

소마큐브와 T자형 퍼즐 중심의 LOGO프로그램을 활용한 수학 영재 교육

김 영 기 (명지대학교)

한 소 영 (명지대학교 대학원)

컴퓨터를 이용한 수학교육의 개선을 위한 여러 가지 집중적인 노력에도 불구하고 아직까지 컴퓨터가 수학 교육과정에서 차지하는 위상에 대한 구체적인 연구가 이루어지지 못하고 있다. 따라서 본 연구를 통하여 최근의 관심이 되고 있는 교육 프로그램인 LOGO 프로그램을 수학 영재 교육에 어떻게 도입하여야 하는지 그 방법적인 측면의 구체적인 자료를 제공하고자 한다.

I. 서 론

컴퓨터를 활용하여 수학교육을 개선하려는 많은 움직임 중에서 LOGO는 독특한 한 영역을 차지하고 있다. LOGO는 기본적으로 수학 학습을 위해 개발된 컴퓨터 언어이다. 추상적인 수학적 개념을 구체적인 활동을 통해 이해시킬 수 있을 뿐 아니라, 그 활동의 결과는 나중에 추상적인 수학학습을 위한 모태가 된다는 아이디어에서 개발되었다. 또한, LOGO는 사고력과 유창성을 신장시키기 위한 언어이다.

본 연구를 통하여 이러한 LOGO 프로그램을 활용한 영재교육 방안을 모색하고, 아동들이 컴퓨터를 능동적이고 주체적으로 활용할 수 있는 학습 환경을 제공하고자 한다. 그리고 문제 해결력을 줄 수 있다고 주장되고 있는 LOGO 언어 프로그램을 수학교육에 활용하기 위한 방법을 탐색하여 전통적인 학습 양식을 탈피하고, 컴퓨터를 이용하여 수학을 학습하는 모형을 제시하고자 한다.

본 고에서는 LOGO 프로그램의 특성과 사용을 주로 문헌을 통하여 살펴보고 이것이 영재들을 위한 수학교육에서 차지하는 위치를 정리한 후, LOGO 프로그램을 사용하여 다음과 같은 수학 영재 교육 방법을 구안하였다.

- (1) 거북 그래픽을 이용한 Fractal과 점화관계
- (2) T자형 퍼즐 맞추기와 인터넷 LOGO
- (3) 소마큐브(Somacube)와 LOGO

그리고 마지막으로, 이를 활용한 수학 영재 교육의 실제와 수업 모형을 살펴보았다.

II. 본론

1. LOGO의 정의

LOGO는 인공지능(artificial intelligence) 프로그래밍 언어인 LISP로 만들어진 언어로, 1960년대 후반 미국 MIT대학의 인공지능 실험실에서 Papert와 Feurzig등에 의해 개발되었다. LOGO는 일반적인 용도의 컴퓨터 언어이지만 다른 어떠한 언어보다도 교육적 특징이 두드러지며, 특히 아동에게 접근하기 쉬운 학습환경을 제공하기 위하여 고안되었다. LOGO란 이름은 원래 라틴어의 “logos”에서 유래된 것으로, “word”와 “thought”를 뜻하며, 인간의 언어 및 사고와 관련됨을 암시하는 것이다.

LOGO의 여러 가지 기능 중 수학 교육적 특성을 극대화하는 것은 거북 그래픽(Turtle Graphic)이다. LOGO는 스크린 상에 있는 거북이로 하여금 여러 가지 도형을 그리도록 프로그래밍 함으로써 비형식적으로 기하를 조기에 도입할 수 있으며 사고력을 신장시킬 수 있다.

LOGO의 거북 그래픽에는 거북을 움직이도록 하기 위한 몇 가지 기본 명령어가 있다. 거북이 나아가거나(FD) 뒤로 물러나게(BK) 할 수 있고, 오른쪽으로(RT) 왼쪽으로 돌게(LT) 할 수 있다. 이 명령어들은 움직이거나 돌아야 할 양을 필요로 하며 그 결과로서 위치와 방향에 변화가 있다.

즉, 주어진 명령어에 따라 거북이 움직이도록 가르치는 것은 프로그래밍 주체로서의 아동의 행동과 일치하는 것이므로 특별히 컴퓨터에 대한 경험이 없을지라도 쉽게 이해될 수 있다.

2. LOGO의 기본 명령어

명령어	인수	설명
FD(앞으로)	이동거리	앞으로 이동
BK(뒤로)	이동거리	뒤로 이동
RT(오른쪽)	이동각도	오른쪽으로 회전
LT(왼쪽)	이동각도	왼쪽으로 회전
PU(올림)		거북이 이동시 선을 그리지 않는다.
PD(내림)		거북이 이동시 선을 그린다.
ST(보임)		거북이를 화면에 나타낸다.
HT(감춤)		거북이를 화면에 보이지 않게 한다.
SETPC(연필색)	색	연필색을 정한다.
SETBG(배경색)	색	배경색을 정한다.
CLEAN(지우기)		거북이 상태는 그대로 두고 화면을 지운다.
CS(처음화면)		화면을 지우고 거북이를 최초의 상태로 한다.
FILL(칠하기)		경계구역을 칠한다.
SETXY(거북이위치)	x좌표, y좌표	거북이의 위치를 이동시킨다.
PRINT(쓰기)	문자열	글씨를 쓴다.
LOADPIC (그림부르기)	파일명	그림을 그린다.

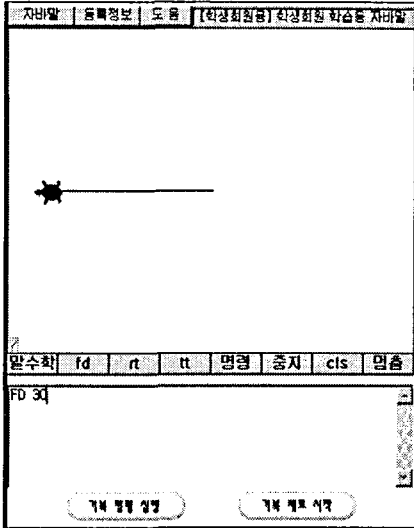
명령어	인수	설명
TONE(소리)	주파수, 지속시간	소리를 낸다.
WAIT(멈춤)	시간	실행을 잠시 멈춘다.
PAUSE(멈춤키)		키를 누를 때까지 실행을 멈춘다.
BYE(실행끝)		프로그램 실행을 끝낸다.
REPEAT(반복)	반복회수	반복 구문을 시작한다.
REPEATEND (반복끝)		반복 구문을 종료시킨다.
TO(절차)	절차명	절차를 선언한다.
END(절차끝)		절차를 종료시킨다.
PATTERN(무늬)	무늬번호	화면을 지정된 무늬로 바꾼다.
SETCURSOR (커서위치)	x좌표, y좌표	커서를 지정된 위치로 이동시킨다.
INPUT(입력)	x좌표, y좌표	프로그램 실행 중에 자료를 입력 받는다.
IF~ELSE~ENDIF (조건~아니면~조건끝)	조건문	주어진 조건의 결과에 따라 프로그램의 흐름을 결정한다.

3. 영재를 위한 LOGO 프로그램의 구안

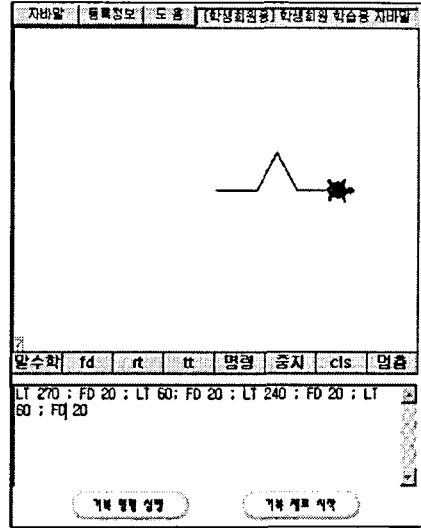
(1) 거북 그래픽을 이용한 Fractal과 점화관계

LOGO에서 수행되는 가장 강력한 아이디어 중의 하나는 한 함수가 부분함수로서 자신의 함수를 되부르는 점화관계이다. 학생들은 이 아이디어를 사용함으로써 반복함수를 학습하기 시작한다. 이러한 재귀성 개념은 초·중등 수학 교육과정에는 포함되어 있지 않다. 그러나 고등학교 수학에서는 팩토리얼, 거듭제곱, 피보나치 함수의 정의, 유클리드 알고리즘과 같은 귀납적이고, 재귀적인 정의, 그리고 수학적 귀납법에 의한 증명과 같은 반복과 반복적인 과정을 나타내는 여러 가지 개념들이 있다. 그러나 LOGO 프로그램을 통하여 초등이나 중등 과정에서도 이러한 재귀성을 영재아들의 확산적 사고를 위한 교육에 활용할 수 있다.

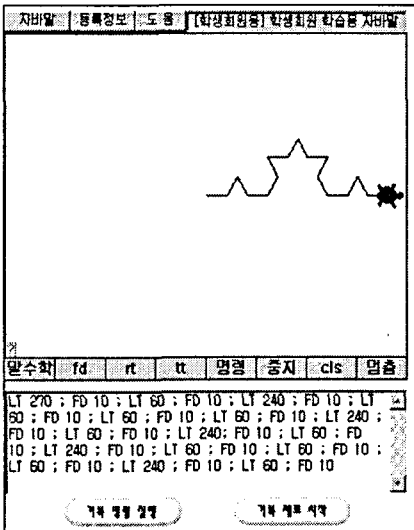
이제 언급할 Fractal 기하는 컴퓨터 기하 과정에서 놀라운 주제이다. 이것은 학생들에게 그들이 미처 발견하지 못했던 수학의 아름다움과 수학에서의 패턴들을 보여준다. 먼저 Fractal 기하의 그림을 그리는 간단한 예(코흐 곡선 그리기)를 LOGO 프로그램을 이용하여 그려보자. 다음 그림은 각각 0, 1, 2, 3차 Fractal 곡선이다. <그림 1 ~ 그림 4>



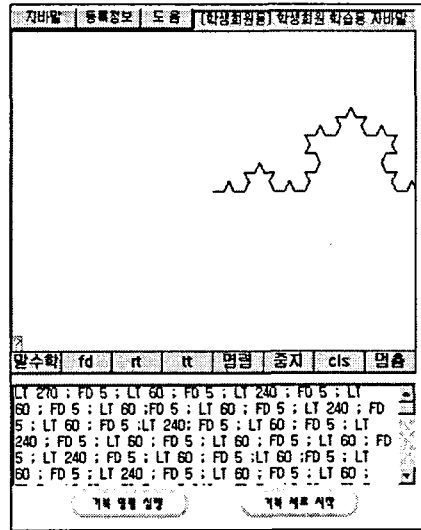
<그림 1> 0차 Fractal 곡선



<그림 2> 1차 Fractal 곡선



<그림 3> 2차 Fractal 곡선



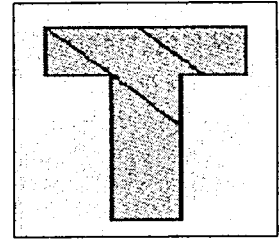
<그림 4> 3차 Fractal 곡선

이처럼 거북을 이용하여 멋있는 모양을 산출하는 Fractal은 거북 기하에서 좋은 주제 중의 하나이다. 위에서 실행한 것과 같이 한 단계, 한 단계를 거치면서 확산적 사고력과 추론 능력을 기를 수 있다.

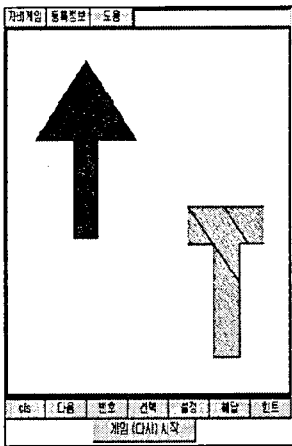
(2) T자형 퍼즐 맞추기와 인터넷 LOGO

T자형 판을 다음 <그림 5>과 같이 잘라서 미리 설정된 여러 가지 모양을 만드는 게임을 LOGO 프로그램을 이용하여 해봄으로써 유창성과 논리력을 증진시키고, 각의 개념을 키울 수 있다.

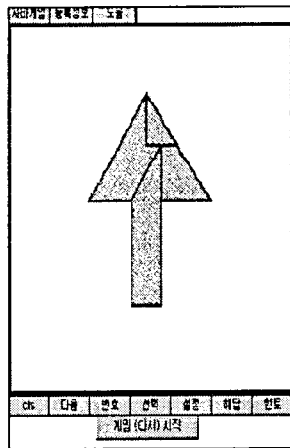
다음에 제시된 퍼즐 게임 1, 2, 3 그림을 보고 게임 방법을 자세히 알아보자. 게임 화면에는 두 개의 그림이 있다. 왼편의 검정색 모양은 퍼즐 판이고, 오른쪽 아래의 T자 모양은 퍼즐 조각들이다. 이 퍼즐 조각들을 하나씩 클릭하여 회전하거나 돌기 등의 LOGO 명령을 사용하여 위치와 모양을 변형시켜서 퍼즐을 맞춘다. 이를 위해서는 게임 아래쪽의 설정 버튼을 눌러서 각의 기울임 수치를 입력하면 된다. 다음의 퍼즐 게임 화면을 보고, 각 문제의 옆에 나온 정답을 확인하여보자.



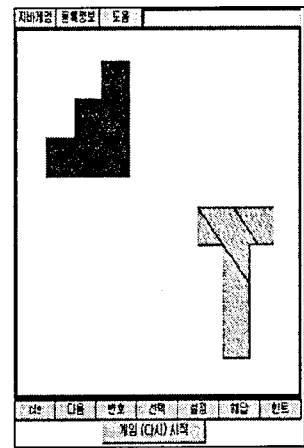
<그림 5> T자형 퍼즐



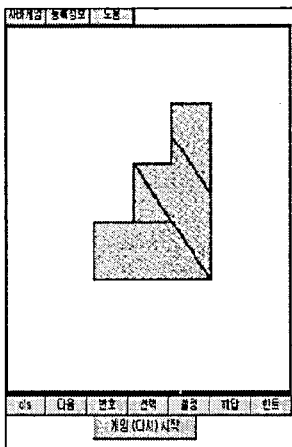
<그림 6> 퍼즐 게임1



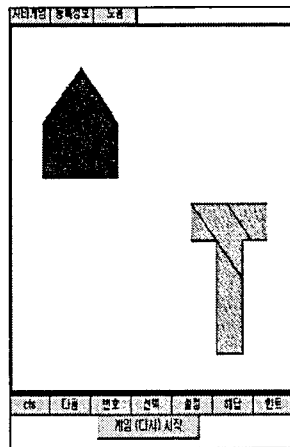
<그림 7> 퍼즐 맞추기1



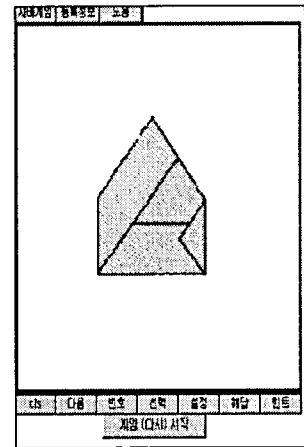
<그림 8> 퍼즐 게임2



<그림 9> 퍼즐 맞추기2



<그림 10> 퍼즐 게임3



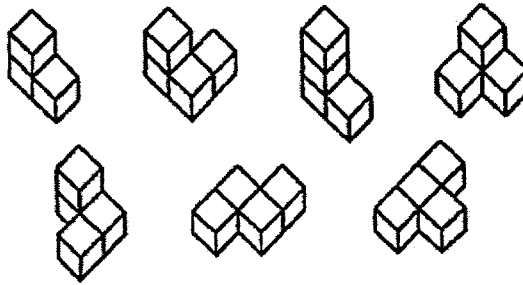
<그림 11> 퍼즐 맞추기3

앞에서 제시한 그림 외에도 여러 가지 문제가 있는데, 이는 선택 버튼을 눌러 고르도록 한다. 그리고 시작하려면, cls 버튼을 누른다.




(3) 소마큐브(Somacube)와 LOGO

소마큐브(Somacube)는 덴마크의 시인이고 물리학자이며 수학자인 피에트 하인(Piet Hein)이 1936년에 발표한 입체 퍼즐이다. 그는 양자물리학(Quantum Physics) 강의를 듣는 동안에 이를 고안했다고 한다. Soma란 용어는 헉슬리가 지은 “새로운 신세계(Aldous Huxley’s Brave New World)” 라는 소설에 나오는 황홀경에 빠지는 효과가 있는 약의 이름이다.

소마큐브는 다음 <그림 12>과 같이 정육면체를 여러 개 붙인 다면입체(Polycube)중 4개 이하의 정육면체로 이루어진 것에서 오목한 면을 가진 것으로 이루어져 있다.



<그림 12> 소마큐브 조각

이것은 정육면체 4개를 가지고 만들 수 있는 입체도형 8개 중 단순한 모양인   2개를 빼고, 정육면체 3개로 된 조각  을 하나 더 첨가하여 모두 7개 (정육면체 4개짜리: 6개 + 3개짜리: 1개)의 정육면체를 가지고 만들 수 있는 대표적인 문제이다.


LOGO 프로그램을 이용한 다음의 소마큐브 문제는 앞에서 설명한 Fractal 문제나 T자형 퍼즐 맞추기를 입체도형으로, 즉 LOGO를 이용한 1차원과 2차원 문제에서 3차원의 문제로 확장해 나간 것이다.


이제 다음의 LOGO 프로그램을 이용한 소마큐브 문제를 보고, 7개의 입체도형 중 어떤 조각을 택하여 어떻게 배치하면 문제의 입체 모양을 만들 수 있을지 생각해 보자. 풀이 방법은 T자형 퍼즐 맞추기와 마찬가지로 조각을 마우스로 클릭하여 설정 버튼을 이용하여 회전 명령을 한 후 문제 그림 위에 가져다 놓는 식이다. 다음에 제시한 3가지 소마큐브 문제 <그림 13, 15, 17> 외에도 여러 문제가 있는데, 문제는 선택 버튼을 이용하여 고를 수 있다.

다음에 제시된 소마퍼즐 문제 3개를 각각 옆의 답과 비교해 가며 살펴보자. <그림 13>는

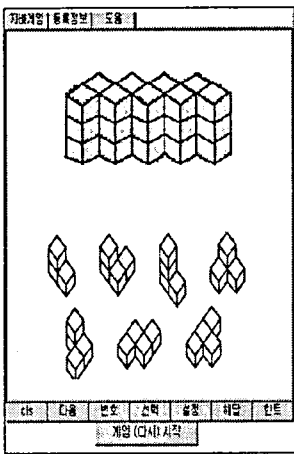


모양 하나만을 가지고 퍼즐을 맞추었고,

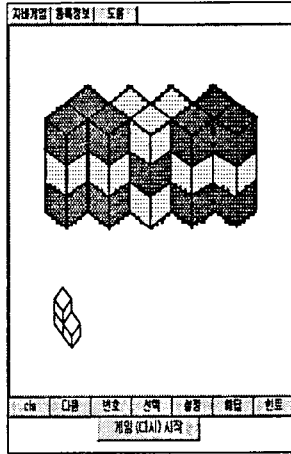
<그림 15>은  을 사용하였고,

<그림 17>은  을 이용하여 맞추었다. 소

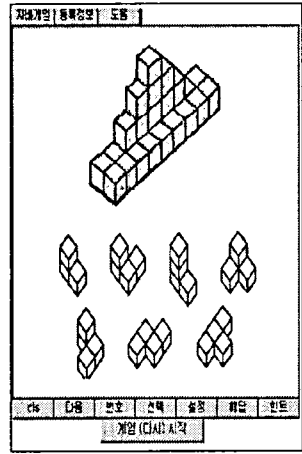
마퍼즐 답은 사용한 조각을 구별하기 위하여 색을 달리하였고, 각 답 그림 아래에도 사용한 퍼즐을 그려 넣었다.



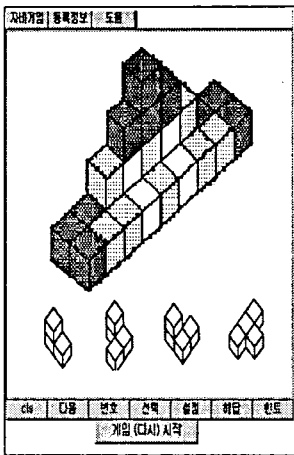
<그림 13> 소마큐브 맞추기1



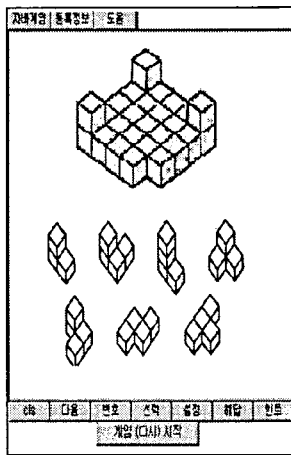
<그림 14> 소마큐브 맞추기 답1



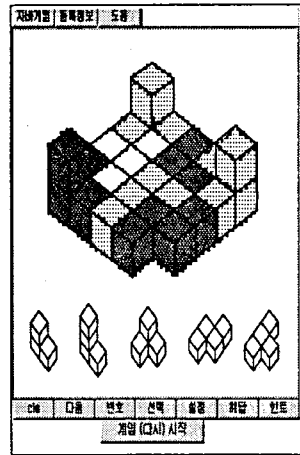
<그림 15> 소마큐브 맞추기2



<그림 16> 소마큐브 맞추기 답2



<그림 17> 소마큐브 맞추기3



<그림 18> 소마큐브 맞추기 답3

III. 결론 및 제언

영재교육에서 가장 중요한 사항 중의 하나는 수학적으로 능력이 우수한 영재의 능력과 소질에 따른 프로그램의 구안이다. 그리고 이를 정규 교육과정의 연계성을 가진 주제를 중심으로 교재를 개발하고, 현장 적용과 함께 수정 보완해 나가야 한다. 이러한 프로그램 중 LOGO를 이용한 영재 프로그램 활동은 학교 기하와 대수의 이해를 도울 뿐만 아니라 변수개념, 각의 개념 등 학생들이 어려움을 느끼는 수학적 개념에 대한 직관적 모델을 제공함으로써 나중의 형식적인 학습을 용이하게 할 수 있게 해준다. 또한 거북기하에 의한 미분기하와 같이 현재 교육과정에 포함되어 있지 않는 수학 개념을 이해하는데 기여할 수 있다.

그리고 LOGO를 이용한 영재교육 프로그램을 통하여 학생들은 창의력과 논리력 그리고 유창성 등을 기를 수 있고, 생활에서의 여러 가지 문제를 응용하여 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있다. 특히, 본 고에서 구안한 Fractal 기하나 T자형 퍼즐 맞추기를 3차원 공간으로 확장한 소마큐브 문제는 영재들의 창의력 향상이나 공간개념과 사고력을 높이는데 도움이 될 수 있다.

영재 교육에 이러한 LOGO 프로그램을 도입하는 문제와 관련하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 영재 교육에 활용할 프로그래밍 언어 중의 하나로서 LOGO를 도입할 것을 제안한다. 수학 교육적 입장에서 LOGO는 새로운 사고 양식, 새로운 수학적 표현, 새로운 학습 방법, 능동적이고 활동적인 학습 환경을 제공할 수 있다는 점에서 의미가 있다. LOGO는 아동들에게 수학에로의 비형식적인 학습 경로를 제공하여 접근하기 쉽도록 하며 일방적이고 절대적이 아닌 다양하고 융통성 있는 지식, 사고의 도구가 풍부한 학습 환경을 제공하여 다양하고 유연한 사고력을 신장시키고 문제 해결력을 증진시킬 수 있는 이점을 갖는다.

둘째, LOGO를 영재 교육에 도입하기 위해서는 아동들이 학습하는 수학교과 내용과 직접적으로 관련된 방법으로 제공됨이 바람직하다. 거북이 기하는 그 자체로서 비형식적이고 신체 동조적인 접근 방법으로 기하학을 가르치기 위한 방법에서 새로운 가능성을 보여주고 있다. 즉, 거북이 기하를 통하여 현 교육과정에 포함되어 있는 내용 또는 그 밖의 내용을 흥미롭고 쉽게 학습할 수 있다.

LOGO 프로그램을 영재 교육에 도구적으로 활용하기에는, 화면의 좌표가 고정되어 변화시킬 수 없으며 함수 구조 및 반복문, 산술 기능이 빈약하여 LOGO를 통한 여러 산술적인 문제의 해결이 어려운 점 등의 제한점이 있다.

하지만 위와 같은 몇 가지 난점에도 불구하고 최근 대두되고 있는 사고력 신장이나 문제 해결력을 지향하는 수학 교육계의 흐름에 비추어 볼 때, 분명 LOGO는 영재 교육의 유용한 도구라 할 수 있다.

참 고 문 헌

류성립 (2001). 그래프 이론을 활용한 초등학교 영재교육 프로그램 개발, 수학 교육 학술지 6.

- 류희찬 (1990). 우리나라 수학 교육의 문제점과 개선책, 교육개발 12(6), 서울: 한국교육개발원.
- 류희찬 (1990). 수학교육과정에서의 컴퓨터의 영향, 한국수학교육학회 수학교육 연구발표회 (1990년 7월 28일, 한국교원대학교).
- 류희찬 · 신동선 (1998), 수학 교육과 컴퓨터, 서울: 경문사.
- 이지요 (1993). 수학교육에서의 시각화에 관한 연구, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이혜승 (1997). 수학 영재 교육에 관한 연구, 한양대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 장혜원 (1990). LOGO의 수학 교육적 고찰, 서울대학교 석사학위 논문.
- 천창혁 (1994). LogoWriter 학습 모형의 구안 적용이 수학적 문제 해결력 신장에 미치는 영향, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- Clements, D.H. & Battista, M.T. (1990). The effects of LOGO on children's conceptualizations of angle and polygons, *Journal for Research in Mathematics Education* 21(5). No. AAC8608596.
- Frazier, Max K. (1989), LOGO and Angle Estimation Skills, *Journal of Computers In Mathematics and Science Teaching* 8(2).

참고 사이트

<http://javamath.web.edunet4u.net>
<http://www.edunet4u.net>
<http://www.nanet.go.kr>
<http://www.riss4u.net>
<http://www.kkq.co.kr>
<http://www.nctm.org>
<http://www.inue.ac.kr>