

Development of Remote Control Laboratory for Radiation Detection via Internet

Sang Tae Park, Heebok Lee, Keun Chul Yuk
Kongju National University

인터넷을 통한 방사선 측정 원격 제어 실험실 개발

박상태, 이희복, 육근철
공주대학교 물리교육과

(2001년 10월 11일 접수, 2002년 3월 20일 채택)

Abstract - The role of experiments in science education is essential for understanding the natural phenomena and principle related to a subject. Therefore, the remote control experiment via Internet is one of key solution for distance learners in science education. The remote experiments are also necessary for the time-consuming experiment which takes several days, collaborative experiment between distance learners, expensive laboratory equipment which is not usually available to students, experimental procedure which is dangerous, etc. In this study, we have developed a general method for a remote control laboratory system using internet and interface techniques. It is possible for students to learn the nuclear physics to control the real instruments and conduct physics experimentation with internet techniques. We proposed the remote control radiation measurement system as a sample application. This system could be useful for the monitoring near a nuclear power plants in order to improve the environment data credibility to the public.

Key words : remote control, radiation measurement, distance learner, via internet

요약 - 과학 교육에 있어서 실험의 역할은 자연 현상과 그와 관련된 원리를 이해하는데 필수적이다. 따라서, 인터넷을 통한 원격 제어 실험은 원격으로 과학 교육을 가르치기 위한 중요한 해법 중의 하나이다. 원격 실험은 오랜 시간이 걸리는 실험뿐만 아니라, 원격지 사람들끼리 협동을 통한 실험, 피교육자들이 접하기 힘든 고가의 장비가 필요한 실험, 절차가 위험한 실험 등에 적합하다. 본 연구에서는, 인터넷과 인터페이스 기술을 사용하여 원격으로 실험실 장비를 제어하는 일반적인 방법을 개발하였다. 인터넷을 통하여 사용자들은 원격으로 실제 장비를 제어하고 실험을 함으로써 핵물리를 배우게 된다. 본 연구에서는 원격실험의 응용 예로써 방사선 측정 시스템을 구성하였다. 본 연구의 결과를 원자력 발전소 주변 환경방사선 모니터링 시스템에 적용할 경우, 모니터링 값에 대한 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

중심어 : 원격제어, 방사선 측정, 원격 학습자, 인터넷 기반

서 론

원격교육은 컴퓨터와 네트워크가 평생학습을 통해, 일반적인 학교 시스템은 물론 개인, 사회, 국가발전에 이르기까지 교육의 질을 향상시키고 고도의 사회를 건설하는데 있어서 필수적이다. 교

육적인 측면에서 볼 때, 실험 실습 교육은 현재의 고도의 기술 기반 사회에서 점점 더 중요한 과제가 되고 있다[1].

실험 실습 교육은 자연현상과 그와 관련된 원리를 이해하는데 필수적이기 때문에, 실험실 활동은 원격지 학습자들에게도 학습자와 자연간의 생생한 상호작용을 제공해 줄 필요가 있다. 그러나 컴

퓨터 simulation 프로그램, 비디오, 애니메이션, 가상 현실, 등과 같은 멀티미디어 기술을 대안으로 사용한다고 해서, 모든 실험실 활동을 대신할 수 있는 것은 아니다[2]. 그러한 제한을 극복하기 위한 대안의 하나로, 학습자에게 실험장비 kit를 보내고, 학습과정의 마지막에 그 실험장비 kit를 되돌려 받는 방법이 있다. 그러나 실험장비 kit 구입 비용과 배달 비용이 매우 비싸기 때문에, 실험 실습 교육은 낮은 수준의 강의 코스로만 제한된다. 더욱이, 물리 실험은 점점 더 컴퓨터화 되고 실험 장비 가격도 더 비싸지는 경향이 있다[3].

본 논문에서는, 인터넷을 통한 원격 제어 실험 시스템을 소개함으로써, 원격학습과 일반 교육현장에 방사선 측정 교육을 위한 고도의 실험기술을 제안하고자 한다. 원격 제어 실험은 사람들이 실험 실습 교육을 위해 인터넷을 이용하는 방법이 확장되었음을 나타낸다. 실험 실습 교육을 위한 원격 제어 실험은 사용자가 원격지에서 실제 장치를 제어하고 컴퓨터 네트워크를 통해 원격 제어 실험실에서 실제 실험을 할 수 있도록 통합된 환경에서 구현되어야 한다. 원격 제어 실험실은 인터넷에 연결된 개인용 컴퓨터 시스템과 연결되어 있는 다목적이고 전문 측정 도구들로 구성되어 있다. 인터넷을 통해 원격으로 장비를 구성하고 자료를 분석할 수 있는 능력을 갖추므로서, 실험실은 비싼 도구와 장비를 공유하기가 쉬워질 것이며 원격 교육에 있어서 중요한 역할을 담당하게 된다.

방사선 측정 교육에 있어서 실험장비가 너무 비싸 학교 현장에서 구비하기가 어려운 문제점이 있다. 이 문제점을 해결하는 방안으로는 인터넷을 통해 원격으로 실험실 장비와 도구에 접근하는 방법이 있는데, 이 방법은 일반 교육 현장에서 방사선 측정법을 쉽게 이해하여 원격으로 방사선 측정 실험을 할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는, 인터넷과 인터페이스 기술을 사용하여 원격 제어 실험실 시스템을 개발하는 일반적인 방법을 보여주하고자 한다. 이러한 기술은 사용자들로 하여금 인터넷을 통해 실제 장비를 제어함으로써 방사선 측정법을 배우게 하고 원격으로 방사선 측정 실험을 가능하게 한다.

(<http://203.253.36.104/remote>)

원격 제어 시스템 구성

본 방사선 측정 시스템은 서버를 구성하기 위해 Windows 98 Personal Web 서버를 장착한 컴퓨터를 사용하였으며, 이 컴퓨터에 측정 장비가 연결되어 있다(Figure 1 참조). 또한 웹서버에는 방사선 측정에 사용되는 MCB 카드와 Gamma Vision 소프트웨어가 설치되어 있다. Gamma Vision 소프트웨어는 ORTEC사에서 상용으로 공급하는 환경방사능 분석용 전문 소프트웨어이다[4]. 클라이언트는 MS-Windows 98이 장착된 IBM 호환 개인용 컴퓨터이며, ActiveX와 비디오 stream 서버 프로그램을 사용하기 때문에 WWW

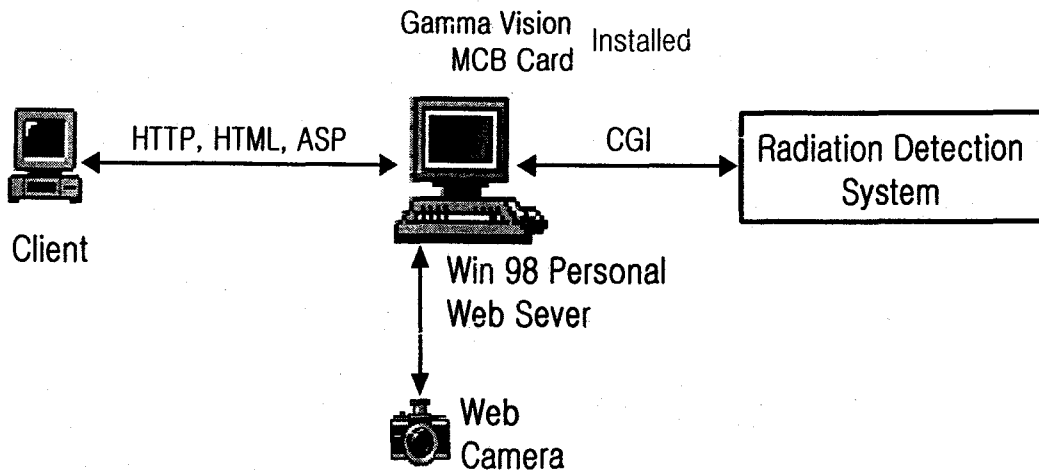


Fig. 1. The system structure for remote control radiation detection experiments

브라우저는 Internet Explorer 5.0 또는 그 이상이 되어야 한다. 클라이언트와의 통신 수단으로는 HTTP, HTML, ASP 프로그램 이 사용되었으며, 클라이언트로부터 요청 받은 내용(instrument parameter 등)을 방사선 측정 시스템에 전달하기 위해서는 Visual Basic과 CGI 프로그램을 사용하였다[5-6]. 그리고 실험실에서 일어나는 상황을 생중계하기 위해 비디오 카메라 혹은 Web 카메라를 사용할 수도 있다.

실험 장비에 연결된 서버는 클라이언트로부터의 요구에 따라 CGI 프로그램에 parameter를 보내는 것을 관리하며, 원격 제어 실험실에 있는 실제 장비를 제어한다. 그리고 CGI 프로그램은 클라이언트 컴퓨터에게 server측 장비로부터 수집한 몇몇의 정보를 되돌려 준다.

원격 제어 실험실의 소프트웨어적 구조

원격 실험을 위한 소프트웨어적 내부 구조는 Figure 2와 같다.

방사선 측정 시스템

Web 서버에 연결된 방사선 측정 시스템은 Figure 3과 같다. 본 연구에서는 방사선 측정을 위해 NaI(Tl) 섬광검출기를 사용하였으며, 인가 전압은 +1000V로 하였다. 상황에 따라서 에너지 분해능을 높이고자 할 때는 High Purity Germanium(HPGe) 반도체 검출기를 사용할 수도 있다.

웹 페이지

Web 페이지는 일련의 실험 계획에 따라 원격 실험실을 구동시키도록 설계되어 있다. 실험실 운영자는 그 시간표에 따라 원격 제어 실험을 위한 세팅 작업을 한다. 사용자가 원격 실험실 가까이 에 있든, 지구 반대편에 있든 그들의 실험을 수행하는 데는 아무런 문제가 되지 않는다.

① 시작 페이지 : 시작 페이지(Figure 4 참조)는 사용자가 접속했을 때, 원격 실험 내용에 대한 전

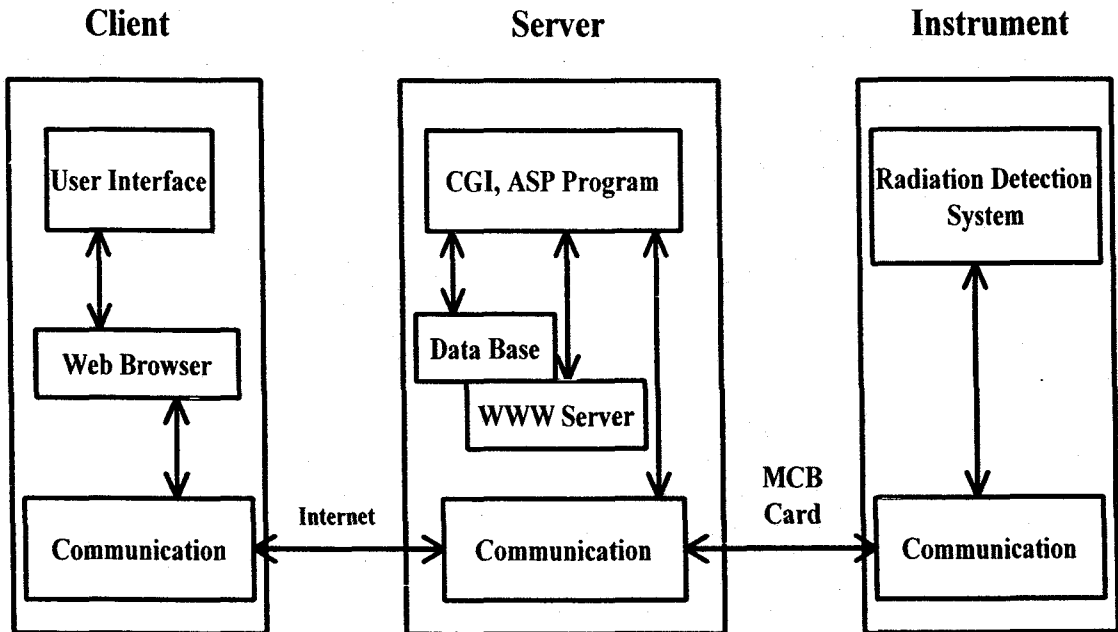


Fig. 2. The three tier client/sever software environment

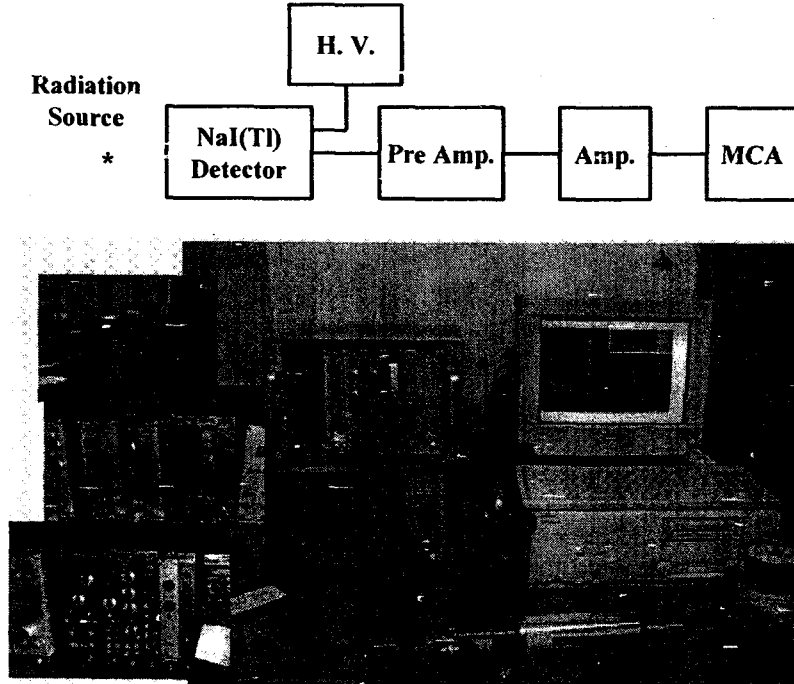


Fig. 3. The schematic diagram and the picture of a radiation detection system

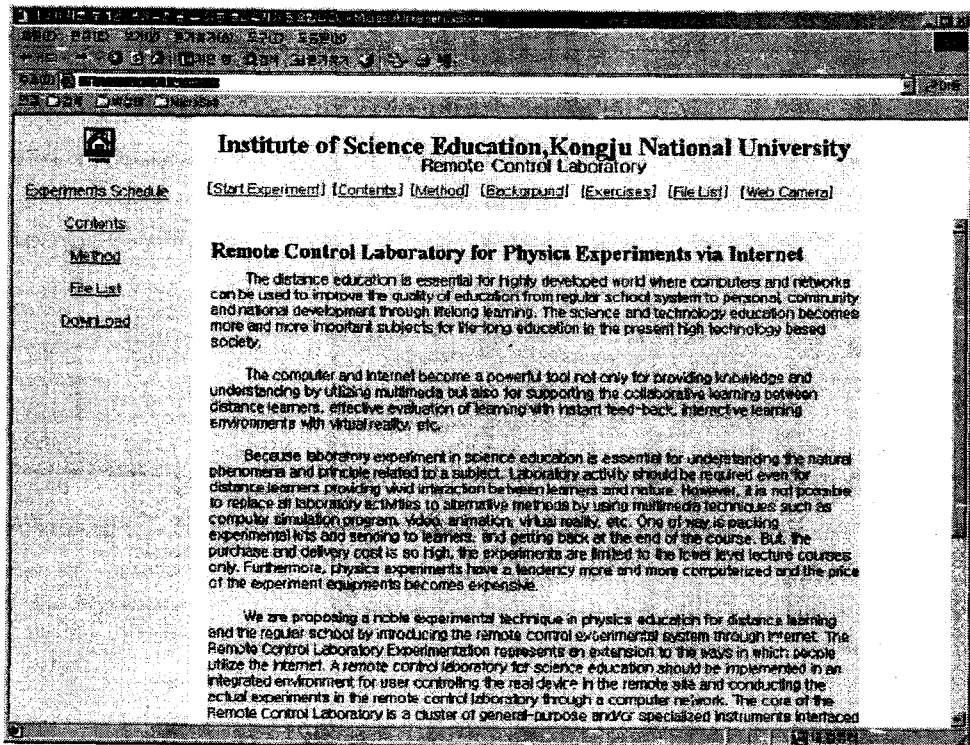


Fig. 4. The index.html file of the remote control laboratory Web page

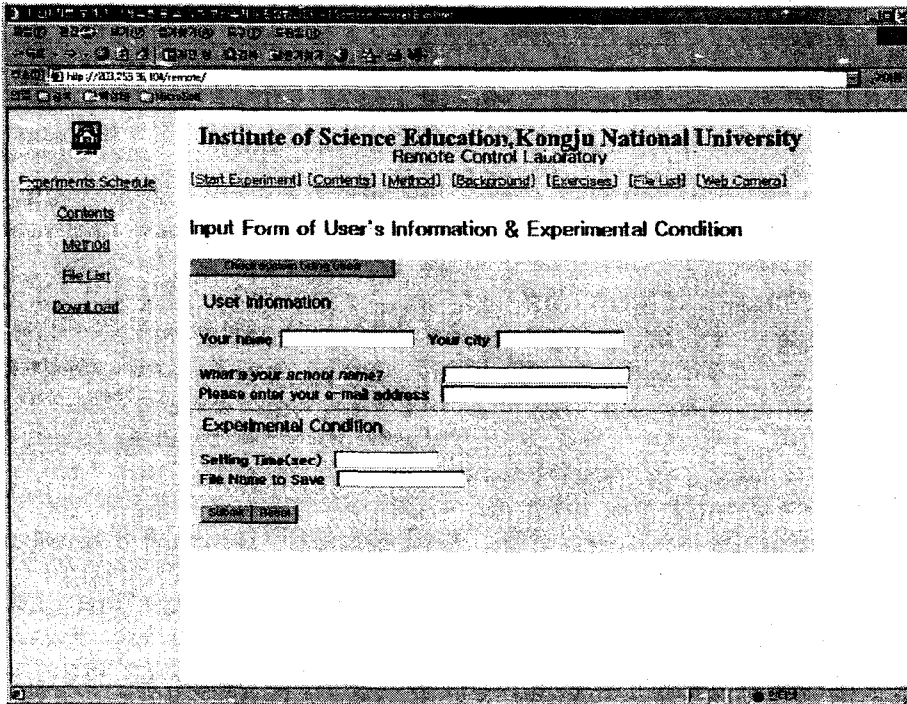


Fig. 5. Initial window of the remote control experiments

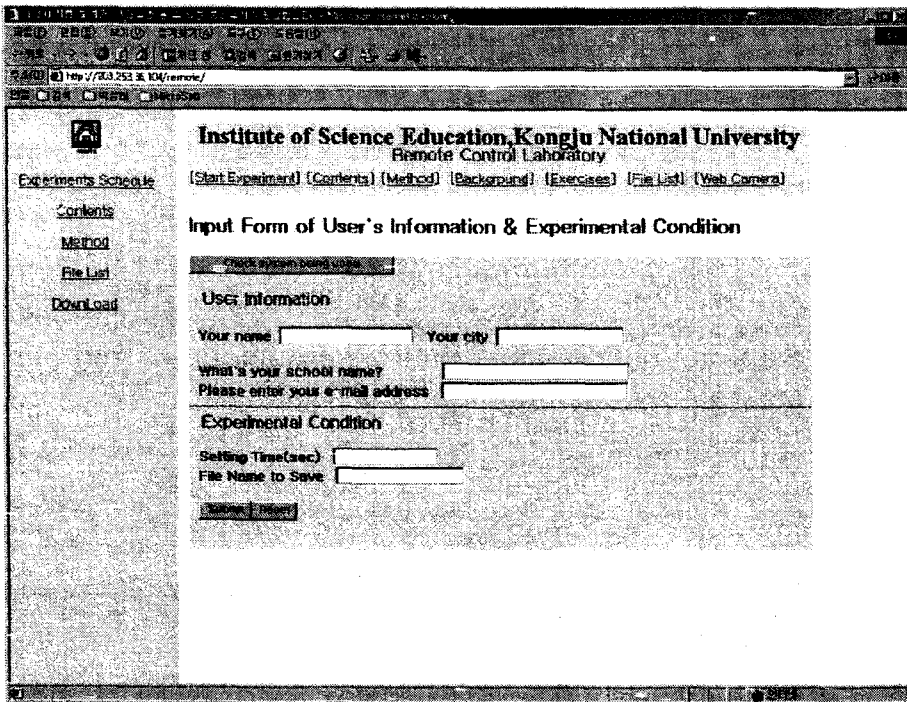


Fig. 6. Initial window of the remote control experiments

반적인 내용을 한 눈에 볼 수 있도록 하였으며 메뉴창에서 원격 실험 내용에 대한 배경 지식 및 실험 방법에 대한 정보도 얻을 수 있다. 메뉴창에서 [File List]를 클릭하면, 사용자가 원격으로 실험하여 얻은 결과 data 뿐만 아니라 다른 사람들이 측정한 data도 볼 수 있다. 사용자는 이 자료를 다운로드 한 다음 다른 응용프로그램(MS-Excel, Origin 등)을 이용하여 사용자가 원하는 형태로 보고서를 만들 수 있다.

메뉴창의 [Web Camera]를 클릭하면, 현재 실시간으로 중계되는 원격 제어 실험실 상황을 볼 수 있다. 이 창은 매 10초마다 reload 되어 항상 최근의 상황을 관찰할 수 있다.

② 원격제어실험 초기화면 : 메뉴창에서 [Start Experiment]를 클릭하면 사용자 정보 입력창 즉, 개인 신상정보, 측정시간 및 저장할 파일 이름을 입력할 수 있는 창이 활성화되면서 원격 제어 실험을 시작할 수 있다(Figure 5). 이 창은 ASP 프로그램을 이용하여 만들었으며, 사용자가 입력한 여러 가지 정보를 DB화하여 서버에 저장하도록 구성하였다.

실험을 시작하기에 앞서 'Check System being used' 버튼을 눌러 현재 원격제어 실험실 시스템을 사용할 수 있는지를 체크한다. 만약 현재 누군가가 시스템을 사용하고 있으면, 시스템을 사용할 수 있는 때까지 기다리라는 알림창을 띄워준다.

실험이 가능한 경우 'Submit' 버튼을 누르면 원격제어실험의 시작을 알리는 페이지로 넘어가는데, 이 때 다시 한 번 시스템을 체크하여 다른 사용자가 접속하여 사용하고 있는지를 확인한다.

다른 사용자가 없을 경우에는 원격 제어 실험을 할 수 있다는 알림 창(Figure 6)이 나타나면서, 'Go' 버튼을 클릭하면 본격적으로 원격 제어 실험이 시작된다. 이 페이지는 CGI 및 Visual Basic 프로그램으로 만들었으며, Figure 5에서 입력한 사용자 정보를 서버에 전달하고 이 정보에 따라 방사선 측정 시스템이 작동되도록 하였다.

이 때의 정보는 job 파일 형태로 전달되는데 본 연구에서 job 파일은 ASP로 코딩하였다(Figure 7)[7]. 그림에서 5번째 줄의 Set_Preset_Real은 사용자 정보 입력창에서 사용자가 입력한 측정시간(Ctime)을 Real Time으로 setting하는 것이다. 사용자가 입력한 시간을 Live Time으로 하고자 할 경우에는 이 부분을 Set_Preset_Live로 바꾸어주면 된다.

그림에서 11번째 줄은 사용자 정보 입력창에서 사용자가 입력한(Fname) 측정 data의 file name을 입력하는 부분으로서, 여기서는 서버측의 "C:\inetpub\wwwroot\data\" 디렉토리에 확장자 ".chn"으로 저장된다. 만일 다른 디렉토리에 저장하고자 할 경우에는 이 부분을 바꾸어주면 된다.

③ 기타 : 원격 제어 실험실의 상황은 메뉴창에서 'Web Camera'를 클릭하면 알 수 있다. 실험이 종료되면 측정결과는 Figure 5에서 입력한 파일 이름(확장자 chn)으로 서버에 저장되며 이는 메뉴창에서 'File List'를 클릭하면 확인할 수 있다. 이 파일은 binary 파일이기 때문에 다른 응용프로그램에 바로 사용할 수 없다. 이를 해결하기 위해서는 메뉴창에서 'Download'를 클릭하여 'Convert Program'을 다운받아 텍스트 파일로 바꾸어야 한

```

Set objFs2=CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
Set objFile2=objFs2.OpenTextFile("c:\inetpub\scripts\remote.job", 2, True)

objFile2.Write "Set_Detector 1" & vbCrLf
objFile2.Write "Set_Preset_Clear" & vbCrLf
objFile2.Write "Set_Preset_Real " & Ctime & vbCrLf
objFile2.Write "Clear" & vbCrLf
objFile2.Write "Start" & vbCrLf
objFile2.Write "Wait" & vbCrLf
objFile2.Write "Fill_Buffer" & vbCrLf
objFile2.Write "Set_Detector 0" & vbCrLf
objFile2.Write "Save " & "C:\inetpub\wwwroot\data\ " & Fname & ".chn" & vbCrLf
objFile2.Write "Set_Detector 1" & vbCrLf
objFile2.Write "Quit" & vbCrLf

objFile2.Close

```

Fig. 7. ASP program coding for job file

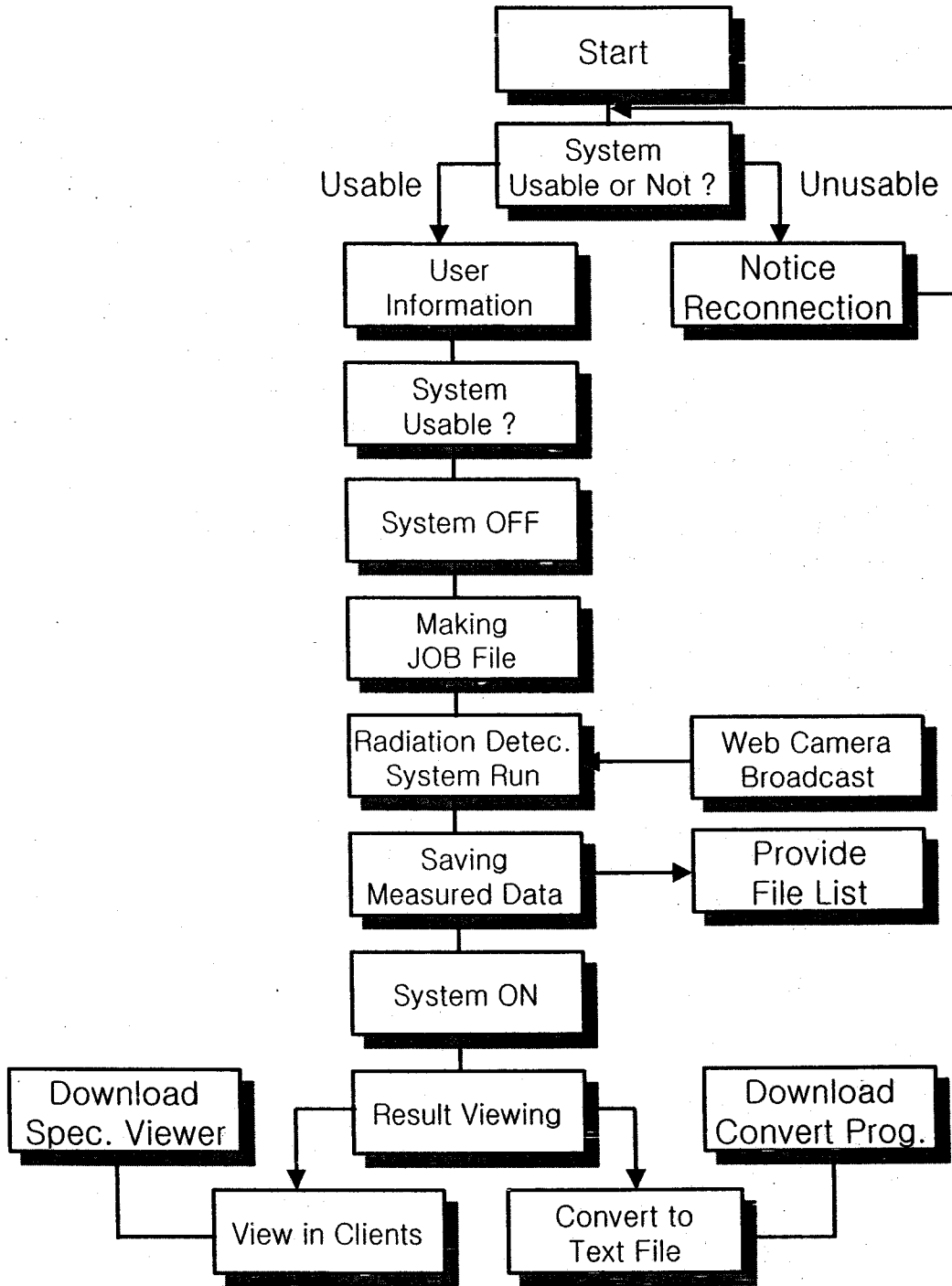


Fig. 8. Procedure of the remote control experiments

다. 이러한 작업 없이 측정결과를 바로 보고자 할 때는 ORTEC사에서 제공하는 'Spectrum Viewer'를 다운받아 실행시키면 된다.

지금까지 원격실험을 하게 될 경우, 접하게 되는 각 페이지의 구성내용과 사용법에 대해 간략히 설명하였다. 위의 내용을 바탕으로, 원격실험의 절차를 알기 쉽게 하기 위해 Figure 8과 같이 실험의 절차 및 과정을 한 눈에 알아볼 수 있도록 하였다.

결 론

본 논문에서는, 인터넷을 통한 원격 제어 실험 시스템을 소개함으로써, 원격학습과 일반 교육현장에 방사선 측정 교육을 위한 고도의 실험기술을 제안하고자 하였다. 이것은 방사선 측정 교육이 원격 제어 실험 주제로서 매우 적합하기 때문이다. (1) 실험 장비가 너무 비싸 일반 교육현장에서 구비하기 어려울 때, (2) 실험과정이 매우 위험할 때.

본 연구의 결과는 일반적인 방사선 측정뿐만 아니라, Geiger counting, Alpha- beta- gamma-ray 분광학, Compton scattering, coincidence technique, 핵수명 측정, radiation biology, 환경방사능 연구 등 핵물리의 전 분야에 걸쳐 활용될 수 있으며, 물리 이외의 다른 분야 즉, 자연과학·공학 등의 분야에도 확장 적용할 수 있다.

원격 제어 시스템을 구성하기 위해 HTTP, HTML, ASP, Visual Basic, CGI 프로그램 등을 사용하였으며, 여기서 CGI 환경은 원격 실험실 장비를 제어하기 위해 채택되었다. 원격지 사용자는 실제 장비를 제어할 수 있고 실험 결과를 실시간으로 관찰할 수 있다. 또한 자신이 측정한 결과를 인터넷 상에서 직접 확인할 수 있으며, 필요에 따라서는 텍스트 파일로 변환하여 다른 응용 프로그램(MS-Excel, Origin 등)을 이용하여 자신이 원하는 형태로 보고서도 만들 수 있다.

앞으로의 사회는 정보화 사회로서 각종 멀티미디어 장비들이 개발되고, 컴퓨터 기술도 급속도로 발전함에 따라 현재의 원격 교육도 그 양상이 많이 변할 것으로 예상된다. 특히 과학 교육에 있어서 실험은 자연 현상에 대한 원리와 이해력을 향상시키는데 필수적인 교육으로서 이러한 실험 교육도 정보 기술의 발전에 따라 다양하게 변화할 것이라는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 이러한 관점에서 본 논문은 미래 사회의 학교 현장은 물론,

원자력 발전소 주변의 환경 모니터링, 방사선 작업 종사자에 대한 방사선 측정 교육 등, 교육현장에 많이 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비 지원(KRF-99-005-D00076)에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. S. C. Brofferio, "A University Distance Lesson System: Experiments, Services, and Future Developments", IEEE Transactions on Education, Vol. 41, No. 1, pp. 17-24 (1998).
2. Alessandro Ferrero, Vincenzo Piuri, "A Simulation Tool for Virtual Laboratory Experiments in A WWW Environment", IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, St. Paul, Minnesota, USA, May 18-21 (1998).
3. B. Cabell V, J. J. Rencis and H. T. Grandin, "Using Java to Develop Interactive Learning Material for the World-Wide Web", International Journal of Engineering Education, Vol. 13, No. 6, pp. 397-406 (1997).
4. ORTEC, Experiments in Nuclear Science. AN34
5. 주경만, 박성완, 김민호, Visual Basic programming Bible, ver. 6.x, 영진출판사 (2001).
6. 김경만, ASP Tutorial, 마이트 Press (1999)
7. 손호성, 안우길, 홍순성, ASP 3.0 Bible, 영진출판사 (2001).