

유해가스 모니터링을 위한 JESS 기반 추론규칙의 설계

Design of JESS-based Inference Rule for the Monitoring of Harmful Gas

안윤애

충주대학교

Ahn yoon-ae

Chungju National University

요약

밀폐된 공간으로 이루어진 작업장은 여러 가지 유해가스가 많이 발생된다. 이로 인해 환기가 불충분한 작업공간에서는 산소결핍 및 유해가스로 인한 건강장애와 인화성 물질에 의한 화재, 폭발 등의 위험이 존재한다. 따라서 유해가스 정보를 작업장 내의 센서를 통해서 실시간으로 모니터링하고, 위험으로부터 작업자의 안전을 보장할 수 있는 모니터링 시스템이 필요하다. 특히, 상황에 맞는 의사결정이 가능하도록 하기 위해 상황인식 시스템의 도입이 필요하다. 이 논문에서는 작업장의 유해가스 정보를 모니터링하기 위한 추론 규칙을 JESS를 기반으로 설계한다.

I. 서론

상황 인식 시스템은 주변 환경으로부터 컨텍스트 정보를 수집하고 분석하는 작업이 필요하다. 상황 인식 시스템은 다양한 센서들로부터 획득한 컨텍스트를 기반으로 가공 처리하여 사용자에게 적절한 서비스를 제공해야 한다. 지금까지 상황인식 시스템과 직접 연계된 응용 서비스에서의 추론 기능의 구현에 관한 연구가 부족한 실정이다[1]. 상황인식 서비스를 유연하게 제공할 수 있는 추론 알고리즘의 구현에 관한 실질적이고 다양한 연구가 필요하다. 또한, 유비쿼터스 환경의 상황인식 시스템에서 사용자의 현재 상태를 추정하기 위한 컨텍스트의 모델을 설계하고, OSGi 기반의 프레임워크에 이를 적용하기 위한 추론엔진의 설계에 관한 연구가 필요하다. 특히, 상황인식 응용 서비스 모델의 설계 및 지식베이스의 구축이 요구된다[2]. 이 논문에서는 상황인식 시스템에서 상황인식 응용 서비스를 위한 추론엔진의 설계에 관한 연구를 진행한다. 이를 위해 맨홀 작업장 내에서의 유해 환경 데이터를 이용한 지식베이스의 추

론규칙을 설계한다. OSGi 기반의 프레임워크에 적용 가능하도록 JAVA와 연동이 가능한 JESS 기반의 규칙을 설계한다.

II. 밀폐 작업장의 유해환경 정보

밀폐공간이란 근로자가 작업을 수행할 수 있는 공간으로 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍, 유해가스로 인한 건강장애와 인화성 물질에 의한 화재, 폭발 등의 위험이 있는 장소로서 출입구가 제한적이다. 또한 상시 출입하지 않으며 환기가 불충분하다는 특징을 가지고 있다. 보통 공기 중에는 약 21%의 산소가 포함되어 있어 생물은 이 산소를 호흡하여 살아간다. 그러나 높은 산에 오르면 숨이 차는 것은 고도가 높아지면 기압이 낮아지기 때문에 같은 21%의 산소에서라도 한번 호흡으로 흡입하는 절대량이 감소하게 된다. 즉, 평지에 비해 흡입하는 산소량이 적어지기 때문이다[3]. 산소결핍이 인체에 미치는 영향은 표 1과 같다.

표 1. 산소결핍이 인체에 미치는 영향

농도(%)	영향
21	정상 대기중의 산소농도
18	산소결핍증 방지를 위한 최저농도
16	호흡, 맥박증가, 두통, 구역질, 촛불이 꺼짐
15	호흡이 심해지고, 맥박이 증가
12	현기증, 구역질, 근력, 쥐는 힘이 저하가 현저 사다리 등에서 추락하여 사망으로 이를 위험
10	안면창백, 의식불명(움직일 수 없어짐), 구토를 일으켜 기도가 막혀 사망할 수 있음
8	혼수상태, 8분 정도에서 사망
4	이하에서는 40초 이내에 돌연 졸도

이산화탄소는 공기 중에도 흔히 있지만, 밀폐된 공간에서 고농도의 이산화탄소를 맡으면 매우 위험하다. 독성은 적으나 농도가 증가하면 두통이 발생하며 장기간 노출되면 호흡곤란으로 사망에 이르게 된다[4]. 표 2는 이산화탄소가 인체에 미치는 영향을 간략하게 나타낸 것이다.

표 2. 이산화탄소가 인체에 미치는 영향

농도(ppm)	영향
6,000	30분간 호흡하면 숨이 가쁘고, 졸음, 두통 등이 유발
100,000(10%)	마취상태, 현기증, 의식불명 상태가 발생
250,000(25%)	사망

황화수소의 냄새는 부패한 계란냄새에 가깝다. 유기물 슬러지가 침전해 있는 곳에서는 발생할 가능성이 높다. 탱크 내 청소 시 황화수소의 농도 측정치가 10ppm 이하여도 탱크 바닥에 남은 진흙을 밟으면 다시 황화수소가 나와서 100~200ppm이 검지되는 경우가 있다. 이와 같은 경우는 환기를 증가시키고, 공기호흡기나 산소 마스크 등의 보호구를 착용하고 들어가지 않으면 안 된다[5]. 황화수소가 인체에 미치는 영향은 표 3과 같다.

표 3. 황화수소가 인체에 미치는 영향

농도(ppm)	영향
1~2	겨우 약취를 느낄 수 있음
3	약취가 현저하게 느껴짐
5~8	분석자에게도 매우 불쾌한 취기를 느낌
80~120	현저한 증상은 아니고 약 6시간 견딜
200~300	5~8분후에 눈, 코, 목 등이 점막으로 강한 고통을 느낌, 약 30~60분정도 견딜 수 있음
500~700	약 30분간 호흡하면 준급성 중독을 일으켜 생명이 위험해 짐
1,000~1,500	즉시 급성중독을 일으켜 실신하고, 호흡마비로 사망함

III. 지식베이스 설계

JESS는 Rete 알고리즘을 사용하는 Java 기반의 Rule 엔진이다. 자체적으로 지원하는 Rule 언어나 XML을 이용하여 Rule을 정의하고 추론한다. 그림 1은 지식정보를 생성하기 위해서 Template을 정의한 것이다.

```
(deftemplate MAIN::status
  (slot search-depth)
  (slot parent)
  (multislot ochc2)
  (slot last-move))
(defacts MAIN::initial-positions
  (status
    (search-depth 1)
    (parent root)
    (ochc2 (get_o2) (get_co2) (get_h2s) (get_co))
    (last-move no-move)))
(defmodule SOLUTION)
(deftemplate SOLUTION::moves
  (slot id)
  (multislot moves-list))
```

▶▶ 그림 1. Template을 이용한 fact list 정의

Fact는 working memory에 저장되고 추론엔진은 fact 정보를 기반으로 추론과 관련된 모든 상황 정보를 관리한다. 그림 1은 status 템플릿에 초기 값을 할당해 주는 것이다.

표 4. 추론 규칙의 기능

규칙	기능
S-ONE	정상적인 산소 농도의 상황 판단
S-TWO	산소결핍증 방지를 위한 최저 산소 농도 판단
S-THREE	맥박, 호흡수의 증가, 두통을 유발하는 판단
S-FOUR	판단력 흐림, 흥분상태 등의 정신상태의 판단
S-FIVE	의식불명, 중추신경 장애를 유발하는 상황 판단
S-SIX	혼수상태, 호흡정지의 상황 판단

표 4는 그림 2에서 정의한 규칙 S-ONE, S-TWO, S-THREE, S-FOUR, S-FIVE, S-SIX의 추론 기능을 설명하고 있다. Rule 정보는 fact 정보를 기반으로 추론작업을 거쳐 결론을 추출하기 위하여 설정되는 정보이다. 규칙의 정의는 'defrule' 키워드를 사용하여 다음과 같이 정의한다. 그림 2에 정의된 규칙은 작업 환경에서의 안전 상태 여부를 판단하는 규칙 중에서 세 가지의 예를 보이고 있다.

```

(defrule MAIN::S-ONE
  ?node <- (status (search-depth ?num) (ochc2
    ?o2&:(and (< ?o2 100) (>= ?o2 90))
    ?co2&:(<= ?co2 10) ?h2s&:(< ?h2s 20) ?co&:(< ?co 20)))
  => (duplicate ?node (search-depth (+ 1 ?num))
    (parent ?node) (ochc2 (- ?o2 ?*pp*)
    (+ ?co2 ?*pp*) ?h2s ?co) (last-move S-ONE)))
(defrule MAIN::S-TWO
  ?node <- (status (search-depth ?num) (ochc2
    ?o2&:(and (< ?o2 90) (> ?o2 75))
    ?co2&:(< ?co2 25) ?h2s&:(< ?h2s 30) ?co&:(< ?co 30)))
  => (duplicate ?node (search-depth (+ 1 ?num))
    (parent ?node) (ochc2 (- ?o2 ?*pp*)
    (+ ?co2 ?*pp*) ?h2s ?co) (last-move S-TWO)))
(defrule MAIN::S-THREE
  ?node <- (status (search-depth ?num) (ochc2
    ?o2&:(and (<= ?o2 75) (>= ?o2 65))
    ?co2&:(<= ?co2 35) ?h2s&:(< ?h2s 4) ?co&:(< ?co 40)))
  => (duplicate ?node (search-depth (+ 1 ?num))
    (parent ?node) (ochc2 (- ?o2 ?*pp*)
    (+ ?co2 ?*pp*) ?h2s ?co) (last-move S-THIRD)))

```

▶▶ 그림 2. 유해환경 모니터링을 위한 추론 규칙 정의

IV. 결론

이 논문에서는 맨홀 작업장 내에서의 유해 환경 데이터를 이용한 지식베이스의 추론규칙을 설계하였다. OSGi 기반의 프레임워크에 적용 가능하도록 JAVA와 연동이 가능한 JESS 기반의 규칙을 설계하였다. 향후 연구로 유해 작업환경 감시를 위한 사용자 상태 모델링 완성 및 비교 평가, 유해 작업환경 감시를 위한 지식베이스의 확장, 추론엔진의 구현 및 분석 작업이 좀 더 체계적으로 진행될 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] N. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System", Proceedings of the 6th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.32-43, 2000.
- [2] B. N. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-aware Computing Applications", Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994.
- [3] D. H. Han and J. H. Lee, "New Occupational Hygiene Management", DongHwa Technology Publishing, pp.161-163, 2007.
- [4] B. S. Son, J. A. Park, B. G. Jang, T. W. Jeong, W. H. Yang, G. J. Kim, B. H. Lee, N. Y. Cho, S. B. Choi, and C. N. Gho, "New Environment Science", DongHwa Technology Publishing, pp. 161-162, 2006.
- [5] G. M. Ryu, H. H. Park, and G. J. Jeong, "Study of Cause and Prevention for Asphyxia Disaster in the Enclosed Geometry", National Institute for Occupational Safety and Health, Research Report 2008-140-1477, pp.72-76, 2008.