

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

정덕길* · 김병조* · 노영욱**

*동의대학교 컴퓨터과학과 · **신라대학교 컴퓨터교육학과

An Application and Analysis of the OR 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

현재 정보영재 교육에서 중요성이 증대되는 사고력 신장 교육에 적합한 교수-학습 프로그램이 부족한 실정이다. 따라서 이 논문에서는 정보영재의 교육과정에 실제로 적용할 수 있는 교수-학습 모형을 제시한다. 정보영재의 사고력 신장을 위한 영역별 교육 내용에 공통적으로 포함되는 문제들을 분석하여 사고력 신장에 적합한 교육 프로그램 모형으로서 OR 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이 논문에서 제시된 OR 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 지도에 도입하기 위하여 8-puzzle 문제를 예로 들어 적용 방안을 제시하며, 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. OR 트리형 교수-학습 모형에서는 정보영재의 사고력 신장을 위한 교육 과정에서 주요 내용이 되는 backtracking과 heuristic 개념을 배우며 트리의 탐색 방법들을 익히게 된다.

키워드

정보영재, 사고력 신장, OR 트리, 교수-학습

I. 서 론

정보영재들의 창조적인 성향을 최대한으로 발휘하게 하기 위해서는 영재의 조기 발굴과 적절한 교육 프로그램의 개발이 무엇보다도 중요하다. 그러나 우리나라에서는 초기 영재학생에게 사용하기에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 자료가 매우 부족하며 이는 정보영재 교육을 정보영재를 대상으로 하는 숙진 또는 심화과정의 영재 교육이 아닌 정보대회나 정보 올림피아드에서 좋은 성적을 거두기 위한 문제풀이 중심의 영재 교육으로 전락하고 있는 실정이다.[1] 그러므로 정보영재에게 적합한 교육 프로그램의 개발이 필요하며 특히 그 프로그램은 정보영재들의 사고력 신장에 목적을 두어야 한다.[2]

따라서 이 논문에서는 정보영재의 교육과정에 실제로 적용할 수 있는 교수-학습 모형을 제시한다. 정보영재의 사고력 신장을 위한 영역별

교육 내용에 공통적으로 포함되는 문제들을 분석하여 사고력 신장에 적합한 교육 프로그램 모형으로서 OR 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이 논문에서 제시된 OR 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 지도에 도입하기 위하여 8-puzzle 문제를 예로 들어 적용 방안을 제시하며, 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. OR 트리형 교수-학습 모형에서는 정보영재의 사고력 신장을 위한 교육 과정에서 주요 내용이 되는 backtracking과 heuristic 개념을 배우며 트리의 탐색 방법들을 익히게 된다.

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.[2]

표 1. 사고력 신장 교육의 영역별 교육 내용

영역	내 용
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 설계하기 · 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 · 주리 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 OR 트리형 교육 모형

1. 교수-학습의 단계별 모형

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

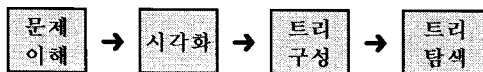


그림 1. 사고력 신장을 위한 단계별 모형

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 OR 트리형 [3,4]으로 문제를 표현하게 된다. 마지막으로 4단계(트리 탐색)는 트리 탐색으로 앞선 3단계 활동을 통해 문제 해결과정을 이해하고 이를 트리 구

성을 하여 문제를 해결하는 트리 탐색의 단계이며, backtracking과 heuristic[5]에 의한 트리 탐색 방법을 도입하여 문제를 해결하게 된다.

2. OR 트리형 교수-학습 예제 : 8-puzzle

8-puzzle 문제의 목표는 3X3 배열에서 8개의 타일을 초기 상태(initial state)에서 목표 상태(goal state)로 재배열하는 것이다.[4,5] 타일의 재배열은 빈 공간의 셀에 아래/위/좌/우의 방향에서 한 번에 한 개만의 타일을 옮길 수 있다.

8-puzzle 문제에서는 heuristic 탐색 방법을 사용하여 트리를 탐색한다. 여기에서 사용하는 heuristic의 평가 함수(evaluation function)는 다음과 같이 정의한다.

$$f(n) : \text{제자리에 있지 않은 타일의 수} \\ (\text{목표 상태와 비교했을 경우})$$

그림 2에 이 heuristic 함수를 적용하여 확장한 내용이 도시되어 있다. 트리의 노드 왼쪽에 표기되어 있는 숫자는 위에서 정의한 heuristic 함수 값을 표시하고 있다. 그림 2에서 알 수 있는 바와 heuristic 값이 작은 값을 가지는 노드를 선택하여 탐색하는 것이 더욱 빨리 목표 노드를 향해 진행 되는 것을 확인할 수 있다.

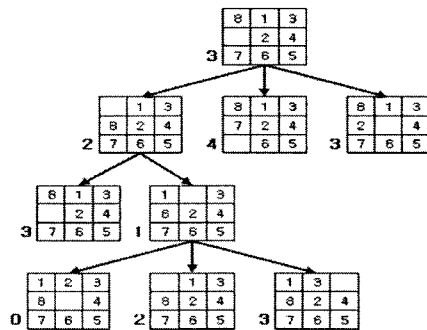


그림 2. 8-puzzle 트리의 heuristic 탐색

III. OR 트리형 교수-학습 모형의 적용 방법 및 내용

III.1 OR 트리형 교수-학습 모형 적용 과정

이 논문에서는 '8-puzzle' 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 OR 트리형 문제 유형에 해당하는 '8-puzzle' 문제를 주제로 하여 4차시의 교수-학습 모형에 선발된 교육 대상자들에게 실험적으로 수업에 적용하였다. 그림 3은 제안된 교수-학습 모형의 적용 과정을 그림으로 나타낸 것이며, 교수-학습 모형 적용 단계에서 적용하는 모형으로 OR 트리형을 선택하여 적용하게 된다.

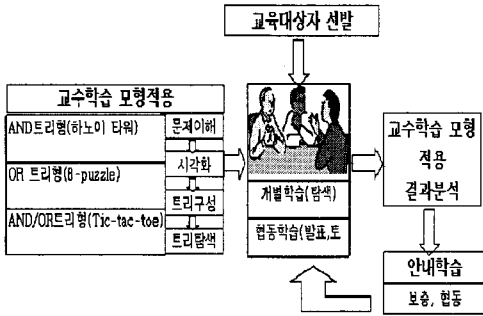


그림 3. 교수-학습 모형 적용 과정

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 학생들이라기보다는 정보에 많은 흥미와 관심을 가지고 있으며 과제 집착력이 우수한 학생들이다.

IV. OR 트리형 교수-학습 모형 결과 분석

IV.1 문제 이해 단계

8-Puzzle 문제에서 타일의 이동이 A(Above), B(Below), L(Left), R(Right) 연산자의 적용임을 알아보는 활동에 대한 적용 결과는 표 3과 같다.

이 사실로 8-Puzzle의 이동이 연산자의 적용임을 비교적 쉽게 이해를 하였고, 학생들은 8-Puzzle의 이동에서 직관력과 상상력을 사용해 규칙을 쉽게 발견했으며, 공간 인식력과, 도형 인식력, 문제 해결력을 사용하여 8-Puzzle의 이동을 연산자의 적용으로 이동할 수 있었다.

표 3. '8-Puzzle' 이동의 연산자 적용 이해

평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르겠음
'8-Puzzle' 이동의 연산자 적용 이해	25	4	1	0	0

IV.2 시각화 단계

'그림으로 나타내는 8-Puzzle'에서는 8-Puzzle의 타일 이동 과정을 그림으로 나타내보면서 그 과정이 연산자의 적용 과정임을 이해하고, 이동 과정에서 Backtracking의 개념을 알 수 있었다. '8-Puzzle'의 시각화 단계의 채점 결과는 표 4와 같다.

표 4. '8-Puzzle' 시각화 단계 채점 결과

평가문항	평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르겠음
8-Puzzle 이동 과정을 그림으로 나타내기		26	3	1	0	0
8-Puzzle 이동과정에서 Backtracking 개념 이해하기		20	7	3	0	0

IV.3 트리 구성 단계

'8-Puzzle의 트리 구성'에서는 8-Puzzle의 이동 과정에서 연산자를 적용하여 트리 구성을 해 보고, 그 트리 구성이 OR 트리임을 알 수 있도록 하였다. 학생들에게 8-Puzzle의 이동 과정을 연산자의 적용 과정임을 충분한 안내와 예를 들어 설명해주었고, 학생들은 유창성과 분석력, 종합력, 문제 해결력 등을 사용하여 트리 구성을 할 수 있었다. '8-Puzzle'의 트리 구성 단계의 채점 결과는 표 5와 같다.

표 5. '8-Puzzle' 트리 구성 단계 채점 결과

평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르겠음
8-Puzzle의 트리 구성하기	13	7	5	3	2
'8-Puzzle'의 이동 과정이 OR 트리 구조임을 알기	23	6	1	0	0

'8-Puzzle의 이동과정을 트리로 구성하기' 과제에서 조금 어려움과 잘 모르겠음으로 판정된 학

생은 각각 3명과 2명이 있어 전체적인 안내학습 후 활동을 실시하였다.

IV.4 트리 탐색 단계

‘8-Puzzle 트리 탐색’에서는 8-Puzzle의 트리를 DFS와 BFS로 탐색하여 보고 이를 통하여 학생들의 사고력을 신장시킬 수 있었다. ‘8-Puzzle’의 트리 탐색 단계의 채점 결과는 그림 4와 같다. ‘트리 탐색’ 과제에서 노드의 수가 많아질수록 탐색에 어려움을 느껴 전체적인 안내가 필요했다. 또한, 8-Puzzle의 이동을 Heuristic 탐색하는 활동은 많은 어려움이 있음을 알 수 있으며, 따라서 Heuristic 탐색해 보는 것을 조별로 탐색하게 하고, 다시 전체적인 안내를 통해 활동을 해 보도록 하였다.

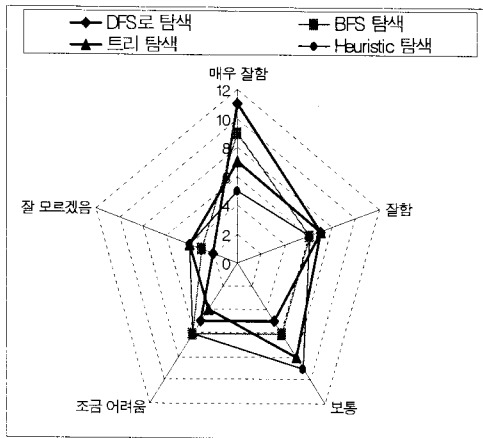


그림 4. '8-Puzzle' 트리 탐색 단계 채점 결과

V. 결론

이 논문에서는 정보 영재들의 영재성을 발현시키기 위한 사고력 신장 교육 프로그램을 개발·적용하고 분석하는 것이 주된 연구 목적이었다. 여러 가지 선행 연구들을 분석한 결과 정보 영재에게 적용할 수 있는 교육 프로그램의 모델이 부족하고 기존에 개발되어 있는 교수-학습 자료들은 사고력 신장의 어떤 하위 요소와 관련이 있는지 명확하게 제시되어 있지 않았다.

이 논문에서는 사고력 신장을 위한 교육 프로그램 모형을 “문제 이해 → 시각화 → 트리 구성 → 탐색”의 4단계로 제시하였다. 이 모형에서는 트리 구성 단계에서 OR 트리를 구성할 수 있는 8-puzzle 문제를 예시로 들었다. 트리 탐색을 위해서는 문제에 내재되어 있는 정보를 활용할 수 있는 heuristic 탐색 방법을 활용하도록 하여 학생들의 사고력을 향상시킬 수 있는 방안을 도입하

였다.

‘8-Puzzle’ 문제는 문제 이해와 시각화 활동을 아주 쉽게 할 수 있는데 비해 트리 구성에서 DFS나 BFS로의 OR 트리의 구성은 노드가 증가함에 따라 어려워함을 알 수 있었다. OR 트리형인 ‘8-Puzzle’ 주제는 Backtracking 개념과 OR 트리 개념을 이해시키기 위한 주제였으나 교수-학습 모형의 주제에 따라 학생들의 이해도와 성취도가 많은 편차가 있음을 알 수 있었다.

사고력의 신장은 학습 내용이나 자료와 함께 교사의 발문을 통해 보다 강화될 수 있을 것이다. 나아가 문제를 OR 트리로 구성하고 heuristic 함수를 찾아내어 적용하는 방법 외에 계속적인 연구와 적용, 분석을 통해 사고력 신장의 하위요소와 연결 짓는 연구가 뒤 따라야 할 것이다.

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] 나동섭, 초등정보과학영재 교육을 위한 교육과정의 개발, 인천교육대학교, 2003.
- [3] R.F. Gilberg & B.A. Forouzan, Data Structures: A Pseudocode Approach with C(2nd Ed.), Course Technology of Thomson, 2005.
- [4] Nils J Nilson, Artificial Intelligence : A New Synthesis, Morgan Kaufmann, 1998
- [5] Pearl, HEURISTICS: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving, Addison-Wesley Publishing Company, 1984.