Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

http://www.kkits.or.kr

Reliability Analysis of Systems Using Level (λ, 1) Interval-valued Fuzzy Sets Considering the Widths

Sang Yeop Cho*

Department of Internet, Chungwoon University

ABSTRACT

In the fuzzy set theory there are various types of the fuzzy sets to deal with the reliability of systems. In the fuzzy sets the degree of membership $\mu_A(x)$ is represented by real number. $\mu_A(x) \in [0,1]$. Sometimes the membership degree of the fuzzy sets can not be represented by real number because the degree of membership itself may has the uncertainty. To overcome this problem the interval valued fuzzy sets are proposed. In the interval valued fuzzy sets the degree of membership is represented by interval $[\mu_{A^L}(x),\ \mu_{A^U}(x)]$. $\mu_{A^L}(x)$ is the smallest degree of memebership and $\mu_{A^U}(x)$ is the greatest degree of membership. $[\mu_{A^L}(x),\ \mu_{A^U}(x)] \subseteq [0,1]$. $0 \leq \mu_{A^L}(x) \leq \mu_{A^U}(x) \leq 1$. Once the degrees of membership of the interval valued fuzzy serts are assigned as some reals and then these numbers can not be resized. In order to resolve the this demerit the level (λ, 1) interval valued fuzzy sets are introduced. In the level (λ, 1) interval valued fuzzy sets the smallest degree of membership can be resize using the λ. In this paper we propose the way to evaluate the reliability of systems based on the level (λ, 1) interval valued fuzzy sets and its widths. The proposed method may be used to analyze the reliability of systems which have the concept of the level (λ, 1) interval valued fuzzy sets and may be able to evaluate the relaibility more accuracy than the interval valued fuzzy sets because of using the the level (λ, 1) interval valued fuzzy sets and its widths.

KEYWORDS: Reliability analysis, Fuzzy sets, Interval valued fuzzy sets, Level (λ, 1) Interval-valued fuzzy sets, Widths

ARTICLE INFO: Received 4 January 2018, Revised 23 January 2018, Accepted 8 February 2018.

*Corresponding author is with the Department of Internet, Chungwoon University, 113 Sukgol-ro Nam-gu Incheon, 22100, KOREA.

E-mail addresses: sycho@chungwoon.ac.kr

1. 서 론

공학 시스템을 개발할 때 중요한 고려 사항 중에 하나가 공학 작업에 대한 신뢰모형이다[1]. 공학 시스템에 주어지는 자료의 불확실성 또는 불확정성 등에 따라 정확한 결과를 평가하고 분석하는 것이 어려워지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법 중에 한 가지가 퍼지집합 이론을 적용하는 것이다[2].

퍼지집합에서 퍼지집합 A의 소속값(degree of membership) $\mu_A(x)$는 실수로 표현한다. 즉, $\mu_A(x) \in [0,1]$. 소속값을 실수로 표현하는 방법은 기존의 집합 이론의 한계를 극복할 수는 있지만 퍼지집합의 소속값 자체가 불확실한 경우에는 이러한 표현 방법은 문제점을 가지게 된다.

퍼지집합의 소속값이 불확실한 경우 발생하는 문제를 해결하기 위해 퍼지지합의 소속값을 구간으로 표현하는 구간값 퍼지집합(interval valued fuzzy set)이 제안되었다[3]. 구간값 퍼지집합에서 소속값 $\mu_A(x)$는 구간으로 표현한다. $\mu_A(x) \subseteq [0,1]$ 또는 $[\mu_{A^L}(x), \mu_{A^U}(x)]$ 이다. 여기에서 $\mu_{A^L}(x)$은 구간의 최소 소속값이고 $\mu_{A^U}(x)$는 구간의 최대 소속값이다. $0 \le \mu_{A^L}(x) \le \mu_{A^U}(x) \le 1$. 구간값 퍼지집합에서는 최소 소속값과 최대 소속값을 조정하는 것이 불가능하여 유연성이 부족한 문제점을 가지게 된다.

구간값 퍼지집합의 소속값의 부족한 유연성을 해결하기 위해 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합(level $(\lambda,1)$ interval valued fuzzy set)이 제안되었다[4]. 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합에서는 최소 소속값 $\mu_{A^L}(x)$과 최대 소속값 $\mu_{A^U}(x)$을 계수 λ와 ρ로 각각 조정하는 것이 가능하다. $0 \le \lambda \le \rho \le 1$. 만일 $\rho = 1$이면 이 퍼지집합을 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합이라고 한다.

본 논문에서는 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합과 너비(width)를 고려하여 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안한다. 여기에서 너비는 구간 $[\mu_{A^L}(x), \mu_{A^U}(x)]$ 에서 최대 소속값과 최소 소속값의 차이 $\mu_{A^U}(x) - \mu_{A^L}(x)$로 표현하며 폭(amplitude)이라고도 한다. λ를 이용하여 최소 소속값을 조정하는 것이 가능하며 너비를 고려하므로 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합간의 유사정도를 보다 더 정밀하게 반영하는 것이 가능하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 관련연구를 기술한다. 제 3 장에서는 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합과 너비에 대하여 설명한다. 제 4 장에서는 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합과 너비를 이용하여 시스템의 신뢰도를 계산하는 방법을 제안하다. 그리고 제 5 장에서는 결론을 내린다.

2. 관련연구

공학 시스템을 개발할 때 발생하는 불확실성을 처리하는 문제는 중요한 주제 중에 하나이다[1]. 이러한 문제를 해결하기 위해 퍼지집합을 이용하여 시스템의 신뢰도를 계산하는 방법들이 많이 제안되었다[5-15].

Singer[5]는 시스템의 신뢰도를 분석하기 위해 사건의 빈도수를 L-R 퍼지 숫자로 표현하여 분석하는 방법을 제안하였다. Cheng[6] 등은 퍼지 숫자의 α-cut에 기반을 둔 신뢰구간(interval of confidence)을 사용하여 순차 시스템의 신뢰도를 분석하는 방법을 제안하였다. Chen[7]은 기존이 신뢰도 분석방법들이 가지는 문제점인 계산량을 줄이기 위해 삼각퍼지숫자의 단순한 구조를 이용하여 더 빠른 계산으로 신뢰도를 분석하는 방법을 제안하였다. Chen[8]은 퍼지집합의 소속값을 모호집합(vague set)으로 표현하여 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안하였다. Kumar[9] 등은 구간

값 모호집합을 이용하여 밀물과 썰물의 오차를 각각 반영하여 신뢰도를 계산할 수 있는 해양발전소 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안하였다. Chen[10] 등은 최대 소속값의 x 축 상의 유사도, 최대 소속값의 퍼짐(spread)의 차이, 최대 소속값의 높이, 구간값 퍼지집합의 x 축 상의 유사도 그리고 y 축 상의 무게 중심을 반영하여 신뢰도를 척도하는 방법을 제안하였다. Wei[11] 등은 구간값 퍼지집합의 기하학적 거리와 무게 중심에 기반으로 하여 신뢰도를 평가하는 방법을 제안하였다. Cho[12]는 구성요소의 신뢰도 뿐만 아니라 중요도를 가중값으로 표현한 가중 시스템의 신뢰도를 구간값 모호집합을 이용하여 계산하는 방법을 제안하였다. Chen[13]은 이차평균(quadratic mean) 연산자를 이용하여 퍼지 추천과정을 위한 구간값 퍼지집합 간이 신뢰도를 척도하는 방법을 제안하였다. Fuh[14] 등은 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지 숫자를 이용하여 시스템의 신뢰도를 계산하는 방법을 제안하였다. Komal[15] 등은 LNG 수송선의 이중 연료 스팀 터빈 추진시스템의 신뢰도를 분석하기 위해 삼각 퍼지숫자를 적용한 연구를 하였다. Kumar[16] 등은 일반화된 사다리꼴 직관 퍼지집합을 이용하여 시시템의 신뢰도를 계산하는 방업을 제안하였다. Sharma[17]는 퍼지집합을 이용하여 여름철 에어콘 시스템의 신뢰도를 계산하는 연구를 하였다.

3. 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합

이 장에서는 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합과 너비에 대하여 설명한다.

퍼지집합: 전체집합 U에서 퍼지집합 A는 퍼지집합 A에 포함되는 실수로 표현하는 소속값을 갖는 원소를 포함하는 집합이다. 퍼지집합은 원소 x와 원소 x의 소속값 $\mu_A(x)$의 순서쌍의 집합으로 표현할 수 있다:

$$A = \{(x,\ \mu_A(x)):\ x \in U\} \tag{1}$$

여기에서 x는 퍼지집합 A의 원소이고 $\mu_A(x)$는 소속값이다. $\mu_A(x) \in [0,1]$.

삼각 퍼지집합: 전체집합 U에서 삼각 퍼지집합 A는 다음과 같이 정의된다:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \dfrac{(x-a)}{b-a}, a \le x \le b, \\ \dfrac{(c-x)}{c-b}, b \le x \le c, \\ 0, \qquad otherwise. \end{cases} \tag{2}$$

여기에서 a ≤ b ≤ c. 만일 a = b = c이면 $\mu_A(x)$ = a.

수준 λ 삼각 퍼지집합: 전체집합 U에서 수준 λ 삼각 퍼지집합 A는 다음과 같이 정의된다:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \dfrac{\lambda(x-a)}{b-a}, a \le x \le b, \\ \dfrac{\lambda(c-x)}{c-b}, b \le x \le c, \\ 0, \qquad otherwise. \end{cases} \tag{3}$$

여기에서 a ≤ b ≤ c. 수준 λ 삼각 퍼지 숫자 A는 (a, b, c; λ)로도 표기할 수 있다. λ = 1 이면 수준 λ 삼각 퍼지 숫자가 된다. $0 < \lambda \le 1$. 만일 a = b = c이면 $\mu_A(x) = \lambda a$.

구간값 퍼지집합: 전체집합 U에서 구간값 퍼지집합 A는 구간값 퍼지집합 A에 포함되는 원소의 소속값을 구간으로 표현하는 집합이다. 구간값 퍼지집합은 원소 x와 원소 x의 최소 소속값 $\mu_{A^L}(x)$과 최대 소속값 $\mu_{A^U}(x)$의 구간으로 표현할 수 있다. 구간값 퍼지집합은 다음과 같이 정의된다:

$$\mu_{A^L}(x) = \begin{cases} \frac{(x-a)}{b-a}, a \le x \le b, \\ \frac{(c-x)}{c-b}, b \le x \le c, \\ 0, \quad otherwise. \end{cases} \tag{4}$$

여기에서 a ≤ b ≤ c.

$$\mu_{A^U}(x) = \begin{cases} \frac{(x-p)}{b-p}, p \le x \le b, \\ \frac{(r-x)}{r-b}, b \le x \le r, \\ 0, \quad otherwise. \end{cases} \tag{5}$$

여기에서 p ≤ b ≤ r. 만일 a = b = c = p = r 이고 λ = ρ = 1이면 $\mu_{A^L}(x)$ = $\mu_{A^U}(x)$ = a.

수준 (λ,ρ) 구간값 퍼지집합: 전체집합 U에서 수준 (λ,ρ) 구간값 퍼지집합 A는 수준 (λ,ρ) 구간값 퍼지집합 A에 포함되는 소속값을 구간으로 표현하는 원소를 포함하는 집합이다. 수준 (λ,ρ) 구간값 퍼지집합은 원소 x와 원소 x의 최소 소속값 $\mu_{A^L}(x)$과 최대 소속값 $\mu_{A^U}(x)$의 구간으로 표현할 수 있다. 수준 (λ,ρ)구간값 퍼지집합은 다음과 같이 정의된다:

$$\mu_{A^L}(x) = \begin{cases} \frac{\lambda(x-a)}{b-a}, a \le x \le b, \\ \frac{\lambda(c-x)}{c-b}, b \le x \le c, \\ 0, \quad otherwise. \end{cases} \tag{6}$$

여기에서 a ≤ b ≤ c. $\mu_{A^L}(x)$는 수준 λ 퍼지 집합이 된다.

$$\mu_{A^U}(x) = \begin{cases} \frac{\rho(x-p)}{b-p}, p \le x \le b, \\ \frac{\rho(r-x)}{r-b}, b \le x \le r, \\ 0, \quad otherwise. \end{cases} \tag{7}$$

여기에서 p ≤ b ≤ r. $\mu_{A^U}(x)$는 수준 ρ 퍼지 집합이 된다.

0 < λ ≤ ρ ≤ 1 이고 p < a < b < c < r 이면 A = [A^L, A^U] = [(a, b, c; λ), (p, b, r; ρ)]를 얻을 수 있고 이를 수준 (λ, ρ) 구간값 퍼지집합이 된다. 그리고 ρ = 1 이면 수준 (λ, ρ) 구간값 퍼지 집합은 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합이 된다.

너비: 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지 집합에서 구간이 $[\mu_{A^L}(x), \mu_{A^U}(x)]$ 로 표현된다면 너비는 다음과 같이 정의된다:

$$A_{A^{LU}}(x) = \mu_{A^U}(x) - \mu_{A^L}(x) \tag{8}$$

여기에서 $A_{A^{LU}}(x)$는 너비를 구하는 식이다.

4. 신뢰도 분석

이 장에서는 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합과 너비를 이용하여 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안한다. 시스템을 구성하고 있는 구성요소(component)의 신뢰도를 이용하여 평가할 수 있다.

순차 시스템의 구성은 그림 1과 같이 구성된다. 여기에서 구성요소 P_i의 신뢰도를 R_i로 표기할 수 있고 너비는 A_i로 표기할 수 있다. 구성요소의 신뢰도 R_i를 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합으로 표기하면 R_i = $[\mu_{A^L}(x_i), \mu_{A^U}(x_i)]$ 가 된다. $[\mu_{A^L}(x_i), \mu_{A^U}(x_i)]$ ⊆ $[0,1]$. 너비를 수준 $(\lambda,1)$ 구간값 퍼지집합으로 표기하면 A_i = $A_{A^{LU}}(x_i)$가 된다. $A_{A^{LU}}(x_i)$ ∈ $[0,1]$.

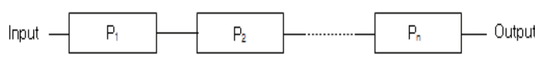

그림 1 순차 시스템의 구성
Figure 1. configuration of serial systems

〈그림 1〉과 같은 순차 시스템의 전체 신뢰도 R은 다음과 같이 평가할 수 있다.

$$R = \left(\prod_{i=1}^{n} R_i\right) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= (R_1 \cdot R_2 \cdot \cdots \cdot R_n) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= ([\mu_{A^L}(x_1), \mu_{A^U}(x_1)] \cdot [\mu_{A^L}(x_2), \mu_{A^U}(x_2)] \cdot \cdots \cdot [\mu_{A^L}(x_n), \mu_{A^U}(x_n)]) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= [\min(\mu_{A^L}(x_1),\ \mu_{A^L}(x_2),\ \cdots,\ \mu_{A^L}(x_n)),\ \min(\mu_{A^U}(x_1),\ \mu_{A^U}(x_2),\ \cdots,\ \mu_{A^U}(x_n))] \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= [\min_{i=1}^{n} \mu_{A^L}(x_i),\ \min_{i=1}^{n} \mu_{A^U}(x_i)] \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= [\min_{i=1}^{n} \mu_{A^L}(x_i) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n,\ \min_{i=1}^{n} \mu_{A^U}(x_i) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n] \quad (9)$$

병렬 시스템의 구성은 그림 2와 같이 구성된다. 여기에서 구성요소 P_i의 신뢰도를 R_i로 표기할 수 있고 너비는 A_i로 표기할 수 있다. 구성요소의 신뢰도 R_i를 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합으로 표기하면 R_i = $[\mu_{A^L}(x_i), \mu_{A^U}(x_i)]$ 가 된다. $[\mu_{A^L}(x_i), \mu_{A^U}(x_i)] \subseteq [0, 1]$. 너비를 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합으로 표기하면 A_i = $A_{A^{LU}}(x_i)$가 된다. $A_{A^{LU}}(x_i) \in [0, 1]$.

〈그림 2〉와 같은 병렬 시스템의 전체 신뢰도 R은 다음과 같이 평가할 수 있다.

$$R = \left(1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - R_i)\right) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= \left(1 - \prod_{i=1}^{n}(1 - [\mu_{A^L}(x_i), \mu_{A^U}(x_i)])\right) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

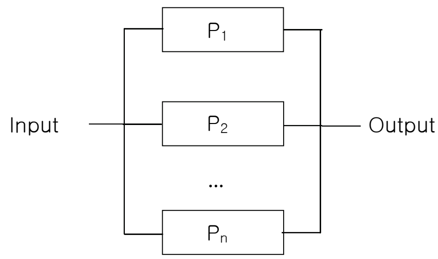

그림 2 병렬 시스템의 구성

Figure 2. configuration of parallel systems

$$= (1 - \langle(1 - [\mu_{A^L}(x_1), \mu_{A^U}(x_1)]) \cdot (1 - [\mu_{A^L}(x_2), \mu_{A^U}(x_2)]) \cdot \cdots \cdot (1 - [\mu_{A^L}(x_n), \mu_{A^U}(x_n)])\rangle) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= (1 - \langle[1 - \mu_{A^U}(x_1),\ 1 - \mu_{A^L}(x_1)] \cdot [1 - \mu_{A^U}(x_2),\ 1 - \mu_{A^L}(x_2)] \cdot \cdots \cdot [1 - \mu_{A^U}(x_n),\ 1 - \mu_{A^L}(x_n)]\rangle) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= (1 - [\min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^U}(x_i)),\ \min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^L}(x_i))]) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= ([1 - \min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^L}(x_i)),\ 1 - \min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^U}(x_i))]) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n$$

$$= [(1 - \min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^L}(x_i))) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n,\ (1 - \min_{i=1}^{n}(1 - \mu_{A^U}(x_i)) \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{A^{LU}}(x_i)/n)] \quad (10)$$

5. 결 론

본 논문에서는 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합과 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합의 구간의 너비를 이용하여 순차 시스템과 병렬 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안하였다. 구간값 퍼지집합의 최소 소속값은 실수 상수로 고정이되지만 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합의 최소 소속값은 λ를 이용하여 그 크기를 조정하는 것이 가능하여 보다 더 유연하다. 또한 더 정밀한 신뢰도를 평가하기 위해 수준 $(\lambda, 1)$ 구간값 퍼지집합의 소속값인 구간뿐 만 아니라 구간의 너비를 고려하는 방법을 사용하므로 구간값 퍼지집합을 사용할 때보다 더 엄밀한 신뢰도를 평가하는 것이 가능해진다.

본 연구에서 제안한 방법은 시스템의 구성요소들의 신뢰도를 퍼지 구간으로 표현한 다양한 시스템의 신뢰도를 평가하는데 사용하는 것이 가능하다

References

[1] A. Kaufmann, and M. M. Gupla, *Fuzzy mathematical models in engineering and management science*, North-Holland, Amsterdam, 1988.

[2] L. Zadeh, *Fuzzy sets*, Information and Control, Vol. 8, pp. 338-353, 1965.

[3] I. Turksen, *Interval valued fuzzy sets based on normal forms*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 20, pp. 191-210, 1986.

[4] C-F. Fuh, R. Jea, and J-S. Su, *Fuzzy system reliability analysis base on level* $(\lambda, 1)$ *interval-valued fuzzy numbers*, Information Sciences, Vol. 272, pp. 185-197, 2014.

[5] D. Singer, *A fuzzy set approach to fault tree and reliability analysis*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 34, pp. 145-155, 1990.

[6] C-H. Cheng, and D-L. Mon, *Fuzzy system reliability analysis by interval of confidence*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 56, pp. 29-35, 1993.

[7] S. M. Chen, *Fuzzy system reliability analysis using fuzzy number arithmetic operations*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 64, pp. 31-38, 1994.

[8] S. M. Chen, *Analysis fuzzy system reliability using vague set theory*, Int'l Jl. of Applied Science and Engineering, Vol. 1, pp. 82-88, 2003.

[9] A. Kumar, S. P. Yadav, and S. Kumar, *Fuzzy reliability of a marine power plant using interval valued vague sets*, Int'l Jl. of Applied Science Engineering, Vol. 4, No. 1, pp. 71-82, 2006.

[10] J-H Chen, and S-M Chen, *A new method to measure the similarity between interval valued fuzzy numbers*, Proceedings of the sixth international conference on machine learning and cybernetics, HongKong, pp. 1403-1408, 2007.

[11] S-H Wei, and S-M Chen, *A new similarity measure between interval valued trapzoidal fuzzy numbers based on geometric distance and the center of gravity points*, Proceedings of the sixth international conference on machine learning and cybernetics, HongKong, pp. 1412-1417, 2007.

[12] S. Y. Cho, *Reliability analysis of fuzzy systems with weighted components using interval valued vague sets*, Jl. of KKITS, Vol. 3, No. 2, pp. 31-40, 2008.

[13] S-J Chen, *Measure of similarity between interval valued fuzzy numbers for fuzzy*

recommendation process based on quadratic mean operator, Expert systems with applications, Vol. 38, pp. 2386-2394, 2011.

[14] C. F. Fuh, R. Jea, and J. S. Su, *Fuzzy system reliability analysis based on level (λ,1) interval-valued fuzzy numbers*, Information Sciences, Vol. 272, pp. 185-197, 2014.

[15] Komal, D. Chang, and S-Y. Lee, *Fuzzy reliability analusys of dual-fuel team turbin propolsion system in LNG carriers considering data uncertainty*, Journal of natural gas science and engineering, Vol. 23, pp. 148-164, 2015.

[16] P. Kumar, and S. B. Sigh, *Fuzzy system reliability using generalized trapzoidal intuitiionistic fuzzy number with some arithmetic operations*, Nonliear studies, Vol. 24, No. 1, pp. 139-157, 2017.

[17] M. K. Sharma, Fuzzy reliability anlaysis of a summer air conditioning system, Advaneces in fuzzy mathematics, Vol. 12, No. 2, pp. 319-332, 2017.

너비를 고려한 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지 집합을 이용한 시스템의 신뢰도 분석

조상엽
청운대학교 인터넷학과

요 약

퍼지시스템의 신뢰도를 평가하는데 사용하는 퍼지집합이론에는 다양한 형태의 퍼지집합들이 있다. 퍼지집합에서는 소속값 $\mu_A(x)$를 실수로 표현한다. $\mu_A(x) \in [0,1]$. 그러나 이 소속값이 불확실한 경우 실수로 표현하는 것이 어렵게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 제안된 방법이 구간값 퍼지 집합이다. 구간값 퍼지집합에서는 소속값을 구간 $[\mu_{A^L}(x),\ \mu_{A^U}(x)]$로 표현한다. $\mu_{A^L}(x)$는 최소 소속값이고 $\mu_{A^U}(x)$는 최대 소속값이다. $[\mu_{A^L}(x),\ \mu_{A^U}(x)] \subseteq [0,1]$. $0 \le \mu_{A^L}(x) \le \mu_{A^U}(x) \le 1$. 그러나 최소 소속값과 최대 소속값이 정해지면 그 값은 상수로 고정이 된다. 그러므로 소속값을 조정하는 것이 어려워진다. 이러한 문제를 극복한 방법이 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합이 제안되었다. 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합에서는 λ를 이용하여 최소 소속값의 크기를 조정하는 것이 가능하게 된다. 본 논문에서는 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합과 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합의 소속값인 구간의 너비를 이용하여 시스템의 신뢰도를 평가하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합과 수준 (λ, 1) 구간값 퍼지집합의 소속값인 구간의 너비를 이용하므로 기존의 방법보다 더 엄밀하게 시스템의 신뢰도를 평가하는 것이 가능하게 된다.

Sang Yeop Cho received the bachelor's degree in the Department of Computer Engineering from the Hannam University in 1986. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Chungang University in 1988 and 1993, respectively. He is currently a professor in the Department of Internet at Chungwoon University, Incheon, Korea. He has been invited the publicity chair and received outstanding leadership award in the international conference on computer convergence technology 2011. His current research interests include artificial intelligence, intelligent systems, fuzzy sets, neutrosophic sets. He is a life member of the KKITS.

E-mail address: sycho@chungwoon.ac.kr