

인간 친화적인 가정용 지능형 서비스 로봇 구현

Implementation of intelligent and Human Friendly Home Service Robot

최우경, 김성주, *서재용, *조현찬, 전홍태
중앙대학교 전자전기공학부
*한국기술교육대학교 정보기술공학부

Woo-Kyung Choi, Seong-Joo Kim, *Jae-Yong Se, *Hyun-Chan Cho, Hong-Tae Jeon
School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University
*School of Information and Technology Engineering, Korea Univ. of Tech. and Edu.
E-mail : chwk001.hanmail.net

요 약

최근 로봇의 형태는 인간의 명령을 이행하고 스스로 학습하며, 감정을 지닐 수 있는 인공지능을 내장한 로봇이다. 이와 같은 특징을 지닌 로봇의 용도는 조립, 도장, 용접 등 단순 반복 작업이나 위험한 산업현장에서 벗어나 좀더 다양한 분야로 그 범위가 확대되고 있다. 활용의 예는 '가족 도우미'의 역할을 수행하는 로봇으로써 가사, 방법, 오락 그리고 교육 등의 기능을 담당하는 형태로써 보다 다양화되고 향후 가정의 필수품으로 자리 잡을 전망이다. 이러한 로봇의 구현에 인공지능의 요소를 활용해야 하는 것은 당연하며 그 범위 또한 광범위하다. 로봇이 여러 가지의 기능을 수행하기 위해서는 환경 정보를 받아들이는 센서의 역할이 크며 이런 센서를 사용조건에 맞게 활용하는 것도 중요하다. 본 논문에서는 로봇에 부착된 센서의 환경 정보값을 적절히 활용하여 로봇의 다양한 기능을 구현할 수 있는 가정용 지능형 서비스 로봇을 구현하고자 한다. 센서 정보는 지능 기법으로 널리 알려진 소프트 컴퓨팅 기법을 사용한다.

1. 서론

1950년대의 대량생산 시대부터 1980년대 이후에 다품종 소량 생산시대에 이르기까지 자동화의 형태는 크게 달라졌지만, 언제나 그 중심에서는 로봇이 큰 역할을 해왔다. 로봇은 포장이나 조립, 용접, 벽면작업등 다양한 분야에서 활약하는 산업용뿐만 아니라 우주공간 등의 미개척 지역의 탐색, 위험한 환경에서의 구조임무 등 폭넓게 사용되어 왔다[1]. 1999년에 발표된 소니의 AIBO와 혼다의 ASIMO를 필두로, 21세기로 접어들면서 로봇은 산업현장 뿐만 아니라 우리 일상생활에 깊숙이 관여하고 있다. 로봇이 단순히 관절을 움직여 인간의 운동 기능만을 모방할 수 있다면, 이

것은 장난감과 다름이 없을 것이다. 사람은 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각의 오감을 이용하여 주변 환경을 인지하며 행동한다. 로봇도 오감에 해당하는 각각의 센서를 장착하고, 이 센서를 통해 얻은 정보를 자신이 가진 정보에 비추어 판단할 수 있어야 한다[2]. 마지막으로 판단한 내용을 실제 행동으로 옮길 수 있다면 인간과 더 비슷하고 친근한 로봇으로 발전할 수 있다. 본 논문에서는 이미지 센서, 가스 센서, 초음파 센서, 온도 센서, 조도 센서를 장착하고, 이 센서를 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 적절히 융합하였다. 로봇은 융합된 센서 정보를 토대로 주변 환경을 인지하며, 가정용 로봇에 맞는 행동을 취하게 된다.

2. 가정용 로봇의 시스템 구성

로봇은 주변 환경 정보를 얻기 위해 6가지의 센서를 부착하였다. 인간의 시각에 해당하는 CMOS 카메라와 조도 센서, 청각에는 음성모듈, 후각에는 가스 센서, 촉각에는 온도 센서를 장착하고 있다. 그 외에도 초음파 센서로써 물체의 거리를 감지할 수 있도록 하였다. 로봇의 이동은 바퀴구동식의 스텝모터를 사용하였고 팔과 허리는 6관절의 서보모터와 180° 회전할 수 있도록 서보모터 1개를 사용하였다. 로봇의 음성모듈에는 음성인식 모듈에 AVR 90S8535를 연결하여 회로를 구성하였다. 또 로봇과 음성센서모듈에는 적외선 신호를 송수신 할 수 있도록 하였다. 로봇 구동에 별도의 전력 공급기를 사용할 수 있다. 그러나 전력공급기를 사용하면 유선을 통하여 전원이 공급되므로 이동거리가 전원선의 길이로 제한되는 문제가 있다. 이러한 문제점을 고려하여 로봇의 전원은 배터리를 이용한 독립전원으로 구성하였다. 로봇의 전원은 스텝모터와 허리 부분에 설치 하였다.

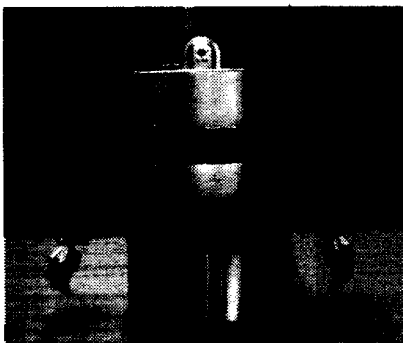


그림 1. 로봇의 외형

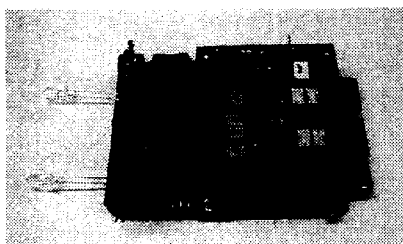


그림 2. 로봇 음성센서모듈

3. 다중 센서 퓨전

인간 조작자의 간섭 없이 로봇 혹은 시스템이 자율적으로 동작하려면, 외부로부터 정보를 습득하고 이 정보를 바탕으로 추론과정을 거쳐 적합한 동작을 수행해야 한다. 외부환경의 정보를 습득함에 있어 로봇 혹은 시스템은 센서를 이용하

게 되는데, 하나의 센서보다는 여러 개의 센서를, 한가지의 센서보다는 여러 종류의 센서를 이용하는 것이 바람직하다고 할 수 있을 것이다. 이렇듯 다중 센서를 이용하여 로봇이 활동하는 주변 환경에 대한 정보를 지속적으로 얻고, 계속적으로 환경정보를 갱신해야 한다.

다중 센서 퓨전의 전형적인 예로는 목표물 인식, 이동 로봇의 자율주행, 산업에서의 활용, 군사목적, 목표물 추적, 비행체의 자율주행 등을 들 수 있을 것이다. 만약, 개별 센서들이 주변 환경에 대한 완전히 독립적인 정보만을 제공한다면 이 방법은 매우 적합할 것이다. 이러한 접근으로부터 얻을 수 있는 이득은 주변 환경에 대한 접근성의 증가라 할 수 있다. 그러나 만약 각 센서들 간 환경정보에 대한 중복되는 부분이 있다면, 센서로부터 수집된 정보를 적절히 융합하여 이용해야 한다. 본 논문에 사용된 센서는 가스센서, 온도센서, 조도센서, CMOS 이미지 센서, 초음파 센서를 이용한다[3].

3.1 다중센서의 장점

다수의 센서를 사용하거나, 시간차를 두고 하나의 센서에서 얻은 값을 융합함으로써, 단일 센서만을 이용한 경우 얻을 수 없었던 여분의 정보를 얻을 수 있게 된다. 이렇게 취득한 여분의 정보를 통하여 정보 확실성을 증가시킬 수 있으며, 센서 에러나 센서 데이터의 오차에 기인한 요소의 중요성이 감소될 수 있으므로 정보 신뢰도가 증가되는 장점을 꼽을 수 있다. 센서 융합을 통하여 다수/다종의 센서 데이터를 병렬적으로 처리한다면, 개별 센서를 사용할 때보다 실시간에 가까운 처리를 할 수 있다. 다수의 센서를 통해 얻은 정보의 질을 비교할 때, 하나의 센서로부터 얻은 정보 보다 다중 센서를 이용한 정보비용이 더 적다고 할 수 있다.

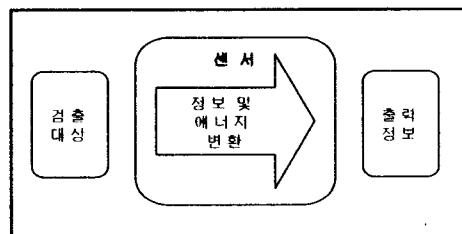


그림 3. 센서의 기능

3.2 센서 퓨전

다양한 신호들을 감지할 수 있도록 다양한 센

서들을 적절한 곳에 활용해야 하고 감지된 신호들로부터 상태를 파악하고 그에 맞는 행동을 할 수 있어야 한다. 센서가 자연법칙을 이용해 물리적인 신호를 감지하기 위한 하드웨어적인 것이라면 상태 파악 및 추론은 물리적인 신호를 처리해 상태를 감지하는 소프트웨어적인 것을 말한다. 퍼지이론, 신경회로망 유전자알고리즘, 러프집합이론 등의 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하면 물리적인 센서 입력 데이터로부터 로봇의 제어장치가 판단하는 데 사용할 수 있는 의미 있는 새로운 입력을 찾아내는 방법이 가능하다.

센서 퓨전 구조 설계 시 모듈화(modularity), 계층적 구조(hierarchical structures), 적응성(adaptability)등을 고려해야 한다. 모듈화 퓨전은 시스템의 복잡도를 감소시키는데 효과가 있고, 특정센서에 대한 의존성 없이 좀더 유연한 시스템을 만들 수 있도록 한다. 만약 센서의 종류가 바뀌게 되면, 전체 퓨전 알고리즘은 수정하지 않고 해당부분의 퓨전 알고리즘만을 교체하면 된다.

계층적 구조로 설계하면, 처리된 정보를 다양한 해상도와 레벨, 형태의 표현형식 모두를 입력 받을 수 있으므로 유용하다고 할 수 있다. 아울러, 주위 환경의 변화, 작업환경의 변화를 고려할 때, 적응성이 있는 퓨전알고리즘의 선택은 필수적이다.

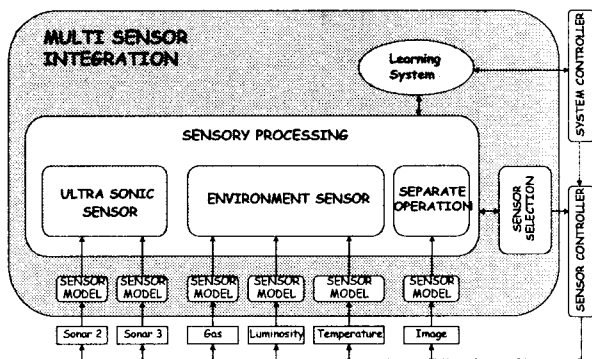


그림 4. 로봇의 다중센서 구성

4. 학습 알고리즘

구현한 판단 알고리즘은 센서에서 얻은 환경정보를 이용하여 사용자가 내린 여러 가지의 명령을 추가 명령이나 관찰 없이 로봇이 독자적으로 판단한 내용에 근거하여 주어진 명령을 적절히 수행할 수 있도록 하기 위해 인공신경망과 이용하여 판단 알고리즘을 이용하였다.

신경망의 입출력은 다음과 같다. 입력은 사용자의 명령, CMOS 이미지 센서 의해 얻은 영상 정보값, 로봇의 초음파 센서의 거리값, 가스 센서

값, 조도 센서값, 온도 센서값으로 정의하고 신경망의 출력은 로봇의 행동을 제어할 수 있는 모듈 선택으로 정의하여 구성하였다.

학습 알고리즘으로는 가장 많이 이용되는 역전파 학습방법을 사용하였다. 입력은 6개, 출력은 1개로 하였다.

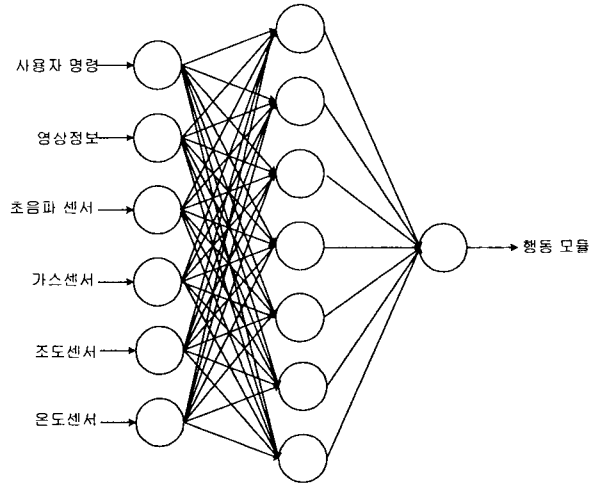


그림 5. 인공신경망의 구조

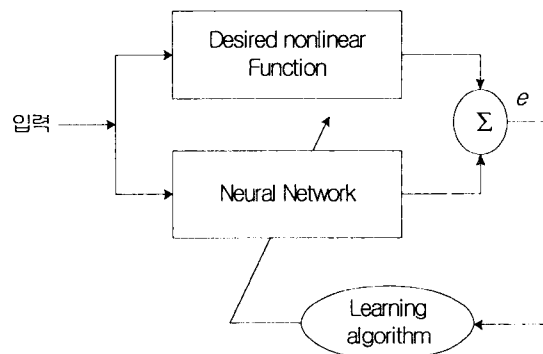


그림 6. 역전파 학습 모델

5. 로봇의 구현 및 학습 결과

5.1 음성모듈과 로봇의 프로토콜 정의

통신은 RF 통신을 사용하여 음성모듈과 로봇의 원활한 통신을 가능하게 하였다.

일반적으로 데이터를 전송하기 위해서는 각각 명령어를 사람이 쓰는 언어로 전송할 수 없으며 숫자로 된 ASCII Code 내지는 16진수, 2진수 등으로 규약을 정하여야 한다. 이와 같이 정의된 명령어를 프로토콜이라고 하며, 본 연구에서는 명령어 기반 프로토콜(Command Mode Protocol)을 사용하였다. 음성명령 프로토콜은 15개의 명령어로 되었으며 로봇을 기본적으로 움직이는 명령과 신경망학습에 의한 추론/판단된 모듈의 명령으로

구성하였다. 로봇을 기본적으로 움직이는 명령어는 '00', '00', '000', '000', '00' 이 있고 추론/판단 명령은 '000' 이 있다.

표 1. 음성명령 프로토콜

정의	Start	Mode Byte	명령	CRC	Stop
Byte	1	1	1	1	1
Code	AA	FF	유동적	유동적	55

5.2 로봇의 기능

로봇에는 여러 가지의 센서가 장착되어 있으며 이를 통해 주변 환경의 상황정보를 수집한다. 수집된 정보는 학습알고리즘에 의해 로봇의 행동에 따른 최적 모듈을 선택할 수 있도록 한다.

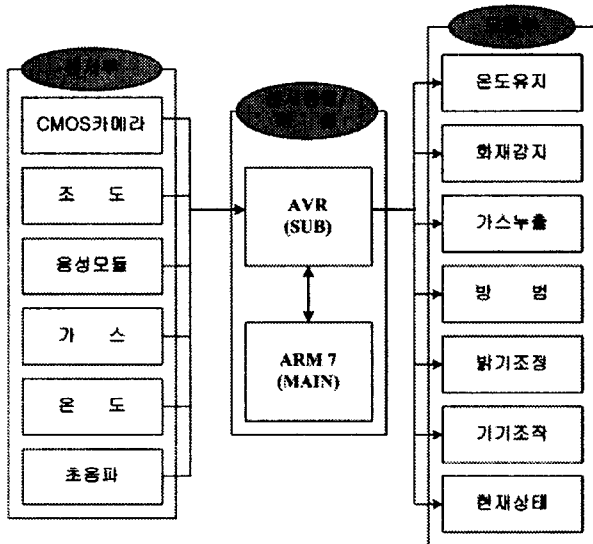


그림 7. 로봇의 하드웨어와 구조

5.2.1 행동모듈

행동모듈은 로봇이 가정에서 인간에게 도움이 될 수 있는 모듈로 총 7가지로 나누었다.

- 온도유지 모듈: 실내온도를 감지하여 적합한 실내온도를 유지하도록 가정의 구성원에게 알리는 기능
- 화재감지 모듈: 화재 알림 기능
- 가스누출 감지 모듈: 집안의 LPG나 LNG 가스 누출을 감지
- 방법 모듈: 외출시 집안에 움직임이 있을 경우 이를 감지하여 알리는 기능
- 밝기조정 모듈: 항상 일정한 밝기가 되도록 하는 기능
- 기기조작 모듈: 사용자의 음성

으로 보고자 하는 텔레비전의 채널을 조정할 수 있는 모듈

■현재상황 알림 모듈: 현재 시간, 온도 등을 알려주는 기능

로봇에는 스피커가 내장되어 로봇이 학습된 내용을 집안의 사용자에게 알리거나 경고할 수 있는 기능이 있다. 또 모듈에 해당하는 적절한 행동을 함으로써 소리를 듣기 못하는 상황에서도 로봇의 행동만으로도 사용자가 위험한 상황을 알 수 있도록 하였다.

5.3 학습 결과

로봇의 모듈 선택 학습은 다층 신경망 구조와 역전파 학습 알고리즘을 사용하였다. 학습에 사용한 데이터 쌍은 256가지이며 신경망의 가중치 범위는 -0.1~0.1, 은닉층 개수는 20개, 학습회수는 10000번으로 하여 학습하였다. 활성화 함수는 은닉층에 시그모이드(sigmoid) 함수, 출력층에는 선형함수를 사용하였다. 학습한 RMSE값은 다음 그림과 같다.

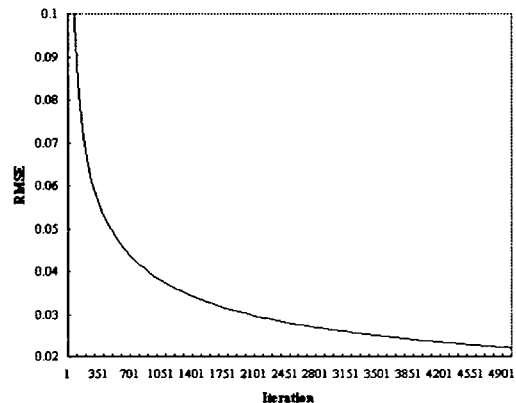


그림 8. 신경망의 학습 결과

6. 결론 및 향후과제

본 논문은 가정용 로봇과 센서퓨전에 관한 것으로, 가정용 로봇의 지능적 판단을 위해 로봇에 다중센서를 장착하여 로봇의 주변 환경을 고려하고 로봇이 판단에 맞게 행동하도록 하는 것을 목표로 하였다. 프로세서의 처리속도와 연산능력을 고려하여 방대한 다중 센서 데이터를 동시에 처리하지 않고 분산하여 처리할 수 있도록 센서 융합부를 모듈화하여 구성하였다. 센서 융합부에서 처리된 센서값을 고려하여 신경망을 이용하여 가정용 로봇에 맞게 행동할 수 있는 모듈일 선택할 수 있도록 학습하였다.

향후과제로는 더욱 다양하고 복잡한 판단과 행동을 할 수 있도록 센서융합과 행동모듈을 지능

화시키는 것이다. 로봇은 가정용 로봇이다. 그러므로 인간과 친구 같은 로봇이 될 수 있도록 로봇에 감정을 표현할 수 있는 기능을 추가하는 것이 될 것이다.

7. 참고문헌

- [1] O. Causse and L. H. Pampagnin, "Management of a Multi-robot System in a Public Environment," *Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 246-252, 1995.
- [2] Ren C. Luo., "Multisensor Fusion and Integration: Approaches, IEEE SENSORS JOURNAL, Vol. 2, No. 2, Apr. 2002.
- [3]http://www.car123tec.co.kr/carcare/sensor_main.html