

# RFID와 퍼지로직을 이용한 지능형 경로 탐색 및 안내에 관한 연구

## A Study on Intelligent Path Searching and Guide using RFID and Fuzzy Logic

최인찬, 하상형, 김성주, 전홍태

In-Chan Choe, Sang-Hyung Ha, Seong-Joo Kim and Hong-Tae Jeon

중앙대학교 전자전기공학부

### 요 약

최근 초고속 인터넷, 모바일, 디지털 컨버전스 단계를 거치면서 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회는 점차 가시화 되고 있다. 현재 일상적인 통신뿐만 아니라 경제 및 산업 분야로 다양하게 확산되고 있다. 특히 RFID와 네비게이션(Navigation) 시스템은 국내·외적으로 많은 분야에 사용되고 있으며 점점 발전하고 경제적·산업적으로 국가 경쟁력 향상에 도움을 줄 것이다. 하지만 이러한 RFID와 네비게이션의 활용 범위를 살펴보면 가장 일반적인 경우에 치중되어있다. 본 논문에서는 RFID와 네비게이션을 사용하여 개별화된 특성과 환경 상태 정보를 반영하고 그것을 사용하는 사용자들의 특성을 고려하여 변화하는 환경에 적응하기 쉬운 시스템을 제안하고 특정 환경에서 어떠한 정보가 이에 활용될 수 있는지를 정의한다. 또한 여러 가지 정보를 이용하여 지능형 경로 탐색 및 안내 시스템을 위해 퍼지 로직과 TSP 개념을 적용한다.

키워드 : RFID, 네비게이션, 퍼지로직, 사용자 특성, 경로 탐색

### Abstract

As it got through the step of super-high speed internet, mobile and digital convergence, the Ubiquitous Society is being attained gradually. Now, it is being variously spread not only the little ordinaries of communication but also fields of economy and industry. Specially, RFID and Navigation system are being used at home and foreign. These are prospected to give assistances that it brings 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 kind of information in the special environment. We used Fuzzy Logic and TSP for making the intelligence path searching and guiding system with more information.

Key Words : RFID, Navigation, Fuzzy Logic, Individual and special quality, Path Searching

### 1. 서 론

자동화, 정보화 그리고 유비쿼터스 사회가 되면서 적은 인원으로 사람이나 사물의 이동을 감지하고 보다 빠르고 쉽게 제어하기 위한 여러 가지 시스템들이 개발되어지고 있다. 인공지능로봇, 홈 네트워크, RFID, 네비게이션 등이 그 분야들이라 할 수 있을 것이다. 인공지능로봇, 홈 네트워크는 여러 분야로 활용되고 있는 반면에 RFID와 네비게이션은 가장 일반적인 활용에만 국한되어 있는 실정이다. RFID는 물류나 자동차의 이동인식, 버스태그처럼 간단한 데이터의 인식에 사용되고 있으며 네비게이션은 대부분 자동차의 안내시스템으로 목적지에 대한 경로를 탐색해주는 것으로만 국한되어 사용되고 있다[1][2]. 특히 네비게이션 시스템에서 최적 경로는 경로의 주변 환경과 사용자 성향 등의 특이사항을 전혀 고려하지 않고 단순한 경로의 최단 경로라 할 수 있다[3]. 그

래서 네비게이션이 안내하는 최단경로를 이용하여도 길이 막히거나 사고가 발생하였을 경우, 거리가 먼 다른 경로를 이용하는 것보다 더 많은 시간이 소요되는 경우가 있다. 그리고 대부분의 네비게이션은 개발사에서 개발된 맵 엔진에 의해 결정되므로 사용자의 특성들이 무시되고 있다. 그러나 현재 많은 기기가 인간 친화적으로 개인화되고 특성화 되어가는 추세를 볼 때 개인의 성향이나 특성을 추가하는 것이 반드시 필요하다[4]. 그래서 본 논문에서는 차량의 네비게이션과 사용자의 특성을 바탕으로 좀 더 적은 공간에서의 네비게이션을 구현하려 한다. 예를 들어 전시장, 박물관과 같은 장소는 길이 복잡하고 많은 사람들로 혼잡하다. 이러한 장소에서 관람하고자 하는 장소를 찾기로 쉬운 일이 아니다. 그리고 관람자는 관심 있고 원하는 장소를 혼잡하지 않은 곳부터 자신이 가진 시간 안에 모두 관람하기를 원한다. 그러나 기존의 네비게이션은 목적지가 설정되면 최단거리의 경로만을 안내해 줌으로 사용자가 원하는 장소 및 선호도, 경로 소통 여부 등의 사용자의 특성 및 환경 상황을 고려하지 않아 개

접수일자 : 2008년 4월 30일

완료일자 : 2008년 12월 25일

개인에 적합한 경로를 안내하는데 제한적이다.

본 논문에서는 RFID와 네비게이션의 기능을 이용하여 넓고 독립된 공간이 많은 장소에서 사용할 수 있고 사용자의 성향 및 선호도, 경로 환경을 고려한 지능형 경로 탐색 시스템을 제안하고자 한다. RFID는 각 공간의 출입구에 위치하여 사용자들의 출입을 체크하여 실시간으로 각 공간의 인원 현황을 파악한다. 그리고 RFID에 저장된 사용자 개인의 정보와 데이터 베이스(Database; DB)에 저장되어 있는 정보를 사용하여 사용자의 의견을 고려한 지능형 안내 시스템을 제안하고 특정 환경에서 어떠한 정보가 이에 활용될 수 있는지를 정의한다. 또한 이러한 여러 가지 정보를 이용하여 지능형 경로 탐색 시스템을 만들기 위한 소프트웨어 컴퓨팅을 적용하는 방법을 제안한다[5][6].

## 2. 시스템 구성

시스템은 그림 1과 같이 정보를 저장하고 읽기 위한 RFID 태그와 리더기, 정보를 DB화하고 그 정보를 이용하여 출력값을 계산하는 서버, 계산된 출력 값을 관람자들이 이용할 수 있게 만든 디스플레이 등 크게 세 부분으로 나눌 수 있다.

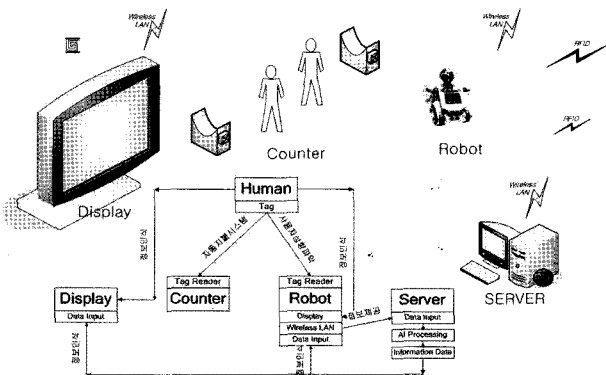


그림 1. 시스템 구성도 및 흐름도  
Fig. 1. Organization and flowing map of system.

RFID 태그는 관람자들의 이름, 나이, 선호 장소, 여유시간, 관람 장소와 비관람 장소를 저장하고 있으며, RFID 리더기는 각 관람 장소의 입구에 설치되어 관람자들이 출입을 할 경우, RFID 태그의 정보를 읽어서 필요한 정보를 서버로 보내고 필요에 따라서 그 정보를 수정한다. 또한 RFID는 정보를 수정, 저장하는 것뿐만이 아니라 각 장소의 혼잡도(인원수)를 읽는 목적으로 쓰이게 된다. 이것은 RFID 리더기가 실시간으로 RFID 태그를 읽고 쓸 수 있는 기능을 가지기 때문에 가능하다.

서버는 연결된 RFID 리더기를 이용해서 RFID 태그에 저장된 정보를 저장하게 되고 사전에 조사된 각 장소에 대한 선호도 및 중요도, 한 장소에서 다른 장소로의 거리 등을 DB화한다. 이런 몇 가지 정보들을 이용하여 관람자들이 원하는 최적의 경로를 계산하여 연결된 디스플레이에 결과를 출력하게 된다.

그림 2는 각 장소의 입구에 설치된 RFID 리더기와 디스플레이를 보여주고 있다. RFID 리더기는 각 장소의 출입문에 모두 부착되어야 하며, 디스플레이는 입구에서만 볼 수 있도록 제한하였다. 모든 장소에 디스플레이가 설치되면 보다 편리할 수 있지만 본 논문에서는 최적 경로를 도출해 내

는 것이 목표이기 때문에 계산을 쉽게 하기 위해 출발점으로 제한하였다.

디스플레이는 서버에서 계산된 출력값을 지능형 안내 시스템을 사용하는 사람들에게 쉽고 편리하게 사용할 수 있도록 표현하는데 사용되어진다. 디스플레이 콘텐츠는 추천경로를 나타내는 것뿐만 아니라 각 장소와 전시품에 대한 정보를 안내해 줄 수 있는 콘텐츠, 전시장 내에서 사람을 찾아주는 콘텐츠, 전시장 주변의 교통상황을 안내해주는 콘텐츠 등이 있다. 본 논문에서는 여러 콘텐츠 중에서 네비게이션 즉, 최적 경로 탐색 및 안내만을 목적으로 하고 있기 때문에 콘텐츠의 종류와 디자인은 언급하지 않는다. RFID를 이용하여 위치인식 및 장애물회피를 하는 지능형 이동식 로봇에 디스플레이를 장착하여 사용자를 안내하는 것이 최종 목표이다.

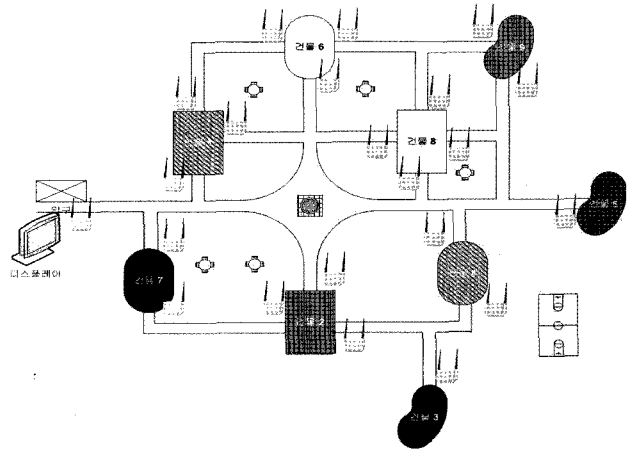


그림 2. 전시장에서의 지능형 안내 시스템.  
Fig. 2. Intelligent navigation system in exhibition hall.

## 3. 시스템에 사용된 환경 요소

도로환경은 운전에서 많은 영향을 미치기 때문에 자동차 네비게이션에서는 꼭 필요한 요소들이다. 이것과 같이 RFID를 이용한 지능형 경로 탐색 시스템에서도 필요한 요소들의 몇 가지 있어야 한다. 그 요소들이란 이동거리, 선호도, 혼잡도, 여유시간, 최소공간 이용시간 등이다[7].

본 시스템 역시 네비게이션의 개념을 가지고 있으므로 최단 거리를 위한 각 장소마다의 거리를 저장하고 있어야 한다. 그리고 한 장소에서 다른 모든 장소와의 거리를 모두 측정하여 저장하는 것을 기본으로 한다. 한 장소에서 다른 장소를 경유하지 않는 가장 가까운 장소까지의 거리만을 측정하여 저장하게 되면 다른 요소에 의해 오류가 발생하였다. 그래서 실제적인 거리가 조금 더 길어지는 단점을 가지게 되었지만 시간이 절약되고 선호도면에서 지능적인 시스템이 되었다. 각 장소의 거리 비율을  $D_p$ , 실제 거리를  $D$ , 각 장소의 거리중 가장 긴 거리를  $D_i$ 이라 하면 각 장소의 거리 비율은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_p = D/D_i \tag{1}$$

이동의 용이성에 따라 이동거리의 차이를 두어 보다 환경에 적합한 시스템을 구성하였다. 오르막일 경우 각 장소의 거리에 1.1배의 가중치를 내리막일 경우 각 장소의 거리에 0.9배의 가중치를 부여하였다. 그리고 통로가 좁을 경우 이동

의 제약이 받기 때문에 1.1배의 가중치를 통로가 넓은 경우 이동이 보다 용이해지므로 0.9배의 가중치를 부여하였다. 환경요소를 적용한 거리를  $D_e$ , 오르막 및 내리막을  $W_{rd}$ , 통로의 넓고 좁음을  $W_m$ 이라 하면 환경 요소를 적용한 거리에 관한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_e = D_p \times W_{rd} \times W_m \quad (2)$$

선호도란 각 관람자들이 전시장 각각의 공간에 대한 선호 순위를 정한 것이다. 이것은 각 관람자들이 전시장을 찾기 전이나 후에 저장하게 된다. 그 선호도를 판별하는 요소에는 나이, 성별, 전공분야 등이 있다. 개인마다 선호도가 다르기 때문에 RFID 태그를 이용하여 개인의 정보를 저장하고 RFID 리더기를 이용하여 그것을 읽고 지능형 안내 시스템에 사용하게 된다. 선호도를 결정하는 세 요소 중에서 전공분야에 대한 가중치를 가장 높게 정하였다. 나이는 4단계, 전공분야는 비전공과 전공으로 2단계로 나누었다. 선호 나이에 따라 7, 8, 9, 10의 가중치, 선호 성별에 따라 8, 10의 가중치, 전공분야는 6, 10의 가중치를 부여하였다. 선호도를  $P$ , 나이 가중치를  $O$ , 성별 가중치를  $S$ , 전공분야 가중치를  $M$ 라 하면 선호도를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P = \frac{O \times 0.25 + S \times 0.25 + M + 0.5}{10} \quad (3)$$

혼잡도는 RFID 태그를 사용하는 관람자들이 이동할 때마다 RFID 리더기를 이용하여 각 장소에서의 인원수를 체크하여 측정하게 된다. 각 장소마다의 한계 인원수가 존재 할 것이고 임의로 정한 최대 허용 인원수로 그곳의 관람 허용을 판별하게 된다. 혼잡도는 시스템을 사용하는 시기의 정보를 알려주는 것이므로 최초 3장소의 이동에서만 혼잡도가 적용된다. 혼잡도를  $C$ , 현재인원수를  $P_p$ , 최대 수용 인원수를  $P_m$ 이라 하면 혼잡도에 관한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = \frac{P_p}{P_m} \quad (4)$$

여유시간은 관람자가 관람을 할 수 있는 시간을 말하며, 최소공간이용시간은 한 장소의 전시품을 모두 관람하였을 때 소비되는 최소의 시간을 의미한다.

본 논문에서의 필요한 환경요소들을 표 1에 정리하였다.

표 1. 환경 요소.  
Table 1. The elements of environment.

		환경요소(정보)
입력	RFID 정보	이름, 나이, 성별, 여유시간, 선호도, 공간 혼잡도
	DB	거리, 최소공간이용시간, 연령, 성별 및 전공 선호도
출력		추천경로(최단 거리 및 시간, 선호도 맞춤형, 이용시간 맞춤형, 공간혼잡 회피)

## 4. 경로 선택 알고리즘

### 4.1 알고리즘 흐름도

그림 3은 알고리즘 흐름도를 나타낸 것이다. DB는 개인 정보

와 환경정보를 선입력을 통해 저장하고 있다. 선입력을 통한 개인 정보와 환경정보는 각각 선호도와 거리이다. RFID 리더기를 통해 관람자의 RFID 태그의 고유번호를 읽게 되며 그 정보가 DB로 입력되어 해당 고유번호로 저장된 정보를 찾게 된다. 즉, 관람자 개인의 선호도와 여유시간이 그 정보로써 Decision 1의 입력값으로 사용되어 진다.

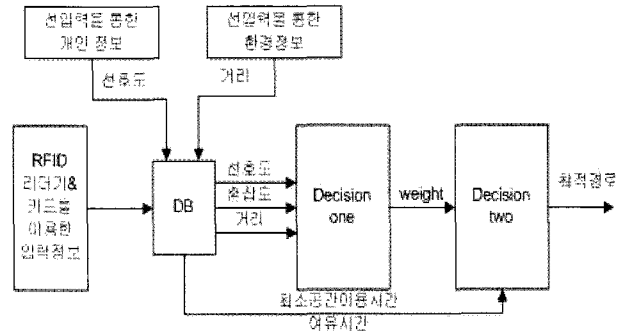


그림 3. 알고리즘 흐름도.  
Fig. 3. Flowchart of algorithm.

Decision 1에서는 선호도, 혼잡도, 거리를 이용하여 퍼지 로직을 이용하여 TSP를 구동하기 위한 각 공간 사이의 가중치(weight) 값을 구하게 된다[8].

Decision 2에서는 Decision 1에서의 출력값인 각 공간사이의 가중치 값을 이용하여 최적경로를 구하는 TSP를 구동하게 된다[9][10][11][12]. 이 알고리즘은 최소공간이용시간과 여유시간을 최적경로에 따라 계산을 하여 혼잡을 피하고 선호하는 장소만을 선택해주는 최적경로 알고리즘뿐만 아니라 더 나아가 관람자가 이용할 수 있는 시간에 맞추어 공간을 선택하는 알고리즘까지 추가된다. 본 논문의 알고리즘은 RFID 태그에서 나이와 성별을 입력받아 그 나이와 성별에 따른 데이터화된 선호도를 이용하여 Decision 1과 Decision 2의 과정을 거치게 된다.

### 4.2 가중치 판단 알고리즘

Decision 1은 그림 4와 같은 퍼지로직 알고리즘을 사용한다. 전건부는 선호도, 거리, 혼잡도이고 후건부는 가중치이다. 가중치는 Decision 2의 입력값을 사용된다.

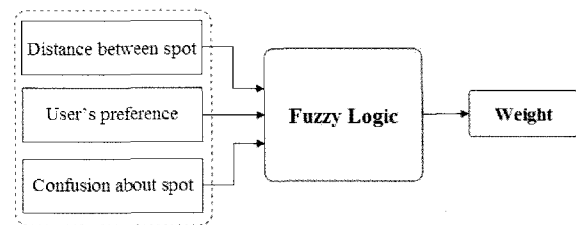


그림 4. 퍼지 시스템  
Fig. 4. Fuzzy system

퍼지화기 방식은 싱글톤(singleton) 방식이며, 퍼지추론 방식은 Mandani의 Min\_Max법, 규칙 형식은 "If~, then~", 그리고 비퍼지화기 방식은 무게 중심법(Center of Gravity)법을 사용하였다[13].

선호도는 {Very Low, Low, Little Low, Middle, Little High, High, Very High} 7가지의 언어 변수를 가지고, 거리

는 {Very Near, Near, Little Near, Little Far, Far, Very Far} 6가지의 언어 변수를, 그리고 혼잡도는 {Low, High} 2가지의 언어 변수를 가진다. 그리고 가중치는 {Very Low, Low, Little Low, Little High, High, Very High} 6가지의 언어 변수를 가진다. 그림 5의 (a)부터 (c)는 가중치에 대한 전건부의 멤버십 함수이고 그림 5의 (d)는 후건부의 멤버십 함수이다.

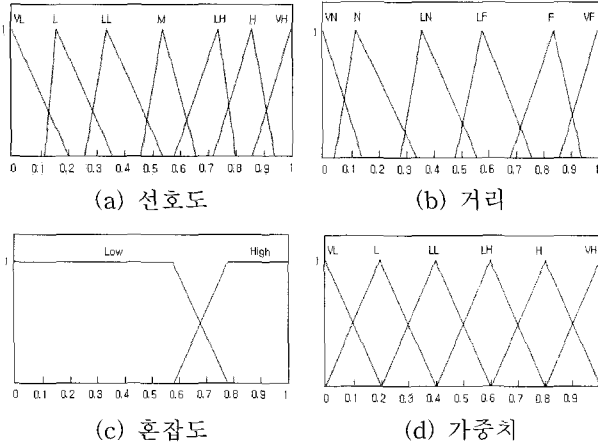


그림 5. 전건부와 후건부의 멤버십 함수  
Fig. 5. Membership function of antecedent and consequent

그림 6은 입력과 출력의 관계를 그래프로 나타낸 그림이다. 그림을 보면 알 수 있듯이 각 장소의 가중치는 거리보다 선호도에 영향을 더 많이 받으므로 선호도를 중심으로 퍼지 규칙을 정하였다.

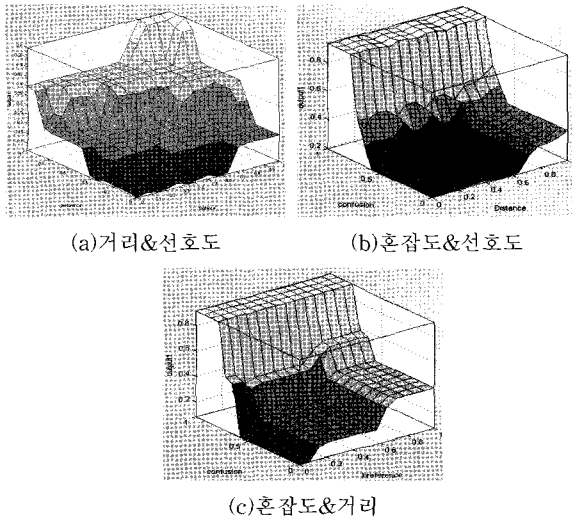


그림 6. 각 요소간의 관계도  
Fig. 6. Relation between factors

본 논문에 사용된 퍼지규칙은 표 2와 같다. 혼잡도가 'High'일 경우에는 그 장소로의 이동을 불허하는 방향으로 퍼지규칙을 정하였다. 거리와 선호도가 아무리 좋다하더라도 혼잡도가 75% 이상이 되면 가중치가 0.9이상 나오게 된다. TSP 동작 시에 가중치가 0.9이상이면 처음 세장소의 방문을 불허하도록 하였다. 그리고 처음 세장소의

선택이 이루어진 후에는 혼잡도를 제외한 거리와 선호도만으로 이루어진 퍼지 시스템을 사용하여 다시 가중치를 구하도록 하였다.

표 2. 퍼지 규칙.  
Table 2. Fuzzy rules.

Rule	전건부			후건부
	거리	선호도	혼잡도	가중치
1	Very Near	Very Low	Low	Very Low
2	Very Near	Low	Low	Very Low
3	Very Near	Little Low	Low	Very Low
4	Very Near	Middle	Low	Low
5	Very Near	Little High	Low	Low
6	Very Near	High	Low	Low
7	Very Near	Very High	Low	Little Low
8	Near	Very Low	Low	Very Low
9	Near	Low	Low	Very Low
10	Near	Little Low	Low	Low
11	Near	Middle	Low	Low
12	Near	Little High	Low	Low
13	Near	High	Low	Little Low
14	Near	Very High	Low	Little Low
15	Little Near	Very Low	Low	Very Low
16	Middle	Very Low	Low	Very Low
17	Little Near	Low	Low	Low
18	Little Near	Little Low	Low	Low
19	Little Near	Middle	Low	Low
20	Little Far	Low	Low	Low
21	Little Far	Little Low	Low	Low
22	Little Far	Middle	Low	Low
23	Little Near	Little High	Low	Little Low
24	Little Near	High	Low	Little Low
25	Little Near	Very High	Low	Little Low
26	Little Far	Little High	Low	Little Low
27	Little Far	High	Low	Little Low
28	Little Far	Very High	Low	Little Low
29	Far	Very Low	Low	Low
30	Far	Low	Low	Low
31	Far	Little Low	Low	Low
32	Far	Middle	Low	Little Low
33	Far	Little High	Low	Little Low
34	Far	High	mf1	Little Low
35	Far	Very High	Low	Little High
36	Very Far	Very Low	Low	Low
37	Very Far	Low	Low	Low
38	Very Far	Little Low	Low	Little Low
39	Very Far	Middle	Low	Little Low
40	Very Far	Little High	Low	Little Low
41	Very Far	High	Low	Little Low
42	Very Far	High	Low	Little High
43	Very Far	Very High	Low	Little High
44	none	none	High	Very High

4.3 TSP를 이용한 알고리즘

Decision 2에서는 Decision 1에서 계산되어진 각 공간 사

이의 가중치 값들을 이용하여 Traveling Salesman Problem(TSP) 알고리즘을 구동하게 된다. TSP는 간단하여 수학적으로 모델링하는 것은 쉽지만 공간이 많아지면 경우의 수가 기하급수적으로 증가하게 된다. 예를 들어 30개의 공간을 이동할 수 있는 경로는  $2.65 \times 10^{32}$ 의 경우가 존재한다. 그래서 본 논문의 TSP 알고리즘은 가중치 값이 가장 적은 경로를 선택하여 최적 경로를 구하게 된다[10][11][12]. 일반적인 TSP는 출발점과 도착점이 같아 처음 위치로 돌아가야 하지만 본 논문에서의 TSP 알고리즘은 출발점과 도착점이 항상 같을 필요는 없다. 도착점은 입출구가 있는 곳이면 어느 장소든지 가능하다. 그래서 본 논문의 TSP 알고리즘을 이용하면 경로의 수가 많이 줄어든다. 예를 들어 아홉 곳의 장소를 경유하고 출입구는 네 곳이라 가정한다. 시스템을 사용하는 장소가 출입구가 있는 장소이고 마지막으로 경유하는 장소도 출입구가 있는 네 곳 중에서 처음 경유한 곳을 제외한 세 장소 중 한 곳이다. 그렇게 되면 아홉 장소를 모두 경유할 때의 경우의 수는  $1 \times 3 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 15120$ 가 된다. 일반적인 TSP를 통해 계산된 경우의 수에 비하면 약 1/24배밖에 되지 않는다.

### 5. 모의실험

모의실험은 20대 남자로서 공학을 전공하는 사람으로 설정하였다. 여유시간은 4시간이며 현재 혼잡도는 장소2를 제외한 모든 장소의 혼잡도가 허용범위 안에 있다. 그리고 지능형 안내 시스템을 사용하는 장소는 9번 장소이다. 그림 7은 모의실험 디스플레이 화면이다. 각 공간의 인원현황이 실시간으로 업데이트 되어 표시되며, 총 관람시간, 최적경로, 현재장소, 이름 등이 표시된다.

그림 7을 보면 왼쪽 윗부분은 각 장소의 인원수와 혼잡도를 나타내고 있다. 각 장소마다 최대 수용인원이 다르기 때문에 인원수와 막대그래프가 비례하지 않음을 알 수 있다.

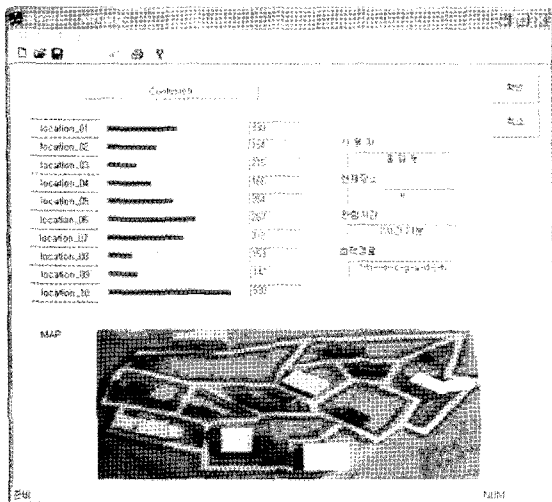


그림 7. 모의실험  
Fig. 7. A simulation display.

그림 8은 디스플레이의 한 부분으로 사용자, 현재장소, 관람시간, 최적경로 등을 표시한다. 사용자는 RFID 태그에 저장된 내용을 표시하며, 현재장소는 RFID 리더기가 RFID 태

그를 읽게 되는 장소를 나타낸다. 디스플레이 위치가 입구에만 존재하므로 현재장소는 입구만을 나타낸다. 그림 9는 디스플레이 장치와 RFID 리더기를 로봇에 장착한 것이다.

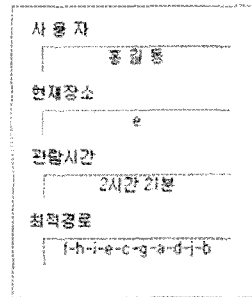


그림 8. 디스플레이  
Fig. 8. A part of Display

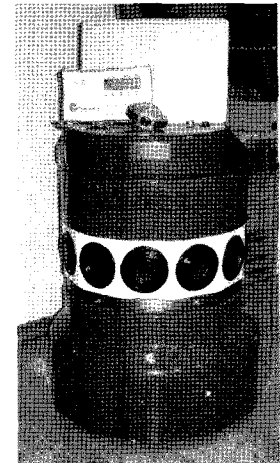


그림 9. RFID와 로봇  
Fig. 9. Robot established RFID

### 6. 결론

현재 운전을 위한 네비게이션은 많이 나와 있지만 그것은 단지 도로환경 및 개인 성향 등의 어떠한 상황도 고려하지 않고 오직 최단 경로만을 알려주고 있다. 하지만 본 논문에서 제안한 경로 탐색 시스템은 거리상의 최단경로를 알려주는 것이 아니라 시스템을 이용하는 사람들의 특성(선호도, 나이, 성별, 여유시간)과 주어진 환경의 특성(혼잡도, 거리, 최소공간이용시간)을 고려하여 사람들에게 필요한 정보를 알려준다. 시스템을 구현하기 위해 개인 성향인 선호도, 여유시간, 혼잡도, 거리, 최소공간이용시간 등으로 모든 요소들을 함께 판단할 수 있는 파라미터들을 정의 하였다. 그리고 퍼지 로직을 이용하여 결과를 산출하고 그 결과 값을 이용한 TSP 알고리즘은 기존 TSP 보다 빠르게 최적의 경로를 사용자에게 알려줄 수 있었다. 본 논문에서는 제안된 지능형 경로 탐색 시스템은 넓고 독립된 공간이 많은 장소에서 사용자에게 경로 선택에 많은 도움을 주며, 개인의 성향을 반영한 시스템으로 인정받을 것이다.

앞으로 더욱 정확한 지능형 경로 탐색 시스템을 만들기 위해 더 많은 요소들을 고려해야 한다. 그리고 RFID와 안테나의 무선 통신 거리가 증가되면 로봇의 이동성을 이용하여 본 시스템의 이동성을 확장할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

[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] Jan Vascak, "Navigation of Mobile Robots by Computational Intelligence Means", *5th Slovakian-Hungarian Joint Symposium on Applied machine Intelligence and Informatics*, pp. 71-82, 2007.
  - [4] 최우경, 김성주, 전홍태, "퍼지 로직을 이용한 인간 친화적인 경로 설정에 관한 연구," *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제16권 제5호, pp. 616-621, 2006.
  - [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] H. Roubos and M. setnes, "Compact and transparent fuzzy models and classifiers through iterative complexity reduction," *IEEE Trans. on Fuzzy System*, pp.516-524, 2001.
  - [7] 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*, Vol 5, 2005.
  - [8] 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, Aug. 2004.
  - [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*, Vol. 4, pp. 4003-4010, 2004.
  - [10] 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.
  - [11] K. Savla, F. Vullo, and E. Frazzoli, "On the stochastic traveling salesperson problem for Dubins' vehicle," *In IEEE Conference on Decision and Control*, December 2005.
  - [12] C. E. Noon and J. C. Bean, "An efficient transformation of the generalized traveling salesman problem," *Information Systems and Operational Research*, 31(1), 1993.
  - [13] M. Sugeno, M. Nishida, "Fuzzy control of model of model car," *Fuzzy Sets Syst.*, Vol. 16, pp. 103-113, 1985.

## 저 자 소 개



**최인찬(In-Chan Choe)**  
 2000년: 전남대학교 전자공학과 공학사  
 2004년: 중앙대학교 대학원  
 전자전기공학부 공학석사  
 2004년~현재: 동 대학원 박사과정

관심분야 : 소프트 컴퓨팅, 모바일 로봇제어, Wearable Computing

Phone : 02-820-5297  
 Fax : 02-817-5508  
 E-mail : chwk001@wm.cau.ac.kr



**하상형(Sang-Hyung Ha)**  
 1990년: 중앙대학교 전자공학과 공학사  
 1994년: 동 대학원 공학석사  
 2002년~현재: 동 대학원 박사과정

관심분야 : 소프트 컴퓨팅, 웨이블릿, 인공지능



**김성주(Seong-Joo Kim)**  
 1999년: 중앙대학교 전자공학과 공학사  
 2001년: 동 대학원 전자공학과 공학석사  
 2004년: 동 대학원 전자공학과 공학박사

관심분야 : 신경망, 로봇틱스, 퍼지이론, 웨이블릿, Emotion Technology



**전홍태(Hong-Tae Jeon)**  
 현재: 중앙대학교 전자전기공학부 교수