

에이전트에 기반한 화학공정 장치 이상원인 및 영향 추론에 관한 연구

박정수, 김구희, 안성준, 한경훈, 윤종필, 신동일*, 윤인섭
 서울대학교 응용화학부, 명지대학교 화학공학과*

**Inference of the root cause and ultimate effect of chemical process equipment failures
 based on the agent framework**

Jeong Su Park, Ku Hwoi Kim, Sung Joon Ahn, Kyoungsoon Han, Jong Phil Yoon,
 Dongil Shin* and En Sup Yoon
 School of Chemical Engineering, Seoul National University
 Department of Chemical Engineering, Myongji University*

서론

화학공정 내의 안전장치나 안전을 위한 시설의 크기 그리고 주변 시설 및 주거지역과의 최소 이격 거리등과 같은 비상계획을 세우고, 필요이상의 투자를 막는 비용절감 효과 및 공정 내의 생산성 향상을 유도하기 위해 화학공정의 안전진단을 비롯한 위험성 평가에서 이상원인 및 이상발생에 따른 궁극적인 영향은 여러 가지 방법론을 가지고 구해지고 있다. 이에 본 연구는 이와 같은 장치 위험도가 높은 장치에 대한 사고시나리오 합성과정 중 장치거동에 따른 이상원인 및 영향 추론을 비롯한 화학공정 안전진단과정을 인공지능의 개념에서 출발한 멀티에이전트(multi-agent)의 협업체제로 구성하여, 지식베이스와 메시지 및 기능정의에 따른 통신프로토콜을 가지는 전문화된 에이전트들의 능동적인 협업을 통한 안전 에이전트(SA; Safety Agent) 시스템을 정의하고 이의 적용에 필요한 추론과정을 제안하여 이에 대한 지속적인 연구를 수행 중에 있다.

일반적으로 화학공정의 안전 분석기술은 현재 여러 가지의 방법이 나와 있다. 이 모든 방법은 기존의 사고에 관한 지식베이스를 기반으로 장치가 가질 수 있는 위험을 판단하는 방법으로서 사용되어지고 있다. 그러나 이러한 방법을 사용하기 위해서는 모두 전문가의 지식을 필요로 하고 그 작업 또한 쉽지만은 않다. 특히, 특정 공정에 해당되는 경우에는 그 공정에 관한 지속적인 작업을 수행하고 있는 운전자, 엔지니어 또는 설계자만이 그 위험성에 대해서 자세히 알 수 있다 -- 하지만 공정지식을 많이 보유하고 있는 전문가가 반드시 안전진단에 있어서도 전문가일수는 없다. 그래서 본 연구에서는 모든 공정시스템의 목적 설계에 있어서 기본이 되는 지식베이스, 인터페이스를 구분하여 안전문제에 있어서의 추론엔진과 인터페이스는 일반적인 모델로서 지속적으로 사용하고 단지 지식베이스만을 교체하여 모든 시스템에 적용하고자 하는 특화된 전문 에이전트의 협업 시스템[1]의 개념을 도입하였다.

본론

1. 에이전트

에이전트란 균일하지 않은 서로 다른 역할을 수행하는 객체로서 조업자를 대신하여 여러 가지 조업관련 작업들을 완수하기 위해 작용할 수 있는 소프트웨어와 하드웨어들을 총칭한다 [2]. 그리고 이는 특정지식과 지식을 추론하는 추론엔진 그리고 연산규칙이 존재하는 지식베이스(knowledge base)와 에이전트간의 정보를 얻고자 하는 항목인 파라메타들을 통신을 통해 질의(query)하고 그에 대한 답을 받는 “메시지(message)”와 그에 대한 “기능정의(functions definitions)”로 정의되는 통신프로토콜(communication protocol)로 나뉜다. 일반적인 에이전트 기법의 분류로 기본적 개념을 자치(autonomy), 협동(cooperation), 학습(learn) (그림 1)[2]에 의해 협동적 에이전트(collaborative agents), 사용자의 입장에서 보는

인터페이스 에이전트(interface agents), 이동 에이전트(mobile agents), 정보 에이전트(information/internet agents), 반응적 에이전트(reactive agents), 혼성 에이전트(hybrid agents), 그리고 스마트 에이전트(smart agents)와 같은 여러 가지 기법의 에이전트를 낳았다 [3].

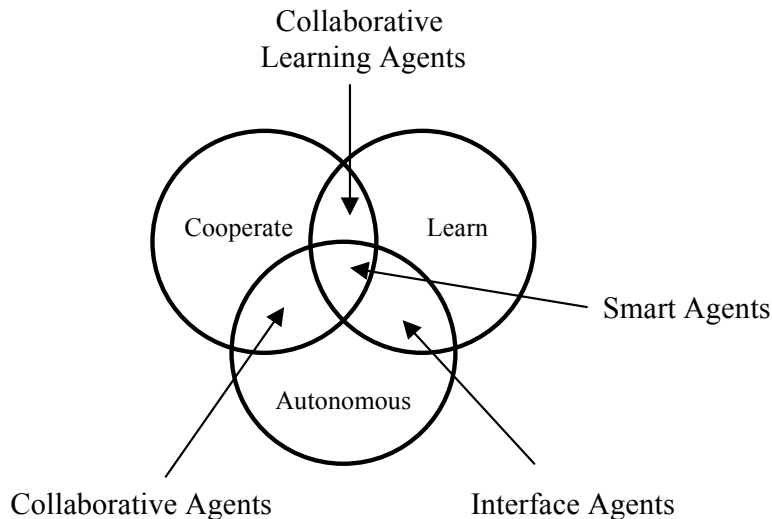


그림 1. 에이전트 기본 개념도

이중 자치성, 사회성, 응답성, 자발성이 일반적인 협동적 에이전트의 속성이 되었으며 이는 문제가 중앙 집중적 단일 에이전트가 풀기에 매우 큰 경우, 본질적으로 분산된 문제의 해를 얻고자 하는 경우, 분산된 출처로부터 정보를 끌어오는 해를 제공하는 경우, 전문가가 분산되어 있는 환경에서 해를 제공하는 경우, 모듈방식, 속도, 신뢰도, 유연성, 지식수준에서의 재생성을 높이고자 하는 경우, 그리고 기존의 전문가 시스템을 연결하고자 하는 경우에 큰 위력을 발휘한다. 특히 두 가지 이상의 유형에 해당되는 두 가지 이상의 에이전트들을 통합하여 활용되는 이질적 에이전트 시스템은 다음과 같은 장점을 갖는다.

- 독립적으로 운영되는 응용 프로그램이 이질적 응용프로그램들과 상호 작용함으로써 부가가치가 향상됨.
- 기존의 소프트웨어들을 통합된 구조로 흡수하기 위하여 다시 작성할 필요 없이 있는 그대로 연결하여 사용할 수 있다.
- 에이전트 기반 엔지니어링은 시스템의 설계, 구현 그리고 유지 보수에 이르기까지 새로운 접근방식을 제공한다.

2. 안전 에이전트 (safety agent)

본 연구에서 제안하는 안전 에이전트는 분리된 지식베이스와 통신프로토콜 알고리즘을 가지는 모바일 특성을 갖는 에이전트로서 안전 진단을 요청받게 되면 안전 에이전트 자신이 알아내야 하는 목적 즉, 화학공정안전의 이상원인 및 영향상황에 대한 정보를 찾기 위해 대상 공정이 되는 장치로부터 질의어를 통하여 지식을 얻어 추론한 다음 최종 결과를 요청자 즉, 사용자, 공정안전담당자에게 알려준다. 그런데 공정안전진단 또는 분석과 같은 기술은 일반 멀티에이전트 시스템 및 진단 에이전트 시스템의 온라인(on-line)상에서 지속적인 데이터를 받고 그에 대한 정보 교환을 통한 협업을 주목적으로 삼는데, 본 연구에서는 서로 주고받는 방식이 아닌 오프라인(off-line)상에서 일반적인 해당 장치들에 대한 정보를 받고서 이에 대한 결론을 내리는 기술로서 이러한 방법은 실시간으로 정보교환을 필요로 하지 않기에 해당 공정에 대한 지식을 지속적으로 가지고 있지 않고서도 각 에이

전트간의 통신기술만을 이용하여 이상원인 및 영향 분석과 같은 안전진단 및 분석을 가능하게 해준다. 이에 대한 알고리즘을 나타내면 그림 2과 같다.

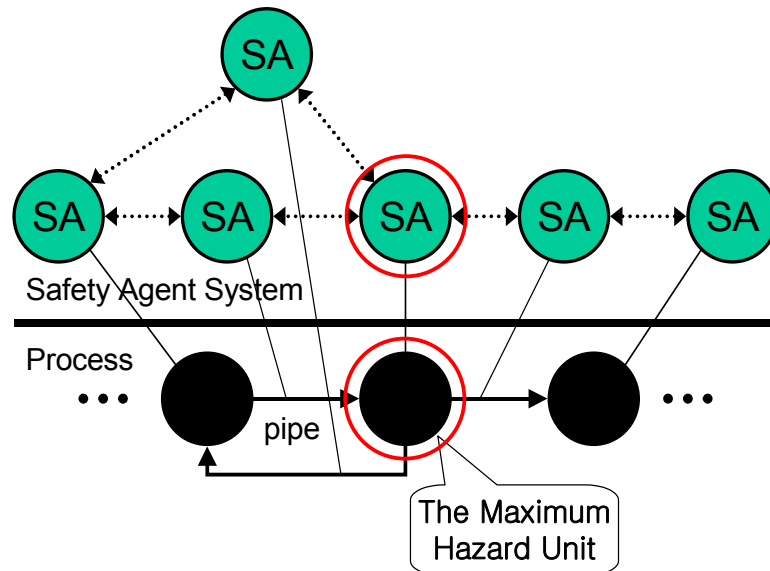


그림 2. 화학공정 안전진단의 이상원인 및 영향추론을 안전 에이전트 구조

안전 에이전트 시스템은 언급한 바와 같이 모바일 에이전트(mobile agent)를 포함한 에이전트들의 협업체계로써 화학공정에 있어 위험 유닛에 안전 에이전트를 이식시켜(embedding) 에이전트가 문제 또는 목적 해결에 필요한 지식(공정지식 및 사고경우에 따른 상황분석)을 가지고 진단을 담당하는 에이전트로 이동하는 해당 목적(이상원인 및 영향추론) 달성을 위한 인터페이스의 역할을 한다. 또한, 감지된 이상원인 및 영향추론의 질의 응답 의견에 있어 물어보는 질문에 대해서 마찬가지로 질의어와 같은 사항은 장치 유닛에 연속적으로 안전에이전트 통신언어가 이식될 수 있어 주변 안전 에이전트의 의견을 참조하거나, 받는 협동적 에이전트의 기능을 동시에 한다. 이러한 일련의 과정을 두 가지의 단계로 표현하면 먼저, 첫 단계에서는 잠재위험 유닛을 MESA(Multi-distinction Equipment Screening Algorithm)[5]을 통해 감지된 잠재위험 장치 순위에 따라 장치들을 탐색해 가며 정보를 얻고, 두 번째 단계는 이상원인 및 영향을 KMQL(Knowledge Query and Manipulation Language)[7, 8]과 같은 speech-act-theory[6]를 이용하여 에이전트간 통신하여 추론하며 이때 사용되는 통신표준언어는 KQML로서 의사전달 수행변수의 기본셋(sender, receiver, reply-with, in-reply-to etc) [9]을 이용한 이상원인 및 영향을 상황에 맞는지를 추론하여 요청자에게 그 결과를 알려준다.

결론

본 연구를 통하여 화학공정의 안전진단에 있어 이상원인 및 영향을 추론하는데 안전 에이전트를 사용하는 방법을 제안하였다. 결론적으로 안전에이전트의 화학공정 안전진단에 적용될 수 있는 당위성에 대해서 종합하면 다음과 같다.

- 사용자 즉, 대상공정의 안전진단 요청자는 안전진단 요청시 진단에 필요한 공정의 모든 정보를 안전 에이전트에 제공할 필요가 없이 단지 안전 에이전트에게 자신의 공정에 대한 진단을 요청만을 함으로써 사용자가 원하는 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다.

- 사용자는 안전 에이전트를 안전진단 대리인으로 고용하여 목적하는 안전진단에 대한 이상원인과 영향을 알아낸 다음 바로 폐기해 버리는 방식으로 사용되기에 자신의 어떠한 공정정보도 남기지 않기에 전혀 정보의 누출에 대한 위험이 없다는 장점이 있다.

바로 후자에서 언급한 사항의 예로 화학공정의 제품 품질향상에 필요한 제어기 튜닝변수의 최적화를 위해 자신의 공정데이터중 해당 부분 즉, 튜닝조정을 위해 꼭 필요한 공정데이터만을 Intranet상에 제공하여 그 결과를 바로 받아보는 Honeywell사의 Loop Scout™와 같은 제품과 마찬가지로 본 연구에서 주장하는 안전 에이전트도 공정의 모든 부분을 가지고 있지 않아도 꼭 필요한 부분만 있으면 충분히 목적인 바를 달성가능하다는 것을 보였다. 뿐만 아니라, 본 안전 에이전트는 심지어 최적화를 위한 자신의 공정데이터와 같은 정보를 주고 받는 것조차 KQML과 같은 speech-act-theory를 이용하는 질의어로서 정보를 얻기에 중간에 사람과 같은 정보 전달 매개체가 없이도 언제 어디서든 수행가능하기에 미래에 지향해야 될 인터넷상의 또는 일반적인 자동화된 화학공정의 정보탐색기법의 좋은 방법론이 되리라 본다.

감사

본 연구는 교육인적자원부의 Brain Korea 21의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. 최종수, "인공지능의 세계", 방한출판사, 229 (1987).
2. 장태석, "멀티 에이전트와 기능-거동 모델링에 기반한 화학공정의 이상진단 시스템", 박사학위논문, 서울대학교 화학공학과 (2000).
3. Bradshaw, J.M., ed., "Software Agents", AAI Press/The MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1997).
4. J. E. Doran, S. Franklin, N. R. Jennings and T. J. Norman, "On cooperation in multi-agent systems", *The Knowledge Engineering Review*, 12(3), 309-314 (1997).
5. 김구희, 안성준, 박정수, 한경훈, 윤종필, 윤인섭, "다중판별 장치 스크리닝 알고리즘을 이용한 화학설비 위험도 분석에 관한 연구", *한국화학공학회*, (2002)
6. S.O. Kimbrough, R.M. Lee, "On illocutionary logic as a telecommunications language", *Proceedings of The Seventh International Conference on Information Systems*, 15-26 (1986).
7. Y. Labrou, T. Finin, "A proposal for a new KQML specification", Technical Report CS-97-03, *Computer Science and Electrical Engineering Department, University of Maryland, Baltimore County*, (1997).
8. T. Finin, R. Fritzson, D. McKay, R. McEntire, "KQML as an agent communication language", *Proceedings of the Third International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM '94)*
9. M.A. Convington, "Speech acts, electronic commerce, and KQML", *Decision Support Systems*, 22, 203-211 (1998).