알고리즘 분석을 통한 컴퓨터교육에서의 알고리즘 교육의 방향

홍순조*, 한선관**
경인교육대학교대학원 컴퓨터교육과

요 약

문제해결을 위한 절차로 정의되는 알고리즘은 교육적으로 많은 가치를 갖는다. 이 알고리즘은 지필 알고리즘과 컴퓨터 알고리즘으로 나뉜다. 수학교과에서는 이미 컴퓨터를 이용한 지필 알고리즘 지도에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 반면 컴퓨터 교과에서는 알고리즘 지도를 위한 연구가 미진한 실정이다. 따라서 컴퓨터 교과에서 알고리즘을 효과적으로 지도하기 위한 방향 정립이 필요하다. 이에 알고리즘을 분석한 후 컴퓨터 교과에서 알고리즘교육의 방향을 제안하고자 한다.

A study on the direction of teaching algorithms with analysis of algorithms

Soon-jo Hong* · Sun-kwan Han**
Kyungin Education University, Dept. of elementary computer education

ABSTRACT

Algorithms is defined "step-by-step procedure for accomplishing a task that we wish to complete." Algorithms has much educational values. Already many scholar is making researches about paper-and-pencil algorithms in mathematic education. The purpose of this paper is to propose a study on the direction of teaching algorithms with analysis of algorithms

1. 서론

교육은 속성상 미래지향적이다. 지금 교육받고 있는 학생들은 미래를 준비하고 있기 때문이다. 미래학자들은 우리의 미래 사회를 산업사회와는 매우 다른 모습으로 그리고 있는데, 정보가 부와 풍요의 기반을 이루는 지식 기반 사회로 정의하고 있다.[1] 이러한 지식 기반사회에서 학생들은 너무나 다양한 정보의 홍수 속에서 양적인 이해를 통해 합리적인 결정을 내려야 하는 경우가 빈번하게 된다. 그러므로 학교 교육에서는 이러한 상황에 대비할 수 있는 문제해결력을 키우는 교육이 필요하다.

"문제를 해결하는 방법 또는 절차"가 알고리즘이라고 했을 때 알고리즘을 지도하는 것은 이러한 문제를 해결할 수 있는 하나의 실마리가 될 수 있을 것이다. 그러나 현재 알고리즘을 가르치고 있다고 하는 수학과에서조차 알고리즘 자체를 일방적으로 전달하는 교육이 행해져 오고 있다. 학생들이 문제에 대하여 고민할 기회나 고민할 필요성을 느낄 수 있는 기회를 제공하지 못하고 있는 것이다. 따라서 학생들은 단원을 배우는 동안은 규정된 알고리즘을 사용하여 문제를 풀다가 그 단원이 끝나면 쉽게 알고리즘을 잊어버리게 되는 것이다. 이제는 알고리즘 자체를 일방적으로 제시해 주는 것이 아니라 문제해결 과정 속에서 알고리즘을 분석하고 창조하는 기회를 제공하여 알고리즘적 사고방식을 길러줄 수 있는 알고리즘 교육이 필요하다. 이에 컴퓨터 교육에서 중요한 위치를 차지하고 있는 알고리즘을 올바르게 교육하고자 하는 방향 정립이 필요하다.

2. 이론적 배경

2.1 알고리즘의 개념

알고리즘이란 말은 수학, 컴퓨터와 관련해서 많이 사용되어 왔다. 컴퓨터 프로그램 및 수학에서 알고리즘이란 문제를 해결하기 위한 정확한 절차를 의미한다. Lewis & Horabin(1978)은 교수공학에서 사용되는 알고리즘은 여기에 효과성이라는 준거를 덧붙여야 한다고 하면서 알고리즘을 새롭게 정의하였다. Landa(1983)의 정의에 따르면 알고리즘은 특정 영역에 속하는 문제를 해결하기 위하여 기본적 조작을 정의된 순서대로 실행하도록 하는 정확하고 이해 가능한 처방이다. Kopstein(1974)도 알고리즘이 기본적 조작들로 구성되어야 한다고 강조하고 있다. Davies(1969)는 알고리즘을 문제를 해결하기 위한 순서적인 지시의 계열을 설계하는 정확한 처방이라고 하였다[2]. 이상과 같이 알고리즘을 정의하는 말은 매우 많지만 이것을 종합하여 정의한다면 "알고리즘이란 주어진 문제를 해결하기 위한 잘 정의된 동작들의 유한 집합"으로 정의될 수 있다[3].

2.2 알고리즘의 특징

알고리즘의 특징은 첫째로 연필만 가지고도 그 논리를 검증할 수 있을 정도로 처리절차가 간단명료하게 표현되어야 하고, 둘째로 한 개 이상의 출력이 반드시 있어야 하며 마지막으로 시작과 끝이 알고리즘 내에 표현되어 있어서 적당한 시간 안에 수행이 끝나야 한다는 것이다[4].

2.3 알고리즘의 종류

알고리즘의 종류는 지필알고리즘과 컴퓨터 알고리즘으로 나누어진다. Usiskin(1998)은 지필 알고리즘을 산술알고리즘, 대수와 미적분 알고리즘, 그림알고리즘 세 가지로 분류하고 있다. 이를 간략히 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 산술알고리즘으로 나눗셈의 세로셈, 곱셈의 세로셈, 덧셈의 세로셈, 자리수가 많은 뺄셈, 분수의 나눗셈과 곱셈, 평균과 표준편차의 계산, 제곱근 찾기 등이 있다. 둘째, 대수와 미적분알고리즘으로 부분 분수의 조작, 제한된 정수계산, 1차 방정식과 부등식의 해결, 최적의 직선과 곡선 결정하기 등에 사용되는 알고리즘 등이 있다. 셋째, 그림알고리즘으로 막대그래프, 원 그래프, 비교 그래프, 함수 그래프 그리기와 기하학에서 자와 컴퍼스를 사용하여 작도하기, 그리고 도형의 변환 찾기 알고리즘 등이 속한다[5]. 컴퓨터교육에서의 알고리즘은 기초알고리즘, 순환알고리즘, 정렬 및 탐색 알고리즘, 시간복잡도 알고리즘, 그래프 알고리즘 등 여러 종류로 나누어지고 있다.

2.4 알고리즘 교육의 필요성

문제해결을 위해 수 백년동안 사용해 온 절차인 알고리즘은 교육적으로 많은 가치를 지니고 있다.(Usiskin, 1998). 첫째, 알고리즘은 효과적이라는 것이다. 알고리즘은 문제해결 과정의 일반화를 의미하므로 주어진 문제에 대해 해답을 보증하는 알고리즘을 알고 있다면, 그와 유사한 종류의 모든 과제를 해결할 수 있다. 둘째, 알고리즘은 신뢰할 수 있다. 어떤 알고리즘이 정확하다면 그 알고리즘은 몇 번이고 반복해도 정확한 답을 얻을 수 있다. 셋째, 알고리즘은 정확하다. 주어진 문제를 해결하기 위해 알고리즘을 적용했을 때 알고리즘이 정확하다면 정확한 답을 얻을 수 있다. 즉 알고리즘의 정확성은 답의 정확성과 관련이 있다. 넷째, 알고리즘은 신속하다. 잘 고안된 알고리즘은 답에 이르는 길을 직접적으로 제시해주므로 시간과 노력을 절약해 준다. 다섯째, 알고리즘은 지필 기록을 제공한다. 답을 얻기 위해 남겨둔 과정의 기록은 학생들이 자신의 활동 과정을 반성하고 세련되게 하며 서로의 알고리즘을 공유하는데 유용하다. 여섯째, 알고리즘은 정신적 표상을 증진한다. 알고리즘을 적용한 문제해결 경험은 정신적 조절 및 표상을 가능하게 해 줄 수 있으므로 지필에 의존하지 않고서도 정확한 해를 보장해 준다. 일곱째, 알고리즘은 유익하다. 문제에서 주

어진 정보와 답 사이의 관계에 대한 통찰을 제공할 뿐만 아니라 논리적 사고력, 창의적 사고력 신장에도 긍정적인 영향을 미친다. 여덟째, 알고리즘은 다른 알고리즘에 적용할 수 있다. 하나의 상황에 사용된 알고리즘이 다른 상황에서도 그 알고리즘의 부분으로 사용된다. 아홉째, 알고리즘은 학습의 주제가 될 수 있다. 알고리즘은 문제해결에 이르는 과정일 수도 있지만 한편으로 학습의 대상이 된다. 조리있고 이치에 맞게 문제를 해결해 보는 경험은 논리적 사고력과 추론능력을 길러주는 수단인 동시에 도구의 역할을 한다. 이처럼 알고리즘이 많은 문제를 정확하고 신속하게 해결할 수 있도록 돕고 정신적 표상을 증진시킨다면 학생들은 알고리즘을 배워야 한다.

3. 관련연구

3.1 교육과정에서의 알고리즘 교육

제 7차 교육과정에서는 현재 초등학교 1학년부터 고등학교 1학년까지의 학년체계를 1학년부터 10학년으로 구성하는 '국민공통교육과정'을 설정하고 컴퓨터를 누구나 이수해야 하는 교육내용으로 제시하고 있다.[1]

<표1> 제7차 초등학교 정보교육 교육과정

편제영역	과목	학년 및 시간	내용
필수	실과	5,6학년	5학년 · 컴퓨터 다루기 - 컴퓨터의 구성 - 자판다루기와 글쓰기 6학년 · 컴퓨터 활용하기 - 컴퓨터로 그림그리기 - 컴퓨터 통신 활용하기
재량 시간	없음	1~6학년 (주당 2시간)	컴퓨터 교육시간으로 활용가능

자료:교육부(1997), '초등학교 교육과정' 교육부 고시 제1997-15호

<표2> 제7차 중학교 '컴퓨터'교육과정

영 역		내 용
인간과 컴퓨터	컴퓨터의 발달	컴퓨터 탄생 컴퓨터 시스템의 구성 컴퓨터의 변천과정
	컴퓨터와 인간생활	사회발달과 정보처리 컴퓨터와 윤리 정보화사회와 컴퓨터
	컴퓨터와 일	직업의 이동 컴퓨터의 활용 정보산업과 직업
컴퓨터의 기초	컴퓨터의 구성과 조작	하드웨어 운영체제 다루기 소프트웨어
	소프트웨어의 구성	시스템소프트웨어 응용소프트웨어 유틸리티
워드 프로세서	문서의 작성	메뉴 사용방법 도구의 사용방법 문자의 입출력과 저장
	문서의 편집	문서의 구성 문서의 꾸밈 복사와 오려 붙이기
	그림 그리기	그림 도구의 사용 객체편집 직선과 도형 그리기
	표 작성	표만들기 표의 편집 자료입력과 계산
PC통신과 인터넷	PC통신 활용	PC통신의 개념 통신예절 정보찾기 전자우편
	인터넷의 활용	인터넷의 개념 정보찾기와 활용 전자우편 홈페이지 만들기
멀티미디어	소리 자료 만들기	소리의 녹음과 재생 소리자료의 편집 효과음 발생
	그림 자료 만들기	그림 자료 입력과 저장 그래픽 프로그램 그림그리기와 편집
	멀티미디어 제작	명함 만들기 학급신문 만들기

자료:교육부(1997), '초등학교 교육과정' 교육부 고시 제1997-15호

<표3> 제7차 고등학교 정보교육 교육과정

영 역		내 용	
사회발달과 컴퓨터	정보화 사회	사회발달과 정보화 생활과 컴퓨터	정보화사회와 정보산업
	컴퓨터시스템의 구성요소	컴퓨터 시스템의 개념 소프트웨어의 구성	하드웨어의 구성 컴퓨터 정보처리 시스템
	데이터의 표현	수와 진법 정보코드	소리와 그래픽 정보표현
컴퓨터 운용	운영체제의 역할	운영체제의 개념 운영체제의 종류	운영체제의 기능
	윈도	윈도의 개념 아이콘조작	컴퓨터 조작
	문서의 작성	문자입력과 저장 문서의 장식과 인쇄	글자와 문단 모양

	문서의 편집	불러오기와 수정 찾아바꾸기와 다단편집	블록편집
	표문서	표작성 표의 편집	그래프작성
	그림과 메일 머지	그림넣기와 문단 편집 그림 그리기와 편집	메일머지
스프레드시트	전자계산표 작성	자료입력과 계산 파일 관리와 프린트	자료의 편집
	워크시트 편집	서식 지정	통합문서의 처리
	차트와 데이터 관리	차트의 작성 차트 꾸미기와 삽입	레코드 관리
컴퓨터 통신망	컴퓨터 통신망의 개요	컴퓨터 통신의 개념 원거리통신	근거리 통신망
	PC통신	PC통신의 개요 정보의 검색	전자우편 사용
	인터넷	인터넷의 개요 브라우저의 사용 홈페이지 제작	정보의 검색 전자우편활용
멀티미디어	소리 데이터	소리 입력과 저장 소리 데이터 응용	소리데이터 편집
	그래픽 데이터	그래픽 소프트웨어 활용 그림 그리기와 입력	그래픽 편집
	동영상과 애니메이션	동영상과 애니메이션 개요 동영상 제작과 편집	애니메이션 응용
	멀티미디어 제작	전자앨범제작	학교 소개 타이틀

자료: 교육부(1997), '초등학교 교육과정' 교육부 고시 제1997-15호

그러나 위의 표에서 보는 바와 같이 초등학교, 중학교, 고등학교 어느 학년에서도 알고리즘과 관련된 교육을 찾아보기는 힘들다. 초등학교에서 컴퓨터 교과가 정식 교과로 선택되는 것이 우선되어야 할 과제이며, 그에 따라 알고리즘 교육도 교육 내용에 포함되어야 할 중요한 하나의 요소라고 제안하는 바이다.

3.2 외국에서의 알고리즘 교육

일본에서는 1995년부터 수학 교육과정에서 순서도, 프로그래밍, 컴퓨터를 이용한 계산, 알고리즘 등의 내용으로 컴퓨터의 응용을 포함하고 있다. 순서도와 함께 베이직 언어로 알고리즘을 표현하고 있다.

그리고 미국의 중·고등학교용 컴퓨터과학 교육과정을 ACM의 컴퓨터과학 교과과정에서 살펴보면 로고(LOGO), Mathematica 등의 프로그램을 이용하여 탐색과 정렬 알고리즘을 해결하는 과정이 포함되어 있다[6].

3.3 수학과에서의 알고리즘 교육

수학교과에서 알고리즘은 산술교육의 핵심으로써 대단히 중요하게 인정되고 있지만 수학교사들에게 있어 알고리즘은 가장 가르치기 싫은 분야로 인식되고 있다. 왜냐하면 그 지도내용이 너무나 자명하고 유일하며, 학생들이 그 절차를 기계적으로 외워서 수행하기만 하면 된다는 인식 때문이다. 이것은 알고리즘에 대한 전통적 입장으로 Maurer(1998)은 알고리즘을 정의하는 동시에 알고리즘적인 수학(Algorithmic Mathe- matics)라는 말이 전통적 의미와 현대적 의미가 있음을 지적했다. 전통적 의미란 단순한 알고리즘을 수행하는 것을 강조하는 반면에, 현대적인 의미는 알고리즘을 개발하고, 그것을 이해하며, 똑같은 과제에 대하여 다양한 알고리즘들 중에서 현명하게 선택하는 것을 강조한다. 이에 수학교육에서는 종래의 수학교육을 반성하고 현대적 의미의 알고리즘 교육을 하고자 하는 연구들을 많이 하고 있다. 근래 그 한 방법으로 컴퓨터를 수학교육에 도입하여 알고리즘 교육을 시각화 하려고 하는 노력들이 많이 이루어지고 있다.

4. 컴퓨터교육에서의 알고리즘 교육의 방향

4.1 알고리즘 교육

학생들은 문제를 해결하는 가운데, 알고리즘을 이해하고 개발하는 과정에서 알고리즘적인 사고를 사용하게 된다. 따라서 학생들의 수준에 적합하도록 알고리즘 문제를 제시할 필요가 있다. 컴퓨터 알고리즘에는 기초알고리즘, 순환알고리즘, 정렬 알고리즘, 검색 알고리즘,

시간복잡도 알고리즘, 그래프 알고리즘 등의 영역이 있다. 그 중에서 큰 비중을 차지하고 있는 것은 정렬 알고리즘과 검색 알고리즘이다. 따라서 정렬 알고리즘을 교육의 내용으로 삼아 지도 방향을 제시하고자 한다. 정렬 알고리즘에는 선택정렬, 삽입정렬, 버블정렬, 셸 정렬, 퀵 정렬, 기수정렬, 힙 정렬, 병합정렬, 외부정렬 등이 있다. 그 중에서도 선택 정렬, 삽입정렬, 버블정렬, 셸 정렬 등은 간단한 알고리즘이라 할 수 있고, 퀵 정렬, 기수 정렬, 힙 정렬, 병합 정렬 등은 복잡한 알고리즘이라 할 수 있다[3]. 검색 알고리즘에는 순차검색, 이분검색, 이진트리검색, 균형트리검색, 기수검색, 외부검색 등이 있다.

이 정렬을 지도하고자 할 때 첫 단계에서는 실생활과 관련된 예를 도입하여 아동들이 직접 몸으로 마음으로 체험할 수 있도록 하는 기회를 제공하도록 한다. 알고리즘을 나타내는 방법에는 순서도, 서술목록, 기호화된 도표, 의사결정표 등 여러 가지가 있으나 이 중 순서도가 가장 효과적이며 많이 쓰인다(Coscarelli, 1978; Kopstein, 1974). 순서도의 우수성은 Coscarelli, Visscher, Schwen 등의 연구를 통해 증명되었다[2]. 따라서 두 번째 단계에서는 그것을 추상화하는 과정으로서 순서도를 도입하여 순서도를 어떻게 배치할 것인가를 생각해 보는 기회를 갖도록 한다. 마지막 단계에서 실제로 로고나 다른 프로그래밍 언어를 이용하여 알고리즘을 해결하는 기회를 제공하도록 한다.

4.2 알고리즘 교육의 실제

첫 단계, 문제를 제시하여 알고리즘에 직접 접하게 하는 단계로써 아동들의 생활과 관련된 소재를 가지고 와서 정렬 문제로 제시한다.

(예제1)- 키가 서로 다른 친구들이 5명(106cm, 115cm, 119cm, 126cm, 130cm) 있습니다. 키가 작은 순으로 앞으로 오도록 줄을 세우고 싶습니다. 어떻게 하면 좋을까요?

라고 예제를 제시한 후 아동들에게 어떤 방법으로 바꿀 것인지 발표하게 한다. 그리고 아동들마다 바꾸는 방법에 약간씩 차이가 있음을 인식하도록 한다. 그 다음 교사가 가장 쉬운 선택정렬의 방법으로 직접 아동들을 바꿉니다. 즉, 가장 작은 아동을 찾아서 가장 앞에 있는 아동과 키를 비교한 후 더 작은 아동을 앞에 세우고 더 큰 아동은 원래 가장 작은 아동이 서 있던 자리에 세운다. 그 다음 작은 아동을 찾아서 두 번째 서 있는 아동과 비교한 후 더 작은 아동을 두 번째 자리에 세우고 더 큰 아동은 두 번째 작은 아동이 서 있던 자리에 세우는 방법을 반복하여 보여줍니다. 그리고 이 방법이 아동들이 원래 생각했던 방법과 무엇이 다른지 비교해 보도록 합니다. 그 다음으로는 예제2를 제시하여 교사가 행했던 방법대로 따라해 보는 기회를 제공한다.

(예제2)- 길이가 서로 다른 나무막대가 5개 있다. 그 막대를 좀 전의 방법을 사용하여 길이가 짧은 것부터 늘어놓아 보세요.

아동들은 직접 손으로 만지고 옮기면서 이런 방법이 있다는 것을 알게 될 뿐만 아니라, 이 알고리즘보다 더 나은 알고리즘을 찾을 수도 있을 것이다.

기존에 알고리즘을 가르치고 있는 수학교육이었다면 물론 쉬운 문제부터 접근하긴 하겠지만, 먼저 문제를 제시하고 그 문제를 푸는데 필요한 여러 가지 기호나 개념 같은 것을 '약속'을 통해 암기하도록 할 것이다. 그리고 난 후엔 또 다른 문제를 제시해 놓고 그것이 어떤 식으로 풀이되는지 설명하고 이젠 문제를 어떻게 풀이해야 하는지에 초점을 맞추어 지도할 것이다. 그리하여 아동들은 왜 그렇게 되는지에 관한 고민이나 알고리즘에 대한 이해없이 풀이방법을 암기하는 것이 될 것이다. 그러나 위와 같은 방법으로 아동들의 생활과 관련된 자료를 가져오고 또 그것을 직접 움직임이나 몸으로 나타내는 경험을 통해서 알고리즘이라는 자체를 어렵게 생각하지 않고 쉽게, 일상생활과 관련된 어떤 문제를 푸는 것으로 인식하도록 할 수 있을 것이다.

두 번째 단계, 아동들의 사고를 추상화하는

단계로써 순서도의 필요성을 이해하도록 하고, 순서도를 절차에 맞게 맞춰보는 기회를 제공한다. 곧장 순서도 작성을 지도한다면 아동들이 어려움을 느낄 것이다. 따라서 생각을 그림으로 나타내는 연습을 통해서 익숙해지도록 한 후 순서도의 여러 상자를 제시하고 각 상자의 차이점을 설명한 후 위의 문제를 순서도의 여러 상자를 가져다 차례로 나열해 보도록 한다. 개별 활동으로 나열한 후 모둠 활동을 통해 서로의 순서도를 비교하고 의논하여 가장 옳다고 생각되는 순서도를 찾도록 한다. 그리고 교사의 순서도와 비교한 후 차이점, 공통점을 비교하고 왜 이렇게 되어야 하는지 생각할 기회를 갖는다.

세 번째 단계, 실제로 간단한 프로그램을 작성해 보는 단계로써 로고나 다른 프로그래밍 언어를 이용하여 아동들이 직접 선택정렬 알고리즘을 해결하는 기회를 제공한다. 이 단계는 심오하게 학생들에게 프로그램 전체를 작성하도록 하는 것이 아니라, 이미 작성된 소스를 실행해 보도록 하거나, 어느 한 부분이 잘못되거나 빠진 프로그램을 실행해 보고 실행이 안 되는 이유를 설명해 주는 정도로 간단하게 지도되어야 할 것이다. 왜냐하면 프로그램 작성 능력이 주목적이 아니라 알고리즘을 찾고, 고민해 보는 기회를 제공하는 것이 주목적이기 때문이다.

5. 결론 및 제언

지금까지의 알고리즘 지도는 아동들의 사고를 촉진하고, 문제해결력을 키우는 교육이 아니라 스스로 사고하는 것을 포기하도록 조장하거나 문제해결 의욕을 떨어뜨리도록 할 우려가 있었다. 그러나 알고리즘은 효과적이고, 신뢰할 수 있고, 정확하며, 빠르고 유익하다는 많은 장점을 지니고 있다. 따라서 학생들 자신의 사고를 포기하지 않고 알고리즘과 연결시키도록 하는 방법으로 지도 방향을 제시해 보았다. 첫째, 아동들의 생활과 연계된 문제를 가져올 것. 둘째, 자신의 생각을 추상화하여 알고리즘의 표현방법인 순서도로 나타내 볼 것. 셋째, 알고리즘의 실행이라고 할 수 있는 프로그래밍을 직접 실습을 통해 실행해 보는 경험을 제공하는 방향으로 지도되어야 할 것이다. 대부분의 학생들이 프로그래밍, 알고리즘 교육을 학원에 의존하여 배우고 있는 현실에서 체계적으로 알고리즘을 형성해 나갈 수 있도록 하는 연구가 계속 이루어져야 할 필요가 있다.

6. 참고문헌

[1] 이옥화(2003), "컴퓨터교육 4u", 교육과학사.

[2] 전종란(1997). "개념학습에서 알고리즘 교수처방의 학습효과 분석", 서울대학교대학원.

[3] 이재규(2002), "c로 배우는 알고리즘", 세화.

[4] 박재년(2002), "컴퓨터 이해와 활용을 위한 컴퓨터 과학개론", 21세기사.

[5] 박인묵2002), "대안 알고리즘 적용을 통한 덧셈과 뺄셈 능력 신장 방안", 대구교육대학교 대학원.

[6] 이경화(2001), "초등학생을 위한 알고리즘 지도 방법", 서울교육대학교 대학원.

[7] 오승아(2000), "알고리즘 지도 방향에 관한 연구", 서울교육대학교 대학원.

[8] ANK저, 이영란역(2004), "알고리즘이 보이는 그림책", 성안당.