

센서모듈을 이용한 유비쿼터스 환경의 제어

Control of Ubiquitous Environment using Sensors Module

정태민¹, 최우경¹, 김성주¹, 김성현², 전홍태¹

¹ 중앙대학교 전자전기공학부

E-mail: jtm@jungtaemin.com

² 동원대학 정보전자과

E-mail: shk@tongwon.ac.kr

요 약

유비쿼터스 시대가 다가오면서 앞으로 가정 및 회사 등 인간이 거주하며 생활하는 공간에서의 좀 더 편리하고 효율적인 다양한 정보를 인간에게 인지시켜 줄 수 있는 환경이 구축되어야 한다. 이를 기반으로 유비쿼터스 주변장치들의 네트워크와 인간에게 많은 정보와 편리성이 좀 더 효율적으로 이루어져야 할 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 센서모듈에서 추출되는 데이터를 신경망과 퍼지 알고리즘을 사용해 동작인식의 패턴을 분류하여 인간의 사고를 움직임 파악한다. 이러한 패턴의 분류를 통해 홈네트워크 시스템과의 센서모듈의 통신제어가 가능하게 된다. 이를 바탕으로 패턴이 분류된 행동들의 명령으로 미리 지정된 간단한 손동작으로 여러 가전기기라든지 홈네트워크 시스템의 제어방식을 더욱 간단히 제어하며, 인간의 건강상태를 파악함으로써 인간행동과 상태에 따른 유비쿼터스 환경의 제어가 이루어 질 수 있는 시스템을 제안한다.

Key Words : Ubiquitous, Gyro Sensor, Gesture recognition, Home network, Soft-Computing

1. 서 론

21세기 미래 정보화 사회의 패러다임의 전환은 그 변화가 매우 빠르다. 거대한 메인프레임 컴퓨터를 여러 명이 번갈아가며 공유하던 시대에서 개인이 독자적인 컴퓨터를 소유하고 사용하는 1인 1PC 시대를 거쳐서 개인 한명을 위해서 수많은 컴퓨터가 사용되는 유비쿼터스 컴퓨팅 (Ubiquitous Computing)시대가 머지않아 도래 될 것으로 보인다.

미래의 컴퓨터는 인간이 컴퓨터를 의식하지 않고도 자연스럽게 컴퓨팅 기수를 이용할 수 있는 환경이 가능할 것으로 예상하고 있다. 이러한 유비쿼터스 환경은 실세계의 각종 물품들과 환경 전반에 걸쳐 컴퓨터들이 존재하게 하되, 이들을 사용하는 사용자에게는 컴퓨터로서의 걸모습을 드러내지 않도록 환경 내에 효과적으로 통합하는 기술이다. 즉, 사용자들이 컴퓨터라는 거부감을 느끼지 않고 실제로는 수많은 컴퓨터들을 편리하게 이용할 수 있게 하는 것이다.

유비쿼터스의 환경은 언제, 어디서나 네트워크에 접속할 수 있다는 뜻으로 우리가 살고 있는 주변 환경과 물체 안의 컴퓨팅과 네트워크

기능을 포함시켜 사물과 고간, 인간, 정보가 하나로 통합되어 효과적인 정보교환 및 활용을 가능하게 하는 기술 또는 모든 환경을 의미한다. 이러한 환경에서의 제어방식에는 사용자가 휴대할 수 있는 컴퓨터, PDA, 휴대폰, 리모컨 등을 이용하여 홈네트워크 서비스를 이용하게 된다. 이러한 제어장치들은 항상 휴대하기 불편한 동시에 전문성을 가진 기기들로 복잡하면서 사용하기 위한 전문지식이 별도로 필요하게 됨으로써 언제 어디서나 사용조작이 편해야 할 유비쿼터스 환경에 위배되는 현실이다.

이에 본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적합한 제어시스템 개발에 있으며 이를 구현하기 위해 센서모듈에서 측정된 데이터를 이용해서 동작 패턴을 분류해주는 소프트 컴퓨팅으로 구성되어있다. 위와 같은 동작인식의 패턴 분류를 통해 홈네트워크 시스템의 제어를 하게 됨으로써 기존의 불편했던 휴대성과 누구나 사용하기 쉬운 인터페이스를 제공함으로써 더욱 유비쿼터스 환경에 적합한 제어시스템을 구현하는 데에 있다. 이러한 제어시스템의 간편한 사용조작과 휴대성으로 인해 일반인은 물론 사용이 미숙한 노약자나 장애인들이 기존의 전문담당기의 복잡한 제어 장치를 대신해서 편리하게

사용되어질 것으로 예상된다.

2. 신경회로망 (Neural Network)

2.1 신경회로망의 개요

신경회로망에 관한 연구는 인간의 두뇌와 신경세포 모델에 대한 연구에서 시작되었으며, 가장 기본적인 단위는 뉴런(neuron)이라는 세포이며 상호 연결된 많은 수의 뉴런들을 이용하여 생물학적인 시스템의 계산 능력을 모방하는 소프트웨어나 하드웨어로 구현된 연산모델을 말한다. 이러한 생물학적 뉴런 구조를 모방하여 신경회로망에서는 생물학적인 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. <그림 1>에서는 신경회로망에서의 단위 노드의 기본구조를 보여준다.

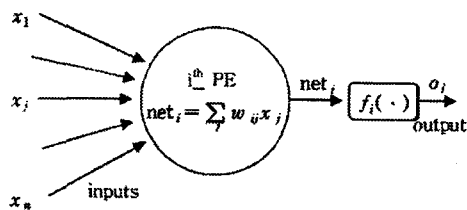


그림 1. 단위 노드의 기본구조

신경회로망에서는 크게 지도학습과 비지도학습으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 뛰어난 학습능력과 학습된 시스템의 신뢰도가 높은 지도학습의 대표적인 학습 알고리즘으로 역전파 알고리즘을 이용하였다.

2.2 역전파 알고리즘

센서모듈로부터 출력되는 다수의 연속적인 데이터를 가지고 동작 패턴을 분류하기 위해서 역전파 알고리즘을 사용하였다. 이는 최소자승(least mean square)알고리즘의 비선형적인 확장으로 미분의 반복규칙(chain-rule)을 여러번 반복적으로 적용하여 확률 근사치 프레임워크와 관련지음으로써 유도해 낼 수 있다.

역전파 알고리즘의 기본 원리는 <그림 2>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 하위층에

서는 이를 근거로 다시 자기 층의 연결강도를 조정해나간다.

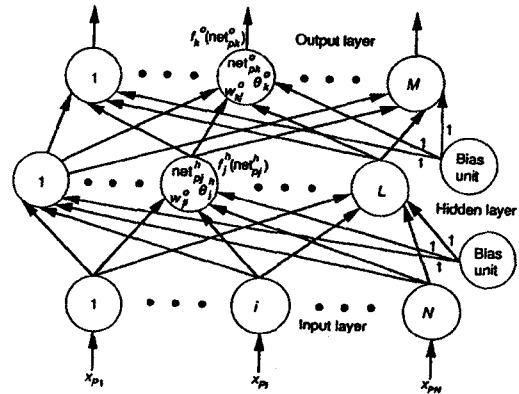


그림 2. backpropagation structure

Error backpropagation algorithm

1. Update weights on the output layer.

$$w_{kj}^o(t+1) = w_{kj}^o(t) + \eta \cdot \delta_{pk}^o i_{pj}$$

2. Update weights on the hidden layer.

$$w_{ji}^h(t+1) = w_{ji}^h(t) + \eta \cdot \delta_{pj}^h x_{pi}$$

3. Be sure to calculate the error term.

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M \delta_{pk}^2$$

3. 시스템 구조

3.1 시스템 개요

본 논문에서 사람의 행동인식을 위한 시스템 구조는 <그림 3>와 같이 센서모듈, PC 알고리즘, 홈네트워크의 구조로 유비쿼터스 환경이 구축된다.

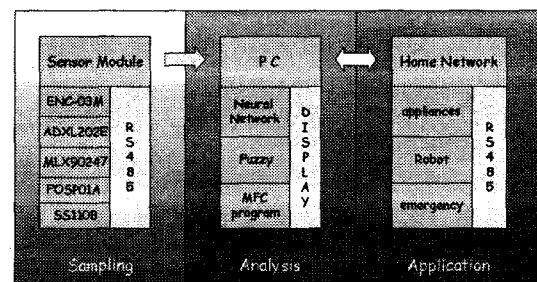


그림 3. 시스템 구조

센서모듈에서의 인간의 행동을 샘플링 하여 PC에 데이터가 전달되게 되며 이러한 데이터는 신경망에 의해 행동패턴이 분석되게 되며 분석된 행동인식은 홈네트워크에서의 장치들의 지시 및 인간의 사고를 분석할 수 있는 기반을 구축함으로써 유비쿼터스 환경에 적합한 구조

를 갖는다.

3.2 센서모듈

본 논문에서는 사람의 행동인식을 위한 센서 모듈을 <그림 4>와 같이 손목에 부착시켜 동작하도록 설계하였다.



그림 4. 센서 모듈

이 센서모듈은 3축 각속도와 3축 가속도 센서를 기반으로 한 모듈로 되어있으며 온도, 가스, 압력 센서를 추가함으로써 인간의 건강상태 파악을 할 수 있는 모듈을 제작하였다. 이러한 부착형 센서모듈은 항상 휴대 가능하며 누구나 간편하게 조작된다는 점에서 큰 이점이 있다.

3.3 Algorithm

센서모듈에서 3축 각속도와 3축 가속도, 인간의 체온을 탐지하는 온도센서, 심장박동을 측정하는 압력센서, 알코올 및 가스를 탐지하는 산소센서들로부터 데이터가 증폭 및 샘플링 과정을 거쳐 PC에 전송된다.

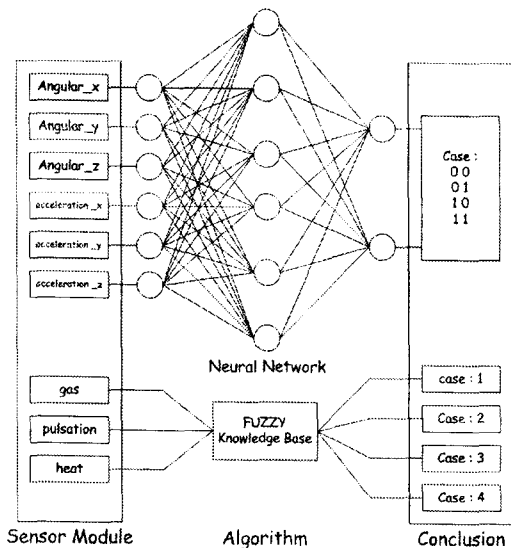


그림 5. Algorithm structure

3축 각속도와 3축 가속도 센서 데이터는 신경망의 입력으로 들어가 행동인식의 패턴분류로 되며, 압력, 산소, 온도센서의 경우 퍼지 알고리즘을 이용하여 각각의 출력이 홈네트워크

시스템의 환경변수로 들어가게 되어 사용자에게 알맞은 최적의 환경을 구축하게 된다. 여기서 퍼지 알고리즘의 경우, 퍼지화기 방식은 Singleton이며, 퍼지추론 방식은 Mamdani의 Min-max 법을 형태는 If-Then Rules을 사용했으며, 비퍼지화기는 무게중심법을 사용하였다.

3.4 홈네트워크 시스템

유비쿼터스환경으로 구현된 홈네트워크 모델은 임베디드 리눅스 시스템 기반으로 구성되어 있다. 이러한 홈네트워크 시스템은 모든 기기들이 단일 통합화되어 제어 할 수 있는 환경이 구축되어있으며, 가전기기 및 로봇, 멀티미디어 등을 인터넷이나 본 논문에서의 센서모듈에서의 추출된 데이터로 제어가 가능하게 구성되어 있다.



그림 6. 홈네트워크 모델

또한 홈네트워크에서의 보행로봇은 사람의 손 동작에 의한 제어가 가능해 사용자가 원하는 방향으로 움직일 수 있어 손쉽게 제어가 가능하여 사람을 대신하여 몸이 불편한 노약자나 장애인들에게 커다란 효과를 가져다주는 이점이 있다.

4. 시스템 실험 및 분석

본 논문에서는 센서모듈을 착용후 간단한 4가지 행동들을 통해 <그림 7>과 같은 데이터를 추출해 낼 수 있다. 여기서 A와 B는 각각 각속도와 가속도의 x, y, z 축을 나타내며 <표 1>과 같은 데이터들로 학습 데이터를 만들게 된다.

예제	행동패턴
Ex 1.	손으로 크게 원을 그린다.
Ex 2.	손으로 가슴 쪽으로 친다.
Ex 3.	만세 동작을 한다.
Ex 4.	손을 좌-우로 회전한다.

표 1. 행동패턴 분류

위의 동작을 각각 50번씩 반복해 학습데이터를 만든 뒤 허용오차를 0.05로 제한하고 학습을

시켰다.

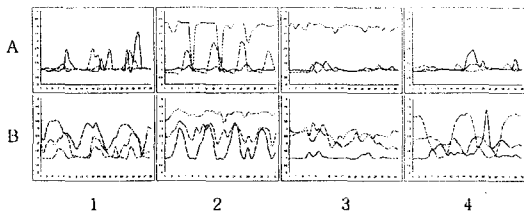


그림 7. 센서모듈에서 출력되는 행동데이터

추출된 센서데이터를 소프트웨어를 적용시키기 위해 <그림 8>와 같은 프로그램을 구현하여 적용시켰다. 패턴 분류의 결과와 수신된 데이터, 또한 홈네트워크 자동화 시스템 상태를 파악하기 위한 홈 감시 시스템을 구축하여 실시간으로 현재의 집안 상태를 파악할 수 있다.

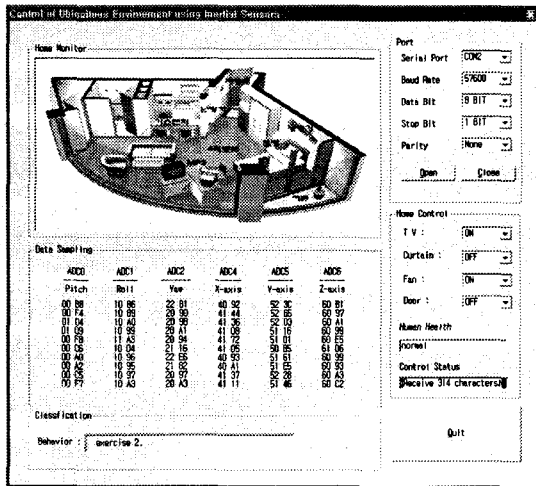


그림 8. Ubiquitous Monitoring Program

예제에서의 4가지 행동들을 여러 번 반복한 결과 평균 85.2%의 인식 성공률을 보였다. 이러한 패턴에서 분류된 행동들은 바로 홈네트워크 시스템의 가전기기, 로봇 등을 바로 제어함으로써 기존의 전용단말기를 이용할 때보다 기기들을 제어하는데 간편하며 동작인식부터 기기가 동작하는데 걸리는 시간이 매우 단축되었다.

5. 결론

본 논문에서는 센서모듈의 행동패턴 및 인간의 인체특성을 파악하여 유비쿼터스 환경에서의 인터페이스를 구축하는 목적으로 연구하였다. 이러한 시스템은 센서모듈을 이용해 인간의 행동과 건강상태까지 추출한 데이터들을 신경망 학습 알고리즘의 대표적인 역전파 알고리즘을 이용하여 행동패턴을 분류하고 인간의 상태에 따른 퍼지이론 기반으로 구현된 최적의 유비쿼터스 인터페이스를 구축하였다. 다소 실험결과가

신뢰성을 얻을 수 있는 수치에 이르지 못했지만 더욱 완고하고 적합한 신경망 학습알고리즘의 모델을 연구하여 차후 더욱 높은 인식률과 향상된 성능을 갖는 행동패턴 알고리즘을 개발하도록 한다. 이밖에 센서모듈의 통신방식과 홈네트워크와 PC의 일체화 및 통합서비스망 구축을 통해 좀 더 자유롭고 누구나 쓰기 편한 유비쿼터스 환경을 구축하는데 힘써야 할 것이다.

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

참 고 문 헌

- [1] 이해룡, “미래 홈네트워크 기술 전망”.
- [2] 이우승, “유비쿼터스를 위한 디지털홈 서비스 현황”.
- [3] 김대수, “신경망 이론과 응용(1)”, 하이테크 정보, 1992.
- [4] 이성환, “패턴인식의 원리”, 홍릉과학출판사 1994.
- [5] Simon Haykin, “NEURAL NETWORKS”; A comprehensive Foundation, Prentice-Hall, Inc. 1997.
- [6] Jyh-Shing Roger Jang, Chuen-Tsai Sun, EiJi Mizutani, “Neuro-Fuzzy and Soft - Computing”; A computational Approach to Learning and Machine Intelligence, Prentice-Hall, Inc. 1997.
- [7] Vojislav Kecman, Learning and Soft Computing; “Support Vector Machines, Neural Networks, and Fuzzy Logic Models”, The MIT press. 2001.
- [8] Nikola K.Kasabov, “Foundations of Neural Networks”, Fuzzy Systems, and Knowledge Engineering, A Bradford Book, The MIT Press. 1988.
- [9] Masumi Ishikawa and Naohiro Sasaki, “Gesture Recognition Based On SOM Using Multiple Sensors”, ICONIP’02, Vol.3, 1300-1304, 2002.