퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자의 문제 해결력에 미치는 영향

최정원† · 이영준††

요 약

문제해결력은 21세기 학습자라면 누구나 갖추어야 할 핵심 역량이다. 특히 컴퓨팅 시스템이 실생활과 다양한 학문 분야의 문제 해결에 효율성을 보장하기 시작하면서 컴퓨터 과학의 개념과 원리를 바탕으로 문제 해결 과정을 설계하는 알고리즘 학습에 대한 관심이 증가하고 있다. 문제해결력 향상을 위해서는 알고리즘 설계 기법을 이해해야 하는 것 뿐 아니라 직면한 문제 해결에 적합한 알고리즘 설계 기법을 찾아 적용할 수 있어야 한다. 이러한 점에서 퍼즐은 문제해결력 향상에 매우 적합한 학습 도구라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 설계하고 적용함으로써 학습자의 문제해결력 향상에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과, 퍼즐 기반 알고리즘 학습은 학습자의 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인하였다. 이러한 결과는 퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자로 하여금 알고리즘 설계 기법 이해 뿐 아니라 퍼즐 해결에 적합한 알고리즘 설계 기법을 적용하는 경험을 제공함으로써 학습자의 문제해결력을 향상시킨 것으로 해석할 수 있다.

주제어 : 문제해결력, 퍼즐 기반 학습, 알고리즘 학습, 정보 영재

The impact of puzzle based algorithm learning on problem solving skill of learners

JeongWon Choi† · YoungJun Lee††

ABSTRACT

Problem solving is essential skill for all students in the 21st century. In particular, as the computing system ensures the effectiveness of problem solving in the various disciplines and real life, interest in learning algorithms to design a problem solving process is increasing. In order to improve problem solving skill, students should not only understand algorithm design skills but also apply appropriate skills to solve faced problem. In terms of these the puzzle can be considered a preferred learning tools to improve problem solving skill. Therefore, in this study we designed puzzled based algorithm learning and analyzed the impact of puzzle based algorithm learning on problem solving skills of leaners. As the results of research, we confirmed that the puzzled based algorithm learning took positive effect on enhancing problem solving skills of the learners.

Keywords : Problem Solving, Puzzle Based Learning, Algorithm Learning, Informatics Gifted

† 종신회원: 석정중학교 교사
†† 종신회원: 한국교원대학교 교수(교신저자)
논문접수: 2015년 5월 26일, 심사완료: 2015년 7월 8일, 게재확정: 2015년 7월 27일

1. 서론

정보 사회가 도래하면서 지식을 습득할 수 있는 다양한 경로가 있기 때문에 언제 어디서든지 원하면 지식을 얻을 수 있게 되었다. 따라서 현대 사회는 지식 습득 보다는 어떠한 방법으로 정확한 지식을 빠르게 습득할 것인가에 대한 문제와 직면한 문제를 어떻게 해결할 것인가가 매우 중요한 문제가 되었다. 직면한 문제를 효율적이고 효과적으로 해결하기 위해서는 문제를 정의하고 어떻게 해결할 것인지 해법을 논리적이고 구체적으로 설계하여 실천할 수 있어야 한다.

문제를 해결하기 위해서는 해결해야 할 문제가 무엇인지 인식하는 것도 중요하지만 어떻게 해결해야 정확하고 빠르게 해결할 수 있는가 또한 매우 중요 부분이다. 이러한 점에서 컴퓨팅 시스템은 이에 대한 답을 제공한다. 컴퓨터 과학을 바탕으로 하는 문제 해결은 인간의 인지 능력만으로 해결하기 어려운 부분을 해결 가능하도록 하고, 인간이 수행하면 시간이 매우 오래 걸릴 문제들을 빠르게 처리하도록 하기 때문이다.

문제를 효과적이고 효율적으로 해결하기 위해서는 문제 해결 과정 설계가 면밀하고 절차적이고 논리적이어야 한다. 컴퓨터 과학에서는 문제 해결 과정을 설계하는 기법을 알고리즘에서 다루고 있다. 컴퓨터 과학 분야에서의 알고리즘은 두 가지 목적을 갖고 있다. 첫 번째는 다양한 알고리즘 설계 기법을 학습하고 직면한 문제 상황을 해결하는 데 적용할 수 있도록 하기 위한 목적이다. 두 번째는 설계한 알고리즘을 컴퓨팅 시스템이 이해할 수 있는 형태로 프로그래밍 하기 위해 컴퓨팅 시스템에 친화적인 형태로 알고리즘을 설계하도록 한다.

알고리즘을 학습하는 데에는 단순히 알고리즘 설계 기법을 이해하는 것으로 학습이 종료되면 안된다. 완전한 알고리즘 학습은 직면한 문제를 해결하기 위하여 어떤 알고리즘을 활용하는 것이 좋은지 생각할 수 있도록 해야 하며, 더 나아가 실생활의 문제를 해결하는 데에 활용할 수 있어야 한다.

특히 컴퓨터 과학 분야에 영재성을 보이는 정보 영재 학생들이 정보 사회에서 중요한 역할을 할 수 있도록 이들을 위한 교육에도 많은 관심을 가질 필요가 있다. 교육을 할 때 가장 중요한 기준인 교육 내용과 방법을 바탕으로 정보 영재 교육에서의 알고리즘 교육을 살펴보면 주로 대표적인 알고리즘이라 할 수 있는 정렬과 탐색 기법을 바탕으로 단순히 개념과 원리를 이해하거나 문제 유형을 파악하고 그 유형에 적합한 알고리즘을 적용하는 수준에서 교육이 이루어지고 있다[1][2][3].

이러한 교육 방법은 알고리즘 설계 기법이라는 지식을 알려줄 뿐 실제 문제 상황에 처했을 때 어떤 지식을 어떻게 적용할 것인가에 대해서 학습하기 어렵도록 하며, 설계 기법을 실제로 적용하는 것은 전적으로 학습자의 몫이 된다. 이는 마치 영어 교육에서 단어의 의미만을 암기하고 그 단어가 어떤 맥락에서 사용되는 것이 적절한가에 대한 교육은 하지 않은 것과 같다.

이러한 점을 개선하기 위하여 본 연구에서는 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 도입하였다. 퍼즐은 퍼즐이 갖는 문제 상황이 흥미를 유발할 수 있기 때문에 학습자의 학습 동기와 참여를 지속시키기에 적합하다[4][5][6]. 또한 다양한 문제 상황을 연출할 수 있어 문제 상황에 맞는 적합한 알고리즘 설계 기법을 적용하는 연습을 할 수 있도록 하므로 학습자의 컴퓨팅 사고력을 함양하기에 적합하다는 장점을 갖고 있다[7][8].

퍼즐을 도입한 알고리즘 학습이 학습자의 알고리즘 학습을 돕고 학습한 알고리즘을 문제 해결에 적용할 수 있도록 한다는 점에서 학습자의 컴퓨팅 사고력을 향상시킬 수 있다[9]. 게다가 컴퓨팅 사고력 향상은 효과적이고 효율적인 문제 해결을 위해 필요한 역량이라는 점을 살펴볼 때 문제해결력 향상에 또한 도움이 될 수 있으며 선행 연구에서 진행되어 온 퍼즐을 도입한 알고리즘 학습의 효과에 대한 신뢰를 보다 확고히 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 정보 영재 학습자들의 문제 해결력 향상을 위하여 다양한 알고리즘 설계 기법들을 통합한 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 설계하고, 퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자의 문제해결력에 미치는 영향을 검증하였다.

2. 이론적 배경

2.1 문제해결력

문제해결력은 문제 상황에 직면했을 때 현재 상태를 파악하고 목표 상태에 도달하기 위해서 어떤 전략과 방법을 사용해야 하는지를 설계하고 실천함으로써 해를 찾는 능력으로, 21세기 학습자가 반드시 갖추어야 할 핵심 역량 중 하나로 손꼽히고 있다. 정보 통신 기술의 발달로 원하는 지식을 언제든지 보유할 수 있게 되었기 때문에, 이제는 이 지식들을 활용하여 어떤 문제를 어떻게 해결할 것인가가 핵심이 되었기 때문이다.

이러한 문제해결력은 문제 해결에 대해 어떠한 태도를 갖고 있는가에 대한 문제와 문제 해결에 필요한 인지적 능력에 대한 문제로 구분하여 살펴볼 수 있다[10][11][12]. 문제 해결에 대한 태도는 문제 해결에 대한 정서적인 반응, 행동 등과 관련된다. 학습자가 문제 해결에 대한 적극적인 태도나 자신감, 문제 해결에 영향을 미칠 수 있는 정서나 행동을 통제할 수 있는 성향을 갖추고 있을 때 문제의 해에 접근하기 쉽다. 따라서 문제 해결에 대한 태도는 문제 해결 능력을 갖추는 데 있어 중요한 요소로 작용한다.

물론 문제 해결에 대한 적극적이고 긍정적인 태도를 갖고 있다고 해서 문제해결력의 향상을 보장하는 것만은 아니다. 문제 해결에 필요한 인지적인 기술들을 함께 갖추고 있을 때 문제해결력을 향상시킬 수 있다[13][14][15][16]. 일반적인 문제 해결 과정을 살펴보면 해결해야 할 문제가 무엇인지 파악하여 문제를 정의하고, 어떻게 해결할 것인지 그 해법을 고안해내어 실천하며, 최종적으로 오류를 수정하고 해결 과정을 검토하는 단계를 포함한다. 문제 해결 과정의 각 단계에는 문제 해결에 필요한 기법들이 있다. 예를 들어, 문제 해결 방법을 고안해내는 단계에서 커다란 문제를 분해하여 해결 가능한 작은 문제로 분해한 후 답을 찾아가는 기법은 해에 가까워질 수 있는 가능성을 높인다. 그리고 문제의 해를 검토하는 단계는 문제 해결 방법에 보다 효율적이고 효과적인 방법을 찾을 수 있도록 한다.

따라서 학습자의 문제 해결 과정을 살펴보는 것은 학습자가 문제 해결 과정에서 필요한 기법들을 활용하고 있는지, 기법들을 인식하고 있는지 스스로 평가해보도록 함으로써 문제 해결 경험에 필요한 기술적인 측면을 갖추고 있는지 확인할 수 있도록 한다. 또한 문제 해결 과정에서 필요한 내적 인지 현상들을 확인할 수 있다는 점에서 문제해결력을 판단할 수 있는 기준이 될 수 있다.

2.2 알고리즘 학습

알고리즘은 문제 해결 과정을 의미 한다[17]. 알고리즘을 정교하게 설계하고 이를 바탕으로 문제를 해결하는 것은 사람의 인지 능력에만 의존하여 문제를 해결하는 것에 비해 시행착오를 줄이도록 하며, 효과적이고 효율적인 문제 해결이 가능하도록 한다.

컴퓨터 과학의 한 영역으로서의 알고리즘은 문제를 보다 효과적이고 효율적으로 해결할 수 있도록 다양한 알고리즘 설계 기법들을 다룬다. 이 기법들은 사람의 인지 능력으로는 해결하는 데에 시간이 오래 걸리거나 해결이 어려운 문제를 컴퓨팅 시스템의 도움을 받아 해결하기 위한 설계 단계이기도 하다. 이러한 점 때문에 컴퓨터 과학을 배우는 사람이라면 누구나 필수로 학습하는 영역이 바로 알고리즘이다.

그러나 현재 알고리즘 학습은 다양한 알고리즘 설계 기법들 중에서 정렬이나 탐색 기법을 중심으로 그 기법의 개념과 원리를 설명하고 이를 암기하도록 하는 데에 주로 집중되어 있다[1][2][3]. 정보 사회에 큰 영향력을 미칠 수 있는 잠재력을 가진 정보 영재 학생들을 대상으로 실시하는 알고리즘 교육 방법 측면에서 볼 때 또한 일반 교육과 다를 바가 없다. 다만 정보 영재 학생들을 대상으로 하는 알고리즘 교육이 다른 점이라면 정보 올림피아드 대회를 준비하기 위해서 대회에 자주 출제되는 알고리즘을 암기하고 이를 컴퓨팅 시스템이 수행할 수 있는 형태로 구현하는 연습을 하는 사례들이 일부 있다는 점이다[18][19]. 이러한 교육 방법은 정보 영재들에게 익숙한 문제 유형이 출제될 경우 문제를 쉽고 빠르게 해결할 수는 있지만 새로운 유형의 문제에 직면했을 때에는 이를 해결하기 어렵다.

따라서 알고리즘 학습은 단순히 설계 기법을 암기하도록 하거나 이해하는 수준에서 벗어나 주어진 문제 상황을 분석하고 그 문제를 해결하는 데에 필요한 알고리즘 설계 기법을 적용하여 정확하고 빠르게 문제를 해결할 수 있는 경험을 함께 제공할 필요가 있다.

2.3 퍼즐 기반 알고리즘 학습

퍼즐은 학습자에게 흥미를 제공하면서 문제를 해결함으로써 성취감을 느낄 수 있는 놀이의 일종이지만 퍼즐을 해결하는 과정에서 문제 해결 과정을 설계하는 방법이나 문제 해결 전략을 배울 수 있다. 퍼즐의 다음과 같은 특성은 학습에 도입되었을 때 향상을 가져올 수 있는 가능성을 제시한다[4][5][6].

첫째, 퍼즐의 문제 상황은 퍼즐을 해결하려는 사람들에게 흥미로운 상황을 제공하기 때문에 문제 해결에 지속적으로 참여하도록 한다.

둘째, 퍼즐은 영역 일반적인 특성을 갖는다. 영역 일반적이라는 것은 특정 분야의 지식을 요구하는 것이 아니라 다양한 분야의 지식들을 도입할 수 있기 때문에 누구나 퍼즐 해결에 참여할 수 있다는 것을 의미한다.

셋째, 퍼즐은 단순한 문제 상황을 갖고 있어 문제 해결 과정에 집중할 수 있고 문제 해결 전략을 기억하기 쉽도록 한다. 실질적인 문제가 지속적으로 변화하는 다양한 변수들을 갖고 있는 반면, 퍼즐은 조건이 몇 가지로 주어지게 되어 문제 상황이 매우 단순하다. 이러한 특성은 학습자가 문제 해결 과정에 집중할 수 있도록 한다. 또한 단순한 문제 상황은 문제 상황과 해결 전략과 방법을 기억하기 쉽도록 하므로 다른 문제 상황으로 일반화시키기 용이하다.

넷째, 퍼즐은 학습자로 하여금 논리적인 사고를 할 수 있도록 돕는다. 사람은 일반적으로 문제를 해결할 때 자신이 경험한 문제 해결에 대한 성공을 바탕으로 문제에 접근한다. 그러나 퍼즐은 이러한 접근에 대해 좌절을 경험하도록 한다. 따라서 논리적이고 체계적이며 면밀하게 사고하도록 한다.

퍼즐의 이러한 특징들은 알고리즘 학습에 도입될 수 있는 가능성을 갖고 있다[7]. 퍼즐의 영역 일반적인 특성은 알고리즘 설계 기법을 퍼즐 해결을 위해 활용할 수 있고, 단순한 문제 상황은 학습자가 문제를 정의하는 대신에 알고리즘 설계 과정에 집중하도록 할 수 있다. 또한 논리적인 사고를 할 수 있도록 돕는 특징은 알고리즘을 보다 논리적이고 체계적으로 설계할 수 있도록 한다. 게다가 흥미로운 문제 상황은 학습자의 학습 동기를 지속적으로 유지시킬 수 있다.

그러나 퍼즐이 컴퓨터 과학에 도입될 때에 수준 높은 수학적 지식을 요구하는 경우가 많아 주로 대학생들을 대상으로 도입해왔다[20][21].

최근에는 이러한 퍼즐 기반 학습의 한계점을 극복하고 대상을 확대시키기 위하여 어린 학습자들을 대상으로 학습 가능성을 검증하고 있다. 초등학교 정보 영재 학습자들이 갖추어야 할 수학적 지식수준을 고려하여 퍼즐을 개발 및 수정하고 적용한 결과 어린 학습자들을 대상으로 하는 컴퓨터 과학 교육에서 학습 향상에 대한 가능성이 있다는 것이다[7].

퍼즐 기반 학습이 학습자들의 컴퓨팅 사고력을 함양하거나 컴퓨터 과학 교육에 활용됨으로써 학습 향상을 도모할 수 있으나 퍼즐의 해법에 접근하는 방식이 매우 다양하다는 점은 어린 학습자들에게 인지적인 부담으로 작용할 수 있다. 이러한 점은 퍼즐 기반 학습을 도입할 경우 교사의 피드백, 스캐폴딩이 적시에 잘 이루어져야 한다는 것을 시사한다[8].

3. 퍼즐 기반 알고리즘 학습 설계

학습자의 문제해결력 향상을 위한 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 위해 도입되는 알고리즘 설계 기법들은 어떤 설계 기법을 가르칠 것인가 보다 어떻게 가르칠 것인가가 더욱 중요하다[22]. 왜냐하면 가르치는 전략과 방법이 학습자의 이해에 많은 영향을 미치기 때문이다.

이러한 점에서 본 연구에서는 학습자가 학습해야 할 알고리즘 설계 기법의 범위에 특별한 제한을 두지 않고 가장 기초가 되는 순차, 반복, 조건 분기에서부터 백트래킹, B트리, 이진트리, 동적 프로그래밍, 다양한 정렬 기법, 재귀법, 욕심쟁이 알고리즘, 분할 정복 알고리즘 등 다양한 알고리즘

등을 도입하였다[6][9]. 본 연구를 위한 퍼즐 기반 알고리즘 학습에 적용되는 퍼즐과 알고리즘은 <표 1>과 같다.

<표 1> 퍼즐 기반 알고리즘 학습 설계

차시	퍼즐	알고리즘
1-4	• 보물구슬 꺼내기 • 배에 물건 싣기 • 미용실에서 염색하기 • 기관사 찾기 • 부활절 달걀	• 순차 • 반복 • 조건 분기 • 백트래킹
5-8	• 다리 건설 • 빌딩에서 달걀 떨어뜨리기 • 대학 구경 • 선원의 항해	• brute-force • B트리 • 이진트리 • 최소 비용 신장 트리 • 동적 프로그래밍
9-12	• 금고 열기 • 비밀 편지 • 연아의 생활 패턴 • 자전거 타기	• 스케줄링
13-16	• 한 달 간에 온 생일 선물 • 도서관 사서의 하루 • 시계탑의 비밀 • 세포 번식 • 승려가 사는 섬	• 삽입 정렬 • 버블 정렬 • 퀵정렬 • 분할 정복
17-20	• 꽃잎의 비밀 • 물건 배송 • 하노이탑	• 재귀법 • 욕심쟁이 알고리즘

<표 1>과 같은 수업 설계를 바탕으로 학습 효과를 극대화하기 위한 교수학습 전략으로 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 학습자가 문제의 해를 찾는 데 집중하기보다 문제 해결 과정을 설계하는 데에 집중하도록 함으로써 논리적이고 구체적인 알고리즘을 설계하도록 하였다. 문제해결의 효율성과 효과성은 문제 해결 과정 설계가 바탕이 된다. 따라서 학습자들이 정답을 찾는 것에 몰입함으로써 문제 해결 과정 설계를 간과하지 않도록 안내하였다.

둘째, 퍼즐 해결 단계를 명시적으로 제시하였다. 학습자들이 문제를 해결하는 과정은 주로 과거의 경험을 바탕으로 한다. 이러한 암묵적 지식을 바탕으로 문제를 해결하는 것보다 문제해결 단계를 구체화함으로써 학습자가 이를 인지하고 문제를 해결할 때, 문제 해결 단계는 문제 해결에 대한 방향을 안내하는 역할을 한다.

셋째, 학습자가 어려워하는 단계에 직면했을 때 즉각적인 스캐폴딩을 제공하도록 하였다. 학습자들은 문제가 어렵다고 생각하고 해결하지 못하는 상황에 직면하게 되면 포기하는 사례들이 발생한다. 이 때 교사가 적절한 스캐폴딩과 피드백을 제공함으로써 학습자들에게 문제 해결에 대한 성취의 경험을 제공하고 학습을 지속시킬 수 있다.

4. 연구 방법

4.1 연구 대상

본 연구의 연구 대상은 초중등 정보 영재 학생들로, 초등 2학급 중등 2학급 총 4학급으로 구성되어 있다. 각 학교급별로 1학급씩 실험 집단과 통제 집단을 구성하였으며 실험 집단의 학생들은 초등학생 10명, 중학생 17명 고등학생 3명 전체 30명이며 통제 집단의 학생들은 초등학생 15명, 중학생 15명, 고등학생 6명 총 36명으로 이루어져 있다.

4.2 연구 설계

퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자의 문제 해결 성향과 문제 해결 과정에 미친 영향을 분석하기 위한 연구의 실험 설계는 다음과 같다.

실험집단	O_1	X_1	O_2
통제집단	O_1	X_2	O_2

O_1: 사전검사(문제 해결 성향 및 과정 검사)
X_1: 퍼즐 기반 알고리즘 학습
X_2: 전통적인 알고리즘 학습
O_2:사후검사(문제 해결 성향 및 과정 검사)

4.3 도구

4.3.1 문제 해결 성향

문제 해결 성향 검사는 Hepper와 Petersen(1982)이 개발한 Problem Solving Inventory를 번안하여 5점 평정 척도로 구성하였다[5]. 문제 해결 성향은 '자신감', '접근-회피 양식', '자기 통제' 세 영역으로 구성되며 문제해결에 필요한 정의적 영역을 살펴볼 수 있다.

본 검사지는 학습자가 자신을 스스로 평가하는

도구로, 스스로 효과적으로 문제를 해결할 수 있는 사람이라고 인식하는 학습자와 그렇지 않은 학습자 간에는 유의한 차이가 있다는 것을 바탕으로 개발되었다[23][24]. 물론 문제 해결 성향이 문제 해결 능력을 완전히 설명할 수 있는 것은 아니지만 문제 해결 능력을 설명하는 데 필요한 조건이다. 문제 해결 성향은 문제 해결 능력에 대한 지각 정도를 판단할 수 있으며 문제 해결에 대한 양식과 관련되어 나타나는 행동과 태도를 보여주기 때문이다.

검사지의 경우 총 32문항으로 구성되어 있으며 '접근 회피 양식', '자기 통제', '자신감' 세 가지 하위 영역으로 나뉜다. '접근 회피 양식'은 문제에 직면할 때 문제에 적극적으로 접근하려고 하는가 회피하려고 하는가에 대한 개인의 의지를 물어보는 문항으로 구성되어 있다. '접근 회피 양식'에 해당하는 문항은 총 16문항이다. '자기 통제'는 문제 해결 과정에서 발생하는 정서적 접근 방식을 통제하고 인지적으로 접근하려고 하는가를 확인하려는 영역으로 5개 문항으로 구성되어 있다. '자신감' 영역은 문제 해결에 대한 자신감을 평가하는 영역으로 11개 문항으로 구성된다. 본 검사지의 신뢰도 계수는 Cronbach α = .922로 양호하게 나타났다.

4.3.2 문제 해결 과정

문제 해결 과정 검사지는 Lee(1978)이 개발한 Process Behaviors on problem solving performance을 번안하여 5점 평정 척도로 구성하였다. 본 검사지는 학습자가 문제 해결 과정에서 경험하게 되는 문제 인식, 문제 정의, 해결책, 고안, 문제 해결의 실천, 문제 해결 과정 검토라는 일반적인 문제 해결 단계에 대해 학습자들이 어떤 기법들을 활용하여 문제 해결에 접근하는지를 확인할 수 있다. 본 검사지의 신뢰도 계수는 Cronbach α = .828로 양호하였다.

문제 해결 과정 또한 학습자들이 스스로를 평가하는 도구이기 때문에 문제 해결 능력을 완전히 설명할 수 있는 것은 아니지만 문제 해결에 필요한 인지적 기술을 갖추고 있는지 가시적으로 잘 드러나지 않는 부분을 학습자의 인식을 통해 확인할 수 있다.

4.4 연구 절차

실험 집단과 통제 집단을 대상으로 알고리즘 학습을 실시하기 전 학습자들에게 각 검사지별로 10분씩 실시하였다. 알고리즘 학습 적용은 1주일에 걸쳐 하루 4시간씩 5일 동안 총 20시간 진행하였다. 실험 집단은 퍼즐 기반 알고리즘 학습을, 통제 집단은 전통적인 알고리즘 학습을 진행하였다.

5. 연구 결과

5.1 문제 해결 성향

사전 검사를 통해 실험 집단과 통제 집단의 동질성을 검증한 결과<표 2>와 같이 두 집단이 동질 집단인 것을 확인하였다.

<표 2> 문제 해결 성향 사전 검사 결과

	학생수	평균	표준편차	t	df	p
실험집단	30	3.37	.41	.463	64	.645
통제집단	36	3.32	.50			

*p<.05, **p<.01

사후 검사 결과는 <표 3>과 같으며, 실험 집단과 통제 집단 간에 유의한 차이가 있는 것을 확인할 수 있었다(p<.05).

<표 3> 문제 해결 성향 사후 검사 결과

	학생수	평균	표준편차	t	df	p
실험집단	30	3.50	.48	2.024*	64	.047
통제집단	36	3.26	.50			

*p<.05, **p<.01

집단 내 사전-사후 검사 결과 또한 실험 집단에서 통계적으로 유의한 향상이 있는 것을 확인하였다(p<.05). 문제 해결 성향의 하위 영역별로 분석한 결과에서, 실험 집단 학습자들에게서 접근 회피, 자신감에서 유의한 향상이 있는 것을 확인할 수 있었다. 이에 반해 통제 집단의 경우 접근 회피 영역에 대해 오히려 통계적으로 유의하게

저하된 것을 확인하였다.

<표 4> 집단별 문제 해결 성향 사전-사후 대응표본 t 검정 결과

	집단	학생수	사전 검사 - 사후 검사				
			평균	표준편차	t	df	p
접근회피	실험집단	30	-1.45	.35	-2.258*	29	.032
	통제집단	36	.12	.27	2.789**	35	.009
자기통제	실험집단	30	-.07	.47	-.776	29	.444
	통제집단	36	.17	.63	1.597	35	.119
자신감	실험집단	30	-.14	.33	-2.36*	29	.025
	통제집단	36	-.08	.30	-1.669	35	.104
전체	실험집단	30	-1.32	.26	-2.74*	29	.010
	통제집단	36	.06	.19	1.831	35	.076

*p<.05, **p<.01

이러한 결과는 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 통해 학습자가 알고리즘 설계 기법을 문제 해결에 적용하는 경험을 해봄으로써 학습자의 문제해결력을 향상시킨 것이라 해석할 수 있다. 특히 문제해결력의 하위 요소 중 자신감, 접근 회피 요소에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인할 수 있었다.

그러나 알고리즘 설계 기법만을 학습하도록 했던 통제 집단의 접근 회피 영역 점수가 유의하게 하락한 것은 알고리즘 설계 기법만을 가르치는 것이 학습자가 주어진 문제 해결에 대한 인지적 부담을 느끼게 되면서 문제 해결 참여에 회피하려는 태도를 불러일으킨 것이라 판단된다.

5.2 문제 해결 과정

문제 해결 과정 검사를 위해 실험 집단과 통제 집단의 동질성을 검증하기 위하여 사전 검사를 실시한 결과는 <표 5>와 같으며 두 집단이 동질 집단임을 확인할 수 있었다.

<표 5> 문제 해결 과정 사전 검사 결과

	학생수	평균	표준편차	t	df	p
실험집단	30	3.57	.50	.958	64	.342
통제집단	36	3.44	.59			

*p<.05, **p<.01

사후 검사 결과는 <표 6>과 같으며 두 집단 간에 유의한 차이가 있는 것을 확인하였다 (p<.05).

<표 6> 문제 해결 과정 사후 검사 결과

	학생수	평균	표준편차	t	df	p
실험집단	30	3.71	.52	2.018*	64	.048
통제집단	36	3.44	.58			

*p<.05, **p<.01

또한 집단 내 사전-사후 검사 결과를 통해 실험 집단 학습자들에게서 문제 해결 과정에 대한 유의한 향상이 있다는 것을 확인할 수 있었다 (p<.05).

<표 7> 집단별 문제 해결 과정 사전-사후 대응표본 t 검정 결과

집단	학생수	사전 검사 - 사후 검사				
		평균차	표준편차	t	df	p
실험집단	30	-.15	.24	-3.379**	29	.002
통제집단	36	-.00	.39	-.017	35	.987

*p<.05, **p<.01

이러한 결과는 퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자가 문제 해결 과정에 필요한 다양한 인지적 기법들을 사용할 수 있는 환경을 제공함으로써 문제 해결 과정에 긍정적인 영향을 제공한 결과라고 해석할 수 있다.

6. 결론 및 논의

문제해결력은 21세기 학습자라면 누구나 갖추어야 할 핵심 역량이다. 특히 미래 사회 발전에 큰 영향을 미칠 잠재력을 갖고 있는 영재 학습자들이 문제해결력을 갖춤으로써 자신들의 역량을 발휘할 수 있도록 해야 한다.

컴퓨터 과학이 실생활과 다양한 학문분야의 문제 해결을 위한 핵심 영역이 되면서 알고리즘의 중요성이 점차 확대되고 있다. 알고리즘은 효과적이고 효율적인 문제 해결을 위한 다양한 문제 해결 과정 설계 기법들을 다루기 때문이다.

문제해결력 향상을 극대화하기 위해서는 알고리즘 설계 기법 뿐 아니라 알고리즘 설계 기법을 실제 문제 상황에 적용하는 연습이 함께 이루어져야 한다. 그러나 현재 알고리즘 학습은 단순히 설계 기법의 개념과 원리를 익히는 데에 집중되어 있는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 정보 영재의 문제해결력 향상을 위한 방법으로 퍼즐을 도입하고, 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 설계 및 적용하여 퍼즐 기반 알고리즘 학습이 정보 영재의 문제해결력에 미치는 영향을 분석하였다.

퍼즐은 영역 일반적인 특성으로 인해 퍼즐 해결 과정에 알고리즘 설계 기법을 도입하기 유용하며, 단순한 문제 상황은 학습자가 문제 해결 과정에 집중할 수 있도록 한다. 또한 문제 상황과 문제 해결 전략과 방법을 쉽게 기억하도록 함으로써 학습 효과의 전이성을 높일 수 있다. 뿐만 아니라 퍼즐이 갖고 있는 문제 상황이 학습자의 흥미를 불러일으킬 수 있으며, 학습자가 논리적인 사고 과정을 거쳐야만 해에 이르도록 하므로 알고리즘 설계에 적합하다.

연구 결과, 학습자의 문제해결력이 통계적으로 유의하게 향상된 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 퍼즐 기반 알고리즘 학습이 학습자의 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 것을 의미한다.

단, 본 연구에서는 학습자가 스스로를 평가하는 방식으로 문제해결력 향상을 확인하였으나 학습자가 실질적으로 문제를 해결하는 과정을 분석함으로써 보다 효과적인 퍼즐 기반 알고리즘 학습을 설계할 필요가 있다. 또한 최근 학습자의 문제해결력의 요소로 창의성이나 의사소통력 등 다양한 측면을 포함하고 있기 때문에 이를 함께 평가할 수 있는 도구 개발을 통한 검증이 이루어져야 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] 서영민・이영준 (2010). 초등정보영재의 창의성 신장을 위한 교과 통합 로봇 프로그래밍 수업 모형. **컴퓨터교육학회논문지, 13**(1), 19-26.

[2] 전현석・김길모・김성식 (2012). 언플러그드 알고리즘 학습이 영재 학생의 학업성취도에 미치는 영향. **교원교육, 28**(1), 111-127.

[3] Barab, S. A., MaKister, J., & Scheckler, R. (2003). Designing system dualities: Characterizing a web-supported teacher professional development community. *Information Society, 19*(3), 237-256.

[4] Peter Winkler (2010). *Mathematical Puzzles: A Connoisseur's Collection.* Massachusetts: A.K. Peters.

[5] Michalewicz, Z. & Michalewicz, M. (2010). *Puzzle-based learning: An introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving.* Melbourne: Hybrid Publishers.

[6] 최정원 (2015). **정보 영재의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 퍼즐 기반 알고리즘 학습 모형.** 박사학위 논문, 한국교원대학교.

[7] 최정원・이은경・이영준 (2013). 초등정보영재 교육을 위한 퍼즐 기반 학습 가능성 탐색. **한국컴퓨터교육학회 논문지, 16**(5), 9-16.

[8] 이은경・최정원・이영준 (2014). 퍼즐 기반 학습에서 초등정보영재의 컴퓨팅적 문제 해결 접근법 분석. **한국컴퓨터정보학회논문지, 19**(1), 191-201.

[9] 최정원・이영준 (2015). 초등 정보 영재의 알고리즘 학습을 위한 퍼즐의 교육적 활용. **한국컴퓨터정보학회논문지, 20**(5), 151-159.

[10] Hepper, P. P., & Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology, 29(1), 66-75.*

[11] Blanchard-Fields, F. (2007). Everyday Problem Solving and Emotion: An Adult Developmental Perspective. *Current Directions in Psychological Science, 16*(1), 26-61.

[12] Chamberlin, S. A., & Powers, R. A. (2012). Assessing affect after mathematical problem solving tasks: Validating the Chamberlin Affective Instrument for Mathematical Problem Solving. *Gifted*

Education International, 29(1), 69-85.

[13] Kazdin, A. E., Siegel, T. C., & Bass, D. (1992). Cognitive problem-solving skills training and parent management training in the treatment of antisocial behavior in children. *Journal of consulting and clinical psychology, 60*(5), 733-747.

[14] Borkowski, J. G., Estrada, M. T., Milstead, M., & Hale, C. A. (1989). General problem-solving skills: Relations between metacognition and strategic processing. *Learning Disability Quarterly, 12*(1), 57-70.

[15] Woods, D. R., Hrymak, A. N., Marshall, R. R., Wood, P. E., Crowe, C. M., Hoffman, T. W., Wright, J. D., Taylor, P. A., Woodhouse, K. A., & Bouchard, C. G. K. (1997). *Journal for Engineering Education, 86*(2), 75-91.

[16] LEE, J. S. (1978). *The effects of process behaviors on problem solving performance on various tests*. Doctoral dissertation. University of Chicago.

[17] 문병로 (2010). **쉽게 배우는 알고리즘: 관계 중심의 사고법**. 서울: 한빛미디어.

[18] 조환규 (2001). 국제정보올림피아드(IOI 2001) 참관기. 정보과학회지, 19(11), 43-46.

[19] 장직현 (2007). 정보올림피아드와 정보과학 교육. 정보과학회지, 25(7), 61-66.

[20] Falkner, N., Sooriamurthi, R., & Michalewicz, Z. (2010). Puzzle-based learning for engineering and computer science. *IEEE Computer, 43*(4), 20-28.

[21] Merrick, K. E. (2010). An empirical evaluation of puzzle-based learning as an interest approach for teaching introductory computer science. Education, *IEEE Transactions on, 53*(4), 677-680.

[22] 문교식 (2008). 초등 정보영재의 창의성 개발을 위한 컴퓨터 알고리즘 교육에 대한 연구. 대구교육대학교 **초등교육연구논총**, 24(1), 187-202.

[23] Heppner, P. P (1988). *The problem solving inventory(PSI): Manual. Consulting Psychologists Press.* USA: CA(Palo Alto).

[24] Heppner, P. P., & Hillerbrand, E. T. (1991). Problem-solving training: Implications for remedial and preventive training. In C. R. Snyder & D. R. Forsyth (Eds.), *Handbook of social and clinical psychology* (pp. 681-698). New York: Pergamon Press.

최 정 원

2003 충북대학교 컴퓨터과학과(이학사)
2012 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
2015 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
2005~ 현재 석정중학교 교사
관심분야: 정보영재교육, 퍼즐기반학습, 학습과학, 융합교육
E-Mail: cjw0829@daum.net

이 영 준

1988 고려대학교 전산과학과(이학사)
1994 미국 미네소타대학교 (전산학 Ph.D.)
현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학
E-Mail: yjlee@knue.ac.kr