

웹 기반 교육용 트리 시각화 시스템의 설계 및 평가

김선경, 송영경, 유관희
충북대학교 교육대학원 전자계산교육과
e-mail:{dalsan, rbtree, khyoo}@cgs.chungbuk.ac.kr

Design and Evaluation of the Web-based Tree Visualization System for Education

Sun-Kyong Kim, Young-Kyoung Song, Kwan-Hee Yoo
Dept of Computer Education, Graduate School of Education,
Chung-Buk National University

요약

본 논문에서는 시각화 시스템의 설계와 평가를 통해 시각화 시스템이 어떻게 알고리즘 학습을 도울 수 있는가에 대해 기술한다. 본 논문에서 제시하는 트리 시각화 시스템은 자바로 구현하였으며 아래와 같은 특징을 제공한다. 1)동기적, 비동기적인 상호작용 제공 2)강의실, 연습실, 평가실의 구분 학습과 그래픽 요소 및 애니메이션의 제공 3)사용자의 입력에 대한 즉각적인 인터랙션의 제공 4)자바가 가능한 일반적인 웹 브라우저 상에서의 구동 등을 특징으로 한다.

본 논문에서는 여러 알고리즘 가운데 AVL 트리와 Red-Black 트리에 대한 시각화 시스템을 설계한다. 개발된 시각화 시스템은 알고리즘 학습에 활용하였으며, 평가를 통해 웹 기반 시각화 시스템을 이용한 수업이 전통적 수업에 비해 효과적이라는 결과를 도출하였다.

1. 서론

시각화란 '컴퓨터 소프트웨어의 효과적인 사용이나 이해를 쉽게 하기 위한 인간-컴퓨터 상호작용 기술로 문자, 그래픽, 애니메이션, 영화적 기술의 사용'이라고 정의된다[1]. 시각화에 대한 연구가 활발한 이유는 컴퓨터 과학 분야에서 중요한 위치를 차지하는 알고리즘이 논리적인 사고를 요하며, 숫자적 데이터와 텍스트적인 설명으로는 이해하기 어려운 특성이 있기 때문에 학습자로 하여금 이해가 쉽도록 하기 위함이다.

알고리즘 시각화에 대해 많은 연구가 행해지고 있는데, 대표적인 시스템으로는 BALSА[2], CAT[3], Zeus[4], TANGO, POLKA, SAMBA[5] 등이 실제 수업에 활용되고 있고 현재에도 연구가 계속되고 있다.

본 논문에서는 알고리즘 가운데 AVL 트리와 Red-Black 트리에 대한 시각화를 구현한다. AVL

트리에 대한 시각화 시각화 시스템은 존스 홉킨스 대학의 John Kloss의 시스템[6]이 대표적이며 Red-Black 트리의 시각화 시스템은 Cincinnati 대학의 John Franco[7]에 의해 개발된 것이 대표적이라 하겠다. 이들 시스템은 애니메이션 기능은 뛰어나나 알고리즘에 대한 정보나 설명의 부족으로 초보자의 학습에는 한계가 있는 것으로 드러났다. 또한 상호작용을 위한 도구가 전혀 마련되어 있지 않고, 학습자의 학습정도를 평가할 수 있는 기능이 포함되어 있지 않다는 단점 등이 지적되었다.

본 논문에서는 기존 시스템의 단점을 보완하여 동기적, 비동기적인 상호작용 제공 뿐 아니라 강의실, 연습실, 평가실을 구분하여 단계별, 수준별 학습이 가능하게 하였다. 또한 그래픽 요소 및 애니메이션의 제공으로 학습 효과를 극대화하였으며 사용자의 입력에 대한 즉각적인 인터랙션을 제공하였다. 이 시스템은 자바를 지원하는 웹 브라우저 상에서 실행되도록 설계하였기 때문에 시간적, 공간적인

제약을 극복한다.

개발된 시각화 시스템은 학부 3학년 알고리즘 수업에 활용하였으며 평가를 통해 시각화 시스템의 교육적 효과에 대해 제고하였다.

2절에서는 시스템의 구성에 대해 간단하게 기술하며 3절에서는 트리 알고리즘에 대한 시각화 과정에 대해 설명한다. 4절에서는 설문과 평가를 통해 시각화 시스템을 전통적 수업과 비교, 분석하며 5절에서는 결론을 맺는다.

2. 시스템 구성

본 시스템은 보다 효율적인 학습을 위해 세가지 영역으로 나뉘어진다. 강의실은 트리의 정의와 수행 과정을 그림과 텍스트를 통해 설명하고 있으며 연습실은 이론적으로 학습한 내용을 화면에 그래픽 요소와 애니메이션등의 시각적인 효과를 통해 구체적으로 확인할 수 있다. 마지막으로 평가실에서는 학습된 내용을 학습자 스스로 평가하고 그 결과를 피드백 받을 수 있다. 시각화 시스템의 전체 구조는 그림 1과 같다.

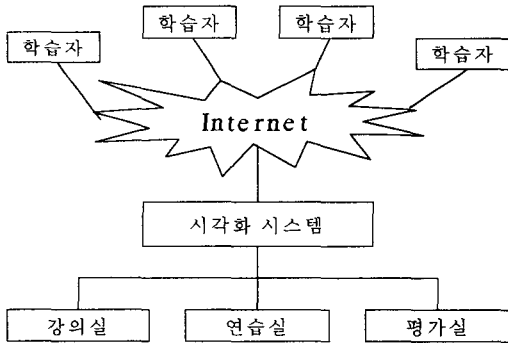


그림 1 시각화 시스템의 구조

3. 시각화 과정

학습자가 학습하기를 원하는 트리를 선택한 후 각 트리에 대한 강의실, 연습실, 평가실을 선택하여 학습하게 된다.

3.1 강의실

강의실 부분은 문자 정보에 익숙한 학생과 트리의 대한 개념이 형성되어 있지 않은 초보자들에게 유익한 곳으로 트리에 대한 정의, 트리 회전 방법, 삽입·삭제 방법 및 선수학습이 포함되어 있다. 강

의실에서의 학습은 그래픽과 애니메이션을 제공하여 흥미를 유발한다. 강의실에서의 학습내용은 파워포인트로도 볼 수 있게 다양화 하였다. 그림 2는 AVL 트리에 대한 강의실 화면을 보여준다.

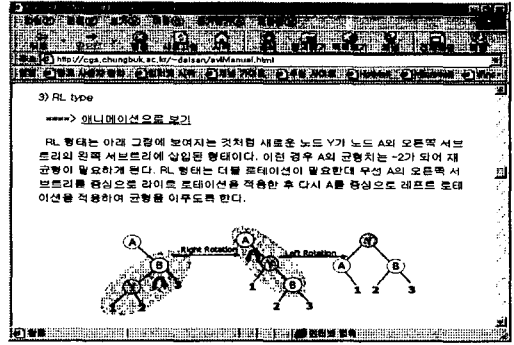


그림 2 강의실 화면

3.2 연습실

그림 3과 같이 연습실의 화면은 세부분으로 나뉘어져 있고 각각이 다른 정보를 제공한다. 화면은 그림 3에서 보는 바와 같이 화면 상단의 왼쪽 부분에는 해당 코드에 대한 알고리즘을 그림으로 나타내고 상단 오른쪽 부분은 코드를 출력하여 학습자로 하여금 현재 진행되고 있는 트리의 변화과정을 쉽게 이해하도록 돕는다. 화면 중앙에는 노드의 삽입, 삭제되는 과정을 애니메이션으로 보여준다.

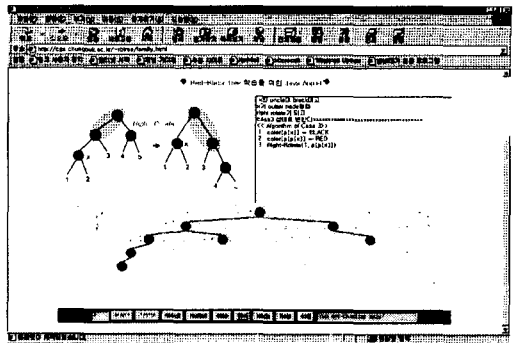


그림 3 연습실 화면

연습실에서는 학습자가 자기주도 학습이 가능하도록 설계하였다. 학습자는 원하는 노드 값을 입력한 후 "Insert"나 "Delete" 중 원하는 버튼을 클릭한다. 하단의 "step", "undo", "result" 등의 버튼을 이용하여 애니메이션 되는 과정을 시각적으로 확인함으로

써 스스로 원리를 깨닫게 된다. 반복학습이 가능하고 학습속도를 조절할 수 있어, 이해정도에 따라 학습속도 조절이 가능하다.

3.3 평가실

평가실은 강의실과 연습실을 통해 학습한 정도를 확인하는 영역이다. 버튼을 클릭하여 화면상에 문제가 주어지면 학습자는 문제에 대한 답을 답란에 입력하여 결과를 피드백 받는다. 문제에 대한 답이 화면상에 애니메이션되고 자신의 답이 맞는지 틀리는지를 바로 확인할 수 있다. 이 과정은 트리가 완성될 때까지 수행되며 회전방법이나 트리순회방법에 대한 도움말도 제공받을 수 있다.

평가실에 대한 화면구성은 그림 4와 같다.

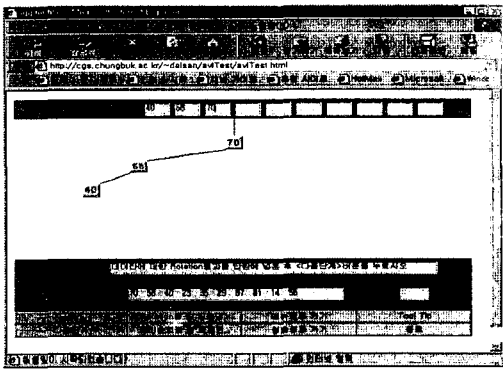


그림 4 평가실 화면

강의실, 연습실, 평가실 외에도 토론실과 자료실을 설치하여 실시간적으로 교사, 동료간의 협동을 유도하여 웹 수업이 갖는 단점을 보완하였다.

4. 실험 및 분석

4.1 실험설계 및 절차

실험은 표 1과 같이 알고리즘을 수강하는 학부생 60명을 대상으로 전통적 수업방식과 시각화 시스템을 이용한 웹 수업으로 나누어서 진행하였다.

교실 수업	웹 수업	
	수동형 수업	능동형 수업
20명	20명	20명

표 1 실험 설계

시각화 시스템을 이용한 수업은 하나의 인자를 두어 수동형 수업과 능동형 수업으로 구분하였다.

능동형 수업은 시각화 시스템의 웹 사이트 주소만을 알려주고 학생 스스로가 학습할 수 있도록 하였으며, 수동형 수업은 시각화 시스템을 이용함과 동시에 교사가 수업에 참여하였다. 교실 수업에서는 제한된 장소에서 교사-학생 간의 면대면 학습을 실시하였는데 수업 자료로는 파워포인트 슬라이드와 유인물이 사용되었고 판서를 통해 보충하였다. 수업은 각각 1시간 30분 동안 진행되었으며 수업이 끝난 후 시험지와 설문지를 통해 평가하였다. 시험지는 AVL 트리와 Red-Black 트리의 생성과정과 회전에 대한 이해 정도를 평가할 수 있는 14개의 문항으로 구성하였으며, 설문지는 각각의 수업에 대한 학생들의 주관적인 생각과 학습요인의 분석을 위한 문항들로 구성하였다.

4.2 실험 결과

시험지 평가 후의 결과는 표 2와 같다.

시험 평균(Total = 14)		
교실수업	웹 수업	
	수동형 수업	능동형 수업
12.0	12.8	10.8

표 2 실험 결과

시험지 평가 결과 수동형의 웹 수업을 받은 학생이 가장 높은 점수를, 교실수업과 능동형 웹 수업이 그 다음순으로 나타났다.

학생들이 애니메이션을 포함한 시각화 효과에 대해 관심을 나타내는가?

실제 교실 수업에 참여한 학생들은 설명이나 텍스트 위주의 내용을 이해하는데 어려워하는 반면 시각화 시스템을 이용한 학생들 대부분이 수업이 재미있었다고 대답하였고 수업에 적극적으로 임하는 모습을 보였다.

수업 중 교사와의 인터랙션이 원활하였다고 생각하는가?

시각화 시스템을 이용한 웹 수업이 교실 수업에 비해 학생들의 흥미를 유발하는 것은 사실이나 시험지 평가나 토론 결과 능동형의 수업은 수동형 수업에 비해 교사, 동료간의 인터랙션이 원활하지 못했다는 의견이 제기되었다. 이는 대화방이나 게시판의 이용

이 활발하지 않았음을 보여준다. 그러나 장소독립적인 접근이 가능하여 학습하기 편리하다는 의견이 많았다.

시각화 시스템이 학습에 효과적인가?

시각화 시스템을 이용한 학습 참여한 학습자 대부분이 효과적이었다는 긍정적인 대답을 하였으며, 텍스트 위주의 학습에 비해 이해하기가 쉬웠다는 의견이 많았다.

4.3 분석

시각화를 이용한 수업 가운데 수동형의 수업이 교실수업에 비해 더 나은 점수를 보였고, 능동형의 수업이 가장 낮은 점수를 나타냈다. 여기에서 우리는 시각화 시스템을 이용한 수업이 기존의 알고리즘 수업을 충분히 대체할 수 있음을 확인하였다. 또 하나의 주목할 만한 요인은 교사-학습자 간의 인터랙션의 문제와 수업 참여도이다. 수업참여도가 높은 학생에게 있어 웹 수업은 효과적일 수 있으나 그렇지 못한 학생에게는 덜 효과적임을 알 수 있었다. 실제로 능동형의 수업에 참여한 학생들은 학습에 소극적이었던 이유를 교사로부터 학습 동기를 얻지 못한 것을 들었다.

또한 자료실이나 토론실을 통해 교사-학습자 간의 인터랙션 장치를 마련해 놓았으나 세션이 형성되었을 때 자료실과 토론실의 이용이 활발하지 못했다.

본 논문에서 시각화 시스템의 장점과 교실 수업의 장점을 모두 포함한 수동형의 수업이 알고리즘 학습에 가장 효과적이었음을 확인하였다. 시각화 시스템을 능동형의 수업에 활용하기 위해서는 학습자 스스로가 학습동기를 가질 수 있도록 하는 인터랙션 방법에 대한 대안이 연구 되어야 할 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 AVL 트리와 Red-Black 트리에 대한 시각화 시스템을 구현하고, 실험을 통해 시각화 시스템의 잇점과 알고리즘 과목에 대한 최적의 수업 형태에 대해 알아보았다. 실험 결과 본 시각화 시스템이 다음과 같은 교육적 효과를 가짐을 확인하였다. 첫째, 흥미면에서 볼 때 교실에서 수동적으로 지식을 받아들이는 단방향 수업과는 달리 학습자가 적극적으로 조작해 보고 확인함으로써 흥미를 유도할 수 있다. 둘째, 이해면에서 볼 때 시각화 과정은 단계별

애니메이션을 통해 상세하게 반복적으로 보여줌으로써 모호함을 배제한다. 학습자가 교실수업에서 모호하게 알고리즘을 이해할 수 밖에 없었던 것을 시각화 과정을 통해 구체적으로 받아들일 수 있다. 셋째, 개인면에서 학습자들은 각각 다른 능력과 특성, 상황을 가지고 있다. 그러한 학습자에게 웹을 기반으로 한 시각화 시스템은 시간과 공간의 제약없이 개인별 학습수준에 따라 학습시간과 과정을 구성할 수 있다. 넷째, 평가면에서 학습자는 강의실과 연습실에서 학습한 내용을 정확히 이해하였는지 평가실에서 평가를 통해 학습상태를 확인할 수 있다.

본 논문에서 시각화 시스템이 알고리즘 교육에 도움을 줄 수 있다는 가능성을 발견하였다. 향후 더 많은 기능과 교육적 효과를 지닌 시각화 시스템들이 구현되고 실험을 통해 교육적 효과가 검증되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Price, B. A., Baecker, R. M. and Small, I. S. (1994), A Principled Taxonomy of Software Visualization, *Journal of Visual Languages and Computing* 4(3):211-266.
- [2] Brown, M. H. & Sedgewick, R. (1984). A System for Algorithm Animation. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH '84*, (PP. 177-186). NewYork:ACM.
- [3] Marc H., Brown and Marc A.Najork (1996), Collaborative Textbooks : A Web-Based Algorithm Animation System for an Electronic Classroom, *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*.
- [4] Brown, M.H. (1991). Zeus : A System for Algorithm Animation and Multi-View Editing. In *Proceedings of IEEE Workshop on Visual Languages*, (pp. 4-9). New York : IEEE Computer Society Press.
- [5] <http://www.cc.gatech.edu/gvu/>
- [6] <http://pentagon.cs.jhu.edu/~jkloss/htmls/structures/avltree.html>
- [7] <http://www.ece.use.edu/~franco/C321/html/RedBlack/redblack.html>