

재난통신망 현황과 전망

김 남, 박성균*

충북대학교, *공주대학교

요약

최근 국내와 해외에서 재난 사고가 비교적 자주 발생하여 공공안전에 대한 국민들의 관심이 크게 고조되고 있으며, 정부에서는 공공안전과 재난구조 활동을 지원하기 위한 재난통신망 구축을 적극 추진하고 있다.

본고에서는 재난통신망이 민간 상용 무선통신망과 차별화된 특징이 무엇인지 알아보고, 국내외 재난통신망 구축 현황을 분석한다. 그리고 향후 재난통신망의 발전 방향을 제시하고, 국내에서의 바람직한 재난통신망 구축 방향과 지속적인 진화를 위한 대안을 알아본다.

I. 서론

오늘날 우리는 다양하고 복합적인 양상을 띠는 재난과 재해가 빈번하게 발생하고 있다. 지구 온난화로 인한 자연적인 재해뿐만 아니라 산업 고도화, 주거의 밀집화, 그리고 생활의 편리를

추구하며 만들어지는 다양한 인공적인 시설의 관리 소홀 등으로 인해 사고 발생 시 대형화된 피해가 우려되고 있다.

일반적으로 재난 사고가 발생하면 사고 현장의 일반 국민 또는 재난관리 요원이 재난 구조 요청을 하게 되는데 통합적이고 상호운용성이 보장되는 재난대응시스템을 통해서 다양한 경로의 구조 요청과 사고 정보가 수집되어 해당 기관에 전달되어 빠른 시간 내에 효과적인 구조 활동이 전개될 수 있어야 할 것이다. 예를 들어 사고가 발생하면 사고 목격자가 유선 또는 이동통신 상용망을 통해 112 또는 119와 같은 공공안전응답센터(Public Safety Answering Point)에 사고 접수 및 구조 요청을 하게 되며, 센터의 접수요원은 해당 관련기관으로 사고 정보를 전달하여 효과적인 대응과 구조 활동을 하도록 지원하게 된다 <그림 1, 2>[1][2]. 또한, 규모가 큰 사고 발생 또는 예상의 경우 해당 지역에 방송, 문자 메시지 등을 통한 다양한 공공안전 대비/대응 활동을 전개하게 된다. 이와 같이 재난대응시스템은 국민으로부터 재난관련 정보 수집, 재난관리 기관들간 상황 전파와 정보 및 지령 전달, 그리고 대국민 재난 상황 전파 및 대비/대응 체계를 갖추어야 한다.

재난대응 체계 중에서 복합화되고 규모가 점점 커지고 있는

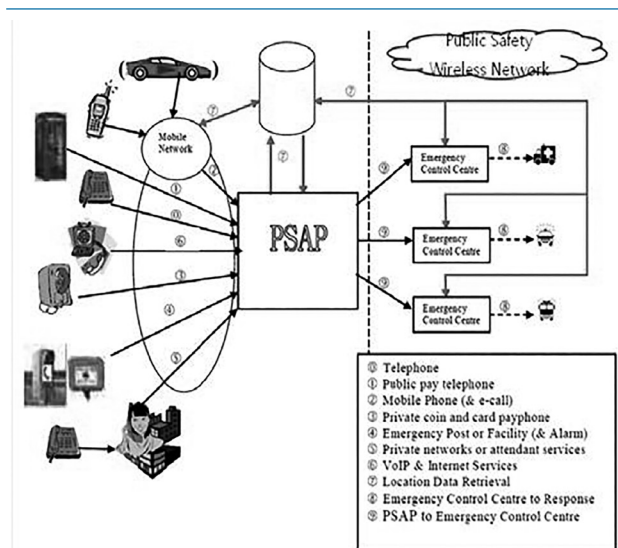


그림 1. 재난대응시스템 구조

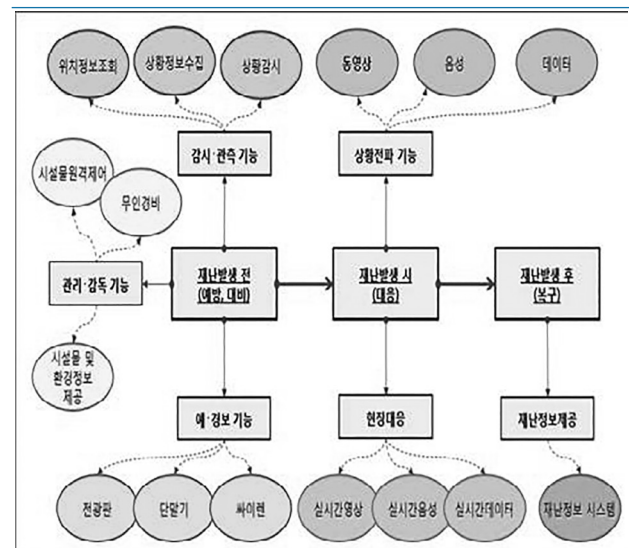


그림 2. 재난 상황별 핵심 서비스 체계

재난 사고를 적절히 예방하고, 대비·대응하기 위해서는 재난 관련기관들을 통합적으로 지휘 통제할 수 있는 통신 인프라 구축이 매우 중요하다. 특히 재난구조 요원들의 다양한 공공안전 및 재난구조 활동들을 효과적으로 지휘 통제 하기 위해서는 무선통신 기반의 재난통신망 인프라 구축 및 운용이 반드시 요구된다. 재난통신망은 재난구조 업무뿐만 아니라 재난 구조 요원들의 생명과 안전을 담보하기 위해서도 필수적인 것이다. 최근 발생한 세월호 사고 시에 수중 구난 요원들의 안전하고 원활한 활동을 위해 생명줄(guideline)을 제공하여야만 하는 것과 같은 이치이다.

결국 재난관리 업무를 위한 통신 인프라에서 가장 중요한 것 중의 하나가 무선통신망이다. 평소 예방 업무나 사고 발생 시 중앙통제 본부와 사고 지역의 지령부와의 통신은 유선통신으로 가능할 수 있으나 실제 재난구조 업무에 투입되는 요원들과 현장 지령부와의 교신은 대부분 무선으로 이루어져야 하기 때문이다.

본 고에서는 재난통신망이 일반적인 상용 통신망과 다른 특화된 요구기능들과 기능별 요구수준에 대해 협대역 시스템과 광대역 시스템별로 각각 살펴보고, 이러한 요구기능들을 제공하기 위한 국내외의 재난통신망 구축 현황과 그 과정에서의 발생하는 문제점들을 살펴보고자 한다. 아울러 장기적으로 예상되는 재난통신망의 발전 방향에 대한 전망을 고찰해보고 이를 토대로 합리적인 국내 재난통신망 구축 방향을 제시하고자 한다.

II. 재난통신망 Considerations/Requirements

1. General Considerations

재난통신망은 대개의 상업적인 이동통신망의 네트워크 성능과 서비스 기능들과는 크게 차별화되는 요구사항 및 고려사항들을 갖는다. 일반적으로 공공안전 및 재난구조를 위해 요구되는 통신망의 요구사항 및 고려사항들은 다음과 같다[3].

1.1 재난통신 특정 요구 기능들

- 유연한 1:N 그룹통신
 - 우선순위통화, 우선선점통화, 호 강제유지, 동적 그룹번호 할당
- 단말간 직접통신(Direct Mode)
 - Walkie-talkie, 중계기, 게이트웨이 모드 동작 가능

- 통신과 제어 채널의 주기적인 모니터링을 동시에 수행할 수 있는 Dual Watch 모드 동작 가능

• 특화된 system capabilities

- 상황 메시지 전송, 각 단말기 소지자들의 추적 및 상태 감시
- 주변음 청취, 모든 트래픽의 감시 및 기록, 통화 운영 구역 선택
- 위성 위치표정과 제반 자원들의 관리 등 다양한 특화된 모바일 데이터 서비스들
- 기밀 데이터베이스의 조회, 도면 및 영상들의 공유 등

1.2 가용도(Availability)

재난통신망은 mission critical한 네트워크이므로 항상 빠른 호 접속과 요원들에게 즉시 모든 정보가 제공될 수 있는 생명선으로서 동작하여야 함. 따라서 주요 장치들은 99.999%의 가용도를 가져야 하며, 수일 동안 전원의 지속성을 보장할 수 있도록 기존 전원, 배터리 백업, 발전기의 전원 3중화가 요구됨.

또한, 기지국이 교환기와의 연결이 끊어지더라도 국부적으로 동작을 수행할 수 있어야 하며, 호 폭주 시에 통화 우선 순위 제어를 통해 대처할 수 있는 능력을 갖추어야 함

1.3 커버리지(Coverage)

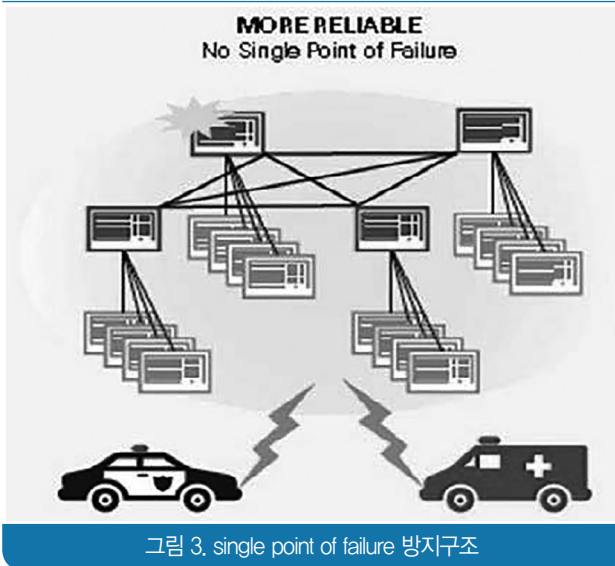
재난통신망은 사고가 일어날 수 있는 어느 곳에서나 통신수단을 제공하여야 하므로 지하철, 빌딩 내의 접근 불가지역, 그리고 외딴 지역 등에서도 좋은 커버리지를 제공하여야 함.

이를 위해 경우에 따라서 항공기, 해양 선박 등과 지상과의 통신 수단이 강구되어야 함. 아울러 전송 시설이 파괴되었을 때에도 국부적인 통신 커버리지를 제공할 수 있는 기지국 fall-back 모드가 제공될 수 있어야 함.

1.4 생존 복원성(Resilience)

재난통신망은 큰 재난 및 재해 속에서도 가능한 높은 수준의 생존 및 복원성을 가져야 하므로 많은 잉여도(redundancy)를 가질 수 밖에 없음.

동일한 지역에서 다수의 셀 기지국들의 중첩된 커버리지, 기지국의 핵심 장치들(송수신기, 제어기, 안테나 등)의 충분한 잉여도, 전원 3중화, 기지국 fall-back 전략, star 또는 ring 토폴로지를 사용하여 기지국간 다수의 연결 링크, single point of failure 방지를 위한 인접 기지국들은 가능한 다른 교환기로의 연결 등의 조건들이 고려되어야 함



1.5 보안성(Security)

재난통신은 재난대응 기관들의 기밀 정보 접근 등 다양한 이유로 강화된 보안 수준이 요구됨. 망에 접속하는 단말기의 인증뿐만 아니라 단말기도 접속하는 망을 검증하는 보안체계를 가져야 함.

또한, 시스템에서 제공하는 air interface encryption 알고리즘뿐만 아니라 특정 기관이 원하는 보안 알고리즘이 제공되어 운용될 수 있어야 함. 그리고 경우에 따라서 시스템 전체에서 특정 단말기의 동작을 중단시킬 수 있는 수단도 제공되어야 함.

1.6 상호운용성

상호 운용성은 대규모 이벤트나 사고 발생 시 여러 기관간의 재난관리 활동을 원활하게 하기 위한 매우 중요한 요소임.

상호운용성은 포편적으로 관련 기관들간 계획된 절차에 따라 원활한 통신 수단을 잘 제공할 수 있는 능력이 보장되어야 하며, 여러 업체로부터 구입한 장비들간의 호환성도 보장되어야 함. 또한, 가능하다면 국가간 통신 호환성이 보장될 필요도 있음.

1.7 단말기

재난통신용 단말기는 열악한 상황에서 사용될 것이므로 물리적으로나 성능적으로나 상당한 수준의 강건성이 보장되어야 함. 또한, 충분한 오디오 출력과 명료성이 보장되어 소음 속에서도 교신이 잘 이루어질 수 있어야 함.

2. Mission Critical Communication Requirements

앞서 언급한 재난통신망의 일반적인 고려사항 및 요구조건들은 잘 알려진 디지털 TRS방식인 TETRA와 P25에 잘 반영되어

오늘날 많은 국가에서 정부의 재난대응 용도 또는 대규모 사업장에서의 작업 관리 용도로 활용되고 있다. 지금까지 개발되어 제공된 디지털 TRS 기술은 음성 중심의 협대역 통신 방식이다. 그러나 상용 이동통신망에서 모바일 브로드밴드 서비스를 경험한 재난통신 사용자들은 보다 원활한 업무 전개를 위해 광대역 재난통신 서비스를 요구하게 되었다. 여러 기관들의 연구 분석 결과들을 토대로 2012년에 ETSI는 광대역 재난통신시스템의 사용자 요구조건에 대한 기술보고서를 작성하였는데 주요 내용은 다음과 같다[4].

2.1 Operational Requirements

• Roaming compatibility

광대역 재난통신망은 기존 협대역 재난통신망(TETRA, P25 등)에서의 서비스가 로밍될 수 있어야 함. 음성, 패킷 데이터, 시큐리티가 심각한 손상 없이 기존 협대역 망과 광대역 망 사이를 이동할 수 있어야 함

• Interoperability

광대역 재난통신망에서 운용되는 단말기는 기존 협대역 재난통신망의 단말기 및 기존 지령대와 상호 통신할 수 있어야 함.

• Priority

망으로의 접속 우선 순위에 대한 메커니즘이 있어야 하며, 접속이 되고 난 이후에 시스템의 트래픽이 매우 혼잡해질 경우 접속 서비스들 간에 상대적으로 통화 품질을 열화시킬 순위를 결정하는 메커니즘도 제공되어야 함

• QoS

망이 혼잡한 상황에서 QoS의 요구레벨이 상이한 어플리케이션들을 트래픽 상황에 맞게 적절히 운용할 수 있는 솔루션이 제공되어야 함

• Data throttling

수신단에서 통신 링크 품질이 저하될 경우 비디오와 같은 많은 데이터를 요구하는 어플리케이션들에 대해 빠르게 end-to-end 데이터 전송속도를 낮출 수 있는 수단 제공

• Video rate

어떤 운용 상황에서는 고 해상도 실시간 비디오 전송이 요구되는 어플리케이션들이 있을 수 있는데 망의 트래픽 과부하를 방지하기 위해 고 해상도 채널의 수를 제한하는 지원 수단 제공이 필요

• Maintenance

선택한 광대역 재난통신 솔루션이 최신 기술 기반으로 규모

의 경제를 달성하고 지속 가능한 지를 확인할 수 있는 방법이 필요함. 또한, 네트워크 관리 인터페이스와 이를 위한 프로토콜도 필요하며, 무선으로 사용자 단말기를 관리할 수 단도 요구됨

2.2 Application Requirements

광대역 재난통신에서 요구되는 어플리케이션을 파악하기 위하여 'Analysis Masons'의 조사 분석 연구가 수행되었으며, 유럽의 재난통신관련 전문가 그룹 협의체인 LEWP & RECG에서 모바일 데이터 수요 분석이 이루어졌다. 그 결과들을 종합하여 다음과 같은 수요 카테고리가 도출되었다.

- Location data
- Multi-media
- Office applications
- Download operational information
- Upload operational information
- Online database enquiry
- Miscellaneous

Ⅲ. 재난통신망 국내외 구축 현황

1. 해외 재난통신망 구축 현황

1990년대의 상용 이동통신서비스의 성공에 힘입어 유럽과 미국 중심으로 개발된 재난통신 용도의 대표적인 디지털 TRS 기술은 TETRA와 P25이다. 재난통신을 위한 디지털 TRS 기술은 상용 이동통신 기반의 통신망 구현 기술이지만 재난 구조 요원의 안전과 구조활동에 적합하도록 상용 이동통신 서비스와는 구별되는 무전기 기반의 특화된 기능들을 포함하고 있다. 이러한 음성 중심의 협대역 TRS 재난통신망은 지금까지 해외 주요 국가들에서 구축되어 다양하게 활용되고 있다.

그러나 최근에는 대규모 국가 행사, 재난의 복잡화, 자연재해의 대형화 등으로 인해 재난관리 지휘부 및 요원들의 빠르고 정확한 상황 판단과 지령을 위해 영상 및 고속 데이터 서비스의 요구가 증가하고 있다. 따라서 해외 각국에서 이러한 흐름을 수용하기 위해 4세대 상용 이동통신 플랫폼(WiBro, LTE 등)에 재난통신 어플리케이션들을 구현하는 광대역 모바일 브로드밴드 네트워크의 구축을 추진하거나 계획하기 시작하고 있다. 이러한 움직임은 WiBro 기반의 재난통신 표준 및 개발이 먼저 시도되었으나 상용 WiBro 자체의 생태계가 급속히 쇠퇴함으로써 인해 거의 중단된 상태이다. 대신에 상용 서비스에서 급속히 영

역을 확장하고 있고, 이중 네트워크와의 좋은 상호 운용성을 확보할 수 있는 코어망 구조를 갖는 LTE기반의 재난통신 시스템인 PS(Public Safety)-LTE에 대해 활발한 표준작업과 아울러 시스템 개발에도 박차를 가하고 있다. PS-LTE와 관련된 다양한 표준 개발 현황과 관련 재난통신 시스템들의 연관성을 <그림 4>에 제시하였다[5].

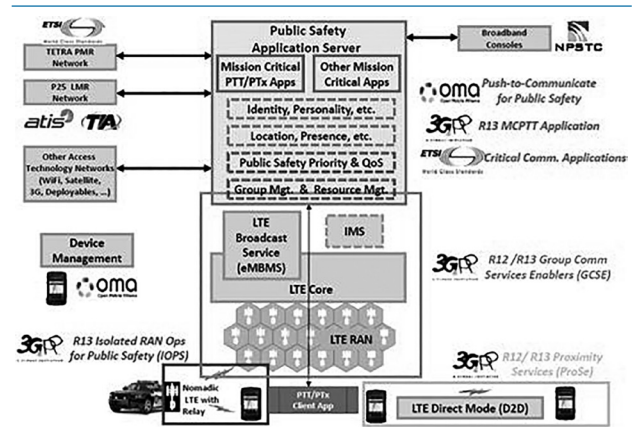


그림 4. PS-LTE관련 표준 현황

미국의 경우는 911 대참사 이후에 주정부와 연방정부의 재난 대응 기관들의 파편화된 재난통신 시스템들의 상호 운용성 확보라는 차원에서 광대역 이동통신망 구축에 속도를 내고 있는 실정이다. 오바마 정부의 National Broadband Plan에는 재난통신의 광대역화(Public Safety Broadband)를 위한 계획도 포함되어 있는데 재난통신의 모바일 브로드밴드 기능 확보와 함께 경제적 파급 효과도 기대하고 있다[6].

재난통신 관점에서 볼 때 미국의 기존 재난통신망의 문제점은 상호 운용성이 매우 미흡하다는 것이다. 미국 전체적으로 대략 5만여개의 재난관련 기관들이 상이한 기술로 운용되는 독립적인 시스템을 보유하고 있어 매우 파편적인 구조를 가지고 있다. 이에 따라 재난관련 시스템 시장도 지나치게 분할되어 시장규모가 작아져 시스템 조달 비용이 상승하게 되는 것이다. 또한, 새로운 기술의 적용이 지체되어 상용이나 군용 기술보다 사용 기술이 낙후되어 주파수 이용효율도 저조한 실정이다[7].

이러한 상호 운용성 등의 문제를 해결하고 비용 효율적으로 전국적인 재난용 브로드밴드 네트워크를 구축하기 위하여 상용 기술과 인프라를 지렛대로 활용하기 위한 방안으로서 PPP(Public Private Partnership)를 계획하고, 700MHz 대역에서 20MHz의 D-block을 이러한 용도로 할당하고자 하였으나 실패하였다. 민간 사업자 입장에서 경제성과 의무사항에 대한 불확실성이 커서 어떠한 입찰자도 나타나지 않았기 때문이다. 결국 D-block은 PS-LTE 전용 대역으로 할당되고, 70

역불의 망 구축 비용을 승인하였다. 그러나 충분한 커버리지와 QoS를 제공하기 위해선 민간 사업자와 인프라 공유 등의 파트너십 구축이 필수적이다. 이를 통해 재난통신 긴급 대응요원들이 처할 수 있는 다양한 환경 속에서도 끊임 없는 통신수단이 제공될 수 있도록 다면화된 재난통신 솔루션(multi-facted solution for public safety)을 계획하고 있다. <그림5>

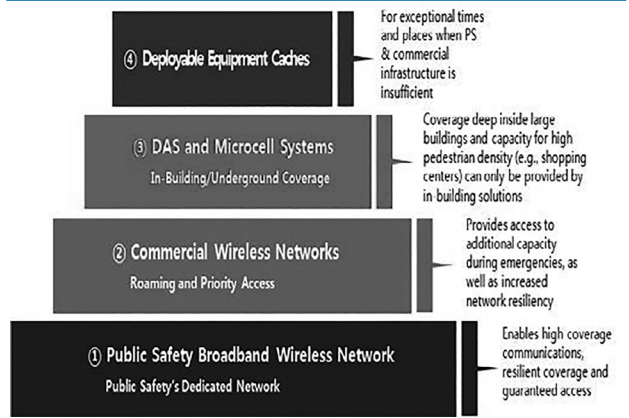


그림 5. 미국의 다면화된 광대역 재난통신망

유럽은 대부분의 국가들이 유럽 디지털 TRS 표준인 TETRA 방식을 이용하여 국가별로 전국적인 재난통신 전용의 네트워크를 구축하여 운영하고 있다. 그러나 TETRA 표준은 ISI(Inter-System Interface)를 제공하지 않아 이기종 시스템 간에 호환되지 못하는 문제점으로 인해 단일 기종으로 망을 구축할 수밖에 없었다. 또한, 보다 높은 속도의 데이터 전송을 위해 TEDS(TETRA Enhanced Data Services) 표준이 개발되고 부분적으로 적용되고 있으나 기껏해야 수백 Kbps 정도의 데이터 전송율을 제공할 수 있어서 충분한 커버리지의 광대역 서비스를 제공하기에는 다소 역부족이다.

따라서 유럽에서도 재난과 관련하여 광대역 서비스 도입 수요가 제기됨에 따라 4G 이동통신기술의 재난통신망 적용을 시도하게 된다. 먼저 네덜란드 경찰청은 작전수행을 위해 도입한 WiBro 기술을 이용한 멀티미디어 통신 서비스는 최초의 WiBro 재난통신망 적용 사례이다. 적용 목적은 테러 등의 국가 비상사태 발생 시 기존 통신망이 사용 불가할 경우에 경찰의 작전 및 치안 유지를 위한 통신 수단 제공을 위한 무선 네트워크를 구축한 것으로 암스테르담 주요 관공서 및 스키폴 공항에 설치되었으며, CCTV의 무선 영상 전송, 대테러 부대원들의 헬멧 카메라를 이용한 작전본부로의 실시간 현장 영상 전송 및 화상 명령, 영상/음성 그룹통화, 관련 문서의 공유 등의 서비스가 성공적으로 시연되었다. 그리고 스페인의 바스크 주정부에서도 음성 서비스를 위한 TETRA 자가망과 데이터 서비스를 위한 WiMAX 자가망을 구축하여 복합적으로 운영하고 있다. 재난통신망에서

요구되는 재난 대응성뿐만 아니라 예방을 위한 정보수집, 분석을 위한 데이터 서비스를 고려하여 복합망을 구축한 것이다.[8]

유럽의 TCCA(TETRA Critical Communication Association)에서는 TETRA로부터 광대역 재난통신망으로의 진화 방안을 제시하였는데, 궁극적으로 LTE기반의 광대역 재난통신망을 구축한다는 최종 목적지는 미국과 같으나 시간상의 로드맵은 약간의 온도차가 존재한다. 즉 미국은 현재 PS-LTE 자가망 구축을 진행하고 있으나 유럽은 LTE 망에서 충분한 음성 서비스가 성숙될 때까지는 기존 TETRA 자가망을 활용하며 non-mission critical 데이터 서비스에 대해서는 상용 3G/4G서비스들을 활용하고, 다음으로 어느 시점에서 광대역 서비스 수요가 충분히 확보될 때 광대역 데이터 서비스를 위한 PS-LTE 자가망을 구축하여 TETRA 자가망과 복합적으로 활용하다가, 결국에는 LTE망에서 충분한 재난통신 음성 서비스의 QoS가 확보될 정도로 기술이 성숙되는 시점에서 PS-LTE 자가망만 활용하여 음성을 비롯한 모든 재난통신 서비스를 제공하는 로드맵을 상정하고 있다. 한편, 유럽의 공공안전과 관련한 FP7 HELP 프로젝트에서는 이러한 광대역 재난통신망으로 마이그레이션하는 과정에서 규모의 경제 효과를 통한 편익을 가지면서 효율적으로 망을 구축 및 운영하기 위한 방안으로 미국과 유사한 상용망과의 인프라 공유 개념을 제안하고 있다. <그림6>

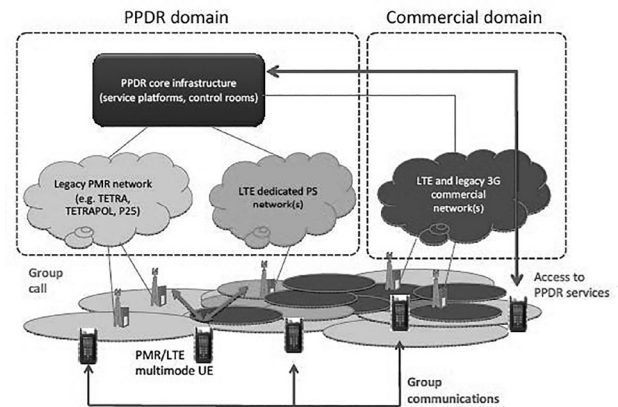


그림 6. FP7 HELP Network sharing

일본은 자연재해가 빈번하게 발생하므로 정확한 재해 정보 전달과 신속하고 적절한 대응을 하기 위한 목적으로 다양한 재난통신망을 구축하고 있으며, 그 종류별 기능은 다음과 같다.

- **중앙방재무선망:** 내각부를 중심으로 84개의 지정 행정기관, 지정 공공기관 및 방재 관계기관을 연결
- **소방방재무선망:** 소방청과 도도부현을 연결
- **도도부현 방재행정무선망:** 도도부현과 시정촌, 방재 관계기

관을 연결

- **시정촌 방재행정무선망:** 주민들에게 재난정보를 통보하는 동보통신망과 각 기관들이 무선통신용으로 이용하는 이동통신망으로 구성
- **소방구급무선통신망:** 소방본부, 소방서 등에 기지국을 설치하고 소방차, 구급차에 탑재한 이동국과의 정보 수집 및 전달, 지휘, 연락 등을 수행
- **전국이동무선센터 협의회:** 800MHz대역의 아날로그/디지털 및 1.5GHz대역의 디지털 MCA(Multi-Channel Access, TRS와 거의 유사)방식의 이동통신 서비스 제공하는 재단법인
- **지방자치단체위성통신기구:** 전국의 지방자치단체 및 방재관계 기관 등에 통신위성을 이용한 방재 정보 및 행정 정보의 전송

일본의 경우, 특히 자연재해에 의한 백본망 파괴 시 재난대응 업무를 위하여 지상 무선통신망과 위성통신망을 연계하는 등의 체계화된 재난통신망 구축에 노력하고 있다.

2. 국내 재난통신망 구축 현황

국내에서는 대구 지하철 화재 참사를 계기로 2003년 감사원의 권고를 수용하여 ‘통합지휘무선통신망’이라는 이름으로 재난통신망 구축이 추진되었다. 당시의 구축 기술로 유럽 표준인 TETRA 방식을 국내 표준으로 결정하여 구축을 진행하였으나 감사원의 문제점 지적 등으로 2007년부터 중단되어 전국적인 재난통신망 구축은 좌절되었다. 그 이후에도 안전행정부는 지속적으로 재난통신망 구축을 추진하였으나 경제적 타당성 미흡과 상용망 활용 가능성 제기 등으로 망 구축이 지연되어 왔다. 이로 인해 재난대응 기관들마다 서로 다른 재난통신 주파수와 시스템을 보유하고 있어 상호 운용성에 심각한 문제가 제기되었으며, 효과적이고 적절한 재난 대응 체계를 갖추기가 어려운 실정이다[8].

기존 주요기관별로 재난통신 용도로 구축 및 운용되고 있는 무선통신망 현황은 다음과 같다.

2.1 경찰

서울, 부산, 대구, 대전, 광주 등 5개 지방경찰청에 주 제어국을 두고, 해당 지역에 기지국을 설치하여 디지털 TRS(TETRA)를 자가망으로 구축하여 운영하고 있으며, 각 주 제어국 간은 E1급 전용회선으로 연결되어 운영 중이다. 경기지방경찰청은 소방방재청 주제어시스템에 등록되어 운용 중이나 기타 도 단위 지방경찰청은 VHF 무전기를 운용 중에 있다.

2.2 소방

소방업무용 무선통신망은 전국 16개 시·도 소방본부에서 VHF/UHF, 아마추어 무선망 등을 자가망으로 구축 및 운영하여 소방행정 지휘와 소방작전 등의 업무에 활용하고 있다.

또한, 서울과 경기지역에서는 통합지휘무선통신망으로 시범사업 및 확장 1차 사업을 통해 TRTRA 방식의 자가망으로 구축하여 운영 중에 있다.

2.3 해양경찰

해양경찰청은 해상안전관리 및 업무연락의 용도로 2010년부터 iDEN 방식의 KT 파워텔 공중망을 7년간 6,000여대를 사용하는 조건으로 계약하여 이용함으로써 별도의 구축비 없이 연안구간의 통화 커버리지를 확보하였다. 이 IDEN 방식의 TRS 시스템은 연동 게이트웨이를 이용하여 TETRA와 단순 음성연동은 가능하다.

또한, 경비 등의 작전업무, 선박조난 등의 통신을 위하여 VHF, MF/HF, 위성통신 등의 자가망을 별도로 구축 및 운용 중에 있다.

2.4 산림기관 및 지방자치단체

산불예방용 무선통신망은 시·군 단위로 구축되어 있으며, 전국 공통통신망을 이용하여 지상 및 공중을 하나의 통화 영역으로 통합하여 운영하고 있다. VHF 대역을 고정국용과 항공용으로 사용하고 있으며, 강원 일부지역에서는 VHF 대역의 Smart Trunk라고 하는 간이형 주파수 공용통신 단말기를 사용하는 경우도 있다.

산불의 크기에 따라서는 화재 진압용 헬리콥터와 관련 공무원 등의 방재 활동을 위해서 VHF와 UHF망의 연동이 필요한데 변파중계 방식의 대역변환기를 활용한다.

2.5 공군

2010년도부터 WiBro시스템을 도입하여 13개 공군비행단의 독립적인 무선 네트워크 인프라를 구축하였다. 단말기에 내장된 PTT 프로그램을 구동하여 그룹통화와 개별통화가 가능하며, 단말간 직접통신은 구현되지 못하였다.

2.6 한국전력

1994년 서울지역을 시작으로 아날로그 TRS 전국망을 구축하였으며, 지금은 수도권과 광역시는 디지털 TRS로 교체되었다. 전국적인 재난통신망이 구축 및 운용되면 아날로그 TRS망은 철거될 것으로 예상된다.

또한, 음성용 TRS 망과는 별도로 무인자동화시스템을 위한 데이터용 TRS 망을 구축 및 운용 중이며, 음성과 데이터 트래픽이 망에서 혼재될 경우 데이터 트래픽에 대한 품질 보장 등의 문제로 별도 망을 구축한 것이다.

2011년에 정보화진흥원에 의해 조사된 재난안전관련 무선통신망 이용기관들의 활용 기술 및 구축방식 분포를 살펴보면 <그림 7>과 같다. 대부분 자가망을 구축하여 활용하고 있으며, 공중망 TRS 등의 상용망 활용 분포는 8.2% 정도인 것으로 파악된다. 이용기관들의 무선통신 기술방식은 VHF/UHF 방식이 약 55%로 가장 많고, TRS가 다음으로 약 37%를 차지하고 있으며, 위성통신이 약 9%를 점하고 있다. 한편, 이용기관들 중 2가지 이상의 기술방식을 사용하는 비율이 32.7%로 나타나서 재난안전 업무 시 체계적인 지휘통신이 매우 어려울 것으로 예상된다. 또한, 현재의 재난안전관련 무선통신망을 그대로 유지하여도 재난관련기관별 장비 신증설 및 재투자에 10년간 4,319억원, 운영비에 4,116억원 등 총 8,435억원의 고정비용이 발생할 것으로 추정되었다.

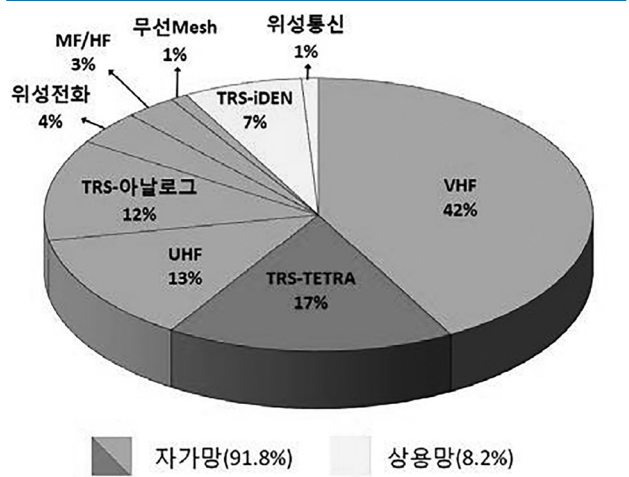


그림 7. 재난통신 이용기관군별 활용 기술 및 구축 방식 분포

IV. 재난통신망의 향후 전망

일반적으로 재난관리를 위한 긴급통신 체계는 재난통신 전용 자가망을 중심으로 가용한 다른 망 자원의 잉여도 (redundancy)가 높을수록 좋다.

이에 따라 현재 재난통신 기술의 발전은 기존 구축된 재난통신망의 고도화뿐만 아니라 필요에 따라 다양하게 선택하여 활용할 수 있는 주파수 자원 및 가용 통신망 제공을 목표로 하고

있다.

최근의 해외 주요 국가들의 동향들을 살펴보면 기 구축된 협대역 재난통신망을 통한 서비스에 새로운 광대역 재난통신 서비스를 추가하기 위하여 별도의 자가망을 구축하고자 하는 움직임을 보이고 있다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 사고와 재난의 복잡화와 핫 스팟 지역에서의 호 폭주에 대비하기 위해서는 재난통신서비스에 가능한 높은 잉여도를 제공하고자 하지만 경제성 문제를 간과하기는 어려운 실정이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 민간 사업자와 충분한 협의를 통해 파트너십을 맺은 다음 상용 이동통신망 자원들을 효과적으로 공유하여 광대역 재난통신망을 구축을 추진하는 추세이다. 특히 미국의 경우, PS-LTE 구축 및 운영 주체로 Firstnet 설립하고, 파트너십을 위한 협의를 진행 중이다. 미국에서 PS-LTE망 구축을 추진하며 구상하는 상용망 자원 공유 활용과 재난통신 용도로 분리된 코어망 구조를 제시하고 있다<그림 8>[7].

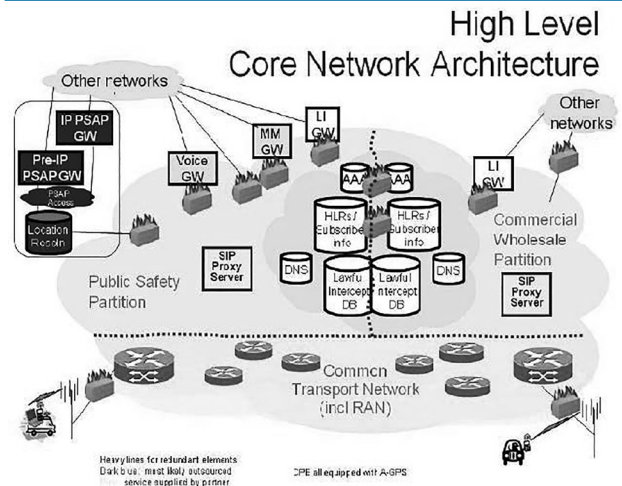


그림 8. 미국 상용망 인프라 공유 논리 구조

전세계적으로 고도화된 재난통신 서비스 제공을 위해 상용망을 보완적으로 활용한 재난통신망 구축 및 운용 추세는 큰 흐름으로 자리잡을 것이다.

한편, 재난통신망 용도의 주파수 양을 최빈 시의 재난통신 서비스 트래픽 양에 맞추어 제공하기는 사실상 불가능하다. 재난통신 서비스 시나리오별로 요구되는 대역폭을 산정하여 적절한 수준의 대역폭을 제공하게 되는데, 실제 재난 발생 시 충분한 캐패시티를 제공하기 어려운 경우가 발생할 수 있다. 따라서 이를 해결하기 위해 재난통신 용도 이외의 면허 또는 비면허 대역을 활용한 서비스 방안들이 강구되고 있다.

우선적으로 고려되고 있는 것은 재난통신망 구축 시 상용망 인프라를 공유하는 것처럼 특정 지역에서 재난 발생 시 호 폭주를 해결하기 위해 주변 상용 기지국의 부분적인 캐패시티를 재

난통신 용도로 활용하는 것이다. 다른 방안으로는 비면허대역을 사용하는 WiFi 기술을 적용하여 해당 지역 내에서 ad-hoc 망을 구성하여 필요한 서비스를 제공할 수 있도록 하는 방법도 개발 중이다. 최근에는 디지털 방송으로 전환하면서 채널 재배치에 따라 지역별로 활용 가능한 TV White Space(TVWS) 대역을 이용하여 인지무선(Cognitive Radio) 기반의 TD-LTE 방식 재난통신 서비스 제공도 연구 중인데 서비스 컨셉은 <그림 9>와 같다[9].

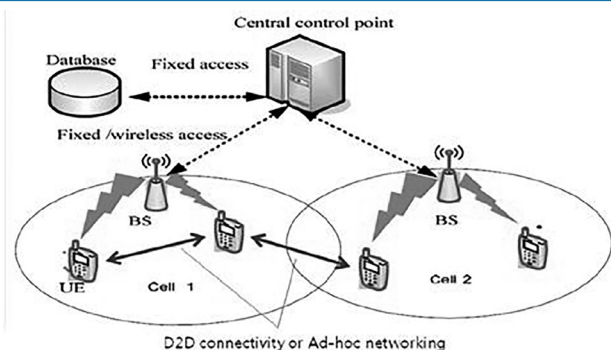


그림 9. TVWS 대역에서의 PPDR 서비스

국내에서는 세월호 참사 이후에 재난통신망의 시급성을 인식하게 됨에 따라 재난통신망 구축이 본격적으로 다시 추진되게 되었다. 현재 700MHz 대역에서 LTE 기술을 적용하는 것을 전제로 2x10MHz 대역폭이 지정되어 안전행정부의 재난통신망, 국토부의 철도통합망, 해수부의 e-Navigation 용도로 공동 활용될 계획이다. 재난통신망에서는 2011년 재난통신망 구축 기술 검증을 위해 당시 행정안전부가 공고한 주요 요구기능을 원칙적으로 제공하여야 한다[10]. 그러나 현재의 LTE 표준으로는 당장에 모든 기능을 구현하여 제공하기에는 어려움이 있어 요구기능과 기능별 요구수준의 달성을 위한 로드맵 설정이 필요할 것으로 예상된다.

재난통신망 용도로 지정된 700MHz 대역은 기존에 상용 이동통신 서비스 대역을 발굴되어 지정된 2x20MHz 대역과 인접해 있어서 상용망과 파트너십을 맺어서 효율적으로 재난통신망을 구축하고 운영하기에 적합하다. 그러나 상용망의 보완 활용을 용이하게 하면서 다양한 통신 자원을 가용하도록 재난통신용 단말기 설계와 구현이 이루어져야만 소기의 목적을 달성할 수 있을 것이다. 즉, 재난통신망, 인접대역의 상용망, WiFi, 기타 가용 통신 자원들에 접속할 수 있는 멀티모드 단말기가 구현되어야 한다. 미국의 PS-LTE 망 구축 및 서비스를 위해 미국 octoscope사가 안드로이드 플랫폼의 단말기 컨셉을 제시하였는데 <그림 10>과 같다[11].

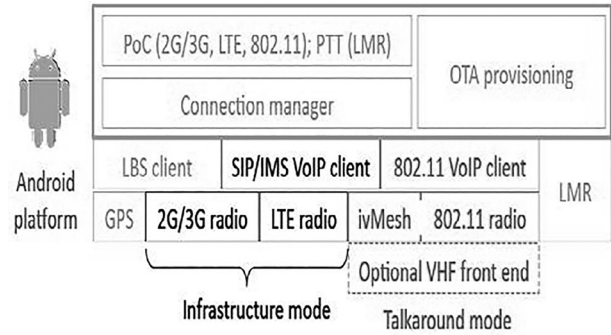


그림 10. 미국의 재난통신용 단말기 구조 예시

마지막으로 해상과 같은 재난통신망의 커버리지를 벗어나거나 대규모 재해로 인해 재난통신망을 비롯한 유·무선의 모든 통신망 기반이 해당 지역에서 완전히 붕괴된 경우 백업망 역할을 담당할 수 있는 위성망 구축 및 운용도 다양한 형상으로 연구 개발되고 있다. 우리나라의 경우도 삼면이 바다이고 산악 지형이 많으며 남북이 대치하고 상황이어서 다양한 자연재해와 국가적 재난 사태 발생 시 재난통신망으로는 커버리지와 커버시티를 감당할 수 없을 가능성이 크므로 위성 백업망 구축도 반드시 고려하여야 할 것이다.

V. 결론

이제 재난통신망은 선진화된 사회에서 국민의 생명과 재산을 지키는 안전 복지 차원에서 필수 불가결한 사회 인프라의 하나로 인식되고 있다. 본 고에서는 이러한 재난통신망에 대한 올바른 이해를 돕기 위해 재난통신망이 요구하는 기능과 고려사항들에 대해 고찰하였다. 그러한 이해를 바탕으로 국내외 각국의 재난통신망 구축 현황을 살펴보고, 향후 재난통신망의 전반적인 발전방향과 국내 재난통신망의 효과적인 구축과 지속적인 업그레이드를 위해 반드시 고려해야 할 사항들을 살펴보았다.

결국 재난관리 업무를 위한 통신체계는 국가 주도로 구축되는 재난통신 전용망에 한정되어서는 효과적인 재난관리 업무 수행을 보장하기 어렵다. 지속적으로 변화하는 자연 재해와 사고 발생 양상에 따라 재난 대응 프로세스를 보완하고, 이러한 프로세스에 적합한 재난통신 체계를 확립하도록 새로운 통신기술 추세를 반영하여 재난통신망을 보완 또는 업그레이드하여야 한다. 이러한 지속적인 망의 진화를 비용 효율적으로 이행하려면 상용망의 발전 추이를 지켜보면서 이를 보완적으로 잘 활용하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 재난통신망 자체의 서비스 진화뿐만 아니라 상용망을 합리적으로 재난통신 체계에 참여시켜

공공안전과 재난 구조를 원활히 수행할 수 있도록 하는 적절한 정책이 마련되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] ETSI TR 102 445, "Emergency Communications (EMTEL); Overview of Emergency Communications", 2006, 10
- [2] TTA, 정보통신 중점기술 표준화 로드맵, 2010.
- [3] TETRA Association, "Wireless Public Safety Communications Network-Planning considerations", 2012, 8
- [4] ETSI TR 102 022, "User Requirements Specification; Mission Critical Broadband Communication Requirements", 2012, 8
- [5] Motorola, "Public Safety Mission Critical Broadband Standards Development, 3GPP-OMA-ETSI Critical Communications workshop, 2014, 8
- [6] 한국전파진흥원, "미국 국가 광대역 계획 (NBP)", 2010.
- [7] Jennifer A. Manner 외 2인, "The FCC Plan for a Public Safety Broadband Wireless Network", Telecommunication Policy Research Conference, 2010.
- [8] 전자파학회, 재난현장 대응에 필요한 재난통신망 구축관련 상용망 활용 가능성 연구용역 보고서, 2012, 3
- [9] ETSI TR 102 907, "Reconfigurable Radio Systems(RRS); Use Cases for Operation in White Space Frequency Bands", 2011, 10
- [10] 한국정보화진흥원(NIA), "재난안전통신망 기술검증 연구", 2011, 10
- [11] octoScope, "Tutorial: 700MHz Nationwide Public Safety Broadband Network", 2011.11

약 력



김 남

1981년 연세대학교 전자공학과 학사
 1983년 연세대학교 전자공학과 석사
 1988년 연세대학교 전자공학과 박사
 1992년~1993년 미국 Stanford 대학교 방문교수
 2000년~2001년 미국 California Technology Institute 방문교수
 1999년~2000년 컴퓨터정보통신연구소 연구소장
 2006년~2009년 BEMS(Bioelectromagnetics Society) 이사
 2008년~2012년 방송통신위원회 방송통신국가표준심의회 위원
 1989년~현재 충북대학교 전자정보대학 교수
 1997년~현재 컴퓨터정보통신연구소 참여연구원
 1996년~현재 한국전자파학회 전자장과 생체관계위원회 위원/위원장
 1999년~현재 한국통신학회 평의원/이사
 2000년~현재 한국전자파학회 평의원/이사
 2008년~현재 국립전파연구원 자문위원회 위원
 2012년~현재 미래창조과학부 자체평가위원회 위원



박 성 균

1985년 연세대학교 공학사
 1987년 연세대학교 공학석사
 1994년 연세대학교 공학박사
 1987년~1989년 삼성전자 종합연구소 연구원
 1994년~1994년 전자통신연구원 Post-Doc
 1994년~현재 공주대학교 정보통신공학부 정교수
 관심분야: 이동통신, 재난통신, 전파간섭, 통신신호처리