

# 정보영재의 사고력 신장을 위한 단계별 교수-학습 모형의 적용 결과 비교 분석

노영욱\*, 정덕길\*\*, 김병조\*\*

\*신라대학교 컴퓨터교육과

\*\*동의대학교 컴퓨터과학과

e-mail: yulho@silla.ac.kr

## A Comparative Analysis of the Teaching-Learning Program for the Thinking Extension of Information-Gifted by Steps

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

\*Dept of Computer Education, Silla University

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

### 요 약

이 논문에서는 정보 영재의 사고력 신장을 위한 교수-학습 프로그램으로 트리 구성과 트리 탐색에 기반을 둔 모형을 제시하고 분석한다. 제시된 교수-학습 모형은 문제를 표현하는 트리의 유형에 따라 세 가지 유형으로 구분되며, 각 모형은 다시 네 가지 단계의 학습 단계로 구성된다. 구성되는 트리의 모형에 따라 적용되는 알고리즘에는 recursion, heuristic, minimax 탐색 방법 등이 도입되어 적용된다. 이 모델은 저 수준의 사고력을 요구하는 간단한 모형에서 출발하여 고 수준의 사고력을 요구하는 복잡한 모형으로 발전시키는 교육 방법을 제시함으로써 사고력 신장의 정도에 따라 초등학교 학생들로부터 중학교, 고등학교 학생들에 이르기 까지 대상을 확대하여 점진적으로 적용할 수 있는 교육 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다. 이 교육 프로그램 모형을 실제 교육 현장에서 적용하여 교수-학습 프로그램 유형별로 학습 단계간의 적용 결과를 비교 분석한다.

### 1. 서 론

창의적 사고력을 지닌 학생의 교육이 국가 경쟁력을 증진시키는데 무엇보다 중요하며, 그 기초에 정보에 대한 영재 교육이 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] 그러나 영재학생에게 사용하기에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 자료가 매우 부족하며 이러한 실정은 정보영재 교육에서도 마찬가지 사정이다.[2]

이 논문은 트리와 트리 탐색을 이용한 사고력 신장 교육 프로그램으로 4단계로 구성되는 교육 프로그램을 제안하였으며, 구성되는 트리의 유형과 탐색 방법에 따라 세 가지 모형으로 세분화된다. 이 모델을 통하여 학생들은 문제를 트리로 표현하는 방법을 학습하게 되며, 트리로 구성된 문제를 해결하기 위하여 각각의 트리 모형에 따른 적절한 트리 탐색 방법을 통하여 문제를 해결하는 방법을 배우게 된다. 이 교육 프로그램 모형을 실제 교육 현장에서 적용하여 교수-학습 프로그램 유형별로 학습 단계간의 적용 결과를 비교 분석한다.

### 2. 사고력 신장을 위한 교수-학습 프로그램

#### 2.1 정보영재의 사고력 신장교육

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 계발 또는 증진시키고자 하는 영재의 내적 능력을 나타낸 것이며 각 영역에 해당되는 활동을 제시하였다.[3]

#### 2.2 사고력 신장을 위한 단계별 교수-학습 모형

##### (1) 트리 유형별 교수-학습 모형

앞 절의 표 1에 제시된 바와 같이 정보영재의 사고력 신장을 위하여 각 영역에 공통적으로 포함되어 있는 교육 주제에는 하노이 타워, 프랙탈 도형, 8-Queen, 8-Puzzle 문제 및 Tic-tac-toe 등이 있다. 이 논문에서는 이들 예제 문제에 공통적으로 적용할 수 있는 교육 프로그램 모델을 제안한다. 이 논문에서 제시된 모델은 내재된 문제의 속성에 따라 트리(tree)의 유형을 AND 트리, OR 트리, AND/OR 트리로 구분하여 문제를 표현한다. 또한, 구성되는 트리의 유형에 따라 문제를 해결하는 방법론으로는 서

로 상이한 알고리즘을 적용해야함을 보이고 있다. 구성되는 트리의 모형에 따라 적용되는 알고리즘에는 recursion과 heuristic 탐색 방법 등이 도입되어 적용된다.[4]

<표 1> 사고력 신장 교육의 영역별 교육 내용

영역	내용
유창성 신장 활동	· 브레인스토밍 · 8-puzzle · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
직관력 신장 활동	· 하노이 타워 · 프랙탈 도형 · 마방진 만들기 · 8-puzzle
독창성 신장 활동	· 하노이 타워 · 프랙탈 도형 · 8-puzzle · Tic-tac-toe
집중력 신장 활동	· 8-puzzle · Tic-tac-toe · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
상상력 신장 활동	· 하노이 타워 · 프랙탈 도형 · 8-puzzle · Tic-tac-toe
분석력 신장 활동	· 8-puzzle · Tic-tac-toe · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
도형 인식력 신장 활동	· 같은 그림 찾기 · 하노이 타워 · 다각형의 넓이 구하기 · 프랙탈 도형 · 한 붓 그리기 · Tic-tac-toe
공간 인식력 신장 활동	· 바둑돌 옮기기 · Tic-tac-toe · 8-puzzle · 그림 조각 맞추기 · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
종합력 신장 활동	· Tic-tac-toe · 추리 퀴즈 · 8-queen · 8-puzzle · 하노이 타워 · 프랙탈 도형
문제 해결력 신장 활동	· 강 건너기 · 하노이 타워 · 프랙탈 도형 · Tic-tac-toe · 8-queen · 8-puzzle

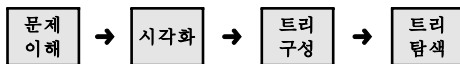
앞 절에서 기술한 사고력 신장을 위한 교육 프로그램의 실제 예시에서 적용했던 트리의 종류와 트리의 탐색 방법을 요약한 내용이 표 2에 나열하고 있다.

<표 2> 문제 유형별 트리 구성 및 탐색 방법

트리 유형	문제 유형	탐색 방법
AND	하노이 타워	recursion(DFS)
OR	8-puzzle	휴리스틱
AND/OR	tic-tac-toe 게임	min-max

(2) 단계별 교수-학습 모형

이 논문에서는 사고력 신장 교육 프로그램 개발을 위해 그림 1에 도시되어 있는 바와 같이 4단계의 교수-학습 모형을 제시한다.



(그림 1) 단계별 교수-학습 모형

1단계(문제 이해)는 문제의 주제 및 내용과 원리를 이해하는 단계로, 정보영재들이 문제에 대해 내적 동기를 유발할 수 있는 활동으로 구성된다. 2단계(시각화)는 문제의 내용을 그림과 같은 시각적인 자료로 표현해 보면서 내용을 확실하게 이해하는 단계이다. 3단계(트리 구성)는 트리(tree) 구조를 이용해서 문제를 재정리 해보는 단계로서,

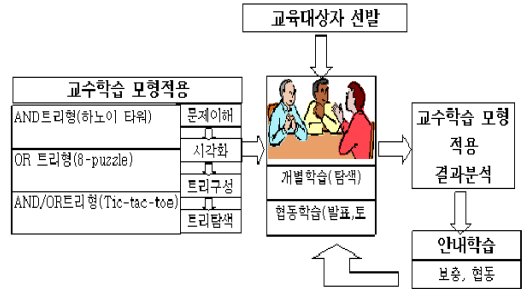
문제를 그림으로 표시하는 활동보다 더욱 추상화하는 활동으로 지금까지의 활동을 통해 인지한 개념이나 원리를 트리 구조로 표현해 보는 활동이다. 4단계(트리 탐색)는 3단계의 트리 구조에서 목표 노드를 탐색하는 단계로서, 앞선 3단계 활동을 통해 문제 해결 과정을 이해하고 이를 형식화하며 추상화하는 단계이다.

3. 교수-학습 모형의 적용 방법 및 내용

3.1 적용 방법 및 내용

이 논문에서는 ‘하노이 타워’, ‘8-Puzzle’, ‘Tic-tac-toe’ 게임 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 ‘하노이 타워’, ‘8-Puzzle’, ‘Tic-tac-toe’ 게임의 각 모형별로 4차시, 총 12차시의 교수-학습 모형을 선발된 교육 대상자들에게 실험적으로 수업에 적용하였다. 그림 2는 제안된 교수-학습 모형의 적용 과정을 그림으로 나타낸 것이다.



(그림 2) 교수-학습 모형 적용 과정

3.2 실험 대상자 선발

이 논문에서 정보영재의 사고력 신장을 위한 교수-학습 모형 적용 분석을 위해 마련한 정보영재 선발기준은 표 3과 같다.

<표 3> 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

이러한 방법에 따라 이 논문에서 실험 대상으로 선발한

학생들은 30명으로 인원수로는 고교 1학년 전체 정원의 5.6% 정도에 해당하나 정보 분야에 탁월한 영재성을 나타내는 학생들이라기보다는 정보에 많은 흥미와 관심을 가지고 있으며 과제 집착력이 우수한 학생들이다.

#### 4. 모형별 학습 단계간 적용 결과 비교 분석

앞 장에서 제안된 세 가지 모형에 대하여 모형별 주체간의 학생의 이해도에 대한 평균값에 차이가 있는지를 자료 분석하였다. 이 논문의 자료 분석은 SPSS WIN/14.0을 사용하였으며 5점 척도의 채점표 분석에 평균분석을 이용하였다. 채점표의 5점 척도로 매우 잘함 5점, 잘함 4점, 보통 3점, 조금 어려움 2점, 잘 모르겠음 1점으로 하였다. 실증적 분석 방법은 t-검증(t-test)을 활용하여 분석하고 Pearson 값 0.05(신뢰도 95%)의 범주에 포함되면 유의성이 있다고 해석하였다.

##### 4.1 AND 트리형 교수-학습 모형 단계별 분석

AND 트리형 교수-학습 모형에서 각 단계 사이에 이해도의 평균값 차이를 검증하였다. 시각화 단계와 트리 탐색 단계, 시각화 단계와 트리 구성 단계 사이에는 평균 값 사이에 차이가 없는 것으로 나타났다.

트리 탐색 단계와 트리 구성 단계 사이의 독립 표본 T 검정 결과는 그림 3과 같다. 분석결과 t 값이 2.68이고, 자유도는 58이며, 양측 검정값이 0.01로 유의수준 0.05보다 작으므로 두 단계 사이의 이해도에는 차이가 없다는 가설을 기각한다. 따라서 '하노이 타워의 원반 이동을 트리 구성하기'와 트리 구성 단계의 'n개의 원반 이동 세 가지 과정으로 단순화하기' 사이의 이해도에는 차이가 있는 것으로 판정한다. 트리 구성 단계에 대한 이해도가 낮은 것으로 나타났다.

	집단	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과	하노이 타워의 원반 이동을 트리 구성하기	30	4.33	1.03	0.19
	n개의 원반 이동 세 가지 과정으로 단순화하기	30	3.50	1.36	0.25

	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
	F	유의 확률	t	자유도	유의 확률	평균 차	차이의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간	
								하한	상한
등분산이 가정됨	4.12	0.04	2.68	58	0.01	0.83	0.31	0.21	1.46
등분산이 가정되지 않음			2.68	54	0.01	0.83	0.31	0.21	1.46

(그림 3) 하노이 타워: 원반 이동의 트리 구성과 원반 이동 단순화의 검정 결과

##### 4.2 OR 트리형 교수-학습 모형 단계별 분석

OR 트리형 교수-학습 모형에서 각 단계 사이에 이해도의 평균값 차이를 검증하였다. 문제 이해 단계와 시각화 단계 사이에서 이해도의 평균 값 사이에는 차이가 없으나, 다른 단계들 사이에는 이해도의 평균값 사이에 차이가 있는 것으로 나타났다. AND 트리형 교수 학습 모형에 비해 단계별 사이에 이해도의 차이가 많은 것으로 분석되었다. 이는 하노이 타워에 비해 8-puzzle 문제의 경우에 단계가 진행 될수록 이해도가 부족한 것으로 분석된다.

<표 4> 8-puzzle의 단계별 이해도 평균

	집단	N(명)	평균	표준편차	평균의 표준오차
문제 이해	8-Puzzle 이동의 연산자 적용 이해	30	4.80	0.48	0.09
시각화	8-Puzzle 이동과정에서 Backtracking 개념 이해하기	30	4.57	0.68	0.12
트리 구성	8-Puzzle의 트리 구성하기	30	3.87	0.28	0.23
트리 탐색	8-Puzzle의 이동을 Heuristic 탐색하기	30	3.07	0.29	0.24

각 단계별 이해도의 평균값은 표 4와 같고, 트리 탐색과 트리 구성 단계 사이의 독립 표본 T 검정 결과는 그림 4와 같다. 양측 검정값이 0.02로 유의수준 0.05보다 작으므로 이해도에 대한 차이가 있는 것으로 검증되었다. 즉, 8-puzzle의 트리 구성하기와 8-puzzle의 이동을 Heuristic 탐색하기에서 학생들의 이해도에는 유의미한 차이가 있으며, 학생들은 8-puzzle의 트리 구성하기에 비해 8-puzzle의 이동에서 Heuristic 탐색하기에 대한 이해가 어려워하는 것으로 나타났다.

	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
	F	유의 확률	t	자유도	유의 확률	평균 차	차이의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간	
								하한	상한
등분산이 가정됨	0.02	0.89	2.42	58	0.02	0.80	0.33	0.14	1.46
등분산이 가정되지 않음			2.42	58	0.02	0.80	0.33	0.14	1.46

(그림 4) 8-puzzle의 트리 구성하기와 Heuristic 탐색하기의 검정 결과

##### 4.3 AND/OR 트리형 교수-학습 모형 단계별 분석

AND/OR 트리형 교수-학습 모형에서 각 단계 사이에 이해도의 평균값 차이를 검증하였다. 시각화, 트리 탐색, 트리 구성 단계의 각각의 단계들 사이에는 이해도의 평균값 사이에 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 단계별 이해도의 평균값은 표 5와 같다.

&lt;표 5&gt; tic-tac-toe의 단계별 이해도 평균

	집단	N(명)	평균	표준 편차	평균의 표준오차
시각화	tic-tac-toe 게임 시행을 그림으로 나타내기	30	4.30	0.79	0.145
트리 구성	tic-tac-toe 게임의 트리 구성하기	30	3.60	1.19	0.218
트리 탐색	tic-tac-toe 게임을 Heuristic로 탐색하기	30	2.77	1.17	0.213

트리 탐색과 트리 구성 단계 사이의 독립 표본 T 검정 결과는 그림 5와 같다. 양측 검정값이 0.01로 유의수준 0.05보다 작으므로 이해도에 대한 차이가 있는 것으로 검증되었다. 즉, tic-tac-toe의 트리 구성하기와 tic-tac-toe 게임을 Heuristic로 탐색하기의 학생들의 이해도에는 유의미한 차이가 있으며, 학생들은 tic-tac-toe의 트리 구성하기에 비해 tic-tac-toe의 Heuristic 탐색하기에 대한 이해를 어려워하는 것으로 나타났다.

독립표본 검정

	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정						
	F	유의 확률	t	자유도	유의 확률	평균 차	차이의 표준오차	차이의 95% 신뢰구간	
								하한	상한
등분산이 가정됨	0.15	0.70	2.74	58	0.01	0.83	0.30	0.22	1.44
등분산이 가정되지 않음			2.74	58	0.01	0.83	0.30	0.22	1.44

(그림 5) tic-tac-toe의 트리 구성하기와 Heuristic 탐색하기의 검정 결과

## 5. 결론

21세기의 국가 경쟁력을 유지하기 위하여 세계 여러 나라들이 영재교육에 심혈을 기울이고 있는 상황에서, 이 논문에서는 정보영재들의 영재성을 발현시키기 위한 사고력 신장 교육 프로그램을 개발, 적용하고 분석하는 것이 주된 연구 내용이었다. 여러 가지 선행 연구들을 분석한 결과 정보영재에게 적용할 수 있는 교육 프로그램의 모델이 부족하여 이 논문에서는 정보영재의 교육 현장에 사용할 수 있는 실제적이고 유효한 자료를 제공한다는 데 그 목적이 있다.

정보영재의 사고력을 구성하는 여러 가지의 하위 요소들을 충족하기 위하여 제시되고 있는 문제들에 공통적으로 적용할 수 있는 모델로서 트리 구성과 트리 탐색에 기반을 둔 교수-학습 프로그램을 제시하였다. 이 프로그램에서는 문제 유형을 구성하는 트리 유형에 따라 세 가지 모형으로 구분하였으며, 각 모형은 다시 네 가지 단계에 따라 문제를 해결하는 모형으로 구성되었다. 이것은 구체적인 활동에서 점차적으로 추상화되는 단계를 통해 사고력을 신장시키는 모형이다.

제안된 교수-학습 모형을 정보영재 교육의 현장에서 실제적으로 적용한 결과를 모형별로 비교 분석하였다. 그 결

과로 하나의 학습 주제 안에서 각 활동 내용들이 '문제 이해→시각화→트리 구성→트리 탐색'의 네 단계의 순차적인 계열성을 가지도록 교수-학습 모형을 제작함으로써 학생들의 사고력이 보다 계열성을 가지고 신장할 수 있었다. 그리고 정보영재를 위한 교수-학습 모형의 유형과 학습 내용의 성격을 명확하게 하여 교수-학습 모형을 개발함으로써 각각의 주제와 학습 활동들이 어떤 성격을 띠도록 지도되어야 하는지를 보다 분명하게 할 수 있었다.

이 논문에서 제안된 교수-학습 모형을 교육 현장에서 적용하고 분석한 결과, 사고력 신장을 위한 교수-학습 모형의 내용에 따라 학생들의 이해도와 성취도가 달라짐을 알 수 있었다. 따라서 동일한 수준의 사고력을 증진시키기 위한 목적이라도 학생들이 더욱 쉽게 이해하고 접근할 수 있는 더욱 구체적인 교수-학습 모형의 개발이 중요하며 필요하다고 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 이재호, *정보과학 분야의 영재아 정의, 선발 및 교육프로그램*, 한국영재학회, pp. 203-212, 2000.
- [2] 최호성, "영재 교육 프로그램의 개발 : 반성과 비전", 2001년도 한국 영재학회 추계 학술 세미나, *영재 교육 프로그램의 개발 및 평가*, 한국영재학회, pp.3-23, 2001.
- [3] 나동섭, *초등정보과학영재 교육을 위한 교육과정의 개발*, 인천교육대학교, 2003.
- [4] 정덕길, 노영옥, "정보영재의 사고력 신장을 위한 트리 기반 교육 프로그램의 분석", 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회, vol.11, No.2, pp.543-546, 2007.