

통합지휘무선통신 최적 통신시스템 모델

홍완표* · 오갑근**

Ideal Model for Radio communication system against Disasters

Wan-Pyo Hong* · Kab-Kuen Oh**

요약

무선통신 시스템은 재난이 발생할 경우 일원화된 지휘통신체계를 구축할 수 있다. 현재 국내의 재난재해대비 무선통신시스템은 주파수공용통신시스템중 테트라방식으로 구성되어 운용중이다. 주파수공용통신방식의 다양한 특징들로 인하여 재난재해무선통신시스템으로 운용되고 있다. 그러나 재난재해무선통신시스템의 다원화로 인한 네트워크 생존성 유지력을 제고한다는 측면에서 본 연구에서는 Binary-CDMA, HSDPA, WiBro 등의 방식에 대한 도입가능성을 연구하였다. 이 분석을 토대로 최적의 재해재난무선통신시스템에 대하여 제시하였다.

Abstract

Radiocommunication systems is very useful method to configure the unified command communication system in case of the disasters. Currently Korea's radiocommunication network against the disasters is operating with TETRA system. This system is very powerful with multifunction to apply in the disaster situation. However, Korea's disaster radiocommunication system is so important to keep and maintain survivability. Therefore this paper study on the alternate systems to TETRA system.

키워드

TRS, TETRA, 재난재해, CDMA, WiBro

1. 서론

자연재난은 인간의 의지와 관계없이 자연현상에 의해 생기는 것으로만 인식되었으나, 급세기 들어 산업화, 도시화의 진전 등으로 인위적인 재난 요인들이 점차 늘어 나면서 지구의 온난화, 자연환경 파괴 등이 갈수록 심화되고 있으며, 이에 따른 기상이변 등으로 지구촌 곳곳에서 대형 태풍·호우·지진 등이 빈번하게 발생하고 있다.

그 뿐만 아니라 종교·사회·민족적 갈등요인 등이 증폭되어 분쟁·테러·붕괴사고 등에 의한 인위적인 재난도 지속적으로 증가하고 있는 추세이다.

한편 최근의 정보통신기술은 방송·통신·컴퓨터

기술들이 하나의 시스템으로 융합 발전함으로써 세상에서 일어나고 있는 크고 작은 일들을 한눈에 바라볼 수 있게 하고, 원하는 정보를 언제 어디서나 쉽게 얻을 수 있는 디지털 세상(Ubiquitous)의 중심에 있다.

그러나 우리나라의 정부와 공공기관 등은 1900년대 중반 부터 보편적으로 사용되어 온 아날로그 통신망에 의존하여 긴급구조와 응급구조, 치안과 국방, 그리고 지하철 운행 및 교통안전 등의 중요한 업무를 수행하고 있으며, 통합무선통신망 구축사업은 서울 및 5대광역시, 고속도로 구간까지 마친 상태에서 사업을 일시에 중단하고, 타당성재조사를 실시하고 있다.

이와 관련하여 통합무선망사업의 지연이 불가피할

* 한세대 학교 정보통신공학과 교수(wphong@hansei.ac.kr)
접수일자 : 2010. 04. 12

** (주) AND 부사장(okk1234@adeng.com)
심사(수정)일자 : 2010. 05. 27

게재확정일자 : 2010. 06. 14

것으로 예상되므로 현재 국내에서 상용화 또는 개발 중에 있는 HSDPA, WiBro 및 Binary CDMA 등을 TETRA와 비교 분석하여 통합무선통신망의 최적 모델을 제안한다.

방시설의 설치유지 및 안전관리법 시행령」에 의하여 표 2와 같이 전국 7,746개소에 무선통신보조설비²⁾를 설치하여 운영하고 있다.

표 2. 무선통신보조설비 설치 현황³⁾

Table 2. Installing situation of sub radiocommunication systems

구 분	계	건축물	자하가	터 널	지하역사
수 량 (개소)	7,746	7,027	44	294	381

II. 기존 통신망의 한계점 및 유립의 운영사례

1. 시설현황 및 운영실태

우리나라의 기존 무선통신망은 개별법에 의하여 각 기관들이 VHF 또는 UHF대의 전통적(Conventional)인 무선통신망 또는 아날로그방식의 TRS를 설치·운영하고 있다. 다만 경찰청은 통합무선망 구축 기본계획 수립 이전인 2000년부터 서울 및 부산·대전·대구·광주·울산지방경찰청을 대상으로 TETRA방식의 자가무선통신망을 구축하였으며, 인천지방경찰청은 2004년에 서울지방경찰청 TRS와 상호연동 조건으로 사업을 추진하였으나 이를 구현하지 못하여 현재는 자체TRS 통신망으로 운영하고 있는 실정이다.

표 1. 기존 무선통신망 이용기관 현황¹⁾

Table 1. Agencies using existing radiocommunication network

방 식	주파수대	이용기관	단말기 수
Conven-tional	VHF	지방자치단체, 소방, 산림, 철도, 지하철, 고속철도, 항공, 의료, 적십자, 수자원 공사, 도로공사 등	130,904
	UHF	지방자치단체, 소방, 철도, 항공, 중앙 응급 의료기관, 수자원공사, 전기안전공사 등	14,384
A - TRS	UHF	해군, 공군, 서울소방, 한전	9,623
D -TR S	UHF	행정안전부, 경찰, 인천공항, 고속철도, 한전, 도로공사, 가스안전공사, 환경부 등	53,396

또한 빌딩지하 및 터널이나 지하철역사 등 지하밀폐공간 내에서 재난이 발생할 경우에 대비하여 「소

2. 기존 무선통신망 운영상의 문제점

2005. 5월 소방방재청이 용역사업으로 통합무선망 구축 전략(ISP)계획을 수립하는 과정에서 기존 무선통신망 이용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 그 결과 재래식 장비의 노후화(19%)로 인한 기능부족 및 조작불편이 31%, 전용회선 고장(21%) 등으로 인하여 SOP운영이 부적절하였다는 의견이 23%인 것으로 나타났다. 한편 통화품질이 불량한 이유로는 커버리지 협소가 29%, 이로 인한 통화단절이 12%, 아날로그 방식의 낙후된 무선통신장비 사용 및 인접채널간의 간섭 등으로 인한 혼신과 잡음발생이 74%, 기타 장비의 노후화(25%) 등으로 재난대응 상 문제점이 많은 것으로 나타났다.

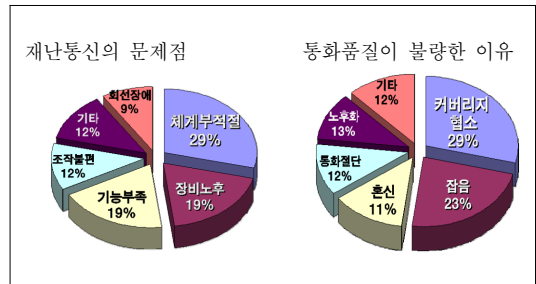


그림 1. 재난통신운영에 대한 설문조사 결과
Fig. 1 Survey result for disaster communication operation.

1) 통합지휘무선통신망구축 기본계획(2003.12, 정보통신부), 첨부자료 재구성
2) 450MHz대의 전파를 송수신할 수 있는 안테나 및 누설동축케이블, 무선중계기 등을 설치하여 지하밀폐공간에서도 통신할 수 있는 무선통신보조설비
3) 소방방재청 조사자료(2008.4) 재구성

3. 기존 무선망에 Gateway를 연결 시의 한계점

기존의 무선통신망은 아날로그 방식의 전통적인 기술을 사용한 UHF 및 VHF 시스템과 380MHz대와 800MHz대의 주파수를 이용하는 아날로그방식과 디지털방식의 TRS를 사용하고 있다.

그러나 이 방식들은 통신망 운영기관 내의 구성원들만이 사용하기 위한 자가 무선통신망으로 각 기관마다 사용하는 주파수와 기술방식이 서로 다르다. 이러한 기술적인 문제를 해소하기 위한 방안의 하나로 각 기관의 망 사이에 연동장치(Gateway)를 설치할 경우에는 제한적으로 그룹통신을 운영할 수는 있으나 다음과 같은 문제점들 때문에 국가적인 재난대응통신망으로 사용하는 데에는 한계가 있을 것으로 보인다.

첫째, 무전기는 전파법⁴⁾에 의하여 무선국개설 허가장에 기재된 지역과 그 기관에 할당된 주파수대역 내에서만 교신(또는 전파발사)이 가능하다. 예를 들면 현행 제도상으로는 소방기관의 무전기가 산림청의 무선채널을 임의적으로 선점하여 사용하는 것이 어렵다.

둘째, 동일지역(하나의 Cell) 내에 있는 기관 간에는 인접채널간의 간섭 등을 피하기 위하여 이격을 둔 주파수대역을 지정하는 것이 원칙이고, 무전기의 채널 수용 능력도 제한적(40MHz 정도)일 뿐만 아니라 하나의 무전기에 타 기관의 무선채널을 공유하도록 허용하는 것도 현행 제도상으로는 불가능하다.

셋째, 설령 무선채널 공유가 가능할 경우에도 하나의 채널이 공유할 수 있는 무전기의 수가 제한적이고, 상대방을 통제할 수 있는 통신기능이 없기 때문에 트래픽 폭주 및 Gateway 등에 병목현상이 발생할 경우 SOP로 이를 통제할 수 있는 방법이 없어 소통능력이 현저히 감소될 수밖에 없다.

넷째, 이러한 문제로 Gateway는 각 기관의 무선통신망이 중복적으로 설치되어 있는 지역과 통화권이 다른 지역에 있는 상대방에 한하여 매우 제한적으로 교신할 수 있다.

다섯째, 기존의 전통적인 무선통신망은 데이터통신이 불가능하고, 보안성이 없어 누구나 주파수만 맞추면 도청이 가능하며, 아날로그 방식의 TRS도 단말기에 등록된 ID와 설정된 그룹만 알면 누구나 도청이 가능하여 보안성이 없고, 이미 시스템이 단종되어 부

품확보나 유지보수도 어려운 실정이다.

4. 기존 무선통신망의 활용방안

위와 같은 문제점 등으로 기존무선망 간에 Gateway를 연결하고, SOP를 개선하여 통합무선망으로 운영한다는 것은 협의적인 측면에서는 가능할 수 있지만 이를 통합무선망의 대체 통신수단으로 활용한다는 것은 어려운 것으로 보인다. 그 뿐만 아니라 우리나라는 물론 전 세계적으로도 방송·통신·가전 등의 IT시스템들이 아날로그에서 디지털 방식으로 전환되어 가고 있으며, 이로 인한 주파수의 회수 및 재배치 등을 통한 경제제도 시행 등 한정된 전파자원을 효율적으로 활용하기 위한 노력들이 가속화되고 있는 추세임을 감안할 때 내구연한이 다된 기존의 아날로그시스템을 단순히 협대역시스템으로 개선하여 사용한다는 것은 기술진화 측면에서도 부합되지 않을 것으로 보인다. 그러나 정보통신기술은 기존의 통신망을 활용하면서 진화해 나아가는 것이 일반적인 현상이므로 기존의 무선통신망은 Gateway 기능을 갖는 무선지령대 등으로 통합무선망과 연결, 활용할 수 있어야 한다.

III. 재난관련 무선통신방식의 기술분석

1. 이동통신기술의 발전 추세

무선통신은 어떤 주파수를 점유하고 있는 단말기에 다른 시스템과 서로 겹친 채널(주파수대)이나 인접해 있는 채널의 전파가 유입될 경우에는 전파간섭 등을 일으켜 교신을 할 수 없고, 단말기가 다른 셀로 이동할 경우에도 상대방과 사전에 약정된 채널로 전환을 하지 못할 경우에는 통신이 불가능하여 단말기의 이동성을 보장할 수가 없게 된다.

이러한 이유로 1970년대 초까지만 해도 대기잡음의 방해가 비교적 적고 광대역 주파수가 요구되는 VHF대나 UHF대의 주파수를 이용하여 PTT(Push-To-Talk) 위주의 전통적(conventional)인 무선통신방식이 주로 사용되었다.

이후 이동통신의 핵심기술인 셀룰러와, 핸드오프(또

4) 전파법 제25조 제2항

는 핸드오버)기술, 그리고 LSI(Large Scale Integration) 및 DSP(Digital Signal Processing)를 기반으로 하는 디지털기술이 등장하면서 언제 어디서 누구나 신속하게 통신할 수 있는 이동통신기술이 보편화되었다.

이동통신의 발전과정을 큰 테두리에서 살펴보면 업무의 동질성을 갖는 구성원간의 지령, 상황전파 등 일대 다수(Point-To-Multi) 통신을 위주로 하는 사설무선통신망(Private Mobil Radio)과 일대일(Point-To-Point)위주의 공중이동통신망(Public Access Mobil Radio)으로 양분되어 발전을 거듭하였으나, 과거의 아날로그 기술이 디지털화 됨으로서 이제는 방송·통신·컴퓨터기술이 밀결합되어 하나의 시스템으로 융합·발전하고 있다.

그리고 디지털방식의 주파수공용통신방식(Trunked Radio System)은 모토로라사 고유의 기술방식인 iDEN, 북미지역 표준인 APCO-25와 국제개방형 유럽 표준방식인 TETRA가 전 세계적으로 확대되고 있으며, 2006년 9월 음성과 함께 고속데이터 통신이 가능한 TETRA Release II가 표준화되어 상용화를 눈앞에 두고 있다. 또한 2001년부터 미국, EU중심으로 4~5MHz의 주파수 대역에서 2~200Mbps까지의 초고속 광대역 멀티미디어통신이 가능한 공공안전 및 재난구조(PPDR)통신망에 대한 표준화를 추진하고 있어, 2010년 이후부터는 재난현장상황을 생생한 영상화면으로 전송할 수 있는 멀티미디어 통신도 가능할 것으로 보인다.

한편 디지털방식의 개인휴대통신은 TDMA와 CDMA 기술을 기반으로 발전을 거듭하면서 주파수 이용효율을 향상시킬 수 있는 디지털변복조기술 등이 개발되어 WCDMA, WiBro, B-CDMA 등 멀티미디어 광대역 서비스 제공이 가능한 신기술들이 상용서비스 또는 실용화단계에 있다.

TRS와 CDMA기술을 근간으로 하는 이동통신기술의 발전추세에 대한 로드 맵을 <그림 2>와 같이 나타내었다.

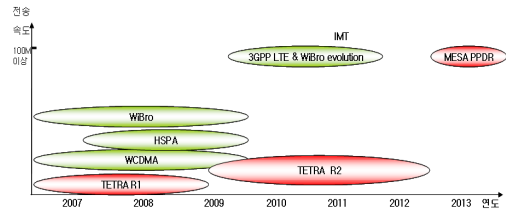


그림 2. 이동통신기술의 발전 추세
Fig. 2 Trends of mobile communication

2. 이동통신 기술동향

2.1. 3세대 이동통신(W-CDMA)

개인휴대이동통신은 아날로그방식을 1세대(1G), 디지털방식의 협대역CDMA를 2세대(2G), 광대역 CDMA 방식을 3세대(3G) 이동통신이라 하고, 유비쿼터스 환경에서 멀티미디어 통신이 가능한 이동통신방식을 4세대(4G) 기술이라고 부른다.

2.1.1. IMT-2000

국제전기통신연합(ITU)은 1978년 미래공중육상이동통신(FPLMTS)이란 과제를 채택하여 세계 어디서나 로밍이 가능한 세계 단일의 이동통신표준을 마련하기 위한 연구를 시작하였으나, 명칭을 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000)으로 변경하여 2000년에 2Mbps급의 고속 데이터통신이 가능한 3세대 이동통신방식을 표준화하였다.

그러나 IMT-2000은 국가간의 이해관계가 첨예하게 대두되어 북미의 동기식 CDMA-2000과 유럽의 비동기식 W-CDMA으로 나누어져 표준화가 완성되었다.

우리나라는 기존의 CDMA방식에 광대역 스프레드 스펙트럼을 적용하여 3세대 이동통신의 중간단계인 동기방식의 CDMA-1X(IS-95C)를 개발하였으며, 이와 함께 1.25MHz 대역 내에서 IS-95C와 서로 공존하면서 하향패킷 데이터 전송에 역점을 둔 1X-EVDO (Evolution Data Optimized)를 개발하였다. 이 방식은 모두 패킷데이터 전송을 위하여 TDM(Time Division Multiplexing)과 CDM(Code Division Multiplexing)을 동시에 사용한다. LGT와 KTF, SKT는 2000년 10월과 2001년 2월에 각각의 서비스를 개시하였다.

2.1.2. 고속 하향패킷 접속(HSDPA)

이후 1998년 말 유럽을 중심으로 3GPP(The 3rd

Generation Partner-ship Project)⁵⁾를 구성하여 비동기방식의 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) 표준화 작업을 착수함에 따라 우리나라는 국제표준에 대한 기술적 우위를 지속적으로 선점하기 위하여 일본에 이어 세 번째로 3GPP의 중요한 회원국이 되었다. 이 방식의 특징은 비동기식 IMT-2000의 진화단계에 위치하는 3.5세대 이동통신방식의 하나로서 기존의 WCDMA와 동일한 주파수 대역을 사용하면서도 CDMA-1X나 1X-EVDO보다 더 빠른 패킷 데이터 서비스를 제공할 수 있다. 즉, WCDMA에 영향을 주지 않는 범위 내에서 각 단말이 하향 파일럿 채널 상황이 가장 양호한 기지국을 선택하고, 적응적인 알고리즘을 사용하여 각 채널의 상황에 가장 적합한 변조방식(QPSK, 8PSK 또는 16QAM) 및 부호화방식(AMC 또는 H-ARQ), 기지국의 송신전력 및 패킷데이터 전송속도 등을 가변적으로 선택할 수 있으며, 하향링크는 최대 14Mbps급, 상향링크는 2Mbps급까지의 고속데이터 전송이 가능하다.

우리나라는 2006년 SKT와 KTF가 각각 수도권지역을 중심으로 동영상서비스 및 초고속 인터넷 서비스 등을 제공하고 있다.

3. 4세대 이동통신

3.1 초고속인터넷(WiBro)

3세대 이동통신기술은 기존의 CDMA 망에서 제공하는 개인과 개인 간(Point-To-Point) 휴대통신 중심(개별 Call)의 서비스에 영상전화 및 고속의 인터넷(Point-To-Muilt point) 등의 서비스를 부가적으로 제공하는 통신망이다. WiBro는 3세대 이동통신보다 한 단계 더 진화된 초고속무선 인터넷 또는 무선 광대역 인터넷(Wireless Broadband Internet)을 줄인 말로서 인터넷 서비스에 음성통신을 부가적으로 제공하며, 외국에서는 Mobile WiMAX로 불린다.

우리나라는 2002년 10월 정보통신부(현 방송통신위원회)가 그동안 가입자 무선(N-WLL)용으로 분배한 2.3GHz 대역의 주파수를 휴대인터넷용으로 재분배함

으로서 한국전자통신연구원과 삼성전자 등이 와이브로 기술표준인 「HPI」 개발에 성공하였으며, 2005년 12월 미국전기전자협회(IEEE)가 이를 국제표준으로 채택하였다.

WiBro는 무선 인터넷망에 이동성을 부여함으로써 그 동안 유선망에서만 제공 가능하였던 초고속 멀티미디어 인터넷 서비스 등을 기존의 3세대 이동통신망에서 보다 더 저렴한 가격으로 언제 어디서나 접속할 수 있다. 이 방식은 광대역무선 랜의 모델 표준인 OFDMA 기술과 고속의 핸드오버 기술 등을 적용하여 개발된 국내 기술로서 시속 60km의 속도로 이동 중일 경우에도 초고속인터넷 서비스와 부가적인 음성 서비스를 단절 없이 연속적으로 제공하고 있으며, 향후 시속 120km까지의 서비스 제공을 목표로 기술개발 및 마케팅 등에 주력하고 있어 차세대(4세대) 이동통신기술을 선도해 나아갈 것으로 주목받고 있다.

KTF와 SKT는 2006년 6월 세계 최초로 서울 일부 지역에 상용서비스를 개시하여 2008년 10월 현재 서울 및 수도권 19개 지역으로 서비스를 확대하였다.

지금까지 설명한 휴대이동통신방식의 특성을 비교하면 표3과 같다.

표 3. 휴대인터넷과 관련서비스간의 특성 비교
Table 3. Characteristic of WiBro and related services

구분	동기식 2G		동기식 3G		비동기 3G		WiBro	
	IS-95A	IS-95B	CDMA-1x	EV-DO	W-CDMA	HSDPA		
주파수 (Hz)	SKT	800MHz				2.0GHz	2.0GHz	KT 2.3GHz SKT 2.3GHz
	KTF	-	1.8GHz		2.0GHz	2.0GHz		
	LGT	1.8GHz		-	-	-		
속도 (bps) (기지국)	상향	14.4K	64K	153.6K	153.6K	2M	2M	5.5M
	하향	14.4K	64K	153.6K	2.4M	2M	14M	20M
이동성	250Km/h						60Km/h 이상	
차별화 서비스	SMS		VoD, MMS	VoD, MMS (속도개선)	화상전화(QoS 보장)	저렴한 무선인터넷		

5) 3GPP(The 3rd Generation Partner-ship Project) : IMT-2000 서비스의 하나인 광대역부호분할다중접속(WCDMA)에 대한 문제를 상호 조정하는 국제협력기구, 1998년 유럽을 중심으로 ABRI, ATIS, TTA, TCC등 표준화기구들과 관련기업들이 회원으로참여하고 있다.(http://www.3gpp.org)

3.2. B-CDMA(Binary - CDMA)

B-CDMA는 한국전자부품연구원(KETI)이 개인휴대통신망의 기반기술인 CDMA와 TDMA기술 등의 장점을 활용하여 세계 최초로 개발한 근거리무선 랜 기술 중의 하나로서 2005년 9월 국제표준화기구(ISO)에서 산업용 무선네트워크분야의 국제표준으로 채택하였다.

또한 한국전자부품연구원은 기존의 TETRA Release I에서 제공하지 못하는 동영상 서비스 개발 등을 위하여 지식경제부(구 산업자원부)에 「u-사회안전 통합시스템 개발」이라는 과제를 신청하여 실용화 과제로 선정되었으며, 2008년부터 2011년까지 4년 동안 510억 원을 들여 시스템을 개발하고, WiBro 망을 사용하여 원거리 통신도 가능하도록 개발할 예정이다.

표 4. u- 사회 안전통합시스템 개발 목표⁶⁾
Table 4. Development target of U-social safety unify system

부 문	개 발 목 표
지휘통신	다양한 현장정보를 컨트롤하는 중앙관제시스템
기존망 연동	기존 TETRA와의 연동시스템
단말기	무전, PDA, 초회단말기, GPS기능이 통합된 컨버전스
보 안	무선통신망에 대한 국가인증 무선통신시스템

B-CDMA의 기본원리는 그림. 3에서와 같이 기존의 DS/CDMA에 의해 발생하는 다양한 레벨 값을 갖는 아나로그 신호의 크기를 이진화(Binary)하여 시분할다중접속(TDMA)하는 방식이며, TDMA RF 모듈을 이용하여 CDMA 신호를 전송할 수 있어 신호처리 과정을 단순화할 수 있고, 전송계의 선형성도 요구되지 않아 전체적인 시스템 구조를 간단하게 구성할 수 있으며, 장치의 저전력화 및 소형화, 저렴화가 가능하다는 장점이 있다.

또한 기존의 공중 무선 랜(WLAN)이나 블루투스(Blue tooth)에 비하여 잡음에 강하기 때문에 다양한

멀티미디어 정보를 TDMA방식으로 접속할 경우에도 초고속으로 전송이 가능하고, 전파환경에 따라 6/12/22/33/44 /55Mbps까지의 다양한 데이터 통신속도에 적용할 수 있다. ISM밴드를 이용하여 기지국 없이 최대 500m까지 데이터 전송이 가능하다. 그리고 100m 이내의 근거리에서는 80km/h의 이동통신환경에서도 고품질의 영상과 음성의 송수신이 가능하며, WiBro망과 인터페이스를 할 경우에는 원거리전송도 가능하다.

특히 이 방식은 전파환경이나 정보량에 따라 저속모드와 고속모드로 분리하여 운영하는 것이 용이하여 고품질의 영상신호전송은 물론 저속의 가전제품, 원격검침 등 다양한 분야에 폭넓게 응용할 수 있을 것으로 주목받고 있다.

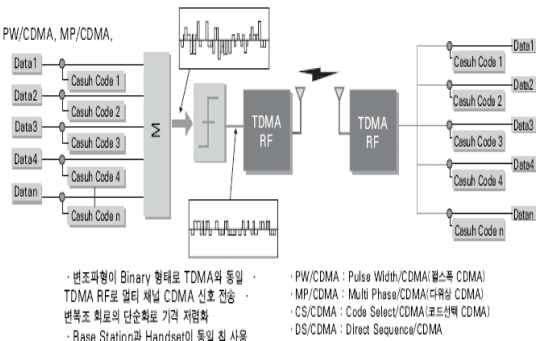


그림 3. B - CDMA의 기본원리
Fig. 3 Basic concept of B-CDMA

4. TETRA

TETRA는 기존 TETRA I의 서비스를 그대로 수용하면서 패킷데이터의 전송능력을 향상시키기 위한 TAPS (TETRA Advanced Packet Service)에 대한 표준화작업을 시작으로 출발하여 2006년 9월 TEDS (TETRA Enhanced Data Service)에 대한 TETRA Release II의 표준문서가 최초로 발행⁷⁾되었다.

TETRA Release I은 25KHz의 주파수대역에서 음성통신과 19.2Kbps 이하의 제한된 데이터 서비스 및 단말기 위치정보 서비스 등을 제공하는 반면에 TETRA Release II의 TEDS는 기존의 TETRA Release I이 제공하지 못하는 고속의 패킷데이터 및 동

6) 출처 : u-사회안전통합시스템 개발제안서(2008.3, 한국전자부품연구원) 주요내용 발췌

7) ETSI EN 300 392-2 V3.1.1, ETSI EN 300 392-2 V3.2.1

영상 등 멀티미디어 신호전송이 가능한 차세대 TRS 방식이다. 이 방식은 적응적인 알고리즘을 사용하여 25KHz대역 마다 2.7KHz의 간격을 갖는 8개의 부반송파(Sub-carrier)로 나누어 QAM변조를 한다. 즉 25KHz, 50KHz, 100KHz 또는 150KHz의 반송파에 대하여 8, 16, 32 또는 48개의 부반송파를 갖게 된다.

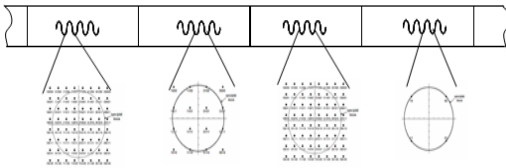


그림 4. TEDS의 Time Slot별 적응변조
Fig. 4 Adapt modulation of TEDS

5. 이동통신방식의 기술특성 비교

TETRA Release I 과 II 의 서비스 특성 및 광대역 이동통신망(WCDMA)과 초고속 인터넷(WiBro), 근거리 광대역무선 랜 중의 하나인 B-CDMA의 일반적인 특성을 비교하면 표 5와 같다.

표 5. W- CDMA와 WiBro, B-CDMA의 일반적 특성
Table 5. General characteristic of W-CDMA, WiBRO and B-CDMA

구분	WCDMA(상용망)	WiBro(상용망)	B-CDMA(제한)
셀반경	수십km, 4km(R5)	1km~1.5km	100~500m
주파수 대역	2.0GHz	2.3GHz	ISM Band
서비스	데이터 서비스	멀티미디어 서비스	멀티미디어 서비스
전송 속도	WCDMA : 2Mbps HSDPA : 상향2Mbps, 하향14Mbps	하향 20Mbps 상향 5.5Mbps	55Mbps
무선접속 방식	CDMA, OFDM(R7)	OFDMA	T D M A, OFDMA
보안성	우수	개발 중	개발 중
이동성	250km/h	120km/h	60km/h

TETRA Release I 과 II 의 서비스 특성상의 차이점은 TETRA Release I 은 19.2 kbps 이하의 저속데이터만 전송할 수 있지만 TETRA Release II에서는 500kbps급 이상의 동영상신호 전송이 가능하고, 커버

리지의 특성은 그림. 5와 같다.

표 6. TETRA 서비스 특성 비교
Table 6. Characteristics of TETRAs

구 분	TETRA I				TETRA II
	회선 데이터	단문 데이터	단일슬롯 패킷	멀티슬롯 패킷	TEDS
데이터베이스 검색	△	○	○	○	○
단말기 위치 추적	×	○	○	○	○
E-mail 전송	△	×	○	○	○
스틸이미지 등 파일전송	△	×	×	○	○
스트리밍 동영상	×	×	×	×	○

※ 범례 : ○ 지원, △ 지원가능, × 지원불가

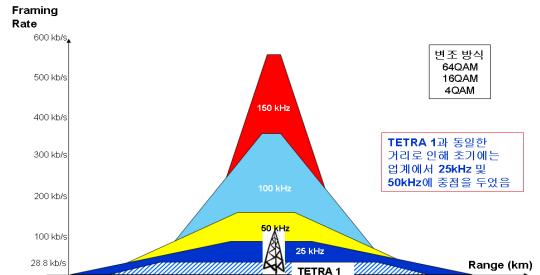


그림 5. TETRA Release I 과 II 의 커버리지 특성
Fig. 5 Coverage of TETRA Release I and II

IV. 재해재난무선통신 기술방식의 최적 모델

1. 자가무선통신망과 공중이동통신망의 상관관계

전기통신기본법상의 전기통신설비는 사업자용설비와 자가통신설비로 구분한다. 이 중 사업자용 통신설비는 사업자가 보편적인 전기통신 역무를 누구에게나 공평하게 제공하고, 합리적으로 결정된 이용요금을 징수하여 사업을 영위할 목적으로 설치하는 공중통신망의 통신설비를 말 한다.

자가전기통신설비는 특정인이 자신의 구성원들 간에 사용할 목적으로 설치하는 통신설비로서 타인에게 이를 매개하거나 목적 외의 용도로 사용하는 것을 금지하고 있다.

다만 표 7의 경우에 한하여 이를 제한적으로 허용하고 있다.

표 7. 자가통신설비의 목적외 사용 범위
Table 7. limits of out-of-using of self-install communication system

목적 외의 사용 범위	사용대상 통신설비(통신망)	비고
치안유지나 긴급구조를 위하여 사용하게 하는 경우	지하 복합통신설비 등	기본법 제21조 제1항 제1호
업무상 특수한 관계에 있는 자 간에 사용하는 경우	행정전화망 등	고시 제2008-62호
응급구조 등 공공복리 증진을 위하여 다른 시설자의 무선통신설비에 접속·사용하는 경우	119소방·129응급환자통신망 및 통합지휘무선통신망	전과법시행령 제50조 및 고시 제2008-31호

따라서 통합무선망을 구축하기 위해서는 자가통신설비와 사업자용 통신설비간의 상관관계를 먼저 살펴보고, 법·제도 운영 측면에서의 제약사항은 없는지를 분석해 볼 필요가 있다. 이를 정리하면 표 8과 같다.

표 8. 자가통신설비와 사업자용 통신설비의 상관관계
Table 8. Interrelation between self-installed network system and public network system

구분	자가 통신설비		사업자용 통신(공중통신)설비	
	기존무선통신망	통합무선통신망	개인휴대통신망	무선인터넷
목적	기관 내의 구성원만 사용	재난발생 시 기관 간 공동사용	이동전화 서비스	이동데이터 서비스
이용대상	기관 내의 구성원	재난관리책임·긴급구조·지원기관	누구나	누구나
통신망 이용제한	가능	가능	불가능	불가능
통신방법	일 대 다자	일 대 일 및 일 대 다자	일 대 일	일 대 다자
제공 서비스	음성	음성, 데이터	음성위주, 인터넷 부가	인터넷 위주, 음성부가
서비스권역	제한된 지역 내	전국	전국	수도권 19개 지역
타 설비 접속	제한	제한	가능	가능

최근의 정보통신기술은 방송·통신·컴퓨터의 기술이 하나로 융합된 디지털시스템으로 발전되어 가고 있는 추세이기는 하지만, 위에서 살펴본 것과 같이 현행 제도상에서의 사업자용 무선통신망은 통신설비의 사용목적과 제공서비스의 범위에 따라 사업영역이 다르다는 점을 알 수 있다. 그러므로 공중이동통신망에 부가적인 설비를 접속하여 통합무선망의 대체수단으로 사용할 경우에는 다음과 같은 법·제도운영상의 제약사항이 따를 수 있다. 첫째, 공중통신망은 특정지역에 대형재난 등이 발생하여 트래픽이 폭주할 경우 긴급구조나 응급구조 등을 이유로 일반가입자의 통신망이용을 제한하게 하거나 시스템적으로 이를 통제하는 것이 제도적으로는 물론 기술적으로도 해결하기가 어렵다⁹⁾. 둘째, 무선인터넷은 데이터통신망으로서 음성통신은 부가서비스로만 제공할 수 있다. 그러므로 일제지령 등 다양한 재난대응 통신기능을 제공하기 위해서는 번호체계 등 새로운 제도마련이 필요하고, 이 제도개선은 전기통신기본법상 누구에게나 보편적인 서비스로 제공할 수 있을 때에만 가능하다.

셋째, 개인휴대통신에서의 일대 다자간 지령통신은 호 접속 시간이 길어 실효성이 없고, 이를 데이터통신기능으로 구현할 경우에는 제도개선이 필요하다.

넷째, 사업자용 통신망은 공익성도 중요하지만 수익성이 창출될 수 있어야만 새로운 서비스 제공이 가능하다¹⁰⁾.

그러나 인터넷은 일대 다자간에 다양한 방송형태(또는 IP통신)의 서비스를 제공할 목적으로 운영하는 통신망이기 때문에 이용요금도 비교적 저렴하다. 그러나 이 서비스를 택시, 운송, 물류, 택배, 기업 등으로 확대할 경우 사업자간의 서비스영역 침해 등에 대한 이해관계가 첨예하여 제도개선이 쉽지 않을 것으로 예상된다. 따라서, 공중이동통신망에 부가기능을 개발하여 통합무선망의 대체수단으로 사용한다는 것은 제도적으로도 어려움이 따를 것으로 보인다.

8) 전기통신기본법 제2조(정의) 및 제21조(목적 외의 사용제한)참조

9) 1986년 2월 21일 중국의 진보층 대위가 조종한 미그 21기가 우리나라에 불시착했을 때 민방공 실제 경계경보가 발령되어 수도권 일대의 사이렌이 14분간 울렸다. 이때 광화문·을지·중앙·혜화·영동전화국 등의 트래픽이 일시에 폭주하여 20여 분간 불통되었으며, 광화문전화국은 전자교환기가 다운되어 이 일대에 집중된 정부기관의 업무가 마비되었다. 정부는 이를 계기로 정부기관만이 사용할 수 있는 행정전화망을 설치하게 되었다.(1986. 2. 22, 동아일보 6면, 경향신문 11면 등의 언론보도 내용 및 한국전기통신공사 후속 조치자료 등 참조)

2. 재난대응측면에서의 기술방식 비교 분석

B-CDMA와 WiBro간을 연계하여 운영 할 예정인 u-사회 안전통합시스템과 TETRA방식 및 WCDMA를 재난관리측면에서 비교하면 표 9와 같다.

표 9. 재난대응측면에서의 통신방식 비교
Table 9. Comparison of each applicable system

구 분	TETRA I	TETRA II	WCDMA	Wibro + B-CDMA
우선순위통화	○	○	×	△
호 접속시간	500ms이하	500ms이하	수 초 이내	수 초 이내
그룹설정방식	○	○	×	△
동적 그룹핑	○	○	×	△
비상통화	○	○	×	△
주변음 청취	○	○	×	△
단말기간 직접통화	○	○	×	△
햏마이크	○	○	○	△
단말기위치확인	○	○	○	△
기지국일제방송	○	○	○	○
서비스커버리지	수 십 km	수 km ~ 수 십 km	4km(R5), 수 km	1km ~ 1.5km
이동성	300km/h	300km/h	250km/h	60km/h
고속데이터전송	×	○	○	○
단문메세지	○	○	○	○
상태메세지	○	○	○	△
로밍	○	○	○	○
보안성	○	○	○	△
이동기지국운영	○	○	○	△
기지국단독운영	○	○	×	△
백업망 운영	○	○	○	○

※ 범례 : ○ 가능 △ 불투명 × 불가능

3. 재해재난 무선망 기술방식에 대한 최적모델 권고

정보통신 기술진화 측면과 재난대응 측면 그리고 고법제도 측면 등을 종합적으로 분석한 결과 현 시점에서는 통합무선망의 기술방식으로는 TETRA Release I이나 WCDMA 및 u-사회 안전시스템 보다는

TETRA Release II가 최적의 모델이 될 수 있는 것으로 분석되었다.

그러나 이 방식도 TETRA Release I 과 마찬가지로 아직까지 표준화된 ISI 제공이 불가능하여 여전히 특정업체의 독점 및 기술중속이 불가피할 것으로 예상됨으로 이에 대한 대책이 마련되어야 할 것으로 보인다.

V. 결 론

국가 통합무선망은 초기투자비용이 많이 들기 때문에 기존의 무선통신망을 신·증설하지 않고 그대로 사용하는 것으로 비교한다면 경제성을 찾을 수가 없을 것으로 보인다. 그러나 기존의 장비들도 수명이 다하는 시점에서는 교체가 필요하므로 현재와 같이 개별망으로 통신망을 구축할 경우에는 예산의 중복투자 및 주파수 이용효율성 등이 저하될 수 밖에 없다.

또한, 그동안 광대역의 주파수가 요구되었던 아나로그방식의 방송과 통신기술들이 LSI 및 DSP 등을 기반으로하는 디지털시스템으로 융합·발전해 나아가고 있는 기술발전 추세와 전 세계적인 재난발생추이 및 선진국의 통합무선망 구축 사례 등을 볼 때 우리나라도 소중한 국민의 생명과 재산피해를 최소화하기 위해서는 국가적인 통합무선망은 반드시 필요할 것으로 보이며, 사업이 재개될 경우에는 TETRA Release II로의 전환 방안도 함께 검토해 볼 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] 이윤경, 김광호, 김철성, 정재하, 2006, 『미래 방송서비스를 위한 주파수확보 방안 연구』
- [2] 한국전파진흥협회, 2004, 『한국주파수회수/재배치방안에 관한 연구』
- [3] 한인숙, “사용자 중심의 차세대 이동통신(4G) 발전방향” (전남대학교산업대학원, 2004)
- [4] 최호규, “IMT-2000 고속패킷데이터 전송시스템 (1xEV-DV, HSDPA)”

10) 2004년 초 당시 미국 최대의 이동통신사업자인 Verizon이 CDMA- PTT서비스를 개시하였으나 불과 몇 개월 만에 신규서비스 가입자 모집을 중단하였다. 그 이유는 그룹호출에만 6~7초 정도 기다려야 한다는 고객들의 불만과 고객들이 그룹통화를 선호할 경우 수익이 감소한다는 내부적인 문제 때문이었다. 우리나라도 2004년 말 이동통신 3사가 CDMA-PTT를 검토하였으나 내부사정으로 서비스 런칭을 향후로 연기하였다.(인터넷백과사전, CDMA PTT와 TRS PTT, wonyseogy 2005. 10.12, 검색), 따라서 공중통신망은 비록 서비스 개발이 가능할 지라도 수익성이 없으면 상용화를 서두르지 않는 것이 일반적인 현상이다.

- [5] 산업자원부·경찰청, “대형 국가연구개발 실용화사업 신청서”, u-사회안전통합시스템 개발. 2007. 5. 14
- [6] 소방방재청 통합망사업단, “통합무선망단말기 사용자설문조사결과(유형별)” 2007. 12
- [7] 정보통신부, 주파수정책팀, “세계 각국의 이동통신주파수 이용현황”, 2006. 4
- [8] TETRA MoU, <http://www.tetramou.com>
- [9] <http://www.tetra-association.com/tetramou.sapx>

저자 소개



홍완표(Wan-pyo Hong)

1991. 2: 서울산업대학교 전자공학과(공학사)
 1993.08: 연세대학교 공학대학원전자공학전공(공학석사)

1999.08: 광운대학교 전자공학과(공학 박사)
 1984.08 ~ 1997.11: 정보통신부 신청, 본부
 1987.08 ~ 1989.08: BTMC Defence and Aerospace Dept.
 1997.11 ~ 1999.11 : 삼성전자(주) 정보통신총괄
 1999.11 ~ 2001.02 : 광운대학교 연구전담교수
 2000.01 ~ 2002.01 : 한국정보통신기술사협회장
 2002.02 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 교수
 ※ 주 관심분야 : 위성통신방송, 정보통신정책, 유시티 엔지니어링



오갑근(Kab-Kuen Oh)

1993 . 2 : 서울산업대학교 전자공학과 (공학사)
 2009. 2 : 한세대학교 대학원 (공학석사)

1993. 4 : 정보통신기술사
 1969. 1 ~ 1979. 7 : 정보통신부 경기체신청
 1979. 7 ~ 1993. 7 : 동아건설(리야드 지점), 한아통신(설계부장), 성미전자(기획부장)
 1993. 6 ~ 1995. 9 : 기술사사무소 월드콤(대표)
 1995. 10 ~ 2004. 5 : 행정자치부(서기관)
 2004. 6 ~ 2008. 11 : 소방방재청(부이사관)
 2009. 5. 현재 : 에이앤디엔지니어링(주) 부사장
 ※ 주관심분야 : 재난통신, 정보통신정책, u- City