

# 구조적 프로그래밍 언어 교육을 위한 알고리즘 시각화 시스템의 효용성 분석

오연재\* · 박경욱\* · 김응곤\*\*

## Analysis on the Effectiveness of Algorithm Visualization System for Structured Programming Language Education

Yeon-Jae Oh\* · Kyoung-Wook Park\* · Eung-Kon Kim\*\*

### 요약

프로그래밍은 문제분석, 논리적 사고력, 절차적 문제해결과 같은 다양한 능력을 요구하므로 많은 학생들이 어려워하고 있다. 본 논문에서는 알고리즘의 개념을 쉽게 정립할 수 있도록 알고리즘 시각화 시스템을 이용하여 교육한 후 학업성취도 및 설문평가를 통하여 시스템의 효용성을 분석하였다. 평가를 위해 3개 대학의 프로그래밍과 알고리즘 교과목을 수강하는 학생들을 2집단 각각 6팀으로 분류하여 교육을 실시하였다. 알고리즘 시각화 시스템을 이용하여 교육을 적용한 집단은 비적용집단 보다 학업성취도가 17.4점 이상 높게 나타났다. 또한 적용집단에 설문조사결과 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성이 높게 나타났다.

### ABSTRACT

Programming is an area that many students have difficulty on because it requires various skills, such as problem analysis, logical thinking, and procedural problem-solving skills. In this paper, a system visualizing algorithm was used to set up algorithmic concepts easily and effectiveness of the system was analyzed through scholastic achievement test and survey after learning through this process. For evaluation, we divided students who take courses on programming language and algorithm in 3 universities into 2 groups with 6 teams in each group. The group that trained this system visualizing algorithm had scored 17.4 points higher in terms of scholastic achievement than the group that did not train such method. Moreover, according to the survey, the group had higher scores in terms of interest level, concentration level, comprehension, effectiveness, and convenience.

### 키워드

Algorithm education, Programming education, Flow-chart  
알고리즘 교육, 프로그래밍 교육, 순서도, 기초 알고리즘

## 1. 서론

지구촌 곳곳의 모습은 컴퓨터와 과학의 발전으로 하루가 다르게 변하고 있다[1][2]. 빠르게 발전하는 과학기술은 고도의 정밀한 수학적 연산능력과 수많은

데이터를 처리하는 컴퓨터의 기술발전으로 이루어진다 [3][4]. 컴퓨터는 프로그래머라는 명령에 의해 움직인다.9 때문에 컴퓨터 언어를 익혀 프로그램을 효율적으로 작성하는 일은 매우 중요하다. 7차 교육과정부터 초등학교에서부터 프로그래밍 언어와 알고리즘 교육

\* 순천대학교 컴퓨터학과(oksug10@sunchon.ac.kr)

\*\* 교신저자 : 순천대학교(kek@suncheon.ac.kr)

접수일자 : 2011. 11. 05

심사(수정)일자 : 2011. 12. 05

게재확정일자 : 2011. 12. 22

을 하고 있다. 자료구조나, 알고리즘, 문제분석, 논리적 사고력, 절차적 사고력 등 다양한 능력이 필요로 하므로 많은 학생들이 이해하는데 어려워한다.

이러한 어려움을 해결하기 위해 다양한 형태의 알고리즘 및 프로그램 시각화 기법이 연구되고 있다. 프로그램 시각화 시스템으로는 Jeliot 3[5]과 Ville[6], Planani[7], VIP[8] 등의 도구가 있다.

알고리즘 시각화 시스템으로는 WinSanal[9] 과 Morris[10], WinHIPE[11], 컴포넌트 ADVA, 셸프 애니메이션 프레임 워크, JHAV'E[12] 등의 시각화 시스템[13]이 제안되었다. 그러나 알고리즘 및 자료구조, 프로그램에 대한 사전 지식을 요구하므로 초보자들이 쉽게 활용하기 어렵다. 따라서 프로그램에 대한 사전 지식이 없는 사용자도 쉽게 프로그램 학습을 할 수 있는 시스템이 요구된다.

[14]에서 제시한 알고리즘 시각화 시스템은 초보 사용자들도 알고리즘과 프로그래밍을 별도의 교육 없이 쉽게 익힐 수 있도록 GUI 기반의 직관적 인터페이스를 제공한다. 또한 순서도를 직접 그릴 수 있으므로 알고리즘의 개념을 쉽게 이해할 수 있다. 생성되어진 순서도는 실행이 가능하며, 실행되는 프로그램의 진행 순서, 변수의 변화, 스택의 변화, 결과 값, C언어 소스코드까지 시각화 하여 제공함으로써 학생들이 쉽게 알고리즘과 프로그램을 익힐 수 있다.

본 논문에서는 [14]에서 제시한 알고리즘 시각화 시스템을 이용하여 전체 240명을 2개의 집단 각각 6개의 팀으로 나누어 주당 2시간씩 15회 교육한 후 효율성을 분석하였다. 알고리즘 시각화 시스템을 적용한 집단은 적용하지 않은 집단보다 학습성취도가 17.4점이상이 나왔으며, 설문조사결과 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성이 높은 것으로 나타났다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 구조적 프로그래밍을 위한 알고리즘 시각화 시스템을 기술하며, 3장에서는 실제 교육에서 적용 후 효율성을 분석한다. 그리고 마지막 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 알고리즘 시각화 시스템

그리고 알고리즘의 진행과정을 시각화 하여 순서도의 실행과정 확인 및 스택, 변수의 데이터 흐름을 실

시간으로 확인할 수 있다. 그림 1은 알고리즘 시각화 시스템의 구성도를 나타낸다.

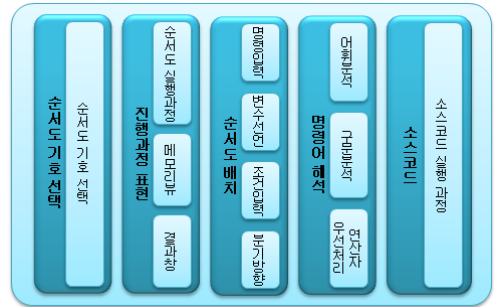


그림 1. 알고리즘 시각화 시스템 구성도  
Fig. 1 Algorithm visualization system architecture

순서도 배치 모듈에서는 선택되어진 순서도 심볼을 배치하여 알고리즘을 구현 한다. 또한 진행과정 표현 모듈에서는 구현되어진 알고리즘의 진행 단계 단계를 확인할 수 있도록 실행하고 진행자의 요구에 따라 진행이 가능하도록 한다. 그리고 명령어 해석 및 소스코드 실행 과정 표현 모듈에서는 해석 되어진 명령어들이 C언어로 변환되어 표현 된다.

그림 2는 알고리즘 시각화 시스템 화면으로 알고리즘 시각화 시스템의 화면구성은 순서도 인터페이스, 순서도 동적 뷰, 소스코드 동적 뷰, 메모리 뷰 모듈로 구성된다.

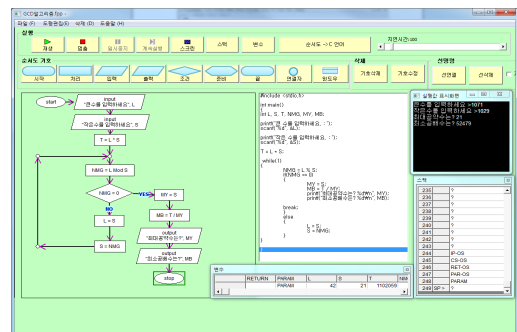


그림 2. 알고리즘 시각화 시스템 실행 화면  
Fig. 2 Screen shot of algorithm visualization system

순서도 인터페이스는 작성하고자 하는 알고리즘에 맞게 입력 및 처리, 조건 기호 등의 순서도 기호를 선



그림 3. 알고리즘 시각화 시스템을 활용한 유클리드 알고리즘 단계별 실행과정  
 Fig. 3 Step-by-step implementation process of euclidean algorithm using algorithm visualization system

택한 후, 작업창에 배치하여 순서도를 작성할 수 있도록 순서도 인터페이스로 구성된다. 반복 기능, 함수 호출 기능이 있어 모든 유형의 알고리즘에 대해 작성이 가능하다.

순서도 동적 뷰는 알고리즘의 흐름을 이해하기 쉽도록 현재 단계의 순서도 기호에 대해 마킹 처리하여 순서도를 통한 데이터 처리 과정을 쉽게 이해할 수 있다.

소스코드 동적 뷰는 프로그램의 진행과정을 사용자가 이해하기 쉽도록 현 진행단계의 소스에 대해 마킹 처리하고 메모리 뷰는 알고리즘에 대한 문제 해결 전략을 세우기 위해서는 자료 구조를 비롯한 메모리의

변환 과정을 이해가 쉽도록 하였다. 그러므로 알고리즘 학습 시 사용자로부터 입력받은 데이터의 변수 저장 과정 및 변수 간의 관계, 변수의 변화 과정을 확인할 수 있다. 그림 3은 각 단계별 과정을 순서도 실행 모듈, 프로그램 실행모듈, 실행 값 변화, 변수 값 변화 등을 나타낸다.

### III. 효용성 평가 및 분석 결과

알고리즘 시각화 시스템의 효용성을 분석하기 위하여 학생들을 대상으로 시스템을 사용하여 교육 후 분

석하였다. 240명을 3개의 대학을 선정하고 2개의 집단 각각 6개의 팀으로 구성하였다. 을 선정하였으며, 2집단 6팀으로 선정하였다. 알고리즘 시각화 시스템을 활용해서 교육을 받은 적용집단과 그렇지 않은 비적용 집단의 학업성취도를 검증하기 위하여 사전 학업 성취도와 사후 학업성취도 검사를 하였다. 그 결과를 분석하기 위한 방법으로 T-test 검증방법을 사용하였으며, 평가도구는 SPSS를 활용하였다.

**3.1 효용성 평가방법**

알고리즘 교육은 일주일에 2시간씩 15주간 시행하였다. 표 1은 각 과목별로 분석 대상과 과목을 나타낸다.

표 1. 분석 대상  
Table 1. Analysis target

학교	학과	개설시기	교과목	적용집단	비적용집단
A	컴퓨터 과학과	3학년 1학기	알고리즘	20명	20명
		2학년 1학기	프로그래밍 언어론	20명	20명
B	전자과	2학년 1학기	알고리즘	20명	20명
		1학년 1학기	프로그래밍 언어론	20명	20명
C	컴퓨터 정보과	2학년 1학기	알고리즘	20명	20명
		1학년 1학기	프로그래밍 언어론	20명	20명
합계	3개 대학의 프로그램과 알고리즘			120명	120명

프로그래밍 교육이 들어가기 전에 학습준비도 검사를 실시하여 대응표본 통계량 및 검정 표 2를 추출하였다. 그 결과 적용집단은 평균 42.76과 비적용 집단은 42.82으로 수치화되었다. 두 집단 간의 T-test값 0.44와 P(유의확률)은 0.96으로써 통계상으로는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 따라서 적용집단과 비적용집단은 동일한 집단임이 확인되었다.

**3.2 효용성 분석 결과**

기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 교육시스템 적용하여 학생들에게 표 3은 교육을 적용 후 평가방법이다. 교육 마지막 시간에 설문조사를 실시하였다. 학생들의 학업성취도에 변화를 알아보기 위하여 적용

표 2. 교육 전 통계 및 대응표본 T-검정  
Table 2. Statistics and paired samples t-test before training

	적용 집단	비적용집단
평균	42.76	42.82
표준편차	14.03	13.55
평균의 표준오차	1.28	1.24
적용집단-비적용집단 평균	0.058	
적용집단-비적용집단 표준편차	14.370	
적용집단-비적용집단 평균의 표준오차	1.312	
적용집단-비적용집단 T	-0.044	
적용집단-비적용집단 P	0.965	

집단과 비적용집단의 교육 후 학습 성취도 사후검사를 실시하였다. 표 4는 교육 후 대응표본 t-검정 및 통계분석의 결과이다. 알고리즘 시각화 시스템을 활용하여 교육을 하였을 때 적용 집단의 평균값은 89.51점이며, 비실험 집단의 평균값은 72.16점으로 적용집단이 17점 이상의 향상된 효과가 나타났으며, T-test는 12.558 P(유의확률)은 0.001으로 유의미한 차이를 보였다(p<0.05). 따라서 알고리즘 시각화 시스템을 적용한 학생들의 학업성취도 향상에 효과적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 그림 4는 교육전과 교육후의 학업성취도를 나타낸다.

표 5는 적용집단에게 설문지를 활용하여 흥미도, 집중도, 이해도, 효과성, 편리성, 적합성을 조사한 결과이다. 설문 평가한 평균값이 흥미도(81.67점), 집중도(86.83점), 이해도(82.50점), 효과성(82.83점), 편리성(87.17점), 향후 수업진행(88.66점)으로 높은 점수를 나타냈다.

표 3. 알고리즘 교육 후 평가 항목  
Table 3. Evaluation items after training

구분	평가 수단	평가 내용
알고리즘의 개념	중간고사	- 완성된 순서도를 보고 변수의 변화과정을 맞추는 문제 출제
순서도의 개념 및 종류	중간고사	- 순서도 기호별 의미 및 사용방법을 출제
순서도를 이용한 알고리즘의 표현 능력	과제물	- 최대값과 최소값 추출 문제 출제 - 구구단 작성 문제 출제 - 소수 판별 문제 출제 - 소인수 분해하기 문제 출제
순서도를 이용한 알고리즘의 응용 능력	과제물	- GCD 알고리즘의 순서도 작성 문제 출제 - 선택정렬의 순서도 작성 문제 출제 - 진법 변환의 순서도 작성 문제 출제 - 약수 구하기 문제 출제
C 언어 기본 명령 및 문법	기말고사	- C 언어 문법의 활용 문제 출제
C 언어를 이용한 프로그래밍 능력	기말고사	- '소수의 개수 구하기' 문제의 C 언어 프로그래밍 출제 - '피보나치 수열의 합계' 문제의 C 언어 프로그래밍 출제
프로그래밍에 대한 자신감	설문조사	- 프로그래밍에 대한 작성 능력 및 자신감을 설문

표 4. 교육 후 통계 및 대응표본 T-검정  
Table 4. Statistics and paired samples t-test after training

	적용 집단	비적용 집단
평균	89.51	72.16
표준편차	10.37	14.48
평균의 표준오차	0.95	1.32
적용집단-비적용집단 평균	17.350	
적용집단-비적용집단 표준편차	15.134	
적용집단-비적용집단 평균의 표준오차	1.382	
적용집단-비적용집단 T	12.558	
적용집단-비적용 집단 P	0.001	

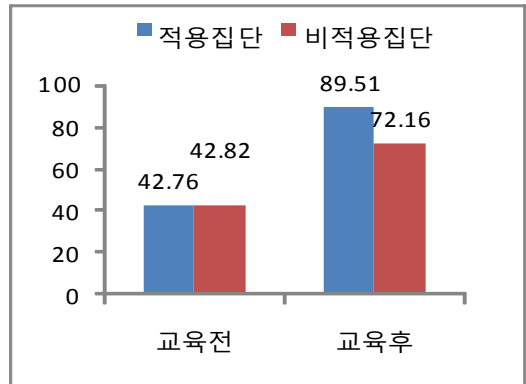


그림 4. 교육전과 교육후의 학업성취도  
Fig. 4 Academic achievement before and after training

표 5. 설문조사 결과  
Table 5. Survey results

구분	빈도(명)	백분율(%)
매우 흥미롭다	47	39.2%
흥미롭다	40	33.3%
보통이다.	30	25.0%
흥미롭지 않다.	2	1.7%
전혀 흥미롭지 않다.	1	0.8%
계	120	100.0%

(a) 수업 흥미도

구분	빈도(명)	백분율(%)
매우 잘 된다.	57	47.5%
잘 된다.	50	41.7%
보통이다.	10	8.3%
잘 안 된다.	3	2.5%
전혀 안 된다.	0	0.0%
계	120	100.0%

(b) 학습 집중도

구분	빈도(명)	백분율(%)
매우 이해하기 쉽다.	48	40.0%
이해하기 쉽다.	42	35.0%
보통이다.	28	23.3%
이해하기 어렵다.	1	0.8%
전혀 이해가 안 간다.	1	0.8%
계	120	100.0%

(c) 학습의 이해도

구분	빈도(명)	백분율(%)
매우 효과적이다.	46	38.3%
효과적이다.	50	41.7%
보통이다.	20	16.7%
효과가 없다.	3	2.5%
전혀 효과가 없다.	1	0.8%
계	120	100.0%

(d) 학습의 효과성

구분	빈도(명)	백분율(%)
매우 편리했다.	51	42.5%
편리했다.	60	50.0%
보통이다.	5	4.2%
부적합하다.	3	2.5%
매우 부적합하다.	1	0.8%
계	120	100.0%

(e) 사용의 편리성

#### IV. 결 론

본 논문에서는 알고리즘 시각화 시스템을 이용하여 전체 240명을 2개의 집단 각각 6개의 팀으로 나누어 주당 2시간씩 15회 교육한 후 효용성을 분석하였다. 알고리즘 시각화 시스템을 이용하여 프로그래밍을 교육을 받은 집단은 그렇지 않은 집단에 비해 17점 이상의 높은 성적을 나타냈다. 그리고 적용 집단의 설문 점수가 흥미도(81.67점), 집중도(86.83점), 이해도(82.50점), 효과성(82.83점), 편리성(87.17점)등으로 나타냄으로써 본 시스템의 효용성을 높게 평가 되었다.

#### 감사의 글

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

#### 참고 문헌

[1] 김범준, “버퍼 크기 기반 자동재전송 프로토콜

의 재전송 지속성 제어”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 4호, pp. 487-4925, 2011.

- [2] 유봉길, 류남훈, 반경진, “진자개념을 적용한 자연스러운 어류 움직임 표현 기법”, 한국전자통신학회논문지, 5권, 1호, pp. 108-115, 2010.
- [3] 류남훈, 반경진, 오경숙, “환경변화에 적응하는 효율적인 그림자 제거 기법”, 한국전자통신학회논문지, 4권, 3호, pp. 204-210, 2009.
- [4] 오경숙, 이상진, 김웅곤, “기초 알고리즘 학습을 위한 알고리즘 시각화 시스템의 효용성 분석”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 2호, pp. 212-218, 2011.
- [5] 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.
- [6] 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, Vol.88, pp.15-18, 2007.
- [7] Sajaniemi, J., and M. Kuittinen, "Visualizing roles of variables in program animation," Information Visualization, Vol.3, Issue.3 pp.137-153, 2004.
- [8] Antti, T., Virtanen, Essi Lahtinen and Habby-Mattu Järvinen, “VIP, a Visual Interpreter for Learning Introductory Programming with C++”, Proceedings of the Fifth Finnish/Baltic Sea Conference on Computer Science Education, pp.125-131, 2005.
- [9] Przemyslaw Szmaj and Jaroslaw Francik, "Algorithm Animation and Debugging with The WinSanal System," Proc. of IASTED Conference Applied Informatics, pp.233-236, 1997.
- [10] John Morris, "Algorithm Animation : using algorithm code to drive an animation," ACM International Conference Proceeding Series, Vol. 42, pp.15-20, 2005.
- [11] 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.
- [12] 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.

- [13] Shaffer, C. A., M. Cooper and S. H. Edwards, "Algorithm Visualization: a Report on the State of the Field," ACM SIGCSE Bulletin, Vol. 39, No. 1, pp.150-154, 2007.
- [14] 박경욱, 오경숙, 류남훈, "기초 알고리즘을 활용한 프로그래밍 언어 학습 시스템", 한국전자통신학회논문지, 5권, 1호, pp. 66-73, 2010.



**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

### 저자 소개



**오연재(Yeon-Jae Oh)**

2007년 8월 : 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과(이학사)

2009년 8월 : 순천대학교 컴퓨터과학과(이학석사)

2009년 9월~ : 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정 재학 중

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI



**박경욱(Kyung-Wook Park)**

1996년 8월 : 순천대학교 전자계산학과 (이학사)

1999년 8월 : 전남대학교 전산통계학과 (이학석사)

2004년 8월 : 전남대학교 전산학과 (이학박사)

※ 관심분야 : 병렬 및 분산처리, 그래프 이론, 알고리즘