

조업자 교육 시스템의 구조

박선용 · 문 일
연세대학교 화학공학과

Structure of Operator Training Systems

Seon Yong Park · Il Moon
Department of Chemical Engineering, Yonsei University

서론

화학공정을 안전하고 효율적으로 운전하는데 있어서 조업자의 역할이 매우 중요하다.³⁾ 따라서 조업자의 운전 능력을 향상시키기 위해 체계적인 교육방법이 절실히 요구된다. 컴퓨터 기술이 발달함에 따라 컴퓨터를 이용한 조업자 교육 시스템(Operator Training System)이 다른 교육 방법에 비해 갖는 여러 가지 장점때문에 현재 많은 분야에서 이용되고 있으며 최근에는 화학공장에도 적용되기 시작하는 단계에 와 있다.

OTS를 실제로 구현하기 위해서는 다양한 이산사건(Discrete events)을 다룰 수 있어야 하며, 실시간 조작이 가능하기 위해 전체 공정을 계산하는 속도가 매우 중요한 문제이다.²⁾ 본 연구실에서는 위의 문제를 해결할 수 있는 다양한 이산사건의 처리, 모델과 수치계산 기법을 변경한 계산 속도의 향상, 수치해석 기법과 무관한 정의언어를 이용한 공정의 기술, 전체 기능향상을 위한 효율적인 구조개발등의 기술을 적용하여 OTS를 개발중에 있다. 본 고에서는 조업자 교육 시스템의 장점, 실제적인 구조와 구성에 대해 기술하며 이에 대하여 간략히 언급하고자 한다.

조업자 교육 시스템 (OTS)

정의

OTS(Operator Training System)란 실제 공정과 유사한 훈련 환경을 제공하는 컴퓨터에 기반한 도구이다. 실제적인 DCS(Distributed Control System) 사용자 인터페이스를 갖추고 조업자에게 풍부한 훈련의 기회를 제공한다.

장점

OTS는 조업자에게 실제 DCS와 같은 조작환경을 제공하며, 실제 공정과 달리 속도조절이 가능하므로 반복훈련의 선택과 중요도에 따른 훈련의 선택이 가능하며, 실제 공장의 위험없이 위기상황 대처 훈련이 가능하고, 실제 공정에서 불가능한 훈련도 할 수 있다. 또한 실제 공정기반 훈련보다 비용이 싸며, 하드웨어의 요구량도 상대적으로 작다. 결국 훌륭한 조업자를 만들어 낼 수 있으며, 그에 따라 공정 안전도 향상, 보다 나은 공정조작 기술 습득, 장치의 생명 연장, 공정에 대한 보다 완전한 이해등을 다른 교육 훈련보다 쉽게 효율적으로 할 수 있다.

OTS의 핵심이 되는 부분으로서 크게 Environment, Process Models, Utilities & Libraries, Execution, Database, Interface 부분으로 나눌 수 있다. 실행 초기에 각 Interface를 점검하고 전체 시스템의 가동 여부를 체크한다. 교육자에 의해 모델과 교육시키고자하는 내용이 결정되면 Database에서 그와 관련된 사항을 읽고 Environment에 초기값을 설정하고, 각 Process Model을 선택하고 초기화한다.

· Solver 모듈

OTS가 현실적이고 효과적인 교육이 되기 위해서는 다양한 공정조건을 모사할 수 있어야 한다. 특히 연속, 회분공정의 Startup, Shutdown등과 같은 많은 이산변수가 발생하는 상황을 다룰 수 있어야 하며, 가장 중요한 것은 실시간 모사가 가능하도록 해를 구하는 속도가 빨라야 한다. 본 연구에서는 영국 임페리얼 칼리지에서 차세대 모사기로 개발중인 gPROMS(General Process Modeling and Simulation)라는 동적 모사기⁴⁾를 Solver로 사용한다.

주요 기능의 순서

OM의 모듈중 가장 핵심이 되는 부분은 Execution모듈이며 이 부분이 다른 모듈과 연계하여 전체 시스템을 실행시킨다. 주요 동작의 순서도는 그림 2와 같다. 초기에 전체 시스템을 확인한후 Instructor로 부터 교육 내용을 입력받고, 공정의 계산이 필요한 경우 Solver와 연계하여 시간이 증가할 때마다 입력을 확인하고 그에 따른 재계산을 실행한다.

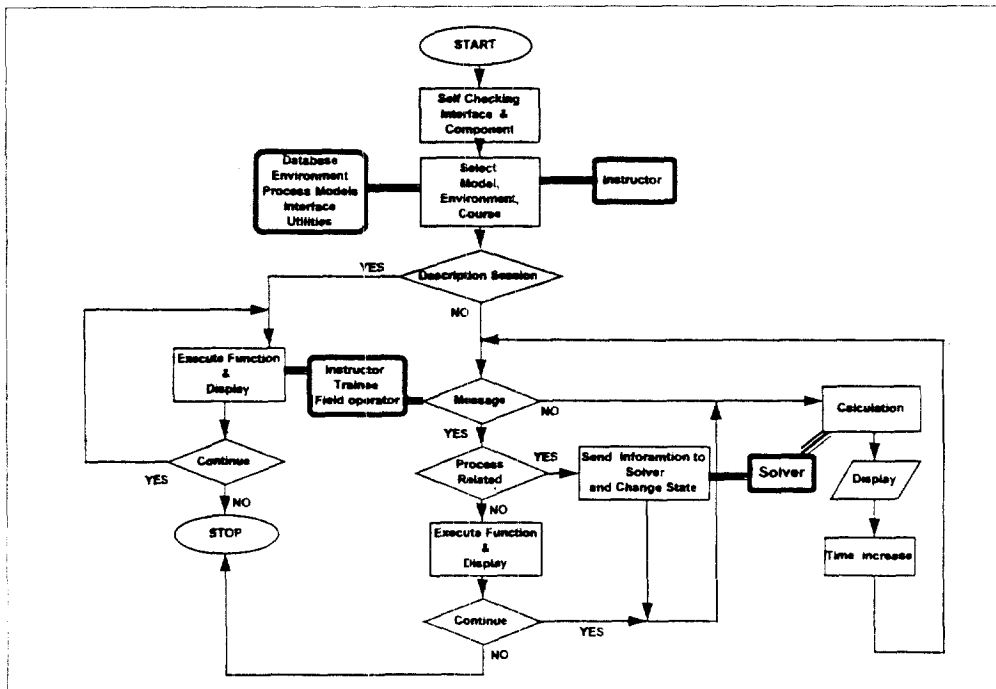


그림 2. OM중 Execution 모듈의 주요 동작 알고리즘

OTS를 이용한 교육

전체적인 훈련은 설명 단계, 공정 운전 단계, 이상 진단 단계의 3부분으로 나누어서 생각할 수 있다.

훈련상 얻는 이익	공정조작시 얻는 이익
<ul style="list-style-type: none"> · 학습성취도가 매우 크다 · 요구하는 기술의 습득이 매우 빠르다 · 배워서 바로 적용하기가 쉽다 · 학생의 학습과정을 쉽게 알 수 있다 · 언제나 교육이 가능하다 · 조업자의 학습동기를 증진시킨다 · 학습시간을 효과적으로 이용할 수 있다 · 훈련의 성취정도를 측정하기 쉽다 · 즉각적인 확인이 가능하다 · 교사의 고용을 줄일 수 있다 	<ul style="list-style-type: none"> · 전반적인 공정조작의 안전성이 향상된다. · 공정의 교란에 대처하기가 쉽다 · 생산물간의 빠른 전환과 손실되는 양을 줄일 수 있다 · Startup을 보다 빨리 할 수 있다 · Shutdown을 적게 보다 효율적으로 할 수 있다 · 공정 디자인과 제어기 튜닝, 제어 전략연구에 도움이 된다 · 조작의 최적화가 가능하다

[표 1] OTS를 통해 얻는 장점

구조

많은 사람들이 OTS와 동적 모사기를 혼동하는 경우가 있으나 동적 모사기와 OTS는 엄격히 구분된다. 비록 동적 모사기가 OTS의 중요 부분이라고 할 수 있으나, OTS는 동적모사이외에 여러 기능을 포함하여야 하며, 실제 OTS의 구현에 있어서는 모사보다는 교육적인 구성이 더욱 중요시된다.¹⁾ 화학공정의 OTS는 개발자 마다 시스템을 여러가지 독특한 형태로 구성하기 때문에 본 고에서는 일반적인 형태를 기준으로 현재 개발중인 시스템의 주요기능을 중심으로 기술하고자 한다.

시스템 구성

전체 구성은 피교육자를 위한 DCS 모듈, 교육자를 위한 모듈, OTS관리자 모듈, Solver 모듈, 인터페이스 모듈로 크게 나뉘며 이에 대한 시스템 개괄도는 그림1과 같다. 현재 개발중인 형태는 DCS대신 PC를 이용하여 DCS와 유사한 인터페이스 환경을 제공하도록 한다.

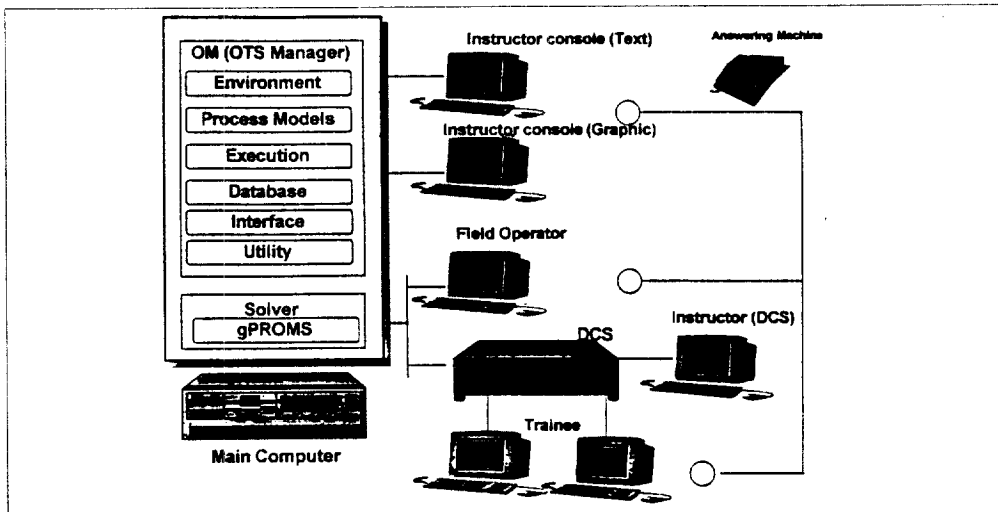


그림 1. 일반적인 OTS의 구성도

세부 모듈 기능

- OM (Operator training system Manager) 모듈

· 설명 단계(Process Description Session)

교육 각 단계에 대한 전체적인 설명, 각 장치들의 단계별 설명과 그에 따른 실제적인 모습 예시, 물리, 화학적인 배경과 간단한 동작들 예시, 오동작의 경우와 그 원인들의 설명, 각 부시스템간의 상호 인과관계 등을 이해시키는 단계이다.

· 공정 조작 단계(Process Operation Session)

일반적인 공장 조작을 위한 단계, 공정의 동특성, 각 조작에 따른 시스템의 인과관계, Startup과 Shutdown의 순서등을 습득하는 단계로서 기본적으로 실시간 조작이 가능해야 한다.

· 이상 진단 단계(Process Abnormal Analysis Session)

공정이 비정상상태(abnormal state)로 전환되면 이에 따라 조업자가 공정의 이상성을 감지(detection), 분석(diagnosis), 보정(compensation), 수정(rectification), 회복(recovery) 하는 단계이다. 공정을 비정상상태로 초기화시키는 데에는 교육자에 의한 직접 간섭과 시나리오에 의한 간접 간섭이 있다.

결론

OTS는 국내에서 기술 개발에 주력한다면 국내 실정을 감안할 수 있는 중요한 이익을 얻을 수 있는 분야이다. 국내에서 개발을 할 경우 가장 큰 이익은 OTS가 단순히 소프트웨어의 개발이라는 측면뿐만이 아니라 조업자의 정신적 이해와 문화적 특성도 고려해야 하는 것이므로 국산화를 통한 표준적인 형태가 개발된다면 외국의 소프트웨어를 들여오는 것보다 훨씬 나은 교육 결과를 나타낼 수 있다는 점이다. 그 외에도 공정이 바뀔 때마다 프로그램을 쉽게 변경할 수 있으며, 전체 유지 보수비가 싸며, 공정을 국내에서 모델링함에 따라 교사가 교육 과정을 이해하는데 용이하고 외국인을 불러오거나 외국에 나갈 필요가 없으므로 비용이 절감되며, 파악된 공정 모델로 공장의 다른 요소에 대한 응용이 쉽고, 단기적이지만 한글화를 통해 언어에서 오는 조업자 훈련의 어려움을 피할 수 있다는 장점이 있다. 현재 본 연구실에서는 OTS의 기본구조의 구성이 완료되었으며, 계속적으로 개발중에 있다.

참고문헌

1. 박선용, 문 일 : 조업자 교육 시스템의 특성및 개발, 화학공업과 기술, 12(6), 512(1994)
2. Dessonky, Y.M.: "An object oriented architecture for combined simulation modeling with real-time capabilities for operator training", Thesis of Ph. Doc., Arizona state university, (1993)
3. Morgan, S.W.: "Improve process training with dynamic simulation", Hydrocarbon Processing, Apr., 51 (1994).
4. Barton, P.I.: "The modeling and simulation of combined discrete/continuous processes", PhD Thesis, Imperial College, London (1992)
5. Wozny, G.: "Dynamic process simulation in industry", Int. Chem. Eng., vol 34, Apr., 159 (1994).