

# 자료구조 및 알고리즘의 시각화를 위한 컴포넌트

송병욱    만수정<sup>U</sup>    김상욱  
경북대학교 컴퓨터학과  
{bwsong, ming, swkim}@woorisol.knu.ac.kr

## Component for Animation on Data Structure and Visualization on Algorithm

Byung-Wook Song    Su-Jeong Min<sup>U</sup>    Sang-Wook Kim  
Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

### 요 약

본 논문에서는 컴퓨터 교육을 위한 자료구조나 알고리즘의 특성을 이해시키기 위한 시각적인 애니메이션을 지원하는 ADVA(Animation on Data Structure and Visualization on Algorithm)의 개발에 사용된 컴포넌트를 제시하고 이의 구조와 기능을 설명한다. 이 컴포넌트는 각 자료 구조와 알고리즘의 시각 표현에서 요구되는 공통된 기능들을 지원하는 객체이다. 이는 재사용성을 증가시켜 ADVA의 제작을 용이하게 하고 표현의 통일성을 높여서 향상된 학습 효과를 얻을 수 있다.

### 1. 서론

원격 가상 교육에서 다양한 멀티미디어 자료의 활용이 증가함에 따라서 학습 효과의 증대가 이루어지고 있다. 그러나 가상 교육이 이루어지는 과정에서 학습 자료와의 상호 작용을 제공하여 학습자의 능동적인 참여를 이끌어낼 수 있는 기능은 미흡하다. 특히, 프로그램의 실행 원리나 자료구조와 알고리즘의 동작 원리 등을 학습하는 경우, 학습자의 직접적인 조작에 의해서 그 원리의 동작 과정을 시각화[1-4]하는 것이 보다 효과적이다. 이는 학습자의 능동적인 참여를 유도하고 개념의 가시화를 통해서 학습효과를 높일 수 있다.

본 논문에서는 원격 가상 교육에 사용되는 자료 구조의 애니메이션 및 알고리즘의 시각화를 구현한 시스템인 ADVA(Animation on Data Structure and Visualization on Algorithm)를 제안[5]하고 그 기술을 설명한다. ADVA는 다양한 자료구조와 알고리즘의 시각화를 총괄하는 컴포넌트인 ADVACom을 가진다. ADVACom은 각 자료구조와 알고리즘의 시각 표현에서 요구되는 공통된 기능들을 지원한다. 따라서 컴포넌트의 재사용성과 신뢰성을 향상시켜 ADVA의 개발을 용이하게 하며, 사용자 상호 작용의 일관성을 제공할 수 있다.

본 논문의 제 2절에서는 제안하는 ADVA의 구조를 기술한다. 제 3절에서 자료의 재사용성과 표현의 통일성을 높이기 위해서 제안된 컴포넌트인 ADVACom를 소개한다. 제 4절에서는 ADVACom를 이용하여 ADVA를 구현한 예를 보인다. 제 5절에서 결론을 맺는다.

### 2. ADVA

이 절은 ADVA의 전체적인 구조를 설명한다. 그림 1은 이론적인 자료구조와 ADVACom, 자료구조 뷰어, 사용자 상호 작용모듈로 구성되는 ADVA의 구조이다.

ADVACom은 자료구조와 알고리즘의 시각화를 총괄적으로 지원하는 기능을 가진다. 그리고 자료구조 뷰어는 알고리즘의 실제적인 시각화를 관리한다.

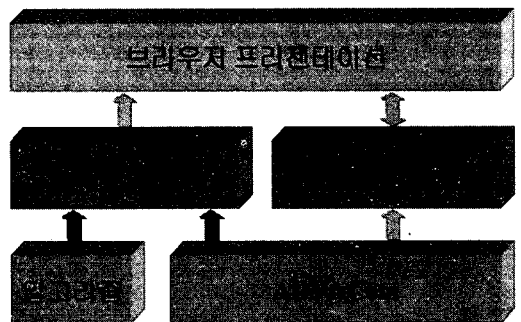


그림 1. ADVA의 구조

또한 ADVA는 자료 구조에서의 객체간의 관계와 움직임을 시각적으로 표현하는 자바 애플릿의 집합을 가진다. 각 자바 애플릿은 특정 자료구조의 애니메이션과 알고리즘을 시각화한다.

### 3. ADVACom : ADVA 컴포넌트

본 논문에서 제안하는 ADVA를 위한 컴포넌트는 각 자료 구조와 알고리즘의 시각 표현에서 요구되는 공통된 기능들을 지원하는 객체이다. 이는 개발자 측면에서 보면, 루틴의 재사용성을 높여서 개발 시간을 단축할 수 있고, 시스템 오류를 감소시켜 신뢰성을 높이며 시스템의 유지보수를 용이하게 한다. 사용자의 측면에서는 ADVA의 애니메이션과 상호작용에 있어 통일성을 가지므로 인지적으로 보다 안정적이고 효율적인 학습효과를 기대할 수 있다. 또한 ADVA의 제작에서 자료구조를 표현하는 루틴인 상위 구조와 뷰의 표현을 위한 하부구조를 분리함으로써 제작 과정의 독립성을 높인다.

#### 3.1 ADVACom의 구조

ADVACom는 그림 2와 같은 구조를 가지고 있으며, 기본 자료 및 그들 사이의 관계를 정의하고 관리하는 클래스인 ConceptView 클래스로 구체화된다.

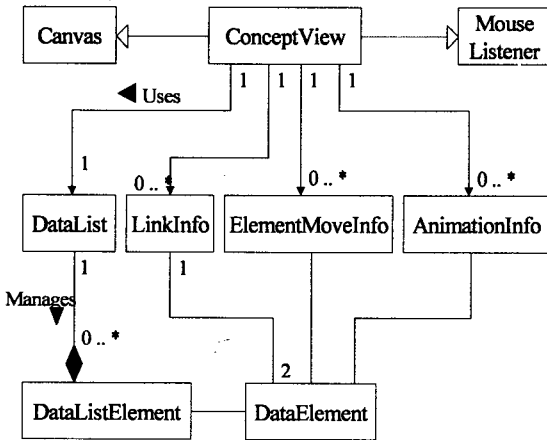


그림 2. ADVACom의 구조

ConceptView 클래스의 기능은 다음과 같이 분류할 수 있다. 첫째, 기본 자료를 표현하는 클래스인 DataElement 클래스를 관리한다. DataElement 클래스는 자료구조에서 사용되는 기본 자료를 정의하고 모양이나 위치, 색 등의 기본 자료가 뷰에서 표현되는 정보를 정의한다. 둘째, DataElement 클래스 사이의 연결 관계를 위한 정보를 관리한다. 셋째, 일련의 자료구조에서 DataElement 클래스의 삽입과 삭제, 검색 등의 기능을 제공한다.

ConceptView 클래스에 등록된 DataElement 클래스는 뷰에 표현되며, 요구되는 상태 변화를 표현한다. 그리고 실제 자료가 자료 구조 내에서 이동되면 뷰에서 그 자료의 이동을 애니메이션으로 구현할 수 있다.

또한 ConceptView 클래스는 사용자의 직관적 상호작용

에 의해서 자료 구조의 생성을 지원하는 가상 함수를 가지므로 이를 통해서 직접 특정 자료 구조를 제작할 수 있다.

#### 3.2 ADVACom 라이브러리

본 논문에서 제안한 ADVACom을 라이브러리로 구축하기 위해서 설계된 객체는 다음과 같다.

**DataElement 객체** : 기본 자료를 시각적으로 표현하기 위해 사용되는 객체이다. 이것은 자료 값과 함께 뷰에서 기본 자료를 표현하기 위한 크기, 모양, 위치 등의 정보와 메소드를 가진다. 또한 각 자료 구조에서 정의되는 자료 객체의 부모 클래스로 사용된다.

**DataList 객체** : DataElement 객체들을 저장하고 관리하기 위해서 삽입, 삭제, 탐색의 기능 등을 가진다. 각 DataElement 객체는 연결 리스트의 형태로 DataList 객체에 저장된다.

**LinkInfo 객체** : DataElement 객체로 생성된 자료 객체 사이에 연결 관계를 시각적으로 표현하기 위한 정보를 가진다. 각 DataElement 객체는 여러 개의 연결 관계를 가질 수 있고 각 자료 사이의 관계에 따라 연결을 검색할 수 있는 메소드를 제공한다.

**ElementMoveInfo 객체** : 뷰 상에서 자료의 동작을 시각화하기 위한 것으로, 움직임 객체와 이동할 위치 등의 정보를 가진다. ConceptView 객체에서 객체의 이동을 위한 ElementMoveInfo 객체가 생성되면 ElementMoveInfoList 객체에 등록된다. 그 후 화면 처리 스레드가 시작되고 등록된 객체들이 순차적으로 처리된다. 뷰에서의 움직임이 표현되면 ElementMoveInfo 객체는 리스트에서 삭제되고 이동한 DataElement 객체의 위치정보가 갱신된다.

**AnimationInfo 객체** : ElementMoveInfo 객체가 가지는 객체의 이동 정보를 뷰에서 가시화하기 위한 정보를 가진다. 뷰에서 객체의 움직임을 지정된 속도에 맞추기 위한 좌표 계산 루틴과 화면의 애니메이션 속도 개선을 위한 클립 영역 계산 루틴을 포함하고 있다. AnimationInfo 객체는 뷰에서 객체의 애니메이션이 이루어지는 동안 갱신이 이루어지며, 애니메이션이 종료되면 ElementMoveInfo 객체와 함께 소멸된다.

**ConceptView 객체** : 기본 자료 구조의 생성 및 관리와 뷰에서 자료들의 동작 과정을 애니메이션으로 가시화하기 위한 모든 기능을 가지는 총괄 객체이다.

개발자는 ConceptView 클래스를 자료 구조를 표현한 클래스에 상속시킨다. 그리고 자료 구조의 루틴과 시각적 특징에 따라 ConceptView 클래스에서 제공하는 가상 함수를 재정의하거나 새로운 메소드를 생성한다. 하부 클래스는 자료구조를 표현하는 루틴과 등록된 DataElement 객체를 연결하여 실제 자료구조 루틴의 움직임에 따른 자료의 이동과 상태를 뷰에서 그대로 표현할 수 있다. 또한, ConceptView 객체에서 제공하는 상호작용 메소드를 통하여 직관적인 객체의 선택을 표현할 수 있다.

### 3.3 ADVACom의 적용 예

ADVACom을 이용한 알고리즘 프리젠테이션의 구현과정을 설명한다. 먼저 ConceptView 클래스로부터 상속받은 알고리즘 뷰를 생성한다. 그리고 자료구조와 알고리즘의 표현을 위해 프리미티브 메소드를 조합하거나 재정의하여 애니메이션 메소드를 정의한다. 알고리즘 뷰가 알고리즘 인터페이스를 구현할 때, 적절한 애니메이션 메소드를 사용하여 알고리즘에 의한 자료구조의 변화가 알고리즘 뷰에 직접 표현되도록 한다. DataElement 클래스에서 기본 자료를 상속받아 알고리즘 뷰에 표현되는 형태로 정의한 후 알고리즘 뷰의 DataList에 포함시킨다. 알고리즘의 구현과 뷰의 관계가 설정되면, 사용자 상호작용을 위한 모듈과 함께 윈도우 프레임에 포함된다.

그림 3은 트리 알고리즘의 시각화에 ADVACom을 적용한 예이다.

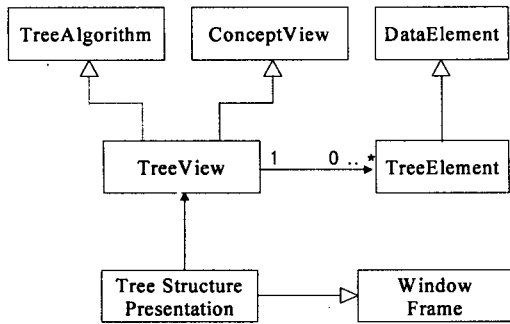


그림 3 ADVACom을 이용한 트리 표현의 구현

### 4 ADVACom을 이용한 알고리즘 시각화

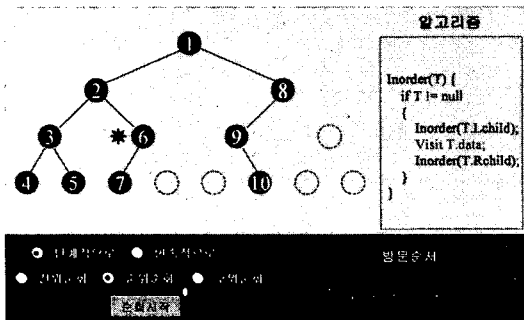


그림 4 이진 트리 순회의 시각화와 애니메이션

ADVACom을 사용하여 개발된 ADVA에서의 알고리즘 시각화를 이진 트리 순회 과정으로 설명한다. 먼저 사용자가 이진 트리의 노드를 인터페이스에 직접 클릭하여 이진 트리를 생성한다. 그리고 순회의 방법을 설정하고 순회시작을 지시하면 특정 포인트가 순회 경로를 따라 애니메이션되고 방문되는 노드는 색의 변화를 통해 나타난다. 또한 알고리즘의 의사 코드에서 현재 실행되고 있는 부분을 표시하여 프로그램 상에서의 실행 상황을 가시화한다. 이러한 일련의 이진 트리 순회 과정은 그림 4와 같이 애니메이션 된다.

### 4. 결론

본 논문에서는 자료구조나 알고리즘의 특성을 이해시키기 위한 시각적인 애니메이션을 지원하는 ADVA를 소개하고 ADVA의 제작을 위한 컴포넌트를 제안하였다. 제안한 컴포넌트는 각 자료구조와 알고리즘의 시각 표현에서 요구되는 공통된 기능을 제공함으로써 재사용성과 통일성을 향상시킨다. 이 컴포넌트를 자료 구조와 알고리즘 학습 시스템인 ADVA에 적용하여 표현의 통일성을 높이고 보다 효과적인 학습 환경을 제공할 수 있었다.

개발된 컴포넌트는 자료구조와 알고리즘의 시각화 뿐만 아니라 응용 프로그램의 내부 동작 과정의 시각화에도 이용될 수 있다. 향후 ADVACom의 확장과 다양한 응용 분야에의 적용이 필요하다.

### 참고문헌

- [1] A.L.Couch, "Categories and Context in Scalable Execution Visualization," Journal of Parallel and Distributed Computing, 18(2): 195-205, June, 1993.
- [2] S.T. Hackstadt, A.D. Malony, and B. Mohr, "Scalable Performance Visualization for Data-Parallel Programs," In Proceeding of the Scalable High Performance Computing Conference(SHPCC '94), 342-349, Knoxville, TN, May 1994.
- [3] J. T. Stasko and J. Muthukumarasamy, "Visualization Program Execution on Large Data Sets," In Proceeding of the 1996 IEEE Symposium on Visual Languages, 166-173, Boulder, Colorado, Sept. 1996.
- [4] Kehoe, Colleen, J. T. Stasko, "Using Animations to Learn about Algorithms: An Ethnographic Case Study", Graphics, Visualization, and Usability Center, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, Technical Report GIT-GVU-96-20, September 1996.
- [5] 김미영, 민수정, 김상욱, "ADVA: 자료구조의 애니메이션과 알고리즘의 시각화", HCI 2000 학술대회 발표 논문집, 한국정보과학회, 2000.1.