

# 두리틀과 스킵 언어가 초등학생의 논리적 사고력 신장에 미치는 영향 비교

김영애\*, 이봉규\*\*, 김병순\*\*\*

## 요약

컴퓨터 프로그래밍 교육은 학생들의 논리적인 사고력과 문제해결 능력을 키워줄 수 있으므로 알고리즘적 사고를 증진시키기 위한 도구로서 필수적이다. 우리는 두리틀과 스킵 프로그래밍 언어가 초등학생의 논리적 사고력에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 이를 위해 초등학교 6학년 두 개 반을 대상으로 6주 동안 각 실험집단에 두리틀과 스킵 프로그래밍 교육을 실시하고 초등학생의 논리적 사고력과 그 하위논리를 비교·분석하였다. 그 결과 두리틀은 논리적 사고력 신장을 보였으나 스킵은 유의미한 차이가 없었다.

## Comparison on How Much Dolittle and Squeak Languages Influence Improving Elementary Students' Logical Thinking Capability

Youngae Kim\*, Bongkyoo Lee\*\*, Byungsoon Kim\*\*\*

## Abstract

Computer programming education can improve students' logical thinking and problem-solving ability. Therefore, it is essential tool to improve algorithmic thinking ability. We study how much Dolittle and Squeak influences improving elementary students' logical thinking ability. Thus, we divided 6th grade elementary students into two classes and then taught Dorittle and Squeak programming languages for 6 weeks, respectively. We compare and analyze each logical thinking ability and its sub-classifications. The results showed that Dorrittle affects significant improvement, but not Squeak.

Keywords : Logical thinking capability, Dolittle, Squeak

## 1. 서론

현대는 첨단 정보통신 기술을 기반으로 하여 시공을 초월한 정보의 교류, 새로운 지식의 신속한 창출과 확산, 지식과 성과의 연계 강조를 특징으로 하는 지식정보사회이다. 이러한 사회에서는 정보처리의 기본 원리와 올바른 정보 활용 지식을 습득하고 자신의 생각을 다양한 형태의 정보로 표현하며 실생활에서 일어나는 문제를 창의적이고 능동적인 방법으로 해결할 수 있는 능력과

태도를 기르는 것을 요구한다.

제7차 교육과정은 이러한 시대적 변화를 반영하여 창의력, 비판적 사고력, 문제해결력, 종합적 정보 분석 능력 등을 함양하는 것을 목표로 하고, 컴퓨터 교육도 '정보소양능력'과 '문제해결능력'을 배양하여 미래사회를 선도할 수 있는 능력을 키우는 것을 기본방향으로 제시한다. 하지만 중·고등학교 컴퓨터교과와 내용 체계는 상업용 소프트웨어 사용방법을 익히는 컴퓨터 기능교육 중심이며, 초등학교 또한 5, 6학년의 실과 과목에 한 단원으로 편제되어 교육 내용이 미비하다[1].

ACM(Association for Computing Machinery)에서는 K-12(유아부터 우리나라 초등 6년, 중등 3년, 고등 3년에 해당)를 위한 컴퓨터과학 교육과정을 구성하여 보고하고 있는데 초·중등 각 학

※ 제일저자(First Author) : 김영애  
접수일:2009년 03월 09일, 완료일:2009년 6월 10일  
\* 안동대학교 교육대학원 컴퓨터교육과  
\*\* 제주대학교 전산통계학과  
\*\*\* 안동대학교 정보과학교육과(교신저자)  
bsgim@andong.ac.kr

년을 4단계로 나누어 각 과정에 필요한 교육과정이 자세히 소개되고 있다[2]. 이 권고안에 따르면 알고리즘, 컴퓨터 구조, 운영체제 등의 컴퓨터과학 과목과 프로그래밍 언어 과목이 중요함을 알 수 있다. 특히, 컴퓨터 프로그래밍 교육은 학생들의 논리적인 사고력과 문제해결 능력을 키워줄 수 있으므로 알고리즘적 사고를 증진시키기 위한 도구로서 필수적이다. 그러나 일반적 프로그래밍 언어 학습은 컴퓨터과학의 전문가 양성 과정에 있는 학습자들에게도 매우 어려운 학습 주제이며, 실제 교육의 적용 부분에 있어서도 학생의 흥미도와 학업 성취도가 떨어지고 차후 학습으로의 연계성이 상당히 부족하다. 따라서 많은 컴퓨터과학 전문가들이 효율적인 프로그래밍 학습에 대해 다양한 연구를 하고 있고 특히 초·중등학교 학생들이 배우기 쉽고 사용하기 쉬운 교육용 프로그래밍 언어에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있다. 그 중에서도 Papert의 LOGO, Alan Kay의 스킵(Squeak), Kanemune의 두리틀(Dolittle) 등은 현재 폭넓게 보급된 대표적인 교육용 프로그래밍 언어이다[3].

우리는 초등학생의 프로그래밍 교육을 위한 언어로서 두리틀과 스킵을 비교분석하여 초등학생들의 논리적 사고력 향상에 효과적인 언어를 찾고자 한다. 이를 위해 초등학교 6학년 두 개 반을 대상으로 6주 동안 교육을 실시하고 논리적 사고력 향상 정도를 측정한다.

그러나 본 연구의 제한점으로는 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 경상북도 OO시 OO초등학교 6학년 두 개 반을 대상으로 한정하였으므로 일반화하기는 어렵다. 둘째, 연구 대상을 특정 도시의 학교로 선정하였기 때문에 지역에 따른 수준 차이가 날 수도 있다. 마지막으로 주 1회 총 6차시로 두리틀과 스킵 프로그래밍 수업을 진행하였기 때문에 본 연구 결과를 일반화하기에는 어려움이 있을 수 있다.

2장은 이론적 배경과 관련 선행 연구에 대해 기술하고, 3장은 연구 방법에 대해 기술한다. 실험 결과는 4장에서 기술하며 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 이론적 배경 및 선행연구

### 2.1. 이론적 배경

논리적 사고는 귀납적-연역적 추리와 관련되며, 보다 넓은 비판적 사고 속에 포함된다고 볼 수 있다[4]. 협의의 논리적 사고는 전통적인 논리학의 근간이 되는 사고로서, 논증에 있어 형식 논리에 중점을 두고 광의의 논리적 사고는 사고의 형식적 측면을 기초로 하여 사고 내용의 타당성 여부를 고려하는 비판적 측면이 추가되는 정신 능력으로 보았다[5].

논리적 사고력의 개념에 대한 학자들 간의 합의된 의견일치를 도출해 내기는 어렵지만, 논리적 사고력은 비판적 사고의 협의의 개념으로 추리능력을 의미하며, 비판적 사고는 어떤 주장이나 정보에 대한 타당한 가치를 판단하기 위해 객관적으로 분석하는 능력으로 논리적 사고의 포괄적인 개념으로 볼 수 있다. 결국, 논리적 사고력은 사건들 간의 관계, 모순 등 일련의 규칙을 타당성에 준거를 두고 사고하는 추리능력이라 말할 수 있다[6].

Piaget의 연구에 의하면 형식적 조작기에 도달한 학생은 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 확률논리, 조합논리의 사고가 가능하다. 그 하위 논리는 다음과 같다.

- 보존논리(Conservation logic) : 어떤 수, 길이, 물질, 면적, 부피 등은 그 순서나 형태를 바꾸어 여러 가지 방식으로 제시한다 하더라도 항상 변하지 않는다는 것을 아는 능력
- 비례논리(Proportion logic) : 어떤 두 비에 있어서 그 비(ratio)의 값이 같다는 논리를 바탕으로 비례와 관련된 규칙 혹은 관계들 간의 관계(relations between relations)
- 변인통제논리(Control of variable logic) : 상황의 모든 변인들을 인식하고 변인들의 역할에 관한 가설을 설정한 후, 그 가설을 검증하기 위해 체계적으로 변인들을 통제하여 결론을 도출해 내는 능력
- 확률논리(Probability logic) : 학습과정에 우연히 일어나는 사상들 중에서 어떤 사상이 일어날 확률을 계산할 수 있는 능력
- 상관논리(Correlation logic) : 두 개 변인 또는 현상사이에 어떤 상관적인 관계가 있을

것이라고 예상하는 능력

- 조합논리(Combination logic) : 문제를 해결해 나가는 과정에서 있을 수 있는 여러가지 경우를 중복하지 않고 빠짐없이 셀 수 있는 능력

두리틀은 2001년 일본의 Kanemune가 컴퓨터 교육을 위한 목적으로 개발한 객체지향형 교육용 프로그램 언어이다. 어린 학생들도 쉽게 이해할 수 있는 텍스트 기반의 교육용 프로그래밍 언어이며, 언어 설계에 있어 LOGO에서 거북 그래픽스(turtle graphics)의 아이디어와 인크리멘탈(incremental) 프로그래밍 방식, 즉각적인 피드백 등 많은 교육적 아이디어를 수용하였다[7]. 두리틀의 가장 큰 특징은 상속이나 클래스와 같은 고도의 추상적인 개념 이해가 필요치 않는 범위 내에서 객체지향 개념을 도입하고 있다는 것이다. 객체를 복사하여 사용함으로써 원래 객체의 성질을 계승하는 방식을 이용하고 있다.

1996년에 나타난 스크은 완벽한 객체지향 언어로써 일부에서는 스톱토크와 동일하게 취급하기도 한다. 그림판과 같이 직접 이미지를 그린 후 그것을 객체화하여 조작할 수 있고, 텍스트화된 형태로 코딩을 할 수 있다. 유아부터 고급 프로그래머까지 폭넓은 계층을 수용하고 있고, 현재 미국과 일본을 중심으로 과학과 수학, 컴퓨터과학 교육에 사용되고 있다. 객체지향형 프로그래밍 언어로써, 직접 코딩을 하지 않고 아이콘을 누르거나 조작하고 그림을 그리는 방식으로 비주얼하게 명령어들을 조합하여 프로그램을 작성한다 [8].

## 2.2. 선행 연구

권창미[9]는 두리틀을 활용한 프로그래밍 교육을 실시하고 중학교 2학년 학생을 대상으로 인지 발달 수준과 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보았는데 두리틀이 논리적 사고력에 영향을 주고, 비례논리와 조합논리에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

채유진[10]은 고급프로그래밍 언어와 동일한 수준에서 알고리즘과 데이터 구조 구현이 가능한 두리틀은 중·고등학교에서 적합하고, 저학년 중심의 기초적이고 간단한 함수의 알고리즘 교육에는 스크이 적합한 것으로 나타났다.

강혜진[11]은 초등학교 6학년들 대상으로 프로그래밍 기초능력을 통해 아동의 논리적 사고력 신장에 관해 분석한 결과 변인통제를 제외한 보존논리, 비례논리, 확률논리, 상관논리, 조합논리의 향상한 것으로 나타났다.

현혜경[12]은 LOGO 프로그래밍 수업이 논리적 사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 중학교 2학년 학생을 대상으로 수업한 결과 비례논리, 확률논리, 조합논리에 영향을 주었지만 인지양식에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

선행 연구 [9-12] 결과, LOGO는 한글을 지원하지 않지만 영문 어순을 따르고 있어 한글화로 인한 교육적 효과를 얻기에 부족한 단점이 있다. 그리고 두리틀은 텍스트 기반의 언어로서 중·고등학생들에게 효과적인 반면, 아이콘 명령어들을 조합하는 형태인 스크은 초등학교 학생들에게 효과적이라고 하였다. 우리는 초등학생들의 프로그래밍 교육에 사용할 수 있는 언어로서 두리틀과 스크 언어를 사용하여 논리적 사고력 향상에 미치는 영향을 비교분석하고자 한다.

## 3. 연구 내용 및 방법

논리적 사고력 향상에 미치는 영향을 분석하기 위해 논리적 사고력의 형성 정도와 논리적 사고력의 6가지 하위 논리를 측정한다. 이를 위해 연구는 먼저 사전검사를 실시하고 둘째는 두리틀과 스크 수업을 6 차시에 걸쳐 수업을 진행하였으며, 마지막으로 사후검사를 실시하였다.

연구 대상은 경상북도 안동시에 소재한 S초등학교의 형식적 조작기 입문 단계에 해당하는 논리적 사고력 형성이 필요한 초등학교 6학년을 대상으로 한다. 연구는 두 개의 실험집단으로 나누고 각각 두리틀과 스크 프로그래밍 언어를 학습하도록 한다. 실험 처치 전과 후에 인지발달수준과 논리적 사고력 검사를 실시하여 어떠한 차이가 있는지 알아본다. 실험 설계의 구체적 모형은 <표 1>와 같다.

<표 1> 연구절차 모형

집단구분	사전검사	실험처치	사후검사
실험집단A반	O1	X1	O2
실험집단B반	O1	X2	O2

O1 : 논리적 사고력 검사(사전검사)  
 O2 : 논리적 사고력 검사(사후검사)  
 X1 : 두리틀 X2 : 스킵

인지수준 측정도구는 미국 Georgia 대학의 Roadranka 등이 개발한 Group Assessment of Logical Thinking(GALT)로써 12문항으로 줄인 GALT 버전을 우리나라에서 번역한 “논리적 사고력 검사” 도구를 사용하였다.. 1번에서 10번까지는 답과 이유를 묻는 문제에 대한 답이 모두 맞을 때, 11번과 12번은 조합의 경우를 한 개까지 빠뜨린 경우만 정답으로 처리하여 채점된 전체 점수를 구하여 정답수가 4개 이하이면 구체적 조작기, 5~8개는 과도기, 9개 이상이면 형식적 조작기로 판정하였다. 강혜진[11]의 연구에서 논리 유형별 형성정도를 파악하기 위하여 GALT 개발자들이 제안한대로, 각 논리의 형성정도는 GALT를 이루고 있는 논리유형을 기준으로 각각을 형성(3점 부여), 과도기(2점 부여), 미형성(1점 부여)의 세 단계로 나누었다.

두 개의 실험집단을 대상으로 위의 검사지를 사용하여 사전에 검사를 실시하였다. 그리고 수업내용은 각 실험집단에 동일하게 적용하여 프로그램의 특성에 맞도록 수업하였고 또 논리적 사고력을 향상시킬 수 있도록 <표 2>와 같이 수업을 설계하여 실험집단 A반에 두리틀 프로그래밍을, 실험집단 B반에 스킵 프로그래밍 수업을 6주 동안 실시하였다.

<표 2> 프로그래밍 지도계획

차시	학습내용
1차시	- 프로그래밍의 개념 파악 - 기본적인 두리틀 명령어
2차시	- 터틀 그래픽 도형 그리기 - 분리된 도형 그리기
3차시	- 객체 탄생의 방법 - 지정 좌표에 도형 생성하기
4차시	- 새로운 명령어 만들기 - 변수 지정하기 - 생성된 객체의 메소드를 통한 조작하기
5차시	- 도형객체 생성하고 색칠하기 - 조건에 따른 판단 명령하기
6차시	- 타이머 객체 생성하여 동작하기 - 종합과제

사후검사는 사전검사와 동일한 검사지를 사용하여 검사를 하였다.

## 4. 연구 결과

본 연구에서 사용된 통계적 분석 도구로는 SPSS 12.0k for Windows와 Microsoft Office Excel 2003이 사용되었으며, 자료 분석을 위한 통계적 방법으로는 집단별 교차분석과 대응표본 T 검정을 사용하였다.

### 4.1. 논리적 사고력 형성 정도

<표 3> 두리틀 로그래밍 실험집단의 논리적 사고력 검사 대응 비교

실험집단	인원	평균	표준편차	t-값	p-값
사전	27	1.22	.424	-2.280	.031
사후	27	1.44	.506		

\*p<.05

논리적 사고력 형성정도는 <표 3>과 같이 두리틀 프로그래밍을 학습한 실험집단의 논리적 사고력 사전 검사 평균이 1.22, 사후 검사 평균이 1.44로 0.22 향상된 것으로 나타났다. t검정한 결과, 유의수준 (.05)에서 유의확률 .031으로 두리틀 프로그래밍을 학습한 실험집단은 논리적 사고력이 향상되었다고 할 수 있다.

<표 4> 스킵 프로그래밍 실험집단의 논리적 사고력 검사 대응 비교

실험집단	인원	평균	표준편차	t-값	p-값
사전	26	1.27	.452	-1.806	.083
사후	26	1.38	.637		

\* p<.05

<표 4>와 같이 스킵 프로그래밍을 학습한 실험집단의 논리적 사고력 사전 검사 평균이 1.27, 사후 검사 평균이 1.38로 0.11 향상된 것으로 나타났다. 그러나 t검정한 결과, 유의수준 (.05)에서 유의확률 .083으로 스킵 프로그래밍을 학습한 실험집단은 논리적 사고력 신장을 보였다고는 보기 어렵다.

4.2. 하위논리별 형성 정도

<표 5> 두리틀 적용 사전·사후 하위논리별 형성 정도

		평균	표준편차	상관계수	유의확률	t	자유도	유의확률(양쪽)
보존논리	사전	2.30	.669	.451	.018	.018	26	.787
	사후	2.33	.679					
비례논리	사전	1.70	.669	.424	.028	.028	26	.047
	사후	2.04	.854					
변인통제논리	사전	1.52	.753	.191	.341	.341	26	.073
	사후	1.22	.506					
확률논리	사전	1.52	.802	.685	.000	.000	26	.574
	사후	1.59	.888					
상관논리	사전	1.22	.577	-.019	.926	.926	26	.787
	사후	1.19	.396					
조합논리	사전	2.35	.688	.466	.014	.014	26	.049
	사후	2.63	.565					

\* p<.05

두리틀의 실험집단에서는 <표 5>와 같이 t검정 결과는 보존논리 .787, 비례논리 .047, 변인통제논리 .073, 확률논리 .574, 상관논리 .787, 조합논리 .049로 논리적 사고의 하위논리에 있어 비례논리와 조합논리에서 유의미한 차이가 있는 것으로 밝혀졌다.

<표 6> 스크 적용 사전·사후 하위논리별 형성 정도

		평균	표준편차	상관계수	유의확률	t	자유도	유의확률(양쪽)
보존논리	사전	2.50	.510	.127	.536	1.309	25	.203
	사후	2.31	.618					
비례논리	사전	1.85	.881	.741	.000	.625	25	.538
	사후	1.77	.863					
변인통제논리	사전	1.38	.637	.507	.008	.328	25	.746
	사후	1.35	.562					
확률논리	사전	1.50	.762	.217	.286	-.778	25	.444
	사후	1.65	.846					
상관논리	사전	1.27	.452	.005	.980	-1.000	25	.327
	사후	1.42	.643					
조합논리	사전	2.27	.724	.580	.002	-2.807	25	.010
	사후	2.62	.637					

\* p<.05

스크의 실험집단에서는 <표 6>과 같이 t검정 결과는 보존논리 .203, 비례논리 .538, 변인통제논리 .746, 확률논리 .444, 상관논리 .327, 조합논리

.010로 유의확률인 p가 유의수준 (.05) 미만이므로 논리적 사고의 하위논리에 있어 조합논리에서만 유의미한 차이가 있는 것으로 밝혀졌다.

5. 결론

이 논문은 두리틀과 스크 프로그래밍 언어가 초등학생의 논리적 사고력에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 이를 위해 초등학교 6학년 두 개반을 대상으로 6주 동안 각 실험집단에 두리틀과 스크 프로그래밍 교육을 실시하고 초등학생의 논리적 사고력과 그 하위논리를 비교·분석하였다.

실험 결과는 두리틀 프로그래밍 언어를 학습한 집단의 논리적 사고력의 형성정도는 학습하기 전보다 학습한 후에 높은 논리적 사고력 신장을 보였다. 하지만 스크 프로그래밍 언어를 학습한 집단의 논리적 사고력의 형성정도는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 마지막으로 두리틀 프로그래밍을 학습한 실험집단은 논리적 사고력의 하위 논리에 있어 비례논리와 조합논리가 신장되었고, 스크 프로그래밍을 학습한 실험집단은 조합논리에서 논리적 사고력 형성정도가 신장된 것으로 나타났다.

연구결과 스크 프로그래밍 언어는 초등학생들이 원리학습을 하기에는 프로그램 자체의 복잡성이 있고, 특히 비주얼한 프로그래밍 방식이 학습자의 호기심을 자극하는 요인은 될지라도 논리적이고 치밀한 사고를 통한 문제해결에는 오히려 단점이 될 수 있다. 따라서 원리학습과 논리적 사고력 향상시키기에는 교육용 프로그래밍 언어로서 두리틀 프로그래밍 언어가 더 적합하다고 사료된다.

향후 초등학생의 타학년 학생에 대한 적용과 LOGO와 두리틀을 비교분석하여 어떤 프로그래밍 언어가 학습자의 논리적 사고력 신장에 더 효과적인지에 대한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 김현철, 정보 컴퓨터 소양교육의 현황과 개선 방향, 정보처리학회지, Vol.10 No.5, pp. 60-64, 2003.  
 [2] Tony Jenkins, "On the difficulty of Learning to Progr

am," 3rd Annual LTSN-ICS Conference, pp. 53-58, 2002.

[3] 이원규 외, 놀이로 배우는 컴퓨터 과학, 홍릉과학출판사, 2006.

[4] 박명숙 외, 논리력 신장을 위한 CAI 프로그램 연구 개발, 한국교육개발원 수탁 연구과제, 1995.

[5] 락병선, 논리력 신장을 위한 CAI프로그램 개발연구, 1985.

[6] 소홍렬, 논리와 사고. 이화여자대학교 출판부, 2000.

[7] 하수철, "객체지향 프로그래밍 언어의 특성과 그의 비교," 정보처리학회 논문지 제2권 제2호, 1995.

[8] 김승범, 스크 이토이를 활용한 프로그래밍교육의 유용성 평가와 개선, 고려대학교 대학원 석사학위 논문, 2006.

[9] 권창미, 프로그래밍 수업이 인지발달 수준과 논리적 사고에 미치는 효과- '두리틀'을 중심으로, 안동대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2007.

[10] 채유진, 컴퓨팅 교육을 위한 교육용프로그래밍 언어 두리틀·스큘의 비교분석, 고려대학교 교육대학원 석사논문, 2005.

[11] 강혜진, 프로그래밍 기초 능력 배양을 통한 아동의 논리적 사고력 신장에 관한 분석, 숙명여자대학교 교육대학원 석사논문, 2004.

[12] 현혜경, 김병순, "LOGO 프로그래밍 학습이 논리적 사고와 하위 논리에 미치는 영향," 한국게임학회 논문지, 2009.2.



**김 병 순**

1991년 : 서강대학교 컴퓨터과 (이학사)

1993년 : 서강대학교 컴퓨터과 (공학석사)

2003년 : 경북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2003년~현재 : 안동대학교 정보과학교육과 부교수  
관심분야 : DTN, 센서네트워크

**김 영 애**

2008년 : 안동대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)



**이 봉 규**

1995년 : 서울대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)

1996년~현재 : 제주대학교 전산통계학과 교수  
관심분야 : smart SoC, 패턴인식