

응급지원을 위한 재난 안전 통신망 기술

이상우¹ · 김선우¹ · 임태호²

¹한양대학교 공과대학 전자컴퓨터통신공학과, ²한양대학교 의과대학 응급의학교실

Public Safety Communication and Networking Technologies for Disaster Response and Medical Assistance

Sangwoo Lee¹, Sunwoo Kim¹, Taeho Lim²

¹Department of Electronic Engineering, Hanyang University College of Engineering, Seoul; ²Department of Emergency Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Future major disasters require the development of socially transparent and rational -decision-making procedures. Recent reports indicate that the frequency of human disasters are decreasing while natural disasters and social disasters are becoming more frequent. The creation of a disaster communication network, which is essential in protecting the life and property as well as providing a sense of societal security. Standards for a modern disaster communication network must be developed at the national level, with national state support for a 3rd generation partnership project such as a Public Safety-LTE that allows the construction of an effective national disaster network plan. Compliance and certification standards to ensure interoperability of communications and other equipment are necessary for the creation of a modern national disaster network that allows more efficient management of disaster situations. It can be expected that our efforts and example can help other countries to build a standard protocol for managing the national disasters.

Key Words: Disaster Planning; Telemedicine; Telecommunications; Computer Communication Computer Communication Networks

Correspondence to: Sunwoo Kim
우04763, 서울특별시 성동구 왕십리로
222, 한양대학교 공과대학 전자컴퓨터
통신공학과

Department of Electronic Engineering,
Hanyang University College of Engineering,
Hanyang University College of Engineering,
222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu,
Seoul 04763, Korea
Tel: +82-2-2220-4823
Fax: +82-2-2220-4822
E-mail: remero@hanyang.ac.kr

Received 8 June 2015

Revised 26 June 2015

Accepted 6 July 2015

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

병원 전 응급의료체계(pre-hospital emergency medical services system) 혹은 재난 상황에서 각 기관 및 파트 별로 역할을 적절하게 수행하는 것은 중요하다. 각 임무와 역할들이 유기적으로 돌아가는 것이 중요하며, 재난 사고를 적절하게 예방하고, 대비·대응하기 위해 관련기관들을 통합적으로 지휘 통제할 수 있는 통신 인프라 구축이 매우 중요하게 부각된다[1].

최근 들어 해외뿐 아니라, 국내에서도 크고 작은 재난 사고들이 끊임없이 빈번하게 발생하고 있어 어느 때보다도 공공안전에 대해

관심이 크게 고조되고 있다. 미국에서는 2001년 뉴욕에서 발생한 9·11테러 이후 재난통신망 구축을 적극적으로 시작하였으며, 국내의 경우에는 2003년 대구 지하철 화재사고 이후 국가차원의 재난통신망 구축의 필요성이 제기되었다[2]. 2006년부터 '필요통합지휘무선통신망'이란 이름의 재난통신망을 일부 구축하기 시작하였고, 2014년 세월호 사건 이후로 제대로 된 재난통신/공공안전망 구축을 위해 활발한 논의가 이루어지고 있다[1,3]. 현재는 2017년 구축을 목표로 국가 재난안전통신망 사업을 국민안전처에서 진행하고 있다.

재난통신의 종류

상업적인 이동통신망과는 달리 재난통신망은 다음과 같은 차별화되는 특징을 가져야 한다. 우선, 다수와의 그룹통신에 있어 우선통화, 동적 그룹번호 할당 등에 있어 유연성을 가져야 하며, 단말간 직접 통신 기능이 요구된다. 즉각적인 정보전송이 중요시되는 만큼 주요 장치들의 높은 가용도(availability)를 가져야 하고, 어느 장소에서나 발생할 수 있는 재난사고 특성에 따라 통신 커버리지(coverage)가 우수해야 한다. 이외에도 생존복원성(resilience), 보안성(security), 상호운용성 등이 재난통신망에서 요구된다[4,5].

1. 재난관리용 무선통신

1) 무선평출

일반 가입 전화망을 통해 무선 기지국에서 무선으로 숫자, 문자로 구성된 데이터를 전송하여 특정 수신 단말기를 호출하는 시스템이다. 주파수대는 280 MHz가 사용되며, 송신국이 커버하는 지역은 반경 10-15 km 정도이다. 기존 1비트 메시징에서 간단한 전송이 가능한 멀티비트 메시징 비롯 음성사서함, 이메일의 서비스가 가능하여, 재난지역에서 재난경보를 전송하는데 매우 유용하다.

2) 셀룰러 무선통신

가장 먼저 실용화된 상용이동통신 시스템으로 실외의 넓은 지역과 고속차량 중심의 서비스가 특징적이다. 800-900 MHz의 주파수 대역을 사용하고, 1 km 이상의 셀 커버리지를 가지며, 대출력의 단말기를 필요로 한다. 800-900 MHz 대역을 사용하므로 1.8 GHz 대역보다 파장이 길어서 전파 도달 거리가 길기 때문에 날씨나 건물 등의 외부환경에 의해 상대적으로 영향을 덜 받는다는 장점이 있으나, 주파수 대역이 낮아 다른 전파기기들로부터 간섭을 받을 수 있고, 대역폭이 좁아 많은 가입자를 처리하는데 한계가 있다는 단점이 있다[6]. 도입 이후 가격경쟁력을 갖추고 배터리의 소형화를 실현하여 그 이용자 수는 급격하게 증가하였다. 특성상 광역 서비스가 가능하고 휴대성이 뛰어나기에 재난 시 재난지역과 이재민 간 정보교류가 매우 용이하다. 반면, 재해 시 기지국 최대 수용능력에 제한이 있어 과부하가 될 수 있고, 다중장치나 다중기관 대응 시 현장에서 다양한 셀 방식 전화 이용자들을 기계적 조작으로 조정이 어려울 수 있다는 단점을 지닌다.

3) Personal communications service (PCS) 무선통신

800-900 MHz 대역의 셀룰러에 비해 주파수 대역이 1.8 GHz로 높아 전파의 직진성이 강하므로 전파기기로부터의 간섭이 적고, 넓은 대역을 사용가능하며, 송수신할 수 있는 데이터의 양이 많아 다양한 통신서비스와 연계가 가능하고, 상대적으로 적은 출력을 요해 전지 소모와 비용 부담이 적다는 장점이 있다. 그러나 PCS 무선

통신은 직진성이 강한 반면 도달 거리가 짧기 때문에 같은 영역을 커버하기 위해 훨씬 더 많은 기지국이 있어야 하고, 고속주행 시 통화가 자주 끊긴다거나, 높은 건물이나 산으로 주위가 막힌 곳에서는 통화가 잘 되지 않는 단점이 있다. 그러한 이유로 실내 혹은 지역적, 보행자 중심의 서비스를 지향한다. 이러한 PCS 무선통신은 1.8-2.3 GHz의 넓은 주파수 대역으로 기지국당 사용자 수용능력이 높으며 1km 이내의 마이크로셀, 소출력의 단말기가 특징적이다. 지상설비를 이용하는 만큼 재난 발생 시 설비 유실에 대한 대책이 중요하다. PCS 단말기는 낮은 소비전력으로 장시간 사용이 가능하고 기지국 경유 없이 단말끼리 직접 연결할 수 있는 특징이 있다. 또한 내장된 카메라를 통해 기지국으로 영상 전송 및 센터 간 공유가 가능하여 재난 시 간편하고 유용할 활용될 것으로 기대된다.

4) 주파수 공유통신(trunked radio system, TRS)

각 사용자가 특정 주파수를 전용으로 사용하던 기존 무선통신 방식과 달리 한정된 무선주파수를 다수의 이동가입자가 공유하여 통신을 행할 수 있게 하는 일련의 시스템을 말한다. 사용자는 중계국 내 어느 채널이든지 공동으로 이용하기 때문에 통화 접속속도가 빨라 대기 시간이 길지 않고 빠르며 비용 부담이 적다. 또한 고속통신에 강하고 광역통신을 제공할 수 있으며, 통화 시만 채널을 점유하여 통화품질이 양호하고 잡음 및 혼신에 강한 특성이 있다. TRS 시스템의 가장 큰 장점으로는 일대일 혹은 일대다자 간 통신 기능이 있어 일대 다수의 그룹 및 지령 통신이 가능하다는 점이다. TRS 시스템을 구성하는 여러 개의 그룹 중 일정 그룹을 업무내용에 관련된 유사한 목적을 가진 사용자들의 단말기로 구성시키면 지정된 무선채널을 다수의 가입자가 공동으로 이용하게 할 수 있다. 이 같은 특성으로 인하여 재난상황 시 현장에서 중앙통제센터에 상황보고를 육성으로 할 수 있으며 차량 이동국으로부터 긴급 상황을 알리는데 적합하다. 아날로그 방식은 30 km 이내의 반경을 가지며 최근 개발된 디지털 TRS는 확장된 채널용량과 반경 20-50 km의 서비스영역으로 도시 전 지역 서비스가 가능하다[7].

5) 광대역 재난안전통신망(public safety-long term evolution, PS-LTE)

국제전기통신연합(ITU)은 재난 상황 시 효과적인 대응 및 원활한 재난통신 운영을 위하여 공통 주파수 사용을 권고하고 있으며, 우리나라는 국가재난안전통신망 구축을 위하여 700 MHz 대역에서의 광대역 재난안전통신망 구축을 위한 사업을 현재 진행 중이다. 3rd generation partnership project (3 GPP)는 각국의 주요 표준화 기관 간 이동통신분야 공동 국제표준을 목적으로 1998년 12월에 설립된 국제 표준화 협력단체로 현재 LTE 기반의 공공안전/재난안전통신(PS-LTE)을 위한 세부 기술규격 개발 및 표준화를 추진 중이다. PS-LTE의 주요항목으로는 단말간 직접통신(D2D), 그

롭통신, 핵심망 연결 붕괴 시 독립망 구축기술, PS-LTE 망에서의 직접 무선통신(push to talk) 등이다. 이 같은 항목들은 3 GPP가 발표하는 표준화 활동 13판(release 13)에서 그 표준이 발표될 예정이다[8]. 국내에서는 현재 국가 재난안전통신망 구축사업을 추진하고 있으며, 2017년까지 단계적으로 운영센터, 기지국 및 20여만대의 단말기를 보급할 계획이다.

2. 재난관리용 컴퓨터통신

1) 웹(world wide web)

인터넷의 핵심 서비스로 볼 수 있는 WWW (world wide web)은 인터넷내의 정보들을 하이퍼텍스트를 이용하여 거미줄처럼 서로를 연결해주고 있다. 서버로 데이터 파일을 송·수신할 수 있는 file transfer protocol (FTP)가 있으며 원거리 컴퓨터 간에 상호 데이터를 주고 받을 수 있으므로 재난 관련 정보의 신속한 전송이 가능하다.

2) 인터넷 전자메일

재난 발생시에는 건물 혹은 지역단위로 구축된 LAN 등의 망이 생존 가능성이 높으며, 재난 시 붕괴하거나 폭주하는 기존통신망을 대체하여, 재난지역의 통신수단으로서 활용 가능성이 높다.

3. 재난관리용 위성통신

1) 성층권 통신시스템(high altitude platform station, HAPS)

성층권(지상 약 20-30 km 상공) 통신 탑재 비행선(전장 150-250 m, 1톤 정도의 탑재)을 서비스 수요가 많은 지상 일정위치에 채류, 각종 무선통신 서비스를 제공하는 시스템으로 디지털 무선채널들로 양방향 통신이 가능하게 하는 것을 목적으로 한다. 성층권은 기상 이 비교적 안정적이어서 채공에 적절한 조건이며, 광역성, 동보성, 유연성 등의 위성통신의 장점과 시설 유지보수 용이, 짧은 전송거리, 단말의 소형화와 저전력화 등의 지상 이동통신의 장점도 보유한 시스템이다.

2) 위성뉴스취재(satellite news gathering, SNG)시스템

중동 걸프전에서 미국 CNN 방송사가 현장 중계에 사용함으로써 그 가치가 널리 알려지게 된 SNG는 위성안테나의 고출력화에 의한 지상안테나의 소형화에 따라 가능해진 기술이다[9]. 현장에서 수집된 재난 관련 정보를 위성으로 송신할 수 있으며, 이를 통해 재난지역의 현지 상황 중계가 가능하다. 장점으로는 정보의 장거리 송수신이 용이하고, 지상 어느 곳에서나 전송이 가능하다. 또한, 자연재난 발생 시 전송이 가능하며, 동시 전송이 가능하고, 연락회선을 동시에 구성하는 것도 가능하다. 이동중계차에 탑재가 산간도서와 같은 통신취약 지역에서 재난 상황이 발생하더라도 신속하게 정보전달이 가능하며, 통신선로 두절 시에도 임시회선 사용이 가능하다.

3) 초소형 지구국(very small aperture terminal, VSAT)

초소형 지구국을 이용한 위성통신 서비스로 지구국을 손쉽게 이동, 설치 및 철거할 수 있어 기존 통신설비의 파괴로 통신이 불가능한 경우 손쉽게 빠르게 대체 통신망을 구축할 수 있다는 이점이 있다[10]. VSAT 단말에 연결된 감지기를 이용하여 얻은 정보를 중심국에 전송하며 중앙 재난통제본부에 실시간으로 감시대상 상태를 알려줄 수 있다. 이러한 속성으로 인해 무인 자동데이터 수집과 보고가 가능하며, 설치 조작이 쉽고 소형이라 차량 등에 탑재가 용이하다[11].

4) 지구측위시스템(global positioning system, GPS)과

지리정보시스템(geographic information system, GIS)

이용자의 위치, 속도 및 시간측정 서비스를 제공하는 시스템인 GPS와 GPS로부터 수신된 재난을 예방 혹은 발생지역에 대한 정확한 공간정보를 나타내는 GIS를 이용하여 재난방지 및 재난대책 수립에 이용할 수 있는 해당지역에 대한 지리정보를 제공하게 된다. 현재 GPS는 미국의 전 지구 위성 항법 시스템으로, 미국 외의 국가에서는 갈릴레오(유럽), 글로나스(러시아), 베이두(중국)와 같은 시스템을 보유하고 있으며, 일본과 인도에서는 국지적인 자국의 항법 시스템을 보유하고 있는 상황이다[12].

재난통신망의 구성

1. 무선통신체계 구축을 위한 기본구성

기본적으로 휴대국, 이동국, 기지국으로 나눌 수 있다. 휴대국(portable station)은 이동 중 휴대하여 사용할 수 있는 무선국으로, 오랜 시간 사용은 불가능하고 단말기가 소출력이다. 이동국(mobile station)은 차량 전원을 이용하여 작동하며, 대출력의 송신기기를 갖출 수 있고, 운송체 상단 안테나를 설치할 수 있다. 기지국(fixed station)은 시설기관에 장치하는 장비로 대출력을 사용할 수 있으며 원거리 교신이 가능하다.

통화방식의 분류로는 크게 단방향통신(simplex)과 이중통신(duplex)이 있다. 단방향통신은 수신측에서 송신측에 응답할 수 없는 방송이나 감시카메라 같은 것이다. 동시에 송·수신이 가능한 이중통신에는 반이중통신(half-duplex), 전이중통신(full duplex)으로 나뉜다. 반이중통신은 한 쪽이 송신하는 동안 다른 쪽에서 수신하는 통신 방식으로, 송신과 수신을 양쪽 장치에서 할 수 있으나 동시에 할 수는 없다. 휴대용 무선통신기와 인터넷폰이 대표적이다. 두 사람 중 반드시 한 사람만 이야기 할 수 있을 뿐 동시에 말하는 것은 불가능하다. 반이중통신에는 2회선과 4회선이 사용되는데, 4회선의 경우 2개의 2회선이 있는 셈이므로 양쪽 방향으로 동시에 전송이 가능하며 이를 전이중통신이라고 한다. 대표적으로 전화망, 고속데이터 통신 등이 이와 같은 전이중통신을 이용한다.

무선통신체계를 구축하는데 있어서 가장 우선적인 고려사항은 주파수이다. 주파수는 그 대역에 따른 특성변화가 크기 때문이고, 그 다음으로는 안테나 시스템, 지형 및 시설 위치, 무선기기 성능 등이 중요한 고려사항이다. 비상통신 및 응급의료용 주파수는 응급의료정보센터와 의료기관용으로 제공된 응급의료용 5채널(170.74-170.86 MHz), 병원 구급차용으로 사용되는 구급 및 인명안전용 2채널(152.140, 172.080 MHz) 등이 있으나 이동통신서비스의 발달로 현재 국내에서는 거의 사용되지 않고 있다. 그 외에 각종 대역에서 아마추어무선용 비상통신 주파수가 있다[13].

2. 비상무선통신체계의 구성

통신시스템을 구축할 때는 기본적으로 고려해야 할 사항들이 있다. 필요한 전달수단 및 통신설비를 최소화하고, 적절한 이용 등을 규정하는 약관을 제정토록 한다. 가능한 공공서비스 기관을 망라하는 집중화된 응급구조대를 조직 해야 되고, 감청과정을 만들어 통신정책과의 조화평가 및 의료신뢰도를 보장할 수 있도록 해야 한다. 무선대역을 최소화하여 주파수를 지정하고 장비를 배치하며, 구급차 현장출동, 치료지시, 전달매체 간, 의료 및 공공기관 간 그리고 재난구조의 각 활동 별 주파수를 따로 지정해야 한다.

1) 음성 통화망 및 데이터통신망의 구성

평상시는 각 기관별 통신체계를 통합 운용할 수 있는 통제센터를 기지국 형태로 구성하고, 재난 현장에서는 현장 내 구호, 처치, 연락에 사용하도록 단거리 위주의 소형 휴대무선통신망을 구성한다. 원격지에서 정확한 자료를 수합할 수 있도록 별도의 무선 데이터 통신망도 구성해야 하는데 이는 재난 복구에 필요한 인적, 물적 자원을 효율적으로 관리할 수 있으며 피해 집계 등에 많은 도움을 줄 수 있다. 폰패치(phone patch)는 일반 전화선로에 무선기기를 접속할 수 있게 하는 것인데, 이는 일반 전문인과 전문의료진의 조원과 도움이 필요로 할 때 사용할 수 있으나, 우리나라에서는 아직 법적으로 허용되고 있지 않다.

2) 재난 시 비상무선통신 위한 주파수 지정

응급주파수 지정으로 재난대책본부, 재난현장, 현장처치소, 구급차, 의료기관 등과 긴밀한 연락이 가능하여야 한다. 우리나라는 재난구조용의 용도가 아닌 단수 업무의 응급의료용 주파수가 따로 할당되어 있어 재난 시에 필요한 주파수의 설정이 필요하며, 주변 타 업무용 무선기기의 영향을 많이 받는 초단파(VHF; 30-300 MHz) 대역보다는 극초단파(UHF; 300-3,000 MHz [3 GHz]) 대역의 설정이 필요하다[14].

3) 비상발전설비

정전에 대비한 설비가 필요하며, 특히 재난 시 상용전원 사용이

어렵기에 기지국 통신시설에 공급할 비상 발전설비와 휴대국을 위한 비상 충전설비 등을 반드시 갖추어야 하고, 차량 전원을 이용하기 위해 전원안정화장치(uninterruptible power supply, UPS) 등을 갖추어야 한다.

4) 통신을 통한 의료지시체계 구성

응급구조사나 구조요원에게는 무선통신을 이용하여 상황에 알맞은 응급처치나 의학적인 조언이 필요한 경우 언제나 활용이 가능하도록 별도의 의료지시용 무선통신선로가 확보되어 있어야 한다. 의료진 또는 구조요원이 무선통신기기의 운용에 숙달되어 있지 않으면 확보된 채널을 이용해도 의사전달이 제대로 되지 않기 때문에 평상시의 훈련이 가능하여야 하며, 여러 장비의 공급이 가능한 경우에는 최신기술을 이용한 무선팩스 또는 아마추어 텔레비전 등을 이용하여 환자의 현장 진료기록을 즉시 전송할 수 있도록 하여 이송 이후에 적절한 치료를 위한 준비가 될 수 있도록 구성되어야 한다.

응급의료체계통신

일상적 사고에서, 응급구조사들은 환자를 인수하는 의료시설에 환자보고서를 제공한다. 이러한 점에서 응급의료통신이 재난관리 체계 내에서 필요하다. 이는 응급의료체계 내에서 작동되어야 하며, 발생한 환자수, 환자들의 상태, 소아, 임신 등의 특수정보들을 압축된 간단한 방식으로 전송할 수 있어야 한다. 이런 응급의료 통신을 공급하는 정부는 궁극적으로 의료통제팀이 환자의 위치를 파악하고, 이송 우선순위 및 환자의 중증도에 맞는 적절한 치료병원을 결정하기 위해 사용할 수 있도록 의료와 통신이 접목된 시스템과 장비 등을 제공해야 한다. 최근에는 ICT (information and communication technology) 기술을 접목하여 관제시스템이 최단거리 최적의 병원을 자동으로 찾아주고, 즉각 환자 위치를 병원으로 전송할 수 있는 시스템이 설계되어 나오고 있다[15].

결론

향후 우리 사회에 나타날 재난은 사회적으로 투명하고 합리적인 의사 결정구조가 확립된다면 인적 재난은 감소하는 반면 자연재난이나 사회재난이 더욱 빈발할 것으로 예상된다. 이에 적절한 재난통신망을 구축하는 것은 인명과 재산, 사회안전을 지키기 위한 필수적인 요소로 강조된다. 미래의 재난안전 통신망은 다양한 기술의 개별망들이 있는 만큼 국가적 차원에서 기술의 상호연동 및 통신규격의 표준화를 바탕으로 재난 발생시 재난 무선 통합망 구성이 용이하도록 하는 것이 중요하겠다. 국가 재난 통신망의 구축사업을 성공적으로 수행해 나가기 위해서는 3 GPP 주요 표준화 항목의 표준화가 적기 완성될 수 있는 국가적 지원을 아끼지 말아야 하

며, 관련 장비의 적합성 및 인증을 통하여 상호 운영성을 보장하여야 한다. 재난안전통신망의 성공적인 망 구축은 우리나라뿐만 아니라, 타 국가에 파급력을 가질 수 있으며, 전 세계에 걸친 표준으로 확대될 수 있는 기회가 될 것이다.

REFERENCES

1. Kim N, Park SK. Status and prospects of emergency communications network. *Inform Commun Mag* 2014;31:3-11.
2. Hong YS. Status of development of emergency communications network and communication techniques with standardization in overseas. *TTA J* 2010;131:44-50.
3. Kim SW, Lee JK, Lee KH. Case analysis and development trends of emergency communications in overseas. *Inform Commun Mag* 2006;23:23-40.
4. Wireless public safety communications network-planning considerations [Internet]. Cheshire (UK): TETRA Association; c2008 [cited 2015 June 10]. Available from: <http://www.tandcca.com/Library/Documents/Files/Documents/PSnetworkconsiderations2008.pdf/>.
5. Huang JS. Challenges of emergency communication network for disaster response. *Proc IEEE ICCS* 2012;528-32.
6. Dixon J, Politis C, Wijting C. Considerations in the choice of suitable spectrum for mobile communications [Internet]. Zurich (CH): Wireless World Research Forum; c2008 [cited 2015 June 11]. Available from: <http://www.wwrf.ch/files/wwrf/content/files/publications/outlook/Outlook2.pdf/>.
7. Yoon DS, Kang HC. Next generation disaster communication technology for disaster information transmission systems. *JKIIT Summer Conference* 2009;647-52.
8. Kim NK, Oh CK, Kim DJ. Wideband PS-LTE standardization trends. *TTA J* 2014;156:21-6.
9. Gorton WD. A flexible communications system for satellite news gathering. *IEEE Trans Broadcast* 1986;BC-32:116-9.
10. Norman A. VSAT data networks. *Proc IEEE* 1990;78:1267-74.
11. Kang HJ. Next generation disaster integrated wireless communication for public protection disaster management. *JKIIT* 2011;9:187-95.
12. Kovar P, Kacmarik P, Vejrazak F. Interoperable GPS, GLONASS, and Galileo software receiver. *IEEE Aerosp Electron Syst Mag* 2011;26:24-30.
13. Lee HS. Frequency allocation and band suggestion for WBAN. *Inform Commun Mag* 2008;25:6-10.
14. Ahn JH, Lee KS. Future disaster-safety communications. *Microw Appl Lab* 2014;25:13-21.
15. Park JJ, Yoo SK. Ambulance location monitoring system using ICT techniques in emergency. *Inform Commun Mag* 2014;31:3-9.