

기초 알고리즘 학습을 위한 알고리즘 시각화 시스템의 효용성 분석

오경숙* · 이상진* · 김응곤** · 박경욱* · 류남훈* · 이혜미*

Usability Analysis of Algorithm Visualization Tool for Learning Basic Algorithms

Kyeong-sug Oh* · Sang-jin Lee* · Eung-kon Kim** · Kyoung-wook Park* · Nam-hoon Ryu* · Hye-mi Lee*

요 약

알고리즘과 프로그래밍 교육 과정은 전자공학 및 컴퓨터 관련학과를 비롯한 많은 이공계 학과에서 매우 중요한 교과목으로 인식된다. 본 논문에서는 프로그래밍 과정 중 기본 알고리즘에 대해 쉽게 익힐 수 있도록 기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 언어 학습 시스템의 효용성을 분석하였다. 그 결과 본 시스템을 사용한 실험 단체가 비 실험 단체보다 학업성취도가 15점 이상 높았다. 그리고 실험 참가 학생들의 C 언어 프로그래밍에 대한 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 적합성, 다음 학기 수업 희망 사항 등에서도 5점 척도 평균 값이 약 4점 이상으로 높게 나타났다.

ABSTRACT

The curriculum of programming education including algorithm has been recognized as a very important subject to many students majoring in natural sciences and engineering including electronic engineering and computer related departments. This study analyzed usability of the learning system of programming languages using basic algorithms so as for students to easily learn basic algorithm among the entire programming curriculum. The results show that the grade of learning achievement of experimental group using the learning system is 15 points higher than that of non-experimental group and the grade of interest, concentration, effectiveness, understanding, convenience, suitability, and attending a lecture in the next semester are 4 points or more of 5 points criterion.

키워드

알고리즘 교육, 프로그래밍 교육, 순서도, 기초 알고리즘

1. 서론

21세기는 급변하는 사회로서 어떤 문제가 주어졌을 때 상황에 적합한 해결방안과 아이디어로 그 문제를 해결해 나갈 수 있도록 해야 한다. 이러한 문제해결 방법에는 창의력, 문제해결력, 논리적 사고력과 같은 고등인지 능력이 필요하다. 고등인지 능력과 사고력은

프로그래밍 교육을 통하여 충분히 습득이 가능하다 [1][2].

프로그래밍 교육의 이러한 학습 효과에도 불구하고, 현재 프로그래밍 교육은 문법에 대한 기계적 암기나 프로그래밍 언어의 사용법을 익히는데 치중하고 있어서 학습자의 인지부담이 크며, 논리적 사고력을 기르는데 적합한 방법이 되지 못하고 있다. 또한 현재

* 순천대학교 컴퓨터학과(oksug10@naver.com)

** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터학과(kek@sunchon.ac.kr)

접수일자 : 2011. 02. 17

심사(수정)일자 : 2011. 03. 18

게재확정일자 : 2011. 04. 12

프로그래밍 교육은 학습자의 특성이나 인지 발달 정도에 대한 고려가 부족한 상태에서 일률적으로 이루어지고 있다[2].

프로그램을 비롯한 알고리즘은 데이터의 사전 지식과 수학적 사고능력을 필요로 하므로 많은 이들이 어려워하고 있다. 본 시스템에서는 알고리즘의 진행 과정을 순서도로 표현하고, 진행 순서를 알아볼 수 있도록 시각적으로 표현하는 C언어 프로그램을 제공함으로써 학생들에게 프로그램의 흥미도를 증가시킬 수 있도록 하였다. 이 시스템을 전남지역 소재 모대학 학생을 대상으로 본 시스템의 일부분을 적용하여 봄으로써 시스템의 효용성을 분석해 보았다.

본 논문의 구성은 II장에서는 관련 연구로서 프로그램의 필요성과 알고리즘 시각화에 대해 알아보고, III장에서는 시스템의 구성을 알아보았으며, IV장에서는 실제 교육에서 적용 후 평가하여 보고, 마지막 V장에서는 결론을 제시한다.

II. 관련연구

관련 연구로는 C언어 교육의 필요성과 현재 실행하고 있는 알고리즘 시각화에 대해서 알아보았다.

2.1 프로그래밍 교육의 필요성

프로그래밍 과정은 문제 해결 과정을 연습하고, 창조적이며, 발명적인 문제 해결 방법을 연습할 수 있으며, 지적 사고력을 높일 수 있고, 인지 발달에도 도움을 주며, 문제 해결 방법에 대한 실험적 방법을 촉진시킨다. 프로그래밍은 주어진 문제를 해결하기 위해 계획을 세우고, 프로그래밍 언어의 구문이나 어휘를 기억하였다가 재생하는 것 이상의 인지적 기술을 필요로 할 뿐만 아니라, 프로그래밍 환경이 프로그래머에게 주는 즉각적인 피드백 같은 서비스를 제공함으로써 그 과정에서 요구되어지는 인지적 기술들을 향상시켜 준다. 프로그래밍 교육은 문제 분석 및 해결 능력, 논리적 사고력, 절차적 문제 해결 방식 등을 습득할 수 있으며, 다른 응용 프로그램들을 더욱 깊이 이해하고 잘 활용할 수 있는 기초가 될 수 있다[3].

프로그램은 문제에 대한 지식을 동원하여 문제 해결 전략을 세우고, 알고리즘을 구현한 후 프로그램 언어

표 1. 프로그램 교육의 필요성
Table 1. The need for training programs

범주	세부요소	평균	표준 편차	선택 여부
고등 사고력	창의적 사고력 향상	4.2	0.42	○
	논리적 사고력 향상	4.9	0.32	○
	추상적 사고력 향상	4.4	0.97	○
	분석적 사고력 향상	4.5	0.53	○
	절차적 사고력 향상	4.4	0.52	○
	메타인지적 사고력 향상	4.1	0.74	○
	수학적 사고력 향상	3.6	0.93	
문제 해결력	일반적 문제해결능력 향상	4.7	0.48	○
	컴퓨터를 이용한 문제 해결능력 향상	4.8	0.42	○
	다양한 문제해결 전략을 이끌어내는 능력 향상	4.1	0.74	○
	응용 소프트웨어 활용 능력 향상	3.3	1.02	○
지식 습득	H/W 지식 습득	4.4	0.97	○
	컴퓨터 처리 과정 지식 습득	4.7	0.48	○
	S/W 동작 원리 습득	4.0	0.67	○
	수학/과학 지식 습득	4.5	0.53	○
	추상적 개념 지식 습득	4.5	0.53	○
의사 표현	자기 생각을 정확하고, 명료하게 표현하는 능력 향상	4.5	0.53	○
	자기 생각을 시각화하여 표현하는 능력 향상	3.7	0.78	
정의적 요인	자기 주도적 학습 능력 향상	4.0	0.67	○
	동기 유발	4.6	0.52	○
	성취감 획득	4.7	0.48	○
	협동심	3.4	0.89	
	계획적인 태도	3.5	0.74	
	자신감 획득	4.4	0.82	○

로 부호화하는 과정[4]으로 논리적 사고력을 배양하고, 오류 검증 및 수정 작업에서 반성적 사고 능력과 같은 고등인지기술을 향상시킬 수 있다.

이러한 프로그래밍 교육은 정보화 시대가 요구하는 각 교과를 초월한 확산적 사고력과 문제해결력을 신장시킬 수 있는 교육으로 아주 중요한 자리를 차지하고 있다[5].

표 1은 프로그래밍 교육과 필요성의 인식변화에 관한 연구이다. 프로그램의 필요성을 교육학과 박사과정 이상을 수료하고 프로그램 강의를 2년 이상 수행한 경험이 있는 교수자 10명을 대상으로 세분

화된 요소를 제시해 리커트(LIKERT) 5점 척도를 이용하여 평가하였다[6].

2.2 알고리즘 시각화

현재 개발된 프로그램 시각화 시스템으로는 병렬 프로그램에서의 시각화, Heterogeneous 환경에서의 시각화 등 여러 방면으로 연구되어 지고 있다. 또한, 자바를 위한 Jeliot 3[7], C++와 Ville와[8], Planani[9]을 위한 VIP[10]등 많은 프로그램 시각화 도구가 있다. 대표적인 알고리즘 시각화 시스템으로는 WinSanal[11], Morris[12], WinHIPE[13], 컴포넌트 ADVA, 셀프 애니메이션 프레임 워크, JHAVE[14] 등이 있다. 이러한 시스템들은 데이터 구조 및 프로그래밍 언어에 대한 사전 지식이 없는 초보자들이 직접 실행하기에는 어렵기 때문에 초보프로그래머가 학습할 수 있도록 자료구조의 흐름을 파악할 수 있는 시스템이 필요하다.

III. 기초 알고리즘을 위한 알고리즘 시각화 도구

기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 학습 시스템(그림 1)은 기호선택 모듈, 순서도 배치 모듈, 진행과정 표현 모듈, 명령어 해석 모듈, 소스코드 실행 과정 표현 모듈로 구성되어진다[15].

3.1 기호 선택 모듈

기호 선택 모듈은 가장 상단에 위치하여 있으며, GUI 환경을 통하여 선택할 수 있는 모듈로써, 순서도 기호에 각각 풍선 도움말이 있어 선택하는 순간 설명이 되어 진다.

3.2 순서도 배치 모듈

순서도 배치 모듈은 순서도가 작성되어진 영역으로 사용자는 알고리즘을 순서도 기호를 이용하여 순서도로 작성할 수 있다. 순서도를 작성할 때 변수선언, 조건입력, 명령입력, 분기 방향등을 설정을 하여 순서도를 작성한다.

3.3 진행과정 표현 모듈

진행과정 표현 모듈은 이동이 가능하며, 현재 그림

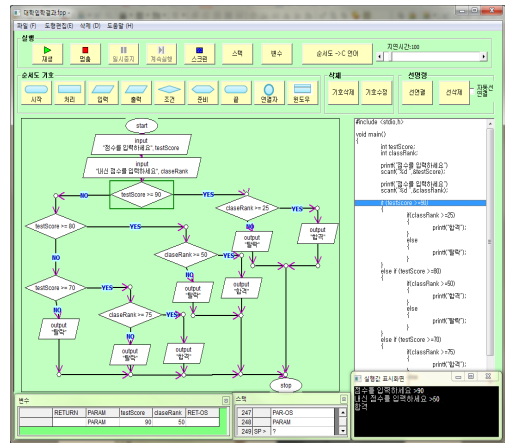


그림 1. 기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 학습 시스템

Fig 1. Programming learning system using basic algorithms

에서는 가장 하단에 위치하고 있다. 이 모듈에서는 3개의 창이 있는데 진행과정표현창, 메모리뷰 창, 결과창으로 구성된다.

실험 참가자들은 이곳에서 순서도가 실행되어진 결과 값과 실행 상태 등의 확인이 가능하다.

3.4 명령어 해석 모듈

명령어 해석 모듈은 실행 단추를 눌렀을 경우에 토큰을 분리하고 어휘를 분석하고 구문분석을 하는 것으로써 순서도의 실행 시 결과 값이 나올 수 있도록 하여 준다. 순서도 기호가 부적절하게 배치된 경우 에러 메시지가 출력된다.

3.5 소스코드 실행 과정 표현 모듈

실행 과정 표현 모듈은 실행단추를 선택 하였을 때 순서도가 진행 단계별로 실행되도록 하였다. 초보 프로그래머들은 프로그램의 실행 순서를 눈으로 확인할 수 있으며, 속도를 조절하여 빠르게 또는 느리게 할 수 있다. 참가 대상자들은 프로그램을 처음 접하는 학생들이기에 처음에서 느린 속도로 실행 해 보길 원했다. 그러다가 어느 정도 이해가 되었을 때는 속도를 빨리해서 확인을 하였다.

IV. 실험 및 결과

4.1 실험 방법

본 시스템의 효용성을 분석하기 위하여 학생들을 2개의 집단으로 분류하였다. 첫 번째 집단은 본 시스템을 이용하여 C언어 학습을 진행하는 학생 30명이며, 두 번째 집단은 본 시스템을 사용하지 않고 C언어 교육을 진행하는 학생 30명으로 분류하였다. 실험을 실시하기 전 두 집단은 동일 집단임을 검증하기 위하여 사전 학업 성취도를 검사하였다.

실험은 2010년 8월 30일부터 시작하여 2010년 10월 20일까지 일주일에 한번씩 3시간으로 진행하였으며, 수업을 모두 마친 후 실험집단과 비 실험집단의 학업 성취도 차이를 검증하기 위하여 사후 학업성취도 검사를 실시하였다. 그리고 실험집단은 본 기초 알고리즘을 활용한 프로그램 학습 시스템에 대한 학생들의 인지도를 알아보기 위하여 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 적합성, 향후 수업진행 등에 대한 5점 척도평가를 조사하였다.

4.2 실험 대상

본 실험은 전남지역 소재 ○○대학 학생 60명을 30명씩 2개의 집단으로 나누어 실시하였으며, 실험집단은 본 학습 시스템을 이용하여 C 프로그램 수업을 하였고, 비 실험집단은 본 교육 시스템을 적용하지 않고 C 프로그래밍 교육을 받도록 구성하였다.

두 실험집단이 동일 집단인가를 검증하기 위해 C 프로그래밍 교과목의 동일 내용에 관한 사전 학습준비도 검사를 실시한 결과(표 2), 실험집단은 평균 47.34이고, 비 실험집단은 47.52로써 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 따라서 실험집단과 비 실험집단은 동일 집단임이 확인되었다.

4.3 실험결과

기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 교육시스템 적용이 학생들의 학업성취도에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 시스템을 적용한 후 실험집단과 비 실험집단의 학업성취도를 살펴 본 결과는 표 3과 같다.

표 2. 실험 전 학업 성취도
Table 2. Achievement before tests

구분	실험집단 (n=30)		비 실험집단 (n=30)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차
학업 성취도	47.34	12.04	47.52	11.34

실험집단은 평균 성취도가 86.63으로 비교적 높게 나왔으며, 비 실험집단은 평균 성취도가 71.97로, 실험집단이 비 실험 집단에 비하여 약 15점 정도가 높게 나온 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 시스템은 성취도에서 C언어 프로그램을 학습하는 학생들에게 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 3. 학업성취도 분석 결과
Table 3. Achievement analysis results

구분	실험집단 (n=30)		비 실험집단 (n=30)	
	평균	표준 편차	평균	표준 편차
학업 성취도	86.63	20.53	71.97	25.92

본 시스템을 이용한 실험집단 30명에게 본 시스템을 사용하였을 경우에 대한 흥미도, 학습 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 차후 학기 수업 진행 여부 등을 설문을 실시하여 리커트(LIKERT) 5점 척도로 조사하였다. 설문 결과(표 4) 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 적합성, 다음 학기 수업 희망 사항 등에서 모두 높은 점수를 부여한 것으로 나타났다.

그림 2는 본 시스템 사용 후 실험집단에게 받은 설문지를 토대로 하여 5점 척도의 평균을 그래프로 나타낸 것이다. 실험자들은 어떤 문제를 해결하고자 할 때 알고리즘을 이용하여 설계를 하고, 순서도로 직접 작성하고 실행하여 결과 값을 확인 후 프로그램을 작성한다. 실험집단의 경우 본 시스템을 사용하여 본인이 직접 순서도를 작성하고 실행시켜 볼 수 있기 때문에 흥미도가 가장 높게 나타났으며, 직접 실행하여

결과를 확인함으로써 집중도, 이해도, 효과성도 상당히 높게 나타났다.

표 4. 실험집단 5점 척도 평균
Table 4. The 5-point scale average of the experimental

	매우 좋다	좋다	보통	좋지 않다	싫다	평균 점수
흥미도	17	8	3	1	1	4.30
집중도	12	10	4	3	1	3.97
이해도	12	13	3	1	0	4.24
효과성	14	10	2	2	2	4.07
편리성	9	12	6	2	1	3.87
적합성	12	15	1	1	1	4.20
수업희망	21	4	3	1	1	4.43

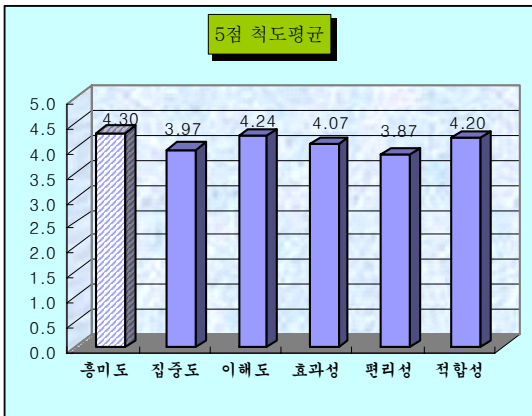


그림 2. 본 시스템 평가 (5점 척도)
Fig. 2 Evaluation of this system (5 point scale)

그리고 직관적으로 이해하기 쉬운 GUI방식의 순서도를 사용함으로써 편리성과 적합성 또한 상당히 좋은 점수를 부여한 것으로 나타났다. 차후 수업 진행 여부에 대해서도 30명중에 25명 이상을 차지하여 매우 호응도가 높게 나타났다.

V. 결론

프로그래밍 언어의 학습은 수학적 사고와 데이터

구조에 대한 사전지식을 필요로 하므로 프로그래밍 입문자들은 매우 어려워하며, 프로그래밍 입문자들이 쉽게 학습할 수 있는 실기 위주 보조 프로그램의 필요성이 절실히 대두되고 있다.

본 논문에서는 프로그래밍 입문자들도 프로그래밍 언어와 알고리즘에 대한 기본 지식이 없어도 쉽게 습득할 수 있는 기초 알고리즘을 활용한 프로그램 학습 시스템의 효용성 증진 방안에 대하여 연구하였다.

본 시스템을 이용하여 실험을 진행한 결과 학습 성취도는 비 실험집단보다 실험집단이 약 15점 이상 증가한 것으로 나타났다. 또한 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 적합성, 다음 학기 수업 희망 사항 등에서도 약 4점 이상의 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 하지만 더 많은 대학과 학생을 대상으로 수업에 활용하여 보고 더 많은 분석을 통하여 표본화 작업이 필요하다.

감사의 글

이 논문 또는 저서는 2011년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음. (KRF-2008-313-D00001)

참고 문헌

- [1] 백영균, "컴퓨터 프로그래밍에 대한 심리학적 접근", 교육공학연구, 제4권, 제1호, pp. 145-165, 1988.
- [2] 정은숙, 허민, 진영학, 김영식, "중학교 프로그래밍 수업에서 순서도 학습이 논리적 사고력과 성취도에 미치는 영향", 한국컴퓨터교육학회 논문지, 제12권, 제6호, pp. 11-19, 2009.
- [3] 신은미, 김현철, "일반계 고등학교에서의 컴퓨터 교과 교육과정에 대한 현황과 개선방향", 정보처리학회지, 제9권, 제5호, pp. 26-34, 2002.
- [4] 이정모, 이건효, "초보자의 C언어 학습과정에 대한 인지심리학적 분석 연구 : 프로그래밍 학습과정 동안의 은유 사용의 효과", 인지과학, 제9권, 제4호, pp. 2-3, 1998.
- [5] 오일석, 양재동, 김수형, "국내 컴퓨팅 교육의 현황, 문제점, 그리고 개선방향", 정보과학회지, 제25권, 제7호, pp. 14-20, 2007.
- [6] 차승은, 김정아, 김종혜, 이원규, "프로그래밍 교육과 필요성의 인식변화에 관한 연구", 한국컴

퓨터교육학회 논문지, 제12권, 제1호, pp. 1-13, 2009.

- [7] Moreno, A, N. Myller, E. Sutinen and M. Ben-Ari, "Visualizing programs with Jeliot 3," Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces AVI 2004, pp. 373-376, 2004.
- [8] Rajala, T, M.-J. Laakso, E. Kaila and T. Salakoski, "VILLE - A language-independent program visualization tool," Proceedings of The Seventh Koli Calling Conference on Computer Science Education, pp. 1-9, 2007.
- [9] Sajaniemi, J. and M. Kuittinen, Visualizing roles of variables in program animation, Information Visualization, pp. 137-153, 2004.
- [10] Virtanen, A. T, E. Lahtinen and H.-M. Järvinen, VIP, "A Visual Interpreter for Learning Introductory Programming with C++", Proceedings of the Fifth Finnish/Baltic Sea Conference on Computer Science Education, pp. 129-134, 2005.
- [11] P. Szmaj and J. Francik, "Algorithm Animation and Debugging with The WinSanal System," Proc. of IASTED Conference Applied Informatics, pp. 233-236, 1997.
- [12] John Morris, "Algorithm Animation," ACM International Conference Proceeding Series, Vol.106, pp. 15-20, 2005.
- [13] Fernando Naharro-Berrocal, Cristobal Pareja-Flores and J. Angel Velazquez-Iturbide, "Automatic in A Programming Environment," 30th ASEE/IEEE, S2C-6, pp. 1-3, 2000.
- [14] Essi Lahtinen and Tuukka Ahoniemi, "Kick-Start Activation to Novice Programming-A Visualization-Based Approach," Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Vol. 224, No. 1, pp. 125-132, 2009.
- [15] 박경욱, 오경숙, 류남훈, "기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 언어 학습 시스템", 한국전자통신학회논문지, 제5권, 제1호, pp. 66-73, 2010.

저자 소개

오경숙(Kyeong-sug Oh)



2007년 8월 : 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과 (이학사)

2009년 8월 : 순천대학교 컴퓨터과학과 (이학석사)

2009년 9월 ~ : 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정 재학 중

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI

이상진(Sang-jin Lee)



1910년 2월 : 순천대학교 컴퓨터 과학과 (이학사)

2010년 3월 : 순천대학교 컴퓨터과학과 석사과정 재학 중

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI

김응곤(Eung-kon Kim)



1980년 2월 : 조선대학교 전자공학과 (공학사)

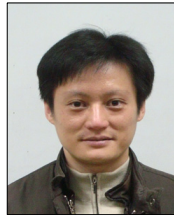
1986년 2월 : 한양대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)

1992년 2월 : 조선대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)

1993년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터과학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI

박경욱(Kyoung-wook Park)



1996년 8월 : 순천대학교 전자계산학과 (이학사)

1999년 8월 : 전남대학교 전산통계학과 (이학석사)

2004년 8월 : 전남대학교 전산학과 (이학박사)

※ 관심분야 : 병렬 및 분산처리, 그래프 이론, 알고리즘



류남훈(Nam-hoon Ryu)

2007년 2월 : 한국방송통신대학교
컴퓨터과학과 (이학사)

2009년 2월 : 순천대학교 컴퓨터과
학과 (이학석사)

2009년 3월 ~ : 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정
재학 중

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 알고리즘



이혜미(Hye-mi Lee)

2004년 2월 : 순천대학교 정보통신
공학부 (공학사)

2008년 9월 : 순천대학교 컴퓨터과
학과 석사과정 재학 중

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI