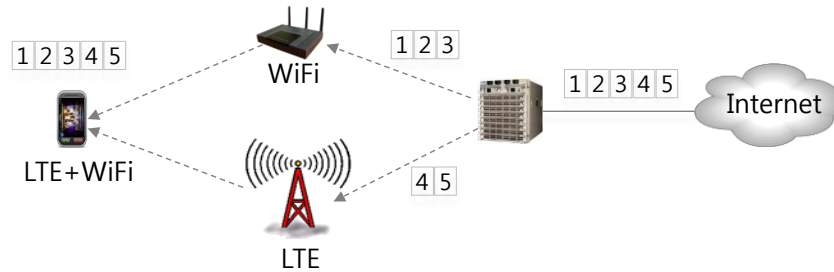


[차세대이동통신] LTE/WiFi Multipath Link Aggregation 기술 표준화 동향



<그림 1> WiFi와 LTE를 이용한 Multipath Link Aggregation 개념도

스마트폰을 이용해 프로야구 실시간 중계나 영화와 같은 대용량 트래픽을 이용하는 사람들이 증가하면서 발생하는 트래픽 폭증에 대응하기 위해 무선 채널을 여러 개 묶어서 전송하는 기술이 늘어나고 있다. LTE-A는 2개 이상의 LTE 무선 채널을 CA(Carrier Aggregation)이라는 기술을 사용하여 한데 묶어서 데이터를 전송하며, 이를 통해 올해 출시되는 스마트폰은 최대 450Mbps를 지원한다고 한다. 최근에는 <그림 1>과 같이 LTE, WiFi와 같은 서로 다른 특성을 가지는 이종의 무선 채널, 즉 Multi-RAT(Radio Access Technologies) 채널을 묶어서 데이터를 전송하는 기술이 개발되고 있다.

<표 1> Multipath Link Aggregation 기술 비교

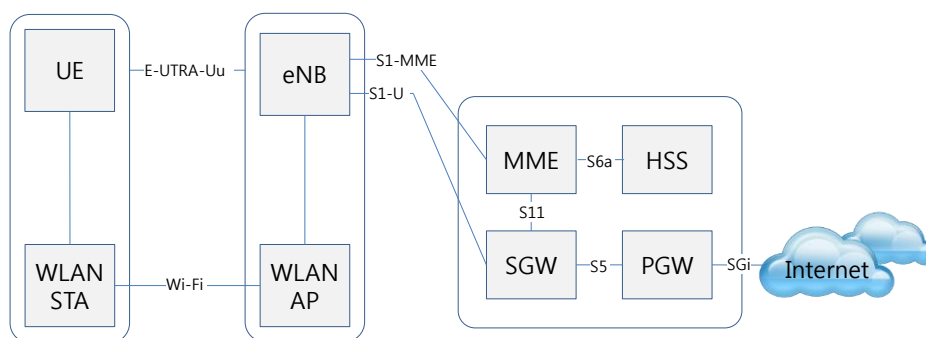
Aggregation Layer	HTTP 계층	TCP 계층	Physical/Link 계층
영향도 분석	단말기와 서버	단말기와 서버	단말기와 기지국
주요 기술	HTTP Aggregation	MPTCP	RAN Aggregation, LAA
표준화 단체	IETF	IETF	3GPP

이러한 Multipath Link Aggregation 기술은 데이터가 Aggregation되는 계층에 따라 <표 1>과 같이 크게 세가지 기술로 분류할 수 있다.

첫째, HTTP 계층에서 Aggregation하는 기술은 IETF에서 1999년에 표준화한 HTTP 1.1(RFC 2616)의 Range Retrieval Request를 사용하여 스마트폰 주도하에 수신할 파일을 나누어서 일부 Range는 LTE를 통해 요청하고, 나머지 Range는 WiFi를 통해 요청하는 방법을 사용한다. 이 기술은 HTTP를 사용하는 프로토콜에만 적용할 수 있다.

둘째, TCP 계층에서 Aggregation하는 대표적인 기술인 MPTCP(Multipath TCP)를 들 수 있다. IETF의 MPTCP WG에서 RFC 6824로 표준화된 MPTCP 기술은 클라이언트와 서버간 즉, 종단간의 협상에 의해 여러 개의 서브플로우(subflow)를 구성하므로, LTE와 WiFi에서 별도의 서브플로우를 생성하여 데이터를 동시 전송하여 고속전송이 가능하도록 하였으나, 혼잡 제어나 스케줄링 기술 등은 현재 표준화 진행 중이다. MPTCP에서의 혼잡제어에는 각각의 서브플로우별로 혼잡 제어하는 방식과 서브플로우를 묶어서 혼잡 제어하는 방식이 있으며, IETF에서의 표준화는 후자의 방식 위주로 이루어지고 있다. 혼잡 제어 기술인 LIA(Linked-Increases Algorithm)라고 불리는 RFC 6356(Coupled Congestion Control for Multipath Transport Protocols)은 2011년에 표준 완료되었고, LIA를 개선한 OLIA(Opportunistic Linked Increases Congestion Control Algorithm) 등의 혼잡 제어 기술은 현재 표준화 진행 중이다. MPTCP는 구현되기 시작한지도 얼마 되지 않아 스마트폰과 웹서버에 MPTCP가 탑재되는 데 시간이 걸릴 것으로 예상된다.

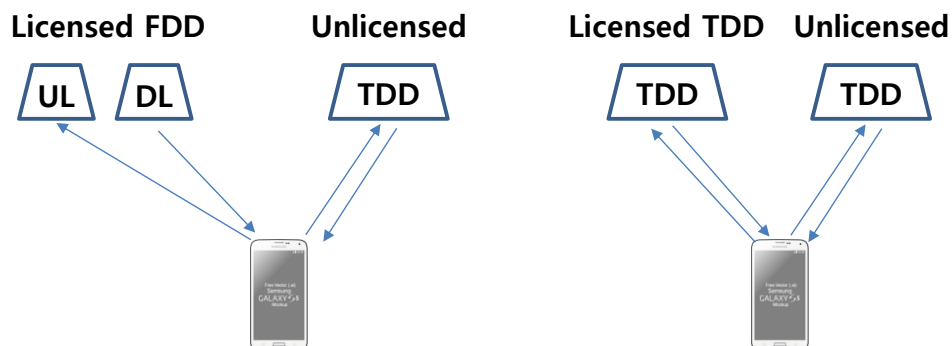
셋째, Physical 계층과 Link 계층에서 Aggregation되는 RAN Aggregation과 LAA(Licensed Assisted Access)를 들 수 있다. 3GPP에서 제안된 <그림 2>의 RAN Aggregation 기술은 WiFi와 LTE를 통해 전송되는 데이터를 Physical 계층과 Link 계층에서 Aggregation하는 기술이며, 기지국이 스케줄링, 혼잡제어와 같은 역할을 담당한다.



<그림 2> RAN Aggregation을 위한 이동통신 망 구성도

3GPP RAN 총회에서 2014년 9월 현재 Release 13의 Study Item(RP-141664)으로 승인되어 논의 중이며, 기존에 LTE-U(Unlicensed)로 불렸던 LAA는 5GHz와 같은 비면허(Unlicensed) 주파수

대역에 LTE를 적용하여 Licensed LTE의 보조 수단으로 사용하기 위한 기술이다. Ericsson에 따르면 5GHz 밴드의 4%만 LAA로 활용해도 최대 150Mbps를 제공할 수 있다고 하며, 또 다른 NTT Docomo의 연구 결과에 의하면 5GHz 대역에서 WiFi 대신에 LTE를 사용할 때 주파수 효율을 최대 60%까지 증가시킬 수 있다고 한다. LAA 기술을 표준화함에 있어서 사업자들의 요구사항 중 하나는 LAA, 즉 Unlicensed LTE가 Primary가 될 수 없으며 Licensed LTE의 보조 수단으로만 사용된다는 것이다. LAA는 Downlink Only, Downlink/Uplink와 같이 두 가지 모드로 구현할 수 있으나, 다수의 회사들이 Downlink Only를 먼저 표준화한 후 <그림 3>과 같은 Downlink/Uplink 양방향 전송을 표준화하는 것을 선호하고 있다. 현재 일정으로는 2015년 6월까지 Study를 끝낸 후, 2017년까지 표준화를 완성하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서, 올해 6월까지 LAA에 최적인 주파수 밴드 선정, LTE에 DFS(Dynamic Frequency Selection) 사용 타당성, WiFi와 LTE의 공존시 성능, Deployment Scenario, FDD와 TDD 사용 등 다양한 이슈에 대한 연구가 진행될 것으로 예상된다.



<그림 3> LAA를 이용한 Multipath Link Aggregation 개념도

LAA기술은 LTE vs WiFi 등 사업자의 진영에 따라 찬반이 엇갈리고 있다. LTE 진영은 LTE 가용 주파수가 늘어나게 됨에 따라 LAA를 환영하는 입장이며, 반면에 WiFi 진영은 WiFi 무선 환경이 더 나빠지지 않을까 우려하고 있으며, 이에 따라 5GHz와 같은 비면허 주파수대역에서는 LTE도 Carrier Sensing 후 데이터를 전송하는 WiFi와 같이 LBT(Listen before Talk) 혹은 SBT(Sense Before Transmit)를 적용해야 한다고 주장하고 있다. WiFi는 CSMA(Carrier Sensing Multiple Access) 기술에 기반하여 다른 사용자가 사용하지 않아야 데이터를 전송할 수 있는 데 반해,

LTE는 Carrier Sensing 없이 데이터를 전송하므로 LTE가 WiFi로부터 데이터 전송 기회를 빼앗아 갈 수 있을 것이기 때문이라는 것이다.

동시에 한 명의 사용자만 데이터를 전송할 수 있는 WiFi에 비해, 간섭에도 강하고 주파수 효율도 높은 LAA는 동시에 여러 사용자가 데이터를 전송할 수도 있으므로 주파수 확보에 고민 중인 이동통신 사업자와 주파수 정책 기관 및 신규 장비 시장 확보를 마다하지 않을 벤더 모두에게 새로운 변화를 가져올 것으로 기대된다.

이동기 (SK텔레콤 NIC 담당 매니저, TTA PG 910 의장, donnie.lee@sk.com)