

# 퍼지와 유전 알고리즘을 이용한 최적경로 탐색 연구

## A Study on Optimal Path Searching using Fuzzy and GAs

안대훈<sup>1</sup>, 최우경<sup>1</sup>, 서재용<sup>2</sup>, 김성현<sup>3</sup>, 전홍태<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 서울시 동작구 중앙대학교 전자전기공학부  
E-mail: babbug99@nate.com

<sup>2</sup> 충청남도 천안시 한국기술교육대학교 정보기술공학부  
E-mail: sjyong@kut.ac.kr

<sup>3</sup> 경기도 광주시 동원대학교 정보전자과  
E-mail: shk@tongwon.ac.kr

### 요 약

우리는 알지 못하는 장소를 찾기 위해 네비게이션을 이용한다. 아직은 단순히 최단거리를 알려주는 네비게이션이 주를 이루고 있다. 하지만 그 길이 최적의 경로가 되는 것은 아니다. 이 논문에서는 이러한 점을 보완하기 위한 새로운 방법을 제시하고 있다. RFID 리더기와 카드를 이용하여 이용자의 출입을 체크함으로써 실시간으로 변하는 각 장소의 인원현황을 알 수 있다. 그리고 거리, 혼잡도, 선호도 등의 몇 가지 정보들을 토대로 퍼지와 유전자 알고리즘을 기반으로 하는 TSP를 이용하여 각각의 이용자 성향에 맞는 최적의 경로를 알 수 있다. 접근성을 높이기 위해 최적의 경로를 보여주는 디스플레이를 장착한 로봇을 이용한다. 다양한 콘텐츠를 포함시키면 더욱 발전한 안내 시스템으로서의 구현이 가능하다.

**Key Words** : RFID, Fuzzy, Genetic Algorithms, Adaptive Navigation System, TSP

### 1. 서 론

유비쿼터스, IT 사회가 되면서 보다 편리하고 빠른 이동과 통신을 위해 여러 가지 시스템들이 개발되어지고 있다. 그 중에서도 RFID, 네비게이션은 현재 국내외적으로 이슈화되고 있으며 점점 발전하고 경제적·산업적으로 국가 경쟁력 향상에 도움을 줄 것으로 보고 있다. 하지만 아직은 그 쓰임새들이 각각의 영역에 국한되어 있어 이용실적이 적은 편이다. RFID는 간단한 데이터 인식에만 사용되어지고 있다. 네비게이션은 대부분 자동차 안내시스템의 최적 경로를 탐색해 주는 것으로만 국한되어 사용되고 있다. 특히 네비게이션의 최적 경로라 함은 특이사항을 전혀 감안하지 않은 단순한 최단 경로라 할 수 있다[4]. 그래서 네비게이션을 이용해서 최단경로를 이용하더라도 길이 막히거나 사고가 발생하였을 경우, 다른 거리가 먼 이동 경로를 이용하는 것보다 더 많은 시간이 걸릴 가능성도 있다. 본 논문에서는 차량의 네비게이션을 바탕으로 하지 않고 좀 더 작은 공간에서의 네비게이션을 구현해

보도록 하였다. 예를 들어, 전시장이나 박물관 같은 장소는 관람하고자 하는 장소를 찾기로 쉬운 일이 아니다. 게다가 관람자는 원하는 장소를 자신이 가진 시간 안에 모두 관람하기를 원한다. 이러한 점을 개선하기 위해 RFID, 네비게이션, 로봇을 연동하여 넓은 전시장에서 사용할 수 있는 적응형 안내 시스템을 제안하고자 한다. RFID는 각 공간의 출입구에 위치하여 사용자의 출입을 체크하여 실시간으로 각 공간의 인원현황을 파악한다. 그리고 RFID에 저장된 사용자 개인의 정보와 데이터베이스(Database; DB)의 정보들은 상황에 맞는 최적 경로 알고리즘의 입력으로 이용된다. 그리고 이동 로봇을 이용하여 사용자가 보다 접근하기 용이하도록 하였으며 RFID 리더기와 디스플레이를 같이 설치하여 사용자의 개인에 맞는 정보를 알려줄 수 있도록 하였다.

### 2. 정보(환경요소)

운전자와 도로환경의 정보가 운전에서 많은 영향을 주는 것과 같이 본 논문에서 제시하는

적응형 안내시스템 역시 사용자와 주위 환경의 정보에 맞추어 최적 경로를 안내하도록 구현되었다. 그 정보는 이동거리, 선호도, 혼잡도, 여유시간, 최소공간이용시간 등이 있다.

본 시스템은 역시 네비게이션의 개념을 가지고 있으므로 최단 거리를 위한 인접한 장소사이의 거리를 저장하고 있다. 이 정보는 DB를 이용하여 저장하도록 한다.

선호도란 각 관람자들이 전시장 각각의 공간에 대한 선호 순위를 정한 것이다. 전시장에 오기 전에 예약을 한다는 가정에서 모든 사용자의 선호도는 DB에 저장되며 RFID 카드를 이용하여 사용자의 선호도 정보를 DB에서 불러오도록 한다. 선호도의 선입력을 하지 못한 사용자를 위한 연령별, 직업별, 성별 선호도에 따른 최적경로 탐색을 위한 알고리즘은 현재 구현중이다.

혼잡도는 RFID 카드를 사용하는 관람자들이 각 공간을 출입할 때, RFID 리더기를 이용하여 각 공간에서 인원수를 체크하여 측정하게 된다. 각 공간마다의 수용 한계 인원수가 있을 것이다. 임의로 정한 수용 한계 인원수로 해당 공간의 혼잡도를 퍼센트로 나타낸다. 혼잡도에 따라서 그 공간의 이용순서에 큰 차이를 주도록 설정하였다.

여유시간은 관람자가 관람을 할 수 있는 시간을 말하며, 최소공간이용시간은 각 장소에서 모든 전시품을 관람하였을 때 소비되는 최소의 시간을 의미한다. 두 정보는 선호도와 함께 DB에 저장된다.

본 시스템에 필요한 정보(환경요소)를 표 1에 정리하였다.

표 1. 정보(환경요소)

		정보(환경요소)
입력	RFID	혼잡도
	DB	거리, 최소공간이용시간, 선호도, 여유시간
출력		추천경로 (최단 거리 and 시간, 선호도에 따른 맞춤형, 이용시간에 따른 맞춤형, 공간혼잡을 회피)

연령별, 직업별, 성별 선호도에 따른 최적경로 탐색을 위해서는 RFID를 이용하여 DB에 저장된 개인의 나이와 성별등도 필요하게 될 것이다. 하지만 본 논문에서는 선호도를 선입력으로 가정하였기에 나이와 성별에 대한 정보를 배제하였다.

### 3. 시스템 구성

시스템은 그림 1과 같이 정보를 저장하고 읽기 위한 RFID 리더기와 카드, 정보를 DB화하고 그 정보를 이용하여 출력을 계산하는 서버, 계산된 출력 값을 관람자들이 이용할 수 있게 만든 디스플레이, RFID 리더기와 디스플레이 장치를 장착한 로봇 등으로 나눌 수 있다.

RFID 카드는 각 관람자에게 주어진 고유번호를 내장하고 있으며, RFID 리더기는 각 공간의 입구에 장치되어 관람자들이 출입을 할 경우 RFID 카드의 정보를 읽어서 필요한 정보를 서버로 보내고 필요에 따라서 그 정보를 수정한다. 또한 RFID는 정보를 수정, 저장하는 것 뿐만이 아니라 각 공간의 혼잡도를 읽는 목적으로 쓰이게 된다. 이것은 RFID 리더기가 실시간으로 RFID 카드를 읽고 쓸 수 있는 기능을 가지기 때문에 가능하다.

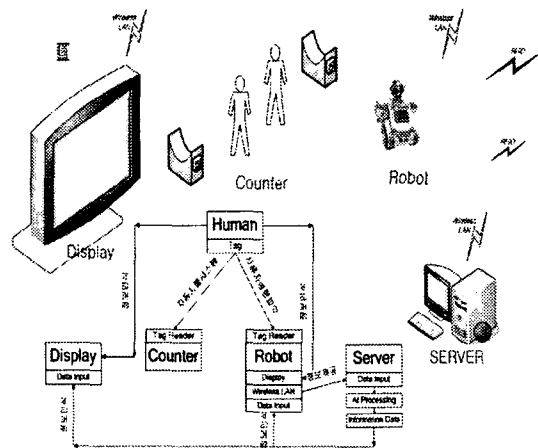


그림 1. 시스템 구성도 및 흐름도

서버는 연결된 RFID 리더기를 이용해서 RFID 카드에 저장된 정보를 저장하게 되고 사전에 조사된 거리, 최소공간이용시간, 관람자의 선호도와 여유시간을 DB화한다. 그리고 이러한 정보들을 이용하여 관람자 개개인에게 적합한 최적 경로를 계산하여 연결된 디스플레이 장치에 보내게 된다.

디스플레이 장치는 서버에서 보낸 최적 경로를 관람자들이 보기 쉽게 디스플레이한다. 물론 이 디스플레이 장치는 관리자에 의해 필요한 정보를 디스플레이 할 수 있다. 즉 각 공간의 전시품에 대한 정보를 안내해 줄 수 있는 컨텐츠, 전시장 주변의 교통상황을 안내해주는 컨텐츠 등 여러 가지 컨텐츠를 디스플레이 할 수 있다. 본 논문에서는 여러 컨텐츠 중에서 네비게이션 즉, 최적경로안내만을 목적으로 하고 있기 때문에 컨텐츠의 종류와 디자인은 언

급하지 않는다. 그리고 로봇에 장착하여 관람자들이 디스플레이 장치에 쉽게 접근할 수 있도록 하였다.

로봇은 RFID 리더기와 디스플레이 장치를 장착하게 된다. 항상 움직이기 때문에 관람자들이 쉽게 접근할 수 있다. 본 논문에서의 로봇은 단지 회피 작용만하며 정해진 길을 왕복할 뿐이지만 더 발전시켜 로봇이 직접 관람자를 안내해줄 수 있도록 개발 중이다.

### 4. 알고리즘

#### 4.1 알고리즘 구성도

그림 2는 알고리즘 구성도를 나타낸 것이다. DB는 개인정보와 환경정보를 선입력을 통해 저장하고 있다. 선입력을 통한 개인 정보와 환경정보는 각각 선호도와 거리이다. RFID 리더기를 통해 관람자의 RFID 카드의 고유번호를 읽게 되며 그 정보가 DB로 입력되어 해당 고유번호로 저장된 정보를 찾게 된다. 즉, 관람자 개인의 선호도와 여유시간이 그 정보로써 Decision one의 입력값으로 사용되어 진다.

Decision one에서는 선호도, 혼잡도, 거리를 이용하여 GAs(Genetic Algorithms: 유전알고리즘)를 이용한 TSP를 구동하기 위한 각 공간 사이의 웨이트(weight)값을 구하게 된다.

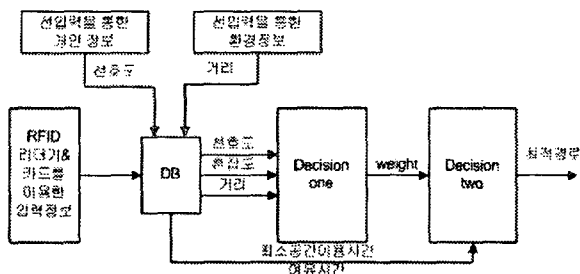


그림 2. 알고리즘 구성도

Decision two에서는 Decision one에서의 출력값인 각 공간사이의 웨이트값을 이용하여 최적경로를 구하는 TSP를 구동하게 된다. 여기서 TSP는 GAs를 기반으로 구동된다. 그러나 이 알고리즘은 최소공간이용시간과 여유시간을 최적경로에 따라 계산을 하여 혼잡을 피하고 선호하는 장소만을 선택해주는 최적경로 알고리즘만이 아니다. 더 나아가 관람자가 이용할 수 있는 시간에 맞추어 공간을 선택하는 알고리즘까지 추가되어져 있다.

그림 2의 알고리즘 구성도는 관람자가 선입력을 하였을 경우에 사용되어지지만 모든 관람자가 직접 선입력을 하는 것은 아닐 것이다. 현재 개발 중인 알고리즘은 RFID 카드에서 나

이와 성별을 입력받아 그 나이와 성별에 따른 데이터화된 선호도를 이용하여 Decision one, Decision two 과정을 거치게 된다.

#### 4.1 퍼지로지 알고리즘

퍼지로지 알고리즘이 사용 되어진 부분은 Decision one이다.

Decision one에서는 선호도, 거리, 혼잡도에 대한 각각의 멤버쉽 함수를 이용하여 Decision two에 필요한 입력값, 즉 웨이트값을 구한다. 그림 3(a)(b)(c)(d)는 각각 선호도, 거리, 혼잡도, 웨이트에 대한 멤버쉽 함수이다.

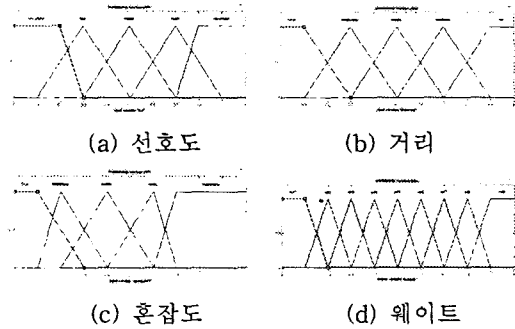


그림 3. Decision one 멤버쉽 함수

선호도를  $x$ , 거리를  $y$ , 혼잡도를  $s$ , 웨이트를  $z$ 라 하면, If  $x$  is little and  $y$  is middle and  $s$  is high then  $z$  is high 와 같은 퍼지룰을 가진다. 조건을 늘림으로써 보다 선형적인 결과를 얻을 수도 있을 뿐 아니라, 상황에 따라 퍼지룰을 변화시키는 것이 가능하다. 하지만 시간이 많이 걸리게 되는 단점도 가진다.

본 논문에서는 125개의 퍼지룰을 이용하여 웨이트 값을 구하도록 하였다. 퍼지화기 방식은 singleton 방식이며, 퍼지추론 방식은 Mandani의 Min\_Max법을 사용하였다. 그리고 형태는 If-Then Rules을 사용했으며, 비퍼지화기는 무게중심법을 사용하였다.

#### 4.2 TSP

Decision two에서는 Decision one에서 계산 되어진 각 공간사이의 웨이트값을 이용하여 TSP(Traveling Salesman Problem) 알고리즘을 이용하여 웨이트값이 가장 적은 경로를 선택하여 최적 경로를 구하게 된다. 중요한 점은 다른 TSP 알고리즘과는 다르게 처음의 장소가 정해지게 된다는 것이다. 그것은 관람자가 지능형 안내 시스템을 사용하는 장소가 출발점이 되어야하기 때문이다. TSP는 간단하여 수

학적으로 모형화하는 것은 쉽지만 공간이 많아지면 모델이 기하급수적으로 증가하게 된다 [1][3]. 예를 들어 30개의 공간을 이동할 수 있는 경로는  $2.65 \times 10^{32}$ 의 경우가 존재한다. 그래서 이 점을 보완하기 위해 GAs를 사용하게 되었다[2]. GAs를 사용함으로써 가능한 모든 경로를 탐색하지 않기 때문에 빠르게 최적 경로를 구할 수 있게 되었다.

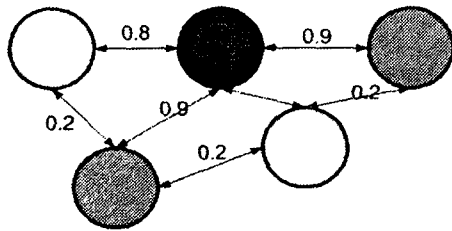


그림 6. 공간사이의 가중치

### 5. 시뮬레이션 및 결과 고찰

그림 4는 디스플레이 화면이다. 각 공간의 인원현황이 실시간으로 업데이트되며, 총 관람 시간, 최적경로, 현재장소, 이름 등이 표시된다. 가장 아래의 지도는 네비게이션의 역할로 최적 경로를 그림으로 보여준다.

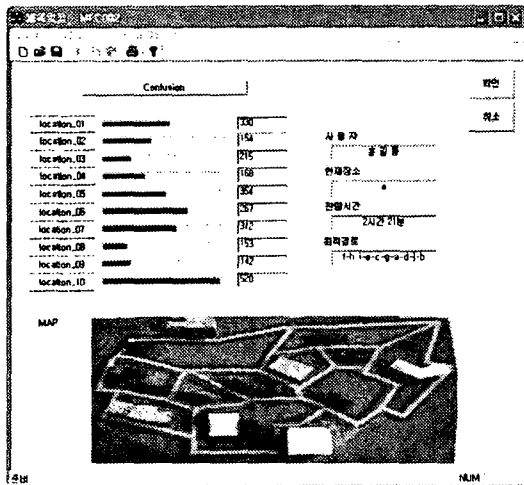


그림 4. 디스플레이

그림 5는 디스플레이 장치와 RFID 리더기를 로봇에 장착한 것이다. 현재 구현된 로봇은 이동성에 한계가 있다. RFID 리더기를 로봇마다 설치하려면 많은 비용이 든다. RFID 리더기의 가격이 안테나의 가격과 비슷해진다면 로봇마다 RFID 리더기를 설치 가능하겠지만 그렇지 못한 것이 현실이다. 그래서 RFID 리더기 한

대에 여러 개의 안테나를 연결하여 사용하는데 모두 유선으로 가능하다. 앞으로 RFID 리더기와 안테나의 통신이 무선으로 가능해진다면 로봇의 이동성을 확장할 수 있을 것으로 기대된다.



그림 5. 로봇

### 참 고 문 헌

[1] Kazuhiko Shinozawa, Tadasu Uchiyama and Katsunori Shimohara, "An Approach for Solving Dynamic TSPs using Neural networks", Machine Learning And Cybernetics, Vol.4 26-29 Aug. 2004, pp.2418-2420

[2] Zhou, Yuanhui, Zhang Zhaohui, Lu Yuchang, Shi Chunvi "Multistrategy learning using genetic algorithms and neural networks for pattern classification", Ssystem, Man, and Cybernetics, 1996., IEEE international conference on. Volume: 3 14-17 oct 1996. pp.1686-1689

[3] H.Y.Xu, G.Vukovich "A Fuzzy Genetic Algorithm with Effective Search and Optimization", Proceedings of 1993 International Joint Conference of Neural Networks, pp. 2967-2970

[4] Jan Vascak "Navigation of Mobile Robots by Commutational Intelligence Means" 5th Slovakian-Hungarian Joint Symposium on Applied machine Intelligence and Informatics, 25-26 January, 2007 pp.71-82