

WiMAX와 LTE 4G 이동 통신 진화 및 비교, 연동 구조

임재진 | 김우재 | 김병석 | 이대우 | 박동수

삼성전자

요 약

본 논문에서는 국제 전기통신 연합(ITU-R)에서 정의한 4G IMT-Advanced 시스템의 후보 기술로 거론되고 있는 WiMAX와 LTE 이동 통신 기술에 대한 개요와 특징 비교, 그리고 두 망간의 연동 구조에 대해 소개한다. 구체적으로 다음과 같은 내용 등을 기술한다. 첫째, 기존 2G/3G 망과 대별되는 이들 기술의 발전 과정과 표준 및 기술 동향을 살펴본다. 둘째, 망 구조 및 구성 요소에 대한 분석을 통해 4G 기술로 언급되는 이들 망의 핵심 특징과 유사성 및 차이점을 분석한다. 마지막으로, 두 망의 연동 시나리오를 고려하고 WiMAX-Anchored 연동 구조와 LTE-Anchored 연동 구조에 대해 논의한다.

1. 서 론

ITU-R에서 정의한 IMT-Advanced 시스템은 4G 광대역 무선 이동 통신 시스템의 비전을 정의한 시스템으로, 3G 이동 통신 시스템 IMT-2000 이후의 이동 통신 시스템 발전 모델이다. 흔히 거론되는 IMT-Advanced 시스템의 특징은 350km/h 고속 이동 시 100Mbps, 정지 시 1Gbps의 최대 데이터 전송 속도를 지원하도록 규정하고 있다[1]. 현재, 4G IMT-Advanced 광대역 통신망의 넓은 주파수 대역폭과 빠른 전송 속도, 그리고 사용자의 빠른 이동성을 제공하기 위해 WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)[2]와 LTE (Long-Term Evolution)[3] 기술이 거론되고

있다. 두 기술 모두 IMT-Advanced의 후보 기술로 최종 채택될 가능성이 매우 높다.

WiMAX 기술은 데이터 통신에서 발전한 IEEE 802.16 규격 [4,5] 기반의 기술을 의미하며, LTE 기술은 기존 2G/3G 이동 통신망에서 발전한 3GPP Rel. 8 & 9 규격 [6,7] 기반의 기술을 의미한다. 이들 기술들은 IMT-Advanced 시스템 요구 사항을 만족하기 위해 상호 경쟁 및 보완적으로 진화하고 있다. WiMAX는 WiMAX Rel. 1.0 IEEE 802.16e [4]에서 WiMAX Rel. 2.0 IEEE 802.16m [5]으로 진화하고 있으며, LTE 기술 또한 3GPP Rel. 8 & 9 [6,7]에서 3GPP Rel. 10 LTE Advanced [8] 기술로 진화하고 있다.

WiMAX와 LTE 기술의 특징은 OFDM과 MIMO로 표현되는 무선 기술, All-IP 기반의 망 구조 등 핵심 기술적 측면에서 유사성이 존재한다. 또한, 사용자에게 제공 가능한 성능 측면에서 유사한 부분이 많다. 한편, 두 망이 확산됨에 따라 두 망간의 서비스 연속을 보장하기 위한 공통 서비스 코어 (Service Core) 장비 (예, IMS 서버, PCRF 서버, 과금 서버) 구축뿐만 아니라 두 망간의 연동성 보장이 현실적인 문제로 부각되고 있다.

따라서 본 논문에서는 4G 이동 통신 핵심 기술로서 논의되는 WiMAX와 LTE 기술 및 표준 동향을 고찰함으로써 이들 기술에 대한 전반적인 이해를 높이고자 한다. 또한 망 관점에서 이들 망의 발전 및 특징, 그리고 향후 공통 서비스 코어 연동 및 두 망간의 상호 연동 방안을 논의하고자 한다. 이를 위해, 우선 기존 2G/3G 이동 통신 망이 어떤 과정을 거쳐 4G 이동 통신 망으로 진화하게 되었는지 그 발전 과정을 살펴보고, 관련 표준화 동향에 대해서도 기술한다. 그리고,

WiMAX와 LTE망의 유사성과 차이점을 분석하고, 공통 서비스 코어 연동 구조 및 두 망간의 상호 연동 구조에 대해서 논의하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II-1절에서는 WiMAX와 LTE의 표준 및 기술 동향을 파악한다. II-2절에서는 WiMAX와 LTE 망의 특징을 분석하고, 두 망간의 유사성과 차이점을 정리한다. II-3절에서는 두 망간의 연동 방안으로 WiMAX-Anchored 연동 구조와 LTE-Anchored 연동 구조를 제시한다. 마지막으로 III절에서 결론을 맺는다.

II. 본 론

1. WiMAX와 LTE의 표준 및 기술 동향

WiMAX Release 1.0에서는 IEEE 802.16e 규격이 정의한 PHY/MAC 기술을 기반으로 종단간 (End-to-end) 네트워크 구조 및 프로토콜을 정의하고 있다. WiMAX Release 1.0은 Wave 1과 Wave 2 규격화 과정을 거치면서 개정되었고, Release 1.5에서 네트워크 관련 신규 기능들이 추가되었다. 이후 IMT-Advanced에 부합하는 WiMAX Evolution을 위해

Release 2.0을 시작하였다. Release 2.0에서는 IEEE 802.16m의 표준화에 맞추어 성능 향상을 위한 새로운 기술들에 대해 규격화 진행 중이다[5], 2010년 11월 표준화 완료 목표 로 진행하고 있다.

LTE는 3GPP Release 8 & 9에 정의한 PHY/MAC 기술을 바탕으로 표준화를 완료하였고, 현재 3GPP Release 10을 LTE-Advanced로 하여 표준화를 진행하고 있다. 2010년 3월에 LTE-Advanced에 대한 Study Item을 완료했고, 2010년 12월 Work Item 완료를 목표로 하고 있다.

IMT-Advanced의 유력한 후보 기술로서 802.16m 및 LTE-Advanced는 유사점이 많다. 기본적으로 두 기술은 모두 FDD와 TDD를 지원하고 있으며, 다중 접속 방법으로 OFDMA를 사용하고 있다. 또한 상/하향 연결 모두 MIMO를 사용하여 성능을 향상시키고자 한다. 이외에, 릴레이 기능 및 SON (Self Organizing Network) 등을 이용한 네트워크 효율성 증가 등을 들 수 있다. 보다 상세한 내용은 <표 1>에 정리한 WiMAX와 LTE의 기술 비교를 참조하기 바란다.

2. WiMAX와 LTE 망 특징

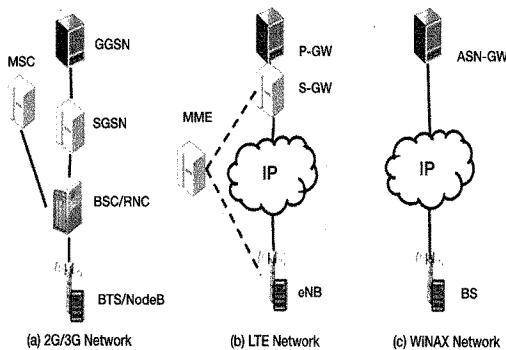
본 절에서는 WiMAX와 LTE 기술의 망 특징 및 Core 연동 측면에서 비교 및 고찰한다.

<표 1> Mobile WiMAX, WiMAX Evolution, LTE, LTE-Advanced 기술 비교

	Mobile WiMAX	WiMAX Evolution	LTE	LTE-Advanced
Standards	IEEE 802.16/16e WiMAX Rel. 1.0	IEEE 802.16m WiMAX Rel. 2.0	3GPP Release 8 & 9	3GPP Release 10
Access Technology	OFDMA (UL, DL)	OFDMA (UL, DL)	OFDMA(DL) / SC-FDMA(UL)	OFDMA(DL) / SC-FDMA(UL)
Duplexing	TDD	TDD/FDD/H-FDD	FDD/TDD/H-FDD	FDD/TDD/H-FDD
Bandwidth (MHz)	5 / 7 / 8.75 / 10 (Scalable)	5 / 7 / 8.75 / 10 / 20 / 40 (Scalable) Up to 100 (Aggregation)	1.4 / 3 / 5 / 10 / 15 / 20 (Scalable)	Up to 100
Multiple Antenna	DL 2x2 UL 1x2	DL 2x2, 2x4, 4x2, 4x4, 8x8 UL 1x2, 1x4, 2x4, 4x4	DL 2x2, 4x2, 4x4 UL 1x2, 1x4	DL up to 8x8, UL up to 4x4
Hybrid ARQ	Yes	Yes	Yes	Yes
Backward Compatibility	Yes (Wave 1 vs. 2)	Yes (16e vs. 16m)	No (CDMA vs. OFDMA/SC-FDMA)	Yes (LTE vs. LTE-Adv)
Additional Features	-	SU-/MU-MIMO Integrated Femtocell, SON (Self-Organized Network) Relay station	Home eNB (Femtocell) SON, MBMS (Multimedia Broadcast Multimedia Service), LCS (Location Service)	Femtocell enhancements Relay node, SON enhancements, Carrier aggregation, LCS enhancements

2.1. All IP 기반 2계위 망 구성

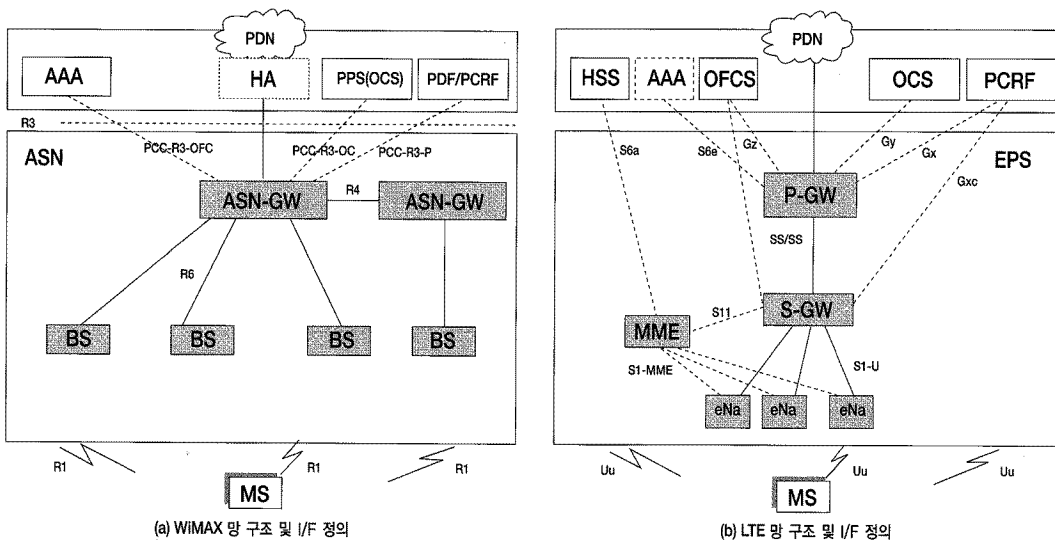
WiMAX나 LTE망 구조의 가장 큰 변화는 첫째, All-IP기반 백홀망 구성을 통해 백홀망의 경제성 및 확장성을 제공하며, 더 나아가 사업자의 망 운용비용(OPEX)을 절감하는 망 구조로 진화했다는 점이다. 즉, WiMAX 또는 LTE는 널리 보급된 IP/Ethernet 기반의 백홀망 구성을 통해 망 구축이 용이하고, 또한 무선 트래픽 용량 증대에 따른 백홀망 용량 증설이 용이하다. 이에 반해, 기존 2G/3G망에서는 백홀망으로 E1/T1 혹은 ATM기반 백홀망을 사용하였고, 이들 백홀망의 경우 무선 트래픽 증가에 따른 백홀 증설이 용이하지 않았다. 또한 이들 백홀망은 보편적으로 이용 가능한 백홀이 아니어서 E1/T1 회선 임대료가 비싸다는 단점이 있었다.



(그림 1) All-IP 기반 4G 망구조로의 진화

두번째 큰 변화는 망 구조의 단순화이다. 이는 2G/3G 망의 4계위 (hierarchy) 시스템 기반의 망에서 2계위 시스템 기반의 단순화된 망 구조를 의미한다. (그림 1)과 같이 기존 2G/3G에서는 4계위의 기지국과 액세스 게이트웨이 망 구성을 가지고 있는 것에 비해, WiMAX 또는 LTE는 기지국과 액세스 게이트웨이가 바로 연동되는 2계위 계층 구조를 가지고 있다. 자세히 살펴 보면, WiMAX 망의 경우 BS와 ASN-GW로 구성되어 있으며, LTE망의 eNB와 S-GW/P-GW로 구성되어 있다. 3GPP LTE 망 내에서는 S-GW가 액세스 게이트웨이 역할을 하며, 로밍 혹은 Non-3GPP 망간 연동을 하는 경우 P-GW가 사용된다 [9].

4계위 시스템의 문제는 복잡한 망 구조뿐만 아니라 백홀 구간에서의 패킷 지연 (delay) 증가를 초래한다는 측면이다. 또한 여러 노드를 거치는 과정에서 패킷 손실 (loss)의 가능성도 증가한다. 이에 반해, WiMAX나 LTE의 All-IP 기반의 단순화된 2계위 무선망은 기존 2G/3G망에서의 백홀 지연과 패킷 손실 등의 문제를 극복할 수 있다. 특히, 패킷 지연 및 손실의 감소는 높은 대역폭 데이터의 실시간 처리가 요구되는 4G 망의 특성을 고려하면 매우 중요한 백홀 성능 품질 지표이기 때문에, 4G망의 단순화된 2계위의 무선망 구조는 이러한 백홀 성능 품질을 만족하기 위한 최적 구조라고 할 수 있다.



(a) WiMAX 망 구조 및 I/F 정의

(b) LTE 망 구조 및 I/F 정의

(그림 2) WiMAX 및 LTE 망 구조 및 I/F 정의

(a) WiMAX와 LTE Packet Core 기능의 유사성

Function	WiMAX	LTE
Authentication & Authorization	AAA	HSS+MME, [AAA]
Charging Data Collection	AAA(offline), PPS/OCS (online)	OFCS (offline), OCS (online)
Policy/QoS control	PDF/PCRF	PCRF
Mobility Management (Idle-mode, Paging)	ASN-GW	MME+S-GW+P-GW
Session Management		
Packet Classification		
IP Packet Forwarding & Routing		
Usage Metering & Flow Based Charging		

(b) WiMAX와 LTE Packet Core 기능의 차이점

Interface	WiMAX	LTE
Authentication I/F	R3 (RADIUS, Diameter)	S5a (Diameter)
Charging Server I/F	OFCS : R3/PCC-R3-OFCS (RADIUS, Diameter) OCS : R3/PCC-R3-OFCS (RADIUS, Diameter-3GPP R7 ext.)	OFCS : Rel. 8/9 Gz (GTP, Diameter) OCS : Rel. 8/9 Gy (Diameter)
PCRF I/F	R3/PCC-R3-P (RADIUS, Diameter-3GPP R7 ext.)	Rel. 8/9 Gx & Gxc (Diameter)
RAN I/F	R6 (bearer : GRE, control : UDP)	S1-U (GTP-U), S1-MME (S1-AP)
Peer I/F	R4 (bearer : GRE, control : UDP)	S5/58 (GTP, PMIP), S11 (GTP-C)

(그림 3) WiMAX와 LTE Packet Core 기능의 유사성 및 차이점

2.2. 망 구조 및 I/F 정의, 유사성 및 차이점

(그림 2)의 WiMAX와 LTE망 구조를 살펴보면 WiMAX와 LTE 망은 데이터 패킷을 처리하는 공통된 시스템 구조를 가지고 있다. 또한 Core 연동 측면에서도 유사한 시스템으로 구성되어 있다. 하지만, 프로토콜 측면에서는 상이한 점도 존재한다. (그림 3)에 WiMAX와 LTE의 패킷 처리 기능의 유사성과 I/F 프로토콜의 차이점이 자세히 정리되어 있으므로 이를 참조하기 바란다.

먼저 유사성을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 패킷 처리 관점에서 WiMAX의 ASN-GW와 LTE의 S-GW와 P-GW는 패킷 분류, 라우팅, 사용량 측정, 이동성 제어 등의 기능을 담당한다. WiMAX의 HA와 LTE의 P-GW는 Local Mobility Anchor 기능을 제공한다. 둘째, 가입자 인증 측면에서 WiMAX는 AAA와 ASN-GW가, LTE에서는 MME와 HSS가 가입자 인증 기능을 담당한다. LTE의 AAA는 Non-3GPP 망 가입자 혹은 ISP와 같은 PDN 접속을 위해 추가적인 인증이 필요한 경우 선택적으로 사용된다. 셋째, 공통된 서비스 Core (예, IMS 서버, PCRF 서버, 과금 서버)와의 연동을 지원한다.

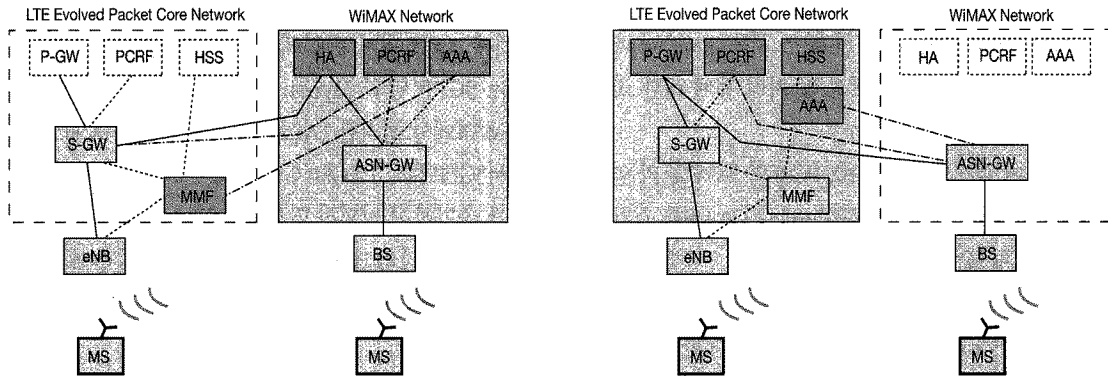
기능적인 측면의 유사성에도 불구하고, 실제 I/F 프로토콜

은 약간씩 차이가 존재한다. 예를 들어, WiMAX R6 구간 (ASN-GW와 BS)에서의 사용자 트래픽은 GRE 터널을 통해 전달되나, LTE의 S1-U 구간 (S-GW와 eNB)에서의 사용자 트래픽은 GTP 터널을 통해 전달된다. 서비스 Core 연동 측면에서도 WiMAX와 LTE간의 프로토콜 차이가 존재한다. 하지만, WiMAX의 PCRF 연동은 3GPP Rel. 7 PCRF 연동 I/F (Gx)에 WiMAX 액세스 QoS를 추가하였고, WiMAX의 Diameter 기반 Prepaid (Online) 서버 연동 또한 IETF 4006 및 3GPP TS 32.299를 참조하고 있다.

따라서 WiMAX망과 LTE망의 혼용 시 공통된 서비스 Core 연동은 액세스 의존적인 QoS 정보를 제외하고는 공용화할 수 있는 부분이 많이 존재한다.

3. WiMAX와 LTE 망 연동 구조

본 절에서는 WiMAX와 LTE 기술 간의 망 연동 구조에 대해 살펴본다. 본 절에서 고려하는 망 연동 구조는 LTE 또는 WiMAX 망의 서비스 Core 구조를 최대한 재활용하면서 상대방 망을 통해 접속하는 가입자의 인증 및 서비스 연속성



항목	Interface	연동을 위해 필요한 기능	항목	Interface	연동을 위해 필요한 기능
인증	MME-WiMAX AAA	MME와 WiMAX AAA간 EAP 기반 EPS-AKA 인증 기능	인증	ASN-GW-EPC AAA	ASN-GW와 EPC AAA간 EAP 기반 EPS-AKA 인증 기능 • WiMAX 인증 : EAP-TLS/EAP-TTLS/EAP-AKA
Bearer 설정	S-GW-WiMAX HA	S-GW와 WiMAX HA간 PMIP 연동 기능 • WiMAX HA는 PMIPv4/PMIPv6 지원함	Bearer 설정	ASN-GW-EPC P-GW	ASN-GW와 EPC P-GW간 PMIP 연동 기능 • WiMAX ASN-GW는 PMIPv4/PMIPv6 지원함
QoS 제어	S-GW-WiMAX PCRF	S-GW와 WiMAX PCRF간 3GPP Gxc 기반 QoS 제어 기능	QoS 제어	ASN-GW-EPC PCRF	ASN-GW와 EPC PCRF간 PCC-R3-P 기반 QoS 제어 기능 • WiMAX PCC-R3-P : 3GPP Rel 7 PCRF Gx 기반임

〈a〉 WiMAX-Anchored 연동 구조

〈b〉 LTE-Anchored 연동 구조

(그림 4) WIMAX와 LTE 망 연동 구조 및 주요 연동 기능

을 확보할 수 있는 연동 방안을 고찰한다. 각 망의 Core를 최대한 재활용하는 것이 중요한 이유는 망 연동의 신규 투자 비용 (CAPEX)을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 두 망간의 단계적인 Migration 방안을 제시하기 때문이다.

본 절에서 제안하는 WiMAX와 LTE망 연동 구조는 (그림 4)와 같이 (1) WiMAX-Anchored 연동 구조, (2) LTE-Anchored 연동 구조로 구분된다. 각각의 망 구조에 대해 상세히 살펴보면 다음과 같다.

3.1. WiMAX-Anchored 연동 구조

WiMAX-Anchored WiMAX-LTE 망 연동 구조 (그림 4(a))는 본 논문에서 제안하는 구조로 WiMAX망이 운용 중인 상황에서 LTE Core 망에 대한 투자를 최소화 하면서 LTE의 Air 기술을 접목하고자 하는 망 연동 구조이다. 특히, 운용 중인 WiMAX 기반 Core망의 대부분을 재활용하면서, 국지적으로 LTE기반 Air 기술을 도입하고자 하는 사업자의 경우 현실적인 대안으로 활용 가능하다. WiMAX-Anchored 망 연동은 WiMAX망의 Core를 중심으로 LTE/EPC망을 어떻게 연동할

것인지에 대한 구조나 인터페이스에 대한 정의가 필요하다. 본 논문에서는 특히, 다음과 같은 세 부분으로 나누어 기술한다: (1) 인증, (2) 베어러 (Bearer) 설정, (3) QoS 제어. 각 부분을 살펴보면 아래와 같다.

첫째, 인증 관점에서는 LTE망을 통해 접속한 단말에 대해 eNB ~ MME ~ AAA 연동을 통해 인증 기능을 수행한다. 기존 LTE의 인증 방식과 다른 점은 MME가 HSS와 연동하는 대신, WiMAX의 AAA와 연동한다는 점이다. MME와 AAA연동 I/F는 MME가 단말 인증을 수행하기 위해 HSS로부터 수신한 인증벡터 (RAND, AUTH, XRES, K_{asme})를 AAA로부터 수신하는 것을 의미한다. 따라서 MME ~ AAA간 연동 절차 (예, EAP 기반 메시지 교환 절차)에 대한 정의가 필요하다.

둘째, Bearer 설정 관점에서는 S-GW와 P-GW간의 GTP/PMIP 연동 대신, S-GW와 WiMAX HA와의 PMIP 연동을 의미한다. WiMAX HA의 경우 이미 PMIPv4/PMIPv6를 지원하기 때문에 S-GW와의 PMIP연동은 기본적으로 동작 가능하다. 추가적으로 WiMAX HA가 PMIPv4만을 지원하는 경우 S-GW에서 PMIPv4 지원이 필요하며, WiMAX~LTE간 동

일 IP를 유지하면서 HO (Handover)를 수행하기 위해서는 MME를 통해서 연동할 HA에 대한 주소 획득, PMIPv4 메시지 인증을 위한 mobility keys 생성 및 처리 등에 대한 절차 정의 등이 필요하다.

셋째, QoS 제어 관점에서 WiMAX PCRF와 S-GW간의 연동이 필요하다. WiMAX PCRF는 3GPP Rel. 7 Gx I/F를 기반으로 WiMAX PCC-R3-P인터페이스를 지원한다. PCRF는 액세스 망 타입 (WiMAX 또는 LTE)을 구분할 수 있기 때문에, WiMAX의 PCRF는 LTE망을 접속하는 단말에 대한 Dynamic QoS제어 과정에서 WiMAX 관련 QoS 파라미터를 전달하지 않게 동작 가능하다. 또한 Rel. 8 & 9 PCRF I/F기반의 S-GW는 Rel. 7 PCRF I/F 기반의 WiMAX PCRF 연동을 위해 backward compatibility를 지원해야 한다.

3.2. LTE-Anchored 연동 구조

LTE-Anchored WiMAX-LTE망 연동 구조 (그림 4(b))는 3GPP TS 23.402[9]에 기술된 3GPP 망과 Non-3GPP 망 연동 구조를 따른다. TS 23.402에 기술된 3GPP 망과 Non-3GPP 망 연동의 핵심 내용은 3GPP망의 Core망 구조를 기반으로 Non-3GPP 망을 어떻게 연동할 것인지에 대한 연동 구조와 관련 인터페이스에 대한 정의이다. 본 논문에서는 특히, 다음과 같은 세 부분에 대해서 논의한다: (1) 인증, (2) 베어러 (Bearer) 설정, (3) QoS 제어. 각 부분을 살펴보면 아래와 같다.

첫째, 인증 관점에서는 Non-3GPP망에 접속하는 단말의 인증을 위해 3GPP 망에서는AAA Proxy를 정의하고 있다. 따라서, WiMAX망을 통해 접속하는 단말에 대해서는 3GPP 망 ((그림 4(b)에서는 LTE EPC 망)의 AAA Proxy에서 WiMAX인증 (EAP-TLS, EAP-TTLS, EAP-AKA) 기능을 제공하여야 한다. WiMAX나 LTE나 모두 AKA 방식으로 인증을 하는 경우, AAA Proxy는 HSS 연동을 통해 WiMAX EAP-AKA인증에 필요한 인증 벡터를 인증 단계에서 수신할 수 있다. 또한 기존 WiMAX의 AAA Server가 존재하는 경우는, 이를 EPC내의 AAA Proxy로 활용 가능하다.

둘째, Bearer 설정 관점에서는 P-GW가 제공하는 LMA (Local Mobility Anchor) 혹은 HA (Home Agent) 기능을 이용하여 Non-3GPP 망 연동을 지원한다. WiMAX의 경우 ASN-GW에서 PMIPv4/PMIPv6를 지원하기 때문에 EPC P-

GW와의 MIP 기반 연동은 쉽게 지원 가능하다.

셋째, QoS 제어 관점에서는 EPC망의 PCRF연동을 통해 Non-3GPP 망의 Dynamic QoS 제어 기능을 지원한다. WiMAX에서 정의한 Dynamic QoS는 WiMAX PCC-R3-P I/F로서 3GPP Rel. 7 PCRF Gx I/F에 WiMAX 관련 QoS 파라미터를 추가하여 정의하고 있다. 따라서, Rel. 8 & 9 PCRF I/F 기반한 LTE망의 PCRF인 경우 WiMAX망의 QoS 파라미터를 추가로 전달하도록 수정이 필요하다.

III. 결 론

본 논문에서는 IMT-Advanced 4G 광대역 이동 통신망의 유력한 후보인 Mobile WiMAX 기술과 LTE 기술에 대해서 표준화 및 기술 동향을 소개하고, 이 기술간의 망 구조 측면에서 그 유사성 및 차이점을 살펴보았다. 그리고, 향후 두 기술이 공존이 현실화 됨에 따라 LTE기반 망 연동 방안과 WiMAX 기반 망 연동 구조를 제시하고 관련된 주요 연동 기능을 고찰하였다. 2011년 이후 IMT Advanced 기술이 정의되고 WiMAX Evolution 기술과 LTE-Advanced 기술이 많이 보급되면 이러한 연동 방안에 대한 연구가 보다 활발해 질 것으로 예상되며, 본 논문에서 기술된 망 연동 구조를 기반으로 활발한 표준화 및 구현 관련 연구가 진행될 것으로 기대된다.



- [1] Report ITU-R M.2134: Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s).
- [2] WiMAX Forum, WiMAX, "http://www.wimaxforum.org"
- [3] 3GPP, Long-Term Evolution, "http://www.3gpp.org/LTE"
- [4] IEEE 802.16e-2005: IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network, Part 16: Air Interface for

Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, December, 2005.

- [5] IEEE P802.16m/D5: Draft Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Network, Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, April, 2010.
- [6] 3GPP, TR 36.814 "Further Advancements for E-UTRA; Physical Layer Aspects"
- [7] 3GPP, TS 36.300, "Evolved Universal Terrestrial Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2", Release 8 & 9
- [8] 3GPP, TR 36.913, "Requirements for Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)"
- [9] 3GPP TS 23.402, "Architecture enhancements for Non-3GPP Accesses"



약 력



1993년 서울대학교 학사
 1995년 서울대학교 석사
 2007년 Univ. Michigan 박사
 1995년 ~ 현재 삼성전자 근무 (수석)
 관심분야: 이동통신, IP네트워크 IP이동성/핸드오버/망연동, Vertical Market 및 서비스

임 재 진



2000년 경북대학교 학사
 2003년 포항공과대학교 석사
 2009년 포항공과대학교 박사
 1995년 ~ 현재 삼성전자 근무 (책임)
 관심분야: 이동통신, 망 연동

김 우 재



1991년 서울대학교 학사
 1994년 일본 동경대학교 석사
 1999년 일본 동경대학교 박사
 2006년 ~ 현재 삼성전자 근무 (수석)
 관심분야: 이동통신, IP 이동성, IP QoS, Traffic Engineering

김 병 석



1996년 고려대학교 학사
 1998년 서울대학교 석사
 2001년 ~ 현재 삼성전자 근무 (수석)
 관심분야: 이동통신, IP 네트워크 IP 이동성/핸드오버/망연동

이 대 우



1985년 서울대학교 전자공학과 학사
 1990년 한국과학기술원(KAIST) 전기 및 전자공학과 박사
 1987년 ~ 1994년 디지털 정보통신 (연구소 실장)
 1994년 ~ 현재 삼성전자 근무 (전무)
 관심분야: 이동통신, IP 네트워크

박 동 수