

C 프로그램 실행의 시각화기 개발

웹 콘텐츠 상에서의 C 프로그래밍 실습 환경 제공

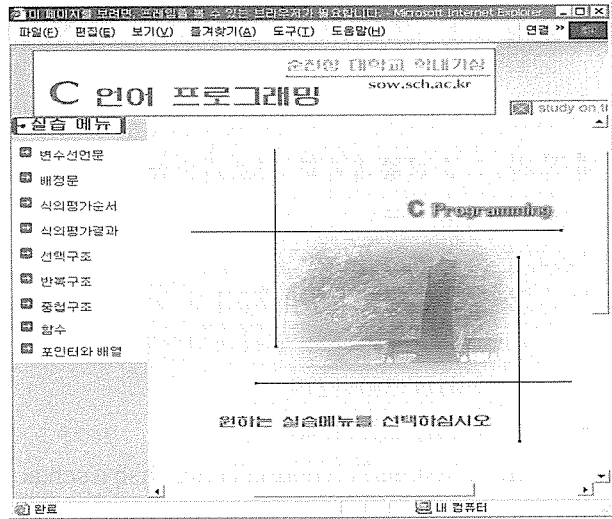
기존의 프로그래밍 관련 웹 콘텐츠는 학습자를 위한 프로그래밍 실습 환경이 제공되지 않는 상황에서 강의 교안의 이론과 예제 위주의 학습이 이루어지고 있다.

프로그래밍 관련 분야를 교육하는데 있어서 프로그래밍 작성에 대한 실습이 무엇보다도 중요하기 때

문에 이론과 실습을 동시에 병행할 수 있는 교육 환경이 절실히 필요하다.

C 언어는 대부분의 대학에서 첫 번째 프로그래밍 언어로 선택되고 있으나 다른 고급 언어와는 달리 초보자가 배우기에는 어려운 언어이다. 이것은 C 언어가 시스템 프로그래밍 목적으로 개발되었기 때문에 시스템 세부 사항을 다룰 수 있는 포인터 등을 포함하고 있기 때문이다.

본 프로그램은 학습자가 입력한 C 문장을 해석하여 알기 쉽게 시각화하여 제시함으로써 C 언어를 알기 쉽게 배우게 하고 웹 콘텐츠 상에서 학습과 더불어 실습 환경을 제공하는데 그 목적이 있다. 본 프로그램은 Java Applet을 사용하여 개발되었으며, 따라서 하드웨어 플랫폼에 독립적이며 웹 환경에서 적합하게 사용할 수 있다. 학습자는 웹 브라우저만 있으면 언제 어디서나 학습한 C 문장을 입력하여 실행결과를 즉시 시각적으로 확인할 수 있기 때문에 이론교육을 뒷받침하고 학습자에게 흥미롭고 효과적인 교육을 할 수 있을 것이라 기대된다.



C 프로그램 실행의 시각화기 개발

1. 작품명 : C 프로그램 실행의 시각화기 개발

2. 제작자 : 순천향대학교 정보기술공학부 OOPSLA (JAVA) 연구실

대표자 : 최근수

지도교수 : 하상호

주소 : (340-800) 충남 아산시 신창면 읍내리 산 53-1
순천향대학교 멀티미디어관 M516

전화 : 041) 530-1279

팩스 : 041) 530-1548

E - mail : keunsu77@hotmail.com, hsh@sch.ac.kr

3. S/W 요약설명

최근 인터넷과 웹의 확산과 더불어 많은 교육용 웹 콘텐츠들이 개발되고 있다. 웹 기반의 교육은 언제 어디서나 교육을 받을 수 있다는 장점을 제공하나 실습이 중요한 프로그래밍 과목의 경우에 적합하지 못하다고 지적되어 왔다. 이러한 문제점을 해결하고자 C 프로그램 실행의 시각화와 실습환경을 제공하여 학습자가 C 언어를 쉽게 이해할 수 있게 하는 웹 콘텐츠 상의 C 프로그램의 실행의 시각화기를 개발하였다. C 프로그램의 실행의 시각화기는 학습자가 입력한 C 문장을 어휘 분석과 구문 분석을 통해서 해석할 수 있는 C 언어 해석기와 해석된 정보를 학습자에게 시각화하여 보여주는 시각화기로 구성된다. 이러한 시각화기 개발의 결과로 기존의 프로그래밍 교육환경에 이론과 실습을 통합하여 제공함으로써 효과적인 교육환경이 이루어질 수 있을 것이라 기대된다.

4. 개발 배경 및 목적

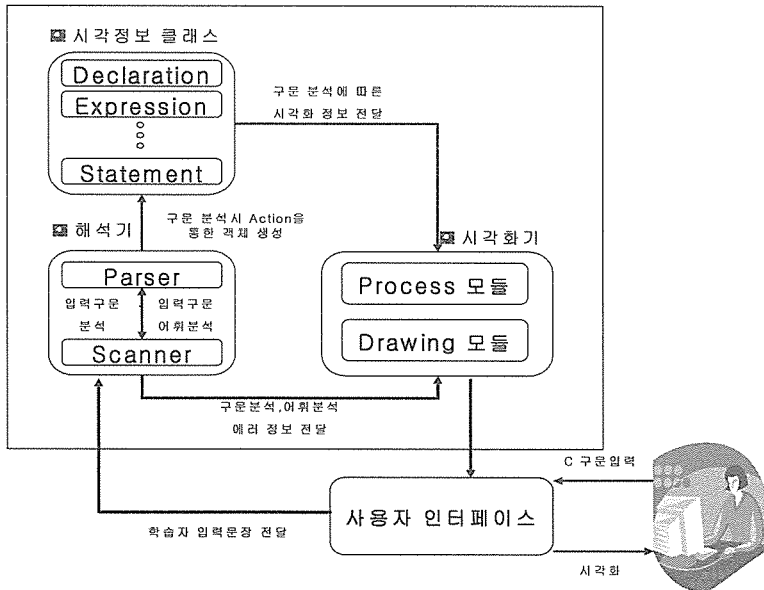
기존의 웹 콘텐츠를 통한 프로그래밍 교육은 강의 교안의 문법적인 설명과 예제 위주의 교육으로 일관되어 왔다. 또한 실습이 무엇보다 중요한 프로그래밍 교육에서 별도의 실습환경을 제공하지 않고 있다. 학습자는 웹 상에서 이론적인 교육을 받고 프로그램 구동환경을 갖춘 컴퓨터 내에서만 실습이 가능했다. 이러한 공간적인 제약사항을 극복하여 웹 브라우저를 통해 학습자가 학습한 이론을 실습할 수 있는 환경을 제공하고 어렵게만 느껴질 수 있는 프로그램 관련 구문에 대하여 적절한 시각화를 통하여 학습자의 이해를 도와 효과적인 교육이 이루어질 수 있도록 하고자 본 프로그램을 개발하게 되었다.

5. 시스템 개요

C 프로그램 실행의 시각화는 크게 네 가지 구성요소 -사용자 인터페이스, 해석기, 시각정보클래스, 시각화기- 로 이루어진다.

사용자 인터페이스를 통해 입력된 C 문장은 해석기를 통해 입력 문장에 대한 해석과정을 거치며 해석과정에서의 Action을 통해 시각 정보클래스가 생성되어 시각화기로 전달되어 시각화기내의 처리를 과정 거쳐 학습자에게 화면에 적절한 시각적인 표현으로 나타나게 된다.

■ C 프로그램 시각화기



▶ 사용자 인터페이스

- 학습자가 입력한 C 문장을 해석기로 전달
- 시각화기에서 처리된 시각적인 표현을 학습자에게 전달

▶ 해석기

- **Scanner**(어휘분석기)와 **Parser**(구문분석기)로 구성
- 구문 분석과정의 Action을 통하여 입력문장에 대한 정보를 가지는 시각 정보 클래스의 객체를 생성한다.
- 해석과정에서의 오류를 시각화기에 전달한다.

▶ 시각정보 클래스

- 해석과정의 Action을 통하여 생성
- 입력문장에 대한 시각화하기 위한 정보를 저장

▶ 시각화기

- Process모듈은 시각 정보 클래스의 정보를 추출하고 이를 시각화기 내에서 처리하기 용이한 형태로 데이터를 가공한다.
- Drawing모듈은 처리, 가공된 정보를 시각적인 표현으로 변환한다.
- 사용자 인터페이스로 시각적인 표현 전달

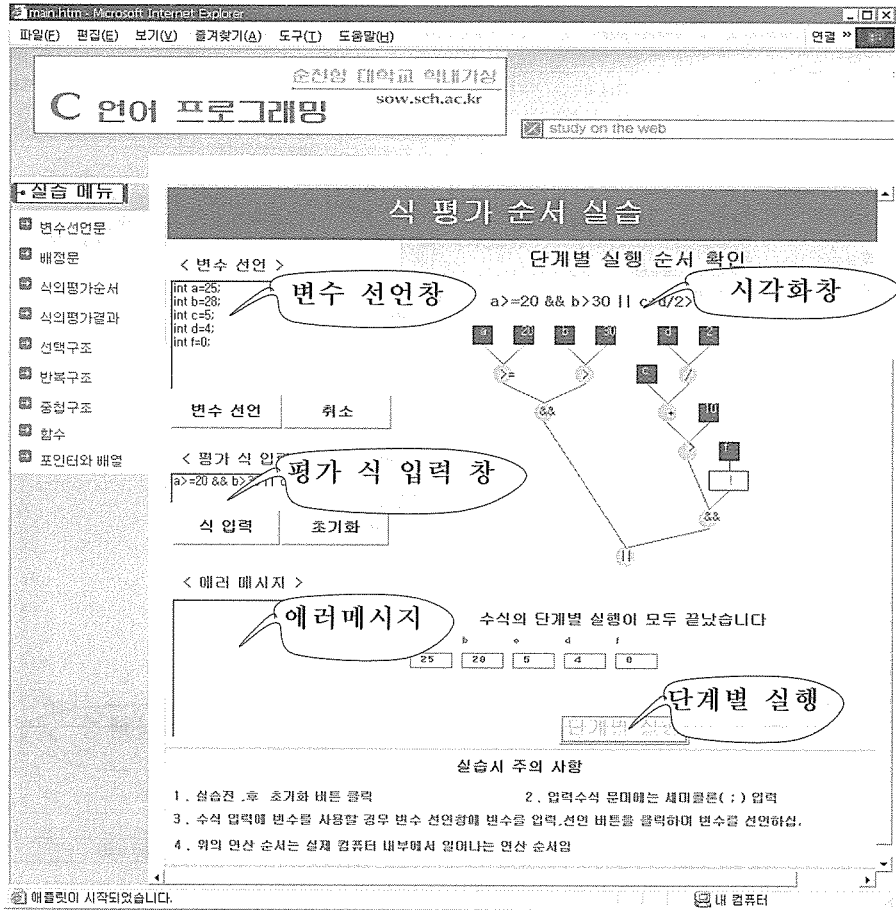
6. 시스템 구성

본 프로그램은 크게 학습자에게 두 가지 유형의 시각화를 제공한다.

- (1) 식을 평가하기 위한 시각화
- (2) 일반적인 C 문장의 실행을 위한 시각화

▶ 식 평가를 위한 시각화

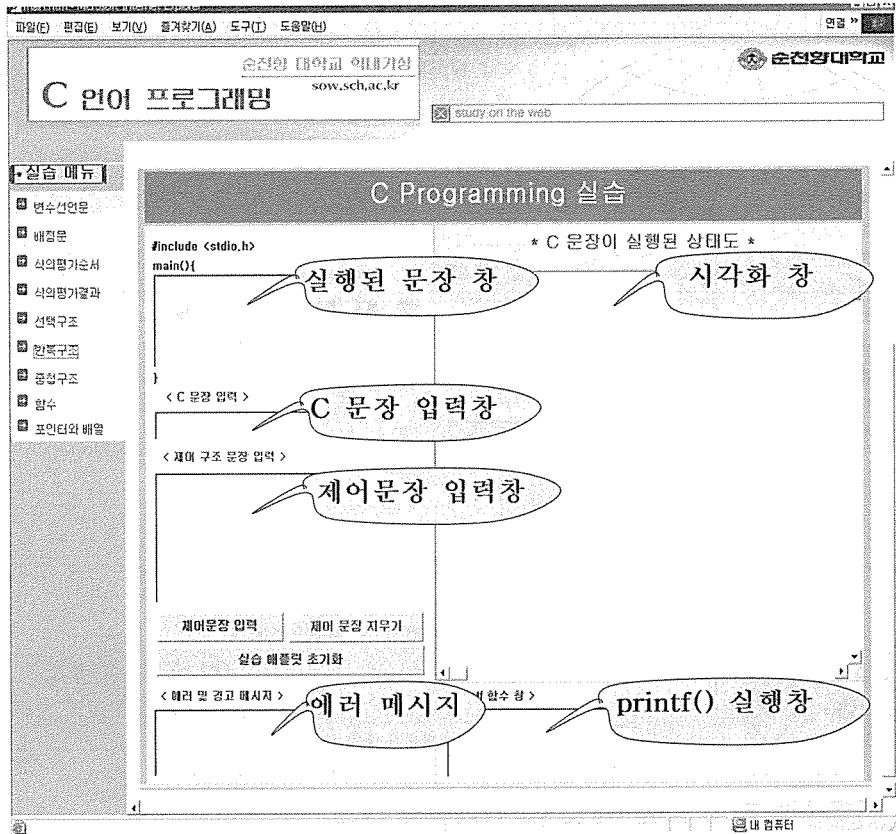
아래의 그림은 학습자가 입력한 식의 평가과정을 시각화하여 나타낸 화면이다.



- 변수선언 창 - 식 평가에 필요한 변수를 입력하고 변수선언 버튼을 클릭하게 되면 시각화 창 하단에 입력변수에 대한 시각화가 나타난다.
- 평가 식 입력 창 - 학습자가 평가하고자 하는 식을 입력 후 입력버튼을 클릭하면 시각화 창 상단에 입력 식이 나타나게 되며 단계별 실행 버튼이 활성화된다.
- 단계별 실행 - 입력된 식은 단계별 실행버튼에 의해서 평가되는 과정이 트리 형태로 점진적으로 나타나게 된다.
- 에러메시지 창 - 변수선언 오류, 평가 식 입력 오류에 대한 메시지를 나타낸다.

▶ 일반적인 C 문장의 실행을 위한 시각화

아래의 그림은 일반적인 C 문장의 실행을 위한 시각화에 대한 전체 화면 구성을 나타낸다.



- 실행된 문장 창 - 학습자에 의해 이미 입력, 실행되어 시각화된 문장들이 나타난다.
- C 문장 입력 창 - C 문장을 입력하고 입력버튼에 의해 문장을 실행하게 되면 시각화 창을 통해 해당 문장에 대한 시각화가 나타남
- 제어문장 입력 창 - 제어문장을 입력하고 제어문장 입력 버튼을 클릭하게 되면 입력 제어문에 해당하는 창이 생성된다.
- 시각화 창 - 학습자의 입력 C 문장에 대한 시각화가 나타남
- printf() 실행창 - 콘솔화면과 같은 영역을 두어 학습자는 printf()함수의 실행 결과를 확인할 수 있다.
- 에러메시지 창 - 학습자의 입력문장 오류에 대한 메시지를 나타낸다.

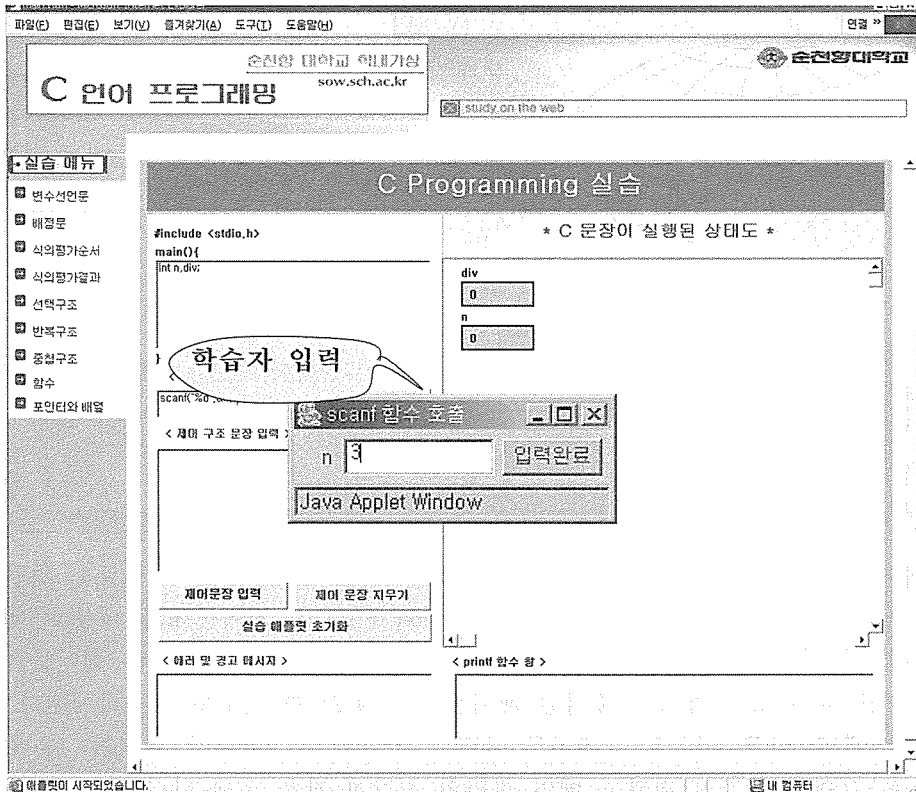
▶ 실행 예제

- 아래에 제시된 C 코드를 통하여 시각화되는 과정을 살펴 보자.

```
int n,div;
scanf("%d",&n);
while(n>0){
    printf("%d의 약수들 : ",n);
    for(div=1;div<=n;div=div+1)
        if(n%div==0)
            printf("\t%d",div);
    printf("\n");
    scanf("%d",&n);
}
```

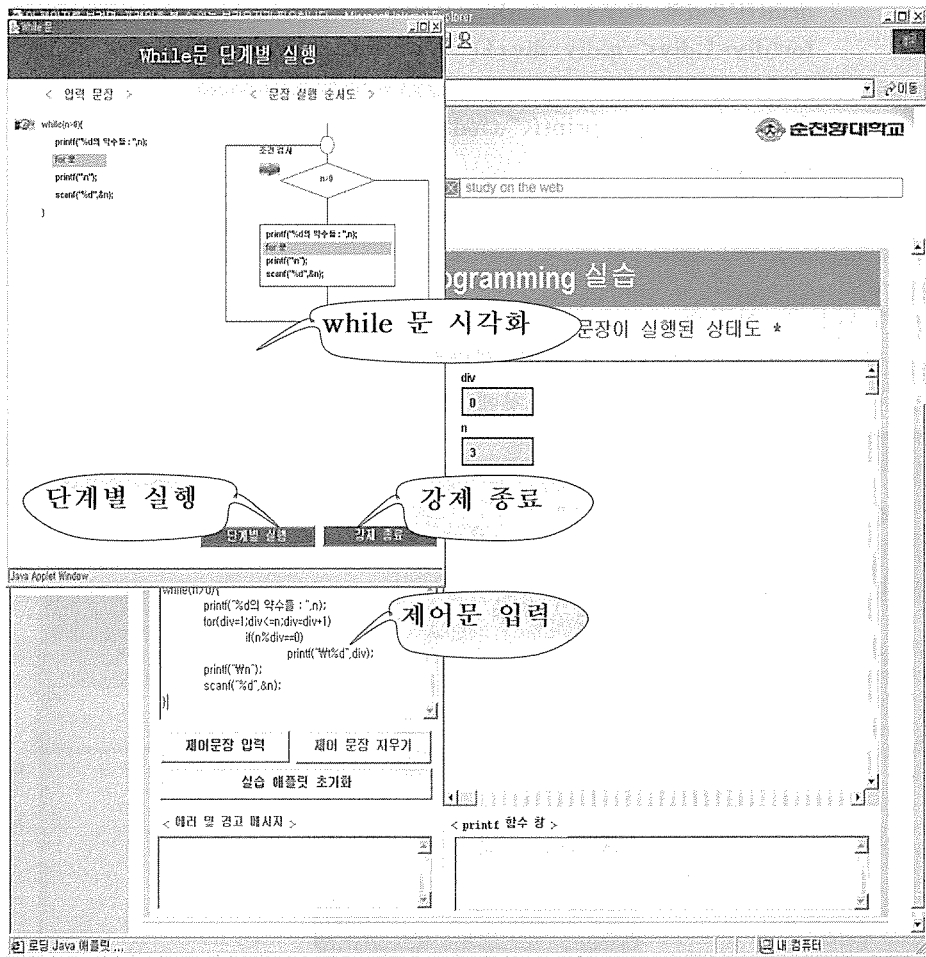
• 입력문의 시각화

아래의 그림에서 학습자 입력에 해당하는 문장을 실행하게 되면 새로운 창이 생성되어 학습자의 입력 요청에 대한 처리를 하게 된다.



- 반복구조의 시각화 (외부 while 문)

아래의 그림은 제어문장을 입력하였을 때 새로운 창이 생성된 화면을 나타낸다.



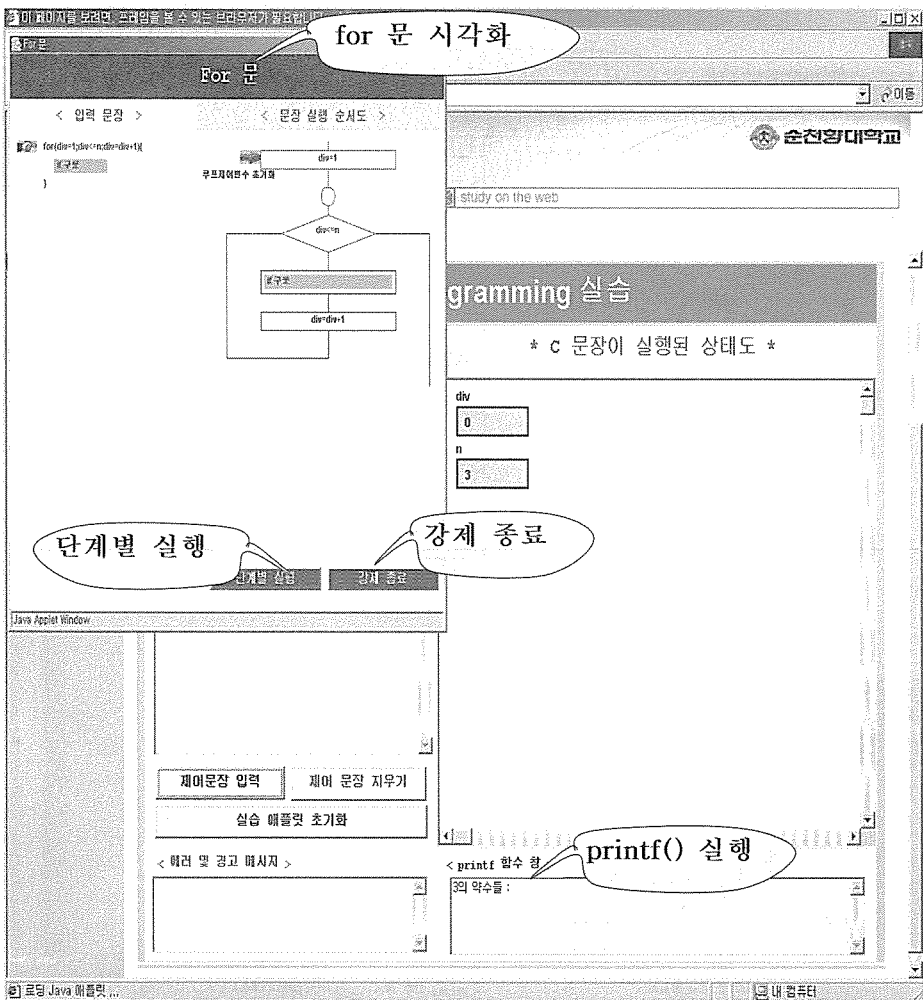
【제어문 입력 창】 - 제어문을 입력하게 되면 좌측 상단에 새로운 창을 통하여 해당 제어문장과 순서도가 나타나게 된다. 제어문내의 내부 중첩된 제어문이 있음을 하늘색 박스처리로 나타내어 해당 중첩된 제어문을 수행 시 새로운 창으로 중첩된 제어문을 수행할 수 있도록 이동하게된다.

【단계별 실행 버튼】 - 제어문 내부 문장들을 한 단계씩 실행할 수 있다. 실행된 문장의 결과는 메인 화면의 시각화 창을 통해 나타나게 된다.

【강제 종료 버튼】 - 잘못된 조건에 의한 무한루프에 의한 종료, 학습자에 의한 종료를 할 수 있다.

• 반복구조의 시각화 (내부 for 문)

아래의 그림은 내부 제어문 실행을 위해 새로운 창이 생성된 화면을 나타낸다. 이때 해당 제어문과 순서도가 다시 시각화되어 나타나게 되며, 위에서 서같이 내부 중첩된 제어문이 있음을 하늘색 박스 처리하여 나타낸다.



【단계별 실행 버튼】 - 제어문 내부 문장들을 한 단계씩 실행할 수 있다. 실행된 문장의 결과는 메인 화면의 시각화 창을 통해 나타나게 된다.

【강제 종료 버튼】 - 잘못된 조건에 의한 무한루프에 의한 종료, 학습자에 의한 종료를 할 수 있다.

• 선택구조의 시각화 (내부 if 문)

아래의 그림에서 학습자는 선택구조의 시각화를 살펴볼 수 있다.

위에서와 동일하게 학습자는 입력 문장과 순서도의 도형을 서로 매칭 시켜 단계별 실행 버튼에 의해 내부 문장을 수행할 수 있으며 메인 화면을 통해 실행된 상태를 확인할 수 있다.

The screenshot shows a Java IDE with several windows:

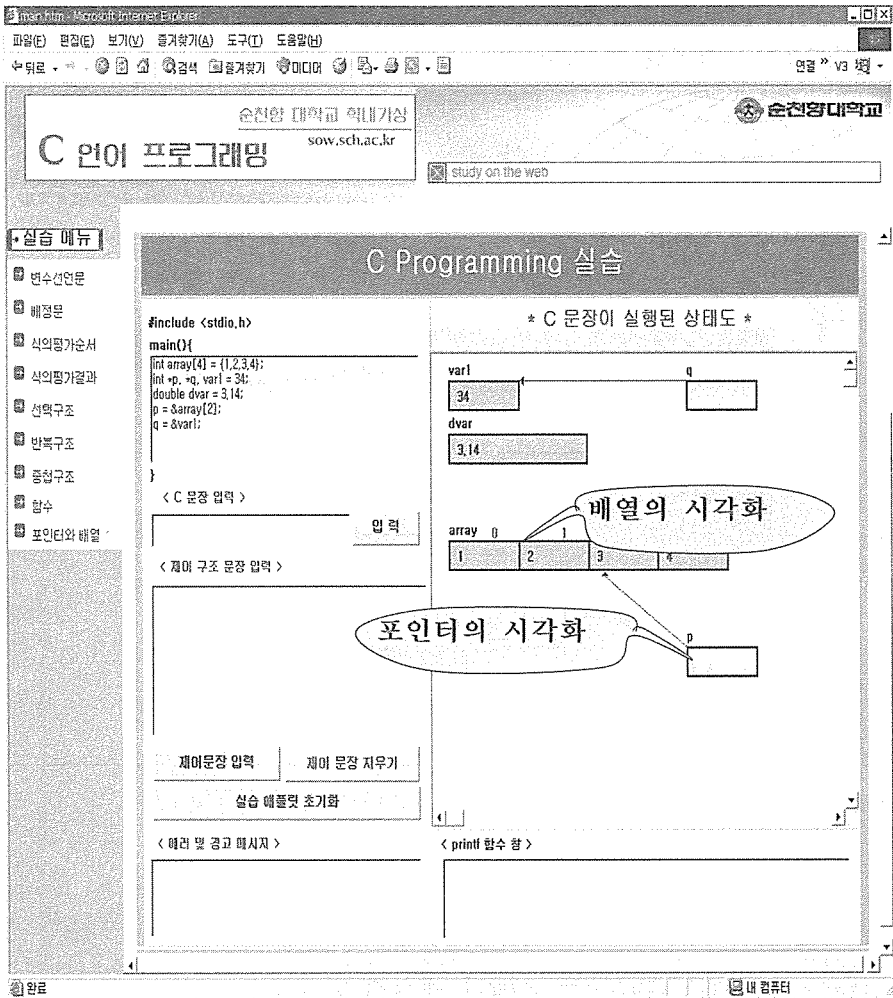
- if statement window:** Contains code:


```
if(n%dy==0){
    print("c",dy);
}
```

 and a flowchart showing a decision diamond for 'n%dy==0'. If true, it goes to a process box 'print("c",dy)'.
- Main IDE Window:** Shows a web page titled 'programming 실습' with a form for '변수의 갱신' (Variable Update). The form has input fields for 'dy' (value 1) and 'n' (value 3). A callout points to these fields.
- Java Applet Window:** Contains a 'printf 함수 량' (printf function count) section with a text area showing '3의 약수들 :'. A callout points to this area.
- Buttons:** '단계별 실행' (Step-by-step execution) and '제어문장 입력' (Control statement input) buttons are visible.

• 포인터와 배열의 시각화

아래의 그림은 배열, 변수, 포인터간의 관계를 시각화하여 나타내었다.



【배열의 시각화】 - 해당 배열의 원소의 상단에 인덱스를 나타내어 시각화하여 나타내었다.

【포인터】 - 포인터 변수가 가지는 해당 변수의 주소를 화살표를 이용하여 가리키는 형태로 시각화하여 나타내었다.

학습자는 이러한 포인터의 시각화를 통하여 어렵게 느껴질 수 있는 포인터의 개념을 쉽게 파악할 수 있을 것이라 기대된다.

• 오류의 시각화

아래의 그림은 학습자의 입력 C 구문에 대한 오류 메시지를 나타내고 있다. 학습자는 이러한 오류에 대한 메시지를 통하여 자신의 입력 구문에 대한 오류를 즉시 확인할 수 있다.

The screenshot shows a web browser window displaying a C programming practice page. The page title is "C 언어 프로그래밍" (C Language Programming) and the URL is "sow.sch.ac.kr". The page content includes a code editor with the following C code:

```
#include <stdio.h>
main(){
int array[4] = {1,2,3,4};
int *p, *q, var1 = 34;
double dvar = 3.14;
p = &array[2];
q = &var1;
}
< C 문장 입력 >
var1 = dvar + var1 / var2;
< 제어 구조 문장 입력 >
```

Below the code editor, there is a memory diagram titled "* C 문장이 실행된 상태도 *" (State after C statement execution). It shows variables: var1 (34), dvar (3.14), and an array [1, 2, 3, 4]. A pointer p is shown pointing to the third element (3) of the array. A callout bubble points to the variable var2 in the code, stating "선언되지 않은 변수" (Variable not declared).

At the bottom of the code editor, there is an error message: "var2 : 존재하지 않는 변수를 사용하였습니다. Error : 유효하지 않은 C 구문입니다." (var2 : Used an undeclared variable. Error : Invalid C syntax). A callout bubble points to this message, stating "에러 메시지" (Error message).

The page also features a sidebar menu with options like "변수선언문" (Variable Declaration), "배정문" (Assignment), "식의평가순서" (Order of Evaluation), "식의평가결과" (Order of Evaluation Result), "선택구조" (Selection Structure), "반복구조" (Iteration Structure), "동형구조" (Homogeneous Structure), "함수" (Function), and "표인자와 배열" (Pointers and Arrays).

7. 프로그램의 특징 및 독창성

▶ 주요 특징

- C 해석기 기반 C 문장 실행에 대한 알기 쉬운 시각화
- 학습자 입력 문장에 대한 실행의 시각화 즉시 제시
- Java 언어를 사용으로 플랫폼에 독립적으로 사용가능
- Java Applet을 사용하여 개발되어 웹 환경에 적합

▶ 독창성

- C 해석기 기반 C 문장 실행의 시각화
- 시각화 방법에 있어서 독창적
 - 트리 구조 기반의 식 평가 순서의 시각화
 - 순서도 기반 제어 구문 시각화
 - 중첩 제어구조의 계층적 시각화
 - 화살표를 이용한 포인터의 시각화

▶ 현 유통 제품과의 비교

기존의 제품은 학습자의 모든 입력 구문에 대한 구조적인 면을 보여주는 데 치우쳐 있지만, 본 프로그램은 학습자와 대화하면서 입력한 구문에 대한 즉각적인 시각화가 이루어지기 때문에, 학습자는 자신이 작성한 프로그램의 실행을 확인해가며 실습에 임할 수 있다.

8. 프로그램 활용방안 및 기대효과

▶ 활용 방안

- C 프로그래밍 웹 콘텐츠에 즉시 활용
- C 프로그래밍 교실강좌에 보조 자료로 활용
- 프로그래밍 관련 웹 콘텐츠에 활용

▶ 기대 효과

- C 프로그래밍 교육 효과 증대
- 관련 기술 적용으로 웹 콘텐츠의 질적 향상
- 이론과 실습이 병행 가능한 프로그래밍 학습 환경 제공

9. 사용 또는 개발언어, Tool

개발 언어 : Java2

Tool : JSDK 1.3, JBuilder 7.0, Dreamweaver 4.0, JFlex, Java_Cup

10. 사용 시스템

사용 OS	MS Windows 2000 Professional
CPU	인텔 펜티엄 III 850 MHZ
메모리	256 MB
웹 브라우저	MS Explorer 6.0