

퍼지 시스템을 사용한 지능형 네비게이션 시스템의 구현

Development of Intelligent Navigation System Using Fuzzy System

하상형, 이봉우, 최우경, 김성주, 전흥태

서울시 동작구 중앙대학교 전자전기공학부
E-mail: azzee@hanmir.com

요 약

현대인의 생활 깊숙한 곳에 자리 잡고 있는 자동차가 없으면 일상적인 생활에 매우 불편할 정도로 우리 생활 속에서 중요한 존재이다. 그러나 쉽게 운전면허를 따고 많은 사람이 이용하지만, 정작 초행의 목적지로 가고자 할 때는 많은 어려움을 겪는다. 그래서 우리는 좀 더 효율적인 자동차 이용을 위해서 차량에 네비게이션을 장착하고 있다.

본 논문에서 제안한 네비게이션 시스템은 퍼지 로직을 이용하여 운전자의 성향을 판단하고 그에 맞는 경로를 안내해주는 지능형 네비게이션에 대한 연구이다. 각 경로의 성향을 분석하고 운전자의 성향과 비슷한 경로를 추천해주는 지능형 네비게이션일뿐만 아니라, 빠른 경로 안내는 물론 사용자의 성향의 변화에 쉽게 수정 및 업데이트가 간단한 차세대 네비게이션을 제안한다.

Key Words : Navigation, Intelligent, Fuzzy, Emotion information, Environment

1. 서 론

현대인의 생활 속에 자동차는 이미 일상적인 것으로 널리 보급되어 있으며, 쉽게 이용하고 있다. 자동차의 기술이 발달하고 많은 사람들의 운전면허를 취득하여 자동차의 편리한 혜택을 누리고 있으나 대다수의 사람들은 초행의 목적지로 가고자 할 때 많은 어려움을 겪고 있기 때문에, 좀 더 편리해지고자 차량에 네비게이션 시스템을 장착하여 사용하고 있다[1-2],

현재 네비게이션 시스템은 사용자가 목적지까지 얼마나 빨리 갈 수 있는가에만 중점을 맞추고 있다. 그리고 최근의 네비게이션 시스템은 정보의 정확성, 도로 관련 정보, 위성수신, 테마별 장소 안내 등의 여러 부분에 초점을 맞춘 연구가 진행 중이다. 그러나 여전히 기기가 안내해주는 일방적이고 수동적인 네비게이션의 한계를 벗어나지 못하고 사용자의 기호나 성향의 고려 또한 없다. 현재는 장착된 네비게이션에 목적지를 입력하면 사용하는 사람에 상관없이 같은 경로로 안내를 해주는 기계일 뿐이다.

본 논문에서는 사용자마다 선호하는 도로의 상태와 운전자의 운전 패턴 성향을 고려하여 경로를 추천하는 본 시스템과 사용자간의 쌍방

향성 네비게이션 시스템을 구현하고자 한다. 본 시스템에서는 퍼지 로직을 이용하여 사용자의 최종성향을 판단한다[3-4]. 그리고 네비게이션의 가장 큰 목적인 빠른 경로 안내를 크게 벗어나지 않는 범위 내에서 목적지까지 이동 가능한 몇몇 후보 경로를 찾고, 퍼지 로직을 이용한 도로의 상태들을 파악하게 된다. 이어서 파악한 각 경로의 상태와 사용자의 성향과 가장 일치하는 경로를 안내해 주게 된다[5]. 사용자의 최종 운전 성향 판단은 계층적 퍼지 구조를 이루고 있다. 운전 성향 판단을 하기 위한 요소들은 사용자의 운전을 통해 쉽게 추출 가능하며, 변화되는 운전자의 성향의 업데이트도 쉽게 가능하다.

2. 퍼지 시스템과 네비게이션 구조

2.1 퍼지 시스템

퍼지 이론은 정보의 손실을 최소화하고 인간에 좀더 가까운 컴퓨터를 만들기 위해서 애매 모호한 표현도 기계적으로 처리할 방법을 이론을 바탕으로 한 이론이다. 시스템이 크고 복잡하여 모델이 비선형이거나 수학적 모델을 얻을

수 없어 기존의 제어기법으로는 어려운 경우 숙련된 전문가의 경험이나 제어공학자의 지식 또는 자기 구성 제어기 조작자의 동작 모델링과 같은 방법으로 한 퍼지 규칙기반 시스템을 구현한 것이다. 인간의 지식을 공식화하기 위한 퍼지 IF-THEN 룰의 사용과 언어적 변수의 개념이 도입되었고, 이것이 퍼지 논리 제어의 기초를 제공하게 된다. 주로 고전적인 제어 기법을 퍼지 논리 제어로 완전히 대체하기 보다는 고전적인 제어 방법을 보완하는 하거나 고전적인 제어 방법과 호환하는 형태로서 퍼지 논리 제어를 응용하고 있다.

본 논문에서 사용된 알고리즘은 계층적 퍼지 구조를 사용하였고 각 알고리즘을 모듈화 하여 수정 및 보안이 쉽도록 하였다. 본 논문에서 사용한 퍼지화기 방식은 Singleton 방식이며, 퍼지추론 방식은 Mamdani 의 Miin-max 법, 룰 형태는 If-Then Rules을 사용했으며, 비퍼지화기는 무게중심법을 사용하였다.

2.2 네비게이션 구조

본 네비게이션은 크게 사용자의 활동 패턴을 인식하는 부분과 도로의 상태를 판단하는 두 부분으로 크게 나눈다.

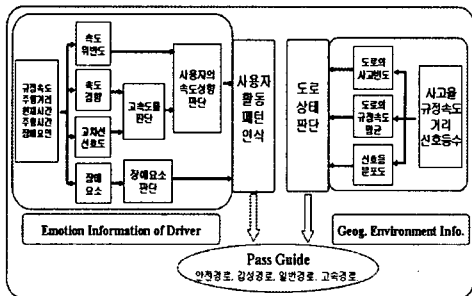


그림 1. 제안된 지능형 네비게이션 구조

사용자 최종 성향판단은 운전애 안전한 경로가 요구되는 “안전경로”, 한적한 경로를 선호하는 “감성경로”, 속도를 낼 수 있는 “고속경로”, 그리고 안정적인 운행 성향을 가진 “일반경로”로 나눈다. 우선 사용자의 성향을 판단하기 위하여 운행한 시간, 운행한 도로의 규정 속도 평균, 주행거리, 주행시간, 그리고 장애요소 등을 이용하여 속도위반도, 고차선 선호도, 속도경향, 장애요소들을 구한다.

속도위반도는 사용자가 규정 속도보다 얼마만큼 위반 했는지를 판단하는 요소이고, 속도 경향 역시 규정 속도, 주행 속도 그리고 우리나라 도로 상황에 대한 부분을 종합해서 파악한다. 고차선 선호도는 운전자의 주행도로의 규정 속도 평균으로 판단하며, 높은 차선을 선호하는 성향이다. 마지막으로 장애요소란 일정거리를 기준으로 일정 속도 밑으로 떨어지는 정도에 대한 것이다. 고속도로는 속도 경향과 고차선

선호도를 이용하여 속도에 대한 정도를 판단하는 값이고, 속도 위반도와 고속도로를 이용하여 운전자의 운전속도에 대한 종합적인 속도 성향에 대한 값을 추론하게 된다. 마지막으로 사용자의 속도성향과 장애요소를 입력으로 사용자의 최종 성향을 파악하게 된다. 각 단계마다 퍼지 로직을 이용하였으며, 한 단계의 출력 값이 다음 단계의 입력 값으로 들어가는 계층적인 퍼지 구조를 사용하였다. 본 시스템의 초기의 사용자 성향은 일반 경로로 판단하고, 운행시마다 운전자의 새로운 성향에 대해 업데이트 한다.

도로상태 판단에 있어서 도로의 사고빈도, 도로의 규정 속도 평균, 신호등의 분포도를 사용하여 판단하고, 그 상태를 네 가지로 정의했다. 사고가 적고 안전한 경로인 “안전경로”, 한적하고 장애요소가 적은 “감성경로”, 높은 속력으로 달릴 수 있는 “고속경로”, 그리고 안정적이고 일반적인 운전 스타일을 가지는 “보통경로”로 네 가지이다. 도로의 상태 파악은 도로의 실제 사고 빈도 데이터, 도로의 규정 속도의 평균치와 도로 구간내의 신호등 분포도를 이용하여 목적지로 이동 가능한 각 도로의 상태에 대한 값이다. 이 단계 역시 퍼지 로직을 사용하였다.

사용자의 성향 파악과 후보 도로들의 상태 파악이 이루어졌으면 사용자의 성향과 가장 가까운 상태를 가진 도로로 안내 해주는 “사용자 성향을 고려한 길안내”가 이루어지게 되며 운전자의 감성적 요소와 지리학적인 요소를 통합한 안내가 이루어지게 된다[6]. 그리고 사용자의 성향에 맞는 경로와 함께 나머지 후보 도로에 대한 정보와 소요 시간을 나타내어 사용자가 최종 판단을 하게 된다.

3. 쌍방향 네비게이션

3.1 사용자 성향과 도로상태 파악알고리즘

3.1.1 사용자 성향 파악 알고리즘

(1) 고속도로를 판단 알고리즘

속도경향과 고차선 선호도를 이용하여 고속도로를 판단한다. 속도 경향은 규정 속도와 주행 속도로 알 수 있는 사용자의 속도에 대한 경향이다. 실제 우리나라 도로 상황 여건을 함께 고려하고, 운전자들의 설문조사를 토대로 우리나라 도로 상황 여건에 대한 조사 값을 사용했다.

실제 도로 상황 여건은 우리나라 도로 상황에서의 시간대 별로 차량의 수 등과 같은 전반적인 우리나라 도로 상황을 고려 해주는 것으

로 역시 시간대 별로 다른 가중치를 가지고 있다. 본 시스템에서는 주로 서울 지역의 조사를 토대로 작성하였다.

고차선 선호도는 규정 속도 평균으로 알아보는 고차선 선호도를 나타낸다. 본 논문에서는 고차선 선호도에 대한 값을 10km/h 나누어서 퍼지를 이용한 알고리즘의 입력 값으로 들어간다. 규정 속도가 높으면 일반적으로 고차선인 점에 착안하여 고차선에 대한 선호도를 판단할 수 있다.

(2) 사용자의 속도 성향 판단 알고리즘

사용자의 속도 성향은 속도위반도와 앞에서 구한 고속도률로 판단한다. 속도위반도는 사용자가 규정 속도 보다 얼마만큼 속도를 위반 했는지를 판단하는 요소이며, 운전 평균 속도는 운전자의 총 운행 거리를 시간으로 나눈 값을 말한다.

규정 속도 위반 인식도는 운전자들을 규정 속도 보다 어느 정도가 위반이라고 보는지 설문 조사에서 얻은 평균값으로 시간대 별로 다르다.

(3) 사용자 최종 성향 파악 알고리즘

사용자 최종 성향은 앞서 구한 사용자의 속도 성향과 장애요소로 판단 한다. 장애요소란 사용자 운전 성향을 파악하기 위한 요소 중 일정 거리를 기준으로 일정속력 밑으로 떨어지는 횡수를 반영하는 부분으로 장애요소가 작을수록 시외의 운전이나 한적한 곳, 혹은 고속도로 같은 곳을 자주 이용하는 것으로 생각할 수 있다.

3.1.2 도로 상태 파악 알고리즘

도로의 상태는 도로의 사고빈도와 도로의 규정속도 평균과 신호등 분포도를 이용하여 판단한다.

도로의 사고빈도는 사고의 빈도를 따지는 값이다. 이것은 사고 다발지역 등으로 기존 네비게이션 시스템에서도 안내가 되는 부분이며 이를 수치적으로 도로의 성격을 파악하는데 쓴다. 본 논문에서는 도로의 사고빈도를 편의상 0~5까지 범위로 잡았다. 도로가 비교적 사고가 적은 안전한 지역인 가를 밝히는 요소이다.

도로의 규정 속도 평균에 대한 값은 우리나라에는 각 도로마다 규정 속도가 30km/h~110k/m 까지 존재한다. 앞에서 언급한 규정 속도 평균의 수식과 동일하며, 도로에서 낼 수 있는 속도를 결정짓는 요소 중 하나이다.

신호등의 분포도는 도로의 장애 요소를 고려하고, 도로의 속도를 얼마나 낼 수 있는지 판단할 수 있는 요소이다. 신호등 분포는 600m

당 3번을 초과해서 존재 하지 않으므로 0~3사이의 범위 값을 가진다

3.2 쌍방향 네비게이션

앞의 알고리즘을 통해 사용자의 운전성향에 대한 판단이 이루어졌다. 다음으로 운전자가 목적지를 입력하면 갈 수 있는 후보 경로들 중 사용자의 성향에 비슷한 도로의 성향을 가진 경로로 추천을 해주게 된다. 그러나 목적지로 갈 수 있는 후보지를 여러 선점하되 그 방법에 있어서 네비게이션의 가장 큰 목적인 빠른 경로 안내에서 크게 벗어나지 않기 위하여 기존의 네비게이션의 채택 방식인 “주요 도로와 인접하여 연결하여 갈 수 있게 경로를 선택하여 주는 방법”을 사용하여 후보 경로들을 결정한다. 여기에서 우리가 주목할 점은 기계적으로 오직 한 가지 경로 안내만을 해주는 길안내 시스템에서 벗어나 사용자의 성향을 반영한 단방향이 아닌 쌍방향성 네비게이션 시스템이라는 것이며, 사용자와 도로의 성향을 비교하여 최종 경로를 선택하므로 지능형 네비게이션 시스템이라는 것이다. 때로는 성향에 근접한 경로보다 빠른 경로가 우선일 경우가 존재할 수 있으므로 최종적으로 후보경로들의 길리는 예상 시간을 나타내어 최종 선택을 사용자가 할 수 있게 하였다.

4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

4.1 네비게이션 시스템의 구현

제안한 알고리즘을 실제 구현을 해 보았다. 맵을 임의로 선정을 한 다음, 먼저 사용자의 성향을 학습하기 위한 모의주행 실험을 하였다. 아래 그림은 PDA상에 프로그래밍 하여 임의로 심은 사용자의 성향에 따라 모의주행하고 그 결과를 개발 알고리즘에 넣어 최종 성향이 나오기까지의 과정이 나타나 있다.

사용자가 네비게이션을 장착한 후 실제 운전을 통해 성향에 대한 학습이 이루어지나 본 실험에서는 모의주행을 하되 운전자의 성향을 일정한 구간마다 입력하여 실제 운전과 동일한 실험 환경을 만들었다.

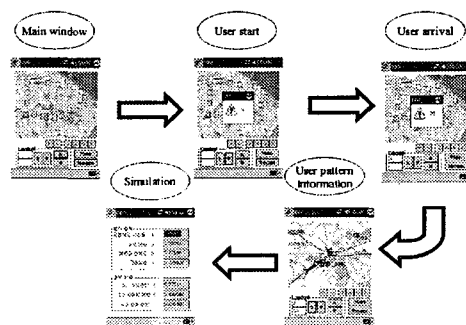


그림 2 사용자 운전성향 획득과정

그림 2에서 임의의 목적지까지 모의주행을 통해서 미리 지정해 놓은 사용자 운전 패턴을 학습하여 최종 성향을 판단하고 있다. 위 모의주행의 결과 값으로 사용자의 최종성향은 약 0.63이었다. 이후에 목적지를 입력하면 사용자 성향에 가장 근접한 경로로 안내해주는 과정이고, 후보 경로에 대해 걸리는 예상 소요시간을 같이 보여주고 있다. 독립문에서 충무로까지 가는 길은 총 4가지 경로가 있다. 그중 앞서서 판단한 개인의 성향 값과 가장 근접한 길을 선택 하여주는 것을 확인 할 수 있다. 가장 근접한 성향의 경로는 0.76이고 나머지는 0.45, 0.38, 0.27로 이론과 일치하게 0.63의 성향과 가장 가까운 0.76의 성향을 가진 도로를 안내해 준다.

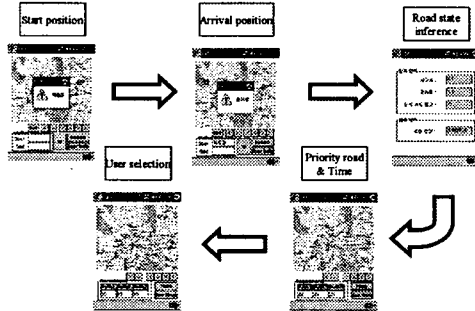


그림 3. 성향에 맞는 목적지 추천, 최종경로 결정 과정

목적지를 입력하면 사용자 성향과 비슷한 길을 자동 안내해 주고 그 정보를 보여주며, 동시에 선택된 경로를 포함한 사용자 성향과 근접한 3가지 경로가 예상 소요시간과 함께 나타내어 사용자로 인해 최종 경로를 선택할 수 있다.

도로 성향이 0.76이라 나온 값은 일반 경로, 0.45, 0.38에 나온 값은 감성 경로에, 그리고 0.27의 결과 값은 안전경로에 가깝다. 모의실험에서 실제로 운전자 성향이 0.34일 때 도로의 상태는 0.38, 0.27, 0.45 순으로 나열되어 사용자의 성향과 근접한 순서대로 안내해주는 것을 확인할 수 있었다.

4.2 결과 및 고찰

기존의 네비게이션 시스템은 같은 종류의 제품을 장착하면 목적지까지 빠른 기간에 갈 수 있는 오직 한가지의 방향을 제시하였고, 기계적이고 단방향성 시스템이다. 그러나 본 논문에서 제안한 알고리즘은 사용자의 다양한 성향에 따라 경로를 추천할 뿐만 아니라 사용자 성향의 업데이트를 통해 성향의 변화를 반영할 수 있는 쌍방향 지능형 네비게이션 시스템이다. 그리고 운전자 상황과 목적에 따라 빠른 길 안내가 가능한 시스템이다. 시스템의 알고

리즘은 사용자의 성향 판단에 있어서 보다 정확한 판단을 위해 계층적 퍼지 구조를 사용하여 그 구조를 쉽게 파악 할 수 있게 하였으며, 모듈화하여 추후 알고리즘 수정이나 변화를 쉽도록 하였다. 또한 본 논문에서 제안한 네비게이션 시스템은 쉽게 도출 가능한 도로의 정보들을 이용함으로써 현 시스템에 적용이 쉬울 것을 생각한다.

앞으로 Health-care 등을 이용한 운전자의 실시간 건강정보와 통신 기술의 발달로 인한 실시간 교통정보나 날씨정보 등을 이용하여 추가적인 알고리즘 개발이 이루어진다면 더욱 뛰어난 지능형 네비게이션 시스템을 구현 할 수 있을 것이다.

감사의 글: 본 논문은 산업자원부 차세대 신기술 개발사업에 의해 지원받았습니다.

참 고 문 헌

- [1] Shaw, P.T., Peaslee, S. and Ferguson, M.O., "Integrated and distributed Position Navigation and Timing (PNT) data in shipboard environments," MTS/IEEE TECHNO-OCEAN '04, Vol. 2, pp. 796-801, 9-12 Nov. 2004.
- [2] Yao Jianchao, "A new scheme of vision based navigation for flying vehicles-concept study and experiment evaluation," Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2002. 7th International Conference, Vol. 2, pp. 643-648, 2-5 Dec. 2002.
- [3] M. Sugeno, M. Nishida, "Fuzzy control of model of model car," Fuzzy Sets Syst., Vol. 16, pp. 103-113, 1985.
- [4] Chin-Teng Lin and Ya-Ching Lu, "A neural fuzzy system with fuzzy supervised learning," IEEE Transactions, pp. 744-763, Oct. 1966.
- [5] S. R. Chi, R. Shouresshi, and M. Tenorio, "Neural networks for system identification," IEEE Contr. Syst. Mag., Vol. 10, pp. 31-34, 1990.
- [6] A. Guez, J. L. Eilbert, and M. Kam, "Neural Network Architecture for Control," IEEE Control Systems Magazine, pp. 22-24, April, 1988.