

# 그래프 알고리즘 학습을 위한 교육용 콘텐츠 설계

박진희\*, 임희석\*

\*고려대학교 컴퓨터교육학과

e-mail : pandajh88@korea.ac.kr

## Design of an Educational Content for Computational Graph Algorithm Teaching

Jin-Hee Park\*, Heui-Seok Lim\*

\*Dept of Computer Education, Korea University

### 요 약

컴퓨터 과학 교육 분야의 알고리즘을 학습할 수 있는 교육용 콘텐츠를 제안한다. 제안하는 콘텐츠는 컴퓨터 과학 교육을 학습 하고자 할 때에 학습 효과를 더욱 증대시키기 위한 것이다.

본 논문은 그래프 알고리즘을 기반으로 하는 학습 콘텐츠 플래시를 만들고자 한다. 학습 콘텐츠의 기반은 플래시 형식으로 하고, 학습자가 스스로 학습할 수 있는 콘텐츠를 플래시 기반으로 하여 설계하여 동적으로 학습 하도록 구현하였다.

## 2. 관련 연구

### 1. 서론

정보 통신의 발달과 컴퓨터의 대중적 보급으로 컴퓨터는 우리 일상생활 뿐만 아니라 교육 분야에도 보편화가 되었다. 또한, 인터넷의 급속한 발달로 웹은 각종 멀티미디어 정보들이 상호 연결되어 있어 학습자와의 대화식 수업이 가능하고 전자메일이나 게시판 등을 통해 정보를 공유 할 수 있다. 정보화 사회에서 인터넷을 활용한 교육은 첫째, 교육 공급자 중심에서 수요자 중심으로 전환함으로써 개별화된 교육 서비스가 제공되고 둘째, 언제 어디서나 교육정보를 얻을 수 있는 평생 교육의 장을 제공한다 [1].

그래프 알고리즘은 자료구조의 한 분야로 종류도 다양하고 개념도 복잡하여 학습자들이 이해하지 못하는 부분이 많았다. 본 논문에서는 그래프 알고리즘을 정적인 글이 아닌 플래시의 장점인 동적 특성을 갖고 학습자가 직접 학습하면서 그래프 알고리즘을 파악할 수 있도록 설계 및 구현하였다. 플래시를 기반으로 만들어진 학습용 콘텐츠를 통해 여러 그래프 알고리즘을 메뉴로 만들어서 각 그래프 알고리즘을 설명하고, 직접 그래프를 학습할 수 있도록 쉽게 구현하였다.

### 2.1. 컴퓨터 과학 교육

컴퓨터 과학(Computer Science)이란 계산, 데이터 처리, 시스템 컨트롤을 하기 위한 방법과 그 구조, 설계에 관한 연구를 하는 학문이다[2]. 컴퓨터 과학의 분야는 컴퓨터 그리고 컴퓨터 시스템을 구성하는 하드웨어 및 소프트웨어 설계와 엔지니어의 활동을 포함한다. 또한 알고리즘·시스템 분석 및 설계와 같은 수학적인 활동들도 포함한다.

컴퓨터과학은 정보처리와 관련되어 정보구조와 절차를 표현하며 정보처리 시스템에서 구현하고자 하는 지식체계 분야이다. 정보처리와 정보처리에 의해 조성된 분야를 분류하는 분야이기도 하다. 컴퓨터 교육은 무엇을 어떻게 가르쳐야 될 지 올바르게 정립되지 못하고 있는 실정이다.

컴퓨터 과학 교육이란 컴퓨터의 알고리즘과 시스템 분석 등을 이해시키기 위해 교육적인 바탕으로 컴퓨터를 잘 모르는 아이들을 비롯한 사람들을 대상으로 가르치고자 하는 것이다. 컴퓨터 교육의 모 학문이 컴퓨터과학이라고 할 경우에 이와 같은 불균형을 해소하고 초중등 학교에서의 컴퓨터과학에 바탕을 둔 컴퓨터 교육을 지향하기 위하여 컴퓨터과학과 컴퓨터 교육과의 연계 방안에 대한 연구가 필요한 것이

다. 현재 컴퓨터 교육은 컴퓨터 과학을 주요 교육내용으로 하여 이루어지는 교육과정이라고 할 수 있다.

### 2.2. 알고리즘

알고리즘은 단계적으로 문제를 해결하고자 하는 방법이다. 주로 컴퓨터에서 많이 사용하는 용어이며, 컴퓨터가 어떠한 일을 수행하기 위해서 단계적 방법으로 처리하는 것을 알고리즘이라고 한다.

컴퓨터용어로서 알고리즘은 어떤 문제의 해결을 위해 컴퓨터가 사용 가능한 정확한 방법을 말한다. 알고리즘은 여러 단계의 유한한 집합으로 구성되는데, 여기서 각 단계는 하나 또는 그 이상의 연산을 필요로 한다. 이 때 컴퓨터가 각 연산들을 수행하기 위해서는 [표 1]과 같은 특성을 만족해야 한다[3].

[표 1] 알고리즘 특성

단계	과정	설명
1	명확성	각 연산들은 명확한 의미를 가져야 한다.
2	효율성	각 연산은 원칙적으로 일정한 시간 내에 사람이 연필로 할 수 있어야 한다.
3	입력	외부 입력 자료가 있을 수 있다.
4	출력	하나 이상의 결과가 나온다.
5	종결성	유한 번의 연산 후에는 끝나야 한다.

### 3. 기존 콘텐츠 내용 분석

수행과정이 복잡한 알고리즘을 직관적으로 이해하기 위해서 도표나 그림이 많이 이용되어 왔다. 이러한 노력들은 자료구조나 변수 혹은 동작 원리를 그림으로 표현하고자 하는 프로그램 시각화로 이어져 많은 연구가 이루어져왔고, 이러한 단순한 시각화는 컴퓨터 장비의 발전과 함께 동적인 화상으로 나타내는 것이 가능하게 되었다[4].

현재 알고리즘 콘텐츠에 대한 연구는 미국의 대학을 중심으로 이루어져 왔고 이러한 연구로 BALS(Brown University Algorithm Simulator and Animator)알고리즘 애니메이션 시스템, Zeus 알고리즘 애니메이션 시스템, TANGO(Transition-based animation generation) 프로그램 시각화 시스템들이 개발되어 왔다[4].

이러한 콘텐츠는 로딩속도가 느려 웹에서 빠른 속도를 보장하지 않는다. 그리고 영어로 되어 있기 때문에 누구나 자유롭게 할 수 없다. 영어를 배운 사람 또는 영어권 사람들만 가능하다.

그래프 알고리즘은 자료구조의 한 분야로 종류도 다양하고 개념도 복잡하여 학습자들이 쉽게 이해하지 못하는 부분이 많았다.

그래프 알고리즘을 연구한 논문에서는 그래프 알고리즘을 하이퍼텍스트를 통한 단순한 자료의 제시에 그치지 않고 웹의 장점을 살려 언제 어디서나 자기 주도적으로 학습하고 분야별로 상호 평가하고 평가 분석 결과를 차트로 제시하는 그래프 알고리즘 웹 기반 학습 시스템을 설계 및 구현을 플래시를 통해 각 수행단계를 보이고 그래프 개념을 이해하고 효율적으로 반복학습 할 수 있도록 한 바가 있다.

이 연구는 그래프 알고리즘의 단계별 수행과정에 대해 효과적으로 이해할 수 있도록 플래시를 사용하였고 C언어로 구현하는 방법을 보였으며 질의응답을 위한 게시판을 넣었다.

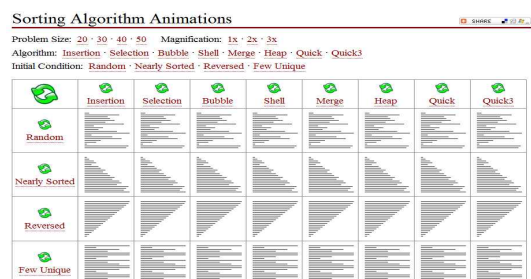
이러한 콘텐츠는 플래시를 통하여 단계이해 및 C 소스 구현까지도 다 나와 있다. 학습을 위해서 만들어진 콘텐츠로써는 너무 광대한 범위를 갖고 있다. 그렇기 때문에 형식적으로 학습을 하게 되는 경향이 있다.

또 하나의 연구는 정렬 알고리즘을 시각화 하여 만든 콘텐츠 인데, 학습모듈을 구성하여 정렬되는 과정을 보여주는 콘텐츠이다.

이 연구는 학습모듈에는 정렬종류와 STOP, PLAY, REWIND 기능이 있는 버튼 등 학습자가 정렬을 선택하면 자동으로 정렬되는 것을 보여주는 형식이였다.

이러한 콘텐츠는 학습자가 직접 할 수 없고, 이론이 너무 많은 비중을 차지하고, 학습을 지향한 콘텐츠이기 때문에, 단순히 시각적으로 보여지는 부분으로 알고리즘의 순서를 이해하게 된다.

‘정렬 알고리즘 애니메이션’ 연구는 Restart 버튼을 누르면 새로운 정렬을 계속해서 반복하는 시스템이다. [그림 1]에서 보면 Restart 버튼들이 각 정렬들에 모두 있어서 애니메이션으로 볼 수 있게 되어있다[5].



[그림 1] 정렬 알고리즘 애니메이션

이러한 콘텐츠는 정렬되는 과정보다도 여러 가지의 정렬이 여러 알고리즘에 의해 어떻게 변화하는지만 화면으로 볼 수 있고, 직접 학습자가 참여 할 수는 없다. 이에 본 논문은 플래시를 사용하고, 학습자가 직접 학습하며 이해할 수 있도록 하고 동적인 효과를 제공할 수 있도록 그래프 알고리즘 콘텐츠를 설계 하고자 한다.

#### 4. 연구내용

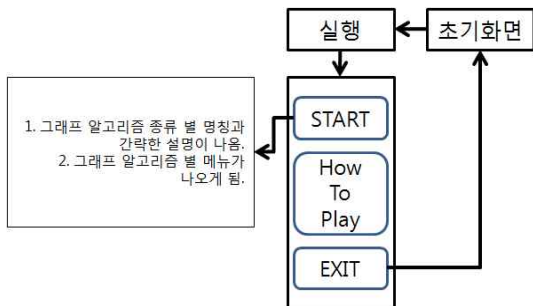
##### 4.1. 콘텐츠의 내용 정보

콘텐츠에 그래프 알고리즘의 내용이 종류별로 들어가게 한다. 내용에는 그래프를 표현하는 방법부터 탐색, 트리, 그리고 정렬과 마지막으로 최단경로 구하는 것 까지 구성된다. 그래프를 표현하는 방법에는 인접행렬과 인접리스트로 나타내는 방법이 있다. 탐색에는 너비우선탐색(BFS)와 깊이우선탐색(DFS)가 있다. 트리에는 최소신장트리가 있으며, 종류에는 프림알고리즘, 크루스칼알고리즘 그리고 안정성정리가 있다. 정렬은 위상정렬이 있고, 최단경로에는 대표적으로 다익스트라 최단경로가 있으며, 벨만포드, 모든쌍 최단경로, 플로이드-워샬, 사이클이 없는 그래프의 최단경로, 사이클이 없는 방향성 그래프의 최단경로 그리고 강연결요소 등이 있다.

현재 구현된 학습 콘텐츠에서는 BFS(너비우선탐색), DFS(깊이우선탐색), Prim's(프림알고리즘), Kruskal's(크루스칼알고리즘) 총 4가지 알고리즘으로 학습내용이 구성되어 있다.

##### 4.2. 콘텐츠 구성

본 콘텐츠에서 제시하는 구성은 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 콘텐츠 구성도

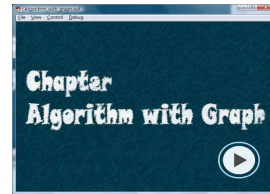
[그림 2]에서 나타내고자 하는 본 콘텐츠의 구성은 프로그램의 '초기화면'에서 실행을 하게 되면 나오는 화면은 학습을 실행할 수 있는 'START' 버튼과, 학습 콘텐츠를 실행하는 방법을 설명해 놓은 'How

To Play'버튼과, 초기화면으로 돌아 갈 수 있는 'EXIT'버튼으로 가게 된다.

이 흐름을 통해서 그래프 알고리즘 학습자 입장에서 학습하기에 간단하면서도 쉽게 보일 수 있도록 플래시로 효과적인 학습을 재현할 수 있도록 한다.

##### 4.3 콘텐츠 실행순서

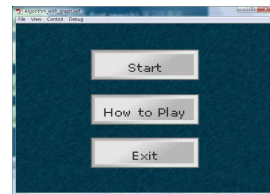
① 초기화면 : [그림 3]에 ▶ 버튼은 학습을 실행하는 버튼이다.



[그림 3] 초기화면

② START, How To Play, EXIT 메뉴 화면 :

[그림 4]에 **START** 버튼은 학습을 실행하는 버튼이고, **How To Play** 버튼은 학습을 하는 방법을 알려주는 버튼이고, **Exit** 버튼은 학습을 끝내고 초기화면으로 가는 버튼이다.



[그림 4] 메뉴화면

③ START 들어가서 나오는 학습하고자 하는 알고리즘 종류를 나타내는 메뉴화면 : DFS, BFS, Prim's, Kruskal's 라는 4개의 버튼이 있다. 이 버튼을 마우스 오버하면 각 메뉴에서 선택된 알고리즘의 부가 설명이 나오게 된다.

④ 알고리즘 학습과정

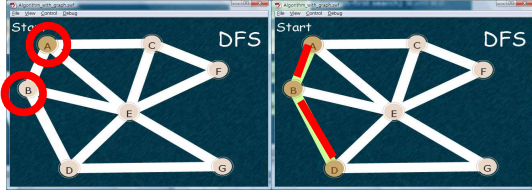
4가지 그래프 알고리즘의 학습 과정이다.

그래프에는 노드(node)와 변(arc)이 있는데, 현재는 Start 노드가 황색으로 정해져 있다. 탐색하여 선택한 노드도 살색에서 황색으로 변한다. DFS, BFS 그리고 Prim's 알고리즘과 같은 경우는 START 노드가 정해져 있기 때문에, 다음으로 탐색된 노드를 찾아서 버튼을 클릭하면 황색으로 변한 두 노드 사이 변의 색이 흰색에서 연두색으로 변한다.

Prim's 와 Kruskal's 알고리즘은 무게(weight)이라는 개념이 추가되는데, Kruskal's 알고리즘을 학습

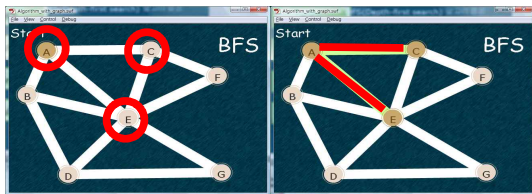
할 때에는 시작노드가 정해져 있지 않다. 무게가 가장 적은 변부터 찾아서 그 변을 이어주는 노드버튼을 두 개 선택 하면 변의 색이 변한다.

- DFS(깊이 우선 탐색) 알고리즘



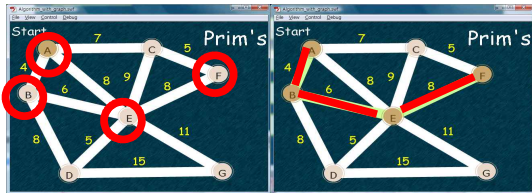
[그림 5] DFS 학습 전 화면 [그림 9] DFS 학습 후 화면

- BFS(너비 우선 탐색) 알고리즘



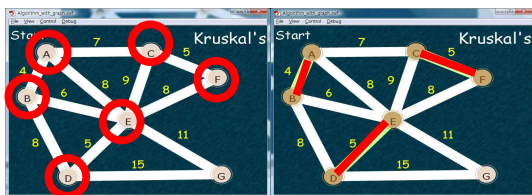
[그림 10] BFS 학습 전 화면 [그림 11] BFS 학습 후 화면

- 프림 알고리즘



[그림 12] Prim's 학습 전 화면 [그림 13] Prim's 학습 후 화면

- 크루스칼 알고리즘



[그림 14] Kruskal's 학습 전 화면 [그림 15] Kruskal's 학습 후 화면

5. 결론

본 논문은 학습자가 그래프 알고리즘을 쉽게 학습하기 위한 학습용 콘텐츠를 설계하고 구현하였다. 그래프 알고리즘 학습에 도움이 되고자 콘텐츠를 만들기 시작하였지만, 그래프 알고리즘의 양이 많고 복잡한 단점을 장점화 하기 위해서 플래시를 기반하여 동적인 화면으로 학습자가 직접 참여할 수 있도록 하였다. 플래시를 기반한 결과는 개발자 입장에

서는 복잡 하더라도, 실행하는 학습자 입장에서는 편하고 단순하게 결과가 나오게 된다.

현재 콘텐츠에는 BFS(너비우선탐색), DFS(깊이우선탐색), Prim's(프림알고리즘) 그리고 Kruskal's(크루스칼알고리즘) 총 4개의 알고리즘 내용이 들어있다. 이 후 콘텐츠는 인접행렬, 인접리스트, 위상정렬, 다익스트라 최단경로, 벨만포드, 모든쌍 최단경로, 플로이드-워셜, 사이클이 없는 그래프의 최단경로, 사이클이 없는 방향성 그래프의 최단경로 그리고 강연결요소 등의 학습 내용이 들어가도록 개선할 것이다. 콘텐츠 구성에서는 콘텐츠 메뉴의 모양이 앞으로 더 많은 학습 내용을 첨부하기 위해서는 메뉴 버튼이 작아지면서도 복잡하지 않도록 정리된 모습으로 보완 할 것이다.

이러한 알고리즘 플래시 콘텐츠는 컴퓨터의 일방적인 학습이 아닌, 학습자와 컴퓨터의 대화형식으로 학습할 수 있도록 설계되어 있으므로 알고리즘의 학습 뿐 아니라 단시간에도 알고리즘을 쉽게 이해할 수 있으리라 기대된다.

나아가 현재는 다루지 않았던 모바일 플랫폼 상에서도 이 콘텐츠가 실행될 수 있도록 하는 것과, 현재 많이 보여지고 있는 증강현실을 사용한 콘텐츠를 연구하는 것이 향후 과제라고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 윤선영, 한현구, “시각적 웹 기반 그래프 알고리즘 학습 시스템”, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제33권, 제2호, pp. 97-102, 2006.
- [2] 신수범, 유인환, 이태욱, “컴퓨터 교육을 위한 컴퓨터과학의 연구방향”, 한국정보과학회 논문지, 제27권, 제1호, pp. 681-683, 2000.
- [3] <http://100.naver.com/100.nhn?docid=716251>
- [4] 유광열, 정유진, “웹 기반의 애니메이션을 이용한 정렬 알고리즘 학습 시스템”, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제30권, 제2호, pp. 574-576, 2003.
- [5] <http://www.sorting-algorithms.com/>