

OTS 개발을 위한 조업작업 평가 알고리즘

박선용, 문일
연세대학교 화학공학과

Task Certification Algorithm for the Development of OTS

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

서론

최근 빈번한 사고로 인하여 기업이나 공장에서도 안전에 대한 관심이 높아지고 그에 따른 관리와 감독이 엄격해지고 있다. 화학공정을 안전하고 효율적으로 운전하는데 있어서 조업자의 역할은 매우 크다. 이러한 문제를 해결하는데 조업자 교육 시스템(Operator Training System)이 다른 교육 방법에 비해 갖는 여러 가지 장점과 응용성 때문에 외국의 많은 공장에서 적용되고 있으며 국내에서도 일부 공정에 적용하는 단계에 와 있다.²⁾

현재 본 연구실에서 개발중인 화학공정용 YOTS(Yonsei Operator Training System)의 교육 구성요소¹⁾는 설명, 공정조작, 이상진단의 세단계로 나누어지는데 조업자의 교육을 위해서 공정조작단계와 이상진단단계에서 조업자의 작업을 분석하는 것이 필수적이다. 이러한 분석을 수행하는데 있어서 조업자의 조작은 공장의 안전운전을 위해 엄격한 규칙과 조건이 요구된다. 따라서 조업자의 조작을 분석할 때에는 조업자가 가한 조작에 대해서 많은 사항들을 고려하여 평가를 해야만 조업자의 조업능력향상에 도움을 줄 수가 있다.

본 고에서는 현재 YOTS에서 조업자가 행한 조업작업을 분석하여 오류 및 훈련성과를 평가할 수 있도록 개발, 적용한 알고리즘을 제시한다.

시스템 구성 개요

현재 본 연구실에서 개발중인 시스템의 구성은 피교육자를 위한 DCS 모듈, 교육자를 위한 모듈, OTS관리자 모듈, Solver 모듈, 인터페이스 모듈로 크게 나뉘며 피교육자와 교육자의 모듈은 PC를 이용하여 DCS와 유사한 그래픽 유저 인터페이스(GUI) 환경을 제공하도록 한다.¹⁾ 이 중 가장 핵심이 되는 모듈은 OM(OTS Manager)모듈로써 전체적인 시스템의 운영을 맡는다.

OTS의 교육과정은 크게 설명 단계, 공정운전 단계, 이상진단 단계의 3부분으로 나누어져 있는데 이 중 특히 공정운전 단계와 이상진단 단계에서 조업자가 조작한 내용이 조작순서나 시간에 합당한지를 분석하는 것이 필요하게 된다. OTS는 단순한 동적 모사시스템이 갖춘 동적 모사기능뿐 아니라 효율적인 교육이 가능하기 위해 조업자를 대상으로한 다양한 교육과정의 개발과 그에 따른 평가, 그리고 그러한 교육결과를 다음 교육에 재적용 시키는 기능이 반드시 있어야 한다. 이러한 기능이 이루어지기 위해서는 그 교육과정에서 목표로 하는 교육 목표에 맞춘 표준조작을 미리 만들어놓고 조업자의 조작이 이러한 표준조작에 얼마나 벗어났는가를 분석할 수 있어야 OTS를 통한 훈련성과의 분석과

조업자의 조작에 대한 평가를 할 수 있다. 이러한 소프트웨어적인 구성은 각 개발자마다의 고유한 특징을 갖게 되고 대상공정의 특성마다 달라질 수 있으나 화학공정 조작이 가지는 특성을 고려하여 이러한 조업자의 조업작업을 분석하는 기본적인 구조를 아래에 제시하고자 한다.

조업작업의 특성

일반적으로 공정의 조작 계층단계는 Operation, Phase, Control Step의 단계로 나누어진다(표 1).

Operation	Phase	Control Step
Charge	Add Ingredient A	Open valve A to flow
...	...	Turn on pump A to Flow
		Turn off pump A to no flow
		...

표 1. 공정 조작의 계층단계⁶⁾

조업자가 조작한 일련의 사건(task)들은 Control Step에 해당하므로 이러한 조작을 을 기준에 만들어져 있는 기준 조업작업과 비교하는데 먼저 기본적인 규칙은 아래와 같다.

- Phase를 진행하는 동안 다른 Phase의 Control Step을 실행하면 오류로 간주한다.
- Phase에서 필요로 하는 기본 Control Step중 하나이상을 빠뜨리고 다음 Phase로 넘어간 경우 그 이후의 Control Step은 오류로 간주한다.

특정한 경우 Phase에서 필요로 하는 일련의 조작을 하지 않고 다음 Phase로 넘어가도 공정에 이상이 없는 경우가 있으나 OTS의 조업작업분석은 조업자에게 올바른 조작에 대한 인지도를 강화시키는데 있으며, 또한 이러한 오류가 갖는 심각성 때문에 두번째 규칙을 기본으로 정하였다.

조업작업의 분석 알고리즘

Control Step의 조업작업의 특성을 기준에 따라 구분하면 대기시간에 따른 구분과 순서에 따른 구분으로 나눌 수 있다

- 대기시간에 따른 구분
 - 어떠한 상태에 도달할 때까지 기다렸다가 실행하는 작업
 - 바로 연이어서 할 수 있는 작업
- 순서에 따른 구분
 - Phase 안에서 순서가 바뀔 수 있는 작업
 - Phase 안에서 순서가 바뀔 수 없는 작업

현재 YOTS에서 비교의 대상이 되는 표준조업작업에서 한 Phase의 비교에 필요한 기본 데이터는 표 2와 같다.

데이터 이름	기능
조업작업 개수	Phase안에서의 조업작업의 개수
Phase 단계	현재 Phase의 단계
장치번호	조작의 대상 장치번호
조작내용	장치에 가해지는 조작
조작의 형태구분	위의 네 가지 경우에 대한 구분
기준값	일정상태에 도달할때까지의 조작인 경우 그 기준값
기준값의 허용범위	기준값의 허용 범위
조작의 시간 간격	앞의 조작과의 허용 시간 간격
Phase안에서 바뀔 수 있는 조작 범위	Phase내에서 순서가 바뀔 수 있는 조작인 경우 상호 간의 조작의 번호
작업 확인	조작이 이루어졌는지를 확인하는 변수
공정 오류	조업순서와 어긋났을 때 공정에 미칠 수 있는 영향
점수	조작이 표준을 벗어났을 때 필요한 점수

표 2. 표준조업작업의 한 Phase에서 필요한 조업작업의 기본 데이터

위의 표준조업조작을 기반으로 그림 1의 알고리즘을 따라서 조업자의 조작을 분석하는데 먼저 조작이 해당 Phase에 있는 조작인지 확인하고(기본규칙 1), 순서가 올바른지를 확인한 후 그렇지 않을 경우 조작에 대한 순서상의 오류에 따른 오류(error)를 저장한다.

맺음말

OTS는 조업자가 처음 DCS를 대했을 때 느끼게 되는 두려움을 없애고 자신이 행하는 조작에 대한 확신을 주게 하며, 공정의 이상이 생기는 경우 이를 대처할 수 있는 능력도 효율적으로 기를 수 있다. 이런 교육목표가 훌륭히 수행되기 위해서는 조업자의 조업작업을 분석하는 기능이 OTS의 교육 기능에 포함되어 있어야 한다. OTS의 도입으로 공장에서 실제적인 조업자의 조작능력 향상을 기대할 수 있을 뿐 아니라 동적모사를 기반으로 하고 있으므로 최적조업조건 탐색, 최적 제어, 안전도 검색등의 파생되는 이익을 얻을 수 있다. 그러나 이러한 부수적인 이익을 얻기 위해서는 OTS가 개방형 시스템(Open System)을 취하고 있어야 하는데 상업적 목적으로 나온 대부분의 OTS는 그렇지 않다. 따라서 공정이 바뀌거나 다른 부분으로의 응용을 피할 때는 초기 도입때보다 더욱 많은 유지, 보수비가 드는데 외국에 의존하여 개발이 이루어질 경우 이러한 문제는 매우 심각해지게 된다. 따라서 OTS의 국내 개발은 매우 중요한 의미를 지닌다 할 수 있다.

감사의 글

본 연구가 이루어질 수 있도록 공정산업의 지능자동화연구센터(ERC)를 통한 한국과학재단의 부분적 지원에 감사드립니다.

