

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

정덕길* · 김병조* · 노영욱**

*동의대학교 컴퓨터과학과 · **신라대학교 컴퓨터교육학과

An Application and Analysis of the AND/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

사고력 신장 교육은 정보영재를 위한 교육과정 및 내용 중에서 매우 중요한 목표이다. 이 논문에서는 정보영재 교육에서 중요성이 증대되는 사고력 신장 교육에 적합한 교수-학습 프로그램을 제시하여 적용하고 분석하는 방안을 마련한다. 사고력 신장 교육을 구성하는 영역별 교육 내용에 포함되는 여러 가지의 문제들에 공통적으로 적용할 수 있는 모형으로서 AND/OR 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이 논문에서 제시된 AND/OR 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 교육에 도입하기 위하여 tic-tac-toe 게임 문제를 예로 들어 그 적용 방안을 제시하며, 그 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. AND/OR 트리형 교수-학습 모형에서는 AND 트리와 OR 트리가 결합된 형태의 트리 구성과 그에 따른 트리 탐색을 주요 학습 내용으로 하는 고도의 사고력을 필요로 하는 학습 단계를 필요로 한다.

키워드

정보영재, 사고력 신장, AND/OR 트리, 교수-학습

I. 서 론

21세기의 교육에서는 창의적 사고력을 지닌 학생의 교육이 국가 경쟁력을 증진시키는데 무엇보다 중요하며, 그 기초에 정보에 대한 영재교육이 무엇보다 강조되고 있다. 그리하여 정보 영재들의 창의적인 성향을 최대한으로 발휘되게 하기 위해서는 영재의 조기 발굴과 적절한 교육 프로그램의 개발이 무엇보다도 중요하다. 특히 그 프로그램은 정보 영재들의 사고력 신장에 목적을 두어야 한다.[1,2]

이 논문에서는 정보영재 교육에서 중요성이 증대되는 사고력 신장 교육에 적합한 교수-학습 프로그램을 제시하여 적용하고 분석하는 방안을 마련한다. 사고력 신장 교육을 구성하는 영역별 교육 내용에 포함되는 여러 가지의 문제들에 공통적으로 적용할 수 있는 모형으로서 AND/OR 트리에 기반을 둔 교수-학습 모형을 제시한다. 이

논문에서 제시된 AND/OR 트리형 교수-학습 모형을 정보영재의 현장 교육에 도입하기 위하여 tic-tac-toe 게임 문제를 예로 들어 그 적용 방안을 제시하며, 그 적용 결과를 분석하여 교육 프로그램 개발의 타당성을 검증한다. AND/OR 트리형 교수-학습 모형에서는 AND 트리와 OR 트리가 결합된 형태의 트리 구성과 그에 따른 트리 탐색을 주요 학습 내용으로 하는 고도의 사고력을 필요로 하는 학습 단계를 필요로 한다.

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 과정이

라고 할 수 있다. 표 1은 사고력 신장 교육을 통하여 계발 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 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 · 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/OR 트리형 모델

1. 교수-학습의 단계별 모형

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

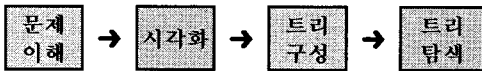


그림 1. 사고력 신장을 위한 단계별 모형

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 게임 트리과 같은 AND/OR 트리[4]로 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, minimax 탐색[5]과 같은 트리 탐

색 방법을 도입하여 문제를 해결하게 된다.

2. AND/OR 트리형 예제 : Tic-tac-toe 문제

Tic-Tac-Toe 게임은 가로 3행, 세로 3열로 이루어진 판에 O와 X가 교대로 수를 놓는 게임이다. 이때 어느 한 행 또는 열, 또는 대각선을 O로 채우면 O이 이기고, 반대로 X가 채우면 X가 이기는 게임이다.

Tic-tac-toe 문제에서 MAX(O) 노드가 먼저 시작하는 것으로 가정하여 게임 트리로 표현한 내용이 그림 2에 도시되어 있다.

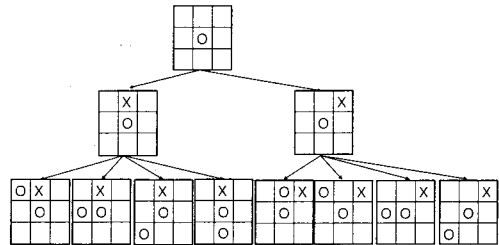


그림 2. Tic-tac-toe 문제의 트리 표현

III. AND/OR 트리형 교수-학습 모형의 적용 방법 및 내용

III.1 AND/OR 트리형 교수-학습 모형 적용 과정

이 논문에서는 'Tic-tac-toe' 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.

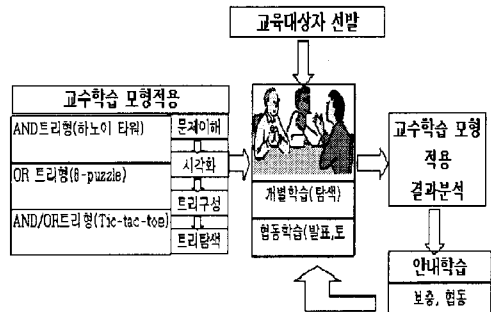


그림 3. 교수-학습 모형 적용 과정

교수-학습 모형의 개발에 관한 준거의 타당성을 검증하고자 AND/OR 트리형 문제 유형에 해당하는 'Tic-tac-toe' 문제를 주제로 하여 4차시의 교

수-학습 모형을 선발된 교육 대상자들에게 실험적으로 수업에 적용하였다. 그림 3은 제안된 교수-학습 모형의 적용 과정을 그림으로 나타낸 것이며, 교수-학습 모형 적용 단계에서 적용하는 모형으로 AND/OR 트리형을 선택하여 적용하게 된다.

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. AND/OR 트리형 교육 모형 결과 분석

IV.1 문제 이해 단계

‘Tic-tac-toe 게임의 배열 규칙’에서는 Tic-tac-toe 게임의 규칙을 알아보고, 그 규칙에 따라 회전과 대칭성을 이해하며, 위치별 놓을 수 있는 경우의 수를 알 수 있도록 하였다. Tic-tac-toe 게임의 문제 이해 단계에 대한 적용 결과는 표 3과 표 4에 표기되어 있는 바와 같다.

표 3. ‘Tic-tac-toe 게임 규칙과 대칭성’ 채점 결과

	규칙 이해	회전과 대칭성 이해
맞춘 학생 수	30	23

Tic-tac-toe 게임의 배열규칙은 학생들의 상상력을 자극하며, Tic-tac-toe 게임을 직접 시행해 봄으로써 배열 규칙을 해결할 수 있었고, 회전과 대칭성을 이용한 경우의 수 알기에서는 교사의 적절한 발문과 안내가 매우 중요하였다.

표 4. ‘Tic-tac-toe’ 게임 규칙에 따른 위치별 경우의 수 알기

시행착오 횟수 첫 번째 위치	0	1	2	3
중앙에 놓는 경우	30	0	0	0
변에 놓는 경우	19	6	3	1
모서리에 놓는 경우	17	9	4	0

IV.2 시각화 단계

‘그림으로 나타내는 Tic-tac-toe’ 게임에서는 첫 번째 시행 후 두 번째 시행의 시행 과정을 그림으로 나타내어 본다. Tic-tac-toe 게임의 시각화 단계에 대한 채점 결과는 표 5와 같다. ‘Tic-tac-toe 게임의 시행 과정을 그림으로 나타내기’ 활동에서 각각의 경우의 수에 대해서는 약간의 시행착오가 있어 이전 단계에서 사용했던 Tic-tac-toe 게임의 배열 규칙과 대칭성을 일제 수업을 통한 설명 후 그 과정을 그림으로 그려 볼 수 있었다.

표 5. ‘Tic-tac-toe 게임’ 시각화 단계 채점 결과

평가문항	평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르 겠음
Tic-tac-toe 게임 시행을 그림으로 나타내기		15	9	6	0	0
Tic-tac-toe 게임의 첫 시행이 세 가지임을 알기		29	1	0	0	0

IV.3 트리 구성 단계

학생들에게 Tic-tac-toe 게임의 시행 과정을 트리 구성 할 수 있도록 충분한 안내와 예를 들어 설명해 주었으며, Tic-tac-toe 게임의 시행을 각 위치별 경우의 수에 따라 트리 구성을 해 보도록 하였다. Tic-tac-toe 게임의 트리 구성 단계의 채점 결과는 표 6과 같다.

표 6. ‘Tic-tac-toe 게임’ 트리 구성 채점 결과

평가문항	평가척도	매우 잘함	잘함	보통	조금 어려움	잘 모르 겠음
Tic-tac-toe 게임의 트리 구성하기		9	7	8	5	1
Tic-tac-toe 게임이 AND/OR 트리임을 알기		11	7	9	3	0

‘Tic-tac-toe 게임의 트리 구성하기’ 활동 결과에서 Tic-tac-toe 게임의 시행 과정을 트리 구성하는 활동을 다소 어렵게 생각한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 학생들에게 전체적인 안내를 통한 설명을 일제 학습으로 하였고, 조별 협동 학습을 통해 학생들의 트리 구성이 이루어질 수 있도록 지

도하였다.

IV.4 트리 탐색 단계

'Tic-tac-toe 게임의 트리 탐색'에서는 먼저 DFS와 BFS로 트리를 탐색해 보도록 하였고, 이것을 통해 Tic-tac-toe 게임의 탐색이 어떤 경험적 정보에 의해 탐색하여야 하는 필요성을 인지하게 하였다. Tic-tac-toe 게임의 트리 탐색 단계의 채점 결과는 그림 4와 같다.

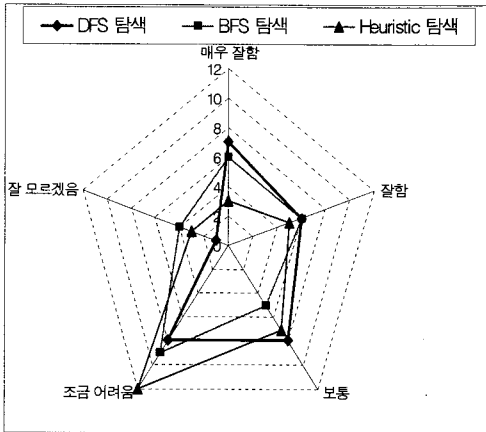


그림 4. 'Tic-tac-toe 게임' 트리 탐색 채점 결과

'Tic-tac-toe 게임을 Heuristic으로 탐색하기' 활동에서는 많은 어려움이 있음을 알 수 있었다. Tic-tac-toe 게임의 Heuristic 탐색을 DFS와 BFS로 조별 탐색해 보게 하였는데, 학생들이 평가함수와 경험적 정보를 이용하는데 많은 어려움을 느껴 전체적인 안내에 많은 시간이 필요했다. 또 평가함수의 적용 방법에 대하여 조별 토의와 교사의 적절한 안내가 이루어졌고, Heuristic 탐색으로 문제를 해결하는 탐색은 꼭 정해진 형태가 아니므로 문제를 해결하는 절차를 조별로 달리 탐색하게 하여 다양하고 독창적인 Heuristic 탐색을 할 수 있었다.

V. 결론

이 논문에서는 정보 영재들의 영재성을 개발시키기 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 그나마 개발되어 있는 교수-학습 자료들에는 사고력 신장의 어떤 하위 요소와 관련이 있는지 명확하게 제시되어 있지 않았다.

이 논문에서는 정보 영재의 사고력 신장을 위

한 교육 프로그램 모형을 "문제 이해 → 시각화 → 트리 구성 → 탐색"의 4단계로 제시하였다. 트리 구성 단계에서는 게임 트리와 같은 AND/OR 트리를 도입하였으며, 트리 탐색을 위해서는 문제에 내재되어 있는 정보를 활용할 수 있는 게임 트리 탐색 방법을 활용하도록 하여 학생들의 사고력을 향상시킬 수 있는 방안을 도입하였다.

'Tic-tac-toe' 게임의 AND/OR 트리 구성은 구조적인 복잡함으로 많은 어려움을 겪었다. 'Tic-tac-toe' 게임은 AND/OR 트리 개념을 이해시키기 위한 주제였으나 교수-학습 모형의 주제 내용에 따라 학생들의 이해도와 성취도가 낮았고, 그 편차도 많아 동일한 사고력을 증진시키기 위한 목적이라도 학생들에게 친숙하고, 쉽게 접근이 가능한 교수-학습 모형의 개발이 중요함을 알 수 있었다.

사고력의 신장은 학습 내용·자료 그리고 교사의 학습에 대한 지도를 통해 보다 강화될 수 있을 것이다. 또한, 게임 트리를 구성하고 평가 함수를 찾아내어 적용하는 방법 외에 지속적인 연구와 적용, 분석을 통해 사고력 신장의 하위요소와 연결 짓는 연구가 뒤 따라야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 예홍진, *정보과학분야의 영재아 정의, 선발 및 교육프로그램에 대한 토론*, 한국영재학회, pp. 213-214, 2000.
- [2] 이재호, *정보과학 분야의 영재아 정의, 선발 및 교육프로그램*, 한국영재학회, pp. 203-212, 2000.
- [3] 나동섭, *초등정보과학영재 교육을 위한 교육과정의 개발*, 인천교육대학교, 2003.
- [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.