

## 5G UDN 기술 동향

### Technical Trends of 5G UDN

정수정 (S.J. Jung, sjjung@etri.re.kr)

이경석 (K.S. Lee, klee@etri.re.kr)

김민현 (M.H. Kim, minhyun.kim@etri.re.kr)

노태균 (T.G. Noh, taegyun@etri.re.kr)

미래이동통신연구본부 책임연구원

미래이동통신연구본부 책임연구원/표준전문위원

미래이동통신연구본부 선임연구원

미래이동통신연구본부 선임연구원/PL

UDN is expected to be a type of network capable of satisfying the requirements various 5G services, such as the peak data rate, connection density, and area traffic capacity. Technical challenges for 5G UDN, such as interference management, resource management, mobility management, load balancing, and energy efficiency are discussed. In addition, candidate technologies for solving these challenges, and their related standardization trends, are summarized in this article.

\* DOI: 10.22648/ETRI.2018.J.330505

\* 이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임[No.2018-0-01410, 고밀집 네트워크(UDN) 환경에서 고용량, 저비용 달성을 위한 무선전송 기술 개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형  
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

2018  
Electronics and  
Telecommunications  
Trends

I. 서론

II. 5G UDN 기술 동향

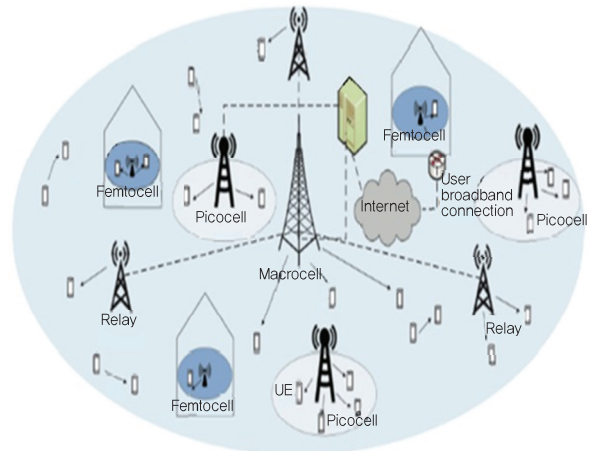
III. 5G UDN 표준화 동향

IV. 결론

## I. 서론

다양한 서비스를 고려하는 5G(5세대 이동통신) 단말 및 어플리케이션의 발전은 4G(4세대 이동통신) 대비 최대 전송 속도, 이용자 체감 전송 속도, 최대 기기 연결 수, 전송 지연 등에서 약 10배 이상의 성능 향상을 기대한다[1]. 특히 최대 기기 연결 수의 증가로 제한된 공간 내에 많은 단말이 밀집된 지역을 서비스하기 위해서는 높은 데이터 전송률이 요구된다. 높은 전송률은 대역폭 증가 또는 공간다중화 등을 통한 스펙트럼 효율성 향상을 통해 제공 가능하다. 4G에서는 특정 지역에서 데이터 전송률이 높게 요구되는 경우 기존의 매크로 기지국 셀 영역 내에 작은 커버리지를 갖는 소형셀 기지국들을 다수 설치하는 이종 네트워크(HetNet: Heterogeneous Network)를 구성하여 이를 제공할 수 있었다. 소형셀 기지국의 경우 셀의 크기 및 전송전력 등에 따라 피코셀(Picocell), 펌토셀(Femtocell), 중계기(Relay), 기지국 무선 신호 전송 장치(RRH: Remote Radio Head) 등으로 구분될 수 있으며 사용자 또는 사업자가 설치할 수 있다. 이는 무선 자원의 재사용을 높여 전체 네트워크 용량을 증가시키고 기지국 등의 전송 노드를 단말에 가능한 근접 위치시켜 링크 품질의 개선을 통한 높은 전송률이 가능하도록 하는 것이다[2].

5G에서는 다양한 셀 크기의 제공 및 네트워크 내의 셀 수가 활성(Active) 상태인 단말들의 수보다 더 많은 초고밀집 네트워크(UDN: Ultra-Dense Network)가 예상된다[그림 1] 참조, [3]. 5G UDN의 경우에는 동일 주파수 자원을 사용하는 셀 간의 거리가 짧아져 단말은 기존보다 많은 셀에 근접 위치하게 되어 심각한 셀 간 간섭(Inter-cell interference)이 발생할 수 있으며, 셀의 밀집도를 증가시켜도 어느 한계 이상의 시스템 성능 향상은 어려워지는 문제점이 있음이 알려져 있다[4]. 4G에서는 HetNet에서 발생하는 셀 간 간섭을 해결하기 위해 ICIC(Inter-Cell Interference Coordination), ABS-



(그림 1) UDN 구조 예

[출처] 좌혜경 외, “소형셀 간섭제어 기술동향,” 전자통신동향분석, 제31권 제5호, 2016, 10, pp 51-58.

(Almost Blank Subframe) 등의 셀 간 간섭제어, CoMP-(Coordinated Multi-Point Trans-mission) 등의 협력 통신, 클라우드링 기술을 활용한 클라우드 기반 RAN(C-RAN: Cloud-Radio Access Network)이 제시되었다. 5G UDN에서는 HetNet에서 보다 많은 소형셀이 밀집된 형상을 이루게 되므로 간섭제어, 협력 통신 기술의 단순한 혼합 적용으로는 효율적인 제어 및 전체 시스템 성능의 증대가 이루어지기 어렵다[3]. 또한, CoMP와 C-RAN의 경우에는 실시간 보고되는 네트워크 내의 전체 정보를 기반으로 중앙장치에서 모든 결정이 이루어져야 한다. 따라서 5G UDN에 고려 시에는 증가한 셀 간 간섭 해결을 위한 전송 노드 간의 협력에 필요한 시그널링 오버헤드와 관련 정보를 교환하기 위한 백홀 링크(Backhaul link) 설치 비용의 증가 등이 예상되어 새로운 네트워크 구조 및 관련 기술들에 대한 연구가 필요해졌다.

본고에서는 II장에서 5G UDN의 개요 및 제시되고 있는 네트워크 구조들에 대해서 살펴보고, 5G UDN에서 해결되어야 하는 부분과 이를 위한 후보 기술들의 연구 내용에 대해 설명한다. 또한, III장에서는 5G PPP, ITU-R, 3GPP 등 표준화 단체들의 5G UDN 관련 진행

상황에 대해 설명한다. IV장에서는 결론을 맺는다.

## II. 5G UDN 기술 동향

### 1. UDN 개요 및 구조

고도로 밀집된( $\geq 10^3 \text{ cells/km}^2$ ) 소형셀들로 구성되는 UDN은 hot-spot 지역 등 수평면에서 소형셀들을 밀집 설치하는 수평적 밀집(Horizontal densification) 구성과 고층 빌딩 내의 다수의 층에 소형셀들을 밀집 설치 또는 3D-MIMO(Multiple Input Multiple Output)를 적용하는 수직적 밀집(Vertical densification) 구성이 가능하다. 또한, UDN을 구성하는 셀들을 관리하는 방식에 따라 중앙 밀집(Centralized densification)과 분산 밀집(Distributed densification)으로 구분될 수 있다. 즉, 대규모 다중입출력(Massive MIMO) 시스템 및 분산 안테나 시스템(DAS: Distributed Antenna System)이 설치된 기지국, C-RAN의 중앙제어장치(CU: Central Unit)에 의한 주변 장치들(DU: Distributed Unit) 간의 협력을 통한 네트워크 성능 향상을 얻고자 하는 중앙 밀집 네트워크 구성과 D2D(Device-to-Device) 무선링크, 분산된 소형셀들의 분포 등에 의한 분산 밀집 네트워크 구성이 가능하다[4].

모든 관련 처리가 중앙제어장치에서 이루어지는 중앙 제어 방식의 구조는 높은 복잡도와 시그널링 오버헤드

로 인해 UDN에서는 일반적으로 적합하지 않다. 반면, 모든 관련 처리가 지역적으로 수행되는 분산 제어 방식의 구조는 채널의 가변성 및 복잡한 네트워크 환경으로 인해 좋은 성능을 얻을 수 없다. 이에 따라 두 방식의 장점을 고려한 반-분산(Semi-distributed) 방식[5]들이 고려되고 있다[그림 2] 참조].

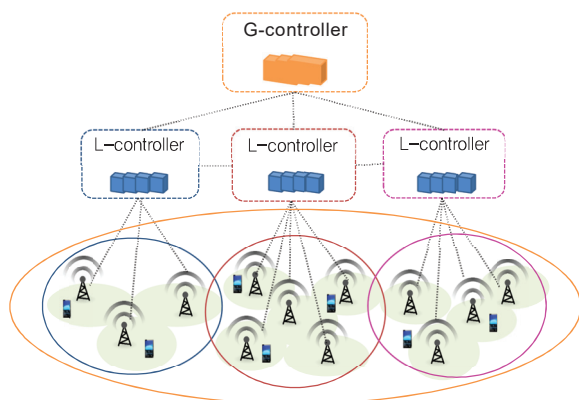
### 2. UDN 후보 기술들

기존의 HetNet 과 UDN을 구분 짓는 차이점은 UDN은 많은 수의 소형셀이 배치되고 이들 중의 일부 셀만이 활성 상태이고 대부분이 비활성(Inactive) 상태로 동작될 수 있는 부분, 고도로 밀집한 전송 노드 장비들과 대용량 트래픽을 전달하는 백홀/프론트홀(Backhaul/Fronthaul)이 셀 별로 요구됨에 따라 설치 및 운용 비용의 증가로 이상적인 백홀(Ideal backhaul)을 제공하는데 어려움이 발생할 수 있고 이에 따라 백홀에 의한 무선구간 용량(Air-interface capacity)에 제한이 발생하는 부분, 전송 노드와 단말 간의 거리 감소로 가시거리(LoS: Line of Sight) 전송이 가능해지는 부분이다[4]. 이러한 UDN의 특성에 대한 고려가 간섭 관리, 자원 관리, 이동성 관리, 부하 관리, 에너지 효율성 관리 방식 등의 기술 개발에 필요하고 이를 고려한 다양한 후보 기술들이 제안되고 있다.

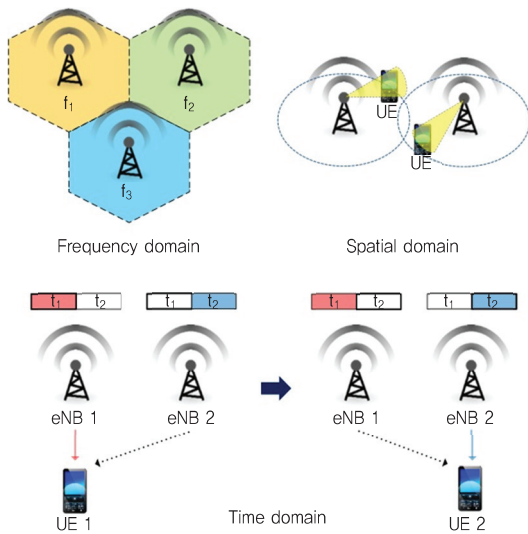
#### 가. 기술적 고려사항들(Technical Challenges)

UDN에서 고도로 밀집된 많은 수의 셀들로 인해 이웃하는 셀 간에 심각한 셀 간 간섭이 발생하게 되고 이는 전송 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 간섭 관리는 UDN에서 아주 중요한 기술 요소가 된다. 간섭이 발생하는 자원의 영역을 시간, 주파수, 공간으로 분류해 각 영역 혹은 이들의 혼합 영역에서 간섭 회피, 제거, 조정하는 기술 및 방안들[4]이 필요하다[그림 3] 참조].

자원 관리와 관련해서는 근접 위치한 셀들의 전송 노



(그림 2) 2단계 계층 구조의 UDN 예



(그림 3) 간섭 관리 기술의 개념도

드 간의 주파수 및 시간 대역의 분할 방식 및 각 전송 노드의 관리하에 있는 단말에게 자원 할당을 결정하는 방식에 대한 고려가 필요하다. 가변적인 채널 상황을 고려해야 하므로 지역/부분적 자원 관리 방식으로는 전체 성능을 보장할 수 없고, 중앙집중식 자원 관리 방식은 시그널링 오버헤드 및 계산 복잡도가 높아 실제 구현이 불가능할 수 있다. 따라서, 두 방식의 장점을 취할 수 있는 자원 관리 방식에 대한 고려가 필요하다.

다음으로 잘못된 핸드오버 결정으로 인해 네트워크 부하의 불균형이 발생되지 않도록 UDN에 맞는 이동성 및 부하 관리가 필요하다. UDN에서는 사용자의 근접 위치에 다수의 전송 노드들이 존재할 수 있어 접속할 전송 노드의 선택에 따른 간섭 환경의 변화로 제공되는 서비스 질의 변화가 발생되며, 밀집 설치된 셀들의 감소된 셀 크기로 인해 이동성에 의한 빈번한 핸드오버가 발생할 수 있다. 또한, 5G에서 새롭게 고려되는 밀리미터파(mmWave) 대역에서의 방향성 통신(Directional Transmission)의 경우에는 방해물(Blockage) 등에 의한 간접적인 핸드오버가 추가로 발생할 수 있다. 이때, 밀리미터파를 사용하는 전송 노드의 경우에는 제한된 사용자 수만을 동시에 서비스할 수 있으므로 이에 대한 추가적

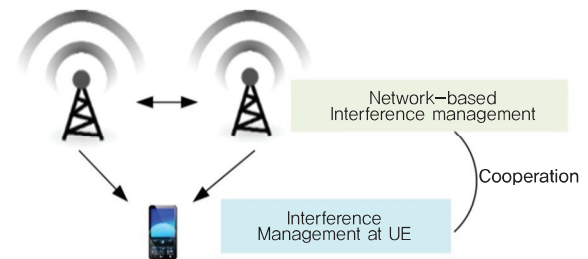
인 고려가 핸드오버 결정 시에 필요하다. 따라서 실시간 데이터 수요, 이동성, 채널 환경, 부하 상태 등을 종합적으로 고려하여 접속할 전송 노드를 선택하는 새로운 방안이 필요하다.

마지막으로 UDN에서는 밀집되게 설치되어 수가 증가된 전송 노드들로 인해 전체 에너지 소모가 크게 증가할 수 있다. 따라서, UDN을 구성하는 셀 대부분이 비활성(Inactive) 상태로 동작될 수 있는 특성을 고려하여 에너지 효율성을 위해 실시간 데이터 수요 분석 및 사용자 이동성에 따른 유연하고 기민한(flexible and agile) 셀 슬리핑 관리(Cell sleeping management) 방안이 필요하다.

앞서 언급된 기술적 고려사항들을 위한 후보 기술들은 다음과 같다.

#### 나. 간섭 관리/협력

UDN에서는 고도로 밀집된 셀들로 인해 시스템은 더 복잡해지고 간섭은 더 심각해지므로 간섭 원인이 될 수 있는 아주 많은 수의 전송 노드의 동작을 조정하여 셀 간 간섭을 관리할 수 있는 방안이 제시되고 있다. 즉, 단말이 연결되어 있지 않은 셀들의 동작을 비활성 상태로 만들으로써 이웃하는 셀들 상호 간의 간섭을 부분적으로 혹은 완전히 완화시킬 수 있다. 이는 간섭 완화와 네트워크의 에너지 소모까지 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 네트워크가 복잡해지는 경우에는 기지국 등의 전송 노드 간의 협력에 추가적으로 전송 노드들과 단말 간의 좀 더 긴밀한 상호 협력을 통해 네트워크 전체의 간섭을 관리하는 방안[6]도 제시되고 있다(그림 4) 참조.



(그림 4) 네트워크와 단말에서의 간섭 관리

또한, UDN의 간섭 환경을 고려하여 사용자 중심의 셀 간 간섭 제거 기술이나 게임 이론을 활용한 간섭 관리 기술 등 다양한 간섭 관리 기술들이 연구되고 있다[4].

#### 다. 밀리미터파 통신

5G에서는 사용 가능한 넓은 대역 및 짧은 전송 지연을 통하여 높은 데이터 전송률을 제공할 수 있는 특징을 가진 밀리미터파의 사용을 검토하고 있다. 이에 따라 기존의 마이크로파(Microwave) 대역 대신 밀리미터파 대역과 UDN을 결합한 밀리미터파 기반의 UDN에 대한 연구가 새롭게 진행 중이다. 이는 밀리미터파 대역을 활용하는 UDN은 기존 이동통신 시스템에서 밀리미터파의 단점으로 지적 받았던 높은 경로 손실 특성을 네트워크 밀집화를 통해 극복할 수 있으며 동시에 빔포밍(Beamforming) 기술을 이용하여 밀집한 네트워크에서의 간섭 문제 및 짧은 커버리지 문제를 극복할 수 있을 것으로 기대되기 때문이다[5].

#### 라. Software-Defined Network

네트워크 소프트웨어(SDN: Software-Defined Network)는 네트워크를 필요한 요구사항에 맞춰 구성할 수 있어 네트워크 제어 기능(Control function)을 데이터 전달 기능(Packet forwarding function)과 분리할 수 있다.

5G UDN에서는 백홀, 간섭 증가, 이동성에 의한 시그널링 오버헤드의 증가 등의 문제들을 극복하는 방안으로 SDN이 고려된다. 이는 SDN의 경우 데이터 평면(Data plane)을 제어 평면(Control plane)으로부터 분리하여 복잡한 네트워크 구조의 유연한 제어가 가능하므로, 이를 UDN에 도입하면 트래픽 양에 따라 무선 자원 및 백홀 자원을 유연하게 제공할 수 있기 때문이다. UDN에서 요구되는 확장성(Scalability), 탄력성(Resilience), 에너지 효율성 등을 위해 라우팅(Routing), 이동성(Mobility) 및 스펙트럼 사용(Spectrum usage) 등

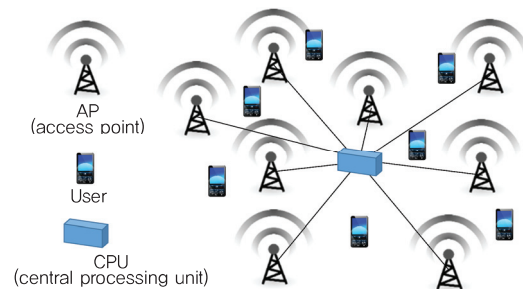
의 기능이 SDN 제어장치(SDN controller)에 의해 소프트웨어로 제공될 수 있다[4].

특히 SDN을 밀리미터파를 사용하는 UDN에 대해 고려하면, UDN의 네트워크 제어 기능의 복잡도를 줄이기 위한 새로운 계층적 구조(Hierarchical architecture)를 적용할 수 있다. 이는 전체적인 부하 균형 및 에너지 효율성을 고려하여 전체 네트워크 동작의 장기적(Long-term) 최적화를 담당하는 중앙 SDN 제어장치(Centralized superior SDN controller)와 복잡도와 지연을 줄이기 위해 개별 전송 노드 단위의 빠른 결정이 필요한 자원할당과 스케줄링을 담당하는 지역 SDN 제어 장치(Localized subordinate SDN controller)로 구성되는 두 단계 구조(Two-tier SDN architecture)가 UDN을 위해 제안되었다[그림 2] 참조].

#### 마. Cell-free Massive MIMO

Cell-free Massive MIMO[8]는 분산 다중입출력(Distributed MIMO) 시스템과 대규모 다중입출력(Massive MIMO) 시스템의 개념을 결합한 분산형 대규모 다중입출력(Distributed massive MIMO) 시스템으로 개별 전송 노드가 분산된 안테나에 해당된다[그림 5] 참조].

Network MIMO 및 DAS 개념을 확장한 방식으로 모든 분산 설치된 전송 노드들은 백홀 링크를 통해 동기화된 넓은 지역에 분포된 사용자들에게 동일한 시간/주파수 자원을 통해 서비스를 제공한다. 이에 따라 셀 또는 셀 경계가 없어 'Cell-free Massive MIMO'로 불리며 사



(그림 5) Cell-free Massive MIMO 시스템



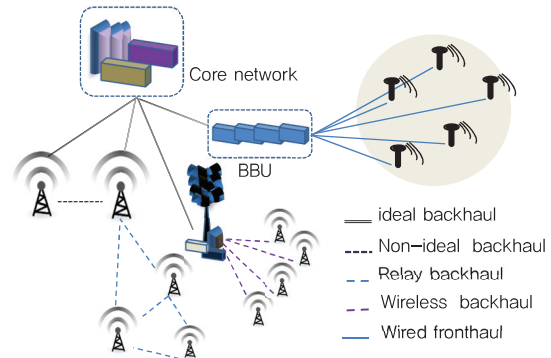
용자가 전송 노드에 근접 위치하여 높은 포함 확률 (Coverage probability)을 제공할 수 있다. 또한, 모든 전송 노드들과 사용자에서 정확한 채널 상태 정보(perfect CSI)를 가정하는 Network MIMO 및 DAS와 달리 매우 많은 수의 안테나를 고려하여 각 전송 노드에서 필요한 계산/처리를 분산 방식으로 수행한다. 즉, 중앙처리장치가 있지만 각 전송 노드와 중앙처리장치 간의 정보 교환은 실제 전송할 데이터와 천천히 변화하는 전력 제어 요소로 제한되고, 실시간으로 채널 상태 정보는 공유되지 않고 상향링크(Uplink) 파일럿 신호를 통해 각 전송 노드에서 각각 추정한다. 밀집 배치된 소형셀들 간의 협력 없는 경우와 비교하면 Cell-free massive MIMO가 상대적으로 더 많은 백홀 자원을 필요로 하지만 현저히 뛰어난 성능을 제공한다[7].

#### 바. User-Centric C-RAN

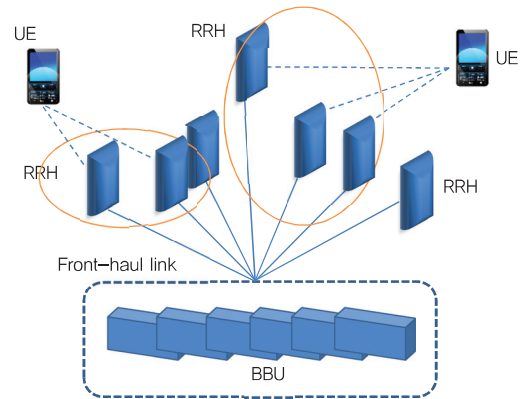
다수의 RRH를 밀집 설치하여 C-RAN 형태로 UDN를 구성할 수 있다. C-RAN은 다수 전송 노드들의 자원을 공유하므로 이에 따른 설치 비용 감소, 에너지 감소를 통한 전체 성능의 개선이 가능하다[4].

5G에서 고려 중인 NFV와 SDN을 C-RAN에 적용할 경우, 네트워크의 특징, 토폴로지, 성능, 규모 등의 네트워크 상황을 기반으로 최적의 분할 등을 결정해야 한다. 즉, 모든 관련 처리가 중앙제어장치에 할당되는 중앙 집중의 C-RAN과 모든 관련 처리가 전송 노드에서 지역적으로 수행되는 기존의 분산형 RAN 사이의 범위에서 유연한 분할이 발생할 수 있다. 이를 지원할 수 있도록 패킷 기반의 통계적 다중화 이득을 활용할 수 있는 패킷화된 CPRI(eCPRI), RAN에서의 새로운 기능분리가 적용된 차세대 프론트홀 오픈 인터페이스 표준화(IEEE Next Generation Fronthaul Interface 등), 동적 구성이 가능한 대용량 백홀 등이 연구[4]되고 있다(그림 6) 참조.

또한, 5G에서는 네트워크의 중앙제어장치에 의해 중



(그림 6) UDN의 백홀 링크 방안들



(그림 7) User-centric clusters 구성의 C-RAN

첩되지 않게 구분된 클러스터(Cluster)를 구성하는 네트워크 중심 방식(Network-centric design) 대신 사용자에 의해 사용자 중심으로 클러스터(User-centric cluster)를 구성하는 사용자 중심 방식(User-centric design)[5]이 제시되고 있으며 이 경우 다중접속전송(Multi-connectivity transmission)이 가능해질 수 있다 [(그림 7) 참조]. 사용자 중심 방식에서는 특정 사용자에게 적합한 전송 노드들을 동적으로 선택하고 그에 따른 사용자 트래픽 전달을 위한 세션들을 관리하는 방식에 대한 고려가 필요하다. 즉, 단말로 트래픽을 전달할 적합한 전송 노드와 세션 발견/설정/종료를 위한 방식에 대한 연구가 진행되고 있다[8].

### III. 5G UDN 표준화 동향

5G UDN 기술과 관련된 표준화 단체들의 관련 표준

화 동향은 다음과 같다.

- 5G PPP

유럽 연합의 ICT 연구 지원을 담당하는 5G PPP(5G Infrastructure Public Private Partnership)는 2015년 완료한 METIS 프로젝트를 통해 5G 이동통신의 목표 서비스 및 요구 사항을 정의하고 성능 지표를 제시하였다. 또한, 5G 시스템이 제공할 주요 기능에 UDN을 포함하고 이를 지원하기 위해 필요한 기술 이슈를 분석 및 연구하였다. 2017년 6월 완료한 METIS II 프로젝트에서는 METIS I 프로젝트의 연구를 기반으로 5G 국제표준에 적용할 이동통신 구조 및 후보 기술을 도출하였다[9].

- ITU-R

국제전기통신연합(ITU-R: International Telecommunication Union-Radio communication Sector)은 5G 이동통신 국제표준(IMT-2020)을 승인하기 위한 활동을 WP 5D에서 수행하고 있으며, 5G 이동통신의 비전과 요구사항을 결정하고 후보 기술 처리를 위한 일정을 발표하였다[1]. 이에 따라, 2019년 7월까지 5G 후보 기술 제안서 접수를 진행 중이며, 성능 평가를 통해 IMT-2020 표준 규격을 승인할 예정이다. 특히, ITU-R은 IMT 시스템의 2015년 이후의 미래 기술을 정리한 문서에서 UDN 지원을 주요 목표로 언급하였다.

- 3GPP

3GPP(3rd Generation Partnership Project) 5G 표준화 작업을 진행하여 NR 1단계(Phase I) 작업을 2018년 완료하였으며, eMBB(enhanced Mobile BroadBand) 서비스를 NR의 주요 대상으로 구조 및 기술을 개발하였기 때문에 5G UDN의 기반 기술로 사용이 용이하다. 무선 전송 측면에서 밀리미터파 환경에서 빔포밍,

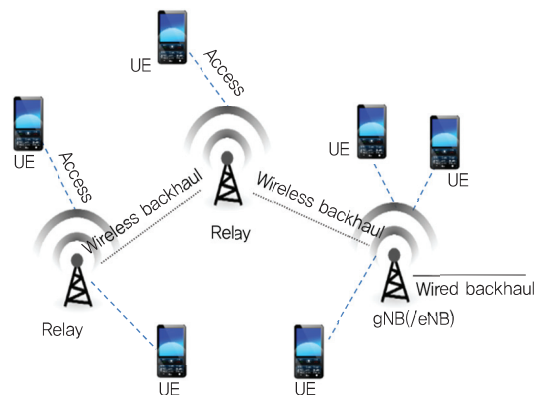
MIMO 기술을 지원하며, 상위 계층 측면에서 C-RAN 구조를 지원하도록 기지국의 기능 분할(Function split) 기능을 제공한다.

NR 2단계(Phase II) 작업은 2019년 완료될 계획이며, 대표적인 UDN 관련 표준화 항목은 MIMO, Cross Link Interference(CLI)/Remote Interference Management(RIM)이다.

MIMO 표준화는 MU-MIMO(Multi-User MIMO), multi-TRP(Tx/Rx Point)/panel, 그리고 multi-beam 전송 성능 향상을 목표로 표준화가 진행될 예정이다. CLI와 RIM은 간섭을 줄이기 위한 표준화 분야로, CLI는 UE-UE, TRP-TRP 간 링크, RIM은 원거리 기지국의 신호가 소형셀의 신호에 영향을 주어 발생하는 셀 간 간섭을 줄이기 위한 표준화 활동이다[10].

IAB(Integrated Access and Backhaul) 표준화[11]는 밀집된 환경에서 유연성 높은 셀 구축을 위해 무선 백홀/릴레이 링크 지원이 목표이다. 이를 위해 L2/L3 릴레이 구조 및 백홀-액세스 링크를 설계하고, 경로 관리, 자원 관리, 물리 계층 기술을 연구하고 있다(그림 8) 참조.

UDN의 효율적인 지원을 위해 필요한 C-RAN 논의는 기능 분할 분야에서 검토되었으며, 크게 상위 계층 분할과 물리 계층 분할로 나누어 표준화가 진행되었다. 상위 계층 분할은 기지국의



(그림 8) 3GPP IAB 개요도

L2 이상의 계층을 중앙처리장치와 분산장치로 분리하는 CU-DU 분리 논의가 완료되었고, 중앙처리장치의 제어 평면과 사용자 평면을 구분하는 CP-UP 분리를 지원하도록 규격 작업이 완료되었다. 물리 계층 분할은 CU-DU 분리를 위한 표준화 작업을 진행하였지만, NR 1단계 (Phase I) 작업에서는 참여 회사들의 의견이 다양하여 규격화 작업은 진행하지 않고 논의를 종료하였다[12].

#### IV. 결론

증가하는 모바일 트래픽 수용을 위한 무선 용량 증대 방안으로 고려 중인 5G UDN은 다양한 형태의 전송 노드들이 밀집 위치하는 특성상 셀 간 간섭 관리 및 프론트홀/백홀 관련 기술이 요구된다. 또한, 중첩된 다양한 무선 전송 방식의 셀들이 존재할 때 비용 및 에너지 효율성을 고려하여 최적으로 무선 자원을 사용할 수 있도록 통합된 무선 자원 관리 기술도 요구되며, 복잡한 네트워크 구조의 유연한 제어를 위한 SDN 개념의 도입도 필요하다. 또한, 이동성 및 부하관리, 사용자의 체감품질(QoE: Quality of Experience)을 고려할 때 단일 계층의 기존의 셀 중심의 네트워크 기반의 구조보다는 사용자 중심의 계층적 구조에 대한 고려 및 관련 기술의 개발이 예상된다.

##### 용어해설

eCPRI 하위 레이어 기능(Digital Unit-Radio Unit) 분리 인터페이스로 기존 RAN벤더들(Ericsson, Huawei, Nokia, NEC 등)이 5G의 증대된 용량을 지원하기 위해 기존 CPRI의 업그레이드 버전으로 2017년 8월 v1.0 제정/발표.

#### 약어 정리

3GPP	3rd Generation Partnership Project
5G PPP	5G Infrastructure Public Private Partnership
ABS	Almost Blank Subframe
C-RAN	Cloud-RAN

CLI	Cross Link Interference
CoMP	Coordinated Multi-Point Transmission
CPRI	Common Public Radio Interface
CSI	Channel State Information
CU	Central Unit
DAS	Distributed Antenna System
DU	Distributed Unit
D2D	Device-to-Device
eMBB	enhanced Mobile BroadBand
HetNet	Heterogeneous Network
IAB	Integrated Access and Backhaul
ICIC	Inter-Cell Interference Coordination
IMT	International Mobile Telecommunication
ITU-R	International Telecommunication Union-Radio communication Sector
LoS	Line of Sight
L2/L3	Layer2/Layer3
MIMO	Multiple Input Multiple Output
mmWave	millimeter Wave
MU-MIMO	Multi-User MIMO
NGFI	Next Generation Fronthaul Interface
NR	New Radio
RAN	Radio Access Network
RIM	Remote Interference Management
TRP	Tx/Rx Point
WP 5G	Working Party 5G
QoE	Quality of Experience

#### 참고문헌

- [1] Recommendation ITU-R M.2083-0, "IMT Vision-Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond," Sept. 2015.
- [2] 3GPP, <http://www.3gpp.org/>
- [3] 좌혜경 외. "소형셀 간섭제어 기술동향," 전자통신동향분석, 제 31권 제5호, 2016. 10, pp. 51-58.
- [4] M. Kamel et al., "Ultra-Dens Networks: A Survey," *IEEE Commun. Surveys Tutorials*, vol. 18, no. 4, 2016. pp. 2522-2545.
- [5] G. Yu et al., "A Hierarchical SDN Architecture for Ultra-Dense Millimeter-Wave Cellular Networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 56, no. 6, June 2018, pp. 79-85.



- [6] B. Soret et al., "Interference Coordination for Dense Wireless Networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 53, no. 1, Jan. 2015, pp. 102-109.
- [7] H. Q. Ngo et al., "Cell-Free Massive MIMO Versus Small Cells," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 16, no. 3, Mar. 2017, pp. 1834-1850.
- [8] C. Pan et al., "User-Centric C-RAN Architecture for Ultra-Dense 5G Networks: Challenges and Methodologies," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 56, no. 6, June 2018, pp. 14-20.
- [9] 5GPPP, "View on 5G Architecture (Version 2.0)," 2017.
- [10] 3GPP, "WI Proposal on NR MIMO Enhancements," RP-181453, 2018.
- [11] 3GPP, "Study on Integrated Access and Backhaul for NR," RP-181349, 2018.
- [12] 3GPP, "Study on CU-DU Lower Layer Split for NR," TR38.816, 2018.