

음성 데이터 통합을 위한 가입자 망설계와 전송 성능 평가

*정준호, **엄기복, **여현

*한국통신, **순천대학교 정보통신공학과

Design of Effective Subscriber Network Based on Interaction network

*Jun-Ho Chung, **Ki-Bok Eom, **Hyun Yoe

*Korea Telecom,

**Dept. of computer & Communication, Sunchon National University

E-mail: jh96025@kt.co.kr, watm@dreamwiz.com, yoehyun@dreamwiz.com

요 약

본 논문에서는 PSTN과 PSDN망의 통합 망 설계 기술에 대하여 연구하였다. 망 구조모델은 소프트 스위칭과 액세스 게이트 웨이브를 이용함으로써, 기존의 SONET기반 네트워크가 제공해줄 수 없는 대역폭 대비 사용료와 실시간/웹기반의 다양한 서비스를 창출할 수 있다. 또한 각 영역의 수행기능과 지역 망의 가입자 구축에 있어서 각 망을 지역권으로 구분함으로써 망 복구능력이 탁월하다. 전용망 사용비용으로 대체되기 때문에 통신비용의 대폭적인 절감과 부수적으로 자체적인 통신망 활용을 극대화할 수 있다는 것이다.

ABSTRACT

I did research or design technology of(integration) network of PSTN and PSDN in this paper. Network structure model in association with soft switching and access gateway can create various services based on web and live time and service fee at the rate of bandwidth which can't be provided by existing network based on SONET. Also, interns of capability(function) of each area and construction of local network subscribers, it has great recovery capability by separating each network as local areas. It indicates that it can additionally maximize the application of its own communication network and drastic reduction of communication cost because it is alternated to exclusive usage cost.

키워드

Access Gateway, Softswitch, Home access

I. 서 론

기존의 가입자 망은 동선 대역폭의 한계로 광케이블 등을 이용한 광대역 통신망 서비스가 필요하다. 그러나 가입자 대내까지의 광케이블 통신망의 구축은 고비용, 장기간 구축 등의 이유로 그 실현이 불투명한 상태이다. 그러므로 기존의 가입자망을 이용한 초고속 데이터 통신을 가능하게 하는 연구가 망 진화 기술이다. 망의 여유 공간의 활용 문제와 망이 갈수록 개방 구조로 진화한다는 점에서 음성/데이터를 통신망의 통합은 필수적이며 비용의 측면에서 기존의 망을 그대로 이용, 통합할 수 있는 망의 연구가 필연적이다. 특히 네트워크에서 음성과 데이터를 통합하는 VoATM, VoF/R, VPN GigabitEthernet, 액세스 게이트웨이(Access GateWay), 소프트 스위치(Softswitch), 유무선 통합 지능망시스템 등을 이용한 망 구현과 테스트 베드를 통하여 전송·성능 평가를 실시하였다

II. 본 론

2.1 망 구현 설계와 알고리즘

가입자 노드는 지역 망을 구성하며, 에지 노드와 코어 노드는 초고속 전용 통신망의 기간 망을 형성한다. 초고속 전용 통신망에서는 음성 트래픽, 멀티미디어 트래픽, 단/양 방향 혹은 비/대칭형 대역폭 특성, 점-대-점/점-대-다중점 연결 구성, 생존도 보장 정도, 그리고 영구형 혹은 예약형 모드의 연결 요청 형식 등에 따라 여러 유형의 서비스들이 정의 될 수 있다. 본 논문에서는 일부 항목만이 고려하여 구현하였다.

가. 고려 항목

- 1) 가입자 노드는 링형의 구조 또는 Mesh형태이다.
- 2) 에지 및 코어 노드의 경우에는 라우터를 사용하였다.(SOFT S/W이용)
- 3) 서비스 형태는 음성/멀티미디어 트래픽 형태이다.

- 다.
- 4) 링크 용량은 PSDN 망의 부하율로 산출한다
 - 5) 호 연결 형태는 영구형, 예약형을 적용한다.
(점-대-점 연결 구성을 갖는다)

나. 설계절차

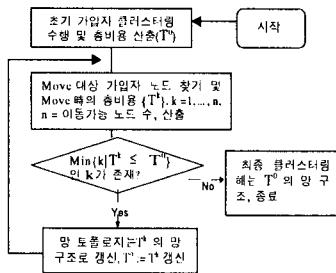
상기의 특성을 갖는 초고속 전용통신망의 설계를 위해 필요한 설계절차 시스템은 3단계의 설계 단계로 구성된다.

- 1) 가입자 수용계획 단계에서는 가입자 클러스터링, 에지 노드 위치 등을 산출한다
- 2) 지역 망 설계 단계에서는 각 가입자 클러스터별 토폴로지와 지역 망 구축을 산출한다.
- 3) 지역 망 설계 단계에서는 백본 노드(에지 노드와 코어 노드)의 연결 구성, 노드간 국간 링크 용량 및 루팅 계획, 그리고 망 구축비용을 산출한다.

따라서 3단계의 설계 단계가 종료되면, 전체 망 토폴로지, 링크 및 노드 용량, 루팅 계획 등이 산출되는 것이다. 상기의 과정은 대역용량 산출시 패킷 DELAY가 발생하는 한 반복되며, 더 이상 발생하는 않는 망 구조에서는 초고속 전용 통신망의 설계 최종 해가 된다.

다. 알고리즘

Step1: 가입자 클러스터링 수행에 있어서 가입자 노드의 에지 노드 연결은 최단 경로를 설정한다. 이것은 각 가입자 클러스터 별 노드간 인접성을 만족시킨다. 따라서 고립 노드 혹은 비효율적인 가입자 클러스터링의 결과 산출을 방지할 수 있다. 이때 가입자 노드간 인접성은 우선순회 방식으로 찾는다.



[그림 1] 가입자 수용계획 설계 절차 흐름도

Step2: 각 에지 노드 운용 용량 산출

▷ 각 가입자 노드로부터의 발생 수요(D_i) 산출 Step 1에서 산출된 초기 해 AN 이 n 개의 클러스터로 구성되어 있다고 하자. 즉, $AN = \bigcup_{i \in AN_i} AN_i$ 는 i -th 클러스터를 나타낸다. 각 AN_i 에서 선정된 에지 노드를 h_i 라 하자. 이때 각 $i \in AN$ 에 대하여, 가입자 노드 i 로부터 발생하는 총 수요의 합 D_i 은 다음과 같다.

$$D_i = \sum_{j \in AN_i} d_{ij} \quad \text{-----}(1)$$

위의 식 (1)에서 d_{ij} 는 노드 i 에서 노드 j (시의 포함)로의 수요를 말하며 d_{ii} 는

(가입자 노드 i 에서 h_i 로의 수요) $\times 2 = d_{ii}$ $edge$ 노드이다. D_i 는 각 에지 노드의 운용 용량 산출을 위해 이용된다.

▷ 각 에지 노드 운용 용량($ReqCap_k$) 산출
에지 노드 운용 용량은 에지 노드 h_k 로의 입력 수요와 타국(혹은 자국)으로의 출력 수요의 합으로 계산된다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

Step3: 에지 노드간 수요 산출

$D(k:l)$ 는 에지 노드 k 에서 에지 노드 l 로 전송되는 총 수요의 합으로서 다음과 같이 산출된다.

$$D(k:l) = \sum_{i \in AN_i} \sum_{j \in AN_j} d_{ij} \quad \text{-----}(3)$$

식 (3)에서 $D(k:l) = D(l:k)$ 이다.

Step4: 총 비용 산출

▷ 총 교환 비용(ENCCost) 산출

장비타입이 한 개로 가정 되었으므로, $\left[\frac{ReqCap_k}{UTIL_j \times UF} \right]$ 이 장비가 필요하다. 여기서 $[x]$ 는 x 보다 크거나 같은 정수 중에서 가장 작은 정수 값을 의미한다. 이때의 장비 비용 ($Knapsack(ReqCap_k)$)은 다음과 같다.

$$Knapsack(ReqCap_k) = \left\lceil \frac{ReqCap_k}{UTIL_j \times UF} \right\rceil \times \text{가격} \quad \text{--}(4)$$

따라서 총 에지 노드의 총 장비 비용 ($ENCCost$)은 다음과 같다.

$$ENCCost = \sum_k Knapsack(ReqCap_k) \quad \text{-----}(5)$$

참고로, 장비 타입이 2개 이상인 경우에 해당 노드에 어떤 장비를 몇 대 설치해야 하는지의 문제는 Knapsack problem으로서 Dynamic programming 방법을 이용해 해결할 수 있다.

▷ 총 전송 비용(LinkCost) 산출

전송비용은 가입자 노드에서 에지 노드로의 전송비용과 에지 노드와 에지 노드간의 전송 비용의 총합으로 산출된다. 가입자 노드와 에지 노드간 전송 $\sum_{i \in AN_i} (aec_{i, edge k} \times D_i)$ 비용은

단위링크비용 \times 액세스노드 i 에서 에지노드 A 로의 총수요의 합으로 계산된다. 즉, 이 에지 노드 h_k 의 클러스터내에서 발생하는 에지 노드 h_k 로의 전송비용이 된다. 따라서, 모든 클러스터에 대한 각 에지 노드로의 전송비용은 다음과 같다.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i \in AN_i} (aec_{i, edge k} \times D_i) \quad \text{-----}(6)$$

에지 노드와 에지 노드간 전송 비용은 다음과 같이 산출된다.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{l \neq k} (eec_{kl} \times D(k:l)) \quad \text{-----}(7)$$

위의 수식 (6),(7)은 총 전송 비용(LinkCost)으로서

$$LinkCost = \sum_{k=1}^K \sum_{i \in AN_i} (aec_{i, edge k} \times D_i) + \sum_{k=1}^K \sum_{l \neq k} (eec_{kl} \times D(k:l))$$

이다. 따라서 총비용은 $ENCCost + LinkCost$ 로 산출된다.

Step5: 클러스터링 최종 해 찾기

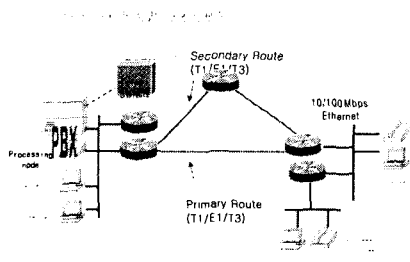
초기 가입자 클러스터링 작업이 종료되면, 이동 대상 가입자 노드를 선정하여, 이동시 비용을 산출한다. 이동 대상 가입자 노드는 클러스터에서 인접성을 유지하고, 이때 에지 노드는 제외된다. 만약 산출된 비용이 초기 비용보다 개선이 있는 경우, 망 토폴로지와 초기 망 비용을 갱신시킨다. 이 과정은 비용 개선이 있는 한 반복된다.

지금까지 기술한 바와 같이 초고속 전용통신망 설계 시스템은 전송 비용과 교환 비용의 최적화를 위한 설계 기법을 사용하여 최적화된 망을 설계하므로, 비용이 적고 효율적인 망 설계를 가능하게 하며, 신속·정확하게 자동으로 망 설계를 할 수 있으므로 망의 설계 및 확장 시에 인력과 시간 및 비용을 절약할 수 있다.

2.2 시뮬레이션 및 전송성능 평가

시뮬레이션은 가입자 클러스터링과 각 클러스터별 에지 위치 및 용량을 결정하는 것을 목적으로 한다. 이 단계에서 사용된 가정 및 제약사항을 살펴보면 우선, 각 에지 노드에 설치되는 장비 타입은 한 개로 가정하며, 가입자 노드의 에지 노드로의 액세스 형태는 초기에 스타형으로 연결된다. 제약사항으로는 각 가입자 노드는 반드시 하나의 에지 노드에 할당되어야 하고, 인접성의 제약으로서 인접그래프의 연결성을 만족한다. 즉, 고립되는 노드가 발생되지 않도록 하여야 한다. 지역 망의 형태는 에지 노드를 중심으로한 링형 구조이고, 각 가입자 노드의 장비 용량 및 링크 용량 제약을 만족시켜야 한다. 또한 통신망의 백본으로 각 노드는 full mesh 형태이다.

그림2는 음성/데이터 통합 망을 모델링 한 것으로 가입자망의 용량대역과 트래픽 증가에 따른 네트워크 지연 및 다양한 QoS의 성능 평가를 목적으로 향후 통합 망의 가입자 망을 제시하고자 한다.



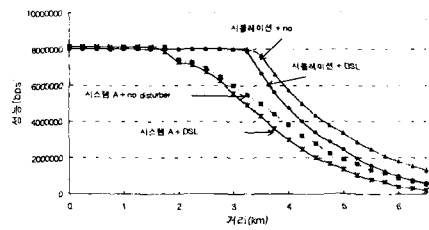
[그림2] 음성/ 데이터 통합 시뮬레이션 망 모델

위에서 수행한 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 전송대역을 토대로 KT망에서 테스트베드 시스템의 실측 전송 성능과 비교하여 이론적 전송 성능을 바탕으로 모델상의 손실을 비교 평가하고자 한다. 비교 대상으로 선택한 시스템은 시뮬레이션과 동일한 전송 망 방식이며,

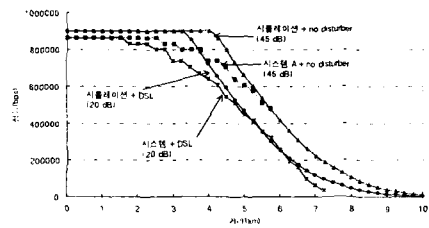
2.5R 광단국 OADM 방식으로 대역을 할당한다.

지역 망의 광 구조는 2.5G의 링 망 형태로 되어 있으며 시험 중단 구간 T3급을 구성하고는 단국 형태이다. 또한 가입자 MDF와 전화국 사이는 광코아이며, MDF와 중단구간(가입자망 DSL 모델)으로 구성되어 있다.

그림3, 4은 가입자 측의 ADSL 선로 및 잡음 시뮬레이터를 양단에 전화국 측 모뎀과 가입자 측 모뎀을 연결하여 측정된 전송속도이며, 누화 요인이 없는 경우와 특정 누화를 주입한 경우에 대해 측정하였다.



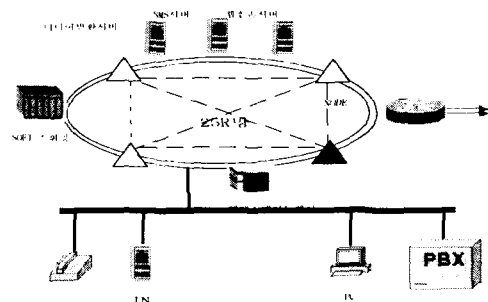
[그림 3] 거리에 따른 전송성능 평가



[그림 4] SNR 있는 경우 거리에 따른 성능

시험결과 광 코아로 구성된 구간에서는 데이터 손실이나 지연은 나타나지 않았다. 그러나 가입자 종단에서는 나타난다. 다른 간섭 요인이 섞여 있거나 브릿지 탭이 있는 선로에서 동일한 SNR gap을 적용시킨 경우에도 테스트의 경우 매우 근사한 값이 나올 수 있다. 그러나 테스트에서는 SNR gap을 반영한 이론적인 성능과 실측 성능에서 다소 많은 차이를 보이는 경우도 있었다. 현재 이러한 차이가 발생하는 원인으로 가입자망내의 CA환경상태와 주파수에 대한 유도현상 및 누화현상으로 분석이 된다.

2.3 향후 NETWORK 제안



[그림 5] 음성 데이터 통합망 구조형태(지역망)

그림에서 본 것처럼 기본의 망과는 달리 패킷 교환 방식이므로 링크 대역폭 공유를 통해 효율적으로 사용 할 수 있다. 가입자망과 기간 망 연결 구조이다. 즉, 서로 다른 사용자가 전송한 프레임들을 동일 링크를 통해 통계적 다중화 한다. 또한 가장 큰 특징은 소프트 스위칭을 이용하므로 경제성 즉, H/W없이 S/W만으로 구성된 스위치 명칭임 기존 교환기의 호 처리 제어기능을 S/W만으로 구현하며, H/W스위칭 기능과 분리되어 표준프로토콜을 사용하여 두 기능을 연결한다. 또 하나의 망의 특징은 액세스 게이트웨이(AccessGateWay) 이용한다. 이것은 대역폭이 다른 다양한 가입자들을 하나의 단일 시스템으로 모두 수용 할 수 있는 가입자 장비 모든 서비스를 패킷방식으로 처리하며 패킷 망과 즉시 연동 가능 할 수 있고 DSLAM 기능이 있어서 액세스 망에서 음성과 데이터 서비스를 통합 전송 가능하다. 또한 CLASS5교환기 대체를 위해 PSTN과의 V5.2기능을 통한 직접연동 가능하다.

인터넷 백본망(WAN)은 테라비트 스위치 라우터, DWDM(DenseWavelengthDivision Multiplexing), OADM(Optical Add/Drop Multiplexer), OXC (Optical CrossConnect) 등의 도입으로 이미 기가비트/테라비트급으로 광대역화 되어야 한다. 또한 기업 망 (LAN)의 경우 기가비트 인터넷의 도입으로 사용자는 100Mbps의 대역폭을 사용하며 서버나 스위치간에는 1000Mbps의 대역폭 링크를 확보하여야한다.

III. 결 론

시뮬레이션을 통하여 가입자 망의 최소 대역 용량은 DS3급 이상이었다. 이러한 가입자망의 대역폭을 제공하기 위해서는 지역 망 내의 초고속 전송 대역 망이 필연적이다. 그림5와 같이 네트워크 구현시 copper pair의 부족 문제와 IP 고갈 문제를 해결 할 수 있다. 또한 VPN VLAN 구현의 망 확장이 용이하며, 각 망을 지역권으로 구분함으로써 망 복구능력이 탁월하다. 반면에 해결해야 할 문제로는 가입자 망간(건물 구내 배선), 가입자 액세스 구간(가입자 건물과 국사간)과 메트로 코어 구간 모두 광 케이블링을 요구한다는 점이다. 또한 여기에서 파생된 기술인 홈 액세스 기술과 소프트스위칭, 액세스게이트웨이(AccessGateWay) 기술이 요구된다.

참고 문헌

- [1] R.Cohen And Y.H.Chang, "Video-On-Demand Session Mangement", IEEE J. Select. Areas In Commun, vol 14, no. 6, pp. 1151-1161, Aug. 1996.
- [2] 정승욱, 정수환, "대화형 VOD 서비스 구축을 위한 네트워크 구조 설계 및 분석" 한국정보통신학회논문지, 제24권, 제6B호, pp1080-1087, 1999
- [3] Y. S. Chen, "Mathematical modeling of empirical laws in computer application: A case study", Comput. Math. Applicat., pp 77-87, Oct, 1992.
- [4] J. P. G. Nussbaumer and F. Schaffa, "Capacity analysis of CATV for on-demand multimedia distribution", in Proc Firt ISMM Int. Conf. Distribu Multimedia Syst. Applicat., Aug. 1994.
- [5] S. A. Barnett And G. J. Andio, "A Cost Comparison Of Distributed And Centralized Approaches To Video-On-Demand", IEEE J. Select. Areas In Commu., vol 14 no. 6, pp 1173-1183, Aug. 1996.
- [6] H. Kroner, "Comparative Performances Study of Space PriorityMechanisms for ATM Networks," IEEE INFOCOM, pp.1136-1143,