

자유기고문

IT 신성장동력산업과 RF 기술의 연구동향

장병준 · 이문규*
정보통신연구진흥원,
*서울시립대학교

요 약

최근 정부에서는 차세대 10대 성장산업을 발굴, 새로운 산업 동력으로 삼겠다는 의지를 대내외적으로 천명했다. 이에 발맞추어 정통부 역시 IT 신성장동력 세부추진계획으로 '브로드밴드 IT 코리아 추진 전략'을 마련, 10대 차세대 성장산업 육성을 적극 뒷받침하려고 하고 있다. 현재 정보통신연구진흥원을 중심으로 세부실천계획을 세우고 있으며, 산업체들도 이에 적극 동참하고 있다. 정통부의 IT 신성장동력의 핵심은 언제 어디서나 통신, 방송, 인터넷 서비스를 이용할 수 있는 유비쿼터스 환경을 만들려는 것이다. 이는 무선기술, 특히 RF 기술이 핵심이므로 향후 RF 기술은 IT 신성장동력의 중심 기술이 될 전망이다. 따라서 현 시점에서 IT 신성장동력에서의 RF 기술의 역할과 미래 등을 살펴보는 것이 필요하리라 판단된다. 따라서 본 고에서는 IT 신성장동력의 주요 품목을 고찰하고 각각의 품목에서 요구하는 핵심 RF기술에 대하여 고찰하여 향후 RF 기술의 발전 방향을 논하고자 한다.

I. 서 론

최근 들어 10년째 맴돌고 있는 국민소득 1만 달러 시대를 벗어나 2만 달러 시대에 진입하기 위해서는

21세기에 맞는 새로운 산업 성장동력을 마련해야 한다는 목소리가 사회 곳곳에서 터져 나오고 있다. 이에 참여정부에서는 차세대 10대 성장산업을 발굴, 새로운 산업 성장 동력으로 삼겠다는 의지를 대내외에 천명했다. 정부가 선정한 차세대 10대 성장산업으로는 (1) 지능형 홈네트워크; (2) 디지털 콘텐츠, 소프트웨어 솔루션; (3) 지능형 로봇; (4) 미래형 자동차; (5) 차세대 반도체(SoC: System On Chip); (6) 디지털 TV, 방송; (7) 차세대 디스플레이; (8) 차세대 이동통신; (9) 차세대 전지; (10) 바이오신약, 장기로 나누어 진다. 산업자원부, 과학기술부, 정보통신부 등의 실무 부처에서는 이에 발맞추어 각기 내부 목표를 세우고 세부 내용 및 추진 체계를 구성하고 있다.

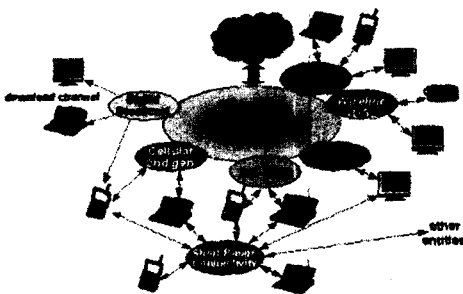
정보통신부에서는 세부 계획으로 차세대 이동통신, 디지털 TV, 홈네트워크, IT SoC, 디지털 콘텐츠, 임베디드 SW, 지능형 로봇, 차세대 PC 및 텔레매틱스의 IT 신성장동력 9대 품목을 독자적으로 선정하여 구체적인 세부 계획을 세우고 있다. 이러한 정통부의 신성장동력산업 육성 전략의 핵심은 광대역 통합망(Broadband Convergence Network) 구축사업이라고 할 수 있다. 9대 차세대 성장사업의 발전을 위해서는 골목산업 시절 고속도로가 '산업의 동맥' 역할을 했듯이 광대역 통합망의 구축이 전제되어야 한다는 판단에 따른 것으로 다시 말해, 시간과 장소, 기

기, 콘텐츠에 구애받지 않고 통신, 방송, 인터넷 서비스를 언제 어디서나 이용할 수 있는 유비쿼터스 환경을 만들면 IT의 지능화, 광대역화, 융합화가 가능하고 이를 통해 과거에는 상상하지 못한 거대한 신규시장이 창출될 수 있다는 것이다¹¹⁾.

이러한 유비쿼터스 환경에서의 광대역 통합망의 구축은 기본적으로 무선 환경을 바탕으로 하여 구성되므로 무선통신을 위한 필수 기술인 RF(Radio Frequency)기술은 IT 신성장동력의 핵심 기술이 될 전망이다[그림 1].

본 논문에서는 IT 신성장동력 9대 품목에 대해 개략적인 소개와 더불어 RF 기술과 직접적으로 연관이 있는 품목에 대해서는 구체적으로 기술하여 향후 RF 기술의 발전 방향을 알아보려고 한다. 또한 IT 신성장동력 산업의 개발 과정에서 요구되는 RF 기술의 주요 이슈를 정리하여 향후 IT 신성장동력의 핵심기술로서의 RF 기술 연구방향을 제시하고자 한다.

먼저 2절에서는 IT 신성장동력 9대 품목에 대해 개략적인 내용을 살펴보고, RF 기술이 요구되는 품목에 대해서는 구체적으로 필요한 요소 기술을 정리하여 RF 기술자가 이해하기 편리하도록 하였다. 3절에서는 향후 IT 기술의 발달에 따라 요구되는 RF 요소기술의 발전 방향을 기술적인 측면과 산업적인 측면으로 나누어 알아본다. 또한 현재 RF 기술의 주요



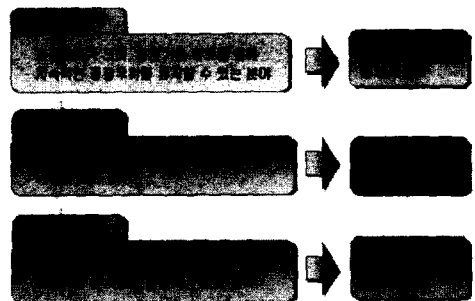
[그림 1] 유비쿼터스 환경에서의 RF 기술

핵심 이슈인 RFID, UWB, SDR 등의 RF 기술의 발전 동향과 연계하여 분석하고자 한다.

II. IT 신성장동력 9대 품목

IT 신성장동력 9대 품목의 구성은 [그림 2]와 같다. 먼저 파급효과가 크며, 원천기술 확보를 통해 지속적인 경쟁우위를 유지할 수 있는 분야로 차세대 이동통신, 디지털TV, 홈네트워크 분야가 있으며, IT 산업의 고부가가치화를 위한 기반이 되는 분야로 IT SoC, 디지털 콘텐츠, Embedded S/W가 있다. 마지막으로 지능화, 광대역화 등 미래 IT 기술의 진화를 선도하여 신시장을 선점하기 위한 분야로 지능형 로봇, 차세대 PC, 텔레매틱스가 있다.

이를 RF 기술과 연관시켜 살펴보면 RF 기술과 직접적으로 관련이 있는 분야로는 차세대 이동통신, 홈 네트워크, IT SoC가 있으며, 관련은 적지만 RF 기술을 기반으로 하는 분야로는 텔레매틱스와 디지털 TV가 있다. 나머지 4개 분야는 RF 기술과 직접적으로 관련은 없으며 향후 광대역 통합망의 고도화로 외부 인터페이스를 무선으로 할 경우 약간의 관련이 있다고 할 수 있다. 예를 들어 지능형 로봇의 경우 로봇의 저가격화를 위해 대부분의 기능을 서버에 설치하고 로봇은 인간과의 인터페이스를 담당하므로 로봇과 서버간의 RF 통신은 필수적인 구성요소가



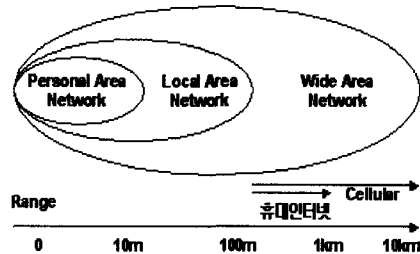
[그림 2] IT 신성장동력 9대 품목

된다. 본 절에서는 RF 기술과 직간접적으로 연관이 있는 6개 분야에 대한 세부 연구계획을 개략적으로 정리하고자 한다.

2-1 이동통신

현재 이동통신 산업은 과거 음성 및 저속 데이터 중심의 2세대 이동통신에서 문자, 그림, 동영상 등의 고속 데이터를 인터넷 망과의 연동을 통하여 고속, 고품질로 송수신하는 단계에 있으며, 시장의 무게 역시 기지국 및 이동통신망으로 대변되는 독립적인 망의 구현에서 다양한 통신망과의 연동 및 멀티미디어 서비스로 대변되는 유비쿼터스 망으로 변화하고 있다. 따라서 과거 이동통신의 기술적인 진화로 예측되었던 3세대를 거쳐 4세대로 진화한다는 예측 자체가 불투명하며, 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 예상된다^{[2]-[4]}.

과거 1세대 아날로그 이동통신에서 2세대 디지털 이동통신으로의 진화는 주로 셀룰라 이동통신을 중심으로 장비공급업체들이 주도해 왔으며, 기술의 발전상 큰 어려움이 없이 진화되어 왔다. 하지만 앞으로는 동작범위에 따라 10 km까지의 셀룰라 이동통신, 1 km까지의 휴대 인터넷, 100 m까지의 무선

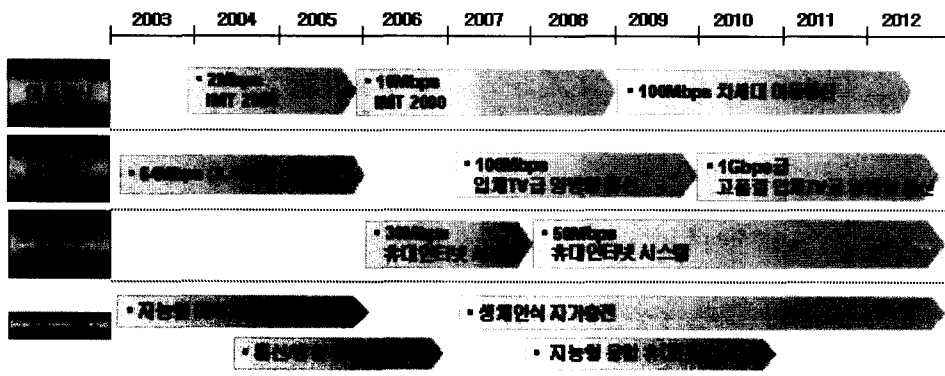


[그림 3] 동작영역에 따른 이동통신 기술의 분류

LAN(Local Area Network) 등이 독자적으로 발전, 진화할 전망이다[그림 3].

단말 역시 하나의 표준만을 지원하는 방식이 아니라 통신, 방송 융합 서비스 및 하나의 단말기로 다양한 통신 방식을 지원하는 지능형 복합 단말의 형태가 될 전망이다. 따라서 IT 신성장동력에서도 각 분야의 세부 기술 개발을 병행하고 각 망과의 융합을 고려한 이동통신망 및 핵심 기술을 개발하여 무선을 기초로 하는 광대역 통합망을 구축하려는 연구 개발을 유도하고 있다. 다음 [그림 4]는 이러한 차세대 이동통신의 기술의 개발 방향을 도식적으로 나타낸 것이다.

2-2 홈네트워크



[그림 4] 차세대 이동통신 기술 개발 단계

홈네트워크란 집 안에서 다양한 정보단말을 통해 지능형 정보서비스를 향유할 수 있는 기술을 의미하며, 특히 고품질의 광대역 멀티미디어 데이터를 근거리에서 전송할 수 있는 고속화, 저전력화된 무선통신 기술이 중심이 된다. 관련 RF 기술로는 무선 LAN 기술, 무선1394, UWB(Ultra-Wide Band) 기술, RFID(Radio Frequency Identification) 기술 등이 있다^[5].

신성장동력 산업으로서의 홈네트워크의 개발 목표는 2007년까지 정보가전기기에 네트워크 기능을 부가하고 통신, 방송, 게임이 복합적으로 제공되는 융합형 홈서버 단계를 지나면 RFID, 유비쿼터스 태그가 사물에 내장된 센서 네트워크가 구축됨에 따라 향후 인간 중심의 유비쿼터스 홈을 구성하는 것을 목표로 하고 있다. 다음 [그림 5]는 이러한 홈네트워크의 기술 개발 방향을 도식적으로 나타낸 것이다.

따라서 초기에는 이동통신에서 개발하고 있는 무선 LAN을 홈 네트워크에 응용한 RF 기술이 기반이 될 것이며, 향후 저전력으로 초단거리에서 광대역 신호를 송수신할 수 있는 UWB 기술 등의 RF 기술이 무선 홈 네트워크의 구축에 필수적이 될 것으로 예상된다.

홈네트워크 기술에서는 특히 저전력으로 광대역 신호를 전송할 수 있는 RF 송수신부를 저가로 개발

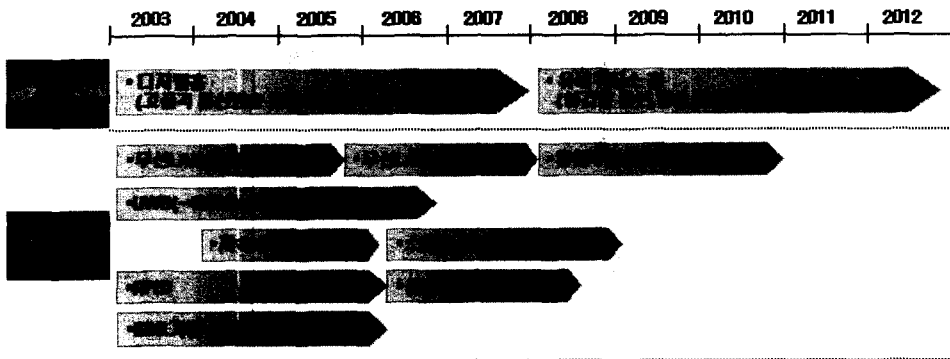
하는 것이 가장 중요하다. 이와 비근한 예로 블루투스(Bluetooth)를 예로 들 수 있다. 블루투스의 경우 처음 개발 단계부터 Ericsson과 같은 시스템 업체가 참여하여 휴대폰 내에 블루투스 모듈을 장착하려는 의지가 있었지만, 저가의 블루투스 모듈의 개발이 지체됨으로 인해 대중화가 실패했던 경험이 있다.

저가의 통신 모듈을 개발하는데 있어 가장 중요한 요소는 역시 저가로 RF 회로를 구성하는 것인데 이는 RF 기술의 요소 기술의 발전과 관련이 있으므로 홈네트워크의 경우도 이러한 점을 고려하여 기획 초기부터 저가의 통신 모듈을 구현할 수 있도록 노력하고 있다.

2.3 텔레매틱스

텔레매틱스는 사전적 의미로 원격통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)이 합쳐진 용어로써 이동통신 기술과 인공위성을 이용한 위치정보시스템(GPS: Global Positioning System)을 기반으로 차량과 정보센터를 연결하여 차량운행 중 요구되는 각종 정보와 서비스를 실시간으로 제공하는 시스템을 의미한다.

현재 서비스되고 있는 카네비게이션(Car Navi-



[그림 5] 홈 네트워크 서비스 단계 및 핵심 RF 기술

gation)은 위성 GPS 신호를 이용해 도로상의 차량위치와 운전자가 원하는 목적지까지 운전경로를 찾아주는 차량항법장치를 총칭하는 것으로 최적경로탐색 및 위치정보에 초점을 맞춘 서비스를 말한다. 이와는 달리 텔레매틱스는 차량항법 시스템뿐만 아니라 자동차에 장착된 서비스 단말기를 통해 텔레매틱스 서비스센터와 연결되어 각종 정보를 제공받을 수 있으며, 인터넷 접속, 위치추적(GPS), 원격 차량진단, 사고감지, 교통정보 제공 등의 복합 기능을 갖춘 최첨단 차량서비스 시스템인 것이다.

텔레매틱스의 기술은 기본적으로 차량과 센터를 연결해주는 이동통신 기술, 차량의 진단 및 제어를 위한 자동차제어기술, 차량의 위치추적 및 실시간 교통정보 제공을 위한 GPS 및 네비게이션 기술, 차량 정보를 수신하고 연결할 수 있는 단말기 기술, 차량 안전을 위한 상호 커뮤니케이션을 위한 음성인식 기술, 이러한 기술을 운영하기 위한 소프트웨어 플랫폼 등 다양한 첨단 기술들을 활용하고 있다.

텔레매틱스를 위한 무선통신기술을 살펴보면 2G/3G Cellular 방식과 능동형 단거리 전용 데이터 통신(DSRC: Dedicated Short Range Communicaiton) 방식을 이용하는 방안이 개발되고 있다. 앞으로 차량내에 탑재된 텔레매틱스 시스템과 노변 및 센터 서버간의 통신방식은 셀룰라, 능동형 DSRC 방식 및 무선 LAN 등을 통합 지원하는 다중 모드 단말기가 출현할 것으로 전망되고 있다. UWB 기술 및 Bluetooth 기술은 차내의 자동차 제어 및 차량내 다양한 정보기기간의 통신을 위해 될 것으로 예상되고 있다 [8]-[10].

또한 22-29 GHz의 주파수 대역에서 UWB 방식을 이용한 차량충돌방지 레이더나 안전 운전 지원을 위한 무선센서 장치, RFID를 이용한 무선 측위 시스템 등도 텔레매틱스 분야의 주요 이슈이다.

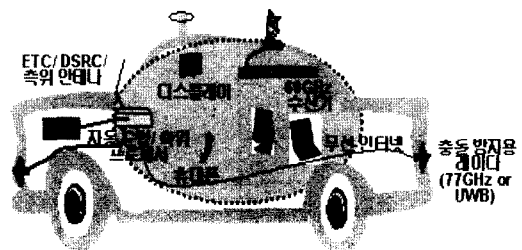
텔레매틱스의 RF 기술에서 중요한 고려사항 중 하나는 홈 네트워크와는 달리 차량을 매개로 한다는

점에서 차량의 온도범위, 진동 특성, 전원 등을 고려하여 신뢰성 있는 RF 기술을 사용해야 한다는 점이다. 예를 들어 컴퓨터의 경우 설계시 고려하는 동작 온도는 0°C에서 55°C인데 반해 자동차의 경우 -40°C에서 55°C이다^[11]. 또한 현재 국내의 경우 자동차 회사와 전자관련 회사간의 연구 협력이 활발하지 않으므로 향후 텔레매틱스의 활성화를 위해서는 자동차 부품 전문회사와 전자부품 전문회사간의 다양한 채널을 통한 연구 협력이 필요하리라 생각된다[그림 6].

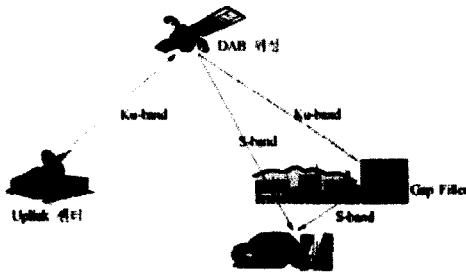
2.4 디지털 TV

디지털 TV는 아날로그 TV보다 고선명의 영상과 고품질의 음향을 제공하면서 언제 어디서나 시청자가 원하는 프로그램을 자유롭게 선택하고, 개인용 컴퓨터처럼 다양한 서비스를 제공할 수 있는 지능형 TV를 의미한다.

일반적으로 방송서비스의 경우 송신기가 없이 수신기로만 구성되며, 또한 위성방송의 경우를 제외하고는 사용주파수 대역이 낮기 때문에 전체 요소 기술 중에서 RF 기술은 매우 작은 부분만을 차지하여 왔다. 하지만 최근에 이동수신을 목적으로 하는 위성 DMB(Digital Multimedia Broadcasting)에 대한 관심이 증가하면서 S-밴드 또는 L-밴드의 수신기에 대한 요구가 증가하고 있으며, 망 구성시 음영지역 해소를 위한 지상 중계기(Gap Filler)의 도입 등에 따라 RF기술에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다.



[그림 6] 차세대 텔레매틱스 차량 개념도



[그림 7] 위성 DMB 방송 구성도

2-5 IT SoC

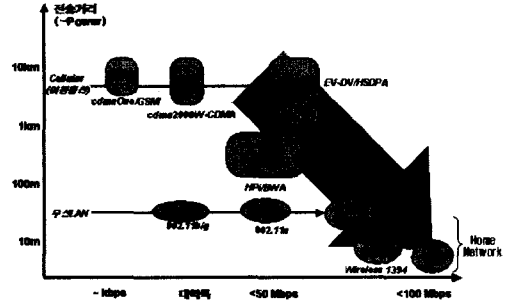
IT SoC는 정보통신기기의 경박 단소화, 다기능화를 가능하게 하는 비메모리 반도체를 의미하는 것으로 메모리 반도체에 비하여 부가가치가 높고 경기변동에 강하며 제품 경쟁력을 좌우하게 된다. IT SoC는 타성장동력을 구성하기 위한 핵심 기반기술이 되며 RF 기술 측면에서는 앞서 논의한 분야와 동일하므로 여기서는 자세한 설명은 생략하기로 한다.

III. RF 기술 발전동향

앞 절에서 살펴본 IT 신성장동력 품목의 요소기술인 RF 기술의 발전 동향을 알기 위해서는 먼저 각각의 성장동력 항목들이 요구하는 RF 기술의 일반적인 특성을 알아야 한다. 본 절에서는 사용하는 RF 기술을 결정하는 기본 요소를 크게 모뎀 방식, 사용 주파수 및 대역폭, 서비스 Coverage 등의 기술적인 부분과 소형화 여부, 저전압 환경에서의 동작, 다중대역 지원 등 산업적인 부분으로 나누어 분석하고자 한다.

3-1 기술적인 측면

먼저 기술적인 측면을 살펴보기 위하여 앞 장에서 설명한 IT 신성장동력의 주요 무선 기술을 요약하면 [그림 8]과 같다. [그림 8]은 RF 기술의 핵심



[그림 8] 향후 무선통신의 발전 방향

파라미터인 전송속도와 전송거리를 기준으로 주요 무선방식을 나열한 것이다. 전송속도는 대역폭을 의미하며, 전송거리는 최종 전력증폭기의 출력전력의 세기와 정비례한다. 그림에서 알 수 있듯이 향후 무선통신의 주요 연구방향은 과거의 고출력으로 넓은 전송거리를 구현하려는 단계에서 저전력으로 광대역 전송에 대한 연구가 대세가 될 전망이다. 또한 산업적인 측면에서는 다양한 규격의 전송방식을 수용하기 위한, 다중대역, 다중 모드 등의 단말기가 저가격으로 출시될 전망이다.

먼저 모뎀 측면에서 보면, 향후 모뎀 기술은 고속 즉, 광대역 멀티미디어 신호를 전송하여야 하기 때문에 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 같은 다중캐리어 변조방식이 사용될 전망이다. 이는 차세대 이동통신이나 디지털 TV에서 현재 실현되고 있으며, 이 경우 다수의 부반송파로 변조된 신호가 합하여져 전송되므로 전송신호의 진폭이 큰 변동을 보여 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 값이 단일 반송파 전송방식에 비해 매우 큰 특성을 보인다.

모뎀 방식에 따른 PAPR에 대한 요구조건은 다음 <표 1>과 같다. 표에서 알 수 있듯이 광대역 모뎀 방식으로 진화할수록 PAPR 특성에 대한 요구조건이 증가하고 있음을 알 수 있다.

이에 따라 기존의 QPSK 계열의 협대역 모뎀을 사

<표 1> 모뎀 방식에 따른 PAPR 특성^[18]

Air Interface	PAPR
AMPS single carrier	0 dB
GSM single carrier	1.5 dB
TDMA single carrier	3.5 dB
IS-95 single carrier	10 dB
WCDMA/UMTS single carrier	8~9 dB
IS-95 CDMA multi carrier	10.5 dB
WCDMA/UMTS multi carrier	12.2 dB
EDGE multi carrier	9 dB

용할 때보다 훨씬 더 높은 선형성을 갖는 전력증폭기가 요구되고 있다. 또한 전력증폭기의 선형성은 효율(Efficiency)과 상호 Trade-off의 관계가 있으므로 효율과 선형성을 모두 고려하여 전력증폭기가 설계되어야 한다. 국내에서 이 분야에 대한 연구는 매우 활발히 진행되어지고 있다^{[13],[14]}.

RF 기술에 있어 또 다른 요구사항은 위상잡음 특성이 매우 낮은 주파수 합성기를 필요로 한다는 점이다. 모뎀 방식에 따른 위상잡음 요구조건은 다음 <표 2>와 같다. <표 2>에서 알 수 있듯이 광대역 모뎀으로 갈수록 위상잡음 특성에 대한 요구조건이 증가하고 있음을 알 수 있다.

현재 RF MEMS(Microelectromechanical Systems) 기술이나 회로 설계 측면에서 위상잡음을 줄이려는 다양한 연구가 진행되어지고 있다^{[16],[17]}.

또한 향후 옥타브 이상의 초광대역 주파수 가변 범위의 다중 캐리어 사용시 문제가 되는 주파수 offset 등이 향후에 주파수 합성기 연구의 주된 주제가 될 것으로 사료된다.

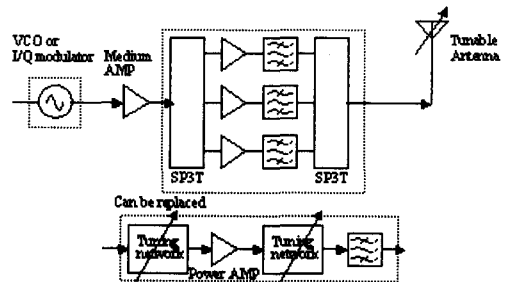
<표 2> 모뎀 방식에 따른 위상잡음 규격^[15]

Modulation scheme	Phase Noise
BPSK	-85 dBc/Hz @ 100 kHz
QPSK	-90 dBc/Hz @ 100 kHz
16 QAM	-90 dBc/Hz @ 10 kHz

또한 향후의 모뎀 방식은 SDR(Software-Defined Radio)과 같이 하나의 고정된 전송방식이 아니라 전 파환경에 적절히 대처해 나가는 고속의 적응형 방식으로 발전할 것으로 전망된다. 적응형 RF 시스템은 최근 각광을 받고 있는 MEMS 기술이나 기술 진보 속도가 빠른 DSP 기술을 이용하여 활발한 연구가 수행되어지고 있고, Reconfigurable system, Smart RF system, Intelligent RF system 등 다양한 이름으로 연구가 수행되어지고 있다. MEMS 기술이 발달하여 RF전단에서 채널선택을 할 수 있을 정도로 높은 Q 값과 고주파 특성을 갖는 가변 필터가 설계된다면 그동안 IF 대역에서 채널 선택을 하기 위해 사용되어온 슈퍼헤테로다인 방식의 송수신기를 벗어나 직접변환 방식, Low-IF 방식의 송수신기가 광범위하게 사용되어질 수 있을 것이다[그림 9].

하지만 MEMS 기술이 단말기에 적용될 정도로 기술의 신뢰도가 높아지고 가격이 낮아지기는 당분간 어려우므로, 여전히 RF 회로의 특성은 광대역 및 넓은 동작영역을 필요로 한다. 즉, 이러한 적응형 RF 시스템의 RF 전단의 아날로그 회로는 그 기본 구성은 간단하여지나 다양한 모뎀 방식을 지원할 수 있도록 RF 회로를 구성하여야 하므로 RF 회로의 선형성 및 낮은 위상잡음 특성에 대한 요구조건은 더욱 까다로워질 전망이다^[18].

사용 대역폭과 서비스 커버리지 측면에서 RF 기



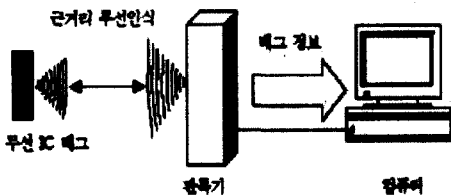
[그림 9] 3중 밴드 송신기와 MEMS 필터에 의한 소형화

술의 경향은 향후 유비쿼터스 환경에서 요구하는 개인망의 발전추세에 따라 초단거리에서 광대역 신호를 전송하는 방법에 대한 연구가 활발해질 전망이다.

과거에는 망 구축 측면에서 보다 많은 사용자를 수용하는 공중망이 RF 기술의 발전을 이루는 근간이었으며, 그 대표적인 예가 CDMA로 대표되는 이동통신망이다. 하지만 국내의 망이 고도로 발달된 지금은 10 m 이내의 근거리에서 광대역 신호를 전송하려는 요구가 향후 RF 기술을 주도할 예정이며 그 대표적인 예가 RFID와 UWB라고 할 수 있다 [그림 10].

RFID는 전파를 이용해서 비접촉적인 방법으로 물체를 식별하므로 전파의 사용은 필수적이다. 기존의 135 kHz, 13.56 MHz 대역의 RFID는 단순한 데이터 식별에 응용되었으나 보다 많은 데이터 전송을 위해서 UHF 대역, 2.45 GHz 대역의 RFID에 대한 요구가 증가되고 있다. RFID가 상용화되기 위한 가장 중요한 요인은 전기적인 성능면에서는 저전력화이고, 경제적인 면에서는 소형화와 저가격화이다. 전체 RFID 가격 중 IC 칩이 차지하는 비중이 60~80%이므로 하나의 칩에 안테나, RF 회로 및 프로세서 모두를 집적하여 저가로 구성할 수 있도록 연구가 진행되고 있다.

UWB의 경우는 초기 짧은 단일 펄스에 의해 광대역 주파수 특성을 얻는 방식에서 현재 OFDM, Multi-Band 등 여러가지 방식으로 발전된 상황이며,



[그림 10] RFID 시스템 구성도

<표 3> 근거리 무선통신 방식 기술 비교^[21]

	802.11b	802.11a	Bluetooth	UWB
주파수	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	3.1~10.6 GHz
최대 전송속도	11 Mbps	54 Mbps	1 Mbps	480 Mbps
거리	50~100 m	20~30 m	5~10 m	<5 m
채널수	3	12	79	Mode 2: 7개
단가	\$20 이하	\$30 이하	\$10 이하	\$12 예상 (2007)
변조방식	DSSS	OFDM	GFSK/FHSS	MB-OFDM

각각의 방식들은 IEEE 등과 같은 국제 표준화 회의에서 활발히 논의되고 있다. <표 3>에 여러 근거리 무선 통신 방식을 비교하였으며, UWB 방식이 초단거리에서 광대역 신호를 전송하기에 적합함을 알 수 있다.

UWB의 경우도 RFID와 같이 저가로 소형화 구현이 매우 중요하다. 또한 3.1 ~ 10.6 GHz의 광대역 전송이 가능하여야 하므로 기존의 RF 및 안테나 기술을 광대역화하려는 연구도 병행되어 진행되어야 한다.

기술적인 측면에서 보다 높은 주파수를 사용하려는 연구는 RF 회로의 태동기부터 계속되어 왔으나 현재 주파수가 높아지므로 발생하는 회로 설계의 어려움, 적당한 전력소자의 부족 등으로 인해 여전히 밀리미터파 대역의 확산은 어려울 전망이다. 오히려 주파수 이용효율이 높은 모뎀 방식의 발달에 따라 기존에 사용 가능한 주파수 대역의 효율적인 재사용에 대한 연구가 더욱 활발해질 전망이다.

3-2 산업적인 측면

앞 절에서는 기술적인 측면에서의 RF 기술의 발전 동향을 살펴보았다. 본 절에서는 산업적인 측면에서 향후 RF 기술의 발전 방향을 살펴본다. 산업적

인 측면에서 RF 기술은 소형화, 저가격화, 저전력화, 멀티모드화로 대변될 수 있다.

먼저 회로 설계 측면에서 RF 기술의 발전방향을 보면 앞서 살펴본 바와 같이 저전력 설계가 관건이 될 것이다. RF 회로에서 대부분의 전력을 사용하는 것은 전력증폭기이므로 RF 회로의 저전력화를 이루기 위해서는 저전압에서 동작하는 고효율 전력증폭기를 구성하는 것이 매우 중요하다^[23].

전력증폭기의 경우 저전압 동작시 전력소자의 출력 임피던스가 낮아지게 되므로 이를 고려하여 매칭 회로를 설계하여야 하며, 또한 낮은 Knee 전압을 갖는 반도체소자의 사용이 필요하게 된다. 저전압 고효율 증폭기는 기본적으로 선형성이 나쁘므로 앞의 모뎀 방식에서 요구되는 선형성 요구조건과 모순이 된다. 따라서 저전압, 고효율, 고선형성 특성을 갖는 전력소자의 설계를 위한 전력소자의 정확한 모델링 및 설계 기법의 고도화에 대한 필요성이 지속적으로 증가될 전망이다.

사용 측면에서는 앞 절에서 살펴본 SDR과 같이 하나의 RF 모듈로 다양한 통신방식을 지원하는 집적화된 RF 회로에 대한 요구조건이 증가하고 있다. 따라서 고집적화를 위한 SOP(System-on-Package) 기술 및 MCM(Multi-Chip-Module) 기술에 대한 요구조건이 증가될 전망이며, 또한 공간을 효율적으로 사용하는 신뢰성있는 패키징에 대한 연구도 지속될 전망이다. 또한 앞에서 살펴본 바와 같이 RF MEMS 기술을 이용하여 그동안 RF 회로의 집적화에 장애가 되었던 필터 등의 수동 소자들을 칩속으로 집적화하려는 연구가 활발히 진행되고 있다.

반도체 공정의 경우 가격이 낮은 화합물 반도체보다는 Si-계열의 반도체를 이용한 회로 집적화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 전력 증폭 회로에는 LDMOS, InGaP, HBT, CMOS, SiGe HBT 등의 첨단 소재들이 경쟁하고 있는데, 기지국용 전력 소자로는 LDMOS가, 단말기용으로는 HBT가 대

세를 이루고 있다.

마지막으로 RF 회로의 필수 분야인 안테나에서 요구되는 요구조건을 살펴보면 안테나의 경우는 UWB, SDR 등에서 살펴보았듯이 여러 통신방식을 하나의 안테나로 송수신하기 위해서는 멀티밴드 및 광대역 안테나에 대한 요구가 증가할 것이다. 또한 소형 경량의 단말기에 집적화될 수 있는 소형 안테나에 대한 요구조건도 앞으로 지속될 전망이다. UWB 안테나의 경우는 초광대역 특성이 필요하므로 현재 적당한 안테나가 전무한 실정이다. 따라서 저가격으로 광대역 안테나를 구현하려는 연구가 활발해질 전망이다^[25].

IV. 결 론

앞에서 살펴본 바와 같이 정보통신부에서 의욕적으로 추진하고 있는 IT 신성장동력을 위한 유비쿼터스 환경에서의 광대역 통합망의 구축은 기본적으로 무선 환경을 바탕으로 하며, 따라서 무선통신을 위한 필수 기술인 RF 기술은 IT 신성장동력의 핵심 기술이 될 전망이다.

본 고에서는 IT 신성장동력 9대 품목에 대해 개략적인 소개와 더불어 RF 기술과 직접적으로 연관이 있는 품목에 대해서는 구체적으로 기술하여 이를 통해 향후 RF 기술의 발전 방향을 알아보았다. 주요 RF응용 분야로는 홈네트워크, 차세대 이동통신, 텔레매틱스, 디지털 TV 및 IT SoC 등이며 이러한 분야에서 요구하는 RF 통신의 요구조건을 살펴보았다.

이러한 요구조건에 따른 RF 기술의 발전 동향을 기술적인 측면과 산업적인 측면으로 나누어 분석함으로써 향후 IT 신성장동력 산업의 개발 과정에서 요구되는 RF 기술의 주요 이슈를 정리하였고 올바른 RF 기술의 연구방향을 제시하였다.

앞에서 살펴본 바와 같이 RF 기술은 IT 신성장동력의 핵심 기술로서 우리나라의 기술수준이 한 단계

더 진보될 수 있는 핵심기술로 타 산업에 영향력이 큰 고부가가치 기술이다. 이를 바탕으로 하여 앞으로 타 산업과의 연계 및 관련 기술의 축적 그리고 시스템 구축 측면에서 지속적인 관심과 투자가 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] 정보통신부, "IT 신성장동력 발전전략", 2003년.
- [2] 김완기, "이동통신 RF 부품 동향 및 기술개발 방향", 한국전자파진흥협회, 2001년 4월.
- [3] 송석일, 김영일, 김영진, "초고속 휴대용 인터넷 기술", 전자통신동향분석, 18(6), 2003년 12월.
- [4] 하정락, 김성희, 김대식, "4세대 이동통신의 비전", 전자통신동향분석, 18(5), 2003년 10월.
- [5] 박봉혁, 이재호, "무선 홈네트워크 기술", 주간 기술동향, 2003년 4월.
- [6] <http://www.zigbee.org>
- [7] <http://www.1394ta.org>
- [8] 문형돈, "텔레매틱스 기술 및 시장동향", 주간 기술동향, 1090호, 2003년 4월.
- [9] <http://www.telematicsresearch.com>
- [10] 임광선, "텔레매틱스 기술 및 산업 동향", 정보화기술 동향분석, 9(10), 2003년 10월.
- [11] 장병준, 염인복, 이성팔, "통신위성 중계기용 고신뢰도 RF 부품에 관한 고찰", 전자통신동향분석, 17(4), 2002년 8월.
- [12] P. B. Kenington, *High-Linearity RF Amplifier Design*, Artech House, 2000.
- [13] 노윤섭, 김지훈, 김기영, 박철순, "이동통신 단말기용 MIC 전력증폭기의 기술동향", 한국전자과학기술지 전자과학기술, 14(4), pp. 2-12, 2003년 10월.
- [14] 김범만, 이재혁, 우영윤, 차정현, "기지국용 전력 증폭기의 최근 핵심 기술", 한국전자과학기술지 전자과학기술, 14(4), pp. 13-22, 2003년 10월.
- [15] Carmago, *Design of FET Frequency Multipliers and Harmonic Oscillator*, Artech House, 1998.
- [16] 이문규, 류근관, 염인복, 이성팔, "낮은 위상 잡음을 갖는 위성중계기용 Enginnering Model 발진기의 비선형 설계", 한국전자과학기술지 논문지, 12(4), 2001년.
- [17] Gabriel M. Rebeiz, *RF MEMS - Theory, Design, and Technology*, Wiley Interscience, 2003.
- [18] Paul Burns, *Software Defined Radio for 3G*, Artech House, 2003.
- [19] 김동호, 조형동, 박기식, "외국의 UWB 기술 기준 제정 동향", ETRI 전자통신동향분석, 2003년 12월.
- [20] G. Roberto Aiello, "Invited - Challenges for Ultra-wideband(UWB) CMOS Integration", 2003 *IEEE MTT-S Digest*, pp. 361-364, Jun. 2003.
- [21] 김인환, 최문영, "UWB(Ultra wide-Band) 표준 및 응용 모델", TTA 저널, 제88호.
- [22] Ken Hansen, "Wireless RF Design Challenges", 2003 *IEEE MTT-S Digest*, pp. 3-7, Jun. 2003.
- [23] Tatsuo Itoh, *RF Technologies for Low Power Wirelss Communications*, Artech House, 2001.
- [24] 장병준, "60 GHz 주파수 대역의 무선통신 연구 동향", ETRI 주간기술동향, 1004호, pp. 1-11.
- [25] 문정익, 최동혁, 박성욱, "단말기용 소형 내장형 안테나 기술 동향", 한국전자과학기술지 전자과학기술, 14(2), 2003년 4월.
- [26] 장병준, 윤석환, 이윤덕, "UWB를 이용한 차량용 레이더 기술 동향 및 전망", ETRI 주간기술동향, 1135호, pp. 20-26. 2004년 3월.

≡ 필자소개 ≡

장 병 준



1990년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)

1992년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

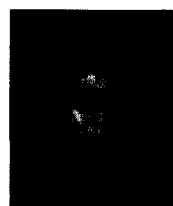
1997년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)

1995년 3월~1999년 1월: LG전자(주) 선임연구원

1999년 1월~2003년 9월: 한국전자통신연구원 통신위성개발센터 선임연구원

2003년 3월~현재: 정보통신연구진흥원 선임연구원
[주 관심분야] 마이크로파/밀리미터파 회로(MMIC, Hybrid) 설계, 무선통신시스템

이 문 규



1992년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학사)

1994년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학석사)

1999년 2월: 서울대학교 전기공학부 (공학박사)

1999년 2월~2002년 2월: 한국전자통신연구원 통신위성개발센터 선임연구원

2002년 3월~현재: 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 조교수

[주 관심분야] 마이크로파/밀리미터파 능동(MMIC, Hybrid) 및 수동 부품회로 설계