있었다.

향후, recursion 개념을 이용하여 AND 트리를 탐색함으로써 사고력을 신장시키는 것을 목적으로 하는 등 교수-학습 모형 외에 다른 프로그래밍 기법을 이해하기 위한 교수-학습 모형을 이 논문에서 제시한 4단계 교육 모형에 맞춘 자료 개발이 필요할 것이다. 또한, 정보영재를 위한 4단계 교수-학습 모형을 중·고등학교 정보영재에게 적용할 수 있는 새로운 교수-학습 모형의 개발 및 적용하기 위한 교육과정이 요구된다.

### 참고문헌

- [1] 최호성, “영재 교육 프로그램의 개발 : 반성과 비전”, 2001년도 한국 영재학회 추계 학술 세미나, *영재 교육 프로그램의 개발 및 평가*, 한국영재학회, pp.3-23, 2001.
- [2] 황유진, *수학 영재 교육 프로그램 평가에 대한 연구*, 전남대학교 교육대학원, 석사학위논문, p49, 2002.
- [3] 나동섭, *중등정보과학영재 교육을 위한 교육 과정의 개발*, 인천교육대학교 석사학위논문, pp.33-59, 2003.
- [4] 이광형, 이병래, *인공지능*, 한국방송통신대학교, pp.40-52, 86-100, 1996.
- [5] K. W. Smillie, "Recursive and iterative algorithms for the tower of hanoi puzzle", ACM SIGAPL APL Quote Quad archive, Volume 4, pp.12-14, 1973.