

이동통신 기반의 공공안전망 구축현황

차대현, 곽도영, 이종식, 김영래

KT 융합기술원Infra연구소, 건국대학원 벤처전문기술공학과**

요약

본 고에서는 국가 재난 상황 발생 시 신속한 대응을 위해 이동통신 기반의 국가 재난안전 통신망을 구축하기 위한 방안을 알아본다. 기존의 재난 통신망은 재난 발생 시 소방, 경찰, 군, 정부 등으로 각각 나뉘어 긴급 상황 발생시 정확한 대응이 어렵고 지휘체통의 혼선 발생으로 다양하고 긴박한 상황 대응에 어려움을 겪고 있다. 본 고에서는 재난 대응을 위한 지휘체계를 이동통신 기반의 일원화된 국가재난안전통신망으로 구축함으로써 효율적인 대응 전략을 알아본다.

I. 서론

세계적으로 경제가 발전되고 인구밀집 대도시가 늘어남에 따라 각종 범죄 및 사건사고 발생율이 증가하고 있다. 기상 이변, 테러, 전쟁, 범죄 및 자연재해에 효율적으로 대응하기 위하여 선진국들은 공공 안전과 재난 대응을 위한 국가 재난통신망을 운영하고 있다.

기존의 재난 통신망은 음성통화 위주의 유무선 통신기술로 화재, 자연재해, 범죄, 테러 등의 상황 별 지휘체계가 나뉘어져 있고 부처 별로 사용하는 통신 기술도 각각 별도의 방식을 사용하고 있다. 따라서 선진국들은 다양한 재난 상황 대응과 인구 증가에 따른 대형 사고 예방을 위하여 일원화 된 새로운 국가 재난안전 통신망 구축을 추진하고 있다.

이동통신 기술의 발달에 따라 세계 각국들은 기존의 국가 재난안전 통신망에서 사용되던 음성 통화뿐만 아니라 영상통화, 데이터 전송을 위한 광대역 이동통신 기술 기반으로 새로운 국가 재난안전(Public safety)망 구축을 고려하고 있다. 이런 방식으로 구축된 국가 재난안전 통신망은 응급현장에서 단일화된 지휘 체계가 가능하고, 이동성과 신속성 측면에서 유연한 상황대체가 가능할 뿐만 아니라, 원격진료, 구조현장 파악, 공문서 전송 등의 효율적이고 체계적인 대응을 가능하게 하여 재난상

황에 대한 예방, 대응 복구 능력을 향상시킬 수 있다.

선진국을 중심으로 새로운 국가 재난 통신망 구축이 추진됨에 따라 이동통신 기반의 재난 기술 시장은 폭발적으로 성장할 것으로 전망된다. 국내의 이동통신 기술은 세계 최고 수준으로 선도하고 있으며, 정부 주도의 국가 재난 통신망 구축을 선도하여 장비, 단말, 구축 기술의 수출을 통한 국가 경제 성장에 도움이 될 것으로 예상된다. 특히, 중소기업의 재난 통신용 솔루션들은 다양한 스마트 기기들을 중심으로 기술 개발 및 상용화가 이루어 질 것으로 예상되고, 이동통신 망 구축 및 운용에서 기술을 선도하고 있는 국내 기업들의 세계 시장 진출이 증가할 것으로 예상된다.

국민의 생명과 안전을 위한 국가 재난안전 통신망은 경제적 가치를 논의하기 힘든 중요한 국가 인프라이므로 안정적이고 신뢰성 있는 망 구축 운용이 중요하다. 따라서, 본 고에서는 이동통신 기반의 국가 재난안전 통신망 구축을 위하여 고려해야 할 다양한 기존의 재난망 통신 기술을 분석하고, 현재 진행되고 있는 선진국들의 동향 및 기술 표준을 기술한다. 각 상황 별 재난 요구기능에 따른 재난 기능의 구현성, 기술 성숙도, 발전가능성 및 사례를 분석하여 차세대 국가 재난안전통신망 구축을 위한 전략에 대해 알아본다.

II. 공공안전 재난통신망

선진국들을 중심으로 공공안전 재난구조(PPDR: Public Protection and Disaster Relief) 서비스를 제공하기 위하여 여러 통신기술들을 연동하여 통신망으로 운용 중이다. 여기서 공공안전 서비스는 평상시 경찰들의 범죄예방, 대규모 집회 및 행사 등의 지원을 포함하고 비상 시 국민을 보호하고 질서를 유지하기 위한 통신망을 의미한다. 재난구조 서비스는 사고, 자연재해, 테러 등의 재난 발생시 안전서비스와 통신 인프라가 파괴되었을 때 사용하는 서비스를 의미한다.

본 절에서는 국내의 재난 통신망 구축 및 운용현황을 살펴보

고, 일반적인 재난 통신망에서 필요한 기능을 확인하고 재난 통신 기술의 발전 현황과 재난 통신 시장의 발전 현황을 살펴보고 앞으로의 사업적 가치에 대해 알아본다.

2.1 국내외 재난통신망 현황

재난 상황이 발생하였을 경우 기존의 재난 통신망은 지휘책임 기관, 구조기관, 지원기관 별로 각각의 기관들이 보유하고 있는 재난 통신망을 사용하여 대응하고 있다.

이런 재난대응 기관들이 사용하는 UHF, VHF, 테트라, P25, iDEN등과 같은 다양한 무선방식은 각각의 사용 기술과 주파수 대역이 달라 기관 간 직접적인 무선통신이 불가능하고, 각종 단말 유지보수 및 운용에 있어서 부담으로 작용하고 있다. 이런 이유로 각 국에서는 효율적인 공공안전 및 재난 대응을 위한 재난망을 구축하기 위하여 통합지휘무선통신망 구축 사업을 통해 통합된 지휘체계를 수립을 추진 중이다.

미국은 9.11테러와 태풍 카트리나 등의 대형 재난을 겪으며 약 5천개의 재난관련 기관들이 서로 다른 기술로 독립적인 시스템을 운용하고 있으며 상호운용성에 문제가 있고 오래된 기술로 상용기술 대비 주파수 이용효율이 낮으며, 재난관련 시스템 시장이 분할되어 시스템 조달 비용 상승 등의 다양한 문제점이 파악되어 재난통신망을 광대역화, 일원화 해야 한다는 의견을 수립하였다.

이에 따라, 최근 오바마 정부에서는 PS-LTE(Public safety LTE)기반의 광대역 재난 안전 무선통신망을 연방 정부 차원에서 구축하는 법안을 통과시켰다. 이 법안을 토대로 70억 달러의 예산을 편성하여 PS-LTE기반의 광대역 데이터망을 전국에 구

축할 예정이며 예산은 TV화이트스페이스(White Space)를 무선 사업자들에 경매하여 확보되는 수익으로 충당할 계획이다. 미 연방통신위원회(FCC: Federal Communication Commission)에서는 700MHz 여유 대역을 재난 용도로 배정하여 적극적으로 지원하고 있다. 또한 미국통신정보관리청(NTIA)내에 독립 기관인 FirstNet(First Responder Network Authority)을 창설하여 망 구축을 담당하는 정보기관으로 발족 시켜 적극적으로 차세대 재난 통신망 구축을 추진하고 있다[1].

향후 미국의 재난망 구축 방향은 당분간은 임무 필수적인 음성 서비스(Mission Critical voice service)를 위한 P25망과 스펙트럼은 유지할 계획이며, Firstnet을 통한 PS-LTE 광대역 재난통신망 구축은 각 재난대응기관들의 상호운용성과 데이터 서비스를 위한 용도로 사용 예정이다. APCO에서는 약 10년 정도는 임무 필수적인 음성서비스 안정성, 상호운용성에 대한 충분한 검증이 이루어지기까지, 재난 통신의 PS-LTE와 기존 P25의 듀얼모드 운용 상태를 지속시킨 후 PS-LTE로 재난 안전망을 통합 시킬 계획이다. 재난망 구축은 자가망 구축, 상용망과의 연동을 통한 자원 공유 및 커버리지 확보, 재난망 구축, 운용, 유지보수에 대해 많은 경험을 가진 통신사업자에게 위임하는 계획을 수립 중에 있다.

일본은 다른 나라에 비해 많은 재해경험이 있어, 재난 관리를 유형별로 하지 않고 모든 재해를 통합적인 재난관리체계를 운영하고 있는 미국과는 달리, 각 재난 유형별로 관리하고 있다. 일본의 방재무선통신망은 중앙정부차원의 통신망과 지방정부차원의 통신망과 홍수/도로, 경찰, 방위청, 해상보안청, 기상 등의 각각의 상황에 따른 재난통신망을 운용 중이다. 동일본

표 1. 재난 안전통신망 주요 요구기능[3]

구분	주요 요구기능	주요 요구기능 설명
생존 신뢰성	직접통화/단말중계	단말기 상호간 직접통화 및 중계를 통한 통화
	단말 이동성	단말 이동 시 통화 유지 및 연속 서비스 제공
	호 폭주 대처	사용자 집중으로 인한 호 폭주 시 안정적인 시스템 유지 관리
재난 대응성	개별통화	상대방 단말기의 ID를 눌러 1:1로 통화
	그룹통화	동일한 통화그룹에 속한 단말기 상호 간 1:N 통화
	지역선택 호출	임의 지역 내에 있는 모든 단말기를 선택 호출
	통화그룹 편성	시스템 관리기에서 원격으로 통화그룹을 생성 및 삭제, 편성
	가로채기	지령대에서 통화중인 그룹통화를 중지시키고 가로채기 통화
	비상통화	단말기의 비상버튼을 누를 경우, 동일 그룹에서 최우선 통화
	단말기 위치확인	위성 또는 기지국 기반 측위 기술을 이용한 위치 확인
보안성	단말기 사용허가/금지	지령대에서 단말기 등록/허가 또는 사용금지 시키는 기능
	암호화	전송구간을 암호화하여 도청 및 감청을 방지하는 기능
	인증	허가된 사용자에게만 유효화된 통신서비스 제공
	보안규격	보안장비 등의 탑재를 위한 표준인터페이스 제공
	통합보안관제	해킹 방어를 위한 방화벽, 침입탐지 및 예방
운영 효율성	상황전파 메시지	시스템 관리기 및 단말기에서 상황을 전파 메시지 전송
	가입자 용량 확보	재난안전통신망 운영에 필요한 가입자 용량확보

대지진 이후 일본은 중앙방재회의를 개최하고 ‘방재기본계획’을 수정하여 방재 대책의 근본적 강화를 위해 전파법, 재해 대책 기본법, 유선 전기통신법에 의해 비상통신 협의회를 구성하여 정부 주도로 재난 통신망과 서비스 계획수립 통신망 고도화를 추진 중이다.

유럽은 테트라 기술을 기반으로 개별 국가별로 다른 재난통신 시스템과 제도를 가지고 있지만 유럽연합(EU) 전역의 표준화되고 통합된 재난통신 체계의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 따라서 EU의 통신표준화 기구인 ETSI 주도로 다양한 재난 통신 기술이 개발되고 있으며 유럽 공용의 광대역 재난통신 주파수 확보를 추진 중이다[2].

국내의 경우도, 경찰 아날로그 TRS, 디지털 TRS, 소방망 등으로 재난 관련 기관들이 각각 통신망을 운용 중이다. 정부는 이러한 문제점을 개선하기 위해 국가재난 통신망 구축을 위한 전담반을 구성하여 정보화 전략 계획수립을 진행 중이며, 시범 서비스 사업 등을 진행하여 2017년까지 구축을 완료한다는 계획을 수립하였다. 정부에서 추진 중인 재난망의 경우 700MHz 주파수대역을 사용하여 이동통신기술인 LTE를 기반으로 하는 PS-LTE 기술을 표준으로 구축한다는 계획을 발표하였다.

2.2 재난 통신망 기능 요구 사항

국가 재난 안전 통신망은 상용 통신망과는 달리 국민의 생명, 안전과 직결되는 통신망이므로 재난 관련 기관들이 효율적으로 재난 상황에 대응하기 위하여 필수적인 요소들을 가진다. 생존성, 신뢰성, 재난대응성, 보안성, 상호운용성, 운영효율성 등의 부분들은 상용망에서도 필요한 부분이나 재난 망에서는 더욱 중요하다. 여기서 생존성과 신뢰성은 정전, 통신망 붕괴 등의 비상상황에서도 통신이 항상 가능하여야 하며, 장애 발생시 신속한 복구가 가능하여야 한다. 재난 대응성은 다양한 종류의 재난이 발생할 경우에도 원활한 통신 제공으로 신속 정확한 대응이 가능하여야 한다. 도청 및 감청으로 인한 정보유출로 인해 테러, 전쟁 등의 상황에서 공공안전관리에 문제가 될 수 있으므로 보안성이 중요하다. 재난 상황이 발생할 때 다양한 재난관련 기관들이 복구 및 구난을 위해 활동하게 되므로 각 기관에서 사용되는 동일한 사용자기기와 서로 다른 기관에서 운용하는 장비들과도 상호연동이 가능해야 한다. 이러한 재난망의 필수 요구 조건들은 행정안전부의 ‘재난안전 무선통신망 주요 요구기능 공고[3]’에서 기술하고 있다. 재난 안전 무선통신망 주요 요구기능은 표 1에서 상세히 설명하고 있다.

2.3 재난 통신 기술 현황

세계적으로 운용되고 있는 재난통신망의 기술은 크게 유럽의

테트라(TETRA: Terrestrial Trunked Radio)방식과 북미의 P25 방식, 이동 통신 기반의 PS-LTE 방식으로 나누어 볼 수 있다.

테트라 방식은 유럽의 통신표준기구인 ETSI(European Telecommunications Standard Institute)주도로 1996년에 Release 1 제정 이후 R2, R3로 지속적인 진화하고 유럽 각국을 포함하여 약 100개국 이상에 구축된 개방형 디지털 TRS(Trunked Radio Service) 표준이다[2]. 이 표준기술은 다수의 가입자가 일정한 주파수 자원을 공유하여 다른 가입자와 다양한 통신이 가능하나, 느린 전송속도로 현재 요구되고 있는 대용량 데이터 전송이 힘들며, 이종 기기간의 상호 운용성 문제와 특정 회사의 시장 독점 등의 단점이 있다. 테트라는 정부기관, 경찰 소방 등의 긴급서비스, 철도, 군용 등의 다른 기술들에 비해 재난에 중점을 두고 개발되었다. 한국의 경우에도 경찰청 통합 무선망을 통해 서울지방경찰청과 전국 4개 지방청(부산, 대구, 광주, 대전)의 무선망을 통합하기 위해 테트라 방식이 도입되었다[4].

표 2. 공공안전 통신기술 분류[4]

구분	TETRA	iDEN	PS-LTE
개발	ETSI 주도	Motorola	3GPP 주도
전송기술	TDMA	TDMA	OFDMA
기술 개방성	유럽 국제 개방형 표준으로 개방성 높음	독자방식으로 개방성 낮음	국제 개방형 표준으로 높은 기술 개방성
재난 대응성	0.2초 접속시간, 동적 그룹핑, 비상통화 등의 대응성 높음	접속시간이 0.5초로 TETRA대비 대응성 낮음	재난 관련 기능 개발 진행 중
통신 안정성	기지국장애, 음영 지역 단말간 직접통화 가능	단말 중계기능 부재	기지국 단독 모드, 직접통화 등 기술 개발 진행 중

iDEN(Integrated Digital Enhanced Network) 방식은 북미 지역에서 널리 사용되는 방식으로 미국 Motorola사가 주도한 표준 기술로써 무전통화, 디지털 휴대전화, 패킷 데이터 기능을 단일 통신망에 결합하여 구현하였다. 그러나 특정회사에 의존적이며, 낮은 개방성과 망 확장성의 단점이 있다. 미국의 여러 공공기관과 한국에서는 KT 파워텔에서 서비스를 제공하고 있다[5].

PS-LTE방식은 이동통신 기반의 LTE 기술에 공공안전재난 통신망의 요구기능을 추가하여 현재 표준화가 진행되고 있으며, 미국과 한국에서 차세대 통합 공공안전망의 표준기술로 선정되었다. 3GPP가 주도하는 국제 개방형 표준으로 높은 기술 개방성을 갖고 있으며 넓은 에코시스템을 통한 확장성이 풍부

하다. <표 2>에서는 재난 통신기술 현황을 요약하였다.

2.4 재난 통신 시장 현황

기상이변, 테러, 범죄 등으로 증가하는 재난 상황에 대응하기 위하여 세계 각국의 정부 및 재난관련 기관들은 공공안전 재난 망의 구축을 추진 중이다. 따라서 선진국을 중심으로 여러 나라들이 공공 안전망 구축 투자를 증가 시킬 것으로 예상되며 이에 따라 재난관련 통신 시장 또한 확대될 것으로 예상된다. 특히, 기존의 음성데이터 전달 위주의 재난망에서 비디오 등의 트래픽 전송으로 수요가 변화됨에 따라서, 재난 통신 시장은 새로운 패러다임으로 재편될 가능성이 높다.

현재 LTE 기술은 데이터 전송을 위한 효율성이 높아 상용 이동통신 기술로 활용도가 매우 높다.

기존의 2G/3G 이동통신망에서 LTE 망으로의 전환이 매우 빠르게 진행되고 있으며 이런 시장의 추세는 공공안전 재난망에서 LTE 기술 활용이 시장을 선도할 요소가 될 것으로 기대된다. 다양한 재난 상황에 대응하기 위해 공공안전 재난망은 경찰, 소방, 응급 의료서비스, 교통 관제 등의 다양한 분야에서 유비쿼터스 네트워크 기반의 다양한 웨어러블 기기, 소형 카메라 등을 활용한 원격 진료 및 교통관제, 재난 발생시 정확하고 신속한 대응을 위하여 고속 데이터 전송 통신 기술의 필요성이 대두되고 있다. 이에 따라 센서, 소형카메라 등의 최신 비디오 장치 및 어플리케이션 들 중 가격 경쟁력이 높은 저가 장치에 대한 수요 역시 증가할 것으로 예상된다. LTE 등의 이동통신 모바일 광대역 기술의 장점은 실시간 데이터 전송 등이 가능하다는 점이다. 이는 신속, 정확성이 가장 중요한 공공안전 재난 통신망에서 매우 유리한 부분이다. 예를 들면, 사고현장에서 생명을 다루는 응급환자 발생시 의료진이 현장에 도착하기 전에도 빠른 진단 및 응급처치를 가능하게 한다. 또한 사고현장의 영상과 관련 정보를 지휘센터로 실시간 전송하여 정확하고 신속한 대처를 할 수 있으며, 현장의 재난요원들에게 지시 및 필요정보를 전달하여 재난요원들의 안전과 구난활동에 도움을 줄 수 있다.

공공안전 재난 통신망 시장에서는 통신 인프라 기반 시설뿐만 아니라 재난관련 기관에서 유용하게 사용될 수 있는 소방 헬멧, 미디어 글래스, 스마트 카 등의 사용자 기기 및 서비스 소프트웨어와 같은 다양한 어플리케이션 수요가 증가할 것으로 예상된다. 공공안전 재난망에서는 이런 다양한 장비간의 상호 운용성과 긴급한 상황에서도 신뢰성이 중요한 부분이다. 전 세계적으로 이동통신기반의 데이터 전송을 위한 공공안전 재난망 시장은 갓 걸음마를 시작한 상황으로 여러 다양한 업체들이 시장에 뛰어들고 있다. 따라서 이들간의 상호호환성과 신뢰성이 시장 활성화에 매우 중요한 부분이다[6].

전 세계 공공안전 재난망 시장은 네트워크 기반시설, 사용자 기기, 서비스 등의 분야에서 매년 각 6% 이상 지속적으로 성장하고 있는 추세이다[7].

3. 이동통신 기반 재난망 구축

차세대 국가재난안전통신망은 국민생명과 국가 안전을 책임질 수 있도록 체계적인 검토를 통한 객관적이고 신뢰성 있는 기술로 구축되어야 한다. 이동통신 기술의 발전에 따라 유럽, 북미 등의 선진국은 국민의 안전과 재난 대응을 위하여 기존 재난망에서 스마트 기기 중심의 유비쿼터스 네트워크를 이용한 차세대 무선 통합망 구축을 추진 중이다. 이에 따라 국내에서는 재난기능의 구현성, 기술성숙도, 표준화, 발전가능성 등을 고려하여 3GPP 표준기술인 LTE방식이 이동통신 기반의 국가재난 안전통신망 구축기술로 선정되었다. LTE는 TRS 등의 기존의 무선 통신 기술대비 음성한계를 극복한 고품질의 멀티미디어 통신을 제공하며, 지속적인 표준화를 통하여 미래 재난요구 기능을 수용하고 있다. 본 고에서는 미국을 중심으로 진행되고 있는 이동통신 기반의 PS-LTE를 이용한 이동통신기반의 차세대 국가재난안전통신망에 대해 알아 본다.

3.1 PS-LTE 정책 및 구축동향

최근 미국은 국가 광대역화 계획을 마련하고 2020년까지 광대역 기반의 재난안전무선통신망을 연방정부 차원에서 전국망으로 구축할 계획을 수립하였다. 이 계획은 재난안전통신망을 광대역 전용망으로 구축하되 구축비용의 절감을 위해 상용망 연동과 대형 재난상황에서 통신망이 붕괴시 사용하는 이동형기지국 등을 구축에 활용하겠다는 내용을 담고 있다. 이에 따라, 미 연방통신위원회 FCC에서는 2011년 LTE를 재난안전무선통신망의 기술표준으로 선택하고, DTW 전환에 따른 700MHz의 여유 대역폭 중 D-블록(20MHz) 분배를 승인하였다.

2012년 오바마 대통령은 70억 달러의 예산을 편성하여 PS-LTE 기반 광대역 데이터망을 전국에 구축하기 위한 근거 법률을 제정하고, 이에 소모되는 예산은 향후 FCC가 사업자들을 대상으로 실시할 예정인 화이트 스페이스(White Space) 주파수 경매를 통해 확보되는 수익으로 충당할 예정이다[8]. 미국 통신정보 관리청(NTIA)은 독립기관인 FirstNet(First responder Network Authority)을 창설하여 PS-LTE 사업을 추진 중이며 현재 모토로라, 알카텔루슨트, 에릭슨, 시스코 등의 장비제조사 와, AT&T 등의 통신사업자가 PS-LTE 기술개발과 시범서비스를 참여하고 있는 중이다. 미국은 PS-LTE의 적용을 위하여 일정기간 동안 기존의 재난기관들에서 독립적으로 운용하고 있던

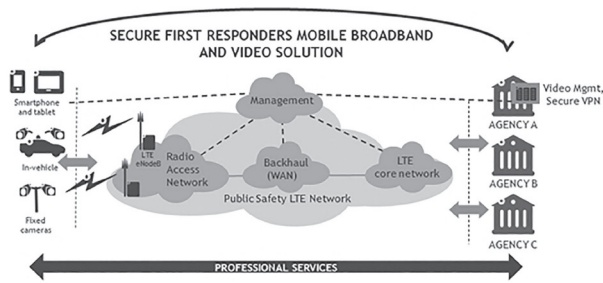


그림1. Alcatel-Lucent First-net Trial network

디지털 TRS등과 공존시키며 안정성을 확보하는 계획을 단계적으로 추진 중이며, 현재 시범서비스에 참여하고 있는 다양한 사업자, 제조사들도 기존 시스템과 상호운용이 가능하도록 시범서비스를 제공 중이다.

〈그림 1〉은 알카텔루슨트에서 서비스 하고 있는 PS-LTE 시범서비스를 나타낸 것이다. NG Connected라는 개방형 환경을 통해 End to End로 재난 관련 모든 시스템을 구현하여 현재 미국 라스베가스 등지에서 시범서비스를 제공 하고 있다[9]. 〈그림 2〉는 에릭슨에서 Texas Harrison county에서 시범서비스를 진행 중인 내용으로 상용망과의 연동 및 마이크로웨이브 등을 사용한 백홀 기능 복구를 위주로 서비스 하고 있다. 기존의 미국에서 운용중인 TETRA/P25망과의 연동을 위한 어플리케이션 서버와 PS-LTE 전용망 및 상용망과의 연동을 구현하고 있다[10].

PS-LTE는 3GPP Release 13을 기준으로 그룹 통신, 멀티미디어, PTT(Push to Talk)서비스 등 62개 재난 요구기능을 충족하며, IMS(Internet Multimedia Subsystem) 기반의 플랫폼을 채택하고 있다. 이 중 그룹통신은 〈그림 3〉에서와 같이 브로드캐스트 기반과 유니캐스트 기반의 Groupcall로 나누어 볼 수 있다. 브로드캐스트 기반은 기지국에서 전송하는 하나의 신호를 복수의 단말이 동시에 수신하는 방식이고, 유니캐스트 기반은 기지국에서 하나의 단말마다 하나의 신호를 전송하는 방식이다. 단말간 직접통신(D2D)는 〈그림 2〉에서와 같이 기지국 내에서 기지국 제어를 통하여 단말간 직접통화를 하거나, 기지국이 붕괴되었을 시 단말간의 직접통신을 지원함으로써 비상상황에 대처할 수 있도록 한다.

3.2 차세대 통합무선망

현재 공공 안전 등을 위한 통신망은 경찰, 국방, 소방, 의료, 지자체, 해양경찰, 전기, 가스, 산림보호, 철도 등으로 다양한 주파수 대역에서 각각 다른 통신방식을 통해 공공기관들의 필



그림2. Ericson First-net Trial network

요에 따라 구축 및 운용되고 있다. 대형 재난이 발생했을 때, 여러 공공 기관들의 유기적인 협조를 위해 하나의 통합된 무선망의 필요성이 제기 되고 있다. 특히, 많은 국민이 이용하고 있는 대표적인 운송 수단 중 대중교통으로서 필수적인 운송수단인 철도는 유럽을 중심으로 차세대 통합무선망 구축을 계획하고 있다. 국내의 경우 일반철도, 고속철도, 음성신호, 열차제어, 신호제어 등이 각각 다른 방식으로 나뉘어진 통신망을 유럽의 GSM-R과 같은 이동통신기반의 단일화된 철도 무선통신 시스템을 위한 다양한 연구와 실험이 이루어지고 있다[11].

차세대 선박운항체계는 기존의 선박운항, 조선기술에 정보통신기술을 접목하여 각종 해양정보를 국제 표준화/디지털화하여 선박 또는 육상간 실시간 상호 공유함으로써 안전과 효율을 동시에 추구하고 있다. 국제해사기구(IMO)에서는 해양안전 및 환경보호 강화를 위하여 ICT를 활용한 새로운 선박운항 개념인 'e-Navigation' 도입을 결정하였다[12]. 따라서 한국에서도 한 국형 e-Navigation을 구축하여 해양사고 30%감소, 해양종사자의 삶의 질 향상을 도모하며, 그 과정에서 얻어진 기술과 경험을 바탕으로 국제기술표준을 선도할 필요가 있다.

국민들이 방송을 접하는 매체가 TV에서 스마트단말로 이동하고 있는 시점에서 비상상황에서 국민에게 상황을 전파하기 위한 공공안전 방송도 이동통신기반의 기술로 움직이고 있다. LTE 기반의 eMBMS 기능은 문자, 음성, 영상 등의 데이터를 대량으로 방송할 수 있는 기술로, 현재 많은 사람들에게 이동통신기반의 스마트 단말로 IPTV, 동영상 방송을 전송할 수 있어 재난상황 중계, 뉴스를 전할 수 있어 차세대 재난 통신망에서 필수적인 기술이다.

위에서 언급한 것처럼 다양한 재난상황에 효율적으로 대응 및 예방하기 위해서 이동통신기술을 접목하여 차세대 국가 재난안전 통신망을 구축할 때 최적의 기술 방식과 주파수를 고려하여야 할 것이다.

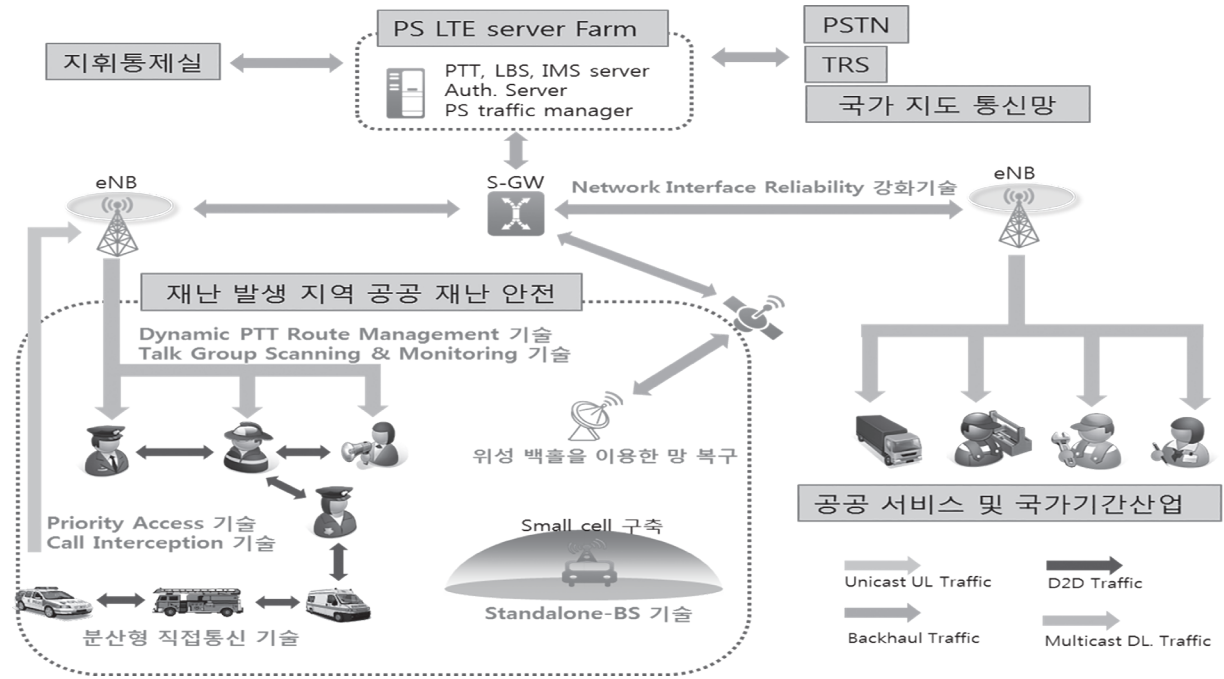


그림 3. 이동통신기반의 국가재난 안전망 구축

3.3 재난 이동통신 네트워크 구축 전략

차세대 국가 재난안전 통신망은 이동 통신 기반의 기술로 구축하는 것이 경제적, 효율적 측면에서 유리하다. 다양한 재난 상황에 대응하기 위해 이동통신 기반의 재난망 구축에서 필수적인 기술 및 망 구축 방법은 <그림 3>과 같이 표현할 수 있다. 주요 재난망 요구기능들을 PS-LTE로 구현하고 기존에 국내에서 사용되던 유선전화, TRS, 국가지도 통신망과 연동한다. 재난관련 서버에서는 다양한 기능들과 정보를 기존망과 지휘통제실에 제공하고 명령을 통신망으로 전달하는 역할을 하고, 직접통신 기능, 재난방송, 문자상황전파 등을 위한 기능을 가진다. 비상상황이 발생하여 통신망이 붕괴될 경우에 대한 대비책이 국가재난통신망에는 필수적이며, 기지국 붕괴, 백홀 붕괴 등의 경우 위성 백홀을 이용한 망 복구, 이동형 기지국을 통한 망 복구 등의 기술을 적용하여야 한다. 국가 재난 안전 통신망은 구축을 위한 비용 효율적인 경제성과 평상시 재난 예방 및 일반 이동통신을 사용하는 국민과의 원활한 통신을 위해 재난전용망과 상용 이동통신망과의 상호 연동이 필요하다. 또한 재난 전용망의 음영지역에서 상용망을 활용하여 안정적인 서비스를 제공하여야 한다. <그림 3>에서 보는 것과 같이 재난 발생 지역의 통신 기술은 다양한 트래픽을 전송하는 기술이 필요하고, 상용 이동통신을 사용하는 공공 서비스 및 국가기간산업도 상용 망에서 멀티캐스트를 지원하는 eMBMS 등의 기술이 적용되어 재난 전용망과의 연동이 가능해야 한다. 특히, PS-LTE의 망 용

량이 포화되거나 장애 등이 발생할 경우에는 재난안전 사용자들이 공중망을 함께 사용할 수 있도록 우선순위 로밍 접속이 가능해야 한다. 이는 비상시에 상용망을 보완적으로 활용하여 망 신뢰성과 복구성을 강화하는 효과가 있다. VPN 서비스는 상용 LTE 망을 국가재난안전통신망 전용선처럼 사용할 수 있도록 특수 통신체계와 암호화 기법을 제공하는 서비스로 모바일 VPN서버와 클라이언트 간 전용망 설치와 동일한 효과를 거둘 수 있으며, 자가망 구축의 고비용 부담을 해소할 수 있다.

이동통신에서 지진, 태리 등에 의해 기지국이 붕괴되었을 때 신속히 복구하는 방법은 두 가지를 찾아볼 수 있다. 첫 번째는 일본에서 현재 사용하고 있는 방법으로 내진설계와 재난 대응이 가능한 건물에 고출력, 대용량의 기지국을 도심이나 주요지역에 설치하여 재난 시 넓은 지역에 대한 기지국을 복구하는 방법이다. 이는 일본 NTT에서 적용하여 시행하고 있으며 <그림 4>는 재난 기지국에 대한 개념도이며 <그림 5>는 실제로 설치되어 있는 모습이다[13]. 이런 재난 전용 기지국은 지진, 태풍 등의 자연 재난이 자주 발생하는 일본에서 재난 대응성이 가장 좋은 NTT 전화국에 설치하여 지진 등의 재난 발생으로 인한 인접 기지국 붕괴 시 고출력으로 넓은 지역의 통신망을 복구하게 된다.

국내에서는 이러한 고출력 기지국을 설치 할 수 있는 내진설계 등의 건축기준을 만족하며, 적절한 위치를 갖춘 건물들을 건축하기가 쉽지 않으며, 기존의 건물들 중 이런 요건을 만족하는 건물을 확보하는 것이 필요하다. 일반적인 이동통신과 달리 이

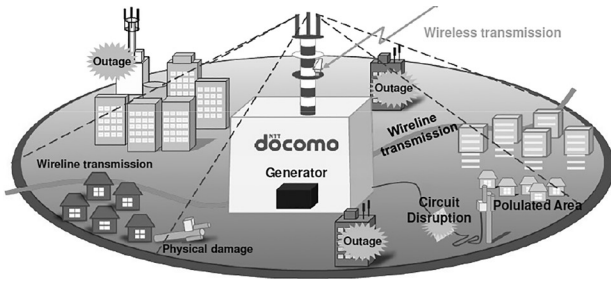


그림4. NTT docomo 재난복구 기지국 개념

동통신기반의 재난망은 안정성과 비상상황에서의 신속한 복구가 매우 중요하다. 따라서, 위성통신, 마이크로웨이브와 같은 응급대응 인프라를 통한 이동통신 기반 재난망의 이중화로 안정성을 추구해야 한다.

공공안전재난통신망은 허가되지 않은 인원이 접속하여 도청 및 감청을 하여 이를 악용하는 것을 막기 위해 높은 수준의 보안성이 요구된다. 사용자의 우선순위에 따라 사용할 수 있는 서비스들이 달라야 하며, 외부의 침입 등에 대응이 가능하여야 한다. PS-LTE 서비스는 서로 다른 서비스 품질(QoS)을 요구하는 서비스들을 서로 다른 등급을 갖는 사용자에게 제공 가능하다. 무선구간 보안은 사용자인증, 암호화, 무결성 등의 관점에서 다양한 기술로 제공이 되며, 네트워크 보안은 단말에 대한 보안기능, 관리보안 등 관점으로 관리 된다. 무선구간 보안에서는 데이터를 AES암호화하고, 유선구간인 기지국과 교환기는 광케이블 전용회선으로 연동되어 있고 GRE(Generic Routing Encapsulation) Tunnel을 통해 데이터가 송수신되고 있어 악의적인 공격자의 네트워크 구간 침투, LTE 패킷 수집을 통한 데이터획득이 불가하다. 교환기(EPC)에서는 IP pool 및 네트워크 분리를 통한 보안성을 강화할 수 있고 분리된 정부 전용 네트워크 단에 IPS(Intrusion Prevention System)을 설치하여 바이러스, 웜 등의 비정상적인 트래픽 유통을 차단하여 안정성을 확보한다.

3.4 재난 통신망 운용

광대역 재난안전무선통신망의 운영적인 요구사항은 미국 국가공공안전통신위원회에서 필수기능과 선택기능으로 나누어 권고하였다[5]. 필수기능의 주요 요구사항은 인터넷접속, 승인된 민간 사업자 공중망과의 로밍을 위한 가상 사설망 접속(VPN: Virtual Private Network), 재난안전무선통신망과 민간 공중망 사업자간의 정보공유를 위한 홈페이지 제공, 재난안전무선통신망과 민간 사업자의 공중망간 문자 메시지 송수신

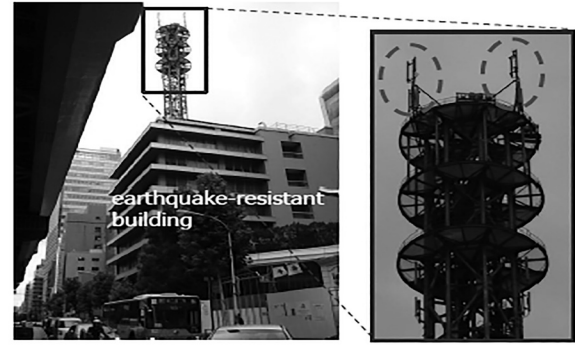


그림5. NTT docomo 재난기지국 사진

연계, 재난대응요원들의 명령 전송 시스템 접속, 기존 재난 무선통신망과 PS-LTE망과의 음성통신 연동을 위한 게이트 웨이 설치, 현장 기반 서버어플리케이션 제공의 항목이다. 선택기능은 실시간 가입자 위치 수집 및 전달, 음성뿐만 아니라 데이터 영상의 일대다 전송기능, 음성유선전화(PSTN)과의 통화기능, 기존 무선통신망과의 상호운용 인터페이스 제공의 항목이다.

재난 통신망 운용의 기술적인 내용뿐만 아니라 각 상황 별 운용을 위한 응용서비스 제공 또한 필요하다. 이동통신 기반의 국가재난안전통신망은 재난/재해의 모니터링을 통한 예방과 신속한 대응 그리고 복구에 효과적으로 대처할 수 있는 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있는 바탕이 된다.

일상적인 생활에서 재난 예방은 센서 및 CCTV 등에서 생성되는 음성 및 멀티미디어 데이터, SNS, 통화량, 주민신고 등 일상에서 발생하는 다양한 데이터를 데이터 마이닝을 통해 국가 재난안전 통신망으로 수집하고 수집된 데이터에 대한 빅데이터링을 통해 발생 가능한 재난을 예측하고 사전에 예방하는 것을 의미한다. 예를 들면 대기 환경 센서 모니터링을 통한 정확한 기상관측, 태풍, 쓰나미, 산불 등의 자연 재해를 사전 모니터링하여 피해를 최소화 하고, 원자력 발전소 등에 다양한 센서를 부착하여 방사능 유출 사고 등을 사전에 감지하고, 도시 시설물에 화재, 폭발, 홍수 등 재난을 예방하는 활동들이 있다. 하인리히의 법칙에서 설명하고 있는 것처럼, 대형 재난에는 수많은 사전 징후가 존재한다. 다수의 의심 신고 접수, 평균보다 폭발적으로 증가한 특정 문의의 SNS 데이터 등의 산발적인 사전징후를 국가재난안전통신망을 통해 신속하게 수집하고 분석하여 재난발생을 예방하기 위해 국가재난안전통신망의 운용이 필요하다.

재난안전통신망은 재난 발생시, 각 기초자치단체 안전본부 및 소방방재청과 유관기관이 재난 발생상황을 인지하고, 통합 서비스플랫폼을 통해 재난상황을 현장 스피커 및 국민의 스마트폰으로 SMS 등을 통해 상황정보를 전파하여 재난지로부터 신속히 대피할 수 있도록 운용되어야 한다. 위험에 노출된 국민을

구조하기 위하여 재난안전통신망을 운용하는 방법은 상황에 따라 다양하게 제공될 수 있다. 조난자의 스마트폰 위치정보와 구조요청 음성, CCTV등을 통해 재난현장에서 수집된 정보를 각 기관으로 통보하고 대응 명령을 내린다. 또한 현장 구조대원간의 유기적인 정보교환을 위하여 이동통신 기반의 모바일 및 웨어러블 장비를 이용한 재난 구조를 수행한다. 재난 상황에서 부상자의 응급처치를 위하여 빠른 영상 전송을 통한 원격진료로 환자상태진단, 응급처치 지시 및 이송 후 즉각적인 대처를 위한 준비가 가능하다.

이동통신 기반의 재난 통신망은 기존의 무선 통신망에 비해 많은 어플리케이션을 가지며 더욱 신속하고 정확하며 안정적으로 예방, 대응, 구조 활동을 가능하게 한다. 이런 어플리케이션들을 점차 확대하며 운용하는 것이 이동통신기반의 재난통신망의 장점을 극대화 할 것이다.

IV. 결론

본고에서는 현재 운용되고 있는 재난안전통신망을 살펴보고 세계 각국의 정책 및 구축동향을 살펴 보았다. 선진국을 중심으로 추진되고 있는 차세대 재난안전통신망의 기술과 표준화 동향을 살펴보고 이동통신 기반의 재난 안전통신망 구축 현황 및 전략에 대해서 논의하였다. 재난안전통신망은 국가의 기반 시설로 국민의 안전과 행복을 위한 가장 중요하고 기본적인 인프라이다. 국가의 근본 인프라이므로 경제적 가치를 논할 수 없을 만큼 중요하며, 신중하고 안정적으로 구축 되어야 하고, 향후 오랜 기간 운용되어야 하므로 확장성과 효율성을 고려한 최신 이동통신 기반 기술로 구축되어야 할 것이다. 대형 비상상황이 발생할 때 일원화된 지휘체계를 통한 신속한 대응을 위해 차세대 공공안전망은 앞에서 언급한 다양한 상황과 구축현황들을 고려하여 최선의 통신망 구축을 통한 국가 인프라로 자리 잡아야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] FirstNet, <http://www.firstnet.org>
- [2] TETRA 협회, <http://www.tetra-association.com>
- [3] 행정안전부, “재난안전무선통신망 주요 요구기능 공고,” 2011.3.
- [4] 남상준, 한동혁, 정종문, “재난 통신 및 네트워크 기술 및

- 발전 방향,” 한국통신학회, 2012. 4. pp. 3-9.
- [5] 이상윤, “해외 광대역 PPDR 동향과 도입을 위한 고려사항,” 정보통신정책연구원, 제25권 20호, 2013. 11.
- [6] MarketsandMarkets, “Wireless Broadband in Public Safety (2010-2015),” June 2011
- [7] Technavio, “Global Mobile Broadband Market in Public Safety,” Sept. 13th, 2013.
- [8] 박성균, “재난현장 대응에 필요한 재난통신망 구축관련 상용망 활용가능성 연구,” 한국전자파학회, 2012. 3.
- [9] Alcatel Lucent, <http://www.alcatel-lucent.com>
- [10] Ericsson, <http://www.ericsson.com>
- [11] 김사혁, “철도무선통신망 구축 국내의 현황 및 시사점,” 정보통신정책연구원, 제25권 9호, 2013. 5.
- [12] 유영호, “IMO e-navigation의 진행과 국제표준동향,” TTA저널, 제 146호, 2013. 4.
- [13] NTT docomo, <http://www.nttdocomo.com>

약 력



2004년 경북대학교 전자전기공학부 공학사
 2006년 경북대학교 전자공학과 공학석사
 2010년 경북대학교 전자공학과 공학박사
 2010년~현재 KT 융합기술원 Infra 연구소
 선임연구원
 관심분야: 차세대 이동통신 기술, IoT,
 모바일 융합기술

차 대 현



1999년 서울대학교 전기공학부 공학사
 2001년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학석사
 2006년 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학박사
 2006년~현재 KT 융합기술원 Infra 연구소
 수석연구원
 관심분야: 차세대 이동통신 기술, 인빌딩 솔루션

곽 도 영



1996년 서울대학교 전기공학부 공학사
 1998년 서울대학교 전기공학부 공학석사
 1998년~현재 KT 융합기술원 Infra 연구소 상무보
 관심분야: 차세대 이동통신 기술, 모바일 융합기술

이 중 식



1986년 조선대학교 전기공학과 공학사
 1986년~2014년 KT 수도권무선운용담당
 엔지니어링팀, 팀장
 2009년 건국대학교 벤처기술공학과 공학석사
 2009년~현재 건국대학교 벤처전문기술공학과
 박사과정
 관심분야: 이동통신 RF 기술, 이동통신 최적화 기술,
 안테나기술, 통신공학

김 영 래