

# LTE/WiFi 연동기술 표준화 동향



정상수 삼성전자 DMC연구소 통신표준LAB., 책임연구원  
조성연 삼성전자 DMC연구소 통신표준LAB., 수석연구원

## 1. 머리말

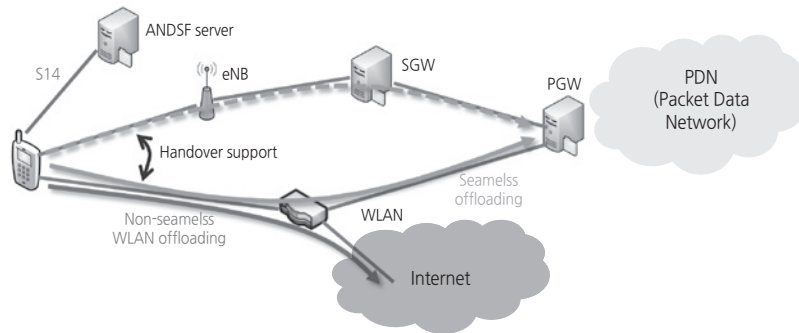
최근 많은 사람들이 스마트폰을 사용하고 있으며, 스마트폰을 통한 가장 주요한 서비스는 인터넷 브라우저나 서드 파티 애플리케이션을 통한 데이터 통신 서비스이다. 이러한 사용 패턴의 변화로 모바일 데이터 전송량이 폭증하고 있으며, 사업자들은 비용 효율적으로 사용자들에 대한 서비스 품질을 지속적으로 유지하는 방법을 고민하고 있다.

늘어나는 무선 데이터 전송량에 대응하는 방법 중 가장 일반적인 것은 주파수 자원을 추가로 확보하는 것이다. 무선 통신 시스템을 통해 전송할 수 있는 데이터양은 주파수 대역폭에 비례하기 때문이다. 최근 사업자들이 도입을 고려하고 있는 광대역 기술이나 케리어 병합(carrier aggregation) 기술이 그 예이며, 이러한 접근 방법은 언급한 문제를 가장 근원적으로 푸는 방법이다. 그러나 셀룰러 망에 사용되는 주파수 대역은 그 임대 비용이 천문학적

므로, 주파수 대역을 추가하는 것은 사업자들에게 큰 부담으로 작용할 수 있다.

사업자가 고려할 수 있는 또 다른 대안은 사용자 데이터 전송에 WiFi(또는 무선랜)를 사용하는 것이다. 예전 세대 핸드셋과 달리 스마트폰은 일반적으로 셀룰러 통신 기능과 WiFi 기능을 겸비하고 있다. WiFi는 ISM(Industry-Science-Medical) 대역을 사용하는데, ISM 대역은 앞선 설명된 셀룰러 사업자에게 경매되는 대역과 달리 비면허로, 무료로 사용할 수 있다는 특징이 있다. 즉, WiFi를 사업자 망에 연동하여 사용자 데이터를 송수신하도록 하면, 사업자는 추가 주파수 확보 비용 없이 전송 대역을 늘릴 수 있게 된다. 이러한 장점으로 WiFi를 사업자 망에 연동하려는 요구가 서서히 증가하고 있으며, 이에 따라 표준화 기술도 점차 진화되고 있다.

본 고에서는 LTE 및 LTE-A 표준화 기술을 제정하는 단체인 3GPP의 WiFi 연동 기술 진화 및 최신 동향을 살펴보고자 한다.



[그림 1] WiFi 오프로딩 사용 예

## 2. LTE와 WiFi 연동 기술

### 2.1 기본 소개

[그림 1]은 LTE 시스템의 기본 구조를 보여준다[1]. 사용자가 LTE를 사용 중일 때, 사용자 트래픽은 LTE 기지국을 통해 SGW(Serving Gateway), 그리고 PGW(PDN Gateway)를 거쳐서 PDN(Packet Data Network)으로 전송된다. 여기에서 PDN은 패킷 망을 의미하며, 인터넷 망도 PDN의 일종으로 볼 수 있다.

만약 사용자가 WiFi를 통해 접속하는 경우에는 두 가지 사용 시나리오가 발생할 수 있다.

- ① SWO(Seamless WLAN Offloading): 사용자 트래픽이 WiFi에 연동된 사업자 PGW를 통해 PDN으로 전송됨. 즉, 사용자 핸드셋의 WiFi를 통한 연결(PDN connection)이 PGW에 의해 관리되므로, LTE와 WiFi 사이에 핸드오버가 지원됨. 여기서 말하는 핸드오버는 IP 세션 레벨의 이동성 지원으로, LTE와 WiFi 사이에서 액세스망 전환이 일어났을 때 IP 세션이 유지됨을 의미함.
- ② NSWO(Non-Seamless WLAN Offloading): 사용자 트래픽이 WiFi를 통해 송수신 될 때 사업자 코어망을 거치지 않고 바로 인터넷 망으로 오프로딩됨. 사용자 핸드셋의 연결이 PGW에 연동되

어 있지 않으므로 핸드오버 지원 안됨.

상기 두 가지 사용 예를 지원하기 위해 핸드셋은 어떤 WiFi에 접속해야 하는지, 그리고 어떤 트래픽을 WiFi로 전송해야 하는지 판단할 수 있는 정보가 필요하다. 사업자가 이러한 정보를 핸드셋까지 전달할 때에는 ANDSF(Access Network Discovery and Selection Function)가 사용될 수 있으며, ANDSF가 핸드셋에 전달하는 정보는 정책(policy)이라 불린다. 3GPP Release가 진행됨에 따라, ANDSF를 통해 핸드셋을 제어할 수 있는 정보도 개선되고 있는데, 주요한 진화 방향은 사업자 제어의 자유도를 높이는 것과 WiFi를 통한 데이터 전송 시 사용자 체감 성능을 유지하는 것이다.

한편, 앞서 언급한 것처럼 만약 사용자가 SWO를 사용하게 되면 LTE와 WiFi 사이의 IP 레벨의 이동성이 지원받을 수 있는데, 이는 MIP(Mobile IP)를 구현하는 것으로 볼 수 있다. 3GPP에서 일반적으로 고려하는 IP 이동성 관리 프로토콜은 다음 세가지이다.

- PMIP(Proxy Mobile IP)
- GTP(GPRS Tunnelling Protocol)
- DSMIP(Dual Stack MIP)

지금부터 ANDSF와 상기 이동성 관리 프로토콜의 진화 방향을 살펴보도록 하자.

## 2.2 ANDSF 기술 진화

ANDSF는 3GPP Rel-8에 도입된 기능으로, 주요 목적은 핸드셋이 접속할 수 있는 WiFi의 정보 제공(예를 들면, 사용자 위치에 근접한 WiFi AP의 목록)과 핸드셋이 LTE와 WiFi 중 어떤 것을 우선적으로 사용해야 하는지를 나타내는 정책인 ISMP(Inter System Mobility Policy)의 제공이다. [그림 1]에서 보듯이, 핸드셋과 ANDSF는 S14 인터페이스를 사용해 연결되며, ANDSF 정보는 OMA MO(Management Object) 구조를 따라서 생성되어 핸드셋에 전달된다[2].

3GPP Rel-8의 ISMP를 사용하면, 특정 시점에서 핸드셋은 LTE와 WiFi 중 하나의 액세스망만 사용할 수 있다. 즉, 사용자가 만약 두 개의 PDN 연결을 가진 경우라고 하더라도 두 PDN 연결은 반드시 하나의 액세스망(LTE 또는 WiFi)을 통해 서비스를 받아야 한다.

이러한 3GPP Rel-8의 제약을 푼 것이 3GPP Rel-10의 MAPCON(Multiple Access PDN Connectivity) 기술이다. MAPCON을 지원하기 위해 ANDSF에는 ISRP(Inter System Routing Policy)가 추가되었다. MAPCON을 위한 ISRP는 PDN 연결을 구분하는 데 사용되는 정보인 APN 별로 어떠한 액세스망이 선호되는지를 나타내는 정책이 설정될 수 있다. 예를 들어, 만약 ISRP에 Internet APN은 WiFi 연결이 선호되고, VoLTE APN은 LTE가 선호된다고 설정된 경우, 핸드셋은 WiFi를 통해 인터넷을, LTE를 통해 VoLTE 연결을 생성해 서비스를 받을 수 있다.

3GPP Rel-10에는 MAPCON보다 더 세분화 된 이동성을 지원하는 기술인 IFOM(IP Flow

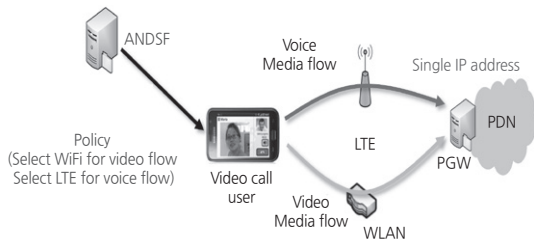
Mobility)도 도입되었다(그림 2). 즉, MAPCON에서는 WiFi와 LTE의 이동성 지원의 단위가 APN으로 구분되는 PDN 연결이었는데, IFOM은 WiFi와 LTE가 하나의 PDN 연결을 공유하고, PDN 연결 내의 IP 플로우별로 전송에 사용될 액세스망을 선택할 수 있도록 한다. IFOM도 MAPCON과 마찬가지로 ANDSF의 ISRP를 이용해 구현되는데, APN을 사용하던 MAPCON과 달리 IFOM의 경우는 ISRP에 IP 플로우를 구별할 수 있는 정보, 예를 들면 송수신 IP 주소, 포트 번호 등이 포함할 수 있다. 앞서 설명했던 NSWO를 위한 정책도 3GPP Rel-10 ANDSF에 추가되었다.

한편, 스마트폰의 도입으로 인터넷 망을 사용해 데이터 서비스를 지원하는 다양한 애플리케이션들이 발생함에 따라 IP 플로우를 구별하기 위한 정보로 애플리케이션 ID와 도메인 네임이 3GPP Rel-11 ANDSF에 추가되었다. 하나의 애플리케이션에 대해, 애플리케이션 ID는 각 OS별로 서로 다른 값을 가질 수 있다.

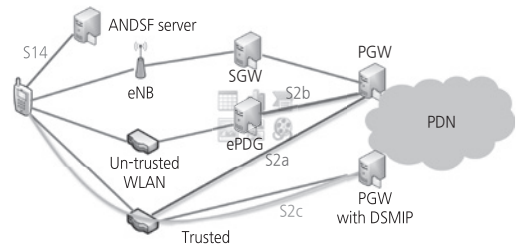
3GPP Rel-12 ANDSF에는 WiFi 로밍 지원 및 사용자 체감 서비스 품질 개선을 위한 기술이 도입되었다. WiFi 사용 시 사용자가 느끼는 불편을 최소화하도록, 여러 WiFi 서비스 제공자(Service Provider)들의 AP들을 자동으로 찾아 선택해 접속될 수 있도록 하는 정보가 ANDSF에 추가되었다. 또한, 만약 LTE로 서비스를 받던 중 혼잡한 WiFi로 자동으로 접속되어 사용자 체감 서비스 품질이 저하되는 상황을 막기 위해, 접속할 WiFi를 선택할 때 WiFi의 혼잡도 또는 부하 상태를 고려할 수 있도록 하는 기술이 도입되었다.

## 2.3 이동성지원 기술 진화

앞서 설명한 것처럼, WiFi와 LTE 사이에서 이동성



[그림 2] 비디오콜 IFOM 적용 예



[그림 3] LTE-WiFi 연동 기본 구조

지원을 위해서는 GTP, PMIP, 그리고 DSMIP이 사용될 수 있다. GTP는 LTE 망에서 가장 널리 사용되는 프로토콜로 3GPP가 직접 정의한 프로토콜이며, 확장성이 좋다. PMIP은 널리 알려진 MIP의 단점인 핸드셋의 복잡도를 낮추기 위해, IP 이동성 관리를 핸드셋 대신 망에서 지원하는 방식이다. DSMIP은 IP 스택(Stack)을 두 개 두어서 관리하는 방법으로, IFOM을 위해 도입된 기술이다.

[그림 3]은 LTE와 WiFi에서 이동성을 지원하기 위한 기본망 구조(Reference Architecture)를 나타낸다. 3GPP에서는 망 구성에 따라 다음 세 가지 연결을 구분한다.

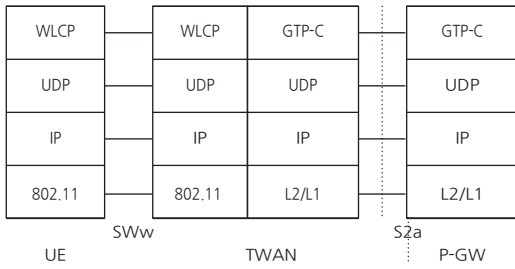
- ① S2a: WLAN과 PGW사이의 연결
- ② S2b: ePDG(evolved Packet Data Gateway)와 PGW 사이의 연결
- ③ S2c: 핸드셋과 PGW 사이의 연결

[그림 3]에서 알 수 있듯이, 3GPP에서 고려하는 WiFi는 크게 두 종류로, 신뢰성 있는(trusted) WiFi와 신뢰성 없는(untrusted) WiFi이다. WiFi의 신뢰성 여부는 사업자가 설정할 수 있으며, 일반적으로 WiFi의 소유자나, WiFi가 제공하는 보안 수준 등을 고려해 결정된다. 만약 WiFi가 신뢰되는 경우, WiFi는 별도의 보안 메커니즘 없이 바로 PGW에 연결되어 데이터를 송수신할 수 있다. 반면 신뢰성 없는

WiFi는 사업자 코어망을 보호하기 위해 ePDG를 통해서만 PGW에 연결할 수 있다. 따라서 S2a는 신뢰성 있는 WiFi가 사용되는 경우, S2b는 신뢰성 없는 WiFi가 사용되는 경우의 PGW와의 연결 형태를 지칭한다고 볼 수 있다.

앞서 설명한 3GPP Rel-10 MAPCON 기술은 WiFi와 LTE를 통해 생성된 PDN 연결에 대해 이동성을 지원할 수 있다. Rel-10 MAPCON 기술은 기본적으로 S2b인 경우에만 사용될 수 있으며, GTP 또는 PMIP 프로토콜이 사용되는 망에서 지원될 수 있다. S2a 망에서 MAPCON 지원이 제한적인 이유는 새롭게 PDN 연결을 생성하거나, 또는 한 액세스 망에서 다른 액세스망으로 PDN 연결을 이동시킬 때 핸드셋으로부터 PGW까지 전달되어야 하는 정보, 예를 들면 APN이나 연결 ID를 전달할 수 있는 프로토콜 확장이 3GPP Rel-10에 이루어지지 않았기 때문이다.

3GPP Rel-12에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 확장된 MAPCON, 즉 SaMOG(S2a Mobility over GTP) 기술을 표준화하였다. PDN 연결을 WiFi를 통해 생성하거나 LTE로부터 WiFi로 PDN 연결을 핸드오버 시킬 때 핸드셋이 APN, PDN연결 ID 등의 정보를 제공할 수 있도록 SaMOG에서는 3GPP에 의해 새롭게 정의된 WLCP(WLAN Control Protocol)을 사용한다[3]. 따라서 3GPP Rel-12부터



[그림 4] SaMOG을 위한 제어 프로토콜 스택

는 신뢰성 있는 WiFi를 통해서도 MAPCON 기능을 지원할 수 있으며, GTP과 PMIP 프로토콜 모두 적용 대상이다. [그림 4]는 SaMOG 기술을 사용하기 위한 제어 프로토콜 스택을 나타낸다.

한편, S2c는 IFOM 기술을 사용할 때에만 필요한 연결의 형태이며, [그림 3]에서 보듯이 핸드셋과 PGW 사이의 DSMIP를 사용한 연결이다. 따라서 IFOM 기술을 사용하기 위해서는 핸드셋과 PGW 양쪽에 DSMIP 프로토콜이 구현되어 있어야 한다. 간략함을 위해 그림에는 S2c가 신뢰성 있는 WiFi를 통해 생성되는 경우만 포함되어 있으나, S2c는 신뢰성 없는 WiFi를 통해서도 지원될 수 있으며, 이 경우엔 S2b와 마찬가지로 ePDG가 사용되어야 한다.


#### 2.4 Rel-13 신규 기술

현재 논의가 진행 중인 3GPP Rel-13에서는 NBIFOM(Network-based IFOM)이라는 기술이 포함되어 있다. Rel-10에서 완성된 IFOM의 가장 큰 단점은 PMIP이나 GTP를 기반으로 망을 운영하고 있는 업자가 추가로 DSMIP를 구현해야 한다는 점이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 3GPP에서는 DSMIP없이 PMIP이나 GTP만 사용해도 IFOM의 사용 예인 하나의 PDN 연결을 LTE와 WiFi가 공유하면서 IP 플로우별로 이동성을 지원하는 것을 모색 중이다. 또한, 본 고에서도 요약한 것처럼 Rel-12

까지의 모든 WiFi-LTE 연동 기술에서 PDN 연결 생성 및 이동은 핸드셋의 요청에 의해서만 유발될 수 있었는데, 이러한 개념을 벗어나 사업자 망이 사용자의 트래픽 상태나 망의 상태를 종합적으로 고려해 망이 핸드셋으로부터의 요청없이 직접 IP 플로우에 대한 이동을 시작하는 방안도 표준화 여부가 논의되고 있다.

### 3. 맺음말

지금까지 본 고에서는 LTE 시스템과 WiFi의 상호 연동을 지원하기 위한 표준화 동향을 간단히 살펴 보았다. 3GPP Rel-12까지 진행되면서 표준화된 기술은 ANDSF, MAPCON, IFOM, 그리고 SaMOG로 요약할 수 있으며, 특히 ANDSF는 WiFi 로밍과 사용자 체감 서비스 품질 개선을 위해 Rel-12에서 많은 변경이 이루어졌음을 알 수 있다. 만약 3GPP Rel-13에서 NBIFOM 기술이 완성될 경우, 추가 프로토콜 구현 없이도 자유롭게 IP 플로우를 WiFi와 LTE 사이에서 이동시킬 수 있으므로 VoWiFi(Voice over WiFi)나 영상 통화 지원 등 다양한 서비스 시나리오에 적용될 수 있을 것으로 보인다.

이처럼 3GPP에서는 WiFi를 LTE 망에 연동하기 위해 많은 노력을 쏟고 있으며, 따라서 WiFi는 스택 기술들과 함께 LTE 망 진화의 한 형태로 점점 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 

#### [참고문헌]

- [1] 3GPP TS 23.402
- [2] 3GPP TS 24.312
- [3] 3GPP TS 24.244