

초등학생을 위한 ICT 기반의 정렬 알고리즘 교수-학습 방안

이영미, 이용배
전주교육대학교 컴퓨터교육과
gatabuta@hanmail.net, yblee@jnue.ac.kr

Strategies of Teaching-Learning Sorting Algorithm based on ICT for Elementary School Students

Yeong-Mi Lee, Yong-Bae Lee
Dept. of Computer Education, Jeonju National University of Education

요 약

현재 학교의 컴퓨터 교육이 소프트웨어 활용 측면에서 벗어나 컴퓨터과학 교육을 강화하는 쪽으로 방향을 전환하고 있다. 특히 2005년에 개정된 정보통신기술 운영지침에 따르면 초등학교에서부터 알고리즘을 학습 내용으로 다루도록 하였으며 이에 따라 초등학교 현장에서도 알고리즘을 쉽고 효과적으로 지도하기 위한 다양한 교육 방법 연구가 필요해졌다.

현재까지 초등학생 대상의 컴퓨터과학 교육 연구는 대부분 초등학교 고학년을 대상으로 구체적인 조작과 활동 중심으로 제한되었다. 이에 본 연구에서는 정렬 수행 과정이 시뮬레이션되도록 제작한 애니메이션 콘텐츠를 통해 여러 알고리즘의 방법을 경험하도록 하는 ICT 기반의 알고리즘 교수-학습 과정을 설계하여 저학년이 적용하고 성취도와 학생들의 반응을 분석하였다.

1. 서 론

우리 삶의 토대인 지식정보사회에서 정보는 가치를 창출하는 중요한 원천이다. 빠르게 변화하는 사회, 넘치는 정보의 홍수 속에서 자신에게 당면한 과제를 수행하거나 문제를 해결하기 위해 스스로 지식을 구조화하고, 문제를 주도적으로 해결하는 경험을 체계적으로 쌓는 것은 그 어느 때보다도 절실해졌다. 이에 따라 창의적인 문제 해결 능력의 향상을 목표로 논리력과 사고력의 증진을 꾀하는 정보 교육은 미래지향적인 교육으로서 그 역할이 더욱 중요하다.

그러나 지금까지 국내의 정보 교육은 응용 SW의 단순 지식 및 기능 습득에 치중한 나머지 논리적인 사고력과 문제 해결 능력을 향상시키고자 하는 컴퓨터 교육의 본래 목적에 어긋나 있었다. 이는 초등학교 시절부터 컴퓨터 활용과 더불어 컴퓨터과학 분야를 강조하여 체계적으로 교육하고 있는 선진국의 컴퓨터

교육과 대비된다. 이에 따라 우리나라의 컴퓨터 교육도 소프트웨어 활용 측면에서 벗어나 컴퓨터과학 교육을 강화하는 쪽으로 방향을 전환하고 있다.

컴퓨터과학 영역 중 알고리즘은 프로그래밍의 근간이 되며 이 시대가 요구하는 문제 해결력과 논리적 사고력을 향상시킬 수 있는 영역으로 그 중요성이 더해지고 있다. 특히 2005년에 개정된 정보통신기술 운영지침[1]에 따르면 초등학교에서부터 알고리즘을 학습 내용으로 다루도록 하였다. 이는 다양한 정보의 종류를 인식하고 효율적인 문제 해결 방법을 찾아내는 능력을 키움과 동시에 알고리즘적 사고와 프로그램 작성 능력의 신장을 목표로 한 것이다.

이에 따라 초등학교 현장에서도 알고리즘을 쉽고 효과적으로 지도하기 위한 다양한 교육 방법 연구가 필요해졌으며 고학년뿐만 아니라 저학년의 지도 방안도 고려하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 수준에서 알고리

즘 교육이 효과적으로 이루어질 수 있는 지도 방안을 모색하기 위하여 ICT 기반의 알고리즘 교수-학습 과정을 설계하고 실제 초등 교육 현장에 적용하여 ICT 기반의 알고리즘 교육이 가능함을 보이고자 한다.

2. 관련 연구

현재까지 학생들에게 알고리즘을 교육하여 효과를 분석하는 연구는 다양하게 진행되어 왔으며 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

배정은[3]은 내부정렬 알고리즘의 개념과 원리 학습을 위해 정렬 과정을 학습자가 직접 시뮬레이션할 수 있도록 애니메이션과 음성 기능을 구현하였다.

김지홍[4]은 웹기반 정렬 알고리즘 학습 모형을 설계 적용하여 웹기반 시뮬레이션이 자기 주도적 학습을 위한 학습 도구로 효과적이라고 했다.

서준화[5]는 다양한 애니메이션 예제를 활용한 내부정렬 알고리즘 웹 코스웨어를 설계 적용하여 애니메이션 활용이 학습 효과를 증대시킨다고 하였다.

조연희[6]는 정렬 알고리즘을 내용으로 자기주도적 학습 코스웨어를 설계 적용하여 설계한 코스웨어를 활용한 수업이 텍스트 위주의 학습에 비해 이해도 및 흥미도, 만족도가 높았음을 확인하였다.

김정우[7]는 초등학생 수준에 맞도록 다양한 멀티미디어 요소를 접목하여 애니메이션 학습 콘텐츠를 제작하였다.

위의 논문들은 학습자들의 이해를 돕기 위하여 텍스트 위주의 설명 방식을 지양하고 각 알고리즘의 실행 과정을 시각화하여 학습자와의 상호작용을 극대화한 시뮬레이션 설계 기법을 사용했다는 점에서 공통점을 발견할 수 있으며 여러 가지 측면에서 전통적인 교수법에 의한 학습보다 긍정적인 효과를 검증할 수 있었다.

반면에 대부분의 연구는 실업계 고교생이나 대학생 및 성인을 대상으로 개발된 콘텐츠로

서 구체적인 조작기에 해당하는 초등학생에게 그대로 적용하기에는 어려움이 있다. 또한 알고리즘의 과정을 시각적으로 제시한다 하더라도 구현 속도가 너무 빠르거나 정렬 수행 과정이 단계별로 세분화되어 있지 않아 알고리즘의 단계별 수행 과정을 확인하기 어려웠다. 다만 김정우가 초등학생을 대상으로 개발한 웹기반 정렬 알고리즘 코스웨어는 구체적이고 실제적인 모의 상황 속에서 학습자가 직접 조작활동을 하는 가운데 정렬 단계를 시각적으로 인지하도록 설계되었고 캐릭터를 이용한 화면 구성으로 초등학생의 호기심을 유발하는데 도움을 준다는 점에서 주목할 만하다. 그러나 이 또한 설계에 그쳤을 뿐 직접 초등학생에게 적용한 후의 구체적인 학습 결과를 얻지는 못했다.

이에 본 논문은 정렬 수행 과정이 시뮬레이션 되도록 제작한 애니메이션 콘텐츠를 통해 여러 알고리즘의 방법을 경험하도록 하는 ICT 기반의 알고리즘 교수-학습 과정을 설계하고 초등학교 저학년에 적용하여 구체적인 학습 결과를 도출해보고자 한다.

3. 알고리즘 교수-학습 과정 개발

3.1 연구 설계의 방향

본 연구에서는 다양한 알고리즘 중에서 정렬을 학습 내용으로 선택하였다. 정렬 알고리즘은 알고리즘에서 가장 기본이 되며 컴퓨터로 문제를 해결하는 데 있어서 검색과 함께 가장 많이 직면하는 문제이다. 또한 정렬 중에서도 초등학생의 인지 수준에 적합하고 중요성이 인정되는 기본적인 정렬 알고리즘인 버블정렬, 삽입정렬, 선택정렬을 학습 주제로 선정하였다. 이 세 가지 알고리즘은 되부름(recursion) 개념을 포함하지 않기 때문에 다른 알고리즘에 비해 알고리즘의 복잡도가 커지지 않는 특징이 있다.

본 연구는 선정한 주제를 중심으로 ICT 기반의 정렬 알고리즘 교수-학습 과정을 설계하였으며 초등학교 저학년에 해당하는 3학년을

학습 대상으로 하였다.

기존의 실업계 고등학생이나 대학생을 대상으로 설계된 콘텐츠를 초등학생에게 활용하기엔 부적합하므로 이에 본 연구는 ICT 기반의 학습을 위한 콘텐츠를 직접 제작하고자 다음과 같은 기본 방향을 설정하였다.

- ① 학습자의 흥미 유발과 동기 부여를 위하여 구체적이고 실제적인 모의 상황을 제시한다.
- ② 학습자들이 직접 조작활동을 하는 가운데 문제 상황을 해결할 수 있도록 하고, 정렬 과정이 시뮬레이션 되도록 함에 따라 학습자가 알고리즘의 논리적인 절차를 눈으로 확인해 볼 수 있도록 한다.
- ③ 학습자가 잘못된 조작을 하였을 경우에는 즉각적인 피드백을 제공하여 문제를 해결할 수 있도록 한다.
- ④ 다양한 모의상황을 해결하는 가운데 자연스럽게 알고리즘의 과정을 익히고 분석할 수 있도록 한다.

3.2 정렬 알고리즘 교수-학습 과정

정렬 알고리즘을 초등학생에게 지도하기 위한 교수-학습 과정의 설계를 위해 세부 내용을 계획하였다.

3.2.1 정렬 알고리즘 학습 내용 및 계열

교수-학습 과정 설계를 위한 세부 내용은 <표 1>에서 보여준다.

<표 1> 항목별 세부 계획

설계 항목	세부 내용
학습 주제 선정	· 버블정렬, 삽입정렬, 선택정렬
학습 용어 변경	· 버블정렬 → 짝궁끼리 순서짓기 · 삽입정렬 → 끼워넣어 순서짓기 · 선택정렬 → 골라바꿔 순서짓기
학습목표 설정	· 정렬의 개념과 필요성을 알고 각 정렬의 수행 방법과 원리를 익혀 활용할 수 있으며 정렬의 효율성을 비교할 수 있다.
수업 시간 계획	· 총 8차시

수업의 계열	· 정렬의 개념 및 필요성(1차시) → 버블정렬(2차시) → 삽입정렬(2차시) → 선택정렬(2차시) → 정렬 비교(1차시)
교수-학습 전개 과정	· 동기유발 - 학습목표 제시 - 탐색하기 - 개념 정리하기 - 방법 익히기 - 활용하기

초등학교에서의 알고리즘 교육은 컴퓨터를 이용해 프로그래밍을 하는 것이 아니다. 알고리즘의 개념을 맛보고 익히는 과정에서 자연스럽게 알고리즘에 대한 거부감을 없애고 원리를 이해하며 나아가 알고리즘적 사고력을 향상시킬 수 있는 방향으로 접근해야 할 것이다. 본 연구에서는 학습 대상이 초등학교 저학년임을 고려하여 가장 기본이 되면서도 초등학생의 인지수준에 맞다고 판단되는 버블정렬, 삽입정렬, 선택정렬을 학습 내용으로 선정하였다.

그 학습 범위 및 계열은 <표 2>와 같다.

<표 2> 정렬 알고리즘 수업의 계열

차시	주제	학습 활동
1	정렬의 개념 및 필요성	· 일상 생활에서 정렬이 사용되는 예를 찾아보기 · 컴퓨터에서 정렬의 결과를 눈으로 확인하기 (엑셀과 한글의 'sort' 기능, 도서관의 '저가순으로 정렬' 기능 등) · 오름차순과 내림차순의 의미 알기 · 정렬의 개념과 필요성 정리하기
2-3	버블정렬	· 버블정렬의 개념을 알고 다양한 상황 속에서 수행 방법 및 과정을 익히며 활용해보기
4-5	삽입정렬	· 삽입정렬의 개념을 알고 다양한 상황 속에서 수행 방법 및 과정을 익히며 활용해보기
6-7	선택정렬	· 선택정렬의 개념을 알고 다양한 상황 속에서 수행 방법 및 과정을 익히며 활용해보기
8	정렬 비교	· 각 정렬 알고리즘의 비교횟수와 교환 횟수를 비교해 봄으로써 효율성 가능하기 · 좀 더 효율적인 정렬 알고리즘 생각하기

3.2.2 교수-학습 전개 과정

1) 동기유발 단계

현장에서 아이들을 지도하다 보면 초등학생들은 자신의 삶과 관련 있는 생활 속의 소재를 다루거나 학습 내용을 이야기 형식으로 꾸며 도입하면 학습에 대한 흥미가 높고 개념 이해에 효과적임을 발견할 수 있었다. 따라서 동기유발 단계에서 최대한 아이들의 흥미를 이끌 수 있도록 친숙한 소재를 사용하였고 이를 통해 각 정렬 알고리즘을 자연스럽게 받아들일도록 유도하였다. 그 예는 <표 3>과 같다.

<표 3> 동기유발 소재 및 정렬 관련 내용

학습주제	동기 유발 소재 및 정렬 관련 내용
정렬의 개념 및 필요성	<p>“수영장에 간 슈렉과 피오나”</p> <ul style="list-style-type: none"> 차레차레 나라&뒤죽박죽 나라 설정 비밀의 문으로 연결된 수영장 사물함을 찾아 마우스 클릭하도록 미션 제시
버블 정렬	<p>“놀이터에서 사라진 백설공주”</p> <ul style="list-style-type: none"> 백설공주가 놀이터에서 마녀에게 납치된 상황 설정 일곱 난쟁이가 몸무게 순서대로 미끄럼틀을 타고 내려가야만 하는 미션 제시
삽입 정렬	<p>“학용품 나라의 지각대장 초록이”</p> <ul style="list-style-type: none"> 운동장조회를 위해 반별 키순서대로 서야만 하는 상황 설정 지각한 초록이를 자기 자리에 끼어 들어가게끔 미션 제시
선택 정렬	<p>“슈렉 베이비 구출 작전!”</p> <ul style="list-style-type: none"> 슈렉 베이비가 차밍 왕자에게 납치되어 성에 갇힌 상황 설정 성문을 열기 위해서는 다리를 몸무게 순서대로 통과해야만 하는 미션 제시

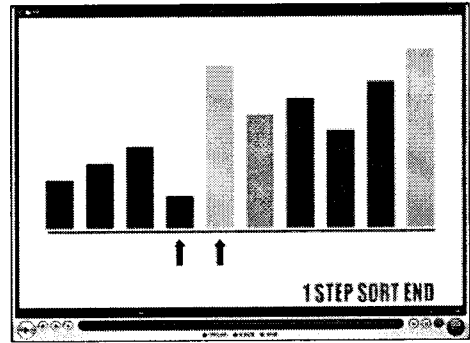
2) 탐색하기 단계

본 단계는 정렬 알고리즘의 방법을 교사가 직접적으로 제시하는 것이 아니라 아동 스스로 방법을 유추하고 탐색하는 단계이다.

이를 위해 박순철의 자료구조와 알고리즘 강좌 사이트[8]에서 구현된 정렬 애니메이션이

비교적 초등학생이 이해하기 수월하다고 판단하여 해당 부분만을 녹화한 자료를 1차적으로 제시하였고, 연구자가 플래시 프로그램을 사용하여 구현한 콘텐츠를 2차적으로 제시하였다.

제시한 자료 중 1차적으로 제시한 막대정렬 자료를 예시하면 <그림 1>과 같다.

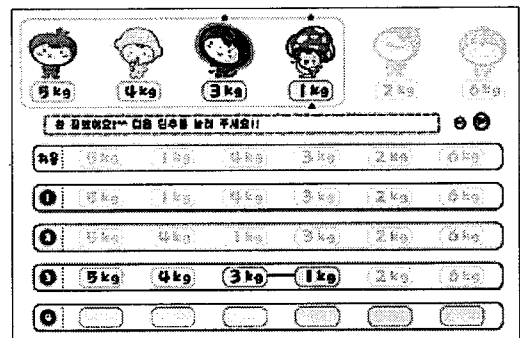


<그림 4> 1차 콘텐츠 - 화면 녹화 자료

3) 방법 익히기 단계

본 단계에서는 다양한 모의상황 속에서 애니메이션 자료를 직접 조작해가며 정렬 알고리즘의 방법을 익히도록 한다. 이를 위해 각 정렬별로 3가지의 모의 상황에 따른 애니메이션 콘텐츠를 개발하였고, 학습자는 컴퓨터실에서 각각의 애니메이션 콘텐츠를 직접 조작하는 가운데 조작에 따른 정렬 과정을 눈으로 확인하면서 정렬 알고리즘의 방법을 익혔다. 그리고 해당 콘텐츠는 학교 홈페이지 공부방에 게시하여 학습자가 집에서도 조작해볼 수 있는 기회를 제공하였다.

개발한 콘텐츠 중 삽입정렬 구현 화면을 예시하면 <그림 2>와 같다.



<그림 5> 삽입정렬 구현 화면

4) 활용하기 단계

본 단계는 정렬 알고리즘의 방법을 익힌 학습자들이 정렬 알고리즘을 활용하여 놀이를 하거나 활동 과제를 수행하도록 하는 단계로 활동의 종류를 제시하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 정렬 알고리즘 활용 단계 활동

활동 주제	활동 방법 / 자료 및 유의점
내가 바로 컴퓨터!	· 아동이 직접 컴퓨터 안의 데이터가 되어서 숫자카드를 들고 정렬 과정을 몸으로 표현
모듬대항 숫자카드 놀이	· 무작위로 배열된 숫자카드를 모듬원들이 번갈아가면서 한 단계씩 정렬하고 가장 빠르게 정렬을 마치는 모듬이 승리
칙칙폭폭 기차 만들기	· 아동의 손 크기 순으로 기차를 만드는 활동
캐릭터 미니북 만들기	· 캐릭터 카드를 이름순으로 정렬하여 캐릭터 미니북을 만드는 활동

4. 효과 분석

4.1 실험 대상

본 연구는 전북에 소재하는 J초등학교 3학년 1개반 학생 33명을 대상으로 하였다. 이 학생들은 본 연구의 분석 도구인 평가지와 설문지에 모두 참여하였다.

4.2 분석 도구 개발

- 정렬 알고리즘 평가지 개발

ICT 기반의 정렬 알고리즘 교수-학습 방법으로 학습한 아동들의 성취도를 알아보기 위하여 평가지를 개발하였다. 평가지는 총 10문항으로 대부분은 실험 수업시 가르쳐진 내용을 바탕으로 구성하였고 일부는 선행 연구된 임민영[9], 이기철[10]의 평가지를 재구성하였다. 평가지는 컴퓨터 교육 전문가의 자문을 통해 논리적 검토를 거쳐 문항을 수정 보완하였다.

- 설문지 개발

본 연구에서는 평가지에서 확인하기 어려운 학습 흥미도나 만족도 등을 알아보기 위해 설문지를 제작하였다. 정렬 알고리즘에 대한 이해도, 흥미도, 만족도 등을 영역으로 리커트형 평정척도를 사용하여 작성·개발하였고 후반부에 각자의 소감을 적도록 하였다.

4.3 분석 결과

4.3.1 평가지 분석 결과

ICT 기반의 교수 방법으로 알고리즘을 학습한 후 평가지를 투입해 본 결과 아동의 학업 성취도는 100점 만점에서 평균 82.42였다. 이를 통해 ICT 기반의 교수 방법이 효과적이었으며 초등학교 저학년 학생들도 충분히 알고리즘을 학습할 수 있음을 알 수 있었다.

4.3.2 설문지 분석 결과

정렬 학습의 이해도 및 흥미도, 만족도를 묻는 질문에 각각 97%, 80%, 88%의 학생이 '그렇다' 이상의 긍정적인 대답을 하였다. 그리고 향후 컴퓨터 학습에의 관심도를 묻는 질문에 79%의 학생이, 컴퓨터 교육과정에서의 알고리즘 반영 요구도를 묻는 질문에는 82%의 학생이 '그렇다' 이상의 긍정적인 대답을 하였다.

마지막으로 소감문에서는 정렬 알고리즘을 생활 속에서 활용하고자 하는 의지와 다른 정렬 방법을 배우고 싶어하는 학습 의욕을 엿볼 수 있었다.

5. 결론

지식 정보화 사회에서 창의적인 문제 해결 능력을 갖춘 인재의 육성은 그 어느 때보다도 절실해졌다. 이러한 흐름에 발맞추어 컴퓨터 교육도 소프트웨어 기능 습득 위주의 교육에서 벗어나 초등학교에서부터 컴퓨터과학 교육을 강화하는 방향으로 교육 정책이 기획되고 그 내용이 구체화되고 있다. 현재 초등학교를 대상으로 컴퓨터과학 교육을 위한 여러 연구

가 진행되었으나 선행된 대부분의 연구[11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]는 주로 초등학교 고학년을 대상으로 수행되었으며 교수-학습 방법에 있어서도 소수의 연구팀이 구체적 조작과 활동으로 제한하여 연구를 수행하였다.

따라서 본 연구에서는 초등학교 저학년을 학습 대상으로 선정하였으며 초등학생의 인지 수준에 적합하다고 판단한 기초적인 정렬 알고리즘을 학습 내용으로 하여 ICT 기반의 알고리즘 교수-학습 과정을 설계하고 이를 적용한 후 그 성취도를 분석하였다. 성취도 분석을 위하여 정렬 알고리즘을 내용으로 한 평가를 실시하였으며 정렬 알고리즘 수업에 대한 정의적 영역의 반응을 분석하고자 설문지를 투입하였다.

알고리즘 교육 후 학업 성취도와 설문지 응답 분석을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 정렬 알고리즘 성취도 평가 결과 평균이 80점 이상이었다. 이를 통해 ICT 기반의 알고리즘 교육이 정렬 알고리즘 학습에 효과적이었으며 초등학교 저학년 학생들도 충분히 알고리즘을 학습할 수 있다는 결과를 얻을 수 있었다.

둘째, 설문지 분석 결과 ICT 기반의 정렬 알고리즘 학습 방법이 학습의 이해도나 흥미도, 만족도 등 정의적인 영역에 긍정적인 영향을 끼쳤음을 알 수 있었다.

6. 참고문헌

[1] 교육인적자원부, 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침 해설서, 2006.
 [2] 권대훈, 교육심리학, 원미사, 2004.
 [3] 배정은, 내부 정렬 알고리즘 학습을 위한 웹기반 교육 프로그램의 설계 및 구현, 성신여대 교육대학원, 2001.
 [4] 김지홍, 웹기반학습(WBL)에서 시뮬레이션 활용이 자기 주도적 학습특성에 미치는 영향, 안동대 교육대학원, 2003.
 [5] 서준화, 웹 애니메이션 기술을 이용한 효과적인 알고리즘 학습도구의 개발, 충남대

교육대학원, 2004.
 [6] 조연희, 웹 환경에서 자기주도적 학습을 위한 코스웨어 설계 및 구현 : 정렬 알고리즘을 중심으로, 아주대 교육대학원, 2005.
 [7] 김정우, 정렬 알고리즘 학습을 위한 시뮬레이션형 웹 코스웨어의 설계 및 구현, 부산교육대 교육대학원, 2006.
 [8] <http://internet512.chonbuk.ac.kr/datastructure/lectures.htm>
 [9] 임민영, 초등학교 컴퓨터교육에서 자료구조의 검색과 정렬 알고리즘 학습 가능성에 관한 연구, 진주교육대 교육대학원, 2006.
 [10] 이기철, 알고리즘 사고력 향상을 위한 발견학습 적용 연구, 경인교육대 교육대학원, 2006.
 [11] 신인경, 컴퓨터교육을 위한 알고리즘 지도 방안 연구, 경인교육대 교육대학원, 2004.
 [12] 김경신, 초등학생을 위한 자료구조 학습 방법에 관한 연구, 경인교대 교육대학원, 2005.
 [13] 박현숙, 김갑수, 초등학생을 위한 정렬 알고리즘 지도 방안, 한국정보교육학회 2005년 동계 학술발표논문집, 2005.
 [14] 이주희, 김갑수, 구체적 조작기의 초등학생을 위한 정렬 알고리즘 교수-학습에 관한 연구, 한국정보교육학회 2006년 하계 학술발표논문집, 2006.
 [15] 이주희, 김갑수, 초등 컴퓨터 과학 교육을 위한 알고리즘 학습 지도 방안, 한국정보교육학회 2007년 동계 학술발표논문집, 2007.
 [16] 박은후 외, 초등학교에서 컴퓨터과학을 위한 구체적 조작활동 교수-학습프로그램 개발, 2007년 동계 한국컴퓨터교육학회·정보교육학회 공동학술발표논문집, 2007.
 [17] 전승순, 알고리즘 개념을 학습하기 위한 교수 설계, 부산교대 교육대학원, 2007.