

## 고객 만족 서비스를 위한 퍼지 추론 시스템 구조

권희철\*, 유정상\*\*

# Fuzzy Inference System Architecture for Customer Satisfaction Service

Heechul Kwon \*, Jungsang Yoo \*\*

### 요약

최근 대부분의 주차 관리 시스템들은 고객들에게 다양한 서비스를 제공하고 있지만, 그 서비스들의 대부분은 주차 공간의 확장 및 자동 주차 관제시스템 등 극히 제한적이다. 고객들에게 주차 관리 서비스의 질을 한 층 더 높이고 다양화하기 위해서는 고객이 그 시스템에 대해서 어느 정도 만족하는지를 고려하는 것은 필수적이라 할 수 있다. 같은 조건하에서도 고객들마다 만족도는 다를 뿐만 아니라 애매한 언어로 표현될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고객들이 어느 정도로 주차 관리 시스템에 대해서 만족하는지를 퍼지 변수로 정량화 하는 방법과 주차 관리시스템의 제반 문제점들에 대해서 효율적인 결정을 내릴 수 있는 퍼지 추론 시스템 구조를 제안한다. 이러한 구조 하에서 퍼지논리를 이용한 추론엔진은 퍼지 지식베이스의 규칙과 상황 데이터를 비교 하고, 중간 결과를 언어 통합하고, 역퍼지화 과정을 거쳐 최종 결과 값을 MATLAB 프로 그래를 이용하여 얻어낸다. 본 연구에서 제안한 퍼지 추론 시스템 구조는 사람의 감정과 같이 애매하게 표현될 수 있는 경우에 고객의 만족도를 효율적으로 분석할 수 있다. 이 구조는 주차장 고객만족도 뿐만 아니라 도메인이 다른 다양한 서비스 분야 등의 고객만족도를 분석하고 개선하기 위한 방법에도 효율적으로 활용할 수 있을 것이다.

### Abstract

Recently most parking control systems provide customers with various services, but most of the services are just the extension of parking spaces, automatic parking control system and so on. It is essential to use the satisfaction degree as the extent that customer are satisfied with parking control system to improve the quality of the system services and diversify the system services. The degree of satisfaction is different from customer to customer in same condition and can be represented as linguistic variables. In this paper, we present therefore a technique that quantify how much customer are satisfied with parking control system and fuzzy inference system architecture as a solution that can help us to make a efficient decision for these parking problems. In this architecture, inference engine using fuzzy logic compares context data with the rules in the fuzzy rule-based system, gets the sub-results, aggregates them and defuzzifies the aggregated result using MATLAB application programming to obtain crisp value. Fuzzy inference system architecture presented in this paper, can be used as a efficient method to analyze the satisfaction degree which is represented as fuzzy linguistic variables by human emotion. And it can be used to improve the satisfaction degree of not only parking system but also other service systems of various domains

▶ Keyword : 지능형 주차(Intelligent Parking), 고객만족 서비스(Customer Satisfaction Service), 퍼지 추론(Fuzzy Inference), 규칙기반(Rule based), 상황 정보(Context Information)

• 제1저자 : 권희철 교신저자 : 유정상

• 투고일 : 2009. 12. 22, 심사일 : 2009. 12. 27, 게재확정일 : 2010. 01. 26.

\* 경원대학교 산업정보시스템공학과 교수 \*\* 경원대학교 산업정보시스템공학과 교수

※이 연구는 2009년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

## I. 서론

오늘날 고객들의 다양한 요구사항을 수용할 수 있는 고급화되고 지능화된 서비스를 제공하기 위해서는 정보기술을 접목한 첨단 관리기술이 필요하다. 이러한 기술 중에서도 획득한 정보를 능동적으로 인식하고 추론하여 그 결과를 서비스하는 지능형 추론 시스템을 현실적으로 활용하는 방법이 유용한 것으로 판단된다.

이전 연구에서는 주차장 내의 영상장비를 이용하여 영상정보를 획득하고 센서로부터 센서정보를 입력받아 지능적으로 주차 공간 및 주차장 조도에 대한 상황정보를 인식하는 구조를 갖는 규칙기반 지능형 주차 관리시스템 추론 구조를 제안하였다[1].

또한 가상적인 센서 및 영상시스템을 설정하여 주차관리 시나리오를 작성하고, 자바언어로 프로토타입 프로그램을 구현하여 실험 결과를 나타내었다. 또 다른 연구에서는 주차장으로 차량이 진입할 경우 빈 주차공간정보 제공과 함께 운전자가 주차지역으로 진입하여 주차를 완료할 때까지 느끼는 주차만족도를 고려한 혼합 추론 구조를 제안하였다. 다시 말해 주차 만족도를 측정할 수 있는 척도로서 주차장 입구부터 주차할 위치까지의 거리, 주차공간과 매장위치까지의 근접도, 주차공간의 위치, 주차공간의 조밀도 등을 적용할 수 있다. 그러나 주차 만족도를 평가하는 규칙이 존재하지 않기 때문에 사례기반 추론 구조 분석이 요구되는데, 또 이를 위한 혼합 추론 구조를 테스트하기 위해 주차만족도를 나타내는 만족지수를 이용하였다[2].

그러나 사람들은 동일한 환경 하에서도 만족을 느끼는 정도가 다를 뿐만 아니라 애매한 사고 판단을 하는 일이 많다. 예를 들면 주차공간으로 진입한 운전자의 주차 만족도는 아주 좋다, 조금 좋은 편이다, 좋지 않다 등으로 다양하게 표현될 수 있기 때문이다. 이러한 맥락에서 고객들이 느끼는 주차 만족도 또한 다양하게 표현될 수 있는데, 이러한 정보들을 적절하게 전 처리하여 유용한 정보로 사용하여 필요한 때에 신속하고 정확히 제공한다면 더 수준 높은 지능화된 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 부분을 고려하여 분석할 수 있는 추론 방법에는 여러 가지가 있겠지만 여기서는 퍼지 추론을 효과적으로 적용하는 방법을 제안한다.

다시 말해 주차 관리에서의 고객 만족도 측정은 퍼지논리 제어기(FLC : Fuzzy Logic Controller)를 이용하고 주차할 위치까지의 거리, 매장위치까지의 근접도, 주차공간의 위치, 주차공간의 조밀도를 입력 변수로 하여 분석할 수 있다. 또 유사

한 주차관리 환경 하에서도 어떤 고객은 만족감을 표시하고 다른 어떤 고객은 불 만족감을 표시하듯이 고객 만족도는 고객이 주차관리 시스템에 대해서 느끼는 주관적인 감정이다. 그러므로 본 연구에서는 사람의 감정과 같이 애매하게 표현될 수 있는 주차만족도 문제에 대해서 퍼지 추론 시스템 구조를 제안하고자 한다.

고객만족도를 추론하기 위해서 제안한 네 가지 입력변수(주차할 위치까지의 거리, 매장위치까지의 근접도, 주차공간의 위치, 주차공간의 조밀도)는 퍼지 논리 제어기(FLC)의 입력값으로 주어지고 혼합추론 구조를 이용하여 출력값으로써 고객 만족도를 계산하지만 모든 경우의 규칙들을 세부적으로 작성해야 하는 어려움이 발생하기 때문에 복잡한 수식 및 규칙을 작성하는 것 대신에 퍼지 소속 함수(Membership Function)를 이용하여 단순화하는 방법을 채택하였다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장은 주차관리 시스템의 기존연구에 대해서 소개하고, 3장은 본 연구에서 제안하는 퍼지 추론 시스템 구조에 대해서 소개한다. 4장에서는 퍼지 추론 시스템에 대한 실험 및 출력 결과에 대해 논하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 후후 연구방향을 제시한다.

## II. 관련 연구

유와 권은 주차장 내에서 영상장비를 이용하여 영상 정보를 획득하고 센서로부터 센서 정보를 입력받아 지능적으로 인식하는 구조를 갖는 규칙기반 지능형 주차 관리시스템 추론 구조를 제안하고 있다[1]. 본 주차 관리 시스템 구조를 테스트하기 위해 가상적으로 센서 및 영상시스템을 설정하여 주차 관리 시나리오를 작성하고 자바언어로 프로토타입 프로그램을 구현하여 실험을 했다. 또한 권과 유는 주차장으로 차량이 진입할 때 단순히 빈 공간을 찾아줄 뿐만 아니라, 운전자의 주차 만족도를 고려하는 혼합추론 시스템을 제안하기도 하였다[2].

Ribeiro는 공간 감시와 결점 탐지 응용프로그램에 대해 퍼지논리의 적합성에 대해서 제안을 하였다. 퍼지 추론 시스템의 일반적인 구조를 제안하였고 두 개의 응용 프로그램을 이용해 제안 방법에 대한 타당성을 보였다[3].

Celik와 Bayir은 퍼지논리를 사용하여 내부 연소 엔진에서의 결점을 진단하였다. 이론적인 지식 및 전문가의 지식을 고려하여 지식베이스 시스템을 개발하였고 퍼지논리 분류기에 의해 입력되는 데이터를 분류하여 효율적인 추론 시스템을 제공 하였다[4].

Huang은 주차공간 탐지를 위해 3개의 층으로 구성된 패턴 관련 시맨틱 지식과 국부적 분류기를 통한 계층적 베이지안

탐지 프레임워크를 제안하였다(5). 또한 Shobhit 와 Syed 그리고 Ivan 등은 지능적으로 주차공간을 탐지하고 공간을 확보한 자동차를 기억하는 효율적인 시스템을 구축하였다(6)(7).

Yasunobu와 Matsubara는 강화된 학습을 통해 얻게 되는 퍼지 목표개념을 기반으로 주차장에서 일어날 수 있는 다양한 상황에 대해 효율적인 결정이 가능하도록 시뮬레이션을 적용해 보았다(8).

### III. 퍼지 추론 구조

일반적으로 정의된 집합에 대해서 규칙을 정의하고 추론을 하기 위해서는 세밀한 부분까지 구체적으로 규칙을 정의하여 결과를 도출하는 것이 필요하기 때문에 방대한 시간이 소요된다(9)(10). 규칙기반 주차관리 시스템이 사용하고 있는 발생 가능한 모든 상황에 대해 기술하는 기존 방식의 문제점을 극복하고, 보다 총괄적으로 파악할 수 있는 퍼지 추론 시스템 구조를 제안한다. 이 장은 3개의 하위 절로 나누어진다. 3.1절에서는 퍼지 논리의 일반적인 개념 및 고객만족도의 요인에 대한 소속 함수를 설명하고, 3.2절에서는 퍼지 추론 시스템의 일반적인 구조에 대해서 설명하고, 마지막으로 3.3절에서는 퍼지 추론 시스템에서 사용할 퍼지 IF~THEN 규칙에 대해서 설명한다.

#### 3.1 퍼지 논리

최근 지능을 갖추고 스스로 판단할 수 있는 능력을 지니는 시스템들이 늘어나고 있지만, 아직 이러한 시스템들은 처리할 수 있는 문제들이 단순하다. 인간이 생각하고 있는 문제들에 접근하고 해결하기 위해서는 애매하지 않은 표현 및 애매한 표현을 모두 처리할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 고객만족도를 설명할 수 있는 퍼지 입력변수로써 주차할 위치까지의 거리, 매장위치까지의 근접도, 주차공간의 위치, 주차공간의 조밀도를 사용하였고 퍼지 추론 논리 추론 방식에 의해 논리적으로 결과를 추론하였다.

퍼지논리 추론은 일반적으로 세 가지 과정으로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 입력변수와 출력변수에 대해 소속함수를 설정하는 것이고, 두 번째는 문제를 해결하기 위해 IF~THEN 퍼지 규칙 설정, 그리고 세 번째는 입력된 데이터를 퍼지 규칙에 따라 추론하는 과정이다. 퍼지논리에서 각 입력 및 출력 변수의 소속함수 값은 0과 1사이의 확신도(Degree of Uncertainty)를 나타내는 값으로 나타난다.

$$\mu_A : X \rightarrow \{0,1\} \dots\dots\dots (1)$$

인간의 애매한 언어개념을 수학적 식으로 표현함으로써 일관성과 타당성을 획득할 수 있다. 고객만족도를 설명하는 요인들, 즉 매장위치까지의 근접도(근접도), 주차공간의 조밀도(조밀도), 주차할 위치까지의 거리(주차거리), 주차공간의 위치(주차위치)의 속성에 대한 소속 함수가 그림 1에 나타나 있다. 예를 들어 근접도를 나타내는 변수의 속성 값으로는 '멀다', '보통', '가깝다'로 표현한다. 이러한 속성들의 소속 함수는 사다리꼴 형태(Trapezoid Shape), 삼각 형태(Triangular Shape), 가우시안 형태(Gaussian Shape) 등의 형태로 나타난다. 본 연구에서는 퍼지숫자를 간결하게 표시할 수 있고 산술 연산이 간단한 사다리꼴 형태 및 삼각형태의 소속 함수를 사용한다(11)(12)(13).

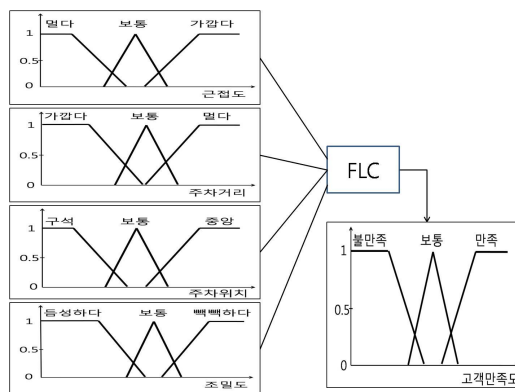


그림 1. 고객 만족도의 퍼지소속함수  
Fig.1. Fuzzy Membership Function of Customer Satisfaction

식(2)는 삼각 형태의 소속 함수를 나타내는 식이고 이에 대한 곡선은 그림 2와 같다. 식(2)에서 a, b, c는 그림 2에서의 a, b, c에 해당한다. 식(3)은 사다리꼴 형태의 소속 함수를 나타내는 식이고 이에 대한 곡선은 그림 3과 같다. 식(3)에서 a, b, c, d는 그림 3에서의 a, b, c, d에 해당한다. 이들 값에 대한 구체적인 기준과 규칙은 제 IV 절 실험에서 구체적으로 설명한다.

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

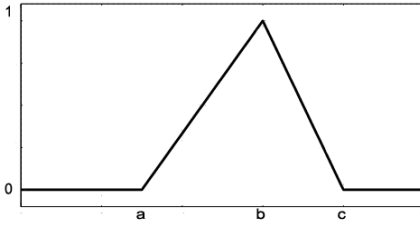


그림 2. 삼각형태 곡선  
Fig. 2. Triangular Curve

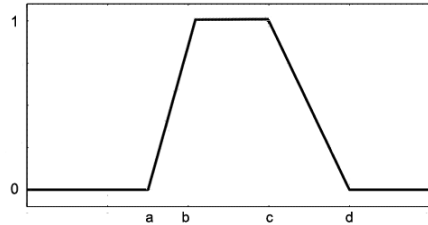


그림 3. 사다리꼴 형태 곡선  
Fig.3. Trapezoidal Curve

$$f(x;a,b,c,d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \dots (3)$$

### 3.2 퍼지 추론 시스템 구조

일반적으로 화면 모니터링, 감시 시스템 및 지능적으로 상황을 판단하기 위한 추론 시스템들은 입력 모듈, 추론 모듈, 설명 모듈, 그리고 출력 모듈을 포함한다. 본 연구에서 소개하는 퍼지 추론 시스템은 크게 데이터 획득 및 전처리 기능을 수행하는 입력모듈(상황제공자), 상황제공자로부터 전달받은 상황데이터와 지식 등을 이용하여 추론 기능을 수행하는 추론 모듈(추론 엔진), 추론 결과를 고객에게 전달하는 출력 모듈(서비스 관리자), 그리고 고객에게 추론 결과를 얻은 과정 및 원인 등을 설명 모듈로 나누어진다. 이러한 시스템에 대한 퍼지 추론 시스템 구조는 그림 4와 같다.

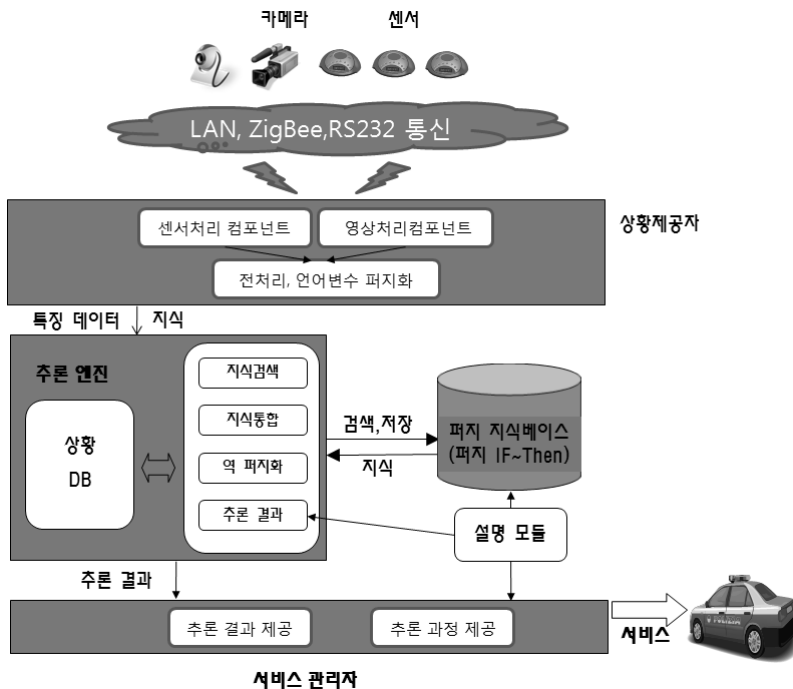


그림 4. 퍼지추론 시스템 구조  
Fig.4. Fuzzy Inference System Architecture

그림 4에서는 상황제공자는 영상장비 및 센서로부터 영상 및 상황 데이터들을 입력 받고, 이를 전처리 및 가공하여 퍼지 추론 엔진으로 전달한다. 퍼지 추론 엔진은 전달받은 상황 특징 데이터를 상황 DB에 저장하고 퍼지 지식 베이스에 있는 규칙과 퍼지 정합 알고리즘을 이용하여 결론을 도출한다. 여기서 퍼지 정합 알고리즘을 수행하여 결과를 추론하는 과정은 그림 1과 같은 구조를 갖는데 네 가지 요인들의 퍼지소속 정도를 통합하고 역 퍼지화하여 고객 만족도를 얻어낸다. 퍼지 지식 베이스는 몇 가지 형태로 구축이 될 수 있지만 본 연구에서는 퍼지 IF~Then 규칙으로 작성하였다. 데이터 획득 기능을 수행하는 상황제공자는 각 전문영역에 해당하는 적절한 정보를 얻기 위해 전문가 및 개발자와의 의사소통이 필요하다. 설명 모듈은 결론에 도달하는 이유와 방법을 설명하기 위해 추론 엔진 및 지식 베이스로부터 추론 과정을 도출한다 [15][16][17]. 설명모듈의 목적은 추론 결과에 대한 과정을 사용자들에 보여 줌으로써 결과에 대한 원인을 고객들이 확인할 수 있도록 하고 시스템에 대해 신뢰도를 높일 수 있도록 한다. 이러한 추론의 중간 과정들은 서비스모듈을 통해 사용자에게 전달된다. 서비스모듈은 외부세계의 고객들과 직접적으로 소통을 하는 모듈로서, 추론엔진의 추론 결과 및 추론 과정을 고객들에게 전달한다.

### 3.3 퍼지 추론 엔진

Zadeh는 애매함이 포함되어 있는 언어 변수의 개념을 소개하고 인간의 지식을 표현하기 위한 IF~Then 규칙들을 제안하였으며, 퍼지 IF~Then 규칙은 다음과 같이 표현될 수 있다 [10][14].

IF “퍼지 전처리부” Then “퍼지 결과부”

퍼지 전처리부와 퍼지 결과부는 원자 명제(Atomic Proposition), 합성명제(Composition Proposition) 두 가지 형태를 하고 있다. 원자 명제는 조건부와 결론부가 한 개의 명제로 구성된 것을 말하고, 합성명제는 조건부와 결론부가 명제들의 합으로 구성되어 있는 것을 말한다. 본 연구에서는 상황제공자로부터 받아들이는 상황 데이터들을 퍼지 지식베이스의 규칙과 정합과정을 수행하여 추론을 수행하게 된다.

고객 만족도를 IF~Then 규칙형태로 퍼지 지식베이스를 구축한 예는 그림 5와 같다. 사람들은 가려고 하는 ‘목적지가 주차장소와 근접하다’, ‘주차 장소까지 주차거리가 가깝다’, ‘주차위치가 구석 쪽에 있다’, 그리고 ‘주차장소의 차량이 많아 조밀도가 높다’라는 애매한 표현들의 종합적인 감정이 만족감으로 나타날 수 있다. 매장을 이용하는 고객의 만족도가 높으려면 우선적으로 매장의 출입이 간편한 점을 고려하지 않을

수가 없다. 왜냐하면 매장의 입장 시에는 짐이 없거나 대체로 가벼운 개인 휴대용품만을 가지고 입장하지만 매장을 나올 때에는 매장을 이용하면서 구입한 물품들로 인해 자신의 승용차까지의 이동거리가 멀어질수록 고객입장에서는 불만족스러운 기분이 들 가능성이 높아진다. 따라서 우선적으로 고려해야 하는 점은 매장과 근접도가 가까움에 따라 고객의 만족도가 높아질 수 있다는 점이다. 또한 주차가 용이할수록 주차장 입구부터 주차 거리와 주차위치가 적절할수록 고객만족도가 만족으로 결론지을 수 있다.

반면에, 매장의 근접도가 가까웠더라도 고객만족도에 영향을 주는 다른 요소에서 불편함을 느꼈다면 크게 만족하지 못했다고 결론지을 수 있다. 또한 대체적인 요소에서 크게 불만족스럽지 않은 경우 고객만족도는 보통으로 결론 내릴 수 있다.

우선적으로, 매장의 근접도가 보통이거나 먼 경우 추론 규칙에 의해 고객 만족도가 떨어질 가능성이 크다. 또한 다른 요소들에서도 불만족스러운 경우 매장을 이용하는 고객의 만족도는 크게 떨어질 수밖에 없다. 이러한 규칙들을 IF~Then으로 일부만 표현하면 그림 5와 같다.

|   |
|---|
| Rule 1 : If (근접도가 가깝다) and (주차거리가 가깝다) and (주차위치가 보통) then (고객만족도는 만족)                |
| Rule 2 : If (근접도가 가깝다) and (주차거리가 가깝다) and (주차위치가 중앙) then (고객만족도는 만족)                |
| Rule 3 : If (근접도가 보통) and (주차거리가 가깝다) and (주차위치가 구석) and (조밀도가 보통) then (고객만족도는 보통)   |
| Rule 4 : If (근접도가 보통) and (주차거리가 가깝다) and (주차위치가 구석) and (조밀도가 뽁뽁하다) then (고객만족도는 보통) |
| Rule 5 : If (근접도가 보통) and (주차거리가 보통) and (주차위치가 보통) and (조밀도가 보통) then (고객만족도는 보통)    |
| Rule 6 : If (근접도가 멀다) and (주차거리가 보통) and (주차위치가 구석) and (조밀도가 보통) then (고객만족도는 불만족)   |
| Rule 7 : If (근접도가 멀다) and (주차거리가 보통) and (주차위치가 구석) and (조밀도가 뽁뽁하다) then (고객만족도는 불만족) |
| Rule 8 : If (근접도가 멀다) and (주차거리가 멀다) and (주차위치가 보통) and (조밀도가 보통) then (고객만족도는 불만족)   |

그림 5. 퍼지 지식베이스의 규칙들  
Fig.5. Rules of Fuzzy Rule Base

### IV. 실험

실험은 차량이 주차공간에 들어오면서부터 나갈 때 까지 주차공간에 대해서 느끼는 만족도를 구하기 위해서 요인별 소속정도를 결정하는 소속함수 설정, 추론을 수행하기 위한 IF~Then 규칙 설정, 그리고 마지막으로 입력된 데이터를 퍼지 규칙에 따라 추론하는 과정 즉 순방향과 역 퍼지화 과정으로 나누어 볼 수 있다. 실험은 퍼지 논리를 구현하기 위해서 MAYLAB 도구인 "퍼지논리 제어기(FLC)"가 사용되었다[18].

퍼지 논리 제어기는 퍼지 추론시스템(Fuzzy Inference System) 편집기, 규칙 편집기(Rule Editor), 소속 함수 편집기(Membership Function Editor), 규칙 뷰어(Rule Viewer), 그리고 3차원 뷰어의 5개의 화면으로 구성된다. 그림 6은 퍼지 추론을 수행하기 위한 메인 화면으로 퍼지 추론시스템 편집기를 나타낸다. 근접도, 주차거리, 주차위치, 조밀도가 입력 값으로 주어지고 고객만족도가 출력 값으로 주어진다.

그림 7은 고객만족도를 설명하는 요인별 소속함수 편집기로 소속함수 곡선을 나타낸다. 고객만족도에 영향을 미치는 근접도, 주차거리, 주차위치 그리고 조밀도에 관한 소속함수 및 출력 소속함수를 정의하고 있다.

그림 7에서 나타나는 소속함수 곡선은 근접도에 대한 퍼지 소속 함수 곡선을 나타내는 화면으로서 근접도에 대한 속성 중 '멀다'와 '가깝다'는 사다리꼴형태의 소속함수이고, '보통'은 삼각형태의 소속함수이다. '보통'에 대한 실험 변수값은 a=0.2, b=0.5, c=0.8로 설정을 하였고, '멀다'는 a=-0.1 b=0, c=0.1, d=0.4이며 '가깝다'는 a=0.6, b=0.8, c=1, d=2로 설정을 하였다.

본 논문에서 사용된 수식(3)과 그림 3에서의 a, b, c, d의 값은 주차관리 시스템에 따라 고정된 값으로 사용하는 것이라기 보다는 변경 가능하다.

고객만족도는 고객 만족도를 매장위치까지의 근접도(근접도), 주차공간의 조밀도(조밀도), 주차할 위치까지의 거리(주차거리), 주차공간의 위치(주차위치)의 퍼지변수를 사용한다. 이러한 퍼지변수들은 다양한 시스템에서 그 시스템에 맞는 값으로 설정(튜닝)이 되어야 할 것이다.

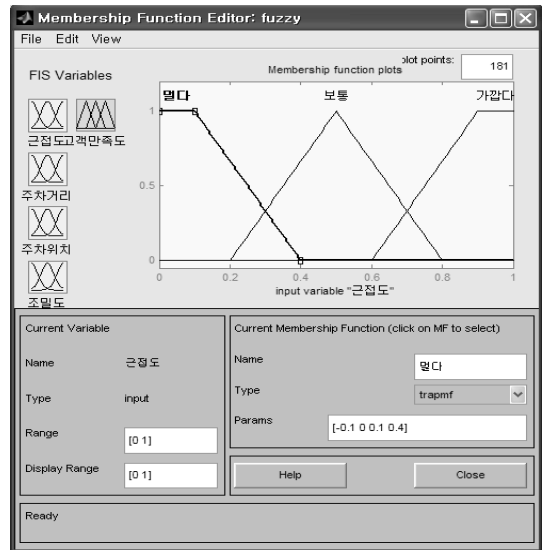


그림 7. 소속함수 곡선 편집기 화면  
Fig.7. Experimental Editor of Membership Function

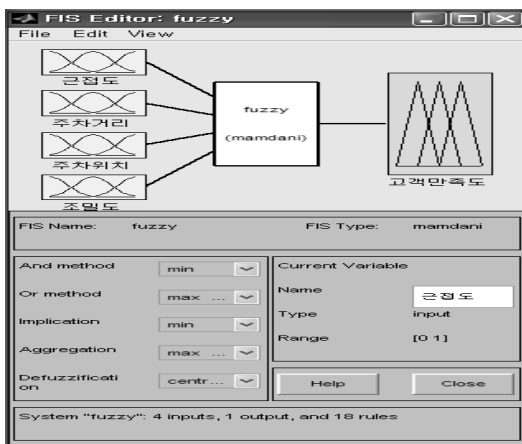


그림 6. 퍼지 추론 시스템 편집기  
Fig.6. Editor of Fuzzy Inference system

1. If (근접도는 가깝다) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 보통) then (고객만족도는 만족) (1)
2. If (근접도는 가깝다) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 중간) then (고객만족도는 만족) (1)
3. If (근접도는 보통) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 보통) (1)
4. If (근접도는 보통) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 보통) (1)
5. If (근접도는 보통) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 보통) (1)
6. If (근접도는 보통) and (주차거리는 가깝다) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 보통) (1)
7. If (근접도는 보통) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 보통) (1)
8. If (근접도는 보통) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 보통) (1)
9. If (근접도는 보통) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 보통) (1)
10. If (근접도는 보통) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 보통) (1)
11. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 불만족) (1)
12. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 불만족) (1)
13. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 불만족) (1)
14. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 보통) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 불만족) (1)
15. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 멀다) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 불만족) (1)
16. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 멀다) and (주차위치는 보통) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 불만족) (1)
17. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 멀다) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 보통) then (고객만족도는 불만족) (1)
18. If (근접도는 멀다) and (주차거리는 멀다) and (주차위치는 구석) and (조밀도는 행복하다) then (고객만족도는 불만족) (1)

그림 8. 고객만족도 추론 규칙  
Fig.8. Inference Rule of Customer Satisfaction

그림 8은 고객만족도를 출력하기 위한 퍼지 IF~Then규칙 이고, 이 규칙은 그림 5에 작성되어 있는 일부 규칙을 좀 더 구체적으로 나타낸 화면이다. 본 실험에서는 총 18개의 규칙을 만들었으며, 만족에 대한 규칙은 2개, 보통만족에 대한 규칙은 8개, 불만족에 대한 규칙은 8개로 하였다.

고객만족도를 설명하기 위한 것으로는 각 입력 요인별 소속 함수와 출력 소속 함수 및 규칙을 작성한 후 실험하였다. 각 규칙별로 실험 입력 데이터의 소속 정도를 And연산하여 출력 값의 소속 정도를 얻었고, 각 규칙별로 출력된 결과를 통합하고 역퍼지화 과정을 수행해 최종 결과 값을 그림 9와 같이 얻었다.

근접도의 값을 0.3(멀다), 주차거리의 값을 0.6(보통~멀다), 주차 위치의 값을 0.3(구석), 조밀도의 값을 0.6(보통~빽빽하다)으로 하면 그림 9와 같이 설정한 규칙에 맞게 곡선이 잘라진다(Clipping). 이렇게 잘라진 영역들을 통합(Aggregation)하고 역퍼지화 과정을 거치게 되면 0과 1사이의 0.375 출력 값으로 나타나서 고객만족도가 보통 이하인 수준인 불만족에 가깝다는 분석 결과를 얻는다. 따라서 고객 만족도를 높이는 방안을 강구 할 필요가 있다는 분석의 결론을 내릴 수 있겠다.

본 논문에서는 역퍼지화 과정으로 무게중심 방법(Center Of Area)사용하였다. 역퍼지화 방법으로는 COA(Center Of Area), MOM(Mean Of Maximum), COG(Center Of Gravity), MC(Max Criterion)방법 등 다양한 방법들이 있다. 그 중에서 COA를 사용한 이유는 항상 최고의 성능을 보장하지는 않지만 다른 방법에 비해서 안정적이고(입력 값에 따라 큰 변화가 없다) 성능이 우수하므로 이 방법을 사용하여 결과 값을 얻었다.

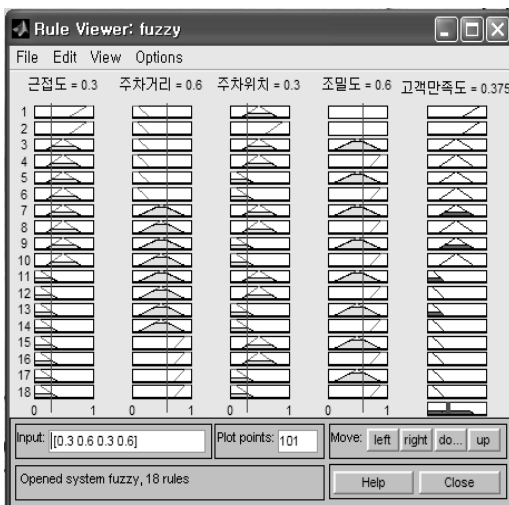


그림 9. 고객만족도를 추론하는 규칙 뷰어  
Fig.9. Rule Viewer of Inferencing the Result of Customer Satisfaction

타 연구와 비교 평가하기 위해서는 동일한 실험 조건하에 비교 평가가 이루어져야 하지만 본 논문에서 설명하고 있는 제안방법과 타 연구와는 상이하여 정량적으로 비교 평가하기에는 어려움이 있다.

그러나 기존의 대부분의 주차 관리 시스템들은 고객들에게 다양한 서비스를 제공하고 있지만, 그 서비스들의 대부분은 주차 공간의 확장 및 자동 주차 관계시스템 등 극히 제한적이다.

이에 비해 본 논문에서 제안된 방법은 고객들이 어느 정도로 주차 관리 시스템에 대해서 만족하는지를 퍼지 변수로 정량화 하여, 사람의 감정과 같이 애매하게 표현될 수 있는 고객만족도를 보다 효율적으로 분석하기 위한 퍼지 추론 시스템 구조 제안에 많은 초점을 두고 논문을 서술하였다. 도메인이 다른 다양한 서비스 분야의 고객만족도를 분석하고, 개선하기 위한 방법에도 효율적으로 활용할 수 있다.

## V. 결 론

오늘날 고객들의 다양한 요구사항을 수용할 수 있는 고급화되고 지능화된 서비스를 제공하기 위해서는 정보기술을 접목한 첨단 관리기술이 필요하다. 이러한 기술 중에서도 애매한 정보를 지능적으로 인식하고 추론하여 그 결과를 서비스하는 지능형 추론 시스템이 필요한데 이러한 곳에서 효율적으로 적용될 수 있는 이론적 기반이 퍼지 논리이다. 본 연구에서는 고객만족도에 대한 올바른 판단을 하기 위해 퍼지 추론 시스템을 제안하였다.

고객 만족도는 고객이 주차관리 시스템에서 제공하는 서비스에 대해서 느끼는 주관적인 감정으로 유사한 주차관리 환경하에서도 어떤 고객은 만족감을 표시하는 반면, 다른 어떤 고객은 불 만족감을 표시한다.

고객들에게 주차 관리 서비스의 질을 한 층 더 높이고 다양화하기 위해서는 고객이 그 시스템에 대해서 어느 정도 만족하는지를 고려하는 것은 필수적이라 할 수 있다. 이러한 고객 만족도를 매장위치까지의 근접도(근접도), 주차공간의 조밀도(조밀도), 주차할 위치까지의 거리(주차거리), 주차공간의 위치(주차위치) 총 4가지 퍼지 변수의 소속 정도를 사다리꼴 또는 삼각 형태로 나타내고 규칙을 만든 후 퍼지논리 추론방식으로 추론하여 고객만족도를 얻었다. 본 연구에서는 고객만족도를 '만족', '보통', '불만족'과 같이 애매하게 표현될 수 있는 언어적 표현에 효율적으로 적용할 수 있는 퍼지추론 시스템을 제안하였다. 또한 해당 시스템을 실험하기 위해 mat lab프로그램을 이용하여 실험을 하여 고객만족도 결과를 얻었다.

본 연구에서 제안한 고객 만족도에 대한 퍼지 추론 시스템 구조는 주차장 고객만족도 뿐만 아니라 사람의 감정과 같이 애매하게 표현될 수 있는 도메인이 다른 다양한 서비스 분야의 고객만족도를 분석하고, 개선하기 위한 방법에도 효율적으로 활용할 수 있을 것이다.

향후 행정서비스 분야에서 선진 민원 업무와 교통 서비스 분야에서 효과적인 신호체계 및 통제를 달성하는 추가적 연구의 수행이 가능하다고 본다.

### 참고문헌

- [1] 유정상, 권희철, "주차 관리시스템에서 지능형 추론 구조2009," 한국경영공학회지, 제 13권, 제 3호, 231-237쪽, 2008년 11월.
- [2] 권희철, 유정상, "만족도를 고려한 주차관리시스템에서 혼합 추론 구조," 한국경영공학회지, 제 4권, 제 1호, 169-177쪽, 2009년 3월.
- [3] R. A. Ribeiro, "Fuzzy Space Monitoring and Fault Detection Applications," Decision Systems, Vol. 15, No. 2-3, pp.267-286, 2006.
- [4] M. B. Celik, and R. Bayir, "Fault detection in internal combustion engines using fuzzy logic," Automobile Engineering, Vol. 221, pp. 579-587, 2007.
- [5] C.-C. Huang, S.-J. Wang, Y.-J. Chang, and T. Chen, "A Bayesian hierarchical detection framework for parking space detection," IEEE Int. Conf. ICASSP pp. 2097-2100, Apr. 2008.
- [6] Shobhit S., and Syed M. M., "An intelligent Architecture for Metropolitan Area Parking Control and Toll Collection," Intelligent Vehicles Symposium, Proceeding, IEEE, pp. 723-728, Jun. 2005.
- [7] Ivan G., Mairtin O., and Damien M., "Intelligent Car Parking Locator Service," International Journal Technologies and Knowledge, Vol 2. No. 2, 2008.
- [8] S. Yasunobu, and T. Matsubara, "Fuzzy Target Acquired by Reinforcement Learning for Parking Control," SICE Annual Conf. pp. 1303-1308, Aug. 2003.
- [9] Dan W. Patterson, "Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems" Prentice-Hall, 1990.
- [10] Dan W. Patterson, "Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems" Prentice-Hall, 1990.
- [11] H.-J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory-and Its Applications" Kluwer-Nijhoff Publishing, 1985.
- [12] George J. Klir, and Bo Yuan, "Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy System" World Scientific, 1996.
- [13] 이광형, 오길록, "퍼지이론 및 응용," 홍릉과학 출판사, 1991년.
- [14] 도용태, 김일곤, 김종완, 박창현, "인공지능 개념 및 응용," 사이텍 미디어사, 2001년.
- [15] Gu T., Pung H.K, and Zhang D.Q., "A middleware for building context-aware mobile services," Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference (VTC), Vol. 5, pp. 2656-2660, May 2004.
- [16] Roman M., Christopher H., Renato C., Anand R., Roy H. C., and Klara N. "Gaia : A Middleware Infrastructure to Enable Active Spaces," In IEEE Pervasive Computing. Vol. 10, No. 12, pp. 74-83, 2002.
- [17] Z.Q. Liu, and F. Yan, "Fuzzy Neural Network in Case-Based Diagnostic System," IEEE Trans. on Fuzzy Systems, Vol. 5, No. 2, pp. 209-222, May 1997.
- [18] The MathWorks, <http://www.mathworks.com>

### 저자 소개



#### 권희철

1979 : 한양대학교 공학사  
 1982 : 한양대학교 공학석사  
 1990 : 한양대학교 공학박사  
 1982-현재 : 경원대학교 산업정보시스템공학과 교수  
 관심분야 : DBMS, IT서비스, ERP 응용



#### 유정상

1982 : 한양대학교 공학사  
 1984 : 한양대학교 공학석사  
 1993 : 한양대학교 공학박사  
 1996-현재 : 경원대학교 산업정보시스템공학과 부교수  
 관심분야 : 인공지능, 시뮬레이션, 응용소프트웨어