

碩士學位請求論文

월드와이드웹용 물리교육 코스웨어 개발에 관한 연구

指導教授 朴 奎 殷



濟州大學校 教育大學院

物理教育專攻

夫 東 赫

1997年 2月

월드와이드웹용 물리교육 코스웨어 개발에 관한 연구

指導教授 朴奎殷

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함.

1996年 11月 日

濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻

提出者 夫東赫



夫東赫의 教育學 碩士學位 論文을 認准함.

1997年 1月 日

審査委員長 김 규 응 
審査委員 나수규은 
審査委員 김 정아 

월드와이드웹용 물리교육 코스웨어 개발에 관한 연구

夫 東 赫

濟州大學校 教育大學院 物理教育專攻

指導教授 朴 奎 殷

월드와이드웹에서 사용 가능한 물리교육 CAI 코스웨어를 개발하는데 필요한 지침을 얻기 위하여 기존 자원을 조사·분석하였다. 기존 웹 환경에서 기본적으로 제공되는 통신, 자료 표현, 분기 및 상호작용에 관련된 기능을 활용하여 코스웨어의 질과 생산성을 높일 수 있으며, 물리 모의실험용 코스웨어를 구현하기 위해서 자바(JAVA)와 같은 분산처리 지향 언어의 도입이 필요한 것으로 나타났다.

포사체의 운동을 시뮬레이션하는 자바 애플릿(applet)을 제작하여 물리교육 홈페이지에 삽입하고 월드와이드웹을 통하여 운용 실험을 한 결과, 애플릿의 파일 크기가 14kbyte로 매우 작음에도 불구하고 애니메이션(animation)의 처리와 화상 및 음향의 표현이 원활하며 학습자와의 활발한 상호작용이 가능할 뿐만 아니라, 1% 이하의 수행 오차를 보이는 등 실용적이므로 물리 학습에 활용할 경우 교육적 효과가 클 것으로 기대된다.

목 차

국문 초록	i
I. 서 론	1
II. 연구 방법과 기본 이론	4
1. 연구 방법	4
2. 과학 수업과 CAI 코스웨어	4
3. 인터넷과 월드와이드웹	7
4. 웹을 위한 CAI코스웨어의 제작 환경	17
III. 웹용 물리교육 CAI 코스웨어 개발 지침	27
1. 기존의 웹 환경에서 지원되는 기본 기능의 활용	27
2. 코스웨어 제작자가 구현해야 할 기능과 유의점	38
IV. 예시적인 물리 시뮬레이션 애플릿의 제작	45
1. 자바 애플릿 ‘포사체 운동 실험기’의 개요	45
2. 개발 방향	46
3. 제작에 사용된 하드웨어와 소프트웨어	47
4. 자바 애플릿 프로그램 작성	58
5. ‘포사체 운동 실험기’ 애플릿의 실행	54
V. 결 론	67
참고 문헌	68
Abstract	
부 록	

표 차례

표 1. '포사체 운동 실험기' 제작 과정에서 사용한 장비 및 네트워크 자원	47
표 2. 'Fire.class'의 주요 속성들	50

그림 차례

그림 1. 웹에서의 클라이언트(client)와 서버(server) 및 자료 호출	13
그림 2. 국내 학습자의 인터넷 접속 환경	16
그림 3. WWW를 통한 학습 소프트웨어와 원격 사용자 사이의 상호작용 양식 ..	22
그림 4. 제작한 HTML문서를 탑재한 웹서버와 검색 클라이언트의 배치	56
그림 5. '포사체 운동 실험기' 애플릿이 가동된 화면	58
그림 6. 조정판과 포사체 운동 애니메이션	59
그림 7. '포사체 운동 실험기' 설명서 (HTML 형식)	60
그림 8. 발사 각도를 변화시키면서 실험한 결과 화면	61
그림 9. 중력가속도를 변화시키면서 실험한 결과 화면	62
그림 10. 시간 간격을 크게 잡아 섬광사진 효과를 얻은 실험 화면	63
그림 11. 등속운동, 낙하운동과 포사체 운동을 비교한 실험	64
그림 12. 공기 저항력의 증가와 포사체 운동의 변화 실험	65

I. 서 론

21세기를 대비한 사회 간접 자본으로서의 선형적 국가 기반 구조를 확충하고, 인간 중심의 정보사회 실현을 목표로 하여 정부에서 추진하고 있는 초고속통신망 구축 사업은 1995년부터 2015년까지 3단계로 나누어 진행되고 있다. 한국전자통신 연구소가 수행한 초고속정보통신망의 구축과 국가 발전 전략과의 연계 방안에 관한 연구¹⁾에서는 초고속정보통신망이 큰 파급 효과를 줄 수 있는 응용 분야의 하나로서 교육 목적의 활용을 제시하고 있다. 초고속통신망을 통해 원격교육을 활용하는 형태는 두 가지 차원이 있을 수 있다. 첫째, 구조화되고 미리 프로그램이 된 학습 자료에 관한 시스템으로서 학생이 컴퓨터와 직접 대화하는 형식이며 둘째, 컴퓨터의 통신 기능, 예컨대 컴퓨터 컨퍼런싱, 전자 통신, 데이터베이스 등과 같은 컴퓨터 매개 커뮤니케이션에 기초한 시스템으로서 학생-교사간의 커뮤니케이션을 촉진시키는 형태이다. 어떤 형태로 원격교육이 이루어지든 간에 원격교육은 미래의 교육 방식 및 교육기관의 형태에 커다란 변화를 가져올 것으로 예상된다. 실제 강원도 내촌초등학교²⁾에서는 초고속통신망의 교육적 활용에 대한 시범사업으로서 원격교육의 주제를 연구·실천하고 있다. 현재는 실시간 화상 수업을 중심으로 시범운영하고 있으나, 네트워크를 기저로 하여 설계된 CAI(Computer Assisted Instruction) 프로그램의 활용은 원격교육에 있어서 여전히 중요한 요소로서 지적되고 있다. 같은 시공간에서 같은 주제에 대하여 동일한 양의 과제를 학습하는 종래의 교실에서의 일제수업에 비하여 네트워크에서 제공되는 CAI 프로그램을 통한 학습은 시공간의 제약을 받지 않으므로 보다 개별적인 학습이 가능하게 된다. 그리고 19세기말 산업혁명이 교육제도를 바꾸어 놓듯이 이제 정보화 사회의 도래로 인하여 이에 맞는 새로운 교육제도가 생겨야 할 필요성이 대두되고 있다.

그러나 여러 선행 연구^{3,4)}에서 교실망이나 초고속통신망 등 네트워크 자원이 학습에 유용한 특성을 가지고 있다는 것을 밝히고 있음에도 불구하고 이를 활용할 수 있는 CAI 프로그램을 개발하는 것은 쉬운 일이 아니다. 이는 지금까지 국내에

서 이루어진 CAI 프로그램의 개발 추이에서도 알 수 있다. 현재 국내에서 개발된 대부분의 CAI 프로그램은 단독 플랫폼을 위한 것이며 교실망의 자원과 능력을 십분 활용할 수 있는 CAI 프로그램의 개발 사례는 적은 실정이다⁵. 그 원인으로서 는 첫째, 교실망 등 네트워크를 이용한 수업의 효용성에 대해 인식이 부족하고 둘째, 네트워크 상에서 운용되는 CAI 프로그램의 개발은 기술적으로 난이도가 높은 편이며 셋째, 교실망에서 교사와 학생들의 컴퓨터가 서로 결합되어 있는 상황에서의 수업 설계가 비교적 복잡하고 그에 따른 코스웨어의 구성과 CAI 프로그램의 개발이 용이하지 않다는 점을 들 수 있다⁶.

한편 교육적으로 그 응용 가치가 높다고 여겨지는 인터넷(Internet)의 여러 서비스들 중에서 월드와이드웹(WWW: World Wide Web, 이하 웹으로 약칭)은 쉬운 사용자 인터페이스와 자원 제작의 용이성으로 인하여 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 최근 몇 년 동안 폭발적으로 성장한 웹은 인터넷을 대중화시키는데 큰 역할을 하였으며, 교육적 활용에 관한 연구도 광범위하게 이루어지고 있다. 웹이 가지고 있는 멀티미디어적 특성과 계속 확장되고 있는 기능들, 그리고 풍부한 자원과 지원 기술의 발전 추세를 감안할 때 CAI 코스웨어에서도 웹이 폭넓게 응용되리라는 것은 쉽게 예상되는 바이다. 실제로 세계 각국에는 웹의 교육적 특성을 일반화시키기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 미국은 정보기반구축사업인 NII(National Information Infrastructure)의 교육적 응용 분야로서 여러 개의 하부 프로젝트를 수행하고 있다. DLT(Digital Library Technology) 계획⁷, RSD(Public Use of Remote Sensing Data) 계획⁸은 그 대표적인 예로서 웹이 중요한 수단으로서 활용되고 있다. 우리나라에서도 교육부²가 1996년 9월에 종합 교육정보 서비스인 에듀넷(EduNet)을 출범시켰다. 그리고 교수·학습용 멀티미디어 데이터베이스와 학술정보 데이터베이스를 구축하고 원격교육의 확대를 꾀하는 등 인터넷과 웹의 교육적 응용에 대한 노력이 지속적으로 이루어지고 있다.

그러나 웹의 교육적 잠재력과 풍부한 자원은 CAI 코스웨어 등과 같이 조직화된 체계를 통해서 활용될 때 그 가치를 더할 수 있을 것이다. 물리교육 CAI 코스웨어와 같이 비교적 높은 수준의 기술적 기교를 필요로 하는 프로그램을 웹에서

구현하기 위해서는 웹의 구체적 특성을 충분히 고려한 기술 개발이 선행되어야 한다. 그리고 이들 기술이 C.AI 코스웨어 제작에 활발하게 응용될 수 있도록 일반화시킬 필요가 있다. 더구나 컴퓨터와 통신 관련 분야 기술이 급격히 발전하고 있으며 응용 장비들의 교체 주기가 매우 짧아진 것을 감안하면, 컴퓨터 통신에 관한 물리적 자원이 투입됨과 동시에 이를 이용하는 프로그램과 활용 방법도 같이 제공되어 낭비적 요소가 발생하지 않도록 해야 한다. 따라서 인터넷이라는 새로운 매체를 기반으로 한 물리교육 C.AI 코스웨어 개발에 관하여 분야별 기술을 신속하게 확립할 필요성이 있으며, 웹을 포함한 인터넷 자원을 물리교육에 활용하기 위한 연구가 폭넓게 수행되어 정보화시대의 과학교육 장면에 대처해 나가는 것이 중요하다고 본다.

그러므로 본 연구에서는 ① 중등학교 물리교육 C.AI 코스웨어를 개발하는데 활용할 수 있는 웹의 자원과 문제점을 분석·정리하여 물리교육 C.AI 코스웨어 개발에 관한 지침을 얻고, ② 이를 기초로 하여 물리교육 C.AI 코스웨어에 활용될 수 있는 예시적인 프로그램을 제작함으로써 웹용 물리교육 C.AI 코스웨어를 구현하기 위한 기술적 방법을 탐색하고자 한다.



II. 연구 방법과 기본 이론

1. 연구 방법

1) 기초 자료 조사 및 문헌 연구

- (1) 과학교육 CAI 코스웨어의 개발과 활용에 관한 자료 및 문헌을 분석하였다.
- (2) 인터넷과 웹의 교육적 활용에 관한 자료와 문헌을 분석하였다.
- (3) 인터넷과 LAN(Local Area Network)의 기술적 동향에 대하여 조사하고, 웹서버의 구축 및 분산처리 기술에 관한 자료 및 문헌을 분석하였다.

2) 사례 연구

- (1) 인터넷을 통하여 과학교육 관련 프로젝트와 홈페이지의 성공적 운영 사례를 조사하고 물리교육 홈페이지 구성에 응용될 수 있는 요소를 추출하였다.
- (2) 인터넷을 통하여 분산처리 언어 등의 신 기술을 도입한 사례를 조사하고 그 응용 방안을 강구하였다.

3) 예시적인 자바 애플릿 (JAVA applet)의 개발과 교육 웹서버의 구축

- (1) 신 기술을 적용한 물리 시뮬레이션용 애플릿을 제작하여 성능 및 문제점에 관한 자료를 수집하였다.
- (2) 실험용 웹서버를 구축하여 운영상의 문제점을 분석하였다.

2. 과학 수업과 CAI 코스웨어

과학 수업에 이용되는 CAI의 형태가 다양하고 교수 목표에 따라 효과적인 유형이 다르듯이 각 유형에 따른 코스웨어 설계 방법 역시 다르다. 일반적으로 과학 수업에 컴퓨터를 이용하는 것은 크게 두 가지로 생각할 수 있다. 첫째는 과학 교과 내용을 가르치기 위한 연습형, 개인지도형, 컴퓨터 시뮬레이션 등의 코스웨어

를 사용하는 것이고, 둘째는 실험 장치를 제어하고 실험 데이터를 얻고 분석하는 실험실 도구로서 컴퓨터를 사용하는 것이다. 김영수⁹⁾는 과학교육용 CAI 코스가웨어가 갖추어야 할 점을 다음과 같이 각 유형별로 정리하고 있다.

1) 훈련 연습형 CAI

과학교육의 목표를 단순한 지식만이 아닌 창의성의 개발이나 탐구 과정에 들 때, 단순한 사실들을 가르치기 위해서 학생들을 연습 혹은 훈련시키는 것은 그다지 바람직하지 못하다. 물론, 어떤 개별적인 사실들은 후에 어떤 과학적 아이디어의 개발에 필요하기도 하다. 예를 들면, 화학 주기표에서 주요 화학 원소들의 화학 기호에 관한 지식 같은 것들이다. 이러한 내용의 지식을 학습시키는 훈련연습형 프로그램은 그 화학 기호들을 익히는데 시간을 더 필요로 하는 학생들에게 유효할 수가 있다. 그러나 일반적으로 과학 교육에서 훈련연습형은 나름대로의 역할은 갖고 있지만 그 적용 범위가 상당히 제한되어 있다.

2) 개인지도형 CAI

개인지도형은 교사가 학생을 개인 교수하듯이 컴퓨터가 학생과 대화를 통해서 학습을 진행해 나가는 형태를 말한다. 즉, 컴퓨터가 어떤 과학 지식을 가르치도록 프로그램 되고, 컴퓨터는 이 프로그램이 실행되면서 마치 교사가 한 학생을 가르치는 상황에서와 같이 어떤 내용의 과학 지식을 학생에게 가르치게 되는 형태이다. 일반적으로 컴퓨터는 학생이 어떤 개념을 획득하도록 돕기 위해서 학생에게 아이디어를 조심스럽게 제시하여, 반응하게 하고, 피드백을 통해서 학생에게 학생 자신의 반응 결과를 알려 주며, 나아가서 학생이 자신의 반응을 조절할 수 있도록 돕는 대화식 수업 방식을 이끌어 나간다. 그리고, 진단 평가와 형성 평가를 실시하여 학습 과제 중에서 어느 부분을 학습시킬 것인가를 결정할 수도 있다. 또한, 개인지도형은 직선형이나 분지형 등의 여러 가지 수업 구조를 가지고 학생에게 적합한 수업 구조를 제공할 수 있다. 그러나, 지금 현재의 컴퓨터는 기억 용량의 크기에 의해 컴퓨터가 처리할 수 있는 데이터의 양이나 문제의 크기가 제한되고 컴

퓨터는 아직 프로그램된대로만 일을 수행할 뿐이지 프로그램 되지 않은 그 이상의 일까지 컴퓨터가 알아서 처리하지 못하는 몇 가지 제한점들을 갖고 있다. 따라서 컴퓨터는 컴퓨터가 제시한 정보에 대해서 학생들이 응답 가능한 모든 반응에 대해 교사와 같이 판단하여 각각에 적합한 답변을 주지 못하고 단지 예상되는 반응을 중심으로 프로그램 될 수밖에 없다. 따라서 컴퓨터와 학생간에 지극히 한정된 형태로 대화가 오갈 것이며 학생 개개인의 특성에 아주 적합한 변응적 수업(adaptive instruction)을 이끌어 나가는데는 아직 어려움이 있다.

3) 시뮬레이션형 (모의실험형) CAI

Piaget의 이론은 학습은 구체적인 조작과 경험을 통해서 형식적 사고로 넘어가야 한다고 한다. 그렇다면 추상적이고 비가시적인 현상을 구체화 시각화하는 컴퓨터 시뮬레이션은 매우 효과적인 수업 자료라고 할 수 있다. 특히, 과학 분야에서는 많은 개념들을 설명하기 어렵고, 게다가 그들 사이의 관계가 형식적이고 상징적인 언어로 표현되고 있어, 많은 학생들이 이러한 이론적인 표현들을 일상 생활에서 사용되는 말로 연결하여 이해하는데 어려움을 느끼고 있다. 따라서 과학 수업에서 컴퓨터를 이러한 시뮬레이션 형태로 이용하는 것은 학생에게 구체적인 학습 경험을 제공하여 이해를 도울 수 있으므로 아주 훌륭한 수업이 될 수 있다. 또한, 학생은 시뮬레이션 사용에서 시뮬레이션의 결과에 어떤 영향을 줄 변인의 값을 조절할 때 어떤 의사 결정을 해야 하고 컴퓨터와의 상호작용을 통해서 그 결과를 분석하게 되므로 학생은 그 수업에 능동적으로 관계하게 되고 동기가 유발된 학습자가 된다. 과학 수업에서 시뮬레이션 CAI를 도입해야 하는 상황은 다음과 같다.

- 실제 현상을 다루기에는 필요한 시간이 너무 길어서 단축할 필요가 있을 때,
- 비용이 많이 들거나 위험한 과정이 포함된 실험 내용을 수행해야 하는 경우,
- 실제 상황에 관한 연구가 아닌 이론적인 연구를 하고자 할 때.

이러한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용할 때 중요한 점은 학생 자신의 의사 결정 내용에 따라 시뮬레이션이 수행되도록 해야 하고 이 의사 결정 과정은 시뮬레이션을

사용할 때 관심을 두어야 하는 가장 중요한 부분이다. 학생에 의한 합리적인 계획이 교사의 도움을 받아 가면서 이루어져 시뮬레이션으로부터 최대의 학습 효과를 얻도록 수행되어야만 한다. 그리고 실제 실험실 학습이 성공적으로 이루어지기 위해서는 사전에 그 실험에 필요한 선행 실험이나 관계되는 어떤 지식이 필요하듯이, 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 모의실험을 성공적으로 활용하려면 학생은 그 시뮬레이션을 효과적으로 수행할 수 있는 충분한 지식을 가져야만 한다.

4) 컴퓨터를 과학 수업에 활용함으로써 얻을 수 있는 장점

다음은 컴퓨터를 과학 수업에 이용함으로써 얻을 수 있는 몇 가지 장점을 정리한 것이다.

- (1) 학생은 컴퓨터를 가지고 학습하는 것을 좋아한다.
- (2) 적어도 전통적인 수업 방법에 의한 만큼의 학습 효과는 있다.
- (3) 사전에 잘 구성되고 검토된 수업을 제공할 수 있다.
- (4) 상호작용과 능동적인 학습 활동을 유도한다.
- (5) 개별화 학습을 가능하게 한다.
- (6) 전통적인 수업 방법에 비해 학습에 소요되는 시간을 감소시킨다.
- (7) 상호작용적인 시각 효과와 음향을 제공한다.
- (8) 학생의 의사 소통을 촉진시킨다.
- (9) 학습 경험의 폭을 넓힌다.
- (10) 교사와 학생간의 개인적 접촉의 기회를 더 준다.

3. 인터넷과 월드와이드웹

1) 인터넷의 개요

인터넷 (INTERNET)은 1969년 군사 목적 프로젝트의 일환으로 미국 국방성과 UCLA (University of California at Los Angeles)가 개발한 ARPANET (Advanced Res

earch Project Agency Network)에 그 기반을 두고 있다. 그 후, 군용 MILNET (Military Network)과 대학망으로 분리되고 대학망은 점차 가입 기관을 확대하여 1980년대에는 북미, 아시아, 유럽 등에 소재한 네트워크들도 이 망에 연결됨에 따라 범세계적인 규모로 확대되었다. 1980년대 중반 NSF(National Science Foundation)가 주축이 되어 미국 전역에 걸쳐서 분포한 슈퍼컴퓨터들을 연결한 NSFNet를 구성하였는데, NASA(National Aeronautics and Space Administration) 등의 적극적인 협조로 미국 전역의 교육기관, 정부기관, 상업기관을 연결한 종합적인 망이 되었다. 이 네트워크의 시초가 군사용인 만큼 상대방의 공격에도 안전한 분산처리 시스템을 기반으로 하였으며, 프로토콜(protocol)로는 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 사용하고 여러 독립 네트워크 사이의 패킷(packet) 전송을 지원한다. 인터넷에서 제공되는 주요 서비스들은 다음과 같다.

(1) 파일전송프로토콜(FTP)

파일 전송을 위한 서비스이다. 응용 프로토콜로서 FTP¹⁰⁾ (File Transfer Protocol)를 사용하며 사용자가 FTP클라이언트 프로그램을 사용하여 FTP서버가 설치된 컴퓨터에 접속, 파일을 보내거나 받을 수 있다.

(2) 전자우편(Electronic Mail)

인터넷 접속자간에 메시지를 교환할 수 있는 서비스이다. 호스트간의 메시지를 교환하는 데에는 SMTP¹¹⁾ (Simple Mail Transfer Protocol)을 주로 사용하며, 메일 박스에서 도착한 메시지를 꺼내는 데에는 POP3¹²⁾ (Post Office Protocol version3)가 사용된다. 문자뿐만 아니라 화상, 음향, 프로그램 등의 다양한 정보를 주고받을 수 있으며 MIME^{13, 14)} (Multi-purpose Internet Mail Extension) 형식을 사용하면 훨씬 자유롭게 다양한 형태의 메시지 교환을 할 수 있다.

(3) 원격접속프로토콜(Telnet)

텔넷¹⁵⁾은 인터넷의 원격 호스트에 접속되도록 지원하는 프로토콜로서 마치 유닉스(UNIX) 플랫폼에 터미널을 사용하여 로그인하는 것처럼 원격 컴퓨터를 사

용할 수 있다. 원격 컴퓨터 상의 디렉토리를 관리하고, 프로세스를 실행시킬 수 있을 뿐만 아니라 모뎀프로토콜(modem protocol)을 이용하여 파일을 원격 컴퓨터로 보내거나 받을 수도 있다.

(4) 고퍼(Gopher)

고퍼프로토콜¹⁶⁾은 1991년 미국의 미네소타대학에서 처음 제안되었다. 보다 쉽게 원하는 정보에 접근하도록 고안된 서비스로서 메뉴 방식의 사용자 인터페이스를 제공한다. 문자 기반 서비스이며 웹이 대중화되기 전까지는 사용의 편리함 때문에 많이 활용되었다. 물론 서버로부터 파일을 받거나 올리는 것이 가능하다.

(5) 뉴스(News)

일명 유즈넷(Usenet)이라고 하며 전자게시판 형태의 토론에 적합한 서비스이다. 서버가 인터넷에 접속한 사용자들의 의견을 모아서 데이터베이스화하고 주제별(New Group)로 제시한다. 사용되는 프로토콜은 NNTP¹⁷⁾(Network News Transfer Protocol)이다.

(6) 월드와이드웹(WWW: World Wide Web)

CERN(European Council for Nuclear Research)의 물리학자들이 연구 자료를 쉽게 교환하기 위해 만들어진 서비스이다. 하이퍼텍스트(Hypertext) 형식을 기반으로 하며 다양한 기능과 개방성 그리고 사용상의 편리함 때문에 가장 대중적인 인터넷 서비스로 자리잡았다.

2) 월드와이드웹

웹은 CERN의 T. Beners-Lee가 처음 개발한 하이퍼미디어(Hypermedia) 방식의 대규모 정보 서비스 시스템으로서, 1990년 발표된 이래 NCSA(National Computer Security Association)의 모자이크(Mosaic)과 같은 멀티미디어 중심의 웹브라우저의 보급에 힘입어 인터넷을 중심으로 급속히 성장하였다. 기존의 하이퍼미디어 시스템들이 사용자 접속 도구나 편집 기술 및 자료 저장 기법에 치중하여 개발된 반

면, 웹은 전세계에 광범위하게 퍼져 있는 여러 형식의 자료를 정보 서비스 환경에 접목시키는 데 초점을 두었다. 이를 위하여 다음과 같은 근본적인 문제를 해결하고 있다¹⁸.

- 하이퍼미디어 문서를 기술하는 언어
- 망을 통해 하이퍼미디어 문서를 전송하는 데 필요한 통신 규약
- 인터넷을 통해 전 세계에 퍼져 있는 자료를 식별하기 위한 기법

위의 세 가지는 각각 HTML(Hyper-Text Markup Language)과 URL(Uniform Resource Locator) 그리고 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)에 대응되며 웹의 성격을 가장 잘 나타낼 수 있는 요소이다¹⁹.

(1) HTML(Hypertext Markup Language)

HTML²⁰은 플랫폼에 관계없이 사용되는 하이퍼텍스트를 생성하기 위하여 만들어진 단순한 표식 언어(markup language)로서 ISO(International Standards Organization)의 표준인 SGML(8879:1986 Information Processing Text and Office Systems; Standard Generalized Markup Language)의 응용이다. HTML은 IETF(Internet Engineering Task Force)의 HTML 워킹그룹에서 표준안이 제정된다. 현재 HTML의 표준은 버전1, 버전2 까지 정의되어 있으며, 현재 HTML 버전3에 대한 표준안이 제안되고 부분적으로 활용되고 있으나 확정되지는 않았다. 따라서 현재의 표준안은 HTML 버전2.0으로, IETF RFC-1866이 WWW 컨서시움에 의하여 표준으로 제정되어 있다²¹. HTML은 문서를 장식할 수 있는 여러 가지 태그(tag)와 다른 내용으로의 분기(link), 사용자로부터의 입력양식(forms)을 지원한다. 뿐만 아니라 화상, 음향 등 다양한 형태의 정보를 포함하는 것이 가능하므로 기존 텍스트 위주의 형식보다 훨씬 넓은 범위에 걸친 응용이 가능하며 교육 목적의 자료를 제작하는데에도 적합한 언어라고 볼 수 있다.

(2) HTTP(Hypertext Transfer Protocol)

HTTP²²는 통신 부하를 작게 하고 빠른 속도를 지향하는 응용계층(application level)의 프로토콜로서, 분산된 하이퍼미디어 정보시스템에서의 협동 작업을 고려

한 것으로, 1990년 이후 전 세계적 정보 교환을 추구하는 웹에서 사용되어 왔다. 현재 가장 많이 사용되는 버전은 HTTP/1.0이고 HTTP/1.1, HTTP/NG 등의 확장 버전이 연구 중에 있다. 이 프로토콜은 일반적이고, 동적이며(stateless), 개체지향적이어서(object oriented) 요청 메소드(명령)의 확장을 통해 네임서버(Name Server)나 분산된 개체의 관리 시스템과 같은 다양한 처리에 사용할 수 있다. HTTP의 주된 면모는 데이터의 표현을 전형화(typing)하는 것이며 데이터의 전송 방법에 무관하게 시스템이 구축될 수 있도록 하는 것으로 요약된다. 한편 HTTP는 사용자측 프로그램(user agents)과 프락시(proxy)나 게이트웨이(gateway)의 통신에 사용되어 FTP, SMTP, NNTP, WAIS, 고퍼와 같은 인터넷 프로토콜과 통할 수 있도록 하고, 다양한 분야의 자원들을 기본적 하이퍼미디어 방식으로 접근할 수 있도록 하여 사용자측 프로그램의 수행을 단순화시켜 준다. 웹의 특이한 면모 중의 하나는 HTTP가 동적 프로토콜이라는 점이다. 즉, 한 사용자가 동일한 서버를 연이어 호출하며 자료를 사용하고 있더라도 서버와 클라이언트 두 기계 사이에는 지속적인 연결 관계가 없다. 서버는 매번의 호출을 별개로 취급하며 이전 호출과 다음 호출 사이에 어떤 연관도 짓지 않는다. 이러한 동적 연결 특성은 HTTP 서버 소프트웨어에 과부하가 걸리는 것을 방지하고, 클라이언트와 서버 사이의 프로토콜을 매우 단순하게 만들어 준다¹⁹⁾. 이에 비하여 FTP는 사용자가 한 번 로그인 하면 계속 연결 관계를 유지하는 정적인 프로토콜(statefull protocol)이다.

(3) URL(Uniform Resource Locators)

URL²³⁾은 인터넷을 통한 자원 호출 정보를 형식화하기 위한 구문론이며 의미론이다. URL에 관련된 규격은 웹에서 소개된 개념으로부터 출발한다. 네트워크 상의 자원을 호출하기 위한 방법에는 여러 가지가 있으므로 각 경우 자원의 위치를 기술하는 형식을 가지고 있다. 일반적으로 URL은 다음과 같이 사용된다.

〈프로토콜명〉:〈프로토콜에 따른 규정 부분〉

프로토콜명 - http, ftp, gopher, mailto, news, nntp, telnet, wais, file

규정 부분 - //〈사용자〉:〈암호〉@〈호스트〉:〈포트〉/〈URL 경로〉

HTTP를 프로토콜을 사용하여 인터넷 자원을 호출하는 경우, URL은 보통 다음 형식으로 사용된다.

`http://<호스트>:<포트>/<경로>?<검색부>`

예) `http://ns.ed.cheju.kr/vrclass/index.html`

FTP와 같은 서비스들이 기계 중심의 연결을 수립하는데 반하여, 웹은 URL을 사용하여 자료 중심의 연결을 수립한다. 따라서 원하는 자료가 어느 인터넷 호스트에 있는지 파일의 전송 방법이 무엇이든지에 관계하지 않고 동일한 방식으로 접근할 수 있게 해준다. 즉, 코스웨어 제작자는 내용의 위치에만 주의를 기울이면 되고 그 자료들이 전송되는 방식에는 신경 쓸 필요가 없어진다.

(4) 웹서버 (Web Server)

서버는 다량의 유용한 정보를 구축하고 사용자의 요구에 응할 수 있는 체계를 가지고 있다. 다중 사용자에 대해 다량의 정보를 분배하는 것을 기본적인 특징으로 하므로 개인용 컴퓨터보다는 더 높은 성능의 하드웨어적·소프트웨어적 자원을 갖추고 있어야 한다. 웹서버 프로그램은 상시 가동되고 있다가 사용자의 요구를 처리하는 프로그램이다. 보통 HTTPd(HTTP daemon)이라고 하며 다른 종류의 요구를 수용하기 위하여 게이트웨이 프로그램을 실행시킬 수도 있다. CERN의 HTTPd와 NCSA의 HTTPd는 서버프로그램의 소스를 포함한 모든 실행파일이 무료로 공개되어 표준적으로 쓰이고 있으며, 넷스케이프사(Netscape Communications Corporation), 오라클사(Oracle Corporation), 마이크로소프트사(Microsoft Corporation) 등의 업체에서 다양한 특성을 가진 상품을 내놓고 있다.

(5) 웹브라우저 (Web Browser)

웹서버에서 제공하는 정보를 출력할 수 있는 기능을 가지고 있다. 초기에는 문자 기반(예:Lynx)서비스였으나, 1992년 NCSA의 모자익(Mosaic)이 발표됨에 따라 멀티미디어적인 기능이 강화되었다. 그 후 넷스케이프사의 네비게이터(Navigator), 마이크로소프트사의 익스플로러(Explorer)가 출시되면서 여러 가지 부속 기능이

첨가되거나 강화되어 다용도 인터넷 검색 도구로서 널리 사용되고 있다. 또한 URL 형식으로 표현된 자료들을 요청할 수 있으므로 HTTP뿐만 아니라 FTP, 고퍼, 전자우편, 뉴스그룹의 자원을 검색할 수 있으며, 로컬 혹은 네트워크 드라이브의 파일도 열어 볼 수 있다. 다음 그림은 웹서버와 웹브라우저 및 자료 호출에 관한 관계를 종합적으로 보여주고 있다.

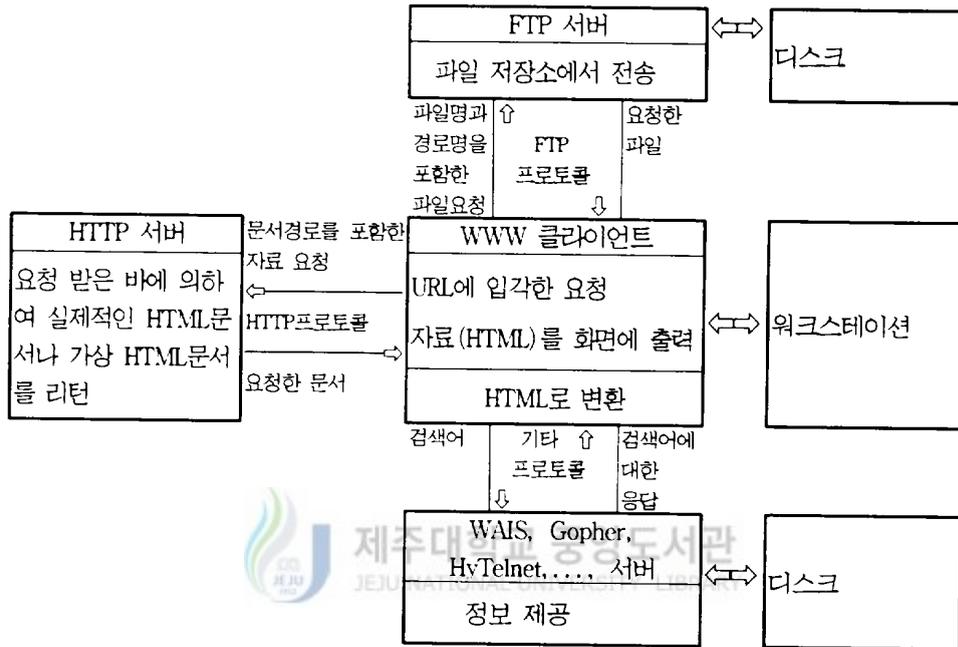


그림 1. 웹에서의 클라이언트(client)와 서버(server) 및 자료 호출

(6) CGI(Common Gateway Interface)

CGI²⁴⁾는 서버와 외부 프로그램과의 인터페이스를 위한 표준이다. 일반적으로 서버가 넘겨주는 문서는 정적인 문서이다. 그러나 CGI를 통하면 외부 프로그램으로 하여금 동적인 문서를 생성하도록 할 수 있다. HTML은 사용자로부터 데이터 입력을 받아들일 수 있는 입력양식을 제공한다. 여기서 입력된 정보로부터 지정된 서버측 CGI 프로그램을 호출하고, 사용자가 입력한 데이터들을 환경변수(enviroment)

ment variable) 혹은 표준입력(standard input stream)으로서 해당 CGI 프로그램에 전달한다. CGI 프로그램의 실행 결과는 유닉스 시스템의 경우, 표준출력(standard output stream)으로 반환된다. 생산된 출력물은 MIME 형식을 따르는 자료일 수도 있고, 자료의 위치(location)일 수도 있다. 이때 해당 CGI 프로그램은 서버의 자(子) 프로세서로서 실행(spawn)된다. 서버로 전달된 CGI 프로그램의 실행 결과는 다시 클라이언트로 전송된다¹⁴⁾. 별다른 매개변수가 필요하지 않은 경우에는 URL 형식의 CGI 프로그램 위치를 웹브라우저에 입력하거나, HTML 문서 속에 링크(link)로서 포함시켜 해당 CGI 프로그램을 호출할 수도 있다. 보안 등의 문제로 CGI 프로그램이 적재되는 디렉토리는 웹서버에서 관리한다. NCSA의 HTTPd/1.4의 경우 CGI 프로그램을 적재하는 경로의 내장값은 '/cgi-bin'이다¹⁵⁾.

3) 국내의 웹 활용 환경

인터넷이 대중화됨에 따라 국내외에서는 인터넷의 교육적 활용에 관한 다양한 시도와 연구가 이루어지고 있다. 웹이 활성화되기 전까지는 전자우편, 뉴스그룹과 같은 메시지 교환 수단의 활용에 초점이 모아졌으며 캐나다의 스쿨넷(School Net)처럼 고과를 이용한 교육사이트의 운영이 주된 관심사였다. 그러나 통신 여건이 향상되고 웹에 관련된 자원이 풍부해지면서 웹은 네트워크에서의 교육 수단으로서 중요한 해결책으로 부각되고 있다. 그러나 국내에서 웹을 교육 목적으로 활용하기 위한 여건은 좋은 편이 아니며, 이에 관한 연구와 노력도 그다지 활성화되어 있지 않은 형편이다. 우리 나라에서 웹을 포함한 각종 인터넷의 서비스를 교육 현장에 도입하기 위해서는 다음의 세 가지 측면을 크게 고려해야 할 것으로 본다.

(1) 학습자의 인터넷 접속 환경

인터넷에서 제공되는 정보의 질과 양 그리고 자료의 체계 및 활용 방법론 등 인터넷의 교육적 응용을 위한 여러 가지 요소들을 생각할 수 있으나, 현재 인터넷을 학습에 활용하는데 있어서 가장 큰 장애 요소로 작용하고 있는 것은 물리적인 접속 환경의 열악함이라고 볼 수 있다. 일반적으로 국내의 학생들은 두 가지 방법

으로 인터넷에 접속할 수 있는데 가정에서의 전화선을 통한 인터넷 접속과 학교에서의 교육망 접속을 통한 인터넷 연결이 그것이다.

① 전화선을 통한 상업용 인터넷 서비스 접속

학생들은 KORNET, HITEL, UNITEL, DACOM 등 국내의 상업용 인터넷 연결 서비스를 이용해서 가정의 컴퓨터를 인터넷에 접속시킬 수 있다. 서비스 업체마다 약간의 차이점은 있으나, PPP²⁶⁾ (Point to Point Protocol) / SLIP²⁷⁾ (Serial Line Internet Protocol) 혹은 가상SLIP 등의 프로토콜을 사용한 전화선 접속 서비스를 일반적으로 제공한다. 현재 28,800bps의 통신 속도를 지원하고 있으나 회선의 여건상 그 이하의 속도로 정보를 교환할 수 있다. 그리고 외국 사이트(site)에 접속하려는 경우 회선의 과부하 문제로 전송 시간이 너무 걸려서 학습 목적상 사용이 불가능한 경우가 많다.

② 전용선에 의해 교육망에 연결된 교실망에서의 인터넷 접속

우리 나라의 교육망(KREN)으로 라우팅(routing)이 가능한 교실망을 구비한 학교에서는 LAN에 연결된 호스트로부터 비교적 고속(56k-256kbps)으로 인터넷에 접속할 수 있다. 그러나 전용선으로 교육망에 연결된 학교는 많지 않은 형편이며, 전용선에 의해 인터넷에 접속되더라도 병목현상에 의한 장애로 도저히 학습에 활용할 수 없는 상태가 자주 발생한다. 따라서 인터넷의 자원을 이용한 학습을 시도하는 경우 해당 사이트나 자료에 접근하는데 대부분의 학습 시간을 소모하게 되며, 통신 기능 교육과 같이 특정 분야를 제외하고는 교육 목적상 그 실용성을 거의 찾을 수가 없는 형편이다. 그리고 추후 학교에서의 인터넷 접속 환경이 개선된다 하더라도 전 교과에 활용될 수 있을 만큼 충분한 물량의 자원을 제공하기는 어렵다는 점을 감안한다면, 당분간은 가정에서의 공중 전화망을 통한 인터넷 접속이 일반적인 수단이 될 것으로 판단된다. 다음 그림은 국내의 학습자들이 인터넷에 접속할 수 있는 일반적인 환경을 나타낸 것이다. 단, 그림에 표현된 교실망의 인터넷 접속 설비는 현재 국내의 여러 단체에서 추진 중인 교육정보화 운동에서 보편적으로 제공되고 있는 사양을 첨가한 것이다.

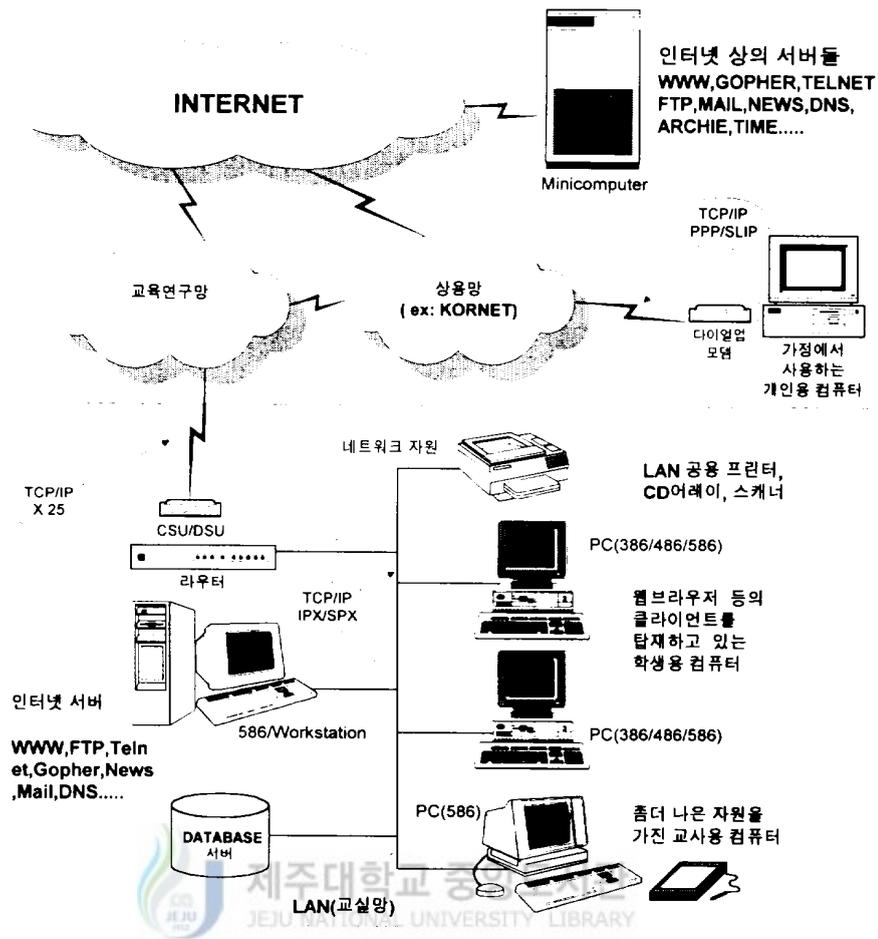


그림 2. 국내 학습자의 인터넷 접속 환경

(2) 학습 자료

개선된 조건에서 인터넷에 접속하더라도 적절한 자료나 코스웨어가 준비되어 있지 않다면 인터넷은 무용지물이 될 것이다. 현재 우리 나라 초·중·고 학생들의 학습에 일반적으로 활용될 수 있을 만큼 종합적인 내용 체계를 갖춘 사이트는 전무한 실정이며 이러한 체계를 구축하려는 노력도 미미하다. 1996년 하반기에 교육부의 에듀넷이 출범하기는 하였으나, 아직은 교육적인 시도를 하였는데 의미가 있고 일반적 주제를 가진 학습 활동에 적용하기에는 크게 미흡한 형편이다. 따

라서 인터넷 학습의 하드웨어적 환경의 개선에 병행하여 소프트웨어적인 자원을 구축하는 데에도 적지 않은 노력을 경주해야 할 것으로 보인다.

(3) 네트워크 교육 체계

인터넷의 구축된 자료를 효과적으로 학습에 이용할 수 있도록 지원하는 조직과 체계가 필요하다. 적어도 시·군 교육청에는 교육정보화를 전담하는 부서가 설치되어야 하며, 교육 네트워크의 설계, 코스웨어의 제작과 활용, 교육용 사이트의 구축 등 모든 분야에 걸친 기획·추진의 근거와 지침 및 활용 모델을 구안하여 제시함은 물론, 기술 및 재정 지원의 기능을 수행할 수 있어야 한다.

4. 웹을 위한 CAI 코스웨어의 제작 환경

네트워크용 CAI 코스웨어는 단독 플랫폼 CAI 코스웨어에 비하여 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- 자료 분배가 쉽고 코스웨어 버전의 유지 및 성능 향상이 용이하다.
- 시간과 공간의 제약을 적게 받는 학습을 가능하게 한다.
- 학습자의 학습 이력을 관리하여 적절한 학습 처방과 피드백을 주는 것이 가능하며 평가에 도움을 준다.
- 학습 자료와 학습자 정보의 원격 관리 기능을 포함할 수 있다.
- 학생과 학생, 학생과 교사의 상호 작용에 관해서 여러 가지 보조 수단을 동원할 수 있다.
- 공간적으로 분산된 자료들을 조직화하여 대규모의 학습 자료 체계로 발전시키는 것이 가능하다.

웹 환경에서는 위에서 제시한 것을 포함하여 CAI 코스웨어에서 유용하게 활용할 수 있는 기능들을 기본적으로 제공한다. 네트워크를 통한 통신, 음향 및 영상의 재생과 같은 멀티미디어적인 능력, 그리고 학습 내용 상의 분기 등이 그것이

다. 기존의 윈도우즈, 혹은 도스 운영 체제만을 기반으로 하여 개발한다면 적지 않은 노력과 전문적인 프로그램 능력을 필요로 하는 사항들이 이미 갖추어져 있으므로 웹 환경에서의 CGI 코스웨어 제작은 그만큼 이득을 보고 시작하는 셈이 된다. 다음은 웹 환경에서 코스웨어 제작에 도움을 주는 요소와 제한 요소를 정리한 것이다.

1) 코스웨어 제작에 도움을 주는 요소

(1) HTML의 풍부한 표현 능력

HTML 문서는 수식을 위한 태그가 포함된 아스키(ASCII) 형태의 문자 데이터로서 일반적인 에디터를 사용하여 작성할 수 있다. 사용이 편리한 HTML 문서 작성기들이 다양하게 개발되어 있으므로 초보자가 HTML 문서를 작성하는 것이 가능하며 서체, 색상, 정렬 방법, 표와 선 그리기에 관한 태그를 활용하여 다양한 형태의 문서를 꾸밀 수 있다. HTML은 하이퍼텍스트를 기반으로 하므로 교육적으로 조직화된 링크 체계를 구성하여 적절한 학습분기를 제공할 수 있다. 그리고 텍스트입력, 체크버튼, 라디오버튼, 리스트 등의 입력양식(fill-out form object)을 이용하면 학습자의 선택 사항 혹은, 문장 입력을 받아들이고 그에 따른 피드백을 줄 수 있다.

(2) 다양한 데이터의 표현

웹브라우저는 문자뿐만 아니라 그림, 동영상, 음향자료를 표현할 수 있다. 따라서 코스웨어 제작자는 고도의 기술을 요하는 드라이버나 프로그램들을 구현할 필요가 없이 웹브라우저에서 지원되는 풍부한 멀티미디어적인 요소를 자신의 저작물에 활용할 수 있게 된다. MPEG, AVI 등의 동영상이나 AU, WAV 형식의 음향자료와 같이 웹브라우저 내에서 기본적으로 지원하지 않는 형태의 데이터는 이들을 출력할 수 있는 프로그램들(helper program)을 연결시켜 자동적으로 재생되도록 할 수 있다. 이 외에도 자바 프로그램(JAVA applet, JAVA script)이나 포스트스크립트(Postscript) 문서와 같은 다양한 형태의 자료들을 웹브라우저를 통해 실행

하거나 플러그인(Plug In)을 사용하여 출력할 수도 있다.

(3) 네트워크 기능의 지원

네트워크 기반의 프로그램을 작성한다는 것은 통상적으로 고난이도의 전문 기술을 요구하는 것으로 알려져 있다. 그 동안 교육부에서는 교실망 보급 사업을 꾸준히 추진하여 왔으나 네트워크 자원을 충분히 활용하는 CAI 코스웨어가 개발되지 못했던 것은 이러한 이유 때문이다. 종래의 교실망 규격은 NetBIOS나 IPX/SPX를 기본으로 하는데, 이 프로토콜을 직접 조작하는 루틴을 작성해야 네트워크용 응용 프로그램을 구현할 수 있으므로 일반인이 네트워크용 코스웨어를 제작한다는 것은 불가능에 가까웠다. 그러나 윈도우즈95의 웹 접속 환경에서는 인터넷의 기본 프로토콜인 TCP/IP와 웹의 HTTP를 기본적으로 제공하고, 운영체제와 웹브라우저가 이를 적절하게 조작하기 때문에 CAI 코스웨어 제작자가 별도의 통신 기능을 구현할 필요가 없다. 이는 엄청난 노력의 절감이 아닐 수 없으며 코스웨어 구성론과 약간의 프로그램 제작 능력이 있는 사람이라면 누구나 네트워크용 CAI 코스웨어의 제작을 시도해 볼 수 있게 되었다. 윈도우즈3.1에서는 TCP/IP소켓이 트로이원속, 트럼펫원속 등의 제품으로 공개되고 있어서 쉽게 구할 수 있다.

(4) 웹서버 구축의 용이성

코스웨어 제작자가 전용 웹서버를 구축·관리할 수 있다면, 자유롭게 자료를 구축하고 실험 운영할 수 있으므로 매우 바람직하다. 근래에 들어 네트워크의 교육적 활용에 관심이 높아짐과 동시에 이에 관련된 제반 여건이 점점 나아지고 있으므로, 앞으로는 코스웨어 제작자가 웹 시스템에 보다 근접한 위치에서 작업할 수 있을 것으로 본다.

① 서버프로그램의 보급

대형 웹사이트에서 사용하는 강력한 웹서버 프로그램들이 무료로 공개되어 있을 뿐만 아니라 기술적 사양에 관계된 자료들도 쉽게 얻을 수 있다. CERN, NCSA와 같은 연구기관 및 단체에서 개발된 서버프로그램은 성능이 매우 뛰어남에도 불구하고 개방되어 있으며, 넷스케이프사와 같은 상업 목적의 회사에서 개발된 서

버프프로그램들도 교육계에는 무료로 제공되는 경우가 있다.

② 통신 회선의 보급 확대

'96년부터 본격적으로 일기 시작한 국내의 교육정보화 운동은 교육개혁의 중요한 실천 과제의 하나로서 표방되고 있을 뿐만 아니라 언론을 포함한 유관 기관에서도 높은 관심을 보이고 운동에 참여하고 있다. 그에 따른 구체적 노력의 일환으로 학생들이 인터넷에 접속할 수 있는 여건을 개선하기 위하여 각 학교의 교실망을 인터넷에 연결하는 사업이 추진되고 있으며, 통신 회선의 확충과 회선 대역폭의 향상에 힘을 기울이고 있다. 더구나 전용선으로 인터넷에 접속된 학교에는 서버를 구축할 수 있는 시스템이 동시에 제공되는 경우가 많아 가까운 장래에 학교 단위의 인터넷 서버 구축과 활용은 일반적인 양상이 될 것으로 보인다. 더구나 전 국가적으로 추진하고 있는 초고속통신망 사업은 최종 사용자까지 100M bps이상의 회선을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이는 현재 기간 통신망의 백본(backbone)의 용량에 상당하는 것이며 이러한 대역폭에서는 멀티미디어 서비스 등 많은 종류의 응용이 가능해진다.

③ 상용(商用) 웹사이트에서의 사용자 홈페이지(Home Page) 개설

인터넷용 코스웨어를 적재하기 위하여 반드시 서버를 구축해야 하는 것은 아니다. 한국통신(KORNET)과 같은 일부 인터넷 서비스 제공 업체들은 가입자들에게 인터넷으로의 회선을 제공할 뿐만 아니라, 업체가 보유한 컴퓨터의 하드디스크에 가입자들의 공간을 할당하여 사용할 수 있도록 배려하고 있다. 가입자는 자신이 작성한 HTML 문서 및 영상, 음향 등의 자료를 할당받은 디렉토리에 적재하고 인터넷에 접속한 다른 사용자들이 웹브라우저를 통해 열람하도록 할 수 있다. 따라서 웹서버를 구축하는 것이 비용 면에서 부담스러운 개발자는 이와 같은 서비스를 이용하여 자신의 코스웨어를 인터넷 상에 올려놓을 수도 있다.

(5) 다른 종류의 인터넷 서비스와의 연결성 제공

웹브라우저는 HTTP프로토콜뿐만 아니라 FTP, 고퍼, 전자우편, 유즈넷과 같은 다른 종류의 인터넷 서비스도 인터페이스할 수 있다²⁸. 따라서 코스웨어의 제작자

는 이들 기능을 따로 구현할 필요가 없다. 네트워크 상의 학습에서 이러한 기능들은 학습자-학습자, 학습자-교사간에 실시간 혹은 지연적 메시지 교환 수단으로서 큰 역할을 차지하는 것으로서 선행 연구를 통하여 그 가치를 이미 인정받고 있는 요소들이다.

2) 웹의 제한점과 개선 방향

HTML 규격은 문서의 장식, 분기, 입력양식을 통한 상호작용 등을 지원하지만, 고도의 연산과 다양한 상호작용 그리고 애니메이션을 필요로하는 과학 시뮬레이션 코스웨어를 제작하기 위해서는 턱없이 기능이 부족하다. 그리고 웹에서 주로 사용하는 HTTP는 단속적인 프로토콜(stateless protocol)로서 통신 회선의 부하를 경감하는 등 여러 가지 긍정적인 측면을 갖고 있음에도 불구하고, 지속적인 세션(session)이 필요한 기능의 구현에는 제한 요소로서 작용한다.

(1) 학습의 관리의 어려움

교육용 소프트웨어는 학습자의 능력, 학습 경력과 같은 배경을 염두에 두고 학습 내용을 제시하고 반응할 수 있어야 하며, 어떤 개념에 어려움을 느끼는 학습자에게 적절한 처방을 제공할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 코스웨어가 학습자의 상태와 행동을 계속 추적하고 측정된 사항들을 기록해 두어야 할 필요성이 생기는데, 이는 동적인 프로토콜을 사용하는 웹의 특성과는 상치되는 면이다. B. Ibrahim¹⁹⁾은 이러한 문제점을 CGI 프로그램을 이용하여 해결할 것을 제안하였다.

그림3)에서 보는 바와 같이 연이은 두 학습 국면에 대하여 일정한 관련성을 유지하기 위해 서버의 외부 셸스크립트가 하나의 자 프로세서를 호출하도록 한다. 자 프로세서는 실행 결과물로서 가상 HTML 문서를 HTTP 서버에 전달한다. 그리고 이 결과물에는 실행되었던 자 프로세서의 ID를 숨김 형식(hidden type input)으로 삽입해 둔다. 다음번 클라이언트로부터의 요청에서는 이 정보에 의하여 같은 자 프로세서를 다시 연결하고 사용자가 입력한 추가 정보를 전달하여 처리하게 할 수 있게 된다.

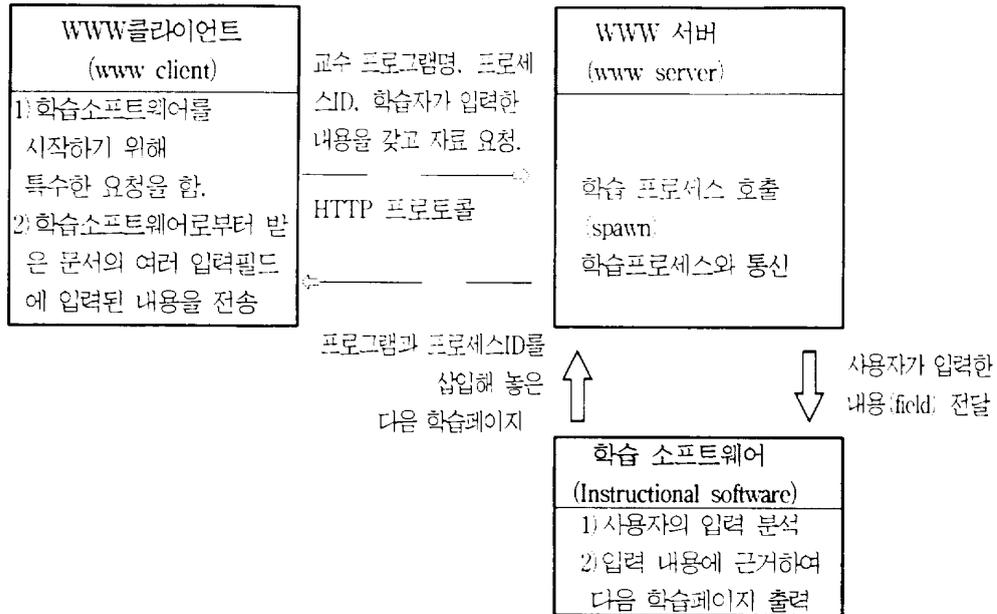


그림 3. WWW를 통한 학습 소프트웨어와 원격 사용자 사이의 상호작용 양식

그러나 이러한 접근은 몇 가지 난점을 갖고 있다. 첫째는 동시에 여러 사용자로부터 자료 요청이 발생할 때 서버에 과부하가 걸리기 쉽다는 것이고 둘째는 학습자와의 상호작용이 HTML의 문법에 의해 제한 받는다는 점이다. 세 번째로 들 수 있는 것은 과거 상태의 재현에 관한 문제이다. 즉 지금까지의 모든 상황의 변화를 기록해 두고 다음 연결에서 처음부터 다시 재 출력하는데 사용해야 한다는 점이다. 이러한 방법은 컴퓨터의 성능을 상태의 재현에 소모하며 네트워크의 통신량을 증가시킬 뿐만 아니라 연결이 도중에 끊어졌을 경우, 상태가 파괴된다는 문제점을 안고 있음을 Martin Gleeson²⁴ 과 이택경²⁵ 은 지적하고 있다.

(2) 상호작용에 관한 제한점

여기서 말하는 상호작용은 학습자가 하이퍼텍스트의 링크를 선택하여 이미 작성된 또 다른 내용을 열람하는 수준의 소극적인 것을 뜻하는 것이 아니다. 학습자가 마우스를 조작하거나 문장이나 수치를 입력하면 그 변화가 동적으로 생성되고 학습자에게 피드백을 줄 수 있는 보다 활발한 상호작용을 의미한다. J. Newmarch³⁰, Martin Gleeson과 Tina Westaway³¹, T. Martin³², B. Ibrahim³³ 은 웹 환경에서

HTML의 입력문(forms)과 CGI 프로그램을 이용하여 어느 정도의 상호작용을 실현하는 것이 가능하나 제한 사항이 많음을 그들의 연구에서 밝히고 있다.

CGI 프로그램의 URL을 요청 받은 서버는 해당 프로세스를 실행하며 그 동안 클라이언트의 사용자는 개입할 수 없다. 그리고 처리 결과를 HTML 문서 등의 형식으로 클라이언트에 전송하고 나면 입력문이나 이미지맵(image-map)과 같은 정해진 방법에 의하여 다시 요청이 올 때까지 클라이언트와 연결이 해제된다. 따라서 클라이언트의 학습자가 마우스커서를 이리저리 옮겨 다니면 그림이 변한다거나, 계속 학습자와 반응하며 물체의 운동을 시뮬레이션하는 것이 어렵다. 즉, 코스웨어의 내용에 제약을 크게 받을 수밖에 없다.

(3) 서버의 과부하 문제

D. Wojtowicz, R. Wilhelmson, M. Ramamurthy³³⁾는 상호작용적 영상을 위한 클라이언트 환경에 관한 연구에서 화상의 처리와 같이 단위 요구당 처리량이 많을 때 네트워크 상의 서버의 능력은 쉽게 포화되며, 이를 해결하기 위해 서버의 능력을 증가시키는 것은 단순한 문제가 아니라는 점을 지적하고 분산처리의 필요성을 강조하였다. 즉, 증가하는 사용자의 수에 맞추어 서버를 증강하는 것은 어려우나 클라이언트 시스템의 수는 사용자와 거의 같은 비율로 증가하는데 착안하여 해결책을 모색하였다.

(4) 분산처리 지향 언어의 도입

이상의 논의에 비추어 볼 때, 물리교육용 CAI 프로그램과 같이 복잡한 계산이나 변화가 많은 애니메이션을 요구하는 프로세스를 소화하기 위해서는 클라이언트 측 역할 증대가 필요함을 알 수 있다. 복잡한 처리를 CGI 프로그램과 같은 서버 측 실행 환경에 일임하는 것은 과부하 등의 여러 가지 문제가 수반되고, HTML 형식은 근본적으로 한계를 갖고 있기 때문이다. 이런 문제점을 해결하는 대안으로서 최근에 개발된 자바(JAVA)와 같은 클라이언트/서버 지향 언어의 도입을 고려해볼만 하다. 이러한 언어는 CAI 프로그램이 요구하는 복잡한 처리를 클라이언트 측에서 수행할 수 있는 능력을 갖고 있기 때문이다.

(5) 자바언어

자바는 선마이크로시스템사(Sun Microsystems Inc.)에서 C++를 모태로 하여 개발된 개체지향 언어로서(1996년 2월에 정식 버전 발표) C++와 형식이 매우 유사하다. 이 언어의 제작자인 J. Gosling과 H. McGilton은 자바언어백서³⁴⁾에서 자바의 특징을 다음과 같이 요약하고 있다.

① 이식성이 강한 인터프리터

C++이 코딩에 이어 컴파일과 링크 과정을 거친 후 특정 시스템에 적합한 기계어 실행파일(native code)을 생성하는데 비하여, 자바는 중간 수준의 컴파일을 하여 기계 독립적인 중간코드(바이트코드: byte code)를 생성하고, 실행시 인터프리터를 사용하여 이를 번역한다. 따라서 하나의 응용 프로그램을 여러 종류의 플랫폼에서 운용하는 것이 가능해지는데, 이는 인터넷과 같이 매우 다양한 종류의 기계로 구성된 네트워크 환경의 프로그램 작업에서는 중요한 문제이다. 한 개의 응용 프로그램의 버전만 유지하면 된다는 것은 개발 노력이 크게 절감된다는 것을 의미하기 때문이다.

② 애플릿을 통한 웹 지원

웹에서 전송될 수 있는 형태의 프로그램인 애플릿(Applet)을 지원한다. 일반적인 응용 프로그램들은 단독으로 실행되는 것을 목적으로 하는데 비하여 애플릿은 네트워크를 통해 전송되어 웹브라우저 상에서 실행될 것을 전제로 하는 프로그램 형식이다. 애플릿 삽입 태그는 HTML의 표준 형식은 아니나 핫자바(Hot Java) 혹은 네비게이터2.0, 익스플로러3.0과 같은 대중적인 웹브라우저에서 지원한다.

애플릿은 MIME과 같이 하나의 데이터처럼 전송되며 애플릿을 지원하는 브라우저는 애플릿 실행 기능을 갖추고 있다. 서버는 애플릿을 포함한 문서를 전송한 후 연결을 끊게 되지만 애플릿은 클라이언트측에서 서버와는 독립적으로 수행되면서 사용자와 계속 상호작용할 수 있다. 결국 접속자에 비례하여 증가하는 프로세스를 다시 접속자의 시스템에 애플릿 형태로 재분배 해 버리므로 서버측 부담을 획기적으로 줄일 수 있다. 그리고 애플릿에서 사용되는 기본적인 클래스(class)를

클라이언트측에 갖추어 놓고 수행 시 링크(dynamic link)되도록 함으로써 전송될 파일의 크기를 줄이는 효과를 얻는다.

③ 멀티쓰레딩

자바는 타 언어가 가지는 표준 연산 기능을 가지고 있을 뿐만 아니라 멀티미디어적인 기능을 갖추고 있다. 장규오³⁵⁾는 자바가 멀티미디어 프로그램에 적합한 이유로서 이미지 파일(GIF, JPG)과 오디오 파일(AU)을 쉽게 제어할 수 있는 기능들을 제공하는 것을 들고 있다. 거기에 멀티쓰레딩(multi threading)을 지원하므로 음향과 애니메이션을 배경으로 하는 시뮬레이션을 쉽게 구현할 수 있으며, 동시에 여러 개의 쓰레드를 생성하여 사용자와의 활발한 상호 작용을 추구할 수 있다. 즉 단일 쓰레드를 지원하는 C나 C++ 그리고 제한이 많은 HTML 문서나 CGI만을 사용하여 코스웨어를 작성하는 것보다 훨씬 자유롭게 프로그램을 제작 할 수 있게 된다.

④ 네트워크 지원

자바는 네트워크 지향의 언어이다. 따라서 자바를 이용하여 전자우편이나 대화 등의 기능을 구현하고 자신의 홈페이지에 삽입하는 것은 어려운 일이 아니다.

⑤ 데이터베이스 연결성

웹의 서버측 응용에서 특히 중요한 것은 데이터베이스의 조작이다. 자바에는 JDBC라는 SQL 데이터베이스용 인터페이스가 포함되어 있으며 Oracle, DB2, Informix, MS SQL, Sybase 등 세계적으로 널리 사용되고 있는 주요 데이터베이스 서버를 위한 JDBC 드라이버³⁶⁾들이 개발되어 있다. 이와 같은 데이터베이스 연결성을 이용하면 학습자의 학습 이력이나 학습 자료 데이터베이스를 서버측에서 운영하고, 자바 응용 프로그램으로 네트워크를 건너 이들 데이터베이스를 관리하는 것이 가능해진다.

⑥ 자바언어의 단점

전술한 여러 가지 장점에도 불구하고 자바언어는 다음과 같은 단점을 가지고 있다. 우선 C나 C++와 같이 특정 기계에 최적화된 언어로 작성된 응용 프로그램

에 비하여 자바의 프로그램은 수행 속도가 느리다. 그리고 애플릿의 로딩 (loading) 과 실행이 불규칙하여 안정성이 다소 부족하며, 프로그램에 능숙하지 않은 사람들에게 개체지향과 멀티쓰레딩 개념은 결코 쉬운 것이 아니다. 또한 이식성을 큰 장점으로 내세우는 것에 비하여 실제 자바 응용 프로그램이나 애플릿이 수행될 수 있는 플랫폼은 많지 않은 형편이다. 현재 자바 애플릿을 사용할 수 있는 클라이언트의 운영체제는 윈도우즈3.1, 윈도우즈95, SunOS 그리고 매킨토시 정도이다. 그리고 자바 애플릿은 클라이언트측에서 실행되므로 서버와 통신 선로의 부하를 줄일 수 있다는 장점이 있는 반면에, 서버측에서 관리해야 할 성질의 정보를 취급하는데 취약하거나 비교적 복잡한 과정을 거쳐야 한다. 웹서버나 웹브라우저는 보안 체계를 갖추고 있어서 네트워크 건너편의 파일을 조작하는데 제한을 두기 때문이다. 따라서 접속자의 관리나 학습 자료 데이터베이스의 운영 등의 중앙 집중형 프로세스들은 아무래도 서버측 실행 환경에서 담당하는 것이 자연스럽다고 판단된다.



III. 웹용 물리교육 CAI 코스웨어 개발 지침

이제까지 자바언어를 포함한 웹의 자원들을 CAI 코스웨어 제작에 관련된 사항을 중심으로 살펴보았다. 웹의 각종 자원과 기술들이 독립적으로 사용되어서는 만족할 만한 결과를 얻기가 어려우며 상보적으로 조합될 때, 실용적이며 활용도가 높은 물리교육 CAI 코스웨어를 구현할 수 있다. 이상 논의된 것으로부터 물리교육용 시뮬레이션형 CAI 코스웨어 제작의 각 단계에서 그대로 활용할 수 있는 기존의 기술 및 자원들을 요약하고, 코스웨어 제작자가 직접 프로그램을 작성하여 구현해야 할 기능 및 유의 사항들을 추출하여 정리하면 다음과 같다.

1. 기존의 웹 환경에서 지원되는 기본 기능의 활용

다음에 제시하는 기능들은 기존의 웹 환경에서 이미 지원되고 있으므로 CAI 코스웨어 제작시 별도의 프로그램을 작성할 필요가 없다. 그 대신 코스웨어 제작자는 이들 기능이 적절히 활용될 수 있도록 코스웨어의 설계에 반영시켜야 할 것이다. 그리고 특수한 목적으로 다음 기능들을 대체하려 할 때에는 비교적 전문적인 프로그램 작성 능력을 필요로 한다는 점에 유의해야 한다. 단, 우리나라의 초·중·고 학생들은 대부분 80/86 계열의 CPU를 채용한 개인용 컴퓨터를 사용하고 있으며, 운영체제로서 도스(DOS) 환경의 윈도우즈3.1과 윈도우즈95를 널리 사용하므로 이러한 환경에 초점을 맞추어 정리하였다. 그리고 웹브라우저의 경우, 현재 가장 많이 사용되고 있는 넷스케이프사의 네비게이터와 마이크로소프트사의 익스플로러를 중심으로 기술하였다.

1) 인터넷 통신에 관한 기능의 활용

(1) TCP/IP

- ① 윈도우즈3.1 - 트로이윈속 등 외부 TCP/IP 프로그램을 설치해야 한다.
- ② 윈도우즈95 - 자체 내장된 TCP/IP 소켓을 이용한다.

(2) SLIP/PPP

학교의 LAN환경에서 전용선으로 인터넷에 접속하는 경우에는 필요 없으나 가정에서는 대부분의 학생이 전화선을 이용하여 인터넷에 접속하게 되므로 SLIP/PPP를 사용하게 된다. 현재 대부분의 상용 인터넷 서비스에서 PPP/SLIP 접속을 지원하고 있으며, 이 접속을 사용할 경우 자신의 컴퓨터에서 사용될 TCP/IP 소켓을 서비스 업체에 따라 알맞게 설정해 주어야 한다.

- ① SLIP -비교적 이전에 발표된 규격으로 단순하며 에러보정 기능 등이 약하다.
- ② PPP -보다 신뢰성이 있어서 많이 사용된다. 단, 접속자의 IP주소가 동적으로 할당되므로 IP주소에 관련된 코스웨어에서는 이 점을 주의해야 한다.

(3) HTTP

네비게이터, 익스플로러, 모자익 등의 일반적인 웹브라우저와 웹서버에서 제공된다. 개발시 유의해야 할 것은 HTTP가 동적인 프로토콜이라는 점이다. 한 번 자료의 전송을 완료하면 연결이 끊어지고 학습자가 추가적인 자료를 요구할 때 새롭게 연결을 수립하므로, 학습 관리나 피드백 루틴 등을 설계할 때에는 이 특성을 고려해야만 한다. 즉 CGI 프로그램이나 자바 애플릿을 이용하여 일련의 학습 과정에 대해 논리적인 연결을 수립해야 하며, 그 정보가 서버에 축적될 수 있도록 서버측에서 학습 관리 데이터베이스를 운용하는 것이 바람직하다.

(4) 다른 종류의 프로토콜 호출

FTP, 고퍼, 전자우편, 유즈넷, 텔넷 등의 프로토콜을 웹브라우저에서 호출할 수 있다. 즉, 웹브라우저 하나를 가동시켜 인터넷의 주요 서비스를 대부분 활용할 수 있으므로 다른 종류의 인터넷 서비스를 이용하기 위해 전용 프로그램을 구하거나 제작할 필요가 없어진다.

2) 자료 출력 기능의 활용

웹브라우저는 문자 출력을 비롯하여 화상, 음향 등 다양한 데이터의 출력 기능을 가지고 있다. 따라서 코스웨어를 설계할 때에는 기본적 출력 기능의 성능과 그

한계점을 잘 파악해 두는 것이 필요하다.

(1) 문자의 출력

웹브라우저는 기본적으로 HTML 형식을 따르는 문자 자료를 출력할 수 있다. 워드프로세서만큼 자유롭지는 못하지만 글자의 모양 설정, 색상 지정, 크기 변경, 정렬, 들여 쓰기, 표와 선 그리기 등의 장식이 가능하며 일반적인 ASCII 파일도 출력한다. 윈도우즈에 설치된 글자체들을 그대로 이용하고 가장자리 처리 (antialiasing)가 되지 않아 글자체가 미려하다고는 볼 수 없으며 줄 간격과 자간 조정이 자유롭지 않은 면이 있으나, 생산성이 뛰어나므로 널리 활용하는 것이 좋다.

(2) 화상 자료의 출력

일반적으로 널리 쓰이고 있는 GIF, JPG 형식의 파일은 웹브라우저의 자체 기능만으로 화면상에 출력할 수 있다.

① JPG 형식 - 파일 크기가 작고 고색상을 지원하므로 전송 속도와 화상의 질을 높이고자 할 때 사용하도록 한다.

② GIF 형식 - 복합그림모드 (interlaced mode), 배경 투명 효과, 움직이는 그림의 기능을 활용하고자 할 때 사용한다.

PCX나 TGA, TIFF와 같은 형식의 그림 파일은 웹브라우저에서 헬퍼프로그램을 지정하여 출력되도록 할 수는 있으나, 헬퍼프로그램의 윈도우가 웹브라우저 위에 나타난다는 점에 유의해야 한다. 그리고 학습자들의 일반적 인터넷 사용 환경이 전화선을 통한 저속 접속이라는 점을 감안하여 부득이한 경우가 아니면 작은 그림을 사용하는 것이 바람직하다. 선로의 통신 속도가 낮을 때, 큰 그림이 전송되는 동안 학습자는 쉽게 지루해지며, 다른 사이트로 분기해 버리는 주요 원인이 될 수 있다. 같은 크기의 그림이라도 색조나 명암의 변화를 작게 하면 파일 크기가 크게 감소한다. 그라데이션과 같은 색조의 연속적 변화는 그림 파일의 크기를 증대시키므로 가급적 피하도록 하고, 잡티가 없는 선과 균일한 면으로 이루어진 그림을 사용하는 것이 바람직하다. 대형 그림을 제시할 때에는 작은 크기의 아이콘으로 미리 제시해 주는 방법이 좋다.

(3) 음향자료의 재생

음향자료는 주로 등록된 헬퍼프로그램으로 재생한다. 보통 웹브라우저에서는 기본적인 재생 프로그램이 같이 제공되며 윈도우즈를 사용한다면 멀티미디어재생기와 같이 윈도우즈에서 기본적으로 제공되는 프로그램을 이용할 수 있다.

① AU 형식 - 가장 일반적이며 웹에 접속한 거의 모든 클라이언트에서 재생시킬 수 있으므로 바람직한 형식이다.

② WAV 형식 - 윈도우즈 환경에서 많이 사용된다. 윈도우즈 사용자들이 제작하기 쉬운 형태이나, 인터넷에는 유닉스를 사용하는 접속자들도 많은 관계로 최종적으로는 AU 형식으로 변환시켜 주는 것이 바람직하다.

샘플링(sampling)된 음향 파일은 큰 용량을 차지하므로 매우 짧게 사용되어야 한다. 일반적인 목적으로는 8비트 11kHz 모노(mono) 형식을 사용하는 것이 좋으며 녹음 시간을 몇 초 이내로 제한하도록 한다. 장시간 효과 음향을 재생할 필요가 있을 때에는 짧은 파일을 반복 재생하는 등의 방법을 사용해야 한다.

(4) 동영상 자료의 재생

동영상 자료는 일반적으로 음향까지 포함된다. 현재 웹에서 많이 볼 수 있는 형태는 MPEG, AVI, MOV의 세 가지이다. 이들 자료를 재생할 수 있는 외부 프로그램을 웹브라우저의 헬퍼프로그램으로 등록하여 사용해야 한다. 음향과 마찬가지로 동영상 파일은 매우 큰 것이 보통으로 1Mbyte의 용량을 쉽게 뛰어 넘는다.

① MPEG - 음향도 포함되는 형식이다. 압축률이 가장 뛰어나므로 전송 시간을 절약할 수 있다. 재생 프로그램은 쉽게 구할 수 있으나 제작·편집 프로그램이 흔하지 않은 결점이 있다.

② AVI, MOV - 생산·편집이 쉽고 재생 프로그램도 구하기 쉽다. 음향도 포함하는 형식으로 널리 사용된다.

③ FLI, FLC - 음향이 포함되지 않는 형식으로 생산·편집이 가장 자유롭다. 영상에 음향이 필요 없다면 이 형식을 사용하는 것도 생각해볼만 하다.

(5) 인쇄 기능

웹브라우저는 현재의 페이지를 인쇄할 수 있는 기능을 메뉴 형태로 제공한다. 컬러 화보를 흑백 인쇄기로 출력할 때에는 명도에 따른 변환을 하며 화면 크기를 벗어난 내용이라도 페이지 번호를 꼬리말로 붙이면서 전부 출력한다.

① 많은 양의 학습 내용을 가진 페이지는 학습자가 인쇄하여 읽을 수 있도록 안내하는 것이 좋다. 모니터 상에서는 집중력이 떨어지기 때문이다.

② 실험보고서 양식 같은 것은 학습자가 인쇄하여 그 위에 필기 도구로 결과를 기입할 수 있도록 안내하는 것이 좋다. 인터넷에 접속된 상태에서 체계 있는 작업이 어렵기 때문이다.

3) 분기 기능의 활용

(1) URL 입력에 의한 직접 분기

웹브라우저는 사용자로부터 자료의 URL을 직접 입력받아 그 문서가 있는 위치로 연결을 수립한 후 자료를 전송 받을 수 있도록 되어 있다. 일반적인 사용 목적에는 이 기능이 유용한 것이나, CAI 코스웨어가 학습 흐름을 주도하고자 할 때에는 장애가 될 수도 있다. 학습자가 의도하지 않는 URL로 분기를 하여 학습 과정으로부터 이탈 해 버리는 경우가 있기 때문이다. 따라서 학습자가 CAI 코스웨어에 연결되면 CAI 코스웨어를 통해 학습을 명시적으로 종료시키지 않는 한, 계속 학습자의 분기 상황을 감시하며 적절한 분기를 유도할 수 있도록 방안을 마련하는 것이 좋다. 특히, 자바스크립트를 활용하면 웹브라우저의 URL입력창을 포함한 다른 메뉴들을 감추는 것이 가능하므로 그 활용 방법을 생각 해볼 만 하다.

(2) HTML 문서 내의 링크에 의한 분기

웹은 하이퍼텍스트 방식의 자료에 대한 분기를 기본적으로 지원한다. 다른 문서나 자료에 대한 분기는 HTML문서 내에 연결태그(link tag)를 포함시켜 구현할 수 있으며, 한 문서 내의 세부적인 분기는 미리 라벨을 붙여 두고 그곳을 지정하는 방식으로 실현할 수 있다. 그리고 이미지맵(image map)을 이용한 분기도 CAI

코스웨어에서는 매우 유용하다. 이미지맵의 형식에는 NCSA 이미지맵, CERN 이미지맵 그리고 클라이언트측 이미지맵의 세 가지가 있다.

(3) 웹브라우저의 메뉴에 의한 전·후진 분기

대부분의 웹브라우저는 이전·이후 내용으로의 분기 메뉴를 갖고 있다. 따라서 CAI 코스웨어를 제작할 때에는 코스웨어 자체에 전·후진 분기를 포함할 것인지, 혹은 웹브라우저에서 지원하는 기능을 이용하게 할 것인지를 명확히 해야 하는데 가능한 전·후진 분기를 문서 내에 포함시키는 것이 좋다. 자료의 전송 중에 전·후진 메뉴를 사용하여 내용이 불완전한 가운데 다른 페이지로 넘어간 경우, 다시 복귀했을 때 내용이 잘린 채로 그냥 남아 있거나 코스웨어가 의도한 학습의 흐름에서 이탈할 염려가 때문이다. 따라서 웹브라우저의 캐쉬(cash)사용, 재전송(Reload)기능과 연관시켜 세밀하게 코스웨어를 설계해야 할뿐만 아니라 학습자에게 분기 수단에 대해 명백한 안내를 제공해야 한다.

(4) 웹브라우저의 책갈피와 히스토리

통상 웹브라우저는 현재의 URL을 책갈피로서 기록해 둘 수 있고, 지금까지의 이동 경력을 히스토리에 연속적으로 저장시킬 수 있다. 따라서 CAI 코스웨어에는 이에 대한 사용 안내를 두어 학습자가 원하는 위치로 쉽게 이동할 수 있도록 배려하는 것이 좋다.

(5) 색인 페이지의 필요성

하이퍼텍스트 방식 분기의 결점은 학습자가 길을 잃기 쉽다는 것이다. 처음에는 의도적으로 학습 내용상의 분기를 시작한 학습자일지라도 분기가 반복되는 동안 처음의 의도를 망각하게 되고 나중에는 여러 내용들 가운데에서 방황하게 된다. 따라서 학습 내용 체계를 파악하기 좋도록 어느 정도 위계화할 필요성이 있으며 학습자가 전체 학습 내용의 구조를 파악할 수 있도록 색인 페이지를 운용하는 것이 좋다. 그리고 매 학습 페이지마다 색인으로의 연결을 지원하여 길 잃은 학습자들이 쉽게 원래의 학습 내용으로 복귀할 수 있도록 배려하는 것이 바람직하다.

4) 웹에서 지원하는 상호작용의 활용

(1) HTML 입력양식 (Forms and Elements)

HTML은 입력양식 태그를 사용하여 사용자가 입력한 문자나 선택 사항을 서버 측에 전달할 수 있도록 하고 있다. 다음은 입력양식 안에서 사용할 수 있는 여러 형태의 요소들이다.

① INPUT TYPE = TEXT

한 줄의 문장을 입력할 수 있는 상자가 나타난다. 학습자의 신상 자료나 단답형 응답을 요구할 때 사용할 수 있다. 평가 문항이나 설문 조사에 유용하다.

② INPUT TYPE = PASSWORD

입력 내용이 '*'로 나타나므로 사용자 암호의 입력 등에 사용할 수 있다.

③ INPUT TYPE = CHECK BOX

제시된 조건들 중에서 여러 개를 선택할 때 사용할 수 있다. 예를 들어 중복 선택이 가능한 선다형 평가 문항을 만들 수 있다.

④ INPUT TYPE = RADIO BUTTON

제시된 조건들 중에서 하나만 선택해야 할 때 사용할 수 있다. 배타적인 선택 상황에서 유용하다. (예: 남녀 성별 선택)

⑤ INPUT TYPE = IMAGE

학습자가 그림을 선택할 수 있도록 하고 그 정보를 서버로 보낸다. 그림 위주의 문항이나 학습 내용의 분기에 활용할 수 있다.

⑥ INPUT TYPE = HIDDEN

학습자는 내용을 볼 수 없다. 통상적으로 CGI 프로그램에서 일련의 자료 요청을 논리적으로 연결하고자 할 때 이용된다.

⑦ SELECT

스크롤 가능한 팝업 메뉴의 기능을 브라우저 내에서 실현할 수 있도록 한다. 학습 내용의 분기나 조건 선택에 활용할 수 있다.

⑧ TEXTAREA

여러 줄의 문장을 입력할 수 있는 창이 나타난다. 스크롤이 가능하며, 커서 이동, 글자 수정을 할 수 있는 간이 편집 기능이 지원된다. 그다지 길지 않은 글이라면 전자우편을 사용하는 것 보다 훨씬 간편하게 서버측으로 메시지를 전달할 수 있다.

⑨ SUBMIT, RESET

현재 입력양식의 입력 사항들을 서버로 보내거나 지우는데 사용된다.

(2) 웹서버측 기능

웹서버는 상호작용에서 주로 중계자의 역할을 수행한다.

- ① 웹서버는 클라이언트에서 입력된 사항을 받아들인다.
- ② 외부 프로그램 (CGI) 을 호출하여 클라이언트로부터의 정보를 전달한다.
- ③ CGI 프로그램의 결과물을 HTML 형식으로 받아 클라이언트로 전송한다.

5) 다른 종류의 인터넷 서비스의 활용

(1) 전자우편

전자우편은 인터넷 상의 전통적 메시지 교환 수단으로서 그 활용 가치가 매우 높다. 웹에서 전자우편 기능을 가동하는 것은 간단하므로 웹용 C.A.I 코스웨어는 전자우편 기능과 조화를 이루도록 설계하는 것이 바람직하다.

- ① 학생-학생 우편 교환 - 과제 해결이나 공동 탐구 학습에서 서로의 의견과 자료를 교환할 수 있다. 상대방으로부터 받은 메시지로 인하여 학습 의욕이 고취될 수 있으며, 동료들 간에 진지한 의사 교환의 기회를 갖도록 할 수 있다.
- ② 학생-교사 우편 교환 - 과제의 부여 및 제출이나 질문·조언에 이용할 수 있다. 가정에서 충분한 시간을 가지고 질문서나 과제물을 작성할 수 있기 때문에 지적 순발력이 낮은 학생이나 소극적인 학생도 더 높은 수준의 의사 표현을 할 수 있게 된다. 더구나 직접 교사로부터 응답을 받을 수 있으므로 집단 교실 수업에서는 어려웠던 1:1 접촉 과정을 경험할 수 있게 된다.
- ③ 학교에서 교사와 학부모가 접촉하는 경우, 학생의 생활에 관한 일반적인 의견

교환에 그치는 경우가 많다. 그러나 네트워크 기반의 CAI 코스웨어에 부모와 접촉할 수 있는 요소를 삽입한다면 여러 가지 긍정적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

첫째, 의사 표현에 소극적인 학부모나 교사일지라도 전자우편과 같은 지연적인 메시지 전달 수단에 의하여 의견 교환이 촉진될 수도 있다.

둘째, 자녀의 구체적인 학습 장면에 대한 논의를 가질 수 있고, 부모가 학생의 학습에 대하여 보다 상세한 부분까지 관심을 가지고 조력하는 계기를 줄 수 있다.

셋째, 학생의 학습에 관하여 논의를 거치는 동안 과목 담당 교사와 학부모간의 공감대가 확대될 수 있다.

(2) 메일링 리스트

다수에게 메시지를 전할 수 있는 메일링 리스트를 활용하여, 공지 사항이나 도움 요청의 용도로 활용할 수 있다. 교사는 과제의 일괄적인 제시나 일정의 공지 그리고 코스웨어에 미처 포함하지 못한 새로운 교육 정보 등을 학생들에게 알리는데 사용할 수 있으며, 학생들은 도움 요청이나 탐구 계획의 공지 등의 용도로 응용할 수 있다.

(3) 뉴스그룹

큰 규모의 공동 탐구 과제를 수행할 때에는 유즈넷과 같은 게시판 서비스를 이용하는 방안도 고려할 수 있다. 전자우편이 일 대 일 혹은 일 대 다수의 메시지 교환이라면 유즈넷은 다수 대 다수의 의사 교환이므로 논의되는 내용도 차이 나게 된다. 매 학습 과제마다 유즈넷 그룹을 개설하는 것은 번거로우므로 일정 그룹을 상설하고 토론의 장소로서 계속 활용하는 것이 좋다. 그러나 일반적 인터넷 서비스에서의 뉴스 목록은 너무 방대하여 학생들에게 혼란감을 조성할 우려가 있으므로 가급적 독립 뉴스 서버를 운영하는 것이 바람직하다. 몇몇 뉴스서버 프로그램은 교육적 목적으로 사용할 때, 무료로 개방되어 있다.

(4) FTP

대규모 학습 자료를 학습자가 전송 받도록 하는 기능도 웹용 CAI 코스웨어를



설계하는데 반드시 고려해야 할 사항이다. 학습자가 계속 인터넷에 접속한 상태에서 학습을 진행한다는 것에는 무리가 따르기 때문이다. 애플릿 형태의 학습 프로그램이나 큰 규모의 자료, 과제 등을 클라이언트에서 전송 받은 후, 인터넷 접속을 끊고 단독 환경에서 실행을 시켜 보거나 인쇄하여 읽어보는 것이 더 나을 수도 있다. 따라서 접속을 끊은 상태의 후속 학습에 대해서도 충분히 연구하여 과제의 성격에 따라 효과적인 방법을 선택해야 할 것이다.

6) 확장 기능의 활용

웹 환경이 기본적으로 갖고 있는 능력이 다양하고 강력하나, 특수한 요구들을 모두 수용할 만큼 범용적이지는 못하다. 그러나 여러 가지 형태의 기능 확장을 통해서 성능의 향상을 도모하고 있으므로 그 추이를 면밀히 검토하고 코스웨어의 제작에 반영할 필요성이 있다.

(1) 헬퍼프로그램의 선정

학습자의 브라우저에서 헬퍼로 지정되는 프로그램이 일반적으로 사용되는 것인가를 검토해야 한다. 예를 들면 윈도우즈3.1, 윈도우즈95의 '멀티미디어재생기'는 운영체제에 기본적으로 탑재되어 있는 프로그램이므로 표준적으로 사용할 수 있다.

(2) 확장된 HTML 규격의 사용

버전 2.0 이후의 확장 규격은 아직 표준화되어 있지 않아서 모든 환경에서 수용되는 것이 아니므로 확장 태그 등을 사용할 때에는 이점을 충분히 고려해야 한다. 그러나 대중적인 웹브라우저에서 공통적으로 지원되는 사항은 도입할 만하다. 예를 들면 자바 애플릿, 자바스크립트 태그나 쇼크웨이브(Shockwave) 삽입 태그와 같은 것들이다. 단 이들 특수한 데이터형을 활용하기 위해서는 클라이언트는 물론 서버측에서도 추가적으로 설정되어야 할 사항이 있다는 것에 유의한다. 자바 애플릿의 경우 브라우저 측에서 실행의 허용 여부를 설정할 수 있으며 쇼크웨이브는 웹서버측에서 MIME TYPE을 추가해야 한다.

(3) 플러그인 (Plug In) 의 활용

쇼크웨이브나 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 등은 단순히 데이터를 출력하는 범주에서 벗어나 강력한 상호작용까지 지원한다. 자바를 이용하면 시뮬레이션 등의 동적인 코스웨어를 작성하는 것이 가능하나 기 개발된 플러그인을 적절히 사용할 때 더 작은 노력으로 양질의 결과를 얻을 수도 있다. 그러나 이런 요소를 도입할 때에는 생산 업체에서 지속적인 지원이 가능한지, 일반화시키는 것이 용이한지를 세밀히 조사해야 한다.

① VRML - 가상 현실을 위한 플러그인으로서 관측자의 시점(視點)이 변화함에 따라 달라지는 3차원 물체 모습을 실시간으로 보여준다. 입체 도형의 학습과 같이 공간적인 설명이 필요한 경우 응용해 볼만하다.

② 쇼크웨이브 - 매크로미디어사(Macromedia Inc.)의 디렉터(Director)나 오쏘웨어(Authorware)의 결과물을 웹에서 실행 가능하도록 한 플러그인이다. 특히 오쏘웨어는 CAI 코스웨어의 제작을 위하여 고안된 도구이므로 교육 목적의 활용도가 높다.

(4) 서버측 확장 기능

데이터베이스서버와의 연결성과 SSI(Server Side Include)에 관한 부분은 CGI의 한계를 극복하기 위해 근래에 들어 활발하게 논의되는 분야이며, 몇몇 웹서버는 서버측 자바와 서버측 자바스크립트를 지원한다. 분산처리를 지향하는 가운데에서도 학습자의 관리와 같이 서버측에서 소화해야 하는 부분은 여전히 남아 있으므로 서버측 확장 기능은 활용할 만한 가치가 있다. 그러나 코스웨어가 서버측의 특성에 밀착되어 버리므로 제작자가 웹서버를 자유롭게 관리할 수 있을 때 도입이 가능하다는 점을 유의해야 하며, 서버의 종류에 관계없이 사용할 수 있는 코스웨어를 제작하는 것이 목적이라면 표준화된 사항만 도입해야 한다. 그리고 JDBC 처럼 서버측 언어에서 데이터베이스 활용 능력을 증대하려는 노력이 있는가 하면 인포믹스 데이터베이스서버(Informix database server)와 같이 데이터베이스 측에서 웹에 접근하려는 시도가 있는 만큼 신 기술의 동향에 계속 주의를 기울여야 한다.

7) 웹브라우저와 같이 활용할 수 있는 프로그램의 활용

웹브라우저를 사용하면서 병용할 수 있는 외부 프로그램에는 여러 종류가 있으나, 그중 실시간 메시지 교환에 관한 것들이 효용가치가 크다고 할 수 있다. 문자 위주의 대화(TALK)나 대화방(IRC)에서 출발된 실시간 메시지 교환용 프로그램은 매우 다양한 형태로 발전하고 있다. 최근에는 음향, 동영상의 교환까지 실시간으로 지원하려는 노력이 계속되고 있으며 음성 송수신의 경우 그 품질이 높아 실용적으로 활용할 수 있는 단계에까지 와 있다. 화상 회의와 같은 실시간 공동 학습 환경도 개발되고 있으나, 동영상 처리가 원활하지 못하여 데이터 전송 여건이 좀 더 향상된 후에 본격적으로 사용될 것으로 보인다. 이런 환경이 완성된 후의 네트워크를 통한 교육은 현행 교실 수업의 장점을 많이 흡수하게 되어 실시간 공동 학습, 개별 학습의 요소를 고루 갖추게 되고 교육 방법론에 획기적인 변화를 가져올 수 있을 것으로 예상된다.

(1) 1:1 실시간 메시지 교환

유닉스 기반의 대화(TALK)가 그 원형이다. 최근 들어 문자뿐만 아니라 그림 그리기가 가능한 공동 칠판과 음성 교환이 지원되는 제품이 개발되어 있으며, 동영상까지 포함하는 방향으로 발전하고 있다.

(2) 다수:다수 실시간 메시지 교환

문자 서비스인 인터넷 대화방(IRC)에서 기원을 찾을 수 있다. 본격적인 화상 회의 시스템은 고속 광역네트워크 구축 사업의 중요한 응용 분야로서 통신 회선의 여건이 계속 나아지고 있는 만큼 가까운 장래에 일반화되리라 본다.

2. 코스웨어 제작자가 구현해야 할 기능과 유의점

전술한 내용으로부터, 물리교육 CAI 코스웨어에서 요구되는 기능 중 많은 부분이 기본적인 웹 환경에서 이미 구현되고 있음을 알 수 있다. 따라서 웹용 코스웨어를 제작하고자 할 때에는 가급적 웹의 기본적 능력이 십분 발휘될 수 있도록

방향을 설정하는 것이 여러 가지 면에서 바람직하다. 웹의 기본 능력만을 가지고도 여러 형태의 유용한 조합을 생각할 수 있기 때문이다. 그리고 인터넷과 같은 광역네트워크에서의 코스웨어 설계자는 학습 내용의 구성과 프로그램 제작뿐만 아니라 다양한 활용 국면에 대해서도 적지 않은 연구를 해야 한다. 이와 더불어 제작 과정의 경제성과 생산성은 물론 추후 버전의 관리와 확장에 대해서도 충분한 고려가 있어야 한다. 다음은 웹의 기본적인 능력으로는 실현이 불가능하나, 시뮬레이션형 물리교육 CAI 코스웨어를 작성하는데 필수적으로 포함되어야 할 기능의 구현에 초점을 맞추어 정리하였다. CAI 코스웨어 제작자가 제일 먼저 주목해야 할 것은 구현하고자 하는 프로세스가 클라이언트측에서 수행되도록 할 것인가 아니면 서버측에서 수행될 것인가를 확실하게 결정해야 한다는 점이다. 물론 그러한 판단은 적절하고 타당한 기준을 근거로 이루어져야 한다.

1) 클라이언트측 프로세스

한 학습자에 국한된 국지적인 상황 처리는 클라이언트측 실행 환경에 일임하는 것이 좋다. 타 학습자나 학습 관리자가 공유할 필요가 없는 정보를 구태여 네트워크 상에 전파할 필요가 없다.

(1) 네트워크용 프로그램 언어의 선택

현 여건상 클라이언트/서버의 개념을 명시적으로 지원하는 언어인 자바를 선택하는 것이 유리하다고 본다.

- ① C++의 특성을 많은 부분을 계승하므로 일반적인 프로그램 언어에서 지원하는 거의 모든 종류의 처리가 가능할 뿐만 아니라 네트워크 기능이 부가되었다.
- ② 멀티쓰레딩 개념이 추가되어 멀티미디어 프로그램이나 시뮬레이션 코스웨어에 적합하다.
- ③ 기계 중립적인 구조를 택하고 있으므로 복잡 기종으로 구성된 광역 네트워크에서 유용하다.
- ④ 클라이언트의 기종과 운영체제를 고려할 필요 없이 한가지 버전의 개선에만

노력을 집중시킬 수 있다.

⑤ 애플릿은 다른 MIME 데이터와 같이 온라인 배포가 가능하다.

⑥ 클라이언트측 자바 실행기가 거의 모든 대중적인 웹브라우저들에 기본적으로 포함되어 있으며 자바 애플릿의 실행 환경은 더욱 광범위해질 전망이다.

⑦ VRML이나 WebFX와 같이 3차원 공간의 재현에 탁월한 환경이 있기는 하나, 아직까지는 일반적인 학습 용도로서 적합하지 않은 것으로 판단된다. 그러나 향후 이와 같은 '가상공간' 기술 언어들까지 자바와 결합할 공산이 크다.

(2) 즉시적인 피드백

네트워크 상의 피드백은 지연될 확률이 높다. 물체를 옮기다 든지 수치를 입력하여 그 반응을 살피는 것과 같이 해당 학습자마다 개별적으로 진행되는 상황 정보는 클라이언트측에서 처리되어 즉시 피드백을 되돌려 주는 것이 효과적이다. 예를 들어 문자 입력란에 숫자를 잘못 입력하여 오류 메시지를 발생하는 종류의 처리는 구태여 서버까지 동원할 필요가 없다.

(3) 화상 처리

화상의 기본 데이터는 서버로부터 전송 받고 그 데이터를 변환하여 얻을 수 있는 결과는 클라이언트측 프로세서에 맡기는 것이 바람직하다. 화상 처리와 같이 부하가 큰 프로세서를 서버가 맡는다면, 몇 명 안되는 접속자의 요구에 서버의 능력이 쉽게 포화되어 버리고 네트워크의 통신량이 급증할 뿐만 아니라, 피드백 또한 지연되어 학습의 맥을 끊게 된다. 예를 들어 각 지역의 기압 데이터는 서버로부터 받고 그로부터 등압선을 작성하는 것은 클라이언트측 프로세서에서 담당하는 것이 좋다.

(4) 애니메이션(Animation)

탄도의 궤적을 시각화하는 종류의 처리에는 프로그램으로 생성되는 애니메이션이 바람직하다. 상태 변수의 변화를 쉽게 반영할 수 있고, 학습자가 개입할 수 있는 여지도 많아지기 때문이다. MPEG 형식이나 AVI 형식의 동영상 파일은 부득이한 경우가 아니면 사용하지 않는 것이 좋다. 이런 영상 파일은

- ① 비교적 대용량이며
- ② 고정된 내용을 연출하고,
- ③ 단 방향의 재생 특성을 갖고 있을 뿐만 아니라 상호작용의 요소도 매우 적다.

(5) 음향

피드백뿐만 아니라 학습 내용 요소로서도 음향은 큰 효과를 발휘한다. 그러나 WAV 형식이나 AI 형식과 같이 샘플링한 음향의 파일은 대용량이므로 그 사용을 절제해야 한다. 가급적 간단한 수학적 처리를 통하여 발생할 수 있는 음을 사용하는 것이 바람직하며 이러한 처리는 클라이언트측 프로그램에서 맡는 것이 좋다.

(6) 시뮬레이션

자바언어가 C++과 다른 점 중의 하나는 멀티쓰레딩을 지원한다는 점이다. 따라서 각 개체(object)의 성격과 행동 양식을 적절히 정의하고 개체들 사이의 메시지 전달 형식을 규정한 후 작동시키면 개체들끼리 상호 반응하며 변화를 만들어 나가므로 시뮬레이션과 같은 용도에 적합하다. 그러나 다음 사항을 유의해야 한다.

- ① C++과 같이 특정 기계에 최적화된 코드를 생산하는 기존 언어에 비하여 속도가 매우 느리다. (10배 이상)
- ② 아직은 프로세스가 충분히 안정되어 있지 않으므로 많은 실험을 거쳐야 한다.
- ③ 회선 여건이 충분히 향상되기 전까지는 대용량의 프로그램 작성은 피한다.

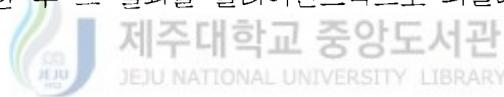
(7) 파일 조작에 관한 제약

네트워크 상의 자료 교환에서 간과하지 못할 사항 중의 하나는 보안이다. 예를 들어 악의적인 애플릿이 사용자의 컴퓨터에서 파일을 모두 지운다든지 중요한 정보를 유출할 수 있도록 허용해서는 안된다. 역으로 사용자측 프로그램이 서버측 시스템을 마음대로 조작하는 것 또한 곤란하다. 따라서 웹서버와 웹브라우저는 나름대로의 보안 체계를 마련해 놓고 있으며 자바언어 자체에도 보안 체계가 있다. 이들 보안 체계는 파일에 대한 접근을 제한하는 방법을 기본적으로 사용하는데 결

국 이 기능이 네트워크 상에서 운용되는 프로그램들이 파일을 조작하는데 한계를 갖는다. 한 예로 서버에서 전송되어 온 애플릿은 클라이언트의 파일을 마음대로 조작할 수 없으며, 클라이언트측 사용자가 명시적으로 허락하는 디렉토리에 대해서만 파일을 읽고 쓸 수가 있다. 인터넷에서의 보안 체계는 변화가 많은 편이므로 코스웨어 제작자는 이점을 염두에 두고 파일 조작에 관한 기능의 설계에 임해야 할 것이다.

2) 서버측 프로세스

여러 학습자가 공유해야 할 상태 정보나 학습 관리자가 유지해야 할 학습 이력 데이터 그리고 학습 자료 데이터베이스의 관리 및 검색 등의 처리는 서버측 실행 환경에서 담당하는 것이 바람직하다. 클라이언트측 프로그램에서 서버측의 데이터를 다룬다는 것은 무리가 따르고, 더구나 보안 등의 이유로 클라이언트측에서 서버 시스템을 조작하는 것을 제한하기 때문에 비교적 복잡한 기법을 요구한다. 클라이언트측의 학습자가 서버측의 데이터 조작을 원한다면 서버측 프로그램에서 데이터에 접근, 조작하는 인터페이스를 정의하고 클라이언트측의 요구를 받아들여 합당한 처리를 한 후 그 결과를 클라이언트측으로 되돌려 주는 방식이 효율적인 설계 전략이다.



(1) 언어의 선택

서버프로그램은 CGI를 통해 외부 프로그램을 실행시킬 수 있다는 것을 전술한 바 있다. 자바와 같은 언어를 사용하면 클라이언트측에서 서버를 다루는 것이 불가능한 일은 아니나, 현재로서는 CGI를 통하는 서버측 프로그램을 작성하는 것이 바람직하다. 여러 가지 표준 기능들을 위해 작성된 게이트웨이 프로그램들을 쉽게 구할 수 있으며, 그 소스까지 공개된 것이 많아 논리를 약간 수정하거나 그대로 활용할 수 있다. 클라이언트측의 프로그램은 다양한 플랫폼에서의 운용을 전제해야 하므로 기계 중립적인 언어가 적당한 반면, 서버측 응용 프로그램은 한 시스템에서만 운용될 것이므로 상대적으로 기계의 종류에 따른 부담이 적다. 따라서

유닉스의 셸스크립트(Shell Script), C, C++, PERL, VISUAL BASIC 등 이미 친숙한 언어를 사용하여 프로그램의 성능을 높이는 방향으로 설계 전략을 수립하는 것이 바람직하다.

(2) 표준 요구의 처리

HTML에서 제공하는 입력양식은 클라이언트측을 위해 별도의 프로그램 작성을 하지 않더라도 유용하게 쓸 수 있는 입력 인터페이스를 제공한다. 이를 통한 학습자의 응답은 서버측의 CGI 프로그램에 전달되고 CGI 프로그램은 이를 처리한 후 결과를 되돌려 주어야 한다. 이 과정에서 공통적으로 나타나는 사항을 처리하기 위한 CGI 루틴들이 다양하게 개발되어 있으므로 프로그램을 작성하기 전에 이들 자원을 충분히 조사하여 활용할 수 있도록 해야 한다. 예를 들어 공개된 CGI 프로그램을 사용하여 웹용 게시판 서비스를 만드는 것은 크게 어려운 일이 아니다.

① 서버에 부담을 적게 주는 처리는 애플릿보다 CGI 프로그램을 작성하는 것이 더 나을 수 있다.

② 학습자의 성명 입력, 주소 입력과 같은 통상적인 기능은 HTML 입력양식과 기 개발된 CGI 프로그램을 활용하는 것이 간편할 수 있다.

③ HTML 입력양식과 CGI 프로그램을 성공적으로 조합한 사례를 조사할 필요가 있다. (예: 설문조사지, 선다형과 단답형 그리고 서술형이 혼합된 평가지, 전자 게시판, 전자우편 등)

④ 입력양식의 메소드(methode)는 'Get' 보다 'Post'를 사용하도록 한다. 'Get'은 환경 변수를 통하여 입력 사항을 전달하므로 그 길이에 제한을 받는다. 반면에 'Post'는 표준입력을 사용한다.

⑤ 간단한 CGI 루틴은 C와 같은 컴파일 언어보다 스크립트를 활용하는 것이 생산적이며 범용성이 크다.

(3) 데이터베이스서버의 운영

네트워크 상에서 운용되는 CAI 코스웨어가 가질 수 있는 이점의 하나는 학습자 및 학습 자료의 관리를 도입할 수 있다는 것이다. 그러나 많은 사용자를 가정

하는 광역 네트워크에서는 대형 데이터베이스가 필요하게 되고 규모가 큰 작업이 되기 쉬우므로 시스템의 설계에 신중을 기해야 한다. 데이터베이스서버를 도입할 때에는 가급적이면 표준적인 형태의 시스템을 채용하는 것이 바람직한데, 복합적인 자료에 적합한 새로운 형태의 데이터베이스가 개발되는 등 기술의 변화가 심하므로 성공 사례들을 잘 검토해야 한다. 질의어로서는 표준 SQL(Structured Query Language)이 무난하다. 웹과 데이터베이스를 연결하는 여러 가지 톨과 함수들은 웹서버 개발자, 언어 개발자, 데이터베이스서버 개발자들이 경쟁적으로 상품화하고 있어서 선택의 폭은 넓은 편이다. 그리고 기능이 다소 제한되기는 하나 웹과 데이터베이스의 연결에 관련된 자원들이 공개되어 있다. 웹에 데이터베이스를 도입하여 구현할 수 있는 요소들을 정리하여 보면 다음과 같다.

① 학습자 관리 - 학습자의 신상 명세와 웹사이트 활용 자격 등을 데이터베이스화하여 두고 다른 데이터베이스와 연동되는 기초 자료로서 활용할 수 있다.

② 학습 관리 - 학습자별 학습 이력을 데이터베이스화하여 학습 안내, 평가, 부진한 분야에 대한 처방 등의 목적으로 활용할 수 있다. 학습자가 코스웨어에 접속하면 그 후로부터 계속 추적을 하며 학습자의 상태를 기록할 수 있는 기능을 갖추어 놓아야 한다. 예를 들어 클라이언트에 전송된 애플릿은 학습자의 행동을 주기적으로 서버측으로 보고하며, CGI 프로그램이 이를 수합하여 체계적으로 기록해 둔 후 필요한 처방을 내리도록 할 수 있다. 그러나 이런 종류의 처리에서는 데이터의 양이 쉽게 증가한다는 점에 유의해야 한다.

③ 학습 자료 데이터베이스 - 학습에 관련된 여러 형식의 데이터를 큰 규모로 집적할 때에는 일정한 체계가 요구되므로 이런 목적에서 데이터베이스는 유용하다. 웹과 데이터베이스의 연결성 구현에 못지 않게 중요한 것은 자료 검색 인터페이스의 설계이다. 탐구 학습을 강조하는 과학과 코스웨어의 경우 학습에 필요한 자료를 풍부하게 구축해 두고 학습자 스스로가 자료를 수집하여 문제를 해결하도록 하는 것이 바람직한데, 자료를 제시하는 방식과 시점 등은 연구 가치가 크다고 본다.

IV. 예시적인 물리 시뮬레이션 애플릿의 제작

인터넷이나 교실망과 같은 네트워크가 C.I에서 유용한 여러 가지 면모를 갖추고 있음에도 불구하고 그 자원을 충분히 활용하는 물리교육 C.I 코스웨어가 개발되지 못한 것은 기술적인 제약이 주된 원인으로 생각된다. 그러나 자바와 같은 분산처리 지향의 언어가 도입되면서 웹 환경에서도 일반적인 프로세스의 처리가 가능해짐에 따라, 시뮬레이션과 같이 동적인 내용을 가진 물리교육용 웹페이지 제작도 고려해 볼만한 단계가 되었다. 그러나 자바가 발표된 것은 1995년 후반기로서 비교적 최근의 일인만큼 충분한 성능 검증이 이루어지지 않은 상태이며 그 활용에 대한 부분도 실험 단계에 있다. 그러나 웹 환경이 가진 자원이 매우 풍부하며 자바와 같은 언어가 병용될 때 효용가치가 더욱 커질 것으로 판단되므로 그 응용에 대한 연구를 계속할 필요가 있다고 본다. 이에 본 연구에서는 예시적인 물리 실험용 자바 애플릿을 개발하고 그 과정에서 발생하는 문제점을 파악함과 동시에 결과물의 성능을 조사하여, 더 발전적인 과제를 수행하는데 유용한 자료를 얻고자 하였다.



1. 자바 애플릿 '포사체 운동 실험기'의 개요

본 애플릿은 포사체 운동을 시뮬레이션하는 기능을 가지고 있어서, HTML 형식의 문서에 삽입하여 웹용 물리교육 코스웨어를 제작하는데 활용할 수 있도록 고안되었다. 학습자가 대포와 표적의 위치, 발사 속도와 각도, 중력, 저항력, 포탄 질량의 초기값을 설정한 후, 발사 명령을 주면 그에 따른 포사체의 애니메이션이 연출된다. 학습자는 이 애플릿을 사용하여 여러 가지 조건에서 포사체 운동을 실험하고 그 결과로 부터 각 물리 변수들과 포사체 운동의 관계를 도출해 낼 수 있어야 한다.

2. 개발 방향

시뮬레이션형 물리교육 CAI 코스웨어에서 필요한 요소들을 자바 애플릿에 포함시켜 제작함으로써 관련 자료들을 얻을 수 있도록 하였다.

1) 연산에 의한 애니메이션

물리 학습용 시뮬레이션은 그 결과가 그림으로 즉시 표현되는 것이 바람직하다. 따라서 연산에 의한 애니메이션은 필수적인 요소라고 볼 수 있다. 본 애플릿에서는 매 순간마다의 포탄의 위치를 계산하여 점을 찍어 나감으로써 동적인 그림이 연출되도록 하였다.

2) 고색상의 화상 출력

스펙트럼 분석 등의 용도를 고려한다면 물리교육 CAI 코스웨어에서도 최소 16비트 이상의 고색상 표현 능력이 필요하다. 본 애플릿에는 고색상 JPEG 형식의 그림을 배경으로 삽입하였다.

3) 샘플링된 효과 음향 재생

AII 형식의 발사 음향을 삽입하여 음향 재생 능력을 조사하였다.

4) 상호작용 기능

학습자가 슬라이드바를 마우스로 끌어서 발사 속도 등의 변수값을 바꾸고 포탄을 발사할 수 있는 조정판을 포함시켰다.

5) 파일 용량

파일의 크기는 네트워크에서의 전송 시간과 밀접한 관계가 있으므로 최대한 파일 크기를 줄이는 방향으로 프로그램을 작성하였다.

3. 제작에 사용된 하드웨어와 소프트웨어

1) 제작 및 실험에 사용된 컴퓨터와 네트워크 장비

'포사체 운동 실험기' 애플릿과 웹 페이지를 제작하는데 사용된 장비들은 다음 표와 같다.

표 1. '포사체 운동 실험기' 제작 과정에서 사용한 장비 및 네트워크 자원

구분	명칭	사양
컴퓨터	서버용	개인용 컴퓨터(CPU: 펜티엄586 120MHz) 1대 워크스테이션(교육청 전산실) 1대
	클라이언트용	개인용 컴퓨터(CPU: 펜티엄586 100/150MHz) 3대
네트워크 자원	랜카드	3c509 combo (3com제품)
	모뎀	28,800 bps
	LAN	개발용 컴퓨터를 제주도교육청 전산실 LAN의 허브에 접속 (Ethernet: 10BASET케이블, 10M bps)
	프로토콜	TCP/IP, PPP(가정에서 모뎀 접속시)
	클라이언트 IP주소	203.234.44.251, 203.234.44.252 동적 주소(가정에서 PPP 접속시)
	서버의 IP 주소	203.234.44.253 203.234.44.2 (ns.ed.cheju.kr/www.ed.cheju.kr) 168.126.3.3 (soback.kornet.nm.kr)
인터넷 접속 방법	LAN의 호스트에서 교육망을 통한 접속 가정에서 모뎀을 통한 KORNET의 접속 서비스	

2) 프로그램 언어

JAVA (Sun Microsystems, Inc. 제품), HTML3.0

3) 운영 체제

Microsoft Windows95

4) 웹브라우저

Netscape Navigator2.0-3.0, Microsoft Internet Explorer2.0-3.0

5) 웹서버 프로그램

Microsoft FrontPage1.1 Beta, Netscape Commerce, NCSA HTTPd/1.4

6) 도구 프로그램

프로그램 에디터 : QEdit 2.0(도스용), TextPad 1.28(윈도우즈95용)

HTML 제작 도구 : FrontPage1.1 Beta(HTML 편집)

화상 제작 : Adobe PhotoShop 3.04

자바 컴파일러 : JDK 1.02 Beta

통신 관련 : Netterm 3.2(텔넷용), WS FTP 3.4(FTP용)

4. 자바 애플릿 프로그램 작성



1) 사례 분석

월드와이드웹 사이트에 있는 실험적인 애플릿들을 수집하고 소스를 분석하였다. 본 연구의 목적에 가장 근접한 것은 미국 오레곤대학의 자바연구회 홈페이지(URL: <http://jersey.uoregon.edu/vlab/>)에서 운영하는 가상실험실(Virtual Lab)의 애플릿들이었다. 특히 Sean Russell이 제작한 'Fire Away'에서 개발하려는 애플릿의 기본 틀을 얻을 수 있었다. 그러나 이 애플릿은 다음과 같이 몇 가지 미흡한 점을 안고 있어서 실제 물리 수업에 활용되기 위해서는 개선이 필요하였다.

- 실행 상의 안정성이 부족하다. 접속 상태에 따라 잘 실행되지 않는 경우가 있으며 재접속(reload) 했을 때에는 프로그램이 파괴된다.

- 사용자 인터페이스가 산만하며 불안정하며 정량적인 측정이 불가능하다.
- 그래픽 처리가 미약하며 안정감이 떨어진다. 그림 조각들의 위치가 임의로 변하고 화면 스크롤과 같은 상황에 대한 대비가 부족하다.

이 애플릿은 인터넷에서 활용될 수 있는 시뮬레이션형 물리교육 CAI코스웨어의 방향을 잘 제시하고 있으나, 실제로 물리 학습 장면에 활용하는 데에는 부적절한 것으로 판단되었다.

2) 프로그램의 설계

‘포사체 운동 실험기’는 두 개의 클래스로 구성되며 구조와 기능은 다음과 같다.

(1) 실험기 클래스

① 클래스명 - Fire.class

② 애플릿 전체의 틀을 구성하는 주된 클래스로서 다음과 같은 작용을 한다.

- 애플릿을 시동하고 소멸시킨다.
- 물리 변수 조작을 위한 조정판 개체를 생성하고 가동시킨다.
- 애니메이션이 이루어지는 그림판 개체를 생성하고 가동시킨다.
- 그림과 음향 파일을 읽어 개체를 생성한다.
- 각 개체의 속성을 초기화한다.
- 조정판에서 이루어진 조작을 받아들이고 이에 반응한다.

③ 주요 속성

학습자가 조작 할 수 있는 물리량 변수들은 이 클래스에서 정의되며 그 의미와 값의 범위는 다음의 표와 같다.

표 2. 'Fire.class'의 주요 속성들

변수명	의 미	최소값	최대값
float Cannonx	대포의 수평 좌표(m)	0	1500
float Cannony	대포의 수직 좌표(m)	0	1000
float Targetx	표적의 수평 좌표(m)	0	1500
float Targety	표적의 수직 좌표(m)	0	1000
float Vo	발사 초속도(m/s)	0	200
float Thetao	발사각(degree)	90	90
float Gravity	중력가속도(m/s ²)	0	20
float Mass	포사체의 질량(kg)	0	200
float Draft	저항계수(kg/m)	0	0.005
float dt	시간 증분(s)	0	1

④ 주요 메소드(methode)

public void init ()

애플릿의 실행 환경과 학습자가 조작할 물리량 변수들을 초기화한다. 그리고 변수 조정판과 그림 개체를 생성한다.

public void shoot ()

발사버튼의 메시지를 받고 포탄의 애니메이션 기능을 가동하는 메소드이다. 발사할 때마다 궤적의 색을 다르게 하여 이전의 실험 결과와 서로 비교할 수 있도록 하였다.

public void reset ()

화면에 출력된 모든 궤적을 깨끗이 지우고 새로운 실험을 할 수 있도록 한다.

public void update (Graphics)

repaint()에 의해 자동 호출되는 메소드로서, 호출될 때마다 화면을 지운 다음 paint()를 호출하여 화면을 다시 그리므로 재정의해버리는 예가 많다. 본 애플릿에서도 이 메소드가 화면을 지우지 않고 단순히 paint()메소드만 호출하도록 재정의 하였다.

public void paint (Graphics)

update()메소드에 의해 호출된다. 우선 배경 그림을 다시 그린 후 포사체 애니메

이전 메소드 DrawBullet ()을 호출한다. 사용자가 발사버튼을 누른 경우에는 애니메이션 메소드를 한 번만 호출하며 시스템의 요구에 의해서 이 메소드가 호출되었을 때에는 이전 궤적들을 재현하기 위하여 애니메이션 메소드를 수 차례 반복 호출한다.

public void DrawBullet (Graphics)

포탄의 운동을 시뮬레이션하고 효과 음향을 재생하는 핵심 메소드이다. 포사체 운동의 시뮬레이션을 위해 다음 순서를 따라서 식을 전개하였다.

포사체에 작용하는 외력은 다음 식으로 구할 수 있다. 여기서 \vec{F} 는 외력, \vec{W} 는 중력, \vec{f} 는 공기의 저항력을 나타낸다.

$$\vec{F} = \vec{W} + \vec{f} \quad \text{-----(1)}$$

이어서 포탄 속도의 x,y 성분인 v_x, v_y 로부터 포탄의 운동각 θ 를 구한다.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right) \quad \text{-----(2)}$$

포탄에 작용하는 중력과 공기의 저항력은 다음 식과 같다. m은 포탄의 질량, g는 중력가속도, \vec{j} 는 y방향의 단위 벡터이며, 공기의 저항력은 속도 \vec{v} 의 크기의 제곱에 비례하는 것으로 하였다. 여기서 β 는 공기의 저항계수이다.

$$\vec{W} = -mg\vec{j} \quad \text{-----(3)}$$

$$\vec{f} = -\beta v^2 \frac{\vec{v}}{|v|} \quad \text{-----(4)}$$

(2)식에서 구한 각 θ 를 이용하여 저항력의 x,y 축 성분 f_x, f_y 를 구하고, (1), (3), (4)식을 이용하여 포탄에 작용하는 외력의 x,y 축 성분 F_x, F_y 를 구하면 (5)식을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} f_x &= f \cos \theta & f_y &= f \sin \theta \\ F_x &= f \cos \theta & F_y &= -mg + f \sin \theta \quad \text{-----(5)} \end{aligned}$$

(5)식의 양변에 dt 를 곱하여 다음 식을 얻는다.

$$dv_x = \frac{f}{m} \cos \theta dt \quad dv_y = \frac{f}{m} \sin \theta dt - g dt \quad --(6)$$

그런데, 어떤 시간 간격 Δt 동안 속력의 증분을 구하려면 위의 식을 시간 간격 Δt 에 걸쳐서 적분을 해야 한다. 그리고 속력의 증분을 현재 속력에 더하면 Δt 후의 속력을 얻을 수 있을 것이다. 그러나 시간 간격이 매우 작을 때에는 $\Delta t \approx dt$ 라 볼 수 있으므로, (6)식으로부터 다음과 같이 속력의 증분에 관한 근사식을 얻을 수 있다.

$$\Delta v_x \approx \frac{f}{m} \cos \theta \Delta t \quad \Delta v_y \approx \frac{f}{m} \sin \theta \Delta t - g \Delta t \quad --(7)$$

이제, 시간 간격 Δt 후의 속력 v_x', v_y' 은 다음과 같이 쓸 수 있다. 여기서 v_x, v_y 는 이전 속력, $\Delta v_x, \Delta v_y$ 는 속력의 증분을 x, y 축 성분별로 각각 나타낸 것이다.

$$v_x' \approx v_x + \Delta v_x \quad v_y' \approx v_y + \Delta v_y \quad ---(8)$$

한편, 이전 포탄의 좌표를 x, y 라하고 시간 간격 Δt 후의 새 좌표를 x', y' 이라 할 때, 다음과 같이 쓸 수 있다. 여기서 $\Delta x, \Delta y$ 는 Δt 후의 위치 증분이다.

$$x' = x + \Delta x \quad y' = y + \Delta y \quad --(9)$$

시간 Δt 후의 위치의 증분을 얻으려면 속도 함수를 시간 Δt 에 걸쳐 적분해야 한다. 그러나 시간 간격이 매우 작을 때, 속력은 거의 변화가 없고 등속 운동에 가까워진다. 다음은 (8)식에서 얻은 순간 속력에 시간 Δt 를 곱하여 위치 증분의 근사식을 얻은 것이다.

$$\Delta x \approx v_x' \Delta t \quad \Delta y \approx v_y' \Delta t \quad --(10)$$

따라서 속도와 위치에 관한 (8)식과 (9)식은 각각 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$v_x' \approx v_x + \frac{f}{m} \cos \theta \Delta t \quad v_y' \approx v_y + \frac{f}{m} \sin \theta \Delta t - g \Delta t \quad --(11)$$

$$x' \approx x + v_x' \Delta t \quad y' \approx y + v_y' \Delta t \quad --(12)$$

(11), (12)식은 실제 프로그램에서 포탄의 위치를 결정하기 위해 사용되었다. 이전 위치에 위치의 증분을 더하여 새로운 위치를 구해 나가는 방법을 택하고 있다.

학습자는 변수 조정판에서 '시간(dt)'를 조절하여 Δt 의 값을 설정하고, 점이 찍히는 간격을 조정할 수 있다. 근사식을 사용하므로 포탄의 위치에는 오차가 포함되는데, Δt 의 값을 0.1초로 할 때, 포사체 운동 애니메이션은 불과 1% 이내의 오차를 나타내었다. 따라서 컴퓨터 모니터 상에서의 가상 실험을 전제로 하는 본 애플릿의 목적상 실용성은 충분하다고 판단된다. 결국 실험 결과의 정밀도를 다소 희생하고 프로그램의 논리를 단순화시킴으로써, 애플릿 크기를 작게 하고 실행 속도를 향상시키는 결과를 얻을 수 있었다.

다음은 조정판을 통하여 학습자가 설정한 대포와 표적의 좌표, 발사각, 발사 초속도, 중력가속도, 저항계수, 포탄의 질량, 시간 간격의 값을 실제 변수에 반영하기 위한 메소드들이다.

```
public void changeCannonx(int), public void changeCannony(int)
public void changeTargetx(int), public void changeTargety(int)
public void changeThetao(int), public void changeVo(int)
public void changeGravity(int), public void changeDraft(int)
public void changeMass(int), public void changedt(int)
public void changeTargetx(int), public void changeTargety(int)
```

(2) 조정판 클래스

① 클래스명 - ControlPanel.class

② 변수 조정판을 나타내는 클래스로 다음 작용을 한다.

- 실험기 클래스(Fire.class)에 의해서 생성된다.
- 사용자의 조작을 받아들이고 적당한 수치로 변환시켜 실험기 클래스로 전달한다.
- 발사 메시지를 실험기 클래스에 전달한다. 실제 변수값의 변경이나 포탄 발사 등의 행동은 이 클래스에서 이루어지지 않는다.

③ 주요 메소드

```
public void ControlPanel(Fire)
```

본 클래스의 생성자이다. 조정판과 슬라이더 그리고 발사, 리셋 버튼을 설치한다.

public boolean handleEvent (Event)

사용자가 조정판에서 조작한 사항을 수치로 변환시켜 실험기 클래스의 변수값 변경 메소드를 호출하거나 발사, 리셋 메시지를 전달한다.

5. '포사체 운동 실험기' 애플릿의 실행

1) HTML 문서의 작성

본 애플릿의 성능 실험을 위하여 예시적인 HTML 문서를 제작하고 다음과 같이 애플릿을 삽입하였다.

```
<APPLET code="Fire/Fire.class" width="650" height="450" align="center">
```

2) 실행 결과

그림4)와 같이 세개의 서버에 '포사체 운동 실험기' 애플릿을 삽입한 HTML 문서를 적재하고, 세 개의 클라이언트에서 웹 브라우저를 가동하여 LAN, 전용선, 전화선을 통하여 접속을 시도하였다. 접속 실험에 사용된 웹서버 프로그램은 가장 널리 쓰이고 있는 NCSA의 HTTPd/1.4 와 넷스케이프사의 Commerce 서버이며 두 서버프로그램은 유닉스에서 가동되고 있다. 그리고 이 보다는 소규모의 서버인 마이크로소프트사의 FrontPage 1.0을 LAN에 접속된 개인용 컴퓨터에서 가동시켰다. 웹 접속에 사용된 브라우저는 가장 일반적으로 쓰이는 넷스케이프사의 Navigator3.0과 마이크로소프트사의 Explorer3.0이며, LAN에 접속된 두 개의 개인용 컴퓨터와 가정의 개인용 컴퓨터에 설치하여 사용하였다.

(1) '포사체 운동 실험기' 애플릿의 로딩 (loading)

각 웹서버와 클라이언트들간의 네트워크 상의 거리 및 조건이 동일하지 않으므

로 웹서버 프로그램과 서버 컴퓨터의 종류 및 운영체제에 따른 로딩 시간의 차이 점을 비교할 수 없었다. 단 203.234.44.253(HTTPd: FrontPage)과 203.234.44.2 (HTTPd: Commerce서버)는 LAN상에서 근접한 거리에 있어 거의 동일한 조건을 가지게 되므로 비교가 가능하였다.

① 서버 컴퓨터의 종류에 따른 결과

PC급인 서버(203.234.44.253)보다 워크스테이션급의 서버(203.234.44.2)에서 로딩 및 가동 속도가 더 빨랐으나 큰 차이는 보이지 않았다. 각 서버프로그램이 특정한 운영체제를 요구하므로 서버프로그램의 종류나 운영체제에 따른 성능 차이를 독립적으로 비교하는 것은 불가능하였다.

② 접속 회선의 종류에 따른 결과

· 동일 LAN상의 서버에 접속

애플릿이 실행되는데 까지 10-20초의 시간이 걸렸다.

서버(203.234.44.2, 203.234.44.253)

클라이언트(203.234.44.252)

LAN(Ethernet 10Mbps)

· 가정에서의 전화선 접속

회선 여건이 최상일 때 약 40초의 시간이 걸렸다.

서버(203.234.44.2, 203.234.44.253)

클라이언트(KORNET의 제주PPP서버에 접속한 가정의 컴퓨터)

모뎀(28,800bps)

· 전용선을 통한 KORNET의 웹서버 접속

회선 여건이 최상일 때 약 20초의 시간이 걸렸다.

서버(168.126.3.3)

클라이언트(203.234.44.252)

전용선(256kbps: 제주도교육청-제주대학교)

② 화상 표현

고색상 표현 능력을 실험하기 위하여 16비트의 JPEG형식의 그림을 배경으로 사용하였다.

- Navigator 2.0 : 256색상으로 디더링(dithering)을 하였다.
- Navigator 3.0 : 그림의 본래 색상을 충실히 재현하였다.
- Explorer 3.0 : 그림의 본래 색상을 충실히 재현하였다.

그러나 대포나 표적 그림의 경우 최초의 애니메이션 시점에 이르러서야 비로소 파일을 읽어 오므로 학습자가 기다려야 하는 문제점이 발견되었다. mediaTracker를 사용하여 미리 자료를 읽어 두도록 프로그램의 논리를 개선할 필요가 있다.

③ 음향 재생 능력

.AU 형식의 8bit 11kHz 모노(mono)로 샘플링된 음향을 발사와 폭발음으로 사용한 결과 원활하게 재생되었다. 그러나 최초 음향 발생 시점에 이르러서야 음향 파일을 읽어 오므로 회선의 전송 속도가 느린 경우 학습의 흐름이 단절될 가능성이 발견되었다. 애플릿을 읽음과 동시에 음향 파일까지 미리 읽어 오도록 프로그램의 논리를 개선할 필요가 있다.

④ 조정판의 작동

애플릿이 안정화될 때에는 잘 작동하였으나, 불안정한 동안에는 학습자의 반응을 적시에 접수하지 못하는 경향이 있다. 특히 Explorer3.0의 경우 조정판의 한글이 나오지 않고 레이아웃(Layout)이 변해 버리는 문제점이 발견되었다.

⑤ 애플릿 파일의 크기

그림과 음향 파일을 제외하였을 때 총 14kbyte(Fire.class:8kbyte, ControlPanel.class:6kbyte)의 크기를 차지하였다. 웹 환경이 아닌 시스템에서 이 정도의 성능을 나타내는 프로그램을 작성하려면 최소 100kbyte 이상의 실행파일 용량을 차지하게 된다. 네트워크에 관한 기능의 구현은 물론 윈도우 표현 및 조절 기능, 문자 및 화상 표현 기능, 음향 재생 기능 등을 포함시켜야 하기 때문이다. 웹 환경에서는 이러한 기능들이 이미 갖추어져 있을 뿐만 아니라, 자바를 지원하는 웹브라우저의

경우 자바 애플릿 실행 코드의 상당 부분이 웹브라우저 쪽에 이미 포함되어 있으므로 작은 용량의 애플릿으로도 고성능의 기능을 구현할 수 있게 된다. 실행과정의 획기적인 축소는 컴퓨터 시스템 자원을 절약하고 통신 속도를 향상시키는 긍정적인 효과를 가져온다.

(3) '포사체 운동 실험기' 애플릿의 사용

(1) 애플릿의 가동

웹브라우저를 통하여 애플릿이 포함된 HTML 문서의 URL을 지정·호출하면 먼저 HTML 부분이 읽히며 웹브라우저에 나타난다. 이어서 애플릿이 로딩된 후 가동되면서 HTML 문서의 출력 결과 위에 그림5)와 같은 조정판이 나타난다.

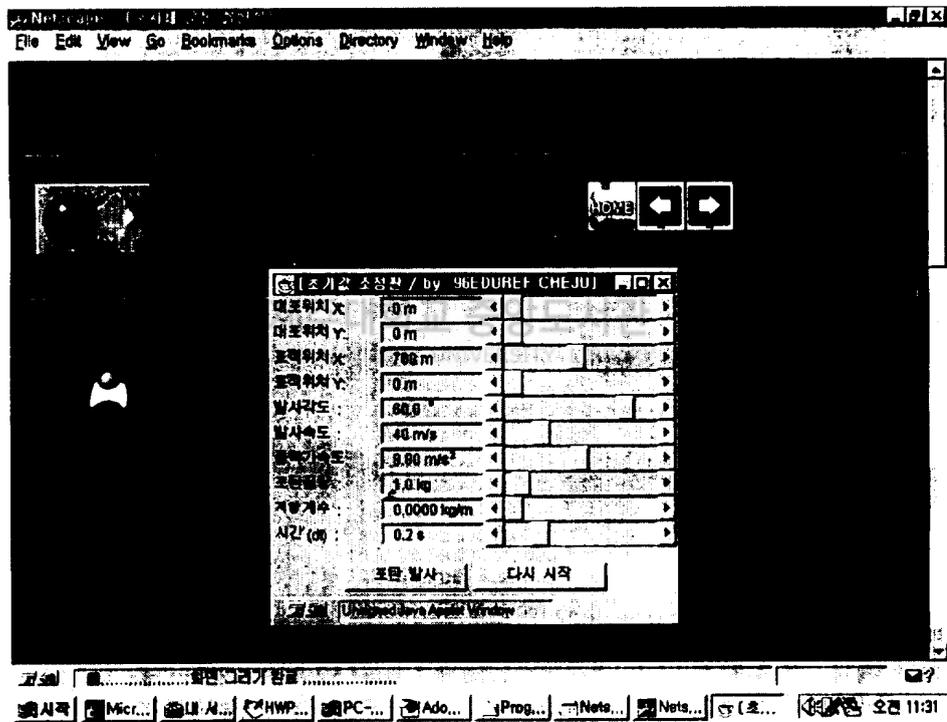


그림 5. '포사체 운동 실험기' 애플릿이 가동된 화면

(2) 배경판으로 스크롤

포사체 운동 애니메이션이 일어나는 배경판은 HTML 문서의 아래 부분에 두었

으로 스크롤해야 볼 수 있다. 웹브라우저의 수직 스크롤바(scrollbar)를 누르면 다음과 같이 배경판이 나타난다. 이 때 조정판이 브라우저의 뒤로 숨어 버리므로 윈도우 하단의 조정판 아이콘을 클릭하여 그림6)처럼 조정판이 웹브라우저의 위로 나타나게 해야 한다.

(3) 조정판 조작

학습자는 조정판의 변수들을 설정해야 한다. 조정판에서 숫자 입력은 허용하지 않으며 해당 변수의 스크롤바를 마우스로 좌우 방향으로 끌어서 값을 변화시켜야 한다. 마우스로 스크롤바를 끌어도 잘 작동하지 않을 때에는 애플릿이 안정될 때까지 기다려야 한다.

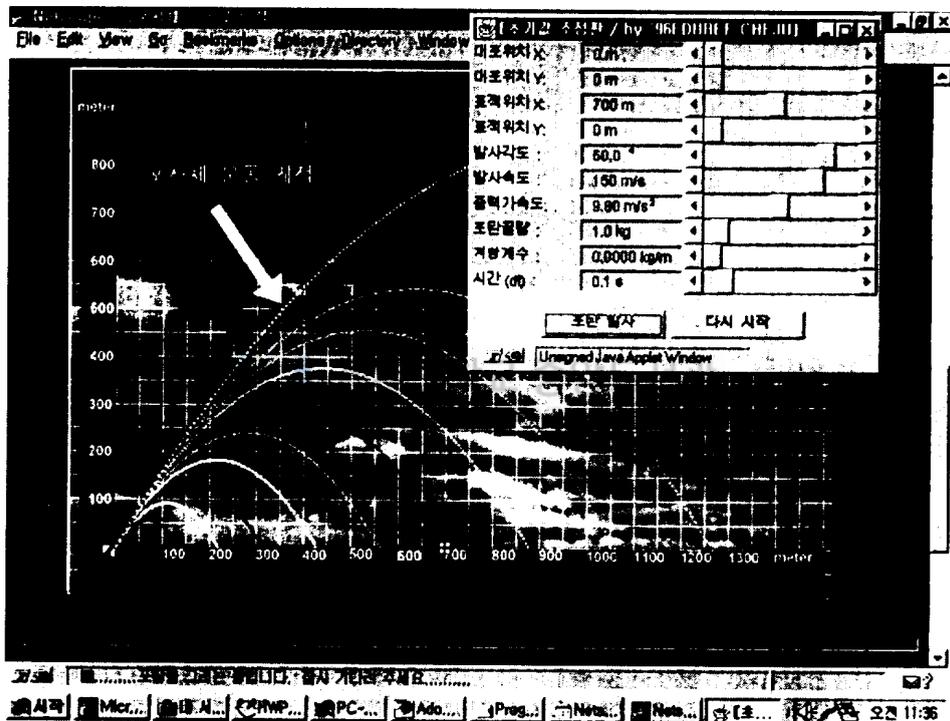


그림 6. 조정판과 포사체 운동 애니메이션

(4) 포탄의 발사

발사버튼을 마우스로 선택하면 발사 음향과 함께 포사체 운동 궤적이 그려지기 시작한다. 포탄의 발사 회수에 따라 궤적의 색깔이 다르므로 실험 결과를 비교

하는 것이 쉽다. 포사체 운동 궤적은 점으로 이루어지는데, 조정판의 '시간(dt)'의 값을 변화시킴으로써 점이 찍히는 간격을 바꿀 수 있다. 시간 간격을 작게 할수록 정밀한 결과를 얻을 수 있으나, 순간의 속도 변화 등을 비교하려는 목적이라면 시간 간격을 너무 작게 하는 것은 좋지 않다. 시간 간격을 작게 하면 점 사이의 간격을 측정하기가 곤란해지기 때문이다. 그리고 두 개 이상의 궤적을 시간에 따라 비교하고자 할 때에도 어느 정도 시간 간격을 두어 점들이 뚜렷하게 구분되도록 하는 것이 좋다. 일반적인 실험 목적이라면 0.1초에서 0.3초 사이의 값이 적당하다. 기존의 궤적을 모두 지우고 새롭게 시작하고자 할 때에는 리셋(reset) 버튼을 선택하면 된다.

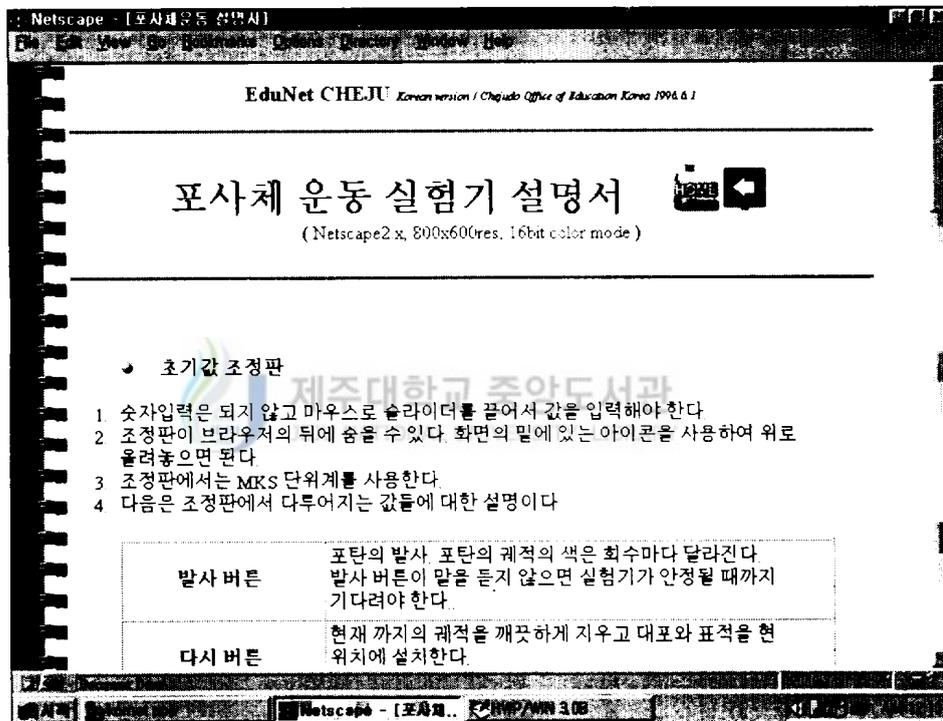


그림 7. '포사체 운동 실험기' 설명서 (HTML 형식)

⑤ 실험기 설명서

보통 이러한 실험기 주변에는 실험기를 자세히 설명하는 도움말을 포함시켜 주는 것이 좋다. 가급적 HTML 문서의 형태를 취하는 것이 좋는데 내용의 변경과 확장이 매우 자유롭고 그림이나 애플릿과 같은 요소를 삽입하여 내용을 풍부하게

할 수 있으므로 바람직하다. 그림 7)은 '포사체 운동 실험기'의 사용법을 설명하는 HTML문서로 그에 대한 링크를 실험기 애플릿의 옆에 배치하였다.

3) '포사체 운동 실험기' 애플릿의 활용 예

포사체 운동은 2차원 운동의 예로서 물리 과목의 서두에 전개되는 경우가 많다. 포사체 운동에 관한 학습에서는 보통 힘의 방정식으로부터 출발하여 과제를 해결하게 된다. 실험 활동이 병행되면 훨씬 효과적임에도 불구하고 포사체 운동을 직접 실험하는 것이 곤란하여 방정식의 해를 구하는 선에서 만족해야 한다. 많은 학생들은 이러한 추상성을 납득하지 못하고 물리 과목을 경원시하게 되는데 포사체 운동의 시뮬레이션은 이러한 경우 매우 유용하다.

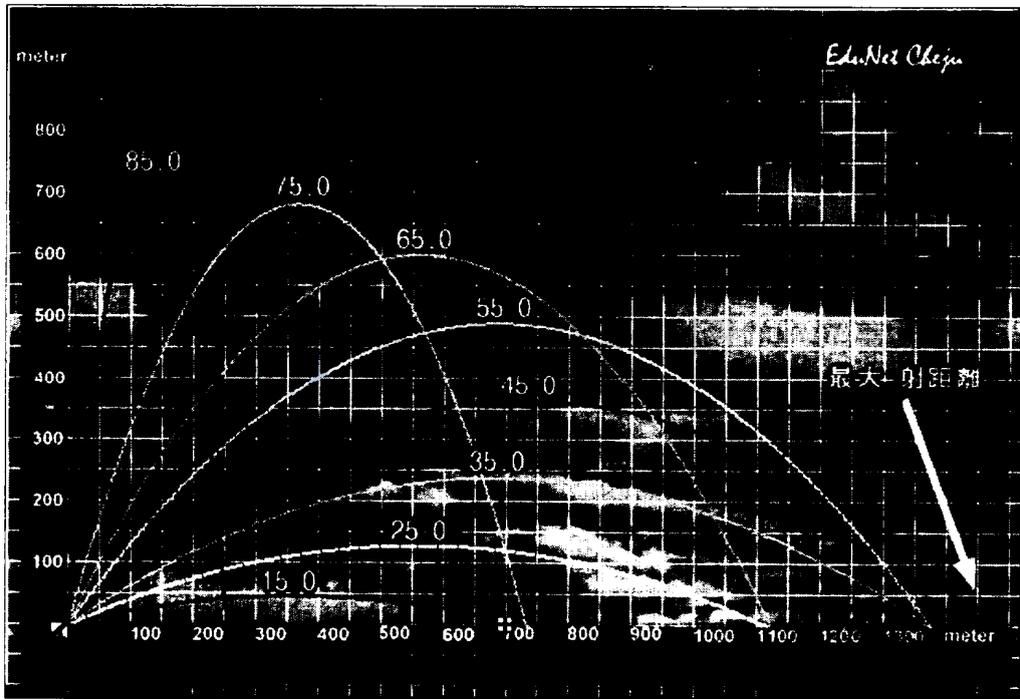


그림 8. 발사 각도를 변화시키면서 실험한 결과 화면

(1) 발사각도의 변화 실험

발사 각도에 따른 사거리(射距離)의 변화와 최고 도달 높이에 관한 관계는 포사체 운동에서 흔히 다루어지는 과제이다. 학생들은 '포사체 운동 실험기' 애플릿

의 조정판을 이용하여 대포의 발사 각도를 여러 가지로 바꾸면서 실험을 하고, 그 결과 나타나는 궤적에서 원하는 측정치를 얻어 낼 수 있다. 그림8)은 발사 속도를 120m/s로 고정시키고 발사 각도만 변화시키면서 얻은 포탄의 궤적을 보여 준다. 한 눈금의 크기는 50m이다. 궤적 위의 각도 값은 실험 화면을 갈무리한 후 그래픽 편집기로 써 넣은 것이다. 수식에서 유도되는 바와 같이 45도에서 최대 사거리를 나타냄을 알 수 있는데 흥미 있는 것은 55도와 35도, 65도와 25도, 75도와 15도가 각각 동일한 사거리를 나타내면서 대칭성을 보인다는 점이다.

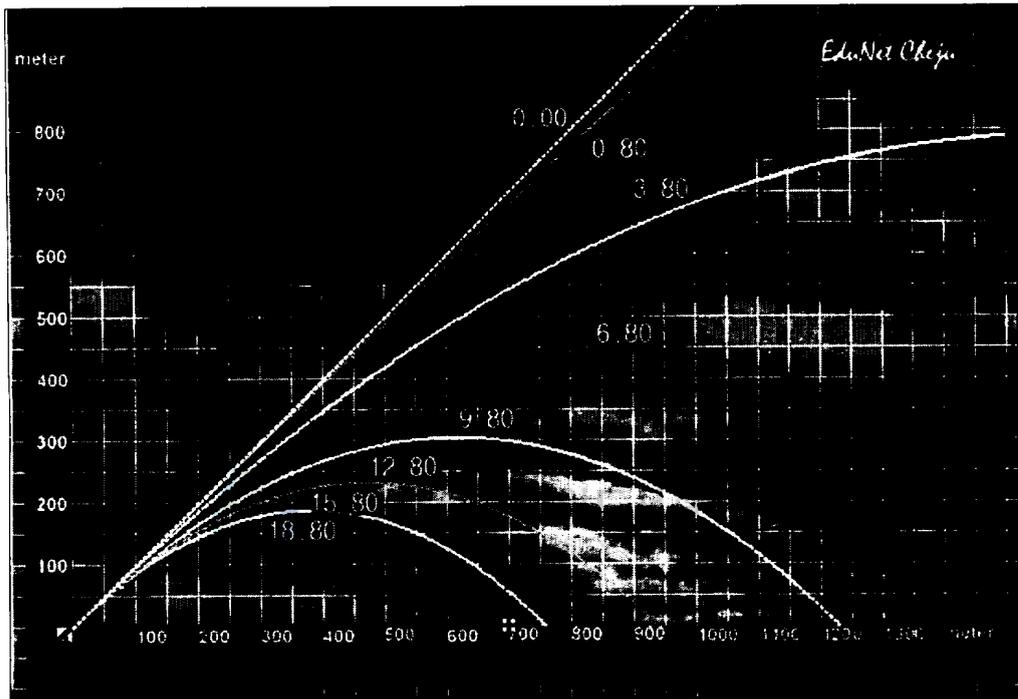


그림 9. 중력가속도를 변화시키면서 실험한 결과 화면

(2) 중력가속도에 따른 포사체 운동의 차이

시뮬레이션의 유익한 점은 중력과 같이 실험실에서는 조작할 수 없는 변수를 여러 가지로 바꾸어 볼 수 있다는 점이다. 그림9)에서는 그림 위에 표시한 바와 같이 중력가속도의 값을 0m/s^2 에서 18.80m/s^2 까지 변화시키면서 발사 실험을 수행한 결과를 보이고 있다. 여러 중력값에 의한 포사체 운동의 궤적에서 포물선 운

공이 중력 때문에 나타난다는 것을 쉽게 알 수 있는데, 이는 방정식의 해를 구하는 과정보다 학생들에게 더욱 구체적으로 중력의 효과를 이해시킬 수 있음을 뜻한다. 특히 무중력 상태를 뜻하는 중력가속도 0m/s^2 에서의 포사체의 운동은 다른 궤적과 뚜렷하게 비교되어 인상적이며 힘을 받지 않는 물체는 등속운동을 한다는 사실을 극적으로 보여주고 있다.

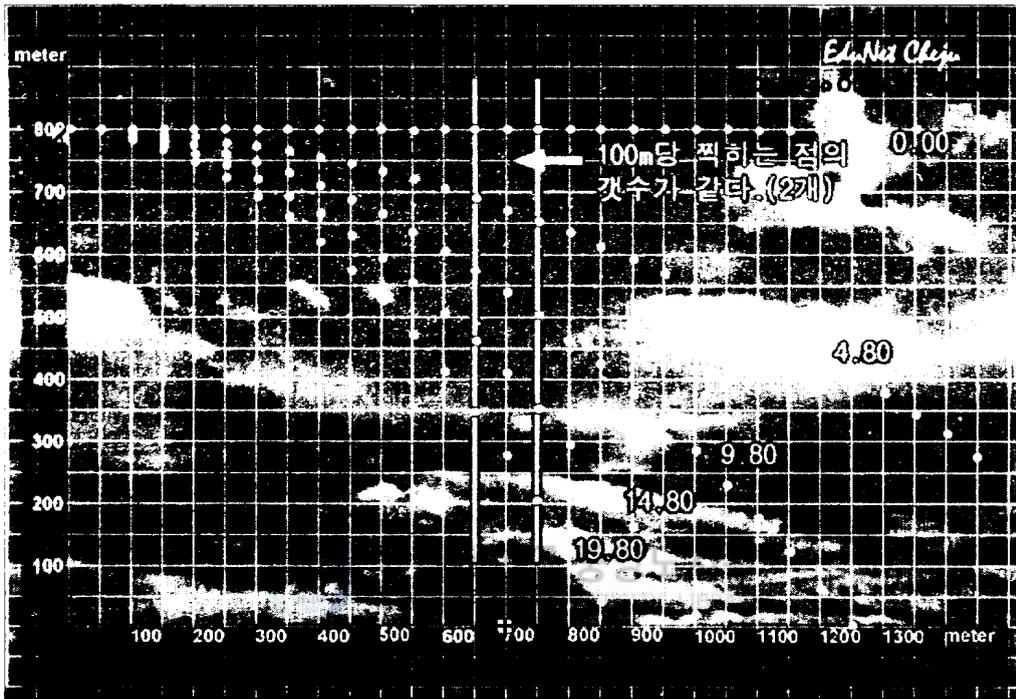


그림 10. 시간 간격을 크게 잡아 섬광사진 효과를 얻은 실험 화면

(3) 운동의 합성

포사체의 운동을 수평 방향의 등속 직선운동과 수직 방향의 자유 낙하운동의 합성 운동으로 해석해 보는 것은 여러 가지 면에서 유익하다. 일반적으로 이에 관련된 학습에서는 자유 낙하운동과 포사체 운동이 동시에 나타나는 섬광사진을 이용하는 경우가 많다. 본 연구에서 제작한 ‘포사체 운동 실험기’는 중력가속도와 발사 속도는 물론 점이 찍히는 시간 간격을 조절할 수 있기 때문에 이러한 용도로

활용 가능하다. 그림10)은 발사 속도를 100m/s, 발사각을 0도로 고정하고 점이 찍히는 시간 간격을 0.5초로 하여 중력가속도를 달리하면서 실험한 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 중력에 관계없이 수평 방향의 100m당 점의 개수는 2개이다. 이는 모든 경우 수평 방향으로는 등속운동을 하고 있음을 나타낸다.

포사체 운동과 자유 낙하운동 그리고 등속 직선운동을 동시에 비교하고 싶으면 다음과 같이 값을 설정하여 실험하면 된다.

- 자유 낙하운동 - 발사각 0도, 발사 속도 0m/s, 중력가속도 $9.8m/s^2$
- 등속 직선운동 - 발사각 0도, 발사 속도 100m/s, 중력가속도 0m/s²
- 포사체 운동 - 발사각 0도, 발사 속도 100m/s, 중력가속도 $9.8m/s^2$

그림11)은 시간 간격을 0.5초로 하여 세 가지 운동을 비교한 실험 결과이다. 그림 상에 표시된 바와 같이 8초 후 포탄의 수평 좌표는 등속 직선운동을 따르고 수직 좌표는 자유 낙하운동을 따르는 것으로 나타나 있다. 단, 후에 발견된 애플릿 프로그램의 오류로 인하여 자유 낙하운동의 경우 수평 속도를 1m/s로 하였다.

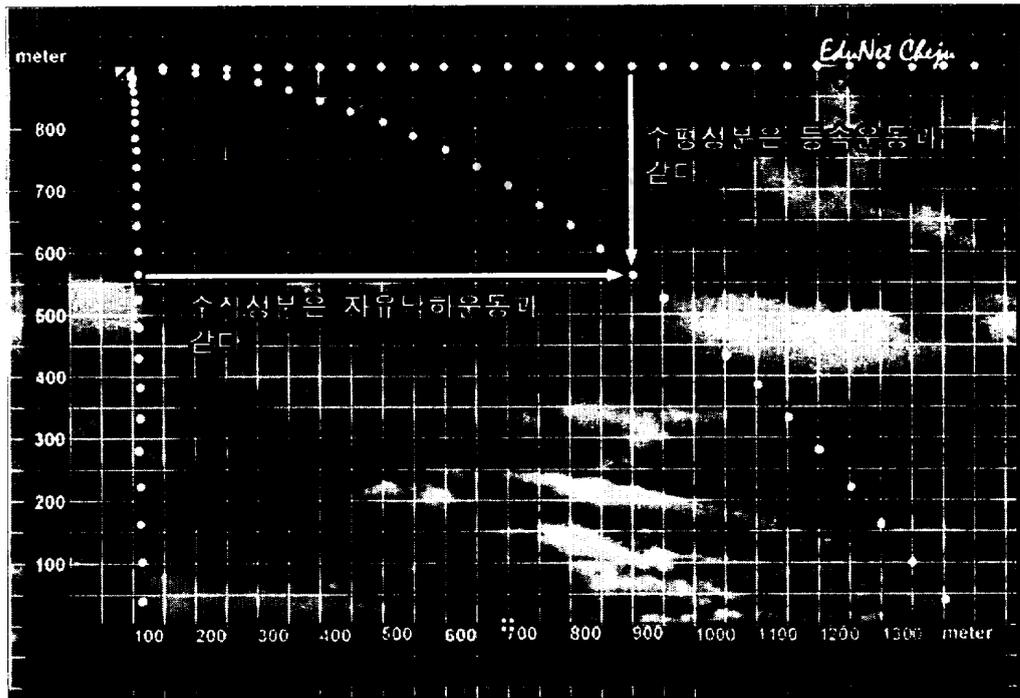


그림 11. 등속운동, 낙하운동과 포사체 운동을 비교한 실험

(4) 공기의 저항력이 있는 경우의 포사체 운동

본 실험기는 매 순간 마다 속력을 계산하여 위치를 정하는 방법을 택하였으므로 간단한 프로그램으로 저항력의 요소를 도입할 수 있었다. 그러나 저항력의 크기는 물체의 속도, 모양과 표면 상태, 물체의 질량, 공기의 상태 등 여러 가지 요인의 영향을 받아서 그 양상이 매우 복잡하므로 정밀성은 크게 고려하지 않았다. 저항계수는 포탄 속도의 제곱에 비례하는 것으로 정하였다.

그림12)는 포탄의 발사 속도와 발사각, 중력가속도를 고정하고 저항계수만 일정하게 증가시키면서 실험한 결과이다. 저항계수의 값이 커짐에 따라 운동에 대한 저항력은 급격히 커져서 사거리가 짧아짐과 동시에 포사체의 운동 궤적은 비대칭적으로 변하는 것이 잘 드러나고 있다.

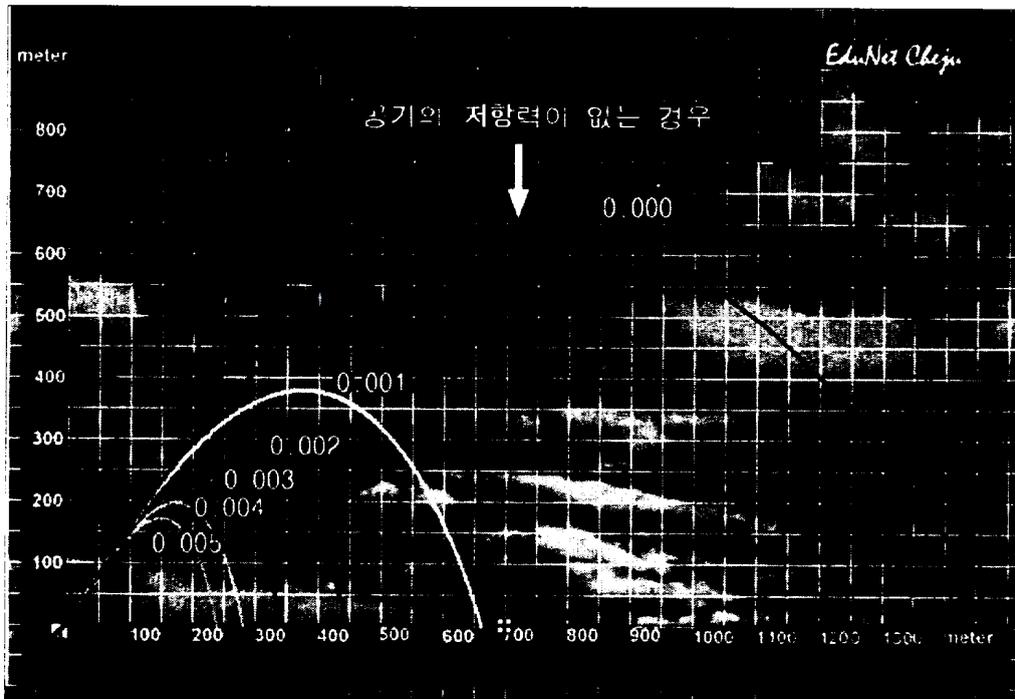


그림 12. 공기 저항력의 증가와 포사체 운동의 변화 실험

4) '포사체 운동 실험기'의 성능 요약

- (1) 실험기 애플릿의 크기가 14kbyte로 매우 작아서 컴퓨터의 자원과 전송 시간을 적게 소모한다. 애플릿을 포함한 HTML문서가 적재되는 시간이 1분이내이므로 학습에 큰 지장을 주지 않을 것으로 판단된다.
- (2) 16비트의 고색상 그림 자료와 샘플링된 음향을 충실히 표현하며 연산에 의한 애니메이션도 원활하게 수행된다.
- (3) 조정판을 이용해 실제 환경에서는 조작하기 어려운 여러 가지 물리량을 변화시키고 다양한 조건의 모의 실험을 수행할 수 있으므로 포사체 운동의 학습에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.
- (4) 적시에 그림과 음향자료가 재생되고 전체 프로세스가 안정되기 위해서는 프로그램의 논리를 더 개선할 필요가 있다.
- (5) 다양한 멀티미디어 자료를 애플릿에서 활용하기 위해서는 통신 회선 여건이 보다 개선되어야 할 것으로 판단된다. 현재의 시점에서 웹에서 운용되는 물리교육용 코스웨어가 실용성을 획득하려면 절제된 자료의 사용이 중요하다.
- (6) 웹브라우저의 종류마다 애플릿의 수행 양상이 조금씩 다르며, 장시간 본 애플릿을 사용하는 경우 불안정해지는 현상이 발견된다. 그러나 그 원인이 웹브라우저에 관련된 것인지 자바언어 자체의 결함에 의한 것인지 아니면 애플릿 프로그램의 오류인지는 밝혀지지 않았다.

V. 결 론

중등학교 물리교육 CAI 코스웨어를 개발하는데 활용할 수 있는 웹의 자원과 사례를 분석하여 월드와이드웹용 물리교육 CAI 코스웨어 개발에 필요한 지침을 얻었다. 기존의 웹 환경에서는 통신, 다양한 자료의 출력, 분기, 상호작용에 관한 기능이 기본적으로 제공되므로 적극적으로 활용할 필요가 있으며, 다른 종류의 인터넷 서비스와 확장 기능들을 적절히 조합·활용함으로써 코스웨어의 질은 물론 개발의 생산성을 높이는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 그리고 물리 시뮬레이션과 같이 역동적인 애니메이션과 강한 상호작용 및 연산 처리가 필요한 프로그램 작성에서는 클라이언트측과 서버측에 프로세서를 적당히 안배하는 것이 중요하며, 자바와 같은 분산처리 지향의 언어를 도입하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

시뮬레이션형 물리교육 CAI 코스웨어를 웹에서 구현하기 위해서 수반되는 기술적 문제점을 파악하기 위하여 예시적인 자바 애플릿인 '포사체 운동 실험기'를 제작하였다. 이 실험기는 16비트 색상의 화상과 샘플링된 음향은 물론 시뮬레이션에 필요한 애니메이션을 원활하게 표현할 뿐만 아니라, 파일 크기가 14kbyte로 매우 작아 서버로부터 클라이언트로 전송되어 가동되는데 불과 1분 이내의 시간이 소요되었다. 학습자가 여러 가지 물리 변수를 설정할 수 있는 상호작용 기능이 제공되며, 1% 이내의 실험 오차를 보이므로 정량적인 모의실험 활동에 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. 특히 점이 찍히는 시간 간격을 충분히 주어 포사체의 시간에 따른 위치가 구별될 수 있도록 하면 선평사진에 의해 포사체 운동을 분석하는 효과를 얻을 수 있으며 이전 궤적이 지워지지 않기 때문에 다른 조건에서의 실험 결과를 비교하는 것이 용이하였다. 이 실험기를 사용하면 발사 속도와 각도에 따른 포사체 운동의 변화에 대한 학습은 물론, 중력가속도의 값을 바꿀 수 있으므로 힘이 운동에 미치는 영향을 학습하는데 도움이 될 것이다. 더구나 포사체 운동을 x,y축에 따른 운동으로 분석해 보는 등 응용 방법이 다양하므로, '포사체 운동 실험기' 애플릿은 월드와이드웹용 물리교육 CAI 코스웨어를 제작하는데 그 활용 가치가 크다고 판단된다.

참고 문헌

1. 이재호외 5인, 초고속정보통신망의 구축과 국가발전 전략과의 연계 방안 연구: Korea Information Infrastructure(KII) as a Strategy to National Development, 한국전자통신연구소 pp. 149-215 (1994).
2. 교육부, '96-2000 교육정보화 촉진 시행 계획, pp 20-31 (1996).
3. 이옥화, 세계화·정보화 교육의 컴퓨터 활용방안, 제주도중등컴퓨터교육연구회 pp. 7-20 (1995).
4. 손병길외 6인, 국제 컴퓨터 통신 교실 21세기 프로젝트, 한국교육개발원 (1995).
5. 정성무, 고기정, 교실당용 CAI 프로그램 개발 연구, 한국교육개발원 pp. 1-4 (1993).
6. 광상만의 8인, 교실당 운영을 위한 독립형 컴퓨터 환경 CAI 프로그램의 수정 연구 개발, 한국교육개발원, pp. 17-41 (1994).
7. Nand Lal, Digital Library Technology, <http://dlt.gsfc.nasa.gov/> (1996).
8. Fritz Hasler, About RSD Program, <http://rsd.gsfc.nasa.gov/rsd/About.html> (1996).
9. 김영수, 코스웨어 설계에 관한 기초 연구, 한국교육개발원, pp. 385-392 (1989).
10. J. Postel, J. Reynolds, File Transfer Protocol(FTP), RFC765 (1985).
11. Jonathan B. Postel, Simple Mail Transfer Protocol, RFC821 (1982).
12. J. Myers, Carnetgie Mellon, M. Rose, Post Office Protocol Version 3, RFC1725 (1994).
13. N. Borenstein, Bellcore, N. Freed, MIME(Multipurpose Internet Mail Extension) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies, RFC1521 (1993).
14. K. Moore, MIME(Multipurpose Internet Mail Extension) Part Two: Message Header Extensions for Non-ASCII Text, RFC1342 (1993).
15. J. Postel, J. Reynolds, Telnet Protocol Specification, RFC854 (1983).
16. F. Anklesaria, M. McCahill, P. Lindner, D. Johnson, D. Torrey, B. Alberti, The Inte

- rnet Gopher Protocol, RFC1436 (1993).
17. Brian Kantor, Phil Lapsley, Network News Transfer Protocol, RFC977 (1986).
 18. 김평철, WWW 96-1, 3, 웹코리아(WWW-KR), p. 50 (1996).
 19. B. Ibrahim, Pedagogical Value of the World-Wide Web, http://cui_www.unige.ch/eao/www/Bertrand.html (1994).
 20. T. Berners-Lee, D. Connolly, Hypertext Markup Language-2.0, RFC1866 (1995).
 21. 박동규, WWW 96-1, 3, 웹코리아(WWW-KR), p. 16 (1996).
 22. T. Berners-Lee, R. Fielding, H. Frystyk, Hypertext Transfer Protocol--HTTP/1.0, RFC1945 (1996).
 23. T. Berners-Lee, L. Masinter, M. McCahill, Uniform Resource Locators(URL), RFC1738 (1994).
 24. Martin Gleeson, Tina Westaway, Beyond Hypertext: Using the WWW for interactive Applications, http://www.its.unimelb.edu.au:801/papers/AW04_04/ (1994).
 25. NCSA, Common Gateway Interface, <http://hoohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/intro.html> (1996).
 26. W. Simpson, The Point to Point Protocol (PPP), RFC1991 (1994).
 27. J. Romkey, A Nonstandard for Transmission of IP Datagrams over Serial Lines: SLIP, RFC1055 (1988).
 28. B. Ibrahim, Distance learning with the World Wide Web, http://cui_www.unige.ch/eao/www/Bertrand.html (1994)
 29. 이택경, WWW 96 1, 3, 웹코리아(WWW-KR) pp. 35-49 (1996).
 30. J. Newmarch, Client-Side Execution of Programs, <http://pandonia.canberra.edu.au:80/ClientSide> (1995).
 31. T. Martin, The Development of Interactive World Wide Web Courseware for Students of Engineering and Technology at Deakin University (1995).
 32. B. Ibrahim, Advanced Educational Uses of the World-Wide Web, http://cui_www.unige.ch/eao/www/Bertrand.html (1994).

33. D. Wojtowidz, R. Wilhelmson, M. Ramamurthy, IICE: Bring Interactivity of Image-Based WWW Products (1995).
34. J. Gosling, H. McGilton, The Java Language (tm) :White Paper, <http://www.javasun.com/doc/java-whitepaper-1.html> (1995).
35. 장규오, WWW 96 1, 3, 웹코리아(WWW KR) pp.165-177 (1996).
36. Sun Microsystems Inc. , JDBC (tm) Drivers, <http://splash.javasoft.com/jdbc/jdbc.drivers.html> (1996).



<Abstract>

A Study of Physics Courseware Development for World Wide Web

Bu, Dong-Hyuk

Physics Education Major

Graduate School of Education, Cheju National University

Cheju, Korea

Supervised by Professor **Park, Kyu-Eun**

Many kinds of material have been researched and analyzed to get the essential guidelines for developing physics CAI courseware which is capable of using in WWW. It has turned out that it enables to enhance the courseware quality and productivity to use the following functions such as communication, presentation, branching and interactivity basically provided by web environment. It has also turned out it is necessary to use the distributed processing like JAVA for physics simulation courseware.

JAVA applet, which simulates projectile motion, has been made and inserted in the physics home page. The experimentation results through WWW are following:

1. In spite of the small file size of 14kbyte, it makes animation processing and video/sound production much easier.
2. JAVA applet enables it possible for the learners to interact with simulator.
3. It shows just 1% below performance error. Those results show that the JAVA applet is practical and effective enough for physics class.

* A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Cheju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education in February, 1997.

부 록

‘포사체 운동 실험기’ 애플릿 프로그램 (Fire.java)

```
package Fire;
import java.awt.*;
import java.net.*;
import java.lang.Math;
import java.lang.Integer;

public class Fire extends java.applet.Applet {
    // 운동 초기값
    float Thetao, Vo, Gravity, Draft, Mass, dt, Cannonx, Cannony, Targetx, Targety;
    float aThetao[] = new float(10);
    float aVo[] = new float(10);
    float aGravity[] = new float(10);
    float aDraft[] = new float(10);
    float aMass[] = new float(10);
    float adt[] = new float(10);
    float aCannonx[] = new float(10);
    float aCannony[] = new float(10);
    float aTargetx[] = new float(10);
    float aTargety[] = new float(10);
    // 실행 환경값
    int PanelPx, PanelPy, BasePx, BasePy, nShots, n;
    float Rangex, Rangey, RadPerDegree, Scale;
    boolean DoSound, ReSet;
    ControlPanel frame;
    // 그림 개체
    Image GridPic, CannonPic, TargetPic1, TargetPic2;
    Image BangPic[] = new Image(5);

    public void initValue() {
        aCannonx[0] = 0;
        aCannony[0] = 0;
        aTargetx[0] = 700f;
        aTargety[0] = 0;
        aVo[0] = 40f;
        aThetao[0] = 60f*RadPerDegree ;
        aDraft[0] = 0f;
        aMass[0] = 1f;
        aGravity[0] = 9.8f;
        adt[0] = 0.2f;
    }
}
```

```

public void init() {
    // 실행환경 세팅
    nShots = 0;
    n = 0;
    RadPerDegree = 2 * 3.14159f / 360f;
    Rangex = 1500f;
    Rangey = 1000f;
    BasePx = 40;
    BasePy = 400;
    Scale = 40f / 100f;
    resize(700, 450);
    ReSet = false;
    // 초기치 설정
    initValue();
    // 필요 이미지 로딩
    GridPic = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Grid.jpg");
    CannonPic = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Cannon.gif");
    TargetPic1 = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Target1.gif");
    TargetPic2 = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Target2.gif");
    BangPic[0] = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Bang1.gif");
    BangPic[1] = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Bang2.gif");
    BangPic[2] = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Bang3.gif");
    BangPic[3] = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Bang4.gif");
    BangPic[4] = getImage(getDocumentBase(), "Fire/Bang5.gif");
    // 조정판 생성
    frame = new ControlPanel(this);
}

// 발사회수를 리셋하고, 모눈종이를 새로 그림
public void reset() {
    showStatus("■ .....다시 .....");
    ReSet = true;
    repaint();
}

// 발사변수를 증분하고, 포사체 운동 표현
public void shoot() {
    showStatus("■ .....발사 !!.....");
    play(getDocumentBase(), "Fire/Shoot.au");
    DoSound = true;
    Cannonx = aCannonx(nShots);
    Cannony = aCannony(nShots);
    Targetx = aTargetx(nShots);
    Targety = aTargety(nShots);
    Gravity = aGravity(nShots);
}

```

```

    Mass = aMass(nShots);
    dt = aDt(nShots);
    Vo = aVo(nShots);
    Thetao = aThetao(nShots);
    Draft = aDraft(nShots);
    n = nShots;
    repaint(50);
    nShots++;
    if (nShots>9) nShots = 0;
    aCannonx(nShots) = aCannonx((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aCannony(nShots) = aCannony((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aTargetx(nShots) = aTargetx((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aTargety(nShots) = aTargety((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aVo(nShots) = aVo((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aThetao(nShots) = aThetao((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aDraft(nShots) = aDraft((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aMass(nShots) = aMass((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aGravity(nShots) = aGravity((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
    aDt(nShots) = aDt((nShots>0) ? nShots-1 : 9);
}

public void changeCannony(int val) {
    Float temp = new Float((float) val);
    aCannony(nShots) = (float)val;
    frame.Cany.setText(temp.toString()+" m");
}

public void changeCannonx(int val) {
    Float temp = new Float((float)val);
    aCannonx(nShots) = val;
    frame.Canx.setText(temp.toString()+" m");
}

public void changeTargety(int val) {
    Float temp = new Float((float) val);
    aTargety(nShots) = (float)val;
    frame.Hity.setText(temp.toString()+" m");
}

public void changeTargetx(int val) {
    Float temp = new Float((float) val);
    aTargetx(nShots) = (float)val;
    frame.Hitx.setText(temp.toString()+" m");
}
}

```

```

public void changeThetao(int val) {
    Float temp = new Float((float) val/10);
    aThetao[nShots] = (float) val /10* RadPerDegree; // 표시는 dergee, 저장은 radian
    frame. Ang. setText (temp. toString ()+" °");
}

public void changeVo(int val) {
    Float temp = new Float((float) val);
    aVo[nShots] = (float) val;
    frame. Vel. setText (temp. toString ()+" m/s");
}

public void changeGravity(int val) {
    Float temp = new Float((float) val/100);
    aGravity[nShots] = (float) val/100; // 중력가속도: 소수2자리
    frame. Gra. setText (temp. toString ()+" m/s2 ");
}

public void changeDraft(int val) {
    Float temp = new Float((float) val/10000);
    aDraft[nShots] = (float) val/10000; // 마찰계수: 소수4자리
    frame. Dra. setText (temp. toString ()+" kg/m");
}

public void changeMass(int val) {
    Float temp = new Float((float) val/10);
    aMass[nShots] = (float) val/10; // 포탄질량: 소수1자리
    frame. Mas. setText (temp. toString ()+" kg");
}

public void changedt(int val) {
    Float temp = new Float((float) val/100);
    adt[nShots] = (float) val/100;
    frame. Tim. setText (temp. toString ()+" s");
}

public void update(Graphics g) { paint(g);}

public void DrawBullet(Graphics g) {
    int CannonPx, CannonPy, Px, Py, TargetPx, TargetPy;
    float x, y, Vx, Vy, Theta, Fd;
    int i;
    showStatus(
        " ■.....포탄을 그리는 중입니다. 잠시 기다려 주세요.....");
    // 대포 그리기
}

```

```

CannonPx = BasePx + (int) (Scale*Cannonx-10);
CannonPy = BasePy - (int) (Scale*Cannony);
g.drawImage(CannonPic, CannonPx, CannonPy, this);
// 표적 그리기
TargetPx = BasePx + (int) (Scale*Targetx)-5;
TargetPy = BasePy - (int) (Scale*Targety)-5;
g.drawImage(TargetPic1, TargetPx, TargetPy, this);
// 궤적 색깔 세팅
if (n==9) g.setColor(Color.blue);
if (n==8) g.setColor(Color.orange);
if (n==7) g.setColor(Color.pink);
if (n==6) g.setColor(Color.cyan);
if (n==5) g.setColor(Color.magenta);
if (n==4) g.setColor(Color.green);
if (n==3) g.setColor(Color.white);
if (n==2) g.setColor(Color.black);
if (n==1) g.setColor(Color.yellow);
if (n==0) g.setColor(Color.red);
// 변수의 초기값 설정
x = Cannonx;
y = Cannony;
Vx = Vo * (float) Math.cos((double)Theta0);
Vy = Vo * (float) Math.sin((double)Theta0);
// 유효 그림 영역이라면 !! -----
while ( (x >=0) && (x<Rangex) && (y=0) && (y<Rangey) ) {
    // 포탄 그리기 ( 2x2 사각형 )
    Px = BasePx + (int) (Scale*x);
    Py = BasePy - (int) (Scale*y);
    g.drawRect(Px, Py, 1, 1);
    if (DoSound) try {
        Thread.sleep(5);
    } catch (InterruptedException e) {}
    // 속도 증분 계산
    Fd = Draft/Mass * (Vx*Vx + Vy*Vy);
    Theta = (float) Math.atan((double)Vy/Vx);
    Vx = Vx - (float) Math.cos((double)Theta) * Fd * dt;
    Vy = Vy - (float) Math.sin((double)Theta) * Fd * dt - Gravity*dt;
    // 다음 위치 계산
    x = x + Vx*dt;
    y = y + Vy*dt;
    // 명중이라면!! -----
    if ((Px)=(TargetPx) && (Px<=(TargetPx+10)) &&
        (Py)=(TargetPy) && (Py<=(TargetPy+10)) ) {
        // 포탄 발사에 의한 명중이라면!!
        if (DoSound) {

```

```

        showStatus(
            " ■.....하이고 삼촌..... 마자싱게!!!.....");
        // 폭발음 재생
        play(getDocumentBase(), "Fire/Explosion.au");
        // 폭발 그림
        for (i = 0; i<5; i++) {
            g.drawImage(BangPic[i], TargetPx, TargetPy, this);
            try {Thread.sleep(75);} catch (InterruptedException e) {}
        }
        // 박수 소리
        play(getDocumentBase(), "Fire/Applause.au");
        play(getDocumentBase(), "Fire/Applause.au");
        try {Thread.sleep(175);} catch (InterruptedException e) {}
    }
    // 명중된 타겟의 모습 그리기
    g.drawImage(TargetPic2, TargetPx, TargetPy, this);
}
showStatus(
    " ■.....포탄 그리기 완료 .....");
}

public void paint(Graphics g) {
    int i;
    Image kk;
    showStatus(
        " ■.....화면을 그리는 중입니다. 잠시 기다려 주세요.....");
    if (DoSound) {
        DrawBullet(g);
        DoSound = false;
        return;
    }
    // 배경 그리기
    if (GridPic == null) showStatus(" ■.....배경 그림 어서...?? .....");
    g.drawImage(GridPic, 0, 0, this);
    g.drawImage(CannonPic, BasePx+(int)(Scale*aCannonx(nShots))-10,
        BasePy-(int)(Scale*aCannony(nShots)), this);
    g.drawImage(TargetPic1, BasePx+(int)(Scale*aTargetx(nShots))-5,
        BasePy-(int)(Scale*aTargety(nShots))-5, this);
    if (ReSet) {
        ReSet = false;
        return;
    }
    // 포물선들 그리기
    for (i=0 ; i<nShots; i++) {

```

```

        Cannonx =aCannonx(i);
        Cannony =aCannony(i);
        Targetx = aTargetx(i);
        Targety = aTargety(i);
        Vo = aVo(i);
        Thetao = aThetao(i);
        Draft = aDraft(i);
        Mass = aMass(i);
        Gravity = aGravity(i);
        dt = adt(i);
        n = i;
        DrawBullet(g);
    }
    showStatus(" ■.....화면 그리기 완료 .....");
}

public void start() {
    repaint(50);
    if (frame != null) {
        frame.resize(350,300);
        frame.show();
    }
}

public void stop() {
    if (frame != null) {
        frame.hide();
    }
}

public void destroy() {
    if (frame != null) {
        frame.dispose();
        frame = null;
    }
}
}

class ControlPanel extends java.awt.Frame {
    Fire can;
    Font fnt;
    TextField Canx;
    TextField Cany;
    TextField Hitx;
    TextField Hity;
}

```

```

TextField Ang;
TextField Vel;
TextField Gra;
TextField Dra;
TextField Mas;
TextField Tim;
Scrollbar s_Canx;
Scrollbar s_Cany;
Scrollbar s_Hity;
Scrollbar s_Hitx;
Scrollbar s_Ang;
Scrollbar s_Vel;
Scrollbar s_Gra;
Scrollbar s_Dra;
Scrollbar s_Mas;
Scrollbar s_Tim;

```

```

ControlPanel(Fire can) {
    this.can = can;
    setFont( fnt = new Font("굴림체", 0, 12) );
    setTitle("초기값 조정판 / by `96EDUREF CHEJU");
    Panel p;
    // 슬라이더 10개 -----
    add("West", p = new Panel());
    p.setLayout(new GridLayout(10, 0));
    p.add(new Label("대포위치 X:"));
    p.add(Canx = new TextField("0 m", 10));
    Canx.setEditable(false);
    p.add(new Label("대포위치 Y:"));
    p.add(Cany = new TextField("0 m", 10));
    Cany.setEditable(false);
    p.add(new Label("표적위치 X:"));
    p.add(Hitx = new TextField("700 m", 10));
    Hitx.setEditable(false);
    p.add(new Label("표적위치 Y:"));
    p.add(Hity = new TextField("0 m", 10));
    Hity.setEditable(false);
    p.add(new Label("발사각도 :"));
    p.add(Ang = new TextField("60.0 °", 10));
    Ang.setEditable(false);
    p.add(new Label("발사속도 :"));
    p.add(Vel = new TextField("40 m/s", 10));
    Vel.setEditable(false);
    p.add(new Label("중력가속도:"));
    p.add(Gra = new TextField("9.80 m/s2 ", 10));

```

```

Gra.setEditable(false);
p.add(new Label("포탄질량 :"));
p.add(Mas = new TextField("1.0 kg", 8));
Mas.setEditable(false);
p.add(new Label("마찰계수 :"));
p.add(Dra = new TextField("0.0000 kg/m", 8));
Dra.setEditable(false);
p.add(new Label("시간 (dt) :"));
p.add(Tim = new TextField("0.2 s", 8));
Tim.setEditable(false);
add("Center", p = new Panel());
p.setLayout(new GridLayout(10, 0));
p.add(s_Canx = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Canx.setValues(0, 100, 0, (int) can.Rangex);
p.add(s_Cany = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Cany.setValues(0, 100, 0, (int) can.Rangey);
p.add(s_Hitx = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Hitx.setValues(700, 100, 0, (int) can.Rangex);
p.add(s_Hity = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Hity.setValues(0, 100, 0, (int) can.Rangey);
p.add(s_Ang = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Ang.setValues(600, 0, -900, 900);
p.add(s_Vel = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Vel.setValues(40, 0, 0, 200);
p.add(s_Gra = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Gra.setValues(980, 0, 0, 2000);
p.add(s_Mas = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Mas.setValues(10, 0, 0, 200);
p.add(s_Dra = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Dra.setValues(0, 0, 0, 50);
p.add(s_Tim = new Scrollbar(Scrollbar.HORIZONTAL));
s_Tim.setValues(20, 0, 1, 100);
add("South", p = new Panel());
p.add(new Button("포탄 발사"));
p.add(new Button("다시 시작"));
pack();
}

public boolean handleEvent(Event evt) {
    if (evt.target == s_Canx) {
        can.changeCannonx(((Integer)evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Cany) {
        can.changeCannyonny(((Integer)evt.arg).intValue());
    }
}

```

```

        return true;
    }
    if (evt.target == s_Hitx) {
        can.changeTargetx(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Hity) {
        can.changeTargety(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Ang) {
        can.changeThetao(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Vel) {
        can.changeVo(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Gra) {
        can.changeGravity(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Mas) {
        can.changeMass(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Dra) {
        can.changeDraft(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if (evt.target == s_Tim) {
        can.changedt(((Integer) evt.arg).intValue());
        return true;
    }
    if ("포탄 발사".equals(evt.arg)) {
        can.shoot();
        return true;
    }
    if ("다시 시작".equals(evt.arg)) {
        can.reset();
        return true;
    }
    return super.handleEvent(evt);
}
}

```