

이중주파수를 이용한 비가청 음파통신 시스템

원경필*, 엄상길**, 추현승*
*성균관대학교 소프트웨어대학
e-mail : {eunoia0704, sanggil12, choo}@skku.edu

Inaudible Sound Wave Communication System by using Dual Frequency

Kyoung-pil Won*, Sanggil Yeom**, Hyunseung Choo*
*College of Software, SungKyunkwan University

요 약

사물인터넷(IoT: Internet of Things)과 스마트 홈은 사용자의 명령 없이 사물에 다양한 센서를 부착해 실시간으로 네트워크상에서 데이터를 상호교환하는 기술로 발전하고 있다. 특히 각종 기기들이 개발됨에 따라 데이터 공유와 강화된 서비스 기술이 요구되고, 기기들을 연결하기 위한 간단한 무선통신 기술이 중요하다. 본 논문에서는 스피커와 마이크를 이용하여 기기 간 비가청 음파통신 방법을 제안한다. 사용자의 귀에는 잘 들리지 않으며, 통신이 자유롭게 이루어지기 위해 16kHz~21kHz 주파수대역의 비가청 음파를 사용하여 송·수신한다. 또한, 다른 신호들의 충돌과 잡음, 간섭을 대비하기 위해 이중주파수를 사용한다. 본 시스템은 단일주파수와 비교하여 더 많은 기기 간 통신이 가능하게 해주며, 3m 안에서 높은 통신 속도와 정확도를 제공한다.

1. 서론

사물인터넷(IoT: Internet of Things)은 우리 주위에서 쉽게 찾아볼 수 있으며, 이러한 전자기기들은 스피커와 마이크가 기본적으로 내장되어 있다. 현재 스마트 기기들은 Wi-Fi, Bluetooth, LTE 등의 무선통신 기술을 범용적으로 사용하고 있으며, 4 차산업 시대를 맞이하여 기기들은 실시간으로 데이터를 네트워크상에서 교환하고 이를 바탕으로 사용자에게 서비스를 제공한다. 이 과정에서 저렴하고 간단한 무선통신 기술은 스마트 환경 구축에 중요한 역할을 한다.

비가청 음파통신을 가장 쉽게 사용할 수 있는 방법은 스피커와 마이크가 모두 내장된 스마트폰을 사용하는 것이다. 비가청 음파를 이용하여 사용 데이터를 주고받을 경우, Bluetooth, Wi-Fi 등과는 달리 페어링 과정을 생략할 수 있다. 또한, 다양한 OS 에도 호환성 문제 걱정 없이 사용이 가능하다.

대부분의 기기는 스피커, 버저 등을 이용하여 특정 소리를 낼 수 있어, 기기의 종류와 기능을 구별할 수 있다. 따라서 추가되는 하드웨어 없이 소프트웨어 개발을 통하여 각 기기 간에 음파통신이 가능하다. 예를 들어 소리를 낼 수 있는 기기들이 음파통신을 이용하여 데이터를 전송할 경우, 마이크가 내장된 스마트폰은 수신으로 수집된 데이터를 기반으로 화면에 정보를 표시하거나 네트워크 서버에 통신하여 사용자에게 서비스를 제공할 수 있다.

제안하는 시스템은 사람의 귀에 잘 들리지 않는 16kHz~21kHz 의 주파수대역을 사용하며, 시스템의 개발 동기는 많은 기기가 충돌 없이 통신이 가능한 스

마트 환경을 구축함에 있다.

- 이중주파수를 이용하여, 폐쇄된 공간에서 많은 스마트 기기가 충돌, 잡음, 간섭 없이 비가청 음파통신을 하기 위함

- 기존 가전기기의 추가적인 하드웨어 장착 없이 스마트폰과 통신이 가능

- 3.5m 이하의 환경에서 비가청 음파통신을 활용하여 기존 센서들의 단점을 보완

본 논문에서 제안하는 시스템은 자연환경에서 발생 빈도가 적은 주파수인 비가청 음파를 이용하고, 기기 간 통신 중 다른 신호들의 충돌과 잡음, 간섭을 대비하기 위해 이중주파수를 사용한다.

2. 관련 연구

최근 음파 해킹을 비롯하여, 기존 무선통신과 구별되는 음파통신만이 가지고 있는 특징에 관하여 다양한 응용방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 또한, 스마트폰의 발달로 인하여 전화기를 이용한 다양한 기능들의 개발이 이루어지고 있으며, 음파통신에 대한 연구도 활발하다.

전화는 사용자의 음성을 전달하는 것을 목적으로 한다. 따라서 송·수신 음향기기인 스피커와 마이크가 기본적으로 장착되며, 대부분 FSK(Frequency Shift Keying), PSK(Phase Shift Keying), ASK(Amplitude Shift Keying) 등의 방식을 이용하여 근거리 통신을 구현한다. 그 중에서도 비가청 음파통신의 경우 FSK 와 관련된 연구가 주로 많이 있으며, 패턴을 이용한 패킷 통신에 대한 수신을 비교가 주로 연구되어 왔다.

2.1 다양한 환경에서 사용되는 비가청 음파통신

비가청 음파통신은 각종 결제시스템, 스타벅스의 ‘사이렌오더’와 광고에 많이 사용된다. 비가청 결제시스템은 비가청 기술을 이용해서 스마트폰에 인증 및 결제에 필요한 정보를 전송한다. 사이렌오더는 스마트폰을 통해 주문한 제품이 고객이 매장에 방문할 때, 자동으로 주문하여 사용자의 대기시간을 줄여준다.

비가청 음파통신은 스마트폰의 OS 의 상관없이 사용이 가능하다. 또한, 가장 쉽게 접할 수 있는 비가청 시스템은 비콘과 같이 사용되는 광고시스템이 있다.

2.2 패턴을 이용한 비가청 음파통신

비가청 음파통신을 이용하여 스마트폰 사이의 통신을 하기 위해서는 간섭과 오인식을 줄이기 위해서 패턴을 만들어 통신할 필요가 있다[1]. 패턴을 이용할 경우 다양한 패킷을 만들어 채팅과 같은 다양한 기능들을 만들 수 있다. 하지만, 통신의 패킷이 길어져 통신의 속도가 느려지고, 수신 거리가 줄어들게 된다.

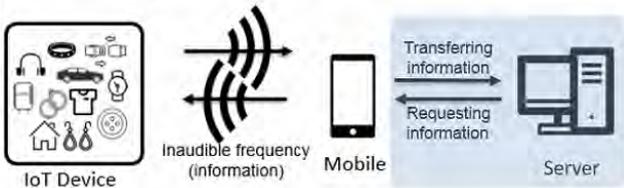
2.3 일상적인 환경에서 발생하는 고주파 파악

생활소음으로 인한 기기 오인식이 발생할 수 있다. 100Hz 단위로 일상에서 발생하는 주파수를 15kHz~22kHz 를 측정하였을 경우, 15.0~15.3, 15.9~16.2, 16.4~16.6, 17.3~17.6, 18.4~18.6, 18.8, 19.0~19.2, 19.4, 20.3~20.5, 20.7, 20.9~21.6kHz 의 주파수 대역에서 측정되지 않는 것을 확인할 수 있다[2]. 따라서 발생빈도가 적은 주파수 대역을 이용할 필요가 있다.

3. 이중 주파수를 이용한 비가청 음파통신 시스템

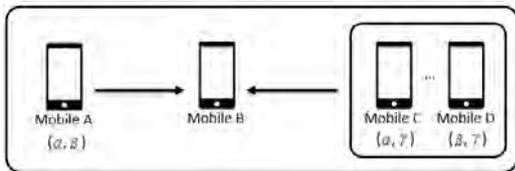
3.1 서비스 구조

스피커와 마이크가 내장된 기기의 경우 서로의 데이터를 주고받는 것이 가능하므로 수집한 데이터를 바탕으로 서버에서 정보를 처리하고 제공할 수 있다.



(그림 1) 홈 스마트 환경에서 비가청 통신 서비스

3.2 패턴을 이용한 이중주파수 사용

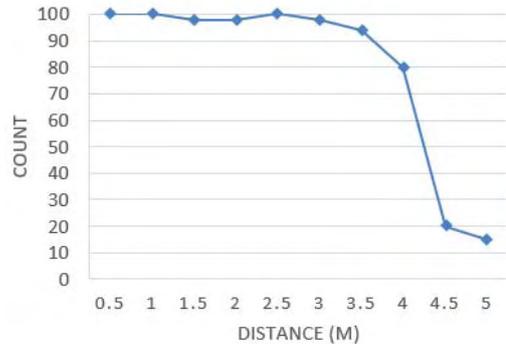


(그림 2) 광고 사진

패턴을 비가청 음파통신에 이용할 경우, 간섭은 피할 수 없는 문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 패턴을 사용하여 위 (그림 2)와 같이 통신하는 과정에서 MobileA 는 자신을 증명할 수 있는 신호를 MobileB 에게 보내야 한다.

4. 시스템 구현 및 평가

본 시스템은 16kHz~21kHz 대역 중에서 주파수 간격은 최소 200Hz 이상으로 설정한 두 가지 주파수를 1 초동안 송·수신하였다. 실험은 조용한(34dB) 폐쇄된 공간에서 이루어졌으며, Galaxy S8 2 대를 이용하여 실험하였다. 그 결과 (그림 3)과 같이 0.5m 간격으로 5m 까지 100 카운트한 결과 3.5m 까지 95% 이상의 높은 수신율을 보임을 알 수 있었다.



(그림 3) 이중주파수 통신-거리에 따른 수신율 비교

5. 결론 및 향후 연구계획

본 연구는 비가청 음파통신을 사용하여 얻을 수 있는 이점을 이용하고, 이중주파수의 특징을 살려 기존 비가청 통신의 단점을 보완하고자 개발하였다. 이중주파수와 패턴을 적절하게 사용할 경우, 일반적인 가정환경에서 Wi-Fi, Bluetooth 등의 단점을 보완하여 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 스마트 홈 환경에서 사용자는 첨단 기기와 인터랙션 환경을 경험할 수 있을 것으로 기대된다.

사용자들이 많은 강당이나 공공장소에서도 많은 사람들이 사용할 수 있도록 단순한 패턴과 이중주파수를 사용하였다. 하지만, 패턴을 이용한 패킷 전송의 경우 패턴이 복잡할수록 수신율이 떨어진다는 단점이 있다. 따라서 패턴은 기기를 구별하는 용도로만 사용하는 등의 추가적인 기능을 연구를 지속할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 기초연구사업 (NRF-2010-0020210)과 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 Grand ICT 연구센터지원사업 (IITP-2019-2015-0-00742)의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

[1] K. Ali, T. Javed, H. S. Hassanein, and S. M. Oteafy, "Non-audible acoustic communication and its application in indoor location-based services". In *Wireless Communications and Networking Conference (WCNC) IEEE*, pp. 1-6, 2016.

[2] M. Chung, and I. Ko, "Detection of a Robust High-Frequency Range via Noise Analysis in a Real-World Environment." In *Advances in Computer Science and Ubiquitous Computing* pp.9-15, 2016.