

연구실 전기사고방지를 위한 퍼지 추론 시스템 개발

박건준¹, 이동윤^{2*}

¹원광대학교 정보통신공학과, ²중부대학교 전기전자공학과

Development of Fuzzy Inference Systems for Protection to Electrical Accidents of Laboratory

Keon-Jun Park¹ and Dong-Yoon Lee^{2*}

¹Department of Information Communication Engineering, Wonkwang University

²Department of Electrical Electronic Engineering, Joongbu University

요 약 연구실에서의 전기 사고를 방지하기 위하여 실시하는 전기 분야의 정기 점검에 대한 문제점을 파악하고 점검 항목에 대해 실제적으로 적용할 수 있는 퍼지 추론 시스템을 개발한다. 연구실의 전기 안전 환경을 중심으로 공통적으로 적용할 수 있는 점검 항목을 도출하고 연구실 전기 안전 관리에 부합한 연구실 전기 점검을 위한 전기 분야 표준 점검 리스트를 개발한다. 이러한 표준 점검 리스트를 이용하여 언어적 애매함을 포함할 수 있는 항목을 선정하고 이들 항목에 대해 소속 함수를 정의한다. 또한 안전 등급에 대해서도 소속 함수를 정의한다. 이러한 퍼지 변수들을 이용하여 If-Then 형식의 퍼지 규칙을 형성하고 퍼지 추론 엔진을 통해 퍼지 추론 시스템을 개발한다. 이를 통해 연구실의 전기 사고를 방지하기 위한 지능적이고 효율적인 점검 및 전기 안전을 지속적으로 관리함으로써 전기 사고를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

Abstract To prevent the electrical accidents in the laboratory, we identify problems for periodic inspections of the electric field and develop a fuzzy inference system that can be practically applied to check items. Focusing on electrical safety in the lab environment, we draw check items that can be applied in common and develop a standard checklist that is consistent with the laboratory electrical safety and the periodic inspections. Using the standard checklist we select the items that may contain a linguistic ambiguity and define the membership functions for these items. We also have a safety rating defined by the membership function. Using these fuzzy variables we form the fuzzy rules in the form of 'If-Then' and develop a fuzzy inference system through the fuzzy engine. From this, electrical accidents could be prevented in advance continuously by managing the intelligent and efficient inspection and electrical safety to prevent the electrical accidents in the laboratory.

Key Words : Electrical Accidents, Electrical Inspection, Standard Checklist, Fuzzy Inference System, Fuzzy Engine

1. 서론

생활수준의 향상과 전기기술의 발전에 힘입어 전기에너지의 사용이 날로 증가함에 따라 전기로 인한 사고 가능성도 높아지고 있으며, 전기에너지의 관리 및 취급을 소홀히 할 경우에는 전기화재 및 감전으로 인한 인명손상 등 취급자에게 커다란 재해로 다가온다[1]. 실제 연구

실에서 전기관련 사고가 발생하여 인적, 물적 손실이 커져가고 있으며, 전기 사고의 잠재 위험성이 높아지고 있다. 따라서 연구실에서의 인명과 재산피해를 일으키는 전기 사고를 사전에 방지하기 위한 신뢰할 수 있는 사고 사례와 원인 분석을 통해 연구실에서의 안전을 확보하는 것이 필요하다.

대학 및 연구기관 등에서 1년에 1-2회 안전 점검을 실

*교신저자 : 이동윤(dylee@joongbu.ac.kr)

접수일 11년 06월 18일

수정일 (1차 11년 07월 12일, 2차 11년 08월 10일)

게재확정일 11년 08월 11일

시하고 있으나 실제 사고가 발생한 연구실에서도 안전 점검에서 문제가 발생하지 않았으며, 이는 대학 및 연구 기관 등의 점검이 제대로 이루어 지지 않고 있기 때문이다[2]. 또한, 정기 점검의 경우 자체 점검 또는 대행 기관을 통하여 실시하고 있으나, 실제 필요한 점검 항목에 대한 명확한 기준이 없는 실정이다. 그러므로 대학, 연구기관 등이 연구 현장에서 전기 사고를 방지하기 위해 수행하는 정기 점검의 점검 항목에 대한 구체적인 기준을 마련하고 전기 점검에 대한 표준점검리스트를 제시함으로써 체계적이고 효율적인 점검이 실시되도록 유도하여야 한다.

아울러, 컴퓨터 지능 관련 기술이 발달함에 따라 산업 전반에서 다양하게 활용되고 있으며, 고급화되고 지능화된 정보를 제공하기 위해서는 정보기술을 접목한 첨단 관리 기술이 필요하다. 연구실 환경 및 전기 점검 항목에 따라 애매한 사고 판단을 할 수 있으며, 취득한 정보들을 적절하게 전 처리하여 유용한 정보로 사용하고 필요한 때에 신속하게 제공된다면 더 나은 지능화된 정보를 제공하는데 큰 도움이 될 것이다.

따라서 본 논문에서는 표준점검리스트를 이용하여 소속 함수를 정의하고 if-then 형식의 퍼지 규칙을 형성하며 퍼지 추론 엔진을 통해 퍼지 추론 시스템을 개발한다. 이를 통해 연구실의 전기 사고를 방지하기 위한 지능적이고 효율적인 점검 및 전기 안전을 지속적으로 관리함으로써 전기 사고를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

본 연구는 서론에 이어 제2장에서는 정기 점검 항목을 통한 표준점검리스트에 대해 소개하고, 제3장에서는 전기 안전사고를 예방하기 위한 퍼지 추론 시스템에 대해 다룬다. 제4장에서는 퍼지 추론 시스템에 대한 실험 및 결과에 대해 논하고, 마지막으로 제5장에서는 결론 및 추후 연구방향에 대해 다룬다.

2. 표준 점검 리스트

연구실의 전기사고에 관한 현황을 분석하고 15개 기관에서의 전기 분야 관련 정기 점검 결과 보고를 통해 연구실 전기 점검을 위한 표준 점검 리스트를 개발한다.

2.1 연구실 전기사고 현황분석

지난 2006년 연구실 안전 환경 조성법이 발효된 이후 전국대학 및 연구기관 연구실에서 발생한 안전사고가 2008년에는 5배까지 폭발적인 증가를 하는 등 안전사고가 심각한 수준인 것으로 나타났다. 출연연구기관은

2006년 7건에서 2007년 9건, 2008년 2건, 2009년 3건으로 점차 감소하는 추세에 있으나, 대학은 2006년 7건에서 2007년 18건, 2008년에는 68건, 2009년 전반기에는 55건으로 대학 내 연구실의 전기관련 사고는 심각한 것으로 나타났다. 특히 연구실 사고 발생 시 보고가 의무화되지 않고 있으며 특별한 경우를 제외하고는 외부에 공개를 하지 않아 사실상 이보다 더 많을 것으로 추정되고 있다 [3].

2006년부터 2009년 8월까지 발생한 총 169건의 사건 유형을 보면 연구종사자의 부주의로 인한 사고가 100건으로 59.2%를 차지하며, 전기누전으로 인한 화재사고가 38건으로 22.5%이며, 장비파손 및 오작동은 20건으로 11.8%를, 기타가 11건으로 6.5%로 각각 나타났다[3]. 이러한 전기 사고가 매년 급증하는 추세에 있으며 특히 대학 내의 연구실에서 심각한 수준에 있는 것을 알 수 있다. 또한 대부분의 사고가 연구실 종사자의 부주의로 인해 발생한 것을 알 수 있다.

연구실 종사자의 안전 환경을 확보하고 사후 보상 문제를 원활히 하기 위해서 ‘연구실 안전 환경 조성법’이 법령의 제정으로 시작되었으나 구체적인 기술적 표준 모델이나 안전기준은 없는 실정이다[4].

2.2 전기 분야 표준 점검 리스트 개발

연구실 관련 전기 분야에 대한 안전 연구는 매우 취약한 상태로서 전기적 위험에 노출되어 있는 연구실의 안전을 확보할 수 있는 안전 표준 모델 마련이 시급하다. 이를 위해 교육과학기술부 및 한국엔지니어링진흥협회의 협조를 받아 ‘07-’08년 정기점검 결과보고서를 확보하여 기준에 점검을 받은 연구실실험실 15개 기관의 정밀안전진단 결과보고서를 분석하였다[5-10].

[표 1] 표준 점검 리스트

[Table 1] Standard check list

정기 점검 항목	YES	NO	N/A
1. 개별난방기구는 검사를 받고 승인된 제품인가?			
2. 누전차단기능이 있는 과부하 차단기는 부착되어 있는가?			
3. 접지형 콘센트 및 접지형 플러그를 사용하고 있는가?			
4. 전선의 정리정돈 및 피복 상태에 이상이 없는가?			
5. 분전반을 점검할 수 있도록 공간이 확보되어 있는가?			
6. 전기시설에 발열이 심한 부분은 없는가?			

7. 대용량 전열 발생장치와 인화성 물질의 격리 보관이 되어있는가?			
8. 1개의 콘센트에 여러 개의 전열기 및 전기기구를 사용하는가? (문어발식 콘센트)			
9. 코드나 배선기구의 적정 용량과 규격을 준수하는가?			
10. 전동 기기나 조명기구의 이상한 소음, 냄새, 진동, 또는 과열을 점검했는가?			
11. 전기시설, 장비의 보호 커버 교체를 했는가?			
12. 전기코드나 연장코드가 통로, 복도, 문위를 통과하는 몰딩처리를 했는가?			

국내 15개 기관의 결과보고서를 분석해보면 연구실 환경중심으로 점검 및 진단이 이루어졌고 연구실 점검 항목은 평균 14~21건으로 연구실 1개를 점검하는데 평균 시간이 10~15분 소요되었다. 또한, 연구실에서의 전기 안전사고는 매년 꾸준히 늘어 심각한 수준에 있는 것으로 평가되고 있으며 실제 필요한 점검 항목에 대한 명확한 기술이 없으므로 연구실에서의 전기사고방지를 위해 점검항목에 대한 구체적인 기준을 마련하고 표준화된 전기점검리스트를 개발하는 것이 필요하다. 그러므로 15개 기관의 결과보고서 분석 자료를 활용하여 모든 연구실의 전기안전환경을 중심으로 공통으로 적용될 수 있는 항목을 도출하여 표 1과 같이 표준 점검 리스트를 개발하였다 [11]. 각 항목의 안전관리 상태를 3단계 “YES(잘 관리됨), NO(열악한 편), N/A(Not Applicable: 해당 없음)”로 나누어 평가한다.

표준 점검 리스트를 통해 전기 안전 등급을 평가하기 위해 표 2와 같이 5가지의 등급으로 기준을 작성하였다 [12].

[표 2] 안전 등급
[Table 2] Safety ratings

등급	내용
1	연구실안전 환경 및 실험시설의 문제가 없고 안전성이 유지된 상태
2	경미한 결함이 발견되었으나 실험시설의 문제가 없고 안전에 크게 영향을 미치지 않으며, 경미한 보수가 필요한 상태
3	전체적인 안전에 크게 영향을 미치지 않으나 연구실안전 환경 또는 실험시설의 결함이 발견되어 일부보수 및 보강이 필요한 상태
4	결함이 심하게 발생하여 긴급보수, 보강이 필요하여 사용에 제한을 해야 하는 상태
5	심각한 결함이 발생하여 안전상 위험발생 가능성이 커서 즉시 사용금지하고 개선해야 하는 상태

3. 퍼지 추론 시스템

퍼지 모델링[13-15]은 'If-Then' 형식으로 기술하며, 설정된 입출력 변수로부터 확립된다. 퍼지모델의 동정은 전반부와 후반부의 동정으로 나누어진다. 전반부 동정은 퍼지 규칙의 전반부 변수의 선택과 입력변수 공간의 퍼지 분할 결정, 그리고 입력 공간의 파라미터 결정이 필요하다. 후반부 동정은 후반부 변수의 선택과 후반부 변수의 파라미터를 결정하는 것이다. 전반부의 입력변수와 퍼지 집합의 소속 함수는 입력 변수의 공간을 규칙 수만큼의 퍼지 분할된 부분 공간으로 나누는 것과 관련되고, 후반부의 입력변수와 퍼지 집합의 소속 함수는 각각 퍼지 분할된 부분공간에서 입출력 관계를 묘사한다.

본 논문에서는 표준 점검 리스트와 안전 등급을 이용하여 연구실의 전기 사고를 방지하기 위한 퍼지 추론 시스템을 개발한다. 이를 위해 퍼지 규칙에서 후반부 구조가 퍼지 집합을 형성하는 Mamdani 퍼지 추론 시스템을 이용한다.

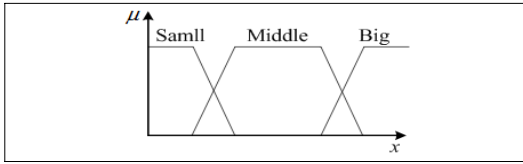
Mamdani 퍼지 추론 시스템은 아래와 같은 형태를 가지는 구형규칙들로 구성된다.

$$\begin{aligned}
 R^1 &: \text{If } x_1 \text{ is } A_{11} \text{ and } \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_{1k} \text{ then } y_1 = B_1 \\
 &\quad \vdots \\
 R^j &: \text{If } x_1 \text{ is } A_{j1} \text{ and } \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_{jk} \text{ then } y_j = B_j \\
 &\quad \vdots \\
 R^n &: \text{If } x_1 \text{ is } A_{n1} \text{ and } \dots \text{ and } x_k \text{ is } A_{nk} \text{ then } y_n = B_n
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서 R^j 는 $j(j=1, \dots, n)$ 번째 규칙, $x_l(l=1, \dots, k)$ 는 입력변수, A_{jk} 는 전반부 소속 함수, B_j 는 후반부 소속 함수, n 은 규칙 수이다. 추론된 값 y^* 는 다음과 같다.

전반부 및 후반부 소속 함수는 사다리꼴 형태를 이용하며, 4개의 파라미터를 이용하여 식 (2)와 같이 표현된다. 그림 1은 'Small', 'Middle', 'Big'의 3개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다.

$$f(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases}
 \tag{2}$$



[그림 1] 사다리꼴형 소속 함수
[Fig. 1] Trapezoidal membership function

전반부 적합도를 구하기 위해 각 규칙의 전반부 적합도 w_j 는 전반부 입력 변수에 대한 소속 정도의 곱에 의해 구해지며 식 (3)과 같다.

$$w_j = \mu_{A_{j1}}(x_1) \times \dots \times \mu_{A_{jk}}(x_k) \quad (3)$$

각 규칙의 추론 $\mu_{B_j}(y)$ 은 앞에서 구한 전반부 적합도와 후반부 소속 함수의 최소연산에 의해 구해지며, 식 (4)와 같다.

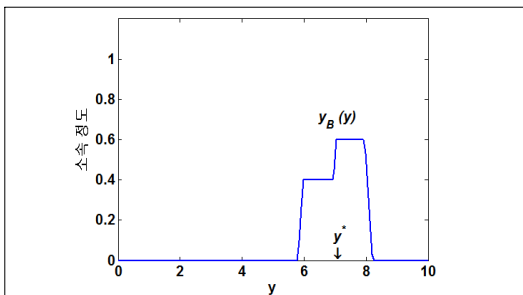
$$\mu_{B_j}(y) = w_j \wedge \mu_{B_j}(y) \quad (4)$$

다음으로, 추론 결과 $\mu_B(y)$ 는 각 규칙의 추론 결과로부터 최대연산을 통해 구해지며, 그 결과는 식 (5)와 같이 소속 함수로 표현된다.

$$\mu_B(y) = \mu_{B_1}(y) \vee \dots \vee \mu_{B_n}(y) \quad (5)$$

마지막으로, 추론 결과 $\mu_B(y)$ 는 그림 2와 같이 소속 함수이므로 비퍼지화를 통해 최종 추론 결과 y^* 를 얻는다. 일반적으로, 비퍼지화는 식 (6)과 같이 무게중심법을 이용한다.

$$y^* = \frac{\int \mu_B(y)ydy}{\int \mu_B(y)dy} \quad (6)$$

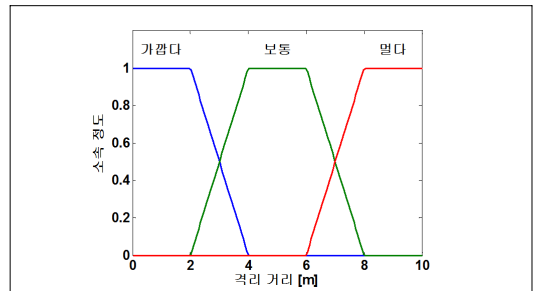


[그림 2] 비퍼지화
[Fig. 2] Defuzzification

4. 실험 및 고찰

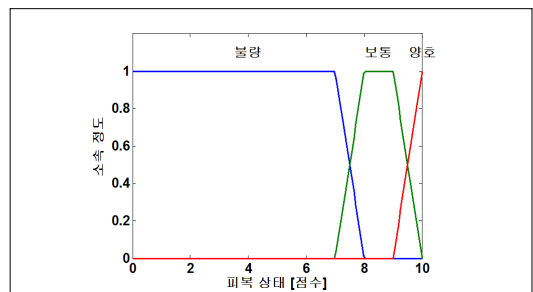
본 논문에서는 표준 점검 리스트를 이용하여 연구실의 전기 사고를 방지하기 위한 퍼지 추론 시스템을 개발한다.

퍼지 모델에서 전반부 변수를 선정하기 위해 표 1의 12가지의 점검리스트에서 예, 아니오의 이치 논리가 아닌 애매함을 포함할 수 있는 4가지 항목을 선정하였다. 첫 번째 항목은 대용량 전열발생장치와 인화성물질의 격리 보관이다. 첫 번째 항목을 퍼지 입력 변수로 선정하기 위하여 전열발생장치와 인화성물질의 격리 거리를 0~10m 기준으로 사다리꼴 소속 함수를 정의하였다. 그림 3은 첫 번째 항목에 대한 '가깝다', '보통', '멀다'의 3개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다.



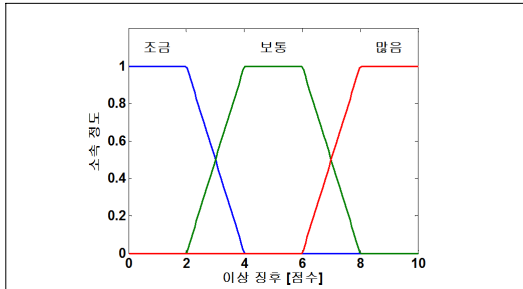
[그림 3] 첫 번째 항목에 대한 소속 함수
[Fig. 3] Membership function for 1st list

두 번째 항목은 전선의 피복상태의 이상 유무이다. 두 번째 항목을 퍼지 입력 변수로 선정하기 위하여 전선의 피복상태의 이상 유무를 0~10점 기준으로 사다리꼴 소속 함수를 정의하였다. 그림 4는 두 번째 항목에 대한 '불량', '보통', '양호'의 3개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다.



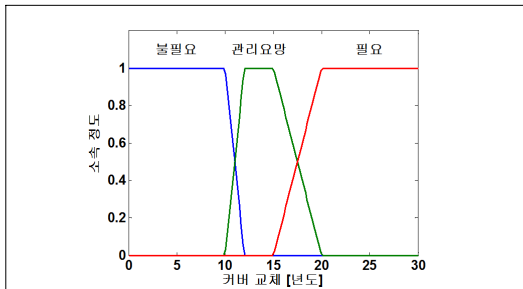
[그림 4] 두 번째 항목에 대한 소속 함수
[Fig. 4] Membership function for 2nd list

세 번째 항목은 전동기거나 조명기구의 이상한 소음, 냄새, 진동, 또는 과열 등의 이상 징후이다. 세 번째 항목을 퍼지 입력 변수로 선정하기 위하여 전동기거나 조명기구의 이상 징후를 0~10점 기준으로 사다리꼴 소속 함수를 정의하였다. 그림 5는 세 번째 항목에 대한 '조금', '보통', '많음'의 3개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다.



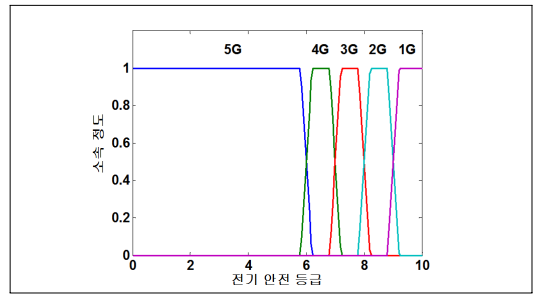
[그림 5] 세 번째 항목에 대한 소속 함수
[Fig. 5] Membership function for 3rd list

네 번째 항목은 전기시설, 장비의 보호커버교체 시기이다. 네 번째 항목을 퍼지 입력 변수로 선정하기 위하여 전기시설, 장비의 보호커버의 사용 년도를 0~30년 기준으로 사다리꼴 소속 함수를 정의하였다. 그림 6은 네 번째 항목에 대한 '불필요', '관리요망', '필요'의 3개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다.



[그림 6] 네 번째 항목에 대한 소속 함수
[Fig. 6] Membership function for 4th list

퍼지 모델에서 후반부 변수를 선정하기 위해 표 2의 안전 등급을 기준으로 예, 아니오의 이치 논리가 아닌 애매함을 포함할 수 있는 5가지 등급으로 선정하였다. 그림 7은 후반부 변수에 대한 1등급부터 5등급까지의 5개의 소속 함수를 갖는 사다리꼴형 소속 함수를 보여준다. 여기서, G는 등급(Grade)을 나타낸다.



[그림 7] 후반부 변수에 대한 소속 함수
[Fig. 7] Membership function for Consequent variable.

Mamdani 퍼지 추론을 수행하기 위해 'If-Then' 형식의 퍼지 규칙을 설정한다. 전반부 입력 변수로는 앞에서 설명한 격리 거리, 피복 상태, 이상 징후, 커버 교체이며, 후반부 출력 변수로는 전기 안전 등급이다. 따라서 전기 안전 등급은 격리 거리, 피복 상태, 이상 징후, 커버 교체에 따라 추론 및 결정된다.

표준점검리리스트에 따른 전기 안전 등급을 결정하기 위한 퍼지 규칙을 작성하였다. 본 실험에서는 입력 변수에 대한 소속 함수의 조합 순서대로 총 81(3⁴)개의 규칙을 설정하였으며, 그 중 첫 번째부터 열 번째까지의 규칙은 다음과 같다.

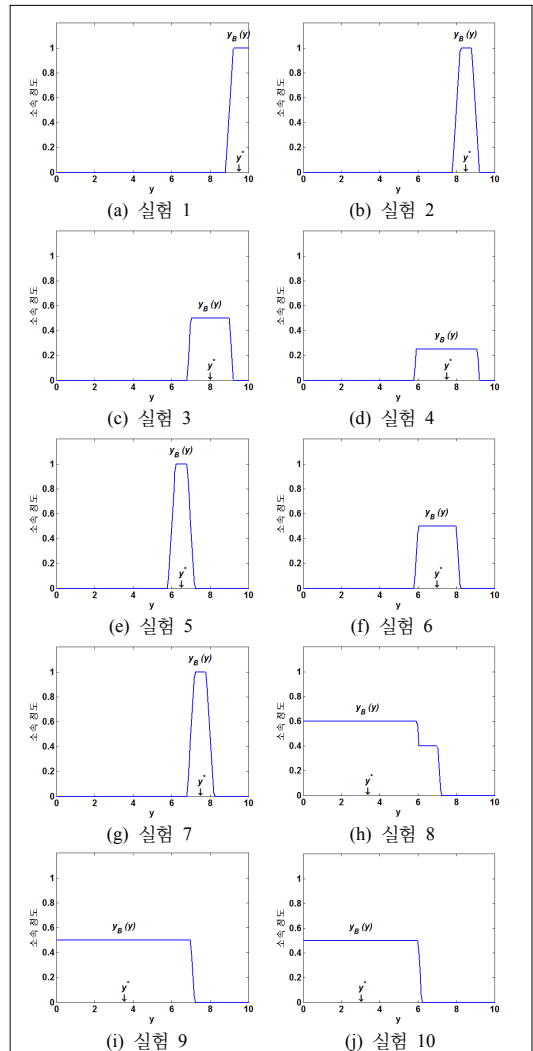
- R^1 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 조금 and 커버교체 is 불필요
Then 안전등급 is 5등급
- R^2 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 조금 and 커버교체 is 관리요망
Then 안전등급 is 5등급
- R^3 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 조금 and 커버교체 is 필요
Then 안전등급 is 5등급
- R^4 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 보통 and 커버교체 is 불필요
Then 안전등급 is 5등급
- R^5 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 보통 and 커버교체 is 관리요망
Then 안전등급 is 5등급
- R^6 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 보통 and 커버교체 is 필요
Then 안전등급 is 5등급
- R^7 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 많음 and 커버교체 is 불필요
Then 안전등급 is 5등급

- R^8 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 많음 and 커버교체 is 관리요망
Then 안전등급 is 5등급
- R^9 : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 불량 and 이상징후 is 많음 and 커버교체 is 필요
Then 안전등급 is 5등급
- R^{10} : If 격리거리 is 가깝다 and 피복상태 is 보통 and 이상징후 is 조금 and 커버교체 is 불필요
Then 안전등급 is 4등급

표준점검리리스트에 따른 전기 안전 등급을 결정하기 위해 전반부 입력 변수별 소속 함수와 후반부 출력 소속 함수 및 퍼지 규칙을 작성한 후 실험하였다. 각각의 규칙별로 실험 입력 데이터의 소속 정도를 계산하고 전반부 적합도를 구했으며 각 규칙별로 추론 결과를 연산하여 그 결과를 통합하고 비퍼지화 과정을 수행하여 최종 결과값으로 안전 등급을 결정하였다.

연구실내의 격리 거리, 피복 상태, 이상 징후 및 커버 교체에 따른 상황을 가상으로 설정하여 다음과 같이 실험하였다. 첫 번째로, 신설 연구실로 가정하여 피복 상태, 이상 징후, 커버 교체는 매우 양호하나 격리 거리가 다른 경우로서 실험 1에서부터 실험 3까지 보여준다. 이러한 경우 격리 거리에 따라 안전 등급은 1등급에서 2등급으로 나타나는 것을 알 수 있다. 두 번째로, 격리 거리가 다소 가깝고, 피복 상태가 다소 불량하며, 이상 징후가 조금 발견된 경우로서 실험 4와 실험 5에서 보여준다. 이러한 경우 안전 등급은 3등급 또는 4등급인 것을 알 수 있다. 세 번째는 격리 거리는 안전하게 확보하고 피복 상태는 양호하나 커버 교체 시기가 좀 지난 경우로 이상 징후 발생 유무에 따라 안전 등급이 3등급 또는 4등급으로 나타나는 것을 알 수 있으며, 실험 6과 실험 7에서 보여준다. 마지막으로, 노후 시설로 가정하여 격리 거리는 안전하게 확보하였으나 피복 상태가 다소 불량하고 이상 징후가 보이며 커버 교체 시기가 거의 다된 경우로서 실험 8에서부터 실험 10까지 보여준다. 이러한 경우, 안전등급은 5등급으로 판명되었다. 각각의 가상 상황에 따른 실험 결과는 표 3에서 보여준다.

그림 8은 10가지 실험에 대한 각각의 추론 결과를 보여준다. 그림 8(a)는 격리거리가 8m이고 피복상태는 10 점, 이상징후는 2점, 커버교체는 5년일 경우 추론결과가 9.5점으로 안전등급이 1등급인 것을 보여준다. 그림 8(b)부터 그림 8(j)까지는 실험 2부터 실험 10까지의 실험에 대해 같은 방법으로 다양한 경우에 대한 추론 결과를 보여준다.



[그림 8] 추론 결과
[Fig. 8] Result of inference

[표 3] 실험 결과
[Table 3] Result of experiments

실험	격리거리 (0~10m)	피복상태 (0~10점)	이상징후 (0~10점)	커버교체 (0~30년)	안전등급 (1~5등급)
1	8	10	2	5	9.5
2	5	10	1	3	8.5
3	3	10	2	8	8.0
4	7	8	3	4	7.5
5	6	9	4	10	6.5
6	9	10	7	15	7.0
7	10	10	2	20	7.5
8	8	8	5	18	3.4
9	10	8	3	22	3.5
10	10	9	7	25	3.0

표 3으로부터 개발된 퍼지 추론 시스템은 격리 거리, 피복 상태, 이상 징후 및 커버 교체에 따른 안전 등급을 제대로 추론하는 것을 알 수 있다. 또한 각각의 소속 함수는 환경 및 상황에 따라 소속 함수의 파라미터 값을 변경할 수 있도록 하였다.

본 논문은 타 연구와 비교 평가를 통해 분석이 이루어져야 하지만 제한한 방법으로 동일한 실험 조건하에서 정량적으로 비교 평가를 하기에는 어려움이 있다.

5. 결론

본 논문에서는 연구실에서의 전기 사고를 방지하기 위하여 전기 분야의 정기 점검에 대한 문제점을 분석하였고 연구실의 전기 안전을 중심으로 공통적으로 적용할 수 있는 점검 항목을 도출하여 연구실 정기 점검을 위한 표준 점검 리스트를 작성하였다. 표준 점검 리스크에서 애매함을 포함하는 항목에 대해 퍼지 변수를 선정하고 소속 함수를 정의하였으며, 또한 전기 안전에 대한 안전 등급을 마련하였다.

Mamdani 퍼지 추론을 통해 표준 점검 항목에 대한 실질적으로 적용 가능한 퍼지 추론 시스템을 개발하였으며 실험을 통해 합리적이고 효율적인 추론 결과를 도출할 수 있었다. 아울러, 주어진 환경에 맞게 입력 변수와 파라미터들을 선정한다면 더욱 합리적이고 효율적인 전기 안전 시스템이 될 수 있을 것이다.

본 연구를 통해 연구실의 전기 사고를 방지하기 위한 지능적이고 효율적인 점검 및 전기 안전을 지속적으로 관리함으로써 전기 사고를 미연에 방지할 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] FLOYD, "Electronics Fundamentals," Pearson Educational International, 2007.

[2] Gyung-Yoon Rho, "The Report about Explosion Accidents in Lab of Seoul National Univ.," Center for Democracy in Science & Technology, 2008.

[3] Sang-Min Lee, "The Accidents in Labs of College & Research Institution (Report)", 2009. 10.04.

[4] Young-Soon Lee, "2nd. Laboratory Safety Environment Workshop", Seoul National University of Science & Technology, 2008.

[5] KGS, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab",

2007-2008.

[6] KOSHA, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab", 2007-2008.

[7] Insfac, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab", 2007-2008.

[8] Nurifire, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab", 2007-2008.

[9] Edufa, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab", 2007-2008.

[10] Korea Industrial Safety Association, "The Result Report of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab", 2007-2008.

[11] Dong-Yoon Lee, "Development of a Standard Checklist for Protection to Electrical Accidents of Laboratory", KOCON, Vol. 11, No. 3, pp. 108-115, 2011. 3.

[12] Dong-Yoon Lee, "Development of the Standard Model of a Stated Period Check and Precise Safety Diagnosis in the Research Lab for Prevention to Electrical Accidents", KAIS, Vol. 12, No. 2, pp. 858-864, 2011. 2.

[13] W. Pedrycz, "An identification algorithm in fuzzy relational system", Fuzzy Sets Syst., Vol. 13, pp.153-167, 1984.

[14] Jang. J.-S. R., Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice-Hall, 1997.

[15] Keon-Jun Park, Dong-Yoon Lee, "Characteristics of Input-Output Spaces of Fuzzy Inference Systems by Means of Membership Functions and Performance Analyses", KOCON, Vol. 11, No. 4, pp. 74-82, 2011. 4.

박 건 준(Keon-Jun Park)

[정회원]



- 2005년 2월 : 원광대학교 제어계측공학과 (공학석사)
- 2010년 8월 : 수원대학교 전기공학과 (공학박사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 원광대학교 정보통신공학과 Post-Doc

<관심분야>

컴퓨터 및 인공지능, 퍼지추론시스템, 신경망, 유전자 알고리즘 및 최적화이론, 자동화시스템 및 제어

이 동 윤(Dong-Yoon Lee)

[정회원]



- 1990년 2월 : 연세대학교 전기공학
학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 연세대학교 전기전
자공학과 (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 중부대학
교 전기전자공학과 교수

<관심분야>

시큐리티시스템, 인공지능