

정보영재의 사고력 신장을 위한 교수-학습 프로그램의 모형별 결과 비교 분석

정덕길*, 김병조*, 노영욱**
*동의대학교 컴퓨터과학과
**신라대학교 컴퓨터교육과
e-mail: dgjung@deu.ac.kr

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

Deok-Gil Jung*, Byung-Joe Kim*, Young-Uhg Lho**
*Dept of Computer Science, Dong-eui University
**Dept of Computer Education, Silla University

요 약

이 논문은 정보영재 교육 중에서 프로그래밍을 위한 사고력 신장에 적합한 교육 프로그램 모형을 개발하고 이의 구현을 위하여 실제적인 예를 보여 교육 프로그램의 타당성과 유효성을 검증하였다. 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 모형을 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 각 모형별로 그 결과를 비교 분석한다.

1. 서 론

현재 세계 각국은 국가 경쟁력을 증진시키기 위하여 과학영재들에 대한 교육을 무엇보다 강조하고 있으며, 우리나라에서도 영재교육 진흥법이 시행되는 등 제도권 속에서 영재 교육이 뿌리를 내릴 수 있는 터전이 마련되어 있다.[1] 그러나 영재학생에게 사용하기에 적합한 교육 프로그램이나 교수-학습 자료가 매우 부족하며 이러한 실정은 정보영재 교육에서도 마찬가지 사정이다.[2]

따라서 이 논문에서는 사고력 신장을 위한 정보영재 교육 프로그램 모형을 개발하고 교수-학습 자료 개발에 관한 구체적인 자료를 제시하며 분석하여 영재교육 현장에 사용할 수 있는 실제적이고 유효한 자료를 제공한다는 데 그 목적이 있다.

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 모형을 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 각 모형별로 그 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 모형을 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 서로 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, 앞

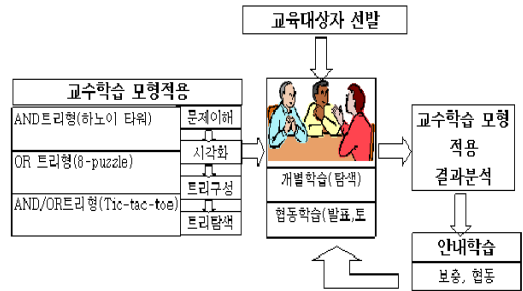
신 3단계 활동을 통해 문제 해결 과정을 이해하고 이를 형식화하며 추상화하는 단계이다.

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 결과 비교 분석

앞 장에서 제안된 세 가지 모형에 대하여 모형별 주제 간의 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.

내용	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과 하노이:원반 2개	30	4.73	0.45	0.08
8-puzzle	30	4.80	0.48	0.09

	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	0.61	0.44	-0.55	58	0.58	-0.07	0.12	-0.31	0.18
등분산이 가정되지 않음			-0.55	58	0.58	-0.07	0.12	-0.31	0.18

(그림 3) 문제이해: 하노이타워와 8-puzzle 검정 결과

4.1 문제 이해 단계

하노이 타워의 원반 2개와 8-puzzle 문제의 문제이해에 대한 독립 표본 T 검정 결과는 그림 3과 같다. 분석 결과 t 값이 -0.55이고 자유도 58이고 양측 검정값이 0.58로 유의수준 0.05보다 크므로 두 주제에 대한 문제 이해에는 차이가 없다는 가설을 기각하지 못한다. 따라서 원반 2개인 하노이 타워와 8-puzzle의 문제 이해도의 평균값에 차이가 없는 것으로 나타났다.

내용	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과 8-puzzle	30	4.80	0.48	0.09
Tic-tac-toe(변)	30	4.40	0.97	0.18

	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	11.87	0.00	2.02	58	0.04	0.40	0.20	0.00	0.80
등분산이 가정되지 않음			2.02	43	0.04	0.40	0.20	0.00	0.80

(그림 4) 문제이해: 8-puzzle과 Tic-tac-toe 검정 결과

8-puzzle 문제와 Tic-tac-toe(변) 문제의 문제 이해에 대한 독립 표본 T 검정 결과는 그림 4와 같다. 분석 결과

양측 검정값이 0.04로 유의수준 0.05보다 작으므로 두 주제에 대한 문제 이해에는 차이가 없다는 가설을 기각한다. 따라서 8-puzzle과 Tic-tac-toe(변) 문제의 문제 이해도의 평균값에 차이가 있는 것으로 나타났다.

내용	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과 하노이 타워	30	4.10	0.89	0.16
8-puzzle	30	4.83	0.46	0.08

	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	14.96	0.00	-4.03	58	0.00	-0.73	0.18	-1.10	-0.37
등분산이 가정되지 않음			-4.03	44	0.00	-0.73	0.18	-1.10	-0.37

(그림 5) 시각화: 하노이 타워와 8-puzzle 검정 결과

4.2 시각화 단계

하노이 타워와 8-puzzle 문제의 시각화에 대한 독립 표본 T 검정 결과는 그림 5와 같다. 분석결과 t 값이 -4.03이고 양측 검정값이 0.00으로 유의수준 0.05보다 작으므로 두 주제의 시각화 단계에서 이해도에는 차이가 없다는 가설을 기각한다. 따라서 하노이 타워와 8-puzzle 문제의 시각화 단계의 평균값에 차이가 있는 것으로 나타났다. 하노이 타워와 Tic-tac-toe 게임의 시각화 단계 사이에는 차이가 없으며, 8-puzzle과 Tic-tac-toe 게임 사이에는 차이가 있는 것으로 분석되었다.

내용	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과 8-puzzle	30	3.87	1.279	0.234
Tic-tac-toe	30	3.60	1.192	0.218

	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	0.01	0.92	0.84	58	0.41	0.27	0.32	-0.37	0.91
등분산이 가정되지 않음			0.84	58	0.41	0.27	0.32	-0.37	0.91

(그림 6) 트리 구성: 8-puzzle과 Tic-tac-toe 검정 결과

4.3 트리 구성 단계

8-puzzle 문제와 Tic-tac-toe 문제의 트리 구성하기에 대한 독립 표본 T 검정 결과는 그림 6과 같다. 분석 결과 t 값이 0.84이고 양측 검정값이 0.41로 유의수준 0.05보다 크므로 두 주제의 트리 구성하기에서 이해도에는 차이가

없다는 가설을 기각할 수 없다. 따라서 8-puzzle 문제와 Tic-tac-toe 문제의 트리 구성하기 평균값에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 하노이 타워와 8-puzzle, 하노이 타워와 Tic-tac-toe의 트리구성하기의 평균값 사이에도 차이가 없는 것으로 분석되었다.

4.4 트리 탐색 단계

8-puzzle과 Tic-tac-toe의 Heuristic 트리 탐색하기에 대한 독립 표본 T 검정 결과는 그림 7과 같다. 분석 결과 t 값이 0.95이고 양측 검정값이 0.35로 유의수준 0.05보다 크므로 두 주제의 트리 구성하기에서 이해도에는 차이가 없다는 가설을 기각할 수 없다. 따라서 8-puzzle 문제와 Tic-tac-toe 문제의 Heuristic 트리 탐색 평균값에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

집단통계량

내용	N	평균	표준편차	평균의 표준오차
결과 8-puzzle	30	3.07	1.29	0.24
Tic-tac-toe	30	2.77	1.17	0.21

	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	0.08	0.78	0.95	58	0.35	0.30	0.32	-0.33	0.93
등분산이 가정되지 않음			0.95	57	0.35	0.30	0.32	-0.33	0.93

(그림 7) Heuristic 탐색: 8-puzzle과 Tic-tac-toe 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 구체적 활동에서 점차적으로 추상화되는 단계를 통해 사고력을 신장시키는 모형이다.

제안된 교수-학습 모형을 정보영재 교육의 현장에서 실

제적으로 적용한 결과를 모형별로 비교 분석하였다. 그 결과로 정보영재라는 교육대상자의 수준과 특성을 고려한 교수-학습 모형을 구체적으로 제시함으로써 학생 개인인의 능력을 신장시킬 수 있었고, 보다 심화된 탐구 과정을 제시함으로써 학습 주제에 대한 학생들의 지적 호기심을 지속적으로 유지할 수 있었다. 또한, ‘하노이 타워’, ‘8-Puzzle’ 그리고 ‘Tic-tac-toe’ 게임과 같은 정규 교육과정에서 직접적으로 다루어지지 않는 생소한 주제의 교수-학습 모형은 정규 교육과정 내용에 비해 보다 도전적이고, 복잡하고, 추상적인 개념과 내용이 포함되도록 교수-학습 모형을 개발함으로써, 학생들의 지적 호기심을 자극하고, 사고력 신장 및 수업의 활성화를 이룰 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 접근 할 수 있는 더욱 구체적인 교수-학습 모형의 개발이 중요하며 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 영재 교육진흥법. 법률 제6215호, 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, 노영욱, “정보영재의 사고력 신장을 위한 트리 기반 교육 프로그램의 분석”, 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회, vol.11, No.2, pp.543-546, 2007.