

논문 2008-45C1-3-9

# 퍼지 로직을 이용한 지능형 경로 안내 시스템

## ( Intelligent Path Guide System using Fuzzy Logic )

최우경\*, 전홍태\*\*

( Woo-Kyung Choi and Hong-Tae Jeon )

### 요약

유비쿼터스 사회는 초고속 인터넷, 모바일, 디지털 컨버전스 단계를 거치면서 점차 가시화 되고 있다. 현재 일상적인 커뮤니케이션뿐만 아니라 경제 및 산업 분야로 다양하게 확산되고 있다. 특히 RFID와 내비게이션은 국내외적으로 이슈화되고 있으며 점점 발전하고 경제적·산업적으로 국가 경쟁력 향상에 도움을 줄 것으로 예상된다. 하지만 이러한 RFID와 내비게이션의 활용 범위를 살펴보면 가장 일반적인 경우에 치중되었다. 본 논문에서는 RFID와 내비게이션을 사용하여 개별화된 특성을 반영하고 그것을 사용하는 사용자들의 특성을 고려하여 변화하는 환경에 적응하기 쉬운 시스템을 제안하고자 한다. 그리고 특정 환경에서 어떠한 정보가 이에 활용될 수 있는지를 정의하고, 여러 가지 정보를 이용하여 지능형 경로 안내 시스템을 만들기 위해 퍼지 로직과 TSP를 적용한다.

### Abstract

The Ubiquitous Society is being attained gradually as it got through the step of super-high speed internet, mobile and digital convergence. Now, it is being variously spread to not only the little ordinaries of communication but also fields of economy and industry. Specially, RFID and Navigation are being issued at home and foreign. These are prospected to give assistances that it bring along the competitive power of nation. But inflection range of RFID and Navigation is localized in the most simplest. This paper proposes system to reflect the individual and special quality using RFID and Navigation and to fit easily changing environment. And we studied to use what kinds of information in the special environment. We used Fuzzy Logic and TSP for making the intelligent navigation system with more information.

**Keywords :** RFID, Intelligent navigation, Fuzzy Logic, Individual and special quality

### I. 서론

유비쿼터스, 자동화 사회가 되면서 적은 인원으로 사람이나 사물의 이동을 감시하고, 이동하는 방법에 있어서도 보다 빠르고 쉽게 하기 위한 여러 가지 시스템들이 개발되고 있다. 인공지능로봇, 홈 네트워크, RFID, 내비게이션 등이 그 분야들이라 할 수 있다. 인공지능로봇, 홈 네트워크는 이미 여러 분야로 활용되고 있는 반면에 RFID와 내비게이션은 가장 일반적인 본연의 분야에서 그 활용범위가 국한되어 있는 실정이다. RFID

는 물류나 자동차의 출입인식, 버스 카드처럼 간단한 데이터의 인식에 사용되고, 내비게이션은 자동차의 안내 시스템으로 경로를 탐색해주는 것으로만 국한되어 있다<sup>[1~3]</sup>. 전시장과 박물관 같은 장소는 관람로가 다양, 복잡하고 혼잡하여 관람하고자 하는 장소를 찾기란 쉬운 일이 아니다. 또한 관람자는 관람하기를 원하는 장소를 시간 내에 모두 관람하기를 원한다. 기존의 내비게이션과 비슷한 안내 시스템을 사용한다면 최단 경로에 대한 정보를 알 수 있지만 개인이 원하는 장소만을 선택해서 안내해 주는 시스템이 될 수는 없다.

본 논문에서는 RFID와 내비게이션 기능을 추가하여 넓고 독립된 공간이 많은 장소에서 사용할 수 있는 지능형 안내 시스템을 제안하고자 한다<sup>[4]</sup>. RFID를 이용한 사용자 개인의 정보와 데이터베이스(Database; DB)에 저장되어 있는 정보를 사용하여 개인의 특성에 맞는 경

\* 정회원, \*\* 평생회원, 중앙대학교 전자전기공학부  
(School of Electrical and Electronic Engineering  
Chung-Ang University)

※ 본 연구는 2007년 중앙대학교 학술연구비지원에 의해 수행되었습니다.

접수일자: 2008년4월26일, 수정완료일: 2008년5월6일

로 안내 시스템을 제안하고 특정 환경에서 어떤 정보가 활용될 수 있는지를 정의한다. 또한 이러한 여러 가지 정보를 이용하여 지능형 안내 시스템을 만들기 위해 퍼지 로직과 TSP를 적용하는 방법을 제안한다<sup>[5~7]</sup>.

## II. 지능형 경로 안내 시스템 구성

본 지능형 경로 안내 시스템은 정보를 읽고 쓰기 위한 RFID 리더기, 정보를 저장하고 그 정보를 이용하여 출력을 계산하는 서버, 계산된 출력값을 사용자에게 제공하는 디스플레이 등 세부분으로 나눌 수 있다.

RFID 리더기는 각 관람 장소의 출입구에 장치되어 관람자들이 출입을 할 경우 RFID 카드의 정보를 읽는다. 그리고 필요한 정보를 서버로 보내고 필요에 따라서 RFID 카드의 정보를 수정한다. 또한 RFID는 정보를 수정, 저장하는 것뿐만 아니라 각 장소의 혼잡도(인원수)를 읽는 수단으로 쓰이게 된다. 이것은 RFID 리더기가 실시간으로 RFID 카드를 읽고 쓸 수 있는 기능을 가지기 때문에 가능하다. 사용된 RFID 리더기의 주파수는 125KHz이며 인식 거리는 60cm 이내인 제품을 사용하였다.

서버는 RFID 리더기를 이용해서 RFID 카드에 저장된 정보를 저장하게 된다. 그리고 사전에 조사된 각 장소에 대한 선호도와 한 장소에서 다른 장소로의 거리 등을 DB화 한다. 저장된 정보과 RFID 리더기를 통해 얻은 정보를 이용하여 사용자들이 원하는 경로를 퍼지 로직과 TSP를 이용하여 계산한다.

디스플레이는 서버에서 계산된 출력값을 지능형 안내 시스템을 사용하는 사람들에게 쉽고 편리하게 사용할 수 있도록 표현하는데 사용되어진다. 디스플레이의

콘텐츠는 추천경로를 나타내는 것뿐만 아니라 각 장소에 대한 정보를 안내해 줄 수 있는 콘텐츠, 전시장 내에서 사람을 찾아주는 콘텐츠 등 여러 가지가 있을 수 있다. 콘텐츠는 사용되어지는 장소의 환경이나 목적에 맞게 임의로 바꿀 수 있다.

## III. 알고리즘

### 1. 지능형 안내 시스템의 입력값

도로환경은 운전에서 많은 영향을 주기 때문에 자동차 내비게이션의 정보로써 꼭 필요하다. 이와 같이 RFID를 이용한 지능형 경로 안내 시스템도 경로를 선택하는데 몇 가지 정보가 필요하다. 그 정보들은 사용자의 선호도, 관람부스의 혼잡도, 사용자의 여유시간, 최소공간이용시간 등이라 할 수 있다<sup>[8]</sup>.

내비게이션 개념을 기반으로 하는 본 시스템은 최단 거리 경로를 위해서 각 장소의 거리를 저장한다. 한 장소에서 다른 장소를 경유하지 않고 가장 가까운 장소까지의 거리만을 측정하게 되면 TSP를 활용하는데 있어 오류가 발생한다. 그래서 거리가 길어지는 단점을 가지게 되었지만 시간이 절약되고 선호도면에서 향상된 시스템이 되었다. 각 장소의 거리 비율  $D_{pij}$ , 실제 거리  $D_{ij}$ , 각 장소의 거리 중 가장 긴 거리  $D_l$ 이라 하면 각 장소의 거리 비율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{pij} = D_{ij}/D_l \quad (i, j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

이동의 용이성에 따라 이동거리의 차이를 두어 보다 환경에 적합한 시스템을 구성하였다. 오르막일 경우 각 장소의 거리에 1.1배의 가중치를, 내리막일 경우 0.9배의 가중치를 부여한다. 그리고 통로가 좁을 경우 이동의 제약을 받기 때문에 1.1배의 가중치를 통로가 넓은 경우 0.9배의 가중치를 부여하였다. 환경에 대한 가중치를 적용한 거리  $D_{eij}$ , 오르막 및 내리막에 대한 가중치  $W_{rdij}$ , 통로의 넓고 좁음에 대한 가중치  $W_{lnij}$ 라 하면,

$$D_{eij} = D_{pij} \times W_{rdij} \times W_{lnij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

선호도란 전시장 각각의 장소에 대한 나이, 연령, 전공에 대한 선호 순위다. 개인마다 선호도가 다르므로 RFID 카드에 개인의 정보를 저장하고 RFID 리더기를 통해 읽어서 지능형 경로 안내 시스템에 사용하게 된다. 선호도를 결정하는 3가지 정보 중에서 전공분야에

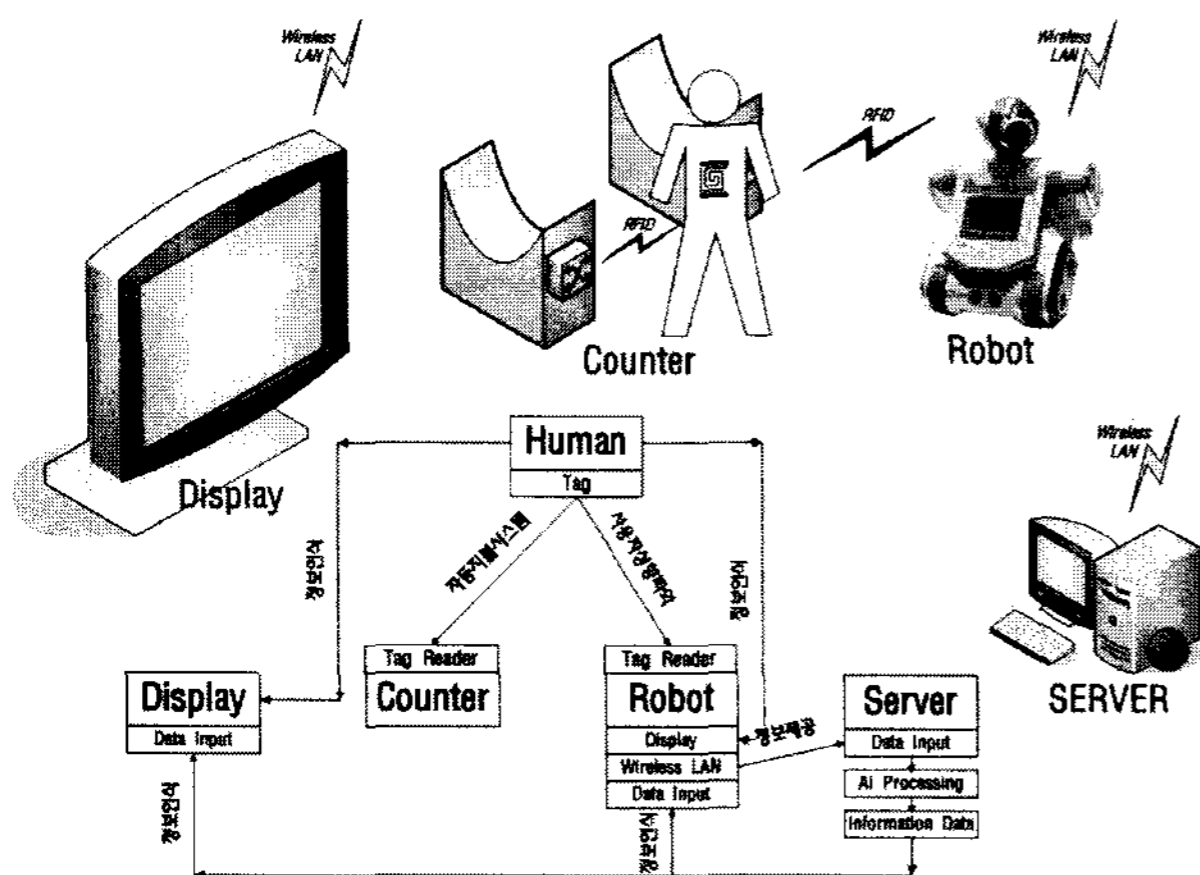


그림 1. 지능형 안내 시스템의 구성도  
Fig. 1. Intelligent navigation system.

대한 가중치를 가장 높게 정하였다. 나이는 4단계 그리고 전공분야는 비전공과 전공 등으로 2단계로 나누었다. 선호 나이에 따라 3, 4, 5, 6의 가중치, 선호 성별에 따라 3, 5의 가중치, 전공분야에 따라 1, 5의 가중치를 부여한다. 각 장소에 대한 선호도  $P_j$ , 나이 가중치  $O_j$ , 성별 가중치  $S_j$ , 전공분야 가중치  $M_j$ 라 하면 각 장소에 대한 선호도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_j = \left( \frac{O_j}{3} + \frac{S_j}{3} + \frac{M_j}{3} \right) / 10 \quad (j: \text{Next Place}) \tag{3}$$

혼잡도는 RFID 카드를 소지한 사용자들이 이동할 때마다 RFID 리더기를 이용하여 각 장소의 인원수로 측정하게 된다. 각 장소마다의 한계 인원수가 존재하고 임의로 정한 최대 허용 인원수로 그 곳의 관람 허용을 판단하게 된다. 혼잡도는 시스템을 사용하는 시기의 정보를 알려주는 것이므로 최초 3개의 장소 이동에서만 혼잡도가 적용된다. 각 장소에 대한 혼잡도  $C_j$ , 각 장소의 현재 인원수  $P_{pj}$ , 각 장소의 최대 수용 인원수  $P_{mj}$ 라 하면 혼잡도에 관한 식은 다음과 같다.

$$C_j = P_{pj} / P_{mj} \quad (j: \text{Next Place}) \tag{4}$$

여유시간은 사용자가 관람을 할 수 있는 총 시간을 말하며, 최소공간이용시간은 한 장소의 전시물을 모두 관람하였을 때 소비되는 최소의 시간을 의미한다.

본 논문에서의 시스템에 필요한 입력정보들을 표 1에 정리하였다.

표 1. 입력정보  
Table 1. Input information.

		환경요소(정보)
입력	RFID정보	이름, 나이, 성별, 전공, 여유시간, 인원수
	DB	거리, 최소공간이용시간, 연령, 성별, 전공에 관한 선호가중치
출력		추천경로(최단 거리 and 시간, 선호도에 따른 맞춤형, 이용시간에 따른 맞춤형, 공간혼잡을 회피)

2. 지능형 안내 시스템의 알고리즘 구성

그림 2는 지능형 경로 안내 시스템의 알고리즘 구성도이다. DB는 거리, 선호도, 혼잡도와 최소공간이용시간의 다양한 환경정보를 선입력을 통해 저장한다.

Decision 1은 RFID 리더기로 읽은 사용자 개인 정보와 인원수 그리고 DB의 환경정보를 입력으로 식1-4를

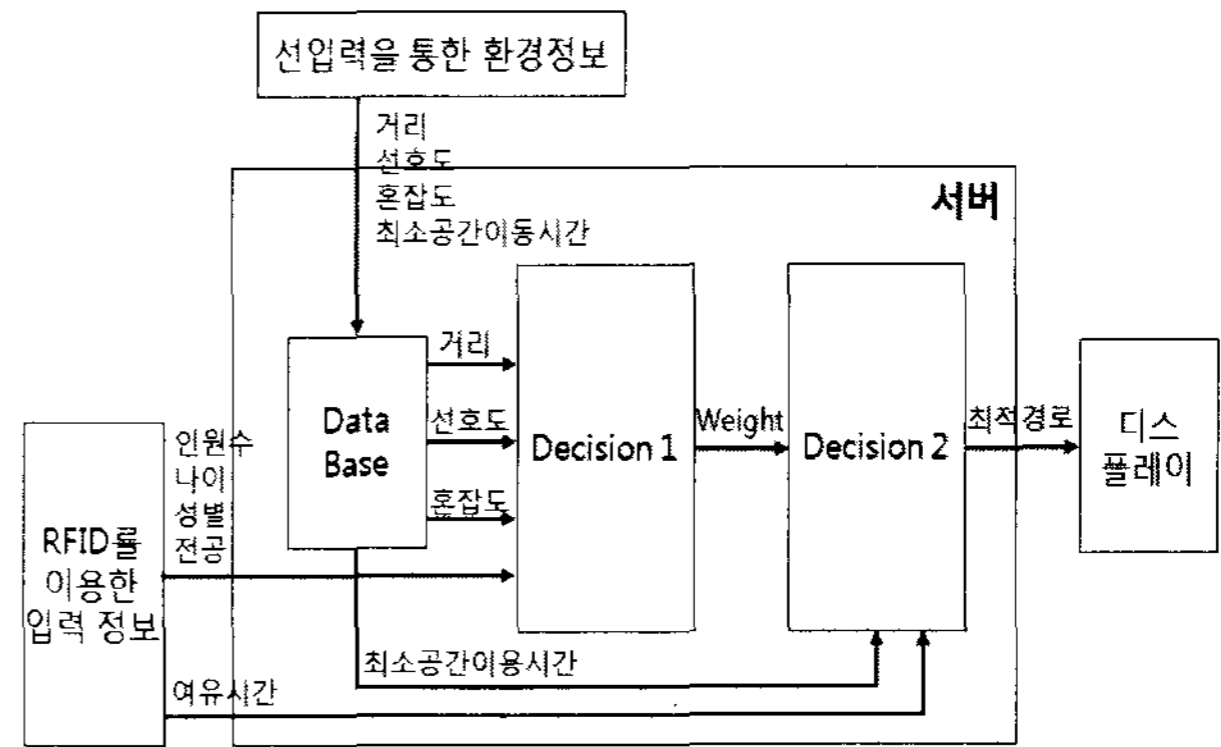


그림 2. 알고리즘 흐름도  
Fig. 2. Flowing map of algorithm.

통해 각 장소에 대한 거리, 선호도, 혼잡도에 대한 값을 구하고 퍼지 로직을 이용하여 가중치를 구한다.

Decision 2는 Decision 1의 출력값과 DB의 최소공간 이용시간, RFID 리더기로 읽은 개인 정보 중에서 여유 시간을 이용하여 TSP를 구동하게 된다<sup>[9~10]</sup>.

가. 각 장소의 가중치 판단 알고리즘

각 장소의 가중치 판단 알고리즘은 개개인 정보의 애매하고 불확실한 정보를 잘 처리할 수 있는 퍼지 로직 알고리즘을 사용한다. 그림 2에서 Decision 1부분이라 할 수 있다. Decision 1에서는 선호도, 거리, 혼잡도에 대한 각각의 멤버십 함수를 이용하여 TSP에 필요한 각 장소의 가중치를 구한다. 그림 3, 4는 혼잡도, 거리, 선호도와 각 장소의 가중치에 대한 멤버십 함수이다.

거리를 x, 선호도를 y, 혼잡도를 s, 각 장소의 가중치를 z라 하면, 다음과 같은 퍼지를 가진다.

If x is mf1 and y is mf3 and s is mf1 then z is mf1

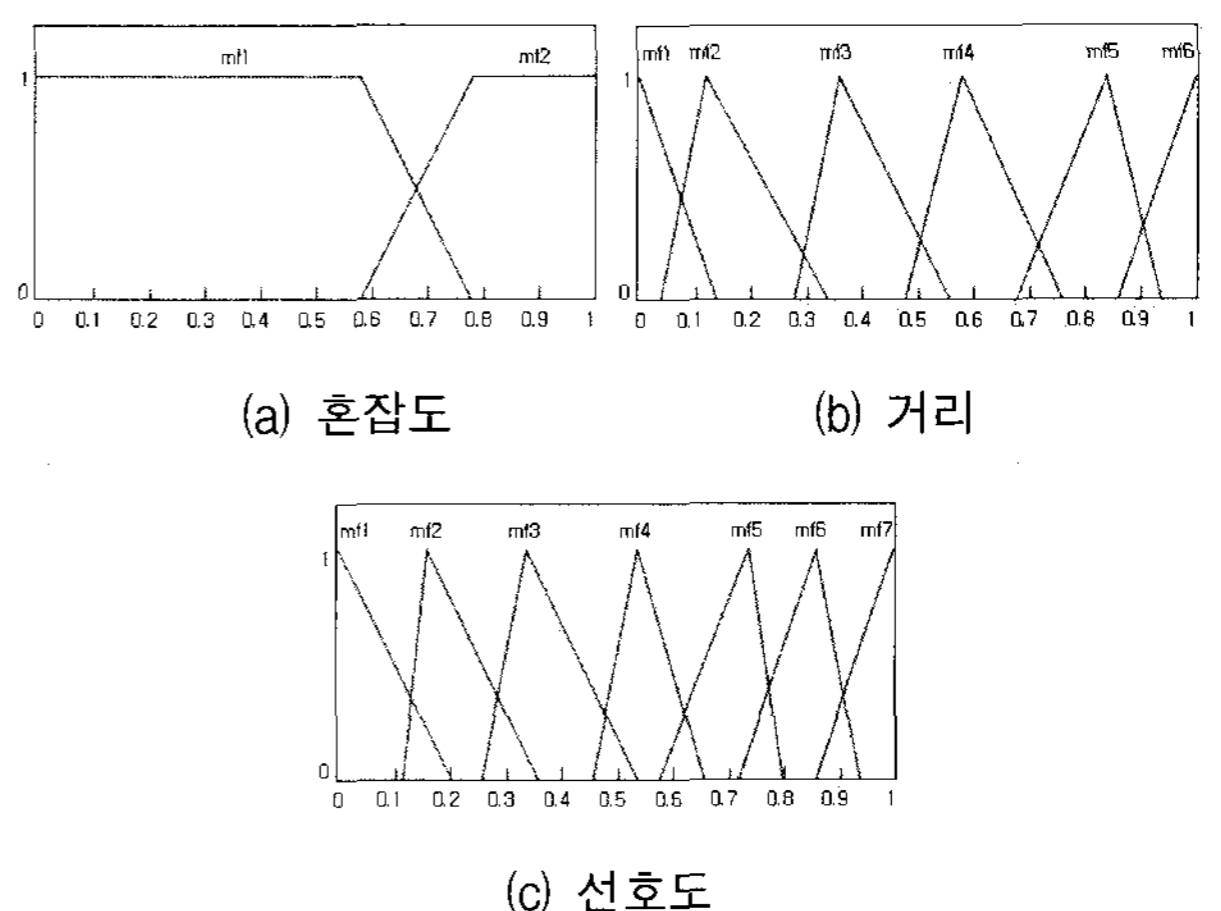


그림 3. 전건부의 멤버십 함수들  
Fig. 3. Membership functions of antecedent.

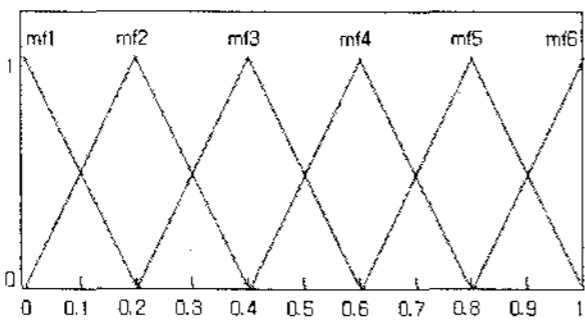


그림 4. 후건부 : 장소의 가중치 멤버십 함수  
Fig. 4. Consequent : membership function of location's weight.

표 2. 퍼지 규칙  
Table 2. Fuzzy rules.

Rule	전건부			후건부
	거리	선호도	혼잡도	가중치
1~42	mf1~mf6	mf1~mf7	mf2	mf6
43~45	mf1	mf1~mf3	mf1	mf1
46~48	mf1	mf4~mf6	mf1	mf2
49	mf1	mf7	mf1	mf3
50~51	mf2	mf1~mf2	mf1	mf1
52~54	mf2	mf3~mf5	mf1	mf2
55~56	mf2	mf6~mf7	mf1	mf3
57~58	mf3~mf4	mf1	mf1	mf1
59~64	mf3~mf4	mf2~mf4	mf1	mf2
65~70	mf3~mf4	mf5~mf7	mf1	mf3
71~73	mf5	mf1~mf3	mf1	mf2
74~76	mf5	mf4~mf6	mf1	mf3
77	mf5	mf7	mf1	mf4
78~79	mf6	mf1~mf2	mf1	mf2
80~82	mf6	mf3~mf5	mf1	mf3
83~84	mf6	mf6~mf7	mf1	mf4

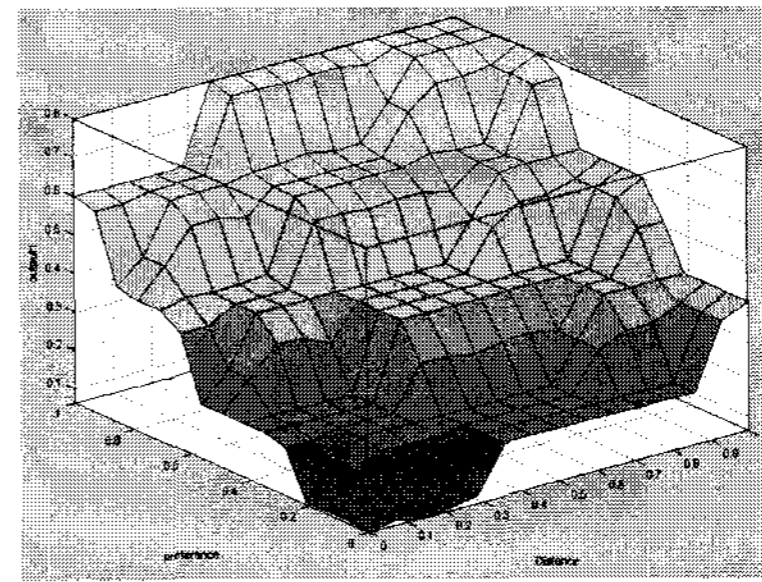
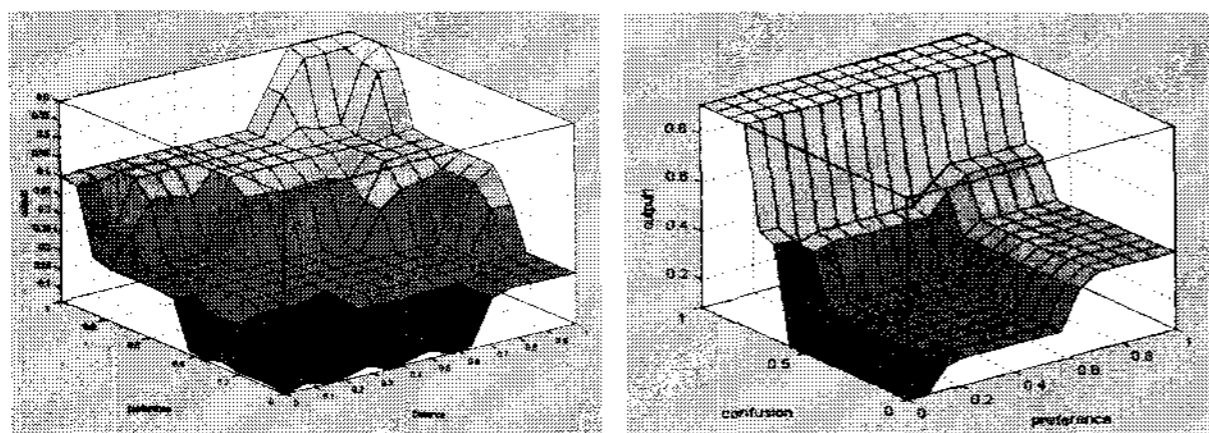


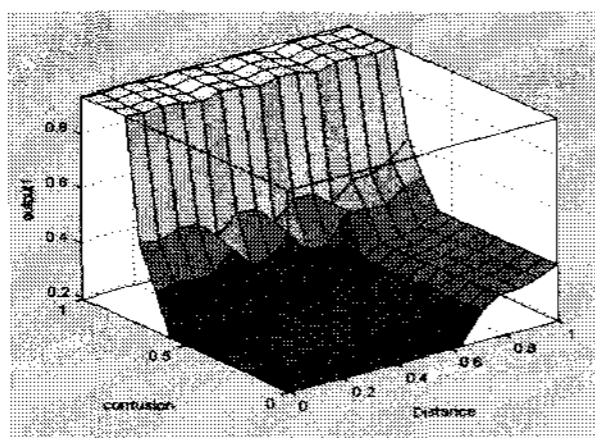
그림 6. 거리와 선호도에 따른 가중치 관계  
Fig. 6. Weight relation by distance and preference.

잡도가 75% 이상이 되면 가중치가 0.9 이상이 나오게 되므로 그 장소로의 이동을 불허하도록 정하였다. TSP 동작 시에 가중치가 0.9 이상이 되면 처음 3장소의 방문을 불허하도록 하였다. 그리고 처음 3장소의 선택이 이루어진 후에는 혼잡도를 제외한 거리와 선호도만으로 이루어진 퍼지 시스템을 사용하여 다시 가중치를 구하도록 하였다. 그림 5-(a)은 거리와 선호도에 따른 각 장소의 가중치 분포도를 나타낸 것이다.

혼잡도는 지능형 안내 시스템에서 최초 3장소에서만 사용된다. 그래서 혼잡도를 제외하고 거리와 선호도만을 이용하여 퍼지 시스템을 구성한다. 거리, 선호도와 장소에 대한 가중치 멤버십 함수는 동일하다. 그러나 퍼지규칙을 표 3과 같이 다르게 하여 혼잡도가 입력값으로 사용되지 않는 경우에서 분별력 있는 가중치를 구



(a) 거리와 선호도 (b) 혼잡도와 선호도



(c) 혼잡도와 거리

그림 5. 각 요소에 대한 가중치 관계  
Fig. 5. Weight relation about each factor.

본 논문에서는 84개의 퍼지규칙을 이용하여 각 장소에 대한 가중치를 구하였다. 퍼지화기 방식은 singleton 방식이며, 퍼지추론 방식은 Mandani의 Min\_Max법을 사용하였으며 비퍼지화기 방식은 무게중심법(Center of Gravity법)을 사용하였다<sup>[11]</sup>. 본 논문에 사용된 퍼지규칙은 표 2와 같다.

혼잡도가 거리와 선호도가 아무리 좋다하더라도 혼

표 3. 거리와 선호도를 이용한 퍼지규칙  
Table 3. Fuzzy rules using distance and preference.

Rule	전건부		후건부
	거리	선호도	가중치
1~2	mf1	mf1~mf2	mf1
3~4	mf1	mf3~mf4	mf2
5~6	mf1	mf5~mf6	mf3
7	mf1	mf7	mf4
8	mf2	mf1	mf1
9~10	mf2	mf2~mf3	mf2
11~12	mf2	mf4~mf5	mf3
13~14	mf2	mf6~mf7	mf4
15~16	mf3~mf4	mf1	mf2
17	mf3	mf2	mf2
18~19	mf3	mf3~mf4	mf3
20	mf4	mf2	mf2
21~22	mf4	mf3~mf4	mf3
23~24	mf3	mf5~mf6	mf4
25	mf3	mf7	mf5
26~27	mf4	mf5~mf6	mf4
28	mf4	mf7	mf5
29	mf5	mf1	mf2
30~31	mf5	mf2~mf3	mf3
32~33	mf5	mf4~mf5	mf4
34~35	mf5	mf6~mf7	mf5
36~37	mf6	mf1~mf2	mf3
38~39	mf6	mf3~mf4	mf4
40~41	mf6	mf5~mf6	mf5
42	mf6	mf7	mf5

한다. 그림 6은 혼잡도를 제외하고 거리와 선호도에 따른 가중치 분포도를 나타낸 것이다.

나. 최적경로 탐색 알고리즘

본 논문에서는 최적경로 탐색을 위해 TSP를 응용하였다<sup>[12~14]</sup>. 이 TSP는 퍼지 로직에 의해 만들어진 가중치를 이용하여 가장 짧은 경로를 선택하게 된다. 여타의 TSP는 정해진 장소에서 출발하여 다시 출발한 장소로 돌아오게 된다. 하지만 본 논문에서 사용된 TSP는 그렇지 않다. 지능형 경로 안내 시스템은 입구뿐만 아니라 전 장소에 설치되므로 어떤 장소에서 시스템을 이용할 수 있게 된다. 그리고 출발점과 도착점은 항상 같을 필요는 없다. 도착점은 입출구가 있는 곳이면 어느 장소든지 가능하다.

일반적인 TSP를 이용한 경로의 수는 계승의 법칙을 가진다. 네 장소를 경유해야한다면  $4!=4 \times 3 \times 2 \times 1=24$ 의 경우의 수가 발생하며, 아홉 장소를 경유해야 한다면  $9!=362880$ 의 경우의 수가 발생한다. 하지만 본 논문에서의 TSP를 이용하게 되면 경로의 수를 많이 줄일 수 있다. 아홉 곳의 장소를 경유하고 출입구는 네 곳이라 가정하자. 지능형 안내 시스템을 사용하는 장소가 출입구가 있는 장소이며, 마지막으로 경유하는 장소도 출입구가 있는 네 곳 중에서 처음 경유한 곳을 제외한 세 장소 중 한 장소가 될 것이다. 그렇게 되면 아홉 장소를 모두 경유할 때의 경우의 수는  $1 \times 3 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1=15120$ 개가 된다. 일반적인 TSP를 통해 계산된 경우의 수에 비하면 약 1/24배이다.

본 논문에서는 TSP를 사용함에 있어서 최초 세 번째까지의 방문 장소 허용을 혼잡도가 약 75% 이하로 가정한다. 이러한 혼잡도에 의한 방문의 허용과 불허용을 TSP에 적용하게 되면 그 경우의 수가 더 줄어들게 된다. 위와 같은 조건에 현재 혼잡도가 낮아서 최초 세 번째 장소로 선택 가능한 장소를 다섯 장소라고 하자. 이러한 가정 하에서 아홉 장소를 모두 경유할 때의 경우의 수는  $1 \times 3 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1=4320$ 개가 된다. 이것은 일반적인 TSP에 비해 약 1/84배이며 혼잡도를 가정하지 않은 TSP에 비해 약 1/3.5배이다.

IV. 모의실험

1. 모의실험 환경

지능형 안내 시스템의 모의실험을 위해 환경에 대한 정보를 표 4, 표 5, 표 6과 같이 정하였다.

표 4. 각 장소의 성, 나이, 전공별 선호

Table 4. Sex, age and major preference of each location.

	성	선호나이				전공
		1	2	3	4	
장소1	M	20	30	40	10	공학
장소2	M	20	30	10	40	공학
장소3	F	20	10	30	40	미술
장소4	M	30	20	40	10	음악
장소5	M	30	20	40	10	공학
장소6	F	20	30	40	10	문학
장소7	F	20	10	30	40	문학
장소8	F	20	30	40	10	미술
장소9	M	20	30	40	10	음악
장소10	F	30	40	20	10	미술

표 5. 두 장소 사이의 거리

Table 5. Distance between 2 locations.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	135	100	100	145	190	225	205	280	365
2	135	0	175	135	75	75	155	225	260	345
3	100	175	0	50	100	145	125	150	200	235
4	100	135	50	0	50	95	175	115	150	230
5	145	75	100	50	0	50	230	125	140	225
6	190	75	145	95	50	0	270	160	90	175
7	225	310	125	175	230	270	0	130	220	140
8	205	225	150	115	125	160	130	0	100	90
9	280	260	200	150	140	90	220	100	0	100
10	365	345	235	230	225	175	140	90	100	0

표 6. 두 장소 사이의 통로 정보

Table 6. Information of road between 2 locations.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	오뎅	내좁	오좁	오좁	내넓	오좁	내넓	내넓	오좁
2	내넓	0	내넓	내좁	오넓	오좁	오넓	오넓	오좁	오넓
3	오좁	오넓	0	내넓	내좁	내좁	오좁	내좁	내좁	내좁
4	내좁	오좁	오넓	0	오좁	오넓	내넓	오넓	내넓	내넓
5	내좁	내넓	오좁	내좁	0	내좁	오넓	내넓	오좁	오넓
6	오넓	내좁	오좁	내넓	오좁	0	오좁	오좁	내좁	내좁
7	내좁	내넓	내좁	오넓	내넓	내좁	0	내좁	오넓	내넓
8	오넓	내넓	오좁	내넓	오넓	내좁	오좁	0	오좁	오좁
9	오넓	내좁	오좁	오넓	내좁	오좁	내넓	내좁	0	오넓
10	내좁	내넓	오좁	오넓	내넓	내넓	오넓	내좁	내넓	0

2. 지능형 경로 안내 시스템의 모의실험

모의실험은 3명의 남, 여를 설정하여 지능형 경로 안내 시스템으로 모의실험을 하였다(표7)

모의실험 1, 2, 3 모두 혼잡도가 높은 장소는 경로의 처음 세 장소에서 제외되어짐을 볼 수 있다. 왼쪽 윗부

표 7. 모의실험의 사용자 정보

Table 7. Information about user of simulations.

	나이	성별	전공	여유 시간	사용 장소	제외 장소	비고
모의1	20	남	공학	4시간	9	2	
모의2	20	여	미술	3시간	3	2	
모의3	30	남	문학	3시간	1	2,4,6,8	2,10방문

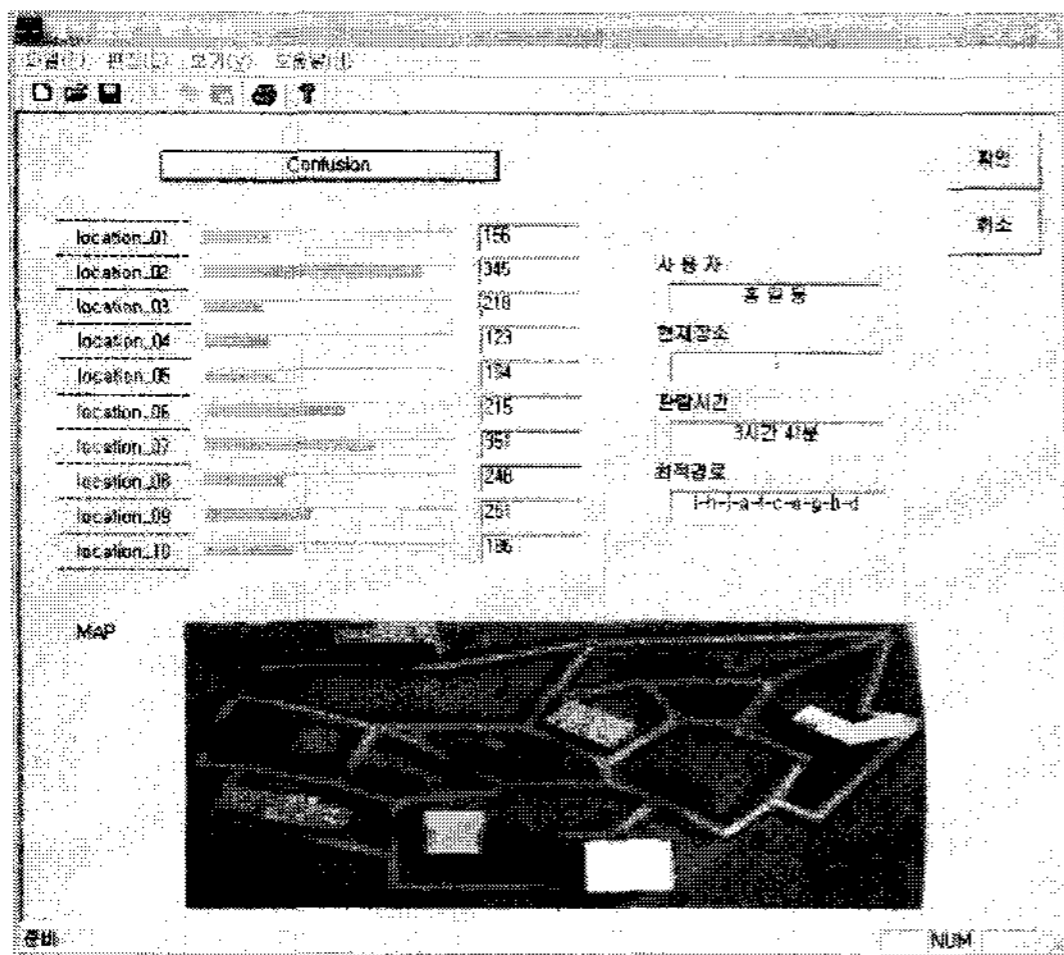


그림 7. 모의실험 1  
Fig. 7. Simulation 1.

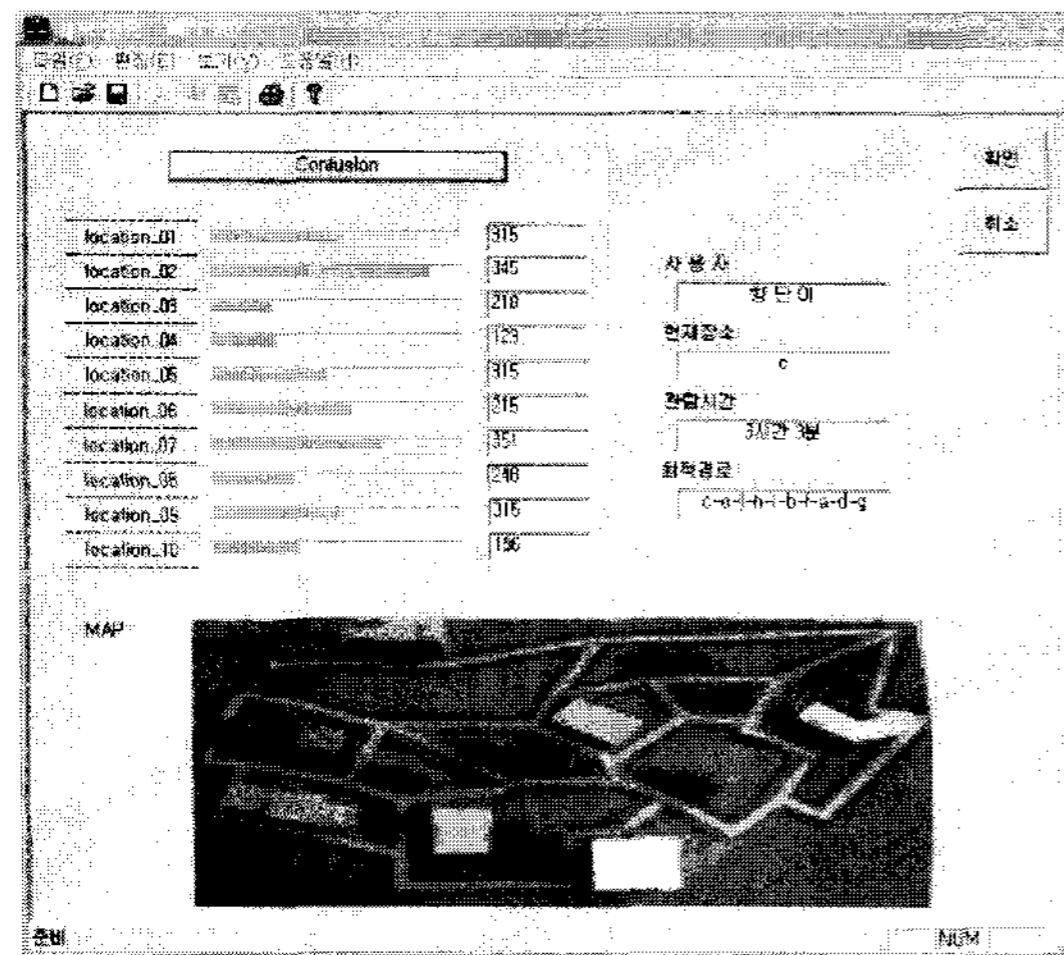


그림 8. 모의실험 1  
Fig. 8. Simulation 1.

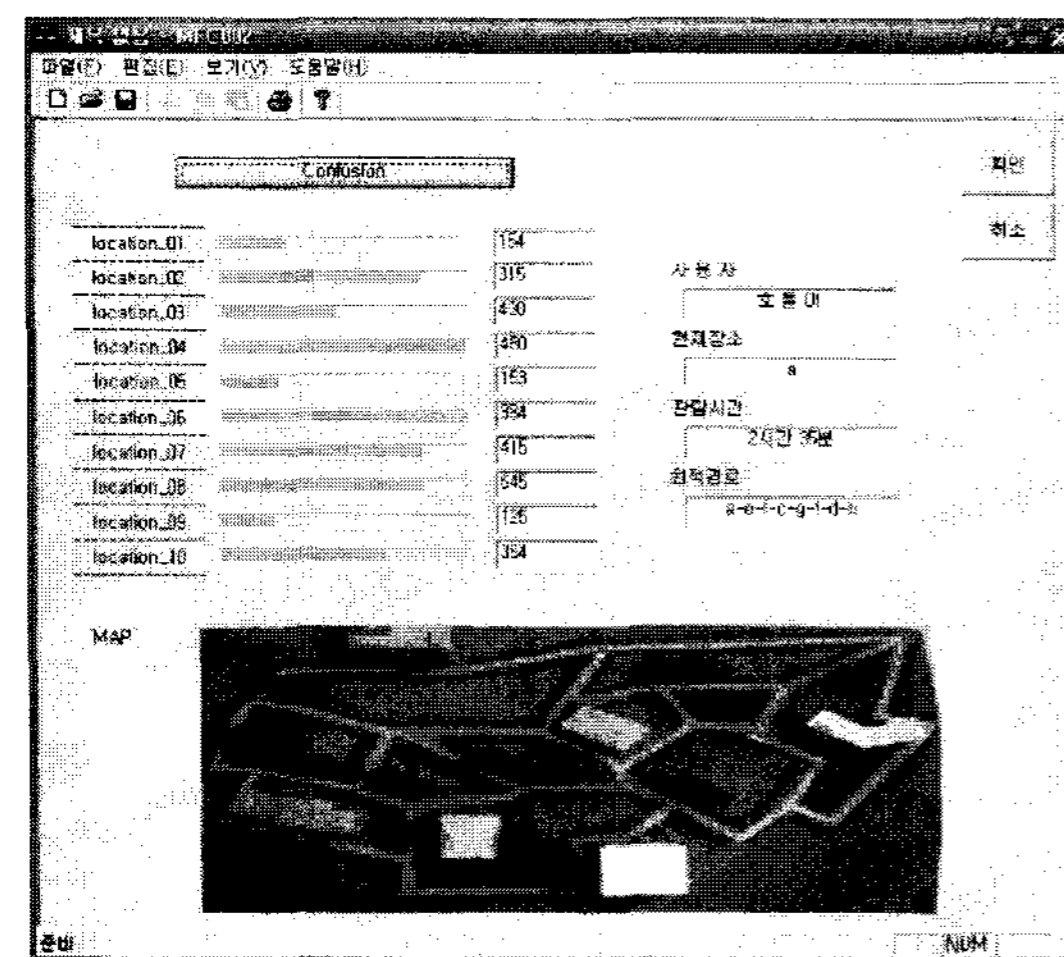


그림 9. 모의실험 1  
Fig. 9. Simulation 1.

분은 각 장소의 인원수와 혼잡도를 나타내고 있다. 각 장소마다 최대 수용인원이 다르기 때문에 인원수와 막

대그래프가 비례하지 않음을 알 수 있다. 오른쪽 윗부분은 사용자의 이름과 사용자의 현재 장소, 최적경로의 순서, 최적경로를 통한 모든 장소의 관람을 마쳤을 때의 시간을 나타내고 있다. 아래쪽은 관람 장소의 전체 지도를 보여주고 있다.

모의실험 2는 관람시간이 여유시간을 초과하였는데 그것은 +5%의 오차는 허용하도록 하였기 때문이다.

### V. 결 론

본 논문에서 퍼지 로직과 TSP를 응용한 알고리즘을 사용하여 지능형 경로 안내 시스템을 제안하였다. 사용자의 정보와 선호도, 장소의 환경정보 등을 퍼지 로직의 입력값으로 사용하였다. 그리하여 개인의 성향을 반영하지 않고 길 안내가 다양하지 못한 기존의 내비게이션보다는 사용자의 다양한 성향에 대처하고 다양한 형태의 길 안내를 함으로써 인간친화적인 지능형 안내 서비스에 한걸음 다가갈 수 있었다. 또한 가중치를 이용한 TSP 알고리즘을 이용하여 탐색 경로의 경우의 수를 줄임으로써 계산시간과 관람 시간을 단축할 수 있다.

차후의 연구는 사용자 성향에 가깝게 판단할 수 있도록 정보의 가중치 변화에 대한 연구가 필요하고 모바일 로봇에 RFID를 부착하고 알고리즘을 내장하여 단지 정보만을 알려주는 시스템이 아니라 직접 안내할 수 있는 지능형 안내 시스템 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] Dlaus Finkenzeller, "RFID Handbook : Radio~Frequency Identification Fundamentals and Applications." Wiley, New York, 2000.
- [2] T. Tsukiyama, "Navigation System for Mobile Robots Using RFID Tags," In Proceedings of the International Conference on Advanced Robotics(ICAR) 2003.
- [3] Mario Chiesa, Ryan Genz, Franziska Heubler, Kim Mingo, Chris Noessel, Natasha Sopeva, Dave Slocombe and Jason Tester, "RFID," March 04, 2002.
- [4] 이봉우, 최우경, 전홍태, "퍼지로직을 이용한 지능형 네비게이션 시스템," 전자공학회논문지, 제43권 CI편, 제4호, 67-72쪽, 2006년 7월
- [5] T. Tagaki and M. Sugeno, "Fuzzy identification of System and Its Applications to Modeling and Control," IEEE Trans. Syst. Man and Cybern., Vol. SMC-15, pp. 116-132, 1985.

- [6] Chin-Teng Lin and Ya-Ching Lu, "A neural fuzzy system with fuzzy supervised learning," IEEE Transactions, pp. 744-763, Oct. 1966.
- [7] H. Roubos and M. setnes "Compact and transparent fuzzy models and classifiers through iterarive complexity reduction," IEEE Trans. on Fuzzy System 9, 2001. pp.516-524.
- [8] Ali Asadin, Behzad Moshiri, Ali Khaki Sedigh and Caro Lucas, "Optimized Data Fusion in and Intelligent Integrated GPS/INS System Using Genetic Algorithm," Transactions on Engineering, Computing and Technology V5 APRIL 2005.
- [9] Rob E.C.M. van der Heijden, "Intelligent Transport System(ITS) and Driving Behaviour: Setting the AGENDA," IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics, 2004.
- [10] Kazuhiko Shinozawa, Tadasu Uchiyama and Katsunori Shimohara, "An Approach for Solving Dynamic TSPs using Neural networks," Machine Learning And Cybernetics, Vol. 4, pp. 2418-2420, 26-29 Aug. 2004.
- [11] M. Sugeno, M. Nishida, "Fuzzy control of model of model car," Fuzzy Sets Syst., Vol. 16, pp. 103-113, 1985.
- [12] Michael Junger, Stefan Thienel, and Gerard Reinelt, "Provably good solutions for the traveling salesman problem," Mathematical Methods of Operations Research, 40(2): pp.183-217, 1994.
- [13] K. Savla, F. Vullo, and E. Frazzoli. "On the stochastic traveling salesperson problem for Dubins' vehicle," In IEEE Conference on Decision and Control, Seville, Spain, December 2005.
- [14] C. E. Noon and J. C. Bean, "An efficient transformation of the generalized traveling salesman problem," Information Systems and Operational Research, 31(1), 1993.

---

 저 자 소 개
 

---



최 우 경(정회원)  
 2000년 전남대학교 공학사  
 2003년 중앙대학교 전자전기  
 공학부 석사 졸업.  
 2004년~현재 중앙대학교  
 전자전기공학부 박사과정.  
 <주관심분야: 지능제어, 모바일  
 로봇, 웨어러블 컴퓨팅>



전 홍 태(평생회원)  
 현 중앙대학교 교수  
 대한전자공학회 논문지  
 제 43권 CI편 제 4호 참조