

4G 무선가입자망 구축 동향 및 고도화 방안

Trends and Analysis of 4G Wireless User Access Networks Issues

황호영(Hoyoung Hwang)*, 홍정완(Jungwan Hong)**,
김승천(Seungcheon Kim)***, 노광현(Kwanghyun Roh)****

초 록

최근 스마트폰 사용의 급속한 확산은 국내외 무선망 사업자들에게 기회와 과제를 동시에 제시하고 있다. 기존의 음성 통신 시장의 정체라는 문제를 무선 데이터 시장의 확대를 통해 해결할 수 있다는 중요한 기회와 함께 폭발적으로 증가하는 거대한 데이터 트래픽을 수용할 수 있도록 고효율 무선가입자망을 새로 구축해야하는 도전 과제를 맞고 있는 것이다. 본격적인 네트워크 경쟁 시대를 맞아 무선망 사업자들 간에는 LTE 주도의 4G 네트워크 조기 구축 전략과 3G 및 4G 혼합형 망고도화 전략간 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 사업자의 미래 네트워크 전략으로 LTE 조기도입에 따른 4G 단일 망 위주의 전략이 성공적일지 HSPA+, WiFi, 클라우드 컴퓨팅 등 대체 망을 통한 복합적 망고도화 전략이 성공적일지에 대한 판단이 중요한 시점이다. 향후 현 시점에서의 판단과는 다른 의외의 결과가 나올 수도 있음은 물론이다. 본 논문에서는 이러한 국내외 통신산업의 망고도화 동향과 추이를 살펴보고 다양한 망고도화 이행 전략을 비교 분석하여 앞으로의 4G 네트워크 경쟁에 대한 전망과 효율적 운영방안을 도출하고자 한다.

ABSTRACT

Recently, the rapidly increased use of smartphone devices provides both opportunity and problems at the same time to the telecom companies in domestic and world wide. It provides a great opportunity to overcome the market stagnation of the existing voice centric communications, and also problems of building a highly efficient new wireless access networks to accommodate huge volume of data traffic among smart devices. Facing with the age of keen competition, telecom companies have two kinds of strategies for network transition; a strategy of building uniform LTE based 4G networks as fast as possible, and a hybrid network enhancement strategy compounding 3G and 4G networks using HSPA+, WiFi, cloud computing, etc. It is difficult to predict which strategy will have more successful outcome in the near future. This paper studies the trends and issues of network enhancement policies and transition strategies to the 4G network era, and tries to draw appropriate and efficient ways for network enhancement and operation.

키워드 : 무선가입자망, 4G, LTE, 망고도화, 이행 전략

Wireless Access Networks, 4G, LTE, Network Enhancement, Transition Strategy

본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원과제임.

* 한성대학교 멀티미디어공학과 부교수

** 교수직자, 한성대학교 산업경영공학과 교수

*** 한성대학교 정보통신공학과 부교수

**** 한성대학교 산업경영공학과 조교수

2011년 07월 04일 접수, 2011년 07월 22일 심사완료 후 2011년 08월 09일 게재확정.

1. 서 론

최근 급격한 스마트폰 및 태블릿 PC의 사용 증가는 무선 통신 산업의 근본적인 패러다임 전환을 가져왔다. 무선통신 시장이 기존의 음성 통신 위주의 서비스에서 데이터 통신 위주의 서비스로 급격히 전환한 것이다. 이는 우리나라뿐만 아니라 전 세계 주요 통신사업자가 직면한 기존 음성 시장의 매출 정체라는 문제를 신규 무선 데이터 시장의 확대를 통해 해결할 수 있다는 점에서 매출 및 수익 구조의 중대한 변화를 가져오고 있으며, 통신사업자 뿐만 아니라 관련 기기 및 콘텐츠 업계에도 새로운 시장 창출 기회를 제공하고 있다. 동시에 이러한 변화는 관련 업계에 도전 과제를 제시하고 있다. 스마트폰 및 태블릿 PC의 사용은 동영상 스트리밍, 3D 방송, 풀 브라우징 등 대규모 트래픽을 유발하는 서비스의 확산과 맞물려 기존 망 설비로는 수용하기 어려운 정도의 트래픽 폭증을 일으키고 있으며, 이러한 경향은 향후 M2M(Machine to Machine) 등 새로운 서비스의 등장으로 더욱 가속화할 전망이다. 따라서 아이폰(iPhone) 등장 이후 스마트폰이 가져온 예측을 뛰어넘는 데이터 트래픽의 증가는 통신사업자들에게 기회와 함께 망구조의 고도화라는 과제를 제시하고 있다.

데이터 트래픽의 폭증은 통신사업자간 경쟁의 양상도 바꾸어 놓고 있다. 기존 음성 위주 시장에서는 마케팅과 요금인하 경쟁이 주를 이루었으나 무선 데이터 시장이 활성화된 이후 현재는 네트워크 대역폭 및 품질이 핵심적인 경쟁 대상이 되고 있다. 특히 한국은 전 세계에서 가장 빠른 수준의 초고속 유선

인터넷의 속도에 익숙한 가입자들이 무선 네트워크 품질에 대한 기대치가 매우 높은 나라이므로, 급격한 무선 데이터 트래픽 폭발에 따른 병목 현상을 경험하고 있는 사용자들을 만족시키기 위해 통신사업자간의 품질 경쟁은 더욱 치열하게 전개되고 있다. 무선 데이터 트래픽 증가로 인한 본격적인 네트워크 경쟁 시대를 맞아 통신사업자들 간에는 LTE(Long Term Evolution) 기술 주도의 4세대(4G) 네트워크 조기 구축 로드맵과 HSPA-(Evolved High-Speed Packet Access), WiFi 등 대체 망을 통한 3세대(3G)/4세대(4G) 혼합형 망고도화 전략간 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 사업자의 미래 네트워크 전략으로 LTE 조기도입에 따른 4G 단일 망 위주의 전략이 성공적일지 HSPA, WiFi, 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing) 등 대체 망을 통한 복합적 망고도화 전략이 성공적일지는 도입단계인 현 시점에서는 판단하기 어렵다. 이는 4G로의 망 이행전략이 다양한 양상을 띠고 있다는 것을 의미한다.

과도기인 현재 통신사업자들 간에는 보유 자원 및 기술에 따른 복합적이고 동적인 이행 전략의 혼재가 나타나고 있다. LTE(3.9G)는 50~100Mbps의 전송 속도를 지원하며 LTE-advanced(4G)는 정지시 1Gbps, 이동시 100Mbps의 전송 속도를 지원하므로 뛰어난 네트워크 품질을 기대할 수 있고, 따라서 LTE에 기반한 4G 단일 망 위주의 전략은 뛰어난 성능과 향후 망 운영비용(OPEX : Operating Expense) 절감이 기대된다. 그러나 LTE 조기도입에 따른 막대한 투자비용(CAPEX : Capital Expenditures)이 문제가 되고 있다. 이에 비해 복합적 망

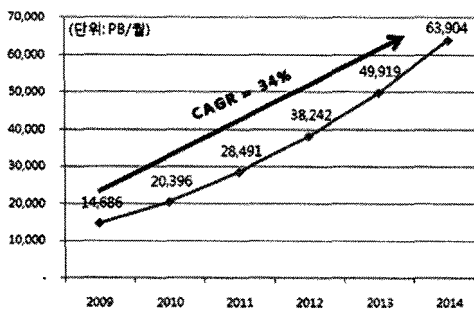
고도화 전략에서의 HSPA+로의 업그레이드에 드는 투자비는 LTE 조기 구축비용에 비하여 1/3수준으로 예측되고 있다[13]. HSPA+는 최대 14.4 Mbps 속도를 보이는 HSPA 대비 다운로드 속도가 최대 21Mbps로 속도를 50% 이상 업그레이드 시킨 3세대 기술의 최상위 단계라 할 수 있다. 또한 단계적 이행전략으로 WiFi, 페토셀(Femto Cell), 클라우드 망과 같은 대체 보완망의 역할이 부각되고 있으며, 이는 3G에서 4G로의 진화에 따른 이행기 및 이행후의 망 고도화 전략이 중요함을 의미한다. 본 논문에서는 이러한 통신망 변화 추이를 살펴보고 다양한 4G로의 이행 전략 및 망 고도화 정책을 비교 분석하여 앞으로의 네트워크 경쟁의 양상에 대한 전망과 효율적 운영방안을 도출하고자 한다. 본 논문의 제2장에서는 국내외 무선가입자망 고도화 동향 및 이행 전략을 살펴보고, 제3장에서는 무선가입자망 고도화의 주요 기술적 정책적 이슈를 분석한다. 제4장에서는 4G 네트워크 시대 무선가입자망의 효율적인 고도화 및 운영 방안을 제시하며, 제5장에서 결론을 맺는다.

2. 국내외 무선가입자망 고도화 동향

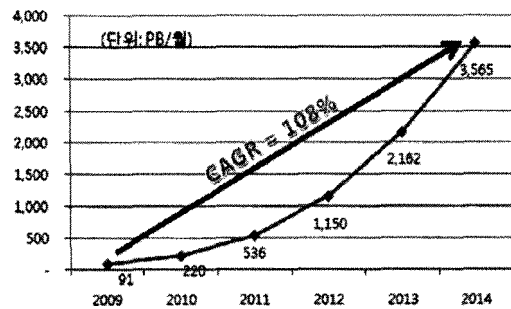
2.1 데이터 트래픽 폭증에 따른 망 품질 이슈화 및 네트워크 경쟁의 심화

스마트폰의 보급은 데이터 트래픽의 폭증을 일으키고 있다. 시스코 등 해외 기관의 자료에 따르면 전 세계의 인터넷 데이터 트래픽은 2009년~2014년까지 매년 34% 증가할 전망이다. 같은 기간 무선 데이터 트래픽은 매년 100% 이상 증가하여 2014년에 이르르면 월평균 트래픽이 2009년 대비 40배에 이를 것이라고 전망한다[14]. 트래픽의 연평균증가율(CAGR : Compound Annual Growth Rate)은 <그림 1>, <그림 2>와 같다. 태블릿 PC의 사용 증가와 고화질의 동영상 미디어 서비스의 증가는 트래픽 증가 추이를 더욱 가속화할 것이다.

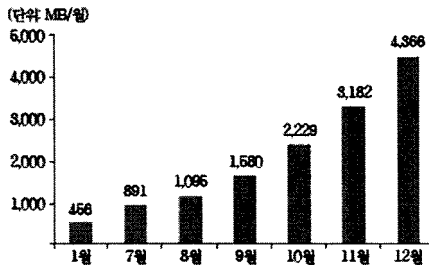
국내에서도 2010년 말 기준 모바일 트래픽은 2010년 1월과 비교하여 <그림 3>과 같이 약 10배 증가한 수치로 나타난다. 스마트폰 사용자의 급증과 가입자 유치경쟁으로 인한 무제한 요금제의 적용, WiFi 사용의 증가가



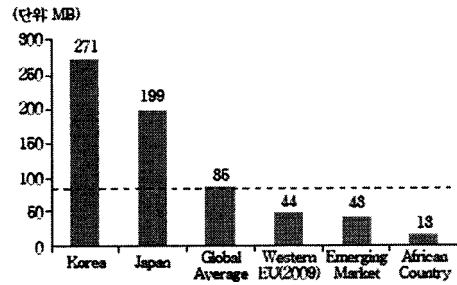
* 출처 : Cisco Visual Networking Index.
 <그림 1> 인터넷 데이터 트래픽 증가 전망



* 출처 : Cisco Global Mobile Data Traffic Forecast.
 <그림 2> 모바일 데이터 트래픽 증가 전망



〈그림 3〉 국내 무선 데이터 증가 추이, 재인용 [3]

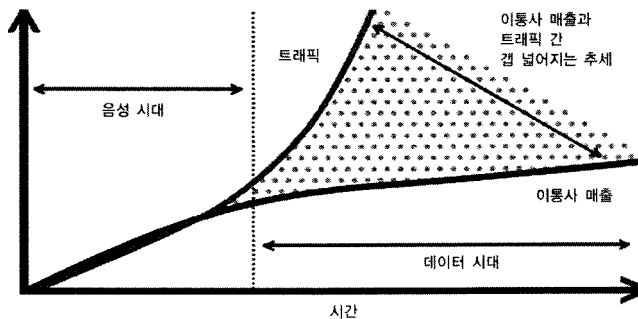


* 출처 : Informa Telecoms and Media.
 〈그림 4〉 스마트폰 사용자 월평균 사용량

이러한 트래픽 증가의 요인으로 분석되고 있다. 또한 2010년 7월 기준 국내 스마트폰 사용자의 월평균 데이터 사용량은 <그림 4>와 같이 271MB로서 세계 평균과 비교하여 약 3.2배의 높은 수준을 보이고 있다[3]. 실제로 무선 데이터 트래픽의 증가는 도심지역에서의 심각한 병목 현상과 끊김 현상을 발생시키고 있는 실정이다. 국회에 보고된 자료에 의하면 스마트폰이 도입되기 시작한 2009년 이후 1년간 무선통신 통화 단절율은 0.19%에서 0.55%로 3배 가까이 증가하였으며 같은 기간 스마트폰 가입자가 10배정도 늘어났다는 점에서 그 원인을 추정할 수 있다.

이처럼 스마트폰 사용으로 인한 데이터 트래픽이 급증하고 있는 반면, 이로 인해 통신

사업자들이 얻는 데이터 매출의 증가추세는 이에 미치지 못해 수익률이 점차 감소하고 있으며, <그림 5>와 같이 트래픽 증가와 매출액 증가와의 차이가 점점 벌어지는 추세가 나타나고 있다. 또한 네트워크 용량 확대를 위한 투자비용(CAPEX)은 증가하고 있는데, 이동통신사들이 네트워크 인프라나 관련 솔루션에 대규모의 CAPEX를 투입하는 주된 이유는 급증하는 트래픽에 원활히 대처하지 못할 경우 가입자의 불만 증가와 네트워크 품질 경쟁에서 뒤처지게 되는 결과를 가져와 매출과 트래픽 간 차이가 더욱 벌어질 것이기 때문이다. 이러한 고민 속에서 통신사업자들은 망 구축 비용대비 수익효과(ROI)를 분석하고, 각 사업자들은 보유 주파수 및 인프라의 상황



〈그림 5〉 트래픽 vs 매출 증가 추이, 재인용[4]

과 기존 인프라를 활용한 효율적 ROI 창출 등 보유 자원과 입지에 따라 상이한 네트워크 이행 전략을 가지고 있다.

2.2 무선 가입자망 고도화 전략의 상이한 로드맵

4G 네트워크로의 이행에 관한 초기 논의에서는 세 가지 기술 표준이 경쟁을 하는 구도였다. 즉, 유럽 진영의 LTE, 북미 퀄컴 주도의 UMB(Ultra Mobile Broadband), 인텔 주도의 WiMAX 간 3파전이 진행되었다. 그러나 2008년 11월 퀄컴이 UMB 기술 개발의 포기를 선언한 이후 4G 네트워크 기술 표준은 LTE와 WiMAX 간의 대결로 굳어지게 되었다. 이 과정에서 진화 로드맵이 단절된 퀄컴 방식의 CDMA 기술 방식을 채택한 사업자들은 무선 데이터 경쟁력 확보를 위해 LTE 기반 4G 네트워크로의 조기 이행이라는 하나의 방법만이 존재하게 되었다. 이에 비해 진화 로드맵이 존재한 WCDMA를 채택한 사업자들은 CDMA 사업자들에 비해 LTE 도입 시기를 효율적 ROI 창출의 관점에서 조절할 수 있는 여유가 있다. 대다수의 WCDMA 사업자들은 기존 3G 무선 데이터 통신기술을 한 단계 향상시킨 HSPA-망과 유선 인터넷 기반인 WiFi를 조합시켜 증가하는 데이터 트래픽을 수용하고 추후에 LTE를 도입한다는 전략을 추진하고 있다. 4G 기술 표준의 다른 한 축인 WiMAX의 경우 아시아, 태평양, 북미를 중심으로 시장이 형성되고 있었으나, 최근 주요 WiMAX 사업자들이 LTE로 기술 표준을 변경하는 사례가 늘면서 향후 표준 경쟁에서 살아남을 수 있을지 결과를 지켜보아야 하겠다.

글로벌 통신사업자들이 가지고 있는 네트워크 고도화 전략은 보유 자원과 진화 로드맵의 존재 유무에 따라 크게 4가지 방향으로 구분할 수 있다. 1) 대체 망을 활용한 트래픽 분산 및 LTE 네트워크 추후 도입 전략, 2) LTE 네트워크 조기 도입을 통한 주도권 선점 전략, 3) 진화 로드맵 확보를 위한 LTE 네트워크 조기 도입 전략, 4) WiMAX로의 4G 네트워크 이행 전략 등이다.

• 유선 대체망을 활용한 트래픽 분산 및 LTE 추후 도입

AT&T, Softbank, Vodafone 등 주로 스마트폰으로 인한 데이터 폭증을 경험한 사업자들 위주이며, LTE 등 차세대 망 구축을 최대한 늦추고 트래픽 분산을 통한 망고도화를 우선시하여 CAPEX를 절감하고 ROI를 최대화 하고자 하는 전략이다. LTE 등 차세대 4G 망 조기도입 보다는 WiFi, 클라우드 컴퓨팅 서버 등 기존에 보유한 대체 망 자원을 최대한 활용하여 트래픽 분산을 통한 3G-4G 복합적 망고도화를 통해 병목현상 해소와 품질 향상을 우선시하는 정책이다. AT&T는 WiFi 망의 우위를 기반으로 유무선 복합형의 망고도화 전략을 추진하고 있으며, Softbank도 WiFi 활용을 극대화하여 향후 무선 트래픽의 80%를 WiFi 망으로 수용할 계획이다. 국내 통신사업자 중 KT의 이행전략에 해당된다.

• 차세대 LTE 네트워크 조기 도입을 통한 주도권 선점

NTT DoCoMo, TeliaSonera 등 기술 진화 로드맵이 존재한 WCDMA 사업자들 위주이고, 차세대망 주도권 선점을 위해 4G LTE 조

기 도입을 선언한 경우이다. 기존에 시장 주도적인 사업자가 많고 무선 데이터 서비스 품질의 우월성과 차별화 지속을 위해 LTE를 조기 도입하고, 트래픽 병목 해소를 위해 백본망(Backbone Network)과 무선 가입자망(Wireless Access Network)의 접합점인 백홀(Backhaul) 확충을 추진하는 전략이다. DoCoMo는 HSPA+ 기반 고도화된 3G 망과 LTE 기반 4G 망을 모두 이용하여 시장의 주도권을 확고히 하겠다는 의지를 표명하고 있다. 국내 통신사업자 중 SKT의 이행전략에 해당된다.

• 진화 로드맵 확보를 위한 차세대 LTE 네트워크 조기 도입

미국 Verizon 등 켈컴의 UMB 기술 개발 중단 선언으로 기술 진화 로드맵이 단절된 CDMA 사업자가 무선망 업그레이드를 위해서는 4G LTE 조기 도입 밖에는 해결 방안이 없는 경우이다. Verizon 등은 HSPA+를 이용한 점진적 진화 로드맵이 없고 WiFi 등 대체망 자원이 AT&T 등 경쟁사에 비하여 부족하므로 LTE 조기 도입을 추진하여 향후 OPEX를 줄이고 셀룰러 망 중심의 네트워크 품질 경쟁을 하겠다는 승부수를 가지고 있다. 국내 통신사업자 중 LGU+의 이행전략에 해당된다.

• WiMAX로의 4G 네트워크 이행

미국 Clearwire는 세계 최대 WiMAX 사업자로 전국 규모의 WiMAX 네트워크를 구축 중이며 현재 미국 주요 도시 수십 곳에 WiMAX 망이 구축되어 있다. 그러나, 최근에 Clearwire가 LTE 시범 테스트를 시작할 예정임을 밝힌 바 있어 WiMAX를 포기하고 LTE로 전환할 것이라는 추측이 제기되고 있는 상황이다. 또한 러시아의 최대 WiMAX

사업자인 Yota도 2010년 러시아 내 5개 도시에서 LTE 서비스를 시작할 것으로 발표함으로써 WiMAX가 LTE와의 경쟁에서 확연히 뒤처지고 있다는 우려가 있다. WiMAX는 향후 LTE 중심 4G 네트워크에서 WiFi와 같이 대체망으로서의 역할을 담당할 가능성도 제기된다.

2.3 국내 통신사업자들의 무선 가입자망 고도화 동향

2.3.1 SKT의 무선 가입자망 고도화 전략

SKT는 새로운 서비스 시장을 개척하고 다양한 미래 수요에 대비하기 위하여 네트워크 고도화 전략을 마련 중이다. 새로운 서비스 시장 개척에 따른 거대 무선 데이터 트래픽 수용을 위해 각 지역별 트래픽의 특성을 고려하고 LTE, WiFi, 펌토셀을 이용하여 셀의 크기에 따라 대, 중, 소(Large Area, Middle Area, Small Area)로 계층화한 수직적 계층화 전략과 트래픽 수용과 무화블 통한 포트폴리오형 망고도화 전략을 추진하며, 동시에 비즈니스 주도권 유지를 위한 LTE 조기 도입 전략을 가지고 있다.

SKT가 보유하고 있는 기존 3개 네트워크의 향후 운영 전략은 다음과 같다. 먼저 CDMA 망은 축적된 투자 및 최적화를 통한 우수한 품질의 음성 및 중/저속 데이터 망으로 활용하고, WCDMA 망은 고속 데이터 및 영상통화 등 커뮤니케이션 측면에서 고도화된 서비스를 통해 고객에게 향상된 성능 제공을 위한 망으로 활용하며, WiBro 망은 신규 비즈니스 모델 발굴을 위한 멀티미디어 스트리밍(multimedia streaming) 서비스 위주의 망으로서 이동통신

〈표 1〉 통신사업자 LTE 도입 및 망 고도화 전략

구분		사업자	LTE 도입 시기
WCDMA	우선 대체망을 활용한 先 트래픽 분산, 後 LTE 도입	AT&T	2011. 중
		Softbank	2012. 예정
		Vodafone	2012. 이후
	수도권 선점을 위한 LTE 조기 도입	KT	2012. 1분기
		NTT DoCoMo	2010. 12 상용화
CDMA	전화 코드백 확보를 위한 LTE 조기 도입	TeliaSonera	2010. 6 상용화
		SKT	2011. 7 상용화
		Verizon	2010. 12 상용화
		LGU+	2011. 7 상용화

보완 망으로 활용한 계획이다.

기존 서비스에 대한 SKT의 수도권 유지를 위해 LTE 또한 조기에 도입할 예정이다. 2011년 7월 1일 서울 전역에서 LTE 서비스를 개시하였으며, 2012년 초까지 수도권 및 광역시 등 23개 도시로 서비스를 확장할 계획이다. 그리고 초기 상/하향 5MHz를 이용해 각 37/18Mbps 속도를 제공하며, 2011년 4분기에 10MHz로 대역폭을 확대할 예정이다.

2.3.2 KT의 무선 가입자망 고도화 전략

KT는 3W(WCDMA·Wibro·WiFi)와 LTE의 복합형 망고도화 전략으로 경쟁우위를 가진 기보유 자원을 최대한 활용하는 망 고도화 전략을 가지고 있으며, 클라우드 컴퓨팅 센터를 이용한 CAPEX/OPEX 절감 전략을 제시하고 있다.

KT는 무선 데이터 폭증에 대비한 고용량, 고효율 무선 네트워크 구축과 경쟁 우위를 가진 유선망을 활용한 무선망 경쟁력 극대화를 무선망 고도화 추진 목표로 잡고 있다. 따라서 3W+LTE의 유기적 연계와 포지셔닝에 의한 차별화된 무선데이터 용량을 제공할 계획이다. 그리고 RU(무선신호처리부)와 DU

(디지털신호처리부)의 분리 및 병용서버와 통신모뎀을 이용해 기지국을 대체할 수 있는 DU 가상화를 통해 클라우드 컴퓨팅을 이용한 트래픽 분산 정책을 추진할 예정이다. 이러한 정책의 일환으로 삼성전자, 인텔과 함께 개발한 클라우드 컴퓨팅 센터 기반의 LTE 서비스를 2011년 2월 Mobile World Congress (MWC)에서 시연하였다.

2.3.3 LGU+의 무선 가입자망 고도화 전략

WiFi를 이용한 ACN U+Zone과 EVDO Rev.B를 통한 망 고도화 전략, LTE-advanced 조기 구축을 통한 공격적 4G 이행 전략을 가지고 있다. 최근 방송통신위원회로부터 신규 주파수 대역폭을 할당받았으므로 LTE 조기 구축을 통한 시장 확보 전략에 추진력을 보이고 있다.

LGU+ 네트워크 신화 전략은 다음과 같다. 우선, ACN 기반의 U+Zone을 통해 효율적인 네트워크를 구축하고, 255만 개 WiFi AP와 1.6만 개 WiFi Zone을 하나의 네트워크로 사용하여 WiFi Zone을 원격으로 통합 관리하는 시스템을 통해 속도/품질보장과 새로운 시장 기회 개척과 차별화된 고객 가치의 제공

하는 것이 목표이다. 궁극적으로는 ACN+LTE (advanced)를 통해 최고 수준의 네트워크 경쟁력을 조기에 확보할 예정이다.

이를 위해 우선 1.8GHz는 EVDO Rev.B로 고도화하고, 800MHz는 LTE, LTE-advanced로 단계적으로 고도화할 계획이다. 궁극적으로 800MHz와 1.8GHz를 LTE-advanced로 고도화하여, 기술 발전 추이에 따라 LTE-advanced, 4G 이후 등으로 진화시켜 나갈 계획이다. 2011년 7월 1일 서울, 부산, 광주 등 거점지역에서 LTE 서비스를 개시하였으며, 2012년 초까지 수도권 및 광역시 등 23개 도시로 서비스를 확장할 계획이다. LGU+의 LTE 서비스는 상/하향 10MHz를 이용해 각 75/36 Mbps 속도를 제공하고 있다.

3. 무선가입자망 고도화 주요 이슈 분석

통신사업자의 미래 네트워크 전략에 따른 4G 네트워크로의 진화방향은 LTE 또는 WiMAX의 선택에 의한 단일한 진화경로가 아닌 LTE, LTE-advanced, HSPA+, WiFi, WiMAX, 펌도셀, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 기술의 복합에 의한 다중적인 진화경로를 보인 것이다. 본 장에서는 이러한 다양한 네트워크 고도화 과정에서 고려할 이슈들을 기술하고 분석한다.

3.1 신규 데이터 트래픽 수용을 위한 대역폭 확충

2008년 아이폰을 출시한 AT&T의 무선 트래픽은 출시 후 1년간 5배 증가하였으며, Softbank는 2년간 7~8배 증가하는 등 급격한 데

이터 트래픽 증가 현상을 경험하고 있다. 한국의 경우 2009년 KT에서 아이폰 도입 이후 1년 만에 10배의 트래픽 증가를 경험하였다. 반면에 아이폰을 도입하지 않은 DoCoMo의 트래픽은 2006년 이후 3년간 5배의 증가에 그쳤다. 이렇듯 스마트 디바이스(smart device)의 증가는 폭발적인 트래픽 증가를 수반하게 되므로 통신사업자는 기존 3G 대역폭으로는 한계에 부딪졌으며, 트래픽 수용과 병목 해소를 위한 분산용 대체망의 확충 또는 4G 망의 구축은 시급한 과제이다.

3.2 트래픽과 매출간 간격 증가 현상 및 통신요금제의 변화

2010년도 국내 이동통신 3사의 경우 무선 트래픽은 전분기 대비 200% 증가한 반면에 매출증가는 12% 수준에 그치고 있다. 따라서 CAPEX의 부담을 최소화 하면서 최대한의 트래픽을 수용할 수 있는 최적의 네트워크 고도화 전략이 필요하다. 또한 이는 통신사업자의 과금 정책과도 밀접한 관련이 있다. 향후 수년간 수십 배까지 늘어날 것으로 예상되는 데이터 트래픽과 그에 미치지 못하는 매출증가를 고려할 때 가입자 수 확대 경쟁을 위한 무제한 요금제의 유지가 가능한 지 이슈가 되고 있다.

3.3 LTE 투자에 따른 CAPEX/OPEX 수준과 수익률

LTE의 경우 네트워크 장비와 단말을 새롭게 구축해야 하는 부담이 있고 막대한 투자비용(CAPEX) 대비 수익원이 불확실한 반면, HSPA는 기존 장비를 활용해 투자비용

을 최소화 하면서 증가하는 무선 데이터 수요를 어느 정도 충족할 수 있다. 반면에 LTE 조기 도입은 망 운영측면에서 동일 데이터양을 전송할 경우 3G 망보다 적은 비용으로 전송할 수 있어 운영비(OPEX)를 절감할 수 있다. 이러한 CAPEX/OPEX 간의 Trade off와 수익률에 대한 고민은 통신사업자가 풀어야 할 고차망정식의 과제로 남아있다. 이는 과거 2G에서 3G로의 진화 당시 사업자들이 접했던 고민과 같은 것이다. 사업자마다의 치지와 보유 자원이 다르므로 최적의 투자 전략도 다를 수밖에 없다.

3.4 WiFi, 펌토셀 등 유선 대체망의 중요성 강화

미래 무선 네트워크 고도화에서 LTE 단일망으로의 진화가 아닌 HSPA+의 활용 등 다양한 진화경로가 주목을 받으면서 WiFi, 펌토셀 등 트래픽 분산, 우회를 위한 유선 대체망 구축의 중요성이 강화되고 있다. 특히 도심지역 등 핫스팟 지역에서 트래픽 과부하 현상을 해소하기 위한 대체망의 구축은 매우 중요한 요구 사항이 되었다. LTE 구축 이후에도 특정지역으로의 트래픽 몰림 현상은 계속 존재할 것이고 이런 병목지점을 제거하기 위해 대체망을 통한 트래픽의 우회는 지속적인 중요성을 가질 것이라고 판단된다.

3.5 추가 주파수 대역의 확보를 위한 정책적 로드맵 필요

과거에는 보유 주파수의 양보다 투자효율성과 전파특성이 좋은 황금 주파수 대역 확

보가 네트워크 경쟁력을 결정하였다. 국내에서는 전파 특성이 좋아 상대적으로 적은 기지국으로도 커버리지 확보가 가능한 1GHz 이하 대역주파수 선점 여부가 네트워크 품질에 큰 영향을 미쳤다. 그러나 향후 데이터 위주 통신에서는 주파수의 양이 무선 데이터의 속도와 용량을 결정하는 핵심 요소로 부상하고 있다. 과거에는 동일 주파수 대역의 이용을 선호하였으나, 주파수 자원의 고갈과 칩셋 성능의 향상으로 LTE에서는 다양한 주파수 대역에서의 서비스가 예상되므로 WCDMA와 달리 보유 주파수가 많을수록 더 빠른 속도의 무선 데이터 제공이 가능하다. 국내에서 보수적인 관점에서 산출한 추가 주파수 수요는 2015년 최소 240MHz, 2020년 최소 390MHz로, 현재 확보된 주파수 수십 MHz 외에 추가 주파수 확보 방안이 절실한 상황이다.

4. 4G 무선가입자망의 효율적 운영 및 고도화 방안

4.1 LTE 도입 가속화와 Mobile WiMAX 시장 축소에 대한 전략적 대비

현재 LTE는 전세계 100개 이상(90%) 통신사업자가 차세대 네트워크 기술로 검토 중이다. 중국은 TD-LTE(Time-Division LTE)를 표준으로 채택하고 China Mobile이 2011년 1분기 상하이, 선전, 하문, 남경, 항저우, 광저우를 시작으로, 2012년경 종합적인 TD-LTE 서비스 런칭 계획을 가지고 있다. Clearwire(미국), Yota(러시아) 등 주요 Mobile WiMAX 사업자들은 향후 TD-LTE 망으로의 전환 감

토를 발표하였고, 4G 네트워크 기술에서 LTE가 De Facto Standard로 빠르게 자리를 잡아 가고 있다[12]. OVUM의 2010년도 분석에 의하면 Mobile WiMAX 가입자 수는 연평균 44%의 빠른 성장세에도 불구하고 2015년 점유율은 1.1%에 머물 전망이다[16]. 따라서 LTE 및 LTE-advanced로 대표되어가는 4G 표준 기술에 대한 대비가 필요하다. 국내 수도권 가입자를 대상으로 한 2009년 조사에서 Wibro로 대표되는 WiMAX 서비스의 선택 의향이 LTE보다 높다는 연구결과[11]가 있었으나, 최근의 추세로는 역전되는 분위기이다. WiMAX는 4G 대표 기술이 아닌 트래픽 분산을 위한 대체 망으로서의 역할이 강해질 전망이다.

국내에서는 SKT와 LGU+가 2011년 7월부터 경쟁적으로 4G 도입을 개시하였으며 KT 역시 4G 도입을 적극 홍보하고 있다. 앞서 기술한대로 SKT는 선부 사업자로서의 수도권 유지를 위한 방편으로 4G 도입을 시행하였으며, LGU+는 UMB 기술 중단으로 인하여 진화 로드맵을 상실했던 상태에서의 필연적인 선택으로 4G를 도입하고 있다. WiFi 등 유선 대체망 인프라가 강한 KT는 복합적 망 활용을 통한 경제적 효율화에 중점을 두면서 다른 사업자와의 경쟁에서 뒤처지지 않기 위하여

4G 도입을 가속화한 경향이 강하다. 2~3년 이내에 LTE 망이 안정화된다고 가정했을 때 제공될 수 있는 서비스의 성능은 큰 차별성을 갖지 않을 것이다. 따라서 향후 가입자 이동과 만족도에서 결정될 사업자간 경쟁의 성패는 제 4.3절에서 기술하는 바와 같이 3G나 4G 망을 우회할 수 있는 대체망의 트래픽 수용 성능에 따라 좌우될 것이라고 예측된다.

4.2 Super-WiFi 등 환경변화에 따른 장기적 관점의 주파수 로드맵 필요

현재 국내 통신 3사가 보유한 주파수 현황은 <표 2>와 같으며 2011년 8월 현재 50MHz 폭의 주파수 배분이 진행되고 있다. 2.1GHz 대역은 LGU+의 단독 입찰로 결정되었으나, 1.8GHz 대역은 SKT와 KT 간 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 이 과정에서 주파수 비용의 증가로 인한 경제성의 악화를 경계하는 의견이 부상하고 있으며, 따라서 향후 추가로 발굴될 주파수 대역의 효율적 배분 및 활용에 대한 전략적 정책이 요구된다.

미국 연방통신위원회(FCC)는 최근 구글, 컴서치, 프리퀀시 코인더, KB엔터프라이즈, 스펙트럼 브릿지 등 9개 사업자의 '하이트 스

<표 2> 국내 통신사업자별 주파수 확보 현황(2011. 7)

주파수 대역 (8월 배분대역)	SKT	KT	LGU+
800MHz(10MHz 추가)	30MHz(이용중)		20MHz(확보)
900MHz		20MHz(확보)	
1.8GHz(20MHz 추가)		20MHz(이용중)	20MHz(이용중)
2.1GHz(20MHz 추가)	60MHz(이용중)	40MHz(이용중)	20MHz(사실상 확보)
2.3GHz	30MHz(이용중)	30MHz(이용중)	

페이스(White Space) 이용 및 관리를 허용했다. TV채널 간 충돌을 방지하기 위해 비워둔 대역폭을 말하는 화이트 스페이스를 이용하여 기존의 WiFi 보다 신호 도달거리가 3배, 건물 투과율이 9배, 커버리지 면적이 16배인 Super-WiFi를 추진하고 있다[14]. 국내에서도 기존 통신사업자들로부터 반환되는 자유로운 주파수의 출현과 2012년 말 디지털 방송 전환에 따른 비즈니스 환경의 변화가 예상되므로 주파수의 추가 확보 및 효율적 배분을 위한 정책의지 및 연구가 필요하다. 방통위가 '모바일 광대도 플랜' 수립을 통해 향후 688MHz 폭의 추가 주파수대역을 확보하려는 계획이 있으며[9], 신규주파수 대역의 적정하고 경제적인 배분이 향후 통신사업자들의 성과를 좌우하게 될 수 있다.

4.3 WiFi, WiMaX, 펌토셀 등 우회망과 장비 특성을 고려한 백홀 전략 및 병목방지 효율화

통신사업자별 환경과 보유자원에 따라 LTE 이외에 Mobile WiMAX, 펌토셀, WiFi, HSPA+, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 트래픽 우회 솔루션에 대한 최적의 Mix and Match 전략 분석이 필요하다. 각 사업자는 3G, 4G, 그리고 여러 종류의 대체 망이 혼재하는 혼합형 망 상황에서 서비스 대상 및 영역별 특성에 따른 수평적 망 배치와 수직적 Hand off 및 효율성 분석을 통해 최적의 정책을 선택해야 할 것이다. 이때 WiFi, 펌토셀 등 무선 AP 증가에 따른 주파수 간섭과 비효율성 문제 극복 방안이 요구되며, 클라우드 컴퓨팅 서버 등을 이용한 우회기법 및 핫스팟에 의한 병목현상 제거를 위한 백홀 기법 및 장비의 공동 이용을 통한 효

율성 향상 전략이 필요하다. 특히 태블릿 PC 등 스마트 디바이스는 스마트폰 대비 10배 정도의 트래픽을 유발하는 경향이 있으므로 이들 디바이스의 확산에 따른 최적의 데이터 트래픽 수용 전략이 요구된다.

SKT는 LTE, WiFi, 펌토셀을 이용한 서비스 영역별 수직적 세분화와 CDMA, WCDMA, WiBro를 이용한 응용별 통신망 포트폴리오 구성을 미래 망운용 전략으로 제시하고 있으며[6], KT는 3W(WCDMA, Wibro, WiFi)와 LTE를 혼합한 복합적 망고도화와 클라우드 컴퓨팅 등 기 보유한 자원을 최대한 활용한 비용절감을 핵심 전략으로 제시하고 있다[5]. LGU-는 LTE, LTE advanced의 조기 구축에 주력하는 한편 WiFi Zone과 AP들을 효율적으로 통합 연결하는 UZone을 망 진화의 전략 목표로 하고 있다[7]. 향후 스마트폰 외에 태블릿 PC 등 스마트 디바이스에 의한 트래픽 폭증이 예상되기 때문에, LTE 망 자체보다 고속 데이터 트래픽을 우회 수용하는 대체망의 역할이 갈수록 커질 것이다. 따라서 대체 망 자원의 보유 정도와 효율적 배치 및 운용의 고도화가 중요하다.

4.4 비용절감과 수익성 향상을 위한 무선 데이터 비즈니스 모델 분석 및 대안에 대한 고려

아직까지 음성 매출이 차지하는 비중이 80% 내외인 상황에서 통신망을 임대하여 서비스를 재판매하는 MVNO(Mobile Virtual Network Operator) 사업의 도입이 기존 음성 매출 및 비즈니스 모델에 미칠 영향에 대한 분석이 필요하다. 무선 데이터에 대해서는 기존 무제한 데이터 정액제를 제공했던 사업자들도

LTE에서는 종량제와 프리미엄 서비스 도입을 적극 검토하고 있는바, 무선 데이터 매출 증대를 꾀하는 사업자와 저렴한 통신요금을 원하는 사용자간의 합의도출이 가능한 비즈니스 모델이 필요하다. 그 중 하나로서 우선 순위, QoS(Quality of Service)를 고려한 차별화된 접속 서비스, 구간별 요금 제공, QoE(Quality of Experience)에 따른 선별적 접속 등 다양한 요금 부과 방안을 비교 분석하여 제시하는 것이 필요하다. 여기서 QoE는 절대적인 서비스 품질을 의미하는 QoS와는 다르며, 사용자가 지불한 서비스 요금에 대한 기뻐움을 기준으로 상대적인 서비스의 품질을 측정하는 척도로서 체감 품질이라고도 한다. 향후 무제한 정액요금제의 폐지 혹은 변경이 예상되므로 고속데이터 전송 시 QoE의 중요성이 증가할 것으로 생각되며, 이는 또한 대체망을 통한 트래픽의 수용과도 밀접한 관련을 맺고 있다.

5. 결 론

스마트폰과 스마트 디바이스의 확산은 통신망 사용의 폭발적 증가를 수반하고 있으며 이는 통신사업자들에게 정체된 음성 서비스 시장을 돌파할 수 있는 새로운 기회를 제공하고 있다. 차세대 네트워크를 향한 무선망의 진화방향은 앞서 기술하였듯이 LTE와 WiMAX의 선택에 따른 4G로의 단일한 진화 경로가 아닌 LTE, LTE-advanced, HSPA+, WiFi, WiMAX, 펌토셀, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 기술의 동적이고 복합적인 이행 형태를 보일 것이다. 이런 전망 아래에서 각 통신사들은 폭증하는 트래픽의 수용과 CAPEX/

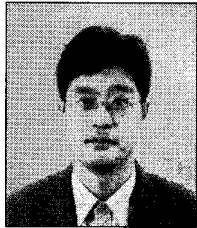
OPEX 절감을 통한 수익성 확보라는 일견 모순되는 목표를 추구하기 위한 최적의 전략을 수립해야 한다. 본 논문에서는 4G 네트워크의 복합적이고 동적인 이행경로상의 전환기에 이른 통신사업자들의 무선 가입자망 설치 및 운영 등에 대해, 현황 및 기술적 한계점을 파악하고, 향후 4G 네트워크 환경에서의 음성 데이터 및 무선 데이터 트래픽의 고효율화를 위한 정책방안을 연구하고 주요 이슈들을 분석하였다.

참 고 문 헌

- [1] ATLAS 리서치엔컨설팅, 이동통신, 주요 트렌드와 정책 이슈, 2011.
- [2] 김옥준, "Capex 절감, LTE 도입을 서두르지 않는 이유", 정보통신정책연구원 동향, 제23권, 제5호, pp. 46-53, 2011.
- [3] 김태한, 장재혁, 성기훈, "Smart Korea와 Smart Life를 위한 전과자원 이용정책 동향", 전자통신동향분석, 제26권, 제2호, 2011.
- [4] 김현경, 김석인, 김상국, "네트워크 고도화 경쟁, 승자는 누구인가?", KT경제경영연구소, <http://www.digieco.co.kr>, 2010.
- [5] 방송통신망 고도화 추진협의회, "KT의 무선망 고도화 추진방향 및 전략", 2010.
- [6] 방송통신망 고도화 추진협의회, "SK텔레콤 통신망 고도화 추진 전략", 2010.
- [7] 방송통신망 고도화 추진협의회, "LGU+ 방송통신망 고도화 추진 전략", 2010.
- [8] 방송통신망 고도화 추진협의회, "케이بل 방송통신망 고도화 추진 전략", 2010.

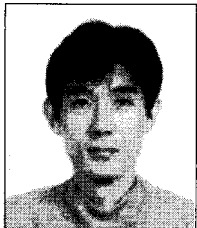
- [9] 방송통신위원회, “2011년 방송통신 핵심 과제”, 2010.
- [10] 여재현, 박동욱, “이동통신 네트워크 고도화 전망 및 정책방향 LTE를 중심으로”, 정보통신정책연구원 Premium Report, 2010.
- [11] 이용석, 조상섭, 강신원, “차세대 통신서비스 환경에서 3GPP LTE-advanced 도입과 와이브로(WiBro) 활성화 요인 분석”, 정보화정책, 제18권, 제1호, pp. 45-54, 2011.
- [12] 허정욱, “무선 네트워크 미래 전략 동향 및 시사점”, KT경제경영연구소, 2010.
- [13] Aircom International, LTE not the only option for mobile operators today, <http://www.aircominternational.com>, 2010.
- [14] FCC, http://www.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Business/2010/db0923/DOC-30165-0A1.pdf, 2010.
- [15] Lee, Eunyong, “Plans and Strategies for UBCN Networks and Services,” Journal of Information Processing Systems, Vol. 6, No. 3, pp. 323-334, 2010.
- [16] Walker, M. and Belgaonkar, A. “Service Provider revenue and capex forecast-global,” Ovum, 2010.

저 자 소 개



황호영
 1989년~1993년 서울대학교 공과대학 컴퓨터공학과 (공학사)
 1993년~1995년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)
 1995년~2003년 서울대학교 대학원 전기컴퓨터공학부 (공학박사)
 2003년~2007년 안양대학교 디지털미디어학부 조교수
 2007년~현재 한성대학교 멀티미디어공학과 부교수
 관심분야 정보통신, 무선 및 이동통신망, 센서네트워크, 멀티미디어시스템

(E-mail : hyhwang@hansung.ac.kr)



홍정완
 1984년~1988년 서울대학교 공과대학 산업공학과 (공학사)
 1988년~1990년 서울대학교 대학원 산업공학과 (공학석사)
 1990년~1994년 서울대학교 대학원 산업공학과 (공학박사)
 1994년~1996년 한국전자통신연구원(ETRI) 기술경제연구부 선임연구원
 1996년~현재 한성대학교 산업경영공학과 교수
 관심분야 정보통신, e 비즈니스, 서비스 사이언스, 경제성분석 등

(E-mail : jwhong@hansung.ac.kr)



김승천
 1994년 연세대학교 전자공학과 (학사)
 1996년 연세대학교 전자공학과 (석사)
 1999년 연세대학교 전기컴퓨터공학과 (박사)
 2000년 Univ. of Sydney Post Doc
 2001년~2003년 LG전자 DTV 연구소 선임연구원
 현재 한성대학교 정보통신공학과 부교수
 관심분야 차량통신기술, 통신망, 유비쿼터스 센서네트워크 등

(E-mail : kimsc@hansung.ac.kr)



노광현
 1995년 고려대학교 산업공학과 (학사)
 1997년 고려대학교 산업공학과 (공학석사)
 2001년 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
 2001년~2002년 Ecole des Mines de Paris(Post-Doc)
 2003년~2006년 한국전자통신연구원 연구원
 2006년~2007년 한국항공우주연구원 선임연구원
 2007년~현재 한성대학교 산업경영공학과 조교수
 관심분야 차세대이동통신, ITS, RFID/USN

(E-mail : khrho@hansung.ac.kr)