IoT 기기 간 비가청주파수를 활용한 대량의 데이터 전송에서의 오류 극복방법

박종혁, 이한범, 최원후, 염상길, 추현승
성균관대학교 정보통신대학
e-mail: {akindo19 , seaman95, onehoo97, sanggil12, choo}@skku.edu

An Error-Tolerant Large Data Transmission between IoT Devices using Inaudible High-Frequencies

Jong-Hyeok Park, Han-bum Lee ,Won-hoo Choi, Sanggil Yeom, and Hyunseung Choo
College of information and Communication Engineering,
Sungkyunkwan University

요 약

무선통신기술은 연결 중심의 IoT 시대에서 중요한 역할을 하고 있다. IoT 기기 간 데이터 통신을 위해 Bluetooth, NFC와 같은 기술이 활용되지만, 호환성의 문제가 있다. 비가청주파수를 활용한 데이터 통신 연구는 기존의 무선통신기술이 가지는 모듈 의존성, OS 종속성 문제를 해결하였다. 하지만 기존 연구 결과는 소량 데이터만 전송 가능하고, 데이터 전송량을 늘릴 경우 전송시간 대비 효율이 낮았다. 본 논문에서는 비가청주파수를 활용하여 대량의 비트를 여러 개의 프레임으로 나누어 연속적으로 전송하기 위한 통신 프로토콜을 제안한다. 이는 소량 데이터를 전송하는 기존 연구 결과의 높은 정확도와 함께 송신부와 수신부의 유기적인 상호작용을 통해 대량의 데이터 전송에 적합한 알고리즘이다.

1. 서론

IoT 기기의 보급률은 스마트폰의 보급과 함께 증가하였고, 2020년에는 모바일 기기 중 가장 높은 보급률을 기록할 것으로 예측되고 있다[1]. Bluetooth, WiFi, NFC 등과 같은 근거리 무선통신기술의 발전은 IoT 시장의 활성화에 큰 영향을 미치고 있다[2].

기존의 근거리 무선통신기술에서는 모듈 의존성과 OS 종속성으로 인해 데이터 통신에 제약이 존재한다. 기기 간의 데이터 통신 제약을 극복하고자 18kHz 이상의 주파수를 근거리 통신에 활용하는 연구가 진행되었다[3]. 이 연구에서 제안된 방법은 소량의 데이터만 전송 가능하고, 전송량을 늘릴 경우, 전송 시간이 오래 걸리거나 정확도가 떨어지는 등 여러 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 앞서 지적한 문제점을 해결하기 위해 대량의 데이터 통신에 적합한 알고리즘을 제안한다. 송신부는 대량의 비트를 여러 개의 프레임으로 나누어 연속적으로 전송한다. 수신부는 단일주파수를 활용한 오류 제어를 통해 송신부와 유기적인 상호작용을 가능하게 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 비가청주파수를 활용한 데이터 통신 연구에 대해 설명한다. 3장에서는 제안한 알고리즘을 설명한다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론과 추후연구에 대해 설명한다.

2. 관련 연구

2.1 비가청주파수를 이용한 근거리 무선 제어 기술 [3]

이 기술은 원격에서 기기를 컨트롤할 수 있도록 19kH, 22kHz의 베이스 시그널과 한 개의 임의의 컨트롤 시그널을 동시에 전송한다. 신호를 받는 기기에서 일정 시간 이상 신호를 인식하면 전송받은 명령을 수행한다. 위의 방법은 주변 환경으로 인해 노이즈가 인식되거나 일부가 손실되더라도 정상적으로 기기를 컨트롤할 수 있다. 그러나 기기를 컨트롤하는 것에 초점이 맞춰져 많은 데이터 전송에 사용하는 것은 부적합하다.

2.2 언더 샘플링과 FFT를 이용한 정현파 신호의 실시간 주파수 검출 [4]

이 연구에서는 주파수 범위가 넓은 정현파 입력신호에 대해 언더 샘플링 기법과 FFT 알고리즘을 이용하여 입력 주파수를 실시간으로 검출하는 알고리즘을 제안한다.

아날로그 신호를 복원하기 위해서 나이키스트 조건(Nyquist condition)을 만족시켜야 한다. 그러나 입력 주파수가 높아 나이키스트 조건을 위반하는 경우 입력신호에 대해 언더 샘플링하고 FFT를 활용하여 구한 스펙트럼 정보로부터 입력 주파수를 검출하게 된다. 이는 아날로그 신호를 복원할 수 있는 조건과 FFT를 적용하여 입력 주파수를 실시간으로 검출할 수 있다는 것을 제시한다.

3. 대량의 데이터 전송을 위한 알고리즘

3.1 개요

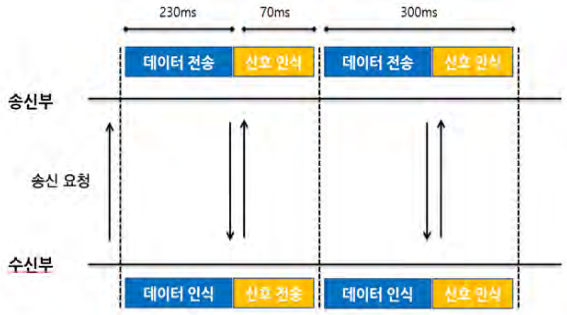
기존 비가청주파수를 활용한 데이터 통신 메커니즘은 오직 40비트만을 전송할 수 있도록 고안되었다. 신호생성 방식은 각 비트에 맵핑된 주파수를 혼합하는 주파수 혼합 방식을 사용한다.

대량의 데이터를 전송하기 위하여 다음과 같은 알고리즘을 제안한다. 대량의 데이터를 40비트씩 나누어 기존 메커니즘을 반복적으로 적용한다. 기존 메커니즘의 확장은 송신부와 수신부의 싱크조정문제, 데이터 인식 오류문제가 발생한다. 본 연구에서 제안한 알고리즘은 싱크조정 문제를 통신 전 미리 규약 된 프로토콜로 Synchronization을 통해 해결한다. 데이터 인식오류 문제는 오류 여부를 주파수 대역이 다른 단일 주파수 신호를 활용하여 해결한다.

3.2 Synchronization

대량의 데이터를 40 비트씩 나누어 데이터를 보내는 과정에서 오류가 발생하거나 싱크가 맞지 않으면 송신부와 수신부 사이에 통신이 되지 않는다. 이를 방지하기 위해 통신 전 미리 규약 된 프로토콜이 필요하다.

송신부와 수신부의 싱크를 맞추기 위해 바로 전송을 시작하지 않고 수신부가 데이터를 요청해야 송신을 시작한다. 그림 2와 같이 송·수신부는 나눠진 40 비트의 프레임마다 약 300ms의 시간을 사용하여 싱크를 맞춘다. 송신부는 300ms 시간 중 230ms 동안 데이터를 송신하고, 70ms의 시간 동안 수신부로부터 해당 데이터를 제대로 전송받았는지를 검사한다. 수신부는 300ms의 시간 중 230ms 동안 데이터를 수신하고 70ms 동안 송신부로 데이터의 오류 유무를 전송한다.



(그림 1) 대량의 데이터 전송 메커니즘

3.3 Error Control

Go Back N 프로토콜의 ACK는 다음 패킷의 번호를 포함하여 송신부로 전달한다[5]. 하지만 본 시스템의 수신부는 번호 전달 중 오류 발생 가능성을 최소화하기 위해 직전에 받은 패킷의 오류 여부를 1 또는 0으로 표시하여 송신부로 전달한다. 그림 2과 같이 1은 19kHz의 단일 주파수를 포함하는 신호, 0은 18kHz의 단일주파수를 포함하는 신호로 수신부는 둘 중 하나의 신호를 송신부에게 70ms 동안 전달한다.

(그림 2) 데이터 송수신 오류 제어

하나의 프레임에서 오류는 최대 3번까지 허용되며 수신부는 반복적으로 같은 프레임을 요청할 수 있다. 3번 오류가 났을 경우에는 시간 지연을 방지하기 위해 이전에 받은 3개의 데이터를 조합하여 올바른 값으로 추정되는 데이터를 추출한다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 비가청주파수를 활용하여 대량의 비트를 여러 개의 프레임으로 나누어 연속적으로 전송하기 위한 통신 프로토콜을 제안한다. 이는 기존의 단일 전송 알고리즘을 확장한 것으로 높은 정확도와 신뢰도를 갖추고 대량의 데이터를 전송할 수 있게 한다. 이를 통해 기존 비가청주파수를 이용한 데이터 통신 알고리즘의 한계를 극복하고 다양한 분야에서 본 논문에서 제안한 알고리즘을 사용할 수 있을 것이다. 향후 연구로 본 논문에서 제안한 알고리즘을 구체적으로 적용할 수 있는 플랫폼을 개발 및 테스트하고 대량의 데이터 전송에 효율적인 데이터 인식방법을 고안할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 이공학술연구조성 (NRF-2010-0020210), 한국과학창의재단(학부생 연구프로그램 지원사업)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

[1] “Business Adapts to a New Style of Computer”, MIT Technology Review BUSINESS REPORT, Jul. 2014.

[2] 주대영, 김종기, “초연결시대 사물인터넷(IoT)의 창조적 융합 활성화 방안,” 산업연구원 ISSUE Paper 2014-342, 2014.

[3] M. B. Chung and H. Choo, “Near wireless-control technology between smart devices using inaudible high-frequencies,” Multimedia Tools and Applications, vol. 74, no. 15, pp. 1-17, Jul. 2014.

[4] 박진식, 주우용, 정봉식, “언더 샘플링과 FFT를 이용한 정현파 신호의 실시간 주파수 검출,” 한국정보기술학회 논문지, vol. 9, no. 12, pp. 65-71, 2011.

[5] Shashi Banzai “Data and Computer Network Communication,” FIREWALL MEDIA. p236-239, 2007.