

음원과 절대 방위를 이용한 지능형 로봇의 목표물 위치 추적 알고리즘

Object Position Tracking Algorithm of Intelligent Robot using Sound Source and Absolute Orientation

박경진 · 이해강 · 장인훈 · 심귀보

Kyoung-Jin Park, Hae-Gang Lee, In-Hun Jang, and Kwee-Bo Sim

중앙대학교 전자전기공학부

요 약

최근 가정용 로봇 연구가 활발히 진행됨에 따라, 가정과 같은 다이내믹한 환경에서 로봇이 목소리를 포함한 음원에 반응하고 그 위치를 정확히 찾아가는 것이 매우 중요해지고 있다. 인간이 목표물에 도달하기 위해 경로를 선택할 때, 그 목표물이 소리인 경우는 현재 위치에서 음원의 방향을 추적한다. 또한 그 목표물의 위치가 지도로 주워질 경우에는 현재 위치와 목표물의 절대적 방위를 기준으로 추적한다. 본 논문에서는 이처럼 사람이 다른 사람의 목소리를 듣고 반응하거나 어떤 방향으로 가고자할 때 소리가 나는 방향이나 지도를 통해 대략 자신만의 방위를 만드는 것에 착안하여, 지능형 모바일 로봇에 음원추적 장치와 전자나침반을 장착함으로써 음원의 방향 또는 절대 방위를 기준으로 목표물을 찾아가는 알고리즘을 제시하고자 한다.

Abstract

As recent research on home service robot has been performed actively in these days. It becomes very important for the robot to react upon voice and sound source, and then tracks an object position in dynamic environment like a home. When people choose a path for finding a destination of objects, in case of sound, they track a direction of the sound source. Or in case as a position of the object be girded with a point on map, people track the position according to absolute orientation of the present position and the sound source position. In this paper, In this manner we had views on what people decide own direction when they react one's voice or go some directions. We suggest a algorithm that intelligent mobile robots on which we installed a sound source tracking board and a digital magnetic compass board go some object's positions by the direction of sound source and absolute orientation.

Key Words : 지능형 모바일 로봇, 음원추적, 전자나침반, 방향벡터, 홈 네트워크 시스템

1. 서 론

인간의 주거공간인 가정환경을 이루는 대부분의 것들은 인간이 사용하기 가장 쉽고 가장 편안하게 느낄 수 있도록 설계되어져 있거나 배치되어 있다. 즉, 집의 구조, 계단의 높이, 가구나 생활용품의 모양, 크기 그리고 배치 등 모든 환경들은 인간 중심적으로 이루어져 있다. 한편, 가정용 서비스 로봇이 사람들에게 도움을 주려고 한다면 우선 사람의 역할을 대신 해줄 수 있어야 하는데 그러기 위해서는 이러한 인간 중심적인 환경에 잘 적용할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 인간을 닮은 로봇이 보다 유리하며, 따라서 인간의 모습과 움직임을 모방한 휴머노이드 로봇의 연구가 최근 많은 주목을 받고 있는 것이 이러한 의미에서 더욱 가치가 있다고 하겠다. 대표적인 휴머노이드 로봇인 휴보, 아시모 등은 사람

의 모습을 모방하여 두 팔을 가지며, 두 발로 걸을 수 있을 뿐만 아니라 사람의 동작을 자연스럽게 흉내 내고 있다. 나아가 안드로이드인 Ever 등은 얼굴의 생김새뿐만 아니라 인공피부를 사용하여 시각뿐만이 아니라 촉각, 나아가 감정표현까지 모방하며 인간과 비슷하게 만들어가고 있다.

이러한 상황에서 사람과 더욱 가까워지고 더 편리한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자 인터페이스가 매우 중요한데 사람이 인식하고 판단하기 위한 정보의 대부분을 시각을 통해 얻는 것처럼, 로봇 또한 많은 외부 정보를 비전을 통해 얻는다. 비전 분야는 장애물 회피나 사물의 인식, 거리 측정 등에 쓰이며 최근 사람의 표정을 통하여 감정을 인식하려는 연구 또한 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 비전의 경우 때때로 많은 데이터 량, 매우 다양한 패턴, 색상, 조명 등 정확한 인식에 있어서 많은 장애물이 있을 뿐만 아니라 때때로 사용할 수 없거나 신뢰할 수 없는 상황이 발생하기도 한다.

한편, 비전만큼 사람들이 인식하고 판단하기 위해, 특히 의사를 전달하기 위하여 많이 사용하는 것이 바로 소리다. 소리는 비전보다 데이터 량이 적고, 단순로운 데이터 형태를 가진다. 하지만 조명이 없는 곳, 장애물이 있어 시야를 벗어나 보이지 않는 곳 등의 환경에서 소리는 비전이 인식하지 못하는 것들을 보완해줄 수 있는 중요한 정보이다. 특히 집

접수일자 : 2006년 10월 21일

완료일자 : 2007년 2월 26일

본 연구는 2006년도 중앙대학교 산학연공동기술개발 컨소시엄사업(중기청, 서울시, (주)알피에이네트웍스)에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

안에서 사용되는 가정용 서비스 로봇에 있어서 사람과의 인터페이스 중 소리 정보의 유용성은 매우 크다고 할 수 있다.

스마트 홈네트워크 서비스를 위한 지능형 모바일 로봇을 예로 들어보자[1][2]. 거실에 있는 사람이 큰방에 있는 로봇을 부를 경우 로봇이 거실 소파에 앉아 있는 사람에게 찾아가기 위해서는 우선 소리정보를 통해 명령을 인지하고 사용자의 위치를 파악한 후 경로를 생성하여야 한다. 이것은 사람의 경우를 모방한 것으로 로봇이 사용자의 위치를 파악하고 경로를 생성하는 데에는 비전보다 우선 사람과 같이 방향 감각을 먼저 필요하게 된다. 사람의 방향 감각은 절대적 방위와 상대적 방위 감각이 있는데, 이에 착안하여 우리는 로봇이 목표물을 추적하기 위한 경로를 결정하는데 있어 사람과 같은 방향감각을 부여하고자 하였으며, 이를 위해 음원추적센서와 전자나침반을 생각하였다.

따라서 본 연구에서는, 비전을 사용하기 힘든 상황에서 사용자 인식이나 이상 징후를 파악하고 그를 추적하기 위해 음원추적 센서를 고안하였으며 이를 통해 로봇에게 상대적 방향감을 부여하였다. 또한, 로봇이 맵을 가지고 있고 특정 위치에 도달하는 것을 가정하여 전자나침반을 이용하였으며, 이를 통해 절대 방향감을 부여하였다. 최종적으로는 비전을 통해 목표물을 정확히 인식하는 것을 가정 하였다.

본 논문의 2장에서는 마이크를 이용한 음원추적 센서에 대해 기술하고, 3장에서는 전자나침반을 이용한 절대 방위 인식 방법에 대해서 기술한다. 그리고 4장에서는 음원추적 센서와 전자나침반을 이용한 목표물 위치 추적 알고리즘에 대해 설명하고, 마지막으로 5장에서는 실험 및 그 결과에 대해 기술한다.

2. 음원추적 센서를 이용한 위치 인식

기준에 음원추적센서를 설계하는 방법으로 서로 다른 마이크를 통해 획득한 소리의 시간차를 이용하여 위상을 계산하고 칼만필터를 사용하는 방법과[1] 고정된 마이크로 들어오는 소리의 입사각을 계산하고 밴드패스 필터를 사용하는 방법이 있다[3].

본 논문에서는 소리의 세기 차이를 이용한 음원추적센서를 제안하였으며 생활 잡음과 공통 잡음을 제거하기 위해서 비교기를 사용하여 이들을 간단하게 제거하였다. 이에 대한 사용방법으로 다음의 두 가지를 가정하였다.

첫째는 홈네트워크 시스템이 갖추어진 환경이고, 둘째는 홈네트워크 시스템과는 독립적으로 로봇에 음원추적 센서를 부착하여 사용하는 것으로 한다.

대부분의 가정은 안방, 거실, 공부방, 부엌 등의 목적을 가지고 공간을 사용한다. 따라서 이러한 공간을 중심으로 음원센서를 배치시키고 홈서버와 네트워크를 구성하여 사용하는 것을 가정하였다.

2.1 음원 추적센서의 구조

본 논문에서 제안하는 음원 추적센서의 목적은 음원의 정확한 위치를 검출하는 것이 아니라 음원이 발생한 쪽의 방향을 찾아내고 대략적인 음원 발생 영역을 유추하는 것이다. 따라서 기준 위치로부터 왼쪽인지 오른쪽인지, 앞인지 뒤인지를 판단하면 대략적인 방향을 알 수 있다는 것이 기본 아이디어이다. 우선 그림 1과 같이 정사각형의 방 내부 천정 중앙에 총 네 개의 마이크(MIC 1~4)를 설치하고 방의 중심에 좌표 원점으로 하는 기준 좌표를 잡았다.

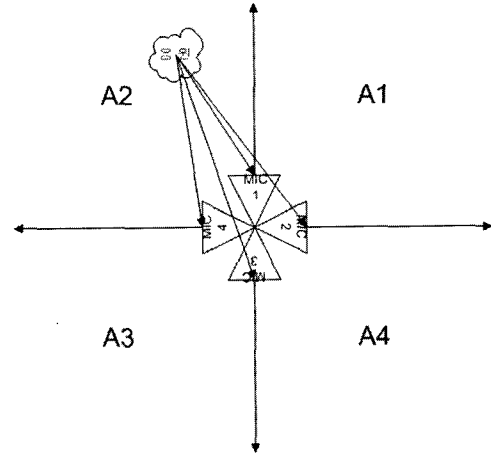


그림 1. 4개의 마이크를 이용한 음원 위치 추정
Fig. 1. Sound source assumption using four microphones

음원의 위치 영역 A를 구하기 위하여, 먼저 그림 1과 같이 설치한 마이크의 방향성에 근거하여 그림 2와 같이 마이크에 들어온 신호의 세기를 입력으로 하는 비교기를 구성하였다.



그림 2. 음원의 위치 영역 검출을 위한 비교기
Fig. 2. Comparator for detecting the source position area

그림 2와 같이 각각의 마이크에 들어온 신호를 방향성에 따라 비교기의 (+), (-) 입력으로 하면 각 마이크 신호의 세기에 따른 출력값 X, Y를 얻을 수 있다. 이를 통하여 영역 A1~4중 음원 위치 영역 A를 아래와 같이 결정할 수 있다.

비교기의 출력 X, Y에 대해 다음과 같은 방법으로 A를 결정한다.

$$\begin{aligned} X \geq 0, Y \geq 0 &\Rightarrow A1, & X < 0, Y \geq 0 &\Rightarrow A2 \\ X < 0, Y < 0 &\Rightarrow A3, & X \geq 0, Y < 0 &\Rightarrow A4 \end{aligned}$$

이 경우 음원센서로부터 음원까지의 정확한 거리를 산출하기는 힘들지만, 하드웨어적인 구성이 간단하고 음원센서로부터 음원으로의 대략적인 방향벡터를 구하는 연산이 매우 간단한 장점이 있다.

또한 정확한 방향을 찾아내기 위해 비교기에서 추출된 방향벡터 (X, Y)의 비를 이용하여 다음의 (1)과 (2)식을 이용하여 방향벡터의 방위 값 θ 를 구한다.

$$\theta = \arctan(Y/X) : X > 0 \text{인 경우} \quad (1)$$

$$\theta = 180^\circ + \arctan(Y/X) : X < 0 \text{인 경우} \quad (2)$$

이와 같이 계산할 경우 음원 방향의 정밀한 값을 구할 수 있다. 또한 음원 추적 센서로부터의 거리는 다르고 방향은 같은 음원의 경우 X, Y의 비를 이용하므로 동일한 결과를 얻을 수 있다.

2.2 홈네트워크 시스템에 연결된 음원 추적센서

그림 1과 같이 어떤 공간의 천정 중앙에 음원 추적센서를

설치하면 센서를 중심으로 하는 음원의 좌표를 생성할 수 있다. 음원이 발생하면 2.1절에서 상술한 것처럼 센서로부터 음원의 대략적인 방위를 유추할 수 있으며 그 결과를 유선 또는 무선으로 연결된 홈서버로 전송한다. 홈서버는 음원에 대한 추가적인 대응을 직접 또는 로봇을 이용하여 간접적으로 행할 수 있다.

이 경우 음원이 사용자의 로봇에 대한 명령정보라고 가정하여 음성인식 모듈과 연동한다면 홈네트워크 시스템과 physical agent system으로서의 가정용 서비스로봇의 협동을 통해 사용자에게 보다 다양한 인터페이스와 응용서비스를 제공할 수 있을 것이다. 특히 그림 3과 같이 각 방과 거실, 주방에 홈서버와 유·무선으로 연결된 음원센서를 설치하면 사용자가 로봇과 다른 공간에 있는 경우 음원의 위치한 공간과 센서를 중심으로 한 방향을 홈서버를 통하여 무선통신으로 받게 되고 등록된 공간의 지도에 영역을 대응시켜 찾아가게 되므로 로봇의 인지 영역이 네트워크 전체 영역으로 확대되어 유용할 것이다.

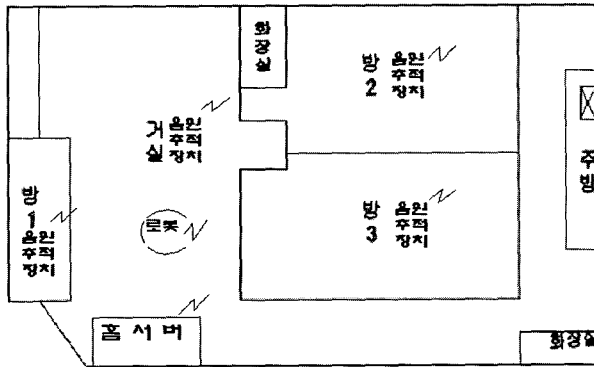


그림 3. 홈네트워크 시스템과의 연동
Fig. 3. Interlock with home-network system

2.3 자율이동로봇에 부착된 음원 추적센서와 홈서버의 연동

사용자 또는 의미 있는 어떤 음원이 로봇의 인지범위 내에 있는 경우 즉, 홈네트워크 시스템에 연결된 음원센서가 감지한 공간과 같은 공간에 로봇이 존재할 경우에는 홈서버에서 받은 영역(방향)과 로봇이 감지한 음원의 영역(방향)을 저장된 맵에서 동시에 나타낸다. 중복되는 영역(방향)을 홈서버와 로봇을 중심으로 한 영역(반직선)으로 지도상에 나타내고 그 교차영역(교점)을 계산한다. 계산된 교차영역(교점)을 목적지로 하여 이동하게 한다. 이는 홈서버와 로봇 각각 하나만의 정보로 찾아 가는 때보다 오차를 더욱 줄일 수 있을 것이다.

3. 전자나침반을 이용한 절대 방위 인식

로봇이 어떤 장소로 이동하라는 명령을 받았을 때 그 장소로 이동하기 위해서는 그 곳을 찾아가는 기준이 필요하다. 우리는 그 기준을 방위로 선택하여 전자나침반을 선택하였다. 이를 위해 OPCEL사의 모듈을 사용하였다. 이 모듈은 2축 방식의 Magnetic Sensor에 의하여 자계를 측정하여 자북(Magnetic North)를 판단하는 모듈이다.

전자나침반은 지구에 의한 자기장 외에 주위 자기장의 영향을 받는다. 집에서 로봇이 돌아다닌다고 했을 때 집안의 자기장은 크게 변할 확률이 적다는 점에 착안하여 두 자기장

성분이 일정한 고립된 곳에서 실험을 하였다.

그림 4와 같이 Digital Magnetic Compass Board를 만들어, 지능형 모바일 로봇에 탑재하여 로봇의 절대 방위를 실시간으로 입력 받을 수 있도록 하였다. 그리고 측정된 방위는 로봇이 가지고 있는 지도에 나타낸다.

전자나침반은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- (a) 모듈의 방위각 지시 값은 자북(Magnetic North)을 나타낸다. 정북(True North)과는 반시계방향으로 11.5도 벗어나고 있다.
 - (b) 나침반은 지구의 자력을 이용하기 때문에 자동차나 철교 같은 금속물체, 모터 또는 TV같은 전자기파를 일으키는 물체 안이나 근처에서는 방위각이 일시 또는 장기간 정확한 지시를 하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.
 - (c) 나침반의 방위각을 판독할 경우 지구의 수평선과 평행을 유지하지 않으면 방위 값이 많은 편차를 가질 수 있다.
- (a)의 문제점은 소프트웨어적으로 11.5도를 보정해줌으로써 해결하였다. (b)의 문제점이 발생했을 때는 음원이나 비전을 사용하여서 이러한 에러를 탈출 또는 보정할 수 있기 때문에 충분히 사용할 만한 가치가 있다고 판단한다. 마지막으로 (c)의 문제점은 우리가 적용하고자 하는 곳을 가정이나 빌딩내의 평지로 가정하였기 때문에 큰 문제가 되지 않는다.



그림 4. 전자나침반을 장착한 지능형 모바일 로봇(CAN N2)
Fig. 4. Intelligent mobile robot(CAN N2) equipped with digital magnetic compass

4. 음원 좌표와 절대 방위를 이용한 목표물 위치 추적 알고리즘

본 논문에서는 소리의 세기 차이를 이용한 음원추적센서를 이용하여 목표물의 대략적인 위치 좌표를 설정하고, 내장된 맵과 전자나침반을 이용하여 목표물의 절대 방위를 생성한 후 음원 근처까지 갈수 있는 경로를 생성한다. 예를 들어 그림 3과 같은 경우에 음원이 큰 방에서 발생하였다고 가정하자. 이 때 로봇이 거실에 있는 경우 로봇은 홈서버에서 알려주는 음원 발생 공간인 큰 방으로 이동하게 된다. 이 때 전자나침반의 정북이 내장된 맵의 정북, 로봇의 이동 모터 absolute encoder의 0°와 일치하도록 보정하고 현재 위치를 맵에 나타내고 큰 방까지 최단경로를 선택하여 이동한다. 하지만 로봇이 음원이 발생한 큰 방 안에 위치할 경우는 홈서버의 정보와 로봇에 장착된 음원 추적 장치로부터 감지한 정보 모두 활용하여 목표물을 추적하게 된다.

그림 5는 음원 위치 영역과 절대 방위를 이용한 목표물 추적 알고리즘을 나타낸다. 홈 네트워크 환경에서 홈 서버에 연결된 음원 추적 장치를 이용하여 로봇이 목표물을 추적하는 과정은 다음과 같다.

- [Step 1] 음원 추적 장치에서 마이크로 들어오는 음원의 방향벡터 (X, Y)를 계산하고 위치 영역(A1~4)을 결정한다.
- [Step 2] 음원 추적 장치는 홈서버와 로봇으로 음원의 발생 정보와 위치 영역 정보를 보낸다. 이 때 전자나침반의 정북이 내장된 맵의 정북, 로봇의 이동 모터 absolute encoder의 0°와 일치하도록 보정한다. 이 과정은 부팅과 동시에 이루어지며 수시로 보정하게 된다.
- [Step 3] 홈서버는 로봇에게 음원이 발생한 방향벡터, 영역(A1~4), 공간(방, 거실, 주방) 정보를 보낸다. 이 때 방향벡터는 각 음원 추적 장치의 중심을 시좌점으로 한다.
- [Step 4] 로봇은 음원 발생 영역이 속한 공간과 자신의 현재 위치 공간을 비교하고 공간이 같은 경우만 영역을 비교한다.
- [Step 5] ① [Step 4]의 공간 또는 영역 비교 값이 다를 경우 전자나침반의 정보와 지도를 이용하여 음원 발생 공간으로 이동한다.
 ② [Step 4]의 비교 값이 같을 경우 홈서버와 로봇을 중심으로 한 반직선(방향벡터)으로 지도상에 나타내고 그 교점으로 이동한다.
- [Step 6] 카메라를 이용하여 비전 정보로 목표물을 인식한다.

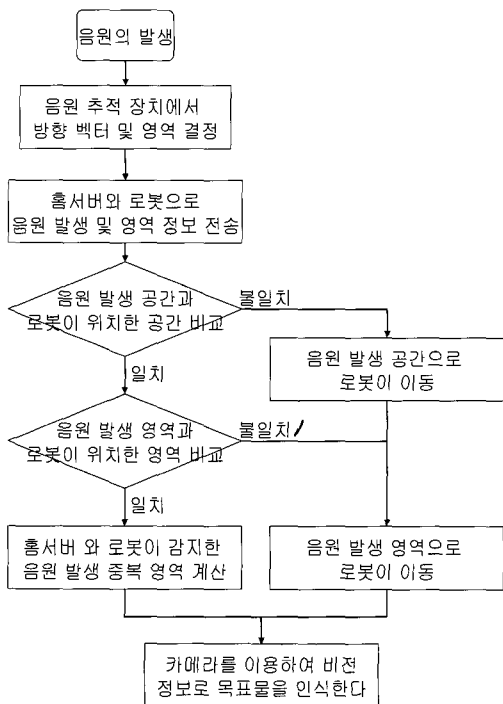


그림 5. 음원 추적 과정

Fig 5. Sound source tracking process

5. 실험 결과 및 고찰

5.1 음원 추적 장치의 구성

본 연구의 실험에서는 음성인식 기능은 사용하지 않고 특정세기 이상의 소리에 반응하여 소리가 나는 영역으로 로봇이 이동하는 것까지만 진행하였다. 본 논문의 2.1절에서 제안

한 방법으로 실험을 하였다. 그림 6의 샘플보드의 구성은 ATmega128, 캐릭터 LCD, 프리엠프가 내장된 콘덴서 마이크 4개, 증폭기와 비교기는 OP amp를 사용하였다.

마이크의 위치는 로봇의 중심이나 센서의 중심으로부터 같은 거리에 위치하게 하고 마이크 1과 3, 2와 4는 각각 반대 방향으로 장치하였다. 또한 각각 마이크 사이 각은 90°로 하여 얻어진 값을 바로 직각 좌표계에 적용 시킬 수 있도록 하였다. 그림 1과 같이 비교기를 통하여 출력값 X, Y 를 얻을 수 있는 그림 6의 음원 추적 Board를 제작하였다.

음성 신호를 마이크로 받아들이면 그 신호가 수 mV로 증폭기를 사용하여 신호를 확실히 구분 할 수 있게 하였다. 또한 음성 신호의 특성상 +/- 전압으로 나타남으로 다이오드를 이용하여 양의 값만 Peak 값을 추출하였다[7]. 양의 값만 추출하므로 인하여 비교기에서 두 값을 빼기만하면 X, Y 의 값이 양/음으로 나뉘어져 영역을 구분하기 용이하였다.

잡음에 대해서는 Peak 검출 회로가 Lowpass Filter의 역할을 하여 고주파 잡음을 제거 하였고 또한 비교기를 통하여 생활 잡음과 같이 각 마이크에 동일한 세기 잡음은 제거되었다. 음원 추적 Board의 구성은 그림 7과 같이 나타내어지고 그 과정은 다음과 같다.

- [Step 1] 음원에서 마이크로 들어온 신호는 증폭기에서 증폭이 된다.
- [Step 2] 증폭된 신호는 Peak 값 검출회로에 의해서 양의 값의 Peak 값을 그림 8과 같이 유지하게 된다.
- [Step 3] 유지되는 Peak 값은 비교기를 통하여 MIC 1과 3, MIC 2와 4를 비교한다.
- [Step 4] 비교된 값은 A/D converter를 통해 디지털 값으로 변환된다.
- [Step 5] 디지털 값은 MCU에서 $X = MIC1 - MIC3$, $Y = MIC2 - MIC4$ 로 인식하여 영역 A1~4를 판단한다.
- [Step 6] 계산된 방향벡터 (X, Y)와 영역 값 A1~4를 홈서버와 로봇으로 보낸다.

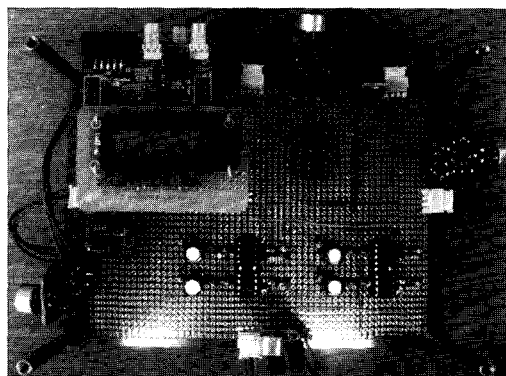


그림 6. 음원 추적 Board

Fig. 6. Board for source tracking

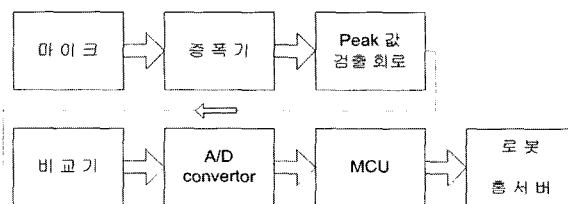


그림 7. 음원 추적센서의 블록도

Fig 7. Block diagram of sound source tracking sensor

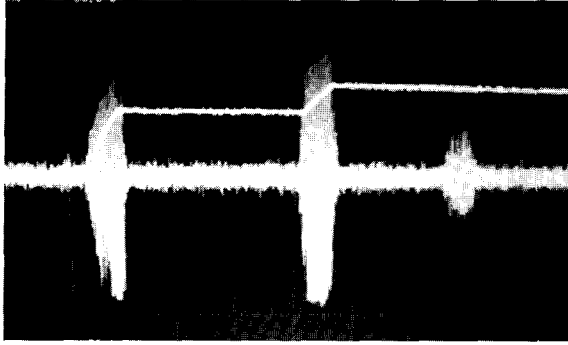


그림 8. 검출된 Peak 값 파형
Fig. 8. Detected peak value wave

5.2 음원 추적 장치의 실험 결과

음원 추적 장치의 정확성을 알아보기 위해 음원의 영역 구분 실험과 같은 방향의 음원의 거리에 따른 변화 실험을 하였다. 아래의 실례는 수차례의 실험 중 평균값에 가까운 실험 결과 샘플이다.

5.2.1 영역 구분 실험

음원 위치 영역 A1~4를 결정하는 데는 있어서 거의 정확한 결과를 보였다. 영역에 따라 X, Y값이 양과 음으로 구분이 되어 음원의 영역을 확실히 구분하였다. 그림 9는 X값이 양 Y값이 음으로 A4 영역을 나타내었고, 그림 10은 X, Y값 모두 양을 나타내어 A1 영역을 나타내었다. 비교되는 두 마이크와 같은 거리에 있을 경우 영역의 구분이 힘들었지만 프로그램 상에서 경계를 각각의 영역으로 포함시켜 문제를 해결하였다.

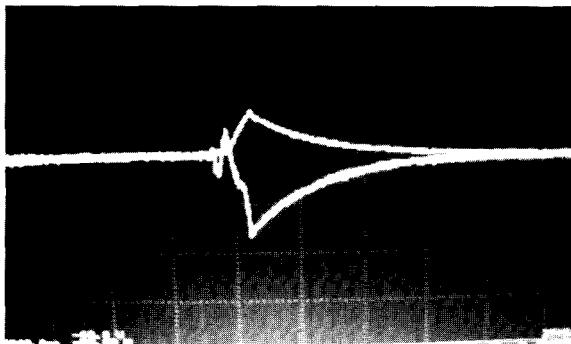


그림 9. 음원이 A4에 위치한 경우 파형
(이하 10V/DIV, 500ms/DIV)

Fig. 9. Case of position that sound source located at A4
(Below 10V/DIV, 500ms/DIV)

5.2.2 같은 방향의 음원의 거리에 따른 변화 실험

음원과 음원 추적 장치가 이루는 각과 음원의 세기는 82 dB로 일정하게 하고 거리만 1m, 4m, 7m로 달리하여 실험하였다. 그림 10은 거리가 1m 떨어져서 측정된 결과로 X값은 5V, Y값은 35V로 측정되었다. 그림 11은 4m 떨어져서 측정된 결과로 X값은 3V, Y값은 22V로 측정되었고 음원 추적 장치에서 소리 세기는 75dB이 측정되었다. 그림 12는 7m 떨어져서 측정된 결과로 X값은 1.7V, Y값은 18V로 측정되었고 음원 추적 장치에서 소리 세기는 69dB이 측정되었다. 결과 파형의 크기는 줄었지만 X, Y의 값이 모두 양으로

나타나 영역은 유지되는 결과를 얻었다.

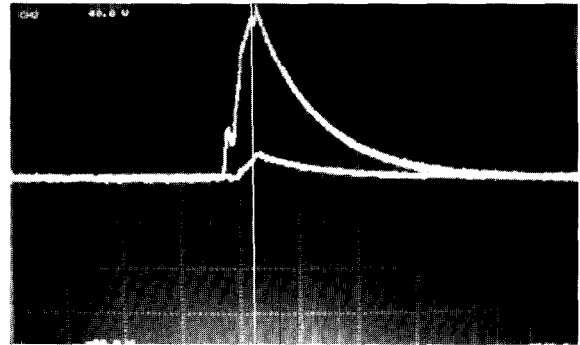


그림 10. 음원이 A1에 위치한 경우 파형
(음원 추적 Board와 1m 떨어진 거리)

Fig. 10. Case of position that sound source located at A1
(Sound source track board at intervals of 1 meter)

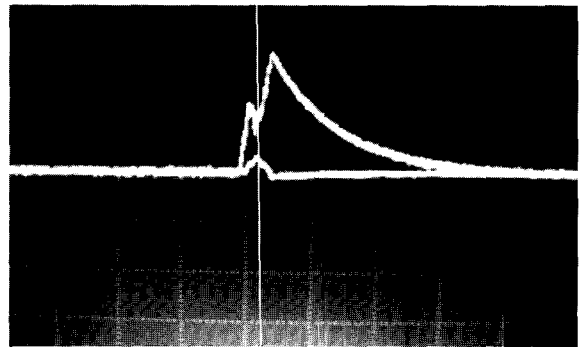


그림 11. 음원 추적 Board와 4m 떨어진 거리

Fig. 11. Sound source track board at intervals of 4 meter

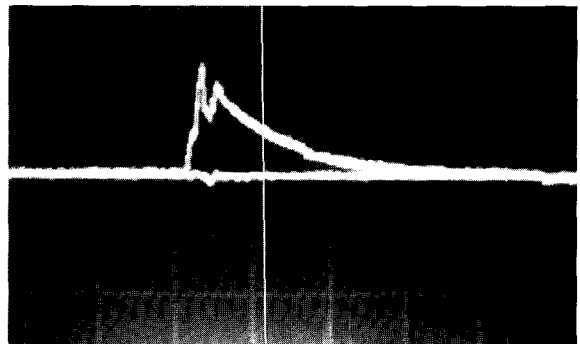


그림 12. 음원 추적 Board와 7m 떨어진 거리

Fig. 12. Sound source track board at intervals of 7 meter

천정 중앙의 음원 추적 장치가 판단한 영역에 로봇이 있지 않을 경우, 방의 중심을 기준으로 하여 로봇을 음원 영역으로 이동시키고, 카메라를 이용하여 비전 정보로 목표물을 인식하였다. 천정 중앙의 음원 추적 장치가 판단한 영역에 로봇이 있을 경우, 로봇 자체에 음원 방위 장치의 결과를 바탕으로 그 영역 내에서 판단한 영역 방향으로 이동 후 비전 정보로 목표물을 인식하였다. 전자나침반(Digital Magnetic Compass)은 방위 센서 Chip 특성 또는 주위 자기장의 영향, 기타 DMC 모듈 특성에 따라 표시되는 방위각이 실제 방위각과 오차가 발생할 수 있다. 그래서 오차를 보정하기 위해 전자나침반을 지

면과 수평이 되도록 설치하고[4], DMC Viewer 프로그램에서 제공되는 방위각 보정기능을 사용하였다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문은 지능형 모바일 로봇의 목표물 추적에 있어서 음원 추적 장치와 절대 방위를 이용하여 효율적인 음원 추적 방법을 제안하였다.

음원 추적에 있어서 마이크 위치의 기하학적 구조에 따른 비교를 통하여 마이크를 중앙에 집중하여 설치하는 것이 모서리에 대칭구조를 이루어 설치하는 것보다 현실적이라는 결론을 내렸다. 또한 주어진 지도의 방위 설정과 음원 추적 방향 선택에 있어서 마이크만을 이용한 위치 추적으로는 부족한 부분을 보완하기 위하여 Digital Magnetic Compass를 이용하여 절대 방위 정보를 활용하였다. 이 두 가지를 활용하여 음원(목표물) 추적에 있어서 효율적인 경로선택을 할 수 있도록 하였다. 이는 실제 목표물 추적에 있어서 마지막은 카메라를 이용한 비전 정보 인식이 되어야 하는데, 로봇이 카메라로 목표물 인식이 가능한 위치까지 도달하는데 매우 효율적이다. 향후 연구 과제로는 음원 추적 장치의 정교함을 높여 360도를 네 개의 영역으로 나눈 지금보다 더 많은 영역으로 나누어 보다 정확한 음원의 방향을 인식할 수 있도록 할 것이다. 또한 음원 추적에 부가하여 음성인식 기능을 추가하면 음원의 추적을 통한 목표물 추적에 다른 명령을 복합적으로 수행 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이지연, 한민수 “지능형 서비스 로봇을 위한 원거리 음원 추적 기술,” *대한음성학회지*, 제57호, pp. 85-97, 2006.
- [2] 심귀보 “유비쿼터스 지능형 공간에서의 로봇 에이전트 설계 및 응용,” *제어자동화시스템공학 논문지*, 제11권, 제12호, pp. 1039-1044, 2005. 12.
- [3] 특허-특허권자:(주)조원정보, “감시시스템에서의 음원 탐지 및 제어방법,” 출원번호 10-2003-0010086.
- [4] 문채영, “전자나침반을 이용한 4족 로봇의 보행능력 향상,” *한밭대학교*, 2005.
- [5] 지동임, 이정준, 강근택, 이원창 “비전과 후가 센서를 이용한 이동로봇의 냄새 발생지 추적,” *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 2006, 제16권, 제6호, pp. 698-703, 2006.
- [6] 谷本 茂, *OP 앰프 실전기술*, 세운출판사.
- [7] 강경일, *OP-Amp. 회로실험*, Mc Graw Hill.
- [8] 조현철, 김종찬, 김용필 공저, *OP-AMP 이론 및 실험*, 機電硏究社.
- [9] Carlson, A. Bruce, *Circuits*, Pacific Grove, CA : Brooks/Cole, 2000.

저 자 소 개



박경진(Kyoung-Jin Park)
2007년 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부
4학년 재학 중

관심분야 : Intelligent Robot, Intelligent Systems,
Artificial Brain
E-mail : 01jesus01@hanmail.net



이해강(Hae-Gang Lee)
2005년 : 중앙대학교 전자전기공학부 졸업
2006년 현재 : 중앙대학교 정보대학원
석사과정 재학 중

관심분야 : Intelligent Robot, Intelligent Systems,
embed system
E-mail : lhkwarrrior@hanmail.net



장인훈(In-Hun Jang)
2004년~현재: 중앙대학교 대학원
전자전기공학부 박사과정
[제17권 1호 (2007년 2월호) 참조]

E-mail : inhun@wm.cau.ac.kr



심귀보(Kwee-Bo Sim)
1990년 : The University of Tokyo
전자공학과 공학박사
[제17권 1호 (2007년 2월호) 참조]

1991년 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수
2006년 ~ 현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장

E-mail : kbsim@cau.ac.kr
Homepage URL : http://alife.cau.ac.kr