

국가통합지휘무선통신망과 패킷데이터 통신

김용배(한국전자통신연구원), 홍영삼(모토로라 코리아), 김경아(KT)

I. 서론

1994년 10월 21일 성수대교 붕괴 사고 이후, 2000년 4월 7일 동해안 산불사고, 2003년 2월 18일 대구지하철 화재사고 등 대형 재난사고가 발생하고 있으며 재난현장에서의 통신 소통의 중요성이 인식되었다. 2002년 6월에는 감사원에서 종합지휘무선통신 체계 확보방안을 강구하라는 지적이 있었으며, 2004년 9월에는 기획예산처를 통하여 한국개발연구원에서 사업추진 여부 예비타당성 조사를 수행하였다. 그 결과 소방방재청이 주무기관으로 지정되어 2005년 10월부터 2007년 12월까지 시범 및 확장1차 사업이 추진되었다. 현재 서울특별시, 대전광역시, 대구광역시, 부산광역시, 광주광역시, 경기도 및 전국 고속도로 지역에 국가통합지휘 무선통신망(통합망)을 위한 테트라(TETRA) 무선통신 시스템이 구축되었다.

현재 통합망서비스의 유형은 주로 음성 그룹통신 위주로 사용되고 있으나, 점차 데이터통신의 요구와 사용량이 증가하고 있다. 데이터통신은 음성통화에 비하여 사건처리당 데이터 전송량이 적어 처리가 빠르고 채널의 효율을 증대시킨다.

또한 원격모니터링 및 원격제어가 가능하여 언제 어디서나 실시간으로 재난관련정보를 관리할 수 있다.

이에 따라 통합망의 데이터 통신 기술인 패킷데이터 기술과 서비스에 대하여 알아보하고자 한다.

II. TETRA 데이터 표준화 추진 동향

1. ETSI

TErrestrial Trunked RAdio(TETRA)란 European Telecommunications Standards Institute (ETSI)에 의하여 개발된 TDMA방식의 주파수공용 이동통신시스템 기술이다. 이 시스템의 목적은 경찰, 교통, 정부기관, 군 및 재난 관련기관에서 일사불란한 통신지휘체계를 위한 그룹무선통신 기능을 제공하는 데 있다.

TETRA 시스템의 표준은 몇 가지의 기술 종류로 구분되어지며, 그 예로 무선구간 인터페이스, 네트워크 인터페이스, 그리고 그룹통신관련 부가서비스와 보조시설들이다. 현재 TETRA 시스템이 하나의 혁신적인 재난관련 표준 기술로 부

각되었으며, 무선접속 기술이 릴리스(Release) 1과 릴리스 2와 같이 복수의 릴리스로 나누어 개발되었다. 두 개의 TETRA 릴리스가 완료되었다 하더라도, 새로운 사용자 요구사항을 만족하고 새로운 기술 혁신의 장점들을 적용하기 위하여 표준을 개선하는 작업이 ETSI Technical Committee (TC) TETRA에서 계속 진행하고 있다. TETRA 표준은 유럽 지역 이외에도 중국과 우리나라에서 표준으로 채택되었다.

테트라 표준의 추진 과정을 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1990년 : 표준화 착수
- 1991년 : TDMA, 4타입슬롯, 25kHz 밴드 폭 의견수렴
- 1994년 : TETRA MoU 협회 결성
- 1995년 : 1차 표준 완성
- 1997년 : 표준 시스템 상용화 및 서비스 제공
- 2004년 : ETSI Norm 시리즈 개정 (EN 300 392-1 ~ 12)
- 2006년 : TETRA Release 2 사용자 요구사항 기술보고서 발행 (2006.5.)
- 2007년 : TETRA Release 2 Air Interface 개정

2. 테트라 시장

테트라 시스템이 1997년에 상용화 된 이후 전 세계에 걸쳐 수백개의 TETRA 시스템이 구축되었다. 이중 상당수가 영국과 핀란드를 기점으로 유럽 지역에 분포하고 있으며, 아시아, 중동 및 남미 지역에서 재난통신망으로 빠르게 확산되고 있는 실정이다.

3. 테트라 협회(TETRA MoU Association)

TETRA 시스템의 전세계적 보급 및 확산과 사용자들의 요구사항의 반영하고, 서비스의 호환성과 신뢰성의 중요성을 인식하여, 몇 개의 TETRA 관련기관이 1994년 12월에 TETRA MoU (Memorandum of Understanding) 협회를 결성하였다. 결성 이후 TETRA 협회는 크게 성장하였으며 현재 사용자 그룹, 제조사, 어플리케이션 제공자, 시험기관, 규정제정기관, 자문기관 등으로 구성되었으며, 정기적으로 그 회원들을 참여하는 기술포럼을 제공하고 있다. TETRA 협회의 주요 과제는 TETRA 표준을 향상시키고 복수 제조사의 장비간에 상호호환성을 확실히 보장하는데 중점을 두고 있다.

TETRA 협회는 TETRA 시스템 제조업체들과 단말기 제조업체들간의 상호호환성을 위해서 Air Interface, DMO, ISI, PEI 분야의 TIP (TETRA Interoperability Profile) 사양을 정의하고, TIP Conformance Test를 통해 신청 제조업체 제품별 IOP(Inter Operability Profile) 인증서를 발급하고 있다.

4. TTA PG316(재난통신 프로젝트그룹)

국내에는 2004년 7월에 TTA 재난통신 프로젝트 그룹 (PG316)이 신설되어, 한국형 디지털 TRS 표준화가 추진되었다. 2005년에 제정된 한국형 디지털 TRS(TETRA) 기술표준은 총 77건으로 주요 내용은 다음과 같다.

- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 기본표준 : TRS 시스템 구성에 필수적인 TETRA 표준을 요약
- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 무선인터페이스

1~5

- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 네트워크
- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 종단간 암호화를 위한 동기화 메커니즘
- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 부가서비스
- 한국형 디지털 TRS(TETRA) 시스템간 상호 접속
- TETRA DMO (Direct Mode Operation)
- TETRA 네트워크 성능측정

2006년에는 멀티미디어 재난구조 위성인프라 표준이 제정되었고, 2007년에는 TETRA Release 2를 반영한 TETRA 무선접속 규격이 개정되었다. 또한 무선접속, DMO(Direct Mode Operation), 암호화, 시스템간 상호접속 등 TETRA 협회의 TETRA 상호연동 프로파일 31건이 등록되었다. 2008년에는 재난 통신망 복구 및 대비 기술의 요구사항이 표준화되었다.

III. TETRA 패킷데이터 기술분석

TETRA 시스템의 패킷데이터 통신에 대한 기술을 분석하면 아래와 같다.

1. 패킷채널과 회선채널 데이터 통신 할당

패킷 데이터 구현에 사용되는 방식에는 주로 2가지가 있다.

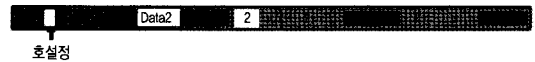
- 패킷 데이터 채널 할당(현재 국가통합지휘 무선통신망에서 사용)-패킷 데이터 채널을 다수의 동시 사용자에게 할당하는 방식으로 채널을 최대한 활용할 수 있다.
- 회선 데이터 채널 할당(회선 기반의 테트라 망에서 사용)-트래픽 채널을 음성 통화나

데이터 통화 중 하나만 사용할 수 있다. 일반적으로 한 번에 1명의 사용자에게만 채널이 할당된다(음성 또는 데이터).

가. 채널할당

회선 할당 방식은 음성 그룹통화에는 적합할 수 있으나 비교적 데이터 전송시간이 짧은 특성을 갖는 데이터 통신에는 비효율적이다.

1) 패킷채널 할당 방법



〈그림 1〉 패킷채널 할당 예

- 다수의 동시 사용자가 패킷 데이터 채널 (PDCH) 공유 가능하다.
- 사용자가 언제나 연결되어 있으므로 매번 호 설정/종료할 필요가 없다. 이 방식은 다음과 같은 장점을 지닌다.
- 주제어채널의 부하 감소
- 데이터 통화의 버스트 특성을 최대한 활용하여 PDCH 채널 사용을 최적화

2) 회선채널 할당 방법



〈그림 2〉 회선채널 할당 예

- 음성과 데이터 채널 공유한다.
- 사용자가 연결 상태를 유지하지 않으므로 매

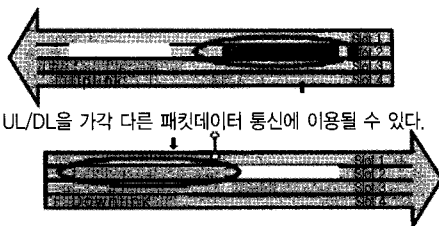
번 새로운 채널을 할당해야 하며 주 제어 채널 (MCCH)의 부하가 증가한다.

- 호 설정/종료 시에도 채널을 사용한다.

나. 심플렉스 채널

일반 음성 통화와 동일한 방식으로 데이터 통화를 할당하는 것은 비효율적인데, 상향 또는 하향 채널만을 차지하는 것이 아니라 양방향 채널을 모두 점유하기 때문이다.

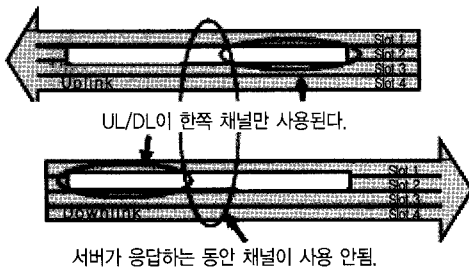
1) 패킷채널 할당 방법



〈그림 3〉 패킷채널의 UL/DL 할당 예

각각의 패킷데이터 전송시마다 필요로 하는 상향 또는 하향만을 사용하여 효율적이다.

2) 회선채널 할당 방법

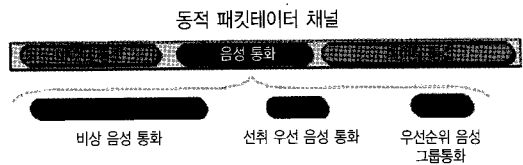


〈그림 4〉 회선채널 UL/DL 할당 예

각각의 데이터 전송시마다 양방향 채널을 모두 사용하여 비효율적이다.

2. 동적 패킷데이터 채널 할당

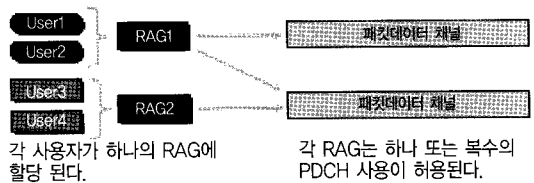
동적 패킷데이터 채널 할당 기능이란, 최대한의 유통성을 위하여 채널들을 데이터 통신이나 특정 유형의 음성통화에 동적으로 할당하는 것이다.



〈그림 5〉 동적 패킷채널 할당 예

3. 리소스 할당 그룹(RAG)

리소스 할당 그룹(RAG) 기능이란, 각 RAG 그룹에 대하여 1개 또는 복수의 PDCH를 사용할 수 있게 한다. 그 결과 각 사용자 그룹에 대한 서비스 품질을 제어할 수 있다.



〈그림 6〉 리소스 할당 예

4. 우선순위

우선순위 기능이란, 높은 우선순위 음성통화

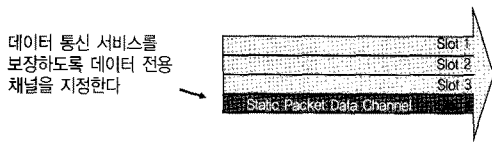
또는 데이터통신을 우선순위에 따라 순차적으로 신속히 제공하는 기능이다.



〈그림 7〉 우선순위 기능 동작 예

5. 정적채널 할당

정적 패킷데이터 채널 할당은 데이터통신 서비스의 품질을 보장할 수 있도록 데이터통신 전용 채널을 할당하는 것이다.



〈그림 8〉 정적패킷채널 할당 예

6. 다중슬롯 패킷데이터

보다 많은 양의 데이터를 빠르게 전송하기 위하여 2개 이상의 패킷데이터 채널을 할당하여 동시에 데이터를 전송하는 기능이다.

가. 향상된 성능

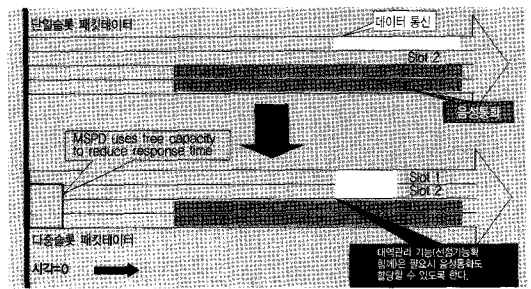
- 단일슬롯 패킷데이터에 비해 최대 4배가 빠르므로 좀 더 다양한 애플리케이션을 사용할

수 있다

- 현장에서의 업무 효율 향상
- 비상 상황시 보다 빠른 통신을 통해 신속한 인명 구조가 가능

나. 용이한 구성, 유연성 및 효율성

- 대역폭 관리와 선취 기능을 통해 상황에 따라 유연하게 음성 통화를 지원
- 통신 폭주로 인한 장애 최소화
- 우선순위가 높은 통화를 즉시 처리



〈그림 9〉 단일슬롯과 대역관리기능을 같은 다중슬롯 패킷데이터의 비교 예

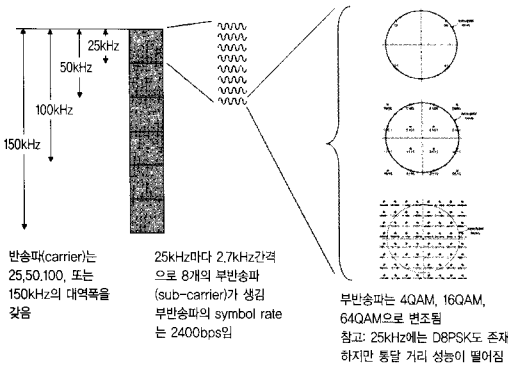
7. TEDS(고속데이터 서비스)

테트라 릴리스 2의 핵심 기능인 TEDS (TETRA Enhanced Data Service)는 데이터 통신의 전송률을 향상시키게 된다.

가. 가변적인 변조방식

반송파는 25, 50, 100 또는 150kHz의 대역폭을 갖는다. 25kHz 마다 2.7kHz 간격으로 8개의 부반송파로 나뉘며, 부반송파의 심볼률은

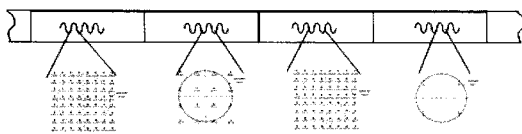
2400sps이다. 부반송파는 4QAM, 16QAM 또는 64QAM으로 변조된다.



〈그림 10〉 TEDS의 가변적 변조방식 예

나. 적응형 변조

데이터 통신 전송률의 가변이 가능하다, 지지국과의 거리 등에 따라 타임슬롯마다 최적의 변조를 다르게 선택하여 사용될 수 있다.



〈그림 11〉 TEDS의 적응형 변조방식 예

다. 전송률

4개 타임슬롯 기준하여 대역폭별로 원시 프레임 패킷데이터의 전송률은 다음과 같다.

〈표 1〉 TEDS의 대역폭 패킷데이터 전송률

[단위 : kbps]

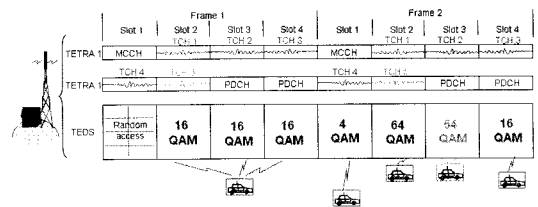
변조	코딩	25kHz	50kHz	100kHz	150kHz
4-QAM	r=1/2	11	27	58	90
16QAM	r=1/2	22	54	116	179
64QAM	r=1/2	33	80	175	269
64QAM	r=2/3	44	107	233	359
64QAM	unicode	66	160	349	538

주) r은 오류교정률이다. r=2/3란 전체 비트 중 2/3가 데이터이며, 1/3은 순방향오류교정(forward error correction)용임을 의미한다.

라. 적응성과 통합성

TEDS는 테트라 릴리스 1의 대체 기술이 아닌 진보된 기술이다. TETRA 릴리스 1 채널들은 제어 채널, 음성, 단일 슬롯 데이터 등을 처리하도록 배치되어 TEDS 채널들과 이웃하게 된다.

TEDS 변조 및 전송률은 타임 슬롯별로 융통성 있게 가변적으로 이루어진다.



〈그림 12〉 TEDS의 적응성과 통합성 예

마. TEDS를 위한 소요 스펙트럼

TEDS의 간섭에 대한 요구 신호값은 대역폭 및 변조 방법에 따라 다음과 같이 상이하다.

- TETRA 1 : 19dB C/I

- TEDS 25kHz 4QAM $r=1/2$: 14dB C/I
- TEDS 50kHz 64QAM $r=2/3$: 27dB C/I

변조의 적응력으로 인해 통화권 가장자리에서도 최고의 데이터 속도로 최상의 간섭 성능을 발휘할 수 있도록 기지국들을 계획할 수 있다. 또한 주파수 재사용 패턴으로는 이론상 9x가 존재하고 12x도 가능할 것이나 현실적으로는 20x의 주파수 재사용이 안전하다.

결과적으로 50kHz에서 기지국당 1개의 TEDS 채널을 사용하기 위하여 최소 2x1MHz가 필요하거나 2x2MHz가 권장된다.

IV. 패킷데이터의 서비스

가. TETRA 데이터 솔루션

테트라 단일슬롯 패킷데이터를 이용하여 다음과 같은 솔루션이 가능하게 된다.

1) 데이터 서비스

- 텍스트 입력, 호출, Email
- 파일/이미지 전송

2) 데이터베이스 조회

- 차량번호
- 진료기록
- 경찰청 전산망

3) 정보 교환

- 이동 지문인식 시스템(Mobile Automatic Finger Intelligence System)
- 현장 브리핑 (Field Briefing)

- 112 순찰차 신속배치 시스템 (IDS)

나. TETRA MSPD 데이터 솔루션

다중슬롯 패킷데이터를 이용하면 다음과 같은 기능과 서비스를 기대할 수 있다.

1) 유연성 및 효율성 향상

- 4개의 채널을 자유롭게 할당

2) 속도 향상

- 최대 4배 전송속도 증가

3) 고급 데이터 응용서비스

- 건물 평면도
- 응급환자 데이터
- 저속 정지영상
- 이미지 브로드캐스트
- 인터넷

다. 종단간 패킷데이터 솔루션

종단간(End-to-End) 패킷 데이터 솔루션에서 다음과 같은 기능이 가능하다.

- 시스템에서 종단간 IP 데이터 기능통합
- 관련 장치의 사용이 용이
- 네트워크의 설계와 최적화가 용이
- 애플리케이션 사용이 용이

라. TEDS 패킷데이터 솔루션

테트라 릴리스 2에서 지원되는 TEDS를 이용하면 데이터 사용자와 사용량을 확대하거나 다음과 같은 고속데이터 솔루션이 가능할 것이다.

- 이동 사무실 (Mobile Office)
- 데이터 베이스 조사 (Database Lookups)
- 정보 공급 (Intelligence Feeds)
- 이동 데이터 캡처 (Mobile Data Capture)
- 이메일과 채팅 (E-mail & Chat)
- 대용량 이미지 전송 (Large Image Transfer)
- 비디오 클립 (Video Clips)
- 브리핑 포드 캐스트 (Briefing Pod Casts)
- 상황 인식 (Situational Awareness)
- 직원 위치 추적 (Officer Tracking)
- 자동 차량번호 인식 (Automatic Number Plate Recognition)
- 이동체 위치인식 (Mobile Location)

V. 결론

국가통합지휘 무선통신망을 현재의 음성통화 서비스 위주의 사용에서 벗어나 패킷데이터 서비스를 활용함으로써 채널사용의 효율과 재난관련 응용서비스를 향상시킬 수 있다. 이를 위하여 테트라 릴리스 2의 상용모델의 개발을 서둘러야 할 것이며, 이러한 시스템을 차세대 재난 통합망으로 구축하여 명실상부한 무선통신강국으로의 지위를 확고히 하고, 일사불란한 재난대응 체계를 확립하여 재난으로 인한 재산 및 인명의 손실이 없는 선진국으로 거듭날 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] ETSI TR 102 021-1 User Requirement Specification TETRA Release 2; Part 1: General overview, 2005.5.
- [2] ETSI TR 102 021-2 User Requirement Specification TETRA Release 2; Part 2: High Speed Data, 2002.10.
- [3] ETSI TR 102 021-7 User Requirement Specification TETRA Release 2; Part 7: Security, 2002.10.
- [4] ETSI EN 300 392-2 TETRA V+D Part2: Air Interface, 2007.9.
- [5] TETRA Association, TTR001-05 TIP Part:5 Packet Data, 2004.11.
- [6] TETRA Association, TTR001-18 TIP Part:18 Circuit Mode Data Call, 2006.1.
- [7] TETRA Association OUA, TF08-48-07 Service Overview for TEDS Phase 1, 2008.6.24.
- [8] Eung Bae Kim, 'TETRA for Government Radio Network, TWC2008, 2008.5.28.
- [9] "국가통합지휘무선통신망(TETRA) 기술표준 및 기술동향", 김응배, 김경아, 홍영삼, 한국통신학회지(정보통신), 2006.2.
- [10] David Chater-Lea, TETRA Release 2, 2008.4.
- [11] www.tetra-association.com

저자소개



김응배

1981년 2월 고려대학교 전자공학과 공학사
 1983년 2월 고려대학교 전자공학과 공학석사
 1999년 2월 고려대학교 전자공학과 공학박사
 1983년 1월~1988년 3월 금성전기/금성반도체
 연구소 연구원
 1988년 3월~1988년 11월 한국통신진흥(주) 과장
 1989년 11월~현재 한국전자통신연구원 기술사업화
 본부 책임연구원

2004년 7월~현재 TTA PG316(재난관리/통신)
 의장

관심분야 : B-WLL, BMWS, TRS, TDMA 시스템,
 CDMA 시스템, 밀리미터파 RF기술,
 Ad-hoc망



홍영삼

1980년 2월 인하대학교 전자공학과 학사
 1988년 8월 건국대학교 대학원 전자공학과 석사
 1984년 7월~현재 모토로라 코리아 (주) 상무
 2004년 7월~현재 TTA PG316 (재난관리/통신)
 부의장

주관심 분야 : Radio System Architect, TETRA
 Standard, Spectrum Management

저자소개



김경아

1989년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 학사
 1991년 2월 이화여자대학교 전자계산학과 석사
 2004년 8월 서울대학교 컴퓨터공학 공학박사
 1991년 2월~현재 KT 미래기술연구소 수석연구원
 2004년 7월~2007년 12월 TTA PG105 (재난관리)
 간사

2008년 1월~현재 TTA PG316 (재난관리/통신)
 부의장

주관심 분야 : Digital TRS system, WiBro-HSDPA
 망간 핸드오버, Seamless Mobility,
 Media Independent Handover