

〈主 題〉

광대역무선모뎀기술

이창수* · 윤희중** · 성혁제*** · 권혁준***
(원컴정보통신(주)*, 동아방송전문대 조교수**, 기통전자(주)***)

□ 차 례 □

I. 서 론
I. 본 론

II. 결 론

요 약

멀티미디어 통신, 양방향서비스, 방송분야 등에서 미래의 핵심기술로 정착될 무선광대역시스템의 물리 계층을 중심으로 최근의 기술들 - 무선 LAN, 무선 ATM, TDMA, CDMA, LMDS/MMDS등 - 을 서술 하였다. 광대역무선모뎀의 발전방향은 LAN을 확장한 무선인프라의 구축과, 셀룰라망과 같은 무선 공중망의 광대역 멀티미디어 서비스로 나아가고 있다. 마지막으로 전파환경과 이의 발전방향을 제시하였다.

I. 서 론

광대역무선시스템은 단말기, 기지국, 교환장치, 서비스관리장치 등의 다양한 장치들과 무선자원을 제어하는 물리계층에서부터 다중접속(multiple access control) 및 상위 계층 프로토콜과 망관리프로토콜 스택들로 구성된다. 본 논문에서는 광대역무선시스템을 구성하기 위한 물리계층의 기술적인 사항을 위주로 기술한다.

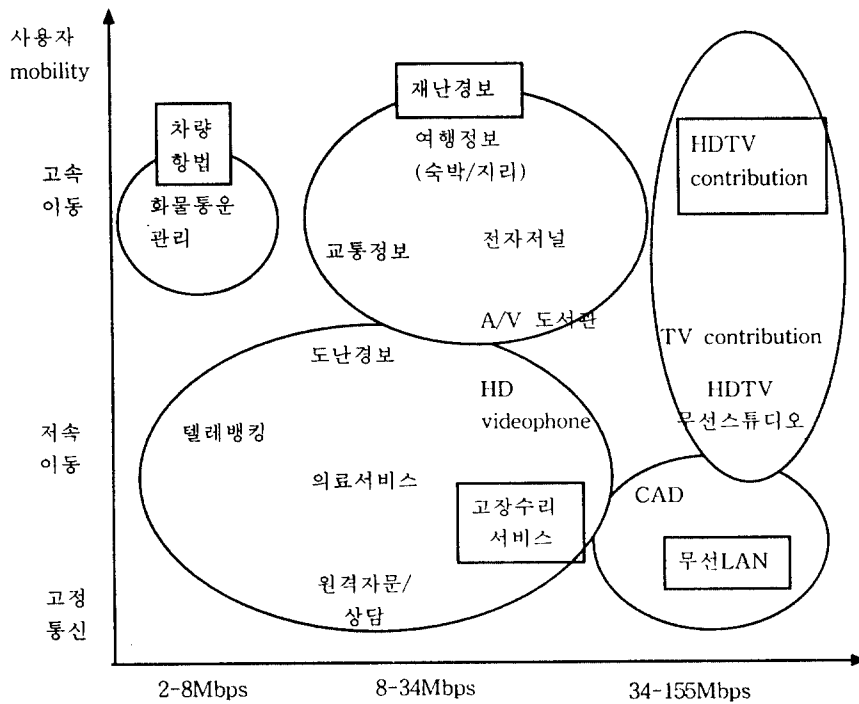
1. 광대역무선 서비스 및 응용분야

광대역 무선서비스의 수요는 주로 멀티미디어 통신 서비스 및 방송분야에 있다. 주로 데이터 통신망의

추세를 보면, 광대역화에 의해 비동기 데이터 전송뿐만 아니라 비디오, 오디오신호 전송까지도 지원할 수 있는 변복조 기술 및 MAC 프로토콜과 네트워크 프로토콜들이 제안되고 있으며, 여기에 더해 광대역 국가 기간망(national information infrastructure)과 쉽게 연동하여 국가적인, 나아가 세계적인 규모의 통신망을 구축하려는 움직임이 있으며 기존의 무선 음성 통신망(cellular infrastructure)을 광대역화함으로써 데이터 서비스와 멀티미디어 서비스를 수용하려는 추세도 있다. 후자의 예로는 광대역 CDMA 방식, NTT DoCoMo의 이동멀티미디어망 및 유럽의 MBS(mobile broadband system)등이 개발되고 있다. 방송분야에서의 광대역 무선기술의 예는 LMDS/MMDS에 의한 무선 케이블 TV를 들 수 있다. 또한 다중반송파(multicarrier) 기술을 응용함으로써 넓은 지역에서 양호한 수신성능을 보이는 방송서비스가 개발되고 있다. 방송분야에서의 무선 광대역 기술 개발 동기는 새로운 서비스를 시작한다기 보다는 비용 절감이나 서비스 품질 개선의 측면이 강하다고 할 수 있다.

가능한 무선광대역 서비스들을 정리하면 (그림 1)과 같다 [2,3].

현재 고려되고 있거나 이미 실용화된 무선 광대역 서비스들을 대개 1.8GHz 에서 2.5GHz에 걸친 대역을 이용하고 있으나 본격적인 멀티미디어를 서비스하기 위한 충분한 대역을 할당받기는 어려운 것으로 예상되고 있다. 따라서 5~6GHz 대역이 최근 고려되고 있



(그림 1) 광대역 무선 서비스 유형

다 [1]. 특히 미국 FCC의 동향은 주목할 만하다. 이에 대해서는 다음절에서 자세히 서술한다. 또 유럽 ETSI에서 완성한 HIPERLAN은 5.15 ~ 5.3GHz 대역에서 1차로 제한되었으나 후속표준으로 19GHz대역이 규격을 개발 중에 있다. 더욱이, 155Mbps의 STM-1급 ATM신호를 무선으로 전송하는 초광대역 무선통신망을 위해 40~60GHz의 millimeter/ sub-millimeter 대역을 이용하는 기술도 고려되고 있다. 그러나 millimeter/ sub-millimeter 대역은 지향성 안테나를 이용해야 하고 open-sight를 확보해야 한다는 난점이 있다.

2. 미국 동향

근래 미국에서는 무선망의 광대역화를 위한 움직임이 두 가지 있었는데 하나는 1993년 1.91~1.93GHz의 20MHz를 무면허로 개방한 U-PCS(unlicensed personal communication service)대역과 5GHz에서 300MHz를 개방한 U-NII(unlicensed national information infrastructure)가 그것이다. U-PCS는 다

시 1.91~1.92GHz는 비동기(asynchronous) 데이터용으로 규정되어 LBT(listen before talk) 규칙에 의해 운용되고 1.92~1.93GHz 대역은 동시적(isochronous) 응용, 즉 무선전화기 등의 용도로 규정되었다. 또, 최근에 와서 FCC는 2.39~2.4GHz를 데이터용 PCS 대역으로 할당하였다. 여기도 역시 확산대역모형을 의무화했던 ISM(industrial, scientific, and medical)대역과 달리 LBT 규칙에 의해 운용된다.

최근 미국 FCC(federal communications commission)에서는 기존의 ISM대역 (900MHz, 2.4GHz, 5.8GHz) 으로는 무선 고속넷워크를 위한 충분한 대역을 확보할 수 없다는 apple 컴퓨터 및 WINForum(wireless information network forum)의 청원을 심사한 결과 새로운 5GHz대역의 300MHz를 무면허(licensed)로 사용할 수 있는 U-NII 장비 운용에 관한 규정을 만들었다.

할당된 대역은 3개의 100MHz 대역이며 각각 5.15~5.25GHz, 5.25~5.35GHz, 및 5.725~5.825GHz이다. 이것은 멀티미디어 데이터를 전송하기 위해서는 기본적으로 20Mbps의 전송률에서 20MHz의 대역폭이

필요하다는 인식을 전제로 한 것이다. FCC 규정에 의하면 주로 규제하는 항목이 최대송신전력과 불요방사 전력이다. 최대 송신전력은 각 대역별로 다음과 같다.

- 대역 I (5.15~5.25GHz) : 최대송신 전력 50mW이하, MHz당 2.5mW이하
- 대역 II (5.25~5.35GHz) : 최대송신 전력 250mW이하, MHz당 12.5mW이하
- 대역 III (5.725~5.825GHz) : 최대송신 전력 1W이하, MHz당 50mW이하

대역 I 은 옥내 무선통신용으로 제한된다.

3. BWM의 전파환경

무선시스템에서 반송파 주파수의 선택은 신호의 대역폭과 통달범위(coverage), 전파음영(shadow)등의 전파전파(wave propagation) 특성 및 안테나의 성능에 좌우된다. 따라서 전파전파 모델에 관한 연구는 매우 중요하며, 광대역시스템에서는 전파손실(path loss) 해석 및 임펄스응답 해석이 주된 내용이 되고 있다. 지금까지 주로 millimeter파의 해석에 관한 연구가 가장 많았다. millimeter파 대역에서는 직진성이 좋으므로 산란(diffraction) 효과가 적고 직진파(direct ray)와 반사파의 합에 의해 해석이 가능하다. 마이크로웨이브 대역은 millimeter대역과 UHF대역의 중간에 있으므로 그 특성도 중간이 된다. 마이크로웨이브파의 전파모델은 상대적으로 연구성과가 적기 때문에 UHF대역과 밀리미터 대역의 결과로부터 전파특성과 변수값들을 추정하는 것이 일반적이다 [4, 5].

I. 본 론

1. 무선 LAN 및 무선 ATM 동향

지금까지의 무선 LAN은 900MHz 혹은 2.4GHz 대역에서 600Kbps~2Mbps정도의 전송률을 갖고면서 PC 접속이 가능한 시스템이었다. 따라서 그 용도는 로컬 무선통신망으로서 다음과 같은 것들로 한정되었다 [6, 7].

- 사무실에서 유선랜의 대체
- 의료기관내에서 의료진과 환자간 통신
- 바코드 장치와 연결한 POS 시스템 구축
- ATM(automatic teller machine)과 무선단말로

접속

- 공항 관리 시스템
- 로보틱스 등 공장자동화

최근에는 데이터전송률을 올리고 (20Mbps 정도), 따라서 반송주파수도 높임으로써 멀티미디어 서비스를 포함한 다양한 서비스를 제공하면서 공중망과의 접속을 용이하게 함으로써 공중망의 하부망으로 진화시키려는 추세가 있다. 이 절에서는 기존의 2.4GHz 대역 및 최근의 5GHz 이상의 대역의 기술적인 사항에 대해 기술한다.

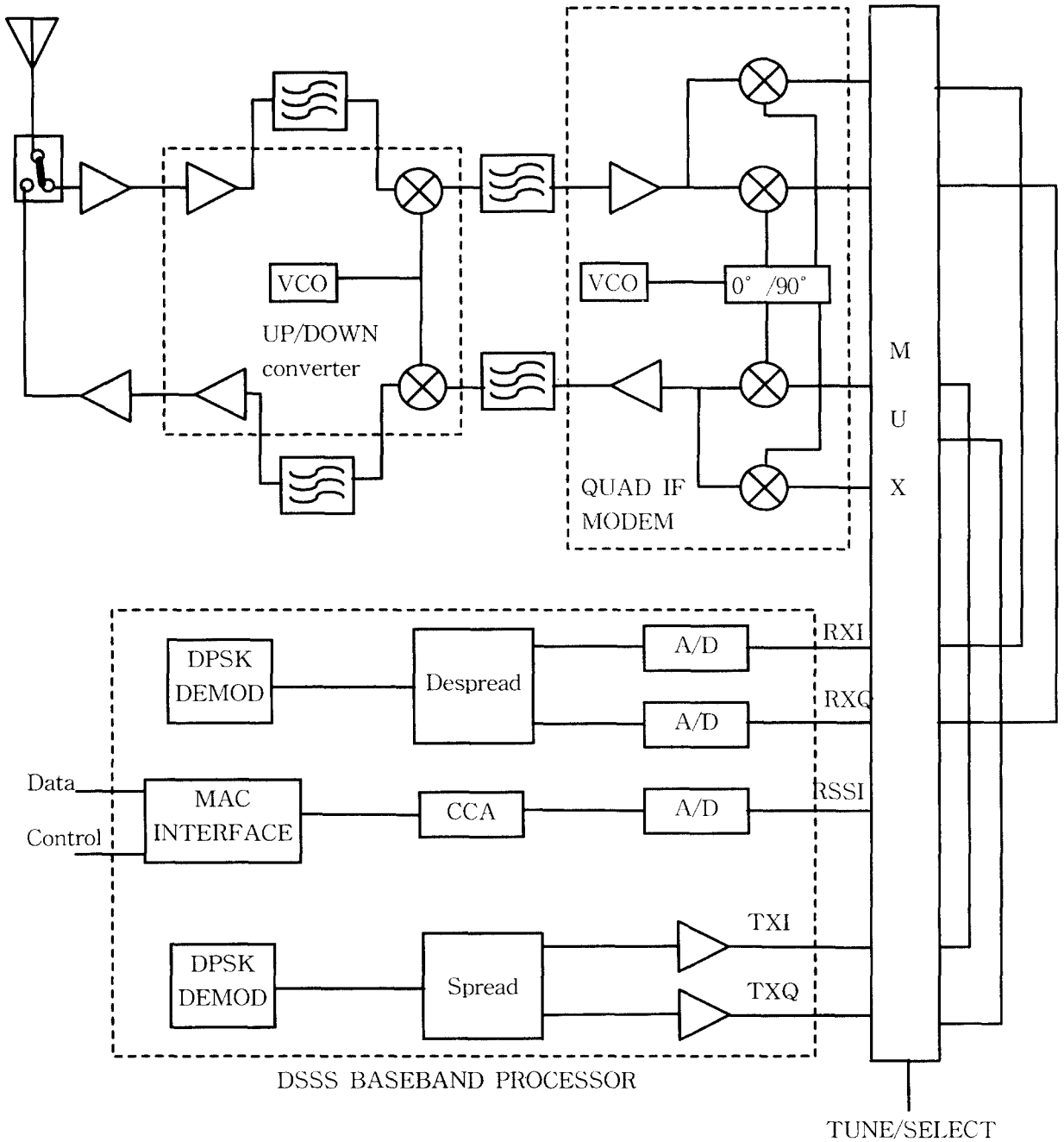
1.1 2.4GHz 대역기술

2.4GHz대역의 무선 LAN시스템은 기본적으로 미국 FCC의 규정에 따라 확산대역 방식을 구현하는 것이 일반적이다. 2.4GHz대역은 현재 전세계의 주요 국가에서 공통적으로 데이터통신용으로 개방되어 있다. 미국과 유럽은 유사한 규정하에 운용되며 우리나라는 일본과 유사한 규정으로 되어 있다. 미국의 규정은 80MHz 대역폭에서 1MHz이하의 채널을 사용하면서 반드시 주파수도약(frequency hopping, FH)이나 직접 확산(direct sequence, DS)을 구현해야 하며, 우리나라의 경우는 확산대역을 의무화하지는 않으나 최대 26MHz까지 점유할 수 있으며 송신전력은 MHz당 10mW로 규정되어 있다.

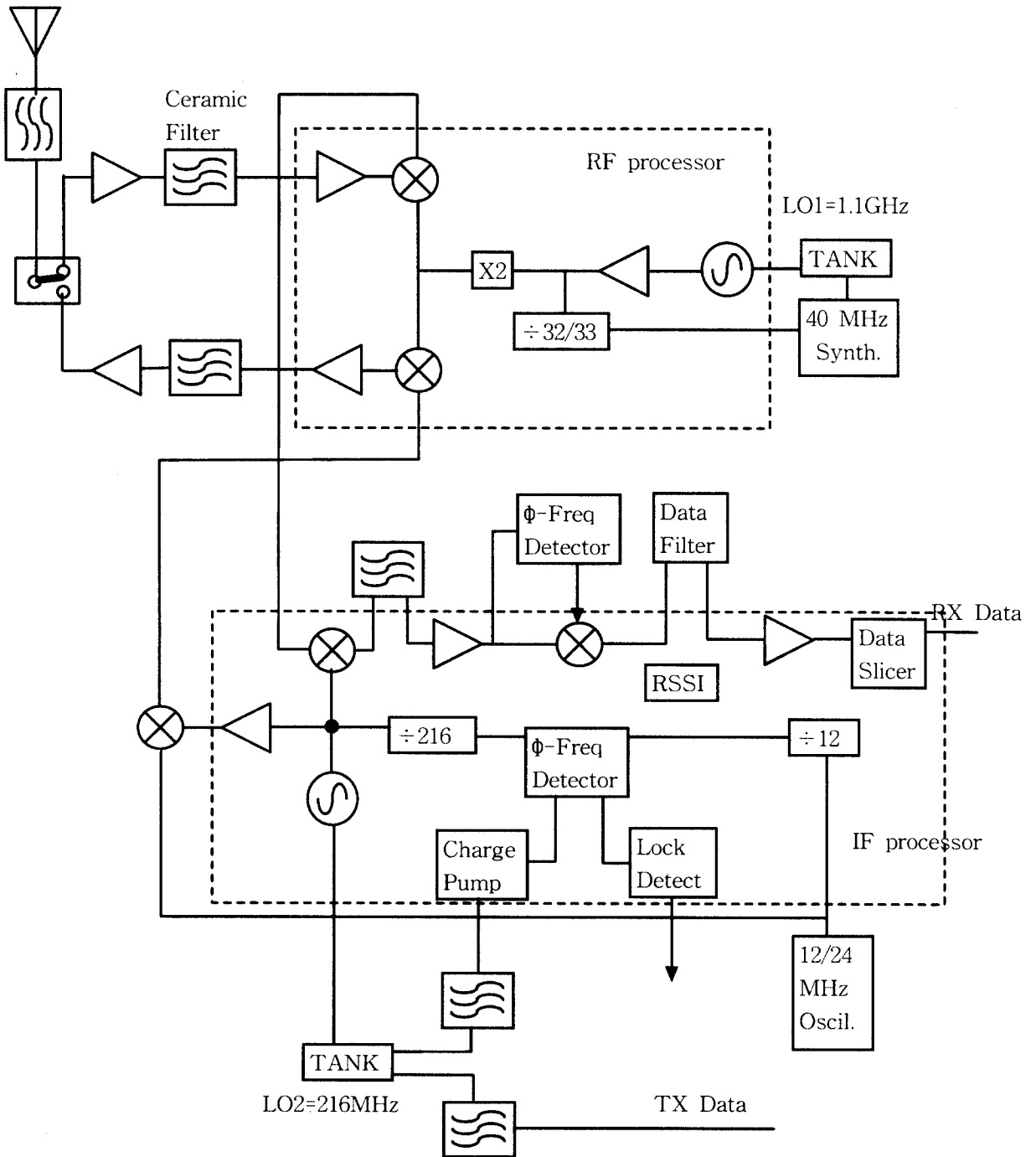
시스템구현의 실패를 들면, 우선 DS인 경우 2Mbps 전송률을 얻기 위해 QPSK를 채택하고 Barker 코드에 의해 11배 확산시키도록 되어 있으며 다음 (그림 2)과 같은 블록 다이어그램으로 구성될 수 있다. FH인 경우, IEEE 802.11의 규정을 보면, 주파수전환 시간이 224μsec 이하라야 하므로 locking time이 짧은 PLL이 필요하다[8]. 변조는 2/4 단계의 BT=0.5 이하인 GFSK(Gaussian-filtered frequency shift keying)를 채택하도록 되어 있다. Locking time을 빠르게 하기 위해 DDS(direct digital synthesis)를 이용한 설계 예를 (그림 3)에 보인다. 여기서 중간주파수(IF)는 240MHz이다.

1.2 5GHz이상 기술

고속(155Mb/s) ATM 기반의 멀티미디어 응용을 위해서는 고속의 무선망을 필요로한다. 이를 위해 1995년 ETSI가 내놓은 HIPERLAN(High PE-



(그림 2) 직접확산방식 무선LAN 모뎀



(그림 3) FHSS 무선LAN 모델

rformance Radio LAN)과 톱슨의 RNET(radio network), 기룡의 RadioLAN, 보쉬의 DMS(digital multipoint system), MBS(mobile broadband system), UMTS(universal mobile telecommunications system)를 들 수 있다. 채널의 전송율은 HIPERLAN이 23.5Mb/s이고 MBS는 최대 155Mb/s, UMTS는 최대 2Mb/s, DMS는 64Kb/s에서 최대 8Mb/s의 전송속도를 가진다. HIPERLAN의 2차 표준화는 무선 LAN 프로젝트인 WAND(Wireless ATM network demonstrator)와 공동으로 추진될 전망이다.

HIPERLAN에 할당된 주파수대역은 5.15~5.30GHz로 채널간격이 23.5MHz이므로 5.176, 5.199, 5.223, 5.247, 5.270GHz의 5개의 채널이 있고 10ppm을 유지한다. 빈 채널을 감지함에 있어 MADT(maximum adaptive defer threshold)방법을 이용한다. PHY 계층 기능은

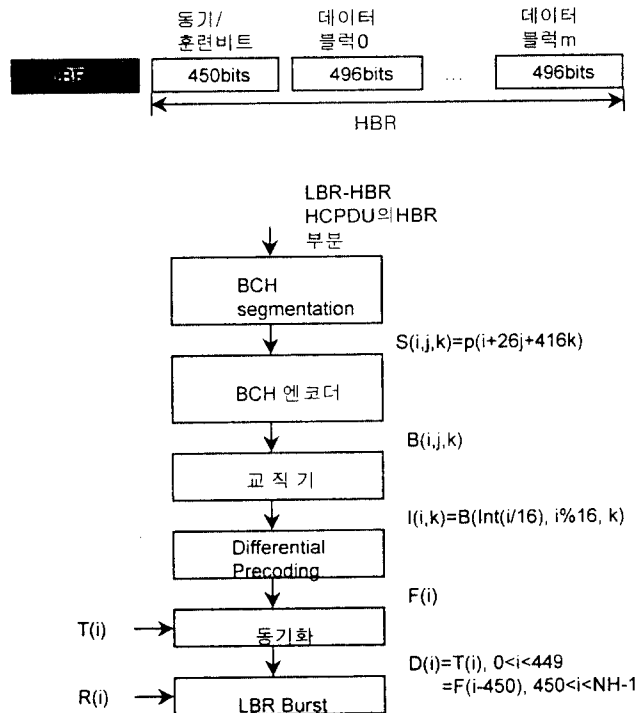
- 반송파의 변복조
- TxS와 RxS간의 비트동기화
- 반송파에 주어진 시간만큼 데이터 전송 및 수신
- 동기화과정의 불임 또는 삭제

- 전방향 오차정정 코딩/디코딩
- 수신강도(RSSI)의 측정
- 채널 상태 검사

등이다. HIPERLAN은 분산형 구조로 CSMA/CA MAC 접속을 한다. 즉, NPMA(nonpreemptive priority multiple access)의 우선순위, 경쟁, 전송의 3단계를 거친다. HBR(high bit rate)전송을 위해 GMSK(Gaussian minimum shift keying)변조를 수행하고 LBR(low bit rate)전송을 위해 FSK변조를 한다. FSK 변조시 비트 1, 0를 $f_c \pm 368KHz$ 로 변조한다. (그림 4)는 변조기로 보내지는 LBR-HBR 데이터 버스트를 나타낸 것으로 R(0), ..., R(NL-1)은 LBR부분이고 P(0), ..., P(NH-1)는 HBR부분이다.

RNET는 시간영역과 공간영역이 결합된 변조를 수행한다. 우선 패킷 헤더를 고정 주파수의 반송파를 통하여 감지하고 이후 데이터에 대해서는 전체의 할당된 주파수 대역에 걸쳐 선형 주파수 변조를 수행한다. 이렇게 함으로써 다음과 같은 장점을 들 수 있다 [11].

- 주파수 확산의 효과가 있으므로 페이딩에 강인



(그림 4) LBR-HBR 데이터 및 formatting 과정

하다.

- FH에서와는 달리 도약시의 시간낭비가 없으므로 주파수 효율을 극대화할 수 있다.
- 고정 주파수 채널로 충돌회피를 하므로 은닉노드 문제를 줄일 수 있다.
- 집중식 또는 분산형의 구조로 가져갈 수 있다.
- 헤더길이가 작으므로 지연의 변화가 일정하다.
- DS-CDMA보다 채널 대역폭이 크므로 채널간 중첩문제가 적다.
- 도플러 효과에 덜 민감하다.
- 단일 채널이므로 핸드오버 문제가 적다.
- 정보필드의 길이를 조절가능하므로 53바이트의 짧은 ATM 패킷의 길이에 맞추기 용이하다.

RNET은 HIPERLAN의 기능을 포함하면서 WLL, 다중점 망, MVDS, LMDS에 응용이 가능하다.

DMS는 ATM호환으로 점대점 접속에 비하여 점대다중점 무선 접속시스템은 중앙의 베이스를 거점으로 다른 위치의 터미널들을 조정해야 하는데 ITU 표준에 근거한 FDMA/DBA(dynamic bandwidth allocation)를 이용하므로 유연한 주파수 할당이 가능하다. DMS는 구리선, 동축선, 광섬유선을 기반으로 하는 케이블망, 또는 DECT와도 연동할 수 있다. DMS 관련 주파수 할당, 셀반경등을 (표 1)에 나타내었다. 이는 다음절에서 설명될 LMDS의 서비스 특성과 유사한면을 보이고 있다. (그림 5)는 DMS의 기지국과 터미널 구성예이다. 터미널의 이동성을 전제로 하지 않으며 구역별 지향성 안테나와 여러 가지 고정 터미널 접속에 의하여 응용분야의 다양성을 보이고

있다.

기종의 RadioLAN은 5.8GHz 대역에서 전송률 10Mbps, 출력 10mW, 유선 이더넷과 유사한 프로토콜을 이용한다. 이 시스템의 장점은 기존의 10Mbps 유선 이더넷과 접속이 가능한 것이다.

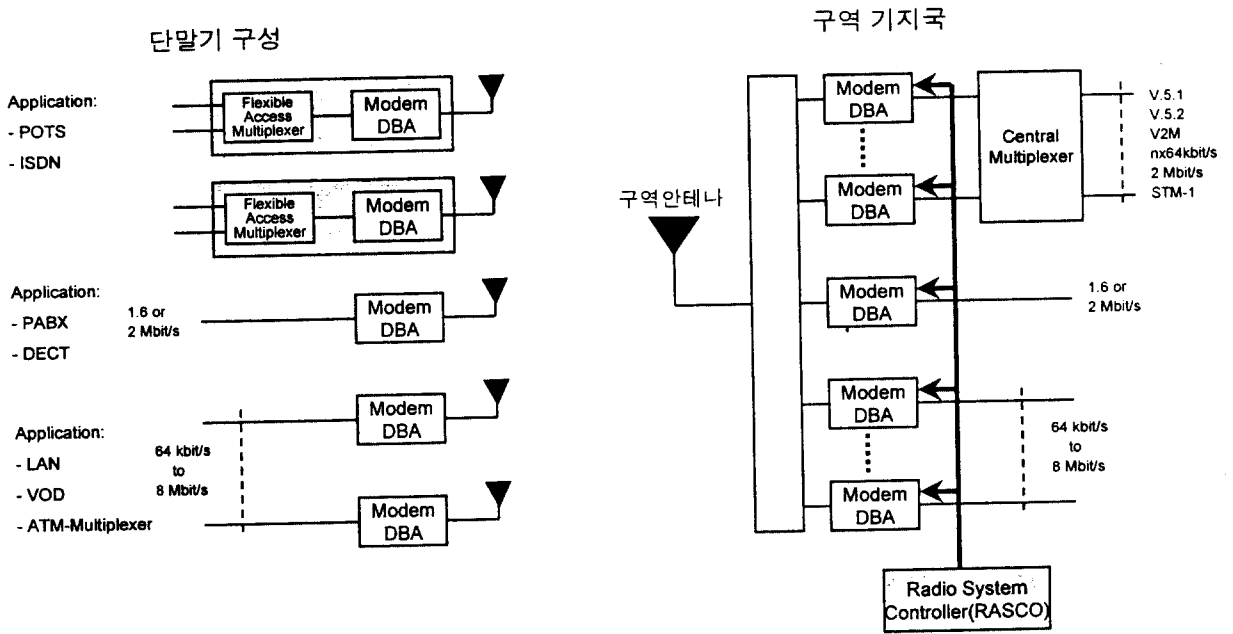
1.3 Millimeter/Sub-millimeter 대역 기술

40~60GHz에 걸쳐 있는 millimeter 대역은 장래 B-ISDN과 연동하여 무선서비스를 제공할 수 있는 기술로서 고려되고 있으며, UMTS(universal mobile telecommunications system), HIPERLAN 등과 더불어 유럽에서 주로 연구, 개발되고 있다. 참고로 번송 주파수별로 ITU에서 천명한 대역폭을 보면, 5.3GHz에서 100MHz, 17.2Ghz에서 200MHz정도를 권고하고 있으며, millimeter 대역에 대해 유럽의 ERC와 CEPT 위원회에서 2GHz 정도를 제안하였다. 이러한 광대역을 얻는 대가는 다음과 같다. 첫째, LOS(line of sight) 통신만이 가능하고, 둘째, 부품가격이 고가이고, 셋째, 송신출력을 마이크로웨이브에 비해 적게 해야 한다. 반면에 장점은 다음과 같다. 첫째, 소형지향성 안테나를 채택함으로써 고이득의 지능형안테나를 이용할 수 있다. 둘째, 동일채널 간섭의 가능성이 적으므로 주파수 재사용이 용이하다. 특히 마이크로셀 이하의 시스템인 경우 더욱 유리하다. 셋째, 단거리이동통신이면서 대용량의 응용에 적합하다.

현재 유럽에서 이 대역상에서 개발되고 있는 시스템 중 MBS(mobile broadband system)라 불리는 이

(표 1) DMS 관련사항

구조	점대 다중점 무선접속
주파수범위	2, 8, 23, 26GHz ITU, 10.5GHz 대역
셀 반경	5 ~ 20km
특징	DBA(64~2Mb/s), FBA(2~8Mb/s)
다중접속	FDMA/DBA
변조	QPSK, 8/16-TCM
RF 전송출력	30dBm(베이스), 20dBm(터미널)
BER	< 1.0E-7, 베이스는 전방향/지향성 안테나 사용
터미널접속	POTS(64/32kb/s ADPCM), ISDN(2B+D), 64kb/s데이터



(그림 5) 디지털 광대역 다중접 접속시스템(DMS)

시스템은 HIPERLAN과 달리 셀룰라 시스템이고, 공중망과 사실망 개념을 동시에 갖는다. 자세한 규격을 열거하면 다음과 같다.

- 155Mbps까지의 ATM 셀 전송을 지원
- 옥내 및 옥외 운용
- 연결(connection) 및 비연결통신
- 이동도 : 최대 100km/h
- 통달거리 : 1km
- 채널접근 : FDMA/TDMA, 고정길이슬롯 (36 심볼)
- 주파수대역 : 39.5~40.5GHz/ 42.5~43.5GHz 및 62.0~63GHz/65.0~66.0GHz
- 이중화 : 2 주파수 FDD (동시에 4개 반송파까지 가능)
- 변조 방식 : 4 혹은 16-QAM

2. TDMA 기반 기술

1세대 및 2세대의 셀룰라망에서는 주로 음성서비스를 위한 채널용량의 확장과 통화품질의 향상이 목표였으나 근래에는 고속이면서 안정된 무선멀티미디어 서비스의 지원이 요구되고 있다. 무선멀티미디어 트래픽은 심각한 페이딩 채널에서도 고품질, 고속, 유연성을 요구하므로 기존의 설계원리는 불충분한 점이 많다.

광대역 무선망을 위한 주요 요소기술을 정리하면 다음과 같다 [9].

- 적응 무선자원관리 : 동적 채널 할당(dynamic channel assignment), 저속 적응변조(slow adaptive modulation)
- 적응수신 기술 : 적응 배열안테나(adaptive array antenna), 적응동화기(adaptive equalizer)

- 적응송신 기술 : 송신전력제어, 고속적용변조 (fast adaptive modulation), 적응 지역구조 (adaptive zone configuration)

이 중에 가장 유망한 무선기술로서 적응변조기술과 동적채널할당에 관해 기술한다.

2.1 적응변조 (adaptive modulation)

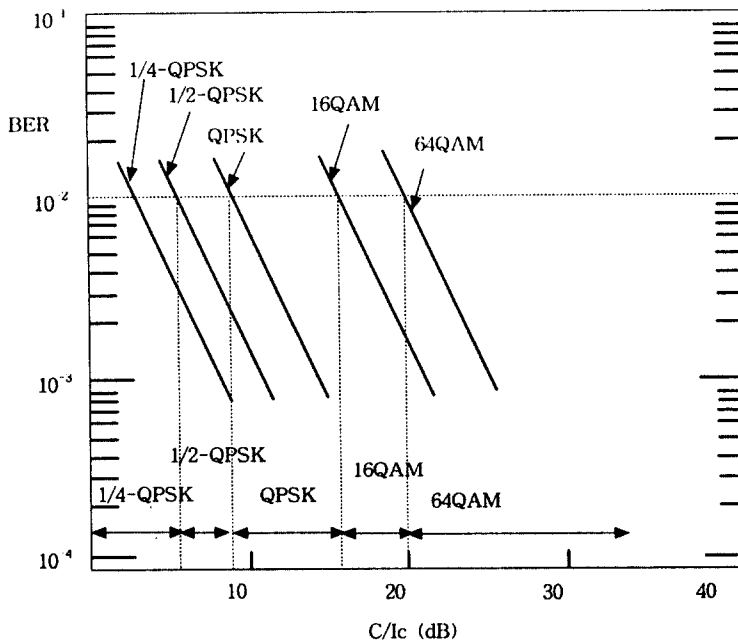
적용변조는 저속과 고속방식이 있다. 저속방식은 예컨대 단말장치와 기지국장치간에 링크가 설정될 때, 기지국장치가 현재의 트래픽, 평균 반송파대 동일 채널간섭 전력비 및 평균지연 프로파일 등을 고려하여 반송주파수, 슬롯, 변조방식, 전송률(심볼률) 등을 적응적으로 결정한다. 저속방식에서는 링크가 유지되는 동안은 지정된 변조파라미터들이 변경되지 않는다. 반면에 고속방식에서는 링크가 설정되어 통신이 진행되는 중간에도 순시 C/I비를 추정하여 슬롯마다 대역할당 뿐만 아니라 변조파라미터들을 적응적으로 변경한다. 저속적용변조의 예로서 (그림 6)을 생각할 수 있다. 64QAM, 16QAM, QPSK, 1/2-QPSK (1/2심볼률), 1/4-QPSK (1/4심볼률)에 대해 만약 목표 비트오율(BER)을 10^{-2} 로 한다면 그림의 수평축과 같은

C/I비가 필요하다는 것을 알 수 있다. 기지국에서 단말기와의 C/I비를 추정함으로써 적절한 변조방식을 할당할 수 있다. 여기에 공간 다양성(space diversity)을 결합하면, 기지국에서 가까운 지역에서는 C/I가 큰 변조방식을 택하고, 기지국에서 먼 지역에서는 C/I가 작은 변조방식을 택하는 결과가 될 것이다.

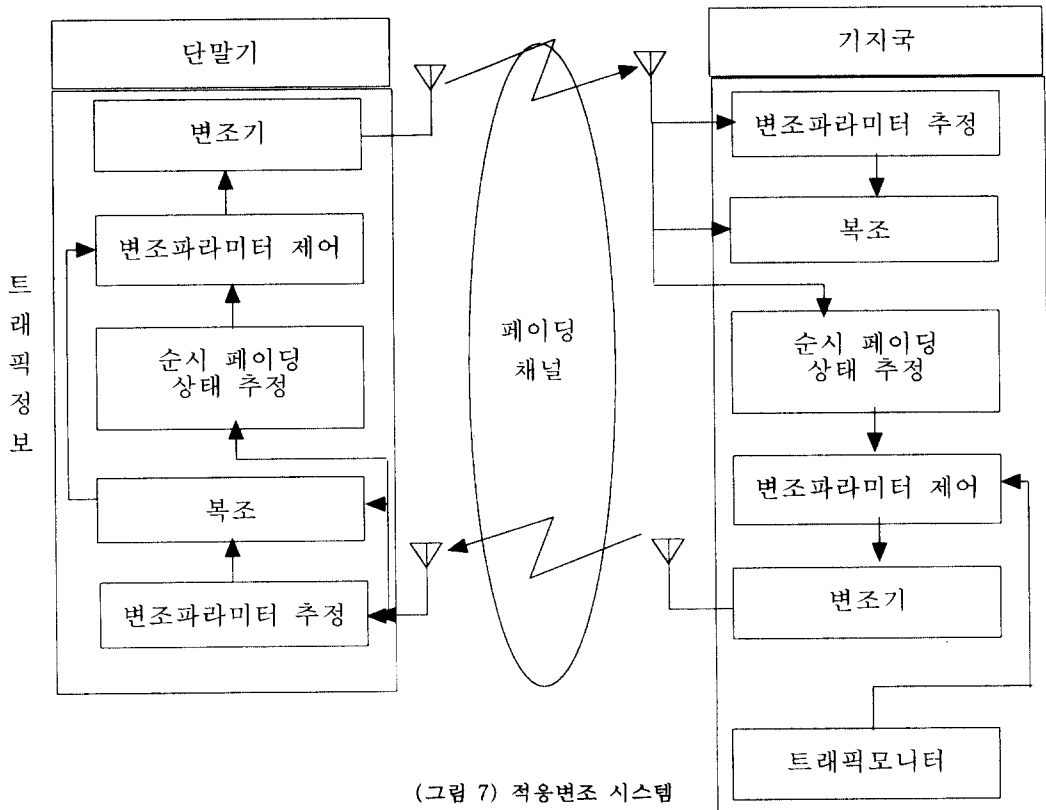
적용변조의 또 다른 효과로는 서비스중단(outage) 확률을 낮춤으로써 주파수 효율을 높이게 된다는 점이다. 다만 남은 과제는 적절한 원가로 적응변조장치를 구현 가능한가 하는 점이다.

고속적용변조의 예는 (그림 7)과 같다. 페이딩 상태의 변화를 간단히 측정하기 위해서 시분할이중화(TDD)가 유리하다. 왜냐하면 Tx/Rx주파수가 동일하므로 시간 슬롯의 길이가 충분히 짧다면, 상향채널과 하향채널간의 상관도는 매우 높다고 볼 수 있기 때문이다. 각 TDMA/TDD 슬롯마다 버스트의 중간에 채널추정부호(channel estimation word, CE)와 변조파라미터 부호를 삽입하여 순시적인 채널상태 추정이 가능하게 한다.

단말기가 이동할 때에는 수신측에서 CE로부터 매 슬롯마다 지연프로파일을 추정하여 적절한 변조방식을 선정하게 된다. 그러나 단말기가 매우 고속으로 이동시에는 Tx/Rx 채널간의 상관도가 떨어지므로 지



(그림 6) 이론적인 BER대 C/Ic 성능비교



(그림 7) 적응변조 시스템

연프로파일의 추정이 부정확해 질 수가 있다. 페이딩 상태가 변화하였을 때 성능을 개선하는 한 방법은 지향성 안테나를 쓰는 것이다. 즉, 입사각도 차이가 큰 신호는 아예 수신이 되지 않도록 하는 것이다.

RP(autonomous RP)에서는 지역분할이 간섭전력 측정결과에 따라 자발적으로 수행되는 알고리즘이다. 이러한 DCA 알고리즘은 시스템의 용량을 증가시키는데 매우 효과적임이 알려져 있다.

2.2 동적대역할당(DCA)

동적대역할당은 특히 마이크로 셀에 기반한 TDMA시스템인 경우에 유효한 방법이다.

많이 알려진 DCA의 예는 비집중화 DCA 알고리즘, 채널 격리(segregation), 채널재사용 분할(reuse partitioning, RP) 등이 있다. 채널격리에서는 기지국이 각 채널마다 간섭신호의 전력에 따라 우선도를 결정하여 간섭이 적은 채널격리에서는 기지국이 각 채널마다 간섭신호의 전력에 따라 우선도를 결정하여 간섭이 적은 채널부터 할당하게 된다. 반면에 RP 알고리즘에서는 각 셀을 거리에 따라 링으로 구성해 근방의 링에서는 채널재사용 거리를 짧게 하고 원방의 링에서는 채널재사용 거리를 고정채널할당(fixed channel assignment, FCA)과 같게 한다. 자발적

3. CDMA 기반 기술

확산대역(spread spectrum, SS) 변조방식은 다중경로, 간섭신호회피의 중요한 수단이 된다. 현재 셀룰라 시스템의 경우 전송속도가 몇 킬로비트 정도이고 ISM 대역에서는 메가비트 단위로 전송속도가 그리 높지 않은 편이다. 무선 광대역 다중 접속을 위한 많은 CDMA 방법이 제안되었다. 예를 들면 W(wideband)-CDMA, MR(multirate)-CDMA, MC(multicarrier)-CDMA, MT(multitone)-CDMA를 비롯하여 혼성방법인 혼성 DS/FH-CDMA, 혼성 CDMA/FDMA, 혼성 CDMA/TDMA, 혼성 CDMA/ISMA 등이 있다.

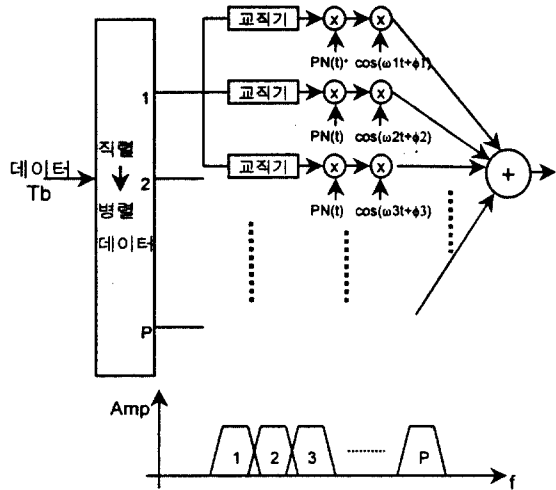
W-CDMA는 기존의 협대역 CDMA인 IS-95의 수용능력을 증대하고 고속, 고음질의 개인무선 통신을

구현하려는 것으로 5MHz의 확산을 통하여 셀당 64kb/s의 속도로 128개의 음성채널을 수용할 수 있다. 현재 EIA/TIA IS-665, ITU-R등에서 표준화작업이 진행중이다 [12].

MC-CDMA의 경우 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 시그널링을 이용하는데 인접 부반송파간의 보호주파수 간격을 최소화하는 잇점이 있다. 또한 OFDM은 병렬전송으로 광대역 전송을 협대역 반송파들로 쪼개어 구현하므로 반송파당 칩속도를 감당할 수 있게 되어 실제 하드웨어 구현을 용이하게 한다. ATM 전송의 경우 DS-SS는 ICI(interchip interference) 문제가 있으며 수신단에서의 동기도 어렵게 된다. 이를 위해 느린 SFH(slow frequency hopping)를 적용하면 다경로 페이딩과 간섭의 영향을 줄일 수 있다. SFH와 OFDM을 CDMA에 적용한 것이 MC-CDMA로서 다중 전송파 신호의 심볼주기 T_s 가 반송파간 주파수차의 정수배를 만족하면 반송파들은 수직인 성질을 만족한다. 160Mb/s 전송속도의 MC-CDMA를 구현하면 10Mb/s의 무선 전송을 16개의 부반송파를 이용하면 가능하게 된다. 이때 하드웨어의 복잡도는 크게 증가하지 않는다. MC-CDMA는 고속의 데이터 전송에서 주파수 선택 페이딩에 의해 발생하기 쉬운 연속오차에 대한 강인성을 보인다. 여러 가지 OFDM SS 시스템이 제안되었다 [12]. (그림 8)은 이의 한 예로써 전송시 직렬 비트열은 P개의 병렬비트열로 바뀌어 전송된다. 이때 T_b 주기의 직렬 비트열은 PT_b 주기의 병렬 비트열이 된다. MC-CDMA를 DS-CDMA와 비교하면 동일한 주파수 대역에서 2배의 이득을 얻을 수 있으나 증폭기의 입력 백오프를 크게하고 반송파의 대역 경계부의 전력손실로 인해 단일반송파 변조에 비해 BER이 높은 단점이 있다.

4. LMDS/MMDS

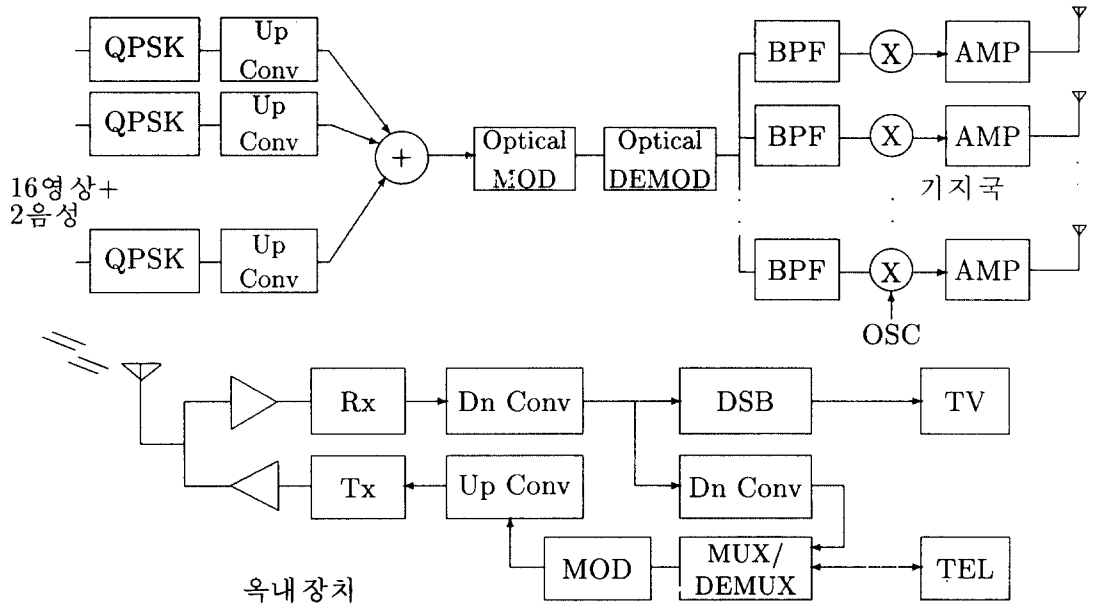
LMDS(local multipoint distribution service)는 광대역 무선접속의 일환으로 최근 제시되어 광역 네트워크로의 확장, 지역망의 우회, HFC(hybrid fiber to coax)의 대체, 아날로그/디지털 비디오 분배로부터 홈쇼핑, 교육, 원격의료, 양방향 서비스등의 다양한 분야에 응용될 수 있다. 미국의 FCC에서는 LMDS를 위한 세번째 NPRM 통고를 통해 27.5GHz~28.35GHz 및 29.1GHz~29.25GHz의 주파수 할당을 제시하였다. 이는 850/150MHz의 분리된 대역으로써 향후 경매에



(그림 8) MC-CDMA를 구성하는 OFDM-SS의 구조 및 스펙트럼

의한 공급자 선정에 나설 예정이다. LMDS는 양방향의 비이동형 디지털 무선통신으로 28.5GHz의 전송 주파수와 1GHz의 광대역폭을 가진다. LOS상의 지향성 안테나를 이용하고 192 FM 비디오 채널, 1004 디지털 비디오 채널을 가진다. 또한 18K의 POTS를 수용하고 QPSK 변조 및 MPEG2 비디오 압축을 하고 셀반경은 1~5mile이다. LMDS의 장점은 국제적으로 통용되는 전파대역을 이용하고 있고, 시장진입이 신속하고, infrastructure 비용 및 장비의 유지보수 비용이 적고, 재사용이 가능한 점과 가격이 저렴한 점을 들 수 있다. LMDS의 구조는 중앙기지국, 노드, 옥내장치로 구성된다. 중앙기지국과 비디오국으로부터 광케이블 접속을 통하여 Tx/Rx 노드에 3.2Mbps의 비디오 및 음성을 QPSK 전송을 한다. 16 반송파, 224 비디오 채널을 가진다. 또 1~4개의 34dB 이득의 90° 지향성안테나를 이용하여 노드별 전송이 양방향으로 이루어진다. LMDS의 전송은 크게 비대칭(asymmetrical)과 대칭(symmetrical) 서비스로 이루어진다. 옥내장치(CPE)에서는 MPEG2 비디오가 STB(set-to-box)를 통하여 48E1 전송이 이루어진다. 이를 (그림 9)의 블록선도로 나타내었다.

MMDS(multipoint multichannel distribution service)는 AM 변조를 이용하는 단방향 방송용 비디오 채널



(그림 9) LMDS 시스템 블록 다이어그램

이다. 총 33개의 비디오 채널을 가지며 2.15GHz에서 2.682GHz의 500MHz의 대역폭을 가진다. MMDS는 기존의 CATV를 설치하기 힘든 곳에 이를 대체하기 위한 보조 서비스였다. MMDS의 셀 반경은 25~35mile이다. CATV는 30~60 채널을 가지며 DBS(direct broadcast satellite)는 150~200 채널을 가진다. 따라서 MMDS도 채널수를 늘리기 위하여 압축 기법을 도입하고 있다. 최근에는 MPEG2, 64-QAM 등의 변조기법의 발달로 ATM과 SONET망을 기반으로 한 TCP/IP 프로토콜을 이용한 양방향서비스로의 전환이 연구중이다.

III. 결론

본고에서 무선광대역 시스템의 물리적 채널 제어 부분을 위주로 최근의 기술을 소개하였다. 광대역화의 방향은 두 가지로 전개되고 있는데, 첫째는 소규모 지역망인 LAN 개념과 기술을 확장하여 광네트워크와 연동한다든지, 독자적인 무선인프라를 구축하려는 방향이고, 둘째는 공중망 개념으로서 셀룰라망에서 발

전하여, 멀티미디어를 비롯한 광대역 서비스를 수용하려는 방향이다.

향후 정보화 사회로 이행하기 위해서는 초고속망의 조기 정착이 필수적이고 멀티미디어 서비스의 수요가 증가할 것은 필연적이라 할 수 있으며, 하부망(역세망)으로 갈수록 무선화가 진전되고 있는 추세로 볼 때, 광대역 무선기술은 미래의 핵심기술이 될 것이 확실하다. 광대역무선통신을 위해서는 기존의 주파수 자원으로는 불가하므로 더욱 높은 주파수로 올라가지 않을 수 없다. 현재 세계 각국에서는 무선인프라가 적은 비용으로 국가기간망(NII)을 구축함에 기여할 수 있음을 인지하여 새로운 주파수자원의 할당 및 기술개발에 박차를 가하고 있음을 볼 때, 우리나라에서도, 시급히 관련 의견을 수렴하여, 광대역 무선통신을 위한 주파수규정 및 재반 기술규격을 정비해야 할 것이다. 이미 미국이나 유럽은 5GHz 대역에서 이를 위하여 300MHz에 이르는 광대역을 할당하고 또 출력도 4W에 이르는 고출력을 허용하고 있다. 따라서 국내에서도 이러한 세계적 추세를 수용하여 국내 산업 보호 및 해외 시장 진출에 유리한 방향으로 규격 제정이 이루어져야 한다고 본다.

또한 현재 무선랜은 세계적으로 IEEE 802.11 규격이 97년 6월 제정이 되었다. 그러나 현재 국내의 전파규정은 IEEE CAI 스펙을 수용할 수 없게 되어 있다. 예를 들면 주파수 도약 방식의 경우 IEEE 802.11의 경우 출력이 최대 1W이고 1MHz 대역폭으로 79hop을 규정하고 있다. 그러나 국내의 경우 1MHz당 10mW로 규정하고 26MHz 대역폭만을 규정하고 있어 유럽이나 미국 어느 것보다도 호환이 되지 않는다. 미국의 경우 채널상 대역폭을 1MHz로 규정하고 있어 4-level FSK방식을 쓸 경우 2Mbps정도밖에 데이터 전송을 할 수 없어 멀티미디어를 수용할 수 없다. 따라서 한국의 경우 미국의 스펙을 포함하면서 superset으로 대역폭등의 제한을 완화하게 되면 외국 제품에 비해 더욱 고속으로 전송할 수 있게 된다. 이는 국내 제품이 더 나은 서비스를 제공함으로써 국내 시장의 보호가 자연스럽게 가능하고 또 해외의 규격과 호환성을 갖으므로 국내 산업 보호 및 국제 경쟁력 확보 측면에서 고려해 볼 점이라고 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Federal Communications Commission, "Amendment of the Commissioner's Rules to Provide for Operation of Unlicensed NII Devices in the 5GHz Frequency Range." ET Docket No. 96-102, Jan, 1997.
- [2] W. Honcharenko, J. P. Kruys, et al., "Broadband Wireless Access," IEEE Comm. Mag., pp. 20-26, Jan. 1997.
- [3] M.Schwartz, "Network Management and Control Issues in Multimedia Wireless Network," IEEE Pers. Comm., Jun. 1995.
- [4] A. A. Ali and M. A. Alhaider, "Effect of Multipath Fading on Millimeter Wave Propagation: A Field Study," IEEE Proc.-H, vol. 140, no. 5, Oct. 1993.
- [5] R. P. I. Soctt, "29 GHz Radio System for Video Distribution," BT Tech. J., vol. 8, no. 4, Oct. 1994.
- [6] L. M. Correia, R. Prasa, "An Overview of Wireless of Broadband Communications," IEEE Comm. Mag., Jan. 1997.
- [7] R. O. LaMaire, et al., Wireless LANs and Mobile Networking: STandards and Future Directions," IEEE Comm. Mag., pp. 86-95, Aug. 1996.
- [8] IEEE 802.11 D3, "Wireless Access Method and Physical Layer Specifications," New York, Jan. 1996.
- [9] N. Morinaga, et al., "New Concepts and Technologies for Achieving Highly Reliable and High Capacity Multimedia Wireless Communications Systems," IEEE Comm. Mag., pp. 34-40, Jan. 1997.
- [10] "Radio Equipment and Systems: High Performance Radio Local Area Network: Functional Specification," European Telecommunications Standards Institute, Jun. 1996.
- [11] M. Chelouche, S. Hethuin, and L. Ramel, "Digital Wireless Broadband Corporate and Private Network: RNET Concepts and Applications," IEEE Comm. Mag., pp. 42-51, Jan. 1997.
- [12] A. Fukasawa, T. Sato, Y. Takizawa, T. Kato, M. Kawabe, and R. E. Fisher, "Wideband CDMA System for Personal Communications," IEEE Comm. Mag., pp. 116-123, Oct. 1996.



이 창 수

- 1985년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 공학사
- 1987년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 공학석사
- 1997년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 공학박사
- 1988년 12월~93년 3월 : 현대전자(주) 컴퓨터부문
- 1996년 5월~현재 : 원컴정보통신(주) 연구소
- 관심분야 : 디지털 신호와 영상처리, 컴퓨터 비전, 신경회로망, 무선데이터통신



성 혁 제

- 1986년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 공학사
- 1989년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 공학석사
- 1997년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 박사과정수료
- 1997년~현재 : 기륭전자(주) 마이크로파통신 개발실장
- 관심분야 : 마이크로웨이브 자계수치해석, 통신용 믹서, 주파수 translator, SSPA 설계분야



윤 희 종

- 1985년 2월 : 서울대학교 제어계측공학과 공학사
- 1987년 2월 : 한국과학기술원 전기·전자공학과 공학석사
- 1997년 2월 : 한국과학기술원 전기·전자공학과 공학박사
- 1992년 6월~95년 7월 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1995년 7월~97년 2월 : 원컴정보통신(주) 연구소
- 1997년 3월~현재 : 동아방송전문대 조교수
- 관심분야 : 멀티미디어통신, 데이터통신



권 혁 준

- 1972년 2월 : 한양대학교 공학사
- 1982년 2월 : 대영전자(주) 개발실장
- 1996년 8월 : 대룡정밀(주) 전무이사
- 1996년 9월~현재 : 기륭전자(주) 대표이사
- 관심분야 : RF, 무선데이터통신