

소프트 컴퓨팅을 이용한 지능형 네비게이션에 관한 연구

A Study on Intelligent Navigation System using Soft-computing

최인찬* · 이흥기* · 전홍태*

In-Chan Choi, Hong-Gi Lee and Hong-Tae Jeon

*중앙대학교 전자전기공학부

요 약

본 논문은 사용자의 운행 정보를 이용하여 사용자의 선호도 및 성향과 주변의 환경을 판단하고 적용하여 사용자에게 적합한 경로를 추천하는 지능형 네비게이션 시스템을 제안한다. 이 네비게이션 시스템은 센서 정보와 지능형교통시스템의 정보를 이용하여 추천된 경로의 환경 상태와 지형상태를 평가하고 사용자의 감정 상태와 사용자에게 심리적인 영향을 주는 도로의 환경 상태도 고려한다. 또한 소프트 컴퓨팅 기법을 사용하여 인간의 선호도와 성향을 추론 및 학습하며 제안한 알고리즘은 시뮬레이션을 통해 검증한다.

키워드 : 지능형 네비게이션, 선호도 및 성향, 감정 상태, 추론 및 학습, 소프트 컴퓨팅

Abstract

In this paper, we propose an intelligent navigation system that selects a proper route for user and applies the user's preference, user's tendency and environmental state estimated by driving information of user and road state. The system uses data of sensors, navigation and intelligent transport system to evaluate conditions of roads and it considers state of user's emotion. The system also uses soft-computing method to infer and learn the user's preference and tendency. We verify the proposed algorithm by computer simulation.

Key Words : Intelligent Navigation, Preference and tendency, Emotion, Inference and learning, Soft-computing

1. 서 론

현재 사회는 복잡해진 도로에서 유비쿼터스와 자동화를 통해 사람이나 사물의 이동을 감시하고 빠르고 쉽게 이동하기 위한 시스템들이 개발되고 있으며 지능 로봇, 홈 네트워크, RFID 시스템, 네비게이션 등이 대표적인 분야이다 [1][2]. 그 중 네비게이션 시스템은 많은 자동차에 장착되고 로봇 기술의 발달로 안내 로봇에도 응용되고 있다. 자동차에 사용되는 네비게이션 시스템은 사용자에게 모르는 길을 안내하는 기능뿐만 아니라 카 오디오 시스템, 텔레비전, DVD와 MP3 등 다양한 볼거리와 기능들을 제공하고 무선 통신과 자동차 텔레메틱스 개념이 추가되어 계속 발전하고 있다[3]. 네비게이션 시스템의 기본적인 기능은 목적지까지 경로를 추천하는 것이며 A* 알고리즘을 많이 이용하며 이 알고리즘은 두 지점을 잇는 경로가 여럿 존재할 때 최소 비용 경로를 찾는 알고리즘이다[3]. 현재 네비게이션 시스템은 사용자가 목적지까지 얼마나 빨리 도착할 수 있는 것에만 중점을 두고 있으며 경로 안내는 개발사의 맵 엔진에 의해 결정되고 사용자의 상태와 도로환경은 무시되고 있다. 또한 현재 네비게이션 시스템은 실내와 실외의 안내 시스템으로 분리되어 있다. 그러나 앞으로의 많은 기기가 인간 친화적으로 개인화되고 특성화 되어가는 추세를 볼 때 개인의 성향이나 특성을 추가하는 것이 반드시 필요하다[4][5].

그래서 본 논문에서는 센서에서 얻은 정보와 사용자의 운행 정보를 이용하여 사용자의 선호도 및 성향, 감정 상태를 판단하고 사용자에게 적합한 경로를 추천하는 지능형 네비게이션 시스템을 제안한다. 이를 위해 사용자와 자동차 사이에서 중계자 역할을 담당하고 휴대가 가능한 지능형 보조 모듈(Intelligent Assistance Module; IAM)을 정의한다. 제안된 알고리즘은 기존 네비게이션 시스템을 기반으로 센서 정보와 자동차가 주행하는 경로의 환경 상태와 지형상태 정보를 통해 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 평가함으로써 사용자와 시스템 사이에 쌍방향성을 지닌 네비게이션 시스템이 될 수 있다.

2. 경로 설정 및 안내 시스템 구조

본 논문에서는 기존의 네비게이션 시스템을 이용하여 여러 개의 경로를 추천 받고 IAM에서 도로 상태와 환경 그리고 사용자의 속도 성향과 감정상태 정보를 추천경로에 적용하여 평가한 후, 최종적으로 사용자에게 적합한 경로를 결정하고 안내한다[6].

제안한 알고리즘은 각각의 특성들로 모듈화하고 각 특성 알고리즘을 쉽게 갱신할 수 있도록 계층적 구조로 구성하며 각 모듈은 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 사용자에게 적합한 경로를 추천할 수 있도록 평가한다(그림 1)[7]. 제안한 구조는 속도에 대한 경로선택 모듈과 사용자의 감정에 대한 경로선택 모듈로 구성된다. 속도에 대한 경로 선택 모듈은

접수일자 : 2010년 7월 24일

완료일자 : 2010년 11월 25일

도로 주변 환경 정보를 이용한 환경상태 판단 모듈, 도로의 상태 정보를 이용한 도로상태 판단 모듈과 사용자의 운전 성향을 파악하기 위한 사용자 성향 모듈로 구성되고 각 모듈에서 나온 출력값을 토대로 사용자에게 적합한 속도에 대한 경로를 추천하게 된다. 감정에 대한 도로선택 모듈은, 기본적인 사용자의 몸 정보를 이용하여 감정을 파악하는 감정 인지 모듈과 사용자의 감정에 영향을 주는 도로 환경을 평가하는 도로상태 판단 모듈로 구성된다. 이 두개의 모듈은 출발지에서 목적지까지 추천된 경로들 중에서 1차 경로를 선택한다. 도로환경과 사용자의 감정은 운전할 때마다 다르지만 속도에 대한 사용자 성향은 운전하는 동안 사용자 운전 데이터를 계속적으로 갱신하여 판단된다.

제안된 경로 선택 알고리즘은 다양한 요소들을 통해 사용자의 속도 성향과 감정 상태를 판단하여 개인의 속도 성향에 알맞은 경로와 평온한 감정으로 되돌아 갈 수 있는 경로를 추천하도록 하였다.

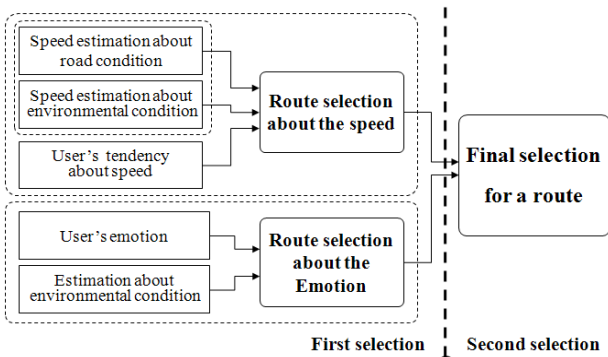


그림 1. 경로 설정 알고리즘 구조.

Fig. 1. Structure of algorithm for a route selection.

2.1 속도에 대한 경로선택 모듈

속도에 대한 경로선택 모듈은 도로상태 판단 모듈, 환경 상태 판단 모듈과 사용자 성향 모듈로 구성되고 이 모듈의 구조는 그림 2와 같다.

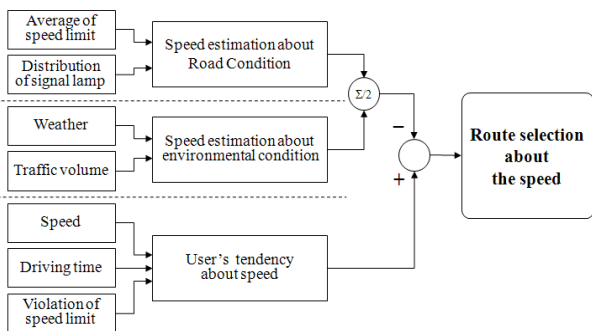


그림 2. 속도에 대한 경로선택 모듈 구조.

Fig. 2. Structure of module for route selection about the speed.

2.1.1 도로의 상태 판단

제한속도의 평균과 신호등이 분포된 양을 이용하여 도로의 상태를 판단한다. 제한속도는 속도를 결정하는 요소 중 하나이며 도로의 제한속도 범위는 30~110Km/h이고 사용자가 지나온 경로의 제한속도 평균(SL_{avg})은 식 1과 같다.

$$SL_{avg} = \frac{a_{rd} \times a_{sl} + b_{rd} \times b_{sl} + \dots}{T_{rd}} \quad (1)$$

여기서 a_{rd} 와 b_{rd} 는 제한속도 구간의 거리, a_{sl} 와 b_{sl} 는 각 구간의 제한속도이고 T_{rd} 는 추천된 경로의 거리이다.

신호등 분포는 운행 속도에 영향을 주는 장애 요소로써 신호등 시설법상 200m당 1개씩 설치되므로 식 2에 의해 신호등의 분포(L_d)를 추정한다.

$$L_d = \frac{L_n \times 200}{T_{rd}} \quad (2)$$

여기서 L_n 은 경로에 있는 신호등의 총 개수이고 T_{rd} 는 이동한 총 거리이다.

도로상태 판단 모듈은 추천된 경로의 제한속도 평균과 신호등 분포를 통해 추천 도로의 속도를 판단하고 입력 값들은 기존의 네비게이션 시스템의 정보를 이용한다.

본 논문에서 사용된 퍼지 로직은 퍼지화기는 싱글톤 방법, 추론에는 Mamdani의 Min-Max법, 규칙 형식은 “If~, then~”, 비퍼지화기는 무게중심법을 사용하고 퍼지 논리 제어에 전건부와 후건부의 소속 함수(MF)를 결정하는 규칙이 필요하다. 전건부(Antecedent)는 제한속도 평균과 신호등 분포이고 후건부(Consequent)는 도로 상태에 대한 속도 판단이다. “제한속도 평균”은 {아주 느림, 약간 느림, 중간, 약간 빠름, 아주 빠름} 5가지의 언어 변수를 가지고 “신호등 분포”는 {낮음, 보통, 높음}의 3가지 언어 변수로 구성되고 “도로 상태”는 {아주 느림, 약간 느림, 중간, 약간 빠름, 아주 빠름}의 5가지 언어 변수로 이루어져 있다. 본 논문에서 사용한 소속 함수 그림 3과 같고 규칙은 표 1에 정리하였다.

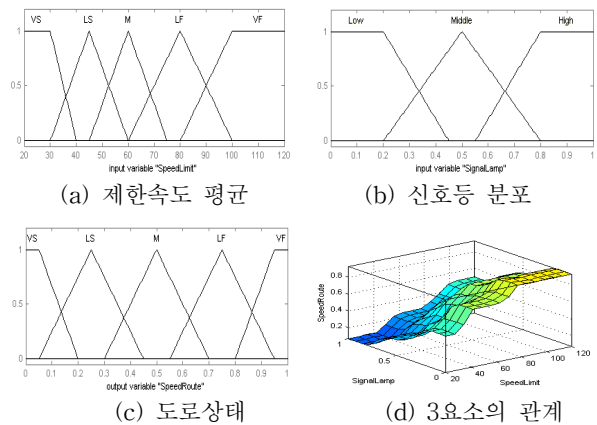


그림 3. 소속함수들과 관계.

Fig. 3. Membership functions and relation.

2.1.2 환경상태 판단

환경상태 판단 모듈에서는 추천된 도로의 날씨와 교통량을 근거로 도로의 속도를 판단하며 퍼지 추론의 전건부는 날씨와 교통량이고 후건부는 외부 환경에 대한 도로의 속도이다. 날씨는 기상청에서 제공하는 구름의 양을 10단계로 나누고 교통량은 교통량 정보제공시스템을 이용하며 정체, 지체, 서행 그리고 원활로 구분한다.

전건부의 “날씨”는 구름의 양을 기준으로 {흐림, 보통, 맑음} 3가지의 언어 변수를 가지고 “교통량”은 {적음, 보통,

많음} 3가지의 언어 변수로 구성되며 후건부인 “도로의 속도에 대한 판단”은 {아주느림, 약간느림, 중간, 약간빠름, 아주빠름}으로 5가지 언어 변수다. 그림 4는 환경상태 판단을 위한 전건부(그림 4(a)-(b))와 후건부(그림 4(c))의 소속 함수와 이 요소들의 관계(그림 4(d))이고 표 2는 환경상태 판단에 대한 규칙 베이스이다.

표 1. 도로 상태에 대한 속도 판단의 규칙 베이스.
Table 1. Rule base for decision of speed about route condition

Rule	If: 제한속도 평균 is	and: 신호등 분포 is	Then: 도로 상태에 대한 속도 is
1	Very Slow	Low	Middle
2	Very Slow	Middle	Little Slow
3	Very Slow	High	Very Slow
4	Little Slow	Low	Little Fast
5	Little Slow	Middle	Little Slow
6	Little Slow	High	Very Slow
7	Middle	Low	Little Fast
8	Middle	Middle	Middle
9	Middle	High	Little Slow
10	Little Fast	Low	Very Fast
11	Little Fast	Middle	Little Fast
12	Little Fast	High	Little Slow
13	Very Fast	Low	Very Fast
14	Very Fast	Middle	Little Fast
15	Very Fast	High	Middle

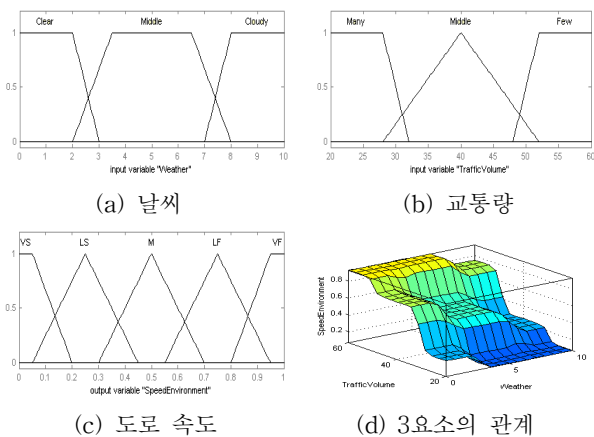


그림 3. 소속함수들과 관계.
Fig. 3. Membership Functions and relation.

표 2. 환경상태에 대한 속도 판단의 규칙 베이스.
Table 2. Rule base for decision of speed about environmental condition.

Rule	If: 날씨 is	and: 교통량 is	Then: 환경상태에 대한 속도 판단 is
1	Cloudy	Many	Very Slow
2	Cloudy	Middle	Little Slow
3	Cloudy	Few	Little Fast
4	Middle	Many	Very Slow
5	Middle	Middle	Middle
6	Middle	Few	Very Fast
7	Clear	Many	Little Slow
8	Clear	Middle	Little Fast
9	Clear	Few	Very Fast

2.1.3 속도에 대한 사용자 성향

이 모듈은 제한속도 위반도, 운전하는 시간대와 운행 속도를 입력으로 사용자의 속도에 대한 선호도를 판단하는 모

듈로써 신경회로망 기법을 이용하여 학습한다(그림 4). 제한속도 위반도는 사용자가 운전하는 일정 시간동안 제한속도를 위반하는 회수로 측정하고 속도는 제한속도 위반도를 측정할 때, 사용자의 운행 평균속도이다. 이 모듈은 운행 중에 항상 작동하며 일정시간마다 축적된 데이터로 속도 성향을 판단하고 업데이트한다. 사용자 속도 성향 평가는 퍼지 추론에 의해 입력과 출력에 대한 패턴을 분류하고 분류된 패턴들은 신경회로망 학습을 위한 입력과 출력 데이터로 사용한다. 학습이 끝나면 신경회로망에 의해 속도에 대한 사용자의 성향을 판단하고 그 결과는 데이터베이스에 저장되며 일정한 시간이 지나면 신경회로망은 데이터베이스에 저장된 데이터를 이용하여 다시 학습하고 사용자의 성향을 업데이트 하게 된다.

전건부의 “제한속도위반도”는 {적음, 중간, 많음}, “속도”는 {느림, 중간, 조금빠름, 아주빠름}, “시간”은 {오전, 오후, 저녁, 야간}의 언어 변수로 구성되며 후건부의 “사용자의 속도 성향”은 {아주느림, 조금느림, 중간, 조금빠름, 아주빠름}의 언어 변수로 이루어지게 된다. 그림 5는 사용자 성향에 대한 전건부와 후건부의 그림이고 그림 6은 각 요소들과 사용자의 속도 성향에 대한 관계를 나타낸 것이며 표 3은 사용자 속도 성향 판단에 대한 규칙 베이스이다.

사용자의 속도 성향을 판단하는 기준을 사용자마다 다르지만, 일반적으로 속도에 영향을 주는 것을 이용한다. 다층 신경회로망과 역전파 학습알고리즘을 사용한 신경회로망의 입력은 제한속도 위반도, 속도평균, 운전 시간대이고 출력은 사용자의 속도 성향이며 구조는 그림 7과 같다. 은닉층의 활성화 함수는 바이폴라 시그모이드 함수이고 출력층은 선형함수를 사용한다.

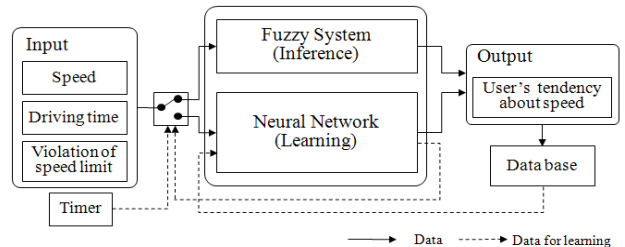


그림 4. 속도에 대한 사용자 성향 모듈 구조.
Fig. 4. Structure of module for user's tendency about the speed.

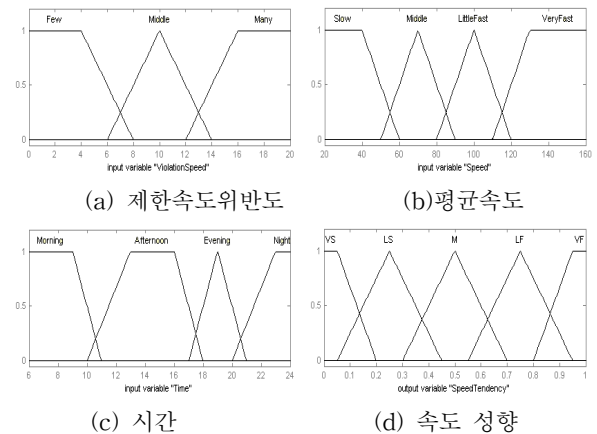
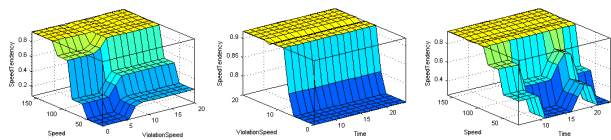


그림 5. 소속함수
Fig. 5. Membership Function



(a)속도-제한속도위반 (b)제한속도위반-시간 (c)속도-시간

그림 6. 요소들과 속도 성향의 관계.

Fig. 6. Relation between factors and tendency about speed.

표 3. 사용자 속도 성향과의 규칙 베이스.

Table 3. Rule base for preference about velocity.

Rule	If: 제한속도 위반도 is	and: 속도 is	and: 시간 is	Then:속도 성향 is
1	적음	느림	none	아주 느림
2	적음	중간	오전	중간
3	적음	중간	오후	조금 느림
4	적음	중간	저녁	중간
5	적음	중간	야간	조금 느림
6	적음	조금 빠름	none	조금 빠름
7	적음	아주 빠름	none	아주 빠름
8	중간	느림	오전	중간
9	중간	느림	오후	조금 느림
10	중간	느림	저녁	중간
11	중간	느림	야간	조금 느림
12	중간	중간	오전	조금 빠름
13	중간	중간	오후	중간
14	중간	중간	저녁	조금 빠름
15	중간	중간	야간	중간
16	중간	조금 빠름	none	아주 빠름
17	중간	아주 빠름	none	아주 빠름
18	많음	느림	오전	중간
19	많음	느림	오후	조금 느림
20	많음	느림	저녁	중간
21	많음	느림	야간	조금 느림
22	많음	중간	오전	조금 빠름
23	많음	중간	오후	중간
24	많음	중간	저녁	조금 빠름
25	많음	중간	야간	중간
26	많음	조금 빠름	none	아주 빠름
27	많음	아주 빠름	none	아주 빠름

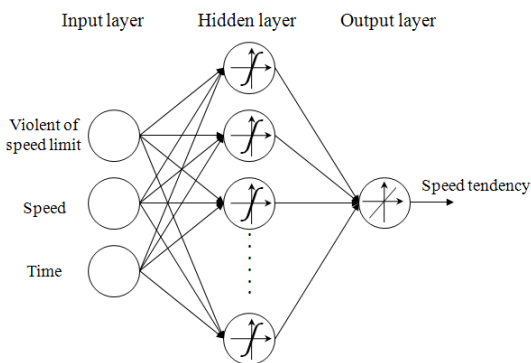


그림 7. 속도 성향 학습을 위한 신경회로망.

Fig. 7. Neural network for tendency about speed.

속도에 대한 사용자 성향 모듈의 출력 값은 신경회로망과 데이터베이스의 정보를 이용하여 일정시간 마다 평가되고 식 3에 의해 업데이트 된다.

$$T_u(t+1) = \frac{T_u(t-(n-1)) \times w_{t-(n-1)} + \dots + T_u(t) \times w_t}{n} \quad (3)$$

여기서 T_u 는 사용자의 성향 값이고 w 는 각 사용자 성향 값이 계산되는 일정시간의 가중치이고 n 은 업데이트에 사용된 사용자 성향 값의 개수이다.

2.2 감정 상태에 따른 도로 선택 모듈

이 모듈은 사용자의 감정 상태를 평가하는 모듈과 사용자에게 심리적으로 영향을 주는 도로의 환경 상태를 판단하는 모듈로 구성된다(그림 8).

2.2.1 사용자 감정 평가 모듈

인간의 감정은 다양한 생체 정보를 활용하여도 개연성이 크므로 감정을 정확하게 평가하는 것이 불가능하다. 그래서 본 논문에서는 규칙베이스를 통해 일반적인 인간의 감정을 평가한다. 이 모듈은 센서에서 얻은 생리학적인 정보를 사용하여 감정을 평가하고 평가된 사용자의 감정과 상호 작용하여 경로 선택에 영향을 줌으로 선택된 경로는 사용자의 감정 상태를 반영할 수 있다.

인간의 감정 변화에 따라 체온, 맥박, 혈압과 땀 분비량 등이 변하게 된다[8]. 맥박과 혈압의 관계는 명확한 관계가 없고 땀 분비량은 측정하는데 어려움이 있지만, 생리 심리학에서 인간이 스트레스를 받으면 피부 온도가 저하되고 맥박이 빨라지며 혈압은 높아진다는 사실을 근거로 체온과 맥박수를 입력으로 사용자의 감정 상태를 신경회로망으로 학습하고 퍼지 추론을 이용하여 신경회로망의 입력 패턴을 분류한다. 그림 9는 사용자의 감정 상태를 판단하는 모듈 구조이다.

퍼지 로직의 전건부인 “체온”은 36.5도를 기준으로 하여 {낮음, 보통, 높음}, 사람의 맥박수는 평상시에 70-80회이므로 “맥박”은 {느림, 보통, 빠름}의 언어변수로 구분하고 후건부의 “감정상태”는 {아주나쁨, 조금나쁨, 보통, 조금 좋음, 아주 좋음}으로 구분한다. 그림 10은 체온, 맥박과 감정상태에 대한 소속 함수와 요소들의 관계이고 표 4는 규칙베이스이다

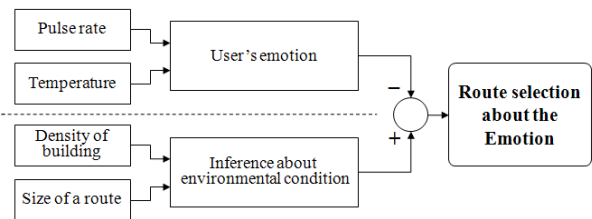


그림 8. 감정에 대한 경로 선택 모듈 구조.

Fig. 8. Structure of module for a route selection about emotion.

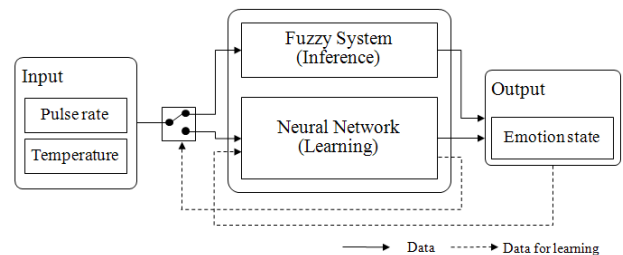


그림 9. 사용자 감정 평가 모듈 구조.

Fig. 9. Structure of module for user's emotion.

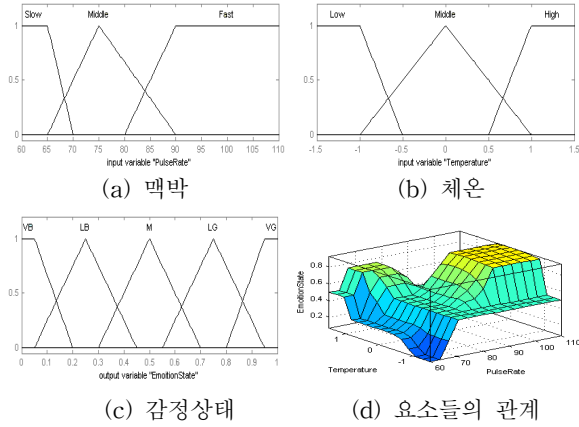


그림 10. 소속함수들과 관계.
Fig. 10. Membership Functions and relation.

표 4. 감정상태에 대한 규칙 베이스.
Table 4. Rule base for emotion state.

Rule	If: 맥박 is	and: 체온 is	Then: 감정상태 is
1	느림	낮음	아주 나쁨
2	느림	보통	조금 나쁨
3	보통	낮음	보통
4	보통	보통	보통
5	보통	높음	조금 좋음
6	빠름	보통	아주 좋음
7	빠름	높음	아주 나쁨

퍼지 로직의 입력과 출력을 이용하여 사용자의 감정 상태를 학습하기 위해 그림 10과 같은 다층신경회로망 구조와 역전파 학습 알고리즘을 사용한다.

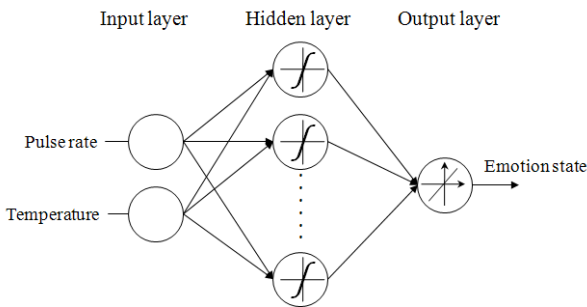


그림 10. 감정 상태 학습 신경회로망.
Fig. 10. Neural network for emotion state.

2.2.2 도로환경 상태 판단 모듈

도로의 환경은 사용자에게 심리적인 영향을 줄 수 있으므로 상쾌한 기분을 줄 수 있는 환경이 도로상태의 판단 기준이 된다. 도로 주변의 건물 밀집도가 적고 녹음이 많으며 도로의 차선이 넓은 곳이라면 그 반대의 곳보다 상대적으로 탁 트인 느낌과 안정된 기분이 될 수 있을 것이다.

그림 11에서 전건부의 “건물 밀집도”는 해당 도로가에 있는 건물의 밀집 정도를 전체 거리에 대한 건물의 밀집 정도로 나눈 값을 사용하여 {낮음, 중간, 높음}으로, “도로 크기”는 해당 도로의 차선수를 이용하여 {좁음, 중간, 넓은}의 언어 변수로 구성되고 후건부의 “도로평가”는 {아주나쁨, 조금나쁨, 보통, 조금좋음, 아주좋음}으로 구분한다.

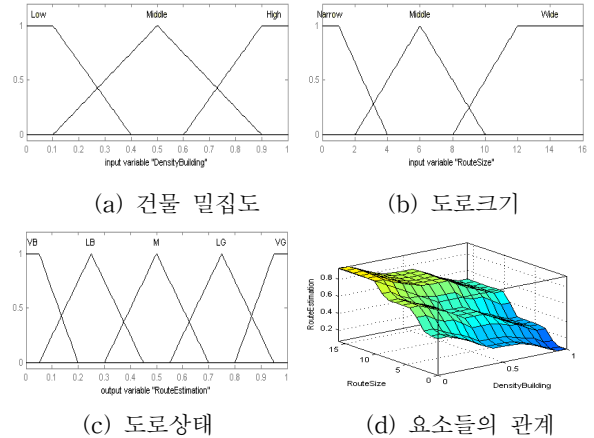


그림 11. 소속함수들과 관계.
Fig. 11. Membership Functions and relation.

표 5. 도로 평가의 규칙 베이스.
Table 5. Rule base for the estimation of a route.

Rule	If: 건물 밀집도 is	and: 도로 크기 is	Then: 도로평가 is
1	낮음	넓음	아주 좋음
2	낮음	중간	조금 좋음
3	낮음	좁음	중간
4	중간	넓음	조금 좋음
5	중간	중간	중간
6	중간	좁음	조금 나쁨
7	높음	넓음	중간
8	높음	중간	조금 나쁨
9	높음	좁음	나쁨

3. 경로 선택 방법

경로는 기존의 네비게이션 시스템을 사용하여 출발지에서 목적지까지 추천받는 것을 이용하고 5개의 모듈에서 소프트 컴퓨팅 기법에 의해 모듈별로 결과를 추론하고 학습한다.

3.1. 1차 경로 선택 방법

속도에 대한 경로 선택은 기존 시스템에서 추천한 경로 3개를 이용하여 도로의 상태와 도로의 환경을 판단한 결과를 비교한 후, 그 결과를 다시 사용자의 속도 성향과 비교하여 사용자에게 적합한 경로를 1차적으로 선택한다. 도로 환경 및 상태에 대한 속도(ERS)는 식 4와 같다.

$$ERS_i = \frac{ES_{ri} + RS_{ri}}{2}, i = 1, 2, 3 \quad (4)$$

여기서 ES_i 는 도로 환경상황 판단 모듈의 출력값이고 RS_i 는 도로상태 판단값이며 퍼지 추론을 통해 얻어진 0에서 1 사이의 값이다.

속도에 대한 경로 선택(SR)은 도로환경 및 상태에 대한 속도 값과 사용자 성향 값을 비교하여 서로 가장 가까운 경로가 1차 경로로 선택하고 식 5와 같이 구한다.

$$SR_i = |T_u - ERS_i|, i = 1, 2, 3$$

$$SR = \min\{SR_1, SR_2, SR_3\} \quad (5)$$

T_u 는 속도에 대한 사용자 성향 모듈의 출력값 이다. 감정 상태에 대한 경로선택(ER)은 감정이 나쁨 때는 기

분이 좋아지도록 하고 보통 이상일 때는 그 기분을 계속 유지할 수 있도록 하기 위해서 사용자의 감정이 나쁠 때와 보통 이상일 때로 나누어서 경로를 선택하고 식 6을 만족하는 경로가 감정 상태에 대한 경로 선택 모듈의 1차 선택 경로가 된다.

$$ER_i = |E_u - EC_{ri}|, i = 1, 2, 3$$

$$ER = \begin{cases} \max\{ER_1, ER_2, ER_3\}, & \text{if } E_u < 0.35 \\ \min\{ER_1, ER_2, ER_3\}, & \text{if } E_u \geq 0.35 \end{cases} \quad (6)$$

여기서 E_u 는 사용자 감정평가 모듈의 출력값이고 EC_r 는 도로상태 판단 모듈의 출력값이다.

3.2 최종 경로 선택 방법

사용자는 경로를 추천받고자할 때 업무인지?, 비업무 상황인지?를 선택할 수 있으며 업무상황을 위한 경로라면 식 7과 같이 도로환경 및 상태에 대한 속도 값(ERS)을 최종 추천 경로 판단에 사용하게 된다.

$$R_f = \min\{ERS_1, ERS_2, ERS_3\} \quad (7)$$

그러나 업무상 주행이 아니라면, 두 모듈에서 선택된 1차 경로를 이용하여 판단하게 되고 두 모듈에서 선택한 1차 경로가 일치하면 그 경로가 최종 추천 경로가 되지만 두 모듈이 선택한 1차 경로가 일치하지 않으면 두 모듈에서 얻은 결과값 중 최소의 값을 갖는 경로를 선택한다. 비 업무상황이고 두 모듈의 추천경로가 다를 때는 식 8을 이용한다.

$$R_f = \min\{SR, ER\} \quad (8)$$

4. 모의실험

본 논문에서 지능 알고리즘을 사용하여 경로 추천 알고리즘 검증에 위한 모의실험은 기존의 네비게이션 추천된 경로를 통해 IAM과 주변 환경상태 정보를 이용하여 속도에 대한 도로 선택 모듈과 감정 상태에 따른 도로 선택 모듈의 변수들을 이용하여 사용자 및 용도에 따라 적합한 경로를 최종적으로 결정하고 안내할 수 있는지를 확인한다.

사용자 속도 성향은 4480개의 데이터 패턴을 신경회로망으로 학습한 후 시뮬레이터에서 얻은 실측 데이터를 사용하여 테스트 하고 감정 상태는 다층신경망으로 600개의 학습 데이터 패턴을 이용하여 학습한다. 그림 12는 사용자 속도 성향과 감정 평가의 학습결과이고 표 6은 다층신경망의 구성 요소를 나타낸다.

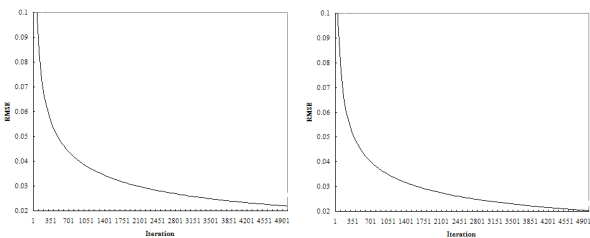


그림 12. 사용자 속도 성향과 감정 평가의 학습 결과.
Fig. 12. Learning result of user's speed tendency and emotion estimation.

표 6. 다층 신경회로망 구성 요소.

Table 6. Specification of neural network.

구분	사용자 속도성향	감정평가
입력층	3	2
은닉층	20	10
출력층	1	1
학습률	0.01	0.01
패턴수	4480	600
반복회수	10000	10000
은닉층 활성화 함수	Bipolar sigmoid function	Bipolar sigmoid function
출력층 활성화 함수	Linear function	Linear function

모든 변수에 대해 모의실험을 실행하는 것은 쉽지 않기 때문에 사용자의 속도 성향과 감정 상태가 다른 3명에게 적합한 경로를 안내할 수 있는지를 모의실험하고 추천된 경로는 비업무인 경우에 적합한 경로이다. 업무일 경우는 소요 시간이 적은 경로를 선택하면 된다.

먼저 속도 성향이 강하고 감정이 보통인 운전자이고 추천된 경로 1, 2, 3의 환경상태는 각각 좋음, 보통, 나쁠 때 사용자에게 적합한 경로를 추천하는지에 대해 모의 실험한 것으로 그림 13은 각 경로를 평가하는 과정을 나타낸 것이다.

모의실험 1에서 사용자의 속도 성향과 감정 상태가 다른 사용자에게는 속도에 대한 추천 경로와 감정에 대한 추천 경로가 다르고 최종 경로는 사용자의 속도 성향에 더 비슷한 경로 1이 선택되었다. 속도 성향이 강하고 감정상태가 보통인 사람은 속도에 대한 경로를 추천한다.

모의실험 2는 속도 성향이 보통이고 감정이 보통인 경우이고 경로에 대한 환경은 모의실험 1과 같고 결과는 그림 14와 같이 사용자의 속도 성향과 감정 상태가 비슷하여 속도에 대한 추천 경로와 감정에 대한 추천 경로가 같게 추천되어서 최종 경로는 경로 2가 선택된다.

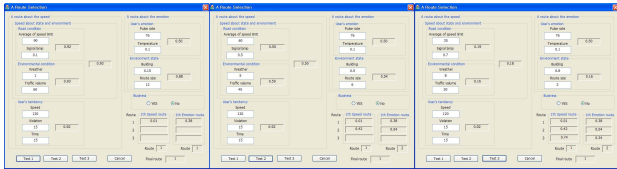
모의실험 3은 속도 성향이 적고 감정이 보통이고 경로에 대한 환경은 모의실험 1과 같으며 그림 15와 같이 속도에 대한 경로와 감정에 대한 경로의 결과가 같지만, 이 값들이 소수 셋째자리에서 반올림하여 계산된 값으로 속도에 대한 경로 값이 더 작게 평가되어 경로 3이 최종적으로 결정된다. 모의실험 1~3까지 정리하면 표 7과 같다.

5. 결론 및 향후과제

미래의 로봇 및 기기는 현재와 같이 여러 사람에게 서비스를 제공하는 것보다는 개인 맞춤형으로 개발되고 연구되리라 생각되며 앞으로의 공학은 개인화와 특성화를 반영할 필요가 있다. 그러나 대부분의 네비게이션 시스템은 개발하는 제작자에 의한 경로만을 고집하고 있는 실정이며 사용자의 성향이나 감정, 생각들은 고려하지 않고 개발되고 있다. 그래서 본 논문에서는 사용자 개인의 특성과 감정 그리고 주변 환경과 도로 상태 정보를 기반으로 각자 사용자의 성향과 감정 및 선호도에 적합한 경로를 추천하는 인간친화형 네비게이션 알고리즘을 연구하였다. 제한한 네비게이션 알고리즘은 계층적 구조로 구성하여 바뀐 상황을 빠르게 대처할 수 있고 사용자 본인만의 특성에 맞는 시스템으로 진화하기 위해 전문가 지식을 활용하고 학습할 수 있는 소프트

컴퓨팅 기법을 도입하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 인간이 성향과 감정을 고려하여 사용자에게 적합한 경로를 추천할 수 있는 가능성을 확인하였다.

향후 연구는 사용자의 개인화 및 특성화를 나타낼 수 있는 다양한 정보의 입력과 출력에 대해 연구하고 알고리즘에 적용함으로써 더욱 인간친화적인 네비게이션 시스템으로 발전시키는 것이다.



(a) 경로 1 (b) 경로 2 (c) 경로 3

그림 13. 모의실험 1.
Fig. 13. Simulation 1.

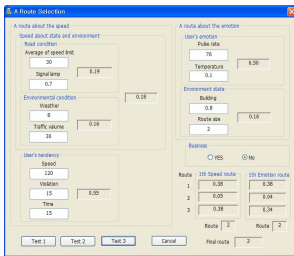


그림 14. 모의실험 2.
Fig. 14. Simulation 2

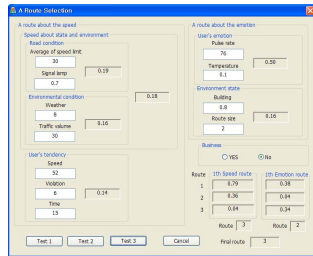


그림 15. 모의실험 3.
Fig. 15. Simulation 3.

표 7. 경로추천 모의실험 결과

Table 7. Simulation results for a route selection

구분	모의실험 1	모의실험 2	모의실험 3
사용자속도성향	강함(0.92)	보통(0.55)	낮음(0.14)
경로1 환경상태	좋음(0.93/0.88)	좋음(0.93/0.88)	좋음(0.93/0.88)
경로2 환경상태	보통(0.50/0.54)	보통(0.50/0.54)	보통(0.50/0.54)
경로3 환경상태	나쁨(0.18/0.16)	나쁨(0.18/0.16)	나쁨(0.18/0.16)
사용자 감정	보통(0.50)	보통(0.50)	보통(0.50)
속도/감정 경로	경로1/경로2	경로2/경로2	경로3/경로2
최종경로	경로1	경로2	경로 3

참 고 문 헌

[1] K. Daniel Wong, and Donald C. Cox, "Two-state pattern-recognition handoffs for corner-turning situations", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 354-363, 2001.

[2] J. Q. Peralta and M. T. C. de Peralta, "Security PIDS with physical sensors, real-time pattern recognition, and continuous patrol", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 32, no. 4, pp. 340-346, 2002.

[3] Stout, Bryan, *Game Programming Gems-The Basics of A* for Path Planning*, Charles River Media, 2000.

[4] 최우경, 전홍태, "퍼지 로직을 이용한 지능형 경로 안내 시스템," *대한전자공학회, 제45권 CI편 제3호*, pp. 68-74, 2008.

[5] W. K. Choi, S. J. Kim, S. H. Ha, H. T. Jeon, "Human-friendly Intelligent Guide System using Fuzzy Logic," *ITC-CECC*, vol. 1, pp. 369-372, 2006.

[6] W. K. Choi, S. J. Kim, T. G. Knag, H. T. Jeon, "Study on Method of Route Choice Problem based on User Preference," *KES2007*, LNCS4694, pp. 645-652, 2007.

[7] 최우경, 하상형, 김성주, 김용택, 전홍태, "계층적 모듈러 신경망을 이용한 이동 로봇 지능제어기," *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 제16권 제4호*, pp.389-395, 2006.

[8] 이수정, "정서의 경험과정과 개인차 측정가능성", *한국심리학회지사회및성격*, vol. 14, no. 2, pp. 43-62, 2000.

저 자 소 개



최인찬(In-Chan Choi)

제 19권 1호 참조.
현재 : 한국기술교육대학교
정보기술공학부 대우교수



이홍기(Hong-Gi Lee)

1981년 : 서울대학교 전자공학과 공학사
1983년 : 서울대학교 전자공학과 공학석사
1986년 : University of Texas at Austin, 전기및컴퓨터공학과 공학박사
1986년~1989년 : Louisiana State University 전기및컴퓨터공학과 조교수
1989년~현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수

관심분야 : 제어공학, 비선형 제어 이론



전홍태(Hong-Tae Jeon)

제 19권 1호 참조.
현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수