

모바일 빅 데이터 트래픽 환경에서 새로운 이동통신 주파수의 활성화 방안 연구

정우기*

A Study on Activation of New Mobile Communication Spectrum in the Environment of Mobile Big Data Traffic

Chung Woo-Ghee*

요 약

본 논문은 모바일 광대역 서비스가 활성화되면서 나타나는 모바일 빅 데이터 트래픽의 발생이 모바일 광대역 서비스의 발전을 제약하지 않도록 이동통신 주파수 활성화를 위한 기술 및 경제적 환경 조건을 분석하고 활성화 방안을 제시한다. 새로운 이동통신 주파수의 활성화를 위해서는 투자의 비용과 수익의 균형이 이루어져야 한다. 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 새로운 이동통신 주파수의 활성화는 기술과 경제적 요인 그리고 통신사업자 내부 요인과 외부 요인이 결합되어 있다. 투자비용은 내부 요인인 자본적 비용(Capital Expenditure), 운용비용(Operating Expenditure)과 외부요인인 주파수 할당 대가와 관련 있으며 수익은 내부요인인 요금제와 외부 요인인 망중립성 문제와 관련 있다. 새로운 이동통신 주파수의 활성화는 투자비용에 주파수 할당 대가를 포함하고 투자 수익에 네트워크 증설이 가능한 요금제 운영과 외부 콘텐츠에 의한 트래픽 증가에 따른 수익이 포함되어 투자비용과 수익이 균형을 이루어야 한다.

Key Words : Mobile Big Data, Spectrum Price, Mobile Communication Spectrum

ABSTRACT

This paper analyses technical and economical conditions which activate the use of mobile communication spectrum not to limit the growth of mobile broadband service because of mobile big data traffic and proposes the method which activate the use of mobile communication spectrum. To activate new mobile communication spectrum the expenditure and income of investment should be balanced. The activation of new mobile communication spectrum to process mobile big data traffic depends on technical and economical conditions, internal and external factors of service provider. The investment expenditure is relate to CAPEX, OPEX which is internal factors of service provider and to spectrum price which is external factor of service. The investment income is relate to tariff system which is internal factors of service provider and to spectrum neutrality which is external factor of service provider. The activation of new mobile communication spectrum can be implemented when the investment expenditure and investment income meet the balance including the spectrum price in the investment expenditure and the tariff system which is able to extend network and the income based on traffic increase by external contents in the investment income.

I. 서 론

2000년대 초반 디지털 기술의 가속화로 유선에서는 xDSL에 의한 광대역 서비스를 제공하기 시작하였고 무선에서는 디지털 이동통신 기술에 의한 무선멀티미디어 서비스가 시작되었다. 유무선 네트워크의 변화는 새로운 서비스 및 콘텐츠

를 받아들일 준비가 되면서 ICT(Information & Communications Technology) 환경의 변화가 이루어지기 시작하였다. 하지만 현재 진행되고 있는 ICT 환경의 급격한 변화는 세계적으로 2007년 국내에서는 2009년말 시작된 아이폰 도입에 의해 이루어졌다. 최근 스마트폰, 태블릿 PC 등 모바일 광대역 단말기의 등장으로 고속 데이터 서비스가 활성화되면서

*청강문화산업대학교 모바일스쿨 이동통신전공 (wgchung@ck.ac.kr). 교신저자 : 정우기
접수일자 : 2012년 7월 28일, 수정완료일자 : 2012년 9월 6일, 최종 게재확정일자 : 2012년 9월 13일

데이터 트래픽이 급격히 증가하고 있다. 모바일 광대역 서비스의 급격한 데이터 트래픽 증가로 인한 주파수 부족은 ICT 변화의 핵심인 모바일 광대역 서비스 활성화를 제약할 수도 있다. 모바일 광대역 서비스가 보편적 서비스로 인식되기 시작하였지만 네트워크의 경제성 및 기술적으로 서비스 수용 능력이 제약 받지 않아야 지속적으로 발전할 수 있는데, 모바일 빅 데이터 트래픽을 수용하기 위해서는 이동통신 주파수의 개발과 투자가 원활히 이루어져야 한다.

본 논문에서는 모바일 광대역 서비스가 활성화되면서 나타나는 모바일 빅 데이터 트래픽의 발생이 모바일 광대역 서비스의 발전을 제약하지 않도록 이동통신 주파수 활성화를 위한 기술 및 경제적 환경 조건을 분석하고 활성화 방안을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 모바일 빅 데이터 트래픽 발생 환경을 분석하고 III장에서는 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 기술과 한계를 분석하였다. IV장에서는 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 주파수 활성화 방안을 제시하고 V장에서는 본 논문의 결론을 기술한다.

II. 모바일 빅 데이터 트래픽 환경 분석

모바일광대역 서비스에 의한 모바일 빅 데이터 환경은 ITU의 트래픽 현황과 예측 보고서를 분석함으로써 트래픽 변화 추이를 예측할 수 있다.^[1]

모바일 트래픽은 가입자 수와 개인 당 사용하는 트래픽이 곱해져서 나타난다. ITU는 2003년에 2010년의 세계 모바일 서비스 가입자 수를 17억명으로 예측하였는데 2011년 2월 조사한 세계 모바일 서비스 가입자 수는 53억명으로 예측치보다 3배 이상 증가하였다.^[1]

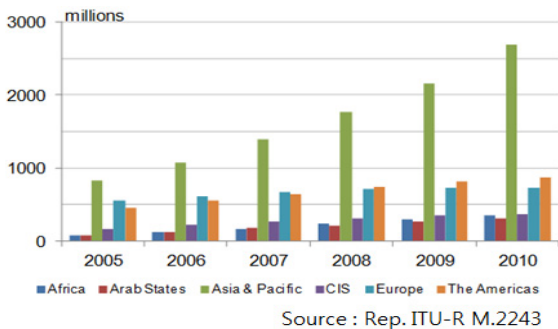


그림 1. 세계 모바일 가입자 수
Fig 1. Number of global mobile subscribers

ITU는 모바일 트래픽의 변화 환경을 다음과 같이 분석하였다. 첫째 스마트폰의 트래픽은 2010년 전체 단말의 13%이지만 트래픽은 78% 차지하고 있다. 모바일 광대역 서비스를 위한 스마트폰은 USB 동글(Dongle), 태블릿 PC, e-book, 게임기 등과 같은 다양한 단말로 확대되고 있다. 둘째 2011년

2월 세계 인구의 유선 인터넷 환경이 약30%인 반면 모바일 인터넷 네트워크 환경은 90%에 이르고 있다. 셋째 모바일 소프트웨어 어플리케이션이 급증하고 있다. 2008-2010년 30만 이상의 모바일 앱이 개발되었는데 종류로는 게임, 뉴스, SNS, 음악, 의료 등이다. 2011. 2월까지 110억 다운로드가 이루어졌으며 2014년까지 770억 다운로드 예상되는데 대부분의 모바일 앱 다운로드가 모바일로 이루어지고 있다. 넷째 영상서비스의 트래픽은 매년 100% 이상 증가하여 2014년에는 전체 모바일 트래픽 가운데 66%를 차지할 것으로 예상하고 있다. 다섯째 SNS 트래픽이 급증하고 있다. 2010년 4월 스마트폰 사용자의 75%가 SNS 서비스를 이용하고 있는데 2011년 상반기에 페이스북은 200%, 트위터는 310% 트래픽이 증가하고 있다. 여섯째 Machine to Machine(M2M) 서비스는 차량 관리, 산업 자산 관리, 판매, 보안, 의료관리 등에 이용되고 있으며 가정 관리 데이터는 수백 KB/초, 감시 영상은 수십 MB/초의 트래픽을 발생시킨다. 일곱째 광대역 서비스 사용자의 경험자가 늘어나고 있다. 2007년 이후 고속 데이터 서비스 네트워크의 등장으로 광대역 서비스를 경험한 사용자가 증가하고 있는데 IMT-Advanced 서비스는 적은 지연 시간과 고속의 데이터 서비스를 제공하여 멀티 플레이어 게임 등 새로운 서비스의 참여를 높일 것이다. 여덟째 네트워크 용량과 유연성을 높이는 기술의 발전은 투자 및 운용 비용을 낮추었고 네트워크 투자비용의 감소는 정액 요금제 등 모바일 데이터 서비스 사용 환경을 높였다. 아홉째 모바일 광대역 서비스 제공을 위해 규제 완화, 혁신적인 인센티브 제공, 모바일 광대역 서비스 가치 사슬의 조정 등을 추진하고 있다. 열 번째 모바일 클라우드 서비스의 활성화는 2015년 9400 PB에 이를 것으로 예상되고 있다. 열 한번째 모바일 인터넷 사용자 연령층이 확대되고 있는데 이것은 인터넷 경험 세대가 나이가 먹으면서 확대되고 노년층으로 확대되고 online education 등으로 낮은 연령층으로 확대되고 있다.

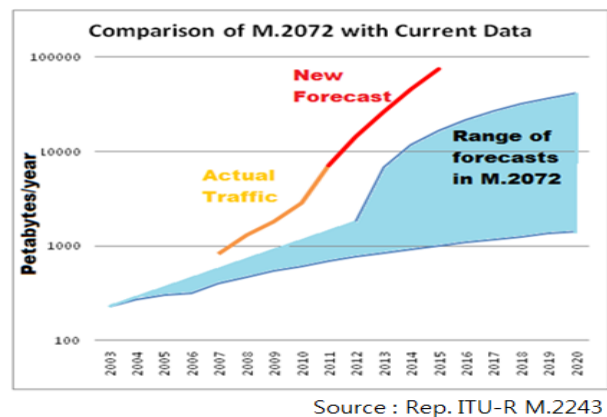


그림 2. ITU의 2005년과 2011년 예측 트래픽 비교
Fig 2. Comparison of traffic expectation in 2005 and in 2011 by ITU

ITU는 상기와 같은 모바일 환경 변화에 의해 모바일 빅

데이터 트래픽 발생을 예측하고 있다. ITU는 2011년 현재의 트래픽이 2005년 예측한 2011년의 높은 트래픽 보다 5배가 많다. 음성대비 100% 모바일데이터 트래픽 시기도 2015년에서 2009년으로 당겨졌다.^[1]

한국은 최근 스마트폰을 비롯한 모바일 기기의 광대역 서비스로 트래픽이 급증하고 있다. <표 1>은 한국의 모바일 트래픽 현황과 예측을 나타내고 있다. 한국의 모바일 트래픽 현황은 SKT, KT, LGU 3개 이동통신 사업자의 실제 트래픽 자료를 인용하고 있으며 모바일 트래픽예측은 방송통신위원회가 2011년 수행한 “모바일 광개토 플랜”에서 스마트폰, 일반폰, 모바일 단말의 수와 가입자당 트래픽을 예측하여 산출한 결과로서 ITU에 제출한 연구결과이다. 2019년에는 2011년과 비교하여 약 9.03배 증가할 것으로 예측하고 있다.^{[1][2]}

표 1. 한국의 모바일 트래픽 현황과 예측
Table 1. Current and Expectation of mobile traffic in Korea

년도(현황)	2009.10	2009.12	2010.1	2010.3	2010.5	2010.7	2010.9	2010.11	2011.2
트래픽 (Tb/월)	315	400	455	514	677	916	1,569	3,182	6,112
년도(예측)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
트래픽 (Tb/월)	21,618	39,713	59,810	81,509	106,889	124,492	144,420	167,534	195,117

Ⅲ. 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 기술과 한계

최근 스마트폰, 태블릿 PC 등 모바일 광대역 단말기의 등장과 서비스의 활성화는 모바일 데이터 트래픽을 급격히 증가시키고 있다. ITU는 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위해 첫째 모바일 광대역 서비스를 위한 높은 주파수 효율 기술 개발, 둘째 밀집도가 높은 망의 구조, 셋째 셀룰러 망을 보완하는 다른 망을 이용한 모바일 데이터 트래픽의 분산, 넷째 추가적인 이동통신 주파수 할당 및 서비스 방법을 제시하고 있다.[1]

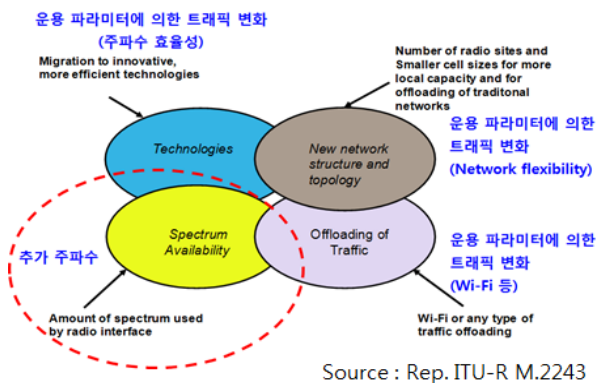


그림 3. 모바일 빅 데이터 트래픽 처리를 위한 기술적 방법
Fig 3. Technical method to deal with mobile big data traffic

ITU가 제시한 기술적인 해결 방법은 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위해 개발하여야 할 기술이지만 기하급수적으로 증가하는 트래픽 증가율을 고려하면 한계도 함께 가지고 있다. 첫째 높은 주파수 효율을 가지는 모바일 기술은 1990년대 디지털 기술이 적용된 이후 주파수 효율을 18개월마다 2배씩 높여 왔지만 이론적 한계치(세논의 제한)에 이르러 모바일 환경에서 주파수 효율을 데이터 트래픽 증가에 맞추어 기술을 개발하기는 어려울 것이다. 둘째 망의 구조 밀집도를 높이는 기술로서 펨토셀과 같은 소형 셀을 이용하여 트래픽을 처리할 수 있다. 셋째 와이파이와 같은 다른 망을 이용하여 모바일 트래픽을 처리할 수 있다. 두 번째와 세 번째 기술적 해결 방법은 모바일 빅 데이터 트래픽의 처리에서 이동통신사업자의 운용 정책에 따라 트래픽 분산 효과를 높일 수 있다. 하지만 펨토셀과 와이파이 등이 매크로셀과 같은 모바일 환경을 커버하기에는 근본적인 한계를 가지고 있다. 넷째 기술적 방법인 추가적인 주파수 확보는 “셀의 소형화”와 “무선접속기술의 공유기술(CR)”로서 해결할 수 없는 기본적인 매크로셀의 트래픽 증가를 해결하는 직접적인 방안이다. 하지만 추가적인 주파수의 할당 및 네트워크 구축은 적절한 시기에 개발되고 서비스가 되어야만 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리할 수 있다. 새로운 이동통신 주파수의 개발 및 서비스 활성화를 위해서는 기술과 함께 네트워크의 투자를 활성화하기 위한 경제적인 관점도 함께 분석되어야 한다.

Ⅳ. 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 주파수 이용 활성화 방안

모바일 빅 데이터 트래픽 처리를 위해 새로운 이동통신 주파수의 확대가 필요하다. 하지만 모바일 데이터 트래픽 증가에 따른 네트워크 투자 및 운용 환경 조건이 비용과 수익 측면에서 균형이 이루어져야 새로운 이동통신 주파수 대역의 활성화가 지속적으로 가능하다. 따라서 우선 새로운 주파수 이용 활성화를 위한 네트워크 투자 및 운용의 비용 및 수익 분석을 위한 요인을 분석하였다. 네트워크 투자 및 운용 비용은 기술 및 경제적인 관점과 사업자 내부 및 외부 요인으로 구분할 수 있다. 새로운 주파수의 네트워크 투자비용은 데이터 트래픽 증가에 대한 자본적 비용(CAPEX : Capital Expenditure), 운용비용(OPEX : Operating Expenditure) 그리고 주파수 할당 대가 투자로 구분할 수 있다. 이때 모바일 데이터 트래픽 증가에 따른 투자비용 증가는 CAPEX와 OPEX 같은 통신사업자 내부 요인과 주파수 대가와 같은 외부 요인으로 구분할 수 있다. 새로운 주파수의 네트워크 투자 수익은 데이터 트래픽 증가에 대한 매출 증가로 가정한다. 이때 모바일 데이터 트래픽 증가에 대한 매출 증가의 환경은 요금제와 같은 통신사업자 내부 요인과 외부 콘텐츠의 트래픽 증가(카카오톡 등)와 같은 통신사업자 외부 요인으로

구분할 수 있다.

모바일 광대역 서비스를 제공하기 위한 새로운 이동통신 주파수의 이용은 투자와 수익의 균형이 이루어져야 활성화가 될 것이다. 그림 4는 투자 비용과 수익이 불균형이 이루어진 경우로 모바일 트래픽 증가에 따라 투자비용의 감소 부분(Difference Expenditure Reduction)이 적게 일어난 반면 수익의 감소 부분(Difference Income Reduction)이 크게 일어날 경우를 가리키는데 이와 같은 경우 새로운 이동통신 주파수에 대한 투자가 활발히 이루어지지 않을 것이다.

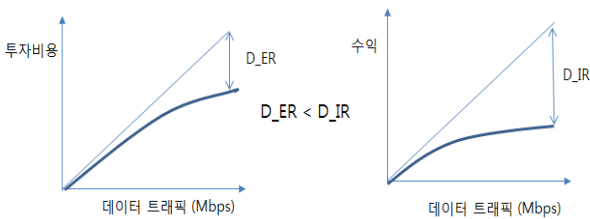


그림 4. 투자 비용과 수익의 불균형
Fig 4. Unbalance between expenditure and revenue

그림 5는 모바일 트래픽 증가에 따라 투자비용의 감소 부분(D_ER)이 작고 수익의 감소 부분(D_IR)이 크므로 투자비용과 투자수익이 불균형인 상태(점선)와 불균형 상태를 개선하여 투자비용과 수익의 균형이 이루어진 상태(실선)를 나타낸 것이다.

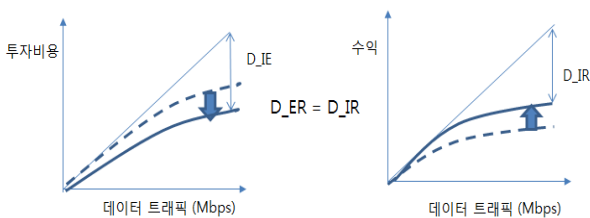


그림 5. 투자비용과 투자수익의 균형
Fig 5. Balance between expenditure and revenue

새로운 주파수 이용을 위한 투자 비용과 투자 수익의 요인을 자세히 분석하였다. CAPEX 및 OPEX는 기술 발전에 의한 주파수 효율성 증대 및 장비 가격 하락으로 장비 투자비용의 효율성을 높일 수 있으나 장비 이외 시설 및 시설 운영비용 등의 전체 투자비용의 감소 비율은 낮다. 지난 2000년 SK텔레콤이 2GHz 신규 주파수 대역을 활용하기 위해 IMT-2000 전국망 서비스를 위한 CAPEX가 1조 2500억이었는데^[3], 2011년 LGU+가 800MHz 주파수 대역을 활용하기 위해 LTE 전국망 서비스를 위한 CAPEX도 1조 2500억으로 유사하였다.^[4] LTE 시스템의 주파수 효율은 환경에 따라 0.52~2.67(bps/Hz/cell)을 나타내고 있으며 HSPA 시스템과 비교하여 최대 4배 높다.^[5] LTE 주파수 효율의 증가율은 모바일 데이터 트래픽 증가율의 1/5~1/10에 정도로서 급증하는 모바일 데이터 트래픽을 처리하기에는 한계가 있으며 또한 이동통신시스템의 주파수 효율은 세논의 이론적 한계에 이

르고 있다. 주파수 할당 대가는 새로운 이동통신 주파수 활성화를 위해 투자비용과 수익의 균형을 분석할 때 전체 네트워크 투자비용에 포함하여야 할 구성 요소이다. 최근 LTE 시스템 도입에 따른 각국의 주파수 할당 대가를 분석하면 표 2와 같다.^[6] 표 2에 나타난 결과를 보면 한국이 주파수 할당 대가가 다소 높게 나왔는데 이것은 새로운 이동통신 주파수 투자비용이 상대적으로 높다는 것을 나타낸다. 주파수 투자비용은 각국의 GDP를 포함하여 추가적인 분석이 필요하다.

표 2. LTE 주파수 경매 가격
Table 2. Bidding price of LTE spectrum (단위 : \$/MHz/명)

구분	~ 900MHz	1.8GHz	2GHz	2.6GHz	평균
네덜란드	-	-	-	0.002	0.002
벨지움	-	-	0.005	-	0.005
브라질	-	-	0.085	-	0.085
독일	0.965	0.034	0.059	0.029	0.191
스웨덴	0.480	0.168	-	--	0.262
싱가포르	-	0.429	0.365	-	0.381
프랑스	1.034	-	0.622	0.157	0.446
이탈리아	1.195	0.385	-	0.087	0.446
덴마크	2.075	1.588	-	0.241	0.562
한국	0.512	0.962	0.431	-	0.660
홍콩	1.479	-	-	--	1.479

표 3은 국내 이동통신사가 2009.12월에서 2010.11월까지 약 8배의 트래픽이 증가하였음을 나타내고 있는 반면에 표 4는 국내 이동통신사업자의 2009년과 비교하여 2010년 전체 매출액이 2% 증가에 머물렀음을 나타내고 있다.^[7] 데이터 트래픽 증가에 따른 적절한 네트워크 투자 수익 발생은 요금제와 더불어 외부 콘텐츠에 의한 트래픽에 의해 발생할 수 있다. 현재 외부 콘텐츠에 의한 트래픽 수익 비용은 요금제에 결합되어 있어 이에 대한 추가 분석이 필요하다.

표 3. 국내 이동통신사 트래픽
Table 3 Traffic of total service provider in Korea (단위 : TB/월)

구분	SKT	KT	LGU+	전체
2009. 12	140	185	75	400
2010. 11	1659	1271	252	3182
2011. 2	3,411	2,177	524	6,112

표 4. 국내 이동통신사 매출액
Table 4. Revenue of total service provider in Korea (단위 : 십억원)

구분	기본료	데이터	음성통화	기타	전체
2009	8,170	4,308	5,977	3,638	22,093
2010	8,713	5,031	5,196	3,932	22,872

새로운 주파수 이용의 활성화를 위해서는 균형된 투자비

용과 수익을 이루도록 요금제 및 외부 콘텐츠에 따른 데이터 트래픽 증가에 대한 수익 배분이 투자비용과 균형을 이룰 수 있도록 반영되어야 한다.

V. 결론

본 논문에서는 모바일 광대역 서비스가 활성화되면서 나타나는 모바일 빅 데이터 트래픽의 발생이 모바일 광대역 서비스의 발전을 제약하지 않도록 이동통신 주파수 활성화를 위한 기술 및 경제적 조건을 분석하고 활성화 방안을 제시하고자 하였다. 새로운 이동통신 주파수의 활성화를 위해서는 투자의 비용과 수익이 균형을 이루어야 새로운 이동통신 주파수의 활성화가 이루어질 수 있다. 모바일 빅 데이터 트래픽을 처리하기 위한 새로운 이동통신 주파수의 활성화는 기술과 경제적 요인 그리고 통신사업자 내부 요인과 외부 요인이 결합되어 있다. 투자비용은 내부 요인인 CAPEX, OPEX와 외부요인인 주파수 할당 대가와 관련 있으며 수익은 내부 요인인 요금제와 외부 요인인 외부 콘텐츠에 의한 트래픽 발생의 수익 분배 문제와 관련 있다.

새로운 이동통신 주파수의 활성화를 위해서는 투자비용에 주파수 할당 대가를 포함하고 투자수익에 네트워크 증설이 가능한 요금제 운영과 외부 콘텐츠에 의한 트래픽 증가에 따른 수익이 포함되어 투자비용과 수익이 균형을 이루어야 한다.

참고 문헌

- [1] Rep. ITU-R M.2243, "Assessment Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications", Oct. 2011.
- [2] 홍인기, 이동통신 시스템 발전 현황", 4G주파수 정책 심포지움, 한국통신학회, 2011. 6.
- [3] "LGU+ LTE 네트워크 투자 대폭 확대", 헤럴드 경제, 2012. 4. 23.
- [4] "통신혁명의 주역 IMT-2000", 매일경제, 2000. 12. 27.
- [5] 3GPP TR 25.912, "Feasibility study for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)", Jul. 2007.
- [6] 여인갑, "LTE 주파수 글로벌 경매가격 및 총량분석", 주간기술동향, 2012. 5. 23.
- [7] 여재현 외 3인, "미래 광대역 이동통신 시대의 전파 이용 환경 변화 연구", 정보통신정책연구원, 2011. 12.

저자

정 우 기



- 1986년 : 연세대학교 전자공학과(공학사)
 - 1988년 : 연세대학교 전자공학과(공학 석사)
 - 2007년 : 연세대학교 전자공학과(공학 박사)
 - 1989년 ~ 1992년 : 한국전자통신연구원
 - 1992년 ~ 1994년 : SK텔레콤 CDMA 전담반
 - 1994년 ~ 1999년 : 신세기통신 기술기획팀
 - 1999년 ~ 2003년 2월 : LG유플러스 기술전략팀 부장
 - 2003년 3월 ~ 현재 : 청강문화산업대학교 이동통신전공 교수
 - 2010년 3월 ~ 현재 : 차세대이동통신포럼 주파수분과위원장
- <관심분야> : 전파통신, 디지털 통신시스템, Spectrum Engineering