보일러 플랜트의 Start-Up 운전자동화를 위한 모델링

윤영진, 허보경, 황규석, 윤인섭*
부산대학교 화학공학과
서울대학교 화학공학과*

Modeling of Boiler Plant for the Automation of Start-up Operation

Young Jin Yoon, Bo Kyeng Hou, Kyu Suk Hwang, En Sup Yoon*
Dept. of Chemical Engineering, Pusan National University
Dept. of Chemical Engineering, Seoul National University*

서론

대형 보일러의 경우, Start-up 운전조작이 대단히 복잡하므로, 적절하고 안전하게 또한 최단시간내에 정치제어를 행하는 정상상태에 도달하도록 연소제어, 부하제어, 수위제어, 압력제어 등을 행하는 보일러 플랜트의 운전자동화 시스템을 개발하여 보일러 효율을 향상시키고, 운전관리를 자동화 함으로써 보일러 플랜트의 운전미숙으로 인한 에너지 낭비를 줄임과 동시에 운전원의 오판단, 오조작에 의한 사고발생 소지를 줄이고 플랜트운전의 안전을 확보하기 위한 연구가 필요하다.

또한, 보일러의 경우는 판단의 지연으로 막대한 경제적 손실을 초래할 수 있기 때문에 신속하고 정확한 상태의 판단과 함께 적절한 대응조치를 필요로 하며, 운전자의 경험적 지식은 보일러 운전에 있어서 절대적인 비중을 차지하고 있다. 그러므로 이러한 운전 지식의 체계화와 자동 운전관리시스템이 필요하다.

본 연구에서는 보일러 플랜트의 Start-up 운전의 자동화를 위한 모델링에 관한 연구를 실시하여 운전원의 오조작, 오판단으로 인한 보일러의 위험상태를 제거하고자 한다.

조작들을 적절히 배치하고 연결시킴으로써 안전하게 공정의 목적 상태에 도달시키는 운전원의 조작추론 방법들과 추론시 필요한 지식을 인공지능적인 기법을 이용하여 해석하고 표현한다. 즉, 보일러 플랜트의 개시 조업시 운전원의 조작추론에 사용하는 추론방법과 플랜트 구조적인 특징과 기능적인 특징과 정성적, 정량적 지식, 최적효율에 도달하는 경험적지식, 위험상태 지식들을 수집, 해석, 정리하여 조작합성 지식 Base를 작성하고, 여러 지식표현기법을 이용하여 보일러 플랜트의 자동화를 위한 운전절차 모델링방법을 개발하고자 한다.

연구방법

< 운전자의 조작추론 방법>

보일러 플랜트의 Start-up 운전자동화를 위해 운전지식 모델링을 하는데 있어서, 운전원들이 자신이 가진 운전지식으로써 일련의 조작들의 순서를 만들어 내는 방법, 즉 조작순서 추론 방식을 이용하도록 한다.

Operator들의 조작 순서 추론 방식은 다음과 같다

① 보일러 Start-up 기능 완료 업무가 주어진다.

② 상위기능을 만족시키기 위한 하위 기능들을 생성한다.

③ 생성된 하위기능들의 인과관계와 우선순위 지식으로 기능순서를 합성한다.

④ 합성된 기능을 만족시키는 조작단을 생성한다.
⑤ 생성된 조작단의 인과관계, 우선순위 지식으로써 조작의 순서를 합성한다.

<시스템 개요도>

본 연구의 시스템 개요도는 크게 기능상황 합성부와 조작합성부의 두부분으로 나누어 지며 다음과 같다.

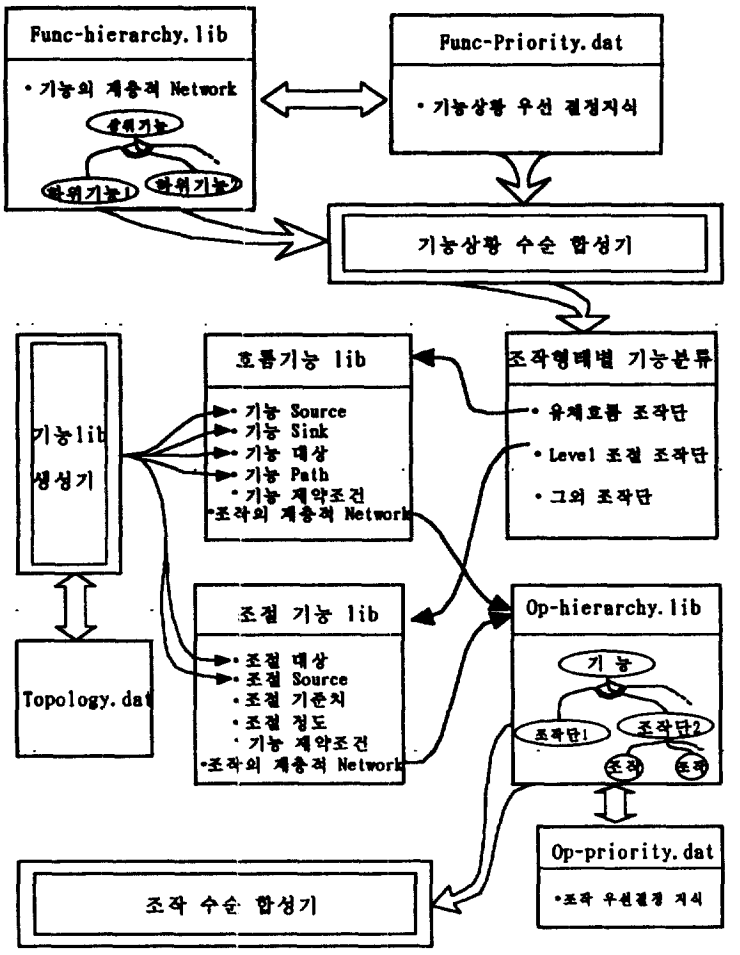

Fig.1 시스템 개요도

<기능의 계층적 Network 형성>

Func-hierarchy.lib에는 상위기능을 만족시키기 위한 하위기능들의 Network가 형성되어 있고, 기능상황 수순 합성기로써 기능상황 우선순위 결정지식을 참조하여 기능상황 순서를 합성할 수 있다. Func-hierarchy.lib 내용이되는 기능의 계층적 Network의 예를보면 다음과 같다. <Fig.2>

<조작형태에 따른 기능의 분류>

다양한 조작단들의 일반성을 찾아 기능을 조작형태별로 분류하면 다음과같다.
① 유체 흐름을 형성시킴으로써 기능이 발휘되는 조작

② 상태의 Level을 조절시킴으로써 기능이 발휘되는 조작
③ BMS나 Local panel의 Button을 누름으로써 기능이 발휘되는 조작
④ 시간을 경과시킴으로써 기능이 발휘되는 조작
⑤ Operation board의 Signal이 확인됨으로해서 기능이 만족되어지는 조작
⑥ 기능이 발휘되기 위해서는 사전이나 사후에 꼭 실시하여야 할 조작

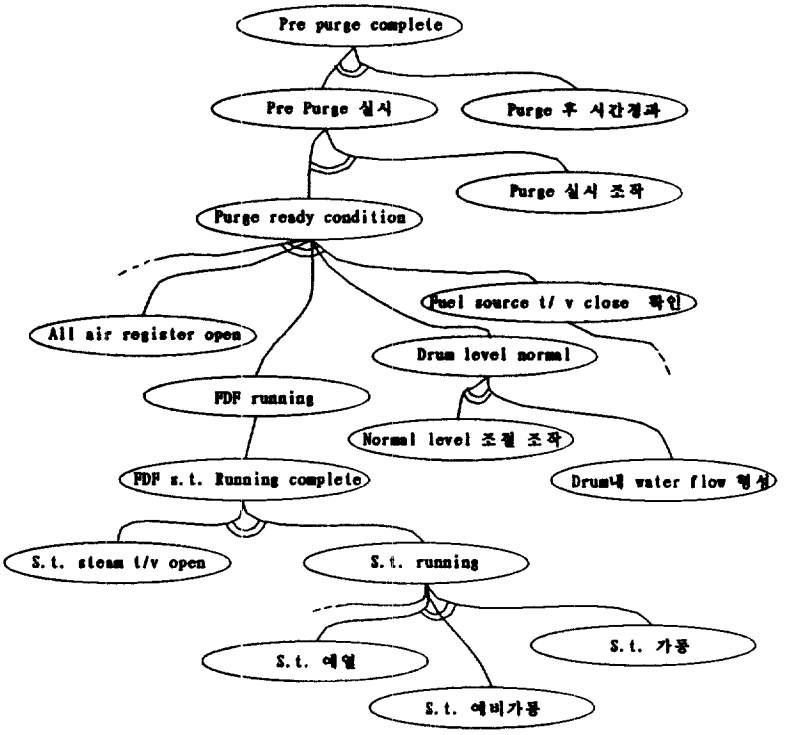

Fig. 2. Pre-Purge기능의 계층적 Network

<기능 library>

각 기능상황의 조작단을 형성하고, 기능상황들을 연결된 조작수순으로 합성하기 위하여 기능library 생성기와 대상공정의 Topology에 대한 정보가 들어있는 Datain.lsp에 의해 기능library를 작성한다. 기능library중의 조작의 계층적 Network을 뽑게 되면 각 기능상황의 조작단이 형성되게 된다.

유체흐름으로써 기능이 만족되어지는 조작단과 Level 조절로써 기능이 만족되어 지는 조작단의 유형일때, 기능library와 Op-hierarchy.lib에서 포함되는 내용은 다음과 같다. <Table. 1>

또한, 기능library 생성기에서는 library의 내용을 형성시키며, 유체의 흐름으로써 기능을 발휘하는 조작단으로 분류된 Steam/ Turbin 예열기능 lib를 형성시킬때의 예를 들어서 기능library 생성기의 대체적인 구성을 보면 다음과 같다. <Table.2>

그리고, Op-hierarchy.lib의 조작들은 Op-priority.dat를 참조하여 조작의 순서를 정할 수 있게 된다. 이후, 안전성평가를 실시하고 조작후의 상태를 모사하고 합성된 조작이 위험상태인지를 판정하는 과정을 연구하여야 할 것이다.

Table.1 기능library 와 Op-hierarchy.lib의 내용

조작단 유형	유체흐름 조작단	Level 조절 조작단
기능library 내용	• 흐름대상 • 흐름 Source • 흐름 Sink • 흐름 Path • 흐름 제약조건 • 흐름조작 Network	• 조절대상 • 조절 Source • 조절 기준치 • 조절 정도 • 조절 제약조건 • 조절조작 Network
Op-hierarchy.lib 내용	• 제약조건 조작 • 흐름 Path Open	• 제약조건 조작 • 조절원의 조절정도를 조절기준치에 맞춘다.

Table.2 기능library 생성기의 구성

Func-op.lib 내용	Make-op.lisp 구성
Steam/Turbine 예열 대상	현재 check되고 있는 대상 Unit
Steam/Turbine 예열 Source	ⓐ 모든 예열 Source를 찾는다. ⓑ 예열대상과 연결되어있는 예열Source만 고른다. ⓒ P=150# 인 것을 고른다.
Steam/Turbine 예열 Sink	ⓐ 예열 Source를 지나는 Path를 찾는다. ⓑ 그중 예열 대상을 지나는 Path를 찾는다. ⓒ Path의 Out node를 찾는다.
Steam/Turbine 예열 Path	ⓐ 예열 Source를 찾는다. ⓑ 예열 Sink를 찾는다. ⓒ 예열 Source와 Sink를 연결하는 Path를 찾는다.
Steam/Turbine 예열 제약조건	ⓐ Steam/Turbine 예열 Path의 Drain 없앰

연구결과

보일러 플랜트의 Start-up운전 자동화 시스템 구축의 일환으로써 Start-up 조작 수순 자동합성시스템을 구성하기 위한 기초과정으로 조작형태별 운전기능의 분류, 운전을 기능과 조작들의 계층적 Network형성 등을 이용한 운전지식 표현법을 개발하고 모델링하였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 우수연구센터인 공정산업의 지능자동화 연구센터의 일부 연구비 지원으로 이루어 졌으며 지원에 감사합니다.

참고문헌

1. K.S. Hwang, S.Tomita and E.O'shima : Automatic synthesizer of an operating procedure for chemical plant involving parallel operations, KAGAKU KOGAKU RONBUNSHU, 16,2,343-353 (1990)

2. 허보경, "보일러 플랜트의 위험상태 예측 전문가 시스템에 관한 연구", 부산대학교 화학공학과 석사학위논문(1996)