소닉 커뮤니케이션 구현을 위한 최적의 비가청주파수 대역 연구

이대연, 이주현, 추현승
성균관대학교 소프트웨어대학
e-mail: {ldy0725, joohyun7, choo}@skku.edu

Optimal non-audible frequency band research for sonic communication implementation

Daeyeon Lee, Joohyun Lee, Hyunseung Choo
Dept of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

본 연구는 일반적으로 인간이 듣지 못하는 비가청주파수 통신에 대해 분석한다. 대표적인 무선 통신 방식으로는 NFC(Near Field Communication), Bluetooth, Wi-Fi 기술 등이 있다. 하지만 이 통신 방식들은 통신 모듈이 따로 필요하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해, 본 연구에서는 마이크 및 스피커가 기본적으로 탑재된 스마트폰을 기반으로 한 비가청주파수 통신을 제안한다. 더 나아가 주파수 제어 코드를 최적화하여 비가청주파수를 이용한 통신 거리를 기존의 기술보다 확장하고 높은 인식률을 가지는 것을 목표로 한다.

1. 서론

최근 모바일 디바이스의 시장 규모 확대로 이에 따른 다양한 통신 메커니즘들이 제공되고 있다. 비가청주파수를 이용한 통신은 기기를 통한 인식은 가능하지만, 인간이 들을 수 없는 주파수를 이용한 통신 방식이다. 대표적인 근거리 무선 통신으로는 NFC와 Bluetooth, Wi-Fi 등이 있다. 그러나 이러한 무선 통신 방식은 통신 모듈이 필요하다는 것이 단점이다. 이와 달리, 비가청주파수 통신은 스마트폰 기기에 기본적으로 탑재된 마이크와 스피커로 데이터 송수신이 가능하다는 장점이 있다.

본 연구에서는 관련 연구 자료들을 참고하고, 다양하고 폭넓은 실험을 통해 코드의 최적화와 적절한 주파수 대역을 찾고자 한다. 본 연구는 비가청주파수 통신 거리를 1m의 통신 거리로 확장하고, 통신을 원활하게 하는 것을 목표로 한다. 본 연구의 목표를 달성하기 위해 18kHz~22kHz 주파수 대역 안에서 통신이 원활하게 되는 주파수 대역을 실험을 통해 찾고, 이를 적용하여 비가청주파수 제어 코드를 최적화하고 개선하는 방안으로 추진한다.

본 연구는 아이폰 두 대간의 비가청주파수를 기반으로 한 통신을 설명한다. 첫 번째 아이폰 A는 Remote라는 앱을 실행한다. Remote는 비가청주파수를 생성시키고 송신하는 앱이다. 두 번째 아이폰 B는 FFT_Music이라는 앱을 실행한다. FFT_Music은 Remote 앱에서 전송한 비가청주파수를 SC_Listener 코드에서 분석한다. 분석한 결과는 음악을 재생시키거나 멈추거나 다른 음악을 재생하게 한다.

2. 관련연구

2.1 비가청주파수 기반 근거리 통신 메커니즘[1]

비가청주파수를 기반으로 한 근거리 통신 메커니즘은 18kHz~22kHz의 비가청주파수 대역을 통해 통신한다. 통신은 40개의 대역을 설정하여 40개의 비트를 전송하는 방식으로 이루어진다. 해당하는 비트들은 고유한 주파수들과 맵핑되어 경우에 따라 1 혹은 0으로 표시하여 데이터를 검출한다. 데이터 전송 오류가 발생할 경우에는 8비트의 CRC(Cyclical Redundancy Check) 데이터를 추가한다. 그러나 이 방법은 보안이 취약하다는 단점이 있다.

2.2 소닉 커뮤니케이션 기반 사용자 식별 연구[2]

소닉 커뮤니케이션을 기반으로 사용자를 식별하는 기술은 알고리즘 개선 및 사용자 인증 방법을 추가로 제시하여 구현할 수 있다. 논문에서 제시한 알고리즘은 CRC(Cyclical Redundancy Check) 대신 오류 검출, 정정까지 가능한 Hamming code를 사용한다. 또한 FSK 방식에서 OFDM 방식으로 바꾸어 외부 환경에 덜 민감하도록 한다. 사용자 인증 기술은 공유키와 비밀키를 사용하여 구현한다. 두 디바이스 간에 같은 공유키를 보유하고 있고 동일한 임의의 값을 통해 비밀키를 만든다. 만약 두 값이 같다면 식별이 성공한 것으로 판단하여 절차를 진행한다. 암호화된 데이터이기 때문에 보안이 강하다는 것이 장점이다. 하지만 전송속도가 다소 느리다는 점과 1m 거리에서의 전송 성공률을 볼 때, 실제 제품으로 상용화하기에는 어려움이 있다.

3. 제안 아이디어

3.1 시스템 구성

기본적으로 iOS 앱 개발 코드를 이용하며, 두 대의 아이폰과 Mac북으로 구현한다. 아이폰에 코드를 빌드시켜 앱을 실행할 때는 Mac북의 Xcode를 이용하여 진행한다. 또한, 송신측과 수신측이 있어야하기 때문에 두 대의 아이폰이 필요하다. 송신측은 Remote 앱을 실행하고, 수신측은 FFT_Music 앱을 실행하여 진행한다.

3.2 시스템 구현

아이폰 A와 Mac북을 연결하고 Xcode를 통해 Remote 앱을 실행한다. Remote 앱은 비가청주파수를 오디오 관련 함수를 통해 생성시키고 송신시키는 역할을 한다. 아이폰 B는 아이폰 A에서 Remote 앱을 실행한 방법과 마찬가지로 FFT_Music 앱을 실행한다. FFT_Music 앱은 비가청주파수를 받아들여 분석하는 파트와 음악을 재생시키는 파트로 구성된다. 비가청주파수를 받아들여 분석하는 코드는 SC_Listenr로써 해당 주파수를 분석한 후, 분석한 인덱스 값을 넘겨주게 된다. 음악을 재생시키는 파트는 분석된 인덱스 값을 받아서 음악을 재생시킨다.

(그림 1) 소닉 커뮤니케이션의 두 앱

Remote 앱은 재생, 멈춤 버튼과 다음 곡 재생 버튼이 있다. 재생 버튼을 누르면 그 자리에 멈춤 버튼이 생겨나며, 마찬가지로 멈춤 버튼을 누르면 그 자리에 재생 버튼이 생긴다. 2가지의 버튼을 누르게 되면 이에 해당하는 비가청주파수 값을 생성하여 수신측으로 송신하게 된다.

FFT_Music 앱은 Remote 앱에서 송신한 주파수를 분석하고 이를 이용해 음악 재생 명령을 수행한다. FFT_Music 안의 SC_Listener라는 코드는 수신한 비가청주파수를 분석하고 주파수에 맞는 인덱스 값을 생성하여 넘긴다. 인덱스 값을 받으면 기존에 설정되어있는 값과 비교하여 해당하는 명령을 수행한다. FFT_Music 앱에서는 정지된 음악의 이미지와 현재 재생되고 있는 음악의 이미지로 구성된다. 주파수를 받아 처음 작동하였을 때는 가수 싸이의 음악이 재생되며, 다음 곡 재생 버튼을 눌렀을 때는 소녀시대의 음악이 재생된다.

3.3 시스템 구현 결과 및 평가

기존에 설정했던 주파수보다 높게 설정하여 20000hz 대역까지 각각 10회씩 진행하였다. 표 1은 Stop/Play와 Next를 각각 10회씩 실험하여 성공여부를 나타낸 것이다.

Base (hz)	Stop/Play (hz)	Next (hz)	Stop/Play (회)	Next (회)
16500	16900	17500	7	4
17000	17400	18000	5	5
17500	17900	18500	6	6
18000	18400	19000	6	9
18500	18900	19500	2	3
19000	19400	20000	2	6
19500	19900	20500	5	1

<표 1> 주파수 변경 실험

모든 비가청주파수 송신 기능은 Base signal과 연관성이 있는데, 이는 송신할 때 Base signal 주파수를 같이 사용하기 때문이다. 해당 실험 결과, 18000~19000hz가 실험 중 가장 높은 통신 성공률을 보였으며, 이 부근 주파수 대역에 대해서 추가적으로 실험이 필요할 것으로 보인다. 또한 비가청주파수 송신 기능은 Base signal 주파수와의 관계가 중요하기 때문에 비가청주파수의 조화가 잘 이루어지는 대역을 다양한 실험을 통해 찾아야 할 것이다.

4. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구는 통신이 가장 원활하게 되는 비가청주파수 대역을 실험을 통해 찾는다. 실험을 진행하기 위한 몇 가지 코드를 최적화하였고, 보다 더 좋은 주파수 대역을 찾기 위하여 실험을 계속하여 진행하고 있다. 향후 연구로 더 다양하고 세밀한 실험을 계획하고 진행할 것이다. 이를 통해 1m 거리 내에서 통신이 원활하게 되는 최적의 주파수를 찾고 실생활에 접목시킬 아이디어를 제안할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 기초연구사업 (NRF-2010-0020210)과 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 Grand ICT연구센터지원사업 (IITP-2018-2015-0-00742)의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

[1] 장인수, 정명범, 염상길, 추현승 “비가청주파수 기반 근거리 통신 메커니즘”, 한국정보처리학회, 2015

[2] 임윤규, 서재학, 김대천, 박예찬, 염상길, 추현승 “소닉 커뮤니케이션 기반 사용자 식별 방법 연구”, 한국정보처리학회, 2016