



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

이동통신망을 이용한 재난정보
전송기법에 관한 연구

濟州大學校 大學院

에너지응용시스템學部 電子工學專攻

張 熙 東

2015 年 2 月

이동통신망을 이용한 재난정보 전송기법에 관한 연구

指導教授 金 敬 植

張 熙 東

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2014 年 12 月

張熙東의 工學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 金 慶 淵 印

委 員 金 敬 植 印

委 員 都 良 會 印

濟州大學校 大學院

2014 年 12 月

A study on transmission scheme for disaster information
utilizing mobile communication network

Hee-Dong Chang

(Supervised by professor Kyung-Sik Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master of Engineering

2014 . 12 .

This thesis has been examined and approved.

Thesis director, Kyung-Youn Kim, Prof. of Electronic Eng.

Thesis director, Kyung-Sik Kim, Prof. of Electronic Eng.

Thesis director, Yang-Hoi Doh, Prof. of Electronic Eng.

December 2014

Faculty of Applied Energy System
Major of Electronic Engineering
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

LIST OF FIGURES	1
LIST OF TABLES	2
ABBREVIATION	3
ABSTRACT	4
I. 서 론	5
II. 관련연구	8
1. 재난경보시스템	9
1) 재난경보시스템의 개요	9
2) TV 재난경보방송시스템	10
3) RDS 재난경보방송시스템	11
4) CBS 휴대폰 긴급재난 문자방송서비스	11
5) 자동음성통보시스템	12
6) 자동우량경보시스템	14
7) 재난문자전광판	15
8) 지상파 DMB 자동재난경보방송	15
9) 미국 FCC와 FEMA의 PLAN	17
10) 미국 필라델피아 ReadyNotify PA	17
III. 재난경보전송방법 설계	18
1. 재난경보 전송시스템 동작원리	18
1) 재난경보 전송시스템 동작개요	18
2) 재난경보 전송시스템 동작원리	19
3) 통신방식에 따른 정보처리 원리	20
4) 호처리과정	21
2. 재난경보시스템 전송기법설계	22

1) Direct Call 전송기법	23
2) TTS Converting Transmission 전송기법	24
3) TTS Converting a Received Packet 전송기법	25
4) 프로토타입 구현	26
IV. 실험 및 고찰	28
1. 실험목표	28
2. 실험환경 구축	28
3. 실험수행 및 결과 검증	30
1) Direct Call 통계적 검정	31
2) TTS Converting Transmission 통계적 검정	32
3) TTS Converting a Received Packet 통계적 검정	34
4) 전체 데이터 비교	35
4. 고찰	36
V. 결 론	37
참 고 문 헌	38

LIST OF FIGURES

그림 2.1. 이동통신망을 이용한 기상관측 수집사례	8
그림 2.2. 재난정보 시행주체별 전달체계	9
그림 2.3. CBS 시스템 전달체계	12
그림 2.4. DMB EWS와 이동통신망 기반 재난정보시스템	13
그림 2.5. 제주특별자치도 자동음성통보시스템 구축 및 연계사례	14
그림 2.6. 자동우량경보시스템	14
그림 2.7. 스마트폰 기반 재난 문자전광판 시스템 사례	15
그림 2.8 지상파 DMB 전송계층	16
그림 3.1 재난정보시스템 운영개요	19
그림 3.2. 재난정보시스템 전송기법	19
그림 3.3. 음성 및 메시지 패킷구조 예시	21
그림 3.4. 발신호 상태 천이과정	21
그림 3.5. 착신호 상태 천이과정	22
그림 3.6. WCDMA 기본호 처리과정 예시	23
그림 3.7. Direct Call 수행방법	23
그림 3.8. Direct Call 전송기법 처리절차	23
그림 3.9. TTS Converting Transmission 수행방법	24
그림 3.10. TTS Converting Transmission 전송기법 처리절차	25
그림 3.11. TTS Converting a Received Packet 수행방법	25
그림 3.12. TTS Converting a Received Packet 전송기법 처리절차	26
그림 3.13. 재난정보시스템 프로토타입 설계도	27
그림 4.1. DAS-CT	29
그림 4.2. 전송시간 실험 측정구간	30
그림 4.3. 실험 1 쌍체 T 결과 상자값	32
그림 4.4. 전체데이터 등분산 검정 비교구간	35

LIST OF TABLE

표 2.1. 재난경보음	9
표 2.2. TV 자동경보방송 제어코드 및 내용 문자 전송 순서	10
표 2.3. RDS 제어코드 및 문자전송형식	11
표 2.4. DMB 재난경보방송 재난메시지 구조	16
표 3.1. 프로토콜 구성형태	24
표 4.1. 실험장비 주요사양	29
표 4.2. 모뎀사양	29
표 4.3. 실험별 전송시간	31
표 4.4. Direct Call 검정결과(2G , 3G 전송시간 비교)	32
표 4.5. 2G_1, 3G_1 차이 값 변환	33
표 4.6. TTS Converting Transmission 검정결과(2G , 3G 시간 비교)	33
표 4.7. 2G_2, 3G_2 차이 값 변환	34
표 4.8. TTS Converting a Received Packet 검정결과(2G , 3G 시간 비교)	35
표 4.9. 전체 데이터 등분산 검정결과	35
표 4.10. 실험별 데이터 요약	36

ABBREVIATION

ANSI	:	American National Standards Institute
BSAC	:	Bit Sliced Arithmetic Coding
BSP	:	Base Station Processor
CBS	:	Cell Broadcasting Service
CDMA	:	Code Division Multiple Access
CID	:	Caller Identification
DTMF	:	Dual Tone Multi-Frequency
EWS	:	Emergency Warning System
FCC	:	Federal Communications Commission
FEMA	:	Federal Emergency Management Agency
FIC	:	Fast Information Channel
HLR	:	Home Location Register
M2M	:	Machine to Machine
MCI	:	Multiplex Configuration Information
MPEG	:	Moving Picture Expert Group
MS	:	Mobile Station
NDMS	:	National Disaster Management System
OTA	:	Over The Air
PLAN	:	Personal Localized Alerting Network
PS-LTE	:	Public Safety- Long Term Evolution
PSTN	:	Public Switched Telephone Network
RDS	:	Radio Data System
RN	:	Received Frame Number
SN	:	Start Number(Unack Frame Number)
T-DMB	:	Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting
TN	:	Transmitter(send) Frame Number
TTS	:	Text to Speech
VHF	:	Very High Frequency
WCDMA	:	Wideband Code Division Multiple Access

ABSTRACT

This study analyzes the relevance of the mobile communication network frequently used disaster alert devices. Recently, types of emergency equipment are being diversified according to the types of disasters and the transfer devices can do multiple transfer its information with the advancement of broadcast and communication technologies. The main subject of establishing the system can select broadcasting equipment and transmission media according to the type and spot of the disaster information broadcasts.

Natural disasters such as heavy rain, storms, and snowfall based on pre-observed information are broadcasted, which helps predict disaster-response times to assure the safety of citizens. But natural disasters such as earthquakes can only be observed by special equipment. It raises a question if information on direct seismic waves except for the tsunami disaster can be transferred to an alert system. This is because the time which is in connection with the arrival time information corresponding to the seismic intensity of an earthquake and its location as well as the time transmitted to the respective alarm devices varies.

To address these issues, this study cross-compared to the transmission time based on the widely-used communications method of a disaster warning system. Also, the study identified that the location of the TTS engine determine different information transmission and seeks to provide solution for improvement.

I. 서 론

최근 기후변화로 인한 자연재난과 산업시설 문제로 인한 인적재난이 커다란 사회적 반향을 일으키고 있다. 지구온난화에 따른 슈퍼태풍의 발생빈도가 잦고 국지성 기상이변으로 인한 집중호우와 그에 따른 침수 등의 2차 피해는 최근 들어 더더욱 심각성이 대두되고 있다. 사전에 기상관측을 통해 재난대비 예·경보를 통해 재난대응을 수행하고 있지만 돌발적인 재난상황인 지진, 화산폭발 등의 자연재해와 산업재해에 대한 즉각적인 조기 경보체계는 현재 미흡하며 이에 대한 대응태세 연구가 필요한 시점이다[1].

김우용[2]은 M2M(Machine to Machine)기술을 활용한 이동통신망기반의 사물통신 서비스 현황 및 이슈를 제기하면서 기존의 유선 전용선을 통한 감시체계에서 Wireless 이점을 제시하고 방재분야에 활용 시 우수성과 효율성을 제시하였다. 이는 M2M의 대표적인 기술 특징인 무인, 원격기술의 장점을 활용하여 재난 등 위험한 상황에서 운용되는 재난경보시스템 활용가치가 높다. 한영미 외[3]는 미국 연방통신위원회(FCC : Federal Communications Commission)와 연방재난청(FEMA : Federal Emergency Management Agency)에서는 2011년 5월 새로운 대국민 경보시스템인 PLAN(Personal Localized Alerting Network)을 구현하여 긴급 경보 방송 시에 휴대폰에 경고 메시지를 전송하는 서비스를 시행하고 있다. 또한 미국의 필라델피아 시의 'ReadyNotifyPA'는 기상재해 발생 시나 심각한 테러 발생 시 정부 및 비상관리기관 등 1차 대응기관에서 시민들의 휴대전화, 무선호출기, 스마트폰 등에 비상경보, 공지, 속보 등을 전송하기 위한 비상통신 시스템을 구축하여 2008년 4월부터 서비스를 개시하였다[4]. 앞의 연구들은 재난경보 시에 이동통신망을 활용, 재난 대응 역량을 높이기 위한 다양한 기술을 활용하여 재난 대응 역량을 높이고 있다. 하지만 국내에서는 최신기술을 활용하여 재난정보를 전달하는데 있어 기술의 고도화에 따른 다양한 관점에서의 사례 및 문제점에 관한 분석과 노력을 하고 이용자의 개인적 혜택을 받는

서비스 측면을 강조하고 있다. 그리고 기존에 전국에 많이 설치된 이동통신망 기반의 재난경보시스템의 전송방식별 성능분석과 그에 따른 성능향상의 중요성에 대한 부분은 고려하고 있지 않다. 최근 미국 UC 버클리대학교에서는 지진발생 10초전에 예측할 수 있는 기술이 개발되어 2014년 8월 24일 미국캘리포니아 북부 샌프란시스코 인근에서 발생한 규모 6.0의 지진에 대한 사전경보가 발령됐다고 LA타임즈가 보도했다[5]. 국내 지진조기경보 관측기술은 선진국과의 격차가 심하여 2015년에 50초 이내, 2020년에는 10초 이내 지진조기 경보시스템구축을 목표로 연구개발 중이다[6]. 이러한 관측 기술의 발달로 인한 선제적 재난 예방기술을 토대로 M2M기술을 이용한 재난경보시스템과의 연계방안을 고려한다면, 관측정보와 재난예경보시스템의 효과적 연동이 됐을 시에 전국에 설치되고 있는 이동통신망을 활용한 재난경보시스템은 그 이용 효율이 증대될 것이다. 따라서 현재 운용되고 있는 기존의 재난경보시스템을 분석하고 이동통신망 기반의 재난정보 전송방식에 대한 성능분석과 성능향상으로 인한 전송시간 단축 시 조기경보체계를 확산이 가능하기에 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 논문은 이동통신망을 이용한 재난경보시스템의 성능을 분석하고 성능 향상을 위해 상황별 재난 전송기법을 설계하고 그 결과를 제시하였다. 현재 국내 재난경보시스템에 주로 사용하고 있는 2G, 3G방식의 이동통신망을 연구대상 전송방식으로 설정하였다. 또한 재난전송기법에 관해 운용자와 장비 간 음성통화 방식에 의한 일대일 직접경보방송을 하는 Direct Call 방식과 재난정보 데이터를 이동통신사 서버에서 음성으로 변화 장비로 전송하는 방식인 TTS Converting Transmission 방식, 그리고 재난정보를 이동통신망을 거쳐 직접 장비에서 음성으로 변환, 경보방송을 수행하는 TTS Converting a Received Packet 방식에 따른 전송기법에 대해 제시하였다.

전송기법에 따른 전송시간의 측정을 위해 각 실험에 대한 측정구간을 정의하였고 실험별 측정방식에 의한 반복실험을 통해 데이터를 추출하였다. 이를 통해 측정된 데이터를 기반으로 데이터 유형에 따른 통계검증방식을 채택하여 전송시간의 유의차를 검증하였다. 또한 전송기법에 따른 데이터 처리결과 성능향상

전송기법을 제시하였다.

본 논문은 II장에서 재난경보시스템의 시스템별 구성 및 전송방식에 대해 언급하였고, III장에서는 이동통신망 전송방식인 2G, 3G 상황에서의 재난 전송기법에 관한 설계를 제시하였다. IV장에서는 각 상황별 전송기법에 따른 측정구간을 설정, 실험을 수행하여 처리결과 데이터를 통계적으로 검증을 수행하고 결과검토를 하였으며 V장에서는 평가결과에 따른 본 연구의 재난정보 전송기법의 성능향상의 개선방안을 제시하였다.

II. 관련연구

재난정보를 전송하는 재난정보시스템은 재난정보의 상황에 맞게 각기 다양한 매체를 통해 재난정보를 전송한다. 과거에는 TV와 라디오를 통해 접했던 재난정보를 T-DMB를 통해서 언제 어디서든 접할 수 있는 환경이 조성되었고 자연재해부터 인적재난 및 산업재해 등 사회적 재난에 이르기까지 재난의 종류에 따른 다양한 재난정보시스템이 발전하고 있다.

방송 및 통신기술의 발달로 인한 다양한 재난정보 생성이 가능해졌고 특히 그림 2.1.과 같이 기상관측 분야에서는 이동통신망을 이용한 센싱정보를 수집하여 기상자료 분석에 활용하고 있다. 이러한 관측정보를 통해 생성되는 기초정보는 재난정보시스템에서 각각의 재난상황에 맞게 데이터로 가공되어 전송되며 정보시스템별 특성에 맞게 다양한 전송기법을 통하여 재난정보를 전송하고 있다.

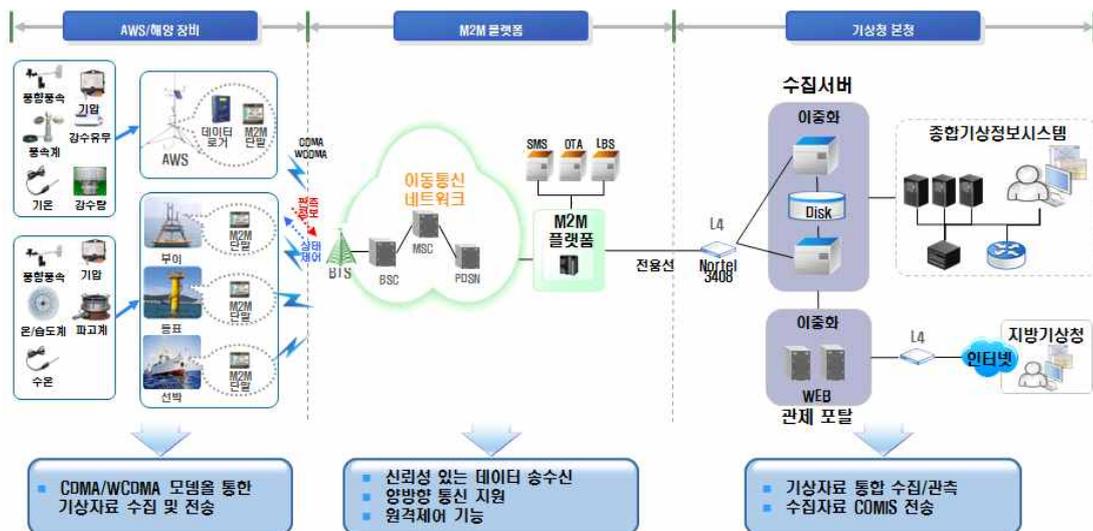


그림 2.1. 이동통신망을 이용한 기상관측 수집사례

본 장에서는 다양한 전송기법을 통한 재난정보를 전송하는 시스템별 특징에 대해 분석하고 이동통신망을 활용한 전송기법의 서비스에 관해 논한다.

1. 재난경보시스템

1) 재난경보시스템의 개요

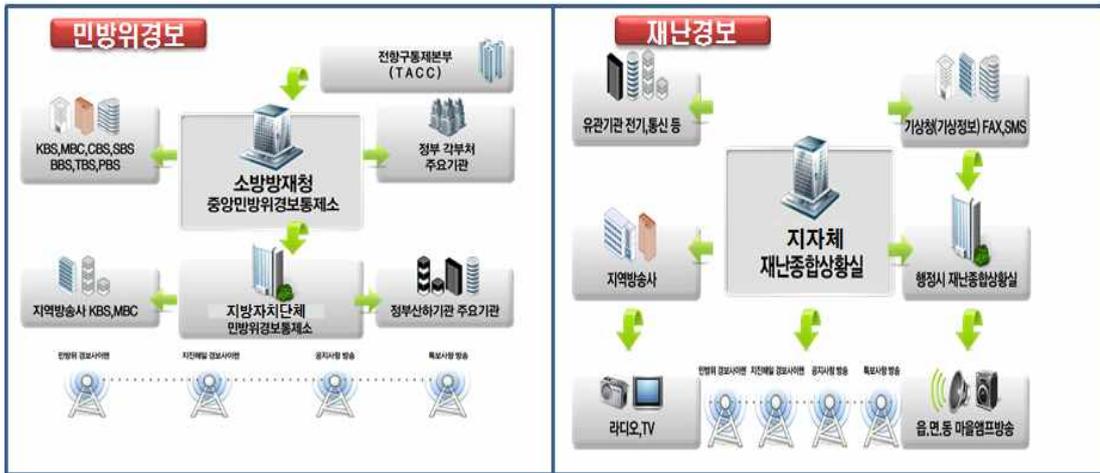


그림 2.2 재난경보 시행주체별 전달체계

표 2.1. 재난 경보음

출처 : 국가재난정보센터

구 분	민방공경보				재난경보		
	경계	공습	화생방	해제	경계	위험	해제
공중파	라디오	사이렌 + 음성 방송	사이렌 + 음성 방송	음성 방송	음성 방송	사이렌 + 음성 방송	음성 방송
	TV, DMB, CBS	문자방송					
단말시설	경보단말 (사이렌)	사이렌 평탄음 (1분) -----	파상음(3분) (5초 상승, 3초 하강)	음성 방송		음성 방송	사이렌 + 음성 방송 파상음(3분) (2초 상승, 2초 하강)
	옥내·외 방송시설 (확성기 등)	음성 방송(반복)					

재난경보는 민방위 경보와 재난경보로 분류할 수 있다. 민방위 기본법에 의해 화생방 테러 및 적의 항공기 침공 등과 같은 경우에 인명과 재산피해를 최소화하기 위한 경보이며 재난경보는 자연재난 이나 대형 재난 시에 경보방송에 의해 주민을 대피, 인명 피해를 최소화하기 위해 발령하며 전달체계는 그림 2.2와 같으며 경보 신호 방법은 표 2.1.과 같다[7].

2) TV 재난경보방송시스템

긴급 재난 상황 발생 시 방송국의 송출장치를 통해 재난지역의 TV를 강제로 자동 작동시키고, 긴급 재난 경보상황을 전달한다. 재난정보 연계기관과 방송국이 연계하여 TV가 꺼지더라도 자동으로 ON/OFF를 하고 볼륨도 조정하며, 재난 정보를 수신하고 TV에 표출한다. 이는 해당지역의 행정동 코드에 의해 재난지역 식별을 하며 표 2.2.는 TV 자동경보방송 제어코드 및 내용 문자 전송 순서를 나타낸다[8][9].

표 2.2. TV 자동경보방송 제어코드 및 내용 문자 전송 순서

제어 코드	TV자동 경보방송 시작		TV자동 경보방송 시각		TV자동 경보방송 지속시간		TV자동 경보방송 수신지역 수		TV자동 경보방송 수신지역1		TV자동 경보방송 수신지역2		TV자동 경보방송 수신지역n		
	1D 37	1D 37	년/월/일/시/분	년/월/일/시/분	xx	xx	xx	xx	xx/~x/x	xx/~x/x	xx/~x/x	xx/~x/x		xx/~x/x	xx/~x/x
byte 수	2	2	6	6	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	
제어 코드	TV자동 경보방송 수신집단		경보유형 시작코드		경보종류		경보형식		TV자동 경보방송 자막시작		TV자동 경보방송 자막내용		TV자동 경보방송 자막종료		TV자동 경보방송 종료	
Hex	xx	xx	1D 3B	1D 3B	xx	xx	xx	xx	1D 39	1D 39	문자코드		1D 3A	1D 3A	1D 38	1D 38
byte수	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	~		2	2	2	2

3) RDS 재난경보방송시스템

RDS(Radio Data System) 시스템은 태풍, 홍수, 폭설, 지진, 해일, 산불 등 자연 재난 발생 시 주민 대피가 긴급히 요구될 경우, 재난상황실에서 재난방송주관사인 KBS를 통해 제1 FM 재난경보방송신호 및 TTS (Text-To-Speech)신호를 송출하여 주 방송에 영향을 주지 않고, 재난경보방송 및 음성방송이 하는 시스템이다. 라디오와 연결된 앰프 시설을 자동으로 동작시켜 재난 상황을 전파시킴으로써 신속한 사전 대피 체계를 구축할 수 있다. 표 2.3.은 RDS 제어코드 및 문자전송형식이다[10][11].

표 2.3. RDS 제어코드 및 문자전송형식

제어 코드	라디오 자동 경보 방송 시작	라디오 자동 경보 방송 시작	라디오 자동 경보 방송 지속 시간	라디오 자동 경보 방송 수신 지역수	라디오 자동 경보 방송 수신 지역1	...	라디오 자동 경보 방송 수신 지역n	라디오 자동 경보 방송 종류	체크섬	라디오 자동 경보 방송 문자전송 시작	라디오 자동 경보 방송 문자	라디오 자동 경보 방송 문자전송 종료	라디오 자동 경보 방송 종료
Hex	24	년/월/일/시/분	xx	xx	xx/xx/xx/xx	...	xx/xx/xx/x	01 - FF		02	문자	03	40
byte 수	1	5	1	1	4	...	4	1	1	1		1	1

4) CBS 휴대폰 긴급재난 문자방송서비스

CBS는 이동 통신망에서 사용되는 방송 프로토콜로 1:N 통신 방식으로 메시지 전달이 효율적이다. CBS 서비스를 이용하는 지역의 휴대폰 사용자에게 재난 발생 시에 재난 정보를 문자로 발송하는 서비스로 SMS방식으로 수신된다. 홈위치 등록기(HLR)에 등록된 이동국(MS)의 위치에 따라 재난 경보방송이 전송이 되며 2G 기반의 서비스는 현재 이용자가 급격히 감소하였으며 3G 폰에서는 재난알리미 앱을 통한 메시지를 발송하고 4G 스마트폰에서 CBS 서비스를 시행하고 있으

며 시스템 전달체계는 그림 2.3.과 같다[12][13].

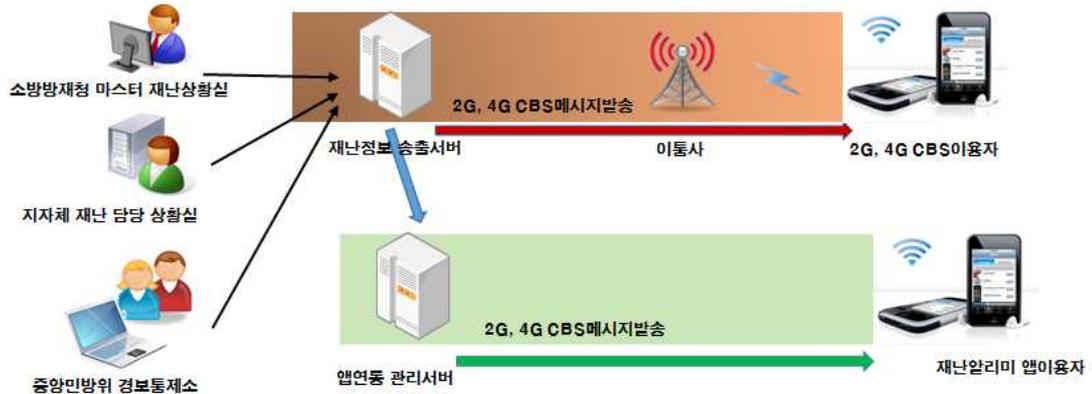


그림 2.3. CBS 시스템 전달체계

5) 자동음성통보시스템

자동음성통보시스템은 각 지자체에서 가장 널리 사용되는 재난경보 시스템으로 재난이 발생하거나 발생의 우려가 있을 시에 시·도지사가 발령할 수 있으며, 재난 및 안전관리 기본법 38조에 의해 중앙재난안전대책본부장이 발령할 수 있다 [14]. 자동음성통보시스템은 초기에 마을회관 등 공공기관 옥상이나 주민 밀집지역에 설치되어 동네방송의 개념으로 운영이 되었으나 점차 확대되어 하천변, 해안저지대 등에 설치, 현재 전국에서 가장 널리 사용되는 재난 경보시스템이다. 전송방식도 초기에는 PSTN망을 사용하였으나 수자원공사 및 홍수통제소에는 VHF와 위성망을 각 지자체에는 CDMA/WCDMA 및 인터넷 망을 이용하고 DMB EWS를 겸용하여 그림 2.4.와 같이 사용하는 등 다양한 재난전송망을 사용하고 있다.

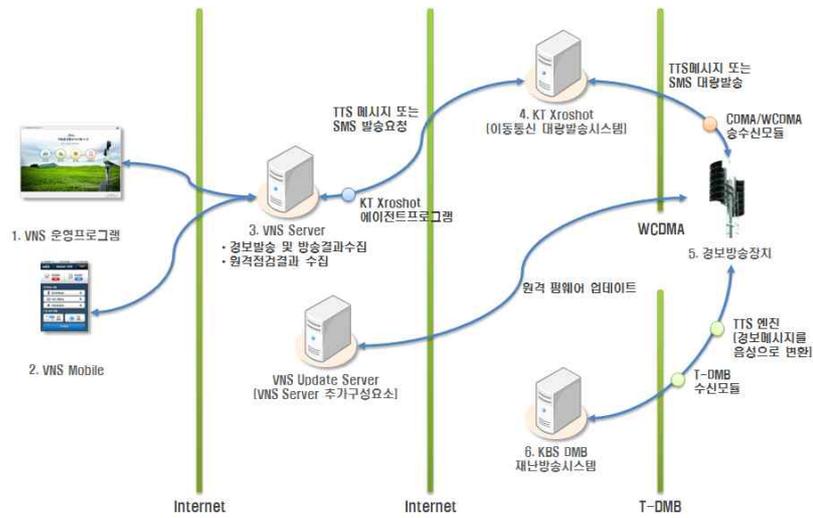


그림 2.4. DMB EWS 와 이동통신망 기반 재난 경보시스템

또한 경보방법으로는 마이크 및 CID 설정된 폰으로 직접방송, 프로그램을 이용하여 예약방송·녹음방송·TTS 방송·장비에 미리 녹음된 디지털 보이스 방송 등이 있으며 DTMF에 의한 무음점검을 통한 장비점검과 방송결과 보기 등의 점검 기능이 있다. 최근에는 OTA기술을 이용 원격 펌웨어 업데이트가 가능하고 관측 인프라정보와 연계하여 정보데이터의 위험값 도달 시에 자동으로 해당 장비에 경보방송을 전송하는 M2M기술을 적용한 방식도 등장하고 있다. 또한 경보방송의 커버리지를 고려하여 스마트폰 어플리케이션에도 재난정보 알림기능을 구현하여 재난정보가 전송되는 서비스로 발전하고 있다. 그림 2.5.는 제주특별자치도의 재난경보시스템과 유관기관의 관측인프라 연동을 통한 다양한 경보방송 구축내용을 보여주고 있다. 다만, 자동음성통보시스템은 지역별 장비종류가 상이하고 그에 따른 표준화 부재로 인한 통합의 문제성을 지니고 있어 단일 지역에서 이기종 장비구축 시에 경보방송을 중복으로 하는 경우도 있다.



그림 2.5. 제주특별자치도 자동음성통보시스템 구축 및 연계사례

6) 자동우량경보시스템

자동우량경보시스템은 계곡의 중상류 지역 및 하천변에 설치되어 갑작스런 집중호우에 따른 하천 범람으로 인한 야영객 및 하류 지역에 거주하는 주민의 안전을 위해 사전에 경보를 발령하여 대피 하도록 하는 시스템으로 구성요소로는 통제국·경보국·수위국·우량국으로 분류된다. 시스템의 특징은 우량국의 강우량계와 수위국의 수위계를 통하여 통제국으로 주기적인 관측정보를 전송하고 위험시에 경보국 및 우량국과 수위국에 설치된 경보방송장비를 통해 위험정보를 안내한다.



그림 2.6. 자동우량경보시스템

7) 재난문자전광판

재난문자전광판은 주요도로 및 인구유동성이 많고 재난정보 전파가 용이한 지역에 설치되어 재난대응을 위한 사전 경보를 하여 대응체계를 구축할 수 있도록 시각적으로 안내하는 시스템이다. 주로 집중호우로 인한 피해를 예방하기 위해 쓰이며 그밖에 도로의 유고정보나 돌발정보 등의 안내에도 쓰이며 평상시에는 재난예방 캠페인 등 홍보 및 교육을 통한 예방의 목적으로도 사용한다.

재난상황실에서 상황 PC에 의해 주로 전송되며 관측데이터 값에 의한 강우량, 수위정보를 표출하고 홍보문구 등은 스케줄링에 의해 순차적으로 데이터를 배치하여 전광판으로 전송 표출한다. 운영요원이 상황실 근무가 24시간 연속적 업무여건이 안 되는 경우 스마트폰을 이용한 원격컨트롤도 가능하게 고도화 되는 추세이며 그림 2.7.는 재난문자전광판 사례로 관측데이터 연계 및 스마트폰으로 전광판을 제어하고 상황을 모니터링 하는 시스템 사례이다.

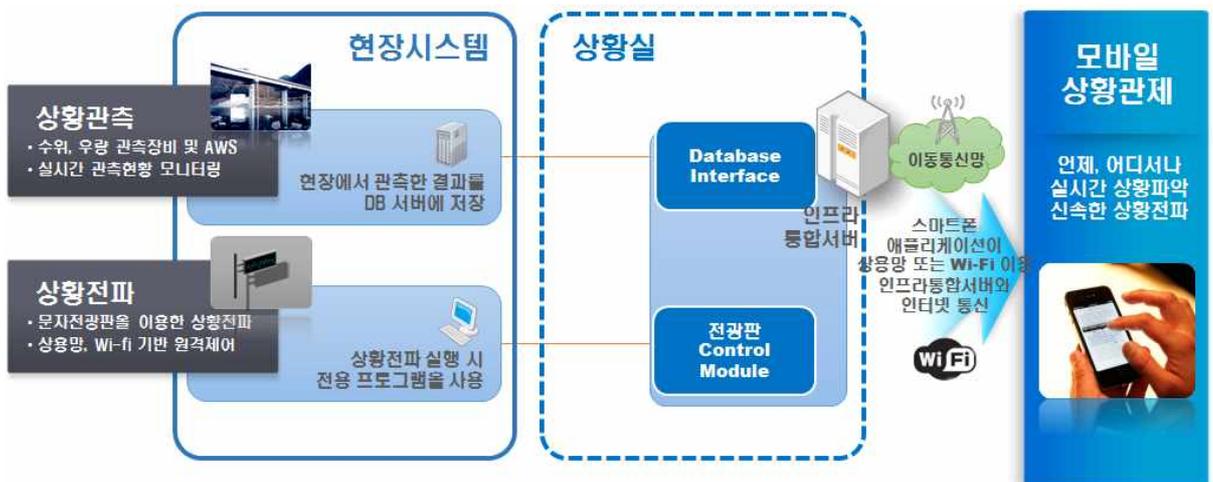


그림 2.7. 스마트폰 기반 재난문자전광판 시스템 사례

8) 지상파 DMB 자동재난경보방송

지상파 디지털멀티미디어방송(DMB) 자동재난경보방송은 재난예보·경보의 신

속한 방송을 위해, 현재 시청하고 있는 방송의 중단 없이 지상파 DMB방송의 데이터 채널을 이용하여 재난관련 정보를 수신하는 것으로 국내에는 2005년 TTS에서 지상파 DMB재난경보방송 기술 표준화 작업 후 2006년 완성하여 2009년부터 DMB 기술을 활용 일부지역에서 재난경보방송을 전송하고 있다. 재난 메시지 구조는 표준에서 규정하는 바와 같이 표 2.4.와 같다.

국내 T-DMB 전송규격은 기본적으로 Eureka-147을 채택하였고, 비디오 부호화는 MPEG-4(Moving PictureExpertGroup-4) AVC(Advanced VideoCoding)을 사용, 그리고 오디오 부호화는 MPEG-4BSAC(BitSliced ArithmeticCoding)하였으며, 다중화와 동기화는 MPEG-2와 MPEG-4를 채택하였다[15].

표 2.4. DMB 재난경보방송 재난메시지 구조

재난종류	경보우선순위	재난발령시간	재난지역형식	재난지역수	Rev	재난지역	단문
3bytes	2bits	28bits	3bits	4bits	3bits	가변	가변

재난메시지를 전송하는 계층의 구조는 2.8.와 같으며 고속전공을 위해 사용하는 전송채널이 FIC(Fast Information Channel)는 서비스 시그널링을 위한 다중화 구성정보(MultiplexConfiguration Information:MCI)를 전송한다[16][17].

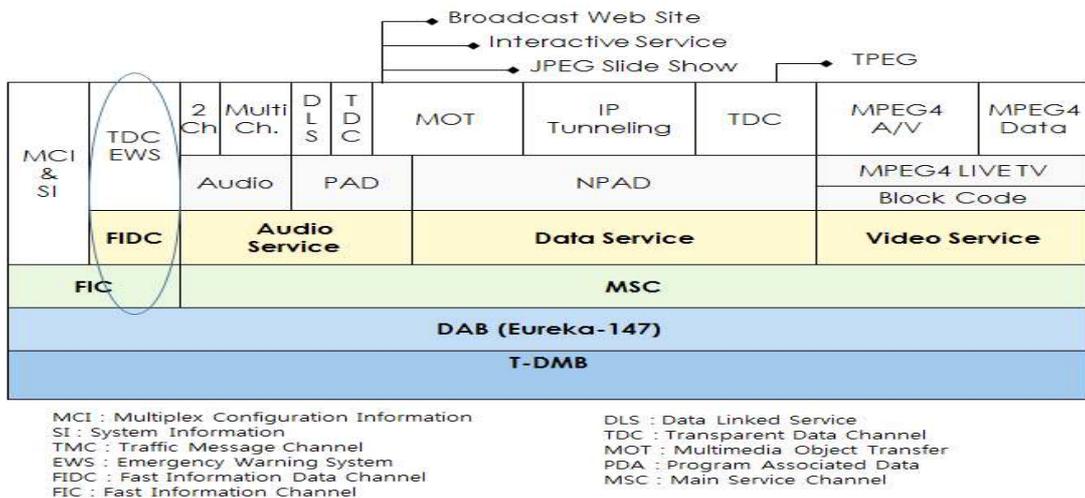


그림 2.8 지상파 DMB 전송계층

9) 미국 FCC와 FEMA의 PLAN

미국 연방통신위원회(FCC)와 연방재난관리청(FEMA)은 2011년 긴급 상황 발생 시에 AT&T, Sprint, T-Mobile, Verizon 등 이동통신사망 가입자의 휴대폰에 경고 메시지를 전송하는 새로운 대국민경보시스템인 PLAN(Personal Localized Alerting Network) 구현 계획을 발표, 2012년 4월 7일 전국적으로 배포하였다. 주요 기능으로는 긴급 상황 발생 시에 국가나, 연방정부에서 해당지역의 기지국에 경보를 발생하고 기지국에서는 경고를 보낸 사람의 인증여부를 확인 무선사업자에게 경보를 전달하며 무선사업자는 재난재해의 영향을 받고 있는 지역의 휴대폰 가입자에게 경고 문자를 전송한다. 다만 재난발생 지역 거주자라 하더라도 재난 발생 시에 타 지역에 있을 경우 수신이 불가하다. 이는 위치 기반의 서비스를 가능케 하는 모바일 특성을 활용, 재난재해 지역에 있는 사람들에게만 재난정보를 전송하는 시스템이다.

10) 미국 필라델피아 ReadyNotify PA

미국 필라델피아 시에 구축된 ReadyNotify PA 시스템은 테러, 기상재해 발생 시에 정부 및 비상관리 기관, 1차 대응기관에서 시민들의 휴대전화·호출기·스마트폰 또는 이메일 주소로 비상경보·속보·공지 등을 전송하기 위해 이용하는 비상통신 시스템으로 2008년 4월부터 서비스를 실시하고 있다. 주요 기능으로는 재난 상황 발생시에 비상관리기관 담당자들이 자동발송프로그램에 입력하면 경보네트워드를 통해 시민들의 지니고 있는 디바이스 및 메일 등에 경보메시지를 발송한다. 통보방식은 시민들이 설정할 수 있고 ReadyNotify PA 계정에 가입 절차와 통보방식을 설정하면 수신이 가능하다.

Ⅲ. 재난경보전송방법 설계

1. 재난경보 전송시스템 동작원리

본 연구의 재난경보시스템은 2G, 3G 방식에 의한 통신방식을 사용한다. 그리고 경보방송의 기능은 다양하지만 이동통신망을 활용하는 방법은 크게 세 가지로 분류할 수 있다. 첫째, 음성통화를 이용하여 장비와 1:1로 호처리를 하는 방식인 Direct Call 방법과 둘째, 전송 방식 중 재난정보를 Client 에서 수신된 메시지를 이동통신사 TTS 변환시스템을 거쳐 서버 측에서 음성으로 변환한 뒤 통신망을 통해 경보시스템에 전송하는 방식인 TTS Converting Transmission 방법이 있다. 셋째, TTS변환을 경보시스템에서 처리하는 방식으로, 즉 재난정보메시지가 이동통신망을 통해 직접 재난정보를 수신, 임베디드 TTS 변환모듈이 경보시스템에 내장되어 음성방송을 하는 방법으로 구분된다.

이 장에서는 먼저 재난경보시스템의 동작 방법에 살펴보고 이동통신망을 활용한 재난경보전송 동작 원리를 다루겠다. 그리고 앞에서 거론한 세 가지 경우의 재난정보전송기법을 설계하였다.

1) 재난경보 전송시스템 동작개요

재난경보 전송시스템은 소방방재청에서 구축한 국가관리체계(NDMS : National Disaster Management System)시스템으로 지방자치단체 및 유관기관 등에 재난 관련 상황전파를 하고 있으며 이는 기상청 등에서 구축된 재난 공동 활용시스템 관측인프라 정보기반의 데이터를 바탕으로 기상 특보 및 예보를 전파한다. 각 시도·시군구에서는 이러한 상황전파를 기반으로 재난경보시스템 발령기준에 따라 경보방송을 그림 3.1.과 같이 수행한다.

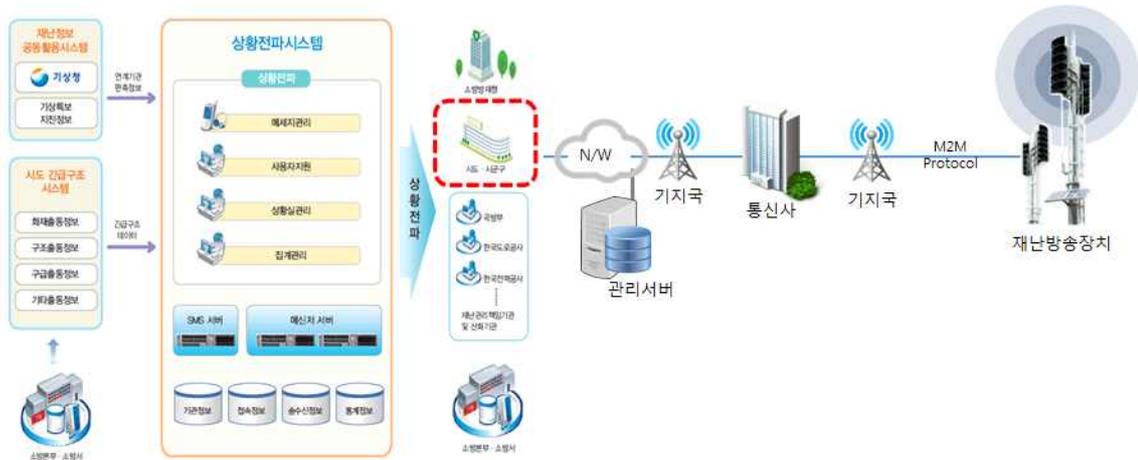


그림 3.1. 재난경보 전송시스템 운영 개요

2) 재난경보 전송시스템의 동작원리



그림 3.2 재난경보시스템 전송기법

재난경보 전송시스템은 그림 3.2.와 같이 크게 세 가지 전송기법으로 설명할 수 있다. 첫째, 발신자 확인방법(CID : Caller Identification)에 의한 방송권한이 설정된 폰에서 해당 장비로 직접 경보방송을 하는 기법으로 주로 마을이장, 사무장 등 지역 관리자들이 운용한다. 둘째, TTS 변환전송 방식으로 기본원리는 문자메시지를 통신사 등에 구축된 TTS 변환 시스템을 통하여 문자를 음성으로 변환 후 정보시스템에 전송, 방송되는 방식으로 재난경보시스템 수량에 관계없이 경보방송 전송이 가능하고 녹음방송·예약방송·차임벨 및 사이렌 등 내장된 경보

음 방송이 가능하다. 또한 해당 유관기관의 정보데이터와 연계하면 관측정보를 관리 서버에서 처리 후 TTS변환전송이 가능하다. 다만 다수의 재난경보시스템에 재난정보를 전송 시에는 통신사 TTS변환 및 전송처리가 순차적으로 되는 등 처리환경에 의한 전송시간이 영향을 받는다. 셋째, 메시지 수신 TTS변환방식은 재난정보 메시지를 통신망을 통해 장비로 전송되며 전송된 메시지를 임베디드 TTS 변환을 통해 경보방송을 하는 방식이다. 앞의 두 방식과의 차이점은 통신망의 호처리 방식에 의한 통신이 아니라 메시지 전송방식에 의한 데이터를 전송한다. 이는 정보DB 수집 및 처리와 관련된 프로세스가 서버에 집중되고 TTS 변환이 통신사 서버 등을 경유하여 경보시스템으로 전송하는 방식과 다르게, 대량메시지를 한꺼번에 발송하더라도 각각의 경보시스템에서 수신된 메시지를 처리하는 점이 큰 차이점이다. 그림 3.2.(1)방법에 의한 전송기법 동작원리는 장비프로토콜에 CID권한 설정을 하고 통신망의 방식에 따른 호처리 흐름에 따라 장비와의 통신에 의해 경보방송을 수행한다. (2)방법에 의한 전송기법 동작원리는 장비프로토콜에 발신자 권한설정을 하고 통신망의 호처리 흐름에 따른 장비와의 통신에 의해 경보방송을 수행한다. (3)방법에 의한 전송기법 동작원리는 장비프로토콜에 발신자 설정을 하고 통신망에 따른 메시지 처리 흐름에 따라 장비와의 통신에 의해 경보방송을 수행한다.

3) 통신방식에 따른 정보처리 원리

이동통신망에서 사용하는 음성 및 메시지 포맷은 그림 3.3과 같으며 통신사 내부 구간 패킷과 그밖에 구간에서 사용하는 제어패킷으로 분리하여 사용한다.

Voice Packet은 음성 Data Packet을 나타내며 Traffic Packet은 Packet Data 송신 및 수신시 송신측에서 보내어진 Data를 수신측에서 수신결과를 그대로 수신하는 방식이다.

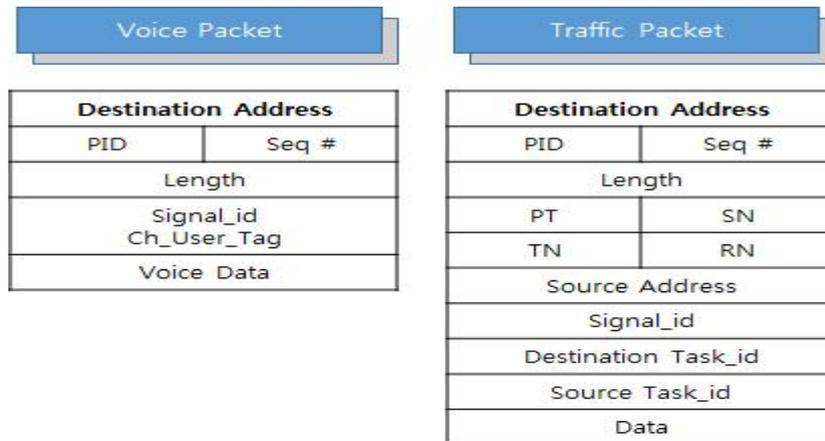


그림 3.3. 음성 및 메시지 패킷구조 예시

4) 호처리 과정

이동통신망에서의 호처리 과정은 발신호와 착신호로 구별된다. 발신호 상태 천이과정은 그림 3.4. 과 같다.

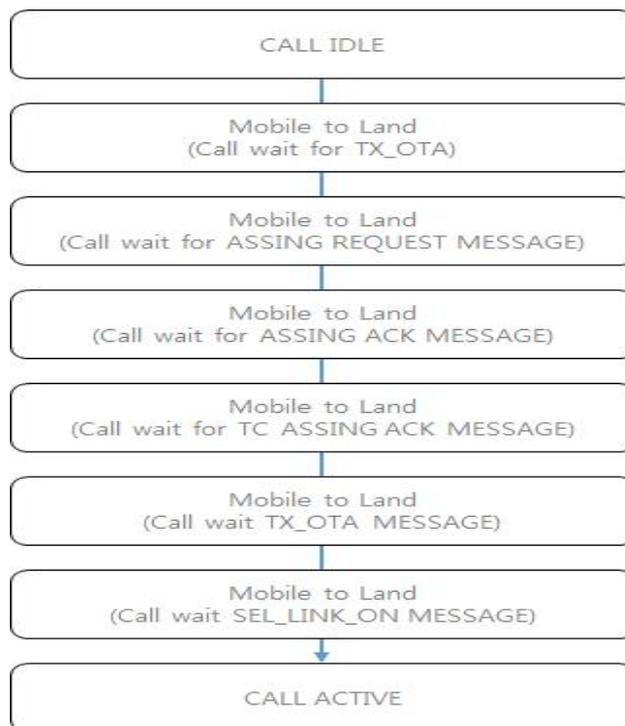


그림 3.4 발신호 상태 천이과정

먼저 호가 Setup 되기 전부터 BSP(Base Station Processor)가 Paging Channel로부터 ACK message 받는 과정, Origination message 수신 후 Assign, Traffic message 처리 후 서로의 LINK 구성에 의한 호 SETUP과정을 나타낸다.

발신호의 역방향 호처리 상태가 착신호이다. 착신호의 처리과정은 그림 3.5와 같으며 발신호와의 차이점은 발신호의 역방향 과정에서 BSP가 Paging 채널에서 Paging Response Message를 기다리는 상태가 추가된다.



그림 3.5. 착신호 상태 천이과정

2. 재난경보시스템 전송기법 설계

본 연구의 재난경보시스템 전송기법은 이동통신망을 이용하여 전송구간의 재난정보 시간을 비교하기 위하여 세 가지의 전송기법에 대해 구축하였다. 이동통신망은 2G, 3G망을 이용하였고 ANSI C를 이용하여 설계하였다.

1) Direct Call 전송기법



그림 3.7. Direct Call 수행방법

Direct Call 전송기법은 2G, 3G 이동통신망을 사용하여 음성통화 호처리 방식에 의해 재난경보시스템에 전송하는 방식으로 그림 3.7.과 같이 사용자와 장비간 1:1 직접 통신을 통해 경보방송을 수행한다. 경보시스템운용을 위해서는 발신자 폰의 CID 설정을 통한 권한을 부여해야 한다. 전송기법 처리절차는 그림 3.8. 과 같이 설계했다.

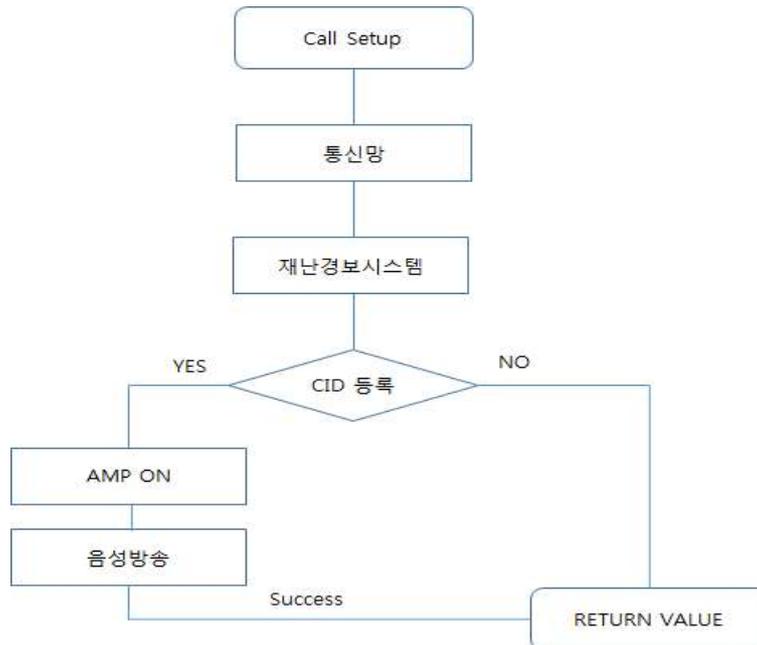


그림 3.8. Direct Call 전송기법 처리절차

2) TTS Converting Transmission 전송기법

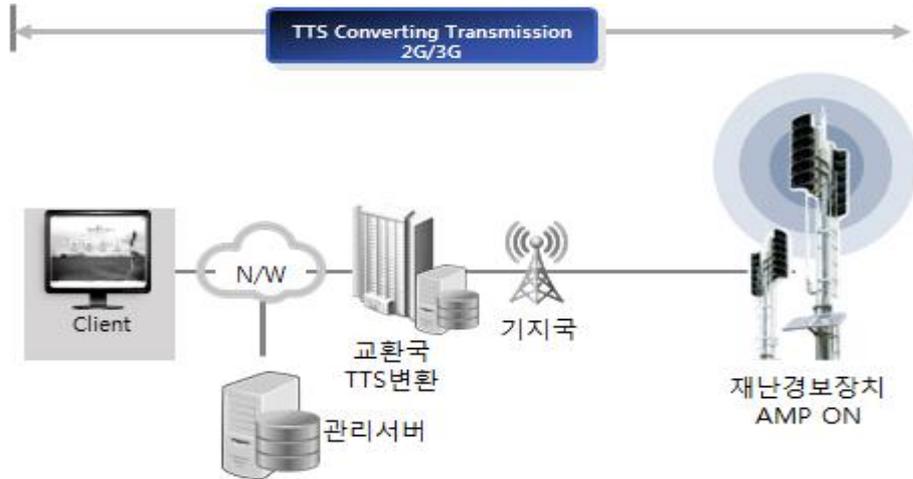


그림 3.9. TTS Converting Transmission 수행방법

TTS Converting Transmission 전송기법은 Client SW를 통해 재난정보 메시지를 송신하여 네트워크 전송구간 상에 위치한 TTS변환을 수행 후 2G, 3G 이동통신망을 통해 재난경보시스템에 전송하는 방식으로 그림 3.9와 같다. 경보시스템운용을 위해서는 표 3.1과 같이 프로토콜 구성에 따라 코드 값을 설정하여 경보시스템을 구성했다. 재난정보 메시지는 SMS 형태로 전송되며 시스템 기동을 위해서는 장비프로토콜을 체크하여 수신된 재난정보를 방송 할지에 대한 전송기법 처리절차는 그림 3.10과 같다.

표 3.1. 프로토콜 구성형태

구분	행 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	용도	고정값	인식코드		AMP 가동시간			음량	예비	기동코드		Chksum	

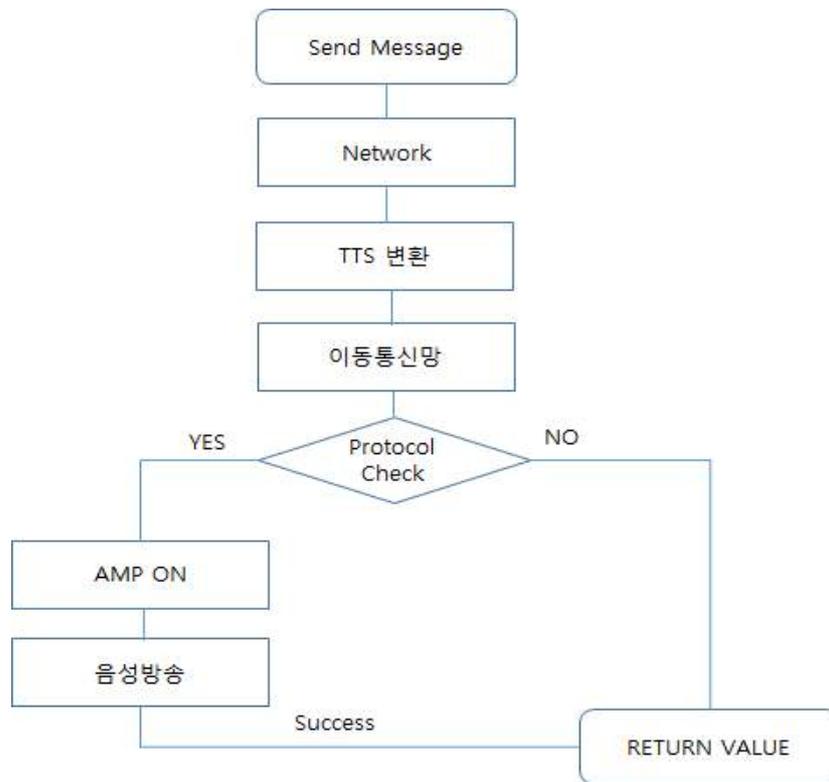


그림 3.10. TTS Converting Transmission 전송기법 처리절차

전송구간 중 TTS변환이전 네트워크 구간 상에는 데이터 패킷형태로 전송되고 TTS변환된 정보는 이동통신망에서 음성 호처리 방식으로 전송된다.

3) TTS Converting a Received Packet 전송기법



그림 3.11. TTS Converting a Received Packet 수행방법

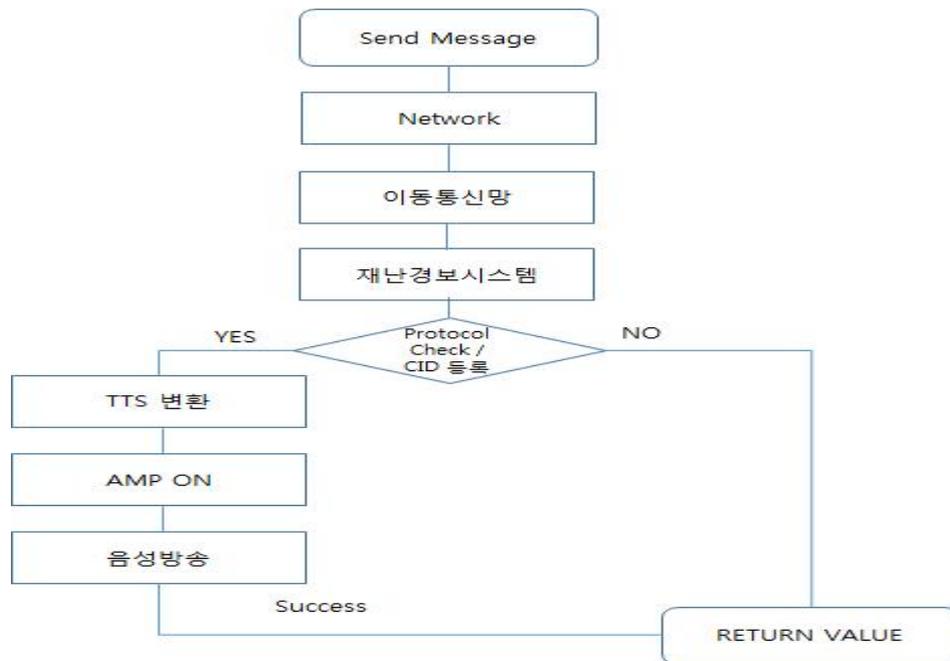


그림 3.12. TTS Converting a Received Packet 전송기법 처리절차

TTS Converting a Received Packet 전송기법은 Client에서 SMS로 메시지를 송신하여 2G, 3G 이동통신망을 경유 재난경보시스템 단말에서 TTS변환을 수행하는 전송기법으로 그림3.11.과 같다. TTS Converting Transmission 전송기법과의 큰 차이점은 TTS 변환을 어느 위치에서 하는 가이며 장비에서는 CID 및 Protocol Check를 통해 경고메시지를 TTS변환 여부를 수행하는 전송기법으로 처리절차는 3.12.와 같다.

4) 프로토타입 구현

본 논문에서 제시하고 있는 개념을 설명하기 위해 그림3.13.과 같이 프로토타입을 설계했으며 시스템처리 구성은 Operation Layer, Relay Layer, Broadcast Unit으로 구분할 수 있다.

첫째, Operation Layer에서는 전송할 메시지의 길이를 정하고 재난경보시스템의 AMP 볼륨 크기를 설정하는 주요 기능을 수행한다. 둘째, Relay Layer에서

는 전송된 메시지를 TTS변환하여 재난경보시스템에 호처리 방식으로 전송하는 방법과 메시지 형태의 Packet Data를 바로 전송하는 기법이다. 셋째, Broadcast Unit에서는 전송되는 재난정보를 모뎀수신부에서 받아 발신자를 확인 여부를 거쳐 AMP를 기동시키는 Broadcast Unit #1 방식으로 이는 Direct Call 전송기법이며, Broadcast Unit #2는 경보시스템의 정하는 프로토콜 정합에 의해 전송된 재난정보 메시지의 발신자 여부확인과 송신된 자료의 오류검사를 위한 체크섬 기능을 포함하는 TTS Converting Transmission 전송기법이다. Broadcast Unit #3 방법은 발신자 확인 절차를 거쳐 재난경보시스템에서 바로 TTS변환을 수행하여 경보방송을 수행하는 TTS Converting a Received Packet 전송기법이다.

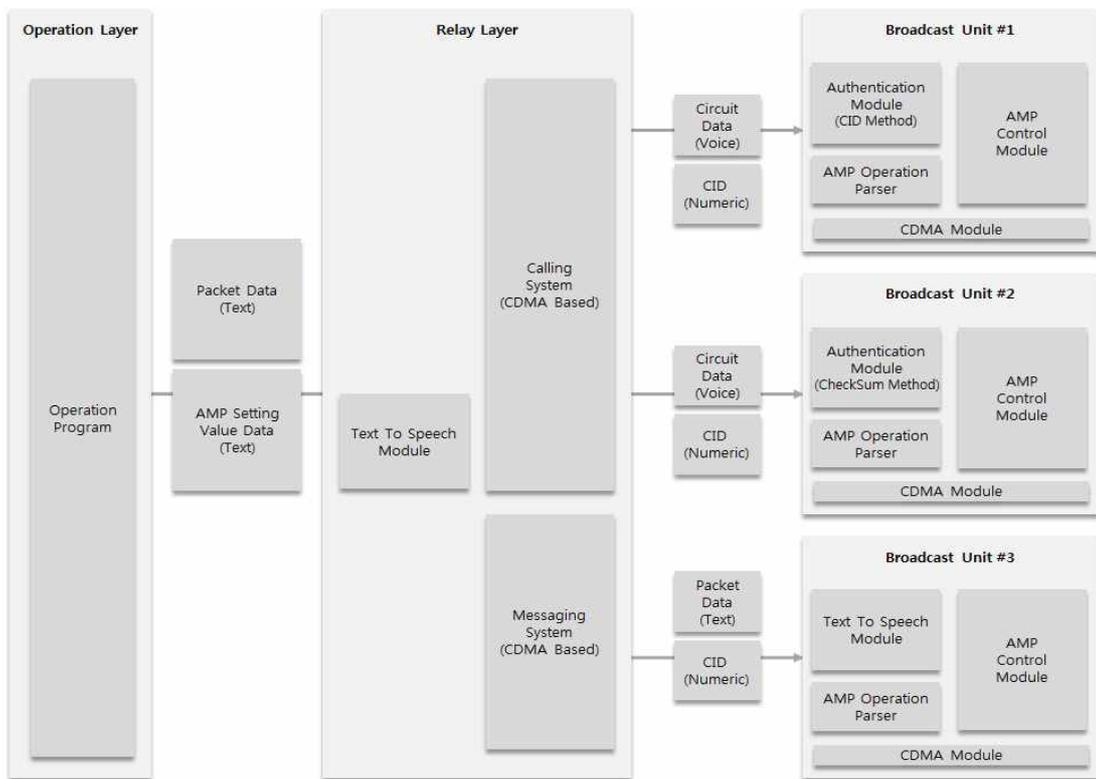


그림 3.13. 재난경보시스템 프로토타입 설계도

IV 실험 및 고찰

1. 실험목표

- 1) 본 논문에서는 전송형태 및 통신망의 차이에 의한 재난경보시스템의 전송시간 측정과 유형별 전송에 의한 각 실험을 실시한다.
- 2) 1차 실험을 통하여 측정한 각 실험별 데이터의 상호 전송시간 차이에 대한 결과 값을 검토한다.

2. 실험환경 구축

- 1) 본 실험을 위해서 현재 제주특별자치도에 구축된 재난경보시스템 모델 SMS600장비의 Main Process DAS-CT를 통한 실험환경을 구축하였다.
- 2) DAS-CT의 제원은 표 4.1.과 같으며 통신방식에 대한 비교를 위해 2G, 3G 통신방식으로 실험별 각 30회 CASE TEST를 수행하였다.
- 3) 2G 모뎀은 M2MNet사의 WM-800 모델을 사용하였고 3G모뎀은 동일제조사 WM-211 모델을 사용하였고 주요 스펙은 표 4.2.와 같으며 모뎀 수신전계강도(RSSI : Received Signal Strength Indicator)는 $-70\text{dBm} \sim -80\text{dBm}$ 로 정상적인 통신 환경에서 실험하였다.
- 4) 각 실험별 전송시간에 대한 측정구간은 OFF-HOOK(음성통화발신/전용프로그램전송/SMS 전송)에서 재난경보장치의 AMP ON TIME까지 구간으로 그림 4.2.와 같이 측정하였으며 음성통화와 SMS 호지연 및 메시지 전송대기시간은 측정데이터에서 제외했다. 또한 재난정보 수신 후 경보음 및 재난정보 안내멘트 시간도 측정시간에서 제외, 즉 통신망의 차이에 따른 전송기법별 재

난정보의 발신시점 부터 재난경보시스템의 수신시점의 구간만 측정하였다.

표 4.1. 실험장비 주요사양

구분	내용
자동방송수신 단말	 <p>그림 4.1. DAS-CT</p>
CPU	ARM(667MHz)
방송통신망 제어방식	CDMA/WCDMA/WI-FI/T-DMB CID, DTMF, SMS, FSK, T-DMB EWSFIG
기타	모니터링 기능, 임베디드TTS 내장, WCDMA음성 및 데이터 통신, T-DMB데이터 통신, OTA기능, 장비상태 Log기록 10년

표 4.2. 모델사양

구분		WM-800	WM-211
Product Features	Frequency Bands	CDMA 800Mhz	WCDMA 2100Mhz
	Standard Protocol	CDMA2000 1X	WCDMA R4
Interfaces	Connector	30pin board-to-board connector	30 pin Header connector
	Antenna	Standard MCX Connector	MCX Antenna connector
	Data	RS-232	TTL UART
	Audio	Handset audio interface	Support Voice Call interface(AMR)
	USIM	-	Support 1.8/3.0V and USIM Socket
Mechanical Features	Dimensions	46mm(W)x60mm(H)x10mm(T)	46mm(W)x60mm(H)x11mm(T)
	Weight	36g	44g
Operation Features	Supply Voltage	5V	5V
	Power Consumption	≤800mA	≤800mA(1A@5V)
		-20℃~70℃(operating)	-20℃~60℃(operating)
Temperature Range	-30℃~80℃(storage)	-40℃~70℃(storage)	
	SMS Features	Point-to-Point MO/MT	Point-to-Point MO/MT
Certification	Carrier	SK Telecom	SK Telecom
	Government	KC	KC



그림 4.2. 전송시간 실험 측정구간

3. 실험수행 및 결과 검증

3가지 서비스 방식(Direct Call, TTS Converting Transmission, TTS Converting a Received Packet)에 의한 2G와 3G 통신방식을 각각 30회 테스트를 수행하였다. 각 실험방법별 차이검정은 전송시간 대응비교를 위해 Paired T검정 방법을 사용하였고 도구는 Minitab 17버전을 이용하였다.

$$\text{검정통계량 } t = \frac{\bar{d} - d_0}{S_d / \sqrt{n}} \quad (\text{단 } \bar{d} = \text{대응 Data의 편차의 평균, } S_d = \text{대응 Data의 편차의 표준편차})$$

표 4.3. 실험별 전송시간

(단위:초)

NO	Direct call		TTS Converting Transmission		TTS Converting a Received Packet	
	2G	3G	2G_1	3G_1	2G_2	3G_2
1	3.23	1.21	7.18	4.61	6.30	3.21
2	3.70	1.32	7.67	4.69	6.12	3.34
3	3.42	1.13	7.83	4.59	6.43	3.25
4	3.41	1.22	8.03	5.21	7.18	3.52
5	3.63	1.12	8.14	4.67	6.30	3.45
6	2.90	1.33	6.98	4.81	6.33	3.86
7	2.56	1.18	7.21	4.71	7.12	3.46
8	2.28	1.19	7.51	4.69	6.43	4.21
9	3.11	1.24	7.43	5.11	7.12	4.10
10	3.47	1.16	7.35	5.19	6.39	3.84
11	4.00	1.22	7.22	4.87	6.86	4.58
12	4.42	1.21	7.35	4.55	7.11	4.39
13	3.37	1.27	7.48	4.61	6.45	3.95
14	4.92	1.14	7.79	4.64	6.54	3.87
15	3.86	1.22	7.34	4.73	6.72	4.11
16	3.43	1.24	7.23	4.69	6.36	3.58
17	3.33	1.20	7.44	4.72	6.53	3.91
18	3.85	1.19	7.28	4.88	6.84	3.86
19	4.54	1.17	7.88	4.59	6.19	3.84
20	5.92	1.22	7.67	4.64	6.71	3.78
21	4.46	1.33	7.21	4.71	7.21	4.09
22	2.60	1.23	7.41	4.59	6.39	4.01
23	2.47	1.20	7.36	4.81	6.74	3.81
24	4.22	1.25	7.54	4.79	6.48	3.75
25	3.63	1.19	7.28	4.68	6.82	3.69
26	3.23	1.32	7.41	4.98	6.44	3.68
27	3.72	1.21	7.28	5.03	6.57	3.87
28	5.85	1.21	7.34	5.08	6.62	3.73
29	5.00	1.28	7.20	4.72	6.35	3.77
30	3.33	1.31	8.01	4.78	6.43	3.94

1) Direct Call 통계적 검정

2G와 3G 두 가지의 음성통화 방식으로 전송하여 시간을 측정했을 경우 전송 방식간의 전송시간의 차가 있는지를 유의수준 5%로 검정했을 시에 다음과 같은 결과가 나왔다. 실험의 전제조건은 대응되는 Data 차이 값이 정규분포를 따르거나, 30개 이상의 대표본인 경우에 사용한다.

표 4.4. Direct Call 검정결과(2G , 3G 전송시간 비교)

쌍체 T 검정 및 CI: 2G, 3G				
2G - 3G에 대한 쌍체 T 검정				
				평균의
	N	평균	표준 편차	표준 오차
2G	30	3.729	0.892	0.163
3G	30	1.224	0.058	0.010
차이	30	2.505	0.895	0.163
평균 차이의 95% CI: (2.171, 2.839)				
평균 차이의 T 검정 = 0 (대 ≠ 0): T-값 = 15.33				
P-값 = 0.0009				

차이 상자 그림
(평균에 대한 Ho 및 95% t-신뢰 구간 포함)

그림 4.3. 실험 1 쌍체T 결과 상자값

실험결과 P-값이 0.05보다 작으므로 두 실험간 전송시간의 유의차가 있음을 알 수 있고 평균의 차이는 2.505초로 3G 전송속도가 빠르게 전송되는 결과를 얻을 수 있다.

2) TTS Converting Transmission 통계적 검정

2G와 3G 두 가지의 TTS Converting Transmission 방식으로 전송하여 시간을 측정했을 경우 측정데이터가 정규분포를 따르지 않아 모집단의 특정분포를 따르지는 가정 없이 통계적 추론방식을 사용했으며 Wilcoxon 방법을 이용한 대응 데이터의 두 표본을 검정하였다.

표 4.5. 2G_1, 3G_1 차이값 변환

2G_1	3G_1	차이
7.18	4.61	2.57
7.67	4.69	2.98
7.83	4.59	3.24
8.03	5.21	2.82
8.14	4.67	3.47
6.98	4.81	2.17
7.21	4.71	2.5
7.51	4.69	2.82
7.43	5.11	2.32
7.35	5.19	2.16
7.22	4.87	2.35
7.35	4.55	2.8
7.48	4.61	2.87
7.79	4.64	3.15
7.34	4.73	2.61
7.23	4.69	2.54
7.44	4.72	2.72
7.28	4.88	2.4
7.88	4.59	3.29
7.67	4.64	3.03
7.21	4.71	2.5
7.41	4.59	2.82
7.36	4.81	2.55
7.54	4.79	2.75
7.28	4.68	2.6
7.41	4.98	2.43
7.28	5.03	2.25
7.34	5.08	2.26
7.2	4.72	2.48
8.01	4.78	3.23

표 4.6. TTS Converting Transmission검정결과(2G , 3G 전송시간 비교)

Wilcoxon 부호순위 검정: 차이				
중위수 = 0.000000 대 중위수 ≠ 0.000000의 검정				
		Wilcoxon		추정된
	N	N(검정용)	통계량	P
차이	30	30	465.0	0.000
				2.675

실험결과 P-값이 0.05보다 작으므로 두 실험간 전송시간의 유의차가 있음을 알 수 있고 3G 전송속도가 빠르게 전송되는 결과를 얻을 수 있다.

3) TTS Converting a Received Packet 통계적 검정

2G와 3G 두 가지의 TTS Converting a Received Packet 방식으로 전송하여 시간을 측정했을 경우 측정데이터가 정규분포를 따르지 않아 모집단의 특정분포를 따른다는 가정 없이 통계적 추론방식을 사용했으며 Wilcoxon 방법을 이용한 대응 데이터의 두 표본을 검정하였다.

표 4.7. 2G_2, 3G_2 차이 값 변환

2G_2	3G_2	차이
6.3	3.21	3.09
6.12	3.34	2.78
6.43	3.25	3.18
7.18	3.52	3.66
6.3	3.45	2.85
6.33	3.86	2.47
7.12	3.46	3.66
6.43	4.21	2.22
7.12	4.1	3.02
6.39	3.84	2.55
6.86	4.58	2.28
7.11	4.39	2.72
6.45	3.95	2.5
6.54	3.87	2.67
6.72	4.11	2.61
6.36	3.58	2.78
6.53	3.91	2.62
6.84	3.86	2.98
6.19	3.84	2.35
6.71	3.78	2.93
7.21	4.09	3.12
6.39	4.01	2.38
6.74	3.81	2.93
6.48	3.75	2.73
6.82	3.69	3.13
6.44	3.68	2.76
6.57	3.87	2.7
6.62	3.73	2.89
6.35	3.77	2.58
6.43	3.94	2.49

표 4.8. TTS Converting a Received Packet 검정결과(2G, 3G 전송시간 비교)

Wilcoxon 부호순위 검정: 차이					
중위수 = 0.000000 대 중위수 ≠ 0.000000의 검정					
		Wilcoxon		추정된	
	N	N(검정용)	통계량	P	중위수
차이	30	30	465.0	0.000	2.760

실험결과 P-값이 0.05보다 작으므로 두 실험간 전송시간의 유의차가 있음을 알 수 있고 3G 전송속도가 빠르게 전송되는 결과를 얻을 수 있다.

4) 전체 데이터 비교

전송방식에 따른 6가지의 실험 방법을 등분산검정(Test for Equal Variance)으로 전송시간의 차이가 있는지 살펴본다면 표 4.9와 같다. 검정방식은 데이터가 계량 형이면 데이터의 취해진 분포에 상관없이 수행할 수 있는 Levene's 검정을 사용하였다.

표 4.9. 전체 데이터 등분산검정결과

등분산 검정: 2G, 3G, 2G_1, 3G_1, 2G_2, 3G_2 방법 귀무 가설 모든 분산이 동일합니다. 대립 가설 하나 이상의 분산이 다릅니다. 유의 수준 $\alpha = 0.05$ 표준 편차의 95% Bonferroni 신뢰 구간 <table border="1"> <thead> <tr> <th>표본</th> <th>N</th> <th>표준 편차</th> <th>CI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2G</td> <td>30</td> <td>0.891816</td> <td>(0.596503, 1.46189)</td> </tr> <tr> <td>3G</td> <td>30</td> <td>0.057505</td> <td>(0.042627, 0.08505)</td> </tr> <tr> <td>2G_1</td> <td>30</td> <td>0.286827</td> <td>(0.198948, 0.45340)</td> </tr> <tr> <td>3G_1</td> <td>30</td> <td>0.185553</td> <td>(0.125193, 0.30153)</td> </tr> <tr> <td>2G_2</td> <td>30</td> <td>0.307806</td> <td>(0.228512, 0.45459)</td> </tr> <tr> <td>3G_2</td> <td>30</td> <td>0.309000</td> <td>(0.214238, 0.48865)</td> </tr> </tbody> </table> 개별 신뢰 수준 = 99.1667% 검정 <table border="1"> <thead> <tr> <th>방법</th> <th>통계량</th> <th>P-값</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>다중 비교</td> <td>-</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>Levene 검정</td> <td>14.72</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table>				표본	N	표준 편차	CI	2G	30	0.891816	(0.596503, 1.46189)	3G	30	0.057505	(0.042627, 0.08505)	2G_1	30	0.286827	(0.198948, 0.45340)	3G_1	30	0.185553	(0.125193, 0.30153)	2G_2	30	0.307806	(0.228512, 0.45459)	3G_2	30	0.309000	(0.214238, 0.48865)	방법	통계량	P-값	다중 비교	-	0.000	Levene 검정	14.72	0.000	<p>그림 4.4. 전체데이터 등분산검정 비교구간</p>
표본	N	표준 편차	CI																																						
2G	30	0.891816	(0.596503, 1.46189)																																						
3G	30	0.057505	(0.042627, 0.08505)																																						
2G_1	30	0.286827	(0.198948, 0.45340)																																						
3G_1	30	0.185553	(0.125193, 0.30153)																																						
2G_2	30	0.307806	(0.228512, 0.45459)																																						
3G_2	30	0.309000	(0.214238, 0.48865)																																						
방법	통계량	P-값																																							
다중 비교	-	0.000																																							
Levene 검정	14.72	0.000																																							

실험결과 P-값이 0.05보다 작으므로 전송시간의 유의차가 있음을 알 수 있고 분산이 같지 않음을 알 수 있다.

4. 고찰

실험결과 다음과 같이 각 실험별 데이터를 요약할 수 있다.

표 4.10. 실험별 데이터 요약 (단위: 초)

NO	Direct call		TTS Converting Transmission		TTS Converting a Received Packet	
	2G	3G	2G_1	3G_1	2G_2	3G_2
평균 시간	3.72	1.22	7.46	4.77	6.60	3.81
평균 차이	2.50		2.69		2.79	

2G와 3G통신방식에 따른 전송시간의 차이 평균값은 2.5~2.9초이며 실험방법별 시간은 Direct Call, TTS Converting a Received Packet, TTS Converting Transmission 순으로 전송시간이 소요된다. 이는 장비에 직접 음성통화를 통한 직접방송방식이 데이터를 전송하여 TTS 변환처리 하여 방송하는 방식보다는 훨씬 빠르다는 점은 예상할 수 있는 결과이다. 하지만 음성통화는 본 연구 결과의 비교대상으로 실험한 데이터로 관측데이터와 연계한 M2M 방식을 이용하는 재난경보 방송용도로는 부적합한 경보방송 방식이다. 하지만 1:1 음성통화로 인한 지역관리자의 재난경보시스템방송 등의 긴급대응 시에는 필요한 방법으로 평가할 수 있다. TTS 엔진의 위치와 통신방식에 따른 전송기법결과를 검토할 시에 최적의 전송방식은 3G TTS Converting a Received Packet 방식임을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 이동통신망을 이용한 재난전송 기법과 관련하여 2G, 3G 망을 이용한 재난상황별 전송기법의 동작원리와 실제 전송시간 측정을 위한 시스템을 구현하고 실험을 하였다. 기존의 재난경보시스템이 기상관측 등으로 예측할 수 있는 재난에 대한 사전경보에 초점이 맞춰졌다면 본 연구는 기존의 재난경보시스템이 재난발생 시 즉각적인 재난정보를 전송할 수 있게 성능분석 및 성능향상에 중점을 두었다. 이를 통해 각종 지진계 등 돌발적 재난정보관측센서 등과 연계하여 TTS Converting a Received Packet 방식을 사용한다면 전국에 구축되어 있는 재난경보시스템의 기능을 고도화 하였을 시 보다 효율적인 조기경보체계를 구축할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 이동통신망을 사용한 전송기법별 사용자에서 재난경보시스템 신호 수신까지의 단순 전송기법에 따른 데이터 처리에만 초점을 맞췄다. 관측데이터의 연계는 이미 많이 개발되었고 앞으로도 빅데이터 처리와 같은 플랫폼 기술 등이 발달로 수많은 센서 디바이스 등을 처리할 수 있는 기술들이 발전될 것으로 예상된다.

또한 4G 기술의 적용된 PS-LTE(Public Safety- Long Term Evolution)기술 개발에 미국을 중심으로 광대역재난안전무선통신망 운용성이 검토되고 있는바 국내에서도 이동통신망을 활용한 재난경보 시스템에 대한 연구는 지속될 것으로 기대된다. 또한, 대국민 서비스로 전파할 수 있도록 재난상황별 경보음의 개발과 더불어 대난대응 문화 정착도 절실히 필요한 시점이며 지능화되고 고도화된 기술의 실현을 위한 신속하고 정확한 재난 경보체계에 대한 연구로 이어지기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 스마트 재난상황실 구축전략 및 시범운영, 국립재난안전연구원, 2013년 12월, p. 6
- [2] 김우용, 이동통신망 기반의 사물통신 서비스 현황 및 이슈, 한국통신학회지 (정보와통신) 제27권 제7호, 2010년 6월
- [3] 한영미, 서한범, 모바일과 소셜미디어를 활용한 스마트 시대의 재난재해 대응 선진사례분석, 한국정보화진흥원, IT&Society Vol 7, 2011년 11월
- [4] 미국, 연방재난관리청, <http://www.fema.gov>
- [5] Kuyuk, H.S., Allen, R.M., Brown, H., Hellweg, M. , Henson, I., Neuhauser, D., Designing a network-based earthquake early warning algorithm for California: ElarmS-2, Bulletin of the Seismological Society of America, Volume 104, Issue 1 , February 2014, pp. 162-173
- [6] 기상업무발전계획 '11년도 시행계획, 국가과학기술위원회, 기상청관측 기반국 지진정책과, 2012년 12월, p. 7
- [7] 소방방재청, 민방위 일반사항, http://www.nema.go.kr/nema_cms_iba/show_nema/show_contents.jsp?check_the_num=243&check_the_code=0&check_up_num=222
- [8] 최성중, 권대복, 김재연, 오건식, 장태욱, 함영권, 지상파 DMB 자동재난경보방송표준 설계 : Part 1 요구사항 분석, 한국방송총학회, 2007년, pp. 230-241
- [9] 최성중, DMB를 활용한 재난정보 전달체계 구축방안 연구, 소방방재청, 2006년 11월, p. 48
- [10] 정보통신단체표준, 초단파(FM) 자동경보방송 표준, TTAS.KO-07.0019, 2003년 10월
- [11] 최성중, 권대복, 재난경보방송동향, 한국인터넷정보학회지 제7권 제2호, 2006년 6월, pp. 72-77
- [12] 소방방재청, CBS개요 , <http://www.nema.go.kr/>
- [13] 박진희, 재난 경보시스템 동향 연구, 2011 한국정보통신설비학술대회 논문집, 2011년 8월, pp. 71-73
- [14] 대한민국, 재난 및 안전관리 기본법, 2014년 11월

- [15] 방송통신위원회, 지상파 디지털멀티미디어방송 (DMB) 재난경보 서비스 표준, KCS.KO-07.0046, 2011년
- [16] 권태용, 지상파 DMB를 이용한 자동재난경보시스템 설계, 연세대학교 석사학위논문, 2008년 12월, pp. 19-30
- [17] 권대복, 지상파 재난경보방송 기술과 현황, TTA Journal Vol.156, 2014년

본 논문과 관련된 저자의 특허

1. 등록특허

- 1) 발명의 명칭 : 사용변화에 대한 적응성이 강화된 인 하우스 방식의 재난재해
경보방송 서비스 제공시스템 및 그 제공방법

발명자 : 현규남, 장희동

출원인 : (주)섬엔지니어링

출원번호(일자) : 10-2010-0129020 (2010.12.16.)

등록번호(일자) : 10-1091638-0000 (2011.12.02.)

- 2) 발명의 명칭 : 재난재해예경보 자동음성 통보방법

발명자 : 현규남, 장희동, 김영구

출원인 : (주)섬엔지니어링

출원번호(일자) : 10-2011-0131476 (2011.12.09)

등록번호(일자) : 10-1339677-0000 (2013.12.04)

- 3) 발명의 명칭 : 재난재해예경보 자동음성 통보 모듈

발명자 : 현규남, 장희동, 김영구

출원인 : (주)섬엔지니어링

출원번호(일자) : 10-2011-0135979 (2011.12.16)

등록번호(일자) : 10-1279832-0000 (2013.06.24)

- 3) 발명의 명칭 : 재난재해예경보 자동음성 통보 장치

발명자 : 현규남, 장희동, 김영구

출원인 : (주)섬엔지니어링

출원번호(일자) : 10-2011-0135980 (2011.12.16)

등록번호(일자) : 10-1318203-0000 (2013.06.26.)