

FM 송신 무선핸즈프리 기반 사운드 확장과 성능향상에 관한 연구

이효진*, 강상욱*, 조영창*, 윤정오*

^a Dept. of Information and Communication Engineering, Kyungwoon University
55,Indoek-ri, Sandong-myeon, Gumi-si, Gyeongsanbuk-do, 730-739, Korea
Tel: +82-54-479-1311, Fax: +82- 54-479-1209, E-mail: hjlee@gttelecom.co.kr

^b 경운대학교 정보통신공학부
730-739, 경북 구미시 산동면 인덕리 55번지
Tel: +82- 54-479-1311, Fax: +82-54-479-1209, E-mail: hjlee@gttelecom.co.kr

요약

최근 멀티미디어 산업의 급속한 발달로 다양한 목적의 멀티미디어 제품 군들이 있다. 이러한 멀티미디어 제품은 대부분 휴대용으로 리튬폴리머 배터리를 내장하여 언제 어디서나 들고, 청취하기 위해 대부분이 소형화된 기기들이다. 본 논문은 모바일 휴대폰에 소형의 FM 송신무선 핸드프리 기반을 접목하여 사운드 확장과 성능향상에 대하여 연구하였다. FM 주파수대역은 할당 받지 않은 개인이 사용하기에는 출력 제약을 받기 때문에 무선 성능이 좋지 않다. 이를 향상하기 위해 PCB 패턴 안테나를 설계와 함께 안테나 급전부 연결방법 연구 결과로 통화 잡음을 제거하여 좋은 출력특성결과를 가져왔다. 이후 이를 모바일 폰에 적용하여 거리에 따른 통화 감도를 높이기 위한 마이크 이득 조절기능과 무선 FM 송신으로 수신 측 스피커를 이용하여 청취하므로 사운드확장 장점이 있으며, 통화 잡음을 제거하기 위한 검증시험 및 통합시험을 수행하였다.

핵심주제어

무선통신, FM시스템, FM송신기, 핸드프리, 사운드 확장시스템

1 서론

휴대폰 단말기 보급이 일반화 되면서 이동통신 시장은 비약적으로 성장하고 있다. 특히, 이동 통신은 현대 생활에

있어서 필수적인 부분으로 자리를 잡고 있다. 이동 통신은 직장, 집, 거리 등 모든 곳에서 사용되고 있으며, 자동차 운행도중에도 이동통신이 사용되고 있다. 그러나 자동차의 운전 도중에 이동 통신을 사용하는 경우 전방을 주시하는 의무를 소홀해지고, 통화로 인해 주의가 분산되는 등의 문제를 야기하며, 이러한 상황은 교통사고를 유발하는 원인을 제공하고 있으며, 운전 중에 이동통신의 사용을 위해서는 핸드프리등 보조 장치를 설치하도록 하였다. 이에 따라 완성차 업계에서는 일부 차량에 핸드프리 장치를 설치하여 판매하고 있으며, 일부 사용자는 차량에 핸드프리 장치를 설치하거나 이어폰등 기타 기기를 이용하여 자동차 운전 중에 통화를 하고 있는 실정이다.

심지어 영국 정부는 2002 년 운전 중 휴대폰 사용으로 금지하기 위한 청문절차를 진행하여 현행 영국 법률로는 운전 중 휴대폰을 사용하는 운전자들이 운전을 적절하게 하지 못했을 경우에만 처벌할 수 있으며 구체적으로 운전 중 휴대폰 사용을 금지하는 법률은 없다. 그 동안 발표된 연구결과에 따르면 운전 중 휴대폰을 사용하는 사람들은 다른 운전자들보다 사고를 낼 확률이 4 배나 높은 것으로 나타났다. 교통부가 입법을 추진했던 법안은 또 직원들에게 회사 소유차량에서 휴대폰을 사용하도록 하는 고용주들도 처벌하도록 하고 있다.

하지만 이 법안도 핸드프리 휴대폰은 금지하지 않고 있다. 미국 역시 운전 중 휴대폰 사용 금지 법안이 주(State) 증가가 되어 미국 전역에 확산 중이다. 현재 코네티컷,

뉴저지, 뉴욕 3 개주에서 운전자의 핸드 헬드(Hand-Held) 휴대폰 사용을 금지하고 있으며, 캘리포니아와 워싱턴은 2008년 07월부터 핸드프리 기기 없이 휴대폰을 사용할 수 없게 되므로, 이들 총 6 개 주(State)의 제정 법안들 모두 운전 시 핸드프리 기기를 이용한 휴대폰 사용은 허용하고 있어 이와 관련 휴대폰 약서서리 수요가 큰 폭으로 증가할 것으로 예상된다. 운전 중 휴대폰 사용 금지법 발효 시행 또는 이를 검토 중인 주(State)들이 늘고 있어 시장 수요는 더욱 증가할 것으로 전망되는 가운데, 핸드프리 휴대폰 통신기기의 필수 제품으로 자리잡아가고 있을 만큼 중요성이 대두되고 있다.

세계적으로 운전 중 통화를 금지하고 있는 국가는 30 개 이상에 달하며, 미국은 뉴욕 등 일부 주가 이법을 시행하고 있다. 캐나다에서는 2003년 법을 제정한 뉴펀들랜드 - 라브라도주가 유일하다.

이를 바탕으로 우리나라도 2000년 기준으로 특허청에 따르면 98년 69건에 불과하던 핸드프리 키트 기술특허 및 실용신안 출원이 2000년 290건, 2001년 332건 등으로 증가추세를 보이고 있다. 기술 별로 무선통신 프로토콜 기술을 적용한 무선방식이 주류를 이루고 있다. 특히 자동차 제작 시 차체에 붙박이로 설치한 핸드프리 및 카오디오를 이용한 핸드프리장치, 음성인식기술을 통한 자동다이얼링 방식의 핸드프리, 하울링 제거기술을 이용한 핸드프리 등 사용이 편리하고 통화품질을 향상시키기 위한 기술들이 출원되고 있는 추세로 앞으로의 핸드프리 중요성은 더욱 높아질 것이다.

본 연구에서는 FM 송신 무선 핸드프리의 전파 규격을 이해하고 소형의 사이즈 적용을 위한 안테나 실장방법에 대한 연구를 통해 RF 성능에 대한 분석을 하고, FM 변조 방법 분석함으로써 사운드 확장과 성능향상에 대해 연구하였다.

2 본론

2.1 Frequency Modulation 방법

반송파의 주파수가 변하는 변조방식으로 신호파의 진폭이 높아지면, 피변조파의 사인 파형은 조밀하게 되어 주파수가 증가하게 되고, 신호파의 진폭이 하강국면에 접어들게 되면, 피변조파의 사인 파형은 넓어지게 되어 주파수가 감소하게 된다. 실제로 FM은 주어진 주파수를 중심으로 주파수의 여유 변동 분을 가지게 된다.

진폭 변조와는 달리 진폭은 변하지 않고 음성 신호에 따라 반송파의 주파수를 변화시키는 방식으로 초단파(VHF)를 사용하는 FM 등에 사용하는 변조 방식이다.

FM은 AM보다 교란에 덜 민감한데, 그 이유는 소음을 내는 신호는 전파의 진폭에는 큰 영향을 주지만, 주파수에는 영향을 주지 못하기 때문이다. 따라서 천둥·번개나 그 밖의 기계 등에 의해 생기는 교란의 침투가 적어서 AM보다 상대적으로 깨끗한 소리를 얻을 수 있으며, 원음을 충실하게 재생시키는 장점이 있으므로, 도시처럼 잡음의 요소인 자동차나 공장이 많은 지역에서는 FM 방송을 하는 것이 훨씬 좋다. 그러나 반송파의 주파수가 단파대이므로 전파의 도달 거리가 짧고, 송신기나 수신기의 구조가 약간 복잡해지는 단점이 있다. FM은 스테레오 사운드, 텔레비전의 소리 부분, 장거리 전화 등에 이용되며 우리나라 FM 방송의 주파수 대역은 88~108 [MHz]이다.

FM 변조 방법에는 직접 FM 방식과 간접 FM 방식이 있다. 직접 FM 방식은 안정도에서 문제가 되었으나 최근 PLL를 이용하여 높은 안정도의 원하는 주파수 편이를 얻을 수 있으므로 간접 FM보다 널리 사용되고 있다.

직접 FM 방식은 리액턴스관 변조, 가변 인덕턴스 변조, 가변 용량 다이오드 변조, 콘덴서 마이크로폰을 이용한 변조, 반사 클라이스톤을 이용한 변조로 크게 5 가지로 나눌 수 있다.

이중 FM 송신을 위한 변조로 리액턴스관 변조를 이용한 직접 FM 방식을 이용한다.

2.2 FM Transmitter 회로구성

휴대폰의 MP3, DMB, 통화음을 FM 주파수 대역으로 무선으로 전송하고, 오디오 신호(MP3, DMB, 통화음)를 FM 수신 튜너로 복조하여 라디오 스피커로 들을 수 있다. FM 수신 튜너로 최상의 음질을 듣기 위해서는 FM 송신 측에 깨끗한 오디오를 송신하는 리액턴관 변조를 이용하며, 아래에 나열한 회로로 구성할 수 있다. 직접 FM 송신을 위한 시스템을 구성하는 회로로 Pre-emphasis 회로, Limit 회로, LPF(Low Pass Filter), 스테레오 변조 회로(분주기), PL 주파수 신시사이저 회로로 구성된다. 구성된 회로는 다음과 같은 기능들을 제공해준다.

(1) Pre-emphasis 회로는 송신 전에 고역을 강조하고 수신 단에서 억압함으로써, 전송로 상 고역부분에서의 잡음을 경감시키고자 사용하는 기술이 Pre-emphasis이며, 회로는 저항과 커패시터를 이용하여 아주 간단하게 구현할 수 있다.

일반적인 75us 인 경우 증폭 도는 6dB/octave 이며, 일종의 Filter로서 FM 방송에서 고역부분의 신호 대 잡음 비를 개선하는 기능

(2) Limit 회로는 오디오 신호가 과입력을 방지하여 음이 saturation 되는 것을 예방한다.

(3) 스테레오를 위한 반송파 주파수 생성(38KHz)으로 스테레오 신호를 변조하여 수신 측에서 스테레오 신호 R, L 음을 전송

(4) FM 대역 주파수(88~108MHz)대역내의 임의 주파수에서 사용하였음.

(5) LPF는 FM 주파수 송신 시 발생하는 Harmonic 주파수 성분(2nd, 3rd)을 Filtering 하여 인접 대역의 전파 간섭 영향을 방지

2.3 FM 송신 무선 핸즈프리 휴대단말기 적용방법

FM 송신 무선핸즈프리를 휴대폰에 적용하기 위해 휴대폰의 Ear-Jack 분석을 하였다. 아래 [표 1]과 같이 내년부터 적용될 휴대폰 통합 인터페이스에 영상을 외부로 전송하는 TV 아웃 기능을 비롯하여, 외부장치 자동인식, 리모콘 호환, 스피커나 마이크의 출력조정 등 다양한 기능이 포함돼 편의성에 크게 강화 하였다.

핀번호	신 호 명	입출력 구분 (단말기 기준)	비 고
1	POWER GROUND	전원	충전, 공통 GND
2	Reserved	-	Reserved
3	EAR_MIC+	입력	Differential MIC+ signal 입력
4	EAR_MIC-	입력	Differential MIC- signal 입력
5	EAR_L	출력	Headset Left 채널 스피커 출력
6	EAR_R	출력	Headset Right 채널 스피커 출력
7	Device-sense Device-Detection	입력	외부 장치 식별 외부 장치 ID 인식
8	Remote Key	입력	외부 장치 Key 입력
9	POWER (+4.2V) / S1E +	전원	충전 / 단말기로부터 전원공급
10	POWER (+4.2V) / S1E -	전원	충전 / 단말기로부터 전원공급
11	On Switch	입출력	단말기 Remote power on 핀
12	Reserved	-	Reserved
13	BATTERY ID	입력	배터리 Type detection 배터리 장착상태 detection
14	TV Out	출력	컴포지트 아날로그 비디오 (Composite analog video) 출력
15	UART_RXD	입력	단말기로부터 UART 신호 입력
16	UART_TXD	출력	단말기로부터 UART 신호 출력
17	VBUS	전원	USB +5.0V 전원 입력
18	USB D+	입출력	Minus (-) line of the differential, bi-directional USB signal
19	USB D-	입출력	Plus (+) line of the differential, bi-directional USB signal
20	POWER GROUND	전원	전원 GND, 공통 GND

[표 1] 휴대폰 외부인터페이스 각 핀별 신호명

한국정보통신기술협회(TTA)는 새롭게 마련될 휴대폰외부 인터페이스 표준안의 세부 규격 및 기구 디자인, 새롭게 추가할 기능 등에 대해 합의했고, 휴대폰 제조사, 커넥터 제조사, 이동통신사 등은 지난해 11월 휴대폰인터페이스 통합 표준안 제정에 합의하고 그간 세부 규격을 개발 해왔다. 새 표준안은 기존 충전 및 데이터 전송 인터페이스와 Ear-Jack 을 하나로 통합하는 것이 특징이며 커넥터의 핀 수는 기존 24 Pin 에서 20 핀으로 줄여 2 배열로 구성하며 휴대폰 소켓의 크기도 폭 10.5mm, 높이

2.1mm 로 줄이기로 했다. 갈수로 슬림화되는 휴대폰 디자인 추세에 맞춰 인터페이스의 크기도 기존 절반 수준으로 줄일 수 있다는 장점이 있다. 크기는 줄어들지만 기능은 대폭 강화되었으며, 각종 데이터 통신장치, 이어스피커 및 이어마이크, 리모콘등 각종 장치를 쉽게 호환할 수 있도록 다양한 기능을 추가되어 앞으로 휴대폰의 주변장치들의 변화가 예상되며, TTA 에서 발표한 내용 중 기존충전 및 데이터전송 인터페이스와 Ear-Jack 을 하나로 통합하므로써 소형의 FM 송신 무선 핸즈프리를 적용할 수 있었다. 적용조건으로는 아래 [표 1]에 정의 된 바와 같이 전원공급, 오디오 입력 소스가 5, 6 번 핀에서 Audio 음이 출력되며, 핸즈프리로 송화음을 전달하기 위한 MIC +, - 인터페이스 Path 가 핀 3, 4 번에 있다. 9, 10 번 핀에서는 전원이 공급되어 FM 으로 수화음을 송신할 수 있어 필요조건이 모두 갖추어져 있다.

이중 제일 큰 장점은 별도의 휴대용 리튬폴리머와 같은 배터리를 사용하지 않고 휴대폰의 전원을 사용하므로써 소형화할 수 있었다.

이러한 조건들을 이용하여 PLL 회로에 스테레오 신호송신을 위한 19KHz, 38KHz 주파수를 발생하여 19, 38KHz 반송파에 입력된 오디오신호를 Pilot 에 R, L 신호를 실어 RF 주파수대역(87.1~107.9MHz)내 특정 주파수로 실어 보냄으로서 FM 수신기로 스테레오로 수화음을 들을 수 있다.

송화음은 보낼 수 있도록 3, 4 번 핀에 마이크 path 를 연결하여 송수화가 가능하였으며, 이렇게 구현된 RF 신호원을 공중파로 보내기 위한 미약 전계 기기의 출력 조건을 만족할 수 있도록 소형의 효율이 높은 PCB 패턴 안테나 설계 및 실장에 대한 기술 구현은 중요하다.

2.4 미약전계기기

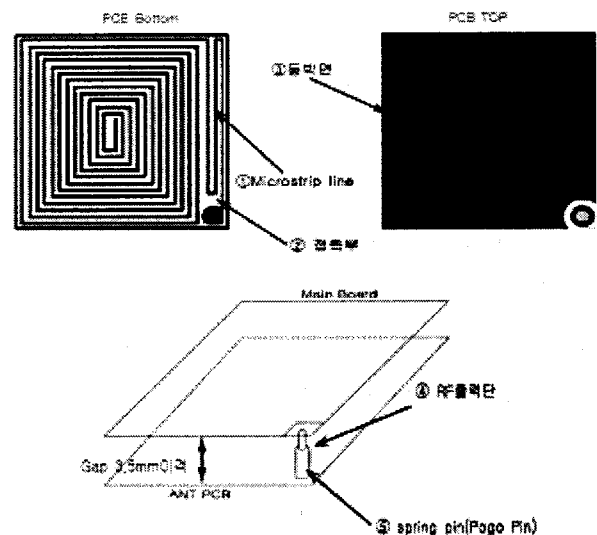
한국전파진흥협회에서 제정한 미약전파 무선국의 국내 소 출력 무선통신기기의 전파 전계강도의 측정거리가 3m 위치에서 정보통신부장관이 따로 고시하는 방법에

의하여 측정된 전계강도로 322MHz 미만의 주파수 대역에서의 전계강도가 매 미터 500 마이크로볼트(/m) 라고 정의하고 있다. 미약전파는 허가 없이 사용할 수 있다는 장점은 있으나, 출력이 낮아 사용에 많은 제약이 따르기도 한다. 이를 보완하기 위한 연구가 필요하며 이를 해결하기 위한 PCB 패턴 안테나를 분석 및 실장방법에 대해 연구 및 분석하였으며 분석한 내용을 다음 장에서 분석하였다.

2.5 안테나 구현

고음질의 스테레오를 소형화된 FM 송신 무선핸즈프리에 내장으로 송출하기 위해서는 안테나가 필요하다.

기존 무선 송수신기 장치의 송수신시 안테나 효율을 높이기 위해 최소 길이가 약 수십 Cm 길이를 필요로 하는 안테나를 적용하고 사용하고 있다. 예로 차량 FM 수신 안테나는 대략 75Cm 이며, 차량 Glass 안테나도 주파수 대역에 맞는 파장에 맞도록 열선에 안테나를 설치되어 있다. 하지만 미약 전계 강도 무선기기의 특성상 먼 거리의 출력을 요하지 않는 점을 고려해볼 때 소형화 되어지는 무선송수신기 장치에 적합한 길이의 소형 PCB 내장형 안테나를 구현하였다.



[그림 1] 안테나 구현 PCB

FM 무선 송수신기 장치의 출력을 360 도 방향으로 무지향 방사시키기 위한 Microstrip Line 과 무선송수신기 장치의 RF 출력부분과 접촉하기 위한 Spring Pin 을 접촉부에 급전부(Feeding)를 연결시키고 Main PCB 와 안테나 PCB 와의 Gap 을 유지 및 고정하여, 외부 접촉 및 충격 등에 의해 발생하는 잡음을 감소시키기 위한 동박면으로 구성하였다.

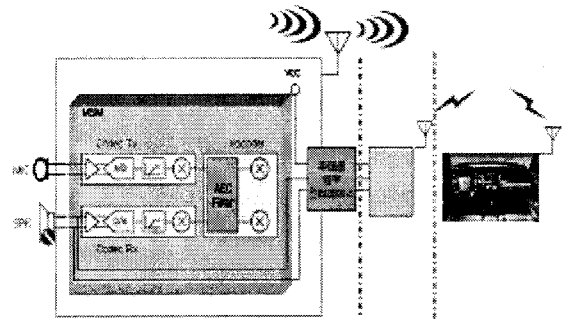
안테나의 효율을 높이기 위해 Main PCB 와 PCB 안테나 Gap 을 1mm 이상 이격 시켜야만 하며, 소형화기 위해 최대 6mm 이내는 유지시켜야만 좋은 결과를 얻을 수 있다. 안테나 패턴 길이에 따른 방사 출력 측정값은 아래와 같은 측정치를 얻을 수 있다.

PCB 안테나 패턴길이(mm)	방사출력 측정값(dBm)
385.75	-47.6
367.75	-48.15
352.75	-48.31
333.75	-48.57
310.75	-48.61
217.75	-49.9
112.75	-51.5
50	-56.6
25.5	-59.8
0	-69.5
PCB bottom 면 copper 제거	-70.3

[표 2] 안테나길이에 따른 방사출력 측정치

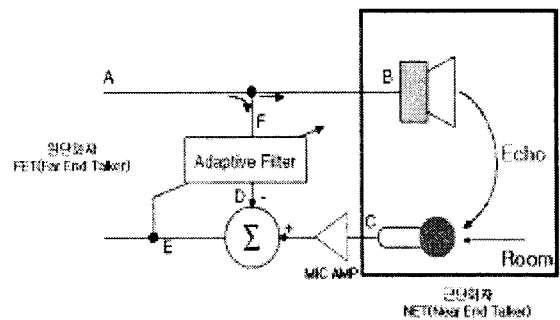
[표 2]와 같이 PCB Bottom 면의 동박면은 매우 저하된 성능을 보였다. 동박면이 없으면 외부 잡음에 매우 약하고 출력 측정치가 많이 떨어지는 것을 볼 수 있다. 위와 같이 구현된 안테나를 이용하면 FM 송신 무선핸즈프리에 적용하여 안정된 방사성능 결과를 얻을 수 있다.

2.6 FM 송신 무선 핸즈프리 활용 방안



[그림 2] FM 송신 핸드프리 시스템 구성도

휴대폰의 외부인터페이스에 FM 송신 핸드프리를 연결하면 차량의 FM수신기로 무선으로 보내어 수화음을 차량 스피커로 사운드 확장하여 들을 수 있다. 실제로 휴대폰 자체 스피커를 이용하여 MP3 를 계속들을 경우 소모 전류가 많은 전류를 소비한다. 하지만 Ear-Jack 을 이용한 MP3 오디오 신호를 FM 으로 전송하여 차량의 스피커로 사운드가 확장되므로 휴대단말기의 배터리 소모를 줄이므로 대기시간이 더욱 길어질 수 있어 휴대폰 주변 액세서리 핸드프리로 활용될 것이다.

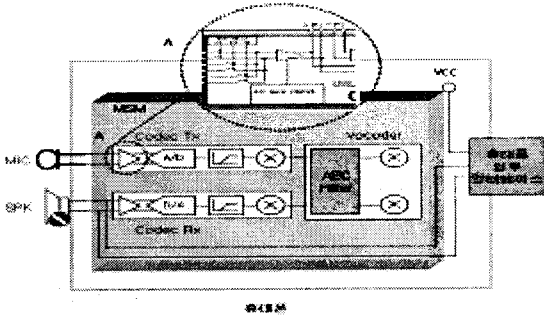


[그림 3] AEC(Acoustic Echo Canceller)원리 구성도

[그림 3] 같이 통화 시 통화품질개선 위한 Echo 제거는 핸드프리 장치의 기본 필요조건이라 할 만큼 중요하다. 이는 단말기 내부의 Software 를 이용하여 DSP 제어를 하여 음향 반향 제거를 위해 Adaptive Filter 를 이용할 수 있다.

[참고 문헌]

- [1] 한국정보통신기술협회 “휴대전화 외부단자 접속 통합표준(Standare on Intergrated I/O Connection Interface for Mobile Phone)” 정보통신단체표준 pp. 10, Nov. 2007.
- [2] 차균현, 강창언 “아날로그 및 디지털 통신시스템”
- [3] 전자부품연구원 “자동차용 핸즈프리 단말기 동향” pp. 1-2, May. 2004
- [4] 강건환, 오세준, 박덕규 “ 국내미약전계강도 무선 기기 기술기준 개선방안 및 제안” pp. 578~586, Jun. 2006
- [5] 한국전자통신연구소(김영환, 장병택, 최익권, 김주환, 목진담, 최유혁, 허상용, 한규철, 박승근 “ 소출력 무선인터 페이스 연구” 최종연구보고서, Nov. 1996
- [6] TTA 보도자료 “휴대폰 충전단자 및 이어폰단자 통합표준” 확정, Nov. 2007



[그림 4] 통화 시 MIC Gain 조절 블록도

[그림 4]는 통화 시 MIC Gain 조절 블록도로 휴대폰 내부 Codec 의 MIC Gain 증폭기(A)의 상황에 따라 Gain 조절과 Volume 조절이 가능하도록 단말기 내부 소프트웨어 알고리즘 분석이 필요하다.

3 결론

본 논문은 FM 송신 무선 핸즈프리 기반으로 휴대폰 외부인터페이스 구조에 적용하였다. 또한 소형의 안테나 실장방법 및 패턴 PCB 를 적용하여 RF 방사(Radiation)성능을 향상 시켜 미약전계기기 출력기기로 FM 주파수대역(88.1~107.9MHz)에서 무선핸즈프리 역할을 하는 구조를 제안 하였다.

본 논문에서 제안된 FM 송신 무선핸즈프리는 경우 별도의 배터리가 내장되지 않고 휴대폰의 배터리를 이용하여 소형화하였고, 오디오 음원을 Ear-Jack 으로 FM 송신 입력음 원을 사용하여 단말기 자체 스피커로 듣지 않고, FM 수신기의 스피커를 이용하여 사운드를 확장하므로 단말기의 배터리 대기시간을 30%정도 연장 할 수 있게 되었다. 그리고 거리에 따른 MIC Gain 과 에코제거를 위한 단말기내부 알고리즘 분석을 추가로 연구하고 있다.