한국소음진동공학회 2009년 추계학술대회논문집, pp.704~705

공간상에 사상된 GCC 함수를 이용한 음원 위치 추정용 로봇 인공귀

Robot Artificial Ear for Sound Source Localization Using Spatially Mapped GCC Function

이상문† · 권병호* · 박영진* · 박윤식*

Sangmoon Lee, Byoungho Gwon, Youngjin Park, and Youn-sik Park

1. 서 론

인간형 로봇에 사용되는 다양한 기술들의 발전으로 보다 사람과 닮은 형태 및 기능을 수행하는 인간형 로봇의 개발이 가속화되고 있다. 본 연구는 이러한 인간형 로봇의 청각 시스템에 관한 것으로 특히 화자의 음성이 발화되었을 때 화자의 위치를 감지하는 음원 위치 추정 기술에 관심을 가진다. 이러한 기술은 로봇과 화자와의 상화작용 측면에서 가장 기본적으로 이루어져야 하는 기술로 화자인식, 음성인식과 같은 대화에 관련된 기술을 적용하기 전 로봇이 화자를 바라보게 하는 행동과 관련이 있다. 이러한 화자 위치 추정 기술은 시각 센서를 이용하여 구현 될 수 있다. 소음이 매우 큰 환경에서는 화자의 입술의 움직임을 인식하여(lip-reading) 발화하는 화자의 위치를 추정할 수 있지만 시간센서가 가진 FOV(field of view)를 벗어난 위치에 화자가 위치할 경우 혹은 로봇이 위치한 공간의 조도가 현저히 떨어지는 경우에는 인식이 불가능하다. 음향 센서를 사용할 경우, 넓은 공간에 위치한 화자의 위치를 추정할 수 있으며 상대적으로 계산 시간이 적게 걸린다는 장점이 있으므로 음성이 발화되었을 때 음향신호를 이용한 위치 추정 혹은 방향 추정은 상호작용에 있어 최초로 이루어지는 작업이다.

일반적으로 로봇에 적용되는 음원 위치 추정 방식으로는 음파가 마이크로폰에 도달하는 시간 지연 차이(Time Delay of Arriavals, TDOA)를 이용한 TDOA 방식 또는 다수의 마이크로폰을 이용한 빔포밍 방식이 사용되고 있다. 마이크로폰 어레이에 기반한 빔포밍 방법은 계산 시간이 많이 소요되어 실시간 위치 추정에 하드웨어의 한계가 있으며 또한 높은 위치 추정 능력을 위해서 센서를 플랫폼에 넓게 배치해야 하는 점으로 사람의 외이의 위치와 같이 좁은 위치에 배치할 경우에는 만족할만한 성능을 기대하기 어렵다.

이러한 산업환경에서 사람의 외이를 모사한 로봇 인공귀 형태의 위치 추정 센서가 개발되었다. 본 연구는 기존의 로봇 인공귀에 사용된 알고리즘 및 센서의 위치와 달리 B. Gwon 이 제안한 공간상에 사상된 GCC 함수를 로봇 인공귀에 적용하였을 때의 결과를 시뮬레이션을 통하여 살펴보았다.

† 교신저자 : 이상문, KAIST 기계공학과

E-mail : smansl@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-3065, Fax : (042) 350-8220

* 정회원, KAIST 기계공학과

2. 본 론

2.1 공간좌표로 사상된 GCC 함수를 이용한 음원 위치 추정 방법

일반적으로 TDOA 를 이용한 음원 위치 추정방법은 3 차원 공간상에 존재하는 음원의 위치를 추정하거나 추정 성능 향상을 위하여 다수의 마이크로폰이 사용된다. 하지만, 로봇 청각시스템과 같이 소수의 마이크로폰만이 사용되는 경우에는 추정 분해 성능이 떨어진다는 단점이 있다. B. Kwon 은 이러한 문제점을 개선하기 위하여 공간좌표로 사상된 GCC 함수를 제안하였다.

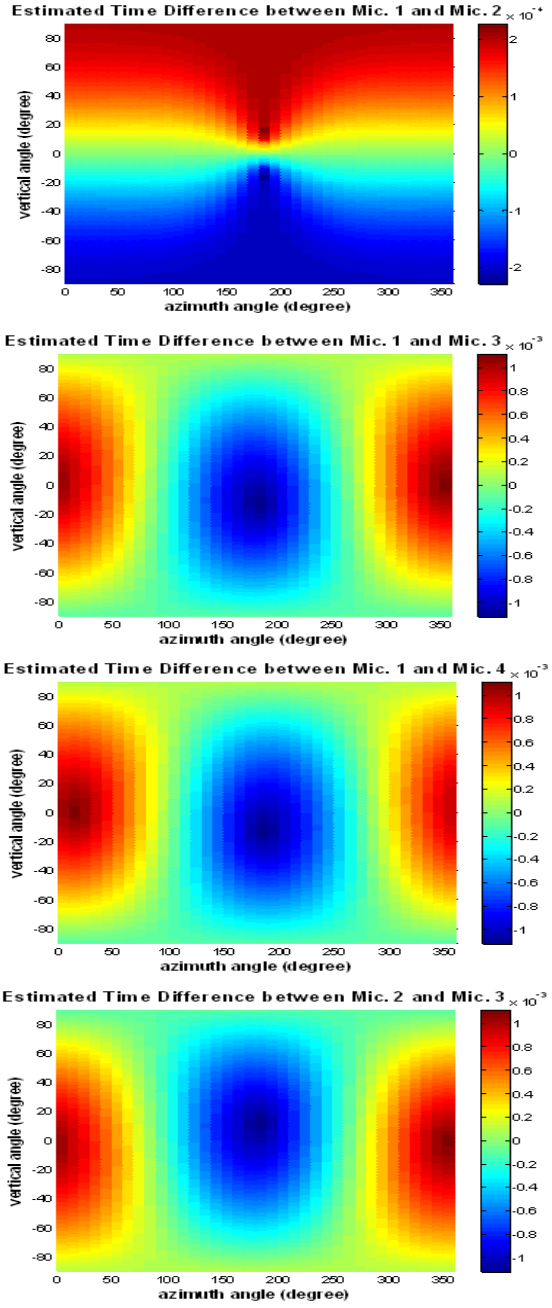
그림 1. 기존의 로봇 인공귀에 부착된 마이크로폰의 위치(좌)과 공간상으로 사상된 GCC 함수를 이용한 방식을 사용할 때의 마이크로폰의 위치(우)

2.2 구형 머리전달함수를 이용한 마이크로폰 간의 TDOA 예측

마이크로폰이 부착된 머리 모델을 구형으로 가정하여 플랫폼에 의해 발생하는 음장왜곡현상을 예측할 수 있으며 이를 이용하여 음원의 위치에 따라 변

화하는 마이크로폰 쌍 간의 도달지연시간차이를 예측할 수 있다. 마이크로폰의 위치는 15cm 반지름을 가지는 머리 모델에 부착되어 있으며 오른쪽 귀의 위치에 부착된 두 마이크로폰의 위치는 vertical polar coordinate 기준으로 수평각 90 도, 고도각 ± 10.3 도(Mic1, Mic2)방향의 표면에 부착되어 있으며 왼쪽 귀의 위치에 부착된 두 마이크로폰의 위치는 수평각 -79.3 도/-110.3 도, 고도각 0 도인(Mic3, Mic4)방향의 표면에 부착되어있다.

다음 그림은 구형 머리전달함수를 이용하여 예측한 마이크로폰간의 도달시간지연차이를 표현하고 있다.



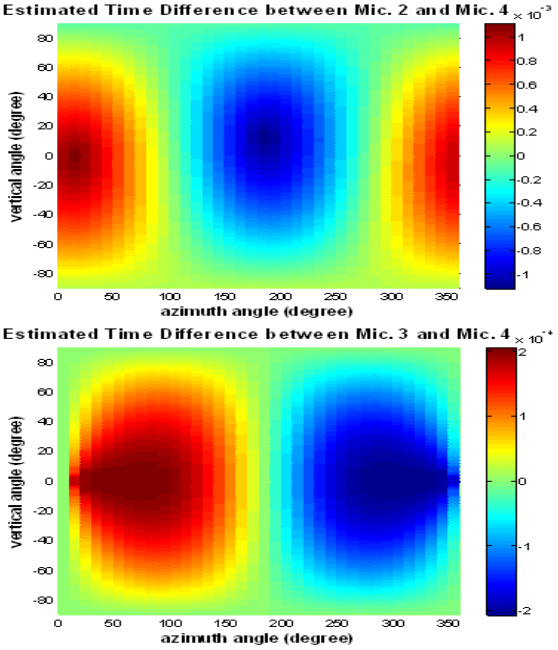


그림 2. 음원의 방향에 따라 변화하는 마이크로폰 쌍 간의 도달지연시간차이

3. 결 론

그림 2 에서 마이크로폰 1 과 2 사이에서 발생한 도달지연시간 차이를 이용하여 음원의 수평각에 상관없이 음원의 위/아래 구분이 이루어지는 것을 확인할 수 있으며, 마이크로폰 3 과 4 사이에서 발생한 도달지연시간차이를 이용하여 음원의 좌우를 판단할 수 있다. 하지만, 그 시간차이의 최대값이 마이크로폰 사이의 거리에 의해 한정 지어지므로 실제 환경에서 음원 위치 추정에는 분해능이 나빠질 것을 예상할 수 있다.

후 기

본 연구는 두뇌 한국 21 프로젝트와 인간기능 생활지원 지능로봇 기술개발 사업단, 한국과학재단을 통한 교육과학기술부의 국자지정연구실 사업 (ROA-2005-000-10112-0)의 지원으로 수행됨.