

3 차원 가상 물리 실험 시스템 개발

임정환*, 김태현*, 김현수*, 이재기*, 최형림**

*동아대학교 컴퓨터공학과

**동아대학교 경영정보학과

요 약

본 논문에서는 가상 현실 (VR) 기술을 적용하여 3 차원의 가상 공간에서 일체의 실험 도구 없이 중학교 전과정의 물리 실험을 할 수 있는 시스템의 개발에 대해 기술한다. 이 시스템의 목표는 가정과 학교에서 피교육자가 3 차원 그래픽과 실시간 동작 및 상호 작용을 통해 실제와 유사한 실험을 함으로써 그 교육 및 학습 효과를 증대 시키는데 있다. 이 시스템에서 다루는 내용은 중학교 물상 교과목 전반에 걸쳐 영선한 실험들로 단순히 보여주거나 들려주는 단 방향적인 교육이 아닌 피교육자가 직접 참여할 수 있는 실험이 되도록 하였다. 이렇게 함으로써 피교육자의 학습 동기를 유발하고 학습 효과를 최대화 할 수 있다.

1. 서 론

지금까지 컴퓨터를 이용한 교육 시스템에서는 단순히 보여주거나 들려주는 단 방향이며 일방적인 방법을 통한 학습이 이루어져 왔다. 즉, 단지 시청각적 효과를 동반한 3 차원적 애니메이션을 통하여 피교육자에게 교육 내용을 전달하는 단 방향적 교육을 함으로써 피교육자의 참여와 의사가 배제된 형태의 교육 시스템이 많이 보급되어 있다.

그러나, 오늘날과 같이 급속한 변화를 동반하면서 다양한 정보와 멀티미디어적 표현이 주류를 이루고 있는 상황에서는 이러한 단 방향적 교육으로는 정해진 시간 내에 최대한의 학습 효과를 기대할 수 없다. 따라서, 단 방향적 교육의 개선된 방법으로, 기존의 시청각 교육에 현실감을 제공하고 몰입감을 증대시켜서 학습 효과를 향상시키려는 시도가 이루어지고 있다. 또한, 교육자의 의사를 충분히 고려한 환경하에서 직접 주어진 환경과 대화를 통해서 체험 학습을 할 수 있도록 하는데 정보 기기 등을 적극적으로 활용하게 되었다.

본 논문에서는 이와 같은 단방향적 교육 방식을 극복하기 위하여 대화형 환경상에 VR 기술을 적용하여 체험 학습을 할 수 있는 컴퓨터 환경을 설계하고 구현하여 물리 교육을 할 때 피교육자에게 실제와 유사한 체험과 상호 작용을 통하여 교육 효과를 증대하도록 하였다. 그래서, 실제 실험실이나 실험 도구를 갖추지 않고도 교육자의 의도대로 피교육자가 실험할 수 있는 환경을 제공하도록 하였다.

본 논문은 1 장의 서론에 이어, 2 장에서는 시스템의 구성을, 3 장에서는 시스템의 실제 구현에 대해 소개하며, 4 장에서는 구현된 시스템의 동작 내용을 예를 들어 설명하고, 5 장은 결론이다.

2. 시스템 구성

2.1 가상 현실 시스템의 구성 요소

먼저 가상 환경을 구축하기 위해 필요한 가상

현실 시스템은 다음의 4 가지 부문으로 구분할 수 있다.

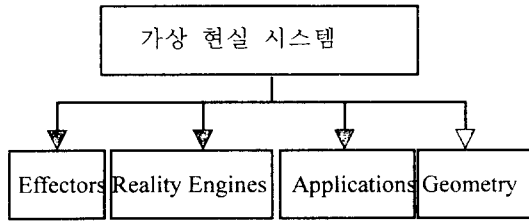


그림 1. 가상 현실 시스템의 구성

a. 효과 발생기(Effectors)

효과 발생기는 일종의 하드웨어로 가상 환경을 제어하기 위한 입출력 센서와 장치들을 뜻한다.

가상 세계를 탐험하기 위해 우리의 감각 기관은 그 환경에 몰입을 할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 충분한 감각 정보가 주어져야 하는데 이러한 감각 정보 신호를 제공하기 위해 효과 발생기가 필요하다. 이러한 효과 발생기의 예로서 HMD(Head-Mounted Display)나 데이터 글로브, 헤드폰과 같은 것들이 있다. 본 시스템에서는 모니터와 마우스를 사용한다.

b. 리얼리티 엔진(Reality Engine)

효과 발생기에 필요한 감각 정보를 전달하는 신서사이저 등과 같은 외부적 하드웨어가 현실감 엔진을 구성한다. 입체 영상을 디스플레이하고 다른 입출력 장치들과의 대화를 이루게 한다.

c. 어플리케이션(Applications)

어플리케이션은 시뮬레이션과 그 동력, 구조, 그리고 객체와 사용자간의 상호 작용들의 짜임새를 묘사하는 소프트웨어이다. 이것으로 가상세계를 편집하고 이를 실행하

고 제어할 수 있다. 이러한 소프트웨어는 객체와 주변 환경을 제공하며 사용자가 그 환경에 몰입하게 한다.

d. 입체 모델(Geometry)

가상 세계에는 각각의 객체가 존재하는데 이들 객체들은 기하학적 모델을 형성하고 있다.

입체 모델은 이러한 객체의 속성 즉 형상, 색, 위치 등에 관한 축적된 3D 모델 데이터베이스를 말한다. 이 정보는 어플리케이션에 의해 처리되어 가상 세계의 생성에 사용된다 (서 중한, “가상 현실의 세계”, 영진 출판사, 1994).

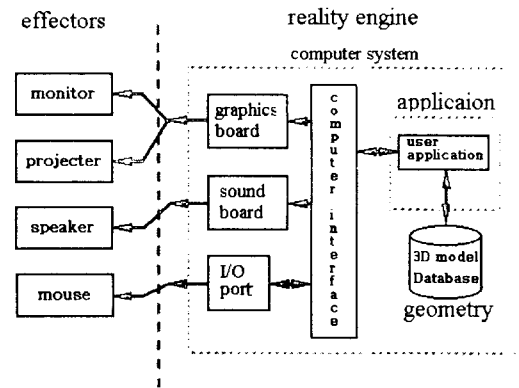


그림 2. 시스템의 하드웨어적 구조

2.2 3 차원 가상 물리 실험 시스템

본 논문에서 구현한 3 차원 가상 물리 실험 시스템은 중학교 전과정의 물상 교과목 내에서 다루어지는 물리 실험 중에서 엄선한 실험들을 컴퓨터상에 구현된 가상 실험실에서 실험하게 하여 학교의 실험 시간이나 가정에서 개인별 체험 학습을 통하여 학습 효과를 향상하도록 만든 시스템이다.

2.3 실험 내용

3 차원 가상 물리 실험 시스템의 실험 내용은 힘과 운동, 전기와 자기, 힘과 에너지로 구분할

수 있고, 세부적인 내용은 표 1 과 같다.

표 1. 실험 내용

구분	내용
힘과 운동	여러 가지 종류의 힘과 그 크기 측정
	시간 기록계를 이용한 운동의 변화 측정
	힘과 운동 방향의 변화
	진자의 주기
전기와 자기	마찰 전기, 전기의 종류와 전기력 및 정전기 유도
	전압과 전류의 관계
	저항과 직렬 및 병렬 연결
	전류의 열 작용
	전류와 자기장의 관계
힘과 에너지	마찰력의 측정
	도르래를 사용할 때의 일
	지레를 사용할 때의 일
	위치 에너지의 측정

2.4 소프트웨어 구성

프로그램은 주 메뉴, 설명 화면, 실험의 세 부분으로 구성되어 있다.

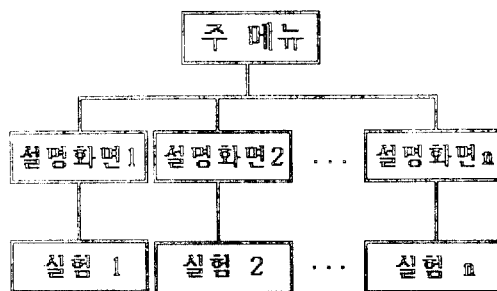


그림 3. 프로그램의 구성

주 메뉴에서 실험 내용 중 한 가지를 선택하도록 하고, 설명 화면에서는 각 실험에

대한 사전 설명과 실험 요약 등을 보여준다. 그리고, 실험에서는 실제와 같은 3차원 화면과 상호 작용을 통한 실험을 수행하도록 하고 있다.

2.5 동작 환경

이 물리 실험 시스템의 동작 환경은 다음과 같다.

- Pentium 100MHz 이상인 CPU
- 16MB 이상의 RAM
- Windows 95 운영체제
- Direct X 라이브러리

3. 시스템 구현

그림 3에서 나타낸 바와 같이 개발 소프트웨어는 크게 세 부분으로 구성된다. 여기서, 주 메뉴와 설명 화면 부분은 프리젠테이션 저작 도구를 이용한 2차원 그래픽 화면과 Wave 파일을 이용한 음성 설명이 포함되어 시각 및 청각 효과를 얻도록 하였다.

실험 부분은 Direct X를 사용하여 그래픽, 사운드 및 기타 하드웨어 환경을 직접 제어할 수 있다. Direct 3D는 3차원 그래픽 구현을 위한 라이브러리로써, Windows 95 계열의 환경에서 고속이며 고 수준의 그래픽 라이브러리를 제공한다.

시스템 내부에서의 구현 절차는 그림 4와 같다. 초기 화면 설정 단계에서는 실험에 필요한 요소들을 기본 배치하고 각 요소들의 값들을 초기 상태로 만든다. 다음의 메시지 처리 단계에서는 실험 도구의 이동 및 실험 요소의 상호 작용 시 피교육자의 메시지를 수신하여 적당한 계산과 처리를 수행한다.

마지막으로 렌더링 단계에서는 피교육자가 부가한 메시지에 대한 반응을 실제로 화면에 다시 3차원적으로 표현함으로써 피교육자의 상호 작

용이 실시간으로 이루어지는 것처럼 보이도록 한다.

이상의 초기화 단계 이후 다음 두 단계를 피교육자가 실험 종료를 요구하기 전까지 반복 수행하도록 한다.

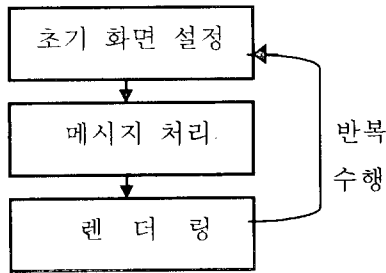


그림 4. 내부 구현 절차

4. 실험 내용의 시연

본 논문에서 개발한 3차원 가상 물리 실험 학습 시스템의 동작 내용을 직선 전류에 의한 자기장에 대한 실험과 전류의 열 작용에 관한 실험을 통하여 시연해 보도록 한다.

직선 전류에 의한 자기장에 관한 실험은 이론, 학습 목표, 실험 방법, 실험에 대한 결론, 직접 실험 하기의 5부분으로 나뉘어진다.

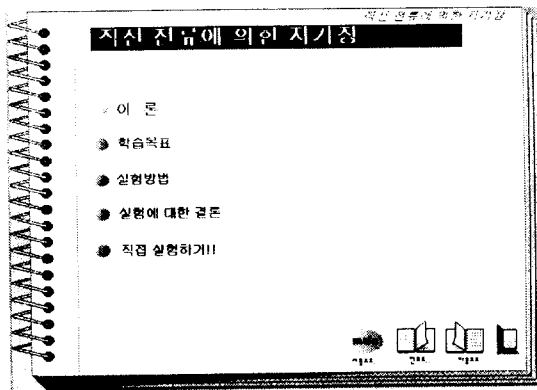


그림 5. 전류와 자기장

먼저 그림 5에서 실험에 관한 이론, 학습 목표, 실험 방법을 선택하여 실험에 관한 내용을 자세하게 배울 수 있으며 그리고 실험

을 선택하여 직접 배운 내용을 실험을 통해 확인할 수 있다.

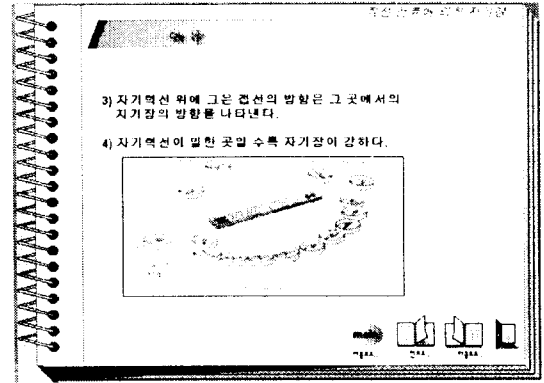


그림 6. 이론

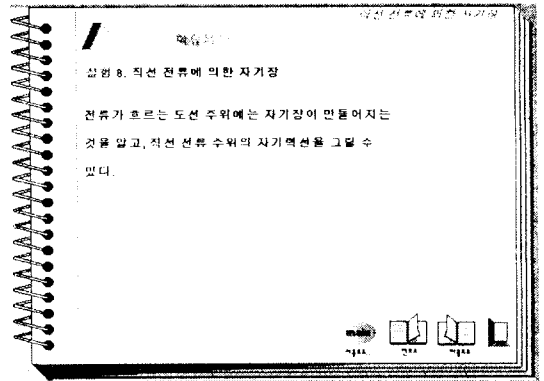


그림 7. 학습 목표

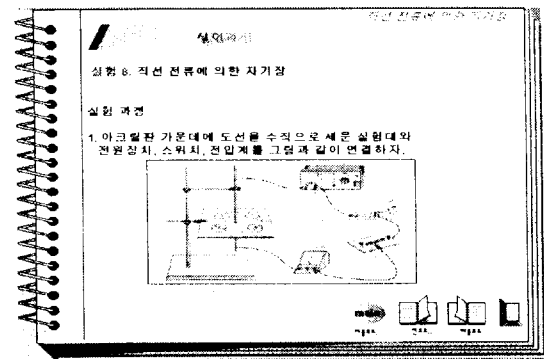


그림 8. 실험 과정

그리고 실험 결과로 가상 실험장에서의 실험 결과와 실험에 관련된 세부적인 내용을 배울 수 있어 심화 학습을 할 수 있다.

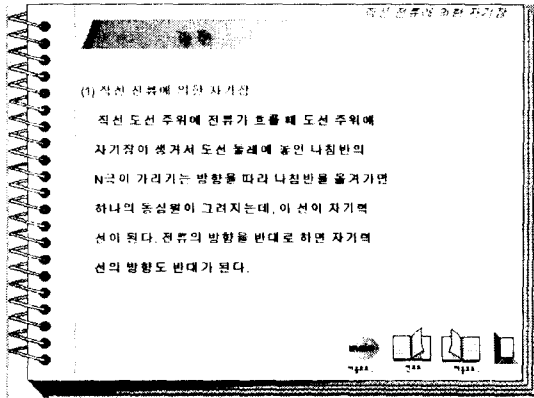


그림 9. 결 과 1

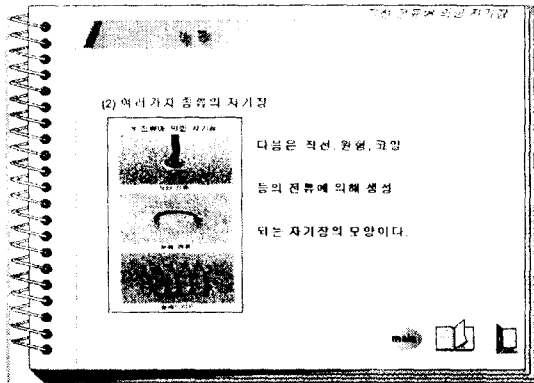


그림 10. 결 과 2

주 메뉴에서 결과(그림 5 - 그림 10)까지는 사용자 인터페이스를 용이하게 하기 위해 각각 아이콘의 선택만으로 진행되게 하였다.

그리고, 실제 실험을 시작하면 초기 화면(그림 11)이 나타난다. 여기에는 실험을 위한 테이블이 있고 화면 상단에는 실험에 필요한 실험 도구(나침반, 전원, 스위치, 도선)들이 배치되어 있고, 화면의 상단 우측에 있는 도구 상자를 클릭하여 실험 도구를 보이거나 숨길 수 있다. 이러한 실험 도구들을 테이블에 배치하여 원하는 위치로 이동할 수 있으며, 실험을 진행할 수 있다.

그림 12는 자유로운 카메라 탐색으로 고정된 위치가 아닌 사용자가 원하는 여러 위

치에서 실험의 진행을 확인하고 실험 결과를 검토할 수 있음을 보여준다.

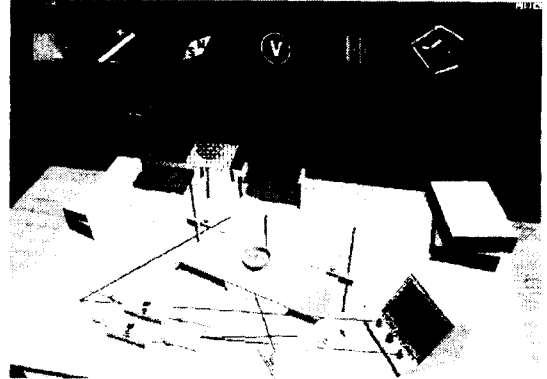


그림 11. 초기 화면

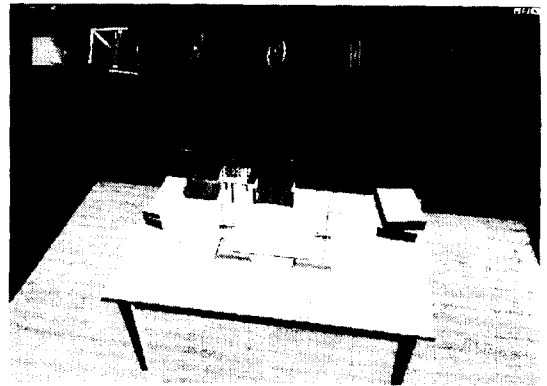


그림 12. 실험과 탐색

다른 실험의 예로 전기와 자기 부분 중 전류의 열 작용에 관한 실험을 시연해 보면 다음의 그림 13 - 그림 23의 내용과 같다.

먼저 주 메뉴에서 전류의 열 작용에 대한 이론을 먼저 선택한다.

실험 이론에 따라 실험에 필요한 기본적인 이론 지식을 익히고 학습 목표를 선택하여 이 실험에서 무엇을 배울 것인가 하는 학습 목표를 읽는다.

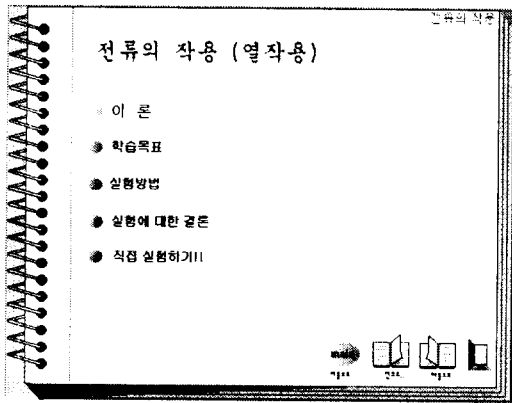


그림 13. 전류의 열 작용

이제 실험 과정을 선택하여 실험에 필요한 도구와 이들을 어떻게 연결하며 어떤 과정으로 실험을 할 것인가에 대해 학습하게 된다.

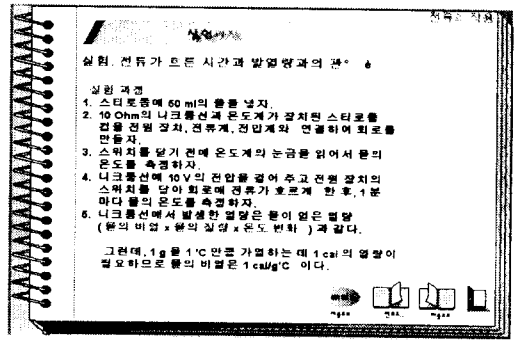


그림 17. 실험 과정

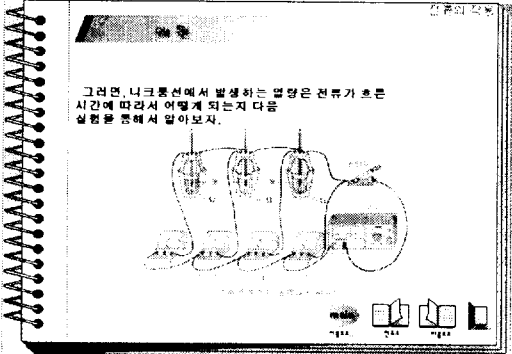


그림 14. 이론 1

지금까지 배운 내용을 바탕으로 실험을 시작한다. 실험을 시작하면 중앙에 실험을 할 수 있는 테이블과 실험 도구들이 보인다.

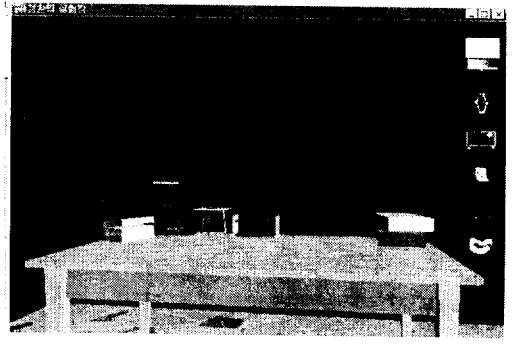


그림 18. 실험 초기 상태

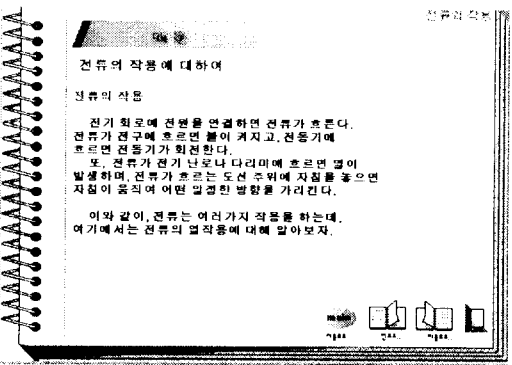


그림 15. 이론 2

실험 과정에서 배운 것을 바탕으로 각각의 실험 도구를 선택하여 테이블에 배치한 후 전선으로 각각의 실험 도구를 연결한다.

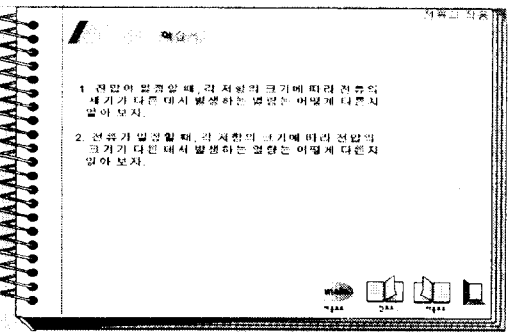


그림 16. 학습 목표

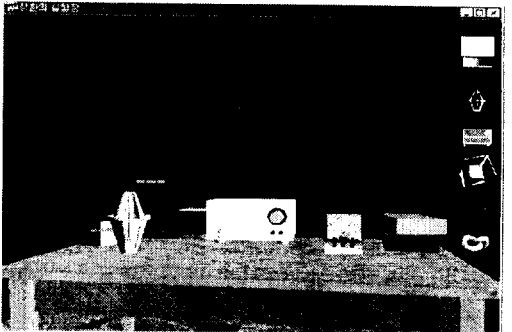


그림 19. 실험 도구 배치

실험 도구가 정확하게 연결되었다면 이제 실험을 한다. 이 실험에서는 전원공급기의 전압 조절용 핸들을 돌리게 되면 물이 들어 있고 저항이 연결된 보온컵의 온도계가 변화할 것이다.

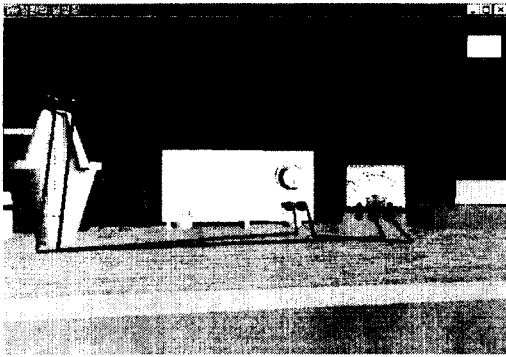


그림 21. 실험

실험을 하는 동안 실험장을 돌아 다니면서 실험의 진행을 관찰할 수 있다.

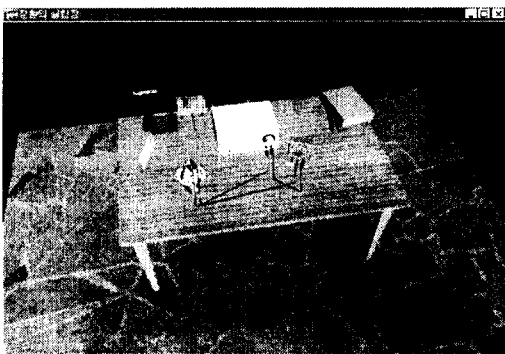


그림 22. 실험 및 탐험

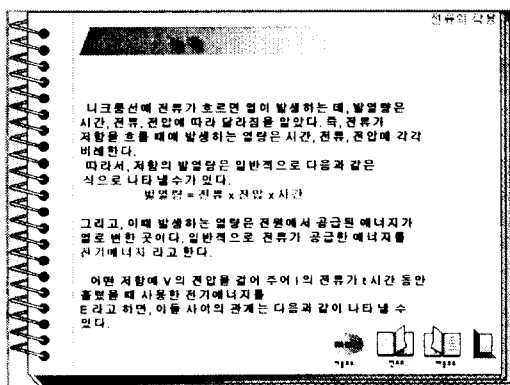


그림 23. 결과

실험을 마친 후 결과를 선택하여 실험 결과를 비교해 보고 추가적인 설명으로 실험의 내용을 확인한다 (박 봉상 외 7명, “정선 물상 자습서 중 1,2,3”, 동화사, 1996).

5. 결 론

본 논문에서 개발한 3차원 가상 물리 실험 학습 시스템은 가상 현실 기술을 이용하여 중학교 물상 교과 과정 중 엄선한 물리 실험들을 컴퓨터상에 구현하여 실험하게 함으로써 학교에서의 실험 수업이나 실험 기자재가 없는 가정이나 다른 공간에서 개인 학습을 할 때 효과적으로 물리 실험 학습을 할 수 있는 가상 실험 학습 방법으로 제안되었다. 또한, 3차원 그래픽과 상호작용을 통하여 흥미 유발 및 학습 효과를 증대하도록 설계 되었다.

이와 같은 3차원 대화형 가상 시스템 구현 기술은 교육뿐만 아니라 스포츠, 의료 및 건축, 군사, 오락 등의 다방면에서 활발하게 이용되고 있으며, 앞으로의 응용 분야는 개발할 소기가 많다고 할 수 있다. 그러나 이러한 기술을 다양한 분야에 활용하기 위해서는 단시간 내에 보다 효과적으로 원하는 3차원 가상 체험 시스템을 개발하기 위한 저작 도구의 개발이 요구되며 보다 편리한 사용자 인터페이스를 위한 입력기 및 출력기가 개발되어야 한다.

참고 문헌

- [1] 박 봉상 외 7명, “정선 물상 자습서 중 1,2,3”, 동화사, 1996
- [2] 박 주경외 6명, 대화형 가상 물리 실험 시스템 개발, 한국정보처리 학회 '97 춘계 학술발표논문집 제 4 권 제 1 호, PP.922-927, 1997
- [3] 서 종한, “가상 현실의 세계”, 영진 출판사, 1994

- [4] 이상 훈, “3D Studio MAX”, 한국 컴퓨터 매거진, 1996
- [5] David J. Kruglinski, “Inside Visual C++ 4”, Microsoft Press, 1996
- [6] Microsoft, DirectX2 Software Development Kit Direct3D Overviews, Microsoft, 1996
- [7] Richard Simon, “Win 32 Programming API Bible”, Waite Group Press, 1996