



Beyond 4th Generation(B4G) 이동통신 기술 분석

장재득* 김대호**

스마트폰 등 무선 데이터 사용자 수가 매년 급속도로 확산되면서 모바일 데이터 트래픽은 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 모바일 데이터 트래픽 급증에 대응하기 위해서는 이동통신 기술 혁신에 따른 네트워크 용량 향상과 고도화가 필요한 B4G 이동통신 시스템의 개발이 시급하다. B4G 이동통신 기술은 3GPP와 IEEE 802 등에서 IMT-Advanced 이후를 대비한 성능 향상 및 다양한 응용을 위한 기술들을 포함하며, 4G 이동통신 대비 10 배 이상의 전송 용량을 제공하는 에너지 효율적인 차세대 이동통신 기술이다. 이와 같이 B4G 이동통신 기술이 개발되면 고정 사용자에게 최대 10Gbps, 이동 가입자에게 최대 1Gbps 서비스 제공을 목표로 하고 있다.

본 고에서는 B4G 이동통신 시스템 구성 기술, B4G 이동통신 요소 기술인 사물지능 통신, 단말간 직접 통신, 멀티 안테나 전송 기술, 반송파 집적 기술, 그리고 협력형 다중 전송 기술에 대해 기술하고자 한다.

목 차

- I. 서 론
- II. B4G 이동통신시스템 구성 기술
- III. B4G 이동통신 요소기술
- IV. 결 론



* ETRI 초고속모뎀연구팀/책임기술원
** ETRI 초고속모뎀연구팀/팀장

I. 서 론

최근 스마트폰 및 태블릿 등의 모바일 단말이 급속도로 확산되면서 이동통신의 데이터 트래픽이 폭발적으로 증가하고 있다. 태블릿 PC 와 같은 새로운 융합형 멀티미디어 단말기 출시뿐만 아니라 앞으로 클라우드 컴퓨팅, Machine-to-Machine(M2M) 등 무선 인터넷이 본격적으로 산업에 활용되면 모바일 데이터 수요는 기하급수적으로 증가할 것으로 전망된다. 무선 인터넷과 이를 통한 융합산업의 발전을 위해서는 적기에 이동통신 인프라가 고도화될 필요가 있다. 이와 관련하여 우리나라를 비롯한 세계 대부분의 이동통신 사업자는 빠르

고 쉬우면서 경제적인 무선 서비스를 제공 받기 위한 새로운 무선 기술인[1] B4G 이동통신으로의 진화를 계획하고 있다.

B4G 이동통신 기술은 IMT-Advanced 표준 채택을 목표로 3GPP와 IEEE 802 등에서 추진중인 LTE-Advanced, IEEE 802.16m 등의 표준화 대상이 되는 기술들을 말하며, B4G 이동통신 시스템 구성 기술은 4세대 이동통신 고도화 기술, 미래 무선 전송 및 액세스 망 기술, 셀룰러 망 기반 디바이스 네트워크 기술, 모바일 그린 네트워크 기술로써 서비스 중심에서 더 나아간 사용자 중심의 모바일 에드혹 네트워크 시스템이 될 것으로 예상된다.

B4G 이동통신 기술로는 기존 LTE 기술 대비 전송속도를 향상시키고, 반송과 집적 기술, 멀티 안테나 전송 기술, 협력형 다중 전송 기술, 사물지능 통신 및 단말간 직접 통신 기술 등을 지원하는 기술이다. 최근 B4G 이동통신 기술은 전통적인 성능 향상형 기술인 초고속 무선 멀티미디어 제공 기술 측면에서 4G 이후의 Multi-Giga bps 급의 초고속 무선 전송 및 접속 기술도 그 범위에 포함된다.

본 고에서는 B4G 이동통신 시스템 구성 기술, B4G 이동통신 요소 기술인 사물지능 통신, 단말간 직접 통신, 멀티 안테나 전송 기술, 반송과 집적 기술, 그리고 협력형 다중 전송 기술에 대해 기술하고자 한다.

II. B4G 이동통신 시스템 구성 기술

B4G 이동통신 시스템 구성 기술은 (그림 1)과 같이 4세대 이동통신 고도화 기술, 미래 무선 전송 및 액세스 망 기술, 셀룰러 망 기반 디바이스 네트워크 기술, 그리고 모바일 그린 네트워크 기술로 구성된다. 각 구성별 자세한 기술 내용은 다음과 같이 분류 정의된다.

1. 4세대 이동통신 고도화 기술

가. 멀티미디어 전송 고도화 기술

- Multiple Input Multiple Output(MIMO) 및 반송과 집적 환경에서 멀티셀 동기화 전송 및 통계적 다중화 기술 등을 적용하여 멀티캐스트 전송용량을 증대하는 기술
- 비디오 계층과 이동통신 전달계층간 실시간 정보공유를 통한 교차계층 최적화, 적응형 계층전송, 이종미디어간 적응적 QoS 연동을 통해 모바일 멀티미디어 서비스를 고품질화하는 기술



(그림 1) B4G 이동통신 기술 개념도

나. 중첩셀 협력 간섭 관리 기술

- 매크로셀 내에 피코셀, 릴레이, 펄토셀 등의 소형 셀들이 중첩 배치된 환경에서 셀간 간섭 최소화를 통해 무선자원 재사용 효율을 극대화하는 기술
- 트래픽 분포에 따라 피코셀의 커버리지 제어를 통해 매크로셀과 피코셀의 트래픽 부하 분담을 적절하게 유지하는 기술

다. 셀룰러 망 기반 M2M 기술

- 단말의 수, 트래픽 양, 트래픽 발생 빈도 등 다양한 측면에서 기존의 사람간 통신과 특성이 매우 다른 M2M 통신을 셀룰러 망에서 효율적으로 지원하기 위한 기술

2. 미래 무선 전송 및 액세스 망 기술

가. 미래 무선 액세스 망 기반 기술

- 다양한 형태 및 기능의 노드간 상호 협력, 비용 효율적인 유무선 backhaul 링크의 사용, 네트워크 가상화 등에 의한 multi-RAT 의 효율적이고 유연한 활용을 기반으로 한 모바일 액세스 망 기술

나. 용량 증대 무선 전송 기술

(1) 다중점 협력 송수신 기술

- 인접 셀/Remote Radio Header(RRH) 간 협력을 통해 다른 셀/RRH의 경계 단말에 대한 간섭을 최소화하는 형태로 빔 형성/스케줄링을 수행하는 기술
- 하나의 셀/RRH 경계 단말에 대해 인접 셀/RRH들이 동일 데이터를 송신(수신)하고 이를 해당 단말(기지국)에서 결합 처리수신하는 기술

(2) 간섭 채널에서의 간섭 정렬 기술

- 다른 송신기들로부터의 간섭을 하나의 간섭 부공간에 정렬시켜 다른 송신기들로부터의 간섭을 크게 줄이는 기술

(3) Massive MIMO 기술

- 현재 대비 매우 많은 수의 셀 당 안테나를 이용하여 단일 및 다중 사용자 MIMO 이득을 얻는 보다 고도화된 MIMO 기술

3. 셀룰러 망 기반 디바이스 네트워크(Device Network: DN) 기술

가. 단말 간 직접 통신 기술

용량 증대 및 미래 서비스 지원을 위해 동일 셀 또는 인접 셀에 속한 근접 단말 간의 직접통신을 지원하는 기술이다.

나. 단말 릴레이 기술

셀 경계 사용자 용량 증대 및 음영지역에 있는 단말의 망 접속 지원을 위해 단말이 다른 단말에 대해 릴레이 기능을 하도록 하는 기술이다.

4. 모바일 그린 네트워크 기술

가. 에너지 효율 중심 시스템 제어 기술

이동통신 트래픽 용량, 접속자 수 등의 기지국 환경에 따라 기지국 장치를 자동 제어함으로써 기지국에서 사용하는 소비전력을 최소화하는 기술이다.

나. 차세대 에너지 절감형 RF 기술

고효율을 지향하는 차세대 전력증폭기 기술과 최적화된 저전력 비선형 완화기술에 기반하여 이동통신 기지국의 에너지 효율을 극대화할 수 있는 고효율, 저전력 차세대 RF 기술이다.

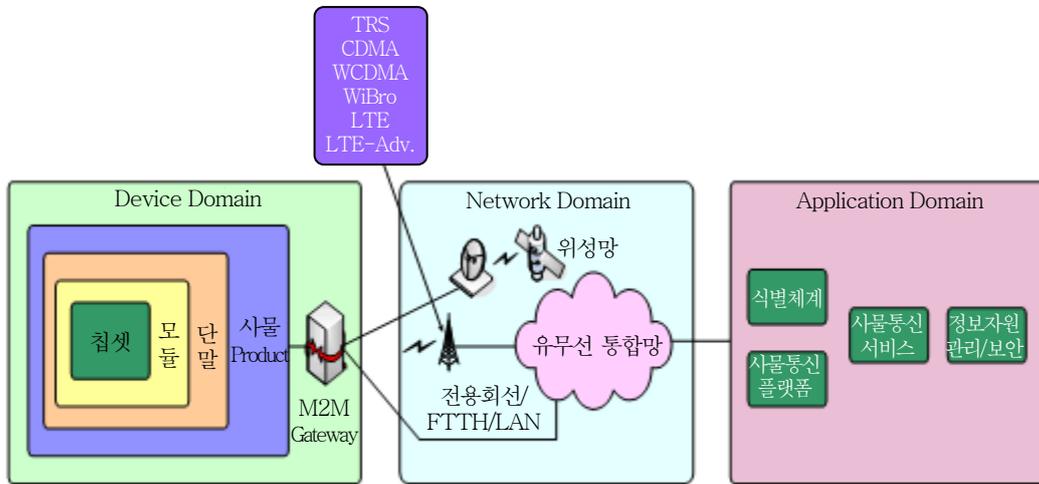
III. B4G 이동통신 요소 기술

B4G 이동통신 요소 기술은 사물지능 통신, 단말간 직접 통신, 멀티 안테나 전송 기술, 반송과 집적 기술, 그리고 협력형 다중 전송 기술 등을 지원하는 기술로써 B4G 이동통신 기술 혁신에 따른 시스템의 용량 향상으로 폭증하는 이동통신 데이터 트래픽을 획기적으로 해결하기 위한 최고의 대안이 될 수 있을 것으로 기대한다.

1. 사물 지능 통신(M2M)

가. 사물지능통신(M2M) 개념

M2M이라는 이름으로 기기간 통신이란 표현으로 전자장치와 전자장치 간의 통신을 의미한다. 최근에는 기기간 무선 통신을 지칭하는 것이 보편적이다. 또한, 사물지능통신에 대한 환경진단에서 Ubiquitous Sensor Network(USN), M2M은 Internet of Things(IOT)를 거쳐 사물지능통신은 완성되며[2], 사람+ 기계+ 사물 간의 지혜 통신이 바로 사물지능통신의 개념이라고 한다. 이와 같이 사물 간의 통신 네트워크를 통해 다양한 서비스를 제공하는 것이 M2M 서비스이다. M2M 서비스는 환경·의료·교통·유통·농업·도시 등 여러 분야에서 편리하고 안전한 정보사회를 구축하는데 이용되고 있다. 주요 응용 분야는 자동차 텔레매틱스, 물류 관리, 지능 검색 시스템, 원격 자산 관리 시스템, 판매 관리 시스템, 그리고 보안 관련 분야이다. M2M 기술은 기존의 다양한 기술이 결합되어 사물을 대상으로 네트워크를 제공하여 언제, 어디서든 원하는 서비스를 사용자가 제공 받는데 목적이 있다. (그림 2)는 사물 지능 통신 기본 요소 및 주요 특징으로써 디바이스, 네트워크, 그리고 응용 영역으로 구분된다[3]. 디바이스 영역에서는 목적에 맞는 단말 구현 및 응용 확산을 위해 표준화된 모듈 생산이 필요하고, 네트워크 영역에서 현재 사물 지능 통신 서비스를 위성망, 유무선 통합망, 그리고 전용회선 기반으로 제공하고 있으며, 향후 범 국가적 대용량



(그림 2) 사물 지능 통신 구조 및 구성요소

서비스 제공을 위해 서비스 접속 규격 및 공통 플랫폼 개발이 필요하다. 응용영역은 공공·민간이 사용 가능한 사물 지능 통신 서비스를 위해 식별 체계 및 보안 등이 요구된다.

나. 사물 지능 통신 정의

- 사람이 직접 개입하지 않는 상태에서 Machine/Device 간에 일어나는 통신 및 사람이 동작하는 디바이스와 기계 간의 통신
- 음성·영상 통신 등 사람과 사람 간에 직접 통신(Human-to-Human)이 일어나고 상황을 제외한 모든 것을 의미(Machine-to-Human, Human-to-Machine 을 포함)
- IT 기술을 결합하여 원격지의 기기·사람·환경 등의 상태 정보를 확인할 수 있도록 연결하는 제반 솔루션
- 센서를 통한 단순 모니터링에서 고장 및 사고 감지, 자산관리, 고객 사용 정보 등 인간에게 유용한 정보와 서비스 제공
- 장비에 탑재된 센서가 기기정보를 무선통신을 통해 제어기기로 전송하면, 제어기기는 수집한 정보를 분석하고 그 결과를 바탕으로 장비에 지시를 내리는 시스템
- 모든 사물에 센서 및 통신 기능을 결합하여 지능적으로 정보를 수집하고 상호 전달하는 차세대 통신망
- 다양한 기기 간의 상호 통신을 경유해서 상황인식, 위치 정보 확인, 원격 제어, 원격 감시 등을 가능하게 지원하는 서비스 기술

다. 사물 지능 통신의 용어 정의

- ETSI/IEEE: Machine to Machine(M2M)
- ITU-T: Internet of Things(IoT), Machine Oriented Communications(MOC), Ubiquitous Sensor Network(USN)
- 3GPP: Machine Type Communications(MTC)
- 일본: Machine to Machine(M2M)
- 한국: 사물(지능) 통신

라. 사물 지능 통신의 필요성

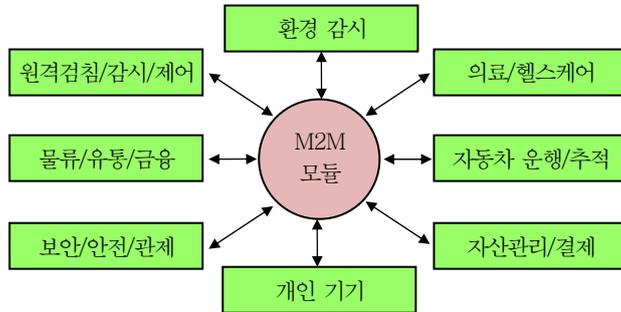
- 인간이 하기에는 위험한 일
- 인간이 하기에는 신뢰성이 없고 부정확한 일
- 인간이 하기에는 비용이 많이 들고, 단순·반복적인 일

마. 사물 지능 통신의 서비스 유형 및 형태

M2M 서비스의 대표적인 유형과 형태는 (그림 3)과 같이 텔레메틱스, 원격검침, 물류·

<표 1> 사물 지능 통신 서비스 유형

구분	적용 분야
원격 검침/감시/제어	- 가스, 수도, 전기, 난방 사용량의 원격 검침 - 엘리베이터, 비닐하우스, 무인시설 등 원격 감시 - 센서, 조명, 펌프, 밸브, 자판기, 전자제품, 주차장, 공업기기원격 제어
물류/유통/금융	- 물류 관리 시스템 - POS(Point of Sales) 시스템을 통한 은행, ATM 을 통한 금융 시스템 - 택배 서비스, 배달 서비스
보안/안전/관제	- 무선 보안 시스템, CCTV 등 감시 카메라를 활용한 보안 - 위치 추적 시스템을 통한 사물 및 사람 추적 - 물리적 접근 제어, 자동차/운전자 안전
의료/헬스케어	- U-헬스 관련 산업 - 원격 의료, 원격 진단 - 생체신호 모니터, 노인 및 장애인 지원 및 혈압, 당뇨 등 질병 관리
자동차 운행/추적	- 응급 상황 통지, 도난 차량 탐지, 통행료 자동 징수, 네비게이션 - 운송 수단 관리, 주문관리, 물류 추적, 교통량 정보
자산관리/결제	- 자동 판매기, 무선 결제기, 복사기, 스티커 사진기에 대한 원격 관리
환경감시	- 대기오염 모니터링 - 하천오염도 모니터링 - 원격 측정 및 분석
개인기기	- 디지털 액자, 디지털 카메라, 전자책



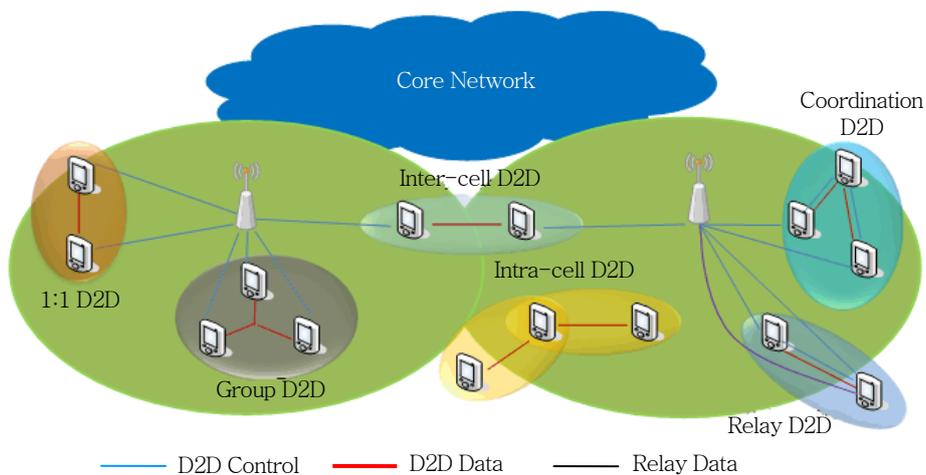
(그림 3) 사물 지능 통신 응용 분야

유통, 보안·관제, 의료, 자산관리 등으로 나눌 수 있으며[4], 사물 지능 통신 서비스 유형별 적용 분야는 <표 1>과 같다.

2. 단말간 직접 통신(D2D)

가. 단말간 직접 통신 개념

단말간 직접 통신(Device-to-Device: D2D)이란 기존에는 단말기 간 통신을 위해 기지국이나 Access Point(AP) 같은 경유지가 반드시 필요했지만 단말 간 직접 통신은 단말끼리 서로 통신을 가능하게 하는 방식을 일컫는다[5]. 다양한 망 노드를 거쳐 사용자 데이터가 전달되는 기존의 셀룰러 방식과 달리 근접의 단말간 직접 데이터를 주고 받아 망의 부하를 감소시키고, 망 자원의 효율적인 사용으로 다양한 분야의 응용으로 활용될 수



(그림 4) 단말간 직접통신 개념도

있는 기술이다[6]. 단말간 직접 통신은 (그림 4)와 같이 단말의 위치, 기지국 제어 방법, 디바이스 네트워크 구성 방법에 따라 다양한 통신 형태로 구성될 수 있다.

나. 단말간 직접 통신(D2D) 정의

단말간 직접 통신은 기지국을 이용하지 않고 인접한 노드 사이에 트래픽을 직접 전달하는 분산형 통신 기술이다. D2D 통신은 인접한 기기 간의 직접 통신을 지원함으로써 기지국으로 집중되는 트래픽을 분산시켜 트래픽 과부하를 분산시키고, 기기 간의 인접함을 이용하여 높은 전송속도, 낮은 전송시간, 낮은 전력 소모의 이점을 얻을 수 있다. 이러한 이점으로 인해 D2D 는 차세대 이동통신 기술인 B4G 이동통신 기술의 요소 기술로써 각광 받고 있다.

폭증하는 무선 데이터 트래픽에 대응하기 위한 대안으로 단말기간 직접통신이 새롭게 부각되고 있다. 단말과 단말 통신을 의미하는 직접 통신이 새롭게 부각되는 이유는 증가하는 무선 데이터 트래픽에 대한 좋은 해법이 될 수 있다. 기존 통신 방식에서 대규모 트래픽이 발생될 경우, 중간 경유지 역할을 하는 기지국이나 AP 등에 과부하가 걸릴 수 밖에 없는 구조인 반면에, 직접 통신을 활용하면 단말과 단말 사이에서 발생하는 트래픽은 별도의 통신 장비 없이 부하를 수용할 수 있어 무선 트래픽 분담 효과를 누릴 수 있다.

다. 단말간 직접 통신 유형

단말간 직접 통신 개념별 유형은 <표 2>와 같다.

<표 2> 단말간 직접 통신 개념별 유형

분류	유형	개념 설명
단말의 위치	Intra-Cell	디바이스 네트워크를 이루는 D2D 단말이 모두 같은 기지국(셀) 내에 위치
	Inter-Cell	디바이스 네트워크를 이루는 D2D 단말이 하나 이상의 기지국(셀)에 위치
기지국 제어방법	Basic Mode D2D	디바이스 네트워크를 이루는 D2D 단말이 각각 기지국의 제어를 받아 데이터를 송수신하는 방식
	Relay Mode D2D	디바이스 네트워크를 이루는 D2D 단말 중 하나의 단말이 릴레이 단말로 동작하여 다른 단말에 대한 데이터 송수신 제어 기능을 수행하는 방식
디바이스 네트워크 구성	1:1 D2D	D2D 단말 2 대가 디바이스 네트워크를 구성하여 1:1 로 데이터 송수신
	Group D2D	다수의 D2D 단말이 디바이스 네트워크를 구성하고 멀티캐스트를 통해 데이터 송수신
	Coordination D2D	단말의 응용이나 망측 응용 서버와의 통신이 가능한 서비스 응용을 포함하는 장치를 추가하여 특정 서비스를 위한 데이터 수집, 단말별 데이터 전송, 다수 단말에 대한 데이터 전송 등의 기능을 수행할 수 있는 디바이스 네트워크 구성 방법

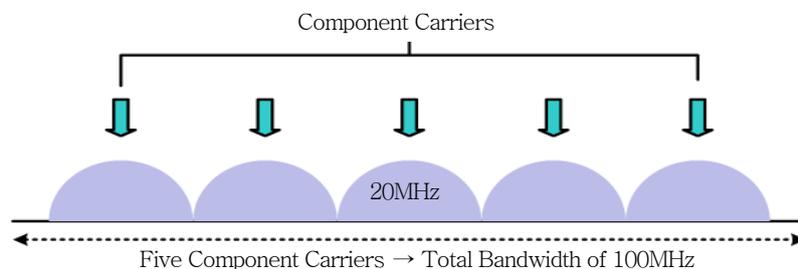
3. 멀티 안테나 전송 기술(MIMO)

- MIMO 는 무선 통신의 용량을 높이기 위한 스마트 안테나 기술을 일컬으며, MIMO 는 기지국과 단말기에 여러 안테나를 사용하여 사용된 안테나 수에 비례하여 용량을 높임
- MIMO 는 2 개 이상의 안테나가 동시에 동작하여 고속의 데이터 교환이 가능
- MIMO 는 LTE 의 주요 기술이며, LTE-A 에서는 기존 MIMO 기술을 더욱 향상시킨 Advanced MIMO 기술을 개발함
- LTE 는 Downlink 에서 최대 4 개의 송신공간 층과 최대 4 개의 User Equipment (UE)를 지원, Uplink 에서는 UE 당 최대 1 대(Enb 다이버시티 수신기사용) 지원
- LTE-A 는 Downlink 에서 최대 8 개의 송신공간 층과 최대 8 개의 UE 지원, Uplink 에서는 UE 는 최대 4 대의 송신기 지원이 가능
- Massive MIMO 기술은 전송속도를 획기적으로 향상시키는 기술로써 20MHz 의 대역폭을 이용하여 주파수 이용 효율 60bps/Hz 로 massiveMIMO 기지국은 셀당 1.2Gbps 송신이 가능[7]

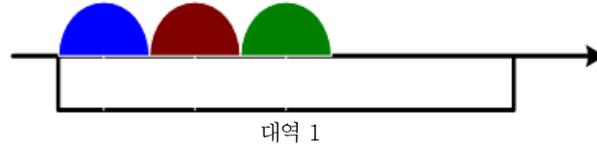
4. 반송파 집적 기술

반송파 집적 기술(Carrier Aggregation: CA) 은 기존에 사용되던 단위 반송파를 하나가 아닌 다수의 반송파를 동시에 묶어서 사용할 수 있도록 하는 기술로서 100MHz 까지 대역폭을 확장시킬 수 있다. 즉, 기존에 최대 20MHz 까지 정의되었던 반송파를 요소 반송파라 재정의하고, 반송파 집적 기술을 통해 최대 5 개까지 요소 반송파를 집적하여 하나의 단말이 사용할 수 있도록 한다[8].

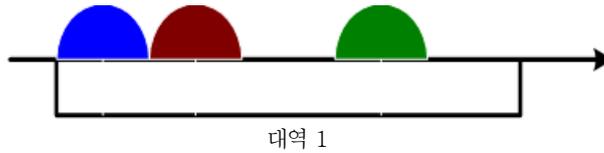
반송파 집적 기술은 (그림 5)와 같이 LTE-A 의 최대 대역폭인 100MHz 를 지원하기



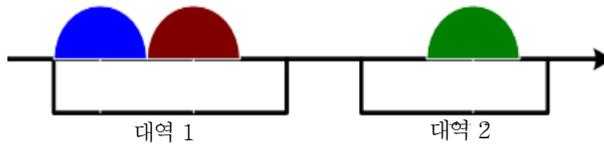
(그림 5) 반송파 집적 기술 개념도



(그림 6) 대역 내 연속 통합(Intra-band Contiguous CA)



(그림 7) 대역 내 비연속 통합(Intra-band Non-contiguous CA)



(그림 8) 대역 간 비연속 통합(Inter-band Non-contiguous CA)

위해 다수의 요소 반송파(Component Carrier: CC)를 하나로 묶어서 동시에 사용할 수 있도록 하는 기술로써, 이 기술을 통해 서로 떨어진 주파수 대역들을 한 대역처럼 묶어 동시에 사용 가능하며, 대부분 통신 사업자들이 연속적으로 100MHz 대역을 사용할 수 없기 때문에 연속 및 비연속적인 요소 반송파들의 통합으로 보다 넓은 대역폭 생성이 가능하다. Carrier Aggregation 에서 Down link 및 Up link CC 대역은 1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz 총 Carrier 수는 Downlink 와 Uplink 가 다를 수 있으나, Downlink 의 요소 반송파 수가 Uplink 보다는 무조건 많아야 하며, 요소 반송파(CC) 최대 5 개 CC, 최대 100MHz Carrier Aggregation 방법에서 세 개의 요소 반송파 집적 시나리오를 지원하는데, 대역 내 연속 통합, 대역 내 비연속 통합, 그리고 대역 간 비연속 통합이다((그림 6, 7, 8) 참조).

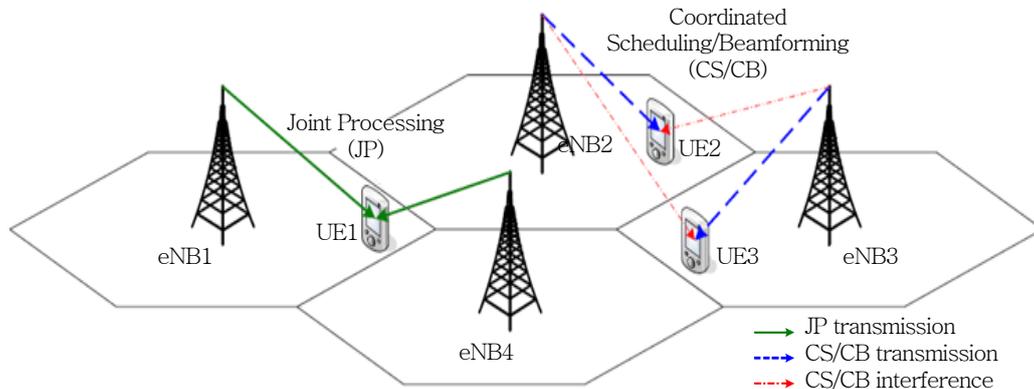
5. 협력형 다중 전송 기술

최근에는 스마트폰의 보급으로 언제 어디서나 양질의 데이터 서비스를 지원받고자 하는 사용자의 요구가 급증하고 있다. 이로 인해 셀 중심뿐만 아니라 셀 가장자리에 있는 단말들에게도 높은 데이터 속도를 지원할 수 있는 기술이 필요하게 되었다[9].

협력 다중 전송 기술 COMP(Coordinated Multipoint Transmission: CoMP)는 셀 간 협

<표 3> 협력 다중 전송 기술 송수신 방식 별 유형

구분	유형	등급	개념 설명
CoMP 송신방식 (Downlink)	JP	JT	다수 전송 점들이 동시에 동일 무선 자원을 사용하여 같은 데이터를 단말에 전송한다.
		DPS	한번에 한 개의 전송점이 데이터를 전송하고 전송점이 동적으로 바뀔 수 있다.
	CS/CB		한 개의 전송점만 데이터를 전송하고 주변 전송점들과 스케줄링 및 빔형성 대한 협력을 통해 전송점 경계 단말이 경험하는 간섭을 줄여 전송한다.
CoMP 수신방식 (Uplink)	JP	JR	복수의 수신점들에서 업링크 물리 채널(데이터, 제어)을 수신하는 방식
		DPS	복수의 수신점들에서 신호 수신 처리는 그들 사이에 선택된 하나의 셀에서만 수행되고 그 셀 선택이 최적 수신을 위해 변경 될 수 있다.
	CS		복수의 수신 점들이 서로 협력하여 스케줄링과 프리 코딩을 수행하는 방식, 단말 데이터의 송신은 한 개 수신점을 대상으로 한다.



(그림 9) 협력 다중 전송 방식의 다양한 전송 예

협력 통신을 통해 셀 커버리지 경계 지역의 서비스 품질 저하를 개선하여 시스템 용량을 증대하기 위한 기술로서 Downlink 및 Uplink 에 대해 적용할 수 있으며 각각을 <표 3>과 같은 유형으로 분류할 수 있다.

- CoMP 는 셀 간 간섭을 최소화 하면서 전송 용량을 증대시키는 기술
- 여러 셀들이 서로 협력하여 간섭을 최소화하면서 주변 셀들을 스케줄링을 하거나 빔형성을 통해 단말에게 가해지는 간섭을 최소화하여 성능을 향상시킴
- CoMP 를 통해 셀 중심뿐만 아니라 셀 가장자리(Cell-Edge)에 있는 단말들에게도 높은 데이터 속도 지원 가능
- 셀 가장자리는 주변 셀들의 간섭에 큰 영향을 받기 때문에 셀 간 협력이 없이는 일정 한계 이상의 성능을 보장받기 어려움

- CoMP 는 동일 시스템은 물론 Picocell, Femtocell 등과 같은 스몰셀(Small Cell)을 위한 협력전송 기술에 대한 연구도 진행 중임

IV. 결 론

폭증하는 이동통신 데이터 트래픽에 대응하기 위한 대안으로는 B4G 이동통신 시스템 구성 기술과 B4G 이동통신 요소 기술을 개발하여 고품질 모바일 멀티미디어 서비스를 포함한 다양한 미래 서비스를 효율적으로 제공하고, 시공간적 트래픽 변동을 유연하게 수용하며, 4G 이동통신 대비 10 배 이상의 전송 용량을 제공하는 에너지 효율적인 차세대 이동통신 기술로써 기술적, 산업적, 사회·문화적 기대 효과를 예견한다.

<참 고 문 헌>

- [1] 이주용, “Wireless Transmission Technology for B4G,” KRNET 2011, 2011. 6. 28.
- [2] KISA Internet & Security Issue, Net Focus, “사물 인터넷(IoT)의 시장 정책 동향 분석,” ISSN 2093-1131, 2012. 9.
- [3] 남동규, “사물통신(M2M) 서비스 현황 및 전망”, DigiEco Focus, 2009. 11. 25.
- [4] 정근호, “M2M 최근 동향과 향후 전망,” DIGIECO 보고서 ISSUE & TREND, 2010. 4. 27.
- [5] <http://www.it-times.kr>, “폭증 트래픽 대안 직접 통신 주목,” IT 타임스, 2012. 10. 22.
- [6] Klaus Doppler, Mika P.Rinne, “Device-to-Device Communications : functional prospects for LTE-Advanced Networks,” 2009.
- [7] <http://www.techweekeurope.co.uk>, “LTE May way for Massive MIMO,” June. 1. 2010.
- [8] 정명철, “3GPP 반송파 집적(Carrier Aggregation) 기술 표준화 동향,” TTA ICT Standard Weekly, 2010. 4. 12.
- [9] 김윤선 외 3 인, “LTE-Advanced 기반 전송 지점 간 협력 통신에 대한 표준화 동향 및 성능 분석,” TTA Journal No.139, 2012. 1. 2.

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 NIPA 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.