

# 소프트 컴퓨팅에 의한 인간행위 분류에 관한 연구

## Study for Human Behavior Classification using Soft-Computing Method

정태민<sup>1</sup>, 최우경<sup>1</sup>, 김성주<sup>1</sup>, 김용민<sup>2</sup>, 하상형<sup>1</sup>, 전흥태<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 중앙대학교 전자전기공학부

E-mail: jtm@jungtaemin.com

<sup>2</sup> 충청대학 디지털전자통신과

E-mail: kymin@ok.ac.kr

### 요 약

인간의 행위에는 외부환경으로부터 감각정보가 입력되어 반응되는 무의식적인 행동과 뇌에 의한 추론과 인지에 의한 행동으로 분류할 수 있다. 동일한 환경 조건하에서의 인간 행위분류의 통해 활용 적합한 응용 프로그램을 개발하여 적용하여 본다. 본 논문에서는 인간의 몸에 부착하여 움직임을 데이터로 분석할 수 있도록 행동인식 시스템을 개발하였다. 인간행동의 인식패턴을 분류하기 위해 Soft-Computing Algorithm을 행위 추출센서에 적용시킨 단독 시스템을 개발하여 센서모듈로부터 인간의 행동 패턴을 분류할 수 있도록 한다. 이러한 센서모듈은 3축 각속도 및 가속도 센서를 부착시킨 모듈로 Micro-Processor를 사용하여 모듈을 구성하였으며, 구축된 모듈은 인간의 몸에 착용하여 인간의 움직임을 디지털 데이터로 변환된다. 변환된 데이터를 무선통신을 통해 워크스테이션에 전달되어 인간행위에 대한 패턴분류 알고리즘 처리가 가능하며, 추출된 데이터를 기반으로 인간의 행동분석과 교정이 이루어 질 수 있도록 한다. 본 논문에서의 최종 시나리오는 운전자의 행동패턴을 이용한 행동 감지 및 서비스 시스템을 구성하는 데에 목적을 둔다.

**Key Words** : Behavior Classification, Sensors Module, Soft-Computing

## 1. 서 론

인간은 생활하는 때 순간마다 인식 활동을 하고 있다. 주위에 있는 대상을 인식한 다음, 그와 관련하여 움직이고 행동한다. 군중 속에서 친구를 찾아낼 수 있고, 그 친구가 말하는 것을 인식할 수 있다. 우리는 필기된 문자나 기호, 그림 등을 보고 이해할 수 있으며, 지문을 분석할 수도 있다. 화난 몸짓과 미소 짓는 표정을 서로 구별할 수 있다.

인간이 매우 복잡한 정보 시스템이라 할 수 있는 부분적인 이유는 월등한 패턴 인식 능력을 보유하고 있기 때문이다. 하나의 패턴은 어떤 대상을 묘사한 것이다. 우리의 인식 행위는 인식하고자 하는 대상 패턴의 속성에 따라 두개의 주된 형태로 분류할 수 있는데, 하나는 구체적인 항목에 대한 인식(recognition of concrete item)이고, 다른 하나는 추상적인 항목에 대한 인식(Recognition of abstract item)이다. 우리는 주변의 문자, 그림, 음악, 그리고 여러 종류의 물체를 인식할 수 있는데 이것을 “감각적 인식”(sensory recognition) 이라고 부른다. 여기서서는 시각 및 청각 패턴을 인식하는 것이 포함되며, 이러한 인식 과정에는 공간적이고 시간적인 패턴에 대한 식별 및 분류가 포함된다. 반면에, 눈을 감고

귀를 막은 상태로 오래된 어떤 논거 또는 문제에 대한 해답을 인식할 수 있다. 이러한 추상적인 항목을 인식하는 것으로 시각 또는 청각 패턴인식과 대비하여 “개념적 인식”(conceptual recognition)이라 부른다. 본 논문에서는 첫 번째 형태의 공간적인 패턴에서의 인간의 행위를 분류하는 측면에서 접근하여 실험을 행하였다.[1]

패턴인식은 인간의 몸에 부착된 센서모듈에서의 데이터로부터 중요한 특징이나 속성을 추출하여 입력 데이터를 식별할 수 있는 부류로 분류하는 것으로 정의될 수 있다. 본 논문에서는 이전에 구축된 유비쿼터스 홈 네트워크 시스템의 구성을 기반으로 실험을 하였으며 행동에 영향을 미치는 작업이나 동작들에 대한 교정효과를 운전자 환경에서의 시물레이션을 적용시켜본다.

## 2. 시스템 구조 (System Structure)

### 2.1 시스템 개요

본 논문에서는 <그림 1>과 같은 Behavior Sensor, Soft-Computing, User로 나뉘어 순환하는 시스템 구조로 이루어져 있다.

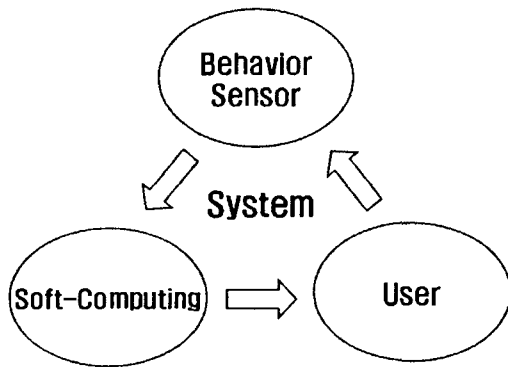


그림 1. 시스템 구조

행동센서와 알고리즘, 사용자의 3가지 구성요소는 서로에게 입·출력 조건을 갖게 된다. 즉, 다시 말해 행동인식의 입·출력은 사용자의 행동과 행동데이터의 샘플링 된 값이 될 것이고, 소프트 컴퓨팅 요소에서의 입·출력은 행동데이터와 사용자에게 필요한 결과를 나타낸다. 또한 사용자의 입·출력은 자신에게 서비스를 받는 경우와 자신의 행동을 행동센서의 데이터로 보내게 되는 사이클을 갖는 구조이다. 행동센서는 자이센서 ENC-03M 모델과 가속도센서 ADXL202E를 이용하여 인간의 행동패턴을 파악할 수 있는 행동데이터를 출력할 수 있도록 설계되었으며, 센서모듈에서는 사용자에게 의해 입력된 행동데이터를 샘플링하여 블루투스를 통해 무선으로 데이터를 송신하게 된다. 데이터를 수신 받는 워크스테이션에서는 소프트컴퓨팅을 이용하여 인간행위에 관한 패턴을 분류하게 된다. 이러한 패턴을 분류하여 인간의 감정을 파악하게 되며 상황에 맞는 서비스를 운전자에게 제공한다.

## 2.2 행동센서 (Behavior Sensors)

본 논문에서 인간의 행위인식을 위한 행동센서를 <그림 2>와 같이 운전자 행위패턴을 알기 쉽도록 손목에 착용한 테스트 환경이다.

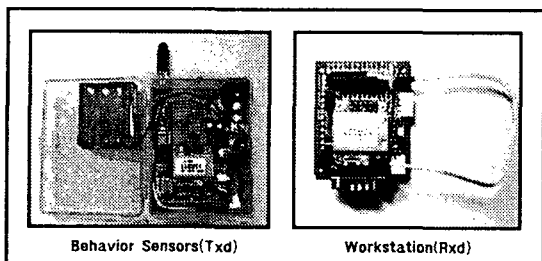


그림 2. 행동인식을 위한 센서모듈

이 행동센서는 3축 자이로(각속도) 및 가속도 센서를 기반으로 한 모듈로 되어있으며, 센서는 해당하는 전압값 0~5 Volt. 사이의 좌표계로 1:1 매핑하여 적용되었으며, 사용자가 센서모듈의 동작버튼을 누르면 시점부터 10ms 간격으로 샘플링되어 출

력되는 센서모듈이다. 무선통신을 지원하는 블루투스 와 배터리의 내장으로 착용형 행동센서는 항상 휴대 가능하며 누구나 간편하게 조작된다는 점에서 큰 이점이 있다.

## 2.3 Soft-Computing

행동센서로부터 추출된 인간행위의 데이터를 무선통신을 통해 워크스테이션에 전송하게 된다. 수신된 행동데이터를 Fuzzy Algorithm에 의해 선 처리하여, 데이터의 중요한 특징이나 속성을 추출하여 행동데이터를 식별할 수 있도록 입력 데이터를 가공한 뒤, NN Algorithm을 이용하여 미리 정의된 학습데이터에 의해 4가지 상황의 행동패턴을 구별한다. 여기서 NN Algorithm은 BackPropagation Network으로 구현하였다. Soft-Computing 알고리즘에 대한 자세한 사항은 3장 Algorithm 부분에서 언급하도록 한다.

## 2.4 사용자 (User)

본 논문에서의 사용자는 응용프로그램으로 선택된 운전자 시나리오에서의 행동 감지 및 서비스를 받게 되는 운전자의 역할이다.

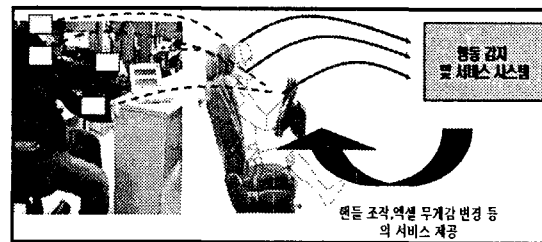


그림 3. 운전자 시나리오 환경

운전자의 감성은 심리적 상태에 따라 운전패턴이 달라진다. 극심한 상황인 경우, 운전자의 심리상태가 불안해지거나 우울할 때 어느 정도 감성 상태를 보완해 줄 수 있는 시스템이 구축되어야 할 것이다. 생리심리학에 의하면, 인간은 스트레스를 받거나 갑작스런 몸의 이상이 일어날 경우, 피부 온도가 저하하고 맥박은 높아지고 혈압도 마찬가지로 높아지게 된다. 하지만 운전자의 온도와 맥박, 혈압을 측정하기에는 다소 무리가 있다. 이에 본 논문에서는 인간의 패턴을 분석하여 감성적인 행동에 의해 위험이 유발되거나, 감성적인 행동이 결과의 성능을 좌우 할 때, 작업이나 동작들에 대한 교정을 서비스하는 시물레이션을 구현하도록 한다.[2]

## 3. 알고리즘 (Algorithm)

### 3.1 Fuzzy Algorithm

퍼지 시스템 이론은 퍼지 논리를 기초로 하는 이론이며 부울 논리를 확장한 개념이다. 부울 논리를 기본으로 하는 기존의 집합 이론에서는 특정한 객

체가 주어진 집합 A의 원소로서 속하거나(True), 속하지 않거나(False) 둘 중의 하나이다. 그러나 퍼지 논리를 기반으로 하는 퍼지 집합 이론에서는 이 객체가 속하는가 하는 것을 0에서부터 1사이의 수치로써 나타내며 이를 소속에 정도라고 한다. 이것으로 인해 퍼지 논리가 인간의 불확실한 개념을 다룰 수 있도록 해주며, 물리적인 수치와 양에 대한 인간의 불확실한 논리적 개념을 정연한 수학적 표현 형태로 나타낼 수 있다는 특징이 있다.

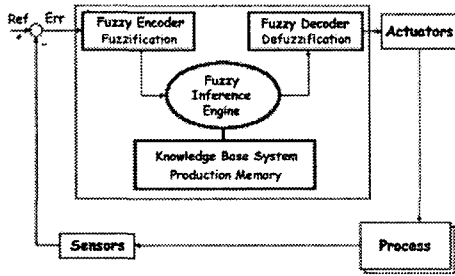


그림 4. 퍼지시스템 구조

퍼지 제어 알고리즘은 <그림 4>와 같이 Fuzzy Encoder, Fuzzy Inference Engine, Knowledge Base System, Fuzzy Decoder 4가지 구성요소로 되어있다.

### 3.2 Backpropagation Network Algorithm

생물학적 뉴런 구조를 모방한 신경회로망에서는 뉴런의 기능을 단순화시킨 인공 뉴런을 사용하게 된다. 이러한 모델링된 뉴런들 사이의 연결강도 (weight)들로 이루어지며 반복과 훈련을 통해 각 뉴런 사이의 안정적인 연결강도를 찾아가며 학습과정을 수행하게 된다. 행동센서로부터 출력되는 다수의 연속적인 데이터를 가지고 동작 패턴을 분류하기 위해서 BPN Algorithm을 사용하였다.

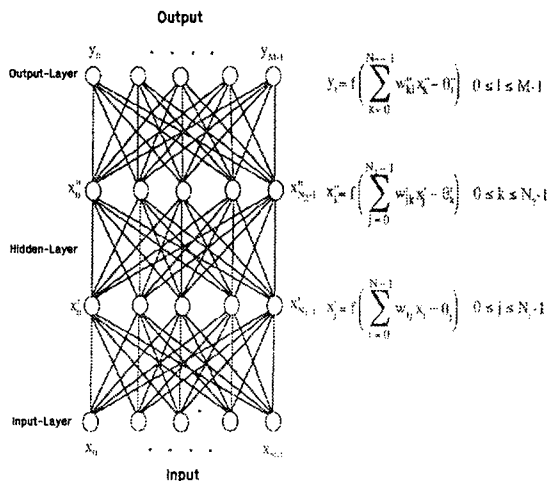


그림 5. 역전파 알고리즘 구조

이는 최소자승 (least mean square) 알고리즘의 비선형적인 확장으로 미분의 반복규칙(chain-rule)을 여러번 반복적으로 적용하여 확률 근사치 프레임워크와 관련지음으로써 유도해 낼 수 있다. BPN Algorithm의 기본 원리는 <그림 5>과 같이 보이며 다음과 같다. 입력층의 각 노드에 입력패턴을 주면, 이 신호는 각 노드에서 변환되어 히든층에 전달되고 최후에 출력층에서 신호를 출력하게 된다. 이 출력값과 기대값을 비교하여 차이를 줄여나가는 방향으로 연결강도를 조절하고, 상위층에서 역전파하여 하위층에서는 이를 근거로 다시 자기 층의 연결강도를 조정해나간다.

### 3.3 Algorithm application

인간의 행동을 통해 발생된 행위데이터는 워크스테이션에 전달되어 퍼지 알고리즘으로 선 처리되어진다. 이때 각속도 및 가속도 3축의 데이터 6종류는 각각의 퍼지 알고리즘에 의해 데이터가 가공된다. 가공되어진 데이터는 역전파알고리즘의 입력층으로 들어가게 되어, 정의되어 있는 학습데이터를 기반으로 학습이 이루어지게 되며, 이때 신경망 알고리즘에서는 운전자 성향에서 나올 수 있는 4가지의 패턴이 분류되게 된다.

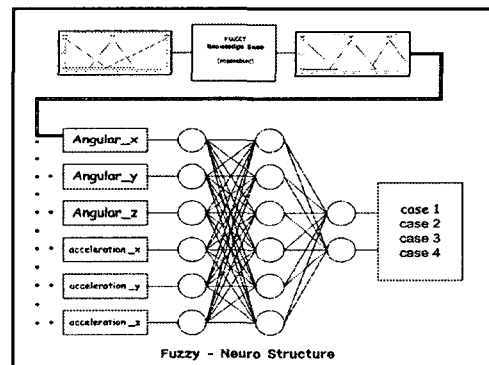


그림 6. 알고리즘 구조

퍼지 알고리즘의 경우, 퍼지화기 방식은 싱글톤방식이며, 퍼지추론은 Mamdani의 Min-Max 법을, 형태는 If-Then을 사용하였으며, 비퍼지화기는 무게중심법을 사용하였다. 신경망 알고리즘의 역전파 네트워크 알고리즘의 경우 <그림 6>과 같이 입력층 6개, 히든층 6개, 출력층 2개의 노드로 구성되어 있으며, 학습률 0.3, 허용오차 0.02으로 설정하였다.

## 4. 시스템 실험

본 논문의 최종 시나리오는 운전자의 행동패턴을 이용하여 행동을 감지, 서비스하는 시뮬레이션을 구현하는 것이다. 이에 A, B, C, D에 해당하는 감정패

턴과 행동을 인식하여 <표 1>과 같이 서비스를 제공하는 시뮬레이션을 실험하였다.

Ex.	Behavior	Service
A	평안	평상시 차 상태모드
B	흥분	핸들, 엑셀에 가중치 증가
C	졸림	시트진동 및 음악재생
D	기쁨	잔잔한 노래 재생

표 1. 시뮬레이션 운전자 시나리오

<그림 7>의 경우, 몸에 착용된 행동센서로부터 각 행동의 패턴을 학습데이터로 인식된 데이터들로 각각의 행동들에 대한 각속도와 가속도의 6개의 데이터들로 이루어져 있다.

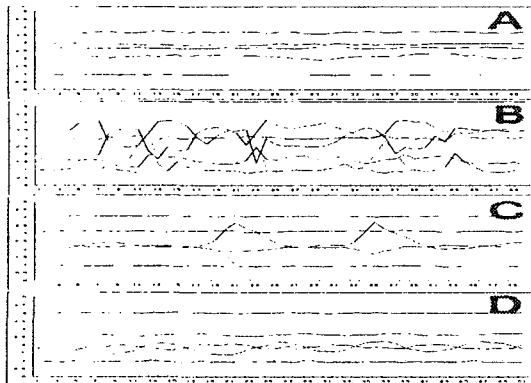


그림 7. 4가지 감정에 따른 행동데이터

추출된 행동데이터를 신경망 학습 알고리즘을 적용시키기 위해 <그림 8>와 같은 프로그램을 구현하여 적용시켰다. 현재 학습과정과 에러율을 보여주고 있으며 허용오차 0.02일 때 학습이 끝나는 경우를 보여주고 있다.

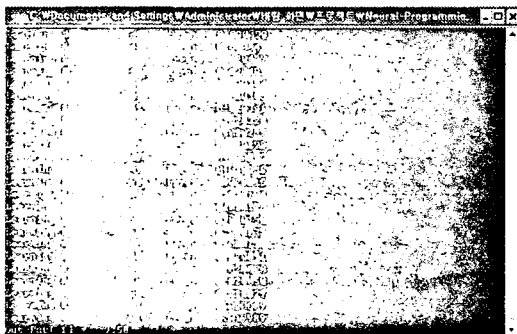


그림 8. 학습중인 데이터

시나리오에서의 4가지 행동들을 여러번 반복한 결과 평균 89.6%의 인식 성공률을 보였다. 이는 이전 실험의 신경망 알고리즘만을 사용하여 패턴분류했을 때와는 좋아진 수치이다. 이러한 결과로 봤을 때 퍼지 알고리즘의 선처리된 패턴 분류하는데 있어, 데이터의 특징이나 특성을 더욱 잘 식별할 수

있도록 구성되어 있다고 볼 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 행동패턴 분류를 하기 위하여 센서 모듈로부터 행동패턴을 파악하여 운전자에게 적합한 서비스를 제공하도록 시뮬레이션을 구현하였다. 이번 시뮬레이션의 구현으로 인해 패턴분류에서 데이터들의 특징과 특성을 파악하여 접근하는 방식이 패턴분류에 얼마나 중요한 역할을 하게 되는지 알려주게 된 연구가 되었다.

현재의 인식성공률은 어느 정도 안정성이 있지만, 정확하고 지능적인 행동패턴 분류인식을 하기 위해서는 파악된 데이터와 시점이 아닌 실시간 상태에서의 특징 점들을 파악하여 행동을 분류시킬 수 있는 시스템을 구현할 수 있도록 연구해야 할 것이다.

감사의 글 : 본 논문은 산업자원부의 뇌신경 정보학 연구 사업에 의해 지원 받았습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이성환, 패턴인식의 원리 I, II, 홍릉과학출판사 1994.
- [2] 김형래, Development of Optimal Path Decision Method using Soft-Computing, CAU, 2005
- [3] 김대수, 신경망 이론과 응용(1), 하이테크정보, 1992.
- [4] 임용택, <http://www.its.uci.edu/~hyunmyuk/>
- [5] Jung-Bae Kim, Continuous Gesture Recognition System for Korean Sign Language based on Fuzzy Logic and Hidden Markov Model, IEEE, 2002
- [6] Eric Benoit, Fuzzy Sensor for Gesture Recognition Based on Motion and Shape Recognition of Hand, IEEE, 2003
- [7] Masumi Ishikawa and Naohiro Sasaki, Gesture Recognition based on SOM Using Multiple Sensors, ICONIP'02, Vol.3, 1300-1304, 2002.
- [8] Gunther Heidemann, Hand Gesture Recognition: Self-Organising Maps as a Graphical User Interface for the Partitioning of Large Training Data Sets, ICPR'04, 2004.
- [8] Simon Haykin, "NEURAL NETWORKS: A comprehensive Foundation, Prentice-Hall, Inc. 1997.
- [9] Vojislav Kecman, Learning and Soft Computing; Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models. The MIT press. 2001