

# Dolittle 프로그래밍 학습을 통한 초등학생의 논리적 사고력 신장에 관한 분석

홍재운<sup>0</sup>, 이수정  
경인교육대학교 컴퓨터교육과  
hju2000@hanmail.net, sjlee@ginue.ac.kr

## The Analysis of Children's Logical Thinking Improvements with Dolittle Programming Learning

Jae-Un Hong<sup>0</sup>, Soojung Lee  
Dept. of Computer Education, Gyeongin National University of Education

### 요 약

현재 컴퓨터 교육은 흥미와 실용위주의 컴퓨터 활용교육과 컴퓨터 소양교육에 치우쳐 있어 컴퓨터의 작동원리 등의 컴퓨터 과학을 이해하기에는 부족함이 많다. 특히 컴퓨터과학 분야 중 문제해결력, 논리적 사고력을 향상시키기 위한 프로그래밍 기초 교육은 보다 강조해야 한다. 본 연구에서는 객체지향형 교육용 프로그래밍언어 두리틀을 초등학생들에게 프로그래밍을 지도할 수 있는 최적의 언어로 선정하고 다른 프로그래밍 언어와 비교 분석해 보았다. 그리고 자기 자신의 학습상황을 감독, 관리하는 능력인 메타인지 수준에 따라 학습자를 분류한 후, 두리틀 프로그래밍 학습 후 논리적 사고와 그 하위논리의 효과, 그리고 메타인지 수준에 따른 논리적 사고와 그 하위논리별로 미치는 영향을 분석하였다.

### 1. 서 론

지식정보사회에 살아가는 우리들에게 중요한 능력은 어떤 사실을 아는 것이 아니라, 새로운 상황에 직면했을 때 아이디어를 창출하고 이를 적용해 주어진 문제 상황을 효과적으로 해결 하는 것이다. 따라서 교사는 알고 있는 것과 해결해야 할 것 사이의 간격을 줄이기 위한 가장 적절한 방법을 찾는 활동을 지도해야 하는 것이다. 이는 단순히 지식의 암기로는 해결 할 수 없는 일이다.

그러나 시대적 요구와 변화에 비해 초등학교에서의 컴퓨터 교육은 '정보통신기술교육은 영지침'외에 구체적인 교육과정과 교육내용이 제시되어 있지 않으며, 실과교육, 재량활동의 일부분으로서 단순히 응용프로그램의 사용법을 익히는 기능 교육 수준으로 체계적인 컴퓨터 교육이 이루어지지 못하고 있다. 이러한 컴퓨터 교육의 불균형은 편협된 컴퓨터 교육을 야기할 뿐만 아니라, 교육 목표에도 부합되지 않는다. 컴퓨터 교육의 궁극적인 목적은 컴퓨

터 사용과 활용의 습득뿐만 아니라, 정보에 대한 논리력과 사고력, 그리고 정보의 구체적인 제어 능력과 그것을 통한 적극적인 문제해결 능력을 기를 수 있도록 하는 것이다. 따라서 컴퓨터 교육에서는 문제해결력과 알고리즘적 사고 신장을 위해 프로그래밍언어를 통한 교육을 보다 강조해야 한다.

컴퓨터 프로그래밍은 컴퓨터를 활용하여 학습자가 컴퓨터에게 자신이 원하는 것을 수행하도록 하는 작업으로써 일반적인 사고력 신장과 메타 인지적 측면의 효과, 이해도에 대한 모니터링, 문제 분석 기술 등의 향상뿐만 아니라 컴퓨터 계산 원리 이해와 논리적 사고의 표현 도구라는 학습 효과를 가지고 있다. 특히 한글 교육용 프로그래밍 언어 두리틀(Dolittle)은 학습자의 인지사고 수준에 맞는 자신에게 친숙한 언어로 쉽게 프로그래밍 할 수 있으며, 코딩된 문장이 한글어순에 적절하여 초등학생이 쉽게 프로그래밍 할 수 있다.

이에 본 논문에서는 학교 현장에서 실시되고 있는 컴퓨터 교육의 문제점이 제기됨에 따

라 현재 초등학교에서 실시하고 있는 재량활동 시간을 활용하여 올바른 컴퓨터 교육을 위한 방안으로써 두리틀을 활용한 프로그래밍 수업을 실시하고자 한다. 또한 두리틀을 활용한 프로그래밍 수업을 실시하는 과정에서 학습자의 메타인지 수준에 따라 학습자의 인지 발달, 즉 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 객체지향형 EPL 두리틀

객체지향형 EPL(Education Programming Language) 두리틀은 학생들이 가상 동물인 거북이와 대화를 하는 활동으로 가네무네(Kanemune)가 개발하였다[1]. 그리고 두리틀은 첫째, 한글을 사용하여 프로그램을 작성하므로 프로그램의 형식보다 학습내용에 집중할 수 있다. 둘째, 한글어순과 동일한 명령어를 쉽게 습득할 수 있다. 셋째, 한글로 작성하여 프로그램의 분석과 오류 수정이 쉽다[2].

두리틀의 가장 큰 특징은 객체지향 개념 도입으로 상속이나 클래스와 같은 고도의 추상적인 개념 이해가 필요하지 않는 범위 내에서 초등학교의 수준에 맞게 개발된 것이다. 일반 객체지향 프로그래밍 언어에서 사용되는 클래스 방식이 아닌 객체를 복사함으로써 원래 객체의 성질을 계승하는 프로토타입 방식으로 개념 이해가 쉬워서 교육용으로 적합하다. 또한 텍스트 표현에 기초한 소스 코드 작성으로 그래픽 프로그래밍처럼 시각적인 효과만의 강조를 지양하고 프로그래밍 활동을 통한 기본적인 계산기 원리를 배울 수 있다. 그리고 하나의 문장만으로도 컴퓨터의 동작 원리를 프로그래밍 과정 체험을 통해 쉽게 익힐 수 있다. 또한 예약어가 없으며, 변수 타입이나 변수 선언이 필요하지 않다. 메소드(method)를 정의할 때도 대입과 블록을 이용하여 메소드를 정의할 수 있다. 이러한 두리틀의 특징으로 프로그램 구조가 간결하여 오류 수정도 용이하다[3].

### 2.2 기존 EPL과의 차이점

로고 언어가 구조적이고 절차적이어서 프로그램 구조가 복잡한 반면, 두리틀은 객체지향형이기 때문에 라인이 짧아 간결하며 재사용성이 용이하다. 또한 한글 어순을 그대로 따르고 있으며 파생어가 아닌 언어 자체에 다국어 지원을 제공하고 있다. 반면 로고 언어는 파생 언어에서 한글을 지원하고 있으나 영어 어순을 따르고 있어서 EPL 한글화의 효과를 보지 못하고 있다[4].

<표 1> 두리틀과 로고의 비교

비교	언어	두리틀	로고
형태		객체지향형	구조적, 절차적
언어지원		언어 자체에 다국어 지원	파생된 다른 종류의 언어
어순		한글 어순	영어 어순
라인 길이		짧다	길다
프로그램 구조		간결(수정 용이)	복잡
재사용성		용이(상속 가능)	어려움(상속 불가능)

### 2.3 메타인지

메타인지는 인지에 대한 인지이며, 자기 자신의 학습 진전 상황을 감독하고 관리하는 것 등을 포함하는 개념이라고 볼 수 있다. 일반적으로 메타인지에는 인지에 대하여 그것을 자각하고 아는 것과 인지를 통제하고 조정하는 것 두 가지 측면이 포함되며, 메타인지가 기억, 이해, 의사소통, 문제해결활동 등 인지과정에 중요한 기능을 한다는 것에는 공통적으로 일치하며, 메타인지를 기존의 인지와는 다른 성격을 지닌 새로운 사고의 영역으로 간주하고 있다[5].

특히 Flavell은 메타인지가 메타인지적 지식(Metacognitive Knowledge)과 메타인지적 조절(Metacognitive Monitoring)으로 구성되어 있다고 하였다[6]. 메타인지적 지식은 인지 문제를 다루는 것으로 개인의 인지적 자원에 관한 지식 또는 학습자가 학습 상황에서 자신에 대하여 가지고 있는 지식을 말한다. 메타인지

적 조정은 인지적이면서도 감정적인 경험으로 현재 진행되고 있는 인지적 노력과 관계가 있다. 즉 문제를 해결하는 과정에서 학습자들이 사용하는 감찰과 자기규제 기능을 의미한다. 이는 과제를 시도하기 전의 계획, 과제를 해결하는 동안의 전략 사용과 점검, 과제를 해결한 후의 결과에 대한 확인이나 평가 활동으로 이루어진다.

## 2.4 선행 연구 분석

길혜민은 중학교 1학년 학생을 대상으로 실험하여 두리틀을 이용한 프로그래밍의 기초개념 지도 결과 과제의 달성도가 즐거움과 관련 있다고 보고하였다. 최은조는 성인을 대상으로 실험하여 성인학습자들도 두리틀을 활용한 프로그래밍 교육에 대한 두려움을 느끼지 않고 체험학습을 통한 자신감과 흥미를 유발하는 컴퓨터 과학교육이 가능하다고 보고하였다[7].

Swanson은 메타인지가 높은 학습자가 메타인지가 낮은 학습자의 학업성취를 증가하여 문제해결을 더 잘 할 수 있다고 보고하였다. 또한 김옥기의 연구에서도 메타인지 수준이 높거나 증가되면 학업성취도도 증가됨을 밝히고 있다[8]. 최재희는 학습자의 메타인지 수준과 하이퍼텍스트 유형이 학습과제 성취에 미치는 효과를 검증하는 연구에서 메타인지 수준이 높은 학습자는 하이퍼텍스트 유형이 구조적이든 비구조적이든 간에 효율적인 학습을 한다고 하여 메타인지의 중요성을 보고하였다[9].

따라서, 두리틀을 활용한 프로그래밍 기초지도 시 두리틀이 초등학생들에게 적합한 언어인지, 논리적 사고 수준 변화에 유의미한 차이가 있는지를 검증하고, 또한 학습과제 성취와 관련 있는 메타인지 수준에 따라 차이를 보이는지에 관해 검증하였다.

## 3. 연구방법

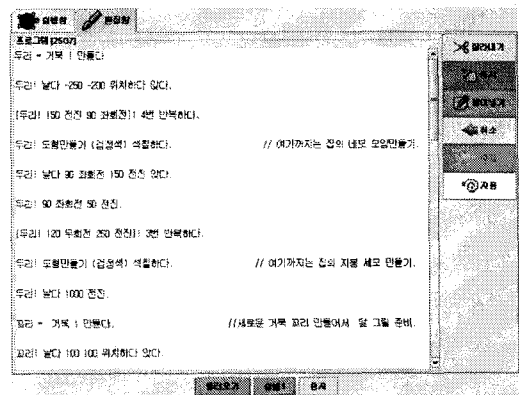
### 3.1 연구대상

본 연구는 경기도 광주시에 소재한 OO초등

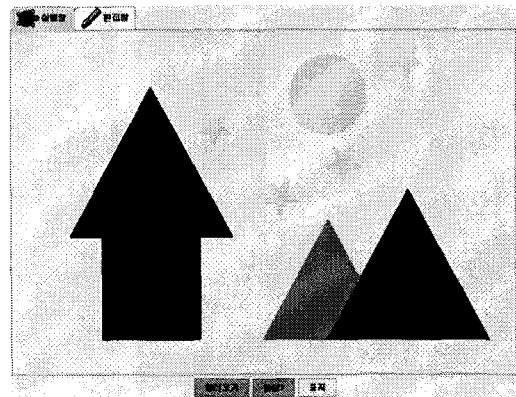
학교 6학년 1개 학급 학생 38명을 연구대상으로 하였으며, 대다수 학생들이 프로그래밍이라는 용어는 알고 있었지만, 실제 조작 활동 및 경험을 해 본 적은 아무도 없었다.

### 3.2 처치도구

프로그래밍 실습을 위해 두리틀 홈페이지(<http://dolittle.eplang.jp>)에서 온라인용으로 직접 실행하였다. 온라인용은 인스톨이 불필요하기 때문에 수업에 활용하기가 쉬웠으나, 편집내용을 저장할 수 없기에 학급 홈페이지를 활용해 개인 활동 내용을 저장하였다.



<그림 1> 온라인 Dolittle 편집창



<그림 2> 온라인 Dolittle 실행창

### 3.2 검사도구

#### 3.2.1 논리적 사고력 측정 검사지(GALT)

인지수준 측정도구로 미국 Georgia 대학의 Roadranka 등이 개발한 GALT(Group

Assessment of Logical Thinking)를 우리나라에서 번역한 '논리적 사고력 검사'도구를 사용하였다. 이 검사도구는 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 조합논리, 확률논리, 상관논리에 대한 각각 2문항으로 구성되어 있으며, 문항마다 실제 대상물의 조작 그림이 삽입되어 있어 피험자가 문제를 정확히 이해할 수 있도록 돕는다. GALT의 Craonbach's alpha를 이용한 내적 신뢰도는 .85이고, 각 논리별 신뢰도는 .37에서 .83을 보였다.

### 3.2.2 메타인지 수준 검사지

메타인지 수준 검사지는 신진수[10]가 MSLQ(Motivation Strategies for Learning Questionnaire)를 번역, 수정한 것을 류현수[11]가 연습, 정교화, 조직화, 비판적 사고, 자기규제 요인을 중심으로 인지, 메타인지 영역 등에서 31문항으로 축소한 검사지를 사용하였다.

검사지는 초등학교 6학년 학생 언어 이해수준을 고려하여 일부 쉬운 어휘로 수정하였으며, 문항 자체의 변형이나 내용 수정은 없었다. 학생들에게 30분 정도 시간을 주어 문제를 답하도록 하였으며, 성적이나 행동 평가에 영향을 주지 않음을 강조하여 솔직한 반응을 요구하였다. 검사지의 신뢰도 계수( $\alpha$ )는 .86으로 신뢰도가 비교적 높은 것으로 나타났다.

### 3.3 연구절차

본 연구에서는 두리틀 프로그래밍 학습 시 논리적 사고에 미치는 효과와 메타인지 수준에 따른 논리적 사고와 이의 하위논리에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이에 따라 학습 전 메타인지검사와 논리적 사고력 검사를 실시, 학습 후 논리적 사고력 검사와 비교하여 어떠한 차이가 있는지 알아보았다.

### 3.4 교수-학습 과정 계획

수업을 진행하기 위하여, 먼저 선수 학습으로 1차시에는 거북의 전진, 후진, 좌회전, 우회전 명령어를 학습하고, 직접 실습해 보았다. 그리고 거북을 이용하여 정삼각형, 정사각형,

원, 별과 같은 다양한 도형을 만들어보았다. 또한 반복되는 명령어를 간결하게 도와주는 반복문, 새로운 명령어를 만드는 메소드 등을 학습하여 심화활동으로 다양한 도형을 이용하여 나만의 그림 그리기 활동을 하였다.

<표 1> Dolittle 학습의 수업계획

차시	학습주제	학습활동
1	프로그래밍 이해	두리틀 활용 방법
2	거북 움직이기	선, 점선 긋기
3	도형 그리기	정삼각형, 정사각형
4	반복문	원, 별 그리기
5	도형 만들기	도형 만들기, 색칠하기
6	메소드	여러 개의 도형 만들기
7	심화활동	집, 산, 해, 별 그리기
8	평가	줄라맨 그리기

## 4. 연구결과

### 4.1 논리적 사고력 형성정도의 변화

<표 2>와 같이, 실험집단의 논리적 사고력 사전 검사 평균이 3.60, 사후 검사 평균이 5.07로 나타났다. 이와 같은 평균의 차이는 t검증 결과 유의수준(.05)에서 유의확률 .00으로 논리적 사고력에 있어 평균점수 사이에 유의미한 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 Dolittle 프로그래밍 학습 전보다 후에 높은 논리적 사고력 신장을 보였다.

<표 2> 논리적 사고력 검사 대응 비교

실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률 (양쪽)
사전	38	3.60	1.55	-5.432	.000
사후	38	5.07	1.85		

\* p<.05

<표 3>과 같이 실험집단의 논리적 사고의 하위논리별 보존논리 사전 검사 평균이 1.15, 사후 검사 평균이 1.34이고, 비례논리 사전 검사 평균이 .26, 사후 검사 평균이 .73이고, 변인통제논리 사전 검사 평균이 .42, 사후 검사 평균이 .60이고, 확률논리 사전 검사 평균이

.13, 사후 검사 평균이 .18이고, 상관논리 사전 검사 평균이 .15, 사후 검사 평균이 .39이고, 조합논리 사전 검사 평균이 1.47, 사후 검사 평균이 1.81로 나타났다. 이에 t검증한 결과, 유의수준(.05)에서 유의 확률은 보존논리 .07이고, 비례논리는 .00이고, 변인통제논리는 .09이고, 확률논리는 .48이고 상관논리는 .03이고 조합논리는 .00으로 논리적 사고의 하위논리에 있어 비례논리, 상관논리, 조합논리에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서 두 리틀 프로그래밍 학습 전보다 후에 논리적 사고의 하위논리에 있어 비례논리, 상관논리, 조합논리에 영향을 준 것으로 보였다.

<표 3> 논리적 사고의 하위논리 검사 대응 비교

하위논리	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률(양쪽)
보존논리	사전	38	1.15	.59	-1.865	.070
	사후	38	1.34	.48		
비례논리	사전	38	.26	.50	-4.025	.000
	사후	38	.73	.72		
변인통제논리	사전	38	.42	.64	-1.743	.090
	사후	38	.60	.59		
확률논리	사전	38	.13	.41	-.702	.487
	사후	38	.18	.45		
상관논리	사전	38	.15	.36	-2.162	.037
	사후	38	.39	.63		
조합논리	사전	38	1.47	.68	-3.153	.003
	사후	38	1.81	.45		

\* p<.05

#### 4.2 메타인지수준별 논리적 사고력 형성정도의 변화

<표 4>, <표 5>, <표 6>, <표 7>, <표 8>, <표 9>, <표 10>을 통해 메타인지 수준과 관계없이 논리적 사고력이 모두 향상되었으며, 논리적 사고의 하위논리별로 메타인지 수준이 높은 집단은 보존논리, 비례논리, 변인통제논리, 상관논리에 있어 유의미한 차이를 보였다. 반면 메타인지 수준이 낮은 학생들은 비례논리, 조합논리에 있어서만 유의미한 차이를 나타냈다.

<표 4> 메타인지수준별 논리적 사고력 검사

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률
상	사전	19	3.7	1.36	-5.295	.000
	사후	19	5.6	2.11		
하	사전	19	3.47	1.74	-2.675	.015
	사후	19	4.52	1.38		

\* p<.05

<표 5> 보존논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률
상	사전	19	1.10	.56	-2.364	.030
	사후	19	1.42	.50		
하	사전	19	1.21	.63	-.369	.716
	사후	19	1.26	.45		

\* p<.05

<표 6> 비례논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률
상	사전	19	.36	.59	-3.644	.002
	사후	19	.94	.70		
하	사전	19	.15	.37	-2.111	.049
	사후	19	.52	.69		

\* p<.05

<표 7> 변인통제논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률
상	사전	19	.26	.56	-3.024	.007
	사후	19	.68	.58		
하	사전	19	.57	.69	.369	.716
	사후	19	.52	.61		

\* p<.05

<표 8> 확률논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의확률
상	사전	19	.10	.31	-1.000	.331
	사후	19	.21	.53		
하	사전	19	.15	.50	.000	1.000
	사후	19	.15	.37		

\* p<.05

<표 9> 상관논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의 확률
상	사전	19	.10	.31	-2.650	.016
	사후	19	.52	.69		
하	사전	19	.21	.41	-.369	.716
	사후	19	.26	.56		

\* p<.05

<표 10> 조합논리의 사전·사후 결과

메타인지	실험 집단	인원	평균	표준 편차	t	유의 확률
상	사전	19	1.78	.41	-.567	.578
	사후	19	1.84	.50		
하	사전	19	1.15	.76	-3.618	.002
	사후	19	1.78	.41		

\* p<.05

## 5. 결론 및 제언

두리틀은 현대의 프로그래밍 추세에 적합한 객체지향 개념을 도입하여 거북 그래픽으로 그려진 도형을 새로운 객체로 취급함으로써 사고의 확장과 보다 현실성 있는 프로그래밍에 접근하고 있다. 또한 객체지향 기반임에도 상속이나 클래스 등과 같은 어려운 수준의 개념 이해를 필요로 하지 않으므로 초등교육에서 매우 적합하다.

따라서 본 연구에서 두리틀을 활용한 프로그래밍 기초 교육을 실시하고 프로그래밍 교육과 논리적 사고력의 상관관계를 분석하고자 하였으며, 지금까지의 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내렸다.

첫째, 두리틀을 활용한 프로그래밍 지도는 학습하기 전 보다 학습한 후에 높은 논리적 사고력 신장을 보였다. 특히 논리적 사고의 하위논리별로 비례논리, 상관논리, 조합논리에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 메타인지 수준이 높은 학생들이 논리적 사고의 하위논리 변화에 있어 메타인지 수준이 낮은 학생이 비해 더 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

이에 따라 두리틀을 활용한 프로그래밍 기초 교육은 주어진 문제를 해결하는 과정과 절

차에 중점을 두고 학생 스스로 조작하도록 함으로써, 거듭되는 동화와 조절작용을 통해 논리적 사고력이 향상되는데 효과가 있었다. 향후 연구과제로는 학년별로 두리틀을 활용한 프로그래밍 교육이 가장 적합한 시기에 관한 연구가 필요하다.

## 6. 참고문헌

- [1] Susumu Kanemune, Shingo Fukui, Yasushi Kuno, Takako Nkatani, Rie Mitarai, Dolittle-Experiences in Teaching Programming at K12 Schools. 2004
- [2] 최경은, 교육용 프로그래밍 언어 '두리틀(Dolittle)'의 수학교육 적용, 2005
- [3] 최해심, 객체지향형 교육용프로그래밍언어 두리틀의 다중예약어지원체계, 2005
- [4] 길혜민, 중등교육에 있어서 객체지향형 EPL '두리틀'의 적용, 2004
- [5] 김홍원, 자기교서 훈련이 상위인지, 귀인양식 및 과제성취도에 미치는 영향, 1993
- [6] Flavell, J. H, Metacognitive and cognitive monitoring: A new area of cognitive: Developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906-911, 1979
- [7] 최은조, 성인 여성의 컴퓨터교육에 있어서 객체지향형 EPL 두리틀의 적용 및 분석, 2004
- [8] Swanson, H. L, The influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving, Journal of education Psychology, 86(2), 290-302, 1990
- [9] 최재희, 학습자의 메타인지 수준과 하이퍼텍스트 유형이 학습과제수행에 미치는 효과, 1996
- [10] 신진수, 웹에서의 정보 제시 방법이 학습자의 메타인지 수준에 따라 학업 성취도에 미치는 효과, 2000
- [11] 류현수, 웹 기반 PBL 환경에서 메타인지 전략의 지원 방법이 창의적 문제해결에 미치는 영향, 2006