

광대역 3-Band CA 상용화의 의미와 과제

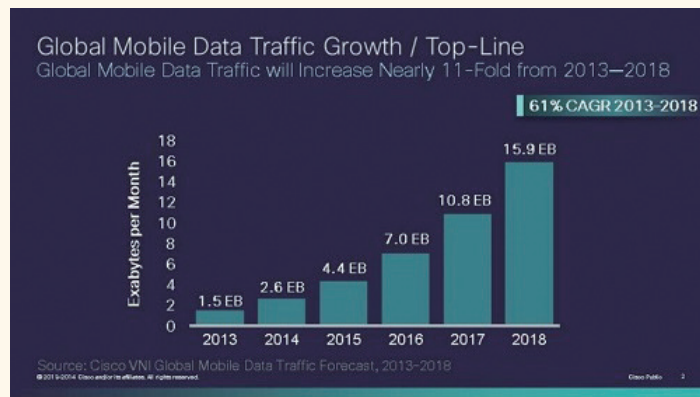
김희동 KT스카이라이프 대리

이통3사들의 속도경쟁은 청양의 새해에도 3-Band CA(Carrier Aggregation)로 계속 이어졌습니다. 광대역 2-Band CA를 작년 6월에 세계 최초로 상용화한지 불과 6개월 만에 광대역 3-Band를 또 세계 최초로 이통3사 모두 서비스한다고 하니 이런 추세라면 2020년을 목표로 하는 꿈의 5G 타이틀도 대한민국이 될 것 같습니다. 사실 LTE도 3G와 4G의 중간인 3.xG이고 LTE-Advanced부터 진정한 4G로 봐야하나 통상 이론상 최고속도가 75Mbps가 나오는 LTE를 4G라 부르고 있습니다. 지금 상용화 중인 광대역 3-Band CA는 4G를 넘어 5G로 도약하기 위한 중간단계로 Beyond-4G 정도로 이해하시면 될 것 같습니다. 그렇다면 여기서 의문점이 생깁니다. 통신업계는 왜 그렇게 빨리 4G에서 5G로 진화를 시도하고 있는 걸까요? 가트너나 IDC와 같은 IT시장조사, 컨설팅 사들은 대체로 모바일 트래픽이 차지하고 있는 데이터 총량이 매해 대략 2배씩 늘어날 것이라고 예측하였습니다. 지난해 시스코가 출간한 모바일 트래픽 예측 보고서에 따르면 2013년 월 1.5엑사바이트(EB = 100경 바이트 = 10억 기가바이트)에서 2014년 2.6EB로 증가하였고, 올해부터 가파르게 상승할 것이라고 내다보았습니다. 2018년경에는 연 190억 EB에 달해 같은 기간 연평균성장률인 CAGR(Compound Annual Growth Rate)이 61% 증가할 것이란 전망을 내놓았습니다. 따라서 국가재난을 초래할 수 있는 통신 블랙아웃을 피하기 위해 각국의 ICT 유관부서는 분주하게 주파수 플랜을 준비하고 있습니다.

다들 아시다시피 속도는 대역폭에 비례합니다. 이는 이미 새년의 채널용량(C[bps]=Blog...이하생략)에서 알 수 있듯이 이동통신도 마찬가지로 대역폭 Bandwidth가 넓을수록 단위 시간당 더 많은 양의 데이터를 빠르게 전송할 수 있습니다. 전송속도를 높이기 위한 LTE-A Advanced Scan의 핵심기술에는 매크로셀 간 CoMP(Coordinated Multi-Point), Quad Antenna, Tetra Cell, 매크로셀과 스몰셀 간 eCIC(enhanced Inter-Cell Interference Coordination, 확장 셀경계 간섭 제어) 등이 있습니다.

CoMP는 다시 Up-Link와 Down-Link로 나뉘는

데 대표적 Down-Link로 JT(Joint Transmission), CS(Coordinated Scheduling) 등이 있으나 우리는 통신 엔지니어가 아니므로 Pass! Advanced Scan을 간단히 요약하자면 Multi나 Quad가 들어간 이름에서 추측할 수 있듯 기존 단일(Uni-) 기지국과 통신할 수밖에 없던 단말이 기지국 경계지역에서 인접 기지국 간 협력통신(Coordinated)으로 전송속도가 향상되는 기술입니다. Quad의 의미도 기존 단일 기지국의 Dual 안테나와 인접 기지국의 Dual 안테나가 더해져 총 4개(Quad)의 안테나에서 데이터를 수신하게 되는 원리입니다. 테트라 셀은 네트워크기능 가상화인 NFV(Network Function Virtualization)의 일환으로 송신 신호를 받는 안테나 수를 소프트웨어적으로 늘려



[그림 1] 시스코가 전망한 미래 모바일 트래픽과 CAGR 예측 보고서

주어(Dual → Quad) 다수의 안테나로 데이터를 동시에 송수신하여 전송 효율을 향상시켜주는 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 기술 정도로 이해하시면 될 것 같습니다.

그러나 아무리 Dual에서 Quad로 2배 늘어났다 할지라도 실질적인 전송속도가 2배 늘어나지는 않습니다. 마치 새년의 채널용량에서 S/N비를 2배 늘려주어도 대수적으로(logarithmically) 증가하는 것처럼 대략 30%(=log2) 정도의 향상된 효과를 볼 수 있습니다. 따라서 산술적으로(arithmetically) 전송속도를 높여주는 가장 빠르고 확실하며 간단한 방법은 대역폭을 넓혀주는 일입니다. 하지만 이 역시 LTE 초기 상황(주파수 배정문제로 '최초' 도입 실패)과 지난 주파수 경매를 돌이켜보면 말처럼 간단하지만은 않습니다.

[표 1]을 보면 LTE 초기 이동3사들은 새로운 주파수 대역을 할당받기 전 데이터 트래픽을 효율적으로 관리하기 위해 멀티캐리어(MC) 방식을 사용하였습니다. 기존 전국망에 보조망을 사용하여 특정 주파수 대역의 부하를 조절하여 데이터를 분산시키는 로드 밸런싱(Load Balancing)과 단말의 이동에 따라 최적의 주파수 대역으로 변경 시 끊임없이(Seamless) 원활하게 이어주는 주파수간 핸드오버(Inter-frequency Handover)가 핵심

이동통신사	전국망	보조망	2013년 할당	비고
KT	1.8GHz	900MHz	1.8GHz	인접 대역으로 바로 광대역 서비스 가능
SK	800MHz	1.8GHz	1.8GHz	1.8GHz 대역에서 광대역 서비스 가능
LG	800MHz	2.1GHz	2.6GHz	2.6GHz 대역에서 광대역 서비스 가능

[표 1] 이동통신 3사 LTE 주파수 보유 현황

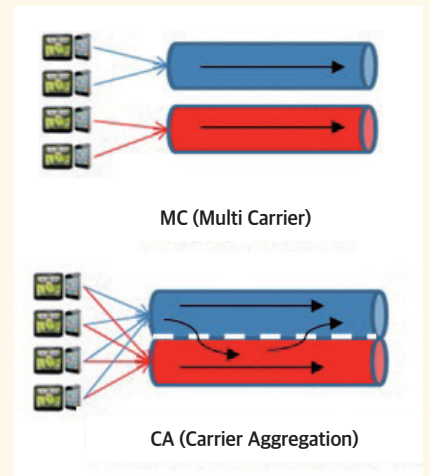
구분	주파수 대역		
	D2 Block(2.6GHz)	C2 Block(1.8GHz)	B2 Block(2.6GHz)
낙찰자(할당대역)	KT(15MHz)	SK(35MHz)	LG(40MHz)
낙찰금액(억)	9,001	10,500	4788

[표 2] 이동통신 3사 주파수 경매 결과

기술이죠. 하지만 이 역시 대역폭 자체가 늘어나는 것이 아니라 똑같은 다른 대역을 사용하는 방식이라 체감속도가 줄어드는 것을 막아 줄뿐 늘어나는 트래픽에 근본적인 해법이 되지 못했습니다.

그래서 이동사들은 끊임없이 추가 대역을 원하지만 처음부터 주파수 자원이 LTE만을 위해 할당될 리 없어 연속된 광대역을 갖기란 실로 어려운 현실입니다. 그래서 지난 주파수 경매에서 KT(1.8GHz의 전국망 보유)는 주파수 경매에 천문학적인 액수들 들어 기존 전국망에 인접한 1.8GHz 대역의 D2블럭 15MHz를 할당받았습니다. SK(800MHz의 전국망 보유)로서는 1.8GHz 대역을 보조망으로 사용하고 있었기에 KT보다 저렴하게 C2블럭 35MHz 대역을 할당받았고 LG는 전국망은 800MHz, 보조망은 2.1GHz를 사용하고 있어 새로운 2.6GHz 대역의 B2블럭 40MHz를 가장 저렴하게 구입하였습니다. KT는 바로 “황금 주파수~광대역 LTE~Oleeh!”로 홍보하며 타사보다 빨리 광대역 LTE 서비스가 가능해졌으며 SK는 기존 보조망을 반납하고 받은 1.8GHz의 광대역으로 전국망을 옮겨 광대역 LTE가 가능하지만 LG의 경우 2.6GHz 대역에 새롭게 받은 광대역 40MHz를 상용화하기 위해 망 구축에 열을 올리고 있습니다.(총 80MHz를 보유하여 LTE8이라 홍보함, 타사 모두 55MHz 보유) 2013년 8월 19

일부터 30일까지 50라운드의 오름입찰과 1차례의 밀봉입찰을 거치는 치열한 눈치 싸움 끝에 자칫 승자의 저주로 이어질 뻔도 했습니다. 당시 최대 이슈는 KT의 전국망 인접대역인 1.8GHz 확보 저지를 위해 LG와 SK가 연대가 관건이었으나 SK가 실리(35MHz라는 광대역을 기존 보유한 대역을 반납하는 방법으로 약 5,000억의 저렴한 가격에 확보)를 택하면서 3사 모두 광대역을 확보하게 되었습니다. 그래도 최종 승자는 KT라는 것이 전문가들의 중론입니다. 왜냐하면 망투자, 신규 단말 여부와 상관없이 바로 인접된 광대역으로 2배 빠른 LTE 서비스 상용화를 시작할 수 있어서입니다. 얼핏 보면 타사대비 LG가 가장 넓은 대역(40MHz)을 가장 저렴(4788억)하게 할당받은 것처럼 보이나 신규 전국망 투자에 조 단위 금액이 들어가며 신규단말에 한해서 광대역 상용화가 가능하기 때문입니다. 이처럼 주파수 대역을 확



[그림 2] 멀티 캐리어와 캐리어 어그리게이션 비교

보하기 위해 이통3사들끼리도 첨예한 대립으로 이어지는데 700MHz 대역을 둘러싼 국가재난망(PS-LTE로 이미 20MHz 할당)과 방송(UHD) 등 다른 산업과의 마찰이 있어 여러 여건상 연속된 광대역을 특정 대역에서 특정 산업을 위해 할당받기란 현실적으로 매우 어렵습니다. 하지만 기술이 이런 어려움을 해결해주고 있으니 바로 CA(Carrier Aggregation)라 불리는 주파수 집성이 있기에 가능해졌습니다.

[표 3]에서 알 수 있듯 속도가 네 배(75→300)가 되기 위해선 대역폭이 네 배(10→40) 넓어져야 한다는 것을 의미합니다. LTE의 경우 이론적으로 10MHz의 대역폭으로 최대 75Mbps의 전송속도가 가능한데 네 배인 300Mbps가 나오려면 대역폭이 40MHz가 확보되어야 한다는 뜻이죠.

	LTE		LTE-Advanced(CA)		
	LTE 초기	광대역 LTE	2-Band	광대역 2-Band	광대역 3-Band
속도(Mbps)	75	150	150	225	300
대역폭 구성	10MHz	20MHz	10+10MHz	20+10MHz	20+10+10MHz
1GB 다운(초)	110	55	55	37	28
상용화 시기	2011.7	2013.9	2013.6	1014.6	2015.1
커버리지	단일		Main+Sub		
단말	기존 단말 사용		별도 단말 필요		

[표 3] LTE와 CA가 사용된 LTE-Advanced 비교

그리고 또 한 가지 눈여겨볼 점은 LTE-Advanced 2-Band CA에서 광대역 2-Band CA로 속도가 50%(150→225) 향상되기까지 1년이 걸렸는데 반해 광대역 3-Band CA는 불과 상용화 시점이 50%(12개월→6개월) 줄었다는 것입니다. 만약 광대역 3-Band(20+20+20)로 속도가 50%(300→450) 증가하는데 3개월이 걸려 50%(6개월→3개월) 단축된다면 새로운 '김의 법칙'이 탄생하는 건가요? 아쉽지만 이미 지난 MWC 2014에서 대한민국은 비록 상용망이 아닌 테스트베드에서 광대역 3-Band CA(20+20+20)로 450Mbps를 시연하였습니다. 따라서 상용화를 위한 추가 광대역 확보가 관건이라 3개월 내에는 불가능합니다. 미래창조과학부는 올해 210MHz 폭의 이동통신 주파수를 추가로 할당할 예정이며 이에 따라 정보통신정책연구원(KISDI)이 '광개토폴랜 2.0 수립을 위한 정책 토론회'를 지난 12월 열고 최종안을 발표할 계획입니다.

KT는 이미 지난 12월 28일 3-Band CA를 '퀵(X4)'라 칭하고 일반 대학생 고객으로 구성된 '광대역 LTE-A x4' 체험 서비스를 시행함과 동시에 서울 광화문 올레스퀘어에 체험존을 운영하고 있습니다. 광대역 1.8GHz 20MHz에 800MHz와 2.1GHz 각각 10MHz를 더해 총 40MHz로 CA를 구성하였습니다. KT의 광대역망은 이미 지난 2013년 1.8GHz 인접대역으로 할당받은 터라 이미 전국망 구성이 100% 완료되어 타사대비 최다(광대역 기지국은 2배, 중계기는 5~20배)인 10만 기지국으로 커버리지가 가장 우수합니다. 현재 삼성 갤럭시노트4 단말기를 통해 향상된 LTE 속도를 직접 체험할 수 있으며 기술 검증을 더 거쳐 조만간 LTE-A x4를 지원하는 단말기가 출시되면 본격적인 전국 상용 서비스를 시작할 계획입니다.

SK도 지난달 29일부터 4배 빠른 3-Band CA를 소비자 평가단을 대상으로 체험 서비스를 시작하였습니다. KT와 마찬가지로 광대역망은 1.8GHz 20MHz, 900MHz와 2.1GHz 각각 10MHz를 더해 총 40MHz로 CA를 구성하였습니다. 기존 1.8GHz와 900MHz를 주력망으로 삼고, 2.1GHz 대역은 보조망으로 대도시를 중심으로 올 1분기 내로 2만 6000기를 구축한다는 계획입니다. 현대 소



[그림 3] KT 3-Band CA(40MHz) = 1.8GHz(20MHz) + 800MHz(10MHz) + 2.1GHz(10MHz) >



[그림 4] SK 3-Band CA(40MHz) = 1.8GHz(20MHz) + 900MHz(10MHz) + 2.1GHz(10MHz)

비자 평가단에게 '갤럭시노트4 S-LTE'를 통해 상용서비스를 제공하고 있으며 SK고객은 기존 LTE 요금제 그대로 '3 밴드 LTE-A' 서비스를 이용할 수 있습니다.

LG도 2015년부터 3-Band CA를 상용화한다고 지난 12월 밝혔는데 아직 단말이 없어 체험서비스를 실시하고 있지는 않습니다. 지난 주파수 경매에서 할당받은 2.6GHz에 20MHz를 광대역 주력망으로 하고 800MHz와 2.1GHz 각 10MHz를 보조망으로 구성하였습니다. 이미 지난 6월 시험용 단말기를 이용해 실제 고객들이 사용 중인 상용망에서 3밴드 CA를 세계 최초로 시연한 바 있는 유플러스는 타사와 같은 갤럭시노트4가 아닌 LG전자의 신규 단말이 나오는 대로 서비스를 시작한다는 계획입니다.



[그림 5] LG 3-Band CA(40MHz) = 2.6GHz(20MHz) + 800MHz(10MHz) + 2.1GHz(10MHz)

이통3사의 속도경쟁뿐만 아니라 품질경쟁은 올해 더 치열하게 펼쳐질 것으로 예상됩니다. 매해 미래창조과학부는 통신사들을 대상으로 '통신서비스 품질평가'를 실시해오고 있습니다. 지난 12월 30일 발표한 자료에 의하면 통신 서비스별 데이터 속도(업, 다운로드), 접속 및 전송 성공률을 수치로 표현하여 기존 양호 등급으로 평가하던 방식에서 탈피하였습니다. 더욱이 미래부는 올해부터 예산이 허락하는 한 커버리지를 평가항목에 추가하여 도심뿐만 아니라 지역산간, 도서지방에서의 서비스를 한 층 더 끌어올릴 것으로 기대하고 있어 이통사의 경쟁부담은 더 커질 것으로 보입니다. 세부 수치를 보면 이통3사의 광대역 2-Band CA 평균 다운로드 속도는 114.4Mbps, 광대역 LTE는 77.8Mbps로 나와 최고 속도의 절반 수준에 밖에 미치지 못했습니다. 송, 수신이 일정한 고정통신도 아니고 전파가 시시각각 변하는 매질을 통해(직접파+반사파+회절파+산란파 등) 전송되므로 수신점의 전계강도가 변하게 되어 발생하는 페이딩(Fading)에 영향을 많이 받아 당연한 결과일지 모릅니다.

하지만 이는 통신사의 문제이지 소비자 입장에서는 과대광고라 느껴질 수밖에 없어 최고 속도를 올리려 대역폭을 추가하고 또 평균 속도를 올리려 CoMP, eCIC 등과 같은 기술을 끊임없이 개발하고 있습니다. 더 큰 과제는 내부가 아닌 외부에 산재되어 있습니다. 가트너에 의하면 IoT에 연결되는 기기의 숫자가 작년 37억 5000만 대에서 올해 48억 8060만 대로 30% 증가할 것이라고 전망했고, KT경제경영연구소는 올해 사물인터넷 시장 규모 3조 8천억 원에서 2022년에는 23조 원대까지 성장할 것으로 내다보았습니다. 주니퍼 리서치에서는 웨어러블 시장이 2018년에는 190억 달러 규모로 성장할 것이라 예측하는 등 2020년 상용화를 목표로 하고 있는 5G 플랫폼이 IoT와 웨어러블의 중심이 될 거란 전망 아래 각국은 국책사업으로 5G 상용화 및 특허산업에 사활을 걸고 있습니다. 대한민국도 미래부를 중심으로 '미래 이동통신 산업발전 전략'을 수립하여 총 역량을 결집하고 있으나 상황은 그리 녹록지 않습니다.

아무리 세계 최초란 타이틀을 우리나라가 계속 이어가고 있지만 로열티로 이어지는 특허는 미국(14,190건)의 1/4 수준인 3420건에 머무르고 있습니다. 삼성이 전 세계 휴대폰 시장 점유율 1위를 지키고 있지만 핵심인 CPU칩(스냅드래곤)은 미국의 모바일 대기업인 퀄컴 제품을 쓰고 있습니다. 퀄컴은 한발 더 나아가 5G 시대의 주도권을 이어간다는 목표 아래 펌토셀과 같은 스몰셀과 단말간 직접 통신 D2D에 투자하고 있습니다. 스웨덴의 에릭슨은 5G 핵심기술인 매크로셀과 스몰셀간의 HetNet CA(Heterogeneous Network CA, 이종 망간 주파수 집성)를 얼마 전 KT와 함께 시연하였고 최근 Wi-Fi는 물론 LTE, WCDMA 등 10개의 다른 주파수 대역을 묶을 수 있는 옥내 피코셀인 RBS6402를 출시하였습니다. 상황이 이런데도 우리나라는 특허의 대부분이 대기업의 독점하여 추진되고 있습니다. 중소기업이 중견기업에서 다시 대기업으로 계속 커가는 선순환 구조의 산업토양을 배양하기 위해 대한민국은 위기에 빠진 팬택사태를 반면교사로 삼아야 할 것입니다. 또한 국내 이동통신 점유율이 수년째 5:3:2로 고착화 되어있다는 사실도 결국 기존 비즈니스 모델로는 포화상태에 다다른 성장둔화를 타개할 수 없다는 것을 의미합니다. CES 2015도 예상대로 IoT 환경에서 스마트홈, 커넥티드 카 등 가전, 모바일, IT업체 간 각자의 플랫폼을 중심으로 하는 주도권 경쟁이 펼쳐졌습니다. 이렇기에 이통3사는 IoT를 미래 성장 동력으로 꼽고 BM발굴을 위해 노력을 이어가고 있습니다.

대한민국이 세계 최초 3-Band CA 상용화에 만족하지 않고 4-Band, 5-Band CA를 거쳐 5G 시대를 여는 그 날까지... 