

FUZZY 이론의 방재설비 적용

백 동 현

(경원전문대학교 소방안전관리과 교수)
(경원대학교 평생교육원 교학부장)

1. 머리말

현대 정보화 사회에 있어서 인간의 욕망은 인간과 똑같은 사고력이나 능력으로 인간의 일을 대신해 줄 수 있는 도구를 만들어 좀더 안락해지고자 하는데까지 이르고 있다. 즉, 인간의 음성이나 동작을 이해하고 그대로 행한다든가, 전문가의 지식을 대신하고 형체를 도구에 인식시키는 단계에까지 도래되었는데 이들의 유용성을 현실화시키기 위해 기존의 컴퓨터 이론에 퍼지 이론, 신경망 이론 등을 접목한 인공 지능 연구(AI: Artificial Intelligence)가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 고에서는 방재 설비의 신뢰도 저하에 가장 큰 요소가 되는 오보나 비화재보의 제거 또는 억제를 위하여 퍼지 이론의 방재 설비 적용과 감지기에의 적용성에 대해 소개하고자 한다.

2. 본론

가. FUZZY 일반

FUZZY 이론은 1965년 미국 버클리 대학의 L. A. Zadeh 교수가 학술 전문지인 "Information and Consult"에 FUZZY Sets 라는 논문을 발표하면서부터 시작되어 1974년 Mamdani 가 FUZZY

제어를 제창함으로써 진일보되었다. 1985년 국제 FUZZY 이론의 특징은 첫째, 인간의 정보 처리에서 중요한 의미를 갖는 애매함을 수량화하고 Computer 사용법처럼 치환하는 방법론이며 둘째, 수학의 기초적 분야인 집합, 논리, 측도의 확장으로서 그 응용에 대한 확장성이 매우 넓으며 셋째는, 여러 분야의 다양한 이론과 방법론을 융합할 수 있는 것이다.

이의 응용은 인공 지능과 Robot 공학을 시작으로 하여 Man-machine system, 신뢰성 공학, Data Base와 Control 등 공학적 분야, 의학, 사회 과학, 심리학, 언어학 등에서 활용될 수 있겠으며, 우리나라는 90년대 후반에 캠코더, 카메라, VCR, 전기 팬히터, 세탁기 등에 응용하고 있다.

그동안 자동 제어는 고전 제어 이론에 근거한 PID 제어법 및 현대 제어 이론에 의한 최적 제어법 등 방법론의 발전과 제어용 전자 기기, Control 등의 Hardware 발달에 힘입어 산업 사회에 응용되고 있다. 그러나 FUZZY Control 은 숙련된 Plant Operator

또는 설정된 제어 변수 등이 가지고 있는 언어적 제어 규칙을 FUZZY 명제로서 형식화한다. 그런 후에 이를 근거로 하여 FUZZY 추론으로 제어량의 관측값에 대한 조작량 값을 결정하는 방식으로 결정할 부분을 FUZZY Control로서 구체화시키는 것이다.

즉, <그림 1>과 같이 종래의 Control 대신에 제어계에 제어 규칙(Rule Base)을 설계하여 자동 제어하는 방식이라 하겠다.

<그림 2>는 FUZZY 제어기의 기본 구성이며, 이들은 FUZZY 집합 이론을 기본으로 관측된 값을 FUZZY 집합으로 수행하는 FUZZY 단계, Data Base와 언어 지식을 결합하는 지식 Base 구축, 구축된 지식 Base로부터 FUZZY화 된 입력값을 추론의 합성 규칙과 FUZZY 함축을 이용하여 FUZZY 집합으로 결론을 하는 단계인 의사 결정, FUZZY 집합으로 얻어진 결과를 하나의 값으로 계산하는 비FUZZY화 단계로 구별된다.

나. 방재 설비에서의 적용

방재 설비에 있어서 오보, 비화

종래의 Controller

수식 표현

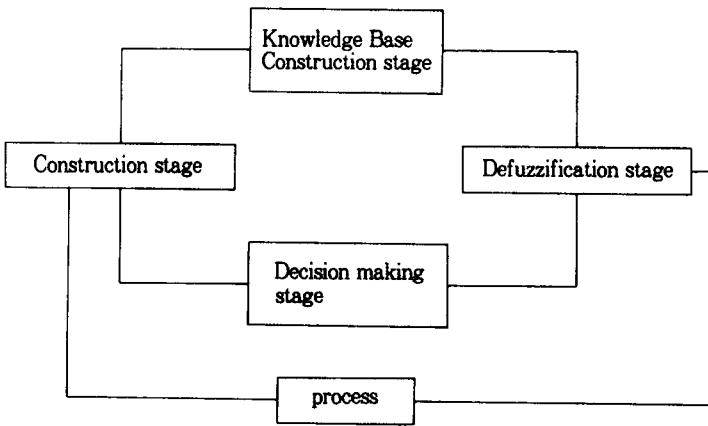


FUZZY Controller

불확실성을 포함한 언어적 표현

<그림 1>종래의 controller와 FUZZY Controller

〈그림 2〉 Fuzzy 제어기의 기본 구성



재보는 설비의 신뢰성을 크게 떨어뜨리는 요소가 되고 있다. 이들 요인은 대체적으로 인위적 요인, 환경적 요인, 기능상 요인, 설치 및 유지 관리상 요인으로 생각할 수 있는데, 방재 설비중 자동화재 탐지설비의 감지기가 주 대상이 될 것이며 그 내역은 다음과 같다.

① 환경적 요인

- 온도의 이상 변화
- 습도(습기, 수증기)의 이상 변화
- 풍압(강풍, 돌풍)의 이상 변화
- 기압의 이상 변화
- 연기, 먼지, 분진의 변화
- 빛의 이상 변화

② 인위적 요인

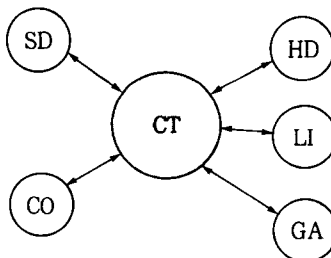
- 조리에 의한 열, 연기의 변화
- 깃연에 의한 연기 변화
- 공사중의 먼지, 분진 변화
- 공조기의 풍압 변화
- 자동차 배기 가스

③ 기능상 요인

- 모래, 먼사 등의 분진
- 탕비실, 조리실, 기계실 등으로 부터 유출된 증기
- 설비, 부품의 불량, 화로의 불량

- 감도의 변화
- 해충의 침입 미방지
- 결로
- ④ 설치상 요인
 - 배선의 접속 불량, 부착 불량 등의 시공시 부적합
 - 감지기 설치후의 설치 장소 환경 변화
 - 설계시 감지기의 부적합한 장소 선정
- ⑤ 유지 관리상 요인
 - 건축물 틈새 또는 미방수 처리

〈그림 3〉 Data



- SD : Smoke Detector
- CO : CO Detector
- HD : Heat Detector
- LI : Light Detector
- GA : Gas Detector

로 인한 낙수

- 청소 불량
- 감지기 주위의 부적정 환경 미 제거

이제까지 방재 설비의 경보 System은 열, 연기, 이산화탄소 및 Gas 등을 개개의 센서에 의해 독립적으로 감지하여, 감지 출력이 되는 일정값에 도달하면, 경보가 울리도록 되어 있다. 실제 화재를 감지할 때 단일 감지기를 사용하는 경우 여러 가지 문제점이 있지만 그중 가장 큰 문제는 측정 센서가 동작 가능한 사용 영역 (Operating Range)에 대한 한계, 센서 신호에 포함되는 오차 등이다. 그러므로 감지기는 조리시에 발생하는 수증기를 연기라고 판단하든가 또는 담배 연기도 화재라고 판단하게 된다. 이를 보완하기 위해 복합형 감지거나 축적형 감지기를 사용하고 있으나, FUZZY 이론을 적용할 때에는 〈그림 3〉의 요소들을 화재로 되는 과정의 분석으로부터 시작하여 변화를 〈그림 4〉와 같이 종합적으로 처리하도록 한다.

이를 위해 〈표 1〉과 같이 Knowledge Base(KB)를 구축하고, 〈표 2〉와 같이 Rule의 탐색 조건들을 구성한다. 즉 각각의 감지기 중 SD, HD만 동작하였을 경우 KB의 Rule2를 찾도록 추론 system을 구성하는 경우나, SD, HD, LI가 동작하면 KB의 Rule 3을 찾도록 추론 System을 계속 구성할 수 있다.

KB를 외부 TEXT상에 표시하게 하고, KB EDITOR을 만들어 놓으면 추론 System과 감지기의 상태에 대한 향후의 KB만을 계

(표 1) KB.(Knowledge Base)

Rule 1 : condition	연기가 설정값의 50 [%] 인 경우
Situation	30분 동안 지속될 경우 출력
Rule 2 : condition	연기가 설정값의 95 [%] 인 경우
Situation	15분 동안 지속될 경우 출력
Rule 3 : condition	연기가 설정값의 100 [%] 인 경우
Situation	30분 동안 지속될 경우 출력
Rule 4 : condition	연기가 설정값의 50 [%] , 열이 주위보다 20[°C]높은 경우
Situation	20분 동안 지속될 경우 동작하면 안되고, 25분 동안 지속될 경우 출력
Rule 5 : condition	열이 주위 온도보다 20[°C]높은 경우
Situation	10분 동안 지속될 경우 출력
Rule 6 : condition	열이 주위 온도보다 20[°C]높고, 연기감지기가 50[%]동작을 보인 경우
Situation	10분 동안 지속될 경우 출력
Rule 7 : condition	빛 감지기가 50[%]동작하고, Gas 감지기가 80[%]에 동작한 경우
Situation	1분 동안 지속될 경우 출력
Rule 8 : condition	이산화탄소 농도가 90[%]이고, 열 감지기가 70[%]인 경우, 연기 농도가 60[%]인 경우
Situation	즉시 동작
•	•
•	•
•	•
•	•

(표 2) Rule의 탐색 조건

KB내의 경우의 수 중 가장 많은 조건을 가진 것을 찾도록 구성하여야 한다.

EX :

- Rule 1. If SD than A
- Rule 2. If SD HD than B
- Rule 3. If SD HD LI than C
- Rule 4. If SD HD LI GA than D
- Rule 5. If SD HD LI GA CO than E
- Rule 6. If HD LI than F
- Rule 7. If HD LI GA than G
- Rule 8. If HD LI GA CO than H
- Rule 9. If LI GA than I
- Rule 10. If LI GA CO than J
-
-
-
-

속 추가시켜 만들 경우 같은 System이라도 KB 추가로 인하여 다른 동작을 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 퍼지 제어기의 출력은 퍼

지 종합으로 주어진다. 따라서 퍼지값이 아닌 값을 얻기 위하여 비퍼지화(Defuzzification)가 필요하다.

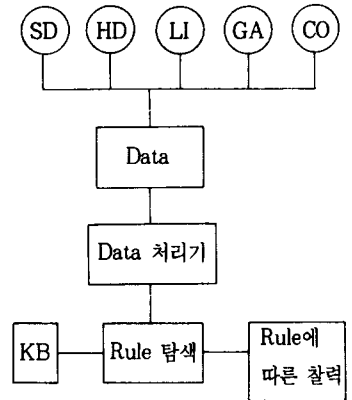
비퍼지화의 방법에는 Max-Procedure, Center of gravity procedure, Indexed max가 있다.

3. 맺는 말

현대 사회에서 방재 설비의 중요성은 날로 증가하고 있으나, 방재 의식이 낮은 관계로 설비의 관리, 투자에 인색하기 때문에 현재 사용하고 있는 화재 방지 시스템도 제대로 활용하지 못하면서 설비 탓만 하는 경우가 대부분이다.

이에 방재 의식의 고양과 더불어 방재 설비의 신뢰도를 제고시키기 위해서는 철저한 관리와 합

(그림 4) 처리도



- ① Max - procedure
비퍼지의 가장 간단한 방법으로서 소속 함수가 최대인 제어값을 선택하는 방법
 $\max U(\mu) = U(\mu_0) \quad \mu \in U$
- ② Center of gravity procedure
$$\mu_0 = \frac{\int \mu U(\mu) d\mu}{\int U(\mu) d\mu}$$
- ③ Indexed max
 $\mu_0 = \arg \max U(\mu) \quad \mu \in U(a)$
$$\mu_0 = \frac{\int \mu U(\mu) d\mu}{\int U(\mu) d\mu}$$

단 $U(a) = \{\mu \in U | U(\mu) \geq a\}$

계 설비의 신기술 도입은 필연적이라 하겠다.

따라서 방재 설비에 퍼지 이론을 도입하여 논한 것으로 Data들의 시계열적 변화를 종합적으로 추론함으로써 비화재보인가, 화재인가 판별이 가능해 질 것이다. 이러한 시스템을 만들기 위해서는 지능을 가질 필요가 있고, 화재 감지기가 지능을 갖기 위해서는 각종 센서 시스템을 부가적으로

사용해야 한다. 그러나 감지기 센서는 비화재보에 대해서도 전기적 신호 정보만 획득할 수 있으므로 인간이 가진 특유의 시각 정보까지 활용하려면, 비전 센서를 부착하여 센서를 복합적으로 사용토록

한다. 그러므로 열, 연기 복합 및 축적형 감지기만을 사용하는 것보다 정확도의 증대로 비화재보 예방은 물론 인텔리전트화하는 기술에도 일조가 될 것이다.

아울러 Digital 기술을 적용한

다면 통신망에까지 이용할 수 있어, 감지기 신호를 무선으로 처리하여 방재반에 전송할 수 있는 기술로도 발전시킬 수 있을 것으로 사료된다. ●

FUZZY의 응용 분야

가전 기기	공조 장치, 온수기, 청소기, 세탁기, 음료기, 냉장고, 전자 조리기, 석유 난방기, 튀김용 렌지, VIDEO 카메라, TV, 공기 청정기, 조명 System, 포장 건조기 *청소 Robot *다리미 *선풍기
방법, 방재	화재 경보 System, 방법 System, 소화 설비 System,
광학 기기	카메라의 Auto focus, 자동 추적 장치
의료 기기	건강 관리 System, 치과 교정 평가 System, 의료 진단 기기, 백혈구 검사 장치, 외래 환자 관리 System, 갑상선암의 화상 진단System
자동차	자동 주행 제어, 연소 제어, 자동차간제어 Car audio
건설, 빌딩	기중기의 안정 제어, 기중기의 자동 운전, 터널의 굴삭 기계 Elevator의 최적 제어, 빌딩 공조 System, 크레인의 조종 제어, 크레인의 진동 방지 제어, 콘크리트의 분열 System
선박	자동 조타 System(소형 보트), 선박의 충돌 방지, 준설 작업의 안정제
OA기기	펌프 모터 - 직선과 곡선의 인자를 최적화 복사기 *Color 복사기 *Color-Printer 복사기 *Color-Display 복사기
전자 제어 부품	온도 조절기, Fuzzy 탑재 Program Controller, 개폐 제어 *광학 터치 Panel
섬유 기계	반송 제어, 어망 제조 기계
식품 공업 화학 공업 제약 공업	과자 제조기, 청주 제조 공정, 화학 첨가 합성 공정, 염색 System, 당추출 Process 제어, 실리카 원료의 건조 제어, 폴리머 합성의 분자 제어, 발효 제어(구르타미산)
중공업 Plant	전기로 제어, 시멘트 원료 조합기, 초차 공장의 로관리 증기 터빈용 진동 진단 장치
공공 시설	정수장의 약제 살포 제어, 댐관리System, 소각로의 연소 제어, 상수도의 배수 관리 제어, 터널의 환기 제어
전력, Gas	송전선 검사, 전력 수요 관리, 원자로의 이상 진단 System Gas 정제 Plant 제어
Services	공공 교통의 운행 관리, 현금 자동 지급기의 지폐 송출 제어
자동화	공장 기계의 고장 진단 System, Bearing 제조 장치의 고장 진단, 연마 가공 제어, 레이저 절단기, 용접기, 절삭면 평가 System, LED 결정 성장 제어
인식기술	*방전 가공기- 방전 현상을 최적 제어 관광 안내 System, 핵 융합로벽 설계 지원 System, 교량 설계 지원 System, 사당교의 Cable 장벽 조정 지원 System, 투자 신탁 System *해석 Soft-소비자 동향 분석 등에 유효 *음성 인식 #손으로 쓴 문자 인식 #지진 예지 System #진도 평가 System #화상 인식 #번역 System #경영 의지 결정 System #인사 관리 #능력 관리 #도시 계획 #일기 예보
항공, 우주	Rocket의 위치 제어, 착지 제어 Space shuttle의 융합과 탈출 판단 항공기의 이착륙 제어, 항공기의 자세 제어
농림, 수산	농약 살포 System, 목재의 품질 판정, 재배 관리 System, 어로 보호 수역 판단. *묘목선별 System
음악, 오락	작곡 지원 System #GAME