

프로그래밍의 변수 개념 형성을 위한 MAL-LOGO 활용 방안

정명영*, 김갑수**

서울교육대학교대학원 초등컴퓨터교육전공

Teaching Strategies of the Concept of Variables Using MAL-LOGO Programming

Myung_Young Jung*, Kap-Su Kim**

Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education

요 약

고도의 지식기반사회에서는 사고력과 문제해결력을 길러주는 프로그래밍 교육이 필요하며 이를 초등학교 교육과정부터 도입해야 한다는 여러 연구들이 있었다. 본 연구에서는 그러한 프로그래밍의 기초능력을 배양하기 위하여 프로그래밍 변수 개념 형성을 위한 효과적인 학습 모형을 구안하고자 하였다. 구체적 조작활동을 통해 인지를 형성하는 초등학교 아동들에게 LOGO 프로그래밍 활동이 적합하다는 선행연구를 토대로, 영어에 미숙한 아동들을 고려하여 MAL-LOGO 환경을 선택하였으며, 프로그래밍 학습요소 중 변수 개념 형성을 위한 학습요소를 추출하고, 교수-학습 프로그램을 계획하였다. 인지적 모니터링 전략(cognitive monitoring strategy)을 발달시킬 수 있는 안내된 발견식 교수법(guided instruction teaching method)을 기반으로 교수-학습 모형을 구안 적용한 후, 사전 사후 평가를 통해 그 효과를 검증하였다.

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

급격하게 고도화되는 지식기반사회에서, 당면하는 문제들을 능동적으로 해결하기 위해서는 논리적 사고력과 문제해결력을 길러주는 프로그래밍 교육이 필요하며, 초등학교 교육과정부터 이를 도입해야 한다는 주장은 여러 연구들에 의해 강조되어 왔다.[1][2]

컴퓨터가 단순히 정보를 제공해 주는 것만이 아닌 '함께 사고하는 대상'으로서 다루어져야 한다는 생각에서 개발된 LOGO는 프로그래밍 교육의 필요성과 함께 초등학교의 프로그래밍 기초 소양을 닦는 교육용 프로그래밍 언어로 활용되었다. 로고 언어의 기본 구조가 다른 고급 언어와 유사하여 프로그래밍 개념을 습득하

는데 좋은 훈련이 되기 때문이다.

특히, Piaget의 인지발달 이론의 구체적 조작기에 해당하는 초등학생들에게 있어, LOGO 프로그래밍에서는 그림을 그리는 간단한 절차에서부터 변수를 사용하게 되므로 프로그래밍의 변수 개념을 쉽게 도입할 수 있으며, 변수의 활용이 역동적이어서 학습동기를 유발할 수 있다.[3]

실제로 LOGO는 프로그래밍 과정을 통해 프로그래밍의 변수 개념과 비슷한 수학적 변수 개념을 익히기 적합한 대표적인 프로그램으로 인정받고 있으며, 다양한 수학적 변수 개념을 학습할 수 있는 풍부한 환경을 제공한다. 많은 연구결과들이 있다. (Hoyle & Noss, 1993; Tall, 1994; Clements & Sarama, 1997, 오혜정, 1997; 신혜진, 2001; 등)

그러나 LOGO의 이러한 교육적 잠재력에

비해 교육현장에서의 활용은 미미하다고 볼 수 있다. 이는 실제 현장에 적용할 수 있는 다양한 학습모형에 관한 제시가 부족했던 것도 한 원인이라고 본다. 따라서 본 연구에서는 지금까지의 여러 선행연구 결과를 토대로 변수개념 형성 지도를 위한 교수-학습 모형을 구안 제시하고자 한다.

1.2 연구의 내용

본 연구의 내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, MAL-LOGO 프로그래밍에서 변수가 사용되는 범주를 기준으로 학습요소를 추출하여 학습지도 프로그램을 계획한다.

둘째, 영어에 미숙한 아동들을 고려하여 한글 MAL-LOGO를 활용하여, 프로그래밍의 안내된 발견식 교수법을 기반으로 교수-학습 모형을 구안한다.

셋째, 개발한 교수-학습지도안을 6학년 실제 수업에 적용한 후, 사전 사후 평가를 통해 변수 개념 형성 여부를 측정한다.

넷째, 수학 성적이 중간 이상인 6학년 아동들을 20명 선발하여 수업을 적용한다.

2. 본론

2.1 이론적 배경

2.1.1 LOGO의 특징

1960년 후반에 Papert와 그의 동료들이 개발한 LOGO 프로그래밍 언어는 어린이들에게 컴퓨터 프로그래밍을 가르치기 위해 피아제의 인지이론과 인공지능이론에 기초하여 개발되었다. Papert는 프로그래밍이 논리적 사고와 직결된다고 판단하여 어린 학생들도 프로그래밍교육을 받도록 권장하여, 컴퓨터라는 기계를 '생각'하게 하는 기계로 인식하도록 도왔다.[4]

교육용으로서 로고는 배우기 쉽고(friendly) 확장이 용이하며(extensible), 즉각적인 피드백이 주어질 뿐 아니라 (forgiving), 고등수학을 배우는 학생부터 유치원생 까지 유용하고 (flexible), 복잡한 프로그램을 만드는데 필요

한 모든 도구를 제공하는 (powerful) 특성을 갖고 있다. [5]

2.1.2 MAL-LOGO와 기본 명령어

교육용 프로그래밍 언어인 MAL은 1989년 조한혁 교수가 Basic언어에 LOGO를 그래픽 기능을 접목시키고 파스칼의 구조화를 더해서 만든 교육용 프로그래밍 언어이다.

MAL-LOGO는 한글로 표현되어 이해하기 쉽고, 문법이 논리적이며, 인터넷 기반으로 개발되어 언제 어디서든지 손쉽게 학습할 수 있다. (<http://web.edunet4u.net/~javaMATH>)

MAL-LOGO 기본 명령어는 <표1>과 같다.

<표1> MAL-LOGO 명령어

| 구분 | 명령어 | 사용 예 | 설명 |
|----|-----|---|--------------------------------|
| 기본 | cls | cls; | 화면 청소 |
| | 가자 | 가자 30; 가자 -30; | 앞 30칸 이동 뒤 30칸 이동 |
| | 돌자 | 돌자 60; 돌자 -60; | 왼쪽 60도 회전 오른쪽 60도 회전 |
| | 찍자 | 찍자 30,40; | 좌표 30, 40에 점 |
| | 거북 | 거북 red; 거북 30,40; | 빨간색으로 표시됨 좌표 30,40으로 이동 |
| 함수 | 함수 | 함수 t(x):반복 3(가자 x; 돌자 360/x); 함수끝 | 변의 길이(x)를 변수로 한 삼각형을 그리기 위한 함수 |

2.1.3 LOGO 프로그래밍의 교수학습방법 탐색

LOGO 프로그래밍의 창시자인 Papert는 "learning without curriculum", "learning without teaching"을 주장했다[6]. 인공적으로 조작된 LOGO의 가상세계(micro world)에서 발견적 학습방법을 통해 사고력과 문제해결력을 기른다는 것이다. 그러나 조미옥(1991)은 로고의 교육철학에도 불구하고 실제의 실험연구들은 발견학습의-효율성을 충분히 뒷받침하지 못하고 있으며, 인지적 모니터링 전략의 발달을 위해 개발된 안내적 교수법을 통해 프로그래밍의 기술습득과 고등정신 기능 신장의 두 가지 효과를 꾀할 수 있다고 했다.[7] 인지적 모니터링이란, 학습자가 문제를 해결하는

동안 진행되고 있는 자신의 인지적 과정 (cognitive process)을 의식적으로 관찰, 통제하고 평가하는 것으로 주요 요소는 문제의 인식, 결과에 대한 예측, 문제 해결 방법의 모색, 계획의 수행, 나타난 결과에 대한 평가 및 수정 등을 들 수 있다.

백영균(1994)은 로고 학습 목적을 단지 프로그래밍 언어의 사용규칙을 아는 데 두는 것이 아니라 문제해결력 등 사고력을 신장시키는 데 둔다면, 학습자들이 스스로 그들의 학습활동을 통제하고 능동적으로 문제를 해결할 수 있는 환경을 조성해 주어야 한다고 했다. 또한 교사는 프로그래밍 과정 즉 문제해결과정을 중시하고 각 과정에 필요한 인지적 요구사항을 토론이나 소크라테스식 질문을 통하여 반드시 거치도록 안내하는 안내된 발견식 교수법 (guided discovery teaching method)을 적용해야 한다고 했다.[8]

Mayer, Richard E.(2004)도, 명료하게 구체화된 학습목표와 학습자의 인지 과정을 안내하는 안내된 발견식 교수법이 순수한 발견학습 보다 학습과 전이에 있어 더 효과적이라고 했다.[9]

김미량(2002)은, 효과적인 프로그래밍 교수를 위해서는 교수활동 전개의 각 과정에서 유용한 방법론이 상황에 따라 융통성 있게 적용되어야 하되, 과정적 형성적 평가의 개념을 도입하여 수업의 전 과정을 모니터링 하고 각 과정별 결과물이 누적되어 최종 프로젝트로 연결되는 방법이 프로그래밍 교수방법 개선에 가장 권장할 만한 접근방법이라고 했다.[10]

2.1.4 프로그래밍의 변수 개념

프로그래밍에서의 변수는 컴퓨터 기억장소의 셀이나 셀들의 모임에 대한 추상화이다. 프로그래머는 흔히 변수를 기억장소 주소에 대한 이름으로 생각하지만, 변수에는 단순한 이름 이상의 무엇인가가 있다. 기계어로부터 어셈블리어로의 아동은 주로 절대적 수치 기억장소 주소를 이름으로 대체하는 것이었으며, 프로그램은 더욱 더 읽기 쉽고, 작성하고 유지하는

것이 쉬워졌다. 변수는 이름, 주소, 값, 타입, 존속기간, 영역의 6가지 속성들로 특징지어질 수 있으며 이는 변수의 다양한 면을 설명할 수 있는 가장 명확한 방법을 제공한다.[11]

2.2 변수 개념 지도를 위한 프로그램 계획

2.2.1 안내된 발견식 수업 모형의 구안

수업모형은 다음과 같은 원칙을 담았다.

첫째, 안내된 발견식 교수법을 이론적 토대로 하여 Polya의 문제해결 사고전략을 강화한다.

둘째, 수업시작 전·후로 변수 개념 형성 여부를 교사 뿐 아니라 아동 스스로 인지할 수 있도록 간단한 평가를 실시한다..

셋째, 학습을 통해 형성된 개념을 자유롭게 정리하여 쓰게 한 후, 후속 학습의 준비단계에서 프리젠테이션을 통해 함께 보면서 오개념을 수정하거나 개념을 재정립하는 시간을 갖는다. 구체적인 지도단계와 수업 절차는 다음과 같다.

<표2> 안내된 발견식 수업 모형안

| 단계 | 주요 활동 | 교수-학습 내용 |
|----------|--------------|---|
| 준비 | 전시 학습 상기 | · 전 시간의 활동결과지를 프리젠테이션을 통해 살펴보고 오개념 수정 및 개념 재정립하기 |
| 문제 이해 | 구체적 행동 | · 주어진 문제에 대한 문제의식 · 거북이와 동일시하여 행동하기 |
| | 행동의 토론 | · 자신의 행동에 대한 이야기 · 교사의 소크라테스식 발문 |
| 계획 수립 | 행동의 표현 | · 토론내용을 활동지에 표현 · 복잡한 문제를 통제 가능한 문제로 분석, 연계, 조직, 종합 |
| 계획 실행 | 프로그래밍 | · 표현결과 LOGO명령어로 전환 |
| | 실 행 | · 작성된 명령어 컴퓨터로 실행 |
| 반성 | 오류확인 및 수정 | · 의도한 목표와 결과 비교하고 차이점 말하기 · 오류 확인 및 수정 · 결과의 재 관찰 |
| | 확장 및 일반화 | · 다른 해결방안 탐색 · 개념, 법칙 및 원리의 발견 · 다른 영역의 문제에 적용하기 |
| 의식 화 | 개념정리 | · 정립된 개념을 글로 써 보기 · 자유롭게 표현하도록 유도 |

2.2.2 LOGO 프로그래밍의 학습 내용

인지적 모니터링 전략 발달을 위한 안내적 교수법을 적용한 로고 프로그래밍의 단원별 학습내용은 <표3>과 같다.

<표3> 로고 프로그래밍의 학습 내용

| 단원 | 학습 내용 |
|----|---|
| 1 | · 로고 프로그래밍과 인지전략 소개 - 로고의 철학적 배경, 인지적 모니터링에 대한 소개 및 기본 명령어 익히기 |
| 2 | · 로고 절차의 소개 - 상위 절차와 하위 절차 구성 개념 소개 - 주어진 복잡한 정보를 쉽게 관리할 수 있는 여러 개의 하위 부분으로 나누기 |
| 3 | · 로고의 원점 여행 법칙 - 다각형의 각도, 거북이의 움직이는 방향, 거리값 익히기, 다각형을 그리기 위해 거북이가 출발점으로 되돌아오는 법칙 |
| 4 | · 변수의 소개 - 변수의 사용이 구체적이고 다양한 문제들 속에서 일반적이고 공통적인 해결점을 추구하는데 용이함 알기 |
| 5 | · 로고의 순환법칙(recursion) - 프로그래밍에서 순환이 갖는 이점 및 활용방법 소개, |

2.2.3 LOGO 프로그래밍에서의 변수의 사용

학습자들이 프로그래밍 과정에서 변수를 사용하는 경우는 첫째, 변수의 이름 정하기, 할당하기, 입력에 따른 변수의 의미 구축하기, 변수 조작하기 등을 하고, 둘째는 프로그램 실행 시에 반복, 조건, 재귀 절차를 통해 변수 값을 통제하는 것이다. 이런 활동은 프로그래밍 활동 상황에서 변수개념을 자연스럽게 획득할 수 있도록 의도적인 학습지도가 필요하며, 특히 도형의 크기나 모양을 변화시키는 그래픽을 통해 변수를 도입하는 것이 효과적이다.

Sutherland(1987)는 학습자들이 변수를 사용하는 상황을 분석하여 다음의 범주로 나누었다.[12]

- ① 한 절차에 하나의 변수 사용하기
- ② 비례요소로서의 변수 사용
- ③ 한 절차에 하나 이상 변수 사용하기
- ④ 한 절차 내에서 변수 연산하기
- ⑤ 함수를 정의하기 위한 변수 사용하기
- ⑥ 상위 절차를 정의하기 위한 변수 사용
- ⑦ 재귀 절차를 정의하기 위한 변수 사용

2.2.4 변수 개념 형성을 위한 교수-학습 계획


<표3>의 LOGO 프로그래밍 학습내용 중에서 변수 개념과 관련하여 Sutherland의 7가지 변수 사용 예가 포함될 수 있도록 <표4>과 같이 교수-학습 계획을 세웠다. 차시별 활동내용은 누적되어 마지막 차시에 변수 한 개를 사용한 함수를 이용하여 크고 작은 집들을 그리게 하여 하나의 작은 프로젝트를 완성하도록 하였다.


<표4> 변수 개념 형성을 위한 교수-학습 계획

| 차시 | 활동내용 | 변수사용범주 |
|----|---|---------|
| 1 | · 내 맘대로 늘리는 다각형 - 변수의 선언, 값 할당, 값 조작하기 | ①②④ |
| 2 | · 알록달록 불꽃놀이 - 하나의 식에 하나 이상의 변수 사용하기 | ①②③④⑥⑦ |
| 3 | · 고무줄 직사각형 - 연산자와 함께 사용하기 | ①②③④⑥⑦ |
| 4 | · 마법의 함수 - 크고 작은 예쁜 집짓기 | ①②③④⑤⑥⑦ |

2.2.5 MAL-LOGO 활용 수업모형 예시

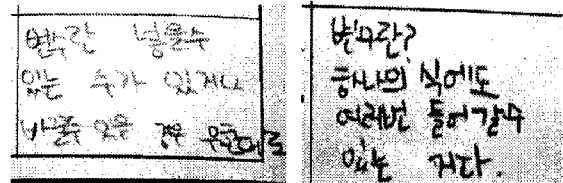
<표5> MAL-LOGO 활용 학습지도안 예시

| 주제 | 알록달록 불꽃놀이 | 차시 | 2/4 |
|-------|--|----|-----|
| 학습 목표 | · 하나 이상의 변수를 사용해서 알록달록한 불꽃놀이를 만들 수 있다. | | |
| 준비 | <input type="checkbox"/> 전시 학습상기 · '변수란 ~이다'라고 표현한 다른 사람의 학습결과지를 보면서 질문 주고받기 | | |
| 문제 이해 | <input type="checkbox"/> 문제의식: 선 하나에 2가지 색을 지닌 불꽃모양을 그려보자.  · 내가 거북이라면 이런 모양을 만들기 위해 어떻게 행동할까? · 계속 반복되는 행동, 반복 횟수, 필요한 변수의 개수 등을 분석해 보기 | | |
| 계획 수립 | <input type="checkbox"/> 행동의 표현 · 짝과 함께 거북이처럼 행동해 보고 분석한 내용을 활동지에 차례대로 적어보기 | | |
| 계획 실행 | <input type="checkbox"/> 프로그래밍 · 절차적으로 연계된 표현 결과를 LOGO 명령어로 전환해서 컴퓨터에 입력하기 <input type="checkbox"/> 실행 · 작성된 명령어 컴퓨터로 실행 | | |

| | |
|-----|---|
| 반성 | <input type="checkbox"/> 오류확인 및 수정  · 옆의 도형처럼 나왔다면 왜 그럴까? 어떤 과정이 잘못되었을까? - 거북이의 출발점으로의 반복 이동이 빠짐 · 불꽃 길이의 조정이나 색깔을 바꿀 수 없다면 왜 그럴까? 확인하고 수정하기 |
| | <input type="checkbox"/> 결과의 재 관찰 <input type="checkbox"/> 확장 및 일반화 · 오른쪽 모양처럼 막대의 색깔을 여러 가지로 크고 작은 불꽃을 만들어 보자. |
| 의식화 | <input type="checkbox"/> 개념정리 : 결과지에 알게 된 점 정리 · 하나의 식에 몇 개의 변수를 사용할 수 있을까? · 이번 시간에 새로 알게 된 변수에 대한 생각을 자유롭게 글로 써보기 |

수업 후 결과지를 보니 5명의 아동이 '여러 개'를 사용할 수 있다고 했으며 나머지 15명의 아동들은 '무한'으로 사용할 수 있다고 답했다. 후속 차시 수업 전에 컴퓨터 용량의 한계와 많은 수의 변수를 사용할 때의 불편함에 대해서 생각하게 하고 무한으로 사용할 수 없음에 대해 토론하였다.

<그림2> 2차시 아동 결과지



3. 수업 모형 적용 결과 및 향후과제

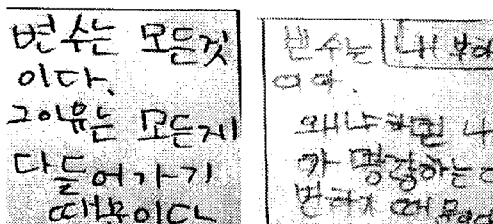
3.1 변수개념 도입 수업결과

<표6> 1차시 변수개념 도입 수업 결과 분석표

| 공부하기 전 | | 공부를 마치고 | | |
|-----------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|--------|
| ③또는 ④만 선택 | ①②③④⑤ 모두 선택한 아동 | ③④⑤만 선택한 아동 | ①②③④⑤ 모두 선택한 아동 | 기 타 |
| 14명 | 5 | 5명 | 14명 | 1명 |

20명 중 대부분의 아동들이 수업을 통해 다양한 문자를 변수를 선언하고, 값을 할당할 수 있었으며, ③④⑤번만이 같은 의미라고 선택한 아동들은 ☆,○가 컴퓨터에서는 변수로서 쓰일 수 없기에 그렇게 선택하였다고 하였다. 결과지에도 변수개념 형성이 잘 되었음을 나타냈다.

<그림1> 1차시 아동 결과지

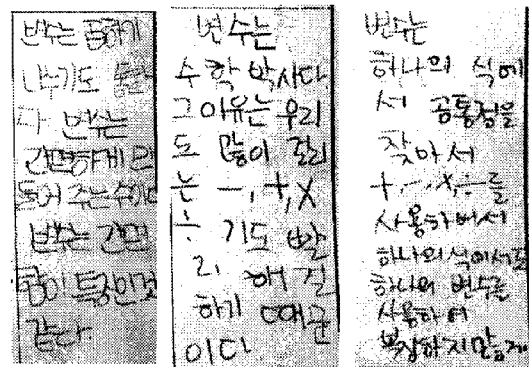


3.2 하나의 식에 하나 이상 변수 사용하기

3.3 연산자와 함께 변수 조작하기

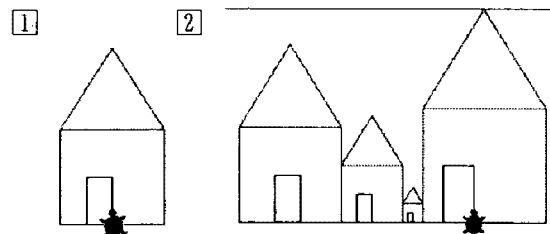
한 개의 변수를 사용하여 직사각형을 만드는 문제에 대해 15명(75%)의 아동이 절차에 맞게 완성할 수 있었다.

<그림3> 3차시 아동 결과지



3.4 함수를 정의하기 위해 변수 사용하기

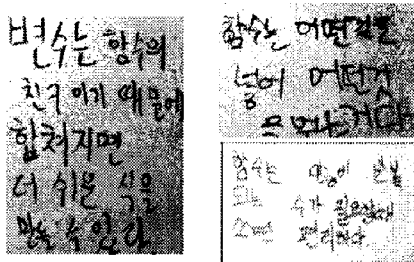
<그림4> 함수를 이용한 집 그리기



다각형(삼각형, 정사각형, 직사각형)을 각각 함수로 정의한 후 호출하여 ①번 그림을 그리고, 그것을 응용하여 ②번처럼 여러 채를 창의적으로 그리게 하였다. ①번은 15명의 아동들이 혼자 또는 동료와 함께 의논하여 완성하였으나 ②번은 문을 그릴 때 거북이의 위치를

이동하는 것을 어려워하여 2명만이 혼자 힘으로 그럴 수 있었고, 나머지는 교사와 토론하여 여러 번의 오류 수정 끝에 완성할 수 있었다.

<그림5> 4차시 아동 결과지



4. 결론 및 향후 과제

수업 모형을 구안 적용한 결과 및 향후 과제를 정리하여 보면,

첫째, MAL-LOGO는 쉬운 한글 명령어로 되어 있어, 영문 타자나 명령어 사용 능력 차이에서 오는 장애 없이 개념형성 수업에 효과적으로 활용할 수 있었다.

둘째, 변수를 도입하는 학습을 했어도 아동들은 후속 차시에서 변수 없이 과제를 해결하려는 경향이 있었다. 이것은 의도적인 교수 안내의 필요성을 말해 주는 결과이다.

셋째, 정리단계에서 아동들이 자신의 언어로 개념을 정리하게 하고, 여럿이 결과지를 보고 의견을 나누는 것은 개념을 명료화하고 의식화하는데 도움을 주었다.

넷째, 변수 개념 형성을 위한 수업과정은 웹상에 변수개념 형성을 위한 시스템 구현의 알고리즘으로 활용할 수 있을 것이다.

넷째, 도형 그래픽 뿐 아니라 대수적인 프로그래밍의 결과도 시각화할 수 있는 더 많은 MAL-LOGO의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 변수 개념 중에서 변수의 자료형과 변수가 하드웨어의 기억공간에 위치하면서 해당 위치의 주소를 가진다는 개념, 변수의 유효 범위와 기간 등을 지도하지 못했었던 이는 향후 과제로 남았다.

또한, 수학 성적이 중위권 이상인 6학년 아동들을 각 반에서 선발하여 지도했기 때문에 학습에 대한 흥미와 집중도가 높아 학습결과가

의도했던 것 이상으로 나온 면도 있다. 다인수 학습의 개인차가 심한 일반 학습에도 적용하여 일반화 가능성을 검토해 보아야 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] 김혜경, "초·중등학교 컴퓨터 교육과정 모형 개발", 한국외국어대학교대학원, 2004
- [2] <http://javamath.snu.ac.kr/teacher/logo.hwp>
- [3] 신혜진, "LOGO 프로그래밍을 통한 6학년 아동의 변수개념 이해에 관한 사례 연구", 한국교원대학교 대학원, 2000
- [4] 이옥화 외 14인 공저(2005), "컴퓨터 교육 4·U", 서울: 교육과학사,
- [5] <http://www.crews.org/curriculum/ex/compsci/7thgrade/whylogo/whylogo.htm>
- [6] Papert. S., "Mindstorms: Children and Computers and Powerful ideas", New York: Basic Books, Inc, 1980
- [7] 조미옥, "LOGO 프로그래밍의 안내적 교수법을 통한 인지적 모니터링 전략의 발달", 교육공학연구 제 7권, 제 1호, pp163-164, 1991
- [8] 백영균, 우인상, "LOGO 프로그래밍의 수업방법이 문제해결력에 미치는 효과에 관한 연구", 교육공학 연구 제 9권, 제1호, p86, 1994
- [9] Mayer, Richard E. "Should there be a three strikes rule against pure discovery learning?", American Psychologist, Vol. 59, No. 1, pp14-19, 2004
- [10] 김미량, "컴퓨터 프로그래밍 교육에 적용 가능한 효과적 교수방법의 탐색적 대안", 한국컴퓨터교육학회 제 5권, 제 3호, 2002
- [11] Robert W. Sebesta 著, 유원희·하상호 공역(2004), "프로그래밍 언어론(6/e)", 서울:홍릉과학출판사
- [12] Sutherland, R., "What are the links between variables in LOGO and variables in algebra?", Research en Didactique des Mathematics, Vol. 8, pp103-130, 1989
- [13] 김갑수, "구성주의 이론을 기반으로 컴퓨터 교육의 수업 모델에 관한 연구", 한국초등교육, pp393-413