

통방송합서비스를 위한 안테나 기술 동향

Antenna Technology Trends for Telecommunications and Broadcasting
Conversion Services

이동통신과 방송기술 개발 현황 특집

문정익 (J.I. Moon)

안테나연구팀 선임연구원

전순익 (S.I. Jeon)

안테나연구팀 팀장

목 차

-
- I . 서론
 - II . 소형 안테나 기술
 - III . 결론

우리는 전파를 기반으로 하는 유비쿼터스 통신 시대를 향해 살고 있다. 새로운 통신 시대를 꿈꾸며 살아가는 현대인은 거의 매일 무선 통신을 이용하고 있으며 그것을 가능케 하는 안테나 기술은 눈부시게 발전하고 있다. 그러나 요즘처럼 무선 통신 서비스가 다양해지고 전파가 전파(propagation)되는 환경은 열악해지고 있는 상황에서 무선통신의 품질은 안테나의 성능에 좌우된다. 또한 통신방송융합서비스가 가시화되면서 더욱 성능이 우수한 안테나 모델을 개발하기 위해 다양한 기술적 접근이 시도되고 있다. 본 기고에서는 지상파 DMB 단말기로 대표되는 통방송합 무선통신 단말기에 적합한 소형 안테나 기술, RF 및 밀리미터파 시스템의 소형화, 고효율화, 집적화 추세에 따른 능동형 안테나 기술, 소형화된 다중대역 안테나 기술, 그리고 신소재 응용 안테나에서 재구성 안테나 기술까지 다양한 안테나 기술의 동향을 살펴보고자 한다.

I. 서론

최근 방송통신 융합과 규제기구의 통합 그리고 각종 규제를 완화하고 경쟁을 촉진하는 분위기로 인해 통신방송융합서비스가 가시화되면서 산업계의 시선이 다양한 융합분야의 새로운 기술로 쏠리고 있다.

과거에는 통신이라 하면 유선전화만 떠올렸고, 방송은 커다란 TV용 옥외안테나를 연상시키던 시절이 있었다. 당시에 통신은 ‘일대일 커뮤니케이션’이고 방송은 ‘불특정 다수를 향한 브로드캐스팅’이라는 게 대다수의 생각이었다. 그러나 통신·방송간 영역과파에 대한 시장의 요구가 현실화되면서 위성 DMB, 지상파 DMB 등이 등장한 휴대 이동형 방송은 조만간 양방향 데이터방송까지도 확장될 예정이다. 뿐만 아니라 제한된 주파수에서 ‘통신’ 용도로만 활용되던 이동통신망에도 최근에는 ‘브로드캐스팅’ 기술이 현실로 구현되고 있다. 노키아의 ‘DVB-H’나 퀄컴의 ‘플로’가 대표적인 예이며, 2세대 CDMA 망에서도 ‘BCMCS’라는 방송 기술이 접목됐다. 즉 안정된 통신용도로만 쓰이던 무선 통신 기술의 한계가 극복되고 있는 것이다[1].

또한 ‘제2의 인터넷 혁명’을 알리고 있는 와이브로(WiBro) 기술에서는 MIMO, 스마트 안테나 등의 개념을 효과적으로 도입하여 주파수 사용 효율을 증대시킬 수 있는 방안에 대해 꾸준히 연구되고 있다.

휴대폰, 인터넷, 와이브로, 지상파 DMB, 위성 DMB, 내비게이션 등을 사용하는 우리는 언제 어디서나 전파로 연결되는 완전한 유비쿼터스 시대를 향해 살고 있다. 이러한 시대는 융합 서비스를 지원할 수 있는 무선 통신이 주류가 될 것이고, 이를 위해 ‘안테나’ 기술의 발전은 필수적이다.

유럽 EU 정부는 안테나 기술을 미래 IT 기술의 전략 기술로 선정하고, 2004년부터 2007년까지 EU의 17개국 51개 기관이 참여하는 ACE 프로젝트를 정책적으로 실행하였고 차기 프로젝트를 계획하고 있다. 여기에서는 안테나 소형화 및 광대역화 기술, 다중 대역 고도화 기술, 지능형 안테나 기술 등을 핵심적으로 집중 연구하고 있다[2].

한편, IT 강국으로 인정받는 우리나라에서는 안테나 시장이 현재까지 성장 일로를 걷고 있으며 에이스안테나, EMW 안테나, 감마누, KMW 등 안테나와 관련한 국내 업체의 기술과 가격경쟁력은 세계 최고라고 자부할 만하다. 그러나 한미 FTA 체결 등으로 외국의 대형업체의 공세에 대응하여 안테나 산업을 활성화시키고 지켜내야 할 과제가 눈앞에 와있다. 다행히도 정부와 국내 주요 안테나 업체들이 뜻을 합쳐 안테나전문협회를 출범시키고 안테나측정지원 시설을 구축하고 기술지원 프로그램을 만드는 등 다방면의 노력을 기울이고 있다[3].

본 기고에서는 이러한 주변 환경을 배경으로 전개되는 통방융합서비스를 위하여 다양한 소형 안테나 기술동향을 알아보도록 한다.

II. 소형 안테나 기술

1. 지상파 DMB 안테나

무선통신 단말기에 함께 제공되는 지상파 DMB 단말 서비스는 상징적인 통방융합의 한 예이다. 지상파 DMB(T-DMB)는 차량용 소형 TV, 노트북, PDA, 휴대폰 등과 같은 소형 단말을 이용하여 장소와 시간에 구애받지 않고 고속 이동중에도 동영상 및 CD 수준의 오디오, 다양한 멀티미디어 데이터 서비스의 안정적 수신이 가능한 이동멀티미디어 방송으로 세계 최초로 국내에서 서비스 표준을 정하고 기술개발을 하여 서비스를 시작하였다. 지상파 DMB는 ‘상대적으로 적은 투자’를 통하여 ‘이동 수신 성능이 탁월한 내 손안의 디지털 TV’를 실현하며, 통신·방송·융합 서비스가 본격적으로 시도되는 플랫폼으로 여겨지고 있고 삼성과 LG가 DMB 폰과 DMB 노트북을 개발하며 시장 선점 경쟁을 벌이고 있는 가운데 중소기업들은 전용 단말기나 PDA, PMP, 내비게이션 등과 결합된 형태의 단말기를 출시하고 있다[4].

반면에 기존의 CDMA 주파수(800MHz 대역) 보다 4배 이상 긴 파장을 가진 VHF 대역을 이용하



(그림 1) 에이스안테나사의 T-DMB용 안테나



(그림 2) EMW사의 DMB용 안테나

로 안테나의 부피를 획기적으로 줄일 수 있는 기술이 가장 큰 현안이 되고 있는데, 이 경우 단말기용 안테나는 소형화와 함께 다중대역화 기술이 적용된 모델이 반드시 필요하다.

현재 상용화된 T-DMB용 안테나 모델 중 하나로 국내 에이스안테나가 개발한 능동 집적형 안테나가 있다. (그림 1)에서 소개한 이 제품은 액티브소자를 사용하여 일반적으로 저이득 특성을 가지는 소형 안테나의 낮은 수신신호를 증폭하는 기술로서 안테나 길이를 획기적으로 줄이면서 높은 수신율과 무지향성을 유지할 수 있도록 개발하였으며 기타 다양한 다중대역 안테나 모델들을 선보이고 있다[5].

또한, 맥스웨이브는 USB형 수신기용으로 12.8 cm의 안테나를 선보였다. 길이를 줄이는 대신 가상의 길이를 구현하는 기구적 기술을 응용해 안테나를 개발하였다. SB텔콤도 USB형 수신기용으로 개발된 안테나를 출시하였다. 이 제품은 USB 내부에 안테나의 일부를 내장함으로써 외부로 드러나는 길이를 12.5cm까지 줄였다[4].

국내 EMW 안테나에서는 단 한 개로 세계 각국의 휴대이동방송을 모두 수신할 수 있는 안테나를 개발하고 있다. 이 기술을 구현하기 위해 국가선도 기반 프로젝트를 산학기관 등과 컨소시엄을 구성하여 수행하고 있다. 현재 지상파 DMB 안테나 길이는 보통 100mm 전후(파장대비 약 1/15)이며 위성 DMB 안테나 역시 75mm 정도가 필요하다. 반면 이번 프로젝트에서 계획하는 안테나는 가로 및 세로가 20mm 정도로 엄지손톱 정도로 줄어들 전망이다. 현재 고유전체를 사용하여 (그림 2)와 같이 약 33mm 정도의 내장형 안테나를 판매하고 있다. 특히 이를 위하여

기존 소형 안테나 설계기술 개념을 벗어나 새로운 개념의 설계방법과 소형화를 위한 신소재를 개발, 차세대 안테나 기술을 완전 국산화를 시도하고 있다 [6],[7].

2. 소형화를 위한 능동형 안테나

능동형 안테나는 1928년 처음 언급된 이후 1974년 Wheeler에 의해 소개되었으며 초기 능동형 안테나는 LNA 등의 증폭기를 안테나에 직접 결합하여 안테나의 빔 형성과 증폭기의 효율을 높이는 목적으로 연구가 진행되었고, 앞서 예로 든 안테나 모델에서 사례를 찾을 수 있다.

이후 능동형 안테나에 관한 연구는 현재까지 발진기형, 증폭기형, 주파수 변환 믹서형 등의 형태로 발전시킨 연구가 진행되고 있고 FET를 이용한 능동 마이크로스트립 패치 안테나가 제안되면서 소형, 박형의 마이크로스트립 안테나로의 전환이 이루어졌다.

능동소자와 집적화된 안테나(능동 집적 안테나)는 전력증폭기에서 발생하는 harmonic 성분들을 안테나부에서 억제하고 일반적인 능동 안테나에서 필요한 harmonic tuning 회로를 제거한 형태로 전체 시스템의 효율을 높이고 안테나의 소형화를 이룰 수 있는 구조이므로 하나의 집적화된 독립적인 능동 집적 안테나로 볼 수 있어 RF 및 밀리미터파 대역에서 많은 응용분야에 적용될 핵심기술로 인식되고 있으며, RF 및 밀리미터파 시스템의 소형화, 고효율화, 그리고 집적화 추세에 따른 지속적인 연구가 이루어져야 할 분야이다[8].

3. 소형, 다중대역 안테나의 기술 동향

앞서 예로 제시한 안테나 모델들은 소형화, 다중대역화를 위하여 적용한 여러 가지 설계기법들의 결과로 볼 수 있는데 초기의 외장형 모델이 점차 내장형(internal antenna, intenna)으로 진화되었음을 알 수 있다. 이것은 다양한 통신서비스를 위한 단말기의 소형화 추세에 따르는 자연스러운 현상이다.

이처럼 안테나를 소형화하는 현재까지 기법은 크게 세 가지로 구분된다. 첫번째는 (그림 3)과 같이 안테나의 물리적인 모양을 변형하여 공간에 필요한 전기적인 길이를 주어진 공간에서 최대화하고 경우에 따라서 고차의 공진모드를 이용하는 방법이다 [9]. 가장 대표적인 설계방법으로 헬리컬 안테나, 미앤더 안테나, 프랙털 안테나 등이 있다.

두번째는 현재 소형 단말기에서 널리 상용화된 방법으로 회로적으로는 방사체의 한 쪽을 단락시키고 다른 한 쪽은 개방시킨 후 급전부 방향으로 적당한 길이를 형성하여 리액턴스를 최소화시키는 구조를 이용하는 것이다. 그리고 방사체에 인덕턴스와 커패시턴스를 발생시키는 여러 가지 slit과 short pin, 보조 방사체를 삽입하여 소형화된 다중공진 안테나를 구현하고 있다[10]. 대표적인 모델은 역 에프 안테나(PIFA)가 된다.

세번째는 안테나를 형성하고 있는 유전체의 물성(비유전율, 비투자율)을 이용하는 것이다. 앞서 지상파 DMB 안테나 모델에서도 언급하였으며 대표적인 모델로는 세라믹 칩 안테나(ceramic chip antenna)이다. 비유전율이 높은 고유전체를 사용하여 안테나의 소형화 및 내장형을 구현하는 것인데, 경우에 따라 제작 공정이 비싸고 비유전율이 높은 알



(그림 3) Fractal Antenna

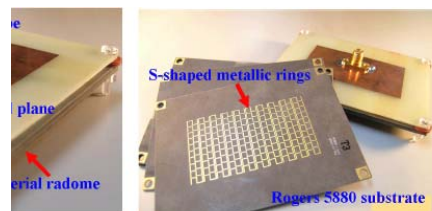
루미나(비유전율: 9~10) 등을 사용함에 따라 대역 특성이 좁아지는 특성을 지닌다. 그리고 높은 Q 값으로 인해 방사되는 에너지량이 줄어들어 낮은 안테나 이득을 나타낸다. 최근에는 칩 안테나가 지니는 단점을 보완하기 위해 magnetoelectric 물질을 이용하는 등 다양한 관점에서 연구가 활발히 진행되고 있다.

또한 수 년 전부터는 상기한 세 가지 기법을 혼합한 기술이 선보이고 있는데, (그림 4)의 LTCC 안테나가 바로 그것이다[11]. LTCC 안테나는 금속을 green sheet 상에 실크스크린법을 이용하여 일부 도포하고 여러 층의 sheet를 만든 다음 적층시켜 저온(섭씨 850도 이하)에서 굽는 공정을 이용한다. 이 경우 칩형 및 평판형 안테나의 제작은 물론이고 박막 다층 회로의 구성이 가능하여 보다 섬세한 embedded 안테나를 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

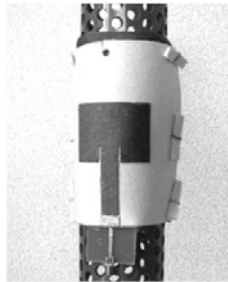


(그림 4) LTCC 안테나를 포함한 Bluetooth 모듈

이 밖에도 미래 안테나 기술로 (그림 5)의 meta-material(비유전율 혹은 비투자율이 음수인 자연계에 존재하지 않는 인공적인 물질)로 분류되는 다양한 신소재 응용 안테나 기술이 해외의 선진 연구기관들을 중심으로 연구 개발되고 있고[12], 프랑스의 경우는 메타물질을 이용한 스위칭 회로를 사용하여 빔 조향을 360도로 제어하고 GSM, DBS와



(그림 5) Meta-material을 이용한 고이득 안테나 레이돔



(그림 6) Textile Antenna의 예

UMTS의 다중대역을 지원하는 controllable 기지국 안테나를 개발하였다. 또한 (그림 6)과 같이 직물을 응용한 textile 안테나 기술은 최근 Georgia Tech에서 개발한 전자섬유(energy-scavenging cloth, 직물의 작은 움직임을 electric charge로 생산하는 방법)와 응용하여 wearable IT 분야의 새로운 이슈로 등장할 것이다[13],[14].

가장 최근에는 무선 통신 시스템에서 다양한 서비스 송수신을 위해 재구성(reconfigurable) 안테나 기술이 연구되고 있다. 재구성 안테나는 필요에 따라 다른 특성들은 유지한 채 중심주파수나 방사패턴 편파 등의 안테나 특성을 바꿀 수 있다. 일반적으로 주파수 reconfigurable 안테나, 패턴 reconfigurable 안테나, 편파 reconfigurable 안테나 등으로 구분되며, 미국 등 국외 선진국에서는 1998년 E.R. Brown이 처음으로 재구성 RF-MEMS 안테나를 연구 발표한 이후 여러 연구 그룹이 저전력 MEMS 기반 재구성 안테나 기술 연구를 진행하고 있다[8], [15]. 최근 몇 년 전까지도 재구성 안테나는 주로 기계적인 구조를 가진 형태로 연구 개발이 이루어졌으나, 기계적인 재구성 안테나는 구조 자체가 움직이기 때문에 현재는 대부분 전기적인 방법을 사용하는 연구가 더 많이 진행되고 있다[16].

III. 결론

인류의 무선 통신은 안테나와 함께 시작하였으며 현재까지 무수히 많은 모델들이 개발되었다. 이러한 안테나는 궁극적으로 모든 무선통신을 가능케 하고

통신기기에 내장되는 모델로 발전해 나갈 것이다. 그러나 수 년 전까지 폭발적으로 진행되던 안테나 연구가 최근에 둔화되고 있는 현상이 감지되고 있다. 이것은 질적인 연구성장보다는 양적인 성장에 치중한 연구풍토가 만들어 낸 결과로 볼 수 있다. 기술의 뼈대를 이해하지 못한 채 포장만 바꾸어서 새로운 안테나 모델을 생산하는 연구자세는 버려야 할 것이다.

또한 산학연은 각 기관이 가진 장점들을 살려 개성 있는 연구를 수행하고 적극적으로 상호 협력하는 시스템을 갖추어야 한다. 즉, 새로운 안테나 개발을 위해 비슷한 기술적 접근을 선택하는 것보다 다양한 관점에서 연구를 시도하고 이들을 결합하여 시너지 효과를 내는 것이다. 뿐만 아니라 새로운 안테나 모델의 다양한 성능을 정확하게 평가하기 위한 측정방법을 병행하여 연구하는 전략도 검토해야 할 것이다.

앞으로 통방융합 서비스뿐만 아니라 새로운 융합 시대를 맞이한 안테나 기술은 다양한 학문분야에서 응용되고 있는 첨단 기술과 접목하기 위해 많은 시도를 필요로 하고 있다. 이러한 노력들이 빠른 시일 내에 결실을 맺어 세계 최고의 안테나 기술을 확보하기 위해선 보다 적극적인 산업육성과 연구 지원이 필요할 것으로 본다.

● 용어해설 ●

Meta-material(메타물질): 자연에서 발견될 수 없는 특별한 전기적 성질을 갖도록 인공적으로 설계된 구조임. 음의 유전율과 음의 투자율을 갖게 될 경우 물질의 굴절률이 음수가 되면 이것은 일반적으로 우리가 알고 있는 물리적 현상이 뒤바뀐 새롭고 신비한 현상을 나타나게 되며 유전율과 투자율의 부호에 따라 ENG(epsilon negative), MNG(mu negative), DNB(double negative), NRI(negative refractive index), LH(left-handed) 물질 등으로 불림.

약어 정리

BCMCS	BrCoadcast MultiCasting Service
CDMA	Code Division Multiple Access
DVB-H	Digital Video Broadcasting-Handheld

IMT-2000	International Mobile Telecommunication-2000
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol TeleVision
LNA	Low Noise Amplifier
LTCC	Low Temperature Co-fired Ceramic
MEMS	Micro-Electro-Mechanical Systems
MIMO	Multi-Input Multi-Output
PDA	Personal Digital Access
PIFA	Planar Inverted-F Antenna
T-DMB	Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting
TD-SCDMA	Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access
USB	Universal Serial Bus

참 고 문 헌

- [1] “휴대인터넷 시스템 기술,” 전자과학, 2007. 10.
- [2] <http://www.antennasvce.org>
- [3] 김상재, “세계를 하나로 연결하는 유비쿼터스 시대의 촉각,” 한국전파진흥원 홍보전략팀, 전파지, 2007권 136호, 2007. 6. 15.
- [4] 이진환, 함영권, “지상파 DMB 기술동향,” ITFIND 주간 기술동향, 1208권, 2005. 8. 10.
- [5] <http://www.aceantenna.co.kr>
- [6] 김세기, “단 한 개의 안테나로 휴대이동방송 다 본다,” 전자소재산업화지원센터 기술동향자료, 2006. 4. 5.
- [7] <http://www.emwantenna.co.kr>
- [8] 윤영중, “능동형 안테나 기술 및 응용,” 전파지, 2002권 106호, 2002.
- [9] Fractal Antenna Systems Inc.
- [10] 윤영중, “휴대폰용 안테나 TRM,” KETI 사업개발 기획센터, 2005. 10.
- [11] <http://www.ltcc.de>.
- [12] C.Y. Wu, “Novel High Gain Metamaterial Antenna Radome for Wimax Operation in the 5.8GHz Band,” IEEE AP-S Short-course, 2007. 6.
- [13] Ivo Locher, “Design and Characterization of Purely Textile Patch Antennas,” *IEEE Trans. on Advanced Packaging*, Vol.29, No.4, Nov. 2006.
- [14] Yong Qin et al., “Microfibrnanowire Hybrid Structure for Energy Scavenging,” *Nature*, Vol.451, Feb. 2008, pp.809-813.
- [15] E.R. Brown, “RF-MEMS Switches for Reconfigurable Integrated Circuits,” *IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques*, Vol.46, No.11, Nov. 1998, pp.1868-1880.
- [16] 정영배 외, “멀티모드 재구성 기지국 안테나,” 한국전자파학회지 전자파기술, 제18권 제4호, 2007. 10.