



미국 테네시대학의 원자력 원격 강의

H. L. (Lee) Dodds

미국 테네시대학 원자력공학과 교수

통 신에 있어서 인터넷 및 기타 진전들이 고등 교육에 있어서 작은 혁명을 일으키고 있다. 비록 이러한 패러다임이 아마도 항상 대부분의 학생 및 교수들의 처음 선택이었지만, 학생들은 더 이상 그들의 교수와 함께 직접 강의에 참가할 필요가 없다.

대신에 강의와 토론들이 학생들의 컴퓨터에 생생하게 그리고 상호적으로 제공될 수 있으며, 학생들이 인터넷에 접속할 수 있는 집·사무실 또는 네팔의 산악 지대(위성 연결을 통하여) 등 어느 곳에도 위치할 수 있다.

이러한 새로운 고등 교육 추구 방식은 대규모 사회 집단, 특히 대학 근처에 위치하고 있지 않거나 또는 직접 강의에 참가할 수 없는 업무 또는 가정의 책임을 가진 전문 인력들에게 상당히 매력적이다.

물론 원격 교육이 새로운 것은 아니다. 통신 교육이 수십년 동안 존재해 왔고, 지난 10년 동안 비용이

비싼 ISDN 또는 기타 전용 고속선 및 장비를 이용한 표준 화상 회의를 통한 강의가 제공되어 왔다.

그러나 인터넷은 무료(거의)이며 더욱 중요한 것은 어떤 이유에서든 직접 강의에 참석할 수 없는 전문 인력들에게 고등 교육 프로그램을 제공할 수 있게 한다는 점이다.

인터넷을 통하여 가능하게 된 교육 기회를 이용하기 위하여 Knoxville에 있는 테네시대학 원자력공학과(UTNE)는 다음과 같은 인터넷 기반 4개의 원격 교육 프로그램을 개발했다

- ① 원자력공학 석사 과정
- ② 핵임계 안전 과정
- ③ 정비 및 신뢰도 엔지니어링 과정
- ④ 주간 세미나 또는 콜로퀴엄 시리즈(Colloquium series)

4개 프로그램 모두 수혜자의 컴퓨터에 인터넷을 통하여 생생하고 상호적으로 동시에 제공된다. 비(非)동시 강의 또한 때때로 강의나 세미나를 참석할 수 없는 개인들이

이용할 수 있는데, 모든 동시 강의 및 세미나가 서버에 저장되고 보관되기 때문이다.

세미나 프로그램은 실제로 무료이며, 웹캐스트(www.engr.utk.edu/nuclear/Seminar)를 통하여 UTNE 학생만이 아닌 모든 사람들에게 이용 가능하다.

그러나 첫 번째 3개의 프로그램의 참가는 대학원생으로서 입학허가와 수업료 지불을 필요로 한다. 또한 프로그램 ①과 ②는 주로 원자력공학과 학생들을 대상으로 하며, 프로그램 ③은 각 공학과 간의 프로그램으로서 현재 산업공학·기계공학 및 원자력공학을 포함하고 있다.

가장 중요한 점은 원격 강의가 캠퍼스에서 지역 학생들을 대상으로 한 전통적인 강의실에서 주어지는 수업과 동일하다는 것이며, 이것은 원격 강의 프로그램의 질이 기본적으로 캠퍼스내 프로그램과 동일하다는 것을 의미한다.

원자력공학 석사 과정

원격 학생들을 위한 석사 과정은 지역 학생들을 위한 UTNE의 전통적 석사 과정과 동일하지만, 더 적은 강의를 제공한다. 석사 과정은 공식적으로 2001년 가을에 시작되었다. 그것은 8개의 3시간 강의, 즉 4개의 원자력공학 과정, 2개의 관련 공학 과정(또는 2개 이상의 원자력공학 과정) 및 2개의 수학, 통계학 또는 컴퓨터공학 과정을 요구한다. 또한 최소한 총 30시간의 석사 학위 요건을 위하여 적어도 6시간의 연구 또는 공학 실습이 필요하다.

현재 원자력공학 원격 학생들에게 이용 가능한 과정들은 핵 및 방사선공학 기초, 원자로 이론 I, 방사선 방호 I, 원자로 이론 및 설계, 고급 방사선 방호, 원자로 차폐, 몬테 카를로 해석, 방사선 평가 및 계측, 핵임계 안전성 소개, 핵계통 설계, 핵임계 안전성 관련 선택 주제, 고급 감시 및 진단, 정비 공학 소개, 신뢰도 공학 소개, 통계 방법 및 통계학의 응용 선형 모델이다. 장래에 추가 과정들이 제공될 것이다. 또한 석사 과정을 위한 학점의 3분의 1까지 타 인정된 대학 프로그램의 학점으로 이전될 수 있다.

또한 석사 과정 학생들은 학위 요건을 만족하기 위하여 연구 또는 공

학 실습이 시행되는 어떤 학기 중에 적어도 3시간의 연구 및 공학 실습에 등록해야 한다. 이론 연구든 공학 실습이든 제안된 프로젝트는 학생들의 현업에 관련되거나 관련 안될 수도 있으나, 학생의 주임 교수 및 대학원 위원회에 의해 승인받아야 한다.

승인을 얻기 위하여 제안된 프로젝트의 초기에 학생이 준비한 간단한 제안서가 학생의 주임 교수 및 대학원 위원회에 제출되어야 한다.

학생은 또한 간단한 월간 진도보고서를 작성하여 학생의 주임 교수에게 제출하고 승인받아야 한다. 학생은 주임 교수에 의해 주어지는 전반적인 감독과 함께 학생의 작업을 감독하도록 지원하는 현장 조언자를 가질 수 있다. 그러나 학위 요건을 만족시키는 학생의 작업에 대한 수용은 학생의 주임 교수 및 대학원 위원회의 고유 책임이다. 훌륭한 연구 및 공학 실습 프로젝트는 종종 학생, 현장 조교 및 주임 교수가 공저가 되는 외부 출판의 기회가 있다.

석사 과정의 종료시에 학생들은 대학 주 캠퍼스에 가서 그들의 주임 교수 및 대학원 위원회 앞에서 전반적인 면접 시험시에 그들의 작업, 즉 과정 이수 및 이론 또는 공학 실습 프로젝트 보고서를 정당화해야 된다. 대부분의 원격 학생들은 2년 안에 연구 및 과정 이수 모두 원자력공학 석사 학위를 위한 모든 요건

을 완료해야 한다. 전형적인 2년 프로그램은 연속 6학기에 걸쳐 8개의 과목을 이수하게 되는데 이것은 4개 학기에는 학기당 1과목, 2개 학기에는 학기당 2학기 이수를 의미한다.

또한 2년 내에 종료하기 위하여 6개 학기의 대부분에서 연구가 수행되어야 한다. 그러나 일부 학생들은 지연 이수를 선호할 수 있고 일부는 조기 이수를 선호할 수 있다. 이 프로그램은 학생들의 선호도를 모두 수용하도록 설계된다.

인증 프로그램

2개의 인증 프로그램 각각은 4개의 3시간 과정으로 구성되며, 연구 또는 공학 실습의 요건을 포함하지 않는다. 따라서 각 인증 프로그램은 석사 학위를 얻는 데 필요로 하는 과정의 약 반을 요구한다.

핵임계 안전성 인증에 필요한 4개의 과정은 핵임계 안전성 소개, 핵임계 안전성 관련 선택 주제, 몬테 카를로 해석 및 다음 3개의 선택 과목, 즉 원자로 이론 I, 원자로 이론 및 설계, 고급 방사선 방호, 원자로 차폐 중의 1개이다.

정비 및 신뢰도 공학 인증에 필요한 4개의 과정은 정비 공학 소개, 신뢰도 공학 소개 및 다음 선택 과목, 즉 고급 감시 및 진단, 프로세스 계통 신뢰도 및 안전성, 기계 진



동, 신뢰도 중심 정비, 산업공학의 통계적 방법 및 정비 및 신뢰도 관리 중에 2개이다.

정비 및 신뢰도 인증 프로그램은 실제로 광범위한 대학 과정으로서 현재 원자력공학뿐만 아니라 기계공학 및 산업공학의 선택 과목을 포함한다. 인증 프로그램 모두 대부분의 전문가들에게 요구되는 현장 교육 및 경험을 위한 훌륭한 이론 및 분석의 토대를 제공하도록 의도된다. 두 인증 프로그램의 어느 과정도 또한 석사학위 요건을 만족하는데 사용될 수 있다.

입학 요건

입학 요건은 3가지 대학원 과정에 대하여 기본적으로 같다. 즉, 적어도 4.0 만점에 3.0 이상을 획득하고 인증된 프로그램에서 공학·물리학·화학 또는 수학의 학사(B.S.)이어야 한다.

한편 석사 과정 및 책임제 안전 인증 과정에 입학하는 학생들은 최소한 상미분방정식을 통한 수학 능력과 원자력 공학의 기초 과정에 준하는 능력을 보유하고 있어야 한다. 이들 능력들이 없다면, 학생들은 과정을 시작하기 앞서 능력을 개발할 적절한 과정을 이수해야 한다.

각 개별 학생을 위하여 권고된 연구 과정은 학생과의 면담에 의하여 결정되며, 학생의 전문적 관심, 학

교 배경 및 근무 경험에 따른다.

3개 과정의 비용은 UT에서 대학원 과정의 표준 학기 등록금이며, "web.utk.edu/~gsinfo/"에서 이용 가능한 현행 대학원 카탈로그에 기술되어 있다. 3개 대학원 과정에 대한 보다 자세한 정보는 <www.anywhere.tennessee.edu/ne/default.htm>에서 이용 가능하다.

세미나 프로그램

세미나 또는 콜로퀴엄 프로그램의 목적은 학생들, 교수진 및 세미나 초청객과 지식 및 전문 지식을 공유하기 위하여 과 이외의 전문가를 초청함으로써 과의 지적 분위기를 확대시키고 강화시킨다. 세미나는 보통 원자력과 관련이 되지만, 항상 그렇지는 않는데 UTNE가 때때로 '핵상자 바깥에서 생각'하기를 원하기 때문이다.

세미나들은 인터넷(<www.engr.utk.edu/nuclear/Seminar>)을 한다. UTNE 세미나들의 웹캐스팅은 2000년 가을에 시작되었다. 생생한 웹캐스트인 디지털 파일은 또한 전자적으로 생성되어 영구 보관을 위하여 서버에 저장된다. 생생한 세미나 또는 보관된 세미나를 보는 것은 뷰어 컴퓨터에 설치된 RealPlayer같은 미디어 플레이어를 필요로 한다.

생생한 세미나 동안 사이버 청중에 의한 참여는 <utne@tennessee.edu>에 질문이나 의견을 담은 e-mail 메시지를 보냄으로써 완성된다. 메시지들은 프린트되어 세미나 좌장에게 전해지며, 세미나 끝에 질의 응답 시간 동안 메시지가 크게 낭독된다. 발표자는 그 때 현장 청중들의 질문 및 의견과 더불어 생생한 웹캐스트에서 사이버 청중의 질문들에 답하게 된다.

말할 필요도 없이, 세미나 프로그램은 대학의 중요한 외향적 활동이다. 대학 밖의 동료들, UTNE 동문, 장래 학생들, 고등학교 과학 교사 및 특별 세미나에 관심있는 누구나 생생한 웹캐스트 또는 보관된 웹캐스트에 접속할 수 있다.

일반의 관심을 가진 UTNE 세미나의 두 우수한 사례는 핵 선구자인 Alvin Weinberg가 발표한 것이었는데 첫 번째는 2000년 9월 20일에 「맨하튼 프로젝트의 사람과 인격」을 주제로 한 것이었고, 두 번째는 2001년 9월 5일에 '엔리코 페르미 및 세계 최초의 제어된 자기 유지 연쇄 반응'에 대한 것이었다.

과거 2년에 걸쳐 발표된 다른 UTNE 세미나와 함께 이들 두 세미나도 <www.engr.utk.edu/nuclear/Seminar>에서 UT 웹사이트에 보관되어 있으며, 강의 시청도 현재 가능하다.

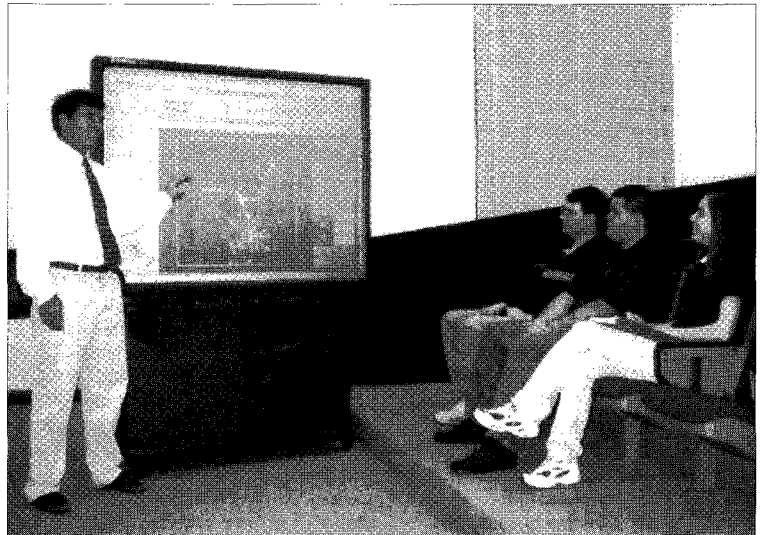
원격 제공 기술

인터넷을 통한 동시 강의 제공은 Centra Software에서 개발한 소프트웨어로 가능하며, UT의 사회 및 평생교육원에 의하여 원격 학생들에게 제공된다. 사이버 강의는 전화 회의와 유사한 오디오를 제공하며, 그룹 협동을 가능하게 하는 공유된 전자 화이트보드와, 언제 어디서나 학생 및 교수진이 접속할 수 있는 온라인 노트, 퀴즈 및 토론 보드를 제공한다.

교수진은 보통 파워포인트 슬라이드 발표 또는 전용 웹페이지를 이용하여 강의를 한다. 칠판과 유사한 전자 화이트보드가 문제를 해결하거나 시각적 사례를 설명하는 데 이용된다. Windows 기반 프로그램은 복잡한 모의나 실증에 사용된다.

파워포인트 파일과 기타 파일들은 강의 전에 강사에 의해 서버에 올려주게 되며, 강의 시작시 학생의 로그인 동안 학생의 컴퓨터에 내려받게 된다. 이러한 강의 자료의 초기 이전은 실제 강의 동안의 요건을 감소시킨다.

학생들은 또한 질의 응답, 피드백, 강의 발표 등 실시간으로 강사 및 동료와 상호 작용할 수 있다. Centra 소프트웨어는 또한 강의 및 그룹 프로젝트를 위한 분임 토의 동안 chat 창을 제공한다. 웹 제공 기술에 관한 세부 정보는



UTNE는 「SMART Borad」 배면 프로젝터를 이용하여 단일 'hybrid class' 로 현지 교내 학생과 원격 학생들을 통합했다.

<www.outreach.utk.edu/deis/online/webdelivery.htm>에서 이용 가능하다.

UTNE 교수들은 초기에 그들의 컴퓨터를 이용하여 사무실에서 원격 강의를 했는데 고속 LAN을 통한 인터넷에 연결되어 마이크와 스피커가 장착되어 있었다. 교수들은 간단히 사이버 강의 동안 그들의 사무실 문을 닫고 문 밖에 “수업중, 방해하지 마시오!”라는 팻말을 내걸었다.

최근에 UTNE는 <사진>에서 보이는 대로 「SMART Borad」 배면 프로젝터를 이용하여 단일 'hybrid class' 로 현지 교내 학생과 원격 학생들을 통합했다. SMART Board 시스템은 스피커를 가진 67인치 'diagonal touch

-sensitive' 배면 프로젝터 스크린을 포함하고 있으며, 내장 웹 연결 PC로 구동된다. 스크린 위 탭핑은 마우스 클릭에 해당하며, 스크린 위에 글을 쓰는 것은 전자펜으로 수행된다.

<사진>에서 보여진 'hybrid class' 예에서, 강사인 Wes Hines는 “고급 감시 및 진단 기술”에 관한 대학원 강의의 일환으로 현지 또는 원격 학생들 모두에게 “fuzzy clustering”을 실증하고 있다. 강의실에서 현지 학생들은 원격 학생들과 동시에 동일한 정보를 보고 듣는다. 현지 및 원격 학생들 다 실시간으로 구두 질문을 하고 답을 받으며, 교실에 있는 모든 학생들과 공유된다.

다시 말해, 함께 이용된 SMART



Board 및 Centra 기술은 현지 및 원격 학생들을 위한 양질의 상호적인 학습 경험을 보장한다. SMART Board에 관한 추가 정보는 <www.smarttech.com>에서 이용 가능하다. 세미나 프로그램을 위한 제공 프로그램은 어느 정도 다르다. 내장 PC를 갖춘 SMART Board 프로젝터가 현지 참석자들에게 발표자의 파워포인트 슬라이드를 비추는 데 역시 사용된다.

또한 2개의 원격 제어 디지털 무비 카메라, 2개의 회의 마이크, Polycom VS4000 영상 회의 세트, TV 모니터, 고성능 랩톱 컴퓨터, 원격 제어 전자 마우스 및 이 모든 것을 가능하게 하는 훌륭한 기술자가 이용된다.

인터넷으로 보내지는 신호는 세미나 동안 실시간으로 기술자에 의해 원격으로 제어되며, 파워포인트 슬라이드이거나 2개의 카메라중 하나로부터의 영상일 수 있다. 랩톱 컴퓨터에 있는 RealProducer가 인터넷으로 보내지는 신호용 정보를 동화시키기 위하여 이용된다.

말할 필요도 없이, 종종 기술적 실수가 세미나 웹캐스트에서 발생하는 데 관련된 사람들이 이 기술을 이용하는데 초보자이기 때문이다. 운이 좋게도 대부분 웹캐스트는 성공적이었으며, 전송의 질과 신뢰도를 개선하는 데 꾸준한 노력이 있었다. 단지 VS4000, TV 모니터, 1개

의 마이크 및 1개의 카메라를 사용하는 유사한 장비 세트가 인터넷을 이용한 영상 회의에 사용된다. 교수진은 원격 학생과 (필요시 일일 기준으로) 얼굴을 맞댈 수 있는 이러한 능력을 이용하여 연구 프로젝트를 감독하고 강의에 대한 질문에 답한다. 물론 디지털 카메라 및 적절한 소프트웨어(예: 마이크로소프트의 NetMeeting) 또는 Polycom의 ViaVideo 또는 기타 동등한 기기가 이러한 기능을 이용할 수 있도록 학생들의 컴퓨터에 설치되어야 한다. 또한 대학 외부의 동료와의 공동 연구 프로젝트를 위하여 장비의 영상 회의 세트가 이용된다.

이 점

UTNE의 원격 교육 프로그램에 참가하는 학생들은 선택한 분야에서 최신의 지식을 얻으며, 전문가로서 일할 자격이 더욱 주어지고, 그들의 현재의 고용주나 미래의 고용주에게 그들의 가치를 제고시킬 수 있다. 학생들은 또한 국내 및 국제적으로 중요한 흥미있는 분야에서 새로운 개념을 배우고 새로운 기술을 개발시키는 자기 만족과 즐거움을 갖게 될 것이다.

UTNE의 Knolls 원자력연구소(KAPL) 소속으로 원격 석사 과정 학생인 Michael White는 "UTNE 원격 석사 과정 프로그램은 KAPL

에서 경력에 잘 맞으며, 생생한 온라인 강의의 상호성을 철저히 즐기고 있다"고 말했다. 또 다른 UTNE 석사 과정 학생으로서 현지에 거주하나, 그녀의 3살짜리 딸과 함께 집에 머물기를 원하는 Katherin Goluoglu는 "집에서 강의에 참석하는 것은 나와 딸 Ashley에게 이상적이다"라고 말했다.

여기에 나와있는 원격 교육 프로그램이 여전히 초기 단계에 있지만, 예비 결과에 따르면 학생 및 대학측 모두의 입장에서 무척 긍정적이다. 2001년 가을의 UT 등록 자료에 따르면, 새로운 원격 교육 프로그램이 원자력공학 대학원 과정 등록수를 전년도에 비하여 25% 증가시켰다. 이러한 수치는 주로 석사 과정 프로그램의 수요를 반영하며, 2002년 가을에 공식적으로 시작된 인증 프로그램이 아직 공식적으로 알려져 있지 않기 때문이다.

종합하면, 비록 직접 강의 및 세미나에 참석하는 것이 아마도 대부분의 사람들의 첫 번째 선택이겠지만, 대학이 양질의 원격 교육 프로그램을 제공할 진정한 필요가 있다.

더욱 중요한 점은 인터넷을 이용하여 실시간으로 그러한 프로그램을 제공하는 것이 학생 뿐만 아니라 대학을 위해서도 이롭고 가치있는 활동이라는 점이다. ☞

<Nuclear News> Vol.45/7