

API에 기반한 시뮬레이션형 교육 프로그램 설계

장연주^o 최진식

한양대학교 교육대학원 컴퓨터 교육전공
okred91@naver.com^o, jinseek@hanyang.ac.kr

A Design of a simulated Educational Program based on API

Yeon ju Jang^o Jin seek Choi

Dept. of Computer Education, Graduate School of Education, Hanyang University

요 약

정보 통신 기술의 발달로 컴퓨터를 활용한 교육 영역이 계속 발전해 나가고 있고, 교수-학습에 도움을 주기 위한 많은 코스웨어 들이 개발되어 사용되고 있다. 기존의 코스웨어는 수업시간에 이미 배운 내용을 단순 반복하거나 형성 평가 형식의 예제를 풀어보는 유형으로, 학습자는 미리 계획된 커리큘럼과 프로그램에 수동적으로 반응하게 되어 코스웨어에서도 교수 중심의 학습이 이루어 지는 것을 극복하기 위해 본 연구에서는 학습자가 능동적으로 학습 과정에 참여하여 학습자 중심의 교육이 이루어 질 수 있고 텍스트가 아닌 프로그래밍 언어나 아이콘화 된 메뉴를 이용해 쉽게 접근이 가능하며 실제 상황과 유사하게 학습 환경을 제공하고 수행결과를 확인해 학습의 효과를 극대화 시킬 수 있는 응용 프로그램 인터페이스(Application Program Interface) 기반의 시뮬레이션형 코스웨어를 설계해보고자 한다.

1. 서 론

정보화 시대가 도래 하면서 많은 정보와 지식들이 넘쳐나게 되었고, 그만큼 학습자가 학습해야 할 분량이 많아지게 되었다. 정보화 시대의 특징이 다양성으로 대표되는 만큼 교육의 방법에도 창의적이고도 유연한 다양한 방식이 시도되고 있다.

기존의 교육은 미리 짜여진 커리큘럼을 교사에 의해 일방적으로 전달하는 중앙 집권적인 방식으로 교사가 정보 제공자이고 교육의 주체자였다면, 정보화 시대의 교육은 넘쳐나는 정보 가운데 학습자가 원하는 지식을 스스로 선별하여 필요에 맞게 재구성 하도록 하고 개개 학습자의 요구와 특성에 대한 가치를 중시하고, 학습자의 선택을 중시하여, 교육이 주도자가 학생이 되는 구성주의 학습이어야 한다.

학습자 중심의 교육을 위해서는 기존 교실환경의 강의식 수업에서 벗어나 교사와 학생간의 일대일 학습 환경을 제공해 주고, 학습자에게 실제 환경과 유사하도록 만들어 주어 주는 학습자 개개인의 수준별 맞춤 학습이 필요하다. 그러나 이러한 방법은 시간과 공간에는 많은 제약이 따르므로 그 대안으로 컴퓨터를 이용한 교육용 소프트웨어 프로그램, 즉 코스웨어의 활용이 제시되고 있다.[1]

코스웨어란 course와 software의 합성어로, 교육내용이 담겨있는 소프트웨어, 즉 교육용 프로그램을 의미한다. 최근 우리나라에서는 코스웨어 개발이 활발히 진행되고 있고 그 결과 수 천 여 편의 코스웨어가 개발되어 활용되고 있다.

하지만 대부분의 코스웨어는 아이콘을 클릭하거나 메뉴

를 선택 하는 등 단순한 구성으로 학습자와 컴퓨터와의 상호 작용만을 제공하므로 학생들의 흥미를 끌지 못하고 있다. 왜냐하면 학습의 효과는 단순한 내용의 전달이 아니라 상호 연관된 학습 자료를 다양한 방법으로 조합하여 학습자에게 제공하고 학습자가 이를 능동적으로 구성해 나갈 때 극대화 될 수 있기 때문이다. 또한 교사로서의 다양한 응용을 추가하지 못한다. 그래서 기존에 개발된 교육용 프로그램은 문자중심으로 구성된 단순한 형태여서 교사나 학습자로 하여금 학습효과의 극대화, 학습욕구 및 흥미를 유발시키는데 많은 제한점을 갖고 있는 것이다.[1]

최근에 한국교육개발원의 조사에서 발표한 초, 중, 고등학교에서 코스웨어 유형의 활용 빈도를 보면 반복 연습형이 전체의 절반가량을 차지할 정도로 독보적인 위치에 있다. 반복 연습형 교육 프로그램은 이미 알고 있는 지식이나 기술을 숙달시키기 위한 것으로 학습내용을 직접 가르치거나 문제 해결 방법을 가르치는 것이 아니라 연습할 기회를 제공하므로, 학습자의 선택을 중시하는 학습자 중심 교육을 지향하는 정보화 시대의 구성주의 학습에는 적합하지 않아 효과적인 학습 결과를 기대하기 어렵다.

효과적인 학습 결과를 위해서 코스웨어는 무엇보다도 교육의 주체가 학습자가 되도록 하여 학습자가 능동적으로 학습 과정에 참여 할 수 있도록 해야 한다. 컴퓨터와 대면하는 코스웨어에서 학습자를 능동적으로 참여 시키려면, 첫째, 학습자의 흥미를 유발할 수 있어야 한다. 일단 학습자가 흥미를 느껴야지만 학습을 지속 할 수 있기 때문이다. 그리고 실제 상황과 유사한 환경을 제공하여 학습자로 하여금 실생활에서의 학습 전이가 원활히 수행될 수 있도록 해야 한다. 이는 또한 학습자의 흥미를 유

발하기 위한 방안이기도 하다. 셋째로, 학습자가 학습과정에 참여하여 스스로 학습 내용을 구성할 수 있어야 한다. 단순히 학습 결과를 보여주는 것으로는 학습자의 능동적 참여를 유도할 수 없고, 학습자가 직접 학습할 내용을 구성하고 문제 해결과정에 참여하여 학습 결과를 기대하도록 하는 것이 더욱 효과적이다. 넷째로는 학습자들의 수준을 고려하여 다양한 선택의 폭을 줄 수 있어야 한다. 기본적으로 학습 내용이 너무 쉽거나 어려우면 학습의 진행이 원활해지지 않는다. 그러므로 학습자들의 수준차를 고려하여 다양한 선택의 대안을 갖추어서 수준별 학습이 가능하도록 해야 한다.

이렇게 학습자의 능동적 참여가 가능한 코스웨어를 위해서는 기존의 반복 연습형 프로그램보다는 시뮬레이션형 프로그램이 더 적합하다.

시뮬레이션형 프로그램은 컴퓨터를 통하여 실제 상황의 단순화된 모델을 제공하여 학습자의 능동적인 학습 참여를 유도하고, 발견적 및 실험적 접근으로 실생활에 관련된 개념, 요소, 원리, 절차에 대한 이해뿐 아니라, 상황 진단 및 문제 해결과 의사 결정 과정 등의 학습의 효과를 증대시키는 프로그램 유형으로, 실제와 유사한 환경에서 학습 활동을 실제로 수행해 봄으로써 학습자는 역동적으로 학습과정에 참여 하여 학습자 스스로 학습을 진행할 수 있으므로 구성주의 학습에 더 적합하다고 할 수 있겠다. 또한 시뮬레이션을 통한 상호 작용적이고 개방적인 모의 학습 상황에서, 학습자는 문제를 탐구하고 인지 전략을 응용하여 다양한 변수의 변인 조작 및 그 영향을 분석해 보는 과정을 통해 실제적이고 필요한 상황에 맞게 활용할 수 있는 학습 경험을 할 수 있다.[2]

그래서 본 논문에서는 학습자의 능동적 참여를 유도하여 학습 결과를 더욱 높일 수 있는 시뮬레이션형 코스웨어를 설계하되 학습자가 학습 내용을 구성해 나갈 수 있도록 API에 기반한 시뮬레이션형 교육 프로그램을 설계하고자 한다. 이 때 자료구조 교육을 위한 코스웨어로 설계 한다.

API에 기반한 시뮬레이션형 자료구조 교육 프로그램은 이제까지의 자료구조 교육 프로그램이 학습자가 실제로 프로그래밍 과정에 참여 할 수 있는 기회가 거의 주어지지 않고, 단순히 문제를 풀거나 소스 코드를 확인하고 자료구조 내용을 애니메이션으로 감상하는 것이 대부분이었던 것에서 발전시켜, 학습자들이 자료구조의 원리를 이해하고 더 나아가 프로그래밍 능력을 향상시키는데 목적을 두고 있다.

효과적인 학습 결과를 위해 학습자들이 교육과정에 능동적으로 참여 하는 것에 주안점을 두되, 단순한 문제 풀이식의 참여가 아니라 학습자 스스로 자료구조를 직접 설계하도록 하고 그 결과를 확인하여 자료구조의 개념과 프로그래밍 과정을 이해할 수 있도록 한다. 이 때, 학습자들이 자료구조를 텍스트로 설계하는 것은 너무 추상적이어서 학습자들이 부담스러워 할 수 있고 또, 실제 과정을 이해하지 않고 암기로 프로그래밍을 하여 실제 프로그래밍 능력을 향상시키지 못할 수 있으므로 아이콘을 이용하여 시각적으로 설계하여 원리를 이해하면서 프로그래밍 할 수 있도록 돕는다. 그리고 아이콘을 단순히 그래픽으로만 처리하는 것이 아니라, 자료구조의 각 모

듈들을 API형식으로 제공하여 학습자의 프로그래밍에 대한 부담을 줄여 주고 동시에 직접 프로그래밍에 참여하여 효과적으로 학습할 수 있도록 돕는다.

그리고 학습자가 설계한 자료구조 결과를 직접 확인 하는 것이 학습의 이해정도를 더 향상 시킬 수 있고, 또 학습자의 흥미와 학습 성취도를 높일 수 있으므로, 설계 결과를 시뮬레이션으로 확인할 수 있는 시뮬레이션형 프로그램으로 설계하고자 한다.

2. 관련 연구

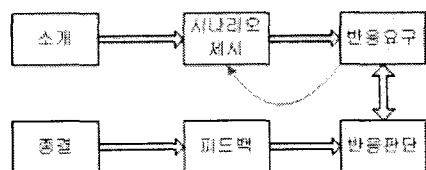
코스웨어는 컴퓨터 전달체제를 통해 교수-학습 과정을 촉진시켜 명시된 교수 목표 하에 학습자의 지식과 기능의 바람직한 변화를 목적으로 설계 및 개발된 교수용 혹은 교육용 소프트웨어를 말한다.(전국 교육대학 컴퓨터교육 연구회, 1993)

효과적인 코스웨어를 위해서는 상세한 목표를 제시해야 하고, 학습자의 선수기능, 지식, 개념 등을 파악하여 학습자의 특성을 충분히 고려해야 한다. 또 학습과정을 통하여 학습자들에게 끊임없는 반응을 요구하여 상호 작용을 극대화해야 하며, 질책에 대한 두려움과 불안감을 인식하지 않고 학습할 수 있도록 긍정적인 강화를 제공해야 한다. 그리고 그래픽, 동영상, 음향 등을 효과적으로 사용함으로써 내용 전달의 효율성을 극대화 시킬 수 있어야 하고, 다양하고 적절한 피드백을 제공하며 학습 동기를 유발하고 유지시킬 수 있어야 한다.[5]

2.1 시뮬레이션형 코스웨어

시뮬레이션형 프로그램은 전통적인 방법으로는 이해하기 어려운 현상, 과정, 절차 등의 학습에 효과적이며 학습 과제에 관련된 위험을 줄일 수 있고, 주어진 실험시간 동안 하기 어려운 학습을 가능하게 한다. 그러나 시뮬레이션이 효과적이기 위해서는 정교한 컴퓨터 시스템이 필요하며, 이를 설계하고 개발하는데 많은 시간이 요구된다.[6]

시뮬레이션 방식은 컴퓨터의 장점을 잘 이용한 교수형태이다. 시뮬레이션의 장점으로는 실제의 상황을 그대로 학습에 적용함으로써 학생들에게 흥미로움을 주고, 동기를 유발시키고, 현실 세계에 대한 모의 연습을 통해 실제 생활에 전이 될 수 있는 학습경험이 될 수 있고, 어느 실험보다도 시간이나 경비 등에 있어서 효율성이 높다. 시뮬레이션형 프로그램의 구조는 그림 1과 같고 시뮬레이션형 프로그램의 장, 단점은 표 1과 같다.[3][7]



<그림 1> 시뮬레이션형 프로그램의 구조

<표 1> 시뮬레이션형 프로그램의 장,단점

	장점	단점
내용적 측면	강의식 교실수업에서는 이해하기 어려운 현상, 과정, 절차 등의 학습에 효과적이다.	프로그램의 구성이나 사용절차가 복잡하여 사전에 프로그램 사용을 위한 교육절차가 필요할 수 있다.
시간적 측면	주어진 실험 시간 동안 하기 어려운 학습을 가능하게 한다.	실제와 유사한 환경을 만들기 위해서는 개발하는데 많은 비용과 시간이 소요된다.
학습효과 측면	실제 상황과 유사하게 환경을 제공하여 동기 유발을 줄 수 있다.	실제 관찰이 가능한 경우, 직접 경험하고 발견하는 탐구력이 배제될 수 있다.
학습전이 측면	실제 상황에서의 학습 전이가 높다.	인공적으로 제시되는 상황이 실제 상황에서 어떻게 전이 될지 예측하기 힘들다

2.2 API에 기반한 시뮬레이션형 코스웨어

API는 Application Program Interface의 약자로서, 쉽게 말해 프로그램에서 사용하는 관련 함수들을 묶어 놓은 것을 말한다. 교육 프로그램에 API개념을 적용하는 방법들은 여러 가지가 있을 수 있지만 그 중 학습 콘텐츠에 API를 적용하게 되면, 학습자는 복잡하고 어려운 내용을 손쉽게 간단한 아이콘 등으로 조작하여 이해를 높일 수 있고, 또 학습자는 API함수를 사용하여 비교적 간단한 방법으로 스스로 학습 내용을 구성하고 원하는 방향으로 확장시킬 수 있어, 능동적으로 학습 과정에 참여 할 수 있는 기회를 갖게 된다.

API에 기반한 시뮬레이션형 프로그램은 전통적인 시뮬레이션 방법과 다르게 학습자나 교사가 스스로 새로운 응용을 개발하거나 개발된 응용을 프로그램 소스 파일로 저장할 수 있어, 지속적으로 발전이 가능하다. 그래서 교사가 상황과 학생들의 특성에 맞는 개별화된 코스웨어를 만들어 갈 수 있는 장점이 있다. 뿐만 아니라, 학습자에게도 응용을 개발하고 적용할 수 있는 기회를 제공할 수 있기 때문에 좀더 능동적인 학습참여를 유도할 수 있고, 학습자 개개인의 특성에 맞는 수준별 코스웨어를 만들 수 있어 일반적인 시뮬레이션형 코스웨어보다 더욱 구성주의 교육에 적합하다.

3. API 기반 교육 프로그램 설계

3.1 프로그램의 메뉴 구성

학습 주제는 자료구조 중에서 기본이 되는 스택, 큐, 데

크의 구현과 그 밖에 트리나 그래프의 운영에 관한 부분이다.

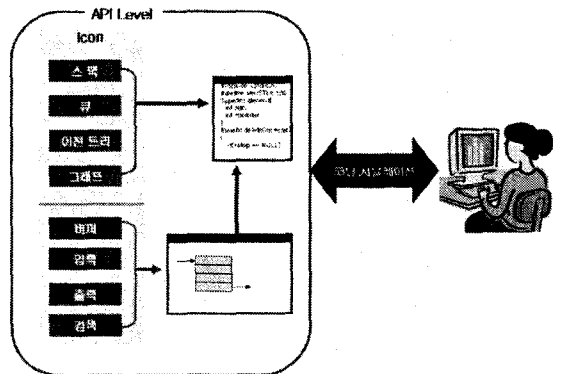
학습은 크게 세 가지 메뉴로 구성이 된다. 자료구조에 관한 개념 학습과, 자료구조 실습, 그리고 프로그래밍 실습이다. 내용은 표 2와 같고 특징은 표 3과 같다.

<표 2> 코스웨어의 메뉴

메뉴	학습 내용
자료구조 학습	◆선형구조인 스택, 큐, 데크와 비선형 구조인 트리 그래프에 관한 개념 학습
자료구조 실습	◆아이콘을 이용해 스택, 큐, 데크를 구성할 수 있도록 함.
프로그래밍 실습	◆자료구조 모듈을 이용해 원하는 자료구조를 프로그래밍하여 설계하도록 함

<표 3> 메뉴의 특징

메뉴	특징
자료구조 학습	◆하이퍼링크와 애니메이션을 사용하여 학습자의 흥미를 유발하도록 한다.
자료구조 실습	◆학습자가 아이콘을 이용해 각 아이콘을 연결하여, 원하는 자료구조를 구현할 수 있다. ◆데이터의 삽입/삭제 과정을 학습자의 반응에 따라서 시뮬레이션 할 수 있다.
프로그래밍 실습	◆스택, 큐, 데크, 이진트리, heap, 그래프의 자료구조 모듈을 API 아이콘으로 구성한다. ◆각 아이콘이 수행하는 동작에 대한 프로그래밍 코드를 학습자가 볼 수 있고 원하는 대로 수정할 수 있다. ◆정의된 API를 시뮬레이션 할 수 있다



<그림 2> API 구성도

3.2 API 구성요소

본 연구에서는 프로그래밍 실습부분을 API로 구성하는데 이때 아이콘을 API로 구성한다. 그래서 단순히 스택과 큐등의 자료구조가 입력, 출력하는 과정을 시뮬레이션으로 보여주는 것이 아니라, 아이콘을 조작하여 학습자가 자신의 수준에 맞게 자료구조를 구성하고 프로그래밍하여 학습자가 만든 자료구조를 시뮬레이션으로 확인할 수 있도록 한다. API의 구성도는 그림 2와 같다.

아이콘 부분이 API 레벨로서 크게 자료구조 모듈과 자료구조 구성 모듈 아이콘으로 구분이 된다. 자료구조 모듈은 그림에서 위의 4개 아이콘 스택, 큐, 이진트리, 그래프이고 자료구조 구성 모듈은 아래 4개의 버퍼, 입력, 출력, 검색 아이콘이다.

자료구조 모듈의 아이콘은 스택, 큐, 이진트리, 그래프, 등의 자료구조를 만들기 위한 버퍼 선정 및 필요한 각 연산에 해당하는 API 함수를 모아서 그 자체로 하나의 자료구조를 완성할 수 있도록 하였다. 사용자는 해당 소스코드를 확인할 수 있고, 또 수정이 가능하여 학습자는 프로그래밍하여 학습자가 원하는 형태의 자료구조를 직접 구성할 수 있도록 하고 그 결과를 시뮬레이션으로 확인할 수 있도록 하여, 학습자가 흥미를 갖고 능동적으로 학습 과정에 참여할 수 있도록 한다.

자료구조 구성 모듈은 메모리의 구성, 입/출력 포인터 선정, 입력 함수, 출력 함수 등을 각각의 세분화된 아이콘으로 나누어서 그에 해당하는 API 함수로 구성한 것이다. 학습자는 각각의 아이콘을 조합하여 원하는 자료구조를 구성하는데 이때, 아이콘의 조합에 따라 API함수들도 병합이 되어, 학습자가 각 아이콘을 연결하여 완성한 자료구조는 그에 해당 하는 소스코드를 생성하여 학습자에게 보여 지고, 마찬가지로 수정과 컴파일, 시뮬레이션이 가능하도록 한다.

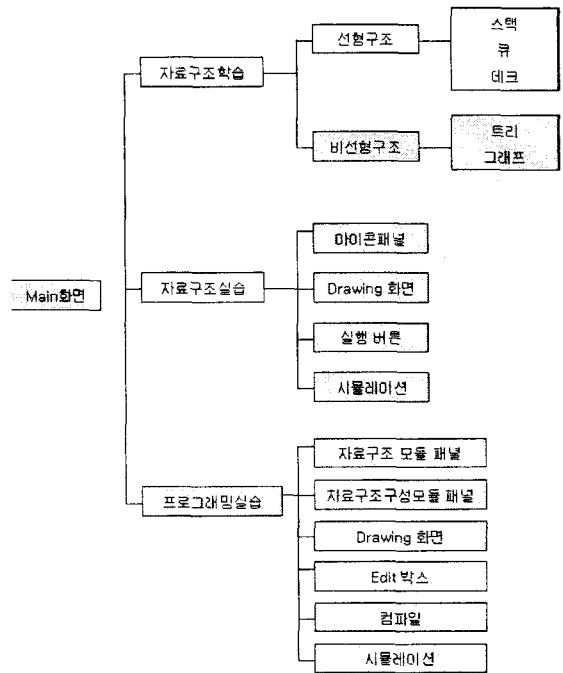
자료구조 모듈과 자료구조 구성 모듈을 분리한 이유는 학습과정의 다양성을 위해서이다. 학습자의 관심과 수준에 따라 전체적인 맥락을 이해하고자 할 경우는 자료구조 모듈을 사용하고, 좀더 자세하고 깊게 학습하고자 하는 경우는 자료구조 구성 모듈을 이용해 원하는 자료구조를 직접 만들어 볼 수 있도록 하여 수준별 학습을 제공하였다.

3.3 프로그램의 구성 및 진행 방식

프로그램의 전체 구성 요소는 그림 3과 같다. 그림 3에 나온 구성요소들 중 아이콘 패널, 자료구조 모듈 패널, 자료구조 구성모듈 패널은 모두 API로 된 아이콘이 들어 있는 것이다.

3.3.1 자료구조 실습

자료구조 실습의 아이콘은 버퍼, 입력 포인터, 출력 포인터, 연결 포인터가 있고, 이 아이콘을 드로잉 화면에서 조합하여 스택이나 큐, 데크 같은 자료구조를 구성하고



<그림 3> 프로그램 전체 구성 요소

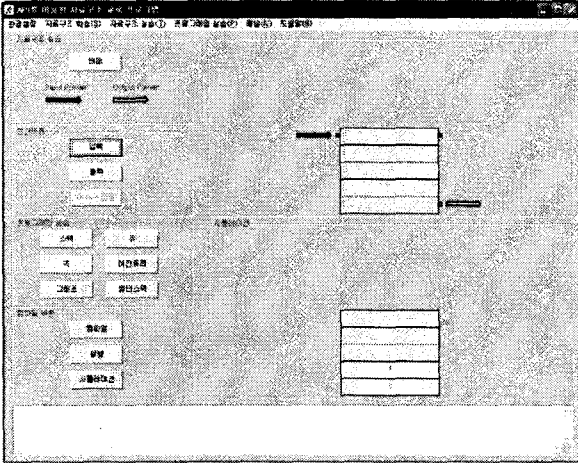
록 한다. 그리고 자료구조 실습의 실행 버튼은 입력, 출력 버튼이 있는데, 입력 버튼을 클릭하면 원하는 데이터를 입력받고 그 과정을 시뮬레이션 화면에서 보여주게 된다. 만약 출력 버튼을 클릭하면, 각 자료구조에 맞게 출력되는 과정에 시뮬레이션 화면에서 보여주게 된다.

자료구조 실습 메뉴는 자료구조의 원리 이해가 부족한 학생들을 위한 메뉴로서 아이콘을 연결하여 자료구조를 구성하는 가운데 각 자료구조의 특성을 파악 할 수 있도록 하고, 입력과 출력되는 과정에 바로 시뮬레이션으로 보여 저 학습자의 흥미를 유발할 수 있고, 또 프로그래밍 학습 이전에 쉽게 자료구조를 이해할 수 있도록 하여 학습자의 능동적 학습 참여와 수준별 학습이 가능하도록 하였다.

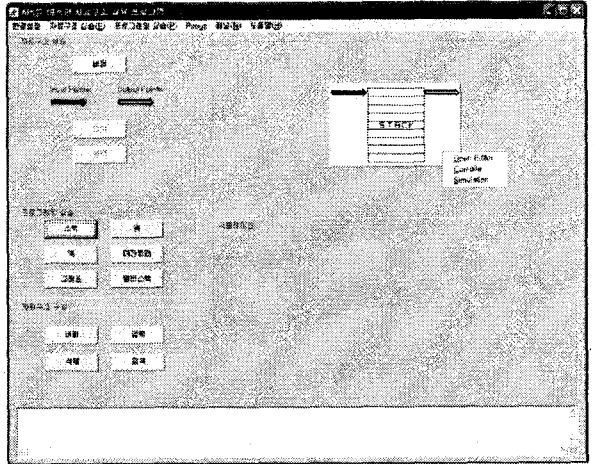
자료구조 실습 화면 구현은 그림 4와 같다.

3.3.2 프로그래밍 실습

프로그래밍 실습의 자료구조 모듈은 스택이나 큐등의 자료구조를 하나의 자료구조 모듈로 만들어 놓은 것과 메모리 구성과 입력, 출력의 각 세부 단계를 연산 모듈로 만들어 놓은 두 가지 형태가 있다. 학습자는 원하는 형식으로 드로잉 화면에 아이콘화된 API모듈을 가져다 놓으면, 각 모듈은 기본적인 코드를 생성하고 드로잉 화면의 아이콘을 오른쪽 클릭을 하면 프로그래밍 박스창이 열려 해당 소스 코드를 확인할 수 있고 수정이 가능하여 학습자에 의해 정의된 자료구조를 만들 수 있고, 이를 컴파일과 시뮬레이션하여 확인할 수 있다.



<그림 4> 자료구조 실습 화면



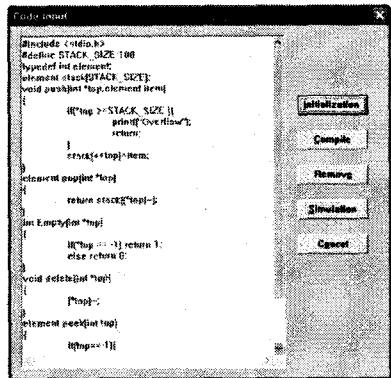
<그림 5> 프로그래밍 실습 화면

3.3.2 프로그래밍 실습

프로그래밍 실습의 자료구조 모듈은 스택이나 큐 등의 자료구조를 하나의 자료구조 모듈로 만들어 놓은 것과 메모리 구성과 입력, 출력의 각 세부 단계를 연산 모듈로 만들어 놓은 두 가지 형태가 있다. 학습자는 원하는 형식으로 드로잉 화면에 아이콘화된 API모듈을 가져다 놓으면, 각 모듈은 기본적인 코드를 생성하고 드로잉 화면의 아이콘을 오른쪽 클릭을 하면 프로그래밍 박스창이 열려 해당 소스 코드를 확인 할 수 있고 수정이 가능하여 학습자에 의해 정의된 자료구조를 만들 수 있고, 이를 컴파일과 시뮬레이션하여 확인할 수 있다.

프로그래밍 실습 메뉴를 통해서 좀더 수준 높은 학습을 할 수 있는데 단순히 텍스트로 코딩하던 기존의 방식에서 벗어나 아이콘을 사용하는 방식으로 프로그래밍 하여 학습자가 쉽게 접근하고 학습에 대한 흥미를 갖도록 하였고, 각 아이콘은 코드를 생성하여 프로그래밍까지 다룰 수 있도록 하였다. 또 학습자가 코드를 수정할 수 있어, 학습자가 원하는 자료구조를 만들고 원하는 방식으로 학습을 진행할 수 있도록 하였다.

프로그래밍 실습 화면 구성은 그림 5와 같고, 아이콘이 생성하는 API 코드를 확인하고 수정할 수 있는 에디트 창은 그림 6과 같다.



<그림 6> API 모듈 에디터 창

적용하여 실습수업이 부족하여 실제 상황에서의 연관성 이해와 적용을 힘들어하는 학생들에게 실제 상황에서 전이될 수 있는 학습 결과를 제공할 수 있다. 또 API의 사용으로, 학습자는 복잡한 것은 배제하고 비교적 간단하게 학습 모듈에 접근함으로써 학습 내용을 이해하는 것에서 더 나아가 학습 내용을 다양하게 활용하고 확장시키는 재구성 과정을 통해 학습 능력을 더욱 향상시키고 학습자 중심의 교육을 할 수 있다.

본 논문에서 설계한 API 기반의 시뮬레이션형 자료구조 교육 프로그램은 API를 기반으로 하여, 학습자가 복잡한 자료구조 개념을 아이콘으로 손쉽게 접근할 수 있도록 하였고 자료구조를 설계하기 위한 함수들을 API로 구성하여 학습자가 원하는 형식으로 직접 프로그래밍 하여 학습 내용을 구성하고 더 확장 할 수 있도록 하였다. 또한 학습자가 학습한 내용을 시뮬레이션으로 확인하여 학습 결과를 좀더 명확히 확인하고 그 결과 학습자의 흥미를 끌어 낼 수 있도록 하였다.

하지만, 학습자가 다양하게 적용해 볼 수 있도록 자료

5. 결론

본 논문에서는 강의식 수업에서 다루기 힘든 실습 부분을 효과적으로 학습하고, 학습자가 자신의 능력에 맞게 능동적으로 학습 과정에 참여하여 원하는 방식으로 스스로 구성해보는 학습자 중심의 학습이 가능한 API 기반의 시뮬레이션형 교육 프로그램을 설계하였다. 이러한 교육 프로그램은 자료구조 뿐 아니라, 다른 컴퓨터 교과에도

구조 전반에 관한 내용이 더 폭넓게 포함되어야 하겠고, 학습자의 수준차를 고려한 다양한 세부 단계와 실습 과제가 포함되어야 하겠다.

참고문헌

- [1] 류주희. 시뮬레이션 기법을 적용한 프로그래밍 교과용 코스웨어 설계 및 구현. 공주대학교 교육대학원. 2004
- [2] 이태욱외 공저. 멀티미디어 저작도구.좋은 소프트웨어.1999
- [3] 이미숙. 자료구조 학습을 위한 웹 기반 시뮬레이션형 코스웨어 설계 및 구현. 전남대학교 교육대학원.2000
- [4] 이옥화외 공저.컴퓨터 교육 4U. 교육 과학사. 2005
- [5] 김미량 외 공저. 컴퓨터 교육방법 탐구.교육 과학사.2005
- [6] Hannafin, M. & Peck. K, The design, developement, and evaluation of Instructional sotfware, New York: Macmillan Publishing Co., 1988
- [7] Alessi, S.M. & Trollip, S.R., Computer Based Instruction: Methods and development, Englewood cliffs, NJ : prentice-Hall, 1991