

위험요소선정 및 분석을 위한 자동화시스템의 구축

김용하, 조재규, 최승준, 한의진, 김구희*, 윤인섭
서울대학교 응용화학부,
서울대학교 화학공정신기술연구소*

Development of Automatic Screening and Analysis System for Hazardous Components

Yong Ha Kim, Jae Kyu Cho, Seung June Choi, Eui Jin Han, Ku Hwoi Kim*
and En Sup Yoon

School of Chemical Engineering, Seoul National University,
Institute of Chemical Processes, Seoul National University*

1. 서론

21세기에 접어들면서 급속한 경제발전과 산업발전으로 인해 에너지 수요의 급격한 증가로 에너지원의 확보와 저장과 운영에 관한 관심이 고조되고 있다. 가스 및 유류를 이용하는 화학공장의 위험 영향 평가는 새로운 공정의 설계 및 조업시 공장의 안전성 확보 차원을 위해서 반드시 수행되어야 한다. 공정의 안정성 확보가 설계 단계를 비롯한 전 공정 주기를 통하여 중요한 관심사가 되면서, 안정성 확보의 시작이라 할 수 있는 위험성 분석 작업의 중요성은 점점 높아가고 있다. 그러나 이 작업은 본질적으로 시간이 많이 소요되고, 여러 분야의 전문가를 필요로 하며, 이들이 모여 상당한 시간과 노력을 투자해야 만족할 만한 분석 결과를 얻을 수 있다. 이런 단점들을 극복하고자 최근 들어 위험성 분석을 컴퓨터 기술을 이용하여 자동화하고자 하는 시도가 있어왔다. 본 연구에서는 화학공정의 위험성 분석에 적합한 새로운 지식 모델링 방법과 추론 알고리즘을 제안하고자 한다.

2. 이론

Equipment Screening Algorithm

Equipment screening algorithm이란 해당 공정내에 있는 장치들을 분석하여 이상이 발생하였을 때 인근지역이나 공정에 가장 큰 피해를 줄 수 있는 장치를 확인하는 단계이다. 대상공정의 밸브/펌프/열교환기 등을 중심으로 분석한다. 분석을 위해서 공정내 장치에 영향을 줄 수 있는 공정요소의 분석이 선행되어야 한다. 공정내 사고로 인한 위험영향 요소로는 크게 물질의 특성(flammability, toxicity 등), 운전조건(압력, 온도), 유량, 장치의 연수 등을 들 수 있다. 이러한 요소들을 고려하여 위험영향이 큰 장치를 선정하기 위해 본 연구에서는 ESM (equipment screening method)를 제안하여 잠재위험을 가진 장치를 확인하고자 한

다.

ESM은 on-off 방식을 사용하여 공정요소별로 개별 장치들의 적격여부를 판별하는 방법을 말한다. 먼저 잠재영향이 가장 큰 순서대로 공정요소들을 분류하면 ① 물질의 특성 ② 유량 ③ 운전조건 ④ 장치의 연수 ⑤ failure rate 순으로 나열할 수 있는데, 각각의 요소들을 순차적 추론(sequential reasoning)방식으로 개별 장치에 적용함으로써 잠재위험이 적은 장치들은 단계적으로 제거되어, 마지막에는 잠재위험이 가장 높은 장치만을 선별할 수가 있다. Fig. 1은 equipment screening algorithm 추론 과정의 한 예를 나타낸다.

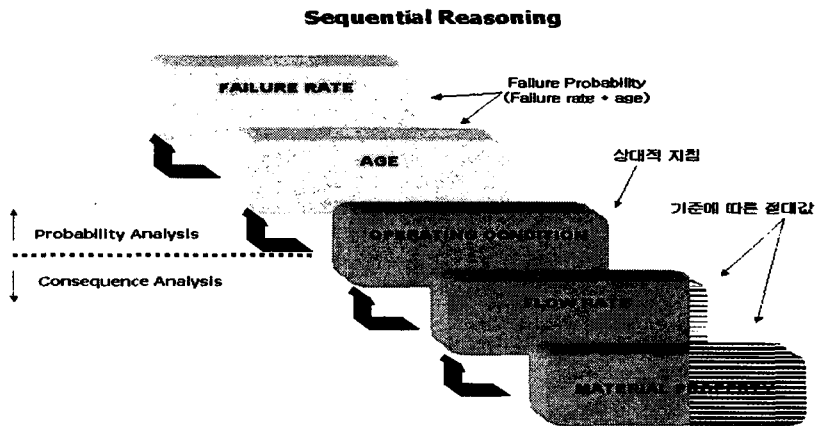


Fig. 1. ESA(Equipment Screening Algorithm) 추론 과정

본 연구에서 제시하고 있는 추론 알고리즘은 크게 장치의 강도분석 부분과 발생 가능성 분석으로 구분된다. 장치의 강도분석에는 물질의 특성, 유량, 운전조건이 분석 기준으로 사용되며, 발생 가능성 분석에는 장치의 연수, failure rate 등을 사용한다.

위험성 분석 추론 기구

위험성 분석은 본질적으로 귀납적, 연역적 추론의 상호 작용이라고 말할 수 있다. 본 연구에서는 equipment screening algorithm에 의하여 선정된 장치들을 중심으로 고장 요인을 제시하는 능력은 대상 공정장치를 분석하여 필요한 정보를 얻어 기능 모델(Function model)로서 구현하였고, 그들의 추론 능력은 거동모델과 기능모델을 이용하는 적절한 추론 알고리즘으로 구현하고자 한다. 이런 추론 과정을 거쳐 모든 공정의 정상과 비정상 상태(abnormal state)가 결정되면 여기에서 실제 가능한 사고(actual accident)를 알아내는 것은 사고 분석 알고리즘(incident analysis algorithm)을 이용하여 실시하고자 한다.

· Deviation analysis algorithm

사용자가 deviation analysis algorithm을 선택하면 사용자가 입력한 단위 요소의 변수 일탈로부터 추론이 시작된다. 이 알고리즘에 대한 입력은 equipment screening algorithm으로 선정된 장치와 변수 일탈이 된다. 이 변수 일탈의 원인은 단위 장치의 기능 이상일수도 있고, 다른 변수 일탈일 수도 있다. 그러므로 알고리즘은 그 단위 장치의 변수 일탈의 원인이 되는 기능 이상을 찾는다. 이때 각 변수들은 앞·뒤에 연결되어 있는 장치의 변수들의 영향을 받으며 전과과정을 거쳐 장치의 변수들의 상태와 malfunction이 정해진다. 다음으로 accident analysis algorithm을 부른다.

· Malfunction analysis algorithm

Equipment screening algorithm으로부터 선정된 장치의 기능 이상으로부터 추론을 시작한다. 제안된 시스템의 특징은 구체적인 malfunction을 모르더라도 관심 변수에 대한 high와 low의 영향은 항상 지정할 수 있다는 점이다. 장치와 이상 기능이 입력되면 추론 시스템은 장치의 기능 모델로부터 주어진 이상 기능이 발생시키는 변수에 대한 영향을 알아낸다. 다음으로 이 변수 일탈이 주변 장치들로 영향을 미치는 것을 구조 지식 베이스와 장치 거동 모델로부터 알아낸다. Deviation analysis와 마찬가지로 주어진 기능 이상에 의해서 영향을 받는 모든 단위 장치의 물리적 상태가 결정되면 Accident analysis algorithm을 부른다.

· Accident analysis algorithm

Accident analysis algorithm는 각 장치 별로 발생 가능한 위험 상황을 추론하기 위해서 Material knowledge base로부터 공정내 장치들이 지니는 물질에 대한 인화성 지수, 반응성 지수, 유해성 지수에 관한 정보를 얻고, 확인된 기능 이상과 변수 일탈로부터 관련 있는 위험 요소를 알아낸다. Accident analysis algorithm은 공정장치의 malfunction, deviation, characteristic, material property를 연계하여 모든 생각 가능한 형태의 사고가 표현될 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서 제안하는 시스템은 화학공정의 안정성 분석에 적합한 새로운 지식 모델링 방법과 추론 알고리즘을 제안하고자 한다. 위험성 평가를 위한 자동화시스템 개발을 목적으로 하므로 위험성 평가에 필요한 지식들을 정리하고 이를 적절히 표현하는 지식모델은 필수적이라 할 수 있다. 제안된 시스템의 메카니즘은 Fig 2.에 간략하게 표현되어 있다. 공정 topology를 바탕으로 공정장치 및 물성에 대한 데이터베이스를 이용하여 사용자의 목적에 부합하게 추론 엔진을 가동하여 잠재위험이 가장 높은 장치들을 선별하고, 선별된 장치에 따라 Deviation analysis algorithm 또는 Malfunction analysis algorithm의 추론 과정을 거친 후 내재된 데이터베이스에 의하여 Accident analysis algorithm을 이용하여 가능한 모든 사고들을 추론하게 된다. 새로 제안된 알고리즘을 이용하면 사고의 원인과 결과뿐만 아니라 사고가 발생하는 경로를 알아낼 수 있으므로 체계적인 대비가

가능하며, 조업자의 빠른 이해를 바탕으로 잠재적 위험성 분석을 보다 용이하게 할 수 있다.

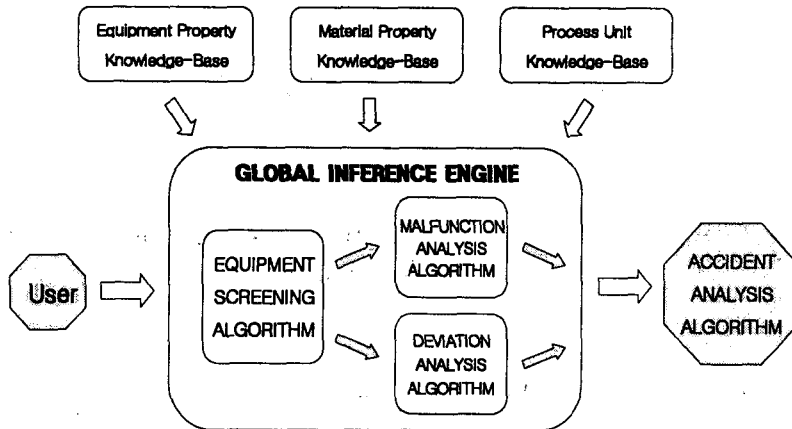


Fig. 2. 위험성 자동화분석의 알고리즘

4. 감사

본 연구는 과학기술부의 인위재해방재기술개발사업 및 교육인적자원부의 Brain Korea 21사업의 지원에 의한 것입니다.

5. 참고문헌

1. Suh, J. C., S. B. Lee, E. S. Yoon, "New Strategy for Automated Hazard Analysis of Chemical Plant : Part 1", *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, **10**(2), 113-126 (1997).
2. Suh, J. C., S. B. Lee, E. S. Yoon, "New Strategy for Automated Hazard Analysis of Chemical Plant : Part 2", *Journal of Loss Prevention in Process Industries*, **10**(2), 127-134 (1997).
3. Shin, D., K. H. Kim, J. H. Song, J. B. Baek, E. S. Yoon, " A New Strategy for the Automatic Synthesis of Robust Accident Scenarios for Chemical Process Plants ", *Proceeding of 3rd International Conference on Loss Prevention* (2000).
4. Kang, B., B. Lee, K. W. Kang, J. C. Suh, E. S. Yoon, "AHA: a knowledge based system for automated hazard identification in chemical plant by multimodel approach", *Expert Systems with Applications*, **16**, 183-195 (2001).
5. 김구희, 이동연, 김용하, 안성준, 윤인섭, "화학공정 위험영향 평가기술에서의 다중요소분석기법을 이용한 사고시나리오 산정에 관한 전략", *한국화재소방학회 논문지*, **15**(4) (2001).