

# 구체적 조작기 학생들을 위한 선 알고리즘 후 프로그래밍 학습 모형의 개발 및 적용

허민<sup>†</sup> · 진영학<sup>†</sup> · 김영식<sup>††</sup>

## 요 약

지식정보사회를 살아가는 사람들에게 가장 중요한 능력인 문제해결력, 창의성 등의 고등사고력을 신장시키기 위해 알고리즘과 프로그래밍 교육을 중학교 정보 교육과정에 도입한 것은 적절하다. 그러나 형식적 조작기에 도달하지 못한 구체적 조작기 학생들에게 고등교육의 알고리즘과 프로그래밍 교육내용을 축소하여 제공하는 것은 학생들의 인지부담만 가중되며, 알고리즘 학습에서 배운 원리와 전략이 문제해결을 위한 프로그래밍으로 학습 전이가 어렵다. 본 연구는 인지 발달 단계 중에서 구체적 조작기에 해당하는 학생들의 발달 특성을 고려하고, 알고리즘 학습이 프로그래밍으로 전이할 수 있도록 선 알고리즘 후 프로그래밍 학습 모형을 개발하였고, 구체적 조작기 학생들을 대상으로 하여 학습 동기와 학업성취도에 미치는 영향을 검증하였다. 그 결과 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형으로 학습한 구체적 조작기 학생들의 학습동기와 학업성취도 향상에 유의미한 차이가 있었다.

주제어 : 컴퓨터 교육, 알고리즘 교육, 프로그래밍 교육

## Development and Application of FAAP Learning Model for the Concrete Operational Period's Students

Min Huh<sup>†</sup> · Younghak Jin<sup>††</sup> · YungSik Kim<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

Introducing algorithm and programming education to the middle school 'Information' curriculum is appropriate to develop higher thinking skills like problem solving ability and creativity that is the most important ability to the people living in the knowledge and information society. But to providing reduced algorithm and programming contents of higher education increase the cognitive burden on the students in the concrete operational period who is not yet reached to the formal operational period, and moreover transferring principles and strategies learned in the algorithm to the programming for the problem solving is difficult. For this study, student's developmental characteristics in the concrete operational period among cognitive developmental periods was considered, and FAAP(First-Algorithm After-Programming) learning model which can transfer algorithm to programming was developed, and finally the effectiveness of learning motivation and achievement to the concrete operational period's students was verified. Results of the tests showed that learning motivation and achievement of the concrete operational period's students that learned FAAP model were different significantly.

**Keywords** : Computer Education, Algorithm Education, Programming Education

† 중신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
 †† 정회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정  
 ††† 중신회원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)  
 논문접수: 2010년 1월 6일, 심사완료: 2010년 1월 19일

\* 이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-327-B00647)

## 1. 서 론

현대 사회는 첨단 정보통신 기술을 물리적 기반으로 하여 시공을 초월한 정보의 교류, 새로운 지식의 신속한 창출과 확산, 생성된 지식과 성과의 연계를 특징으로 하는 지식정보사회이다[1]. 이러한 지식정보사회에서 살아가는 사람들에게 가장 중요시 되는 능력은 특정 지식 습득에 그치는 것이 아니라, 새로운 문제 상황에 당면했을 때 적절한 아이디어를 창안하고 이를 적용하여 주어진 문제나 과제를 효과적으로 해결하는 것이라 볼 수 있다.

컴퓨터교육 부분에서도 이러한 시대적 요구를 수용하여, 제7차 개정 교육과정에서 이를 반영하였다. 개정 교육과정에서는 컴퓨터의 도구적 활용뿐 아니라, 정보 과학과 기술의 원리와 이해 증진을 통해 지식정보사회를 올바르게 이해하고, 창의적 문제 해결력 및 고등사고력을 신장시키기 위하여 응용 소프트웨어의 단순 기능 교육에 대한 비중을 축소하고, 컴퓨터 과학의 원리와 이해를 증진시킬 수 있는 내용, 문제 해결 방법과 절차에 대한 내용을 강화하였다[2].

고등교육과정에서 실시하던 알고리즘과 프로그래밍 교육을 중등교육과정에 도입한 것은 긍정적이지만, 학습자의 특성이나 인지발달 정도에 대한 고려가 부족한 상태에서 일률적인 운영은 과거 프로그래밍 교육이 문법에 대한 기계적 암기나 프로그래밍 언어의 사용법을 익히는데 치중하여 학습자의 인지부담이 크며, 고등사고력을 기르는데 어려움을 겪었던 전처를 밟을 뿐이다.

알고리즘과 프로그래밍 교육을 통해 문제해결력이나 창의성을 기를 수 있도록 하기 위해서는 학습자의 인지 발달 과정을 이해하고 이를 바탕으로 하여 발달 단계에 맞는 교육이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 학습자의 인지 발달 수준에 맞는 알고리즘과 프로그래밍 학습모형을 모색해야 한다.

본 논문에서는 알고리즘을 먼저 학습한 후 프로그래밍을 학습한 집단과 프로그래밍을 학습한 후 알고리즘을 학습한 집단 간의 교육 효과의 차이를 학습동기와 성취도를 중심으로 검증함으로써

구체적 조작기 학습자의 인지발달 수준에 따른 효과적인 알고리즘과 프로그래밍 교육모형을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 Piaget의 인지발달

Piaget 이론에 있어서 인지발달이란 개체가 그들 환경에의 적응을 통하여 새로운 인지구조를 형성하는 과정을 말한다[3]. Piaget는 개체의 적응은 동화와 조절이라는 기능에 의하며, 이 두 기능의 상호보완적인 작용에 의해서 이루어진다고 보았다. 동화란 외부로부터 들어오는 자극이 자신의 기존 인지구조와 비슷한 경우, 이 자극을 자신의 인지구조에 맞춰 통합시키는 과정을 말한다. 조절이란 외부로부터 들어오는 자극을 수용하기 위해 자신의 기존 인지구조를 변형시키는 과정을 말한다. 개체는 두 가지 이상의 서로 분리된 체제나 구조를 더 높은 수준으로 통합시키려는 경향성을 가진다. 이러한 기능을 조직화라고 한다. 개체의 인지구조와 외부로부터의 자극 사이에 동화와 조절이 원활하게 이루어지면 이들은 평형을 이루고 있다고 말한다. 그러나 이들 사이에 인지적 갈등이 생기면, 이 갈등을 해결하고 새로운 평형을 만들려고 하는 평형화 과정이 일어난다.

인간은 적응과 조직화라는 인지과정 기능에 의해 이전보다 더 포괄적이며 높은 수준의 인지구조를 얻게 되고, 인지발달에서의 단계 간 이행이 이루어지게 된다[4].

Piaget는 발달 단계에 있어 인지에 대한 두 가지 측면을 근거로 두고 있다. 이는 구조와 조작인데, 구조는 아동이 자신의 세계를 어떻게 표상하는가이고 조작은 아동이 자신의 표상을 어떻게 나타내는가이다[3]. 구조와 조작이라는 측면을 근거로 Piaget는 인간이 태어나서 성인이 되기까지 거치는 주요 인지발달의 단계를 감각동작기, 전조작기, 구체적 조작기, 형식적 조작기의 4단계로 구분하였다[5]. Piaget는 일관성 있는 행동과 사고력을 이용해서 인지발달의 단계를 구분하였고, 발달 단계에 영향을 주는 요인으로 성숙·경험·사회적 전달·평형화 과정을 들고 있다[6].

피아제의 인지 발달 단계에 의하면 중학교 1학년 학생들은 형식적 조작기에 해당한다. 형식적 조작기의 아동은 인지구조는 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[7].

그러나 인지 발달은 개인별로 그 발달 속도가 다르며, 여러 선행 연구에 의하면 우리나라 중학생들의 경우 구체적 조작기나 과도기에 머물러 있는 학생들이 더 많은 것으로 나타나고 있다. 구체적 조작기의 아동은 논리적 사고가 어느 정도 활용되어 보존 문제와 구체적인 문제를 해결할 수 있으나 추상적인 문제의 해결에서는 논리적 사고를 적용하지 못한다[7].

<표 1> 중학생들의 인지발달 수준[7][8][9][10]

연구자	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기	기타
정진경 (1994)	34.7%	47.6%	17.7%	서울시 중3(사례수 479)
권혜숙 (1994)	64.1%	32.9%	3.0%	서울시 중1(사례수 407)
	44.2%	47.1%	8.7%	서울시 중2(사례수 437)
	31.1%	52.3%	16.6%	서울시 중3(사례수 392)
한병래 (2000)	41.7%	38.9%	19.4%	청원군
고민기 (2007)	34.2%	38.0%	27.8%	안양시 중2(사례수 79)

구체적 조작기 아동을 위한 교수전략은 다음과 같다. 첫째, 구체적 준비물과 시각적 보조물을 필요하며, 수준 높은 자료들을 다룰 때는 더욱 그렇다. 둘째, 학생들이 물체들을 조작하고 검증할 기회를 계속해서 제공한다. 셋째, 친숙한 예를 사용해서 복잡한 개념을 설명한다. 넷째, 논리적, 분석적 사고가 필요한 문제들을 제시한다[11].

구체적 조작기에 해당하는 학생들에게 고도의 추상적인 사고를 필요로 하는 상용 프로그래밍 언어는 과도한 인지적 부담을 준다. 보다 구체적이고 시각화가 가능한 교육용 프로그래밍 언어가 구체적 조작기 학생들에게는 적합하다. 또한 원리나 전략을 학습하는 알고리즘을 먼저 학습한 후

프로그래밍 통해서 실습하는 것이 구체적 조작기 학생들에게 적합한 전략이다.

## 2.2 학습의 전이

학습의 전이(transfer)는 이전에 배웠던 것이 현재의 학습에 영향을 미칠 때, 또는 이전의 문제해결이 새로운 문제의 해결방식에 영향을 미칠 때를 의미한다[12].

최근 들어 연구자들은 읽기나 쓰기 같은 기술을 일상생활에서 자동적이고 직접적으로 사용하는 경우와 지식과 전략을 새로운 상황에 전이하여 창의적 해결책에 도달하는 경우를 구분하고 있다[13][14][15]. Salomon과 Perkins(1989)는 이러한 두 종류의 전이를 자동적 전이와 의식적 전이로 명명하였다. 자동적 전이(low-road transfer)는 ‘고도로 숙달된 기술을 깊이 생각할 필요가 전혀 없이 자발적이고 자동적으로 전이’하는 것이다. 자동적 전이의 핵심은 하나의 기술을 자동으로 수행할 수 있을 때까지 다양한 상황에서 자주 연습하는 것이다.[15]

반면에 의식적 전이(high-road transfer)는 한 상황에서 학습한 추상적 지식이나 전략을 다른 상황에 의식적으로 적용하는 것이다. 이런 전이는 두 가지 방식으로 일어날 수가 있다. 첫째, 어떤 원리나 전략을 장래에 사용할 의도를 가지고 학습하는 것으로, 이를 전방지향 전이(forward-reaching transfer)라 한다. 둘째, 새로운 문제에 직면했을 때 앞서 다른 상황들에서 배운 지식을 되돌아보면서 이 문제를 해결하는데 도움이 될 지식을 찾는 것으로, 이를 후방지향 전이(backward-reaching transfer)라 한다. Bransford와 Schwartz(1999)는 이런 종류의 의식적 전이를 미래의 학습을 위한 대비라고 보았다[14].

Phye에 따르면, 사람들은 학습전략의 전이란 학문적 문제를 해결할 때 의도적으로 사용되어야 하는 도구라고 생각하였다. 그는 전략의 전이가 세 단계에 걸쳐 발달한다고 보았다. 습득단계(acquisition phase)에서는 학생들이 전략과 그 사용법에 관한 교육을 받아야 할 뿐 아니라 그 전략이 언제, 어떻게 사용되는지를 인식하면서 전략을 암송하고 연습해야 한다. 파지단계(retention

phase)에서는 피드백이 주어지는 연습을 더 많이 하는 것이 전략사용을 연마하는 데 도움을 준다. 전이단계(transfer phase)에서는 교사가 학생에게 외관상으로 달라 보일지라도 동일한 전략으로 해결될 수 있는 새로운 문제들을 제공해 주어야 한다. 이런 단계들은 절차지식과 조건지식을 쌓아가는데 도움을 준다고 주장하였다[16].

알고리즘에서 학습한 원리나 전략이 프로그래밍의 문제해결과정에서 전이가 일어나므로, 의식적 전이 관계에 있다. 따라서 학습의 전이가 일어나기 위해서는 알고리즘을 학습한 후에 프로그래밍 학습을 하는 것이 바람직하다.

### 3. 선 알고리즘 후 프로그래밍 학습 모형 개발

2007년 개정 중학교 ‘정보’ 교육과정의 ‘문제 해결 방법과 절차’ 영역은 알고리즘과 프로그래밍 교육으로 설정된 내용은 <표 2>와 같다.

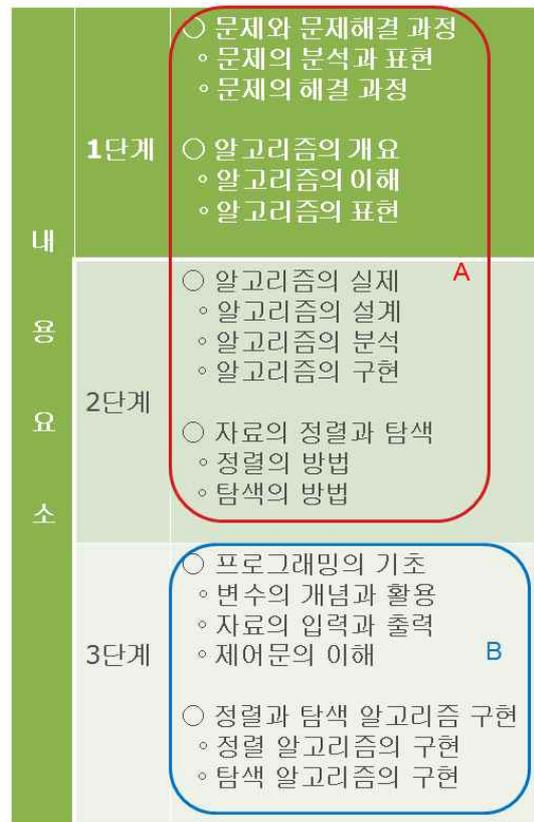
<표 2> 중학교 정보과목 교육과정 ‘문제 해결 방법과 절차’ 영역 내용 체계표[2]

영역 내용	문제 해결 방법과 절차
내용 요 소	1 단계 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 문제와 문제 해결 과정                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 문제의 분석과 표현</li> <li>· 문제 해결 과정</li> </ul> </li> <li>○ 프로그래밍의 기초                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 변수의 개념과 활용</li> <li>· 자료의 입력과 출력</li> <li>· 제어문의 이해</li> </ul> </li> </ul>
	2 단계 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 알고리즘의 개요                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 알고리즘의 이해</li> <li>· 알고리즘의 표현</li> </ul> </li> <li>○ 알고리즘의 실제                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 알고리즘의 설계</li> <li>· 알고리즘의 분석</li> <li>· 알고리즘의 구현</li> </ul> </li> </ul>
	3 단계 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자료의 정렬                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 정렬 방법</li> <li>· 정렬 알고리즘의 구현</li> </ul> </li> <li>○ 자료의 탐색                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 자료의 탐색 방법</li> <li>· 탐색 알고리즘의 구현</li> </ul> </li> </ul>

<표 2>의 내용 체계표를 살펴보면, ‘문제 해결

방법과 절차 영역’은 프로그래밍 내용요소와 알고리즘 내용요소를 혼합하여 제시하고 있다. 1단계의 ‘문제와 문제해결 과정’은 영역에 대한 소개의 내용요소임을 고려한다면, 대체로 프로그래밍 내용요소가 알고리즘 내용요소보다 먼저 학습하도록 구성되어 있다. 대체적으로 선 프로그래밍 후 알고리즘 교육 모형의 형태로 구성되어 있다. 이를 선 알고리즘 후 프로그래밍 학습 모형으로 재구성하면 <그림 1>과 같다.

<그림 1> ‘문제 해결 방법과 절차’ 영역의 재구성



<그림 1>과 같이 먼저 알고리즘 학습을 한 후 프로그래밍 학습을 할 수 있도록 내용요소를 재구성하였다.

<그림 2>와 같이 본 모형에서는 알고리즘 교육을 단순한 지식 전달의 교육이 아닌, 원리와 전략 중심의 교육을 지향하고 이는 프로그래밍 교육에서 문제해결에 학습 전이가 이루어지도록 유도하였다. 또한 프로그래밍 교육에서 프로그래밍 학습에 필요한 프로그래밍 언어도 고도의 추상적인 접근이 필요한 기존 상용 언어가 아닌 교육용 프로그래밍 언어를 사용한다. 이를 통해 문법 중

심의 언어 교육이 아닌 실습 중심의 프로그래밍 교육을 할 수 있도록 하였다.

<그림 2> 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형



## 4. 연구방법

### 4.1 연구가설

본 연구에서는 인지발달수준에서 구체적 조작기에 해당하는 학생들에게 알고리즘과 프로그래밍 학습에서의 순서 변인을 고려하여, 먼저 알고리즘을 학습한 후 프로그래밍을 학습하는 것이 프로그래밍을 먼저 학습한 후 알고리즘을 학습하는 것보다 학습동기와 학업성취도 향상에 더 효과적이라는 것을 보이고자 한다.

이를 위해 중학교 정보 교육과정에서 프로그래밍과 알고리즘 학습내용을 추출하였고, 수업에서 동일한 알고리즘과 프로그래밍 학습내용을 다른 변인은 모두 통제하고 순서 변인만을 검증할 수 있도록 설계하였다. 검증된 학습동기 검사지와 연구자가 개발한 학업성취도 검사지를 통해 선 프로그래밍 후 알고리즘 학습 모형이 학습 동기와 학업성취도에 미치는 영향을 검증하기 위해 다음과 같은 가설을 설정하였다.

- 연구가설 1 : 구체적 조작기 학생에게 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형으로 학습하는 것이 선 프로그래밍 후 알고리즘 모형으로 학습하는 것보다 학습 동기를 향상시킬 것이다.

연구가설 2 : 구체적 조작기 학생에게 선 프로그래밍 후 알고리즘 모형보다 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형으로 학습하는 것이 더 높은 학업성취도를 보일 것이다.

### 4.2 연구대상

본 연구는 구체적 조작기에 해당하는 두 학년인 초등학교 6학년과 중학교 1학년을 각각 대상으로 하였다. 경상남도 진주시에 소재하고 있는 초등학교 6학년 학생 중에서 신청자를 받아, 실험집단 15명과 통제집단 15명을 구성하였다. 또한 충청북도 청주시에 소재하고 있는 중학교 1학년 학생 중에서 신청자를 받아 실험집단 12명과 통제집단 12명을 구성하였다. 사전검사를 통하여 IQ와 학습동기가 비슷한 실험집단과 통제집단을 구성하였다. 실험집단은 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형으로 학습하고, 통제집단은 선 프로그래밍 후 알고리즘 모형으로 학습하였다.

### 4.3 학습 설계

본 연구에서는 프로그래밍과 알고리즘 학습에서 순서 변인을 고려하여 학습을 설계하였다. 알고리즘과 프로그래밍 학습 내용은 중학교 정보 교육과정에서 추출하였다. 알고리즘을 학습하고 프로그래밍을 학습하는 모형과 프로그래밍을 학습하고 알고리즘을 학습하는 모형에서 학습자의 학습동기와 학업성취도 향상 정도를 비교하고자 한다. 학습내용과 차이는 <표 3>와 같다.

<표 3> 학습내용 및 차시

일정	통제집단	실험집단
1차시	스크래치의 개요	알고리즘의 이해
2차시	변수의 개념과 활용	알고리즘의 표현
3차시	자료의 입력과 출력	알고리즘의 설계
4차시	제어문의 이해	알고리즘의 분석
5차시	알고리즘의 이해	알고리즘의 구현
6차시	알고리즘의 표현	정렬 알고리즘의 방법
7차시	알고리즘의 설계	탐색 알고리즘의 방법
8차시	알고리즘의 분석	스크래치의 개요
9차시	알고리즘의 구현	변수의 개념과 활용
10차시	정렬 알고리즘의 방법	자료의 입력과 출력
11차시	탐색 알고리즘의 방법	제어문의 이해
12차시	정렬 알고리즘의 구현	정렬 알고리즘의 구현
13차시	탐색 알고리즘의 구현	탐색 알고리즘의 구현

#### 4.4 연구 설계

본 연구에서는 구체적 조작기에 해당하는 학생들에게 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형의 학습이 선 프로그래밍 후 알고리즘 모형의 학습보다 학습동기와 학업성취도 향상에 미치는 효과의 차이를 검증하였다. 본 연구를 위해 먼저 프로그래밍과 알고리즘 학습에 영향을 미치는 IQ와 학습동기 변인이 통제하기 위해 사전검사를 실시하여 두 집단이 동질집단임을 보이고, 실험 후 사후검사를 통해 실험 효과를 얻어내는 이질 통제집단 전후검사로 설계하였다. 이러한 연구의 실험 설계를 도식화 하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 연구 설계

P1	O1	X	O2, O3
P2	O4	Y	O5, O6

<표 3>에서 사용된 기호는 각각 다음의 의미를 가진다.

- P1: 통제집단(선 프로그래밍 후 알고리즘 모형)
- P2: 실험집단(선 알고리즘 후 프로그래밍 모형)
- O1, O4: 사전검사(IQ, 학습동기)
- X: 프로그래밍을 학습하고 알고리즘을 학습함
- Y: 알고리즘을 학습하고 프로그래밍을 학습함
- O2, O5: 사후검사(학습동기)
- O3, O6: 성취도 검사

#### 4.5 연구 도구

본 연구의 사전·사후검사에서 사용한 학습동기 검사도구는 Keller가 개발한 “The Course Interest Survey”를 박수경(1998)이 번안한 것을 본 연구의 목적에 맞게 수정·보완하여 사용하였다.

검사도구의 내적 합치도(Cronbach  $\alpha$ ) 계수는 주의집중 .75, 관련성 .74, 자신감 .64, 만족감 .77로 나타났고 전체는 .82의 신뢰도를 보였다. 본 학습동기 검사도구의 문항은 총 30문항 중에서 20문항을 추출하여 사용하였다. 각 문항에 대한 응답은 매우 아니다(1점)에서 매우 그렇다(5점)의 5점 Likert 척도로, 점수가 높을수록 학습동기가

높음을 의미한다.

사전검사로 사용된 IQ검사는 학교에서 실시한 점수를 학교와 학생의 허락을 받아 사용하였다.

사후검사에서 사용한 학업성취도 검사도구는 알고리즘과 프로그래밍에 대한 학업성취도를 평가하기 위해 연구자가 제작하였다. 연구자는 검사도구의 내용 타당도를 확보하기 위해 이원목적분류표를 작성하고 이에 기초하여 문항을 제작하였으며, 전문가 집단과 협의를 통해 수정·보완하여 4지 선다형 20문항을 제작하였다.

### 5. 연구결과

#### 5.1 사전검사(학습동기)

연구를 위해 선정된 통제집단과 실험집단의 동질성 검정을 위하여 두 집단에 대한 사전검사를 실시하고, 집단의 평균에 대하여 독립표본 t 검정을 실시하였다. 사전검사 결과에 대한 두 집단의 동질성 검사를 위한 귀무가설과 대립가설은 <표 5>와 같다.

<표 5> 사전검사(학습동기)의 귀무가설과 대립가설

귀무가설	두 집단의 학습동기 검사 결과는 차이가 없다.
대립가설	두 집단의 학습동기 검사 결과는 차이가 있다.

Levene의 등분산 검정결과, 유의확률이 초등학교 6학년 .333 중학교 1학년 .159 전체 .862로 나타나 등분산 가정에 문제가 없음을 확인하였다.

<표 6> 사전검사(학습동기)

		평균	표준편차	t	유의확률
초등6학년	통제집단	68.87	9.28	.251	.804
	실험집단	68.07	8.14		
중학교 1학년	통제집단	68.25	5.21	-.464	.647
	실험집단	69.67	9.21		
전체	통제집단	68.59	7.61	-.840	.933
	실험집단	68.78	8.50		

초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에 따른 학습동기의 차이를 알아보기 위한 독립표본 t 검정을 실시한 결과는 <표 6>과 같다. 초등학교 6학

년, 중학교 1학년, 전체에서 유의확률이 각각 .804, .647, .933으로 나타나 유의수준 .05에서 귀무가설을 지지하고 있으므로 두 집단 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 사전검사 결과 통제집단과 실험집단은 동질 집단임이 밝혀졌다.

### 5.2 사전검사(IQ)

연구를 위해 선정된 통제집단과 실험집단의 동질성 검정을 위하여 두 집단에 대한 사전검사를 실시하고 집단의 평균에 대하여 독립표본 t 검정하였다. 사전검사 결과에 대한 두 집단의 동질성 검사를 위한 귀무가설과 대립가설은 <표 5>와 같다.

<표 7> 사전검사(IQ)의 귀무가설과 대립가설

귀무가설	두 집단의 IQ 검사 결과는 차이가 없다.
대립가설	두 집단의 IQ 검사 결과는 차이가 있다.

Levene의 등분산 검정결과, 유의확률이 초등학교 6학년 .754 중학교 1학년 .802 전체 .869로 나타나 등분산 가정에 문제가 없음을 확인하였다.

<표 8> 사전검사(IQ)

		평균	표준편차	t	유의확률
초등6 학년	통제집단	99.73	5.27	-.611	.546
	실험집단	101.07	6.61		
중학교 1학년	통제집단	104.25	5.81	-.118	.908
	실험집단	104.50	4.54		
전체	통제집단	101.74	5.87	-.530	.598
	실험집단	102.59	5.94		

초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에 따른 IQ의 차이를 알아보기 위한 독립표본 t 검정을 실시한 결과는 <표 8>과 같다. 초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에서 유의확률이 각각 .546, .908, .598로 나타나 유의수준 .05에서 귀무가설을 지지하고 있으므로 두 집단 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 사전검사 결과 통제집단과 실험집단은 동질 집단임이 밝혀졌다.

### 5.3 사후검사(학습동기)

실험 처치 후 집단별로 학습동기의 향상 정도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 집단별 사후검사 결과를 독립표본 t-검정을 실시하여 검증하였다. 귀무가설과 대립가설은 <표 7>과 같다.

<표 9> 사후검사(학습동기)의 귀무가설과 대립가설

귀무가설	두 집단의 사후 학습동기 결과는 차이가 없다.
대립가설	두 집단의 사후 학습동기 결과는 차이가 있다.

Levene의 등분산 검정결과, 유의확률이 초등학교 6학년 .173 중학교 1학년 .114 전체 .963로 나타나 등분산 가정에 문제가 없음을 확인하였다.

<표 10> 사후검사(학습동기)

		평균	표준편차	t	유의확률
초등 6학년	통제집단	68.47	11.03	-2.139	.041
	실험집단	75.87	7.61		
중학교 1학년	통제집단	66.58	5.63	-2.117	.046
	실험집단	73.33	9.50		
전체	통제집단	67.62	8.93	-3.009	.004
	실험집단	74.74	8.42		

초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체의 실험 처치 후 학습동기의 차이를 알아보기 위한 독립표본 t 검정을 실시한 결과는 <표 10>과 같다. 초등학교 6학년의 통제집단의 학습동기의 평균은 68.47, 표준편차는 11.03이며, 실험집단의 학습동기의 평균은 75.87, 표준편차는 7.61이다. 통제집단과 실험집단의 학습동기 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -2.139, 유의확률은 .041로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학습동기에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 중학교 1학년의 통제집단의 학습동기의 평균은 66.58, 표준편차는 5.63이며, 실험집단의 학습동기의 평균은 73.33, 표준편차는 9.50이다. 통제집단과 실험집단의 학습동기 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -2.117, 유의확률은 .046로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학습동기에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 전체의 통제집단의 학습동기의 평균은 67.62, 표준편차는 8.93이며, 실험집단의 학습동기의 평균은 74.74, 표준편차는 8.42이다. 통제집단과 실험집단의 학습동기 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -3.009, 유의확률은 .004로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학습동기에 유의한 차이가 있는 것으로

분석되었다.

#### 5.4 사후검사(학업성취도)

실험 처치 후 두 집단의 프로그래밍 실습 성취도에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 집단별 성취도 검사 결과를 독립표본 t 검정을 실시하여 검증하였다. 귀무가설과 대립가설은 <표 11>과 같다.

<표 11> 사후검사(학업성취도 검사)의 귀무가설과 대립가설

귀무가설	두 집단의 학업성취도 결과는 차이가 없다.
대립가설	두 집단의 학업성취도 결과는 차이가 있다.

Levene의 등분산 검정결과, 유의확률이 초등학교 6학년 .081 중학교 1학년 .206 전체 .059로 나타나 등분산 가정에 문제가 없음을 확인하였다.

<표 12> 사후검사(학업성취도)

		평균	표준편차	t	유의확률
초등 6학년	통제집단	61.33	11.41	-2.783	.010
	실험집단	71.00	7.12		
중학교 1학년	통제집단	66.67	12.67	-2.785	.011
	실험집단	79.58	9.88		
전체	통제집단	63.70	12.06	-3.784	.000
	실험집단	74.82	9.35		

초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체의 실험 처치 후 학업성취도의 차이를 알아보기 위한 독립표본 t 검정을 실시한 결과는 <표 12>과 같다. 초등학교 6학년의 통제집단의 학업성취도의 평균은 61.33, 표준편차는 11.41이며, 실험집단의 학업성취도의 평균은 71.00, 표준편차는 7.12다. 통제집단과 실험집단의 학업성취도 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -2.783, 유의확률은 .010로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학업성취도에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 중학교 1학년의 통제집단의 학업성취도의 평균은 66.67, 표준편차는 12.67이며, 실험집단의 학업성취도의 평균은 79.58, 표준편차는 9.88이다. 통제집단과 실험집단의 학업성취도 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -2.785, 유의확률은 .011로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학업성취도에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 전체의 통제집단의 학업성취도의 평

균은 63.70, 표준편차는 12.06이며, 실험집단의 학업성취도의 평균은 74.82, 표준편차는 9.35다. 통제집단과 실험집단의 학업성취도 차이가 있는지에 대한 t 통계값은 -3.784, 유의확률은 .000로서 유의수준 .05에서 두 집단의 학업성취도에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

#### 5.5 논의

본 연구의 결과를 토대로 논의해보면 다음과 같다.

사전검사에서 초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에서 모두 통제집단과 실험집단은 동질 집단인 것으로 밝혀졌다.

실험 처치 후 학습동기는 초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에서 모든 실험집단의 평균 점수가 통제집단의 평균보다 더 높게 나타났다. 초등학교 6학년과 중학교 1학년 집단 사이에선 초등학교 6학년 집단의 학습동기가 중학교 1학년 집단의 학습동기보다 조금 더 높았다. 선 프로그래밍 후 알고리즘 학습 모형보다 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형이 학습동기 향상에 효과적일 것이라는 첫 번째 연구가설을 뒷받침하는 결과이다.

실험 처치 후 학업성취도는 초등학교 6학년, 중학교 1학년, 전체에서 모든 실험집단의 평균 점수가 통제집단의 평균보다 더 높게 나타났다. 초등학교 6학년과 중학교 1학년 집단 사이에선 중학교 1학년 집단의 학업성취도가 초등학교 6학년 집단의 학업성취도보다 조금 더 높았다. 선 프로그래밍 후 알고리즘 학습 모형보다 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형이 학업성취도 향상에 효과적일 것이라는 두 번째 연구가설을 뒷받침하는 결과이다..

구체적 조작기 학생들의 알고리즘과 프로그래밍 학습에서 학습동기와 학업성취도를 향상시키는 데 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형이 효과가 있는 것은 그들의 인지발달 특성을 고려한 것에서 비롯된다.

### 6. 결론 및 제언

본 연구의 의의는 구체적 조작기에 해당하는

학생들에게 그들의 인지발달 특성에 맞는 학습 모형을 개발하고, 학습자의 학습동기와 학업성취도가 향상됨을 보임으로써 학습자의 인지발달 특성에 맞는 학습 모형의 중요성을 인식할 수 있게 했다는 점이다. 또한 선 알고리즘 후 프로그래밍 모형이 알고리즘에서 학습한 원리와 전략들이 문제해결을 위한 프로그래밍에 학습 전이를 촉진시킬 수 있다는 시사점을 보여주었다.

끝으로 본 연구에 대하여 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 알고리즘 교육과 프로그래밍 교육을 구체적 조작기 학생들에게 학습할 수 있는 기회를 제공하는 것은 환영하지만, 상급 교육과정의 축소판이 아닌 그들의 인지발달에 맞게 재구성하여 제시하여야 할 것이다.

둘째, 구체적 조작기 학생들에게 학습에 어려움을 주는 기존의 상용 프로그래밍 언어만 고집하지 말고, 그들의 인지발달 단계에 적합한 교육용 프로그래밍 언어를 활용한다면, 학생들의 학습동기를 높일 수 있을 것이다.

셋째, 구체적 조작기 학생들을 위한 다양한 알고리즘 교수·학습 전략이 필요하다. 추상적인 접근보다 학생들이 실제로 놀이를 통한 구체적인 접근을 할 수 있는 Unplugged instruction도 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 한국학술정보연구소(2006). 2006교육정보화 백서.
- [2] 김경훈·이원규·김성식·강신천·강의성·김영식·유현창 (2007). **중학교 교과재량활동 I (한문,정보,환경)교육과정해설 연구개발**. 한국교육과정평가원, CRC 2007-24.
- [3] Mayer, R. E. (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. NY: W. H. Freeman and Company, 257-274.
- [4] Ginsberg, H. P., & Oppé, S. (1988). Piaget's theory of intellectual development. *Intentional Journal of Psychophysiology*, 11, 32-33.
- [5] 김언주 (1991). **인지심리학**. 서울: 정민사, 267-273.
- [6] 김억환 역 (1993). **피아제 인지발달론**. 서울: 성원사, 299-315.
- [7] 정진경 (1994). 중학생들의 인지수준과 교과과 중 물리 내용이 요구하는 과학적 사고력 수준과의 관계. **이화교육논총**, 5, 134-145.
- [8] 구광현 (2000). **교육학개론**. 양서원.
- [9] 권혜숙 (1994). 중학생들의 인지 수준과 교과과 내용이 요구하는 사고력 수준과의 비교 연구. **이화교육논총** 5, 109-120.
- [10] 한병래, 홍자영, 송기상 (2000). 중학생의 논리적 사고력과 컴퓨터 학습의 관계. **한국정보교육학회 하계 학술발표논문집**, 5(2), 270-276.
- [11] 김아영, 백화정, 정명숙 역(2007). **교육심리학** (제10판). 서울: 박학사, 45-46.
- [12] Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). *problem-solving transfer*. In D. Berliner & R. Calfee(Eds.), *handbook of educational psychology*, 47-62. New York: Macmillan.
- [13] Bereiter, C. (1995). A dispositional view of transfer. In A. McKeough, J. Lupart, & A. Marini (Eds), *Teaching for mastery: Fostering generalization in learning*. 21-34. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [14] Bransford, J. D., & Schwartz, D. (1999). Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications. In A. Iran-Nejad & P. D. Pearson (Eds.), *Review of research in education*, 24, 61-100. Washington, DC: American Educational Research Association.
- [15] Salomon, G., & Perkins, D. N. (1989). Rocky roads to transfer: *Rethinking mechanisms of a neglected phenomenon*. *Educational Psychologist*, 24, 113-142.
- [16] Phye, G. D. (1992). Strategic transfer: A tool for academic problem solving. *Educational Psychology Review*, 4, 393-421.

## 허 민



2004 안동대학교  
컴퓨터공학교육과(공학사)  
2006 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2008~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과  
박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, 교육과정, e-Learning

E-Mail: minsnuri@daum.net

## 진 영 학



2001 진주교육대학교  
(교육학학사)  
2009 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2009~현재 한국교원대학교  
컴퓨터교육과 박사과정

관심분야: 컴퓨터교육, 교육과정, e-Learning

E-Mail: jin6093@gmail.com

## 김 영 식



1982 서울대학교 전기공학과  
(공학사)  
1987 노스캐롤라이나주립대학교  
전기 및 컴퓨터공학과  
(공학석사)

1993 노스캐롤라이나주립대학교  
전기 및 컴퓨터공학 (공학박사)

1993~1994 한국전자통신연구소 선임연구원

1995~1996 한국전자통신연구소 위촉연구원

1996~1998 한국전자통신연구원 초빙연구원

1994~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터교육, e-Learning, ITS

E-Mail: kimys@knue.ac.kr