

# 텍스트 기반과 비주얼 기반 로봇프로그래밍 교육이 정보과학적 사고 능력에 미치는 영향

서성원<sup>○</sup>, 남동석<sup>\*</sup>, 이태욱<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>한국교원대학교 컴퓨터 교육학과

e-mail: seosw78@hotmail.com

## The Effect of Computational Thinking Ability Using Text-base vs Visual-base Programming Language On Robot Programming Learning

Sung-Won Seo<sup>○</sup>, Dong-Seok Nam<sup>\*</sup>, Tae-Wuk Lee<sup>\*</sup>

<sup>○\*</sup>Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

### ● 요약 ●

본 연구는 학습자의 인지발달 단계에 적합한 프로그래밍 언어를 활용하여 모든 학문의 기초 인지 능력인 학습자의 정보과학적 사고 능력을 향상에 미치는 효과를 검증하는 실험연구이다. 과중한 인지적 부담, 문법 위주 등 기존 프로그래밍 학습의 문제점을 보완하고자 등장한 교육용 로봇을 이용하여 실생활 문제해결의 정보과학적 사고능력 향상을 위한 텍스트기반 프로그래밍 언어(TPL)와 비주얼기반의 프로그래밍 언어(VPL) 중 인문계 고등학생의 인지발달 단계에 적합한 프로그래밍 언어에 대한 효과성을 분석하였다. 교육용 로봇 및 로봇 프로그래밍 언어에 대한 선행 연구를 통해 NXT Robot Educator 교육내용을 분석하고 각 단계에 적절한 실생활 과제를 추출하여 로봇 교육용 프로그램을 개발하고 적용하였다. 이 연구는 프로그래밍을 경험이 없는 인문계 고등학교 학생 집단을 선정하여 TPL과 VPL을 활용한 로봇 프로그래밍 수업을 20차시 실시한 후 두 집단 간의 정보과학적 사고능력 향상의 차이를 검증하였다.

키워드: 프로그래밍 언어, 교육용 로봇, 로봇 프로그래밍, 정보과학적사고, Computational Thinking

### 1. 서론

과거에 비하여 현대사회는 새로운 지식의 창출, 확산, 변화 등 지식의 생명주기가 점점 짧아지고, 많은 양의 정보가 창출되는 지식정보사회이다. 지식정보사회에서는 단순한 지식 암기와 기존에 알고 있는 지식만으로는 복잡한 문제에 직면했을 때 상황에 맞는 해결책을 마련하기 어렵다. 이러한 문제나 상황에 맞는 아이디어나 해결 능력은 창의력, 문제해결력, 논리적사고력 등으로 분류되고 이러한 능력들을 길러 줄 수 있는 것이 프로그래밍 교육이라 할 수 있다[10]. 또한, 최근의 컴퓨터과학 분야의 연구자들은 정보과학적 사고(Computational Thinking)를 모든 학문의 문제해결을 위해 기초적인 사고능력이며, 실세계의 복잡한 문제해결에 가장 유용한 인지적 능력으로 보고 있다. 그러나, 현재까지의 프로그래밍 교육은 문법암기나 사용법을 익히는데 치중하면서 학습자에게 인지적 부담을 가하여 학습자의 동기 및 흥미를 감소시켜 본래의 목적인 문제해결능력이나 논리적 사고력, 창의력 향상에 도움을 주지 못했다. 이와 같이 사회적 현실이 반영되어진 개정·고시된 ‘정보 (Informatics)’ 교육과정에서 실생활의 문제 해결과정에

서 필요한 다양한 사고능력의 신장을 목표로 알고리즘 교육과 프로그래밍 교육을 새롭게 강조하였다[15].

기존 프로그래밍 교육의 대안으로 학습자의 인지적 부담을 줄이고 문법의 간결성을 통해 보다 고등인지 능력 향상의 학습 목표를 충실히 달성하기 위해 개발된 것이 교육용 로봇(Educational Robot)이다. 이를 활용한 로봇 프로그래밍 교육은 인지적 부담이 적고 흥미로운 반성적 학습 환경을 제공함으로써 학습 의욕을 높이고 및 동기를 유발하여, 실생활을 모델링한 문제 상황 속에서 구성원 간의 다양한 상호작용으로 건전한 태도와 즉각적이고 다양한 피드백을 제공한다. 또한, 컴퓨터 과학에 대한 개념과 원리를 이해하는데 도움이 된다는 것을 살펴볼 수 있다.

프로그래밍 학습은 학생들에게 논리적 사고력과 추상적 개념의 이해를 요구하기 때문에 매우 어려운 과정으로 인식되고 있다. Piaget의 인지발달 이론에 의해 형식적 조작기에서 추상적인 사고가 가능하며, 이러한 인지발달 단계를 고려하여 학습들에게 적합한 언어를 교육해야 한다[17]. 또한, 경험의 원추와 관련된 연구물에서는 학습자의 연령에 따른 교수매체 선택의 중요하며 인지능력이 높은 학생들에게는 추상적인 상징을 통한 학습이 효과적이라고

했다[2].

프로그래밍 언어는 교수매체의 시각적인 환경을 지원 범위와 방법에 따라 VPL(Visual Programming Languages)과 TPL(Textual Programming Languages)로 구분할 수 있다. VPL은 학습이 용이하고 문법의 간결하여 인지적 부담이 적으며, 에러율이 적고 직관적이며, 완성도가 높지만, 조건문이나 반복문 등 사용이 복잡하고 디버깅 과정이 거의 없으며 프로그램이 복잡해지면 변경이 어려운 점이 있다. 반면에 TPL은 정확한 구문사용과 언어습득이 시간이 오래 걸리지만, 프로그램 변경이 용이하며, 디버깅 과정을 통한 복잡한 오류 수정과정으로 분석, 추상, 논리적 사고 등의 고등인지능력 향상이 가능하다고 하였다[18].

이에 본 연구는 로봇 프로그래밍 교육을 TPL과 VPL로 학습자 집단을 나눠 실험처치 한 후 정보과학적 사고 능력에 미치는 효과를 비교함으로써 학습자의 인지발달 단계에 적합한 로봇 프로그래밍 언어를 선택할 수 있을 것으로 생각한다.

## II. 이론적 배경

### 2.1. 인지 발달 단계

#### 2.1.1. Piaget의 인지발달 단계

Piaget에 의하면 인지발달은 그 특성이 뚜렷이 나타나는 여러 단계를 거치며 발달 단계는 감각운동기, 전조작기, 구체적 조작기, 형식적 조작기의 4단계로 구분하였다. 구체적 조작기는 7~11세의 시기로 아동은 논리적 사고가 어느 정도 활용되어 가시적이고 구체적인 차원까지 가능하나 아직 추상적이거나 복잡한 수준의 미치지 못한다[7]. 형식적 조작기는 11세 이후의 시기로 인지구조가 성숙의 경지에 도달하며 전형적으로 성인과 같이 사고할 수 있다. 모든 분류 문제에 논리적 조작을 적용할 수 있으며 문제해결을 위한 가설을 세우고 변인통제와 조합적 사고 등이 가능하여 추상적인 사고를 할 수 있다[16].

고등학생의 인지발달 수준에 대한 선행연구 결과는 [표 1]과 같다.

표 1. 인지발달 수준

Table 1. cognitive development level

연구자	구체적	과도기	형식적	대상
김영수 (1986)	40%	-	60%	미국 North Carolina주 9·10학년 35명
김선영 (1992)	18.7%	57.0%	24.3%	인문계 고등학교 인문계열 470명
	10.5%	55.2%	34.3%	인문계 고등학교 자연계열 362명
이은아 (1993)	33.0%	47.6%	19.4%	인문계 고등학교 인문계열 103명

Piaget의 인지발달에 의하면 고등학생은 형식적 조작기에 해당되지만, 학습자의 개인차에 의해 일관적 단계를 적용하기는 어렵다. [표 1]에서와 같이 인문계 고등학교에서는 김영수[6]와 김선영[5]의 연구에서는 형식적 조작기와 과도기의 비중이 높았으나 이

은아[14]의 연구에서는 오히려 구체적 조작기와 과도기의 비중이 높았다. 이러한 선행연구의 결과 학교 선정, 지역차 등 검사 실시에 따른 여러 제한 요소를 고려할 때 우리나라 고등학생의 인지발달 단계의 수준이 과도기 부분의 비중이 높게 나타났다고 할 수 있다.

#### 2.1.2. '경험의 원추'와 인지발달 단계

Dale[1]은 시청각 교재를 구체성-추상성에 따라 유형별로 분류한 '경험의 원추(Cone of Experience)'라는 모형을 개발하여 [그림 1]과 같이 제시하였다.

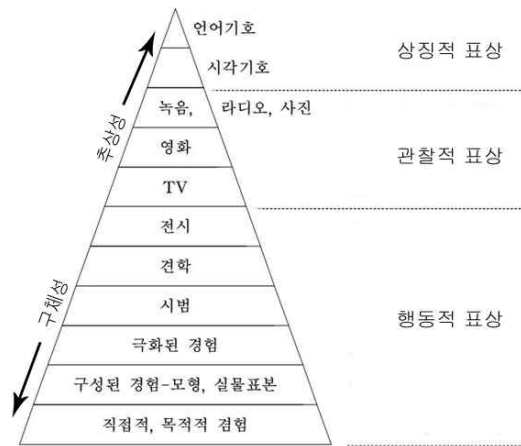


그림 1. Dale의 경험의 원추

Fig. 1. Dale's Cone of Experience

경험의 원추에 의하면 학습자가 가지는 경험을 행동적 단계 (learning by doing), 관찰적 단계(learning by observation), 상징적 단계(learning through abstract)로 나누어 설명하고 있는데 이는 실제로 경험하는 것에서 시작하여 매체를 통해 전달되는 실제적 상태의 관찰자, 마지막으로 상태를 표현하는 상징체계의 관찰자로 이동할 수 있다. 즉 교수방법의 형태가 학습경험의 추상성과 구체성의 정도에 따라 달라질 수 있다는 것을 말해준다[9].

경험의 원추에서는 상부로 올라갈수록 일반적으로 학습 경험의 추상성이 증대되고 짧은 시간에 보다 많은 정보를 얻을 수 있다. 그와 반대로 상부에서 하부로 내려갈수록 구체성이 높아지고 확실한 학습을 보장받을 수 있다. 그러나 Dale은 추상성이 높아진다고 학습이 어려워지는 것은 아니라고 하였다. 즉, 수업 교재는 반드시 학습자의 지적능력이나 경험에 맞추어 선택하는 것이 필요하다고 말했다.

Gagne와 Briggs[2]는 Dale의 '경험의 원추'가 교수설계의 한 절차인 매체선택에 있어서 도움을 주며 원추에 위치한 매체는 대략 학습자의 연령에 따라 나열되었다고 본다. 직접적, 목적적 경험은 식물, 동물, 사람과의 물리적인 접촉을 통해 행위에 의한 학습이다. 나이등급을 따라 올라갈수록 경험에 대한 그림 모의대리물(보조물)이 활용되며, 고도로 지적인 학습자에게 효과적인 학습방법은 원추의 정점인 언어, 상징에 의한 학습이라고 말했다.

## 2.2. 정보과학적 사고(Computational Thinking)

정보과학적 사고는 모든 사람이 갖추어야 할 기본 기술이자 근본적 사고이고 문제 해결, 시스템 디자인, 인간 행동의 이해 등을 포함하며, 3R(Reading, wRiting, and aRithmetic)과 더불어 모든 학습자가 갖추어야 할 기본능력에 정보과학적 사고가 포함되어야 한다고 보았다[3]. 이영준[12]은 정보과학적 사고를 추상적 사고의 자동화 과정인 컴퓨팅 과정에서 문제해결을 위해 적절한 추상적 개념을 선택하고 이를 자동화하기 위해 적절한 컴퓨팅 장치를 선택하기 위한 사고능력이라고 했다.

Wing[4]은 정보과학적 사고의 핵심요소를 추상화를 위한 사고 능력과 자동화를 위한 사고능력으로 구분하여 제시했다. 또한, 시간과 공간의 물리적 차원을 넘어선 개념들을 추상화하여 물리적 실세계의 제약조건 안에서 구현되므로 수학이나 물리학의 추상화와 근본적 차이가 있으며 더 풍부하고 복잡하다고 했다. 또한, 추상화 능력과 더불어 정보과학적 사고 능력을 구성하는 또 다른 핵심 요소는 자동화 능력이다. 추상화 과정을 통해 생성한 추상적 개념들은 다양한 컴퓨팅 장치를 활용한 자동화 과정을 통해 강화될 수 있으며, 자동화는 추상적 개념들을 해석하고 구현하기 위한 장치들을 필요로 한다. 가장 일반적으로 활용가능한 장치는 컴퓨터이지만 상황에 따라 가장 적절한 도구를 선택하는 능력이 가장 중요하다.

이러한 정보과학적 정의들을 분석하면 실세계의 복잡한 문제 해결을 위한 인지능력 습득을 위해 가장 적합한 학문 영역은 컴퓨터 과학이라고 주장하고 있으며, 모든 학문 영역의 모든 학습자들은 대상으로 정보과학적 사고 능력 향상 교육이 필수적으로 이루어져야 한다고 주장하고 있다[13].

## 2.3. 로봇 프로그래밍 교육

기존의 프로그래밍 언어 마다의 독특한 문법과 형식으로 인한 인지적 부담, 문법 위주의 단방향 수업으로 인한 학습 동기 및 흥미 감소 뿐만 아니라 교육방법과 현실적인 교육여건상 제대로 된 프로그래밍 교육을 실시하기가 힘들었고 결과적으로 교육적 효과도 미미했다[11].

직접 경험을 제공하는 로봇 프로그래밍은 인지적 부담이 적은 로봇 프로그래밍 교육을 통해 문제 이해 및 분석, 전략 수립, 코딩, 오류수정, 디버깅의 과정을 통해 기존의 프로그래밍 교육을 대체할 수 있다. 또한, 직접 로봇 제어하기 위한 오류의 확인 수정의 과정을 거치면서 반성적 사고에 기반을 둔 문제해결이 가능하게 된다. 로봇을 활용하는 로봇 프로그래밍은 본질적으로 프로그래밍 과정과 동일하며, 프로그래밍 학습의 근본적인 목표인 창의력, 문제해결력 등 고등 인지능력 신장에 적합하다[15].

정보과학적 사고능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 학습의 잠재적 가치를 다음과 같이 제시하였다[13].

첫째, 즉각적이고 실제적인 피드백과 표상을 통한 실제적인 경험을 제공을 통해 학습자의 내적 동기를 증진시킨다.

둘째, 로봇의 물리적 제약으로 인해 인지갈등을 극대화하고 반성적 사고의 기회를 제공한다.

셋째, 실세계의 복잡한 문제를 물리적으로 모델링하고 물리적

시뮬레이션 할 수 있는 실제적 학습 환경을 제공하여 과제 수행의 증진 및 전이를 증가시킨다.

넷째, 학습자의 협력으로 로봇 구성 및 문제해결을 통한 상호작용 학습 환경 구성을 위한 도구로 활용내적 동기 유발의 요인이 되며 학습 증진에 유의미한 영향을 끼친다.

다섯째, 흥미로운 학습 환경으로 동기를 유발하여 학습자 욕구에 의한 로봇 오류 수정과정에서 내적 동기를 발생시킨다.

여섯째, 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리 이해를 증진하는 학습 환경을 제공한다.

## III. 로봇 교육 프로그램의 개발

### 3.1. 교육용 로봇 및 프로그래밍 언어 선정

여러가지 교육용 로봇 중 현장 교사, 로봇 교육 전문가들의 조언을 받아 다음과 같은 기준으로 Lego Mindstorm NXT로 결정하였다.

첫째, 텍스트 기반과 비주얼 기반을 포함하여 다양한 프로그래밍 언어가 있으며, 범용 언어로의 전이가 쉽다.

둘째, 컨트롤러의 성능이 우수하고 서보모터, 다양한 초음파·사운드·터치·빛 센서로 여러 가지 임무가 가능하다.

셋째, 학생들에게 친숙한 블록의 형태이며 별도의 공구 없이 쉽게 조립 및 분해가 가능하고 다칠 가능성이 거의 없다.

또한, 프로그래밍 언어 선정을 위해 초중고 및 영재교육원의 현장 교사, 방과후 교사, 영재교육 교사들의 조언을 통해 가장 많이 사용되는 프로그래밍 도구를 선정하였다. VPL은 ROBOLAB 2.9.4b, TPL은 ROBOTC 1.4을 사용하였다.

ROBOLAB는 미국 National instrument사에서 개발한 LabVIEW 프로그래밍 언어를 기반으로 개발된 RIS/NXT용 로봇 프로그래밍 언어로 기존 프로그래밍 언어의 특징인 텍스트입력 방식을 탈피하여 그래픽 화면에서 원하는 명령인 아이콘을 드래그하여 간단히 프로그래밍 되는 VPL로 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 적은 옵션과 비주얼환경을 가지고 있다[8].

ROBOTC는 엔지니어링, 프로그래밍과 로보틱스 교육을 위해 미국의 Carnegie Mellon대학과 LEGO사가 공동으로 개발한 로봇 제어 언어이며 C언어로 편리한 API를 제공하고 더불어, 실시간 모니터링, 디버깅 도구 등 편리한 프로그래밍 지원 도구가 제공되는 안정적인 시스템이면서 ANSI-C를 충실히 따르는 문법으로 인해 매우 우수하고 편리한 NXT 프로그래밍 도구라고 할 수 있다 [11].

### 3.2. Robot Educator 교육과정 분석

프로그래밍 언어인 NXT-G에서 NXT 초급자 교육을 위한 Robot Educator 학습 내용이 포함되어 있다. 기초적인 Common Palette 과정 20차시와 중급수준의 Complete Palette 과정 19차시로 나뉘어 있으며, 39차시의 학습 내용을 분석하였다. 이 중 Common Palette 과정 10차시 내용을 [표 2]에 정리하였다.

표 2. Robot Educator 학습내용  
Table 2. Robot Educator learning contents

차시	학습 주제	학습 내용
1	Play Sound	소리 내기
2	Use Display	아이콘 화면에 나타내기
3	Drive Forward	1회전 전진
4	Reverse	1회전 후진
5	Accelerate	전진 속도 높이기
6	Curve Turn	커브턴
7	Point Turn	포인트턴
8	Drive in Square	사각형 돌기
9	My block 1	함수아이콘 만들기
10	Parking Bay	주차하기

### 3.3. 로봇 교육 프로그램의 개발

로봇을 활용한 교육 프로그램은 로봇을 통해 달성할 수 있는 정보과학적 사고능력 향상을 목표로 하여 Robot Educator의 39차시 내용을 분석하여 현장 교사, 방과 후 교사, 로봇 교과연구회 등의 조인을 통해 20차시의 학습 내용을 추출하였다. 또한, 각 차시 단계에 적합한 로봇을 통해 해결할 수 있는 실생활 위주의 심화 과제를 개발하였다. 이러한 과정을 통해 기본적인 로봇 프로그래밍 교육과 심화과제를 통해 20차시의 로봇 교육 프로그램을 개발하였으며, 7차시까지 내용을 [표 3]과 같이 제시하였다.

표 3. 로봇 학습 프로그램  
Table 3. robot learning program

차시	교수 학습 주제	기본 학습내용	심화과제
1	NXT 소개 및 프로 그래밍 언어 소개	- NXT 특징 및 사용법 - 센서(터치, 빛, 사운드, 초음파, 각센서) 사용방법 소개 - 프로그래밍 언어 메뉴설명 및 사용법	- Try-me를 통해 센서 값 측정 - 로봇 움직여보기
2	Play sound Use Display	- 소리 내기(비프음, 주파수음) - 화면 출력 방법 소개	- '학교중' 노래 실습 - 사람의 편지 작성하기
3	Drive Forward Drive Reverse	- 전진하기(각센서, 시간 제어) - 후진하기(각센서, 시간 제어) - 비퀴 돌레를 이용한 정확한 거리까지 전·후진하기	- 가속하기 - 후진으로 가속하기 (무한루프 제거) - 10cm 정확하기 이동하기
4	Curve Turn Swing Turn	- 로봇의 3가지 Turn 방식 - 커브턴, 스윙턴, 포인트 실습	- 원형(운동장 트랙) 돌기 - 지정된 매트 경로 따라 움직이기
5	Drive in Square	- 사각형 돌기	- 나선형 주행
6	Accelerate	- 로봇 가속하기	- 자연스러운 가속 및 감속
7	Parking Bay	- 로봇 후면 주차하기	- 주차 후 출발하기

또한, 텍스트 기반 및 비주얼 기반으로 각 차시별 교수학습 내용을 개발하였으며, 예시는 [그림 2], [그림 3]과 같다.

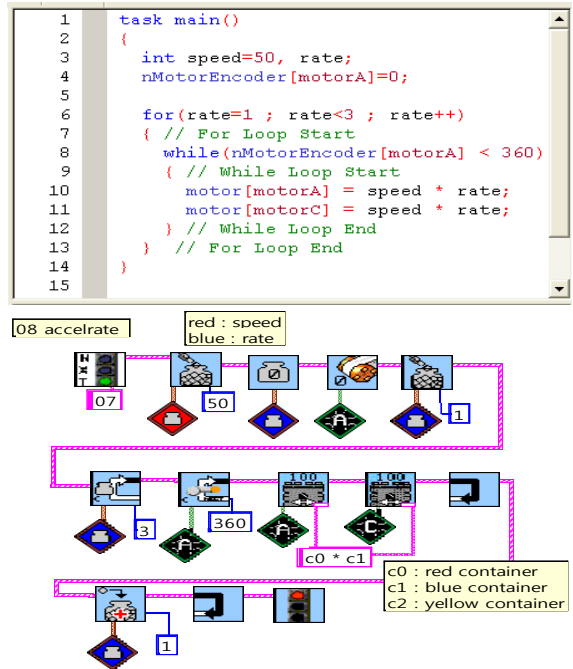


그림 2. TPL과 VPL 교수학습 내용 1  
Fig. 2. teaching and learning content 1 of TPL, VPL

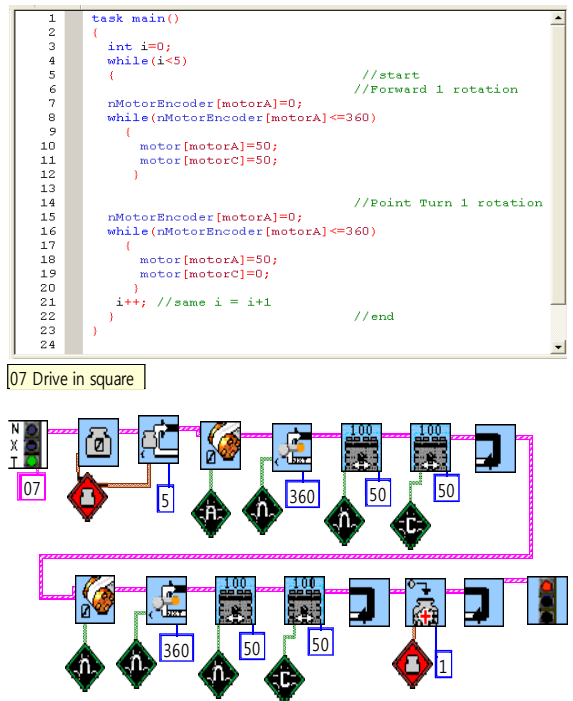


그림 3. TPL과 VPL 교수학습 내용 2  
Fig. 3. teaching and learning content 2 of TPL, VPL

## IV. 연구방법

### 4.1. 연구 대상

본 연구는 서울시 강서구 인문계 M고등학교 자연계열 2학년 2개 학급 70명을 무선적으로 선정해서 실험집단과 통제집단 각각 1개 학급 35명의 학생을 연구대상으로 하였다.

### 4.2. 연구 설계

본 연구의 가설을 검증하기 위해 실험 집단은 TPL을 활용한 로봇 프로그래밍 교육을 실시하였고, 통제 집단은 VPL을 활용한 로봇 프로그래밍 교육을 실시하여 정보과학적 사고 능력에 어떠한 영향을 미치는지 측정하였다. 연구 설계를 구체적으로 도식화 하면 [표 4]와 같다.

표 4. 연구 설계  
Table 4. study design

실험집단(G1)	O1	X1	O2
통제집단(G2)	O3	X2	O4

X1 : TPL을 활용한 로봇 프로그래밍 교육  
X2 : VPL을 활용한 로봇 프로그래밍 교육  
O1, O3 : 사전검사(정보과학적 사고능력 검사)  
O2, O4 : 사후검사(정보과학적 사고능력 검사)

### 4.3. 연구 도구

본 연구에서 사용한 정보과학적 사고능력 검사도구는 이은경 [13]이 개발한 정보과학적 사고(Computational Thinking) 능력 검사를 사용하였다. 정보과학적 사고능력 검사는 2003년 실시된 OECD/PISA의 문제 해결 영역 문항의 평가 틀을 40개의 예비문항을 제작한 후 전문가 검토 및 예비검사를 통해 최종 16개 문항을 선정하였다. 예비문항들은 현직 교사 3인을 포함한 전문가 집단 협의를 통해 개발하였으며, K대학교 컴퓨터 과학 관련 전공 대학생 31명을 대상으로 예비검사를 실시하였다. 검사 결과 평균 정답률이 90% 이상인 문제를 제거하여, 최종 16개의 문항을 선정하고 내용을 수정보완하였다[13].

최종 평가 문항의 검사 소요시간은 총 45분이며, 배점은 정답의 경우 1점, 오답의 경우 0점으로 부여하였다. 따라서 가능한 점수 분포는 최저 0점에서 최고 16점이다.

### 4.4. 연구결과

#### 4.5.1. 사전 검사

정보과학적 사고능력에 대한 두 집단의 동질성을 파악하기 위해 사전검사를 실시하여 독립표본 t-검정하였으며 결과는 [표 5]와 같다.

표 5. 정보과학적 사고능력 사전 t-검증 결과  
Table 5. pre-test t-test of computational thinking ability

집단	사례 수	평균	표준 편차	t	df	p
실험 집단	35	2.29	2.230	.606	68	.547
통제 집단	35	1.97	2.107			

독립표본 t-검증 결과, 실험집단과 통제집단의 평균이 거의 유사하게 나타났으며, 두 집단의 유의도가 .547로 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다( $p>.05$ ). 즉, 실험집단과 통제집단은 동질집단임을 확인할 수 있다.

#### 4.5.2. 사후 검사

실험 처치 후 두 집단의 정보과학적 사고 능력에 대한 사후 검사를 실시하여 독립표본 t-검증 하였으며 그 결과는 [표 6]과 같다.

표 6. 정보과학적 사고능력 사후 t-검증 결과  
Table 6. post-test t-test of computational thinking ability

집단	사례 수	평균	표준 편차	t	df	p
실험 집단	35	5.57	3.099	3.093	68	.003
통제 집단	35	3.43	2.682			

독립표본 t-검정한 결과, 실험집단의 평균은 5.57점, 통제집단의 평균은 3.43점으로 나타났다. 또한, 두 집단 간의 사전검사 평균차이가 1.97점에서 사후검사 후 평균차이가 3.28점으로 나타났다. 독립표본 t-검증 결과 두 집단 간의 유의도가 .003으로 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있다( $p<.05$ ).

## V. 결론 및 제언

빠르게 변화하는 지식정보사회에서 요구되는 창의적이고 논리적인 사고를 바탕으로 문제를 해결해 나가는 능력을 신장시키는 것은 현대 교육이 추구하는 가장 중요한 교육 목표이다. 이를 위해서는 본질적인 과학으로서의 컴퓨터 교육이 필요한데 그 중에서 가장 핵심적인 부분이 기초 인지능력인 정보과학적 사고능력 향상이라 할 수 있으며 프로그래밍을 통해 발전시킬 수 있다. 이러한 시대적 흐름으로 인지적 부담을 최소화하고 흥미를 통한 동기를 부여하는 교육용 로봇 프로그래밍 교육에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

정보과학적 사고능력에 대한 사후 검사 결과, 두 집단은 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며, 실험집단이 통제집단보다 높은 평균을 보이고 있었다. 따라서 TPL을 활용한 프로그래밍 교육이 VPL을 활용한 프로그래밍 교육보다 정보과학적 사고능력 향상에 유의미하다는 결론을 내릴 수 있다.

이것은 추상성이 높은 언어기호를 사용하는 TPL은 VPL에 비해 문법 오류수정 및 디버깅 과정에서 반성적 사고 및 추상적 사고 능력 향상에 뛰어나다는 선행연구를 통해 인지발달 단계가 구체적 조작기에서 형식적 조작기에 형성된 학습자들이 직관적이고 구체적인 아이콘, 그림 등의 시각기호보다 추상성이 높은 언어기호를 통한 반성적사고와 문제해결에 효과적이라는 특성을 활용했기 때문이다.

본 연구를 통해 학습자의 인지발달 단계에 적합한 프로그래밍 언어의 선택이 21세기 기초 인지능력인 정보과학적 사고능력 향

상에 효과적이라는 결론을 내릴 수 있다.

그러나 본 연구는 단일 집단에 대한 연구 결과 이므로 본 연구를 일반화 하기는 어려울 것으로 보인다. 따라서, 인지발달 단계가 다양한 학교급별 연구 및 남녀 성별에 따른 텍스트 기반과 비주얼 기반 로봇 프로그래밍 교육성을 비교·분석할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] Dale, E, *Audio Visual Methods in Teaching*. New York: Hort Rinehart and Winston Inc. 1969.
- [2] Robert M. Gagne & Leslie J. Briggs, *Principle of Instructional Design*. New York : Holt, Rinehart and Winston Inc. 1973.
- [3] Wing, J. M, *Computational Thinking and Thinking About Computing*. Philosophical Transactions of the Royal Society, 366, pp. 3717-3725. 2008.
- [4] Wing, J. M, *Computational Thinking*. Communication of the ACM, Vol. 49, No. 3, pp. 33-35. 2006.
- [5] 김선영, 고등학생의 인주 수준과 화학 교과 내용이 요구하는 과학적 사고력과의 비교 연구. 석사학위논문. 이화여자대학교 1992.
- [6] 김영수, 구체적 조작수준과 형식적 조작수준의 CAI 형태에 대한 학생 선호경향. 한국화학교육학회논문지, 제6권, 제2호, 9-13쪽. 1986
- [7] 김희수, 신재흡, *교육심리학*. 박학사. 2005.
- [8] 문외식, 교육용로봇을 이용한 프로그래밍 학습 -재량활동 및 특기적성 시간에 레고마인드스탐의 LabVIEW 언어 중심으로-. 한국정보교육학회지, 제 11권, 제 2호, 231-241쪽. 2007년 7월
- [9] 박지혜, 게임을 이용한 음악 수업 학습도구 개발 연구 : 데일의 경험의 원추 모형을 중심으로 석사학위논문. 성신여자대학교. 2009.
- [10] 오세인, Squeak 언어를 적용한 실업계 고등학교 프로그래밍 수업이 논리적 사고력 향상에 미치는 영향. 석사학위논문. 한국교원대학교. 2007.
- [11] 유인환, 로봇을 활용한 C언어 학습 프로그램의 개발. 대구교육대학교 초등교육연구논총, 제 24권, 제 1호, 203-224쪽. 2008.
- [12] 이영준, Computational Thinking 향상을 위한 초중등학교 정보 교육의 방향. 컴퓨터교육학회논문지, 제 2권 제 1호, 17-21쪽. 2008.
- [13] 이은경, Computational Thinking 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습 모형. 박사학위논문. 한국교원대학교. 2009.
- [14] 이은아, 고등학교 2학년 인문계 학생들의 지적 발달 수준과 물리 교과 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계. 석사학위논문. 이화여자대학교. 1993.
- [15] 정용열, 전문계 고등학교 학습자의 동기 유발 및 지속을 위한 로봇 프로그래밍 교수학습 모형. 석사학위논문. 한국교원대학교. 2009.
- [16] 정진경, 중학생들의 인지수준과 과학교과 중 물리 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계. 이화교육논총 Vol.5 No.- 134-145쪽. 1994.
- [17] 한건우, 프로그래밍 교육에서 문제해결력 신장을 위한 동료 에이전트 시스템 개발. 박사학위논문. 한국교원대학교. 2007.
- [18] 허미선, 정보교육에서의 문제해결능력 향상을 위한 교수설계 방안 연구. 석사학위논문. 고려대학교. 2009.