

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.6.241>

JIWIT 2012-6-30

마이크로웨이브 시스템의 주파수 간섭에 관한 연구

Research on Spectral Interference of Microwave Systems

양재수*, 김윤현**, 김진영**©

Jae-Soo Yang, Yoon-Hyun Kim, Jin-Young Kim

요약 전 세계적으로 전파자원의 수요의 급증으로 전파 자원의 효율적 이용을 위해 많은 선진국들이 초광대역 무선 전송 제반 기술을 효율적으로 이용하기 위한 기술연구를 진행하고 있다. 초광대역 통신의 특징은 넓은 가용 대역 폭으로 인하여 고속 전송에 유리하며 짧은 전송 거리는 주파수 재 사용률을 높일 수 있고, 보안성을 유지하기에 유리하다. 하지만 서로 다른 서비스간에 주파수 간섭으로 인해 혼선을 빚는 일이 발생하고 있는데 아직 이에 관한 연구가 미흡한 실정이다. 한정된 주파수 자원을 보다 효율적으로 활용하기 위해서는 새로운 주파수 회피기술의 개발뿐만 아니라 주파수 간섭에 의한 피해를 줄이고 무선전파 장애 요소 발생을 최소화 할 수 있는 주파수 간섭 기준 설정과 관련된 각종 대책의 정립이 필요하다. 따라서, 본 논문의 목적은 광대역 통신 무선 Access Network 기술 동향 및 구현 방향에 관한 연구를 통해 RSS 분기국사(또는 모국사)에서 특정지역(집단단지, 도서지역)에 이르는 광대역 무선통신 Network 분석 및 단거리 광대역 무선전송을 위한 국내의 기술동향 분석 등 소형 무선장비 전송을 위한 기술동향을 분석하여 마이크로웨이브 통신의 활성화와 효율을 향상시키는데 있다.

Abstract In the many countries, research about ultra wideband wireless transmission technique is widely studied for efficient utilization of frequency resource due to a sudden increase of demand of frequency resource all over the world. The ultra wideband communication system has the some specific advantages. First, it can transmit data with high speed, second short transmission range can increase the frequency reuse rate, and finally it has high security property. However, there is a interference between ultra wideband system and other communication system but study to solve this problem is insufficient. To efficient utilization of limited frequency resource, a novel frequency avoidance technique and setup the standardization of frequency interference must need. So, the purpose of this paper is that increases communication efficiency of microwave communication systems to analyze the technical trends for transmission of the low power device, and to research the implementation and technical research of wireless access network technique of wideband communication systems.

Key Words : Broadband system, microwave system, frequency interference, interference analysis

1. 서 론

지금 우리가 살고 있는 현대 사회는 수많은 정보들이

다양한 통신채널을 통하여 교류되는 정보화 사회라 할 수 있다. 이러한 정보화 사회가 급속도로 발전 함에 따라 통신 환경도 이에 발 맞추어 점점 더 많아지는 양의 정보

*정희원, 단국대학교 전기전자공학과

**정희원, 광운대학교 전자공학과 (교신저자)

접수일자 : 2012년 11월 21일, 수정완료 : 2012년 12월 12일

게재확정일자 : 2012년 12월 14일

Received: 21 November 2012 / Revised: 12 December 2012 /

Accepted: Revised: 14 December 2012

**Corresponding Author: jinyoung@kw.ac.kr

Dept. of Wireless Communication Eng., Kwangwoon University, Korea

를 보다 빠르고 보다 정확하게 처리하는 기술 등이 요구된다^[1].

M/W는 현재, 1GHz 이상의 무선 전송. 접시모양의 안테나를 사용하여 떨어져 있는 두 지점 사이에 TV 영상과 음성을 전송하기 위해 사용된다. 주파수가 300MHz-300GHz 또는 1GHz-30GHz인 극초단파. 중전에는 극초단파에 속하는 것을 일괄해서 마이크로파라고 불렀는데, 현재는 데시미터파(UHF), 센티미터파 (SHF), 밀리미터파(EHF)의 총칭을 뜻한다. 주파수 대역이 넓기 때문에 다량의 정보를 단시간에 전송할 수 있고 또 파라볼라(parabola) 안테나로 전파의 지향성을 예리하게 하여 효율 높은 송·수신을 할 수 있으므로 전화나 단거리 통신, 레이다, 다중통신, TV의 다중화 신호중계에서 다양하게 사용되고 있다^[2-3].

현재 2.3 GHz 대역의 와이브로(휴대인터넷)와 2.4 GHz, 5 GHz 대역의 무선LAN 등의 서비스들이 늘어남에 따라 주파수 자원의 효율적 관리와 사용이 쟁점으로 부상 중이다. 이러한 정보화 사회에서 주파수를 공유할 수 있는 신기술 개발에 통신업계의 이목이 집중되고 있으며, CR(Cognitive Radio)와 SDR(Software Defined Radio) 등의 주파수 공유 기술 등의 신기술들의 도입이 불가피 하게 되었다^[4-5].

미국과 일본을 비롯한 선진국들의 경우를 보면 CR와 SDR관련 원천기술 개발을 위해 정부차원의 프로젝트를 진행하고 있으며, 미국·유럽·일본 등을 중심으로 주파수 공유기술에 대한 국제 표준화 논의도 서서히 무르익고 있는 실정이다. 이러한 상황에서 국내에서는 무선 가입자에게 광대역 통신 기술동향과 구현방안에 관한 연구기술 및 시스템에 대한 연구가 진행중이며 국내 70 여개 업체가 참여해 주파수 법, 주파수 분배, 할당 및 지정 등 양립될 수 있는 제도 문제의 개선 및 현황 조사 작업을 수행하고 있고, 특히 국내 업체 중에서는 삼성전자와 LG전자 등이 초광대역 통신망 기술을 이용, 각각 자신의 사업영역과 관계된 기술을 개발하고 있을 뿐만 아니라 가정내 모든 디지털기 등을 무선으로 연결하기 위한 기술을 연구 중이다. 그러므로 국내 초광대역 통신망 기술 및 시스템 개발에 대한 국내 연구기관 및 산업체들의 참여와 투자는 표준화 동향에 따라서 가속화 될 것으로 예상됨으로써, 국내 주파수 법, 주파수 분배, 할당 및 지정 등에 관한 표준화가 우선적으로 정립되어야 할 것으로 판단된다^[6-10].

또한, 주파수 자원의 한계로 효율적으로 주파수를 배치하고, 전송 목적에 따라 주파수에 알맞은 전파를 발사한다는 것은 대단히 중요하다. 특히, 마이크로웨이브대의 무선 Access Network 기술동향, 무선 전파 장애 요소 파악, 주파수 간섭 감소 연구 및 광대역 무선통신 기술구현 방안 연구로 질 좋고 안정된 무선통신을 제공하는 것이 아주 절실하다.

주 국사 또는 RSS 분기국사에서 집단단지 또는 도서지역 수용국사까지의 광대역 M/W시설 설치 파악과 주파수 간섭 현상 파악과 감소 대책 연구로 주파수 자원의 효율적 활용 방안을 제고하고자 한다.

또한, 단거리 초광대역 무선전송을 위한 국내외 기술동향 파악으로 통신 및 산업 현장에 확대 적용 가능성을 검토하기 위해 최대의 주파수 활용과 무선기술 구현을 위해 소형 무선 장비 전송에 대해서도 조사 분석하는 것이 필요하다.

M/W 기술 동향 분석과 초고속 광대역 M/W 무선장비 전송을 위한 제반 기술 연구를 통해 현재 우리나라가 안고 있는 유사 전파와의 간섭문제, 초 광대역 대역폭 확보 문제, 인근지역 coverage를 위한 안정 방향 각도에 따른 간섭 정도의 안전 방향 크기, 간섭 해소 문제, 기존 시설과의 간섭문제, 광 범위에 걸친 주파수 간섭 측정을 위한 측정장비 확보 문제, 유선 통신 인프라(광케이블 등)와의 비교 시 광대역 전송폭 극복 한계, 광대역폭을 향상시키기 위한 기술적 극복 문제, 중요도시 및 도서지역 등 사업성/경제성을 고려한 무선통신의 적용 가능성 등을 연구하는 것이 절실하다.

이러한 흐름에 발 맞추어, 본 논문의 목적은 광대역 통신 무선 Access Network 기술 동향 및 구현 방안에 관한 연구를 통해 RSS 분기국사(또는 모국사)에서 특정지역(집단단지, 도서지역)에 이르는 광대역 무선통신 Network 분석 및 단거리 광대역 무선전송을 위한 국내외 기술동향 분석 등 소형 무선장비 전송을 위한 기술동향을 분석하여 마이크로웨이브 통신의 활성화와 효율을 향상시키는데 있다. 뿐만 아니라, 초고속 광대역 Microwave 무선장비 전송을 위한 제반 기술 연구를 통해 기존 시설과의 주파수 간섭문제 현상 파악과 이를 통해 문제를 해결하고, 더 나아가 무선전파 장애요소와 이의 분석을 비롯하여 무선 기술 구현방안에 관한 연구를 하는데 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 M/W 시스템의 기술 동향 분석에 대한 내용을 설명한다. 제 III

장에서는 본 논문에서 고려한 주파수 간섭 발생 요인을 분석하고, 제 IV장에서는 M/W 시스템을 위한 초고속 광대역 무선통신 기술 구현 방안에 대해 알아본다. 마지막으로 본 논문의 결론을 제 V장에서 언급하였다.

II. M/W 시스템의 기술 동향 분석

I. M/W 기술 동향

아래 표 1은 고정 무선 통신용 주파수 대역에 대해 국가마다 사용을 추진중에 있는 광대역 무선서비스를 보여준다. 특히 전세계적으로 광대역 무선 서비스에 대한 수요가 늘어나 2004년 이후 협대역 무선 서비스 수요를 앞지를 정도로 이에 대한 수요는 계속적으로 증가하고 있다.

언제 어디서나 초고속의 멀티미디어 서비스를 제공하고자 하는 수요자의 요구는 계속 증가되고 있으며, 이에 따라 양방향 초고속 무선 LAN(Local Area Network)이나 무선 홈 네트워크 등과 같은 광대역 무선 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 광대역 무선 가입자망의 구현은 필수적이라 할 수 있다. 따라서 무선 광대역의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 수백 MHz~수 GHz 대역폭이 소요되므로, 가용 대역폭이 수 GHz 정도로 넓은 고주파수 대역의 활용이 필수적이라 할 수 있다.

표 1. 주파수 사용 현황
Table 1. The state of frequency use

국가	2	5	10	20	30	40	50	60 GHz 이상
국내	2.3~2.4(60)	5.8	0.5~10.75	24.25~26.7		40.5~42.5		59~61
	WLL	5.6~5.7	TV 방송	B-WLL		EMW S설합용		WLAN
	2.535~2.655	ITS		26.7~27.5		47.2~48.2		
	무선CATV		무선CATV		HAPS			
영국	2.4, 3.5		10.5	27.5~29.5		40.5~43.5		
	FWA		FWA	IMS, MVDS		MYDS, MWS		
프랑스	3.4~3.6			26				
	FWA			FWA				
독일	3.41~3.589			26				
	FWA			FWA				
스웨덴	3.4~4.2			24.5~26.5		37.5~39.5		
	FWA			27.5~28.1		41.5~42.5		
				29.1~29.5		FWA		
			FWA					
미국	2.3~2.6	5.15~5.95		28, 29, 31,		38.6~40	47.2~48.2	59~64
	WCS	5.725~5.835		LMDS		PMP link	HAPS	WLAN
	MMDS	WLAN					400 Hz~LMWS	
일본				22, 26		38, 39	47.2~48.2	54.59 59~66
				FWA		FWA	HAPS	HDTV, Homelink, WLAN

표 2. 대역별 주파수 이용 현황

Table 2. The state of frequency use according to BW

VHF(30MHz~300MHz) : 총 270MHz					
군통신 (36.13%)	방송 (34.07%)	통신사업 (2.87%)	미사용 (0.47%)	국가 (5.55%)	기타 (20.9%)
FM전송장비, TV/라디오 방송, 무선표출사업용 등					
UHF(300MHz~3GHz) : 총 2.7GHz					
군통신 (28.77%)	방송 (13.59%)	통신사업 (30.02%)	미사용 (10.75%)	국가 (0.76%)	기타 (16.11%)
VHF전송장비/LMR무전기, TV/방송중계, 셀룰러/PCS/무선데이터 등					
SHF(3GHz~30GHz) : 총 27GHz					
군통신 (12%)	방송 (4.9%)	통신사업 (14.9%)	국간중계 (31.4%)	미사용 (33.3%)	기타 (18.4%)
군레이더, 위성방송, 국간중계 M/W, B-WLL 등					
EHF(30GHz~300GHz) : 총 270GHz					
군통신 (0.75%)	국간중계 (0.9%)	미사용 (98.05%)		기타 (0.3%)	
군위성용, 무궁화위성용, 국간중계 M/W 등					

특히 머지않아 30GHz 이상의 밀리미터파 대역에 대한 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상되는데, 전 세계적으로 3GHz 이하의 주파수 대역에서는 고정통신용 주파수 분배를 억제하고 3GHz 이상의 주파수 대역에서 이에 대한 수요를 수용하도록 주파수 분배를 추진하고 있기 때문이다.

이에 따라 ITU-R 등 국제 표준화 단체에서는 보다 다양한 무선통신 서비스 사업자의 참여를 유도하기 위하여 세계적으로 고밀도 고정 서비스(HDFS)용 주파수를 통일되게 분배하는 노력을 하고 있고, SHF(Super High Frequency) 대역에서 고정통신 주파수 대역 분배나 밀리미터파 대역에서의 국제 공통 주파수 분배 및 무선전송 기술에 대한 표준화를 진행 중이다 향후의 4세대 무선통신용으로 HAPS(High Altitude Platform Station)가 중요하게 인식되면서 우리 나라를 비롯한 아시아지역(일본)에서는 고주파수 대역의 연구가 계속 진행되고 있다. 하지만 밀리미터파 대역의 고밀도 고정 서비스에서 전파의 이용률은 매우 높아야 하는데 이들 주파수 대역은 위성 서비스나 기타 서비스 시스템용 주파수 대역과 중첩되는 부분이 있기 때문에 상호 간섭이 없도록 하는 것이 주요 과제로서 주파수 공유 및 분배문제가 계속 논의되고 있다 [10-12].

따라서 간섭기준에 대한 연구와 같은 주파수를 사용

하는 기존의 무선통신 서비스와의 공존방안에 대하여 국제적인 연구와 표준회의가 진행되고 있다.

우리나라의 대역별 주파수 이용 현황을 위의 표 2에 나타내었다. 표에서 나타나는 대로 현재 EHF대역에서의 미개발된 주파수대역이 대다수임을 확인 할 수 있으며 이대역에서의 주파수 개발 및 효율적인 사용 정책이 필요하며 현재 많은 부분으로의 정책적인 검토가 진행되어지고 있다.

또한 본 논문에서와 같이 각 분기국사에서의 도서지역 가입자계로의 유선망을 이용하지 않고 무선망을 이용한 무선 가입자망 구성시 많은 데이터와 정보를 보다 안전하고 빠르게 전송하기 위해 현재 미개발 주파수 대역이 넓은 대역폭을 보장할 수 있는 EHF대역에서의 효율적인 주파수 이용정책이 필수적이라 할 수 있다.

III. 무선 Access Network로의 활용 방안 분석

신뢰성과 안정성 면에서만 본다면 무선은 주파수 간섭 또는 혼신으로 상당히 어려움이 많다. 주파수만 일치한다면 누구나 도청이 가능하며, 방해전파를 발사한다면 얼마든지 데이터 파괴를 일으킬 수 있다. 내가 사용하는 기기의 출력이 세고 점유한 대역폭이 넓다면 인근 지역 다른 사람은 그 주파수를 사용할 수 없다. 이 말은 곧 동시에 같은 공간에서 같은 주파수를 사용할 수 없다는 말과 같다. 만일 같이 사용해야 한다면 시간을 나누어야 하거나, 주파수를 다르게 사용해야 한다.

위의 상황은 물리적인 측면에서 주파수 간섭에 관한 내용이며, 이러한 상황을 염두에 두고 프로그램 쪽에서 보완해야 할 부분은, 송신 Re-Try를 일정 횟수 만큼 실시함으로써, 이를 보완할 수 있다. 무선으로 데이터를 주고 받아야 할 상황이라면 다음과 같은 절차를 통과해야 한다.

1. 마스터가 데이터를 송신하고
2. 클라이언트가 데이터를 해석하고 응답할 시간동안 일정시간을 대기해야 하며
3. 응답예상 시간을 초과할 경우
 - 클라이언트가 데이터를 받지 못하였거나 또는
 - 받다가 깨졌을 경우도 있고

- 클라이언트가 마스터에게 보냈는데 마스터가 받지 못할 경우에,
4. 데이터 재 전송 (Re-try)을 실시한다.
 5. Re-try 횟수가 초과되면 에러 처리해야 해야 한다.

가입자계의 RF모듈의 동작의 형태를 알아보기 위해, 하나의 무선통신 활용 (400 MHz) 예를 살펴보면 아래와 같다.

화재감시를 위한 RF모듈의 개발에 관한 상황으로서, 전기 안전요원이 20층 아파트 아래에서 손에 든 PDA를 통해 각 가정의 전기 상황을 체크하는 시스템을 알아보면 다음과 같다. 현재 이 시스템은 시범 아파트에 설치하여 시험중이며, PDA 하나로 50 가구의 전기안전을 체크하고 있다.

RF모듈의 동작을 살펴보면, PDA를 출발한 Serial Data는 RF 모듈로 전해지고 (USART, 9600 bps), 이 데이터는 RF모듈 내부 MCU에서 다시 RF chip으로 전달, 송신(2400bps, 맨처스터 방식이므로 실제 전송되는 속도는 1200bps)하게 된다. 송신되는 데이터의 종류로는 그룹 ID, 슬레이브 ID, 데이터 등이 있다. 반면 각 가정 화재감시기에 붙어있는 RF 모듈은 PDA로 부터의 호출을 상시 대기하고 있다가 자신을 호출하면(자신이 갖고있는 그룹 ID와 슬레이브 ID등이 일치하면) 전해 받은 데이터를 다시 화재감시기 MCU에게 전해준다(USART, 9600 bps). 데이터를 전해 받은 감시기는 다시 PDA의 질문에 대한 응답을 모듈로 전하고 다시 모듈은 전파를 발사, PDA에 붙은 모듈이 접수, PDA로 전달, 처리한다.

거리 500m는 좋은 안테나만 사용하면 되고, 또한 424MHz 대역이니 이와 유사하게 향후에 홈 네트워크 솔루션이나 주변 방법/방재 등의 응용에 유용하게 쓸 수 있으리라 본다. 현재, 법규와 관련된 사항은 국내에서 허가 없이 사용할 수 있고, 제품화 할 경우 형식 승인은 필요하다.

IV. 주파수 간섭 발생 요인 분석

I. 주파수 간섭 발생 요인

페이딩은 대기층의 변화 또는 지표면으로부터의 반사 현상 등으로 인하여 수신된 신호의 세기가 시간에 따라 변하는 현상을 말하는데 그 원인에 따라서 지표면 반사

에 의한 페이딩 및 다중경로 페이딩 등으로 구분한다. 지표면 반사 페이딩은 직접파와 지표면으로부터의 반사파 사이의 간섭현상에 의한 페이딩이라 할 수 있으며 다중경로 페이딩은 장애물이나 대기층의 굴절률 분포의 변화로 인하여 복수의 전자파의 경로가 형성되어 발생하는 페이딩이라 할 수 있다. 보통 무선링크를 잘 설계하면 장애물로부터의 회절현상에 의한 페이딩과 지표면으로부터의 반사현상에 의한 페이딩은 거의 제거할 수 있으나, 이 경우에도 대기의 굴절률 분포의 변화에 따른 다중경로 페이딩은 얼마든지 나타날 수 있다.

페이딩은 원인에 따른 구분 외에도, 주파수특성에 따라 대역폭 전체에 걸쳐서 균등하게 나타나는 비선택성 페이딩 (flat fading)과 대역폭 안에서 주파수에 따라 크기가 달라지는 선택성 페이딩 (selective fading)으로 구분하기도 한다. 보통 좁은 대역폭을 갖는 시스템의 경우에는 비선택성 페이딩으로 간주할 수 있는 반면에 넓은 대역폭을 갖는 시스템의 경우에는 선택성 페이딩의 영향이 심각하게 나타날 수 있다. 특히 넓은 대역폭을 갖는 시스템의 경우에 선택성 페이딩은 심각한 심볼간 간섭 (intersymbol Interference)을 야기시킨다.

V. 주파수 간섭 감소 대책

2002년 2월 미국의 FCC는 3.1 GHz ~ 10.6 GHz 대역에서 UWB device의 전계 강도 마스크를 Part 15 에서 설정된 현재의 미약전파기 규정 -41.3 dBm/MHz 로 제한을 하였고 3.1 GHz 의 각 이동통신 시스템에 대해서는 대역에 따라서 10 ~ 30 dB 정도 낮은 전계 강도 마스크를 제안하였다. 국내에서는 비허가로 사용할 수 있는 주파수대의 미약전파 규정은 미국보다 약 21 dB가 엄격하다. UWB 간섭에 관하여, 현재 ITU-R TGI/8을 중심으로 UWB 시스템의 기존 서비스 시스템간의 간섭연구가 활발히 진행 중이다.

이동통신에 있어서, 각 이동통신사별로 할당된 주파수 대역에서 서로 인접하는 주파수에 의해 발생할 수 있는 인접주파수 간섭을 저지시키는 인접주파수 간섭 저지장치가 매우 중요한데, 이러한 장치는 가입자 단말기로부터 송신된 RF신호를 수신하여 서로 인접하는 주파수대역을 가진 타 이동통신사의 RF신호를 저지시키기 위해 수신된 RF신호의 주파수를 검출하는 주파수 검출수단과,

상기 주파수 검출 수단에서 검출한 주파수가 자사의 주파수인가 타사의 주파수인가를 판단하는 자기 주파수 판단 수단과, 상기 자기 주파수 판단 수단이 판단한 결과에 따라서 검출된 주파수와 자기 주파수가 일치하지 않으면 상기 주파수에 해당하는 RF신호를 소멸시키는 인접 주파수 소멸 수단과, 상기 자기 주파수 판단 수단에서 판단한 결과에 따라서 검출된 주파수와 자기 주파수가 서로 일치하면 상기 주파수에 해당하는 RF신호를 수신하여 중계기 또는 기지국에 송신하는 RF송신수단을 포함하는 고안이 제시되어 높은 RF출력에서도 인접주파수에 의해 발생하는 주파수 간섭을 없애는 효과가 있다. 가입자 단말기로부터 송신된 RF신호를 수신하여 원하는 상대방에게 연결시키는 이동통신 기지국 및 중계기에 있어서, 수신된 RF신호의 주파수를 검출하는 주파수 검출 수단과, 상기 주파수검출수단에서 검출한 주파수가 자사의 주파수인가 타사의 주파수인가를 판단하는 자기 주파수 판단 수단과, 상기 자기 주파수 판단 수단이 판단한 결과에 따라서 검출된 주파수와 자기주파수가 일치하지 않으면 상기 주파수에 해당하는 RF신호를 소멸시키는 인접 주파수 소멸 수단과, 상기 자기 주파수 판단 수단에서 판단한 결과에 따라서 검출된 주파수와 자기주파수가 서로 일치하면 상기 주파수에 해당하는 RF신호를 수신하여 중계기 또는 기지국에 송신하는 RF송신수단을 포함하는 인접주파수 간섭 저지장치가 있다.

아날로그 무선통신계와 디지털 무선통신계가 각기 동일 무선주파수대의 인접 주파수를 사용함에 의한 통신방식간 간섭이 존재하는 경우에 이들 두 무선통신계가 공존하기 위한 최적조건을 구할 것을 목적으로 하여 디지털계의 대표적 방식인 위상변조 (PSK) 무선신호가 아날로그계의 대표적 방식인 주파수변조(FM) 무선신호에 미치는 통신방식간 간섭(동일 채널 간섭 및 인접 채널 간섭)의 영향을 해석했다. 해석방법으로는 가우스성 잡음과 간섭신호에 의해 검파기의 출력단에 나타나는 출력 기저대역 간섭잡음(output baseband interference noise)의 근사식을 유도하여 FM신호의 최고 채널(top channel)에서의 신호 대 간섭잡음 전력비(SNR; Signal-to-Noise Ratio)의 수치계산을 행했다. 얻어진 결과는 반송파 대 간섭과 전력비(CIR; Carrier-to-Inter ferer Ratio), 반송파 대 잡음 전력비(CNR; Carrier-to-Noise Ratio) 및 정규화 반송파 주파수차(normalized carrier frequency separation)의 함수로서 그래프로 나타냈고 각각에 대한

검토를 행했다. 본 연구의 결과로부터 디지털 PSK채널에 의한 통신방식간 간섭을 받는 아날로그 FM채널에 대한 최적 또는 적당한 운용조건(주파수 간격, 대역폭, 전력 등)의 예측이 가능하다.

이를 위해 새로운 서비스의 하나인 WLL 시스템의 도입에 따른 기존 고정서비스인 M/W 시스템에 미치는 간섭영향을 분석하기 위해 M/W국에 미치는 WLL 시스템의 순방향 및 역방향 링크상에서의 간섭전력을 계산하여 그 평가를 행하였다. 그 결과로서 순방향링크에 의한 간섭영향은 기지국의 송신출력에 비례하여 증가하지만 셀반경에는 관계가 없다. 반면, 역방향링크에 의한 간섭영향은 가입자의 송신출력에 비례하고, 셀반경이 작아짐에 따라 간섭영향이 커진다. 비록 본 연구는 M/W 시스템에 미치는 WLL 시스템의 간섭영향 분석에 국한되고 있지만, 향후 이와 반대인 WLL 시스템에 미치는 M/W국의 간섭영향을 분석하기 위한 연구로 확장 가능하다.

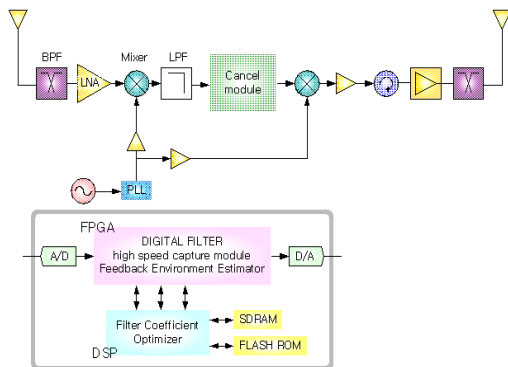


그림 1. ICS 중계 시스템의 구성도
Fig 1. Block diagram of ICS relay system

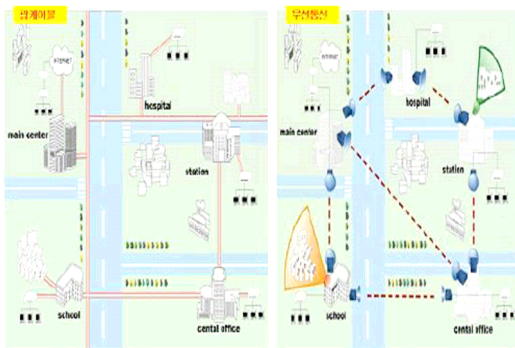


그림 2. 유무선 통신방식의 구축 사례
Fig 2. Example of setup of wire/wireless communication

RF중계기는 송·수신 안테나 간에 전파 간섭 문제가 발생하기 때문에 고속도로를 비롯한 외곽지역에 설치되는 대용량 장비에는 적용하지 못하고 건물 지하 등 제한적인 장소에만 사용돼 왔다. 무선 전파의 간섭 제거를 위해, ㈜위다스가 개발한 ICS 중계시스템은 국내 최초로 개발한 장비로서 이동통신사업자의 서비스망 구축 및 운용 비용을 획기적으로 절감시켜 주는 전혀 새로운 방식의 중계기이다.

VI. 초고속 광대역 무선통신 기술 구현

본 논문에서 실시한 초고속 광대역 무선전송 기술 구현은 6,8,11 or 18GHz의 Micro Wave Repeater Link 주파수로, 15Km 이상의 점대점 전송이 가능한 디지털 신호 중계 전송장치이다. 특히, 입출력 신호는 STM-1급 신호를 전송하는 형태와 DS-1/DS-3/n x E1 또는 Ethernet 급 신호를 전송하는 형태의 장치이다. IDU (In-door Unit) 와 ODU(Out-door Unit) 사이는 하나의 동축 선로를 사용하여 원방 급전(DC), 데이터 신호, 감시 제어 신호를 최대 200m까지 결선, 송수신하는 구조이다. 또한 Compact한 ODU는 건물 외벽, Pole 등에 체결이 용이하여 시공 및 유지보수가 간단한 구조로, Donor와 Remote에 각각 ODU(M/W Unit)와 IDU(Digital B/B MUX)로 구성되어 있다. 초고속 광대역 무선 전송을 위한 마이크로웨이브 Repeater에 대한 구성이 그림 2에 제시되어 있다.

또한 본 논문에서 추진한 광대역 무선 전송을 위한 마이크로웨이브 Repeater의 제품 특징을 살펴보면 아래와 같다.

- 보호방식은 운용회선과 예비회선을 수동 및 자동으로 절체 가능
- IDU와 각 ODU 간의 연결용 케이블은 하나의 동축 케이블을 사용하여 주 데이터(IF), DC 전원, 감시 제어 신호를 송, 수신
- IDU와 ODU 간의 연결용 커넥터는 N-Type(50옴 불평형)으로, 최대 200m 까지 연결 가능
- 장애 탐색을 위한 다양한 루프백 기능과 AIS 송출 기능
- IDU와 관계없이 ODU 교체만으로 사용주파수 대의 변경이 가능

- 자동 이득조절 기능(AGC: Auto Gain Control)
- 운용 및 유지보수의 편리성을 고려하여 상태감시 및 경보 표시기능
- 멀티패스 페이딩 현상에 의하여 발생될 수 있는 신호왜곡을 보상하는 시간 영역 등화(TDE) 기능
- 페이딩에 의한 신호 감소에 따라 발생될 수 있는 에러를 교정하는 에러정정(FEC) 기능

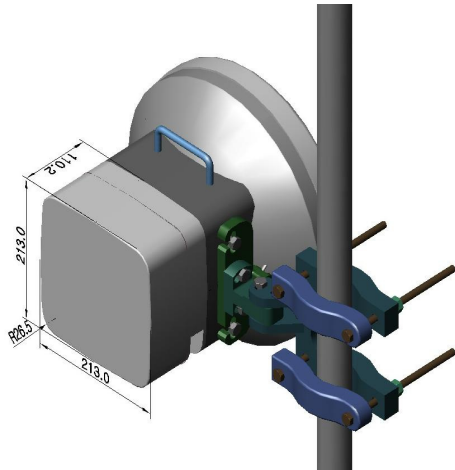


그림 3. 광대역 무선 전송을 위한 M/W Repeater
Fig 3. M/W repeater for wideband wireless transmission

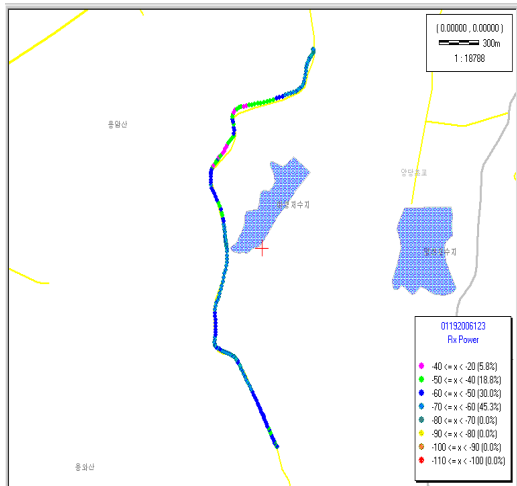


그림 4. 장비 설치 현황
Fig 4. The state of equipment installation

측정을 위한 장비 설치는 아래 그림과 같이 Donor Unit 은 마정 Pico 기지국, Remote Unit 은 천안시 직산

읍 마정리 81번지에 각각 설치 하였다. 설치 현황은 그림 4와 같다.

설치된 장비의 Link 거리는 1.6 km 이고, Link Loss 는 58 dB, Donor 는 건물 3층 석탑(10 m), 또한 Remote 는 16 m 높이의 전주로 Line of Site 가 형성 되었다. 장비 설치 전,후 전과 환경 비교 시험 데이터는 다음 표 3과 그림 5와 같다.

설치 전에는 사이에 가장 많은 데이터가 수신 되었지만 장비 교체 후 -60 ~ -70 dBm 에 가장 많은 데이터가 수신 됨으로써 성능 향상을 볼 수 있었다.

단말기 수신 Power 가 -90 dBm 이상이면 통화하는데 큰 지장이 없는 수준으로 11 GHz 나 18 GHz 모두 수신 은 양호한 상태이다.

표 3. 단말기의 Rx Power
Table. 3. Rx power of mobile equipment

단말기 Rx Power	설치 전	18Ghz		11Ghz	
		맑은날	강우시	맑은날	강우시
-40<=X<-20	0.6%	5.8%	4.4%	1.5%	0.0%
-50<=X<-40	7.6%	18.8%	10.9%	19.1%	29.6%
-60<=X<-50	13.4%	30.3%	20.1%	29.6%	20.9%
-70<=X<-60	20.3%	45.3%	39.8%	32.1%	32.7%
-80<=X<-70	57.5%	0.0%	24.8%	17.6%	16.8%
-90<=X<-80	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
-100<=X<-90	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
-110<=X<-100	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

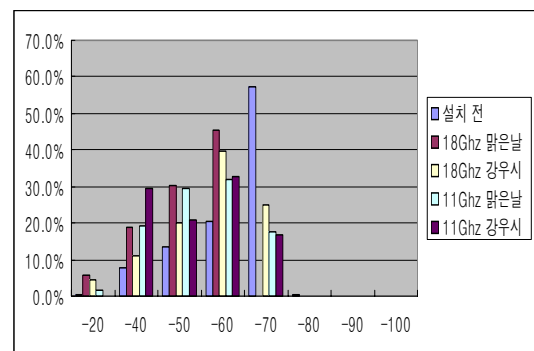


그림 5. 단말기의 측정 데이터
Fig 5. Measurement data of mobile equipment

VII. 결론

본 연구에서는 마이크로웨이브대의 무선 Access

Network 기술 동향을 파악하고, 광대역 무선통신 기술 구현 방안에 대해 현재 시스템 회사 및 중계기 회사들의 도움을 받아 현황 파악 및 관련 실험을 진행하였다. 뿐만 아니라, 주 국사 또는 RSS 분기국사에서 집단단지 또는 도서지역 수송국사까지의 광대역 M/W시설 설치 파악과 무선통신 장애요소 파악, 주파수 간섭 현상 분석 및 감소 대책 연구로 주파수 자원의 효율적 활용 방안 등에 대한 연구를 진행하였다. 특히 단거리 초광대역 무선전송을 위한 국내의 기술 동향 파악으로 통신 및 산업 현장에 확대 적용 가능성을 검토하기 위해 최대의 주파수 활용과 광대역 무선기술 구현을 위해 무선 장비 전송에 대해서도 구현을 실시해 보았다. 제작된 FM송신기 및 수신기의 수신감도는 -68.9dBm 이며, 자유공간상의 유효 통신거리는 약 100km 까지 가능함을 알 수 있었다. 또한 장거리 무선통신실험을 위해 10km 의 시험무선거리에서 영상신호를 송신측에서 수신측으로 보낸 후 FM수신기를 통해 실시간 영상정보를 확인하였으며, 해상도가 선명한 화면을 재생할 수 있었다. 따라서 개발된 NRD 가이드를 이용한 40GHz 대역 FM송신기 및 수신기는 무선통신으로 CATV의 전송이나 광대역 전송이 필요한 시스템으로 사용이 가능하며, 장거리 초고속통신망의 연결장치로 사용될 수 있을 것이다. 또한 강우가 적은 도서지방, 산간지역 및 사막지대에서 유효한 장거리 통신이 가능하며, 국제적으로 방송용 주파수 대역에 부합하기 때문에 상업적 이용이 가능함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Y. H. Hwang, "Recent policy trend for frequency resource in millimeter band", J of KEES, Vol. 9 , No. 4, pp. 3-7, 1998.
- [2] M. J. Kim, and et al, "Interference analysis between mobile communication system and UWB system", J of KEES, Vol. 15, No. 10, pp. 1011-1017, 2004.
- [3] J. W. Lim, "Research on coexistence and radio interference for fixed and mobile communication systems", in Proc. of KICS FALL'11, 2001.
- [4] D. Parsons, The Mobile Radio Propagation Channel, Jhon Wiley & Sons, New York, 1992.
- [5] K. H. Lee, "Frequency management policy for domestic", J of KEES, Vol. 8, No. 3, pp. 3-7, 1997.
- [6] RAPA, "Research on frequency utilization policy in millimeter band", 2005.
- [7] Igor I. Immoreev and James D. Talor, "Future of Radars", IEEE Conference on Ultra Wideband Systems Technologies, pp.197-199, 2002.
- [8] T. Yoneyama and S.Nishida "Non-radiative dielectric waveguide for millimeter-wave in-tegrated circuits", IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-29, 11. pp.1188-1192. Nov. 1981
- [9] T. Yoneyama, M. Ya,aguchi and S.Nishida "Bends in nonradiative dielectric wave-guides", IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-30, 12. pp.2146-2150. Dec. 1982
- [10] T. Yoneyama, N. Tozawa and S. Nishida "Coupling characteristics of nonradiative di-electric wave guide", IEEE Trans. Micro-wave Theory & Tech., MTT-31, 8. pp.648-645. Aug. 1983
- [11] T. Yoneyama, H. Tamaki and S. Nishida "Analysis and measurements of nonradiative dielectric waveguide bend", IEEE Trans. Microwave Theory & Tech., MTT-34, 8. pp.876-882. Aug. 1986
- [12] R. Kuroki, M. Sugioka and T. Yoneyama. "Millimeter-wave communication system by using NRD guide", The 3rd RIEC interna-tional symposium NTAMMW., pp.35-40. Dec. 14-15. 1998

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음
(NIPA-2012-(H0301-12-1005))

저자 소개

양 재 수(정회원)



- 1991년 : 서울대학교 MBA 수료
- 1993년 : 미국 NJIT 전기 및 컴퓨터 공학과 공학박사
- 2011년 ~ 현재 : 단국대학교 교수

<주관심분야 : 디지털통신, RFID/ USN, 차세대 이동통신>

김 윤 현(정회원)



- 2006년 2월 : 광운대학교 전파공학과 공학사
- 2006년 ~ 2008년 : 광운대학교 전파공학과 석사
- 2008년 ~ 현재 : 광운대학교 전파공학과 박사과정

<주관심분야 : 디지털 통신, 협력통신, Cognitive Radio>

김 진 영(정회원)



- 1998년 : 서울대학교 전자공학과 공학 박사
- 2000년 : 미국 Princeton University, Research Associate
- 2001년 : SK 텔레콤 네트워크 연구소 책임연구원
- 2009년 ~ 2010년 2월 : 미국 MIT 공

대 Visiting Scientist

- 2001년 ~ 현재 : 광운대학교 전파공학과 부교수

<주관심분야 : 디지털통신, 무선통신, 채널부호화>