

## An advertisement method using inaudible sound of speaker

Myoungbeom Chung\*

### Abstract

Recently, there are serviced user customized advertisement of various type using smart device. Representative services are advertisement service using light of smart TV screen or audible sound of smart TV to transmit advertisement information. However, those services have to do a specific action of smart device user for advertisement information or need audible audio information of TV contents. To overcome those weakness, therefore, we propose an advertisement method using inaudible sound of speaker based on smart device. This method supports the transfer of advertising content to the smart device user with no additional action or TV audio signal required to access that content. The proposed method used two high frequencies among 18kHz ~ 22kHz of audible frequency range which smart TV can send out. And it generates those frequencies synthesized with audio of TV contents as trigger signal which can send advertisements to smart device. Next, smart device analysis the trigger signal and request advertisement contents related to the signal to server. After then, smart device can show the downloaded contents to user. Because the proposed method uses the high frequencies of sound signals via the inner speaker of the smart device, its main advantage is that it does not affect the audio signal of TV content. To evaluate the efficacy of the proposed method, we developed an application to implement it and subsequently carried out an advertisement transmission experiment. The success rate of the transmission experiment was approximately 97%. Based on this result, we believe the proposed method will be a useful technique in introducing a customized user advertising service.

▶ Keyword : Inaudible frequency, Advertisement transmission, Smart device, User customized advertisement

### 1. Introduction

최근 스마트 기기의 성능 향상에 따라 스마트 기기 기반 광고 서비스 기술이 점차 발달되고 있다. 휴대폰이 발달 할 당시 SMS 또는 MMS 등의 문자 메시지를 이용한 광고가 발달한 반면, 스마트 기기가 대중화 된 지금은 푸쉬(Push) 서비스 [1], QR 코드와 NFC를 이용한 광고 [2-4], 위치기반 광고[5], 매칭형 크로스 미디어 광고[6] 등이 서비스되기 시작한 것이다. 특히 일방적인 광고 전송 방식이 아닌, 광고 및 정보를 필요로 하는 사람들이 특정 행동을 할 때 해당 정보를 제공하는 능동적 서비스들이 주목받기 시작했다.

현재 대표적인 스마트 기기 기반 광고 서비스로는 iBeacons 를 이용한 위치 기반 광고 서비스, Fujitsu에서 개발한 TV 콘텐츠의 빛을 이용하여 스마트 기기 광고 서비스 [7], KT media hub가 삼성전자와 제휴하여 개발한 TV 콘텐츠의 오디오 인식을 이용한 매칭형 크로스미디어 광고 서비스 등이 있다. iBeacons은 Bluetooth 4.0LE 기술을 사용하는 것으로, 3개의 디바이스를 실내외에 부착하고 스마트 기기 사용자의 위치를 파악 후 아이디 정보를 주고 받는 방식을 사용한다. 이 기술은 실내에서 사용자의 위치를 파악할 수 있다는 점과 특정 위치에서 아이디(ID:Identification) 정보를 제공함으로써 위치기반 광고를 제공할 수 있는 장점이 있는 반면, 아직까지 iOS 기반에서만 동작이 가능하며, 안드로이드에서는 지원되지 않는다는 문제점이 있다. 그리고 Fujitsu의 스마트 기기 광고 서비스는 기

• First Author: Myoungbeom Chung, Corresponding Author: Myoungbeom Chung  
\*Myoungbeom Chung(nzin@ssu.ac.kr), Division of Computer Engineering, Sungkyul University  
• Received: 2015. 04. 02, Revised: 2015. 05. 13, Accepted: 2015. 07. 14.

존 Outstanding Technology에서 개발한 Visible light communication technology와 Digital watermarks를 결합한 기술로 [8], 화면 전체의 밝은 부분(Lighter)과 어두운 부분(Darker)을 이용하여 특정 정보를 스마트 기기의 카메라를 통해 전달할 수 있다. 이 기술은 현재 1초에 16bits 정보를 제공하며, 사용자는 정보를 제공받기 위해 스마트 기기의 카메라를 이용해 빛 인식 동작을 취하면 된다. 그러나 이 방법은 영상 콘텐츠에 해당 광고 정보를 입력하기 위한 별도의 기술이 요구되며, 사용자가 정보를 얻기 위해 TV 콘텐츠를 보다가 스마트 기기의 카메라를 실행하여 정보 인식 동작을 수행해야 하는 불편함이 있다. KT media hub에서 개발한 매칭형 크로스미디어 광고 서비스는 TV 콘텐츠에서 제공되는 오디오를 인식하여 행사 쿠폰, 부가 정보를 제공할 수 있다. 이 서비스는 사용자가 TV 콘텐츠를 보던 중, 자신이 원하는 광고가 안내 될 때 스마트 기기를 흔들어서 선택적 광고를 볼 수 있다. 이때 광고 정보는 오디오를 통해 전달되며, 스마트 기기는 오디오 정보를 분석하여 해당 광고를 서버로부터 전달받아 사용자에게 제공한다. 이 방법은 사람들이 들을 수 있는 오디오 정보를 그대로 사용하여 별도의 가공이 필요하지 않다는 장점이 있는 반면, 사람들이 들을 수 있는 오디오 소리가 없는 경우 정보를 전달 받지 못한다는 단점이 있다. 게다가 사용자의 스마트 기기를 흔들는 시간, 흔들림 정도에 따라 인식되지 않는 경우가 발생하기도 한다.

즉, 기존 스마트 기기 기반 광고 서비스 기술들은 대부분 스마트 기기에 광고 콘텐츠 전체를 전달하는 방식이 아닌, iBeacons의 아이디 값과 같은 정보 처리를 위한 단순 데이터를 제공하는 방식을 사용한다. 이때 iBeacons은 정보 제공을 위한 3개의 iBeacons 모듈을 설치해야 하고, iOS에만 서비스 가능한 단점이 있으며, Fujitsu의 스마트 기기 광고 서비스는 ID 인식을 위해 사용자가 빛 인식 동작을 취해야 하는 불편함이 있다. 또한 KT media hub의 매칭형 크로스미디어 광고 서비스는 광고 인식을 위해 사용자가 스마트 기기를 흔들어야 하는 단점과 사람들이 들을 수 있는 오디오 소리가 없는 경우 정보를 전달 받지 못하는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 기존 스마트 기기 기반 광고 서비스의 문제점을 해결하기 위해 스피커의 들리지 않는 소리인 고주파를 이용하여 아이디를 전달할 수 있는 새로운 광고 전달 방법을 제안한다. 제안 방법은 가청 주파수 영역인 20Hz ~ 22kHz에서 사람들이 거의 듣지 못하는 18kHz ~ 22kHz 범위의 고주파를 사용한다. 그리고 주변의 소음에 의해 신호 인식 오류가 발생하지 않게 2종의 고주파를 순차적으로 사용하며, 신호를 인식한 스마트 기기는 광고 정보 제공 서버를 통해 해당 신호의 광고를 스마트 기기에 전송하여 서비스를 제공한다. 이때 2종의 순차적으로 발생하는 고주파는 Fujitsu에서 사용하는 방식과 동일하게 광고 정보를 전송하고자 하는 시간 동안 주기적으로 발생시켜 스마트 기기에 데이터를 전달한다. 그리고 2종 고주파는 TV 콘텐츠의 오디오 부분에 인코딩을 통해 간단히 적용할 수 있으며, 이 신호는 실내에서 TV를 시청하는 사용자

의 스마트 기기에 충분히 정보 전달이 가능하다. 또한 TV 콘텐츠의 오디오 부분에 사람들에게 들리지 않는 2종 고주파가 추가된 것이기 때문에 기존 오디오에 영향을 미치지 않아 사용자가 TV 콘텐츠 감상하는데 큰 영향을 주지 않으며, 기존 오디오 소리 또한 2종 고주파에 영향을 주지 않아 정확히 광고 데이터를 스마트 기기에 전달할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제안 방법에서 사용되는 스피커의 들리지 않는 소리를 사용한 기존 정보전달 기술을 설명한다. 3장에서는 2종 고주파를 사용하여 광고를 제공하는 제안 방법의 전체 흐름과 스마트 기기에서의 2종 고주파 처리 방법을 설명한다. 4장에서는 제안 방법을 적용한 스마트 기기 기반 광고 서비스 애플리케이션의 성능 판단 실험에 관한 연구 방법 및 절차를 설명하였고, 5장에서는 실험 결과를 설명하며, 6장에서 결론을 맺는다.

## II. Related work

본 논문에서 제안하는 들리지 않는 소리인 고주파는 초기에 실내에서 사용자의 위치를 파악하는 신호 기술로 사용되었다 [9, 10]. 그리고 2011년 Bihler는 고주파와 WiFi를 이용하여 스마트 기기에 소량의 데이터를 전달하는 정보 전달 방법을 제안하였다. Bihler의 방법은 2개의 고주파(20kHz, 22kHz)를 이용하여 208ms 시간동안 8 bit 데이터를 전달하게 하였으며, Hamming code schema를 사용하여 Error correction을 하였다 [11]. 그러나 이 방법은 짧은 순간에 많은 주파수 변환을 해야 하기 때문에 주변의 사람들이 인지할 수 있는 잡음이 지속적으로 발생한다. 게다가 Bihler의 실험 내용에서 확인 할 수 있듯이 신호의 도달 거리는 2m 이내에서 90%의 정확도를 보인 반면, 5장의 비교실험에서와 같이 거리가 조금 더 멀어지더라도 정확도가 급격히 떨어지는 단점이 있다.

Lee는 스마트 기기와 PC(Personal computer) 간에 Audio Channels을 이용하여 아이디 값을 생성하는 사용자 인증 방법을 제안하였다 [12]. 이 방법은 서버에서 PC를 통해 인증 신호로 15,800Hz ~ 20,000Hz 범위의 고주파 2개를 동시에 발생시켜, 스마트 기기에서 PC의 사용 인증을 하는 방식이다. 동시에 두 개의 고주파를 발생시키기 때문에 주파수 간의 간섭을 최소화하기 위해 약 600Hz 이상의 주파수 간격을 두었으며, 표 1과 같은 비트별 할당 주파수를 이용하여 8초에 2 byte의 데이터를 보낼 수 있게 하였다. 즉 표 1의 비트별 할당 주파수를 이용하여 8초 동안 1초 간격을 두고 4번의 비프음을 발생시켜, 인증 아이디(토큰:Token)을 전달하게 되며, 스마트 기기는 해당 신호를 인식 후 3G IP 망을 통해 인증 서버로 정보를 보내게 된다. 이 방법은 기존 Bihler에 비해 한 번에 더 많은 데이터를 전송할 수 있는 장점이 있으나, 데이터 전송을 위해 8초라는 많은 시간이 걸리는 단점이 있다.

Chung은 기존 고주파를 사용하는 기술들을 보완하는 방법으로 Base signals과 Low-latency를 이용한 근거리 무선 제어 기술을 제안하였다 [13]. 이 방법은 2개 이상의 Base signals을 사용하여 제어 신호가 전송되는 것을 알려주며, 실제 전달하는 제어 신호는 Low-latency의 주파수 값으로 구분되는 방식이다. 그리고 Chung은 Low-latency의 주파수를 손쉽게 변화시킬 수 있도록 CPU에서 직접 주파수 신호를 처리하도록 하였다. 이 방법은 기존 Bihler의 방법에 비해 신호의 도달 거리가 멀다는 장점이 있으며, Lee의 방법에 비해 짧은 시간에 데이터를 보낼 수 있는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 2개의 Base signal을 사용하기 때문에 보낼 수 있는 아이디어의 종류가 많지 않다.

Table 1. Assigned frequencies for each hexadecimal digit

Bit	주파수(Hz)
0 x 0	15800, 17000
0 x 1	16400, 17600
0 x 2	17000, 18200
0 x 3	17600, 18800
0 x 4	18200, 19400
0 x 5	18800, 20000
0 x 6	15800, 17600
0 x 7	16400, 18200
0 x 8	17000, 18800
0 x 9	17600, 19400
0 x a	18200, 20000
0 x b	15800, 18200
0 x c	16400, 18800
0 x d	17000, 19400
0 x e	17600, 20000
0 x f	15800, 18800

즉, 최근 들리지 않는 소리인 고주파를 이용한 아이디 값 전달 방법은 스마트 기기의 보급되기 시작한 2011년부터 지속적으로 연구되어 왔으며, 실제적인 정보 전달보다는 소량의 아이디 값을 전달함으로써, Wi-Fi, LTE 등과 같은 네트워크를 통해 다양한 정보를 제공하는 기술로 발전해 오고 있다. 게다가 들리지 않는 소리를 이용한 방법은 스마트 기기에 기본으로 내장되어 있는 마이크를 이용하기 때문에 스마트 기기의 OS에 관

계없이 모두 적용 가능한 장점이 있다.

### III. An advertisement method using inaudible sound of speaker

본 장에서는 스피커의 들리지 않는 소리인 고주파를 사용하여 스마트 기기에 광고 전달을 위한 제안 방법의 전체 흐름과 스마트 기기에서의 2중 고주파 처리 방법을 설명한다. 그림 1은 제안 방법의 전체적인 흐름이다. 그림 1의 왼쪽에 위치한 스마트 TV가 첫 번째 고주파(1st high frequency)를 보내면(①) 스마트 기기는 Fast Fourier transform(FFT)을 통해 첫 번째 고주파가 있는 지를 파악하며(②), 해당 고주파가 있는 경우  $k$  번 반복 되는지를 확인한다(③). 첫 번째 고주파가  $k$ 번 이상 지속적으로 확인되면, 두 번째 고주파(2nd high frequency)가 있는지를 판단하기 위해 대기하며(④), 스마트 TV에서 두 번째 고주파를 보냈을 때(⑤, ⑥), 다시 두 번째 고주파가  $l$ 번 지속되는지를 확인한다(⑦). 그리고 스마트 기기는 첫 번째 고주파와 두 번째 고주파가 순차적으로  $k$ 번,  $l$ 번 입력되는 경우 광고 정보 제공 서버(AD server)에 전달 받은 2중 고주파의 연관 광고 내용을 Wi-Fi를 통해 요청하고(⑧, ⑨), 광고 정보를 전송 받게 된다(⑩). 이때 제안 방법은 데이터의 종류를 다양하게 하기 위해 첫 번째 고주파를 18kHz~22kHz 범위 내에 하나의 고주파를 선택하여 사용하며, 두 번째 고주파는 첫 번째 고주파와 겹치지 않는 범위인 18kHz~22kHz에서  $\pm 600$ Hz인 값을 사용한다. 그림 2는 제안 방법에서 사용하는 2중 고주파의 구성 예시이다. 그림 2에서 광고 전달 신호로 스피커에서 전달한 2중 고주파는 0.1초에 19kHz의 첫 번째 고주파를 0.2초간, 그리고 18kHz의 두 번째 고주파를 0.1초간 발생한 것이며, 0.5초에 동일한 신호를 반복한 것이다. 이에 대해 스마트 기기에서 전달받은 2중 고주파는 ①의 경우 0.2초에서 0.3초 사이에 18 kHz 잡음(Noise)이 발생하였음에도, 그림 1의 ③ 과정을 수행하고 있기 때문에 오류(error)가 발생하지 않고, 광고 신호를 정확히 전달 받을 수 있다. 게다가 그림 2의 ②에서는 0.7초에서 0.8초 사이에 19 kHz 잡음이 발생하였음에도, 그림 1의 ③ 과정이 이미 0.7초에서 완료가 되고, 그림 1의 ④ 과정을 수행하고 있기

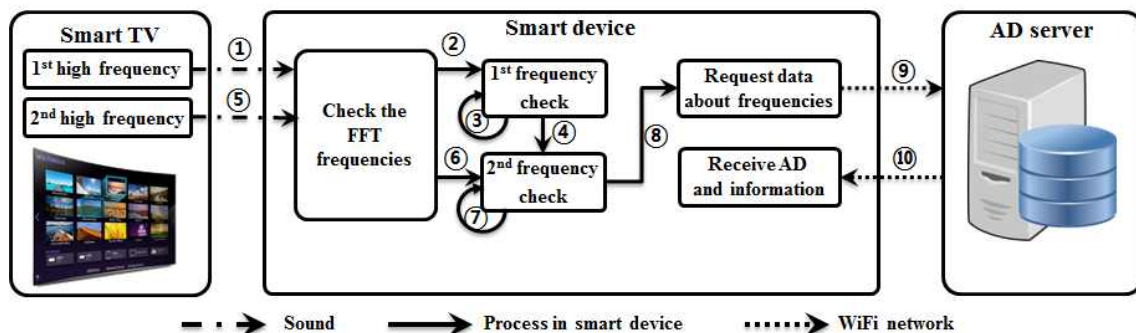


Fig. 1. Work flow of advertisement method for smart device using inaudible sound

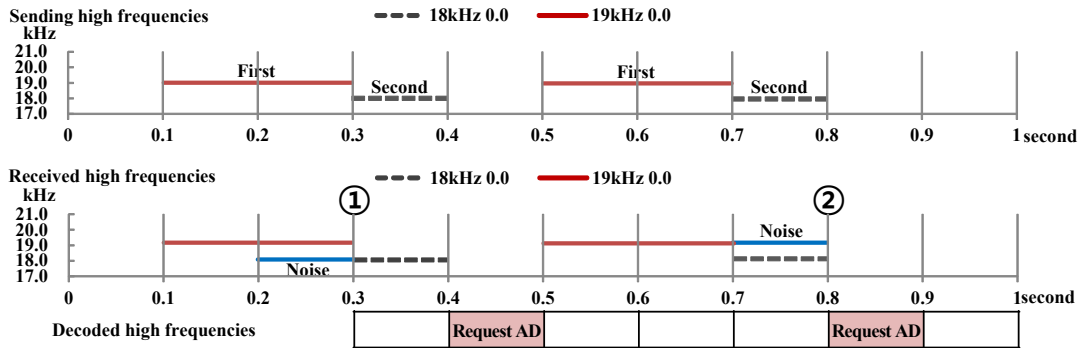


Fig. 2. The example of using high frequencies for Advertisement information requesting

때문에 오류 없이 광고 신호가 정상적으로 전달된다. 그리고 제안 방법에 사용되는 첫 번째 고주파는 19kHz에서 22kHz까지 100Hz단위로 총 31개의 다양한 신호를 전달할 수 있다. 예를 들어 19kHz를 첫 번째 고주파로 사용하는 광고 신호는 21.2kHz를 첫 번째 고주파로 사용하는 광고 신호와 다른 값을 갖는 것이다. 따라서 제안 방법은 표 2와 같이 1190가지 종류의 데이터를 선택적으로 보낼 수 있다.

표 2에서 첫 번째 고주파가 18kHz~18.6kHz 인 경우 사용할 수 있는 주파수 수는 점차 줄어들며, 18.7kHz~21.4kHz인 경우 28가지 주파수를 사용할 수 있다. 그리고 첫 번째 고주파가 21.5kHz~22kHz인 경우 다시 사용할 수 있는 주파수 수는 점차 늘어난다. 이와 같이 다양한 값을 갖는 들리지 않는 소리

를 3에서와 같이 서버는 스마트 기기에서 요청한 ID와 요청 시간을 바탕으로 광고 정보가 저장되어 있는 데이터베이스에 현재 제공해야 할 광고 정보를 검색한다. 그리고 검색된 내용을 이용해 광고 정보, 콘텐츠(동영상, 소리 등)를 수집하여 스마트 기기에 LTE, Wi-Fi 통신을 이용하여 전달한다.

Table 2. Assigned frequencies according to combine of proposed signals

첫 번째 고주파 (1 <sup>st</sup> frequency)	사용 가능한 두 번째 고주파 (2 <sup>nd</sup> frequency)	신호 종류 수
18kHz	18.7kHz~22kHz	34
18.1kHz	18.8kHz~22kHz	33
18.2kHz	18.9kHz~22kHz	32
18.3kHz	19kHz~22kHz	31
18.4kHz	19.1kHz~22kHz	30
18.5kHz	19.2kHz~22kHz	29
18.6kHz	19.3kHz~22kHz	28
18.7kHz~21.4kHz (28 kinds)	18kHz ~ (1st frequency-0.7kHz)	28×28
21.5kHz	18kHz~20.8kHz	29
21.6kHz	18kHz~20.9kHz	30
21.7kHz	18kHz~21kHz	31
21.8kHz	18kHz~21.1kHz	32
21.9kHz	18kHz~21.2kHz	33
22kHz	18kHz~21.3kHz	34
전체 전송 신호 종류 수		1190

를 사용한 광고 신호의 값은 스마트 기기의 LTE 또는 Wi-Fi 통신을 통해 광고 제공 서버로 전달되며, 광고 제공 서버에서는 그림 3과 같이 현재 시간과 해당 신호에 일치하는 광고 정보를 다시 스마트 기기기로 전송하여 사용자에게 광고를 제공한다. 그

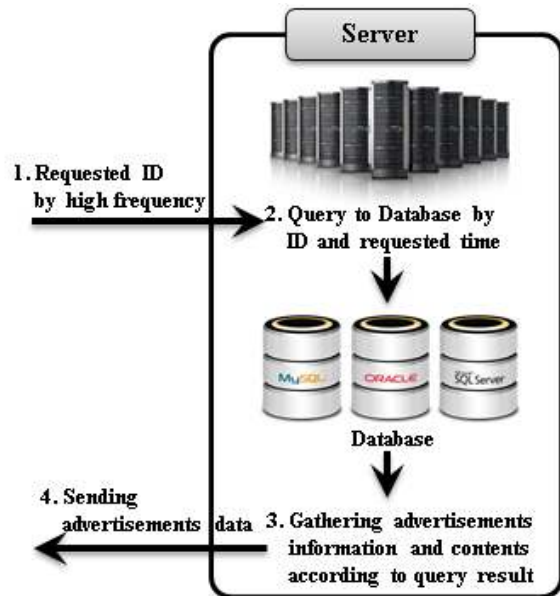
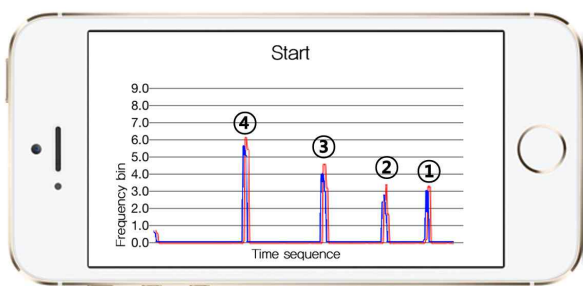


Fig. 3. Advertisement supporting process of Server according to requested ID

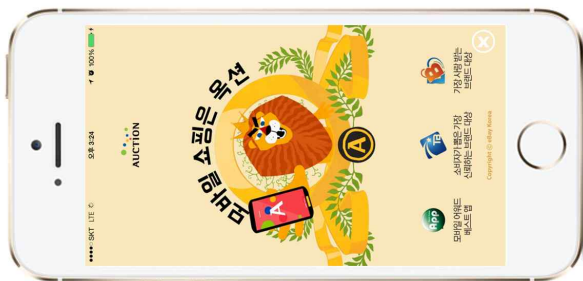
#### IV. Experiment methods using the inaudible sound of speaker

본 장에서는 제안 방법인 스피커의 들리지 않는 소리인 2중 고주파를 이용하여 광고 정보를 제공할 수 있는 스마트 기기 기반 광고 애플리케이션을 소개하며, 개발한 애플리케이션의 성능 판단을 위한 실험 절차를 설명한다. 광고 애플리케이션은 그림 4와 같은 광고 신호를 수신하는 화면과 광고 정보를 광고 제공 서버로부터 전송 받아 사용자에게 제공하는 화면으로 구성되어 있다. 그림 4.a에서 화면 아래에 있는 그래프는 2중 고

주파를 수신하였을 때 첫 번째 고주파(Blue line)와 두 번째 고주파(Red line)의 주파수 Bin을 나타내는 것이며, 현재의 화면에서는 광고 신호인 2중 고주파를 4회 전달 받았음을 볼 수 있다. 이때 그림 4.a 그래프의 x 축은 시간의 흐름을 나타내는 것으로, 오른쪽에서 왼쪽으로 시간의 지나간 것이다. 즉, 광고 전달을 위한 2중 고주파는 ①, ②, ③, ④ 순서로 수신된 것이다. 그리고 그래프의 y 축은 그 시간에 전달된 2중 고주파의 주파수에 따른 Bin 값이다. 그리고 그림 4.b는 그림 4.a에서와 같이 ①, ②, ③, ④ 시간에 전달받은 광고 신호를 분석하여 신호의 아이디 값을 서버로 전송한 후, 해당 광고 콘텐츠를 다운로드 받아 보여주는 화면이다.



(a)



(b)

Fig. 4. Screenshot of the advertising application (a) Main screen featuring a graph of the receiving high frequency (b) Real advertising information screen by advertisement signal

다음으로 제안 방법의 성능 판단을 위하여 개발한 애플리케이션에 사용된 전달 신호 방법과 기존 Bihler가 제안한 신호의 거리에 따른 비교 실험을 진행하였으며, 광고 애플리케이션을 이용한 광고 전달 실험을 진행하였다. Bihler의 제안 방법과의 비교 실험은 2~5m 거리에서 실시하였으며, 거리당 각각 100회 신호를 보내어 스마트 기기가 그 신호를 받았는지 확인하였다. Bihler의 방법은 20kHz와 22kHz 두 개의 신호를 사용하고, Hamming Code schema를 적용하여 “10110100” 아이디를 전송하였다. 이 아이디는 해밍코드를 제외한 4비트 데이터로 1010를 나타내는 것으로 첫 번째, 두 번째, 네 번째, 여덟 번째 비트가 해밍코드로 사용된 것이다. 다음으로 제안 방법에 사용된 신호는 첫 번째 고주파 19kHz와 두 번째 고주파 18kHz를 사용하였다. 그리고 개발한 애플리케이션은 0.1초에

10회의 FFT 확인을 하기 때문에, 첫 번째 고주파 인식에 사용되는  $k$ 는 전체 횟수의 60%인 12회로 하였으며, 두 번째 고주파 인식에 사용되는  $l$ 는 전체 횟수의 60%인 6회로 설정하였다. Bihler 방법과 제안 방법에서의 고주파 신호 출력은 스마트 기기의 스피커를 사용하였으며, 음량은 60dB을 설정하였다. 그리고 실험 공간은 소음도가 40dB 이하로 유지되는 조용한 환경의 실험자 연구실에서 실시하였다.

그리고 두 번째 실험에 사용한 광고 전달 신호는 기존 TV 콘텐츠들 중 지속적으로 소리가 재생되는 음악 프로그램에 제안 2중 고주파를 추가하였다. 추가한 2중 고주파는 첫 번째 고주파를 각각 19kHz, 20kHz, 21kHz 3가지로 하였으며 두 번째 고주파는 동일하게 18kHz를 사용하였다. 이때, 각 신호는 2회 연속 2분 간격으로 순차적으로 전송하였다. 즉, 5시간의 실험 시간 동안 19kHz 신호, 20kHz 신호, 21kHz 신호를 각각 50회 전송하도록 하였다. 그리고 스마트 TV와 스마트 기기의 거리는 3m로 하였으며, 스마트 TV의 음량은 70dB로 하였다. 실험 공간은 앞서의 비교 실험과 같은 장소인 소음도가 40dB 이하로 유지되는 조용한 환경의 실험자 연구실에서 실시하였다.

## V. The result of Experiments

본 장에서는 제안 방법의 성능 판단을 위하여 개발한 애플리케이션에 사용된 전달 신호 방법과 기존 Bihler가 제안한 신호의 거리에 따른 비교 실험 결과를 보이며, 광고 애플리케이션을 이용한 광고 전달 실험 결과를 설명한다.

그림 5는 Bihler의 방법과 제안 방법의 거리에 따른 신호 전달 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

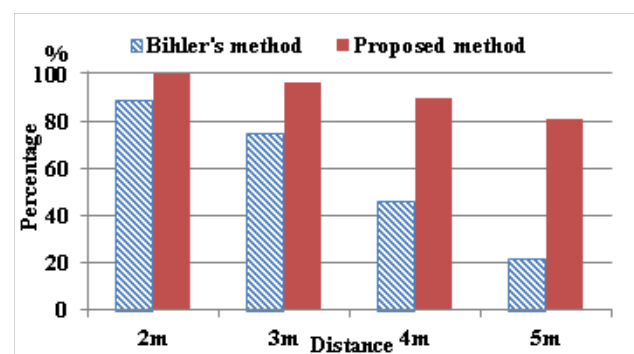


Fig. 5. Transmission result of Bihler's method and the proposed method according to distance

그림 5에서 Bihler의 신호 전달 기술은 2m에서 89%의 정확도를 나타낸 반면, 3m에서 5m로 거리가 멀어질수록 급격히 정확도가 떨어졌을 뿐 아니라, 5m에서는 22%까지 낮아진 것을 확인할 수 있다. 반면에 제안 방법은 2m에서 100% 정확도를, 그리고 거리가 멀어진 5m에서도 81%의 정확도를 유지하였다. 즉 2m에서 5m까지 거리에서 Bihler의 방법은 평균 58% 정확

도를 나타낸 반면에 제안 방법은 평균 91%를 나타냄으로써 제안 방법이 아이디 전달에 적합한 것을 확인 할 수 있었다.

다음으로 그림 6은 제안 방법을 적용한 애플리케이션이 각각의 광고 신호를 받은 결과이다.

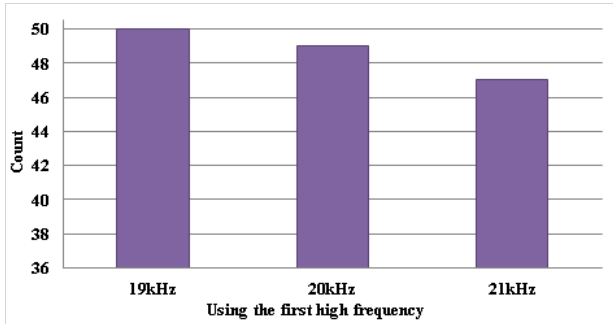


Fig. 6. Result of the test using each advertisement signal

그림 6에서 19kHz 첫 번째 고주파를 사용한 경우 50회 모두 신호를 받았으며, 20kHz의 경우 49회, 21kHz인 경우 47회 신호를 받은 것을 볼 수 있다. 즉, 전체 신호 전달 성공률은 97%임을 보여준다. 이때 첫 번째 고주파의 값이 높아질수록 전송 에러가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 주파수가 높아질수록 전달되는 주파수의 bin 수가 점차 작아지기 때문이라 생각된다. 다음으로 거리에 따른 제안 방법의 성능 실험을 하였다. TV와 스마트 기기간의 거리를 1m에서 5m까지 1m 간격으로 거리를 이동하여 실험을 하였으며, 앞의 실험과 동일하게 5시간 동안 19kHz, 20kHz, 21kHz 신호를 각각 50회 전송하였다. 그림 7은 거리에 따른 전송 성능 실험의 결과이다. 그림 7에서 TV와 스마트 기기가 가장 가까운 거리인 1m인 경우 2중 주파수 광고 신호 모두가 오류 없이 전송 된 것을 볼 수 있다. 2m에서는 20kHz 첫 번째 고주파에서 1회 전송 실패를 하였으며, 3m에서는 20kHz 1회, 21kHz 1회 실패하였다. 그리고 4m에서는 각각 1회, 1회, 2회, 5m에서는 20kHz 1회, 21kHz 3회 실패하였다. 즉 전체 신호 전달 성공률은 3m 이내까지 99.3%. 5m 이내

까지 98.5% 이다. 2m에서 20kHz 신호에 대한 전송 실패는 제안 애플리케이션에서 사용한  $k, i$  값에 의한 오류로 예상되며,  $k, i$  값을 최적화하는 경우 전송 오류를 해결할 수 있을 것이다. 그리고 3 ~ 5m 사이에 점차 20kHz, 21kHz에서 전송 실패가 발생하는 이유는 앞의 실험 결과에서 예상했던 것과 같이 주파수가 높아질수록 전달되는 주파수의 bin 수가 점차 작아져 high frequency 주파수를 간혹 인식하지 못했기 때문이라 생각된다.

## VI. Conclusions

본 논문에서 제안하는 스피커의 들리지 않는 소리인 2중 고주파를 이용한 스마트 기기에 광고 전달 방법은 TV의 콘텐츠 상영 시 근거리에서 위치한 스마트 기기들에 별도의 사전 동작, TV의 오디오 정보 등을 방해하지 않고 자연스럽게 광고를 제공할 수 있는 유용한 기술이다. 게다가 사람들에게 들리지 않는 2중 고주파를 사용함으로써 TV 콘텐츠의 오디오 데이터에 영향을 주지 않으며, TV 콘텐츠에 광고 신호를 손쉽게 적용하여 서비스 할 수 있는 장점이 있다. 우리는 제안 방법의 효율성을 평가하기 위해 광고 정보 제공을 위한 TV 콘텐츠를 제작하였으며, 스마트 기기 기반 광고 서비스 애플리케이션을 개발하여 주파수 사용에 따른 성능 평가 실험과 스마트 기기와의 거리에 따른 광고 제공 실험을 하였다. 그 결과 제안 방법을 이용한 주파수 사용에 따른 광고 전송 성공률은 약 97%, 거리에 따른 광고 전송 성공률은 5m 이내에서 98.5%였다. 따라서 제안 기술은 기존 스마트 기기 기반 광고 기술보다 효과적으로 광고를 제공할 수 있으며, 실내에서의 광고 전달에 유용하게 사용이 가능할 것이다.

그러나 제안 방법의 경우 애플리케이션에서 사용하였던  $k, i$  값에 대한 오류를 해결 할 수 있는  $k, i$  값의 최적화가 필요하다. 그리고 사용하는 고주파의 주파수가 높을수록 주파수의 bin 수가 작아져서 high frequency 주파수를 인식하지 못하는 문제가 아직 남아있다. 따라서 차후 연구로는  $k, i$  값을 최적화 하

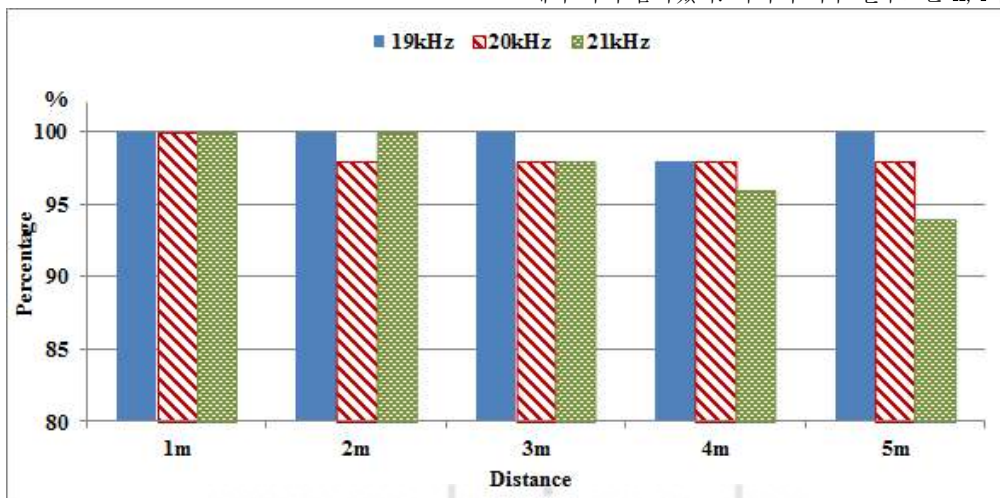


Fig. 7. Result of advertisement transmission test according to distance and each signal

는 연구 및 실험을 할 것이며, 주파수의 값이 높아지더라도 상용화 할 수 있는 수준의 인식 처리 연구를 진행할 것이다. 또한 제안 방법에 사용되는 고주파의 결합만을 이용하여 데이터 전송 및 정보 전달을 위한 신호 처리 기술을 연구할 것이며, 실내에 위치한 스마트 기기들에 동시에 특정 정보를 전달할 수 있는 Multi devices 정보 전달 기술을 연구할 것이다. 그리고 고주파의 결합만을 이용한 데이터 전송 및 정보 전달에서 보다 거리가 멀어지더라도 정확히 데이터를 전송할 수 있는 연구를 진행할 것이다.

## REFERENCES

- [1] S. Dhar and U. Varshney, "Challenges and business models for mobile location-based services and advertising," *Communications of the ACM*, Vol. 54, No. 5, pp. 121-128, May 2011.
- [2] Y. Liu, J. Yang, and M. Liu, "Recognition of QR Code with mobile phones," *In: Proceedings of Control and Decision Conference IEEE*, pp. 203-206, Yantai, Shandong, China, July 2008.
- [3] S. Narang, V. Jain, and S. Roy, "Effect of QR codes on consumer attitudes," *International Journal of Mobile Marketing*, Vol. 7, No. 2, pp. 52-64, 2012.
- [4] J. J. Sánchez-Silos, F. J. Velasco-Arjona, I. L. Ruiz, and M. A. Gomez-Nieto, "An NFC-Based solution for discount and loyalty mobile coupons," *In: Proceedings of 2012 4th International Workshop on Near Field Communication (NFC)*, pp. 45-50, Helsinki, Finland, March 2012.
- [5] iBeacon, <http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons/>
- [6] Swingo, <http://www.samsungadhub.com/pr/ourCapability/swingo.do>
- [7] Fujitsu develops new data transmission technology using video data, <http://www.diginfo.tv/v/12-0183-r-en.php>
- [8] Outstanding Technology, "Visible light communication devices ready for commercialization," *Wireless Technology Park 2012*, <http://www.diginfo.tv/v/12-0132-r-en.php>
- [9] V. Filonenko, C. Cullen, and J. Carswell, "Investigating ultrasonic positioning on mobile phones," *In: Proceedings of International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*, Zürich, Switzerland, September 2010.
- [10] V. Filonenko, C. Cullen, and J. D. Carswell, "Asynchronous ultrasonic trilateration for indoor positioning of mobile phones," *In Web and Wireless Geographical Information Systems*, pp. 33-46, Naples, Italy, April 2012.
- [11] P. Bihler, P. Imhoff, and A. B. Cremers, "SmartGuide-A smartphone museum guide with ultrasound control," *Procedia Computer Science*, Vol. 5, pp. 586-592, 2011.
- [12] M. K. Lee, J. B. Kim, and J. E. Song, "Smart phone user authentication using audio channels," *In: Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pp. 735-736, Las Vegas, NV, USA, January 2012.
- [13] M. B. Chung and H. S. Choo, "Near wireless-control technology between smart devices using inaudible high-frequencies," *Multimedia Tools and Applications*, pp. 1-17, 2014.

## Authors



Myoungbeom Chung received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Dept. of Digital Media from Soongsil University, Korea, in 2004, 2006 and 2010, respectively. Dr. Chung worked on BK21 project as a post-doctoral fellow at the Soongsil University at Seoul, in 2010 and 2011. From 2012 to 2014, he was with the School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University (Korea). Since 2015, he is now an assistant professor of Division of Computer Engineering, Sungkyul University (Korea). His research interests include copyright protection technique, mobile computing, mobile software development, audio signal processing, and recommendation system.