

재난안전통신망 단말기 기술규격

김동찬 공공안전통신 프로젝트그룹(PG 902) 부의장, 한국네트워크산업협회 전문위원

1. 머리말

소방, 경찰, 해경 등 재난관리 및 대응기관 담당자들이 평시와 재난발생 시 상호운용성 및 통합지휘통신 체계 확보를 위한 PS-LTE 통신망은 일반 상용망과는 달리 평시 음성 및 영상 통화, 비상시 통화, 그룹 통화, 데이터통신, eMBMS, 단말 간 통화, 단말 위치 제공 등과 같은 특별한 기능과 공통플랫폼을 통한 지리 정보 기능을 제공한다. 이러한 기능은 응급 콜센터와 통화하기 위해서 응급 음성 통화, 영상 통화, 메시지, 비디오 클립 같은 다른 미디어도 사용할 수 있게 한다. 특히 위치기반 서비스와 결합하여 새로운 종류의 멀티미디어 응급서비스는 응급 현장에 대한 지원을 보다 신속·정확하게 하도록 돕는다. 응급 구조 요원들이 사고나 재난이 발생한 현장에 도착하기 전에 단말을 통해 사진과 비디오와 같은 멀티미디어 정보를 긴급 송신함으로써 구조 요원들이 정보를 정확히 분석하고, 이에 기반해 상황을 정확히 예측하여 최적의 대응을 할 수 있다. [그림 1]과 같이 기능을 제공하는 PS-LTE 전용 단말기는 국내외에서 3GPP 표준과 재난안전통신망의 요구사항을 기반으로 개발 및 공급되어 시범사업에서 검증된 바 있다. 앞으로 본 사업 단계에서 약 24만 대 보급될 예정으로 8대 이용기관이 공동으로 사용함에 따라 다음과 같은 이유로 국내 규격의 표준을 채택하게 되었다.

구분		전용(PS-LTE)	용도
용도	형별		
휴대용	스마트폰형		통화기능 외 사용자가 원하는 각종 응용 앱 등을 설치하여 사용할 수 있는 환경을 제공
	무전기형		화면의 크기는 작으나 통화기능(MCPTT 등)에 특화된 편의를 제공하는 단말기

차량용 및 고정용	매립형		차량에 매립형으로 설치 또는 휴대용 단말기를 단순 거치·분리하여 사용하는 편의 제공
	거치·분리형		

[그림 1] PS-LTE 단말기 타입[2]

- ① 단말의 기능, 성능, 및 서비스의 균일한 품질 확보
- ② 상호 운용성 및 호환성 보장과 미래 응용서비스 확산 및 망의 고도화
- ③ 국내외 다양한 제조사에 공통 규격의 개발기준 제공
- ④ 각 이용기관에서 더 체계적이고 효율적인 관리 및 지원 가능

2. 표준 개발 목적

재난안전통신망을 공동으로 사용하는 이용기관이 적용하는 단말기의 공통 기능 및 서비스 프로토콜 등 기술규격을 정의함으로써, 다양한 단말기 제조사의 개발 및 공급을 촉진하기 위한 공통 기술규격을 제공한다. 이와 관련해 국내 재난안전통신망에서 필수적으로 요구되는 네트워크 접속 및 단말 서비스 프로토콜(VoLTE/PSVT, 위치관리서비스, SMS, MMS, CBS, MCPTT) 요구 규격을 포함하고, 3GPP Rel. 12 및 13 기반의 규격을 인용·참조하였다.

3. 표준 내용

PS-LTE 단말기 공통 요구사항(H/W, S/W 등), 네트워크 시스템과 단말기 간의 상호연동을 위한 네트워크 접속 요구사항, 서비스 프로토콜 및 서비스 사용자인터페이스(UI) 등의 요구사항에 대한 기술규격을 포함한다.

3.1 단말기 공통 요구사항

단말기는 아래와 같은 기본기능을 제공해야 한다. S/W 주요 요구사항은 안드로이드 OS, FOTA(Firmware Over the Air), 백신 기능과 재난 안전통신망에서 제공하는 기본(Pre-load) 앱이 있다. H/W 관련 요구사항은 휴대용, 차량용, 고정용 단말로 구분되며, 세부 요구사항은 재난안전통신망 이용기관 단말기 구매 규격 작성 가이드 안(행정안전부 2019.5) 참조하면 된다.

- VoLTE 음성 및 영상 통화
- MCPTT 기능통화
- 호 폭주 대처를 위한 기능
- LTE 망 접속 시 AKA 방식으로 망과 상호인증
- VoLTE/MCPTT 음성통화에 대한 통화내용의 녹음
- 개별통화 시 발신자의 식별번호 표시
- 통화권역 향상 및 전송 속도 향상을 위한 MIMO

3.2 네트워크 접속 요구사항

3.2.1 시스템 접속 요구사항

단말기는 3GPP TS 36.101, 36.521-1 규격을 준수하여야 하며, 지원되어야 하는 주파수 대역은 아래와 같다. 시스템 접속을 위한 기본 프로토콜은 3GPP TS 36.521-3, 36.523-1을 준수하여야 하며, 세부내용은 재난안전통신망 단말기 기술규격 표준문서(TTAK.KO-06.0496, 이하 표준문서) 부속서 A[1]를 따른다.

- 통합공공망 주파수 밴드 28: 상향링크(UL) 718~728MHz, 하향링크(DL) 773~783MHz
- 상용망(기지국공유) 주파수: B1(2100MHz), B3(1800MHz), B5(850MHz), B7(2600MHz), B8(900MHz)

3.2.2 유심(USIM) OTA 요구사항

유심(USIM) OTA(Over the Air)는 3GPP TS 23.048에 기반한 이용기관에 따라 동작 방식이 정해진다. 세부내용은 표준문서 부속서 A[1]를 따른다.

3.2.3 eMBMS 요구사항

MCPTT 앱과 연동하여 eMBMS(evolved Multimedia Broadcast Multicast Services) 채널을 수신 처리할 수 있어야 하며, 다음을 포함한다.

- MCPTT 앱에서 특정 TMGI의 수신을 요구받는 API를 제공해야 한다.
- MCPTT 앱으로 특정 TMGI의 송출지역 여부를 제공하는 API를 제공해야 한다.
- 특정 TMGI의 송출지역인 경우, 해당 TMGI를 통해 방송되는 streaming 내 패킷들을 MCPTT 앱으로 전달할 수 있어야 한다(음성, floor control, Unmap Group to Bearer 패킷 등).

1) eMBFS 제공 망 판단 요구사항

단말기는 SystemInformationBlock 2에 포함된 mbsfn-SubframeConfigList 정보, SystemInformationBlock 13에서 MBSFNAreaInfoList가 지정하는 MCCH를 통해 전달되는 MBSFNAreaConfiguration 메시지를 해당 TMGI의 지정된 세션으로 수신 가능한 경우 MCPTT 앱에 전달해야 한다. 수신 요청된 TMGI가 스케줄링 되어있지 않았을 때 또는 eMBMS 미송출지역으로 판단되는 경우 MCPTT 앱에 알려야 한다.

2) 기지국 획득 및 핸드오버 요구사항

- MCPTT 앱에서 eMBMS 수신이 요청된 경우 단말기는 표준문서 6.1.4.1 eMBMS[1]의 제공 망 판단 요구사항에서 지정하는 바에 따라 송출 여부를 판단하여 eMBMS가 송출되는 기지국을 획득해야 한다.
- 기존 기지국이 미송출 지역일 때, 기지국 간 핸드오버가 완료되면, eMBMS 송출 여부를 재확인해야 한다.
- eMBMS를 수신 중인 세션이 존재하는 경우에 기지국 간 핸드오버가 완료되고, MBSFN-AreaInfoList에 수신 중인 세션에 대한 MBSFN-Areald가 존재하는 경우 연속된 수

신에 문제가 없어야 한다.

- eMBMS를 수신 중인 세션이 존재하는 경우에 기지국 간 핸드오버가 완료되고, MBSFN-AreaInfoList에 수신 중인 세션에 대한 MBSFN-AreaId가 존재하지 않으나, 수신 중인 세션에 대한 TMGI가 존재하는 경우 연속된 수신에 문제가 없어야 한다.
- 수신 중인 세션이 존재하는 경우에 기지국 간 핸드오버가 완료되었으나, 미송출 지역인 경우 MCPTT앱에 eMBMS 미송출지역임을 알려야 한다.

3) MCPTT 앱 연동 요구사항

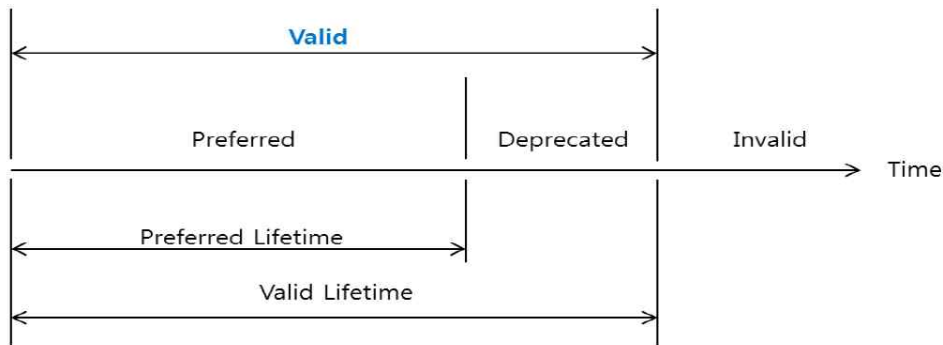
- 단말기는 MCPTT앱 TMGI를 기반으로 eMBMS 수신 요청을 받고, eMBMS 세션을 상위 애플리케이션으로 제공하거나 지역에 따라 미송출 지역으로 회신할 수 있어야 한다.
- MCPTT앱은 MCPTT앱 TMGI를 기반으로 eMBMS 수신요청한 후 해당 Group Call 에서 나오거나, 해당 Group Call에 연관된 TMGI가 해제되는 경우 eMBMS 수신요청을 해제해야 한다.
- 단말기는 상위 애플리케이션 연동을 위한 eMBMS 연동 가이드 문서를 제공해야 한다.

3.2.4 D2D

D2D(Device-to-Device) 기능은 단말기에 적용되는 칩세트(Chip set)의 지원 여부에 따라서 선택사항이다. 단말기는 Out-of-coverage 상황에서 Device-to-Device 통신을 지원해야 하며, In-coverage 및 Partial coverage(UE-to-Network Relay) 기능은 선택사항이다. MCPTT 연동은 단말기의 사용자가 MCPTT 앱에 로그인하면 근접서비스(ProSe) 기능권한 획득을 수행해야 한다. 이외 상세 요구사항은 본 표준문서[1]에 서술되어 있다.

3.2.5 데이터 서비스 요구사항

단말기가 지원하여야 하는 데이터 서비스 요구사항으로서 default MTU(Maximum Transmission Unit)를 설정값 1,450Byte로 단말기에 설정한다. 또한 IPv6 관련 동작은 RFC 2874, 4861, 4862 및 3GPP TS 23.060, 24.008, 24.031, 29.061을 준수해야 하며, IPv6 주소의 수명(Lifetime)을 [그림 2]와 같이 관리해야 한다.



[그림 2] IPv6 주소의 수명(Lifetime) 관리

3.2.6 코덱(Codec)

단말기는 음성 코덱(EVS, WB-AMR 및 NB-AMR 등)과 비디오 코덱(H.265, H.264 및 H.263 등)을 지원해야 한다.

3.3 서비스 프로토콜 요구사항

통화(VoLTE, PSVT), 메시지(SMS, MMS, CBS) 및 MCPTT 서비스, 위치관리 서비스 프로토콜은 표준문서 부속서 B[1]를 따른다.

3.4 서비스 사용자인터페이스(UI) 요구사항

3.4.1 공통 UI 요구사항

발신 가능한 H/W UI 키를 통해 MCPTT 버튼이 제공되어야 하며 빠른 기능 접근 및 실행을 위해서 홈스크린에서는 아이콘 및 위젯 형태로 배치해야 한다. 단말기는 아래와 같은 기본 앱(Preload App)을 제공해야 하며, 서비스 상태표시[LTE 접속 상태, 통화(VoLTE, PSVT) 상태, MCPTT 상태표시]를 제공해야 한다.

- MCPTT(Mission Critical Push to Talk)
- 포털
- 재난망 앱스토어
- 모바일 장치 관리(MDM)
- 위치제어
- PUSH
- 싱글사인온(SSO)
- 백신(단말기 제조사에서 탑재)
- 지도(이용기관 선택사항)
- 현장 영상(이용기관 선택사항)

3.4.2 통화(VoLTE, PSVT)

- 1) 발신 UI 요구사항: 일반 음성통화, 영상 통화가 가능한 버튼 UI를 제공하고, 해당 단말기가 송수신한 개별통화, 다자간 전이 중 통화에 대해서 호 이력을 제공해야 한다.
- 2) 통화 연결 UI 요구사항: 통화 연결 화면은 기존 스마트폰 UI를 기본으로 한다.
- 3) 발신 중 UI 요구사항: 통화 발신 중 화면은 일반 음성통화 발신 화면과 같이 수신자 이름, 번호, 발신상태, 주소록 사진 등의 정보 표시, 다이얼, 스피커폰, 통화종료 등의 통화 버튼 항목을 제공하고, 발신 시에는 개별통화, 다자간 전이 중 통화 연결 화면 UI를 제공해야 한다.
- 4) 수신 중 UI 요구사항: 통화 수신 중 화면은 일반음성통화 수신 화면과 같이 발신자 이름/번호, 발신상태, 주소록 사진 등의 정보 표시, 승인, 거절, 거절 메시지전송 버튼과 수신 시에는 개별통화, 다자간 전이 중 통화 착신 알림 화면 UI를 제공해야 한다.
- 5) 통화 중 UI 요구사항: 통화 중 화면은 기존 스마트폰 일반 음성통화 수신 화면과 같이 통화추가, 음소거, 녹음, 다이얼, 종료, 스피커폰 On-Off 기능을 제공한다. 통화 중 멀티태스킹 기능을 제공하며, 서비스 상태표시영역에 통화 중임을 나타내는 아이콘을 표시하고, 멀티태스킹 중 음성통화 화면으로 돌아갈 수 있는 기능이 제공되어야 한다.
- 6) 통화종료 UI 요구사항: 통화종료 화면은 기존 스마트폰 음성통화 종료 화면과 같이 재발신 메시지 발신 표시 기능을 제공한다.

- 7) MCPTT 수신 및 발신: 통화(VoLTE, PSVT) 중 일반 MCPTT(주변음·영상 청취 호는 제외) 신규 호(INVITE) 수신 시 MCPTT를 우선하여 사용할 수 있는 UI를 제공해야 한다.
- 8) 다자간 전이 중 통화: VoLTE 기반으로 음성·영상 모두에 대해서 다자간 전이 중 통화 기능을 제공해야 한다.

3.4.3 MCPTT

1) MCPTT 기본 UI 요구사항(ON-Network)

- 채널목록 표시를 Active 채널과 Non-active 채널을 구분하여 표시해야 한다.
- MCPTT 통화 화면은 주 채널로 설정하는 UI를 제공하고 반이중 음성/영상, 전 이중 음성/영상 및 방송통화를 구분하여 표시해야 한다.
- 통화 기록과 eMBMS 동작 표시를 표시해야 한다.

2) MCPTT 기본 UI 요구사항(Off-Network)

Off-Network 설정 정보를 획득한 단말기는 out of coverage 상태가 된 경우 자동으로 Off-Network 기능을 활성화하고 Off-Network 모드로 UI·GUI를 전환하여 동작하여야 한다.

3) MCPTT 수신 알림

- MCPTT 신규 호(INVITE)가 수신되면 수신 알림과 통화종료 알림 기능을 제공해야 한다.
- MCPTT 통화 중(MCPTT 주 채널이 있는 상태) 통화(VoLTE, PSVT) 호 수신 시 사용자에게 팝업과 소리로 알려주어야 하며 '수락'과 '거절'이 가능한 메뉴를 제공해야 한다.

4) 다자간 전이 중 통화(선택사항)

다자간 전이 중 통화는 음성 및 영상 모두에 대해서 기능을 제공할 수 있다.

5) 메시지

- 1:1, 1:N 단문 메시지, 발·수신 UI를 제공해야 한다.
- 1:1, 1:N 상황전파 메시지 발·수신 UI를 제공해야 한다.

6) 파일전송

- 1:1, 1:N 파일전송 발·수신 기능을 제공해야 한다.
- 파일 수신 알림, 수신 서비스 상태표시 표시 등을 제공해야 한다.

7) 녹음·녹화

MCPTT 채널별로 음성 녹음, 영상 녹화 기능의 UI를 제공해야 한다.

8) 주변음·주변 영상 청취

주변음 및 주변 영상 청취 신호 수신 및 기능(채널)동작 중 별도의 알림이나 UI를 표시하지 않아야 한다(사용자는 주변음·영상 신호 착신 및 기능 동작 여부 확인 불가).

9) 즐겨찾기 그룹설정

'즐거찾기' 그룹설정 기능을 제공해야 한다.

10) PTT(Push To Talk) 버튼 동작

사용자가 PTT 버튼을 누른 경우 주 채널이 존재하는 경우, 주 채널에 발언권을 요청하고, 주 채널은 없고 부 채널만 존재하는 경우 주 채널로 변경한 후 발언권 요청해야 한다.

11) PTT 비상통화 버튼 동작

사용자가 비상통화 버튼을 누른 경우 긴급 방언이 가능하도록 동작하여야 한다.

12) 비정상외 경우(Abnormal case)

- 단말기가 CSC 서버와 연동외 실패한 경우 'CSC 서버 연동외 실패하였습니다.'(확인/재시도)를 표시하여야 한다.
- CSC 서버 연동 실패 상태에서는 CSC 서버에 재접속을 시도해야 한다.

4. 무선품질 측정 응용 프로그래밍 인터페이스(API)

4.1 무선품질 측정 항목

단말기는 표준문서 9.2절[1] 무선품질 측정 안드로이드 API에 따라 무선품질 측정 API를 이용하여, 무선품질 측정 항목(Key) 값과 표준문서 <표 9-1>[1]에 의한 무선품질 측정 항목에 대한 값을 제공해야 한다.

- 여러 개의 Neighbor Cell이 존재하는 경우, N2, N3로 증가하는 Key값으로 N1과 같은 정보를 제공해야 한다(예: N2_PCI).
- 최대 24개[Intrafreq: 8개, Interfreq: 16개(2개 Band x 8개)]의 Neighbor Cell 정보 제공을 권고한다.
- 여러 개의 SCell이 존재하는 경우, S2, S3로 증가하는 Key값으로 S1과 같은 정보를 제공해야 한다(예: S2_PCI).

4.2 무선품질 측정 안드로이드 API

- 단말기는 9.2절[1]에서 정의하는 무선 품질 측정 API를 이용하여, 9.1절[1] 무선 품질 측정 항목(key)에 대한 값을 제공해야 한다.
- 무선 품질 측정 API는 표준문서 9.1절[1] 무선 품질 측정 항목의 Key(HashMap)와 Return Type을 준수해야 한다.
- 단말기는 무선 품질 측정 API로, TelephonyManager Class: private getMobileQualityInformation() Method를 적용해야 한다.
- 또는, 단말기는 표준문서 9.2.1절[1] DebugInfoProviderManger에서 제공하는 DebugInfoProviderManger Class: private HashMap getMobileQualityInformation() Mehtod를 적용해야 한다.

5. 표준 활용

본 표준은 재난안전통신망 단말기에서 필수적으로 요구되는 기술방식, 기능·성능(통화, 메시지, MCPTT 서비스 등)을 만족한다. 또한 네트워크 시스템과 단말기 간의 상호연동을 위해 요구되는 사항에 대해 정의한 표준으로서 국가의 재난안전 대응기관(8대 이용기관 등)에서 단말기의 제조사 및 형태에 상관없이 구매 및 이용 시 공통 규격으로 적용할 수 있다. 국내외 제조사에서 다양한 모델 개발에 적용하여, 이를 검증하고 상호연동성을 확보하기 위해서는 본 표준규격 <표 1>을 만족하여야 한다.

<표 1> 재난안전통신망 단말기 공통 요구사항 요약

분류		요구사항
공통	기본 기능	<ul style="list-style-type: none"> • VoLTE 음성 및 영상 통화 • MCPTT 기능 • 호 폭주 대처 • 망 접속 시 AKA 방식으로 망 상호인증 • 음성통화(VoLTE, MCPTT)내용 녹음 • 개별통화 시 발신자 식별번호 표시 • 전송 속도 향상 MIMO 적용
	S/W	<ul style="list-style-type: none"> • 안드로이드 OS • FOTA 및 백신 • 기본앱(Pre-load App) 탑재
	H/W	<ul style="list-style-type: none"> • 형태: 휴대용(스마트폰형, 무전기형), 차량용, 고정용
네트워크 접속	LTE	<ul style="list-style-type: none"> • LTE 주파수 대역: 밴드 28 및 상용주파수 밴드(1, 3, 5, 7, 8) • 시스템 접속 요구사항: 3GPP TS 36.521-3, 36.523-1 • USIM OTA: 3GPP TS 23.048 • eMBMS: 핸드오버, 획득, 앱 연동 등 • D2D(선택사항) • 데이터 서비스: MTU 및 IPv6
	코덱	<ul style="list-style-type: none"> • 음성: EVS, WS-AMR 및 NB-AMR • 비디오: H.265, H.264 및 H.263
서비스 프로토콜		<ul style="list-style-type: none"> • 통화(VoLTE, PSVT) • 메시지(SMS, MMS, CBS) • 위치관리 서비스 • MCPTT 서비스
서비스 UI	공통 UI	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 사용자인터페이스(UI) 버튼 제공 • 홈 스크린 아이콘 및 위젯 배치 • 주요 기본 앱 탑재
	통화 UI	<ul style="list-style-type: none"> • 발신, 통화 연결, 수신, 통화 중, 통화종료, MCPTT 수신·발신, 다자간 전 이중
	MCPTT UI	<ul style="list-style-type: none"> • 채널목록 표시, 통화화면, 통화기록, eMBMS, 메시지, 파일전송, 녹음녹화, 주변음 및 영상청취, 즐겨찾기 등
무선품질	API	<ul style="list-style-type: none"> • 무선품질 측정 API를 이용하여 무선품질 측정 항목에 대한 값을 제공

6. 맺음말

PS-LTE 기술방식의 재난안전통신망을 기존 테트라(TETRA)와 비교하면 고화질 사진, 동영상 등을 휴대단말로 실시간 전송을 하는 등 고속 실시간 데이터 전송 서비스가 가능해져서 재난 상황 발생 시, 사고에 처한 구호 대상자의 생명과 구조 요원들의 생명도 구할 수 있는 골든타임의 확보는 물론 상호연동성을 보장하는 일원화된 통합지휘통신으로 신속한 구조대응에 크게 이바지하게 될 것이다.

본 표준의 적용을 통하여 균일한 요구 품질 수준을 만족시키며, 상호 운용성 및 호환성을 확보와 나아가서 재난안전통신망의 서비스 확산 및 단말기의 고도화 기반이 마련되기를 기대한다.

[참고문헌]

- [1] 재난안전통신망 단말기 기술규격 (TTAK.KO-06.0496, 2018.12.19)
- [2] 재난안전통신망 이용기관 단말기 구매 규격 작성 가이드(행정안전부 2019.5)

주요 용어 풀이

- AKA(Authentication and Key Agreement): 모바일 장치와 모바일 네트워크 운영자가 공유 키를 인증 및 배포하여 이들 간에 사용되는 메커니즘
- API(Application Programming Interface): 응용 프로그래밍 인터페이스. 라이브러리를 이용하는 방법과 형식을 규정
- eMBMS(evolved Multimedia Broadcast Multicast Services): 3세대(3G) 이동 통신망에서 제공되던 모바일 방송 서비스를 위한 표준인 멀티미디어 방송 다중 송출 서비스(MBMS)에서 향상된 서비스
- FOTA(Firmware Over The Air): 무선 펌웨어 갱신. 휴대전화에 내장된 펌웨어 등을 원격지에서 무선으로 갱신해 주는 기술
- IOPS(Isolated E-UTRAN Operation for Public Safety): 공공안전을 위한 단독기지국 운영방식으로 네트워크 비정상 동작 또는 백홀 연결 없이도 단독으로 서비스 제공 가능
- MCPTT(Mission Critical Push to Talk): 이동통신망 기반의 푸시투토크(PTT) 서비스. 공공 안전을 위해 특화된 기능 제공
- MDM(Mobile Device Management): 휴대폰을 포함한 모바일 장비의 소프트웨어와 펌웨어를 업데이트하는 솔루션. 이 솔루션을 사용하면 업데이트를 위해 A/S 센터를 방문할 필요가 없이, 소프트웨어를 내려받은 PC와 휴대폰을 연결해 업데이트
- MIMO(Multiple-Input and Multiple-Output): 이동 통신 채널 손실과 사용자별 간섭을 최소화할 수 있는 기술
- MONP(MCPTT Off-Network Protocol): 오프 네트워크 모드에서 단말과 직접통신 또는 중계 기능을 지원하는 MCPTT 프로토콜
- OTA(Over the Air): 소프트웨어 또는 데이터를 모바일 장치에 무선으로 제공 업데이트
- ProSe(Proximity Services): 단말간에 직접 통로를 생성하여 통신하는 근접통신 서비스
- PSVT(Packet Switch Video Telephony): 패킷 교환 비디오 텔레포니 방식의 영상통화
- SSO(Single Sign-On): 단 한번의 로그인만으로 기업의 각종 시스템이나 인터넷 서비스에 접속하게 해주는 보안 응용 솔루션
- TMGI(Temporary Mobile Group Identity): MBMS 베어러 서비스를 식별하기 위한 임시 모바일 그룹 식별자

※ 출처: TTA 저널 제188호

(코로나 이슈로 각 표준화기구의 표준화회의가 연기·취소됨에 따라 TTA 저널로 대체합니다)