

# IEEE 802.21 매체독립 서비스 표준화 동향

이형호

한국전자통신연구원, 과학기술연합대학원대학교

## 요약

망하고 결론을 맺는다.

IEEE 802.21 워킹그룹은 이종 망간 핸드오버인 매체독립 핸드오버뿐만 아니라 라디오 자원 관리 등의 다양한 이종 망 연동 이슈를 해결하고자 매체독립 서비스 프레임워크 표준과 이 프레임워크를 기반으로 한 활용사례들에 대한 표준으로 분리하여 표준화를 추진하고 있다. 본 고에서는 IEEE 802.21 워킹그룹의 표준화 동향 및 매체독립 서비스 기술에 대해 알아본다.

## I. 서론

IEEE 802.21 워킹그룹(WG: Working Group)은 이기종의 네트워크(무선랜, 와이맥스, 셀룰러 망 등) 간의 끊김없는 연동 및 핸드오버를 지원하기 위한 프레임워크 및 메커니즘의 표준화를 위해 2004년 3월에 정식으로 활동을 시작하였으며, 2008년 말에 이종망 간에 끊김없는 핸드오버를 지원하기 위한 프레임워크 및 메커니즘에 대한 기본 표준을 완성한 이후에 이종망간 핸드오버의 추가 기능 및 성능 최적화를 위한 추가적인 표준화를 수행하였다. 또한, 2013년부터 IEEE 802.21 WG은 다양한 무선 접속 통신 망 기술의 출현 및 D2D(Device to Device) 통신 등으로 통신망이 다각화되는 환경에서 다양한 이종 망 연동 이슈를 해결하고자 이종 망간 핸드오버인 매체독립 핸드오버(MIH: Media Independent Handover)를 다룬 기존의 IEEE 802.21 표준을 매체독립 서비스(MIS: Media Independent Service) 프레임워크 표준과 이 프레임워크를 기반으로 한 활용사례(Use Case)들에 대한 표준으로 분리하여 표준화를 추진하고 있다[1][2][3].

본 고에서는 IEEE 802.21의 매체독립 서비스 표준화 동향을 분석하고 향후 표준화 방향을 전망한다. 서론에 이어서 2장에서는 IEEE 802.21 WG의 표준화 현황을 살펴보고, 3장에서는 IEEE 802.21 매체독립 서비스 기술을 전반적으로 소개한다. 그리고, 4장에서는 IEEE 802.21 WG의 향후 표준화 방향을 전

## II. IEEE 802.21 표준화 현황

매체독립 핸드오버는 이종의 다양한 IEEE 802 계열 통신망 및 셀룰러 망의 핸드오버를 지원하기 위하여 만들어진 프레임워크로서 네트워크 인터페이스의 물리계층과 MAC 계층의 정보 수집 및 제어를 지원하고, 네트워크의 구성 정보를 가진 정보서버(Information Server)와의 통신을 통해 네트워크 탐색 정보의 획득을 지원한다. 매체독립 핸드오버를 표준화한 IEEE 802.21-2008 표준 문서[4]는 2008년 말에 완성되어 2009년 1월에 발간되었으며, 그 이후 이종망간 핸드오버의 성능을 최적화하기 위하여 이종망간의 핸드오버 지연시간 단축, 통신망과 방송망간의 핸드오버, 단일 라디오 핸드오버 최적화, 멀티캐스트 핸드오버 그룹관리에 대한 추가적인 표준화를 완료하였다.

IEEE 802.21 WG의 TG(Task Group)별 표준화 활동 사항은 다음과 같다. IEEE 802.21a TG는 이종 망간 액세스 망 인증에 따른 지연 시간을 줄이기 위해 보안 시그널링에 대한 최적화 기술을 제공하는 것을 목표로 2009년 1월부터 공식적인 표준화 작업을 추진하였으며, IEEE 802.21a 표준이 완성되어 2012년 5월에 최종 발간되었다[5]. 또한, IEEE 802.21b TG는 양방향 통신 미디어와 단 방향 방송 전용 미디어 간의 핸드오버를 위해 IEEE 802.21 규격 기반의 확장 기술을 표준화하는 것을 목표로 2009년 3월부터 표준화 작업을 추진하였으며, IEEE 802.21b 표준이 완성되어 2012년 5월에 최종 발간되었다[6].

IEEE 802.21c TG는 이종 망간 핸드오버 시 단일 무선 접속 인터페이스만이 송수신 가능한 상태에서 타겟(Target) 네트워크 접속 절차를 선 등록 처리하는 단일 라디오 핸드오버(SRHO: Single Radio Handover) 기술을 표준화 하는 것을 목표로 2010년 1월부터 표준화 작업을 추진하였으며, 단말에서의 무선 인터페이스의 간섭과 전력소모를 최소화하기 위한 단일 라디오 핸드오버 방법을 제공하는 IEEE 802.21c 표준이 완성

되어 2014년 7월에 최종 발간되었다[7].

IEEE 802.21d TG는 IEEE 802.15.4 네트워크와 같은 메쉬 네트워크(Mesh Network)와 모바일 방송표준인 DVB(Digital Video Broadcasting) 및 T-DMB(Terrestrial Digital Multimedia Broadcasting)를 위한 그룹 단위의 핸드오버 관리 기술을 표준화하는 것을 목표로 2012년 5월부터 표준화 작업을 추진하였으며, 2015년 7월에 IEEE 802.21d 멀티캐스트 그룹관리 표준이 최종 발간되었다[8].

IEEE 802.21 WG에서는 TG a, b, c, d에서 다룬 이종 망간 핸드오버 개념 이외에 이종 망간 연동 이슈를 발굴하여 MIS 프레임워크를 기반으로 한 이종 망간 연동 서비스 이슈의 해결방법을 고안하기 위하여, 기존의 IEEE 802.21 표준에서 프레임워크 표준과 활용사례(Use Case)에 따른 서비스 표준으로 분리하는 표준화 추진 방안을 수립하였고, IEEE 802.21 WG 산하에 두 개의 TG(IEEE 802.21m 및 IEEE 802.21.1)를 2013년 초에 신설하였다. 이에 따라, 기존의 IEEE 802.21-2008 표준과 개정 표준들(IEEE 802.21a, b, c, d)을 통합하여 두 개의 표준, 즉 매체독립 서비스 프레임워크 표준(IEEE 802.21 Revision) [9]과 활용사례(Use Case)에 따른 매체독립 서비스 표준(IEEE 802.21.1)[10]으로 분리하고 새로운 활용사례들을 발굴하여 표준화하고 있다. 즉, <그림 1>과 같이 기 제정된 표준들(IEEE 802.21, 802.21a, 802.21b, IEEE 802.21c, IEEE 802.21d)을 모두 통합하여 IEEE 802.21 Revision 표준과 IEEE 802.21.1 표준으로 작성하는 작업을 진행하고 있다[2].

IEEE 802.21m TG는 기존의 IEEE 802.21, 802.21a, 802.21d 표준들에서 수정 보완해야 할 부분과 IEEE 802.21.1 표준안으로 옮길 내용(예: 핸드오버 활용사례 등)에 대한 정리를 추진하여 완성한 IEEE 802.21 Revision 표준안에 대해 2015년 12월부터 2016년 6월까지 WG LB(Letter Ballot) 절차를 마치고, 2016년 8월부터 SB (Sponsor Ballot) 절차를 착수하였으며, SB 절차가 완료된 이후에 2017년초 경에 IEEE

802.21 Revision 표준이 제정될 것으로 예측 된다.

IEEE 802.21.1 TG는 기존의 IEEE 802.21, 802.21b, 802.21c 표준들에서 규정된 핸드오버 활용사례를 분리하고 수정 보완하여 IEEE 802.21.1 표준안에 포함시켰고, 이종 망간의 핸드오버뿐만 아니라 MIS 프레임워크에 기반한 4개의 신규 활용사례들을 선정하여 표준화 작업을 수행하였다. 기존의 핸드오버 활용사례와 신규 활용사례들을 포함한 IEEE 802.21.1 표준안에 대해 IEEE 802.21 Revision 표준안과 동일한 일정으로 WG LB 절차를 마치고 SB 절차를 착수하였으며, 2017년초 경에 IEEE 802.21 Revision과 함께 표준으로 제정될 것으로 예측 된다.

### III. IEEE 802.21 매체독립 서비스 기술

#### 1. MIS 프레임워크 구조 및 기능

IEEE 802.21 Revision 표준은 WLAN, WiBro와 같은 IEEE 802 계열 이종 망간뿐만 아니라 IEEE 802 계열 망과 셀룰러 망과 같은 비 IEEE 802 계열 이종 망간의 핸드오버와 기타 서비스의 최적화를 가능하도록 매체독립 서비스 프레임워크의 기능과 프로토콜을 정의하는 것을 표준의 범위로 한다[9]. MIS 기술은 통신 계층 3 이상의 상위 계층인 MIS User와 통신 계층 2 이하의 하위 계층인 링크 계층(Link Layer) 사이에서 정보 교환을 도와 이종 망간 핸드오버 등의 망 연동 서비스 시의 지연 시간을 줄이는 데 도움을 준다. MIS User와 링크 계층 사이의 정보 교환 기능은 논리적 엔티티(Logical Entity)인 MISF(MIS Function)로서 <그림 2>와 같이 통신 계층 상에서 구현이 될 수 있다.

MISF는 SAP(Service Access Point)를 통하여 상위 및 하위 통신 계층과 정보를 교환하고, 또한 다른 네트워크 기기의

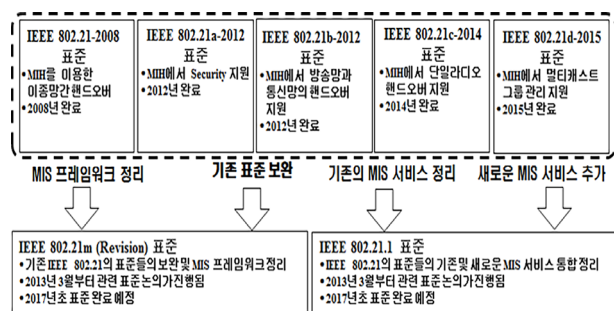


그림 1. IEEE 802.21 표준화 동향[2]

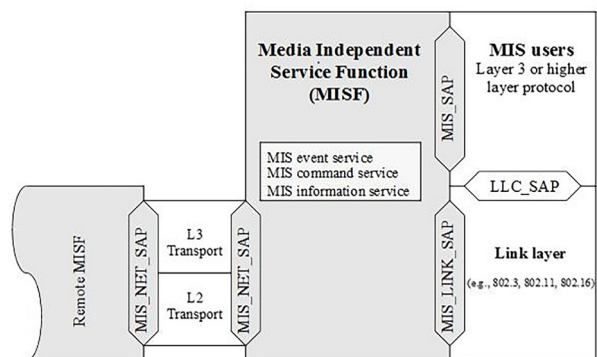


그림 2. IEEE 802.21 MISF 참조 모델[4][9]

MISF인 Remote MISF와 정보 교환을 한다. 즉, MIS User와는 MIS\_SAP, 링크 계층과는 MIS\_LINK\_SAP, Remote MISF와는 MIS\_NET\_SAP을 통해 정보를 교환 한다. MISF가 MIS User, 링크 계층, Remote MISF와 교환하는 정보는 MISF 서비스로 정의가 되며 MISF 서비스는 이벤트(Event), 커맨드(Command), 정보(Information) 서비스로 구분 된다.

MISF 이벤트 서비스는 링크 계층의 네트워크 상태 정보를 MIS User로 전달하는 서비스로서 3 계층(IP 계층) 이상에서의 핸드오버 등의 망 연동 서비스 지연시간을 줄일 수 있도록 도와 주고, MISF 커맨드 서비스는 MIS User의 제어 정보를 링크 계층에 전달하는 서비스로서 MIS User가 네트워크 접속 상태를 변경시키거나 네트워크의 상태 정보를 질의할 수 있도록 한다. MISF 정보 서비스는 단말에게 접속 가능한 네트워크 정보를 MIS 정보서버를 이용하여 제공해주는 서비스로서, 단말의 네트워크 탐색을 도와 준다. 이러한 MISF 서비스는 멀티 모드 단말의 이중 망간 핸드오버 등의 망 연동 서비스 지연 시간, 패킷 손실을 최소화 하여 사용자에게 끊임 없는 통신 서비스를 제공한다.

## 2. MIS 보안 기술

MIS 보안 메커니즘 강화를 위하여 MIS 메시지의 보호(Protection) 방안과 단말의 인증(Authentication) 시간을 줄이기 위한 사전(Proactive) 인증 제공 방안을 IEEE 802.21a-2012 표준[5]으로 제정하였으며, IEEE 802.21 Revision 표준안에 포함되었다[9]. MIS 메시지의 보호 방안은 TLS(Transport Layer Security)/DTLS(Datagram Transport Layer Security)를 이용하는 방안과 EAP(Extensible Authentication Protocol)/ERP(EAP Re-authentication Protocol)를 이용하는 방안이 있다. 사전 인증은 링크 계층에서의 핸드오버 이전에 단말의 인증을 제공하는 방안이다. 이러한 IEEE 802.21의 강화된 MIS 보안 메커니즘은 이중 망간 핸드오버 시에 발생하는 보안 문제를 해결하고 인증에 소요되는 시간을 줄여서 이중 망간 핸드오버 등의 망 연동 서비스 시에 지연 시간과 패킷 손실을 최소화할 수 있다.

## 3. MIS 멀티캐스트 그룹관리 기술

IEEE 802.15.4 네트워크와 같은 메쉬 네트워크 및 DVB, DMB와 같은 방송 네트워크에서 그룹단위의 MIS 메시지 송수신을 지원하기 위하여, IEEE 802.21-2008 표준에 정의되어 있는 통신 메커니즘이 단말 그룹을 지원하도록 확장한 멀티캐스트 통신 메커니즘을 IEEE 802.21d 표준[8]으로 제정하였으며, IEEE 802.21 Revision 표준안에 포함되었다[9]. 즉,

멀티캐스트 그룹 멤버십 관리(예: Join, Leave, Update) 및 멀티캐스트 그룹 키(Key)의 관리를 위해 MISF 그룹 식별자(Identifier), 그룹 멤버십을 관리하기 위한 새로운 프리미티브 및 메시지들, 그룹 통신을 위한 멀티캐스트 전송 메커니즘 및 보안 확장 등을 정의하였다.

이 MIS 멀티캐스트 그룹관리 기술은 센서 혹은 액추에이터(Actuator) 네트워크와 같이 단말 그룹이 동시에 이동할 필요가 있는 경우에 적용된다. 이동 단말의 집합이 하나의 그룹으로 네트워크 접속점(PoA: Point of Attachment) 사이에서 이동하는 다양한 시나리오가 있다. 즉, 생산 네트워크와 관리 네트워크 간에 이동하는 센서/액추에이터, 게이트웨이 노드 간에 하나의 그룹으로 이동하는 메쉬 네트워크의 단말 집합 등이다. 네트워크가 Failover, Failback, Configuration 등과 같은 관리 동작을 수행할 때에 이러한 단말들의 핸드오버 동작을 대역폭 효율적으로 관리하기 위하여, 멀티캐스트 기반 그룹 통신이 요구된다. 예를 들면, 기지국의 고장으로 인한 통신 두절, 소스 네트워크 자원의 부하균등화(Load Balancing), 스마트 그리드(Smart Grid)에서의 전기 요금 정보 전송, 그룹 단위의 단말의 펌웨어 업데이트(Firmware Update)를 해결하기 위한 경우에 이중 망 간 단말 그룹 단위의 핸드오버를 멀티캐스트 기반 그룹 통신을 사용하여 효율적으로 지원한다.

<그림 3>은 멀티캐스트 기반 그룹 통신에서의 기능 엔티티(Entity)들의 논리적 연결도 이다. PoS(Point of Service) 내의 MIS User로서 그룹 관리자(Group Manager)는 그룹 관리와 그룹 관리 명령 발행을 담당한다. PoS와 이동 단말(MN: Mobile Node)은 멀티캐스트 수송로를 통하여 그룹 주소를 갖는 메시지를 송신한다. 이 MIS 멀티캐스트 그룹관리 기술은 네트워크 노드(예: 그룹 관리자를 갖고 있는 PoS)가 안전한 방법으로 이동 단말 그룹에게 멀티캐스트 송신을 통하여 MIS 메시지를 통신할 수 있도록 해 준다.

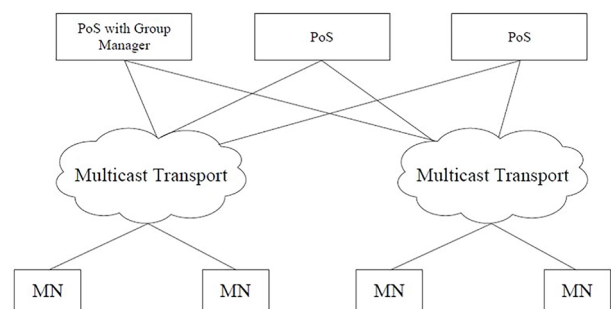


그림 3. 그룹 통신 기능 엔티티의 논리적 연결도[8][9]

#### 4. 매체독립 핸드오버 서비스 활용사례

매체독립 핸드오버 서비스 활용사례는 이중 망간의 핸드오버를 최적화하기 위하여 링크 계층 정보 및 다른 관련 네트워크 정보를 상위 계층에게 제공한다. 즉, 제공되는 정보에는 3GPP, 3GPP2에 의해 정의된 매체 유형(Media Type), IEEE 802 계열 표준의 유선 및 무선 매체, DVB, T-DMB, ATSC-M/H(Advanced Television Systems Committee-Mobile/Handheld) 네트워크와 같은 방송망의 단방향 하향(Downlink-only) 매체에 대한 정보를 포함한다. 이 활용 사례는 이중 라디오(Dual Radio) 모드 혹은 단일 라디오(Single Radio) 모드로 동작하는 이동 및 고정 단말의 핸드오버를 모두 지원 한다. 이동 단말의 경우에는 사용자의 이동에 따라 무선 링크 상태가 변할 때 핸드오버가 발생할 수 있고, 고정 단말의 경우에는 주변의 망 환경이 변할 경우에 더 좋은 망으로 핸드오버가 발생할 수 있다. 이중 망간의 끊김 없는 핸드오버 지원을 위해서 네트워크 발견(Network Discovery)을 도와 주는 정보와 이 정보를 MIS User가 사용 가능하도록 획득하는 방법을 정의한다. 이 정보에는 링크 유형, 링크 식별자, 링크 가용성, 링크 품질 등이 포함된다. 또한, 네트워크 선택(Network Selection)을 도와 주는 정보를 MIS User가 사용 가능하도록 하는 방법을 정의한다.

IEEE 802.21-2008 표준에서 이중 라디오 핸드오버, IEEE 802.21b-2012 표준에서 단방향 하향 링크 지원 핸드오버, IEEE 802.21c-2014 표준에서 단일 라디오 핸드오버를 표준화 하였으며, 이 모든 핸드오버 표준 기술은 통합되어 매체독립 핸드오버 서비스 활용사례로 IEEE 802.21.1 표준안에 포함되었다[10].

##### 가. 단방향 하향 링크 지원 핸드오버

IEEE 802.21b-2012 표준에서 규정한 단방향 하향 링크 지원 핸드오버 표준은 WLAN, WiBro, 3GPP 네트워크와 같은 통신망과 DVB, T-DMB, ATSC-M/H 네트워크와 같은 방송망(단방향 하향 링크 네트워크) 사이의 핸드오버를 용이하게 하여 이동 단말의 사용자 경험을 개선시키고, 이동 단말이 통신망과 방송망 사이의 끊김 없는 핸드오버를 수행할 수 있도록 지원한다[6]. 즉, 멀티모드 이동 단말에게 방송망에서 통신망으로 혹은 통신망에서 방송망으로의 Network Initiated Handover를 지원하기 위한 새로운 커맨드 서비스 메시지(MIS\_Net\_HO\_Bcst\_Commit) 및 프리미티브를 규격화하였다.

##### 나. 단일 라디오 핸드오버

IEEE 802.21c-2014 표준에서 규정한 단일 라디오 핸드오버(SRHO) 표준은 무선 인터페이스의 간섭과 전력소모를 최소화

하기 위한 최적화된 단일 라디오 핸드오버 방법을 제공한다[7, 10~12]. SRHO는 이중 망 간 핸드오버 시에 하나의 라디오 인터페이스의 전송만을 활성화시켜 핸드오버를 준비하는 방안으로 기존의 복수개의 라디오 인터페이스 전송 기능을 활성화 시키는 이중 망 간 핸드오버보다 단말 내의 라디오 인터페이스 간 주파수 간섭을 줄이고 단말의 전력 소모를 줄일 수 있다.

그러나 SRHO에서는 단일 라디오 인터페이스로 만의 전송 활성화로 인해 타깃 네트워크 탐색에 어려움을 겪고 핸드오버 지연 시간이 많이 걸릴 수 있다. SRHO의 이러한 문제점을 해결하기 위하여 단말에서 할 수 없는 기능을 MIS를 가진 네트워크 엔티티인 MIS PoS를 이용해 단말 대신 동작하는 프록시(Proxy) 기능을 이용한 타깃 네트워크 탐색과 선등록(Preregistration)을 제공한다.

프록시 기능을 이용한 타깃 네트워크 탐색은, 단말이 타깃 네트워크의 접속 정보를 제공하는 정보서버에의 접근 권한이 없는 경우, 정보서버에의 접근 권한을 가진 프록시 정보서버가 정보서버로부터 단말의 타깃 네트워크 접속 정보를 받아 단말에게 타깃 네트워크 접속 정보를 전달하여 단말의 타깃 네트워크 탐색을 지원하는 방법이다.

〈그림 4〉와 같이 프록시 정보서버가 단말의 타깃 네트워크 접속 정보를 대신 받아 MIS\_CTRL\_Transfer 메시지를 이용하여 이동 단말에게 타깃 네트워크 접속 정보를 전달한다. 이를 위해 IEEE 802.21의 SRHO 지원 메시지를 처리할 수 있는 기지국인 SRHO-capable PoA가 필요할 수 있다. 프록시 정보서버는 소스(Source) 네트워크의 MIS를 지원하는 네트워크 엔티티인 소스 네트워크 PoS에서 구현된다.

프록시 기능을 이용한 타깃 네트워크로의 선등록은, 단말의 소스 네트워크와의 접속을 위한 라디오 인터페이스 전송만 활성화된 경우, Proxy PoA가 단말을 대신하여 단말의 등록을 지원하는 방법이다. 만약 SRHO 방법을 사용하는 멀티 모드 단말

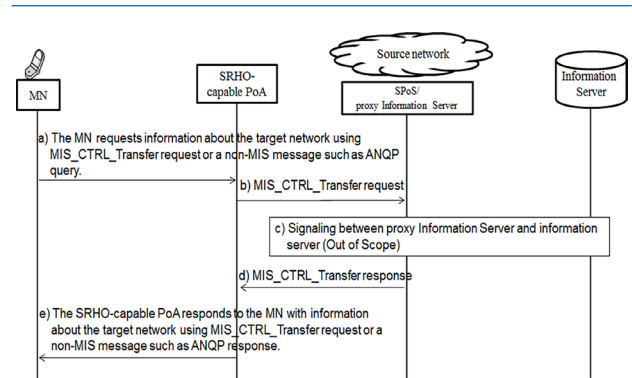


그림 4. 프록시 정보서버를 이용한 타깃 네트워크 탐색[7][9]

이 타깃 네트워크에 접속하여 타깃 네트워크를 통해 등록 절차를 수행한다면 단말의 핸드오버 지연시간은 길 수 있기 때문에 SRHO의 핸드오버 지연 시간을 줄이기 위해서 소스 네트워크를 이용한 타깃 네트워크 등록 방안인 선등록이 필요하다.

〈그림 5〉와 같이 단말이 현재 접속한 소스 네트워크를 통해 타깃 네트워크 기지국으로의 등록을 위한 링크 계층 메시지를 MIS\_Prereg\_Xfer 메시지에 실어 타깃 네트워크의 Proxy PoA인 Proxy TPoA(Target PoA)에 전달하면 Proxy TPoA는 단말을 대신하여 타깃 네트워크의 기지국인 TPoA에 단말의 등록 절차를 수행한다.

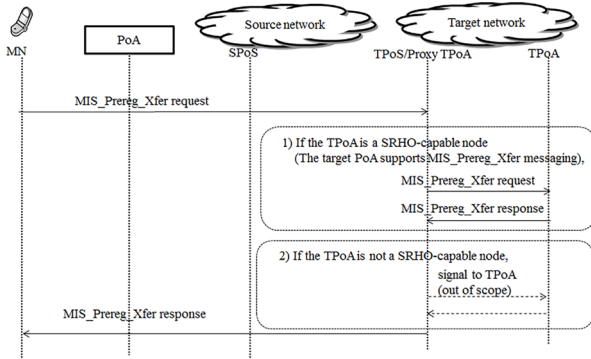


그림 5. Proxy PoA를 이용한 타깃 네트워크로의 선등록[7][9]

이러한 IEEE 802.21의 프록시 기능은 SRHO를 이용하여 전력소모와 주파수 간섭 문제를 해결하는 멀티 모드 단말의 타깃 네트워크 탐색과 등록에 필요한 지연시간을 줄여 끊김 없는 이중 망 간 핸드오버를 지원한다.

### 5. MIS 프레임워크 기반의 신규 활용사례

IEEE 802.21.1 표준안[10]에는 기존의 IEEE 802.21 표준에서 분리한 매체 독립 핸드오버 서비스 활용사례 뿐만 아니라 새로운 활용사례로서 한양대와 한국전자통신연구원(ETRI)이 공동 제안한 소프트웨어 정의 라디오 액세스 망(SDRAN: Software-Defined Radio Access Network)에서의 MIS 활용사례, 일본의 Panasonic에서 제안한 가정 에너지 관리시스템(HEMS: Home Energy Management System) 활용사례, ETRI에서 제안한 이중 망 환경에서의 라디오 자원 관리 활용사례 및 네트워크 지원 D2D 통신방식 선택방안 활용사례가 포함되어 있다.

#### 가. SDRAN에서의 MIS 활용사례

SDRAN에서의 MIS 활용사례는 무선 망에서 MIS와 SDN 프레임워크의 협력을 위한 방안으로서 〈그림 6〉과 같이 중앙 집

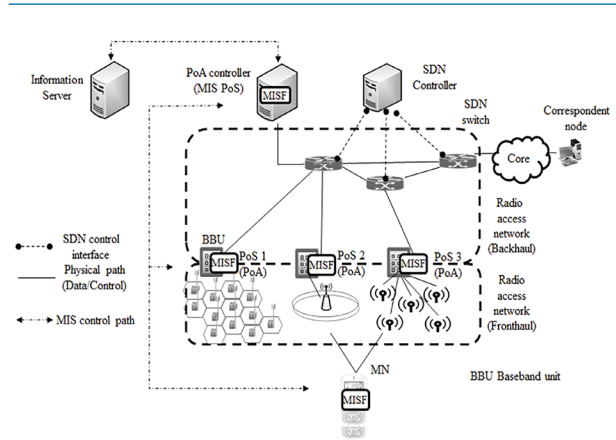


그림 6. SDRAN을 위한 MIS 프레임워크 구조[10]

중화된 방식으로 소프트웨어 정의 라디오 액세스 망을 위한 MIS 프레임워크를 제공한다. 이 활용사례는 〈그림 7〉에 도시한 바와 같이 SDRAN의 기존 구조, 인터페이스, SDN 프로토콜 등에 대해 전혀 변경 없이 MIS 프레임워크에 기반하여 SDN 무선 망에서 끊김 없는 이동성 제공 및 관련 라디오 자원 관리를 위해 필요한 망 요소 간의 연결도 및 신호 메시지 흐름도를 제시하고, IEEE 802.21 MIS 프로토콜과 SDN 프로토콜과의 협력을 통한 끊김 없는 핸드오버 절차를 제공한다.

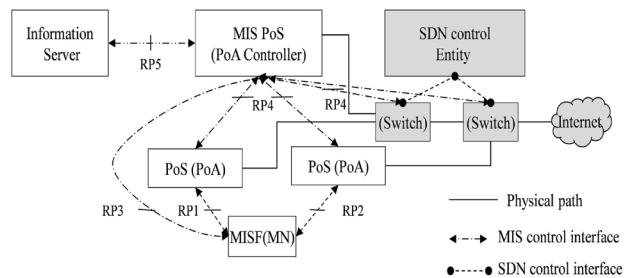
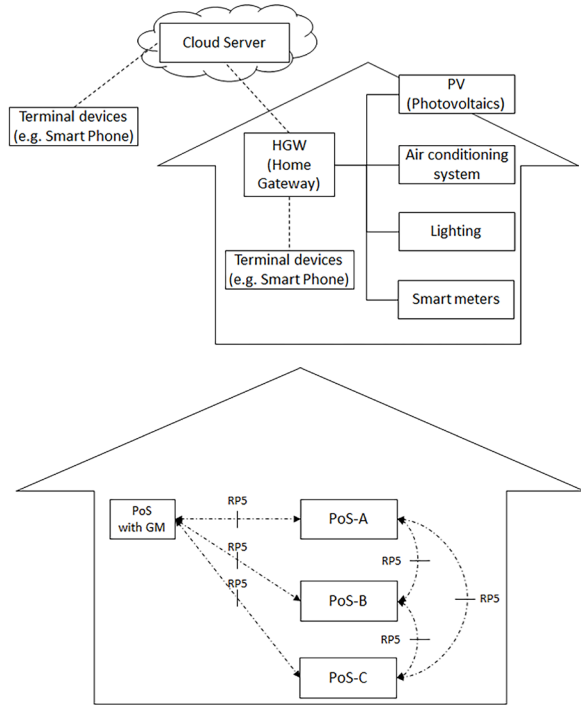


그림 7. SDRAN을 위한 MIS 통신 모델[10]

#### 나. HEMS에서의 MIS 활용사례

HEMS 활용사례는 가정에서의 에너지 사용을 관리하기 위한 시스템으로서 가전기기 및 전기 장치 등을 연결하여 전기 혹은 가스 사용을 시각화하고 각종 장치들을 자동 제어해 준다. HEMS에는 〈그림 8〉과 같이 홈게이트웨이(HGW: Home Gateway)와 에어컨, 전구, 스마트 미터, 태양광발전시스템, 홈보안 장치 등이 포함되며, HGW가 대내 망을 통하여 가전기기들을 제어하고 사용 정보를 수집한다. 이 활용사례에서는 〈그림 9〉와 같이 HGW가 가전기기들에게 멀티캐스트 프로토콜로 제어 메시지를 보내고 가전기기들은 이 제어 메시지에 대한 응답



- PoS with GM: Home Gateway which controls and manages devices in the home
- PoS-A,B,C: Devices controlled and managed by Home Gateway

그림 8. HEMS의 구조 예 및 HEMS를 위한 MIS 참조 모델[10]

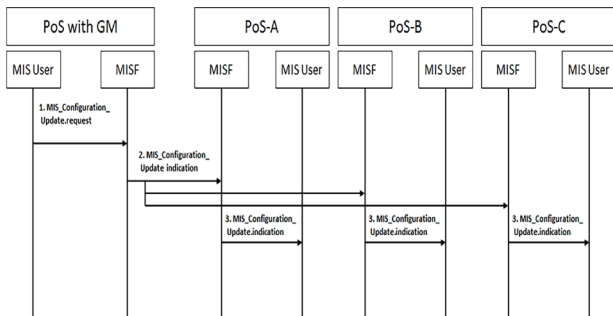
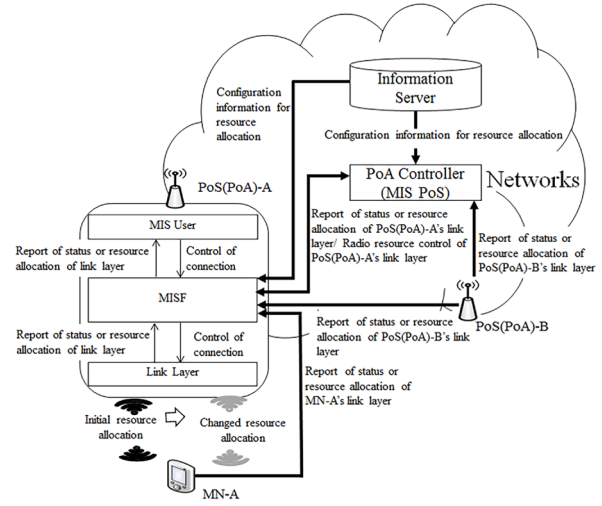


그림 9. HGW의 제어 명령 전송[10]

으로 사용 정보를 HGW에게 보내며, HGW와 가전기기간의 인터페이스에 IEEE 802.21 표준의 MIS 프레임워크가 적용된다.

#### 다. 라디오 자원 관리를 위한 MIS 활용사례

이중 망 환경에서의 라디오 자원 관리를 위한 MIS 활용사례는 <그림 10>과 같이 MIS 프레임워크 기반의 동적 라디오 자원 관리를 통하여 이중 무선 망 간의 간섭을 줄이고 무선 자원을 활용 시에 전송 효율을 최대화시키는 무선 자원 관리 방법을 제공한다. 동적으로 변하는 네트워크 설치 및 채널환경과 이중 무선망에서의 주파수 간섭에 대응하기 위해서는 이중 망 무선 자원의 동적인 통합 제어 및 관리가 필요하며, 관리 대상인 무선 자원에는 주파수대역, 전송전력, 시간 슬롯 등이 있다[10, 13].



- PoS(PoA)-A: Access point (AP) or base station (BS) that can control its own radio resources
- MN-A: MN that connects to PoS(PoA)-A
- PoS(PoA)-B: Neighboring AP or BS of PoS(PoA)-A
- PoA Controller: Network entity that can control PoS(PoA)-A's radio resources and MN-A's connection to radio access networks
- Information Server: Server that manages information on PoS(PoA)-A's radio resource allocation

그림 10. 이중 망 환경에서 라디오 자원 관리를 위한 MIS 프레임워크[10]

라디오 액세스 망에서 접속점(PoA)에 해당하는 AP(Access Point) 혹은 BS(Base Station)가 모두 MIS PoS 기능을 가지고 있는 PoS(PoA)라고 가정하고, 이 PoS(PoA)를 제어하는 PoA 제어기(PoA Controller)가 MIS 프로토콜을 사용하여 와이파이, 블루투스, LTE 등의 다양한 무선 통신 기술을 사용하는 PoS(PoA)의 라디오 자원을 동적으로 관리한다. <그림 11>은 라디오 액세스 망의 라디오 자원 할당 단계를 보여 주며, 1 단계에서는 PoA의 링크 상태 또는 인접 PoS(PoA)의 라디오 자원 할당에 근거하여 PoS(PoA) 또는 PoA 제어기가 PoS(PoA)의 라디오 자원 할당을 결정하고, 2 단계에서는 이동 단말이 새롭게 할당된 라디오 자원으로 PoS(PoA)와의 연결을 준비하고, 3 단계에서는 PoS(PoA) 또는 PoA 제어기가 PoS(PoA)의 라디오 자원을 할당하고, 마지막으로 PoS(PoA)는 할당된 라디오 자원을 정보서버, PoA 제어기, 인접 PoS(PoA)에게 보고한다.

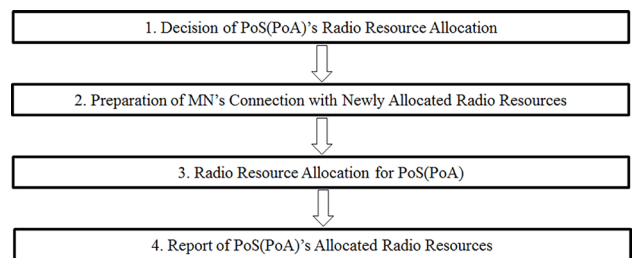


그림 11. 라디오 액세스 망의 라디오 자원 할당 단계[10]

### 라. D2D 통신 지원을 위한 MIS 활용사례

D2D 통신 지원을 위한 MIS 활용사례는 MIS 프레임워크를 기반으로 한 D2D 통신 방식 선택과 통신 링크의 탐색 및 접속 방법을 제공한다. D2D 통신은 근접한 거리의 단말간의 직접 통신 기술이고, D2D 통신의 예는 3GPP ProSe (Proximity Service), Wi-Fi Direct, IEEE 802.15.8 PAC (Peer Aware Communication) 등이 될 수 있다. MIS 프레임워크를 활용하여 멀티모드 이동 단말에서 복수의 D2D 통신 방식 중에 최적의 통신 방식을 선택하고 그에 따른 무선 링크의 탐색 및 접속을 제공하는 방안에는 인프라 네트워크의 지원이 있는 경우와 없는 경우로 나누어 생각할 수 있다.

<그림 12>는 인프라 네트워크의 지원이 있는 경우로서 네트워크지원 D2D 통신(NADC: Network-Assisted D2D Communication)의 제어 신호도를 보여 준다. 정보서버는 이동 단말의 피어를 위해 구성 정보를 제공한다. 이동단말(MN)과 NADC PoS는 정보서버의 구성 정보를 요청하고, NADC PoS는 MN에게 D2D 통신 방식 선택과 D2D 통신을 위한 라디오 자원 할당을 요청함으로써 MN의 D2D 통신 연결을 제어한다. 이 활용사례는 D2D 통신과 같은 근접성 서비스 통신에서 사용자의 통신품질 향상과 네트워크 운영자의 효율적인 무선자원 할당을 가능하게 한다.

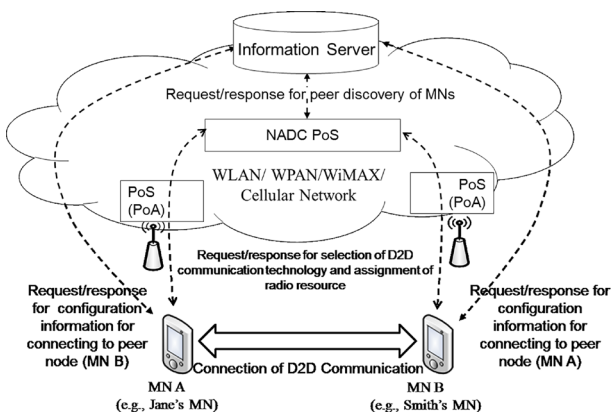


그림 12. 네트워크지원 D2D 통신(NADC)의 제어 신호도[10]

## IV. 결론

본 고에서는 IEEE 802.21 워킹그룹의 표준화 현황 및 매체독립 서비스 기술에 대해 알아보았다. IEEE 802.21 WG은 IEEE 802.21 Revision 표준안과 IEEE 802.21.1

표준안에 대해 WG Letter Ballot 절차를 완료한 이후에 IEEE-SA (Standard Association)의 Sponsor Ballot 절차를 진행 중에 있으며 두 표준안 간의 상호 의존 관계로 인하여 2017년초 경에 동시에 표준 제정이 이루어 질 것으로 예측된다. IEEE 802.21 Revision 표준안은 매체독립 서비스의 골격이 되는 MIS 기능 및 프로토콜 프레임워크를 정리 하였으므로 MIS 기술 구현의 가이드라인으로 활용될 것이다. 또한 IEEE 802.21.1 표준안은 기존의 이종 망 간 핸드 오버뿐만 아니라 MIS 프레임워크 기반의 다양한 활용사례를 포함하고 있으며 이러한 활용사례들의 표준화를 통하여 MIS 기술의 실용화를 촉진하는 데 도움을 줄 것으로 사료된다. 일례로서 최근 일본의 ECHONET 컨소시엄은 IEEE 802.21 표준을 홈 에너지 관리 시스템에 활용하기 위하여 IEEE-SA와 MOU를 체결하였다.

향후의 이종 망 연동 서비스 이슈는 사용자의 이동에 따른 통신서비스의 연속성 지원뿐만 아니라 사용자의 만족도 (QoE: Quality of Experience)를 증진시킬 수 있는 이종 망간의 통합 이동성/자원 관리가 될 것이다. 앞으로 IEEE 802.21 WG은 5G 이동통신을 위해 필요한 개방형 이종망간 연동 기술의 표준화를 지속적으로 추진할 것이며, IoT, ITS 등의 다양한 분야에 응용하는 활용사례의 표준화 연구도 함께 추진할 것이다.

## Acknowledgement

이 연구는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행하였음 [R0127-16-1055, 개방형 무선이종망(Multi-RAT) 연동 및 제어 기술 표준개발].

## 참고 문헌

- [1] 이형호, "IEEE 802.21 이종망 연동기술 표준화," OSIA S&TRJ Vol.27, No.4, pp.24-36, 2014년 12월
- [2] 이형호, "IEEE 802.21 매체 독립 서비스 활용 사례 표준화 동향," 한국통신학회 2016년도 하계종합학술발표회 논문집 (Vol.60), pp. 86~87, 2016년 6월 22~24일.
- [3] 이형호, "IEEE 802 표준화 동향," 한국지식재산전략원 표준특허센터, SEP Inside 표준특허 전문지 Vol.11, pp.

26~44, 2016년 9월.

- [4] IEEE 802 standard, "IEEE Standard for Local and metropolitan Area Networks – Part 21: Media Independent Handover Services," IEEE Std 802.21-2008, Jan. 2009.
- [5] IEEE 802 standard, "IEEE Standard for Local and metropolitan Area Networks – Part 21: Media Independent Handover Services, Amendment 1: Security Extensions to Media Independent Handover Services and Protocol," IEEE Std 802.21a-2012, May 2012.
- [6] IEEE 802 standard, "IEEE Standard for Local and metropolitan Area Networks – Part 21: Media Independent Handover Services, Amendment 2: Extension for Supporting Handovers with Downlink Only Technologies," IEEE Std 802.21b-2012, May 2012.
- [7] IEEE 802 standard, "IEEE Standard for Local Metropolitan Area Networks— Part 21: Media Independent Handover Services, Amendment 3: Optimized Single Radio Handovers," IEEE Std 802.21c-2014, July 2014.
- [8] IEEE 802 standard, "Standard for Media Independent Handover Services, Amendment 4: Multicast Group Management," IEEE Std 802.21d-2015, July 2015.
- [9] IEEE 802 Draft Standard, "Local and metropolitan area networks – Part 21: Media Independent Services Framework," IEEE P802.21/D05, Sept 2016.
- [10] IEEE 802 Draft Standard, "Local and metropolitan area networks – Part 21.1: Media Independent Services," IEEE P802.21.1/D05, Sept 2016.
- [11] 이형호, 박현호, "IEEE 802.21 매체 독립 단일 라디오 핸드오버 설계," 한국통신학회 2014년도 하계종합학술발표회 논문집, pp. 287~288, 2014년 6월 25~26일.
- [12] Hinghung Anthony Chan, Hyunho Park, Hyeong Ho Lee, Charles Perkins, Dapeng Liu, "Battery Efficient Design with IEEE P802.21c Optimized Single Radio Handovers Draft Standard," in Proc. ICC2014 – Energy Efficiency in Wireless Networks & Wireless Networks for Energy Efficiency (E2Nets) Workshop, pp. 831–836, June 14, 2014.
- [13] Hyeong Ho Lee, Hyunho Park, Jin Seek Choi, "Radio Resource Management Based on IEEE 802.21 Media Independent Service Framework," Proc. ICACT2015, pp. 309–314, Phoenix Park, Korea, July 1~3, 2015.

## 약 력



이 형 호

1977년 서울대학교 공업교육과 전자전공 공학사  
 1979년 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사  
 1983년 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사  
 1983년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 책임연구원/전문위원  
 2013년~현재 과학기술연합대학원대학교 교수  
 2014년~현재 TTA Seamless 무선연동 프로젝트그룹 (PG908) 의장  
 2014년~현재 IEEE 802.21 WG 부의장  
 관심분야: 무선 및 이동망, 차세대 인터넷, 광대역통합망