

분할 정복 알고리즘 학습이 창의적 문제 해결에 미치는 효과

김윤영[†] · 김영식^{††}

요 약

정보 교과는 정보과학적 사고와 원리를 통해 창의적 문제해결력 함양을 교육목표로 하며, 문제 해결 방법과 절차 단원을 통하여 알고리즘 학습을 강조한다. 알고리즘 학습이 문제해결력 향상에 효과가 있다는 선행연구들을 바탕으로 창의적 문제해결력 향상에도 효과를 입증하는 연구들이 이루어지고 있다. 그러나 이러한 연구들이 알고리즘 내용보다는 CPS와 같은 교수학습 모형이나 콘텐츠에 의존하고 있기 때문에 알고리즘 학습의 중요성이 상대적으로 약해질 수 있다. 본 연구는 일반적인 문제해결과정과 창의적 문제해결 과정이 동일하다는 관점에서 알고리즘 학습이 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있음을 검증한다. 이를 위하여 일반적인 사고 가운데 창의적인 사고로 간주되는 유추 추론(analogical reasoning)에 대하여 살펴보고, 유추 추론에 필요한 바탕 지식으로 분할 정복 알고리즘을 선택하였다. 퀵 정렬 알고리즘 학습 실험 결과, 분할 정복 알고리즘의 원리 학습한 실험집단과 알고리즘의 절차만 학습한 통제집단이 퀵 정렬 문제를 해결하는 비율에는 차이가 없었으나, 탐색 문제에서는 실험집단이 통제집단 보다 이진 탐색을 사용하는 비율이 더 높았다. 이는 분할 정복과 같은 추상적인 원리를 포함하는 알고리즘 학습이 새로운 영역의 문제를 해결하는 유추 추론에 효과가 있으며, 이는 창의적 문제해결력 향상으로 이어질 수 있음을 의미한다.

주제어 : 창의성, 창의적 문제해결, 문제해결, 알고리즘, 유추 추론

Effect of Learning a Divide-and-conquer Algorithm on Creative Problem Solving

Kim, Yoon Young[†] · Kim, Yungsik^{††}

ABSTRACT

In secondary education, learning a computer science subject has the purpose to improve creative problem solving ability of students by learning computational thinking and principles. In particular, learning algorithm has been emphasized for this purpose. There are studies that learning algorithm has the effect of creative problem solving based on the leading studies that learning algorithm has the effect of problem solving. However, relatively the importance of the learning algorithm can weaken, because these studies depend on creative problem solving model or special contents for creativity. So this study proves that learning algorithm has the effect of creative problem solving in the view that common problem solving and creative problem solving have the same process. For this, analogical reasoning was selected among common thinking skills and divide-and-conquer algorithm was selected among abstractive principles for analogical reasoning in sorting algorithm. The frequency which solves the search problem by using the binary search algorithm was higher than the control group learning only sequence of sorting algorithm about the experimental group learning divide-and-conquer algorithm. This result means that learning algorithm including abstractive principle like divide-and-conquer has the effect of creative problem solving by analogical reasoning.

Keywords : Creativity, Creative Problem Solving, Problem Solving, Algorithm, Analogical reasoning

[†] 정 회 원: 이천경남고등학교 교사
^{††} 중신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
 논문접수: 2013년 01월 07일, 심사완료: 2013년 02월 25일, 게재확정: 2013년 03월 11일

1. 서론

창의적 사고는 혁신을 가져오고, 이러한 혁신은 과학 발전에 기여하여 수많은 현대 문명의 이기를 가져왔다. 또한 창의적 사고에 의한 예술 작품들은 우리 삶의 정신적 풍요로움의 많은 부분을 담당하고 있다. 사회는 창의적 사고의 산물과 이를 생산한 인재의 가치를 높게 평가한다[1].

이에 국가 차원에서 창의적 사고를 강조하며 교육 목표로 삼고 “기초 능력을 토대로 창의적인 능력을 발휘하는 사람, 우리 문화에 대한 이해의 토대 위에 새로운 가치를 창조하는 사람”을 추구하는 인간상으로 설정[2]하고 창의성 교육의 중요성을 강조하고 있다.

중학교 ‘정보’ 교과 역시 실생활의 문제를 정보과학의 원리와 개념을 적용하여 창의적으로 해결하는 능력 함양을 목표로 두고 있다. 이를 위하여 2007 개정 교육과정에서 문제 해결 방법과 절차 단원을 만들고 알고리즘과 프로그래밍을 교육하고 있으며, 특히 알고리즘의 원리를 파악하고 적용하는 것에 중점을 두고 있다[3][4].

알고리즘은 일반적인 문제 해결 과정으로 여겨지며[1][5], 알고리즘 학습은 문제 해결력 향상에 효과가 있음을 보이고 있다[6][7]. 문제에 대한 새로운 해결책을 만든다는 관점에서 문제 해결이 넓은 의미의 창의적 문제 해결을 포함한다면 [8][9], 문제 해결력 향상은 창의적 문제 해결력 향상으로 이어질 수 있기 때문에 창의적 문제 해결력 향상을 위해 알고리즘을 교육하는 것은 타당해 보인다.

그러나 일반적 문제 해결이 창의적 문제 해결을 포함한다고 해서, 문제 해결력 향상이 반드시 창의적 문제 해결력 향상으로 이어진다고 주장하기에는 이론적으로나 경험적으로나 근거가 부족하다. 일반적 문제 해결력의 향상이 창의적 문제 해결력 향상으로 이어지기 위해서는 이론적으로 각각의 구성요소와 과정이 동일하다는 전제 조건이 요구된다. 또한 알고리즘 학습이 창의적 문제 해결력 향상에 효과가 있다는 선행연구들의 경험적인 근거는 알고리즘을 학습했기 때문이라기보다는 CPS(Creative Problem Solving)와 같은 교수 학습 방법이나[10][11], 게임형 학습 콘텐츠와 같은 도구

의 영향[12]으로 보여진다. 창의적 문제 해결력 향상이 학습 내용보다 교수 학습 방법이나 도구와 같은 외적 요인에 있다면, 학습 내용의 중요성은 상대적으로 약해질 것이며, 알고리즘 학습을 통해 창의적 문제 해결력 향상을 목표로 하는 정보 교과 교육 과정이 갖는 의미 역시 약해질 수 있다.

따라서 본 연구는 알고리즘 학습을 통한 문제 해결력 향상이 창의적 문제 해결력 향상으로 이어지기 위해 필요한 관련 이론들을 검토하여 이를 설명하고, 창의성의 발현과 관련이 깊은 인지 활동들을 확인하여, 그 인지 활동에 영향을 미치는 요소를 알고리즘 내용에서 찾아보고, 실험을 통해 확인함으로써 창의적 문제 해결력 향상을 위해 알고리즘 교육에서 해당 요소를 중심으로 학습해야 함을 밝히는데 목적이 있다.

2. 이론적 배경

2.1 창의적 문제 해결과 알고리즘

2.1.1 창의성 연구에 대한 고찰

일반적으로 창의성 또는 창의적이라는 말은 새로운 것을 만들어 내는 능력과 관련하여 쓰이고, 새로운 것을 만들어내기 위해서는 과거의 경험에서 벗어날 것을 요구 받기 때문에 창의성에 관한 많은 이론들은 일반적인 사고과정과는 다른, 비범한 사고과정을 가정한다[1][13].

이러한 맥락에서 Guilford(1959)는 창의성을 발산적(divergent) 사고와 수렴적(convergent) 사고로서 설명한다. Wertheimer(1982)는 진정한 창의적 진보를 이루기 위해서는 과거로부터 재생산된(reproductive) 사고를 배제하고, 이전에 해왔던 것을 넘어서는 생산적(productive) 사고를 사용해야 한다고 주장한다. 이 밖에도 창의성과 관련된 다양한 이론들이 창의성은 일반적인 사고과정과는 다른 사고과정을 통해 발현된다고 주장한다.[14][15]

반면에 Weisberg(2009)는 Newell과 Simon(1972)의 인지적 관점에 기초하여, 창의적 사고란 단순히 비범한 결과를 생산한 평범한 사고 과정이라고 주장한다. 창의적 아이디어와 창의적 산물 새로울 수 있으나, 혁신이 일어나는 과정은 매우 평범할 수 있기 때문에, 과거의 경험에 의존하는 지식의

중요성을 강조하고, 꾸준한 연습해 의해 성취한 전문성이 창의성과 연결된다고 주장한다. 따라서 창의적 사고는 기본적으로 평범한 문제를 해결하는데 관련되는 사고와 같다고 제안한다[1].

2.1.2 창의적 문제해결을 위한 정보 교육과정

정보 교과는 정보 과학 기술의 기본 개념과 원리를 습득하고, 정보과학적 사고(computational thinking)를 익혀, 일상생활 문제를 정보과학의 논리적, 절차적 사고를 통해 효율적인 알고리즘으로 해결하고, 실생활에 적용하는 능력을 길러, 다른 학문들과 통합한 새로운 형태로 확장·발전시켜나아가는 융합 학문 분야를 개척하는데 필요한 창의적이고 효율적인 문제 해결 능력과 태도를 기르는데 그 목표를 두고 있다[3].

위와 같은 교과의 목표를 달성하기 위한 내용으로 ‘정보 기기의 구성과 동작’, ‘정보의 표현과 관리’, ‘문제 해결 방법과 절차’, ‘정보사회와 정보 기술’로 구성하였으며 각 영역의 하위 목표는 <표 1>과 같다.

<표 1> 정보교과의 각 영역에 따른 교육 목표

영역	교육 목표
정보기기의 구성과 동작	컴퓨터의 구성과 동작 원리, 운영체제의 원리와 기능, 네트워크의 이해를 통해 정보 기기를 직접 다루고 조작할 수 있다.
정보의 표현과 관리	자료구조 및 정보 표현의 원리를 이해하고 문제 해결을 위해 다양한 방법으로 표현하고 구조화 할 수 있다.
문제 해결 방법과 절차	실생활에서 발생하는 다양한 문제를 정보 처리 관점에서 이해하고 정보 처리의 지식과 기능을 활용하여 창의적이고 능동적으로 문제를 해결할 수 있다.
정보사회와 정보 기술	정보 윤리 및 정보의 공유와 보호의 중요성을 인식하고 이를 준수하며, 원하는 정보를 수집하고 다양한 형태로 가공하여 다른 사람에게 전달할 수 있다.

<표 1>에서 보는바와 같이 ‘문제 해결 방법과 절차’영역은 다른 영역들의 목표보다 직접적으로 정보교과의 총괄 목표인 실생활에서의 창의적 문제해결에 대하여 명시하고 있다. 이는 ‘문제 해결 방법과 절차’ 영역이 정보 교과의 교육목표를 달성하기 위한 핵심적인 영역임을 암시하고 있다.

이러한 문제해결 방법과 절차 영역에서는 일반적인 문제해결 절차를 학습하고 프로그램의 기초와 알고리즘 표현 방법, 분석, 설계, 구현을 학습한다. 그리고 실생활에서 해결해야하는 문제로 자료의 정렬과 탐색을 예시로 들고, 여기에 사용되는 다양한 알고리즘을 학습한다[4].

위의 내용을 종합하면, 정보교과는 실생활의 문제들을 정보과학의 원리를 적용하여 창의적으로 문제를 해결하는 것, 즉, 창의적 문제해결력 배양을 목표로 하고 있다. 특히, 실생활에 적용할 수 있는 다양한 알고리즘 학습을 통한 창의적 문제해결력 배양에 중점을 두고 있음을 알 수 있다.

2.1.3 문제 해결 과정으로서의 알고리즘

알고리즘은 초기 상태에서부터 목표 상태를 만들어 내기 위한 일련의 단계를 생성하는 것이므로 일반적인 문제 해결 과정[5]과 유사하기 때문에 알고리즘 학습을 통해 문제 해결 절차를 학습할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 이러한 알고리즘 학습은 문제 해결력 향상에 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대되며, 실험에 의해 그 효과를 증명하고 있다[6][7].

2.1.4 알고리즘과 창의적 문제 해결력

문제에 대한 새로운 해결책을 만든다는 관점에서 문제 해결이 넓은 의미의 창의적 문제 해결을 포함한다면[8][9], 문제 해결력 향상은 창의적 문제 해결력 향상으로 이어질 수 있기 때문에 창의적 문제 해결력 향상을 위해 알고리즘을 교육하는 것은 타당해 보인다. 그러나 문제해결력 향상 반드시 창의적 문제해결력 향상으로 이어진다고 주장하기에는 의미가 모호하고 근거가 부족하다.

문제해결력 향상이 창의적 문제해결력 향상으로 이어진다는 주장은 문제해결 과정과 창의적 문제해결 과정이 동일한 기재와 동일한 과정에 의해서 이루어진다는 전제가 필요하다. 이것은 창의적인 사고가 기본적으로 일반적이고 평범한 사고과정과 동일하다는 Weisberg(2009)의 관점과 동일하다.

따라서 정보 교과의 목표가 실생활의 문제를

정보과학의 원리를 활용하여 창의적으로 해결하는 능력을 배양하는 것이고, 이러한 목표를 달성하기 위해 일반적인 문제 해결 과정을 기반으로 하는 알고리즘 학습에 중점을 두고 있다면, 정보교과에서 창의적 문제해결과정은 일반적인 문제 해결 과정에서 나타나는 평범한 사고 과정에 그 기반을 두는 것이 타당하다.

2.2 창의적 문제해결과 유추 추론

2.2.1 창의적인 인지활동으로서의 유추 추론

창의적 사고가 평범한 사고 과정을 바탕으로 일반적인 문제 해결 절차에서 나타난다면, 이는 기본적인 인지 활동들로 구성되어야 한다[16].

근접성(contiguity)은 시간적으로 가깝게 발생한 사건들이 함께 경험되었기 때문에 하나의 사고에서 근접한 다른 사고로 이어질 때 사용된다. 이와는 다르게 유사성(similarity)은 어떤 사고에 해당하는 사건들이 근접해서 발생하지 않았더라도 그 내용이 유사하면 한 사고가 다른 사고로 이어지는데 사용되는 인지 활동이다[17][18].

반면에 어떤 문제나 사건은 내용이 유사하지 않음에도 불구하고 다른 사건을 상기 시킬 수 있다. 사건의 내용은 다르지만 그 사건의 구조가 유사할 경우에 사용되는 인지 활동을 유추(analogy)라고 한다[1][19].

유추는 목표(target)에 대한 그럴 듯한 추론을 생성하기 위해 이미 경험한 친숙한 상황과 새로운 상황 사이의 체계적인 연결을 사용하여 문제를 해결한다. 그 친숙한 상황을 바탕(base)이라고 하고, 새로운 상황을 목표라 한다[19]. 과거에 경험한 유용한 사례(base)는 유추 추론을 통해 새로운 사례(target)에 대한 의사결정에 도움을 줄 수 있다[20]. 이렇듯 새로운 상황에 대한 해결을 제시한다는 점에서 유추는 창의적 사고에 매우 근접한 인지 활동으로 생각할 수 있다.

창의적인 사고는 '새로움'과 '적절성'을 모두 충족시켜야 하는데[23], 특히 바탕과 목표사이가 매우 다른 원격 유추(remote analogy)는 기존의 적절성을 바탕으로 완전히 다른 영역으로 인한 새로움을 충족시킬 수 있기 때문에 창의적 사고로 인식되어

왔다[1][21][22][24].

2.2.2 유추 추론에서 추상적 원리의 중요성

창의적인 사고로 여겨지는 유추에 의한 추론(reasoning)이나 전이(transfer)가 일어나기 위해서는 기본적으로 바탕 지식(base knowledge)이 필요하다. 바탕 지식이 없다면 목표(target)와의 구조나 원리의 유사성을 파악하는 것 자체가 불가능하기 때문에 유추가 발생할 조건 자체가 성립하지 않는다. 따라서 바탕 지식은 유추 추론이 일어나기 위한 최소의 조건이 된다. 이러한 바탕 지식이 여러 문제에 적용 가능한 추상적인 원리라면 이를 활용하여 다른 영역의 새로운 문제를 해결하는 것이 가능할 것이다.

2.3 추상적 원리로서의 알고리즘

2.3.1 알고리즘 학습에서 추상적 원리의 필요성

지금까지의 알고리즘 학습에 대한 연구들의 상당수가 정렬과 탐색이라는 특정한 문제에 초점을 맞추어왔다[7][25]. 정렬과 탐색 문제는 컴퓨터 과학의 알고리즘 분야에서 전통적인 핵심 문제로 간주 되고 있지만, 그 자체가 알고리즘의 원리와 개념을 드러내는 것은 아니다[26]. 따라서 알고리즘의 개념과 원리를 포괄적이고 종합적으로 파악하기 위해서는 정렬이나 탐색과 같은 특정 문제에 종속적인 알고리즘 보다 문제에 독립적이고 포괄적인 알고리즘 학습이 요구되며, 이러한 알고리즘은 창의적 사고 과정인 유추 추론에 필요한 추상적 원리로서 전자보다 더 유용하게 사용될 것으로 기대할 수 있다.

2.3.2 추상적 원리로서의 알고리즘

알고리즘은 특정한 문제를 해결하기 위한 구체적이고 문제 종속적인 알고리즘과, 포괄적이며 문제 독립적인 알고리즘으로 구별할 수 있는데, 문교식(2007)은 전자를 개별적 알고리즘(individual algorithm)이라 하고 후자를 개념적 알고리즘(conceptual algorithm)이라 하였다[26].

예를 들어, 퀵 정렬과 병합 정렬은 모두 정렬이

라는 특정한 문제에 대한 구체적이고 종속적인 알고리즘이며[26], 동시에 두 정렬 알고리즘은 하나의 큰 문제를 작은 문제로 분할하여 처리하는 분할 정복 알고리즘을 원리를 내포하고 있다. 분할 정복 알고리즘은 이진 탐색이나 고속 푸리에 변환[27]같이 정렬 이외의 분야에서도 사용되기 때문에 문제 독립적인 알고리즘이라 할 수 있다.

이러한 분할 정복 알고리즘은 퀵 정렬이나 병합 정렬 알고리즘보다 문제 독립적이며 포괄적이기 때문에 상대적으로 다양한 문제 상황에 적용 가능하며, 유추 추론에 필요한 추상적 원리로서 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

2.4 정렬 알고리즘에 사용되는 추상적 원리

2.4.1 정렬 알고리즘과 창의적 문제해결

정보 교과에서는 문제 해결 방법과 절차의 하위 영역에서 정렬 알고리즘을 다루고 있다. 다양한 정렬 방법에 대한 내용을 학습하고, 실생활의 정렬 문제를 알고리즘으로 구현하여, 그 과정에서 터득한 문제 해결 방법을 통해 새로운 문제를 해결할 수 있는 능력을 배양하는 내용으로 구성되어 있다. 이는 정렬 알고리즘이라는 바탕 지식을 이용하여 실생활의 정렬이라는 목표 문제를 해결하는 유추 추론 과정으로 생각할 수 있다.

그러나 정렬에서 학습한 알고리즘의 원리를 실생활의 정렬에 적용하는 것보다는 다른 영역의 문제 해결에 사용하는 것이 창의적 문제해결력 배양이라는 교과 목표에 더 부합될 것이다.

2.4.2 정렬 알고리즘에서 사용되는 추상적 원리

현재 정보 교과에서 다루고 있는 정렬 알고리즘에 내포되어 있는 추상적 원리를 <표 2>와 같이 분류할 수 있다.

<표 2> 정렬 알고리즘에서 사용되는 추상적 원리

구분	방법(오름차순 기준)	추상적 원리
선택 버블	가장 작은 원소를 처음으로 이동	greedy
삽입	현재 원소를 적절한 위치로 이동	
퀵	임의의 기준에 의한 분할을 반복	분할 정복

greedy 알고리즘은 각 단계에서 가장 좋다고 생각되는 선택을 하고, 이러한 선택이 전체적인(globally) 최적의 해(solution)로 안내하게 될 거라는 기대를 가진다[27].

선택 정렬이나 버블 정렬이 현재 상태에서 다음 상태로 가는 최적의 해를 선택하는 기준이 요소의 값에 두었다면 삽입 정렬은 최적의 해를 선택하는 기준이 요소의 위치가 된다.

이와 같이 선택, 버블, 삽입 정렬은 현재 상태에서 다음 상태로 가는 최적의 해를 찾아 현재 상태를 확장해 나아가며 정렬 문제를 해결한다. 이는 greedy 알고리즘과 유사한 형태를 보인다.

반면에 퀵 정렬은 하나의 정렬 문제를 두 개의 간단한 정렬 문제로 나누어 다시 정렬하는 것을 기본 원리로 하며[28], 분할 정복 알고리즘에 기반을 두고 있다[27]. 이러한 분할 정복 알고리즘은 퀵 정렬이나 병합 정렬과 같은 정렬에서 뿐만 아니라 이진 탐색이나 푸리에 변환과 같은 다양한 문제 해결에 사용된다.

2.4.3 추상적 원리로서의 분할 정복 알고리즘

정렬 알고리즘에 사용된 greedy와 분할 정복 알고리즘은 여러 상황에 적용 가능한 추상적인 원리로 사용될 수 있는 알고리즘이기 때문에 유추 추론에 필요한 바탕지식으로서 유용하게 사용될 것으로 기대할 수 있다. 하지만 모든 유추 추론이 창의적 사고를 만들어 내지 않는 것과 같이, 모든 추상적인 원리가 창의적 사고에 유용할 것으로 기대하기는 어렵다.

어떤 문제를 해결하려는 대부분의 초보자들은 수단-목표 분석(means-ends analysis)이라는 경험적 방법을 사용하는데, 이것은 현 문제 상태와 목표 상태의 차이를 가장 크게 줄일 수 있는 조작자를 찾는 절차를 되풀이 하는 방법이다[1][13].

선택 정렬과 버블 정렬은 오름차순으로 정렬하기 위해 가장 작은 요소를 처음으로 보낸다. 일반적으로 정렬이 '가장 작은 것'에서부터 차례로 배열하는 일이라는 것을 생각해 볼 때, 가장 작은 것을 선택하여 처음으로 보내는 것은 현 문제 상태와 목표 상태의 차이를 줄일 수 있는 적절한 방법이며 이것은 수단-목표 분석의 한 예로 볼

수 있다. 또한 어떤 요소를 현재 상태에서 가장 적절한 위치로 삽입하는 것은 직관적으로 현재 문제 상태와 목표 상태의 차이를 줄일 수 있는 적절한 방법이기에 때문에 삽입 정렬 역시 수단-목표 분석으로 볼 수 있다.

상황에 따라 최적 해를 구하는 것이 쉽지만은 않기 때문에, greedy 전략을 사용한다고 문제가 쉽게 해결되지는 않는다. 하지만 선택, 버블, 삽입 정렬 알고리즘에 사용된 greedy 전략은 수단-목표 분석법과 그 성격이 매우 유사하여 학습자들이 쉽게 유추해 낼 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 퀵 정렬은 정렬 중에서도 그 내용이 어려운 고급 정렬에 속하고, 문제 상태에서 목표 상태로 가기 위하여 단순한 값이나 위치를 찾는 것이 아니라 분할 정복 알고리즘을 사용하기 때문에 학습자들이 쉽게 유추해 내기 어려울 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 창의적 문제해결을 위한 유추 추론에 사용할 추상적 원리로 분할 정복 알고리즘 선택하고, 새로운 영역에 대한 문제 해결에 분할 정복 알고리즘이 사용됨을 보임으로써, 분할 정복 알고리즘 학습이 유추 추론에 의한 창의적 문제해결에 효과가 있음을 보이고자 한다.

3. 연구방법

3.1 연구가설

본 연구는 분할 정복 알고리즘이 유추에 의한 창의적 문제해결에 사용되는 추상적 원리로 사용될 수 있음을 보임으로써, 분할 정복 알고리즘과 같이 포괄적이고 문제 독립적인 알고리즘 학습이 창의적 문제해결에 효과가 있음을 밝히는데 그 목적이 있다.

연구 가설 : 퀵 정렬 학습에서 분할 정복 알고리즘의 원리를 학습한 집단이 퀵 정렬의 절차만을 학습한 집단보다 이진 탐색 문제를 스스로 해결하는 비율이 더 높을 것이다.

대립 가설 : 퀵 정렬 학습에서 분할 정복 알고리즘의 원리를 학습한 집단과 퀵 정렬의 절차만을 학습한 집단이 이진 탐색 문제를 스스로 해결하는 비율에는 차이가 없을 것이다.

3.2 연구 대상

본 연구의 대상은 경기도에 소재한 G 고등학교 2학년 67명으로 교육과학기술부에서 지정한 과학 중점 과정을 수료하기 위해 선발된 학생들로서, 과학에 대한 흥미와 성취도가 높은 학생들이다.

3.3 연구 설계 및 절차

3.3.1 연구 설계

본 연구의 가설을 검증하기 위해 분할 정복 알고리즘에 대한 지식이 없는 피험자를 선정해야 한다. 피험자 선별 검사를 실시하여 정렬문제와 탐색 문제 모두 분할 정복 알고리즘을 사용하여 해결한 피험자들을 제외한 후, 실험집단과 통제집단을 나눈다.

<표 3>과 같이 실험을 설계하여 실험집단에는 정렬 알고리즘의 절차와 분할 정복 알고리즘의 원리를 함께 학습하고, 통제집단에는 분할 정복 알고리즘에 대한 정보 없이 정렬 알고리즘의 절차에 대하여 수업한 후, 사후검사를 실시하여 집단에 따른 분할 정복 알고리즘 적용의 차이를 통계적 방법(chi-square test)으로 검증한다.

<표 3> 실험설계

G ₁	X ₁	O ₁
G ₂	X ₂	O ₂
G ₁ : 실험집단		
G ₂ : 통제집단		
X ₁ : 분할 정복 알고리즘을 투입한 정렬 알고리즘 수업		
X ₂ : 분할 정복 알고리즘을 제거한 정렬 알고리즘 수업		
O _{1, O₂} : 사후검사(퀵 정렬 문제, 이진 탐색 문제)		

3.3.2 피험자 선별 검사

분할 정복 알고리즘을 이미 알고 있는 피험자를 판별하기 위하여 피험자 선별 검사를 실시하였다. 검사는 정렬문제와 탐색문제로 구성되어 있으며 분할 정복 알고리즘을 사용하는지의 여부를 평가한다. 검사 시간은 20분이며, 검사 전에 두 종류의 문제가 동일한 원리에 의해서 효율적으로

전체 피험자 67명 중 미 응답자 8명을 제외한 59명의 피험자 선별 검사 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 피험자 선별 검사 교차 분석 결과

		퀵 정렬 문제		합 계
		해결	미해결	
이진 탐색 문제	해결	0명(A)	3명(C)	3명
	미해결	2명(B)	54명(D)	56명
합 계		2명	57명	59명

(A)에 해당하는 피험자는 퀵 정렬과 이진 탐색 문제를 모두 해결하였기 때문에 분할 정복 알고리즘에 대한 지식이 있는 것으로 판단하여 실험에서 제외되거나 해당되는 피험자는 없었다. (B)에 해당하는 피험자는 퀵 정렬 문제를 해결하였으나, 이진 탐색 문제를 해결하지 못하였기 때문에 분할 정복 알고리즘에 대한 지식보다는 퀵 정렬의 절차에 대한 지식을 알고 있는 것으로 판단되어 실험에 포함하였다. (C)에 해당하는 피험자는 이진 탐색 문제를 해결하였으나 같은 원리가 사용되는 퀵 정렬 문제를 해결하지 못했기 때문에 (B)와 유사한 경우이다. 그러나 본 실험은 정렬 알고리즘에서 학습한 분할 정복 알고리즘의 원리를 학습하지 않은 탐색 문제 해결에 사용할 수 있다는 것을 보이는 실험이기 때문에, 이미 이진 탐색 문제를 해결한 (C)는 실험에서 제외하였다. 두 문제 모두 해결하지 못한 (D)에 해당하는 피험자는 분할 정복 알고리즘에 대한 지식이 없는 것으로 판단하여 실험에 포함하였다. 최종적으로 56명의 실험 대상자를 선정하였다.

4.2 사후 검사 결과 및 분석

사후 검사는 피험자 선별 검사와 같은 기준으로 문제 해결과 미해결로 분류하였다.

정렬 문제에 대한 사후 검사결과는 <표 5>와 같다.

<표 5> 퀵 정렬 문제 해결 빈도 분석 결과

	퀵 정렬 문제		합 계 (%)
	해결 (%)	미해결 (%)	
실험집단	27명(96.4)	1명(3.6)	28명(100)
통제집단	28명(100)	0명(0)	28명(100)
합 계	55명(98.2)	1명(1.8)	56명(100)

사후 검사에서는 56명의 피험자 중 55명이 퀵 정렬 문제를 해결하였다. 집단 간의 퀵 정렬 문제 해결 빈도의 차이를 알아보기 위해 유의 수준 5%에서 χ^2 분석을 실시하였다. 그 결과, $\chi^2(1, N = 56)$ 값이 1.018로 통계적으로 유의하지 않았으며($p = .313$), 두 집단의 처지가 퀵 정렬 문제 해결에 대하여 동일한 효과를 보이고 있음을 의미한다.

퀵 정렬 문제를 해결하지 못한 한 명은 실험 수업을 통한 학습효과가 없는 것으로 판단되어 탐색 문제 결과 분석에서 제외하였다.

탐색 문제에 대한 사후 검사결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 이진 탐색 문제 해결 빈도 분석 결과

	이진 탐색 문제		합 계 (%)
	해결(%)	미해결(%)	
실험집단	12명(44.4)	15명(55.6)	27명(100)
통제집단	5명(17.9)	23명(82.1)	28명(100)
합 계	17명(30.9)	38명(69.1)	55명(100)

실험집단이 통제집단보다 이진 탐색 문제를 해결하는 빈도가 높았다. 집단 간의 이진 탐색 문제 해결의 차이를 알아보기 위해 유의 수준 5%에서 χ^2 분석을 실시하였다. 그 결과, $\chi^2(1, N = 55)$ 값이 4.55로 통계적으로 유의하였다($p = .033$). 따라서 집단 간의 이진 탐색 문제 해결 비율에 차이가 없을 것이라는 대립가설은 기각되었다.

이와 같은 결과를 통해서 퀵 정렬 학습에서 분할 정복 알고리즘의 원리를 학습한 집단이 퀵 정렬의 절차만을 학습한 집단보다 이진 탐색 문제를 스스로 해결하는 비율이 더 높을 것이라는 가설은 경험적으로 검증되었다.

5. 결론

이상의 연구 결과를 토대로 본 연구에서 얻어진 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 분할 정복 알고리즘과 같이 포괄적이며 문제 독립적이기 때문에 여러 영역에서 사용가능한 알고리즘은 창의적인 사고인 유추 추론에 필요한 바탕지식으로 사용되어 새로운 영역의 문제를 해결할 수 있다. 실험집단과 통제집단이 정렬 문제에서는 동일한 실험 효과를 보였으나, 새로운 영역인 탐색 문제 해결에서는 실험집단이 통제집단보다 이진 탐색을 사용하는 비율이 높았다. 이는 분할 정복과 같은 추상적 알고리즘 학습이 새로운 영역의 문제를 해결하는 유추 추론에 효과가 있으며, CPS와 같이 특별한 교수 학습 모형이나 도구 없이도 창의적 문제해결력 향상으로 이어질 수 있음을 의미한다. 또한 일반적으로 퀵 정렬을 학습할 때, 분할 정복 알고리즘에 대하여 함께 학습하기 때문에 전통적인 정렬 알고리즘 학습만으로도 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있다고 할 수 있다.

따라서 창의적 문제해결력 향상을 위한 알고리즘 학습은 개별 알고리즘의 순서와 절차뿐만 아니라, 알고리즘 내에 포함되어 있는 추상적인 원리까지 학습할 수 있도록 설계하는 것이 중요하다.

둘째, 분할 정복 알고리즘과 같은 알고리즘은 학습자 스스로 발견하기 어렵다. 이는 일반적으로 사람들이 문제의 표면적이고 피상적인 측면만 인지하고 문제들 간의 구조적인 관계를 인지하지 않기 때문에[1], 분할 정복과 같이 여러 문제에 적용 가능한 구조를 가지고 있는 알고리즘을 피험자들이 스스로 발견하기 어려웠던 것으로 보인다. 따라서 알고리즘을 교육할 때, 알고리즘 각각의 순서와 절차에 대한 학습과 함께 공통적으로 적용되는 원리에 대한 학습이 필요하다.

참고 문헌

- [1] Weisberg, R. W. (2006). 김미선 역(2009). **창의성**. 서울: 시그마프레스.
- [2] 교육인적자원부 (2007). **2007년 개정 교육과정 개요**. 교육인적자원부. 115.
- [3] 교육과학기술부 (2011). **중학교 선택 교과 교육과정(정보)**. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책 18].
- [4] 교육인적자원부 (2007). **중학교 교육과정 해설(정보 과목)**. 교육인적자원부.
- [5] Novick, Laura R., & Bassok, Miriam (2005). *Thinking and Reasoning - Chapter 14 Problem Solving*. Cambridge University Press.
- [6] 백선련, 송정범, 박정호, 이태욱 (2008). 초등 학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발 및 적용. **컴퓨터교육학회논문지**, 11(1), 85-95.
- [7] 정미연, 이은경, 이영준 (2008). Squeak Etoys 활용 알고리즘 학습이 중학생의 문제해결력에 미치는 영향. **대한공업교육학회지**, 33(2), 170-191.
- [8] 김경자, 김아영, 조석희 (1997). 창의적 문제 해결능력 신장을 위한 교육과정 개발의 기초 -창의적 문제해결의 개념모형 탐색. **교육과정연구**, 15(2), 129-153.
- [9] Woolfolk, A. E. (1995). *Educational Psychology*. London: Allyn and Bacon.
- [10] 전성균, 이영준 (2012). 초등학생의 확산적 사고 촉진을 위한 CPS 프로그래밍 수업의 효과 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 15(2), 1-8.
- [11] 최종원, 양권우 (2010). CPS를 활용한 프로그래밍 학습이 창의적 문제해결력에 미치는 효과. **한국정보교육학회논문지**, 14(4), 497-504.
- [12] 김은길, 현동립, 김종훈 (2011). 창의적 문제해결능력 신장을 위한 알고리즘 기반 학습 콘텐츠 개발. **수산해양교육연구**, 23(1), 105-115.
- [13] 이정모 외 (2011). **인지심리학**. 서울: 학지사.
- [14] Guilford, J. P. (1959). *Creativity and its cultivation*. New York: Harper and Row.
- [15] Wertheimer, M. (1982). *Productive thinking (Enlarged ed.)*. Chicago: University of Chicago Press.

[16] Perkins, D. N. (1981). *The mind's best work*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[17] Goldstone, Robert L., & Son, Ji Yun(2005). *Thinking and Reasoning - Chapter 2 Similarity* (p.13). Cambridge University Press.

[18] Humphrey, G. (1963). *The gestalt theory of thought. In Thinking: An introduction to its experimental psychology* (pp. 150-184). New York: Wiley.

[19] Holyack, K. J. (2005). *Thinking and Reasoning - Chapter 6 Analogy*. Cambridge University Press.

[20] Ellsworth, P. C. (2005). *Thinking and Reasoning - Chapter 28 Legal Reasoning*. Cambridge University Press.

[21] Dunbar, Kevin (1995). *How scientists really reason : Scientific reasoning in real-world laboratories*. MIT Press.

[22] Bernstein, R., & Bernstein, M. (1999). *Sparks of Genius : The Thirteen Thinking Tools of the World's Most Creative People*. 박종성 역 (2007). **생각의 탄생**. 서울: 에코의 서재.

[23] Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Pretz. J. E. (2002). *The creativity conundrum*. NewYork: Psychology Press.

[24] Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.

[25] 허민, 진영학, 김영식 (2010). 구체적 조작기 학생들을 위한 선 알고리즘 후 프로그래밍 학습 모형의 개발 및 적용. **한국컴퓨터교육학회논문지**, 13(1), 27-36.

[26] 문교식 (2007). 개념적 알고리즘에 기반 한 컴퓨터 알고리즘 교육의 방향. **정보교육학회 논문지**, 11(1), 29-38.

[27] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Instruction to Algorithms 3rd Edition*. The MIT Press.

[28] Hoare, C. A. R. (1962). Quicksort. *The Computer Journal*, 10(6), 10-15.



김 윤 영

1999 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학학사)
2013 한국교원대학교
정보영재전공(교육학석사)

2013~현재 이천경남고등학교 교사
관심분야: 프로그래밍, 프로그래밍 언어,
알고리즘, 문제해결전략, 영재교육
E-Mail: inzilion@gmail.com



김 영 식

1982 서울대학교 전기공학과
(공학사)
1987 노스캐롤라이나주립대학교
전기및컴퓨터공학과
(공학석사)

1993 노스캐롤라이나주립대학교
전기및컴퓨터공학과(공학박사)
1993~1994 한국전자통신연구소 선임연구원
1995~1996 한국전자통신연구소 위촉연구원
1996~1998 한국전자통신연구소 초빙연구원
1994~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, e-Learning, 운영체제
E-Mail: kimys@knue.ac.kr