

로고 프로그래밍 언어와 프랙탈 기하이론을 이용한 초등학교 컴퓨터교육 활용 연구

고영해, 안재호, 박남제*
제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육전공
{smakor, profirean, namjepark}@jejunu.ac.kr

Elementary School Computer Education with the Focus on Case Study Using LOGO Programming Language and Fractal Geometry Theory

Yeonghae Ko, Jaeho An, Namje Park*

*Dept. of Computer Education, Teachers College, Jeju National University

요 약

본 논문에서는 초등학교 교육과정에서 교육목표로 다루고 있는 창의성이라는 주제와 학교현장에서 초등학생들에게 쉽게 접목시킬 수 있는 교육용 프로그래밍 언어인 LOGO 프로그래밍과 프랙탈 기하이론을 초등학교 컴퓨터교육에 활용하기 위한 방안을 제시한다. 향후 컴퓨터교육과정은 알고리즘과 프로그래밍 영역이 포함될 예정이며, 이러한 알고리즘과 프로그래밍 교육에는 교육용 프로그래밍 언어 사용이 필수적이며 이의 활용에 대한 연구가 시급한 상황이다. LOGO 프로그래밍과 프랙탈을 함께 지도함으로써 규칙성, 반복성, 유사성, 닮음 등 수학적 개념을 쉽게 이해하는 것이 가능하므로, 이를 활용하여 초등학교 수학과 교육과정에서 반드시 학습해야 할 도형, 측정, 규칙성과 문제 해결 영역과 연계하여 지도하면 좋은 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 우리나라의 컴퓨터관련 교육은 지나치게 컴퓨터 활용능력에만 치중되어 있다는 비판을 받아왔다. 이에 따라 컴퓨터교육과 관련하여 학생들의 창의력, 논리적 사고력, 문제해결력 증진을 위한 프로그래밍 언어 교육의 필요성이 증대되었다[12]. 하지만 이런 프로그래밍 언어교육은 지나치게 영재교육에만 치중되어 있어 일반 학생들을 위한 프로그래밍 언어교육 방법이 부족하다. 그로 인하여 일반 학생들의 컴퓨터교육에 대한 기대를 충족시키지 못하고 있는 실정이다.

컴퓨터 프로그래밍은 단순히 프로그래밍 언어를 이해하고 사용하는 것만이 아니라, 문제해결력, 논리적 사고력, 창의력을 증진시킴으로써 학습결과가 타 교과에 잘 전이되는 특성이 있다. 이런 특성을 고려할 때, 초등학생들이 프로그래밍 언어교육을 받는다면, 컴퓨터교육 분야만이 아니라 다른 교과 학습에도 긍정적인 효과를 줄 것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 로고(LOGO) 프로그래밍 언어와 프랙탈(Fractal) 기하이론을 초등컴퓨터교육에 접목시켜, 일반 초등학생들도 친숙하게 접근하고 학습할 수 있는 컴퓨터교육 방안을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 교육용 프로그래밍 언어

프로그램을 만드는데 사용되는 프로그래밍 언어 중 교육용

프로그래밍 언어(EPL, Educational Programming Language)로 많이 알려진 프로그래밍 언어는 LOGO, Scratch, Smalltalk, Squeak 등 여러 가지가 있다. 그 중에서도 LOGO 프로그래밍 언어는 초등학생이 쉽게 사용할 수 있도록 명령어가 단순하며, 명령 결과를 즉각적으로 확인할 수 있다. 또한, 해당 프로그램 자체가 재귀적이기 때문에 프랙탈 도형을 구현하기가 매우 용이하다[5].

따라서 본 논문에서는 초등학교 교육과정에서 교육목표로 다루고 있는 창의성이라는 주제와 학교현장에서 초등학생들에게 쉽게 접목시킬 수 있는 교육용 프로그래밍 언어인 LOGO 프로그래밍과 프랙탈 기하이론을 컴퓨터교육에 활용하기 위한 방안을 살펴보고자 한다.

2.2 LOGO 프로그래밍 언어와 교육적 의미

LOGO 프로그래밍은 함수형 프로그래밍을 이용하는 교육용 컴퓨터 프로그래밍 언어이다. LOGO는 명령어가 쉽고 간단하며, 절차적이고 순환적인 언어라는 특징을 가지고 있다. 또한 LOGO명령어나 절차는 그것을 컴퓨터에 입력시켜 화면상에서 직접 결과를 볼 수 있다는 점에서 상호작용적이며, 학생들의 흥미유발에도 적합하다[11]. 이러한 LOGO 프로그래밍의 교육적 의미를 살펴보면 다음과 같다.

1) 논리적 사고력 향상

LOGO 언어로 프로시저를 구성하기 위해서는 알고리즘적으로 사고할 수 있어야 한다. 일반적으로 초등학생의 경우,

* 교신저자 : 박남제 (namjepark@jejunu.ac.kr)

어떤 문제에 직면하게 되면 문제를 직관적으로 판단하고 그에 따라 행동하는 경향이 있다. 그러나 프로그래밍을 통해서 체계적으로 알고리즘을 다루어봄으로써 체계적으로 사고하고 판단하는 능력이 향상된다. 따라서 LOGO 언어를 초등학교 컴퓨터교육에 활용하면, 논리적 사고력 발달에 도움이 된다[1,2]. 또한 프로시저 구성에서 직면하게 되는 다양한 오류들을 해결하기 위해서, 학생들은 왜 오류가 발생했는지 나름대로 원인을 분석하고 그에 따라 프로시저를 수정하고 재확인 한다. 이런 일련의 과정들을 통해서 학생들은 논리적으로 사고할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

2) 창의력과 문제해결력 향상

프로그래밍에 있어서, 같은 목적으로 프로그래밍을 하더라도 그 목적을 달성하기 위해서 프로시저를 구성하는 방법은 여러 가지가 있다. 초등학생들도 같은 학습목표 내에서 그 도달 방법이 매우 다양하다. 초등학생들은 자기 자신만의 방법으로 프로시저를 구성해 나가면서 창의력이 증진된다. 또한 프로시저를 구현하면서 직면하는 오류들을 자신만의 창의적인 방법 해결해 가는 과정에서 창의력과 문제해결력이 향상된다.

2.3 프랙탈 기하이론과 교육적 의미

프랙탈은 자기 유사성을 갖는 기하학적 구조를 의미한다. 프랙탈은 부분을 확대할 때 전체와 닮은 모습을 보여주는 자기유사성, 동일한 요소가 둘 이상 배열되는 반복성을 가지고 있으며 규칙적인 동시에 불규칙적인 특징을 갖는다. 이러한 프랙탈 이론에 대한 초등학교에서의 교육적 의미를 살펴보면 다음과 같다.

1) 학습동기유발

프랙탈은 그 형태 자체가 시각적으로 화려하다. 따라서 구체적 조작기에서 형식적 사고기에 해당하는 초등학생들의 발달 수준을 고려할 때, 학습동기유발에 매우 효과적이다. 또한 프랙탈 도형은 나무, 번개 등 실생활에서 쉽게 접할 수 있다. 반대로 실생활에서 접할 수 있는 것들도 프랙탈 도형화 하는 것이 가능하다. 이러한 방식이 학습에 활용될 경우 학습동기 유발에 매우 효과적이다.

2) 수학적 개념 이해 증진 효과

초등학생 스스로 프랙탈을 구현하고 수정, 발전시켜 나가는 과정에서 프랙탈 도형에 대한 이해를 높일 수 있다. 이런 이해를 통해 학습자는 도형의 닮음을 이해할 수 있고, 비례, 규칙성, 반복성 같은 수학적 개념에 대한 이해를 증진시킬 수 있다.

3. LOGO와 프랙탈을 이용한 초등 수학 지도방안

3.1 초등 수학 교육과정과의 연계

초등학교 수학과 교육과정에는 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 규칙성과 문제해결의 5가지 영역이 있다. LOGO 프로그래밍 언어와 프랙탈 도형을 적용한 컴퓨터

교육은 이 중에서 도형, 측정, 규칙성과 문제해결 영역에 다음과 같이 연계할 수 있다[3]. (표 1 참조)

첫째, LOGO 프로그램의 프랙탈 프로시저를 구성하는 기본명령어를 도형과 측정에 관한 학습과 연계할 수 있다.

둘째, 재귀호출은 문제해결영역의 비율 관련 학습과 연계할 수 있다. 재귀호출에서의 size인자 값 변화는 프랙탈 도형의 축소비를 결정한다. 이에 대한 학습과정을 통해 규칙성과 문제해결영역의 비와 비율에 대하여 학습할 수 있다.

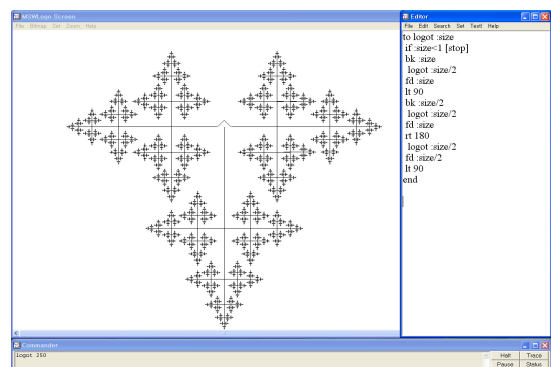
셋째, 프랙탈 도형의 학습을 문제해결영역의 규칙성에 대한 학습과 연계할 수 있다. 프랙탈 도형은 규칙성, 반복성, 유사성의 특성을 가지고 있기 때문에, 프랙탈 도형을 프로시저로 구현하는 과정에서 규칙성에 대한 학습이 가능하다.

<표 1> 초등수학교육과정과 LOGO 및 프랙탈 교육 사이의 연계

학년	영역 및 내용체계	LOGO 프로그래밍
4	• 도형 -각과 여러 가지 삼각형	• 기본명령어 - fd :size lt 90 bk :size/2 - fd :size lt 135 bk :size*2/3
4	• 측정 -각도	
4	• 규칙성과 문제해결 -규칙적인 무늬 만들기 -규칙과 대응	• 프랙탈 도형 (그림 1), (그림 5) 참고
5	• 도형 -합동 - 대칭	
5	• 규칙성과 문제해결 -비와 비율	• 재귀호출 -logot :size/2 -logoy :size*2/3

3.2 T자형 프랙탈 기하이론 교육 지도방안

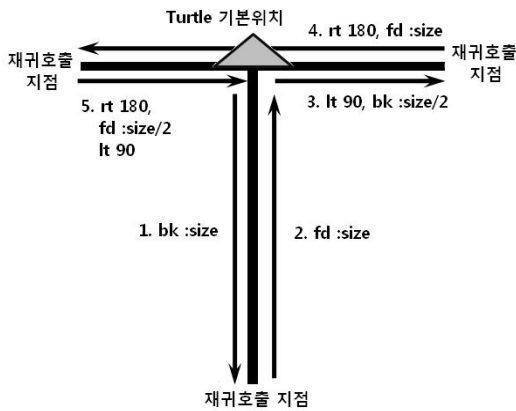
그림 1에 제시된 프랙탈 도형은 영어 알파벳을 기본 도형으로 하여 구상되었다. 이 프로시저는 기본적으로 알파벳 T의 교차점 중심에서 시작하여 각 부분을 터틀(Turtle)이 그리도록 한다. T의 각 모서리에서 반복하여 재귀호출을 해줌으로서 전체적으로 규칙성과 자기유사성을 가지는 프랙탈 도형이 구현된다. 프랙탈 도형은 기본도형과 형상이 다를 경우 초등학생이 쉽게 이해하기 힘들 수 있으므로, 초등학생이 쉽게 이해할 수 있도록 전체형상과 기본도형이 유사하도록 설계하였다.



(그림 1) 개발된 LOGO의 T자형 프랙탈 도형구조 화면

3.3 T자형 프랙탈 프로시저 및 알고리즘 분석

'logot' 프로시저는 초등학생들이 쉽게 이해할 수 있는 기초적인 명령어를 사용하여 구성되었다. 우선 프랙탈의 기초가 되는 기본 도형은 그림 2와 같다.

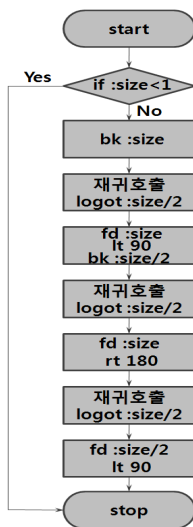


(그림 2) T자형 프랙탈 기본 도형

size 인자와 함께 프로시저를 호출하면, 가장 먼저 조건문을 통해서 size 인자가 1보다 작은지 확인한다. 이 조건문은 재귀호출로 인한 무한루프를 막기 위하여 삽입되었다. bk명령어를 이용하여 아래쪽 가지를 먼저 그리도록 하는데, 끝부분에서 프랙탈 구조를 위해 재귀호출을 해준다. 이때 재귀호출에서 인자 값의 비율을 1보다 작게 하지 않으면 무한루프에 빠지기 때문에 1보다 작은 값을 사용해야 한다. 그리고 fd명령어를 이용해서 LOGO 터틀을 기본위치로 이동시키면 아래쪽 가지가 완성된다. lt명령어를 이용하여 방향을 전환하고, 다시 bk명령어를 이용하여 오른쪽 가지를 그리기 시작한다. 이때 오른쪽 가지는 아래쪽 가지 길이의 1/2이 되도록 한다. 그리고 아래쪽 가지와 마찬가지로, 오른쪽 가지 끝에서도 프랙탈 구조를 위하여 재귀호출을 해준다. 같은 방법으로 왼쪽가지 또한 이동 및 재귀호출을 해주고, LOGO 터틀을 기본위치로 이동시켜주면 프로시저가 종료된다.

```

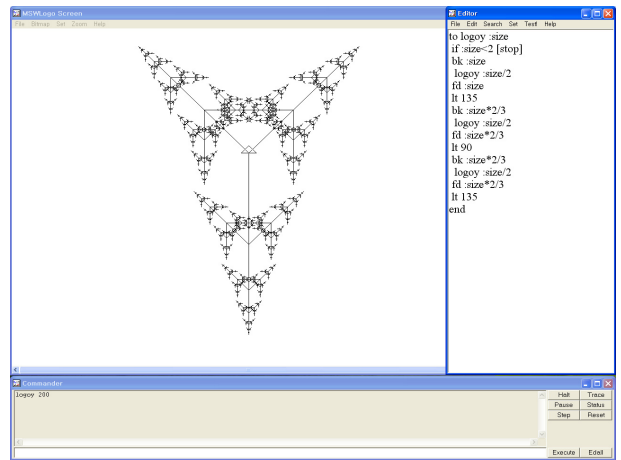
to logot :size
  if :size<1 [stop]
  bk :size
  logot :size/2
  fd :size
  lt 90
  bk :size/2
  logot :size/2
  fd :size
  rt 180
  logot :size/2
  fd :size/2
  lt 90
end
    
```



(그림 3) T자형 프랙탈 프로시저 구조 및 알고리즘 순서도

3.4 Y자형 프랙탈 기하이론 교육 지도방안

그림 4에 제시된 프랙탈 도형은 알파벳 Y를 기본도형으로 하여 작성되었다. 이 도형 역시 완성된 프랙탈 도형과 기본 도형이 비슷하도록 설계 되었다.

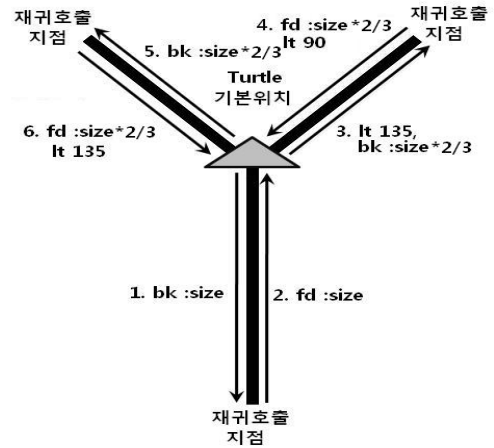


(그림 4) 개발된 LOGO의 Y자형 프랙탈 도형구조 화면

LOGO 터틀은 로고의 중심부분에서 시작하여 아랫부분, 오른쪽부분, 왼쪽부분을 순서로 도형을 그리게 되는데, 각 직선의 끝부분에서 재귀호출을 하게 된다.

3.5 Y자형 프랙탈 프로시저 및 알고리즘 분석

'logoy' 프로시저 또한 기초적인 명령어만을 사용하여 초등학생이 이해하기 쉽도록 구성하였다.

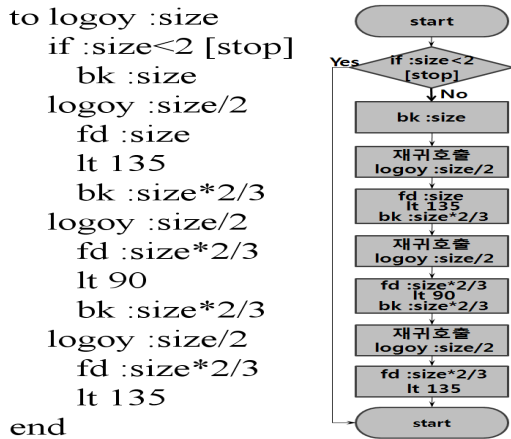


(그림 5) Y자형 프랙탈 기본 도형

'logoy' 프로시저는 'logot' 프로시저와 유사하게 기초적인 명령어와 세 번의 재귀호출을 사용하고 있다. 따라서 본 프랙탈 학습을 통하여 기본명령어와 재귀호출을 반복 학습할 수 있다.

size 인자와 함께 프로시저를 호출하면, 먼저 입력받은 size 인자가 2보다 작은지 확인한다. 2보다 크게 되면 다음 명령어로 넘어가게 되어 size 만큼 터틀이 뒤로 이동하게 된다. 그런 후, 재귀호출을 시행하게 된다. 재귀호출로 인하여 본 프로시저는 if문의 stop 조건에 부합할 때까지

반복적으로 size가 2/3크기로 줄어들면서 'bk :size' 명령을 수행하게 된다. 만약 size의 크기가 여러 차례의 재귀호출 후, 2보다 작아지게 되면 시행이 멈추게 되고, 2보다 작아지기 직전의 변수의 크기로 첫 번째 재귀호출 다음의 명령을 수행하게 된다. 이런 식으로 명령이 수행되면 결국은 알파벳 Y자형 프랙탈의 아랫부분을 먼저 완성한 후, 오른쪽, 왼쪽 부분을 차례로 만들어져 프랙탈이 완성된다.



(그림 6) Y자형 프랙탈 프로시저 구조 및 알고리즘 순서도

3.6 관련 LOGO 프로그래밍 명령어

<표 2> 적용된 LOGO 명령어와 사용예시

	명령문	사용 예	설명
기본	fd	fd 100	앞으로 100픽셀 이동
	bk	bk 100	뒤로 100픽셀 이동
	rt	rt 90	오른쪽 90도 회전
	lt	lt 90	왼쪽 90도 회전
조건	if	if :size<2 [stop]	size 인자가 2보다 작으면 프로시저 종료
재귀호출	프로시저 이름	logot :size/2 logoy :size*2/3	자기 자신을 호출

- 1) fd 이동할 거리 (= forward 이동할 거리)
fd는 터틀이 앞으로 이동하도록 한다. 이때 이동하는 거리는 fd 다음에 오는 수에 의해서 결정되며, 그 수만큼의 픽셀에 해당하는 길이를 이동한다.
- 2) rt, lt 변경할 각도 (= right, left 변경할 각도)
rt는 right, lt는 left의 약자로서 rt는 터틀의 전방을 중심으로 오른쪽으로, lt는 왼쪽으로 각도만큼 회전한다.
- 3) if 식 [명령리스트]
if문은 조건문의 일종으로 '식'이 True이면 '명령 리스트'를 실행하고, false면 '명령 리스트'를 실행하지 않는다.
- 4) 프로시저(Procedure)
임의의 동작을 하도록 만들어진 기능을 의미하며 프로시저를 만드는 것을 '프로시저 정의'라 하고 프로시저가 실행되도록 명령하는 문장을 '프로시저 호출'이라 한다.
- 5) 재귀호출 (Recursive Call)
임의의 프로시저에서 자기 자신을 다시 호출하는 것을

재귀호출이라 한다. 재귀호출은 종료 조건이 없으면 실행이 종료되지 않고 계속해서 프로시저를 호출한다. 따라서 재귀호출을 포함한 프로시저는 반드시 종료 조건이 설정되어 있어야 한다.

4. 결론 및 향후과제

프로그래밍에서 중요한 것은 결과가 아니라 프로그래밍 과정이다. 결과와 상관없이 프로그래밍 과정에서 학습자는 다양한 지적 활동을 하게 되고, 이 과정에서 문제해결력과 논리적 사고력이 증진된다. 이런 프로그래밍의 장점은 아동에게도 적용될 수 있으므로 초등학교에서의 프로그래밍 학습은 매우 중요하다.

이러한 초등학교 프로그래밍 학습 지도와 관련하여 LOGO와 프랙탈의 활용은 충분히 좋은 효과를 발휘할 수 있다. LOGO와 프랙탈 이론을 함께 지도함으로써 규칙성, 반복성, 유사성, 닮음 등 수학적 개념을 쉽게 이해하는 것이 가능하다. 이를 활용하여 초등학교 수학과 교육과정에서 반드시 학습해야 할 도형, 측정, 규칙성과 문제 해결 영역과 연계하여 지도하면 좋은 효과를 얻을 수 있다. 따라서 LOGO 프로그램과 프랙탈을 초등학교 교육에 활용하여 초등학교의 프로그래밍에 대한 흥미를 고취시키고 문제해결력, 논리적 사고력, 창의력을 발달시켜야 한다.

참고문헌

- [1] 김종훈, "생각을 키우는 LOGO프로그래밍", 2010.
- [2] 박남제, "정보영재 교육과정", 2010학년도 교원정보화 역량강화연수교재, 제주국제교육정보원, 2010.
- [3] 교육과학기술부, "2007 개정 초등학교 교육과정 해설서", 2008.
- [4] 교육과학기술부, "초등학교 수학 교사용 지도서", 2011.
- [5] 이경화, 김갑수, "초등학생을 위한 로고 프로그래밍 지도 방안", 한국정보교육학회논문집, 2003.
- [6] 김길현, 김갑수, "LOGO 프로그래밍을 이용한 초등학교 수학 규칙성의 학습효과 연구", 한국정보교육학회 학술발표논문집, 11권 1호, pp.115-120, 2006.
- [7] 류희찬, 신혜진, "LOGO 프로그래밍을 통한 초등학교 6학년 아동의 변수개념 이해", 대한수학교육학회지 수학교육학연구, 제10권 제1호, pp.85-102, 2000.
- [8] 류희찬, 장인옥, "LOGO를 이용한 프로젝트 학습에서 나타난 초등 수학영재 학생들의 전략적 사고", 대한수학교육학회지 수학교육학연구, 제20권 제4호, pp.459-476, 2010.
- [9] 황우형, "로고(LOGO) 언어의 중등수학교육 활용방안", 대한수학교육학회지, 제38권 제1호, pp.15-35, 1999.
- [10] 이점순, "LOGO프로그래밍 언어가 초등학생의 창의성 발달에 미치는 영향", 전주교육대학교, 교육대학원 석사학위논문, 2008.
- [11] 우재수, "체계적 설계 LOGO프로그래밍이 문제해결력과 학습만족도에 미치는 효과", 안동대학교대학원 석사학위논문, 2007.