

비상재난통신을 위한 디지털 TRS 시스템의 전달망 설계

홍완표* · 이순화**

Design of Transport Network on the Digital TRS System for the Emergency and Disaster Communication

Wan-pyo Hong* · Soon-hwa Lee**

요약

현재 디지털 TRS는 2.5세대 스타-트리 토폴로지 기반에서 음성중심 서비스를 제공하고 있어 광대역 멀티미디어 서비스를 수용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 패킷망 기반의 메쉬 토폴로지를 설계하고 우선순위 기반 동적 경로설정 알고리즘을 제안하여 우리나라 실정에는 홉수 우선순위가 거리 우선순위가 반보다 합리적임을 확인하였다. 또한 백본 및 액세스 망관리센터간의 대역폭을 분석한 뒤 장애와 병목현상을 완화하기 위한 여유용량을 포함하여 트렁크 용량을 산출 하였다.

ABSTRACT

Currently digital TRS is providing the voice-oriented service based on star-tree topology of 2.5G. As result of that, it has a limitation to accept the wide band multimedia services. Therefore, this paper designed the mesh topology based on packet network and proposed the algorithm of dynamic path establishment based on priority. In Korea case, we confirmed that hop numbers priority base is more reasonable than distance priority base. And counted the trunk traffic including redundancy traffic to prevent the bottleneck situation and trouble. Also analysed the bandwidth between network management centers of backbone and access.

키워드

TRS, 망관리센터, 트렁크 용량, 비상재난통신, 통합망

1. 서론

우리나라 비상재난통신은 재난의 예방, 대응, 복구와 관련된 모든 통신수단으로 공공안전의 중추기관인 소방, 경찰 및 기타 유관기관 등에서 2.5세대 GSM기반 디지털 TRS(Trunked Radio System) 방식인 TETRA(TERrestrial TRunked RAdio)로 서킷(Circuit)망 중심의 음성서비스를 주로 이용하고 있다. 이에 반하여 이동통신망 진영은 멀티미디어 서비스 중심의

패킷(Packet)망인 3세대 망을 상용화하였으며 현재 All-IP(Internet Protocol) 융합서비스 중심의 4세대 망으로 진화하기 위한 기반기술 연구가 한창 진행 중에 있다. 비상재난통신 국제표준화단체인 MESA(Mobility for Emergency & Safety Application)에서도 3세대 이동통신망과의 상호 운용성 지원과 광대역 규격에 적합한 후보기술에 대하여 기술제안을 받고 있는 등 패킷망 중심의 인프라로 진화단계에 있다[2]. 그러나 비상재난통신은 주서비스가 음성인

* 한세대학교 정보통신공학과(wpHong@hansei.ac.kr)

** 행정안전부(jolimont@gmail.com)

접수일자 : 2010. 09. 20

심사(수정)일자 : 2010. 10. 25

게재확정일자 : 2010. 12. 10

관계로 대부분의 전달망 설계가 패킷망을 지원하기 위한 메쉬(Mesh)형 구조가 아닌 서킷망 중심의 스타-트리(Tree)형 구조라 패킷중심의 데이터서비스에는 그 한계가 있을 것으로 예상된다. 더욱이 북미 및 유럽의 선진국에서도 유비쿼터스 환경에 적용이 가능하도록 비상재난통신 시스템의 진화 요구사항이 늘어나고 있다. 사용자의 편의성을 위하여 인터넷을 통한 정보전달 및 처리와 VoIP-PTT(Voice Over IP - Push To Talk), 멀티미디어 영상 등 광대역을 필요로 하는 데이터의 사용 빈도가 늘어나고 있다. 이와 같은 흐름을 볼 때 멀티미디어 전송을 위한 전달망의 구조의 필요성은 점차 증대되고 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 디지털 TRS에서 광대역 멀티미디어 서비스를 수용할 수 있는 메쉬 구조를 제안하고 패킷 데이터를 효율적으로 전달할 수 있는 비상재난통신의 전달망의 기본설계안을 제시한다.

본 논문의 구성으로 제2장에서는 디지털 TRS시스템 표준화 제3장에서는 망관리센터 설계 기준을 제시하고 제4장에서는 메쉬 토폴로지 및 경로설계를 한다. 이어서 5장에서는 트렁크 회선용량을 산출한 뒤 제6장에서 결론 및 향후연구사항에 대하여 논한다. 아울러 설계 대상은 실제 국내 비상재난통신망으로 소방방재청에서 구축 중에 있는 TETRA 디지털 TRS 기반의 '국가통합지휘무선통신망(이하 '통합망')'이다.

II. 디지털 TRS시스템 표준화

2.1 동향

디지털TRS시스템(이하“테트라시스템”이라한다)은 1980년대말에 표준화를 시작하였다. 1995년에 테트라연합회를 구성하였다. 1996년 3월에 무선접속에 대한 첫 번째 버전이 발행되었다.(ETSI ETS 300 392-2 ed 1). 1999년 첫 번째 IOP시험성적서가 발행되었다. 2002년도에는 처음으로 전국적인 테트라 공중안전망이 완성되었다. 2006년 9월에는 테트라버전2에 대한 중요문서가 발행되었다(ETSI EN 300 392-2 V 3.1.1).

테트라 1 시스템은 멀티미디어 서비스를 제외한 데이터베이스 검색, AVL, E-mail, 데이터전송 및

제한된 저속의 스캔 영상을 전송한다. 테트라2인 고도 데이터서비스(TEDS)는 테트라 릴리즈1과 호환될 수 있는 것으로 즉 네트워크 결합능력을 갖고 있다. 유연성있는 데이터속도와 주파수 사용을 할 수 있는데 25, 50, 100, and 150 kHz 채널 대역폭을 가지므로서 전송속도와 주파수사용을 적절하게 선택할 수 있다. 테트라 릴리즈1과 TEDS가 결합될 수 있다. TEDS용 기술들은 전대역폭에서 다중반송과 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 그리고 25KHz에서 D8PSK를 사용한다. 테트라협회 작업반4에서는 기존 테트라에서 보다 10배 빠른 패킷 데이터 서비스를 제공하고 멀티미디어와 기타 데이터 응용을 지원하고자 작업하여 오고 있다. 이를 위한 표준화의 흐름은 두 개로서 TAPS(TETRA Advanced Packet Service)와 TEDS(TETRA Enhanced Data Service)이다. TAPS표준화 작업은 2000년말에 시작되었다. 2006년 3/4분기에 TEDS표준에 대한 핵심부분이 공표되었다.

표 1. 테트라 시스템의 진화과정
Table 1. Evolution of TETRA system

테트라 1		TEDS		테트라 2
정보검사 위치기반 메세징 파일전송 제한저속 스캔영상	+	전송속도 대역폭효율	=	TETRA1 + QoS관리 영상

2.2 TAPS와TEDS

아래 그림1 은 테트라 릴리즈2내에서의 TAPS와 TEDS의 관계를 보여 주는 것이다.

가. TAPS

ETSI는 TAPS규격에 대하여 기술적인 것과 유럽의 표준, 표준 지침, 시험목적, CEPT내에서의 상호협력에 따라 결정되는 EMR을 통해 진행되는 SRD 등을 승인하였고 2001년에 완성되었다.

변화하는 시장의 조건을 반영하기 위해 사용자 요구조건을 검토하고 중요한 논쟁 사항들을 해결하였다. 테트라 2의 이용자 워크샵이 WG1과 함께 개

최되어 다음사항들을 결정하였다.

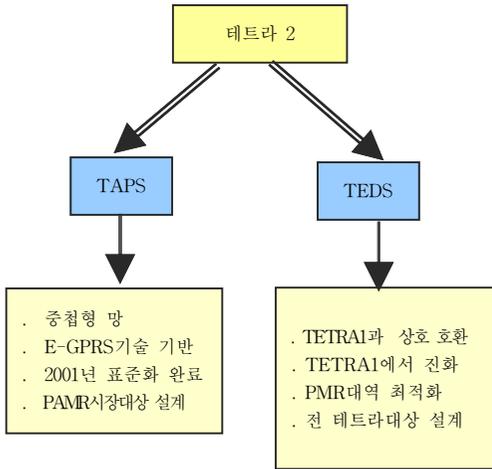


그림 1. 테트라 2시스템의 표준구성
Fig. 1 Standard configuration of TETRA 2 system

첫째 초기 시스템의 대부분의 응용들이 50 - 80 kbit/s의 사용자 속도를 만족시킨다. 둘째 최소 50 kbit/s가 통달거리 끝에서 이용 가능하여야 한다. 셋째 적응식 기술과 고속이 미래에 증명되는 선택된 기술에 의해 제공되어야 한다. 넷째 필요하다면 음성을 우선 순위로 하여 음성과 고속데이터운용이 필요하다. 다섯째 휴대폰에선 최대 송신전력이 1W이고 이동무선에서는 최대 3W 다음과 같은 결과를 얻었다.

TEDS에 대하여는 WG4가 기술적 해결책에 동의의 얻었다. 이것은 기술적 제안서를 제출한 6개 회사에 의해 최적화된 해결책을 토대로 하였다. WG4는 다음과 같은 남아 있는 표준화 사항들에 대하여 작업계획을 올렸다.

물리계층에 대한 검토, 상위계층에 대한 프로토콜, 시스템 자원의 적응 이용, TDMA 반송파에 대한 다중반송파 플랫폼, 전파조건에 따른 반송파의 적응식 선택, 변조, 코딩에 대한 것이다. 또한 동의된 변조기법은 다음과 같다. 통달거리 가장자리에서 효율적인 링크를 위한 4 QAM, 중간속도를 위한 16 QAM, 고속을 위한 64 QAM, 공통제어채널을 위해 $\pi/4$ DQPSK, 초기 속도증가에 대비하기 위해 D8PSK방식이다.

최적화된 채널코딩은 STF 179 작업에 따른다. 반송파 대역폭은 25, 50, 100 and 150 kHz이고 파일럿 심볼이 채널 예측을 위해 사용된다. 완전 및 반 슬롯의 크기는 14.176 ms/25 kHz 및 저속변조의 경우 50 kHz, 높은 대역폭 반송파 및 고레벨 변조용으로 7.08 ms이다. 각각의 QAM 반송파는 기저대역에서 수개의 부반송파로 구성된다. 전체 속도범위는 54 kbit/s(8PSK/25kHz)에서 864kbit/s(64 QAM/150kHz)이다. 예상되는 사용자 전송속도는 30-400kbit/s이다. 테트라 1 상위계층 프로토콜은 TEDS와 적용된다.

III. 망관리센터 설계

망관리센터의 규모에 따라 백본(backbone)과 액세스(access)센터로 구분하여야 하는데 이를 위해서는 각 시도별 지역별 통화량을 고려하여야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 표2와 같이 정보화전략계획에 있는 예측치를 반영한다. 먼저 백본센터는 인증·과금과 각 센터간 라우팅을 책임지는 센터로서 표3과 같이 통합망으로 구축한 경찰청의 5개(서울, 대전, 부산, 대구, 광주)망관리센터와 소방방재청의 1개(경기)망관리센터를 선정하고, 단말 수요 및 통화량이 많은 강원지역을 신설센터로 선정한다. 나머지는 액세스센터로 선정하되 전남, 경남, 경북, 충남지역은 광역시 백본센터에 수용하도록 설계한다.

인천 지역은 서울과 경기센터 중 단말기 수요만을 고려 시 서울의 액세스센터로 두는 것이 바람직 할 것이

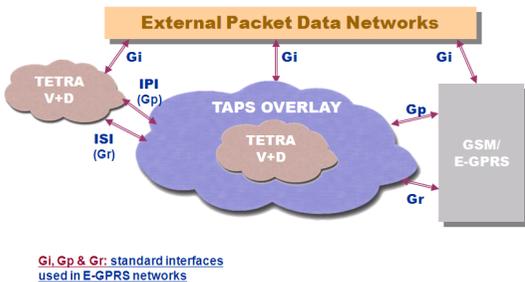


그림 2. TAPS의 구조와 인터페이스
Fig. 2 Structure and Interface of TAPS

나. TEDS

나 통화량도 동시 고려한다면 경기센터의 하위 액세스 센터로 설정하는 것이 합리적이다. 강원지역의 경우에는 단말기 수요에 비하여 통화량은 적은 편이나 산불 및 설해·수해 등이 많이 발생하는 지역으로서 재난 시에는 통화량이 급격히 증가될 가능성이 있고 서울이나 경기 혹은 대전과 지리적으로 멀리 떨어져 있으므로 독립적인 백본센터로 두는 것이 합리적이다.

표 2. 통합망 단말기 수요 및 통화량 예측치[5]
Table 2. Estimated value of terminal demand and traffic

지역	단말기 수요(대)	통화량(건수)
서울	36,926	249.78
부산	19,922	101.07
대구	11,951	60.63
인천	10,449	53.01
광주	5,406	25.6
대전	6,637	33.67
울산	5,234	26.56
경기	51,024	172.57
강원	29,133	98.53
충북	12,916	43.68
충남	15,287	51.7
전북	15,741	53.24
전남	15,646	52.92
경북	25,232	85.33
경남	23,669	80.06
제주	4,588	15.52

표 3. 백본 및 액세스센터 선정결과
Table 3. Selected result of center of the backbone and access

백본(수)	엑세스(수)	단말기수요	통화량
서울(1)		36,926	249.78
경기(1)	인천(1)	61,473	225.58
부산/경남(1)		43,591	181.13
대구/경북(1)	울산(1)	42,417	172.52
광주/전남(1)	전북, 제주(2)	41,381	147.28
대전/충남(1)	충북(1)	34,840	129.05
강원(1)		29,133	98.53

IV. 메쉬 토폴로지 및 경로 설계

TETRA 시스템은 주제어장치간의 홉당 60ms 정도의 전송지연이 발생되므로 ETSI에서는 300ms 이내의 전송지연시간을 권고하고 있다. 따라서 최대 홉수는 '3'이내가 될 수 있도록 주회선을 구성한다 [2][3][4]. 또한 백본센터 시스템에 장애가 생길 경우를 대비하고 액세스센터간 최대 3홉 이내의 경로구성을 위하여 우회회선을 구성한다. 제2장과 위 구성기준을 적용한 구조는 그림3과 같다.

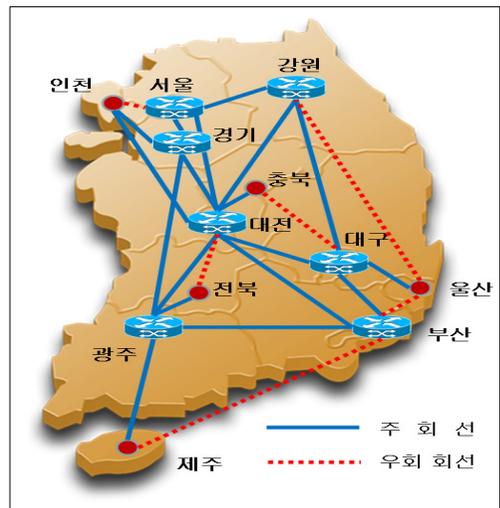


그림 3. 제안하는 메쉬망 토폴로지 구성
Fig. 3 Proposed Mesh network topology configuration

모든 망관리센터(백본 및 액세스센터)들 간의 최단 경로를 검색하는 문제는 플로이드(Floyd) 알고리즘을 이용하여 모든 망관리센터 간의 최단 경로를 구한다. 디스트라(Dijkstra) 알고리즘이 하나의 특정 노드로부터 다른 노드까지 최단 경로를 구하는데 비하여 플로이드 알고리즘은 네트워크의 모든 노드 사이의 최단경로를 삼각연산으로 구하고 경로도 추적할 수 있는 동적계획법의 일종이다^[1].

방향 그래프 G에서 V(G)정점들이 '1, 2, ..., n'으로 되어 있을 때 G를 비용 인접행렬 $cost[1 \dots n, 1 \dots n]$ 으로 나타내면 $cost[i, j]$ 는 간선 $\langle i, j \rangle$ 의 가중 값이다. 간선 $\langle i, j \rangle$ 가 존재하지 않으면 $cost[i, j]=\infty$ 로 하고, 자기 자신이면 $cost[i, j]=0$ 으로 표현한다. 여기에서 $A^k[i, j]$ 를 k보다 큰 색인을 갖는

정점을 중간에 통과하지 않고 정점 'i'에서 정점 'j'로 가는 최단 경로의 비용이라고 정의하면 $A^0[i, j]$ 는 정점 'i'에서 정점 'j'로 가는 최단 경로의 비용이 되기 때문에 결국 모든 정점간의 최단 경로의 비용이 되는 것이다. 그 이유는 G에는 n보다 큰 색인을 갖는 정점이 없기 때문이다. $A^k[i, j]$ 는 경로 상에 중간 정점을 갖지 않기 때문에 $cost[i, j]$ 가 되는데 플로이드 알고리즘의 기본 개념은 행렬 $A^0, A^1, A^2, \dots, A^n$ 을 순차적으로 만들어 나가는 것이다. 행렬을 갱신해 나가는 방법은 정점 'i'에서 정점 'j'로 가는 경로 상에 k가 포함되지 않는다면 $A^k[i, j]=A^{k-1}[i, j]$ 가 되고 그렇지 않다면 정점 'i'에서 정점 'j'로 가는 경로 상에 k가 포함되므로 정점 'i'에서 정점 'k'까지의 경로와 정점 'k'에서 정점 'j'까지의 경로의 합인 $A^k[i, j]=A^{k-1}[i, k]+A^{k-1}[k, j]$ 가 된다. 이런 방법은 그래프 G에 음의 길이를 갖는 사이클이 존재하지 않을 때만 성립하며 $A^k[i, j]$ 의 수식은 식1과 같고 그 예는 그림4와 같다.

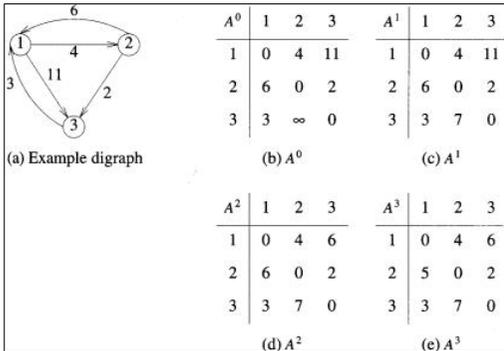


그림 4. 플로이드 알고리즘의 최단 경로 찾기 예
Fig. 4 Example of shortest path finding of Floyd's algorithm

$$A^k[i, j] = \begin{cases} cost[i, j] & \text{if } k=0 \\ \min\{A^{k-1}[i, j], A^{k-1}[i, k] + A^{k-1}[k, j]\} & \text{if } 1 \leq k \leq n \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

최단거리를 정의하는 방법으로는 '홉 수(hop count)'에 따라 경로를 산출하는 방식, 실제 전송로의 거리에 따라 산출하는 방식, 대역폭에 따라 산출하는 방식 등이 있다. 본 논문에서는 홉과 거리를 최단거리 변수로 모두 사용하되 한 변수를 우선순위를 갖도록 하고 우선순위 변수값이 서로 동일한 경우에 한하여

차순위 변수로 판정한다. 본 논문에서 제안하는 최단거리 산출 알고리즘의 의사코드는 다음과 같다.

```

IF A_우선순위 > B_우선순위 THEN 최단거리 A 선정
ELSEIF A_차순위 < B_차순위 THEN 최단거리 B 선정
END

IF 'A_우선순위 == B_우선순위' && 'A_차순위 > B_차순위'
THEN 최단거리 A 선정
ELSEIF A_우선순위 == B_우선순위 && 'A_차순위 <
B_차순위 THEN 최단거리 B 선정
ELSEIF A_우선순위 == B_우선순위 && 'A_차순위 ==
B_차순위 THEN 최단거리 임의선정
END
    
```

홉 수와 거리의 두 가지 변수들을 동시에 고려하되 두 변수간 우선순위의 가중치를 어떻게 부여하는 것이 합리적인지 확인하여야 하며 그 결과는 표4와 같이 홉 수에 우선순위를 두는 것이 보다 합리적임을 알 수 있다. 표4의 결과를 세부적으로 살펴보면 홉 수와 거리의 두 가지 변수에 대한 전체 평균 홉 수는 각각 1.57, 1.59로서 평균 홉 수 제한에는 모두 적합하나 거리를 기반으로 하는 방법의 경우 『제주↔강원』간의 홉 수가 '4'이므로 거리를 기반으로 하는 우선순위방법보다 합리적임을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서는 홉 수에 우선순위 가중치를 부여하였다.

표5는 홉 수는 거리 우선순위에 의하여 산출된 경로테이블(홉 수와 거리 우선순위를 적용했을 때 상이한 경로배정인 4지점을 구분하기 위하여 음영처리)로서 최단경로를 추적 예를 들어 설명하도록 한다. '서울(1)↔서울(1)'의 경우 송신지역과 수신지역이 서로 동일하므로 테이블 값은 '0'이 되며 '서울(1)↔경기(2)'의 경우에도 링크가 1:1로 직접 연결되어 있으므로 테이블 값은 '0'이 된다. 즉 테이블 값 '0'이 갖는 의미는 송신지역과 수신지역이 서로 같거나 직접 경로가 1:1로 연결된 경우를 말하는 인덱스(index)이다.

표 4. 홉 수 및 거리(팔호안) 우선순위 산출 홉수
Table 4. Hop numbers counted by Hop numbers and distance

	서울	경기	인천	부산	대구	울산	대전	충북	광주	전북	제주	강원
서울	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (3)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	1 (1)
경기	1 (1)	0 (0)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)
인천	1 (1)	1 (1)	0 (0)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	2 (2)
부산	2 (2)	2 (2)	2 (2)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)
대구	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)
울산	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	1 (1)	0 (0)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)
대전	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	1 (1)
충북	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	0 (0)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	2 (2)
광주	2 (2)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	2 (3)
전북	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)	1 (1)	0 (0)	2 (2)	2 (2)
제주	3 (3)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	3 (3)	1 (1)	2 (2)	0 (0)	3 (4)
강원	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	0 (0)

표 5. 홉 수 및 거리(팔호안) 우선순위 산출 경로 테이블
Table 5. Counted path table by hop number and distance priority

	서울 (1)	경기 (2)	인천 (3)	부산 (4)	대구 (5)	울산 (6)	대전 (7)	충북 (8)	광주 (9)	전북 (10)	제주 (11)	강원 (12)
서울 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	2 (2)	0 (0)
경기 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	7 (7)	2 (2)	1 (1)
인천 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	7 (7)	2 (2)	7 (7)	2 (2)	1 (1)
부산 (4)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	5 (5)
대구 (5)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	4 (4)	0 (0)
울산 (6)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	5 (5)	4 (4)	7 (7)	4 (4)	0 (0)
대전 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9 (9)	0 (0)
충북 (8)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	5 (5)	0 (0)	5 (5)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	5 (5)	7 (7)
광주 (9)	2 (2)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	7 (7)	4 (4)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)
전북 (10)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	0 (0)	7 (7)	0 (0)	0 (0)	9 (9)	7 (7)
제주 (11)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	0 (0)	4 (4)	4 (4)	9 (9)	5 (5)	0 (0)	9 (9)	0 (0)	9 (9)
강원 (12)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	5 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (7)	7 (7)	7 (7)	9 (9)	0 (0)

IV. 트렁크 용량 산정

표4,5의 경로 테이블 결과에 따라 망관리센터간 연결링크인 트렁크 구간의 용량을 산출한다. 이때 트래픽이 모여드는 집중국의 경우 병목현상(bottle neck)이 발생할 우려가 예상된다. 이를 해결하기 위해서는 각 노드로부터 동시 트래픽이 발생하였을 때의 전송되는 최대 트래픽의 총량을 산출하되 트렁크 용량은 전체통화량 중 지역간(시외) 통화량을 분리할 수 있어야 한다. 이를 위하여 '07.11월~08.8월간 정보통신정책 연구원의 『통합지휘무선통신망 사업효과 분석 등을 위한 연구』의 설문결과를 살펴보면 반경 30km이내가 82.4%였으며 30km를 초과하는 경우에는 17.6%로 조사되었다. 따라서 전체 통화용량 중 17.6%를 트렁크 용량으로 산정한다. 트렁크용량은 인접(동일 백본센터 관리영역)과 광역(타 백본센터 관리영역)으로 나누어 보아야 할 것이다. 인접지역은 액세스센터와 반경 40km 이내로 하여 전체 트렁크 용량의 50%로 할당하고 인접 지역이 복수인 경우에는 단말기 총수요의 비율로 세부 할당을 한다. 그리고 그 외 지역에 대해서는 나머지 50%를 전체 지역수로 균등 분할하여 용량을 산출하며 그 결과는 표5와 같다.

표6의 단대단 트렁크 용량은 직접 경로가 없이 중간 노드를 거쳐 갈 수 있다. 따라서 경로로 배정된 중간노드의 회선 허용용량을 넘어서거나 장애가 날 경우(트래픽 폭주 혹은 병목현상)를 대비하기 위하여 여유용량을 감안해야하며 식2의 기준에 따라 표7과 같이 재산출하였다.

$$Traffic_k, k = 1, \dots, t$$

$$hop_1 = \sum_k hops(Traffic_k) \times 2$$

표 6. 지역별 단대단 트렁크 용량산출
Table 6. Trunk traffic of local end-end

	서울	경기	인천	부산	대구	울산	대전	충북	광주	전북	제주	강원
서울	0	5183	1061	694	694	694	694	694	694	694	694	694
경기	3363	0	952	479	479	479	479	479	479	479	479	479
인천	556	788	0	147	147	147	147	147	147	147	147	147
부산	823	823	823	0	823	823	823	823	823	823	823	823

대구	365	365	365	365	0	3649	365	365	365	365	365	365
울산	066	066	066	066	664	0	066	066	066	066	066	066
대전	213	213	213	213	213	0	2134	213	213	213	213	213
충북	109	109	109	109	109	109	1092	0	109	109	109	109
광주	218	218	218	218	218	218	218	0	1520	443	218	218
전북	133	133	133	133	133	133	133	1331	0	133	133	133
제주	039	039	039	039	039	039	039	039	388	039	0	039
강원	448	448	448	448	448	448	448	448	448	448	0	448

표 7. 트렁크 용량 재산출 결과
Table 7. Recounting result or trunk traffic

	서울	경기	인천	부산	대구	울산	대전	충북	광주	전북	제주	강원
서울	-	265 (단:3)	318 (단:2)	-	-	-	826 (단:3)	-	-	-	-	264 (단:1)
경기	8198 (단:3)	-	2418 (단:1)	-	-	-	5746 (단:2)	-	328 (단:2)	-	-	-
인천	1406 (단:1)	2124 (단:1)	-	-	-	-	1764 (단:1)	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	5016 (단:2)	216 (단:1)	823 (단:3)	-	1778 (단:1)	-	2508 (단:1)	-
대구	-	-	-	2574 (단:1)	-	946 (단:4)	4512 (단:2)	2508 (단:1)	-	-	-	2376 (단:1)
울산	-	-	-	396 (단:3)	1592 (단:1)	-	-	-	-	-	-	264 (단:3)
대전	3286 (단:2)	3418 (단:2)	3418 (단:2)	3332 (단:2)	71 (단:3)	-	-	6584 (단:3)	2914 (단:1)	6688 (단:3)	-	1424 (단:1)
충북	-	-	-	-	654 (단:3)	-	371 (단:2)	-	-	-	-	-
광주	-	1542 (단:1)	-	872 (단:1)	-	-	1978 (단:1)	-	-	3118 (단:2)	5332 (단:2)	-
전북	-	-	-	-	-	-	2394 (단:1)	-	2928 (단:1)	-	-	-
제주	-	-	-	234 (단:3)	-	-	-	-	1322 (단:1)	-	-	-
강원	282 (단:1)	-	-	-	1792 (단:1)	896 (단:1)	3684 (단:2)	-	-	-	-	-

V. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경의 광대역 데이터 서비스를 지원하기 위하여 기존 서킷기반 스타-트리 기반의 백본망 구조의 비효율성을 언급하고 통합망 환경에서 메쉬 토폴로지 기반의 전달망을 설계하였다. 또한 전달망의 경로설정을 위하여 플로이드 알고리즘을 적용한 사용하되 ‘홉 수’와 ‘거리’의 우선순위가중치 부여에는 우리나라 지역적 환경상 홉 수가(3홉 이내 만족) 합리적임을 확인하였고 통합망 사업효

과 분석을 위한 설문조사 결과를 반영한 트렁크 용량을 산출하였다.

그러나 본 연구의 한계점은 토폴로지의 최적구조를 보장할 수 없다는 것이다. 이는 경험적인 방법에 의한 방법으로 설계가 이루어졌기 때문이다. 따라서 최대지연시간(300ms)을 만족시키는 범위 내에서 토폴로지 할당뿐만 아니라 링크용량 및 정보량에 관한 비용을 절감할 수 있는 지능형 알고리즘이 필요하며 이를 향후연구과제로 삼았다.

참고 문헌

- [1] "Wide Area Network Design", Morgan Kaufmann Publishers, Inc, C. S. Robert, 1998.
- [2] J "Digital Mobile Communications and the Tetra System", John Wiley and Sons Inc, . Dunlop, G. Demessie. Girma, J. Irvine., Nov. 1999.
- [3] "The Advocate's TETRA Handbook", Doug Gray, ETSI, 2003.
- [4] "General network design",ETSI EN 300-392-1, Jan. 2003.
- [5] "ISP for Integration command radio network" Summary of final report KT&ANSE TECH 2006. 5.
- [6] "Study on Effective Analysis of Integration command radio network" KISDI, 2008. 8.

저자 소개



홍완표(Wan-pyo Hong)

1991. 2 : 서울산업대학교 전자공학과 공학사

1993.08 : 연세대학교 공학대학원 전자공학전공 공학석사

1999.08 : 광운대학교 전자공학과 공학박사

1984.08 ~ 1997.11 : 정보통신부 체신청, 본부 통신정책국, 정보화기획실, 전파방송관리국

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 정보통신공학과

인문사회학부 사회복지학과 교수

※ 관심분야: 위성통신방송, 정보통신정책, 복지통신



이순화(Soon-hwa Lee)

2001년 2월 서울산업대학교 전기
정보대 매체공학과 (공학사)

2003년 2월 홍익대학교 대학원 전
자공학과 (공학석사)

2009년 2월 홍익대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

2006년 6월 정보통신기술사(78회)

2008년12월 전자계산조직응용기술사(86회)

現 행정안전부 ‘재난안전통신 선진화 추진팀’

※ 관심분야 : PPDR 통신, 차세대이동통신 등