

3G 이후에도 저주파수 대역의 중요성은 지속된다.

윤 명 호  
KT 대외협력실

이동 통신 산업은 1970년도를 시작으로 지난 약 30년 동안 아날로그라는 서비스(1세대)를 제공하여 오다가 최근 10년 동안은 이동 통신 기술이 급속하게 진화하면서 불과 2~3년마다 새로운 통신 시스템을 구축하여왔다. 1995년 CDMA 또는 GSM(2세대)을 투자하였고, 2000년에 CDMA 1X, 2003년 EVDO, 2005년 WCDMA(3G), 2008년 HSPA 등을 투자하였다. 이동 통신 분야의 기술 개발 속도가 워낙 빨라 4세대를 준비해야 하는 상황이다.

이러한 빠른 기술 개발 성과는 고품질을 요구하는 소비자 편익으로 긍정적 측면이 있으나, 반면 이동사업자 입장에서는 경영에 상당한 risk로 작용할 수 있다. 왜냐하면 과거에는 한번 투자를 하면 상당한 기간 동안 투자비 회수가 가능하여 이익을 낼 수 있는 시간이 보장되었으나, 최근에는 기술 발전 속도가 너무 빨라 네트워크를 신중하게 구축하지 않으면 안 되기 때문이다. 하지만 새로운 기술에 대한 고객의 요구가 매우 높은 상황에서 새로운 투자를 하지 않으면 시장에서 퇴출될 수밖에 없는 상황이므로 새로운 기술 방식이 개발되는 경우 신규 투자를 할 수밖에

에 없는 상황이다.

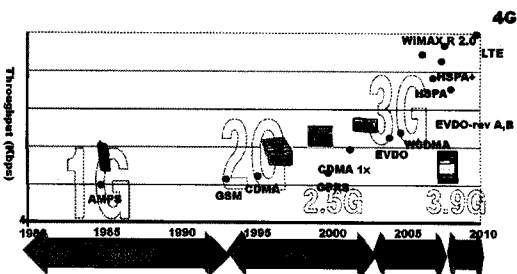
최근 미국의 이동 통신 사업자인 버라이즌은 4세대(4G) 이동 통신 기술인 롱텀 에벌루션(LTE)의 첫 번째 서비스 테스트를 성공적으로 완료했다고 한다. 외신에 따르면 버라이즌은 보스턴과 시애틀을 잇는 구간에서 음성 통화는 물론이고 파일 전송, 모바일, 웹 브라우징 등을 시연하는데 성공했다.

버라이즌의 최고 기술 책임자는 “시범 서비스의 성공으로 상용화 시에는 현재의 무선 광대역 서비스보다 빠른 초당 7~12 Mb의 속도가 나올 것으로 확신한다”고 했다.

버라이즌은 이번 테스트에서 연방통신위원회(FCC)로부터 경매로 할당받은 700 MHz 주파수 대역에서 알카텔루슨트와 에릭슨의 통신 장비를 활용하였고, 단말기는 삼성전자와 LG전자 단말기를 사용하였다고 한다.

한편, 버라이즌은 2010년부터 LTE 서비스를 본격 상용화해 30개 지역에서 1억명에게 서비스를 실시할 계획이며, 2013년까지 미국 전역에 LTE 서비스를 제공한다는 목표이다.

여기서 우리가 주목할 것은 최근에 ITU에서 글로벌 표준 대역으로 지정한 700 MHz 대역이다. 이미 신문지상에 많이 알려진 바와 같이 700 MHz 저대역을 포함한 1 GHz 이하 저주파수 대역은 주파수의 회절성이나 투과성, 굴절성 등이 뛰어나서 이동 통신 서비스를 제공하기에는 최적의 주파수라고 할 수 있다. 순수하게 주파수 측면에서 본다면 버라이즌이 주파수 효율성이 뛰어난 700 MHz 저주파수 대역을 통하여 전국망 서비스를 개시한다면 그가 가지고 있는 많은 장점들로 인해 고객들에게 상당히 어필할



\*KT 무선연구소 자료 참조

[그림 1] 무선 네트워크 기술망 진화 동향

수 있을 것으로 보여 미국 이동시장 경쟁 구도의 새로운 전환점을 맞는 계기로 작용할 것으로 예상된다. 왜냐하면 버라이즌 말대로 음성 통화 품질이 우수하고 무선 광대역 서비스가 가능한 고품질의 서비스를 제공한다면 시장에서 상당한 영향을 줄 것으로 기대된다. 특히 무척 빠른 속도로 무선 광대역 서비스가 제공되고 단말기의 기능과 유저 인터페이스(UI)가 확대되면서 무선 데이터 시장도 아이폰 이후 또 다른 모멘텀을 가져다 줄 것이다.

최근에 사업자마다 3G 또는 4G 서비스를 제공하거나 제공한다고 하는 데 독자의 이해를 돕기 위하여 간략하게 2G, 3G, 4G의 기술적 특성과 서비스의 특징을 언급하고자 한다.

일반적으로 알려진 바와 같이 통신의 기술 방식을 1G와 2G를 구분하는 것은 아날로그와 디지털 방식의 차이에 따라 세대를 구분하였다.

3G를 2G와 구분하는 것은 주파수 측면에서 면 대역폭을 1.25 MHz에서 5 MHz로 확대하였고, 3G에서

의 영상 통화와 일정 수준에서의 무선 데이터 사용이 가능하다고 하겠다. 4G인 경우, 주파수 대역폭이 5, 10, 15, 20 MHz 대역폭이 가능하고 3G보다는 월등한 속도가 제공되어 IPTV급 동영상 서비스가 가능하다. 과거 기차가 발명됨으로써 우리의 생활과 문화에 엄청난 변화를 가져온 것처럼 향후 통신의 속도가 빨라진다면 우리의 생활에도 많은 변화를 가져다 줄 것으로 예상된다.

최근에는 이동사의 통신 장비나 기지국 단가가 많이 떨어지고 있고 1위와 2위 사업자간에도 동일한 2.1 GHz 대역을 사용하고 있으므로 3G 이후부터는 저대역 주파수의 공정 배분의 필요성이 과거보다는 많이 희석된 것이 아니냐는 일부의 시각이 존재하나, 사실은 무선 데이터 수요가 더 높은 3G부터는 저주파수 대역의 필요성이 더욱 커진다.

OECD 주요 회원의 대부분 사업자는 2.1 GHz 대역을 IMT2000 대역으로 확보하여 3G 서비스를 제공하고 있으나 향후 무선 데이터 수요 확대 등을 고려

	2G	3G	3.5G	3.9G	4G
동용 명칭	CDMA	WCDMA	HSPA (HSDPA/HSUPA)	LTE	LTE-Advanced
Bandwidth(MHz)	1.25	5	5	1.4, 3, 5, 10, 15, 20	Scalable (Up to 100MHz)
Multiple Access	CDMA	WCDMA	WCDMA	OFDM/SC-FDMA	OFDMA
Duplex	FDD	FDD	FDD	FDD, TDD	FDD, TDD
Modulation & Coding	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: QPSK</li> <li>상향: QPSK</li> <li>Viterbi 코딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: QPSK</li> <li>상향: QPSK</li> <li>Turbo 코딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: 16QAM</li> <li>상향: QPSK</li> <li>Turbo 코딩 / HARQ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: 64QAM</li> <li>상향: 64QAM</li> <li>Turbo 코딩 / HARQ</li> </ul>	-
안테나 기술	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준: Tx Diversity</li> <li>실제 상용화 미적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준: Tx Diversity</li> <li>실제 상용화 미적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MIMO / Tx Diversity / Beamforming</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MIMO / Tx Diversity / Beamforming</li> </ul>
Latency (user plane)	< 2sec	40~100ms	20~40ms	< 10ms	< 10ms
최대 데이터 전송률 (Peak Data Rate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>IS 95-A: 9.6kbps</li> <li>IS 95-B: 64kbps</li> <li>1x: 153.6kbps (2.5G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: 2Mbps</li> <li>상향: 384kbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: 14.4Mbps</li> <li>상향: 5.76Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>하향: 172.8Mbps(2x2 MIMO)</li> <li>326.4Mbps(4x4 MIMO)</li> <li>상향: 86.4Mbps (1x2 MIMO)</li> <li>172Mbps (2x4 MIMO)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>요구조건 (100MHz BW가정)</li> <li>하향: 1Gbps / 상향 500Mbps</li> </ul>
Network Architecture	<p>Traditional</p>	<p>Traditional</p>	..... : Signaling	<p>Collapsed</p>	
주요 서비스	<ul style="list-style-type: none"> <li>음성 위주 CS 서비스</li> <li>일부 PS 서비스 (팩스 서비스 초기)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CS &amp; PS</li> <li>E-mail, 영상통화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CS &amp; PS</li> <li>Highspeed Internet Streaming 서비스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PS Only Network</li> <li>Voice는 VoIP</li> <li>Highspeed Internet</li> <li>Interactive Gaming</li> <li>MBMS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PS Only Network</li> <li>Voice는 VoIP</li> <li>IPTV 급 동영상 Display</li> <li>MBMS</li> </ul>

\*KT 무선연구소 자료 참조

[그림 2] 2G, 3G, 4G 특성 설명 도표

하여 추가 주파수 사용은 버라이즌의 사례처럼 저주파수 대역을 중심으로 우선 활용할 것으로 예상된다. 즉, 과거 1980년대 800 MHz/900 MHz 2G 용도로 사용하던 주파수를 최근 가입자 증가 및 무선 데이터 수요 증가로 저주파수 대역(800 MHz/900 MHz 등)을 3G나 4G 용도로 재사용하고자 하는 요구가 커지고 있는 것이다. 이미 저주파수 대역을 보유한 사업자 입장에서는 기존의 기지국 사이트나 시설 등을 재활용할 수 있고 주파수 특성이 뛰어나 적은 비용으로도 효율적인 투자가 가능하기 때문이다.

2007년 9월 영국 오프콤(OFCOM)에서는 900 MHz 와 1,800 MHz 주파수 대역 관련 자유화 방안 보고서에 저주파수 대역이 3G 시장에 미치는 영향을 분석하였는데, 그 내용을 간략히 소개하고자 한다.

“3G에서는 높은 데이터 전송 속도로 이용하는 서비스로 인해 2차 효과가 발생한다. 고속 데이터 서비스를 이용하기 위해서는 보다 강한 수신 신호가 필요하다. 바꾸어 말하면 셀 사이트보다 근접해 있거나 가용 주파수에서 보다 많은 양을 활용해야 한다. 이는 고속 데이터를 이용하는 셀의 커버리지는 지속 데이터 서비스 비중이 높은 셀에 비해 작아진다는 의미다.

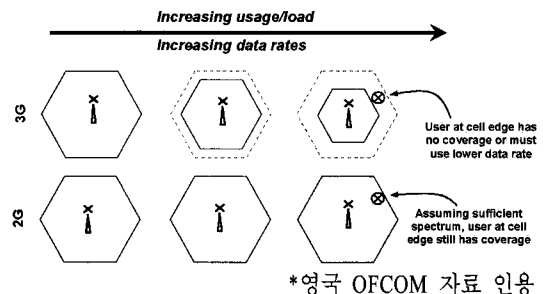
위와 같은 3G의 2가지 특성은 용량과 커버리지 관계와 관련해서 2G와 다른 결과를 가져온다. 3G에서는 용량과 커버리지가 보다 밀접하게 연관되어 있다. 즉, 보다 많은 용량을 확보하기 위해서는 커버리지를 희생해야 한다는 의미다. 그 반대의 경우도 성립한다. 이것이 용량과 커버리지가 독립적인 2G와 다른 점이며, 유저 수와 전송 속도 변화에 따라 셀 커버리지가 변하는 cell breathing이라는 효과를 가져오는 원인이 된다.

[그림 3]에서는 3G와 2G 시스템에서 용량과 커버리지 관계에 대한 일반적인 원칙을 나타내고 있다. 간략하게 말해서 높은 데이터 속도 또는 커버리지 이용량이 많으면 3G 셀이 줄어들어 커버리지 가장

자리에 있는 유저들은 서비스 품질이 저하되거나 불통이 될 수 있다는 의미이다. [그림 3]은 모든 조건이 동일하다고 가정하지 않는 상황에서 2G와 3G의 용량과 커버리지 관계를 비교한 것이다. 2G에서는 일단 최대 용량 수준에 달하면 새로운 유저에 대해서는 용량이 할당되지 않는다. 이들은 셀에 접속할 수 없기 때문이다.

위 논의에서 중요한 포인트는 3G의 경우 셀의 부담이 커지거나 높은 전송 속도가 필요한 경우 셀 가장자리에 있는 유저들은 서비스를 이용할 수 없다는 것이다. 셀 가장자리에 있다는 것은 기지국에서 보내오는 신호를 잃게 된다는 것이다. 신호를 잃을 수 있다는 것은 빌딩 내 이라도, 셀 가장자리에 있어 서비스를 이용할 수 없거나 3G 시스템을 이용할 수는 있지만 아주 느린 속도의 데이터 속도를 감수해야 한다는 것이다.

일반적으로 저주파수 대역은 빌딩과 같은 장애물을 통과하기가 쉽다. 이는 2G 시스템의 경우 빌딩의 보다 깊은 지역에서도 통과할 수 있다는 의미가 된다, 그러나 용량과 커버리지가 상충관계에 있는 3G에서는 고주파수 대역을 사용할 경우 빌딩 내 커버리지가 줄어드는 것뿐만 아니라 셀 내에 존재하는 유저와 기타 사람들이 활용할 수 있는 서비스(또는 최대 데이터 속도)가 감소하는 효과가 발생한다. 3G가 유저들간의 리소스를 공유하는 만큼 고주파수 대역을 활용하는 경우 전체 셀 용량이 감소하게 된다.



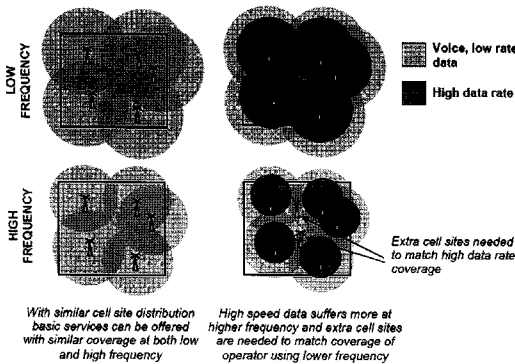
[그림 3] 2G와 3G 시스템에서 커버리지와 용량의 관계

[그림 4]에서는 고주파수 대역을 사용하는 이동사가 도심과 준 도심, 특히 빌딩내 어떻게 저주파수 대역을 사용하는 이동사와 상응하는 커버리지를 제공하기 위해 얼마나 추가적인 셀 사이트가 필요한지를 나타내고 있다. 그림에서는 음성과 속도가 느린 데이터 서비스는 동일한 셀 사이트만으로 충분한 커버리지를 확보할 수 있지만 고속의 데이터 서비스로 옮겨갈 경우 기존 커버리지를 유지하기 위하여 추가적인 셀 사이트가 필요함을 보여주고 있다.”

영국 오프콤(OFCOM)의 보고서에 설명한 바와 같이 향후 이동사의 망 진화 전략이 2G에서 3G, 4G 진화하고 있고, 3G 이후에는 광대역 무선 데이터 수요가 높아지기 때문에 저주파수 대역 활용이 향후에는 더욱 중요하게 부각된다는 사실을 보여주고 있다.

대부분의 주요 OECD 국가들도 향후 광대역 무선 데이터 수요를 고려하여 기존 2G로 할당된 주파수를 3G로 용도 변경하여 주면서 저 대역 주파수는 공정하게 배분하였거나 배분 중이다.

우리나라의 경우에도 KT가 2.1 GHz 대역으로 WCDMA(3G) 전국망을 구축하여 하나의 단말기로 어디를 가거나 무선 데이터를 사용할 수 있는 환경이 조성되었다. 아마도 2.1 GHz 대역으로 완벽하게 3G



\*영국 OFCOM 자료 인용

[그림 4] (고주파수 활용) 이동사가 고속 데이터 서비스 제공을 위해 추가로 필요한 셀 사이트

영국	경쟁활성화를 위해 무선주파수인 900MHz 대역 일부 회수 후, 주파수 미 보유 사업자에게 할당할 전방포지, 1.8GHz 대역에 대해서는 전면 용도 자유화 추진 예정
프랑스	기존 사업자들이 보유한 900MHz 주파수를 재편하여 사업시간 경쟁 분배하고 3G 용도로 허용 예정
독일	군용으로 사용하고 있던 900MHz 대역 주파수를 반환하여, 후발사업자에게 공경하게 분배하였으며, 향후 3G시장 활성화를 시 3G용으로 허용 예정
일본	NTT DOCOMO가 사용하던 800MHz 대역 WCDMA 용도변경을 허용하여 주되, 이미 할당한 2 x 25MHz 중 2 x 15MHz(100MHz)를 재할당하여 KDDI와 공동하게 2 x 15MHz(100MHz)를 사용하게 함 (선유발사업시간 경쟁분배)
스웨덴	900MHz 대역에서 3G를 구현할 수 있도록 기존 사업시간 GSM 할당 대역 공경하게 재조정 - 900MHz:1800MHz 대역의 일부를 회수하여 사업시간 재조정
네덜란드	기존사업자의 900MHz 대역 일부 회수하여 미보유 사업자에게 할당하는 방안 고려 중 - 기존 2개 사업자로부터 각각 2 x 7.5MHz 회수
핀란드	기존 200MHz 900MHz 주파수가 공경하게 할당되어 있는 바, 300MHz로 기존 사업자에게 용도 변경 허용
호주	800MHz:900MHz를 공경하게 분배하여 3G 용도로 용도 변경

\* ATLAS 해외의 주요국 회수/재배치 자료 인용

[그림 5] 해외의 주요국의 주파수 회수/재배치 사례

전국망을 구축한 것은 우리나라가 세계 최초인 것으로 알려지고 있다. 이는 KT가 기존 2G 서비스를 CDMA 기술 방식으로 서비스하고 있기 때문에 완전 다른 비동기 방식인 WCDMA 서비스를 제공하기 위해서는 어쩔 수 없는 선택이라고 하겠다. 단말기를 듀얼 모드로 제공하는 경우, 단말기 가격이 대폭 상승하기 때문이다. 결과적으로 후발 사업자의 전국망 투자는 기존 1위 사업자의 3G 전국망 투자를 유발시켜 우리나라에서 3G 시장이 활성화 되는 결정적 계기를 마련하였고, 삼성이나 LG 전자 등 단말 제조업체도 한 발 앞서 3G 단말기 개발을 추진함으로써 세계 시장에서 아주 잘 팔리는 상품 경쟁력을 확보하고 있다.

2007년 초 출시된 3G 단말기는 영상 통화 이외에는 2G 단말기와 차별성이 별로 없어 고객들에게 주목을 받지 못한 측면이 있다. 하지만 3G 시장이 급격하게 증가하면서 2008년 이후로 과거에는 예상도 하지 못할 정도로 단말기 기능과 유저 인터페이스(UI) 기술이 발전하고 다양한 콘텐츠 개발과 맞물려 무선 데이터 시장이 확대될 것으로 예상된다. 특히 과거에는 단말기 자체가 작아 보기도 어렵고 작동도 불편하고 화질에도 한계가 있었으나, 단말기 기능이 터치가 가능해지면서 조작이 쉽고 화질도 뛰어나 누구나 보기에 편리해져서 마야호로 무선 인터넷 시장이

크게 성장할 수 있는 기본적인 토대가 만들어지고 있다고 하겠다.

정부에서는 기존 저주파수 대역을 가지고 있지 않은 후발 사업자의 지속적인 요구와 저주파수 대역의 불공정 배분에 따른 이동 시장의 경쟁 제한성 심화를 고려하여 저주파수 대역에 대해서는 공정하게 배분하는 계획을 발표하였다.

하지만 저주파수 대역을 금년도에 할당하여도 사업자의 망 투자 및 준비 기간을 거쳐 2011년 중반이후에나 사용이 가능하여 주파수 측면에서 본다면 2012년경 이후 실질적인 경쟁이 가능하다고 하겠다. 2010년 이후 기존의 모든 사업자의 동등한 주파수 자원 배분과 010 번호 통합 정책이 적용되는 경우 결합 서비스와 맞물려 무선 데이터 시장에서 경쟁이

더욱 활성화 될 것으로 예상된다.

결론적으로 3G 시장 이후에도 저주파수 대역의 중요성은 해당 주파수가 가지고 있는 주파수의 특성으로 인해 지속될 것으로 예상된다. 따라서 정부는 조속하게 저주파수 대역을 보유하고 있지 않는 사업자에게 공정한 배분이 필요하며, 또한 이동 사업자들이 2G에서 3G로, 3G에서 4G로 쉽게 전환할 수 있도록 일관성 있는 010 번호 통합 정책 마련이 필요한 시점이라고 생각된다. 현재처럼 번호 사용율이 80~90% 이르는 시점에 완전 통합한다고 하기 보다는 디지털 TV 전환법처럼 명확하게 통합 일정을 사전에 제시하여 소비자의 불편을 최소화하는 것이 바람직하다고 본다. 궁극적으로 사업자간 공정 경쟁의 혜택은 모두 국민들에게 돌아갈 것이다.

≡ 필자소개 ≡

윤 명 호



현재: KT 대외협력실 사협협력2담당 부장