화학단위공정의 웹기반 가상 실험시스템 개발

강태인, 박상진, 이의수
동국대학교 화학공학과

Development of interactive virtual laboratory system for unit operation process in a web environment

Tae In Kang, Sang Jin Park, Euy Soo Lee
Dept. of Chemical Engineering, Dongguk University

서론

화학단위공정실험은 공학적인 이론을 실제 산업에 응용하기 위한 유체 및 열의 이동과 기계적인 분리조작 등 화학공정 전반에서 발생하는 기본적인 단위공정들에 대한 기본개념을 이해하고 이를 통해 공정장치에 대한 원리 및 조작능력을 배양하는 것을 목적으로 하고 있다. 그러나 일반적인 기초실험 장치들에 비하여 대규모의 복잡한 장치들로 구성되어 있기 때문에 이들 단위공정실험을 수행하기 위해서는 넓은 공간과 장치비용 및 유치와 보수에 따른 많은 투자가 우선되어야 하며, 또한 실험의 특성상 특정 결과를 제한된 시간내에 획득하기가 용이하지 않고 다량의 화학물질의 취급에 따른 안전상의 문제와 scale down에 따른 현상의 해석이 불가능하다는 제약을 받게 된다. 이러한 제약조건들은 컴퓨터의 성능 향상과 다양한 분야에서 적용되고 있는 공정모사기술을 기반으로 한 가상실험시스템을 통해서 개선할 수 있으며, 가상현장에서의 경험을 통한 교육효과의 극대화를 도모하게 된다.

본 연구에서는 화학공업에서 필수적인 물질분리공정중 회분식증류공정과 추출증류공정을 대상으로 가상실험시스템을 구축하여 위와 같은 제약들을 극복하고 동일한 교육적 효과를 획득하고자 하였다. 이러한 가상실험시스템은 OTS(Operator Training System)가 실공정에서의 빠른 적응력과 상황대처능력을 배양하는 것을 목적으로 하는 것과는 달리 실제 실험과 관련된 다양한 content를 제공하여 동일한 학습효과를 부여하고 것을 개발목표로 한다. 또한 피교육자의 접근과 사용편의성을 고려하여 Internet상에서 동작하며, 근래 확대 적용되고 있는 가상대학에서 실제 교육하고자 하는 교육 contents를 제공하는 도구로써 활용 가능하다.

가상시스템의 구성

개발대상공정인 추출증류공정과 회분식증류공정 시스템[1]은 대표적인 화학장치공정으로 사용자와의 효과적인 interactive를 통한 feedback을 부여하고자 Intelligent Tutoring System을 기반으로 화학공학의 교육 목적에 맞게 설계되었다.[2] 각 가상시스템은 크게 공정모사 모듈, user interface 모듈과 실험관리 모듈의 3가지로 구성되었다. 프로그램의 모듈화는 기존 프로그램의 변형과 새로운 모듈의 추가를 보다 효율적으로 제공하게 된다.[3]

공정모사 모듈은 가상시스템의 기본이 되는 모듈로서 실질적인 공정모사를 수행하기 위한 화학성분들의 물성값을 내장하며 열역학적 특성값과 정적모델과 동적모델을 통한 상평형 계산을 담당하며, 실시간으로 이루어지는 가상실험을 효과적으로 수행하기 위해 수치해석적 방법을 적용하여 빠른 계산시간을 가지도록 설계되었으며, 기존 공정모사기 등과 비교를 통해 계산값의 정확성을 확인하였다.[4]

User interface 모듈은 Web상에서 사용자가 접하게 되는 모듈로서 목표된 교육효과를 달성하기 위해서 중요시되는 부분으로 다음의 3가지 단계로 구성된다. 대상공정과 실험에 대한 설명 및 물리·화학적인 이론 등을 제시하는 단계와 사용자가 공정모사를 직접 수행

함으로서 실험결과를 획득하고 장치조작에 따른 시스템 이해를 도모하는 단계, 그리고 수행된 가상실험결과값을 통한 공정의 분석, 보정 및 수정 등의 일련의 과정들을 수행하는 단계로 구성되며[5], 실제 실험에 유사한 가상실험환경을 시각적으로 구현해 주어야 한다. 그러나 실제 실험환경을 가상공간상에 정확하게 제공하는 것은 현실적으로 많은 제약이 따르므로 공정의 특성에 따라 핵심이 되는 부분만을 우선적으로 time-plot이나 animation화 등을 통해 그래픽 처리하였으며, 대상공정간 interface의 layout을 통일하여 사용자에게 실험 수행시에 편의성을 제공하고 있다[Fig. 1, 2].

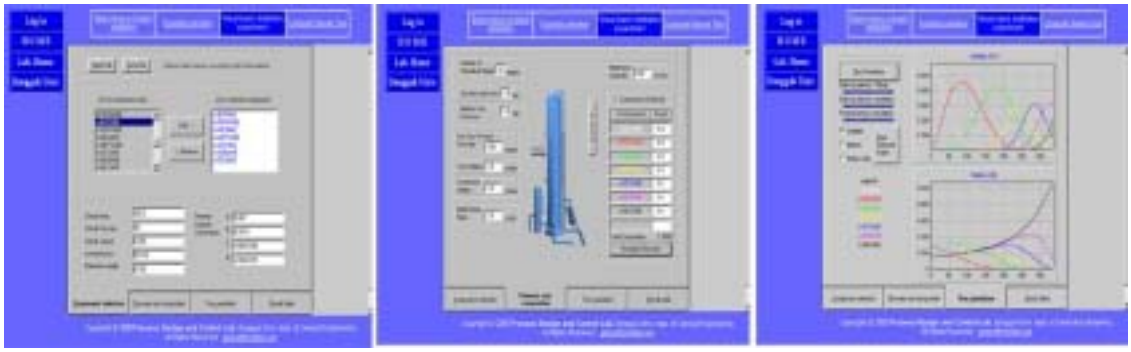

Fig. 1 공정에 따른 조건입력 및 결과 화면

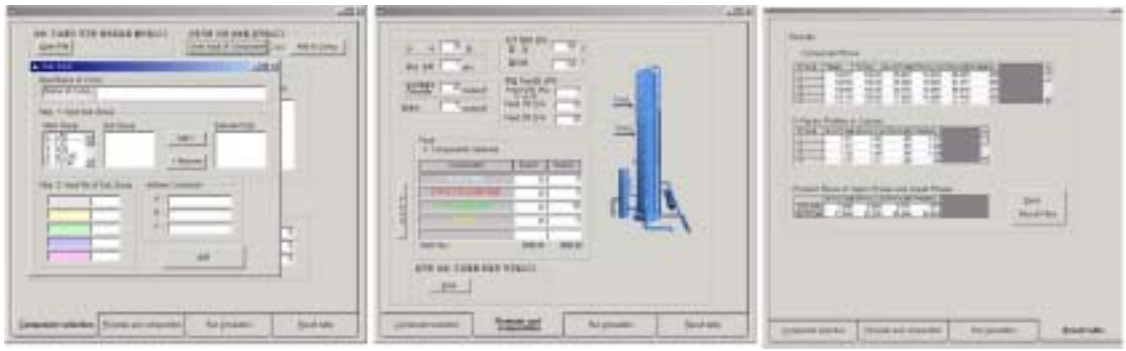

Fig. 2 공정에 따른 조건입력 및 결과 화면

실험관리 모듈은 학습관리 모듈과 학습평가 모듈로 구성된다. 학습관리 모듈은 교육적 가치를 가지는 실험 scenario, user profile과 tutoring scenario의 관리 및 수행, 실험기록의 관리 그리고 feedback 등을 통해 실제 실험과 같은 목적을 달성할 수 있도록 실험의 진행을 관리하며, 학습평가 모듈의 경우 관리 모듈에서 관리하는 사용자 data를 바탕으로 실시간으로 문제출제와 on-line 평가가 이루어지며, 사용자에게 제공되는 정보의 양이 방대해짐에 따라 습득해야할 정보를 선택적으로 제공하여 실험에 대한 이해정도에 따라 자동적으로 단계조절이 이루어져야 한다. 현 단계에서는 문제은행형태의 단답형과 주관식 문제를 통한 평가가 이루어진다.[Fig. 3]

구축된 시스템은 개발 및 배포의 용이성을 위해 폭넓게 사용되고 있으며 open architecture를 지향하는 개발툴인 visual basic과 C++을 주 개발도구로 사용하였으며, server/client networking 방식 중 interactive 방법을 적용하여 web을 통해 client가 server에 접속하면 사용자 인증과정을 통해 activeX로 구현된 plug-in을 확인하여 설치하고 실험을 수행한다.

Fig. 3 사용자에 대한 test 화면

가상시스템의 작동

1. Sever에 접속하여 사용자 ID와 password를 입력하여 사용자 인증을 받는다.
2. 제공된 실험대상에 대한 menu를 선택한다.
3. 사용자의 학습진도에 따라 실험환경이 설정된다.
4. 가상머신에서 사용자는 CosmoPlayer의 UI를 조정하여 장치를 확인한다.
5. Web page를 통해 실험관련 정보가 주어진고, 진도에 따른 help message가 표시된다.
6. 사용자는 변수의 조작 등을 통해 실험을 진행한다.
7. 실험의 진행과정은 선택공정에 따라 animation, plot과 table로 표시된다.
8. 실험 진행에 따라 feedback이 주어진다.
9. 실험이 종료되면 관련자료가 server에 입력되고, 수행된 실험에 대한 test가 진행되며, 실험자간의 on-line 토의 및 관리자에게 실험에 관한 사항들을 질의한다.

결론

관련 시스템 개발도구들의 발달과 함께 가상현실을 통한 교육 및 실험시스템의 개발이 용이해 지고 있으며, 이를 통해 우리가 목표로 하는 시스템 개발에 보다 나은 접근성을 제공하고 있다. 개발된 시스템은 실제 산업현장에서 활발히 사용되고 있으나 여러 가지 제약조건들로 인해 학교실험실 수준에서 수행될 수 없는 대표적 화학단위공정인 회분식 증류공정과 추출증류공정을 대상으로 하여 사용자가 시간과 공간의 제약을 받지 않고 실험을 수행하도록 하였으며, PC 단독으로 작동되는 시스템과 helper 형태의 시스템 그리고 web browser와 통합된 환경에서 모든 정보를 주고받으며 작동되는 plug-in 형태의 시스템을 통해 교육적 효과에 대한 타당성을 검토하였다. 이러한 가상실험시스템은 개방된 PC 환경하에서 사용에 제약을 받지 않고 작동하며 이를 통해 사용자와 관리자 쌍방이 다양한 형태의 정보를 제공하고 제공받게 된다. 이런 과정을 통해 획득된 data는 실험, 교육방법의 개선, 새로운 교육방향의 제시, 기존 모델의 개선 및 상위 프로그램과의 연동 등을 위해 사용된다.

가상실험시스템의 보다 효율적인 운용을 위해서 순차적인 단위공정모델을 지속적으로 추가하고, VRML(Virtual Reality Modeling Language)을 통한 보다 사실적인 사용자 환경을 향후 구축하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 학술진흥재단의 대학부설연구소지원과제의 연구비지원에 의해 이루어졌으며, 지원해 주신 학술진흥재단에 감사 드립니다.

참고문헌

[1] Shin, D., et al., "Web-based interactive virtual laboratory system for unit operations and PSE education", Computers & Chemical Engineering, 24(2-7), 1381 (2000)

[2] Shin, D. and Venkatasubramanian, V., "Intelligent tutoring system framework for operator tranining for diagnostic problem solving", Computers & Chem. Eng., 20(972), 1365 (1996)

[3] C. Schmid and A. Ali, "A web-based system for control engineering education", American Control Conference, 3463 (2000)

[4] 이민호, "회분식 증류공정의 운용전략에 따른 최적 환류비모델 개발", 공학석사논문, 동국대학교, 1998

[5] Bell, J. T. and Fogler, H. S., "Vicher: A virtual reality based educational module for chemical reaction engineering", Computer Apps. in Eng. Education, 4(4), 285 (1996)