초등학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발 및 적용

백선련† · 송정범†† · 박정호†† · 이태욱†††

요 약

본 연구의 목적은 초등학생의 문제해결력 향상을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재를 개발하고 적용하는데 있다. 개발된 교재는 전문가에 의해 내용타당도를 검증받고 수정한 후, 대구광역시의 초등학교 5학년 학생 71명을 대상으로 6주간 투입하였다. 컴퓨터교육교재에 따라 놀이 중심 알고리즘 교재 집단, 알고리즘 교재 집단의 두 집단으로 구분하였으며, 혼합변량분석을 통해 사전·사후 각 집단의 문제해결력 점수 변화를 살펴보았다. 그 결과 컴퓨터교육교재의 적용 전 초등학생의 문제해결력은 적용 이후에 유의한 차이를 보였으며, 놀이 중심 알고리즘 교재를 적용한 집단이 알고리즘 교재 적용 집단에 비해 교재 적용 전후 문제해결력에 있어서 큰 변화를 보였다.

키워드 : 초등학생, 문제해결력, 놀이, 알고리즘 교재

Development and Application of Algorithm Teaching Materials Centered on Plays for Problem-solving Abilities of Elementary Students

Seon-Ryeon Baek† · Jeong-Beom Song†† · Jung-Ho Park†† · Tae-Wuk Lee†††

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop and apply the algorithm teaching materials centered on plays(ATMCP) to improve problem-solving abilities of elementary students. For this goal, the ATMCP were reviewed by the expert group and tested them out on 71 fifth-grade elementary students in Daegu, Korea during the 6 weeks. We divided students into two groups: one is the group of the ATMCP and the other is the group of conventional algorithm teaching materials(ATM). And we analyzed the change of the problem-solving ability of each group between before and after using two types of teaching materials with the Mixed ANOVA. The result showed that there was a significant difference in students' problem-solving abilities between before and after using them and the group of the ATMCP was greater improvement than the group of the conventional ATM in a problem-solving ability.

Keywords : Elementary Student, Problem-solving Ability, Play, Algorithm Teaching Materials

1. 서 론

한국의 현행 컴퓨터교육은 응용프로그램과 관련한 정보통신기술을 습득하여, 실생활 및 교과학습에 활용한다는 긍정적인 측면도 갖고 있지만, 문제해결력 및 논리적 사고력과 같은 지적 능력의 신장에 한계점을 내재하고 있다는 지적을

† 준 회 원:한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정
†† 종신회원:한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
††† 종신회원:한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
논문접수: 2007년 10월 1일, 심사완료: 2008년 1월 3일
* 이 논문은 한국교원대학교 2007학년도 기성회계 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

받고 있다[4]. 이는 지식 정보 사회를 선도할 인재 양성과, 개인적 관점에서 급변하는 사회를 살아가는데 필요한 자율적이고 창의적인 현대사회인의 자질 육성에 문제점으로 작용하게 된다.

최근 이에 대한 근본적인 대안으로 컴퓨터교육의 일각에서는, 컴퓨터의 효과적 사용과 더불어 컴퓨터원리, 알고리즘, 프로그래밍과 같은 컴퓨터과학 교육을 강조하고 있다[14][23].

특히 컴퓨터과학의 여러 영역 중 알고리즘은 현대 사회에서 부딪히게 되는 다양한 문제 상황을 해결하는데 유용하며, 이러한 사고의 훈련은 국민의 기초·기본 교육을 담당하고 있는 초등교육에서부터 이루어져야할 필요가 있다.

그러나 개념적이고 추상적인 내용 위주의 알고리즘은 이해하기 어렵고 논리적으로 설명하기도 쉽지 않으므로, 이를 초등학교 학생들에게 지도하는데 많은 어려움이 있다. 그러므로 알고리즘 교육이 초등학교 학생들에게 성공적이기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 사항을 고려해야 할 필요가 있다.

첫째, 학습자의 인지발달 수준을 고려한 접근이 모색되어야 한다.

Piaget의 인지발달이론에 따르면 초등학생은 구체적 조작기에 해당하므로 추상적, 개념적 요소를 포함하고 있는 알고리즘 교육은 무리가 있을 수 있다. 따라서 알고리즘 교육을 초등학교급에 도입하기 위해서는 학생들의 흥미를 유도할 수 있는 전략이 필요하며, 이를 위해 본 연구에서는 학생들의 실생활 경험과 구체적 활동을 포함한 '놀이'의 요소를 통해 접근하고자 하였다.

둘째, 컴퓨터과학에 적합한 새로운 교육방법 및 교재를 구안할 필요가 있다.

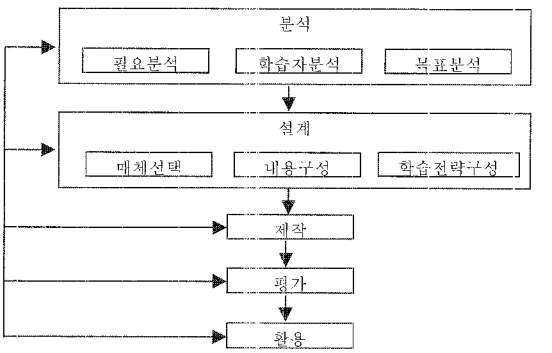
알고리즘을 포함한 컴퓨터과학교육은 지식·기능·태도가 융합된 고차원적 사고 작용을 수반하므로, 이를 효과적으로 지원하기 위해서는 실제 현장에 투입할 수 있는 구체적인 프로그램이나 교재가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 컴퓨터과학의 제 분야 중 알고리즘 영역에 대해 초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재를 개발하고, 이것이 학생의 문제해결력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이는 학습자 측면에서 초등학생의 수준과 흥미를 고려하여 알고리즘이 보다 쉽고 재미있게 지도될 수 있도록 하면서, 교수자 측면에서는 초등교사들에게 컴퓨터과학 영역에 대한 하나의 지도방향을 제시하고자 하는 것이다. 더불어, 개발된 교재의 적용을 통해 문제해결력과 같은 고차적 사고력에 대한 컴퓨터과학의 유용성을 밝히고자 하였다.

2. 관련 연구

2.1 교재개발을 위한 모형

본 연구에서는 초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발을 위해 여러 교재 설계 및 개발 모형 중 나일주와 정인성(1999)의 모형에 근거하여 체계적인 교재 개발을 실행하고자 하였다[7]. 이는 개발된 교재의 적용을 통해 학습자의 문제해결력에 미치는 영향을 검증하는 과정에서 교재의 적용 전, 교재의 타당성을 입증하기 위한 평가의 과정을 수행하고, 이후에 실행의 단계, 즉, 교재의 현장 적용을 하는 과정으로 연구를 수행하고자 함이다. 나일주와 정인성(1999)의 모형은 <그림 1>과 같이 구체화될 수 있다.



<그림 1> 나일주와 정인성의 교재 개발 모형[7]

첫째, 분석 과정에서는 알고리즘 교재의 교육적 필요성과 학습자의 인지발달특성에 대한 분석, 그리고 개발되는 교재에서 궁극적으로 추구해야할 알고리즘 교육목표에 대한 분석을 실시하였다.

둘째, 설계 과정에서는 교재의 개발을 위해 교재의 개발 방향을 설정하고, 이에 근거한 교육내용을 선정하였다. 교재의 구성과 단원의 구성 체

제를 확립하고, 단원별 학습 목표 및 학습 내용 체계를 설정하였으며, 교재의 놀이 요소에 대한 체계적인 계획을 수립하였다.

셋째, 제작 과정에서는 앞서 설정된 교재의 개발 방향과 교육내용, 교재 및 단원의 구성과 학습 목표에 따라 인쇄매체 기반의 교재를 개발하였다.

넷째, 평가 과정에서는 교재의 평가를 위해 개발된 교재의 현장 적용 전, 전문가에 의한 교재 검토 및 수정·보완 과정을 거쳤다.

다섯째, 교육현장에서 직접 매체를 사용하여 교수·학습을 진행시키는 활용과정을 수행한다. 본 연구에서는 대구광역시 소재 K초등학교 5학년을 대상으로 현장 적용의 과정을 거쳤으며, 이를 통해 놀이 중심 알고리즘 교재가 문제해결력에 미치는 영향을 검증하였다.

2.2 초등학생을 위한 알고리즘 교육

초등학생을 위한 알고리즘 교육 관련 연구들을 분석한 결과 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 알고리즘 영역에 대한 구체적인 프로그램 및 교재 개발이 시급하다. 선행 연구들은 주로 알고리즘 영역의 교수·학습 방법과 관련한 연구들이었고[16][17], 교재 및 프로그램을 체계적으로 개발한 사례는 찾기 어려웠다. 또한 초등학생 대상의 알고리즘 교재가 있다하더라도 정보올림피아드를 대비하는 학생이나 정보영재를 위한 교재였으며[12], 이는 프로그래밍 언어를 알고리즘의 표현 도구로 사용하여 알고리즘을 지도하고 있으므로 일반 아동에게 적용하기는 어렵다. 초등학교에서 컴퓨터 원리 지도가 어려운 이유 중에 하나가 전공 용어로 구성되어 있는 내용을 초등학생 수준에 맞게 가공하여 구성된 교수설계 및 교재의 부재라고 보았을 때[17] 교재 개발 작업이 가장 선행되어야함을 시사한다.

둘째, 선행된 연구들은 초등학생의 수준에 알맞은 교수방법이 필요함을 지적하며 실생활의 예들기, 구체적 조작물의 활용, 활동 중심의 학습을 통해 컴퓨터과학 지도를 시도하였다. 초등학교에 영어과를 초기 도입하는데 있어 학생들이 기초적인 생활 영어에 흥미와 호기심을 가지고 접근할 수 있도록 놀이 중심의 학습 활동을 강조한 것과 [1] 같은 맥락으로 본 연구에서는 놀이의 요소를 교재에 포함하여 컴퓨터과학에 대한 학생들의 흥미와 관심을 이끌고자 하였다.

셋째, 컴퓨터과학 교재 및 교수 방법에 관한 선행 연구들은 널리 알려진 컴퓨터 알고리즘 - 정렬·검색 알고리즘과 같은 - 에 대한 개념 이해 및 분석 활동이 위주였다. 표준화된 알고리즘에 대한 기초 개념 이해 및 분석 활동이 필요는 하나 이와 더불어 알고리즘적 사고 향상을 꾀하는 것이 초등학생들을 위한 컴퓨터과학 알고리즘 학습의 본질에 더욱 근접한 것이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 알고리즘을 소개하는 활동은 물론, 컴퓨터과학의 표준화된 알고리즘에 대한 개념 이해 및 분석 활동, 또한 이와 같은 기존 알고리즘에 대한 학습 후 스스로 알고리즘을 개발하는 활동을 포함하고자 하였다. 그 결과 학습자가 어떤 문제 상황에 부딪혔을 때 당황하지 않고 절차적, 단계적 사고를 통해 문제를 해결할 수 있는 능력을 키워주고자 하였다.

2.3 컴퓨터과학 알고리즘과 문제해결력

Papert(1980), 최성규(2003)와 같은 학자들의 견해를 살펴보면 알고리즘이 문제해결의 절차이며, 프로그래밍이 알고리즘을 기술하는 표현 도구라는 관점에서 보았을 때, 알고리즘은 프로그래밍의 전(前) 단계로써 문제해결을 위해 필수적으로 거쳐야 하는 과정임을 알 수 있다[20][28].

알고리즘은 문제해결을 위해 구체적인 절차를 스스로 발견해내는 노력의 과정이며, 학습자의 고등사고 능력 신장에 유용함을 알 수 있다. 그러나 초등학교 일반 학생들을 대상으로 하여 알고리즘을 지도하기 위해서는 사고 과정의 표현 도구로써 난해한 프로그래밍 언어를 대신하여 말, 글, 그림(만화), 몸짓, 순서도 등 다양한 방법을 학습자가 선택하여 표현할 수 있도록 하였다.

2.4 놀이를 활용한 학습 관련 연구

놀이가 학습의 수단이 될 수 있는 근거로 놀이와 학습의 관계에 대해 이숙재(1994)는 다음과

같이 말하고 있다[11].

첫째, 효과적인 학습 과정은 학습자의 자발적 동기를 전제로 하는데, 놀이는 아동의 자발적 욕구에서 우러나는 행동이기 때문에 효과적 학습의 기본 조건이 갖춰져 있다.

둘째, 학습자의 적극적인 행동은 학습의 효과를 높이는데 필수적인데, 놀이 세계에서 아동은 주인공으로서 적극적으로 탐색하고 결정, 선택하며 주변의 인적, 물적 환경과 다양한 상호작용을 맺게 되므로 폭넓은 학습 기회를 가질 수 있다.

셋째, 아동에게는 구체적인 경험을 통한 학습이 효과적인데, 이러한 학습 원리가 놀이 활동 중에 가장 이상적으로 실현된다.

넷째, 놀이의 자유로운 분위기와 융통성 있고 가작적인 요소로 인해서 아동의 창의적, 혁신적 학습이 촉진될 수 있다.

다섯째, 놀이에서는 사건이나 행동이 반복적으로 나타나므로 경험이 심화되고 확대되어 학습 효과를 높일 수 있다.(이숙재, 1994, pp. 18-19)

본 연구에서 개발되는 교재 속의 놀이는 일상생활의 놀이와 구별되는 특징을 갖는다. 즉, 놀이가 단순한 유희를 목적으로 하는 것이 아니라 알고리즘 수업의 목표를 달성하기 위한 수단으로 활용된다는 점이다. 자발적이며 즐거움을 바탕으로 한 놀이는 교수·학습에서 학습개념의 이해나 적용하는 능력을 신장시키기 위해 매우 흥미로운 활동을 제공해준다.

3. 교재의 설계 및 개발

3.1 교재 개발의 방향

초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재의 개발 방향은 다음과 같다.

첫째, 교재의 적용 대상이 초등학생이라는 점을 고려하여 학습자에게 친숙한 일상생활의 사례 중심, 실제적이고 관찰 가능한 구체적인 사물의 조작이나 활동을 통한 학습이 될 수 있도록 하였다.

둘째, 알고리즘 자체에 대한 교육과 함께 알고리즘적 사고 과정을 강조하였다. 이에 따라 본 연구에서 개발되는 교재 속에는 알고리즘에 대한 소개에 관련된 활동은 물론, 컴퓨터과학의 표준화된 알고리즘에 대한 개념 이해와 분석 활동, 학습자 스스로 알고리즘을 개발하는 활동을 포함하였다.

셋째, 초등학교 정보통신기술 교육의 실질적인 운영을 고려하여 재량 활동 중 주당 1시간에 활용될 수 있도록 차시별로 구분하여 제작하였다.

넷째, 놀이 교재는 교사와 학생이 수업에서 손쉽게 활용할 수 있도록 활동 자료를 구체적이고 심도 있게 제공하였다. 활동의 이해를 돕기 위해 삽화, 그림, 사진 등의 시각 자료를 충분히 제시하고, 놀이에 필요한 활동지 등을 포함하였다.

3.2 교육 내용의 선정

초등학생을 위한 알고리즘 교육내용 선정을 위해, 국내외 컴퓨터과학교육과정 및 알고리즘 교육 관련 문헌을 분석하였다.

ACM 교육과정과 Unplugged Project와 같은 국외의 문헌들은 컴퓨터를 사용하지 않고 정렬, 검색, 네트워크, 라우팅과 같은 알고리즘들에 대한 기본 이해와 실세계의 문제해결을 위한 기초 논리를 강조하고 있다[22][23].

국내의 컴퓨터 교육과정 관련 연구의 경우에는 국외의 경향과 유사하나 어떤 표준화된 알고리즘에 대한 이해와 응용보다는 문제 이해, 전략 수립 등의 문제해결 과정 자체에 대해서 강조를 하며, 프로그램 작성 능력을 신장하고자 하는 것이 특징이다[2][19]. 이외에도 국내의 학자들에 의해서 연구된 초등학생 대상의 알고리즘 교육 내용을 살펴보면 검색, 정렬, 그래프 알고리즘이 가장 중요하고 자주 사용되는 대표적인 알고리즘이라고 하면서 알고리즘에 대한 구체적인 방법과 성능보다는 원하는 결과가 나오기까지의 과정에 대한 사고의 중요성을 강조하고 있다[17]. 또한 국내의 연구들은 알고리즘의 표현 도구로써 순서도에 대한 학습을 강조하고 있으며[8][18], 학습자로 하여금 생활 속에서 알고리즘의 사례를 찾아 분석하고 개발할 수 있도록 하는 교육내용을 제안하고 있다[13].

이를 바탕으로 본 연구에서 개발되는 놀이 중심 알고리즘 교재 속에는 알고리즘 전반에 대한 소개 활동은 물론, 생활 속 사례를 통한 순서도

에 대한 학습, 국내외 연구들에서 공통적으로 포함하고 있는 검색, 정렬 알고리즘에 대한 분석 활동, 생활 속 사례를 통한 알고리즘의 개발 활동을 포함하였다.

3.3 교재의 구성

'알고리즘 교재는 총 6단원 12차시 분량으로 알고리즘의 '이해', '분석', '개발'의 세 영역으로 구분하였으며, 각 영역별로 2단원씩 4차시로 구성하였다.

'알고리즘의 이해' 영역은 알고리즘 전반에 대한 소개를 위해, 하위 요소를 '알고리즘의 개념 및 필요성'과 '순서도'로 구성하였다. '알고리즘의 개념 및 필요성'은 초등학생들에게 알고리즘의 의미를 이해시키는 활동으로 구성하였으며, '순서도'는 알고리즘의 학습에 있어서 문법적으로 난해한 프로그래밍 대신 문제 해결의 사고 과정을 표현할 수 있는 쉬운 도구가 되기 때문에 순서도를 이해하고, 만들고, 그리는 활동으로 구성하였다.

'알고리즘의 분석' 영역에서는 '정렬', '검색' 알고리즘과 같은 기존의 표준화된 알고리즘을 분석하고 그 원리를 이해할 수 있도록 하였다. 알고리즘의 원리를 이해하는 활동은 학생들로 하여금 알고리즘을 적절하게 활용할 수 있도록 도와주며 자신만의 알고리즘을 만들어 갈 수 있도록 하는 기초를 제공해준다[9].

'알고리즘의 개발' 영역에서는 실생활의 다양한 문제 상황에 대해 자신만의 알고리즘을 구성해 볼 수 있도록 하였다. 이런 활동은 학생들로 하여금 직면하는 문제 상황을 현명하게 해결해 나갈 수 있는 고차적 사고능력을 향상할 수 있도록 해준다.

3.4 단원의 구성 체제

교재의 단원별 구성 체제는 교재를 활용하여 학습자의 자기 주도적 학습이 이루어지도록, 내용 제시 방식에 있어 가르치고자 하는 내용을 전면에 노출시키지 않고, 문제 상황을 먼저 제시하여 학습자가 그것을 해결해 나가는 방식으로 구성하였다.

본 연구에서는 김왕근(1998)의 자기 주도적 학습을 위한 내용 제시방법을 토대로 알고리즘적 사고 과정을 강조하는 탐구과정을 반영하여 <표 1>과 같이 단원을 구성하였다[6].

<표 1> 단원의 구성 체제

자기 주도적 학습을 위한 내용 제시[6]	놀이 중심 알고리즘 교재의 단원 구성 체제	
도입(안내)	도입학습	단원명
		단원도입
문제탐색	본학습	학습목표
		생각열기
학습문제 및 방법모색		탐구활동
학습수행		생각모으기
자기평가/ 토론 및 정리	정리 및 평가	토론하기
		평가하기
		정리하기
		활동지

3.5 단원별 학습 목표 및 학습 내용 체계

초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재의 단원별 학습 목표 및 학습 내용은 <표 2>와 같이 구성하였다.

<표 2> 단원별 학습 목표 및 학습 내용

영역	차시	단원명	학습 목표 및 학습 내용
알고리즘의 이해	1	1. 알고리즘? 그게 뭐야?	- 알고리즘의 의미, 필요성, 생활 및 컴퓨터에서 사례 찾기
	2	2. 모든 일에는 순서가 있다(순서도)	- 순서도의 의미, 필요성, 순서도를 사용하면 좋은 점
	3~4		- 순서도 이해하기 - 순서도 만들기
알고리즘의 분석	5	3. 순서대로 정리해요(정렬)	- 정렬의 이해, 정렬 방법 탐구하기, 정렬을 하면 좋은 점, 생활 및 컴퓨터에서 사례 찾기
	6	4. 누가누가 빨리 찾나?(검색)	- 검색의 이해, 생활 및 컴퓨터에서 사례 찾기, 순차 검색의 이해와 분석, 생활 및 컴퓨터에서 사례 찾기, 순차 검색의 장점과 단점
	7		- 이진 검색의 이해와 분석, 이진 검색의 장점과 단점
	8		- 해싱의 이해와 분석, 해싱의 장점
알고리즘의 개발	9~10	5. 음료수 자판기를 만들어 봐요!	- 자판기 알고리즘 개발
	11~12	6. 떡볶이를 만들어 봐요!	- 떡볶이 만들기 알고리즘 개발

3.6 교재의 놀이 요소

차시 학습을 효과적으로 하기 위한 놀이의 요

소는 <표 3>과 같다. 이와 같이 본 연구에서 개발한 알고리즘 교재 속에는 다양한 놀이 활동들을 삽입하였으며, 놀이의 유형 중에서는 놀이 가운데서도 초등학생들이 승패가 있는 놀이에 대해 높은 흥미도를 보여주었다는 연구 결과[5]에 따라 경쟁놀이를, 놀이의 활동 형태면에서는 조별 활동보다는 짝 활동에서 학습자들의 상호작용이 더 활발하게 이루어진다는 연구 결과[21]를 반영하여 짝 활동의 형태를 많이 삽입하였다. 또한 대부분의 활동에 필요한 놀이 자료는 교재의 활동지 속에 포함하였다.

<표 3> 놀이의 요소

단원명	차시	놀이 활동	자료	활동 형태	놀이의 유형
1. 알고리즘? 그게 뭐야?	1	· 생각열기: 오목놀이	오목놀이판 (활동지)	짝	경쟁놀이
2. 모든 일에는 순서가 있다 (순서도)	1	· 생각열기: 전화걸기 모의놀이	모의 전화기	짝	모의놀이
	2~3	· 탐구활동: 카드를 이용한 순서도 만들기 놀이	순서도 기호 카드 (활동지)	짝 모둠	경쟁놀이 구성놀이
3. 순서대로 정리해요 (정렬)	1	· 생각열기: 키 순서대로 줄서기 게임	·	모둠	경쟁놀이
		· 탐구활동: 1~50까지 숫자카드 정렬하기 게임	1~50까지 숫자카드 (활동지)	개별 모둠	경쟁놀이
		· 탐구활동: 생일 순으로 친구 정렬하기 게임	·	모둠	경쟁놀이
		· 탐구활동: 다양한 크기의 곰 인형을 이용한 여러 가지 정렬 놀이	곰 인형 자료 (활동지)	전체	구성놀이
4. 누가누가 빨리 찾나? (검색)	1	· 생각열기: 국어사전 찾기 놀이	국어사전	짝 모둠	경쟁놀이
		· 생각열기: 'X-맨을 찾아라' 놀이	지령이 담긴 쪽지(※교사 준비)	전체	우연놀이
		· 탐구활동: 숫자띠를 이용한 숫자 찾기 놀이(순차 검색)	숫자띠 (활동지)	짝	경쟁놀이
	2	· 생각열기: 우리 반 친구들의 이름 찾기 놀이	정렬된 이름표와 정렬되지 않은 이름표 (※교사준비)	전체	경쟁놀이
		· 탐구활동: 숫자띠를 이용한 숫자 찾기 놀이(이진 검색)	숫자띠 (활동지)	짝	경쟁놀이
	3	· 생각열기: 퍼즐놀이(좌표에 따라 색칠하기)	퍼즐놀이 자료(교재 본문에 포함)	개별	구성놀이 경쟁놀이
		· 탐구활동: 숫자판에서 숫자 찾기 놀이(해싱)	숫자판(교재 본문에 포함)	짝 전체	경쟁놀이
5. 음료수 자판기를 만들어 봐요!	1~2	· 생각열기: 로봇이 되어 보는 모의놀이	·	모둠	모의놀이
6. 떡볶이를 만들어 봐요!	1~2	· 탐구활동: 떡볶이 만들기	떡볶이 만드는데 필요한 재료 및 도구	모둠	구성놀이

3.7 교재의 검토 및 수정·보완

개발된 교재는 총 6단원 12차시 분량으로 59쪽의 본문과 20쪽의 활동지로 구성되었다. 개발된 교재를 현장에 적용하기 위해서는 다양한 검토가 요구되므로 아래의 절차에 따라 수정·보완하였다.

3.7.1 교재의 검토

본 연구에서 개발된 초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재의 검토를 위해 K대학 컴퓨터교육과 교수 3인, 3년 이상의 교직경험이 있으며 동시에 관련분야의 박사과정에 있는 초등학교 교사 2인, 그리고 3년 이상의 교직경험이 있으며 동시에 관련분야의 학부를 졸업하고 석사과정에 있는 중등 컴퓨터 교사 3인, 3년 이상의 교직경험이 있으며 동시에 관련분야의 석사과정에 있는 초등학교 교사 3인, 관련분야의 학위는 가지고 있지 않지만 현재 초등학교 5학년을 담임하고 있는 현직 초등학교 교사 3인의 14인을 전문가 집단으로 선정하여 내용타당도를 검증받았다. 2007년 5월 7일부터 5월 25일까지 3주 동안 진행되었으며, 교재의 초안과 10가지 검토항목 - 알고리즘 교육내용 선정의 적합성, 교재 구성의 타당성, 단원 구성 체제의 적합성, 알고리즘 교육을 위한 놀이 활동의 적합성, 내용상의 오류, 초등학교 5학년 수준에의 적절성, 용어의 적합성, 교사를 위한 수업 활용의 용이성, 학습자의 교재 활용의 용이성, 수정·보완할 내용 - 을 가지고 연구자가 직접 방문하여 실시하였다. 교재의 전체적인 내용을 훑어보며 추가, 삭제, 수정에 관한 의견을 받았다. 수렴된 의견을 바탕으로 각 전문가가 교재 중에서 특히 개선이 필요하다고 지적한 항목들을 골라 나열한 뒤, 검토에 참여한 전문가의 20% 이상이 추가, 삭제, 수정이 필요하다고 동일하게 지적한 내용을 중심으로 수정 및 보완하였다.

3.7.2 개발된 교재의 예

개발된 교재의 예를 개괄적으로 살펴보면 <표 4>와 같다. <표 4>의 예는 '알고리즘 분석' 영역 중 검색에 해당하는 '4. 누가누가 빨리 찾나?' 2차시 '이진 검색'에 해당하는 것으로 놀이 활동이 포함된 '생각열기'와 '탐구활동'을 나타낸 것이다.

<표 4> 개발된 교재의 예

2. 이진 검색을 알아봅시다.(2차시)

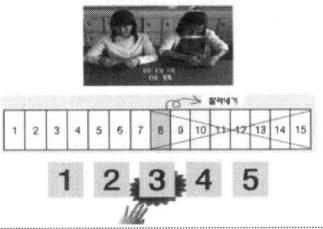
ψ 생각열기

1) 우리 반 친구들의 이름 찾기 놀이를 해 봅시다.

정렬되지 않은 이름표와 정렬된 이름표에서 선생님이 부르는 친구의 이름을 가능한 빨리 찾아 뽕망치로 치는 놀이로, 자료의 정렬 여부에 따라 검색 속도가 다름을 알 수 있도록 하면서 정렬된 자료에서 검색이 이루어지는 이진 검색의 도입을 위한 활동

ψ 탐구활동(이진 검색 알고리즘)

1) 짝끼리 숫자띠를 이용하여 숫자 찾기 놀이를 하여 봅시다.



정렬된 숫자띠에서 선생님이 부르는 숫자를 이진검색의 방법으로 빨리 찾아내는 활동으로 선생님이 부르는 숫자를 찾기 위해 숫자띠의 가운데 숫자와 비교한 횟수에 해당하는 숫자카드를 빨리 집는 놀이, 이 놀이를 반복하면서 숫자를 찾아낼 때, 가장 많이 비교한 횟수, 가장 적게 비교한 횟수를 생각해보고, 숫자 찾는 과정을 순서도 등을 이용하여 표현할 수 있도록 함.

4. 적용 및 검증

4.1 연구방법 및 기간

본 연구에서는 두 학급을 선정하여, 한 학급은 실험집단으로써 놀이 중심 알고리즘 교재를 적용하고, 다른 한 학급은 비교집단으로써 놀이의 요소를 제거한 알고리즘 교재를 적용하였다. 매주 2시간씩 재량 활동 및 특별 활동 시간을 이용하여 2007년 6월 4일부터 2007년 7월 13일까지 약 6주간 12차시 분량으로 수업을 실시하였다.

4.2 연구가설

본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

[가설 H_1] 컴퓨터교육교재 - 놀이 중심 알고리즘 교재, 알고리즘 교재 - 의 적용 전과 후 초등학생들의 문제해결력은 차이가 있다.

[가설 H_2] 놀이 중심 알고리즘 교재의 적용 전후 초등학생들의 문제해결력 변화량과 알고리즘 교재의 적용 전후 초등학생들의 문제해결력 변화량은 차이가 있다.(컴퓨터교육교재와 검사시점의 상호작용효과가 있다.)

4.3 연구대상

본 연구에서는 대구광역시에 위치한 K초등학교 5학년 두 개 학급 71명(남: 36명, 여: 35명, 연령: 10.2 - 11.6세)을 연구대상으로 선정하여 사전 문제해결력 검사를 실시하였으며, 집단별로 문제해결력에 차이가 있는지 알아보기 위하여 독립표본 t검정을 실시하였다. 그 결과 <표 5>에서 살펴보듯이 두 집단의 평균 차이에 대한 t값이 -1.119, 유의확률은 .267로써 유의수준 .05에서 집단별로 학생들의 문제해결력에 유의한 차이가 없으므로 두 집단은 동질한 집단임을 확인하였다.

<표 5> 문제해결력 사전검사 결과

구분	N	M^*	SD	t	p
실험집단	36	14.58	5.53	-1.119	.267
비교집단	35	16.09	5.78		

* 29점 만점

4.4 연구 설계

본 연구는 놀이 중심 알고리즘 교재에 의한 학습이 초등학생의 문제해결력에 미치는 효과를 검증하여 알고리즘 교재의 교육적 가능성을 확인하고자 하는 것이다. 이를 위해 연구 설계는 <표 6>과 같이 기존의 학급 중 두 학급을 실험집단과 비교집단으로 선정하여, 사전검사를 통해 두 집단이 동질집단임을 보이고, 처치 후, 사후검사를 통해 실험 결과를 얻어내는 이질통제집단 전후검사 설계(Nonrandomized Control-Group Pretest-Posttest Design Nonequivalent control group design)에 기초한 방법을 사용하였다.

<표 6> 연구 설계

G_1	O_1	X_1	O_2
G_2	O_3	X_2	O_4

G_1: 실험집단(N=36)
G_2: 비교집단(N=35)
O_1, O_3: 문제해결력 사전검사
O_2, O_4: 문제해결력 사후검사
X_1: 놀이 중심 알고리즘 교재(12차시)
X_2: 알고리즘 교재(12차시)

본 연구에서는 컴퓨터교육교재에 따라 문제해결력 사전·사후검사 점수의 차이를 이원 혼합변량분석(two-way mixed ANOVA)을 사용하여 분석하였다<표 7>[24]. 독립변인은 놀이 중심 알고리즘 교재 집단, 알고리즘 교재 집단의 2개 수준으로 나뉘는 컴퓨터교육교재와 사전과 사후의 2개 수준으로 나뉘는 검사시점으로 설정하고, 종속변인은 문제해결력 검사 실시 결과로 얻어진 점수로 하였다. 연구에서 α레벨은 $p<.05$로 검증하였다.

<표 7> 혼합변량분석

		컴퓨터교육교재집단	
		놀이 중심 알고리즘 교재 집단(G_1)	알고리즘 교재 집단(G_2)
검사 시점	사전 (T_1)	μ_{G1T1}	μ_{G2T1}
	사후 (T_2)	μ_{G1T2}	μ_{G2T2}

4.5 연구도구

4.5.1 문제해결력 검사 도구[27]

본 연구에서 사용한 문제해결력 검사 도구는 PISA 2003의 문제해결력 검사 도구[27] 19문항을 연구의 목적에 맞게 수정·번안하여 사용하였다. 우선 본 연구자가 PISA 2003의 문제해결력 검사 도구를 번역하고 한국의 실정과 초등학생의 수준에 맞게 수정한 후, 전문가 집단에 의하여 내용 타당도를 검증받았다. 다음으로 전문가에 의해 지적된 문항들을 검토 및 수정한 후, 예비 조사 단계를 거쳐 학생들에게 명확하지 않고 이해하기 어려운 문항을 수정하였으며, 타당도와 신뢰도를 산출하였다. 수정·번안된 PISA 2003 문제해결력 검사지에 대해 객관적 자료에 근거한 타당도를 얻기 위해 한국교육개발원에서 개발한 생애능력 측정도구 중 문제해결능력 진단도구[10]를 이용하여 공인타당도(concurrent evidence)를 검증하였으며, 공인근거는 .646으로 추정되어 공인근거가 높다고 판단하였다. 또한 신뢰도를 추정한 결과, 제거하였을 때 신뢰도의 크기가 크게 높아지는 18번 문항을 제거하고, 총 18개 문항의 신뢰도는 .794였다. 본 문제해결력 검사 도구의 문항을 하위 영역별로 살펴보면, 의사결정에 관한 문항 7개, 시스템 분석과 설계에 관한 문항 7개, 문제점 해결에 관한 문항 4개로 총 18문항으로 구성되어있으며, 각 문항은 1점 또는 2점 문항으로 구성되어 부분 점수를 배점할 수 있도록 되어있다.

4.5.2 처치도구

실험집단(G_1)은 본 연구에서 개발된 놀이 중심 알고리즘 교재를 투입하여 수업을 하였으며, 비교집단(G_2)은 본 연구에서 개발된 놀이 중심 알고리즘 교재에서 놀이의 요소를 제거한 교재를 이용하여 수업을 실시하였다. 이는 알고리즘 교육에 있어서 놀이의 요소로 인한 영향을 알아보기 위한 것으로, 시중에 출판되어 있는 정보영재 교재[15]를 참고하여 놀이 중심 알고리즘 교재와 동일한 학습내용을 설명식으로 나열하였다.

5. 연구결과 및 해석

5.1 연구결과

본 연구의 현장 적용 결과, 검사 도구의 신뢰도는 .765였으며, 각 문항 당 부분 배점을 주는 문항이 있으므로 채점 기준에 맞추어 점수를 주었는지를 확인하기 위하여 채점자간 신뢰도를 상관계수법으로 산출한 결과 .950으로 채점자간 신뢰도가 높은 것으로 나타났다.

<표 8>의 통계량에서 볼 수 있듯이, 컴퓨터교육교재의 적용 전 초등학생의 문제해결력은 적용 이후에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=73.839, p=.000). 또한 서로 다른 컴퓨터교육교재

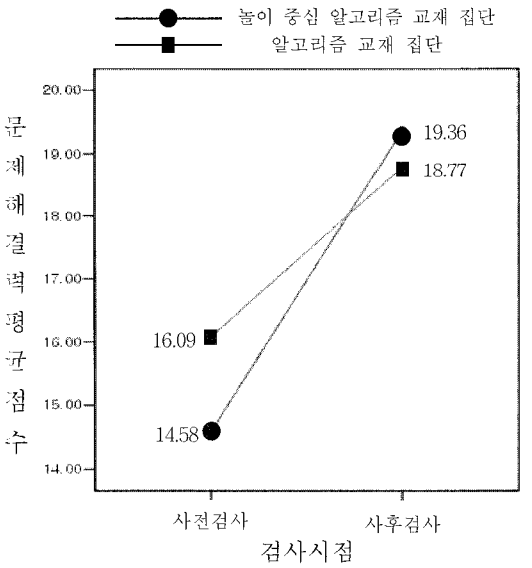
를 적용한 집단들과 검사시점 간의 상호작용에 대한 F통계값은 5.802로 이는 통계적으로 유의한 결과였다(p=.019). 즉, 유의수준 .05에서 컴퓨터교육교재와 검사시점 간의 문제해결력에 대한 상호작용효과가 유의한 것으로 나타났다.

<표 8> 컴퓨터교육교재와 검사시점에 따른 문제해결력 변화 분석

분산원	*SS*	*df*	평균제곱	*F*	*p*
집단간					
컴퓨터교육교재	3.70	1	3.70	.139	.711
집단간 오차	1837.04	69	26.62		
집단내					
검사시점	494.27	1	494.27	73.839	.000*
컴퓨터교육교재 *검사시점	38.84	1	38.84	5.802	.019*
집단내 오차	461.88	69	6.69		
총합	4676.47	141			

*p<.05

통계적으로 유의한 상호작용에 대한 평균값들의 변화 패턴은 <그림 2>에서 확인할 수 있다.



<그림 2> 문제해결력 점수 변화

<그림 2>에서 살펴보듯이 놀이 중심 알고리즘 교재를 적용한 실험집단이 알고리즘 교재를 적용한 비교집단에 비해 교재 적용 전후 문제해결력에 있어 큰 변화를 나타내고 있다. 이는 사전검사에서 낮은 평균 점수를 나타내고 있는 놀이 중심 알고리즘 교재 집단이 사후검사에서 알고리즘 교재 집단에 비해 높은 평균 점수를 나타내고 있음을 통해서도 확인할 수 있다. 또한 알고리즘 교재 집단은 놀이 중심 알고리즘 교재보다는 작은 변화량이지만 교재 적용 전과 후의 문제해결력에 있어 변화를 보이고 있음을 알 수 있다.

5.2 해석

앞서 살펴본 연구 결과에 대해 다음과 같은 두 가지 해석이 가능하다.

첫째, 놀이 중심 알고리즘 교재 집단과 알고리즘 교재 집단의 문제해결력 사전검사와 사후검사가 유의한 차이를 나타내는 것은 컴퓨터과학의 알고리즘 교육내용이 초등학생들의 문제해결력에 영향을 미친다는 것을 잘 보여준다. 이는 김경신(2005)과 오승아(2000)가 알고리즘의 개념과 알고리즘적 사고가 학생들이 일상생활 속에서 만나는 많은 문제해결 상황에 영향을 준다고 한 것과 맥을 같이 하는 결과라고 해석된다[3][9].

둘째, 놀이 중심 알고리즘 교재 적용 집단이 알고리즘 교재 적용 집단에 비해 교재 적용 전후 문제해결력 점수에 있어서 큰 변화를 보이는 것은 초등학생을 대상으로 하는 학습에서 추상적인 알고리즘 내용을 설명식으로 가르치는 것보다 놀이라는 인지적 발달단계에 맞는 교육적 처치를 통해 재미와 흥미를 느끼도록 동기를 부여하고, 활동 중심으로 내용을 구성할 때 학습과 사고력 향상이 보다 효과적으로 이루어지는 것으로 해석된다. Piaget의 구체적 조작기에 해당하는 학생은 여러 가지 형태의 조작을 통해 과학적 사고와 문제해결이 가능하므로 초등학생들에게 유의미한 학습이 이루어지도록 하기 위해서 교사는 학습자가 활동을 통해 지식을 습득할 수 있는 환경 조성과 활동·조작·탐색·토론의 기회를 충분히 부여해야함의 한 사례를 보여주는 것이라 해석된다. 또한 초등학생을 위한 학습 활동에 김영숙(2002)과 이숙재(1994), Kennewell과 Morgan(2006), Henninger(1987)이 언급한 것처럼 놀이가 학습자의 호기심을 자극하여 학습에 대한 동기와 집중

력을 높임으로써 효과적인 학습이 이루어지게 하고 있음을 보여주고 있는 것이다[5][11][25][26].

결국, 이와 같은 연구 결과에 대한 두 가지 해석은 알고리즘 교재에 의한 학습이 초등학생의 문제해결력에 영향을 미치며, 알고리즘 교재에 놀이의 요소의 삽입 여부가 초등학생들의 문제해결력에 영향을 미친다는 본 논문의 가정이 옳다는 사실을 보여준다.

6. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재를 개발하고 개발된 교재를 현장에 적용하여 학생들의 문제해결력에 미치는 영향을 알아보았다.

개발된 교재의 현장 적용은 컴퓨터과학의 알고리즘 교육이 학생들의 문제해결력에 영향을 미치며, 알고리즘 교육을 하더라도 놀이와 같은 활동을 통해 교육하는 것이 초등학생을 대상으로 하는 학습에서 보다 효과적임을 경험적으로 보여주었다. 따라서 본 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다.

첫째, 높은 수준의 사고력을 요하는 컴퓨터과학 분야를 초등학교에 지도하는데 필요한 컴퓨터과학 교재 및 교수·학습 방법 개발의 다양성과 기초 자료를 제공해준다. 둘째, 컴퓨터과학 알고리즘 교재 적용을 통한 초등학생들의 문제해결력 검증은 컴퓨터과학교육의 효과에 대한 타당한 검증 자료를 제공해준다.

향후 연구에서는 초등학생을 대상으로 하는 컴퓨터과학지도를 위한 표준화된 교육내용의 선정, 교수 모형 및 교수 방법 개발, 초등학생의 수준에 맞으면서 컴퓨터과학교육을 통한 고차적 사고력을 평가할 수 있는 평가도구가 꾸준히 개발되었으면 한다. 또한 알고리즘 교육 내용의 제 요소와 놀이의 여러 유형과의 상관관계를 연구하여 알고리즘 교육을 위한 보다 효과적인 놀이 학습을 구안해 보기를 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 교육부(1999). 초등학교 교육 과정 해설(Ⅰ) - 총론, 재량 활동-. 서울: 대한교과서주식회사.

[2] 교육인적자원부(2005). 초·중등학교 정보통신 기술 교육 운영지침. 교육인적자원부.

[3] 김경신(2005). 초등학생을 위한 자료구조 학습 방법에 관한 연구. 경인대학교 석사학위논문.

[4] 김상현(2002). 21세기 정보화에 따른 컴퓨터교육의 실태와 개선방안에 관한 연구: 상업계고등학교를 중심으로. 경기대 교육대학원 석사학위논문.

[5] 김영숙(2002). 제7차 초등영어 3, 4학년 교과서의 놀이 활동 및 그 활용 실태. Primary English Education, 8(2). 31-62.

[6] 김왕근(1998). 의사 결정 능력 함양을 위한 교과서 모형, 제 7차 교육과정에 따른 교과용도서의 새로운 모형 연구. 89-98. 한국교육과정평가원.

[7] 나일주, 정인성(1999). 교육공학의 이해. 서울: 학지사.

[8] 박정호·이재운·이태욱(2006). 컴퓨터과학교육을 위한 중학교 컴퓨터교육과정 연구. 한국컴퓨터교육학회지, 9(2), 37-45.

[9] 오승아(2000). 알고리즘 지도 방향에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

[10] 이석재·장유경·이헌남·박광엽(2003). 생애능력 측정도구 개발 연구: 의사소통능력, 문제해결능력, 자기주도적 학습능력을 중심으로. 연구보고 RR 2003-15-3. 한국교육개발원.

[11] 이숙재(1994). 유아를 위한 놀이의 이론과 실제. 서울: 창지사.

[12] 이영호·선충옥·이협재·이대성·박동환·박수영·김동우·임건석(2004). 월드와 함께하는 정보올림피아드(알고리즘 이론편). 서울: yeswoa 닷컴.

[13] 이주희·김갑수(2007). 초등 컴퓨터 과학 교육을 위한 알고리즘 지도 방안. 한국정보교육학회 학회지, 12(1). 181-187.

[14] 이태욱·박정호·백선련(2006). 컴퓨터교과교육론. 서울: 이한출판사.

[15] 이태욱·배영권·남승현(2004). 정보영재 PLUS. 서울: 홍진P&M.

[16] 임미경(2001). 선형 자료구조의 학습을 위한 웹 기반 코스웨어의 설계 및 구현. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

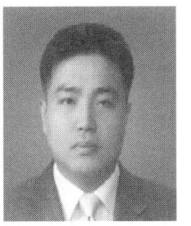
[17] 임화경(2005). 알고리즘의 개념 학습에 대한

교수적 동기전략. 부산교육대학교 교육대학원 논문집, 7. 193-207.
[18] 임화경 · 전승순(2006). 초등 수학문제를 이용한 컴퓨터 알고리즘 개념에 대한 교수방법. 컴퓨터교육학회논문지, 9(3). 109-119.
[19] 전우천(2006). 초등학교 정보 교육과정 예시[안] 내용 체계, 정보 교과 교육과정 개정안 토론회, 한국교육학술정보원 대강당, 12월 22일. 교육인적자원부.
[20] 최성규(2003). 컴퓨터 애니메이션을 이용한 수업이 초등학생의 창의성 신장에 미치는 효과. 대구교육대학교 석사학위논문.
[21] 홍은숙(2001). 초등영어 학습자의 과제중심 상호작용에 관한 연구. 대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
[22] Bell, T., Witten L. H., & Fellows, M. (2002). Computer Science Unplugged.
[23] CSTA(2003). ACM K-12 CS Model Curriculum. http://csta.acm.org/Curriculum/sub/k12final1022.pdf.
[24] Field, A. (2005). Discovering Statistics Using SPSS. Sage Pubns.
[25] Henninger, M. L. (1987). Learning Mathematics and Science through Play. Childhood Education, February. 167-171.
[26] Kennewell, S. & Morgan, A. (2006). Factors influencing learning through play in ICT settings. Computers & Education, 46. 265-279.
[27] OECD(2004). Problem solving for tomorrow's world: First measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003. http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/25/12/34009000.pdf.
[28] Papert, S. (1980) Mindstorms. Brighton: Harvester Press.

백 선 련

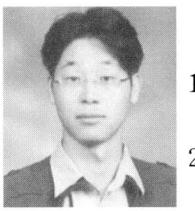
2002 대구교육대학교 실과교육 심화과정(교육학학사)
2002～현재 대구경동초등학교교사
2006～현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 석사과정
관심분야: 초등컴퓨터교육, 컴퓨터과학교육
E-Mail: umdda@tgedu.net

송 정 범



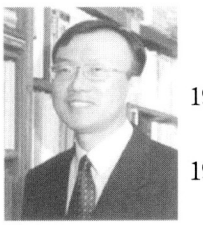
1998 공주교육대학교 윤리교육 심화과정(교육학학사)
2001 공주교육대학교 초등컴퓨터교육과(교육학석사)
2007～현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
관심분야 : 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육
E-Mail: qjatns@paran.com

박 정 호



1997 서울교육대학교 과학교육학과(교육학학사)
2004 아주대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
2005～현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
관심분야: 컴퓨터교육, 프로그래밍 교육
E-Mail: park0154@naver.com

이 태 욱



1978 서울대학교 과학교육과 (이학사)
1982 미국 플로리다 공과대학 (전산학 이학석사)
1984 미국 플로리다 공과대학(전산교육학 Ph. D.)
1985～현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
2006～현재 정보교육국민연합 위원장
관심분야: 컴퓨터교육, 저작도구, 지식공학
E-Mail: twlee@knue.ac.kr