

# Smart Society 사회에서의 무선 Traffic 예측

홍 인 기

경희대학교 전자전파공학과

## I. 서 론

최근 smart 폰 등의 등장으로 무선 트래픽이 급증하고 있다. smart 폰이 본격적으로 등장하기 시작한 2009년 하반기부터의 이동 통신 트래픽 추이를 살펴보면, 2009년 7월에 210TB, 2009년 12월에 397 TB이던 것이 2010년 12월에는 4,269 TB로 무려 1,075 %의 증가율을 보였다. Smart 폰 가입자 수는 2009년 7월에 37만 명이었던 것이 2010년 12월에는 709만 명으로 증가하였다. 특이사항으로는 2009년 7월에 smart 폰 가입자는 전체 가입자 수 4,737만 명 중 37만 명으로 0.78 %였고, smart 폰 가입자가 발생시킨 트래픽은 2.4 TB로 전체 트래픽의 1.14 %에 불과하였으나 2010년 12월에는 smart 폰 가입자 수는 5,091만명 중 709만명으로 13.9 %로 늘었고, smart 폰 가입자가 발생시킨 트래픽은 3,852 TB로 전체 4,269 TB의 90.2 %를 차지하였다.

또한 2020년까지의 국내 무선 트래픽을 예측하기 위해서 2010년에 2개의 기관에서 ITU-R rec. M.1768, ITU-R Rec. M-1390에 근거하여 각각 독립적으로 무선 트래픽을 예측한 바 있고, 또한 이와 별도로 주로 smart 폰 사용자 증가와 smart 폰에 의한 트래픽 증가를 고려한 무선 트래픽 예측이 진행된 바 있다. 3개의 연구 결과를 비교했을 때 모두 비슷한 결과를 보여 2020년에는 최소 약 8,100 TB에서 최대 약 12,000 TB 정도의 트래픽이 발생되고, 소요 주파수는 최소 약 411 MHz에서 최대 약 600 MHz로 추가로 약 220~400 MHz의 주파수 할당이 필요한 것으로 분석되었다. 이러한 분석 결과는 영국, 일본, 미국의 예측에 비해서는 다분히 보수적인 예측 값인 것으로 분석되었고, 이러한 보수적인 분석에 의해서도 현재 주파수

대비 약 2, 3배의 추가 주파수가 필요한 것을 시사하였다. 그러나 이러한 연구가 진행되던 시점에 있어서는 smart 폰 서비스가 시작된 지 얼마 안되어서 이동통신 트래픽에 미치는 영향을 분석하기에는 충분한 자료로 활용할 수 없었고, 그에 따른 사회 현상 등을 파악하기 어려운 시점이었다. 실제로 무선 데이터 트래픽이 폭발적인 증가를 보이기 시작한 시점은 2010년 8, 9월경인 것으로 나타났고, smart 폰 가입자들이 여러 가지 이동 통신 응용 서비스를 본격적으로 사용하기 시작하였다는 것을 의미하며, 이는 이제 smart 폰을 통한 여러 가지 서비스가 보편적인 서비스로 자리 잡기 시작하였다는 점을 시사한다.

이와 같이 smart 폰 사용이 증가하면서 이동 통신 트래픽이 급속도로 증가하고 있어 생각보다 빠른 시일 내에 이동 통신 주파수는 포화되고 더 이상 양질의 이동 통신 서비스가 불가능해질 것으로 예측되기 때문에, 우리나라를 포함하여 선진 각국에서는 향후에 도래하게 될 smart society에서의 무선 트래픽 예측을 다양한 방법으로 수행하고 있다.

우리나라에서는 smart 폰이 활성화되면서 무선 트래픽이 급증하고 있기 때문에 smart 폰에 의한 무선 트래픽 증가가 큰 관심을 받고 있지만, 이와 더불어 smart 폰 사용자의 사용 패턴 변화, smart 폰을 통한 새로운 응용 서비스의 등장 및 활용 등을 포함하여 smart 폰 이외의 다른 무선 기기에 의한 트래픽이나 새로운 응용 서비스도 고려되어야 할 것이고, 더 나아가 사회가 어떻게 진화하느냐에 따라서도 무선 트래픽 발생이 달라질 것이다.

2009년 상반기에 영국 Ofcom에서는 이러한 여러 가지 사항을 고려한 무선 트래픽 예측 및 그에 따른

주파수 부족에 대한 보고서를 발표한 바 있다<sup>1)</sup>. 현재와 미래에 발생할 대부분의 무선기기, 무선 서비스 제공 시스템, 응용 서비스를 포함하여 사회 발전 시나리오까지를 모두 고려하여 무선 트래픽을 예측하였다.

본 고에서는 smart society에서의 무선 트래픽에 대한 예측을 위하여 영국의 Ofcom의 보고서를 요약 정리하였다. 주관적인 관점에서 요약 정리하였기 때문에 Ofcom 보고서와 거리가 있을 수 있음을 미리 밝히고, 보다 정확한 이해를 위해서는 원 보고서를 참조하길 바란다.

## II. 영국 Ofcom의 미래 무선 트래픽 수요 예측

이동 통신 관련 산업이 발전함에 따라 전파 자원의 수요가 급증하여 스펙트럼의 경제적 가치는 계속적으로 높아지고 있다. 따라서 주파수의 활용을 극대화할 필요성이 제기되고 있다. 영국 Ofcom에서는 2009년 4월에 "Predicting Areas of Spectrum Shortage"라는 보고서를 통하여 Cellular, Short Range Wireless, Broadcast TV and Radio, Fixed Wireless Access(FWA)의 미래의 주파수 스펙트럼의 소요량을 예측하였고, 본 절에서는 이를 요약 정리하였다.

### 2-1 개요

영국 Ofcom의 보고에 따르면 현재뿐 아니라 미래 역시 충분한 무선 주파수가 필요하고, 이러한 필요성을 알리기 위해 미래에 다양한 서비스를 위한 스펙트럼의 수요량을 많은 기관에서 예상하고 있다. 하지만, 대부분의 보고서에서 스펙트럼 수요에 따른 관련 설명과 새로운 기술이 많은 스펙트럼이 요구된다는 것이 언급되지 않고 있다. 비록 스펙트럼의 미래 요구를 정확히 알 수는 없지만 잠재적 미래의 수

요와 미래 스펙트럼 부족 현상이 심화되는 경향 등을 모델화할 수 있을 것이다. 기존의 것과 새로운 응용 프로그램의 성장, 새로운 기술의 발전, 네트워크, 사용 가능한 스펙트럼에 기초하여 미래 스펙트럼의 요구와 잠재적 미래사회의 시나리오에 따라 무선 트래픽을 예측하였다. 이러한 모델들은 향후 15~20년 후의 잠재적 주파수 소요량에 관한 분석을 제공하고, 미래의 사회에 대한 이해를 가능하게 한다. 절대적인 스펙트럼의 요구에 대한 연구를 할 때는 새로운 응용 서비스의 성장에 따른 요구와 더 큰 시스템 효율성과 주파수 효율이 증가하는 것을 함께 고려하여야 하고, 또한 다양한 미래 사회의 발전 가능성을 토대로 고려해야 할 것이다. 또 한 가지 중요한 요소가 이동통신 가용 주파수와 가격 등의 시장 요소이다. 만약 통신사가 잠재적 요구에 충분한 대역폭을 가지고 있지 않고 비용의 효율성을 해결할 수 없다면 그들은 많은 대역폭을 요구하는 새로운 응용 서비스의 도입은 느려질 것이다. 지금까지 서비스를 이용해 왔고, 이러한 서비스에 익숙해져 있는 사용자들은 이러한 문제에 대해 주목하지 않을 것이지만, 대역폭 사용에 대한 많은 비용을 지불해야 하는 통신사들 뿐만 아니라 시장에서 응용 서비스를 장려하는 사람들 역시 복잡한 관계에 놓일 것이다. 따라서 '스펙트럼의 압박'과 '잠재적 부족'을 직시하여 공급을 초과하는 수요의 위험을 예상해야 한다.

#### 2-1-1 미래 주요 네트워크 서비스의 종류

본 연구에서 고려하는 6종류의 주요 네트워크는 다음과 같다.

- Cellular(mobile device to/from fixed transmitter/receiver)
- Short Range Wireless(device to another nearby device)

1) Ofcom, Final Report Predicting Areas of Spectrum Shortage, 7 April 2009.

- Broadcast TV and Radio(fixed transmitter to multiple devices, one way, video and audio)
- Broadcast Radio(fixed transmitter to multiple devices, one way, audio only)
- Fixed Wireless Access(nomadic or fixed device to/from a fixed transmitter/receiver).
  - Backhaul (Directional microwave links between fixed points)

여기서 Backhaul 네트워크는 특정 목적, 특정 사용자에게 의한 수요로 주파수 수요가 많지 않기 때문에 고려 대상에서 제외하였다.

이러한 각각의 서비스 네트워크에서 제공되는 주요 응용 서비스(application)와 기술(technology)들은 다음과 같다.

- Technology - 2G, 2.5G, 3G, Mobile WiMAX, WiFi, UWB, DAB, DVB-T, DVB-H와 Microwave Backhaul
- Application - Voice, Messaging, E-mail, Gaming, Streaming Video, P2P, M2M, TV, Radio

[그림 1]에 이들 서비스와 기술, 응용 서비스 간의 관계를 나타내었다.

### 2-1-2 현재의 주파수 할당 대역과 주파수 대역폭 (영국)

지금까지는 100 MHz~10 GHz에 초점을 맞춰왔다. 여기서 좀 더 세분화하여 Cellular와 Broadcast의 영역에 초점을 맞추려고 한다. 이러한 영역은 대략 3-400 MHz~4 GHz를 기준으로 생각해 볼 수 있다. 스펙트럼의 요구를 분석할 때 이러한 주파수의 범위는 너무 방대하여 다음의 주요 주파수 대역을 고려한다.

- 100-300 MHz: Broadcast Radio
- 300-1,000 MHz: Broadcast TV, Cellular
- 1,000-4,000 MHz: Cellular, Short Range Wireless
- 4,000-10,000 MHz: Backhaul, Satellite Broadcasting

[그림 1] 네트워크 서비스, 응용 서비스, 기술 관계

[그림 2]와 [그림 3]은 현재의 Technology와 Service 대역 및 할당 대역폭을 보여준다.

### 2-1-3 주파수 소요량 분석

[그림 4]는 스펙트럼 소요량 분석을 위한 전체적인 방법을 나타내었다. Service의 요구, 주파수의 요구 그리고 주파수의 부족과 과잉에 대한 양을 측정할 수 있는 지표로 활용될 수 있다.

[그림 4]는 각 Service를 이용하는 사용자들의 숫자와 이에 따른 Traffic의 예측인 Service Demand, Network를 사용하는데 있어 필요한 주파수를 비교분석하여 주파수의 부족과 과잉을 수량화하고, 시간의 흐름에 따른 변화를 예측하는 것을 모델링 한 것이다.

6가지 서비스 네트워크 중에서 주파수 수요 면에 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 보이는 Broadcast Radio와 Backhaul을 제외한 나머지 4가지 서비스 네트워크에 대한 미래 예측은 다음과 같다.

#### 2-1-3-1 Cellular

2008~2025년의 각 Service 요구를 예상하고 가정해 보았다. [그림 5]는 Cellular Service를 사용하는 사용자들의 각각의 Application에 대한 예상 수요량을 예측한 것이다.

대체적으로 각각의 Application에 대해 증가의 양상을 보이나, P2P Uplink에서는 감소의 형태를 보인

Service	Technology	Spectrum Band	Comments re which band	Comments re 2008 allocation	Spectrum allocation "100MHz to 10GHz" 2008
Cellular	2G/2.5G 900MHz GSM/GPRS/EDGE	900MHz	Shared with 2.5G	2 Operators x 17.2MHz paired each	70MHz
	2G/2.5G 1800MHz GSM/GPRS/EDGE	1,800MHz	Shared with 2G	2 Operators x 30MHz paired each, 2 Operators x 5.8MHz paired each	140MHz
	3G UMTS	2,100MHz	Shared with 3.5G	5 Operators, 10-15MHz paired each, ignore TDD	120MHz
	3.5G (HSPA)	2,100MHz	Possibly 2,600MHz as well	Included in 3G	---
	4G LTE	2,600MHz	Possibly 1800MHz, 2600MHz, 3000+MHz	None in 2008	---
	Mobile WiMAX	2,600MHz	Can use other bands e.g. 2100MHz	None in 2008	---
	MBMS	2,100MHz	Assume this eventually takes the TDD spectrum at 2,100MHz	20MHz TDD at 2100MHz (used eventually)	20MHz
	3G/3.5G/4G Expansion	900MHz	And/or 700MHz	None in 2008	---
Short Range Wireless	Analogue Cordless	30MHz		All of the allocation is below 100MHz	---
	DECT	1,880MHz		20MHz	20MHz
	Bluetooth	2,400MHz		Same spectrum as WiFi - 2,400MHz	---
	UWB	5,200MHz	3,400MHz to 10,600MHz	Assume 5150-5725MHz as per UK FAT	~500MHz <sup>5</sup> (effective/shared)
	WiFi	2,400MHz, 5,800MHz		2400MHz to 2483MHz	83MHz ~500MHz

[그림 2] 이동통신 기술 (2008년)

Service	Technology	Spectrum Band	Comments re which band	Comments re 2008 allocation	Spectrum allocation "100MHz to 10GHz" 2008
Broadcast Radio	Analogue (FM)	100MHz	88MHz to 108MHz	88 to 108MHz	20MHz
	DAB	200MHz	174MHz to 230MHz	20MHz allocated for radio: 12 x 1.7MHz multiplexes, 7 of which are currently used	20MHz
	DRM	100MHz	FM (and AM) band	Nil	---
Broadcast Television	Analogue TV	700MHz	470MHz to 860MHz	4.5 channels x 8MHz x reuse of 6	216MHz
	DVB-T	700MHz	470MHz to 860MHz	6 Muxes x 8MHz x reuse of 3 - 5 depending on coverage assumption (5 for 98-100% pop coverage)	168MHz
	DVB-H	700MHz	470MHz to 860MHz	Nil, other than some testing	---
	DVB-T2	700MHz	470MHz to 860MHz	Nil	---
	DVB-S	11,000MHz	Satcoms bands - 11-12GHz	All available spectrum (potentially 500+MHz) is above 10 GHz	---
Fixed Wireless Access	Fixed WiMAX	As "Proprietary" below	As "Proprietary" below	Some or all may conceivably shift to mobile, or to other FWA technologies	84 MHz
	TC/CDMA	As "Proprietary" below	As "Proprietary" below	Nil	---
	Proprietary	3,600MHz, 5,800MHz	Or others e.g. 2100MHz / 2600MHz / 3400MHz	Nil	---

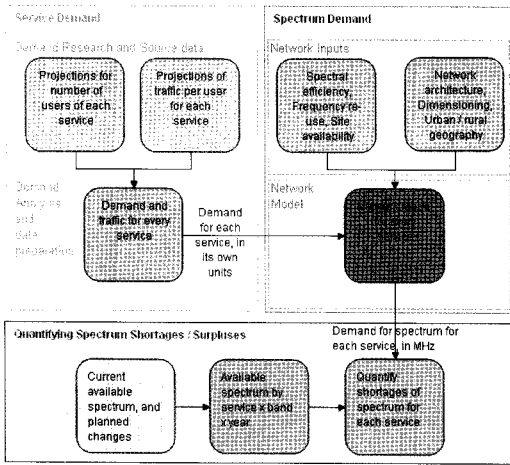
[그림 3] Broadcast & Fixed 기술(2008년)

다. 다른 Session 타입들의 혼합되는 형태가 변화함에 따라 P2P의 Uplink 평균 데이터양은 적어질 것이라고 예측된다. 이러한 수치적 해석에 따른 전체 Application 사용자 수, 음성 트래픽의 사용량, 다른 Application의 사용량을 예측한 그래프를 [그림 6]에 나타내었다. [그림 6]에서와 같이 미래에는 사용자

수와 Traffic의 비선형적 증가를 확인할 수 있다.

### 2-1-3-2 Short Range Wireless

Short Range Wireless에는 여러 가지 Technology가 있지만, 주요 기술은 아래의 세 가지가 될 것으로 예측된다.

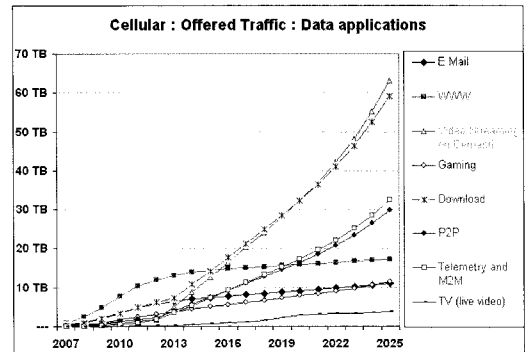
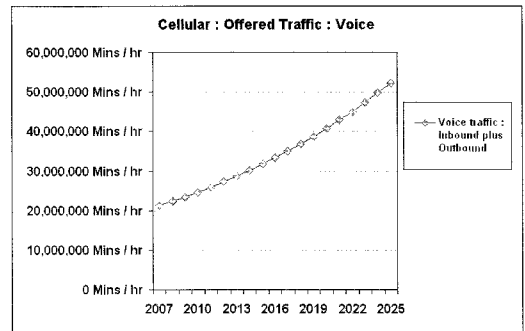
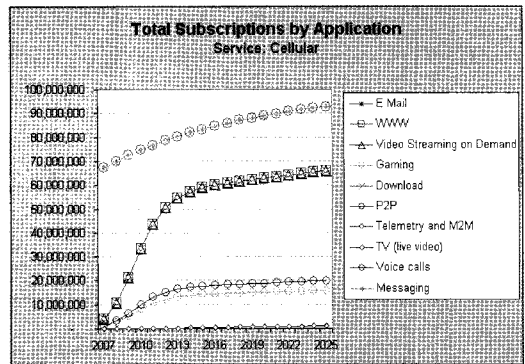


[그림 4] 주파수 과잉/부족과 서비스 요구에 대한 모델링

Application	Sessions per month / user		Data per session Uplink (KB)		Data per session Downlink (KB)		
	Year	2012	2020	2012	2020	2012	2020
E Mail		39	50	436	436	1743	1743
WWW		49	52	454	454	3175	3175
Video Streaming		5	78	189	189	4725	4725
Gaming		26	52	288	288	7200	7200
Download		12	78	189	189	4725	4725
P2P		47	260	172	126	2231	2372
Telemetry & M2M		10122	86619	1.09	1.09	1.44	1.28

[그림 5] 셀룰러 서비스를 고려하기 위한 파라미터 (Source: UMTS Forum)

- Wi-Fi - 무선 접속 장치(AP)가 설치된 곳의 일정 거리 안에서 초고속 인터넷을 할 수 있는 근거리 통신망(LAN)이다. 전파나 적외선 전송 방식을 이용하며, 홈 네트워킹, 휴대전화, 비디오 게임 등에 사용된다. 개인용 컴퓨터 운영 체제, 고급형 게임기, 프린터, 다른 주변기기를 지원할 수 있고, 이러한 Wi-Fi 기술을 사용하는 응용 서비스로는 VoIP, E-mail, Data Application, Mobile IPTV, Radio 등이 있다.
- Bluetooth - Cellular와 Cellular 또는 Cellular과 PC 간에 사진이나 벨소리 등 파일을 전송하는 무선 전송 기술을 말한다. 케이블을 대체하고 소비



[그림 6] 셀룰러 Application에 따른 전체 가입자, 음성 트래픽, 전체 제공 트래픽

전력은 적으면서 값싼 무선 인터페이스를 제공하기 위해 만들어졌다.

- Ultra Wide Band(UWB) - Short Range에서 낮은 전력으로 넓은 주파수 대역을 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선 기술로 GHz 대의 주파수를 사용하고, 초당 수천~수백만 회의 저출력 펄스로 이루어진 것이 특색이다. 초

고속 인터넷 접속, 레이더 기능, 전파 탐지기 기능 등 응용 범위가 광범위하다.

[그림 7]에 미래의 사용자수와 Traffic, 총 제공될 Data Traffic에 대해 나타내었다.

### 2-1-3-3 Broadcast TV와 Radio

Cellular와 Short Range Wireless의 경우, 사용자의 요구에 따라 주파수 수요가 달라지지만 Broadcast의 경우에는 Channel, Station, Stream 수에 따라 주파수 수요가 달라진다. 그러므로 Channel의 수와 콘텐츠의 Stream 크기가 Input을 결정하는 중요 요소가 되고, 이러한 Broadcast의 요구를 수량화 하는 것은 쉽지 않다. 이론적으로 방송국들은 추가적인 Channel을 갖고 싶어 한다. 실제적으로 Cellular Service로부터 Channel을 따내기란 쉽지 않으며, 공평한 경쟁에서 Cellular Operator와 경쟁한다 해도 가능성이 크지 않

을 것이다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 방송국은 더 이상의 경쟁과 주파수대에 대한 욕심을 버리고, 현재 주어진 스펙트럼에 대한 효율성을 높이는 방안을 찾아야 한다. Broadcast TV & Radio의 주요 기술은 다음과 같다.

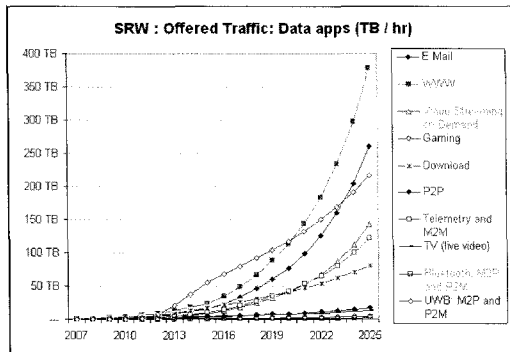
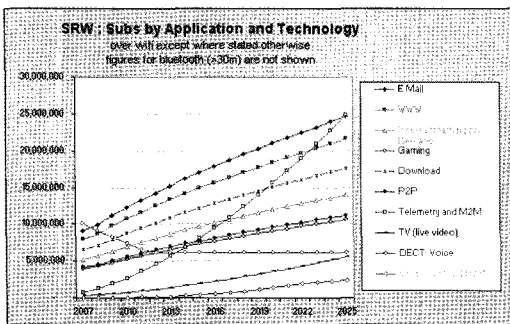
- Broadcast TV - Analogue TV, DVB-T, DVB-H, DVB-T2, DVB-S
- Broadcast Radio - AM, FM, DAB, DRM

Broadcast Radio의 수요가 현재의 요구에 충족된 이후 약 60개의 Channel로 지속될 것이라 가정했다. 그리고 이 연구에서는 DVB-S는 고려하지 않았다.

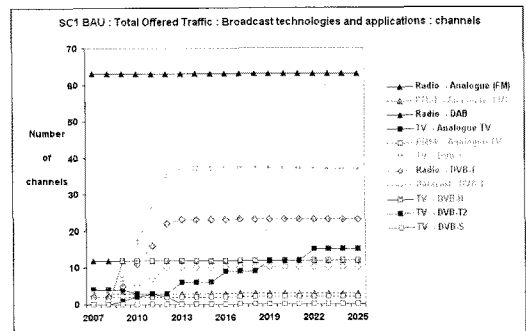
### 2-1-3-4 Fixed Wireless Access

Fixed Wireless Access(FWA)에게 주어진 트래픽은 SRW-Wi-Fi와 같은 방식으로 측정되어진다. 그러므로 FWA의 이용자 숫자만 계산하여 이에 따른 미래의 수요량에 대해 고찰하였다. 2005년 FWA의 실제 사용자수는 Fixed Broadband의 이용 비율에 따라 정의하였고, 이것은 Fixed Broadband Connection의 1~2%에 해당하는 것으로 예측하였다.

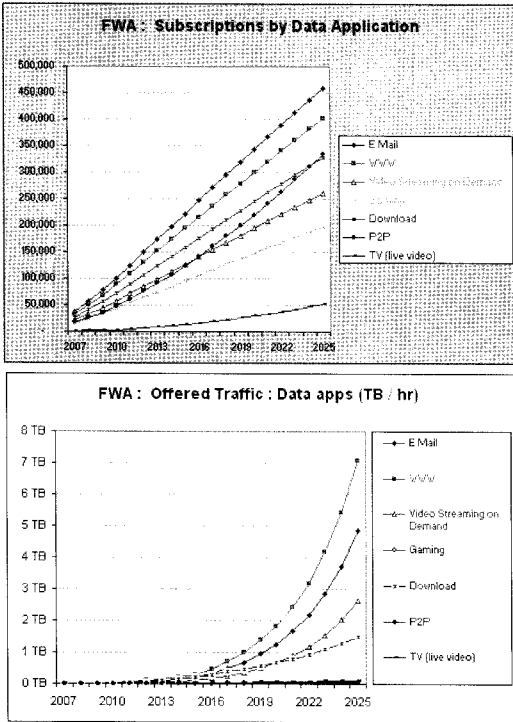
[그림 9]는 Fixed Wireless Access의 모든 사용과 사용된 모든 Traffic에 대한 예측을 그래프로 나타낸 것이다.



[그림 7] SRW Application에 따른 전체 가입자 수와 발생 트래픽



[그림 8] Broadcast TV와 전체 발생 트래픽(Number of Channel)



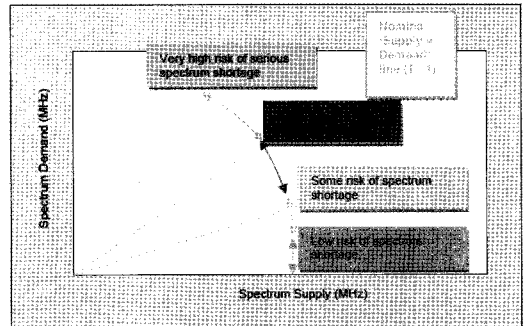
[그림 9] Fixed Wireless Access - 전체 가입자수와 전체 발생 트래픽

2-14 각 Service의 수요 증가와 스펙트럼 영향

여기서는 Network Technology의 미래 발전에 따른 Service 요구의 증가와 스펙트럼의 부족에 대해 고려하였다.

주파수 공급과 요구에 따른 추가 주파수 필요에 따른 결과를 [그림 10]에 나타내었다.

[그림 10]에서 가운데를 지나는 수요와 공급이 1:1 관계를 이루는 Nominal 'Supply=Demand' 직선이다. 이 선에서 수요가 감소하면 스펙트럼 부족 위험은 줄어들고 수요가 증가하면 스펙트럼 부족 위험은 커지게 된다. 수요와 공급의 축은 MHz 단위로 정하였다. 비록 Nominal 'Supply=Demand' 직선이 정확한 수요와 공급의 일치하여 바람직하게 보이지만, 실제에서는 수요의 정확한 양자화가 이루어지지 않는다면 이 이론은 가능하지 않게 된다. 뿐만 아니라 스펙트럼



[그림 10] 주파수 소요량(MHz)

의 비용과 Network의 비용, Application의 가격 역시에 영향을 주게 된다. 실제로 만약 Cellular스펙트럼이 상대적으로 적은 공급을 하게 된다면 Network Operator들은 이에 따라 더 많은 cell site와 더 적은 Advanced High Traffic Service를 창출할 것이다.

지금까지 검토된 차트는 대부분의 Service와 Application에서 큰 폭의 Traffic 증가를 보여 왔다. 특히 Cellular와 Short Range Wireless는 스펙트럼 수요의 급증과 극심한 통신망의 부족으로 해석되어졌고, 향후 수년간 상황이 더욱 안 좋아질 것이다. 하지만 주파수가 부족해진 시점에서 5년 후에는 다시 상황이 좋아질 것이다. 이러한 해석이 가능한 이유는 Network의 Spectral Efficiency가 좋아질 것으로 전망되고, 특히 Cellular Network의 경우 기반 구조를 바꾸고 새로운 기술을 개발함으로써 긍정적인 평가를 내릴 수 있다. 여기서 두 가지 효율 이득(Efficiency Gain)을 고려할 수 있다.

- 주파수 효율(Spectral efficiency: bits per second per Hertz per site or sector)
- 압축과 코딩 기술의 발전 (Improvements in compression and coding algorithms)

첫 번째 주파수 효율은 주파수 재사용(Frequency Reuse)과 Single-site Spectral Efficiency의 결합 효과로 나타난다. [그림 11]은 기술과 주파수 대역에 의한

주파수 효율의 변화를 예측을 나타내고 있다.

[그림 12]는 셀룰러와 방송기술의 주파수 효율의 변화 예측을 나타내고 있다.

[그림 12]의 그래프를 보면 휴대폰 기술과 방송

Service, Technology and spectrum allocation	Freq. Reuse Factor	Assumptions: Combined effect of Frequency Reuse and single site spectral efficiency						
		2007	2010	2013	2016	2019	2022	2025
<b>Cellular</b>								
GSM/ GPRS / EDGE	1/13				0.04			
900 - 1800 MHz	1/13				0.04			
3G UMTS (+ entry-level HSDPA) 2100MHz	1	0.17	0.2	0.67	1.0	→		
3.5G (HSPA+)	1	0.87	0.75	0.97	1.0	→		
4G LTE	1				1.3			
Mobile WMax	1	0.65	0.66	0.95	1.3	→		
MBMS	1				0.67			
2G/3.5G 700/900 MHz	1	0.42	0.52	0.82	1.0	→		
4G 700/900 MHz	1				1.3			
<b>Short Range Wireless</b>								
Analogue Cordless**	1/3				0.03			
DECT**	1/3				0.11			
Bluetooth	1/10				0.05			
LWB	1/10				0.10			
WiFi	1/10	0.05	0.35	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1
<b>Broadcast Radio</b>								
Analogue (FM)	1/5				0.07			
DAB	1				0.01			
DRM	1/5				0.16			
<b>Broadcast TV</b>								
Analogue TV	1/5				0.05			
DVB-T	1/5	0.55	0.57	0.6	→			
DVB-H	1/5	0.55	0.57	0.6	→			
DVB-T2	1/5				0.9			
DVB-S	1				1.5			
<b>Fixed Wireless Access</b>								
Fixed Wimax	1/3				0.67			
TD/CDMA	1/3				0.67			
Proprietary	1/3				0.67			

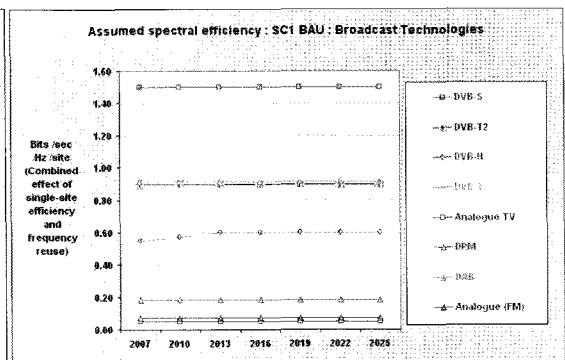
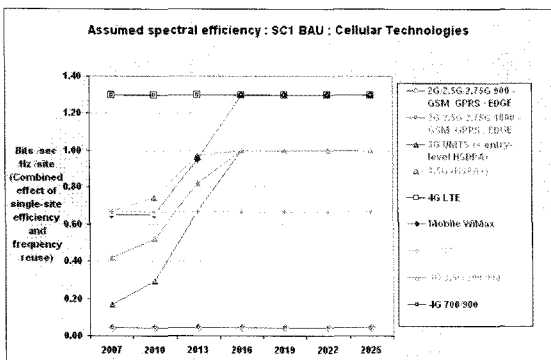
[그림 11] 기술과 주파수 대역에 따른 주파수 효율성의 변화

기술에 대한 Spectral Efficiency의 미래 변화에 대한 그래프를 볼 수 있다. 첫 번째 그래프에서는 2G, 3G Network의 Cellular Traffic의 크기가 일정하게 유지되고 있다. 결국 2025년에는 2G Network는 사용 중지 될 것이고, 이에 대한 잔류 Traffic은 4G Network와 기술로 전이될 것이다. 두 번째 그래프에서는 Analogue TV와 DVB-T의 Broadcast Traffic의 크기가 일정하게 유지되고 있다. Analogue TV는 5년 뒤 디지털 TV로 바뀔 것이고, 결국 2025년에 모든 Broadcast Traffic은 DVB-T와 DVB-T2에 집중될 것이다.

### 2-1-5 미래 트래픽 예측

#### 2-1-5-1 Cellular Growth 2008 - 2025

Cellular Service의 시장 침투는 현재 포화 상태이지만 미래에는 대부분의 사람들이 두 개 이상의 핸드폰 장치를 이용할 것으로 예측된다. 업무용과 개인용 혹은 음성과 데이터 장치의 분리, 이러한 사용자들이 계속해서 늘고 있는 추세이다. Ofcom의 'The Communications Market 2008' 보고서에 의하면 유선에서 무선으로 이동하는 추세를 통계적인 Traffic의 크기 변화로 확인할 수 있고, 약 70%의 사람들이 집안에서도 그들의 휴대폰을 사용한다고 보고되어진다. 현재에는 음성 통화와 문자 서비스가 모든 Application 중 가장 광범위하게 이용되고 있으며, 가장 바쁜 시



[그림 12] 셀룰러, 방송 기술의 주파수 효율의 변화



간대의 Traffic이 전체 Traffic의 3/4을 차지한다.

[그림 13]은 휴대폰 서비스의 2008년부터 2025년까지의 트래픽 요구의 증가를 선형적으로 나타낸 그래프와 로그스케일로 나타낸 그래프, 그리고 휴대폰 서비스를 위한 주파수 수요와 공급의 변화에 대해 나타내고 있다.

2-1-5-2 Short Range Wireless Growth 2008-2025

근거리 무선 통신은 각기 다른 사용에 초점을 맞춘 기술로 구성되어 있다. Analog Cordless와 DECT는 음성용을 위해 사용되어지고, 핸드폰과 유선통신과의 air interface가 형성된다. DECT는 유선전화 Network 분야에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 지상 통신선의 음성 트래픽이 최근 감소되어왔고, DECT 트래픽으로 전이하여 왔다. Wi-Fi는 e-mail과 web browsing, video streaming 등과 같은 'Broadband' 형태로

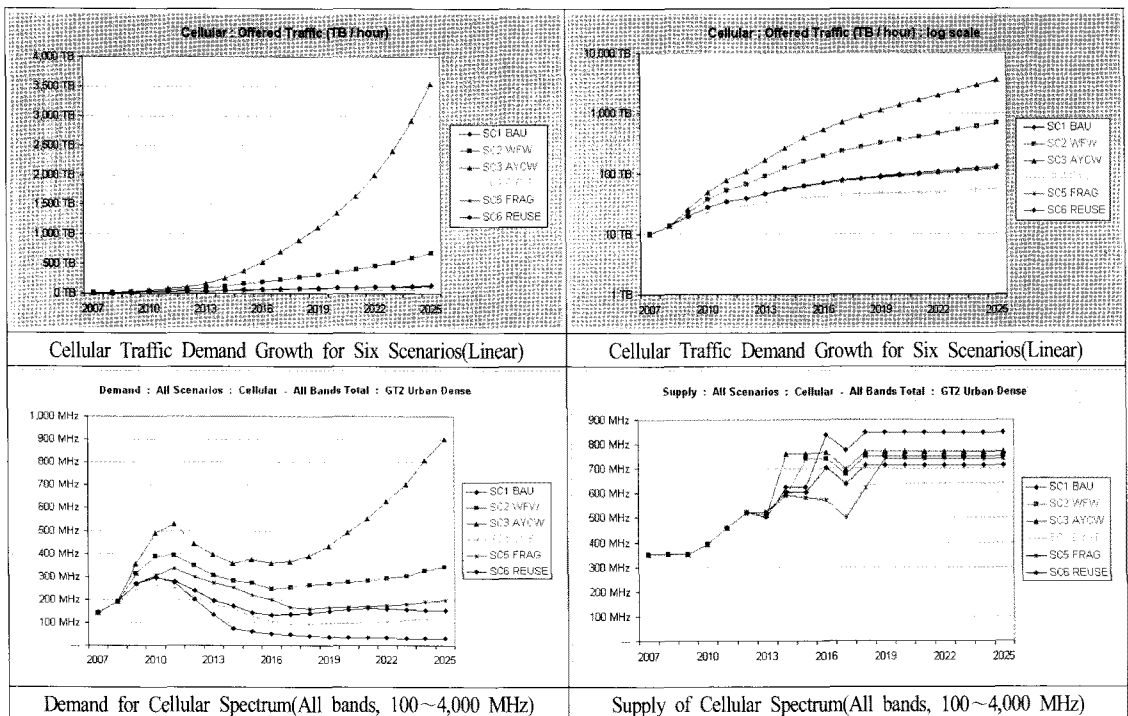
주로 사용되어졌다. 이것은 집, 회사, 공공 접근 장소와 같은 3가지 환경을 생각할 수 있다. 트래픽은 주로 혼합된 Data Application으로 구성된다. Bluetooth와 UWB는 주로 사람의 요구에 의해 기계와 연결할 때 사용되어진다. 예를 들면 전화 헤드셋, 휴대폰, PDA와 컴퓨터간의 동기화나 컴퓨터와 프린터와의 동기화에 사용된다. 이러한 기술은 최근에 두드러진 성장을 보여 왔고, 앞으로도 계속 성장할 것이라 보여진다. UWB는 아직 사용되진 않지만 2010년 또는 그 후년에 사용되어질 전망이다.

[그림 14]는 SRW 서비스의 2008년부터 2025년까지의 트래픽 예측과 수요 주파수 예측을 나타내고 있다.

2-1-5-3 Broadcast Growth TV와 Radio Growth 2008~2025

· TV

모든 TV 방송은 디지털화되고 있다. DVB-T에 기



[그림 13] 셀룰러 서비스 트래픽 예측 및 수요 주파수(2008~2025)

초한 서비스들은 전체의 85%를 차지한다. 아날로그가 사라짐에 따라 디지털 송신기는 2012년까지 전역에 설치될 것이다. 현재 5개의 아날로그 채널과 37개의 디지털 채널이 있다. 초소형 DVB-H는 아직까지 영국에서 서비스되고 있지 않고 아직까지 어떻게 송수신할까 만들 생각하고 있다. DVB-H가 시작될 때에는 모두 12개의 핵심 채널이 서비스될 것이라 예측된다. Broadcasting은 휴대폰 서비스와 사용자의 수에 따른 변화에 대해 다른 주파수 수요를 갖는다. 결국 Broadcasting의 수요는 사용자수에 대한 수요가 아닌 콘텐츠에 따른 수요로 수용력을 가늠할 수 있다.

· Radio

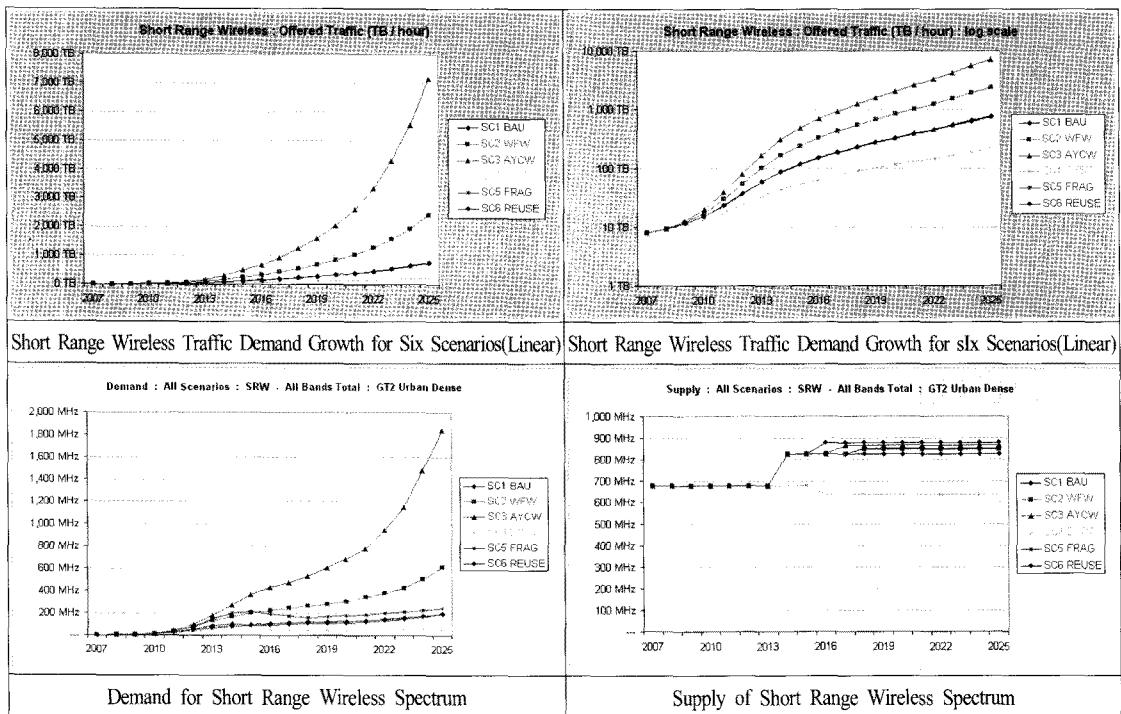
라디오 기술은 FM과 DAB를 고려할 수 있다. FM Radio는 88~108 MHz까지 총 20 MHz에 해당하는 스펙트럼을 차지하고 있다. DAB는 여러 해 동안 서

브되었고 전형적으로 FM과 같은 채널에 약간을 추가하여 제공해왔다. 현재 7개의 DAB 다중 송신기는 각각 8~12 라디오 방송국으로 이동된다. DRM은 세 번째 방송 기술이지만 현재 영국에서는 사용되고 있지 않다.

[그림 15]는 각각 TV와 Radio의 정보의 양과 스펙트럼의 양 그리고 Broadcasting을 위한 스펙트럼의 공급에 대한 수요의 그래프를 나타내고 있다.

2.1-5.4 Fixed Wireless Access Growth 2008-2025

FWA는 유선과 견줄 정도의 속도로 'Broadband' 접근 방식의 중심에 있다. FWA는 최근 영국에서 0.1% 이하의 가정 보급률을 보인다. Ofcom의 최근 연구를 보면 영국에서 FWA의 주파수는 제한적으로 할당되어 있고, 서비스 수요 예측의 한 부분으로 포함되어 있다. 다른 서비스와는 차별적으로 FWA는 도시를

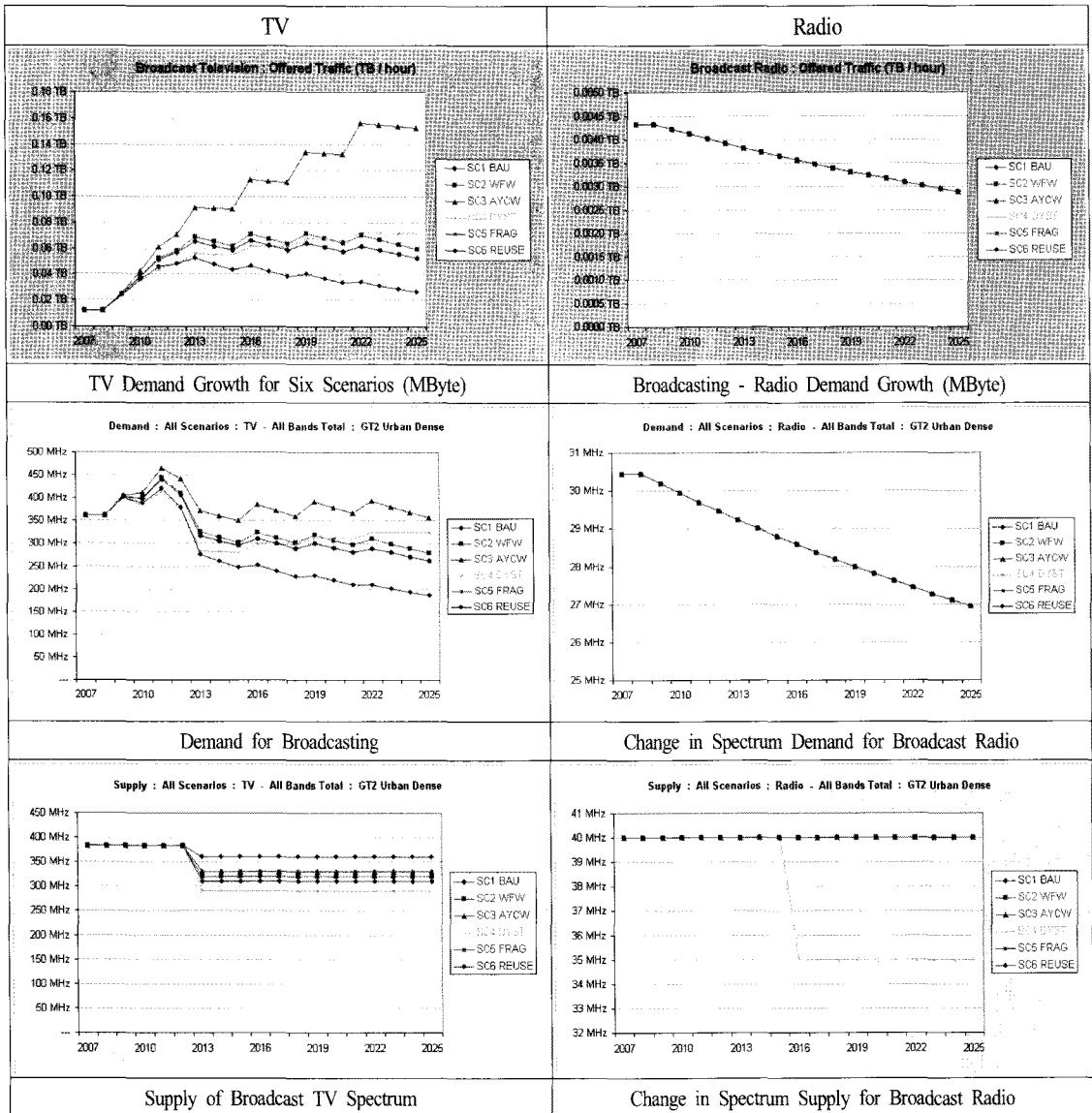


[그림 14] 근거리 무선 서비스의 무선 트래픽 예측과 수요 주파수 (2008~2025)

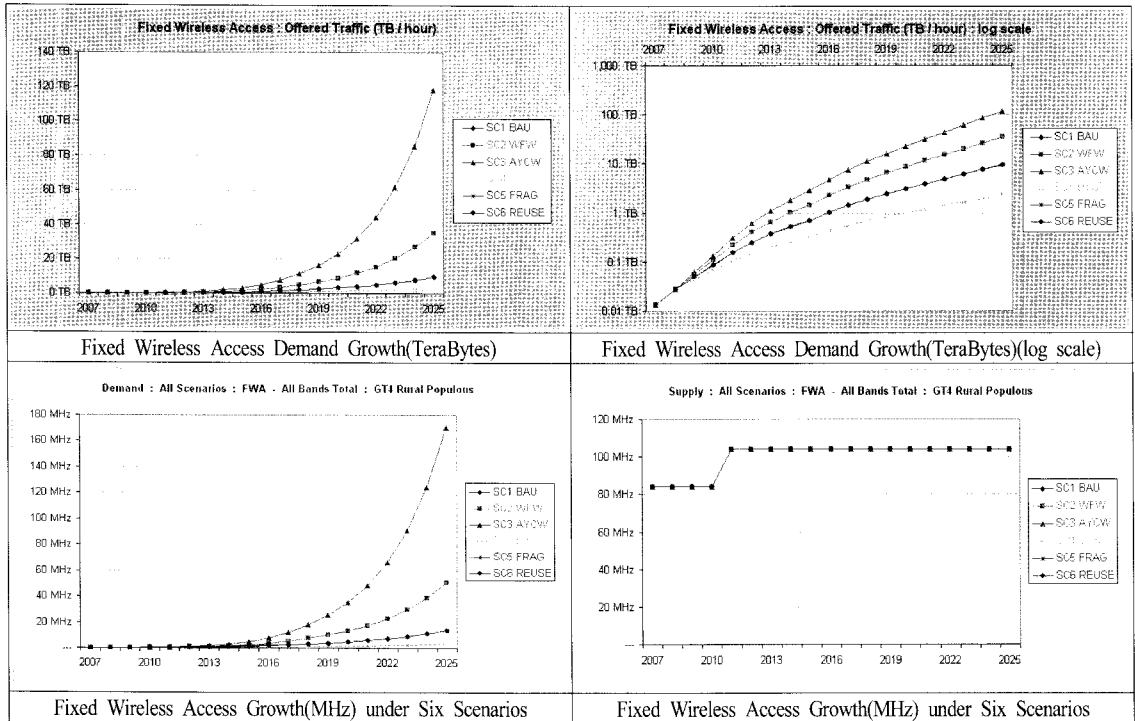
중심으로 대부분 사용되고 있지만 시골 지역으로 확산될 수 있음을 예상한다. [그림 16]은 FWA의 수요 증가에 따른 정보와 스펙트럼의 변화와 FWA 서비스가 공급될 주파수 변화를 예측을 나타내었다.

FWA 서비스는 도시에서만 수요가 있다고 그 요구의 크기를 가정했다. 만약 대형 통신사가 시골 지역

에도 초고속 FWA 서비스를 제공한다면, 이것은 큰 성장세를 보일 것이다. FWA 서비스는 전체 서비스의 1~2%만 영국 가정에 제공될 것이라고 예측했다. 반면, 영국의 FWA 역사는 별로 많지 않은 수요를 내놓을 것이다. 이렇게 제공된 Service와 Traffic은 Short Range Wireless(Wi-Fi)와 유사한 형태를 보일 것이다.



[그림 15] Broadcast TV & Radio의 트래픽 예측과 수요 주파수(2008~2025)



[그림 16] 고정 무선 통신 서비스의 무선 트래픽과 수요 주파수 (2008~2025)

### III. 결 론

본 고에서는 영국 Ofcom의 미래 사회에서의 무선 트래픽 및 수요 주파수 예측 방법 및 예측 결과를 살펴보았다. 무선 트래픽은 Cellular, Short Range Wireless, Fixed Wireless Access에서는 지수적인 증가가 있을 것으로 나타났으나, 그에 따른 수요 주파수는 수용 기술이나 기술에 따른 spectrum efficiency, 시장 상황 등에 따라 달라질 수 있다고 분석되었다. 그러나 Broadcast TV나 Radio는 사용자수에 대한 수요가 아닌 콘텐츠에 따른 수요가 트래픽 양을 결정하기 때문에 수요 주파수의 변화가 크지 않을 것으로 분석되었다. Ofcom의 분석에서는 본 고에서 소개한 내용 이외에도 사회가 어떻게 진화할 것인가에 따라 현재를 기반으로 한 예측치에 0.75배에서 2배까지 트래픽이 발생할 수도 있다고 예측하였다. 현재 추세로

사회가 발전하는 시나리오('Business As Usual')를 기본으로 하여 반사회적 행동이나, 테러 및 범죄의 감소 등을 목적으로 제재가 심해질 것으로 예측하는 Dystopia 시나리오는 0.75배, 이와는 반대로 기기과 기기 간, 기기와 사람 간의 통신을 비롯한 대부분의 응용 서비스가 무선으로 제공되는 'All You Could Want' 시나리오는 2배의 트래픽이 발생할 것으로 예측하였다.

세계적으로 가장 빠르게 진화하고 가장 많은 이용율을 보여주고 있는 우리나라의 경우도 Ofcom과 같이 기술적 진화, 이동통신 가입자 수 예측, 이동통신 가입자의 이용 형태 예측을 포함하여 사회 발전 시나리오까지도 폭넓게 검토하여 미래 사회에서의 무선 트래픽을 예측하고, 그에 따른 주파수 계획 등을 수립하여만 순조로운 Smart Society를 구현할 수 있고, 이를 토대로 세계시장을 선도해 나갈 수 있을 것이다.

≡ 필자소개 ≡

홍 인 기



1989년: 연세대학교 전기공학과 (공학사)

1991년: 연세대학교 전기공학과 (공학석사)

1995년: 연세대학교 전기공학과 (공학박사)

1995년~1999년: SK Telecom 중앙연구원 선임연구원

1997년~1998년: NTT DoCoMo 연구원

1999년~현재: 경희대학교 전자정보대학 교수

[주 관심분야] 무선 및 이동 통신, 게임이론, Corss-layer 설계, Spectrum Engineering