

# 컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램 개발 및 적용

오정철<sup>†</sup> · 김재형<sup>††</sup> · 김종훈<sup>†††</sup>

## 요 약

21세기를 살아가는 현대인들에게 정보과학적 사고는 필수적으로 갖추어야 할 사고능력이다. 그러나 현행 정보교육과정 내에서 이러한 사고능력을 갖추기란 현실적으로 매우 어렵다. 이에 단편적이고 일률적인 프로그래밍 교육에서 벗어나 학습자의 정보과학적 사고능력을 신장시키고 컴퓨터 과학 원리를 쉽게 이해시키기 위하여 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 개발하였다. 그리고 개발된 프로그램의 효과를 검증하기 위해 제주도내 초등학교 3~6학년 학생 41명을 대상으로 35시간 동안 적용한 결과, 창의적 문제해결력과 정보과학적 문제해결력에 긍정적 변화를 가져오는 것을 확인하였다. 이에 본 논문에서는 교육프로그램의 설계와 그 효과를 검증하고 새로운 정보교육 형태로서 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 제시하고자 한다.

주제어 : 퍼즐 기반 학습, 정보과학적 사고, 창의적 문제해결력

## Development and Application of Primary Puzzle-Based Learning Program for Computer Science Education

JungCheol Oh<sup>†</sup> · JaeHyeong Kim<sup>††</sup> · JongHoon Kim<sup>†††</sup>

### ABSTRACT

Developing computational thinking ability is crucial for those living in the 21st century. However, the current computational education system cannot satisfy this need. Current computational education tends to be limited to the teaching of the use of application programs or the teaching of the programming language. This is why the primary puzzle-based learning program was developed. This program promotes the development of the learner's computational thinking ability and understanding of the principles of the computer science as opposed to the fragmented, uniform programming education. In order to prove the effectiveness of this newly developed program, a 35-hour study was conducted to 41 students from grade 3 to 6 classrooms in Jeju Province. It was proved that this program brings positive changes in creative problem-solving ability and problem-solving abilities in computer science. This paper is to provide the ground for the development of an educational program and to prove the effectiveness of thereof, and finally introduce the Primary Puzzle-Based Learning Program as the alternative computational education.

**Keywords** : Puzzle-Based Learning, Computational thinking, Creative Problem-Solving Ability

---

† 정 회 원: 제주대학교 대학원 컴퓨터교육전공 박사과정  
†† 준 회 원: 제주대학교 대학원 컴퓨터교육전공 석사  
††† 종신회원: 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수(교신기자)  
논문접수: 2013년 12월 27일, 심사완료: 2014년 5월 26일, 게재확정: 2014년 5월 29일

## 1. 서론

21세기 지식정보화 사회에 접어들면서 세계는 급격한 속도로 변화하고 있다. 컴퓨터의 발명과 그에 따른 정보통신 기술의 발달은 21세기에 들어 이전과는 비교할 수 없을 만큼 다양한 사회적 변화를 불러 일으켰으며, 정보과학에 대한 관심과 투자는 이제 선택이 아닌 필수적인 요소가 되었다.

정보과학기술이 창조한 디지털 환경에 적응하기 위해서 정보과학 교육에 대한 관심은 꾸준히 증가하고 있으며, 의료, 산업, 학문 등 다양한 분야에서 정보과학과 연계한 여러 시도들이 늘어나는 추세이다[1].

이러한 세계적 흐름에 맞춰 정보교육은 창의적인 문제해결 능력을 기르기 위하여 컴퓨터를 활용한 창의적인 사고, 논리적인 사고력 신장에 그 주된 목적을 두고 있다. 이에 따라 2009 개정 중학교 선택 교과 교육과정에 제시된 정보교육 내용에서는 창의적인 문제해결을 위해 정보과학적 사고능력(Computational Thinking)을 기르는 것을 강조하고 있다. 결국 현재의 정보교육의 지향점은 창의적 사고능력과 정보과학적 사고능력 신장에 있다고 할 수 있다[2].

그러나 정보교육의 지향점과 현장의 정보교육 내용에는 큰 차이가 존재한다. 초·중등정보통신기술교육 운영지침에 근거한 교육 내용을 보면 단순한 정보수집 및 활용 능력 신장에 집중되어 있고 창의적 문제해결력과 정보과학적 사고력 신장을 위한 정보교육은 미비한 상황이다[3]. 또한 초·중 교육과정의 정보교육 내용에서도 컴퓨터 과학과 관련된 원리를 단편적으로만 제시할 뿐이어서, 정보과학적 사고과정에 입각한 문제해결능력의 신장은 요원하다[3][4]. 또한 정규교과를 벗어나 초등정보영재교육에서조차 프로그래밍과 응용프로그램 활용 교육에 집중되어 있어 컴퓨터 동작 원리를 기반으로 한 정보과학적 사고능력과 창의적인 문제해결능력의 신장을 위한 체계적 교육은 이루어지고 있지 않다[1]. 이렇듯 현행교육과정 내에서 학습자가 컴퓨터교육의 핵심 역량인 컴퓨터 과학의 사고과정을 접하고 이를 통해 정보과학적 사고능력과 창의적인 문제해결 능력을 기르기란

매우 어렵다.

따라서 학교교육 현장에서도 컴퓨터교육의 핵심인 컴퓨터 과학 원리를 친근하고 다양한 문제상황을 통해 경험하고 이해 할 수 있는 교육 내용이 제공되어야 한다.

이러한 점에서 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 창의적 문제해결 능력과 정보과학적 사고능력을 신장시키기 위한 새로운 정보교육 방법이 될 수 있다. 이에 본 논문에서는 컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 개발하고 그 교육적 효과를 검증하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 정보과학적 사고

정보과학적 사고는 비단 컴퓨터 과학에만 국한되지 않는 현대를 살아가는 모든 학습자가 갖추어야 할 기본 기술이자 근본적인 사고이며 문제를 해결하고 시스템을 디자인하며 인간의 행동을 이해하는 것들을 포함하고 있다. Wing(2006)은 정보과학적 사고가 새로운 시대의 컴퓨터 과학에서 반드시 연구해야 하는 분야이며 3R(Reading, wRiting, and aRithmetic)과 더불어 모든 학습자가 정보과학적 사고능력은 기본 능력으로 갖추어야 한다고 주장하였다[5].

그리고 CS4FN(Computer Science For Fun)은 정보과학적 사고를 컴퓨터적 특성을 이용하여 문제를 해결하는 다양한 기술의 모음이라고 정의하였다. 이러한 정보과학적 사고는 컴퓨터의 과학적 기본 개념과 원리에 따른 문제해결, 시스템 설계, 인간 행동의 이해를 위한 사고로 정의되며 재귀적 사고, 추상적 사고, 선행적 사고, 절차적 사고, 논리적 사고, 동시적 사고, 분석적 사고, 전략적 사고 등을 포함한다고 보았다[6].

Wing(2008)은 CT(Computational Thinking)의 핵심 요소를 추상화를 위한 사고 능력과 자동화를 위한 사고능력으로 구분하여 제시하고 이러한 능력이 다른 학문 분야에서 다루는 사고 능력과의 차이가 무엇인지 명확히 구분하였다. 또한 추상화 능력을 CT의 핵심 요소로 제시하고, 컴퓨팅 영역에서의 추상화와 수학이나 물리학에서 다루

는 추상화와의 근본적인 차이를 설명하였다. 즉 컴퓨팅 영역에서의 추상화는 수학이나 물리학에서 말하는 추상화와 달리 개념의 추상을 말하며 실제 세계의 여러 제약 조건 안에서 이루어짐으로 더욱 복잡한 경향을 갖는다는 것이다[7].

## 2.2 컴퓨터 교육과 컴퓨터 과학 교육

일반적인 컴퓨터 교육은 대체로 컴퓨터 소양(Computer Literacy)교육과 컴퓨터 과학(Computer Science)교육, 그리고 컴퓨터 활용교육(Computer Uses in Education)으로 구분할 수 있다. 우선 컴퓨터 소양 교육은 정보화 사회에서 컴퓨터 문맹 탈피 교육을 말한다. 즉, 정보화 사회를 살아가는 우리들에게 기능적 측면에서 컴퓨터란 무엇이며, 어떻게 동작하며 어떤 영향을 미치는지 알고 개개인의 필요에 맞게 사용할 수 있는 능력을 길러주는 것을 말한다. 컴퓨터 과학 교육은 컴퓨터 소양 교육에서 한 단계 발전하여 컴퓨터 과학의 내용을 포함하는 개념을 가르치는 것이다. 이는 직업·전문 교육적 관점과 보통·교양 교육적 관점으로 구분된다. 마지막으로 컴퓨터 활용교육은 정보통신기술들을 교육과 학습과정에 활용하여 효율성을 높이고자 하는 것을 말한다[8]. 각 컴퓨터 교육 영역과 세부 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> 컴퓨터교육의 영역과 세부내용

교육 영역	컴퓨터 소양교육	컴퓨터 과학 교육	컴퓨터 활용교육
내용	컴퓨터를 개개인의 필요에 맞게 사용하는 능력을 기르는 교육	컴퓨터 과학과 관련된 개념을 가르치는 교육	정보통신기술들을 교육과 학습 과정에 활용하여 교육하는 것
세부 내용	다양한 응용소프트웨어 익히기 인터넷을 통한 정보검색 교육 등	자료구조, 컴퓨터 구조, 운영체제, 데이터 베이스, 프로그래밍 언어, 컴퓨터 통신 등	컴퓨터 보조학습(CAI), 웹기반학습(WBI) 등

이 중 컴퓨터 과학 교육은 컴퓨터 과학 원리를 직접적으로 학습함으로써 컴퓨터 과학기반 사고를 증진시키고 학습자의 학습능력과 사고능력을 향상시킬 수 있다[9]. 따라서 정보교육은 이러한 컴퓨터 과학 원리에 초점을 맞추어 교육해야 할

필요가 있다.

## 2.3 퍼즐의 학문적 의의

퍼즐은 학문적으로 “퍼즐을 즐기는 사람들로 하여금 영재성(ingenuity)이나 인내심(patience)을 훈련시키기 위해 고안된 하나 또는 그 이상의 특정한 목표를 갖고 있는 문제”로 정의되며 퍼즐을 해결하는 과정에서 인간이 가진 좌뇌와 우뇌의 복합적인 사고과정을 필요로 한다.

퍼즐은 정형화된 문제도 많기 때문에 자유로운 발상이나 창조성만으로는 해결하기가 쉽지 않으며 자유로운 발상을 필요로 하면서도 그 문제를 해결하는데 꼭 필요하도록 다시 사고의 논리적인 수렴과정을 거쳐야 한다. 즉, 학생이 사고를 다각적으로 하는 이유는 문제를 해결하기 위한 과정이지 생각하는 것 자체로 끝나는 것은 아니다.

또한 뚜렷하게 해결해야 할 목표가 있기 때문에 집중력과 자발적인 해결의지가 발휘되며 창의성은 이처럼 사고의 발산과 수렴과정을 되풀이하며 결과를 도출해 내는 과정에서 증진될 수 있다. 이것은 자신만의 논리 준거로 설명할 수 있어야 한다. 퍼즐은 이런 사고의 과정을 충분히 시험해보고 단련할 수 있는 좋은 틀이라는 점에서 의의가 있다[10].

## 2.4 퍼즐 기반 학습

퍼즐의 교육적 효과를 활용하여 컴퓨터교육에 활용하려는 시도는 2000년대 초반부터 국내외에서 활발히 이루어지고 있다.

Anany Levitin(2002)는 동적 프로그래밍, 바인딩, 변환 등 가장 일반적인 알고리즘 설계 기법을 설명하기 위해 사용할 수 있는 몇 가지 퍼즐과 수수께끼 같은 문제를 제시하였고 이러한 활동이 실제 컴퓨터 과학에 관련된 문제해결에 도움이 될 수 있음을 확인하였다[11].

차성은(2007)은 퍼즐과 수수께끼 같은 문제는 다양한 IT 개념 교육에 효과적으로 활용될 수 있으며 이러한 활동은 학생들이 논리적으로 자신의 생각을 규정하고 알고리즘적 의사소통능력을 키우는데 도움이 될 수 있다고 하였다[12].

또한 이원규(2008)는 퍼즐은 형태적 관점, 정보적 경험 등에 따라 분류가 가능하며 정보적 경험에 따르면 알고리즘 퍼즐, 추론 퍼즐, 추상화 퍼즐, 창의력 퍼즐 등 4개의 그룹으로 나눌 수 있다고 하였다. 이러한 기준에 따라 분류하면 <표 2>와 같다[13].

<표 2> 퍼즐의 분류

알고리즘 퍼즐	추론퍼즐	추상화 퍼즐	창의력 퍼즐
선교사를 구출하라 캐치윈 하노이타워 클론다이크 캐스트 퍼즐 탱글먼트 퍼즐	모자의 색깔 8인의 리그진 직업을 찾아라 스도쿠 복면산 노노그램	원안의 숫자를 맞춰라 마방진 수열퍼즐 15 퍼즐 4색 정리 페니히스베르 크의 다리	탱그램 성냥개비 퍼즐 기하퍼즐 도형분할 퍼즐 펜토미노 소마큐브 에너지그램

그리고 장정아(2009)는 “정보교육에서 교수-학습 도구로서의 퍼즐 활용 및 효과성에 관한 연구”에서 초등 정보교육에서 정보과학적 사고기반의 문제해결능력을 경험하기 위한 새로운 교수-학습 도구로 퍼즐 교육을 제안한 바 있다. 또한, 정보과학적 사고를 기르는 대표적인 교육방법인 프로그래밍의 학습요소를 퍼즐의 사고과정과 분석하여 비교함으로써 정보교육의 형태로서 퍼즐의 가능성을 제시하였다. 이상의 내용을 토대로 프로그래밍 언어교육과 퍼즐교육의 사고과정의 유사성을 살펴보면 <표 3>과 같다[14].

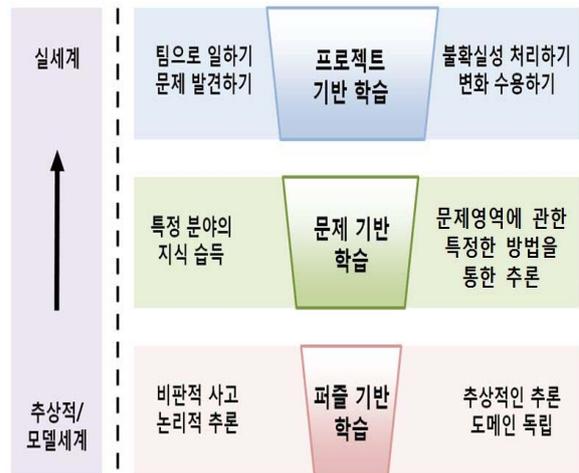
<표 3> 프로그래밍 언어와 퍼즐의 사고력 경험

사고력 경험	프로그래밍 언어	퍼즐
알고리즘적 · 재귀적 사고	프로그래밍 과정에서 경험 가능	퍼즐해결 과정에서 경험 가능
논리적 · 비판적 사고	오류 디버깅 과정에서 경험 가능	오류 디버깅 과정에서 경험 가능
창의적 · 발산적 사고	새로운 프로그램 설계 과정에서 경험 가능	새로운 해결방안 모색 과정에서 경험가능

그리고 Zbigniew Michalewicz(2010)는 컴퓨터 과학과 공학을 위한 퍼즐 활용 교육을 연구하며 퍼즐 기반 학습(Puzzle-Based Learning, PBL)이란 용어를 사용하였다. 그는 퍼즐 기반 학습은 비판적 사고와 논리적 추론력 신장을 위한 새로운 교육 모델로써 퍼즐의 본질적 매력으로 학생들에게 재미와 동기를 부여하고 퍼즐의 다양성과 해

결 전략을 논의하게 하며 이러한 과정 속에서 실제 세계에서 발생할 수 있는 문제 상황을 해결할 수 있는 실질적인 기술을 제공한다고 하였다 [15].

또한 Zbigniew Michalewicz(2011)는 퍼즐 기반 학습의 궁극적인 목표를 현실 세계에서 효과적인 문제 해결하기 위한 학생들의 지식 기반을 마련하는 것이라 보고 <그림 1>과 같이 현실 세계에서 문제 해결을 위한 학습과 실세계의 문제해결을 위한 기술의 연속체를 제시하였다. 이 연속체에서 각 기술의 단계는 아래의 단계를 기반으로 해서 이루어지며 퍼즐 기반 학습은 미래의 특정 학습과정에서 문제해결을 위해 기초가 될 수 있는 추론능력과 비판적 사고 기술을 증진시킬 수 있다고 보았다[16].



<그림 1> 학습과 실세계의 문제 해결을 위해 필요한 기술의 연속체

### 3. 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램 설계

#### 3.1 컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습

컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 정보화 시스템 구축을 위해 사용되는 통신, 개발, 저장, 처리, 관리 등의 정보과학적 기술의 원리와 내용을 퍼즐 형식으로 만들어 퍼즐을 풀면서 컴퓨터 과학의 효과적인 문제해결방식을 경험하고 익히게 하는 새로운 형태의 퍼즐이다.

기존 연구에서도 다양한 퍼즐을 활용한 정보교

육이 상당한 효과를 거둘 수 있음이 입증된 바 있다[11]. 그러나 기존의 퍼즐을 활용한 프로그래밍 교육 또는 정보교육은 퍼즐에서 사용되는 수학 또는 과학의 원리를 활용하여 문제 해결하는데 그친다는 한계를 갖고 있다. 이에 반해 본 연구에서 개발한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 퍼즐의 기본 구성 원리들이 컴퓨터 과학 원리에 기반을 두고 있다. 즉, 퍼즐에 도입되는 다양한 문제 상황은 실제 컴퓨터의 수치표현, 프로그래밍, 자료 구조, 알고리즘 등 실제 정보통신기술의 기반이 되는 다양한 기술과 원리를 바탕으로 하고 있다. 또한 이러한 토대 위에 이를 가장 잘 설명할 수 있는 일상생활의 소재와 문제 상황을 연계하여 학습의 용이성과 접근성을 높였다는 것이 본 연구에서 개발한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램이 일반 퍼즐과 갖는 차별성이다.

### 3.2 연구 단계 설계

컴퓨터 과학 교육을 위한 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 개발하고 개발된 프로그램을 적용하기 위하여 <그림 2>와 같은 연구 단계를 설정하고 1년 동안 각 단계에 따라 연구를 진행하였다.



<그림 2> 연구 설계 단계

### 3.3 교육영역 및 주제선정

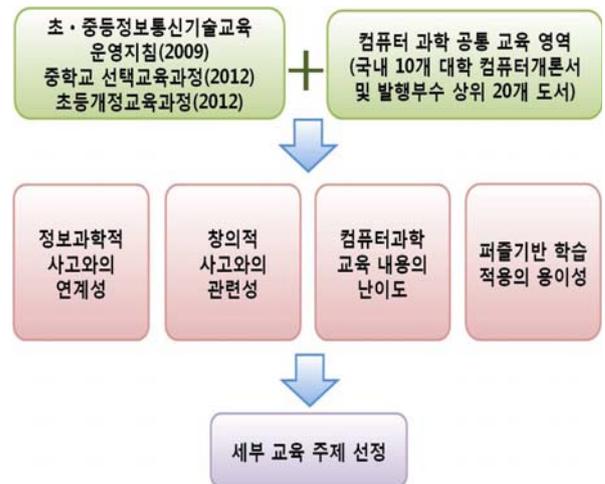
초등 퍼즐 기반 학습 프로그램의 일반성과 적합성을 확보하기 위해 컴퓨터 과학 10대 공통 교육 영역을 선별한 후, 학교 교육과정의 교육 내용과 수준을 고려하여 교육영역 및 주제를 선정하였다. 먼저 국내 10개 대학 컴퓨터·컴퓨터 과학 개론서와 2000년 이후 발행부수 상위 20권의 국내의 컴퓨터·컴퓨터 과학 개론서의 교육 내용을 주제별로 분석하였다. 그리고 <표 4>와 같이 공통적으로 다루고 있는 핵심 10대 공통교육 영역을 선정하였다.

<표 4> 컴퓨터 과학 10대 공통 교육 영역

컴퓨터 과학 10대 공통 교육 영역
수 표현과 진법변환, 논리회로(부울대수), 프로그래밍 언어, 알고리즘, 자료 구조, 데이터베이스, 운영체제, 네트워크와 통신, 보안과 암호화, 멀티미디어

또한 교육과학기술부에서 제시한 중학교 선택 교과 교육과정(2012), 초등개정교육과정(2012), 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침(2009)을 분석하여 위의 10대 공통 교육 영역을 고르게 포함하면서 투입 가능한 영역과 주제를 선별하였다 [2][3][4].

이렇게 추출된 학습주제를 바탕으로 정보과학적 사고와의 관련성, 창의적 사고와의 관련성, 컴퓨터 과학 교육 내용의 난이도, 퍼즐 기반 학습 적용의 용이성 등을 고려하여 초등학생을 대상으로 교육 가능한 세부 교육 주제를 선정하였다.



<그림 3> 교육 주제 선정 과정

### 3.4 퍼즐 소재 및 중심 사고 영역 선정

선정된 세부 교육 주제에 따라 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 제작하기 위해 해당 컴퓨터 과학 원리를 효과적으로 표현할 수 있는 흥미로운 교육 소재를 선정하였다. 교육 소재는 관련 컴퓨터 과학 원리를 효과적으로 표현할 수 있어야 하며 학생들의 참여 동기와 학습지속력을 높이기 위해 쉽게 접근할 수 있는 흥미로운 소재여야 한다.

또한 컴퓨터 과학 원리를 담은 소재 선정 후에는 각 소재를 통해 퍼즐을 해결하며 신장시킬 중심 정보과학적 사고력(CT)과 중심 창의적 문제해결력(Creativie Problem-Solving Ability, CPSA)을 선정하였다.

<표 5> 정보과학적 사고력(CT)과 창의적 문제해결력(CPSA)의 구성 요소

정보과학적사고 사고의 추상화 능력 구성 요소(이은경)	창의적 문제해결력의 인지적 요소(김종혜)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶문제 발견</li> <li>·논리적 사고 ·분석적 사고</li> <li>▶문제 분석 및 표현</li> <li>·분석적 사고 ·추상적 사고</li> <li>▶문제 해결 전략</li> <li>·동시적 사고 ·선행적 사고</li> <li>·전략적 사고 ·절차적 사고</li> <li>·재귀적 사고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶문제 이해 및 분석</li> <li>·정교성 ·민감성 ·재구성력</li> <li>▶문제 해결 방안 탐색</li> <li>·유창성 ·융통성 ·독창성</li> <li>▶문제 해결 방안 설계·구현</li> <li>·정교성</li> <li>▶평가</li> <li>·융통성 ·정교성</li> </ul>

창의력 문제해결력의 인지적 요소는 <표 5>와 같이 김종혜(2008)의 연구에서 문제해결능력과 창의력 구성요소를 교차하여 제시한 단계별 창의력 요소를 기본으로 하였고 정보과학적 사고력은 이은경(2009)의 연구에서 제시된 정보과학적 사고의 영역 중 추상화 능력 구성 요소로 제시한 사고영역을 중심으로 선정하였다[13][17].

이러한 중심 사고력 선정은 본 퍼즐이 단순히 컴퓨터 과학 내용을 이해시키는데 목적이 있는 것이 아니라 퍼즐에 숨어있는 효과적인 문제해결 과정을 경험함으로써 정보과학적 사고력과 창의적 문제해결력 신장을 목표로 하고 있기 때문이다. 그리고 동일한 소재를 갖고 동일 컴퓨터 과학 내용을 지도하더라도 중심 CT요소와 중심 CPAS 요소가 무엇인지에 따라 교수학습과정에서 교사 발문의 빈도와 형태, 소재의 투입시간, 설명 방법 등에는 큰 차이가 있을 수 있다.

또한 정보과학적 사고력과 창의적 문제해결력에 여러 하위 요소들이 있기 때문에 교재 제작과 투입과정에서 특정 하위 인지 영역으로 집중되지 않도록 소재별 중심 정보과학적 사고력(CT)과 중심 창의적 문제해결력(CPSA)의 인지적 요소를 선정하는 것이 필요하다. 그리하여 지도 교사의 명확한 교수 방향을 제시하고 정보과학적 사고력과 창의적 문제해결력 하위 요소들 간의 고른 발달을 도모하고자 하였다.

예를 들어 <표 6>의 보안 및 압축 영역의 세부 학습 주제인 패리티비트의 경우, 학생들이 생활에서 쉽게 접할 수 있는 마술카드 놀이를 이용하여 패리티비트의 데이터 오류확인 방식을 경험하도록 하였다. 이 때, 문제를 발견하는 단계에서 중심 CT요소인 논리적 사고 과정이 충분히 일어날 수 있도록 발문을 선택하고 학생들의 활동별 시간을 조정하였으며 문제를 해결하고 평가하는 과정에서는 중심 CPSA요소인 정교성이 충분히 발휘될 수 있도록 활동을 구성하였다.

### 3.5 퍼즐별 세부 주제 및 중심 사고영역

본 연구에서는 총 40개의 소재를 활용한 35차시 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 제작하여 진행하였으며 차시별 시간 배분과 구성 순서는 선정된 세부 교육 주제들 간의 학습의 난이도, 내용의 연계성, 컴퓨터 과학 분야의 기존 교육 순서 등을 종합적으로 고려하여 제시하였다.

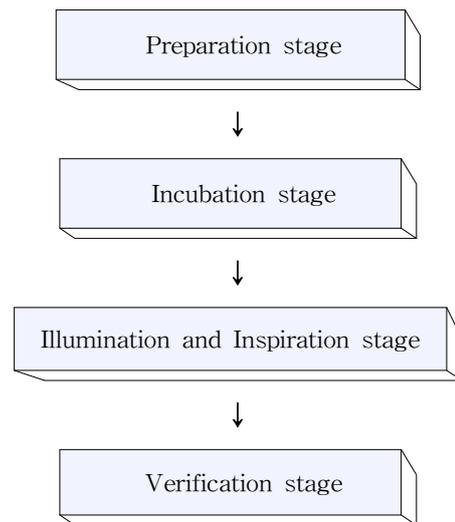
동일 주제 내에서 여러 개념을 가르쳐야 하는 경우 여러 차시에 걸쳐 내용을 지도하였으며 실제 운영에 있어서는 학습자의 성취능력에 따라 구성된 내용에서 일부 내용을 추가 또는 삭제하여 교육 프로그램을 운영하였다.

<표 6> 퍼즐별 관련 사고영역

학습주제	주제별 퍼즐 소재	중심 CT요소	중심 CPSA요소
수 체계	퍼즐 1. 텐트 개수 맞추기	분석적 사고	유창성
	퍼즐 2. 애플카드 활동하기	추상적 사고	정교성
	퍼즐 3. 이진시계의 시간 알아보기	동시적 사고	재구성력

학습주제	주제별 퍼즐 소재	중심 CT요소	중심 CPSA요소	
데이터 표현	퍼즐4. 과일 옮기기 퍼즐5. 벽면 타일 옮기기	절차적 사고	정교성	
알고리즘	프로그래밍 퍼즐6. 로봇그림그리기(기본) 퍼즐7. 로봇그림그리기(기본) 퍼즐8. 로봇그림그리기(심화) 퍼즐9. 로봇그림그리기(심화)	절차적 사고 선행적 사고	유창성 융통성 정교성	
	탐색 퍼즐10. 달걀이 깨지는 높이 (선택탐색) 퍼즐11. 달걀이 깨지는 높이 (이진탐색)	선행적 사고	민감성 독창성	
	정렬 퍼즐12. 볼링공 정렬 (선택정렬) 퍼즐13. 볼링공 정렬 (버블정렬)	절차적 사고 절차적 사고	융통성 융통성	
	배열 퍼즐14. 호텔에 간 손님 퍼즐15. 호텔에 간 손님2 퍼즐16. 극장에 간 손님	선행적 사고	유창성	
	스택 퍼즐17. 비즈공예 퍼즐18. 주차장 문제	절차적 사고	정교성	
	큐 퍼즐19. 볼링공 문제 퍼즐20. 긴 줄넘기 순서 퍼즐21. 수학 계산 문제	절차적 사고 선행적 사고	재구성력 재구성력	
자료구조	트리 퍼즐22. 신밧드와 마법의 문 퍼즐23. 신밧드와 마법의 문2	추상적 사고 추상적 사고	정교성 독창성	
	알고리즘 다익스트라알고리즘 퍼즐24. 유럽여행계획 세우기	절차적 사고	유창성	
보안 및 압축	압축 퍼즐25. 단어 압축하기	선행적 사고	독창성	
	압축 퍼즐26. 단어 압축하기2 퍼즐27. 압축된 단어 복원하기	동시적 사고	융통성 독창성	
	패리티 비트 퍼즐28. 카드 뒤집기 마술 퍼즐29. 돌 옮기기	논리적 사고	정교성 민감성	
	패리티 비트 퍼즐30. 패리티 십자퍼즐	분석적 사고	정교성	
	암호 퍼즐31. 시저암호 퍼즐32. 원탁암호	동시적 사고	유창성 융통성	
	암호 퍼즐33. 원탁암호 퍼즐34. 배열암호	선행적 사고	유창성 민감성	
	암호 퍼즐35. 스키테일 암호	전략적 사고	독창성	
	암호 심화 퍼즐36. 쪽지암호 퍼즐37. 폴리비우스 암호 전치암호(심화)	분석적 사고	민감성 융통성	
	문제 해결	분할 정복 퍼즐38. 트리오미노 퍼즐	재귀적 사고	정교성
		백트래킹 퍼즐39. 태양의 눈물을 찾아라	재귀적 사고	재구성력
백트래킹 퍼즐40. 장기퍼즐		재귀적 사고	유창성	

구성 단계를 도입하였다. 이는 컴퓨터 과학 내용을 기반으로 하는 퍼즐을 학습하는 과정에서 창의적 요소를 부과하기 위함이다. Gw. Wallas(1926)는 창의성 산출물을 얻기 위한 <그림 4>와 같은 4단계 과정을 처음으로 소개하였다. 문제 인식과 원인을 찾고 문제 해결활동을 시작하는 준비단계(preparation stage), 과거에 학습한 지식과 새로운 정보를 연결시키며 여러 가지 사고활동이 계속 되는 부화단계(incubation stage), 갑자기 머릿속에 번득이는 생각을 잡아내는 통찰·영감단계(illumination and inspiration stage), 마지막으로 획득한 아이디어의 타당성 및 가능성 여부를 검증하고 그 결과에 따라 완전한 아이디어로 정리하는 검증·정리단계(verification stage)를 거치며 창의성을 산출해 냈다[18].



<그림 4> Gw. Wallas의 창의적 사고과정

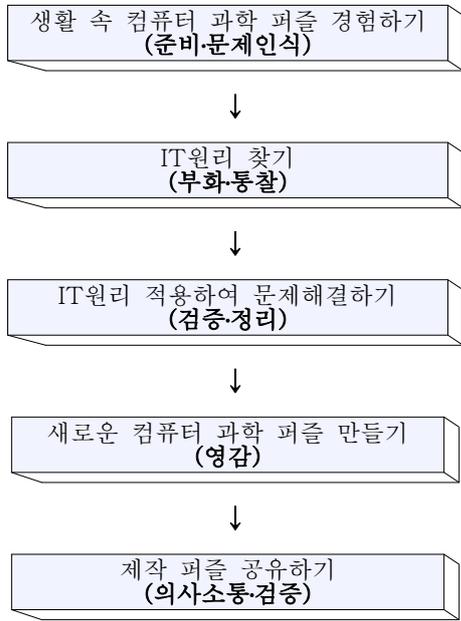
이에 Csikszentmihalyi는 사회·문화적인 역할이 중요하다면서 결과물을 어떻게 평가할 것인지 논의하는 ‘의사소통’ 및 ‘인정’의 단계를 추가 확장시켰다. 또한 Arthur, J. Cropley는 그의 저서에서 학습자의 성향적 요인을 고려하여 준비단계를 앞에 추가하여 준비, 정보, 부화, 조명, 검증, 의사소통, 인정 7단계로 창의성의 단계를 제시하였다 [19].

이를 바탕으로 정원희(2005)는 생활에서 알아보기, 생활 속 원리 찾기, 컴퓨터에 적용하여 상상하기, 프로그램 원리 알기, 생각 발전시키기의 5 단계로 구성하였다[20]. 본 연구에서는 사전 연구

### 3.6 교재의 구성 단계

초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 효과적으로 전달하기 위해 창의성 산출물을 얻기 위한 교재

를 바탕으로 주제별 퍼즐 소재와 중심 사고영역, 학습자의 교육 수준 등을 고려하여 <그림 5>와 같이 교재 구성 5단계를 설정하였다.



<그림 5> 교재 구성 5단계

## 4. 프로그램 적용 및 결과 분석

### 4.1 연구 대상

본 연구는 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육과 초등창의컴퓨터교실의 교육기부프로그램에 참가한 제주 시내 초등학교 3~6학년 학생 41명을 대상으로 실시되었다. 성비는 남학생 22명, 여학생 19명이며 학년별 인원수는 <표 7>과 같다.

<표 7> 연구 대상 집단과 사례 수

항목	연구대상	N
성별	남성	22
	여성	19
	계	41
학년	3학년	13
	4학년	11
	5학년	12
	6학년	5
	계	41

### 4.2 프로그램 운영 기간 설정

창의성과 정보과학적 사고기반의 문제해결능력의 변화를 위해 필요한 최소한의 프로그램 투입 시간과 시간을 확인하기 위해 관련된 선행 연구를 살펴보았다. 김병수(2013)는 17명의 초등학생을 대상으로 총 8일간 20차시 스크래치 교육프로그램을 투입하여 유창성, 융통성, 독창성, 창의력 지수에서 유의미한 차이를 확인하였다[21]. 또한 김태훈(2012)은 15명의 초등학생을 대상으로 Kodu를 이용한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램을 6일간 30차시를 투입하여 논리적 사고력, 창의력, 과학·수학에 관련된 흥미·태도에서 유의미한 차이를 확인하였다[22]. 또한 김태미(2014)는 중학생 15명을 대상으로 8차시에 걸쳐 STEAM 프로그램을 진행하고 1차시부터 8차시까지 학생들의 창의성의 발현빈도와 빈도대비 점수가 향상되는 것을 확인하였다[23]. 이와 같은 선행 연구 결과로 미루어 볼 때 단기간에 집중 교육을 통해서도 사고능력의 변화가 가능함을 확인 할 수 있고 이에 2주간 35차시 교육 프로그램 운영을 통해서도 초등학생들의 창의성과 정보과학적 사고기반의 문제해결능력 변화가 가능할 것이라 예상할 수 있었다.

### 4.3 연구 설계 및 절차

본 연구의 실험설계는 <표 8>과 같이 실험집단을 대상으로 중학년반(3~4학년)과 고학년반(5~6학년)으로 나누어 반별로 사전 창의성 검사와 정보과학적 사고기반의 문제해결능력 검사를 각각 실시하였다. 이후 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 8월 2주~8월 3주까지(2주간) 35차시를 운영한 후 동형 검사지를 활용하여 실험집단의 사전·사후 창의성 및 정보과학적 사고기반의 문제해결능력의 향상 정도를 검사하였다.

<표 8> 실험설계

실험집단	$O_1$	$X_1$	$O_2$
------	-------	-------	-------

$O_1$ : 사전검사 /  $O_2$ : 사후검사

$X_1$ : 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램 운영

#### 4.4 검사도구

초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 적용한 후 객관적 검증을 통해 확인하고자 하는 영역은 창의성과 정보과학적 사고기반 문제해결능력이다.

창의성의 신장여부를 확인하기 위해 Torrance의 TTCT(도형) 창의력 검사 A형을 사전검사로 실시하였으며 동형검사지인 TTCT(도형) 창의력 검사 B형을 사후검사로 실시하였다.

정보과학적 사고기반의 문제해결능력 신장 검사는 Marneffe(1998)와 Lewandowski(1998)의 이론을 기초로 하여 고려대학교 대학원에서 개발한 ‘정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 문항지(중학교)’ 사전·사후 검사지를 초등학생 수준에 맞게 어휘와 수치를 수정한 후 컴퓨터교육과 교수 및 박사과정으로 구성된 전문가 집단에 사전·사후 검사지의 변형 전후의 난이도에 대한 동질성 여부를 확인 후 검사를 실시하였다. 해당 검사지는 현행 한, 일 및 여러 나라의 정보교과 평가 문항을 분석하여 내용을 선정하고, 검사지 내에서 특정 언어요소를 배제하여 정보과학 전반에 걸친 사고능력을 측정하는 내용으로 구성되었다. 문항 반응 이론 중 로지틱스 모형에 기초한 검사문항의 난이도, 변별도, 신뢰도 검사결과는 난이도 평균 0.192, 변별도 평균 1.151, 신뢰도 Cronbach  $\alpha$  값이 0.827로 난이도, 변별도, 신뢰도가 적절한 수준으로 볼 수 있다[24].

자료 처리 방법으로 수집된 자료의 통계 처리는 SPSS(Statistical Package for Social Science)win 14.0 프로그램을 활용하여 분석하였으며, 프로그램 실시 전·후의 창의성과 정보과학적 사고기반의 문제해결능력을 파악하기 위하여 항목에 대해 대응표본 t-test를 실시하였다.

#### 4.5 TTCT(도형) 창의성 검사결과

본 연구에 사용된 검사도구는 Torrance가 개발한 TTCT 도형 검사(김영채의 한국 번역판)로 사전검사에 A형, 사후검사에 동형 검사지인 B형을 투입하였다[25]. TTCT의 도형 검사를 통해 창의성의 5가지 하위 요인(유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항)을 측정할

수 있으며 채점은 창의력 한국 FPSP에 의뢰하여 TTCT 채점 전문가를 통해서 이루어졌다.

TTCT는 많은 사례의 표본 검사를 통해 요인별, 학년별 통계치가 이미 제시되어 있으며 그 타당도와 신뢰도가 높은 검사이다. 본 논문에서는 개별점수 해석에 유용한 백분위점수보다 평균치를 계산하고 집단의 상관연구를 하는 통계 분석에 적절한 표준점수를 사용하였다. 본 검사의 규준표의 표준점수들은 정규분포곡선을 이용하여 평균치 100, 그리고 표준편차 20이 되도록 만든 것이며 각 표준점수는 이러한 분포(척도)에 따라 읽게 된다. 이 척도에서는 전형적인 집단의 약 66%가 표준점수의 범위 80~120 사이에 놓여 있으며 약 95%의 사람이 범위 60~140 사이의 표준점수를 가진다[25].

이러한 영역별 TTCT 평균표준점수를 바탕으로 SPSS 14.0을 이용하여 유의수준  $p=.05$ 와  $p=.01$ 로 대응표본 t검증하였으며 창의력 각 요소별 검사결과는 <표 9>, <표 10>과 같다.

<표 9> 중학년(3~4학년) 창의력 사전·사후 검사결과

영역	실험 처치	N (명)	평균 표준점수	표준 편차	t	유의 확률
유창성	사전	24	94.04	12.78	-6.631	<b>.000**</b>
	사후	24	114.17	16.69		
독창성	사전	24	87.50	11.42	-7.351	<b>.000**</b>
	사후	24	113.75	19.40		
제목의 추상성	사전	24	91.00	26.99	-2.931	<b>.008**</b>
	사후	24	108.29	11.64		
정교성	사전	24	97.96	19.04	-4.020	<b>.001**</b>
	사후	24	113.13	17.37		
성급한 종결에 대한 저항	사전	24	97.17	10.27	-1.711	.101
	사후	24	101.58	16.53		
창의성 지수	사전	24	104.25	12.23	-6.956	<b>.000**</b>
	사후	24	122.83	11.39		

\*:  $p<.05$ , \*\*:  $p<.01$ , N:사례수

중학년 검사 결과를 살펴보면 사전·사후 검사 결과 유창성  $p=0.000(p<.01)$ , 독창성  $p=0.000(p<.01)$ , 제목의 추상성  $p=0.008(p<.01)$ , 정

교성  $p=0.001(p<.01)$ , 창의성 지수  $p=0.000(p<.01)$ 으로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

<표 10> 고학년(5~6학년) 창의력 사전·사후 검사결과

영역	실험 처치	N (명)	평균 표준점수	표준 편차	t	유의 확률
유창성	사전	17	104.41	30.20	-4.307	<b>.001**</b>
	사후	17	130.70	22.49		
독창성	사전	17	103.41	27.50	-4.565	<b>.000**</b>
	사후	17	126.41	21.30		
제목의 추상성	사전	17	91.29	20.62	.745	.467
	사후	17	87.05	30.41		
정교성	사전	17	120.29	23.86	1.951	.069
	사후	17	112.00	17.04		
성급한 종결에 대한 저항	사전	17	95.52	18.11	-1.797	.091
	사후	17	102.11	16.57		
창의성 지수	사전	17	114.76	17.46	-2.908	<b>.010*</b>
	사후	17	124.76	18.03		

\*:  $p<.05$ , \*\*:  $p<.01$ , N: 사례수

고학년 창의성 검사 결과에서는 사전·사후 검사결과 유창성과, 독창성, 창의성 지수 세 영역에서 각각  $p=0.001(p<.01)$ 과  $p=0.000(p<.01)$ 과  $p=0.010(p<.05)$ 으로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

중학년의 경우 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항, 창의성 지수 5가지 영역에서 사전·사후 검사결과 모두 향상된 결과를 보여 주고 있으며 통계적으로도 유의미한 차이를 보여주고 있다.

고학년의 경우 유창성 영역에서 사전검사 결과 평균 104.41점에서 사후검사 결과 평균 130.70점으로 26.31점 증가, 독창성 영역에서는 사전검사 결과 평균 103.41점에서 사후검사 결과 평균 126.41점으로 23.0점이 증가, 창의성지수 사전검사 결과 평균 114.76점에서 124.76점으로 10점이 증가하였으며 통계적으로도 유의미한 차이를 보였다.

위의 내용을 바탕으로 창의성 검사결과를 분석해보면 정보사고력기반 창의력 증진 초등 퍼즐

기반 학습 프로그램은 연구 집단의 창의성 영역 중 유창성, 독창성, 창의성 지수에 공통적으로 긍정적인 효과를 보이고 있으며 이는 본 교육프로그램이 학습자의 창의성 향상에 긍정적인 효과가 있음을 나타내는 것이라 할 수 있다. 또한 고학년보다 중학년 학생들의 창의성 영역에서 더 고른 향상을 보이고 있어 문자 및 수치 표현의 난이도만 조정한다면 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램이 초등학생 전 학년에도 충분히 투입되어 긍정적 효과를 미칠 수 있음을 보여주고 있다.

#### 4.6 정보과학적 사고기반 문제해결능력 검사 결과

본 연구의 대상에 대한 정보과학적 사고기반 문제해결능력 검사결과는 ‘정보과학적 사고기반의 문제해결능력 문항지’ 응답결과를 바탕으로 유의수준  $p=.05$ 와  $p=.01$ 로 대응표본 t검증을 실시하였다. 사전, 사후 검사결과는 아래의 <표 11>와 같다.

<표 11> 정보과학적 사고기반 문제해결능력 사전·사후 검사결과

영역	집단별 실험처치	N	평균	표준 편차	t	유의 확률	
총점 평균	중학년 (3·4학년)	사전	24	4.42	1.41	-1.737	.096
		사후	24	5.08	2.04		
	고학년 (3·4학년)	사전	17	5.18	2.09	-3.043	<b>.008**</b>
		사후	17	6.24	2.51		
	중·고학년 (3~6학년)	사전	41	4.73	1.74	-3.121	<b>.003**</b>
		사후	41	5.56	2.29		

\*:  $p<.05$ , \*\*:  $p<.01$ , N: 사례수

<표 11>의 검사결과는 10문항의 총점(10점 만점)을 토대로 학생별 평균을 비교한 결과이다. 이 결과를 살펴보면 중학년의 경우 정보과학적 사고기반의 문제해결능력 검사지에서 사전검사 결과 총점 평균 4.41점에서 사후검사 총점 평균 5.08점으로 평균 0.67점 증가하였으나 통계적으로는 유의하지는 않았고 고학년의 경우는 사전검사 결과 총점 평균 5.17점에서 사후검사 총점 평균 6.24점

으로 평균 1.07점 증가하였으며 유의확률  $p=0.008(p<0.05)$ 로 통계적으로 유의하였다. 또한 중·고학년 전체 사전사후 검사에서는 사전검사 결과 4.73점에서 사후검사 결과 5.56점으로 0.83점 증가하여 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

중학년의 경우 창의성검사 결과, 고학년보다 더 많은 영역에서 유의미한 차이를 보인 반면 정보과학적 사고기반 문제해결능력 검사에서는 유의미한 차이를 나타내지 못하였다. 그 이유를 학생들이 틀린 문항별로 분석한 결과, 정보과학적 사고기반 문제해결능력 검사지의 일부 문항의 경우 초등학교 3, 4학년들은 배우지 않는 수학적 사전 지식이 필요한 문항들이 있어서 문제해결능력 증진 여부와 무관하게 모두가 틀린 경우가 발생하여 평균 점수는 올라갔으나 유의미한 차이를 나타내지는 못한 것으로 풀이된다.

이상의 결과를 토대로 분석해보면 정보사고력 기반 창의력 증진 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 실험집단의 정보과학적 사고기반의 문제해결능력 향상에 긍정적인 변화를 주고 있음을 알 수 있다

## 5. 시사점 및 향후 연구방향

초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 다음 2가지 시사점을 갖는다.

첫째, 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 컴퓨터 과학 교육의 대중화에 기여할 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있다. 21C 융복합시대를 살아가는 현대인들에게 정보통신기술에 대한 이해는 필수적인 부분이지만 초등학생들이 컴퓨터 동작원리에 관한 내용을 학습하기는 무척 어렵다. 하지만 본 연구에서 개발한 퍼즐 기반 학습 프로그램은 컴퓨터에 대한 지식이 없는 초등학생들도 알고리즘, 자료구조, 보안과 압축 등 컴퓨터 과학 원리를 학습할 수 있는 교육 프로그램이다. 또한 퍼즐 형식을 빌어 복잡한 컴퓨터 이론이란 거부감 없이 흥미롭게 풀고 쉽게 이해할 수 있는 방법을 제공하고 있다.

둘째, 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램은 현행 교육과정에서 정보 교육이 가지는 한계점을 극복하고 학습자의 정보과학적 사고능력을 효과적으로

증진시킬 수 있는 새로운 방법적 모델이 될 수 있다. 기존 정보교육과정은 일반 학습자들은 학습하기 어려운 프로그래밍 교육 중심으로 이루어지거나 사고력 증진과는 무관한 응용프로그램 활용 중심 교육이 대다수를 이루고 있다. 이러한 전문적이고 어려운 컴퓨터 교육의 한계를 벗어나 일상생활의 다양한 사례와 퍼즐이라는 흥미로운 방법으로 컴퓨터 과학 교육을 할 수 있는 또 하나의 정보교육의 방법이 될 수 있다.

그리고 향후 필요한 연구는 본 연구의 대상이 초등학생으로 한정되었기 때문에 추후 적용 대상을 중·고등학생 및 일반인으로 확대하여 퍼즐 기반 프로그램의 효과를 검증해 볼 필요가 있다. 또한 동일한 컴퓨터 원리도 퍼즐에 사용되는 소재와 접근 방식에 따라 그 효과가 크게 달라질 수 있으므로 효과적인 퍼즐 소재와 교육방법 개발을 위한 지속적인 연구가 필요하다.

## 6. 결론

본 논문에서는 기존에 컴퓨터소양과 컴퓨터 활용 중심의 컴퓨터 교육에서 벗어나 학생의 창의적인 문제해결능력을 신장시키고 정보과학적 사고기반 문제해결능력을 증진시킬 수 있는 초등 퍼즐 기반 학습 프로그램을 개발·적용하고 그 효과를 입증하였다. 이를 위해 국내·외 연구사례를 검토하고 교육과학기술부가 제시하는 정보통신기술교육의 교육 내용과 국내 대학을 비롯해 널리 사용되는 컴퓨터·컴퓨터과학 개론서의 내용을 요약화하여 초등 수준에 적합한 핵심 컴퓨터 과학 교육 내용과 세부 주제를 선정하였다. 선정된 컴퓨터과학 원리는 이를 가장 잘 설명할 수 있는 일상생활의 소재를 이용하여 퍼즐의 형태로 나타내었다.

그리고 프로그램의 타당도를 높이고, 질적 수준을 담보하기 위해 프로그램 선정, 교수·학습자료 개발, 학습설계 등의 제작과정에서 현장과 대학에 있는 교육전문가 집단과 협의과정을 거쳤다.

이와 같은 과정에 의해 개발된 퍼즐 기반 학습 프로그램을 동일한 집단에게 가능한 모든 변인을 통제된 상황에서 2주간 35차시에 걸쳐 적용하였다. 그 결과, 프로그램을 적용한 학생들의 유창성,

독창성, 창의성 지수에서 유의미한 차이를 보였으며 정보과학적 사고기반 문제해결능력 또한 실험 전과 비교하여 신장되었음을 알 수 있었다. 이상의 결과를 바탕으로 퍼즐 기반 학습 프로그램이 초등학생의 정보과학적 사고능력과 창의성 신장에 긍정적인 변화를 가져왔음을 확인할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] 박수용 (2012). **융합시대의 정보통신산업 정책방향**, 정보통신산업 진흥원.
- [2] 교육과학기술부 (2011). **중학교 선택 교과 교육과정**. 서울. 교육과학기술부.
- [3] 교육과학기술부 (2005). **초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침(개정안)**
- [4] 교육과학기술부 (2012). **2009 초등개정교육과정**, 서울, 교육과학기술부.
- [5] Wing. J. M. (2006). Computational Thinking, Communication of ACM, Vol. 49, No. 3, pp33-35.
- [6] CS4FN(Computer Science for Fun) <http://www.cs4fn.org/computationalthinking/index.php>.
- [7] Wing. J. M. (2008). Computational Thinking and Thinking About Computing, Philosophical Transactions of the Royal Society, Vol. 366, No. 1881, pp3717-3725.
- [8] 정인영 (2007). **과학계 고등학교의 「컴퓨터 과학」 교육과정 개발**. 한국교원대학교.
- [9] 오정석 (2004). **컴퓨터 교육과정 설계에 관한 연구**. 공주대학교 교육대학원.
- [10] 박재형 (2012). **퍼즐을 활용한 초등정보영재 교육방안**. 한국교원대. 재인용
- [11] Anany Levitin, Mary-Angela Papalaskari. (2002). Using puzzle in Teaching Algorithms, SIGCSE'02 Communications of the ACM.
- [12] SeungEun Cha, DaiYoung Kwon, WonGyu Lee. (2007). Using Puzzle: Problem-solving and Abstraction, SIGITE.
- [13] 김종혜, 정희강, 김한성, 김현철, 이원규. (2008). 정보교육에서 요구되는 창의적 문제해결능력의 인지적 요소 정의. **컴퓨터교육학회 논문지**. 11(2). 1-12.
- [14] 장정아 (2009). **정보교육에서 교수-학습 도구로서의 퍼즐 활용 및 효과성에 관한 연구**. 고려대학교 대학원.
- [15] Zbigniew Michalewicz, Nickolas Falkner, Raja Sooriamurthi. (2010). Puzzle-Based Learning for Engineering and Computer Science
- [16] Zbigniew Michalewicz, Nickolas Falkner, Raja Sooriamurthi, Puzzle-Based Learning. (2011). An Introduction to Critical Thinking and Problem Solving, Decision Line, October, 2011, Vol 42, Issue 5, p6
- [17] 이은경 (2009). **Computational Thinking 능력 향상을 위한 로봇 프로그래밍 교수 학습모형**. 박사학위논문, 교원대학교.
- [18] Wallas, G. (1926). "The Art of Thought, Harcourt Brace"
- [19] Csikszentmihalyi, M. (1996). "Creativity : How and the psychology of discovery and invention", Harper collins
- [20] 김종훈, 김종진, 정원희. (2005). 프로그램 요소를 이용한 창의성 신장 교재 개발 연구. **컴퓨터교육학회논문지**. 8(5). 17-30
- [21] 김병수, 김종훈. (2013). CPS 모형 기반 스크래치 프로그래밍 학습이 언어 창의성에 미치는 영향. **컴퓨터교육학회논문지**. 16(6). 11-19.
- [22] 김태훈, 김종훈. (2013). Kodu를 이용한 프로그래밍 중심 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. **한국수산해양교육학회논문지**. 25(5). 1020-1030.
- [23] 김태미, 김래영. (2014). **STEAM 수업 자료 개발 및 적용을 통한 중등 수학 영재의 창의성 변화 분석**. 이화여자대학교 대학원.
- [24] 김종혜 (2009). **정보과학적 사고 기반의 문제 해결 능력 향상을 위한 중등 교육 프로그램**. 박사학위논문. 고려대학교 대학원.
- [25] 김영채 (2010). **검사요강: Torrance TTCT (도형) 검사 A&B형**. 대구: 창의력 한국 FPSP.



## 오정철

- 2005 제주교육대학교  
컴퓨터교육과(교육학학사)
- 2008 제주대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2005~현재 초등학교 교사  
2010~현재 제주대학교 컴퓨터교육전공 박사과정  
관심분야: Computational Thinking, EPL 교육,  
퍼즐 기반 학습  
E-Mail: lov0502@naver.com



## 김재형

- 2010 제주교육대학교  
컴퓨터교육과(교육학학사)
- 2014 제주대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2011~현재 초등학교 교사  
관심분야: Computational Thinking, EPL 교육  
E-Mail: ikaroskjh@naver.com



## 김종훈

- 1998 홍익대학교  
전자계산학과(이학박사)
- 1998~1999 한국전자통신연구원  
(ETRI) 박사후연구원

1999~현재 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수  
관심분야: 컴퓨터교육  
E-Mail: jkim0858@jejunu.ac.kr