

主 題

# 차세대 가입자망

이 INC 부회장 김 기 흥

## 차 례

1. 개요
2. 현 전화망의 구조
3. 현 전화통신망에 변혁을 가져오는 요소들
4. 새로운 기술과 서비스로 인한 통신망 설계 개념의 변화
5. 결론

## 1. 개 요

1800년 후반 알렉산더 그라함 벨의 전화발명 이후 전화는 이제 우리 생활에 없어서는 안 될 필수품이 되었다. 이렇게 전화가 우리생활에 필수품이 된 이면에는 많은 이유가 있겠지만 우리생활에 중요한 많은 일들을 전화에 전적으로 의존 할 수 있도록 전화가 우리에게 신뢰성을 제공해 준 점에 큰 이유가 있겠고 이렇게 전화가 고객에게 신뢰성을 주게 될 때까지의 이면에는 여러 가지의 이유와 많은 사람들의 노력이 있었다.

전화가 처음 소개된 초창기에는 주로 음성의 질을 높이기 위한 음성과 송신에 대한 연구가 이루어졌지만 전화수가 증가할수록 전화망에 대해 전문적인 연구가 필요함을 느끼게 되었고 이는 지금까지 계속되고 있는 통신망에 대한 연구에까지 연결되게 되었다. 지금 우리가 쓰고 있는 전송의 질이나 신뢰도등 전송의 질 서비스에 대한 이론은 이미 1930년 대 이후 1940 경에 완성단계에 있었지만 전화 가입자수와 전화수는 계속 증가상태에 있기

때문에 항상 변하는 목표를 겨누는 영구한 연구과제라 할 수 있겠다. 현재에 쓰고 있는 전화망의 구조는 그간 우리에게 가능했던 전송 및 교환기 기술, 가입자 서비스 형태, 그리고 전화회사 법규 구조등의 제약된 조건하에 가장 저렴한 값으로 누구나 최소한의 전화서비스를 받을 수 있도록 하는 목표로 그간 오랜 기간을 두고 진화 되어온 구조이다.

그간 수 십년간 통신 분야에는 눈부신 발전이 있었고 전화망도 여러 번에 걸쳐서 새 기술들로 개선되었지만 아직까지는 가입자에게 직접 눈에 띄지 않고 가입자의 서비스에 영향을 주지 않는 한도내에서 전화망이 새 기술로 보강되어 왔다.

사실, 그간 그 많은 혁신적인 기술이 전화망에 수없이 소개되었으면서도 가입자에게 큰 영향을 끼치지 않고 전화망이 폭발적으로 증가하는 가입자들을 수용할 수 있었던 배후에는 많은 전화망 설계자들의 노력이 있었던 것이 사실이다. 이는 고속도로가 한번 개통되면 그 다음부터는 어떤 수리나 도로망의 개조도 사용자의 교통에 큰 영향을 주지 않으며 행해져야 하는 것과 비슷한 이치라고 하겠다.

그렇기 때문에 지금 개인 생활이나 기업활동에 필요해 교환되는 그 많은 통화량을 버티면서 수시로 변천하는 기술과 가입자 서비스를 수용하기 위해 통신망을 개조하거나 개선시키는 데는 장기적으로 내다보는 면밀한 계획과 차질 없이 계획대로의 실천이 필요한 것이다. 더구나 현 전화망은 그 많은 역동적(Dynamic)으로 변하는 통화량을 지원하기 위해서 그만큼 역동적으로 설계되었고 이는 한치라도 잘못 계획했거나 실천에 과오가 있을 때 전체망 시스템이 회복될 수 없는 폭발(blow-out)지역에 진입, 가입자 통신전체를 마비시킬 수 있기 때문이다. 그렇게 때문에 우리는 항상 통신망은 점진적으로 진화되어야 한다고 믿었고, 그렇게 설계해 왔다.

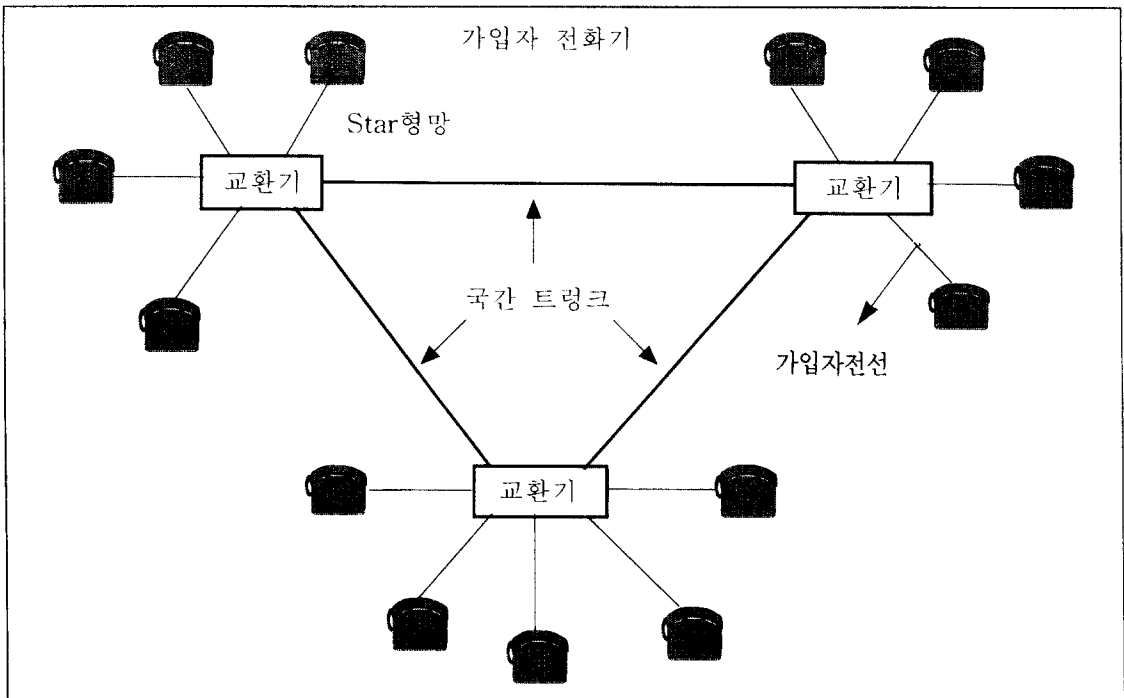
그러나 이렇게 점진적으로 진화되어온 전화망이 이제는 동시에 일어나고 있는 몇 개의 근본적인 요소들로 말미암아 전체적이고 근본적인 개조가 불가피하게 되었다. 현 Paper는 이 통신망의 근본적인 개조를 필요케 하는 요소들과 그의 현 전화망에 끼

치는 영향 그리고 그 영향을 수용하기 위해 전화망이 개조되어야 할 때의 고려할 점들을 고찰해 보겠다.

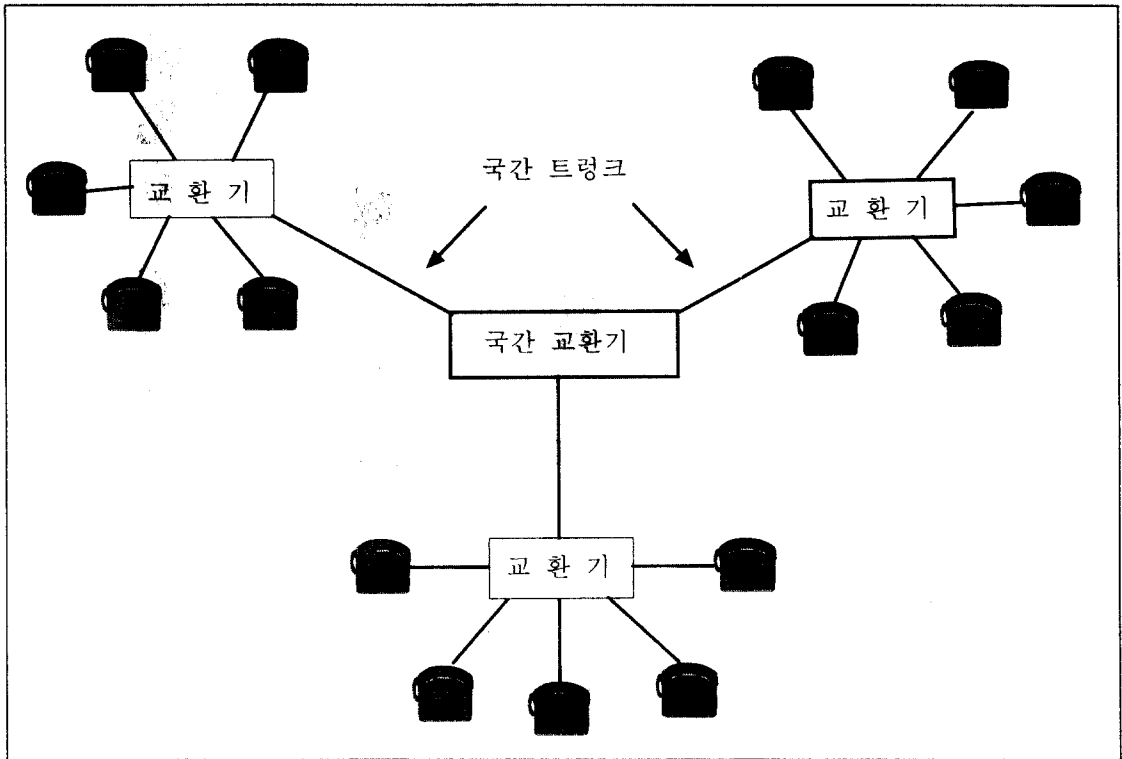
## 2. 현 전화망의 구조

현 전화망의 시초는 전화발명 몇 년후 보스턴과 보스턴 근교에 이미 설치된 전화기들을 연결하기 위해 한 개의 수동식 교환기와 동선으로 구성된 스타형의 전화망이었다. 이 때 스타형의 중심에 교환기가 위치하게 되어 현재의 전화국을 이루게 되었다. 점차 전화기수가 늘어나고 그 전화기들간의 거리가 늘어감에 따라 가장 경제적이고 관리가능한 통신망 구조는 여러개의 스타형을 트렁크로 연결한 구조라는 것을 자연적으로 알게 되었다. (도표1 참조) 이렇게 함으로써 같은 근교에 서로 위치한 전화기들이 한 스타망에 연결이 되고 스타들과 스타들은 서로 국간 트렁크

도면1. Star형 전화망



도면2 2-Level Start형 전화망

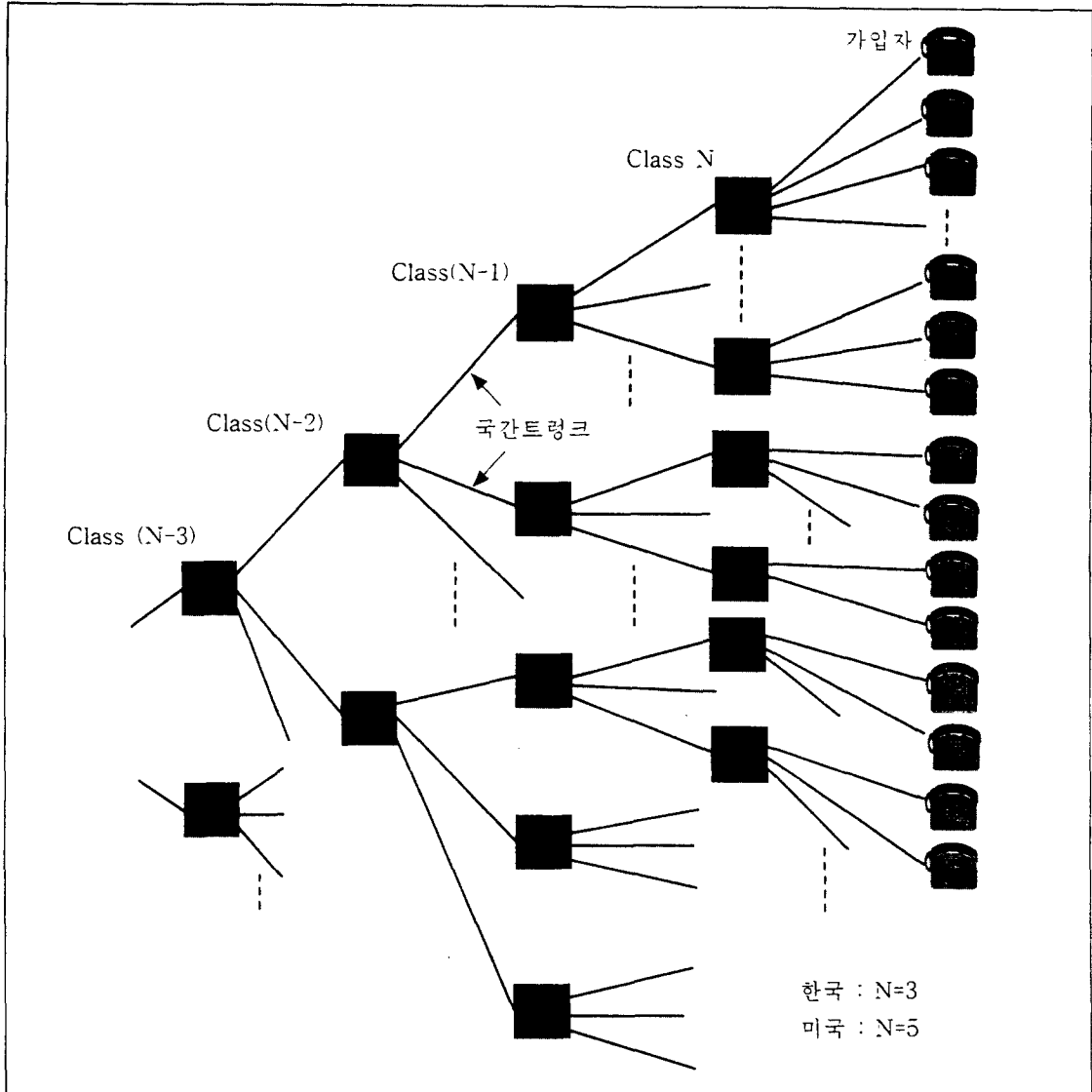


로 연결되게 되었다. 이렇게 했을 때에 스타들을 연결하는 국간 트렁크들의 수요는 그 각각의 국간의 통화량에 따라 설계(Engineering)할 수 있으므로 그렇지 않으면 기하 급수적으로 늘어나야 할 연결회로 수요를 대폭적으로 줄일 수 있게 되었다. 그러나 전화기 수가 더욱 증가함에 따라 스타들 자체가 관리가 능 하지 못할 정도로 늘어나게 되어 결국은 스타자체들을 연결하는 스타들이 또 필요하게 되었고 이렇게 해서 스타와 스타들을 연결하는 국간 트렁크들도 또 필요하게 되었다.

이렇게 해서 생긴 스타들이 미국에는 5개의 계층(Level)을 형성하게 되었고 한국에서는 3개의 계층이 필요하게 되었다. 이때에 가장 낮은 계층의 스타들은 가입자 전화기들과 직접 연결되고 그보다 한 단계 높은 몇 개의 스타들에 국간 트렁크들로 연결되게 되었다. 그 한단계 높은 몇 개의 스타들은 그 한 단계 낮은 그 주위의 스타들과 연결되고

그보다 한 단계 높은 몇 개의 스타들에 연결되게 되었다. (도면3 참조) 이렇게 다 계층으로 구성된 통신망 개념으로 말미암아 전화기수에 따라 기하급수적으로 늘어나야 했던 회로수를 산술급수로 늘어나게 전략화 하였고 지금 우리가 쓰고 있는 계위 통신망(hierarchical network)이 생기게 되었다. 계층이 5개로 되어 있는 미국의 경우 가장 멀게 떨어진 동부해안에서 서부해안으로 전화를 걸 경우 그 통화는 대부분 5개의 계층을 모두 거쳐 5등급에서 1등급까지 올라간 다음 다시 5개의 계층의 국을 모두 거쳐 1등급에서 5등급까지 다시 내려가 모두 10개까지의 교환국을 거치게 된다. 그러나 이때 수많은 다른 선택의 여지가 있는 그 국간 교환국들 선정과 국간 트렁크들 선정을 거쳐 상대방에게 전화벨이 울릴 때까지의 시간은 번호를 누른 후 단지 수초에 지나지 않도록 국간 신호장치와 전화망이 잘 설계되어 있다. 그러나 이 수초간에 단 한 개의

도면3. 계층적인 전화망 구조



호를 완성시키기 위해선 5등급국(지역국)들과 그 중간 국들간에 수많은 호 처리 작업들이 일어나야 하고 이들은 호 연결의 신뢰성을 위해서 상당히 높은 정확도와 확실성을 가지고 이루어져야 하는 것이다. 사실상 미국엔 전화선이 2억 수천만개나 되고 한국도 2천 수 백만개, 세계적으로는 8억 3천만개 이상의 전화선이 존재하는데 국내엔 약 11개의 숫자를 국제적으로 약 17개의 숫자를 돌린 후 단지 몇 초 후에 상대방이

세계 어디에 위치해 있던지 자기가 원하는 전화기에 연결될 수 있다는 것은 잘 생각해보면 기적에 가까운 일이 아닐 수 없다. 더구나 다른 생활 필수품에 비해서 월등하게 싼값으로 말이다.

이러한 현존하는 계위 통신망구조는 이 수 많은 가입자들 간을 연결하기 위해 요구되는 회선을 절약할 뿐 아니라 그 외 여러 가지 서비스의 질에 관한 실용적인 해결책을 제공해 주기 때문에 거의 모

든 현존하는 전화망에 응용되어지고 있다. 보스턴 근교에 제일 첫 번째의 전화국이 설치된 이후 현재 까지 이 복잡한 계위 통신망이 형성되는 1세기가 넘는 기간동안 수 많은 새 기술들이 도입되고 오래된 낡은 기술들이 제거되면서도 이 전화망은 가입자들에게 큰 영향을 끼치지 않고 이제까지도 진보 중이다. 현재에 쓰여지고 있는 가입자 전화기들은 20세기로 들어오면서부터 이미 쓰여지기 시작한 로타리 다이얼 전화와 기술적으로 별로 달라진 것이 없다. 반면에 그 전화기들에게 서비스를 제공하는 그 배후에 존재하는 이 통신망은 가입자들 눈에 보이지 않으면서 그 동안 큰 변화를 거쳐 온 것은 어떻게 보면 크게 대조(ironic)되는 일이라 생각할 수 있겠다. 이렇게 수 십년을 두고 가입자에게 큰 변화를 주지 않으며 기적적으로 진보해온 이 통신망이 드디어 혁신적인 기술의 발달과 가입자 서비스의 다양화 그리고 각국 통신 제도법의 급격한 변화등으로 큰 변화에 직면하게 되었다. 즉 항상 가입자의 서비스와 전화기에는 큰 변화를 끼치지 않고 가입자 눈에 띄지 않게 점진적으로 진보해왔던 전화통신망이 이제는 급격하고도 근본적인 변화를 피할 수 없게 되었고 이는 이제까지 금기로 여겨왔던 가입자 서비스와 그 성능에 대한 새로운 정의에서부터 시작해서 가입자 태내의 장비와 전화기, 그리고 과금에 이르기까지 전체적으로 막대한, 전에는 경험할 수 없었던 변혁을 요구하게 되었다. 앞으로 10-20년 후에 지금을 돌이켜 보게 되면 지금 매일 쓰고있는 통신망 개념들 중 많은 것이 자취도 찾아볼 수 없게 사라질 정도로 통신망이 변해져 있을 것이고 거기에 따른 전화통신사업과 그 사업들의 양상들도 큰 변혁을 거쳤음을 보게 될 것이다.

### 3. 현 전화통신망에 변혁을 가져오는 요소들

현 전화망에 전례에 없는 큰 변화를 가져오게 된 주 원인들은 대략 세가지로 분류할 수 있겠다. 이

요소들은 사실 서로 독립된 것이 아니고 서로 연관이 있어서 서로 이유와 결과들을 낳는 관계에 있다. 이하에 이들을 더 자세히 고찰해 보고자 한다.

#### i) 통신망 기술의 발전

통신망에 변화를 가져온 첫 요소는 전에는 상상하지도 못할 통신 기술들의 발전에 있다. 이 중에도 가장 중요한 것은 가입자 전선의 송신기술 발전이다. 이 기술들이 발명되기 전에는 가입자 전선은 으레 동선으로만 되어 있는 것으로 알고 있었고 이 동선의 대역폭은 극한적으로 제한되어 있어서 한 개의 가입자 전선은 한 개의 협대역 음성 혹은 데이터 서비스 밖에는 제공할 수 없는 것이 통념으로 되어 있었다. 즉 이제까지 모든 전화망 설계에는 한 가입자 전선에 한 개의 서비스라는 개념이 기초적인 것이 되었고, 이것이 전화국의 모든 운영개념에서 장비 설계에까지 고정관념으로 지배했었다. 이는 "Last mile" 문제란 별명으로 일컬어지기도 하였다. 그러나 가입자 접속장치로 광섬유, 동축, 무선등의 여러 가지 매체가 쓰여지게 되었고 특히, 디지털 신호처리 기술 등의 발전으로 인해 가능하게 된 기존하는 2선식 가입자 선로를 통한 광대역 전송등의 기술들은 가입자 전선 한 개에 모든 가입자 서비스를 함께 묶어 보내는 것을 가능하게 해주었다. 이제는 "한 가입자 전선하나에 한 개의 서비스만을"의 개념을 떠나서 "모든 가입자 서비스들을 단 한가닥의 가입자 전선"의 개념이 통신망 설계와 통신망 운영을 지배하는 기본적 개념이 되어버렸고 소위 통합통신서비스(Full Service Network) 개념이 생기게 되었다. 즉 한 가입자 당 여러개의 서비스가 필요한 경우 여러 가닥의 가입자 전선이 필요했던 것은 옛날의 개념이 되어버렸다.

이렇게 지금까지 설계된 전화망과 각국에서 채택한 이제까지 쓰고 있는 통신제도를 유도해 왔던 한 가입자 선로당 한 서비스의 개념이 끼친 영향은 지대하다. 몇 개의 예증에서 한 가지를 들면 교환기 구조이다. 이는 가장 경비가 많이 드는 가입자 접속

장치부분을 한 서비스당 한 개의 가입자 전선의 네트워크 구조에 맞도록 가장 경제적으로 설계되었고 따라서 이때에 가장 경제적이고 적합한 교환기망 구조인 회로 교환구조를 따르게 된 것이다. 또 다른 한 예는 오랜동안 사용되어온 “한 지역에 한 전화회사”의 개념에서 비롯된 정부가 통제하는 통신의 독점 서비스 개념(Controlled Monopoly)이다. 이는 많은 통신회사가 같은 지역에서 경쟁할 경우 서비스 질이나 가격 면에서 소비자가 이익을 볼 수 있을지는 모르지만 한 서비스당 한 가입자전선의 한계성으로 말미암아 나온 개념이다. 그 이유는 각 경쟁 전화회사 마다 그리고 각 서비스마다 각 가입자들에게 따로 전화선들이 필요하므로 번잡하고 소모가 많으며 운영상 힘들기 때문에 결국은 소비자에게 손해가 되기 때문이다. 따라서 정부는 각 지역 당 단 한 개의 전화회사만을 지정해서 독점을 인가해주고 그 대신 그들이 독점력을 남용하지 못하도록 전화료 책정 등 많은 사항을 정부가 조정하는 제도이다. 한국에서도 최근에 데이콤이나 하나로통신, SK Telecom 등 경쟁전화 회사들을 인가해 주기 전까지는 한국통신에게 독점하도록 했었다.

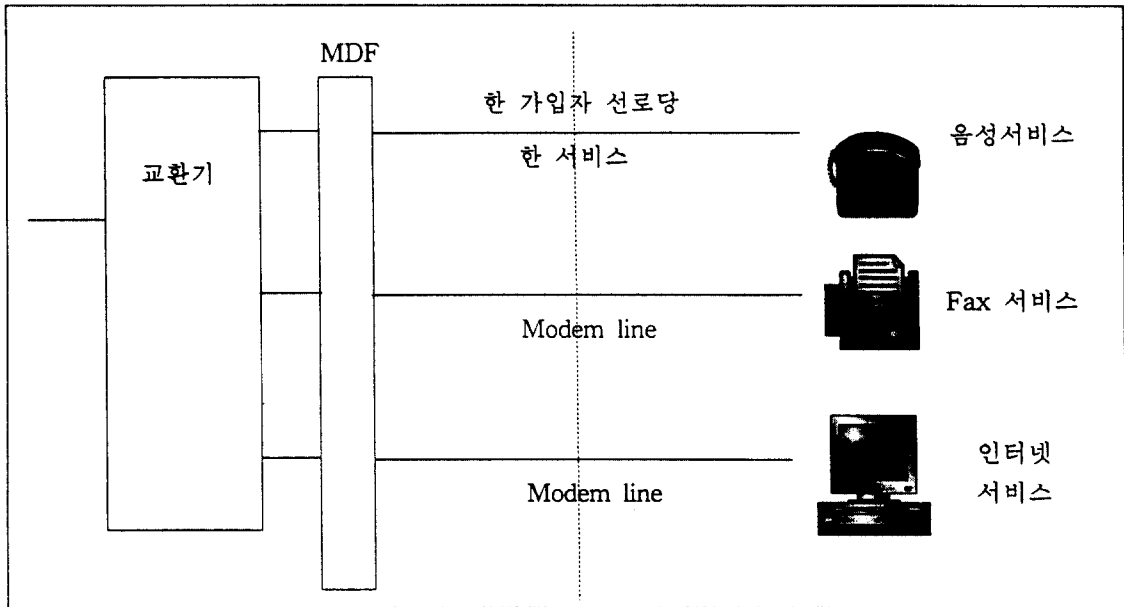
둘째로 중요한 기술은 고속 컴퓨터 처리기술이다. 날로 빨라지는 처리속도와 저렴한 가격의 메모리 기술은 가입자 태내장치의 고도 기술화는 물론 교환기와 전송장치를 비롯한 전화망 내의 중요 요소들의 고도화를 가져오게 되었다. 단일 목적의 ASIC을 쓴 고정목적의 전송 장비와 융통성없는 교환기들 대신 컴퓨터 처리기술을 사용하는 다목적의 융통성 있는 교환기와 다중화(Multiplexer)를 겸한 통신망 요소들을 가능하게 해주었고 과거의 회로교환(Circuit Switch) 대신 고속패킷 기술을 사용한 ATM망을 가능하게 해주었다. 이는 상기의 이제까지의 불문율로 되어있던 계위 통신망구조 개념을 재고하게끔 만들었다. 특히 회선전화 방식을 벗어난 메시지 교환 개념과 광섬유를 사용한 초고속의 간선망의 개념 등은 고리모양(Ring)등의 비전통적인 통신망 구조를 고려하게 만들었다. 또 음성 디지털화로 전화망설계에 쓰여졌던 QoS개념 즉

허용되는 회선 잡음과 예외 하락치들을 각 통신망 계위마다 분배했던 것이 이제는 그 의미가 없게되었고 따라서 통신망과 전송시설을 더 효율있게 이용하기 위해 비 계위적인 통신망 교환개념이 생겨나게 되었다. 더 나아가서 회선교환과 계층적인 통신망 개념, 그리고 한 서비스당 한 가입자 전선등의 개념으로 책정된 현 서비스 성능목표 등은 새 패킷 교환 및 ATM망 기술의 도입과 서비스 다양화 등으로 전체 개념 자체를 대폭 수정할 필요가 있게 되었다. 전에는 중요시되었던 성능변수들이 이제는 의미 없이 되었고 전에는 관심이 없었던 지수들이 아주 중요하게 되었다.

## ii) 서비스의 다양화

위에 언급한 컴퓨터 처리기능과 메모리 기술의 발달로 인해 저렴한 PC가 가정에 공급되고 있고 전화 외에 팩스등 가입자 장비가 다양화되었다. 그 결과로 소위 POTS (Plain Old Telephone Service) 라고 불리는 음성전화 서비스 하나만으로 독점되어 왔던 가입자 서비스가 비음성 서비스를 포함한 다양한 다기능의 서비스로 변하게 되었고 나아가서는 이들 각 다른 서비스들을 여러 개 함께 묶어 동시에 같은 목적으로 사용하도록 하는 멀티미디어 서비스가 나오게 되었다. 음성 하나만을 매체로 상대방과 대화를 통해 대화하던 것이 이제는 음성 이외에도 화상, 도면, 문장등을 동시에 교환함으로써 통신이 훨씬 자유롭게 되었고 이는 여러 서비스를 한 가입자에게 동시에 공급할 필요를 낳게 했다. 이 각 다른 서비스들은 그 용도에 따라 각기 다른 대역폭이나 데이터 속도 또는 통신량의 성질들을 갖고 있고 따라서 이들은 많은 경우, 각각 다른 고유한 전화망을 통해 상대방에 전해지게 되었다. 한 가입자 전선당 음성 서비스 하나만을 공급하는 경우 모든 가입자 전선이 주분배대(MDF)를 통한 직접 회선교환기로 직접 연결되던 것이 이제는 한 가입자 전선을 통해 함께 보내지는 각 서비스들을 미리 분리시키기 위해 시분할이나 ATM 다중화 장비로 우선 연결되게 되었다. (도면 4

도면4a. 기존 한 가입자 선로당 한 서비스의 개념

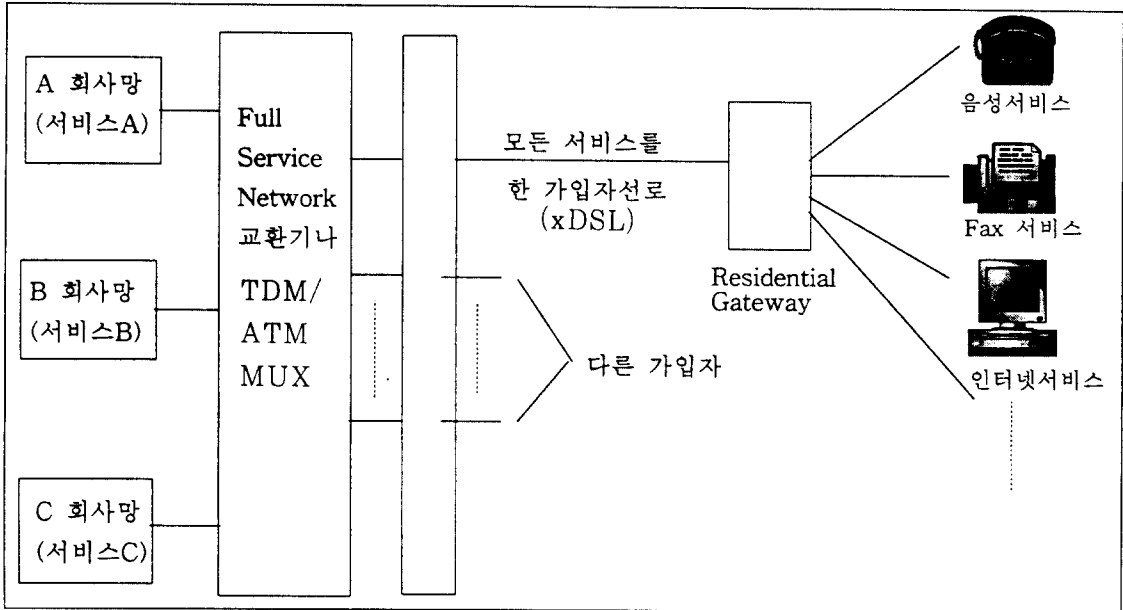


참조) 이러한 망구조는 결국 전화국 교환기의 근본적인 재설계를 요구하게 되었는데 이는 통신효율화를 위해서는 중간에 다른 다중화 장비를 필요치 않고 한 가입자 전선을 통해 함께 공급되는 이질적인 서비스들을 한 교환기로 동시에 교환할 수 있는 기능을 필요로 하기 때문이다. 특히 최근에 유행하기 시작한 인터넷 서비스는 이제까지 오랫동안 존재해온 음성서비스와는 판이하게 다른 성질을 갖고있는 서비스이다. 현존하는 음성서비스들은 가입자가 통화할 필요가 있을 때에만 상대방 번호를 눌러서 상대방을 불러내고 통화완료 후에는 통화를 종료하는 식의 개념이다. 그러나 인터넷 서비스나 그외 LAN같은 메시지 서비스들은 대부분 수시로 메시지가 여러 목적지로 오고가며 대부분은 아무일 없이 휴식하는 상태로 있지만 회선은 항상 호가 걸려있는 상태이어야만 한다. 따라서 가입자 대내 장치를 포함한 가입자 전선 자체 기술과 전화국 장치기술도 기존의 기술과는 다른 것이 필요하고 그 전화망 설계 철학과 개념도 전과 다른 것들이 필요하게 되었다.

이 서비스의 다양화는 그간 계속 발전을 거치며 그 서비스 다양성을 사용한 여러 가지 새 응용들을

촉진시켰고 그는 각종의 새로운 가입자 대내 장치의 기술을 유도하게 되었다. 이 필연적인 결과는 이 서비스의 다양화를 통해 비슷한 서비스를 각각 다른 서비스를 통하여 다른 방법으로 제공받을 수도 있게 만들었다. 한가지 예를 들면 이제까지 수세기 동안 한 방법으로만 제공받을 수 있었던 음성서비스를 이제는 인터넷을 통해 전통적인 기술과는 전혀 다른 방법으로도 받을 수 있게 된 것이다. 처음에는 문장등의 간단한 메시지의 교환으로만 쓰여졌던 인터넷이 이제는 다양한 응용에 쓰여질 수 있게 되었고 새로운 송신기술등으로 인터넷 데이터 속도가 빨라짐에 따라 옛날에는 상상도 못할 음성, 영상, 화일 정보들도 전송할 수 있게 되었고 전통적인 POTS 서비스와 비슷한 음성 서비스를 인터넷을 통해서도 제공받을 수 있게 되었다. 특히 가격이 비교적 비싼 장거리나 국제전화 서비스의 경우 이 인터넷 전화서비스는 현존하는 전화서비스를 미래에 크게 위협할 가능성도 있게 만들었다. 물론 시간지연 등의 성능 면에 아직도 고려의 여지가 많지만 이렇게 한 서비스를 여러 가지 수송매체를 써서 다양한 방식으로 고객에게 제공할 수 있게 됨으

도면4b, 한 가입자 선로에 모든 서비스 개념 (Full Service Network)



로써 가입자들은 자기의 용도와 지불용의가 있는 최대 요금의 양에 따라 임의로 서비스를 선택할 수 있는 새 서비스 제도가 마련되는 계기를 갖게 되었다. 기존의 음성 서비스는 장기간을 통해 개선되어 온 서비스 질의 개념의 틀에 맞게 엄격히 정의된 것이고 그 동안 가입자들은 이렇게 엄격히 정의된 한 개의 서비스밖에는 선택의 여지가 없었다. 그러나 이제는 서비스 당 주어지는 여러 선택의 가능성을 통해서 각자가 음성 대역폭이나 S/N ratio 나 기타 성능을 가입자가 원하는 대로 그때 그때 적정 요금을 지불하고 선택할 수도 있게 되었고 이는 아래에 서술한 바와 같이 현 전화사업 뿐만 아니라 전화 사업방법 등에도 큰 변혁을 가져오게 하였다.

### iii) 전화 서비스 회사의 다양화

위에 적은 바와 같이 가입자 전선 기술의 제한, 서비스의 단일화 등의 요소들은 "한 지역에는 한 개의 전화회사"의 서비스 제어되는 독과점 (Controlled Monopoly)을 필요하게 하였다. 이

개념은 얼마 전까지만 해도 한국과 미국을 비롯한 세계 각국에서 전화 서비스 개념의 바탕으로 쓰여졌었고 아직도 많은 나라들에서 쓰여지고 있다. 그러나 상기한 대로 가입자 접속 등의 통신 기술의 발달은 한 지역 당 한 전화 회사의 독과점 서비스 개념을 불필요하게 했고 또 가입자 개인 장비의 고도화, 값싼 PC의 보급으로 그에 따른 가입자 통신 응용과 필요성 고도화 등은 가입자로 하여금 다양한 서비스를 요구하게 만들었다. 이 두 가지 요소들은 결국 지역 전화 서비스에 경쟁제도를 도입하게 했고 다수의 지역 전화 회사가 비슷한 서비스를 다양한 형태의 가격으로 제공, 경쟁하게 만들었다. 대부분의 경우 경쟁하는 전화 회사들은 각기 자기 특기에 맞게 조금씩 다른 서비스들을 제공하려고 하고 있기 때문에 이들은 자기 나름대로의 고유한 서비스들을 자기대로의 독특한 전화망을 이용하여 제공할 가능성이 많다. 즉, 예를 들면 A 회사는 음성 서비스, B 회사는 인터넷, C 회사는 인터넷을 써서 하는 음성 서비스 등등을 각기 자기 나름대로의 적합한 네트워크를 통해서 제공하는 것이다. 그러



나 이 서비스들은 한 개의 가입자 전선을 통해 한 가입자에게 다 제공되며 이 가입자 전선은 때에 따라서 기존의 동선, 광 케이블(FTTC/B), 무선, 동축 케이블 또는 이들의 복합체로 실현되게 될 것이다. (도면 5 참조) 이것을 수용하기 위해 새로 등장하게 되는 새 전화 영업 방법은 한 가입자 전선을 여러 전화 회사가 함께 사용 할 때 생기는 과금, 소유권 등의 문제들을 다루어야 할 것이며 새로 요구되는 전화망, 교환/전송기 기술 등은 이 때에 생기는 각 유지 보수 그리고 각 회사 망간의 접속 문제들을 고려해야 할 것이다.

의 구조와 그러한 구조를 유지했던 기술의 제약성과 사회적인 요소를 고찰했으며 앞으로 그 통신망 구조를 크게 변화시킬 새로 대 두되는 몇 가지 요소들을 살펴보았다. 상기한대로 이러한 새로 거론되는 요소들은 우리가 이제까지 통신망 설계에 의례 불문율로 받아들였던 몇 개의 통레나 가설에 수정을 불가피하게 만들었고 이들은 앞으로 가입자 서비스나 통신망 장비에 큰 영향을 미칠 것으로 예측된다. 이 절에서는 이들을 고찰해 보겠다.

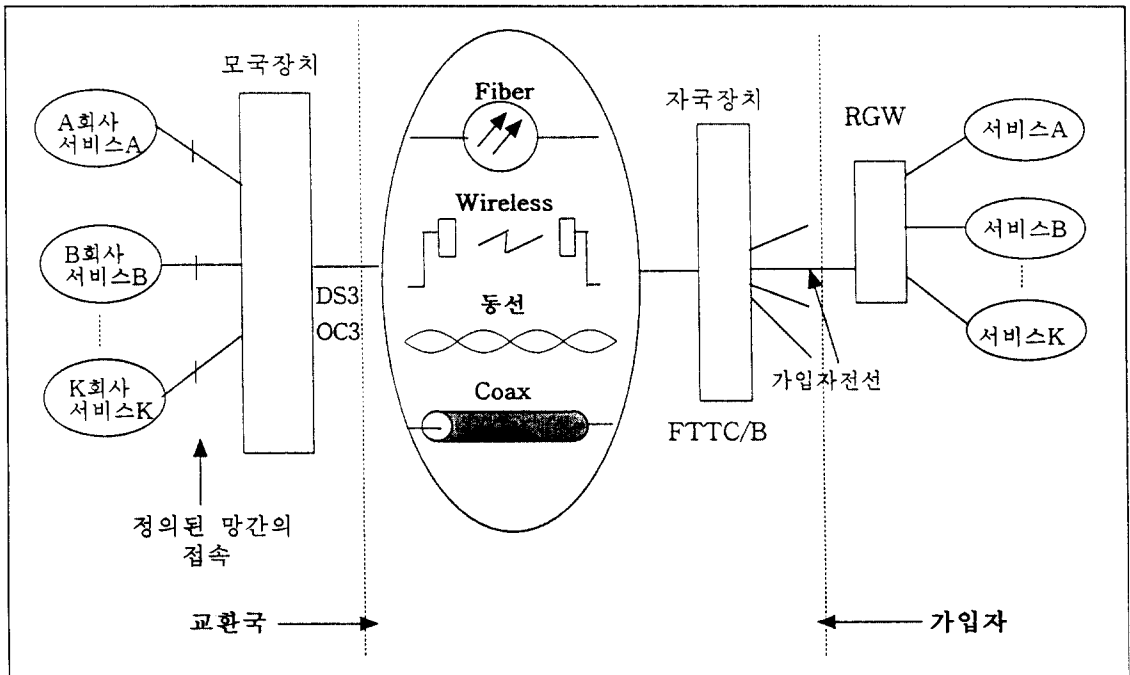
(i) 가입자 서비스 정의와 그 질과 성능에 대한 보장

4. 새로운 기술과 서비스로 인한 통신망 설계 개념의 변화

이상에서는 지금까지 쓰여지고 있는 전화 통신망

위에도 잠깐 언급한대로 현재까지는 서비스가 대부분 회선교환에 의지한 아날로그 음성 서비스가 독점하고 있었고 현존하는 근본적인 서비스 개념은 처음 전화기술이 발명되고 얼마 안 되어 소개된 개념에

도면5. 다양한 가입자 Access 기술



서 크게 달라진 것이 없다고 보아도 과언이 아니다.

현 음성 서비스는 근본적으로 서비스를 요청해서 받는 동안 약 300Hz에서 3300Hz의 대역의 역동적 범위, S/N 비, 에코 성능, 회로 신뢰성 등으로 정의된 채널을 쓸 수 있도록 정의된 것이다. 이러한 변수들은 소위 서비스 목표라고 불리는 대부분의 가입자들에게 적어도 보통 이상의 만족도를 제공하는 것을 목표로 해서 오랜 경험과 고객의 의견 통계를 통해 제정된 수치들로 이제까지 미국을 비롯해 세계 많은 나라에서 쓰이고 있다. 지금까지 전화망 설계에 쓰여지고 있는 수치중 몇 개의 예를 들면 소리의 강도를 정의하는 감쇄비(Le)는 20dB, 회로 잡음(N)은 25dBnc 등 이었다. 이중 통신망 설계에 실제로 고려되는 회로 잡음 수치는 회로 거리에 따라 비례하게 할당되어 있다. 예를 들어 미국의 경우를 보면 180mile 이하인 경우에 19dBnc, 180에서 720mile이 23dBnc, 720에서 2900mile 경우에 27dBnc, 2900에서 12500mile(국제전화) 경우가 30dBnc로 할당되며 이것은 고객 만족도가 대략 중간 분포로 되어있고 표준 편차를 각각 6, 5, 4, 3.5dB로 간주하여 설정된 수치이다. 이외에도 음성회로의 성능을 규정하는데 크게 고려되는 수치는 에코이다. 이는 현재 쓰이고 있는 음성 회로가 대부분 2선식이기 때문에 생기는 것으로 회로 중간의 어떤 곳이나 상대방의 전화기에 임피던스 불일치나 상대방의 전화기의 수화기와 송화기간의 음성 결합으로 생기는 전송파의 반향(replection)으로 생기는 에코에 대한 요구조건을 말한다. 가입자가 전화를 통해 음성 통화하는 경우 약간의 에코는 오히려 필요해서(대화자는 항상 대화 중 자기 음성을 듣고 주지하려하므로) 전화기에는 일부터 측음(side tone)을 넣게 설계되어 있으나 자기 목소리가 시간 지연이 되어 돌아와서 대화자에게 들릴 때는 시간지연이 길고 에코 소리가 강할수록 통화자에게 불편이 커지게 된다. 최악의 경우 자기 목소리가 너무 지연되어 강하게 되돌아올 때엔 강한 방해 잡음이 있는 것과 같은 효과를 내어 대화자에게 도저히 대화가 불가능하게 될 수

도 있다. 따라서 음성회로 설계에는 에코 강도와 지연도가 함수 관계로 규정된 복합치를 넘지 않도록 정의하고 있고 이는 고객들의 의견을 통한 실험을 통해서 얻어진 것으로 에코 서비스 등급이라고 한다. 이 에코 성능을 고객이 만족하는 수준으로 줄이기 위해선 소위 VNL(Via Net Loss)이라는 트렁크 설계 규칙을 쓰고 있다. 이는 트렁크의 거리에 따라(트렁크를 통해 일어나는 지연율이 트렁크 거리에 비례함으로) 그에 비례하는 손실률을 그 트렁크에 부가하도록 하는 설계 법을 말한다. 트렁크를 거치는 에코는 순방향과 역방향 즉 두 번 그 트렁크를 거치므로 두 번 손실을 거치게 되어 에코 강도가 신호에 비해 그만큼 떨어지게 되므로 VNL 설계법은 긴 트렁크 일수록 그와 비례해서 트렁크 손실을 삽입해 트렁크를 설계하도록 규정한다. 물론 이때 트렁크에 손실을 늘림은 그만큼 전체 회로 손실이 늘어 상대방이 받는 신호강도도 떨어지지만 신호는 한번만 그 트렁크를 통과하므로 에코에 비해 손실률이 반이고 신호강도가 약함으로 고객에게 끼치는 어려움이 에코가 끼치는 어려움보다는 훨씬 덜하기 때문에 VNL설계법이 널리 쓰여지고 있다.

여기에 이와 같이 자세하게 음성회로 설계에 대한 고려 점을 설명한 이유는 전 절에 언급한 새로 대두되고 있는 요소들이 어떻게 이제까지 오래 쓰여온 망설계에 고려해야 할 기초적 사항들을 근본적으로 뜯어 고쳐야 할 필요성을 가져다주는지를 들이고자 함이다.

첫째 아날로그 신호 방식으로 전송되던 음성신호들이 대부분 이제는 디지털화 되어 송신되기 때문에 그 잡음 레벨이 전 같이 꼭 거리에 비례해서 증가하지 않고 그대신 디지털 부호화와 다시 아날로그로 바꾸는 코딩과 디코딩 할 때 생기는 샘플링과 양자화 잡음이 주원인이 되게 되었다. 이 결과로 디지털 회선 자체가 비교적 양호하여 결정 에러를 그다지 내지 않는 한 통화 잡음은 트렁크 거리와는 크게 무관하게 되었다. 그러나 이전 아날로그 경우에는 경험할 수 없던 다른 종류의 잡음이 생겼는데 이중 하나는 디지털 부호화 된 음성신호를 직접 디

디지털화 한 채로 신호레벨을 줄이거나 늘이기 위해 디지털 이득/손실을 삽입할 때 생기는 디지털 양자화 잡음이다. 지금 디지털 기술로 점차 변화되고 있는 과정에 있는 현 전화망은 아직도 많은 아날로그 트렁크들과 교환대가 요소 요소에 쓰여지고 있으므로 일단 디지털 신호로 변환된 음성신호가 전화망을 통과하는 동안 다시 아날로그와 디지털 신호로 여러 번 변화될 경우가 많고 이럴 경우 양자화 잡음이 누적되게 된다. 그 외에도 새로 생긴 잡음 중에는 신호의 동기를 잃어버려 순간적으로 생기는 실수로 인한 잡음도 옛날에는 없던 것들이다. 상기한 통신망 설계의 잡음 배당 방법은 이러한 새로 유입되는 회로 잡음의 형성과정들로 인해 재고려해야 할 때가 되었다. 둘째는 또 음성을 디지털화 시켜서 송신함으로써 예코에 관한 성능도 많이 변하게 된 것이다. 음성을 디지털화 한 후 그 디지털 신호가 여러 개의 디지털 교환대와 다중화/역다중화 장치들을 지나는 경우 이전에는 없던 많은 새로운 신호의 지연이 생기게 되었다. 이는 많은 경우 디지털 다중화기나 교환기에 다중화/역다중화 과정 중 천이 레지스터 등의 버퍼 소자들을 쓰게 되는데 이들이 시간지연의 원인이 되기 때문이다. 또 요즘 많이 쓰여지기 시작한 ATM 이나 프레임 릴레이 망을 통해 디지털화 된 음성을 보낼 경우 많은 비트를 모았다가 동시에 패킷으로 만들어 송신하게 되는데 이 경우에 또 많은 시간지연이 생기게 된다. 프레임 릴레이 망의 경우엔 수천 바이트까지를 모았다가 한꺼번에 한 패킷으로 송신하게 되기 때문에 음성을 송신하는 쪽에서 이미 수십 msec에서 수분의 일초 정도까지의 지연을 초래하게 되며 패킷당 바이트 수요가 적은 ATM 망의 경우도 지연량이 6msec(48byte)나 된다. 이는 전화통신망에서 일반 음성을 디지털화 할 때 쓰이는 샘플링 주파수가 8000Hz이고 각 샘플이 한 바이트로 부호화되기 때문에 ATM 경우는 48 샘플 간격이 이미 송신 쪽에서 지연되게 된다는 말이다. 이는 통상적으로 허용되는 전체 전화망을 통과 할 때에 허용되는 지연 량보다도 훨씬 큰 량이다. 이러한 지연도

로는 도저히 고객의 만족도를 충족하기 위한 VNL 설계치(Via Net Loss Plan)에 맞출 수 없다. 이를 해결하기 위하여 최근에 쓰이는 방법은 예코 상쇄이다. 위에서 언급한대로 통신망을 통한 시간 지연은 대화자의 예코가 대화자 자신에게 되돌아 와 방해하는 것이 가장 큰 문제이므로 디지털 예코 상쇄기를 통하여 예코 자체를 상쇄해 버리자는 것이다. 요즘 쓰이기 시작하는 인터넷을 통한 음성 서비스나 인공위성을 통한 국제통신에도 이 과대한 시간지연으로 인한 예코의 영향을 줄이기 위해 디지털 예코 상쇄기를 쓰는 것이 통례이다. 시간 지연이 과다할 경우 예코의 영향 외에도 통화자 간의 시간 지연으로 인한 신경적인 영향도 고려해야 한다. 여하간 새 통신 기술의 도입으로 인해 고객의 서비스 성능이 개선되는 면도 있지만, 이렇게 손상되는 면이 많으므로 망 설계에 이를 고려해야 하고 고객 서비스에 정의되어 사용되고 있는 성능도를 새로 개조 해야 할 필요가 있게 되었다.

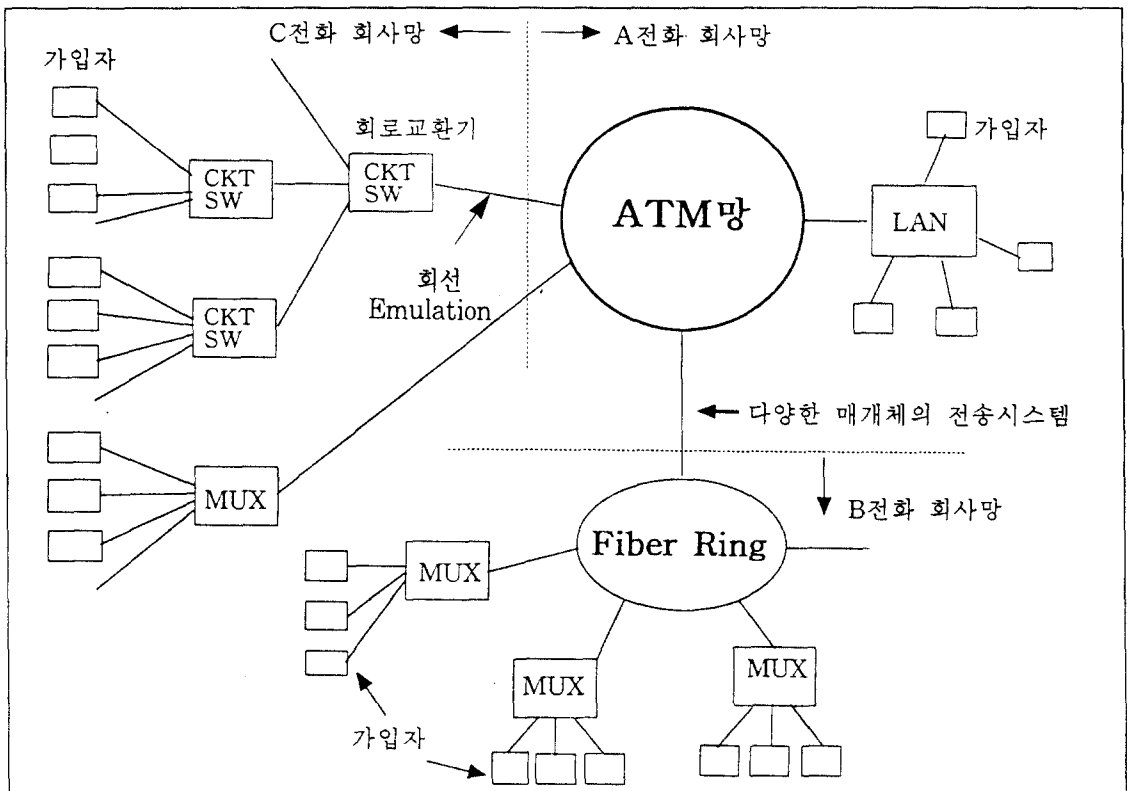
셋째는 이제까지 망 설계에 황금률로 간주되어온 계위 통신망구조의 와해이다. 이 계층화된 전화망 구조는 전체적으로 허용되는 회로의 신호성능 저하도를 가장 적절하게 분배, 즉 많은 가입자가 분배해서 쓰는 장거리의 트렁크 중심부 쪽에 더 엄격한 규격을 부과해서 전체적인 비용을 줄이고 여러 경우를 망라한 가입자에서 가입자까지의 접속 성능도를 통계적으로 조종해서 만족할 수 있도록 해주었지만 이제는 이 계층화된 전화망 구조가 점점 와해되고 여러 가지 WAN 또는 링 망등이 포함되는 통신망등을 혼합한 구조의 망으로 변하고 있다. (도면 6 참조) 다양화된 통신 서비스 제공자들은 자기 서비스에 맞는 자기대로의 망 구조나 가입자 접속장치 기술을 선택하게 되고 이를 위해선 이 망들이 엄격한 계층이 없이 연결되게 된다. (도면 6 참조) 상기한 대로 이때에 일단 부호화 된 신호가 상대방의 목적지에 도달할 때까지 망 안에서 다시 아날로그로 변화되지 않을 경우 잡음 누적 자체는 큰 문제가 되지 않지만 새로 부과되는 시간 지연이 큰 고려점이 된다. 제 2차적인 요소들은 디지털 에

러와 패킷 손실 등으로 인한 고객 신호의 성능 저하도 들이다. 또 각기 특성이 다른 접속장치 미디엄, 즉 광섬유, 무선, 동선, 동축 등의 다른 기술들을 가입자 접속장치로 사용함으로써, 또 가입자 신호가 경우에 따라 다른 형태의 전화망 즉 아날로그와 디지털 트렁크, 회선 교환과 패킷 교환망 등의 전혀 다른 기술을 사용한 망을 통해 상대방에 전해짐으로 가입자들에게 쉽게 인지되어 질 수 있는 성능차이의 인지도이다. 지금까지는 호와 호 간에 또 가입자와 가입자간에 서비스 성능의 차이가 가급적 없도록 전화망을 설계해 왔다. 한국에서 미국으로 통화할 때와 바로 옆집에 통화할 때에 크게 서비스 성능에 차이가 없음을 말한다. 그러나 요즘은 특히 휴대전화 서비스의 출현이후 이러한 서비스 성능의 개념이 크게 변화되게 되었다. 호의 대화 중 단절이나 급격히 변하는 잡음레벨 등으로 누구나 이동

전화 서비스를 쓰는 가입자를 상대방에서 쉽게 인지하게 되고 옛날에는 허용되지 않았던 서비스의 저하도들이 이제는 가입자들간에 인정되게 되었다. 엄격히 계층화된 전화망을 떠난 전화망 구조로 말미암아 바로 옆집으로 가는 전화라 할지라도 수천 내지 수만 km의 여러 개의 전화망을 통한 옛날에는 상상할 수 없을 정도로 복잡한 경로를 통해 연결 될 수도 있음으로 잡음 레벨이나 신호의 질을 통해서 통화 상대방이 얼마만큼 멀리 떨어져 있는지를 짐작 할 수 없게 되었다.

넷째는 이러한 여러 개의 독립된 전화 회사들이 서로 경쟁해서 각기 독특하거나 비슷한 서비스들을 한 가입자 접속장치를 통해 제공할 경우 이 복잡한 망 운용, 정비, 적절한 과금, 문제가 발생했을 때 어떤 전화회사에 책임이 있었는지의 신속한 책임 소재 확인들을 위해 발전된 망운용관리 시스템이 더욱

도면6. 비 계층망의 예



필요하게 되었다. Total Management Network(TMN)에는 이미 포괄적이고 조직적인 망 관리 시스템들의 구조들이 권고되어 있고 새로 소개되는 시스템들은 이 기능들이 부착되어 있거나 앞으로 부착할 수 있게 설계되어 있다. 이러한 망 관리 시스템들은 엄격하고 구체적으로 정의된 계층적인 구조와 많은 접면 요구 사항들로 되어 있고 가장 하층의 한 장비를 관리하기 위한 Element Management System (EMS)에서 시작하여 한 개의 망을 관리하는 망관리 시스템, 또 더 좋은 레벨로, 같을 때 복잡한 여러 개의 망을 포괄해서 관리하기 위한 망관리 시스템을 관리하는 관리 시스템들로 진보되고 있다. 군소의 여러 통신 서비스 회사들은 자기들의 서비스 규모에 따라 자기들 자체로의 망 관리 시스템과 망 자체를 운용하는 것이 경제적으로 타당성이 없을 수가 있고 이러한 경우에는 이 군소 통신 서비스 회사들의 망 운용과 관리 시스템을 하나로 묶어서 운용해 주는 망 운용 대행 업체들도 필요하게 될 것이다. 과거에는 엄격히 계층화되었던 전화망의 구조가 이제는 비계층적인 구조로 바뀌고 있는 반면에 망 관리 자체는 이제까지 비교적 유동적이고 그때 그때 필요한 대로 설계해 쓰던 형태에서 더욱 더 엄격해 지고 계층화된 구조로 발전되고 있음은 대조적이라고 할 수 있겠다.

## 5. 결 론

18세기 후반에 전화 서비스가 소개된 이후 전화수요가 급속히 늘어났고 이에 따라 전화기술은 여러 면에서 눈부신 발전을 거듭해 왔다. 그러나 비교적 최근까지 그 서비스 자체는 근본적으로 크게 변한 것이 없었고 새 기술로 인해 송신 시스템과 교환기 시스템들이 크게 개선되었지만 이들로 구성되어 있는 망 구조 자체에는 큰 변함이 없었다. 따라서 가입자들은 그들이 사용하고 있는 전화기들을 보이지 않게 뒤에서 뒷받침해 주고 있는 전화망에 새로 들어간 기술들에 관해서는 크게 인지하지 못했었다.

그러나 최근 몇 년간에 일어나고 있는 통신 분야의 변화는 가입자 서비스의 근본적인 개념에서부터 그 가입자택 내 장치, 가입자 접속장치, 현 전화망 구조, 전송 및 교환 기술, 망 관리 시스템 등을 망라한 전체적인 전화통신 모든 분야에 크게 영향을 끼치고 있고 이상에서는 이중 몇 개의 두드러진 예들을 고찰해 보았다. 사회가 다양해지고 우리 생활이 복잡해짐에 따라 요구되는 통신 서비스도 그만큼 고도화 되게 되어 있다.

통신망 설계자들은 항상 가입자들의 요구조건을 가장 저렴한 가격으로 효율성 있게 충족하기 위해 가장 첨단 기술을 가장 진보적인 아이디어를 써서 응용해야 하며 이렇게 하기 위해선 이제까지 거의 무조건적으로 인정해 온 기본 망 설계의 개념부터 새로운 기술과 사회조건에 입각하여 큰 시야를 통해 재점검 해야할 것이다. 이런 점에서 지금은 통신망 구조 설계자들과 그 외 전화 통신 정책 수립자 등의 역할이 지난 어느 때보다도 중요한 때라 할 수 있겠다.

## 김 기 홍

1963	서울대 공과대학 전자공학 학사
1968	美 Illinois Institute of Technology 전기공학 석사
1972	同 대학원 전기공학 박사
1968~1972	Zenith Corp. Consultant 연구원
1972~1985	美 AT&T 社 Bell 연구소 연구원
1985~현재	美 INC(Integrated Network Corporation)설립, 현 부회장