

# 소리발생 근원지 방향을 탐지하는 임베디드 모듈

박진서\*, 오세종\*\*

\* \*\*단국대학교 대학원 나노바이omedical 과학과  
e-mail:jinseo1224@naver.com

## Embedded Module for Searching Direction of Sounds

Jin-Seo Park\*, Se-Jong Oh\*\*

\* \*\*Dept of Nano-Bio Medical Science, Dankook University

### 요약

본 논문에서는 소리발생 근원지 방향을 탐지하는 임베디드 모듈을 제작하였다. 로봇에게 다양한 정보를 제공하여 더 많은 기능을 수행할 수 있도록 도와 로봇의 활용분야를 넓히고자 한다. 해당 모듈은 ATmega128 MCU(Micro Control Unit), 두 개의 소리센서 그리고 서보모터를 사용하여 제작되었다. 두 개의 소리센서가 회전축을 중심으로 180도 반동운동을 하면서 주기적으로 발생한 소리에 대해서 이격되어있는 두 개의 센서가 시간차이를 두고 반응하게 된다. 이 시간차이를 이용하여 소리발생 근원지의 방향을 계산하게 된다.

### 1. 서론

크고 작은 컴퓨터들이 의료, 복지, 제조, 생활가전 등의 폭넓은 분야에서 사용되어져 왔다. 초기의 이러한 컴퓨터들은 사용자로부터 직접적으로 데이터를 입력받아 처리해 왔다. 하지만 오늘날의 컴퓨터들은 센서를 통해서 외부 환경의 데이터를 스스로 수집하고 그 데이터를 분석하여 행동하게 되었다. 또한 유비쿼터스라는 개념과 더불어서 다양한 센서를 갖추고 다양한 서비스를 스스로 제공할 수 있는 컴퓨터들이 사람들의 생활 속에 더욱더 깊이 스며들었다. 예를 들면 주차장에 장착된 선세들을 통해 주차공간에 자동차의 유무를 파악할 수 있고 이를 근거로 목적지입구와 가장 가까운 주차위치 또는 주차장출구와 가까운 주차위치를 서비스 할 수 있다. 이와 같

이 컴퓨터들이 스스로 결과를 도출해 내기 위해서는 기본적으로 외부로부터 데이터 습득을 우선으로 한다. 컴퓨터는 정보습득을 위해서 카메라, 소리센서, 초음파센서, 가속도센서, 적외선센서, 감도센서, 먼지센서 등등 목적에 따라 수많은 센서들을 사용한다. [1~3]

본 논문에서는 소리센서를 이용하여 수평방위각내에서 소리발생 근원지의 방향을 찾아내는 모듈을 제작하였으며 이를 통해서 컴퓨터가 외부환경의 데이터를 수집할 수 있는 또 하나의 방법을 제공하고 이를 운용하는 방법을 연구하였다.

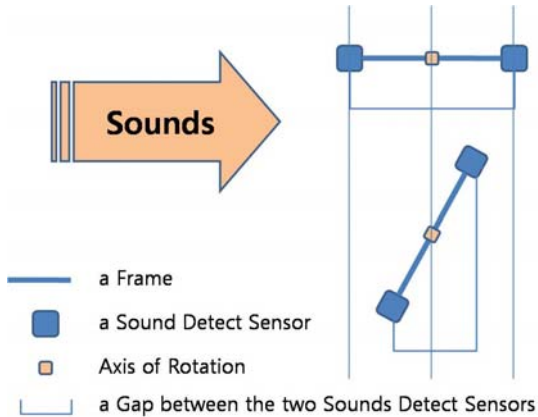
### 2. 소리근원지 방향을 탐지하는 임베디드 모듈

#### 2.1. 개요

본 논문에서 정의하는 소리의 정의는 일반적인 소리의 정의와 같으며 다음과 같다. 소리는 탄성체를 매질로 전파되는 파동을 가리키며 음 또는 음파라고도 하며 음파의 속도는 상온의 대기에서 약 340m/s 이고 온도에 비례하는 값을 가진다. 그리고 매질의

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(세계수준의 연구중심대학 육성사업, R31-2008-000-10069-0)

종류에 따라서 차이를 보이며 물속에서는 약 1500m/s, 고체에서는 약 5000m/s의 값을 가진다. 또 주파수가 2만Hz가 넘는 음파는 초음파라고 하며 사람에게서는 들리지 않는 특징을 지닌다. 본 논문에서는 상온의 대기에서 약 340m/s의 속도를 가진다는 부분을 이용하여 전방 180도를 10단계로 나누어 18도 간격으로 소리발생의 근원지를 탐지한다.

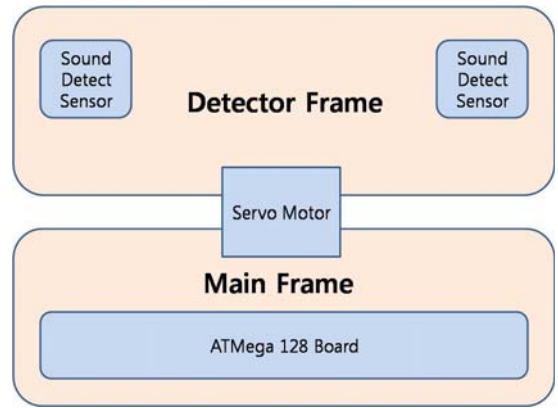


[그림 1] 기본 원리

## 2.2. 하드웨어 구성

### 2.2.1 하드웨어 구성 개요

소리의 시간차이를 감지 하기위해 같은 평면상에 두 개의 소리센서(Sound Detect Sensor)를 장착하며 소리센서가 회전하며 탐지하기위해 중심축을 이루는 부분에 서보모터(Servo Motor)를 장착한다. 본 논문에서 사용한 ATmega128의 클Clock Speed는 16Mhz이다. 30cm 이격된 두 개의 센서에서 첫 번째 센서에 소리가 도착한 후 두 번째 센서까지 걸리는 시간은 약 0.001초 이며 이사이에 ATmega128은 16,000번 카운트 할 수 있다. 이는 두 개의 소리센서가 움직인 위치를 확인 할 수 있을 만큼 충분히 거리를 확보하였다는 것이 된다. 따라서 본 논문에서 제시한 탐색단위 18도 보다 더욱 세밀한 각도 조절이 가능하고 그 차이 값을 계산할 수 있다. 또한 서보모터를 통하여 원하는 각도로 Detector Frame을 제어하는 것이 가능하므로 소리센서가 향하고 있는 방향을 정확하게 알아 낼 수 있다. 서보모터의 대안으로 스텝핑모터(Stepping Motor)를 이용하면 Detector Frame을 360도 회전시킬 수 도 있다.



[그림 2] 하드웨어 구성도

### 2.2.2 소리센서간의 거리설정 영향요소

두 개의 소리센서의 거리 설정에는 하드웨어적 고려요소와 환경적 고려요소가 존재한다. 하드웨어적 고려요소에는 MCU(Micro Control Unit)의 Clock Speed, 소리센서의 크기가 있으며 환경적 고려요소에는 테스트 장소의 온도가 있다.

① MCU의 Clock Speed : Clock Speed가 높을수록 더욱 세밀한 시간차이를 계산할 수 있으므로 두 개의 센서 위치가 가까워질 수 있다. 이는 모듈의 소형화에 기여한다.

② 소리센서의 크기 : 소리센서의 크기가 작을수록 센서간의 이격거리를 좁힐 수 있으며 이 또한 전체모듈의 소형화에 기여한다.

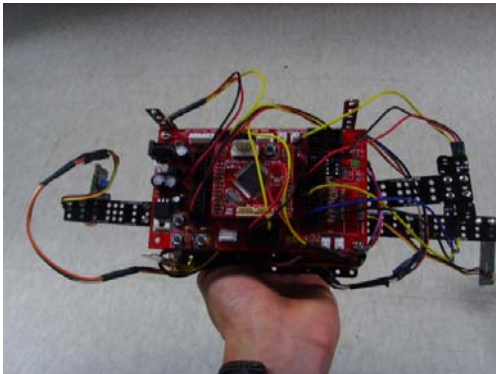
③ 외부온도 : 외부온도가 1도씨가 변할 때마다 소리의 이동속도 또한 0.6m/s만큼 변한다. 이는 소리의 속도에 영향을 주게되고 소리의 속도를 이용하여 소리센서간의 이격거리를 계산하는데 영향을 주게된다. 하지만 본 논문에서 사용한 알고리즘은 0.5초 간격으로 연속으로 두 번 얻은 값을 상대적으로 비교하므로 온도에 따른 속도변화에 영향을 받지 않는다. 온도 센서를 추가로 장착하는 경우에는 온도에 따른 소리의 속도 값도 계산하여 소프트웨어 구동 시 참고 할 수 있다. 예를 들어 두 개의 센서간의 최대 이격거리를 절대치로 이용하는 경우 온도센서가 주는 온도의 정보가 추가적으로 필요하다.

### 2.2.3 하드웨어 구성요소

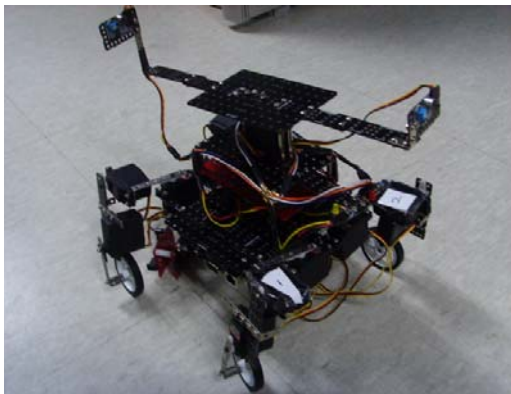
Detector Frame(가로 30cm, 세로 5cm의 막대형)의 중심회전축에 서보모터를 연결하고 Detector Frame의 양쪽 끝에 두 개의 소리센서를 각각 장착한다. 탐지부가 회전하여 Main Frame은 Detector Frame에 장착된 서보모터와 연결됨으로써 Detector

Frame을 지지한다. 또한 소리센서 상태의 검출과 데이터 처리를 위한 MCU(Micro Control Unit)가 장착되어 있다. 각각의 소리센서와 서보모터를 메인 프레임에 연결된 ATmega128(Micro Control Unit)으로 제어한다.

소리센서는 80dB가량 이상의 소리에 반응하도록 저항 값을 조절하였으며 테스트를 위해 일정크기 이상의 소리를 발생시킬 수 있는 간단한 Buzzer모듈을 이용하였다. Buzzer모듈은 0.5초 간격으로 85dB 정도의 소리를 발생시킨다.



[그림 3] 탐지모듈 사진



[그림 2] 탐지모듈을 4축 로봇과 연결한 사진

## 2.3. 소프트웨어 구성

### 2.3.1 소프트웨어 구성개요

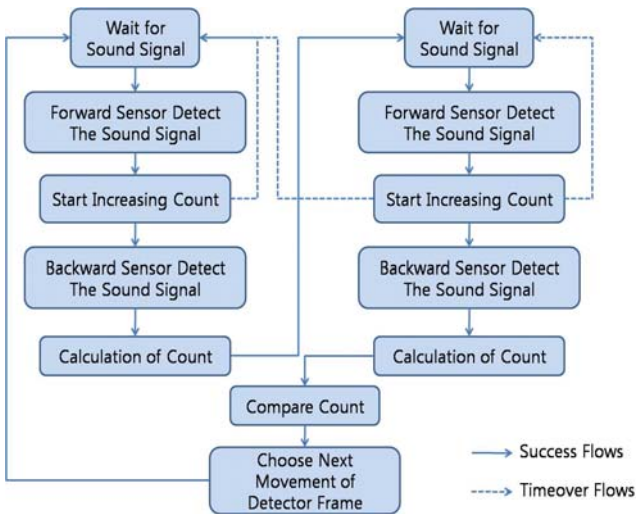
본 논문에서 사용한 하드웨어는 2개의 소리센서와 센서를 회전시킬 서보모터로 구성되어 있다. 임의로 발생하는 소릿값을 받아들이기 위해서 인터럽트를 사용하여야 한다. 그리고 지속적으로 Detector Frame을 정확한 각도만큼 정해진 시간에 움직여야 한다. [4~6]

### 2.3.2. 소프트웨어 구동흐름

기본적으로 탐지 모듈을 작동시키면 첫 번째 센서와 회전축이 이루는 각을 기준으로 하였을 때 0도에서 180도로 증가하는 경우를 좌측방향, 180도에서 0도로 감소하는 경우를 우측방향 이라고 한다. 18도씩 10스텝으로 이루어진 탐지범위를 1스텝씩 0.5초 간격으로 움직이며 좌측으로 10스텝, 우측으로 10스텝을 반복하며 소리정보가 입력되기를 기다린다.

첫 번째 소리센서가 반응하게 되면 인터럽트를 통해 MCU에서 카운터를 작동시키고 곧이어 두 번째 소리센서가 반응하게 되면 카운터 값을 확인하여 두 개의 소리센서의 이격된 거리를 확인한다. 탐지모듈은 첫 번째 센서이격거리 계산 후 한 스텝 더 기존의 이동방향으로 이동한다. 예를 들어 좌측으로 이동 중에 소리가 발생하여 센서간의 이격거리가 계산되었다면 한 번 더 좌측으로 이동하며 좌측의 끝이었을 경우에는 우측으로 이동한다. 반대로 우측으로 이동 중에 센서에서 소리를 인식하여 센서간의 이격거리가 계산되었다면 다시 한 번 우측으로 이동한다. 우측의 경우에서도 마찬가지로 우측의 끝이었을 경우에는 좌측으로 이동한다.

두 번의 소리를 감지하였을 경우 소리발생 근원지를 향하는지에 대한 판단이 가능하다. 예를 들어 처음 얻은 센서간의 이격거리에서 50의 카운터 값을 얻었을 때 두 번째 얻은 센서간의 이격거리가 100으로 증가하였다면 두 개의 센서가 소리발생의 근원지와 평면상에서의 구성이 상대적으로 일직선에 가깝다는 것을 이야기한다. 이처럼 바로 이전에 계산한 센서의 이격거리와 현재에 계산한 이격거리의 차이를 이용하여 소리의 근원지와 센서와의 일직선상 일치여부를 확인하게 되고 지속해서 소리를 발생시켜주면 소리발생 근원지 방향과 두 개의 센서모듈이 계속해서 일직선을 이룬다. 소리의 근원지를 수평방위각 내에서 이동하게되면 탐지모듈이 이차이 값을 계산하여 다시금 소리의 근원지를 따라 Detector Frame이 움직이게 된다.



[그림 4] 소프트웨어 흐름도

### 3. 응용분야

소리발생 근원지 탐지 모듈의 응용이 가장 기대되는 분야는 지능형 로봇분야이다. 현재 사용되고 있는 지능형 도우미 로봇들은 자체적으로 목적에 맞는 하드웨어와 소프트웨어를 갖추고 이동하며 서비스를 제공한다. 대부분의 지능형 도우미 로봇들은 사용자가 직접 로봇에게 다가가 서비스를 요청한다. 하지만 음성인식 기술과 더불어서 소리 탐지 모듈이 사용된다면 사용자가 요청한 서비스를 원격에서 실행하며 실행결과를 서비스 요청자의 위치로 가져다 줄 수 있게된다. 또한 근거리에서 로봇을 호출하였을 때 호출한 사용자에게 로봇이 제공하는 서비스 인터페이스 부분을 위치하도록 조정함으로써 사용자가 느끼는 편의성이 더욱 증대된다. 또한 청소로봇 같은 가정용 소형로봇의 경우에도 인터페이스 조정을 위해 로봇에게 다가가지 않고 호출을 통해 로봇이 사용자에게 다가가도록 하여 편의성을 증대시킬 수 있다. [7~8]

### 4. 결론

본 논문에서는 소리 데이터의 검출방식과 그 데이터의 운용방법을 보였다. 현재 모듈에는 2개의 소리 센서가 장착되어 있고 이에 따라 2번의 소리를 인식 하여야만 소리발생 근원지의 방향을 탐지하는 계산을 할 수가 있다. 회전축을 중심으로 소리센서를 추가한다면 한번발생한 소리에 대해서도 계산이 가능하며 Detector Frame을 회전시키지 않아도 된다. 또한 소리센서를 3차원 적으로 배열할 경우에는 기존

의 수평방향 탐지와 더불어 수직방향 탐지도 가능할 것이다. 더불어 주변잡음 제거방법에 대한 연구가 필요하다.

소리센서를 이용하여 수평방위각내에서 소리발생 근원지의 방향을 찾아내는 모듈을 제작하였으며 이를 통해서 컴퓨터가 외부환경의 데이터를 수집할 수 있는 또 하나의 방법을 제공하였다. 이를 통해서 소리의 방향을 인지하는 지능형로봇, 시각적 정보가 차단된 곳에서의 구조자 구출, 호출자가 있는 곳으로 이동하는 가정용 로봇 등에 사용될 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 황성목, “머리전달함수를 이용한 로봇의 화자위치 추정”, 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, pp.637-640, 2005.
- [2] K. Nakadai, et al, “Active audition for humanoid”, Proceedings of the 17th National Conference on Artificial Intelligence and 12th Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence, pp. 832-839, 2000
- [3] Y. Sasaki, S. Kagami and H. Mizoguchi, “Multiple sound source mapping for a mobile robot by selfmotion triangulation”, Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Beijing, China, 2006
- [4] 김용,이승일,맹인재 “C언어를 이용한 AVR ATmega 128: 이론과 활용”, 웅보출판사, pp. 370, 2006-2007.
- [5] 차영배 /임희연 율김, “AVR마이크로 컨트롤러 ATmega 128”, 다다미디어, pp. 595, 2008.
- [6] Tammy Noergaard / 임희연 율김, “임베디드 시스템 아키텍처: 엔지니어와 프로그래머를 위한”, ITC출판사, pp. 696, 2007-08.
- [7] 산은경제연구소(산업분석 2팀), “지능형로봇 산업의 발전 방안”, 산은경제연구소, pp. 30, 2007-10.
- [8] 권영일, 김은선, “지능형 서비스로봇”, 한국과학기술정보연구원, 2006-08.