

chapter 6



음성 네트워크 (전화망)

내용

- 음성 네트워크의 정의
- 음성 네트워크 구조
- 음성 네트워크의 교환기
- 음성 네트워크를 통한 데이터 교환
- 네트워크를 통한 음성 교환

음성 네트워크 – 소개

- **전화망**이라는 단어를 많이 사용한다.
 - 의미 전달의 편의성을 위해 섞어서 사용할 예정
- 서로 떨어진 장소의 사람에게 음성 전달
- 전기적인 방법으로 음성 전달
- 현대의 컴퓨터 네트워크보다 오랜 역사
- 컴퓨터 네트워크의 디지털 전송 이전에 아날로그 신호로 음성 전달
- 과거 전화망은 컴퓨터 네트워크와는 별도로 구축/운영되었다.

음성 네트워크 – 소개

- 무선 전화 네트워크와 무선 연결 구조
- 무선 전화 네트워크의 통신 알고리즘
- 무선 전화 네트워크의 발전

음성 네트워크 – 소개

- 초기(1870s – 1950s) 전화망은 아날로그 신호로 구현되었다.
- 초기(1960s and 1970s) 컴퓨터 네트워크는 기존의 전화망을 사용해 구현되기도 하였다.
 - 전화선 임대 형식
 - 인터넷이 아닌 특정 목적의 1:1연결 중심
- 현대 전화망은 일부 아날로그로 구현되기도 하나 근본적으로 디지털로 구현된다.

음성 네트워크 - 소개

- 1870년대 최초의 상용 전화기가 나오면서 초기 음성 네트워크가 나타나기 시작했다.
- 이 초기 전화망은 집전화기와 집전화기를 직접 연결하는 P2P(Point to Point)방식이었다.
- 여러 개의 집전화기를 연결하기 위해서 추가적인 P2P연결이 요구되었다.

음성 네트워크 - 소개

- 연결이 증가하면서 수 많은 개별적인 연결을 설치 관리하는 것의 비용이 급속히 증가하였다.
- 1878년 이를 해결하기 위해 첫번째 전화교환시스템이 개발되었고 이를 전화국 (CO, Central Office)라 불렀다.
- CO는 전화 회사에서 운영하는 설비로 해당 지역의 모든 전화가입자를 연결하는 스위치(switch)역할을 한다.
- 가입자가 전화를 걸면 CO에 연결되고 CO에서 다시 목적지까지 연결한다.

음성네트워크 - 소개

- 집 또는 사무실에서 CO까지의 연결은 **시내 전화 사업자(local exchange carrier, LEC)**가 제공
 - 미국은 따로 사업자들이 있는데, 우리나라는 KT에서 다 했었음.
- 집 또는 사무실에서 CO까지의 연결을 **가입자 회선(local loop)**이라고 부름
- 가입자 회선은 한 쌍의 구리전선으로 구성되며 UTP케이블을 사용하기도 한다.
- 지역 전화망(시내전화망)은 한 개 또는 몇 개의 CO와 다수의 가입자회선으로 구성된다.

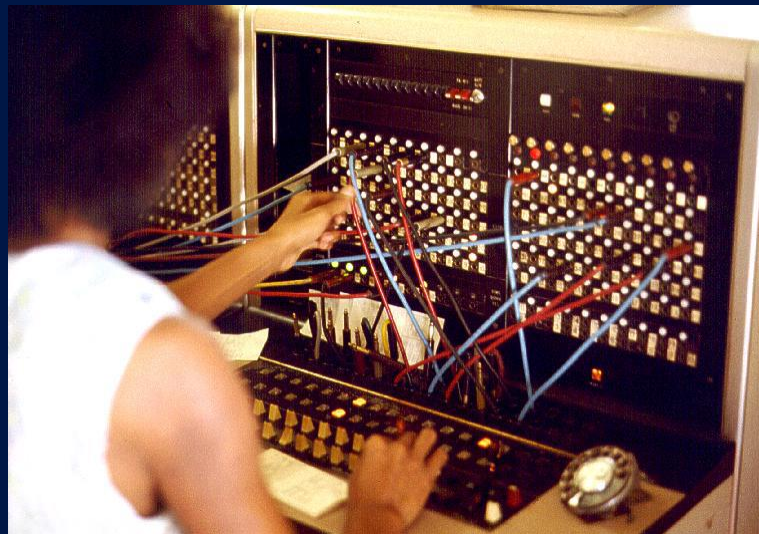


음성네트워크 - 소개

- CO의 구현

- 초기 : 수동

- 전화를 하면 교환원이 받고 교환원에게 원하는 상대방을 알려주면 전선을 연결해 줌



음성네트워크 - 소개

- CO의 구현
 - 초기 : 자동교환기
 - 수화기를 들고 다이얼을 돌리면 자동으로 연결
 - 초기에는 시외전화는 예외



<https://ko.wikipedia.org/wiki/전화>

음성네트워크 - 소개

● CO의 구현

- 현대 : 전전자교환기

- 대용량 고속 자동 교환기, 신속한 신규 개통 및 이동



1982. 3차 시험기 완성
경기도 용인군 송전우체국 시험 운용

1984
TDX-1 실용시험 모델 개발,
시험인증기 개통

1986
상용화

어떤 시련에도 끄떡없는 발판

TDX-1은 2-80이라는 마이크로프로세서로 만들어졌다. 이 프로세서는 8bit로 된 마이크로컴퓨터만 성능이나 동작 면에 있어 매우 안정적이다. 이 프로세서가 시스템 내에 수백 개나 설치돼 각종 디바이스를 제어, 관리하고 프로세서 간 상호 통신을 통해 전체가 한 개의 컴퓨터처럼 동작한다. TDX는 저가의 마이크로프로세서를 사용하기 때문에 가격 절감이 가능하고, 분산 제어 방식을 채택하고 있기 때문에 여러 연구원이 동시에 자기장치의 기능을 개발, 시험할 수 있다는 장점이 있다. 이 모든 이점들을 각각의 기능이 검증된 후에 시스템에 통합해 쉽게 시스템 시험을 할 수 있었던 것이 성공의 큰 발판이었다.

TDX 개발은 TDX-1X, TDX-1, 그리고 후속모델인 TDX-1A, TDX-1B, TDX-10 등 대형 교환기를 탄생 시켰다. 이후 디지털 유선전화 TDX-ISDN 까지 다양한 발전으로 이어졌다. 새로운 버전이 나올 때마다 용량은 커지고 성능은 높아졌으며 장치는 새로워졌다. 이로써 국내에서도 세계무대에서도 경쟁력 있는 모델을 만들 수 있다는 것을 입증해낸 것이다. ETRI 연구원들이 개발 성공 직전까지 누구도 쉽게 예상할 수 없었던 일을 성공시키기 위해 집요하게 고민했고 끊임없이 도전한 결과다.

TDX 개발은 대한민국을 세계에서 다섯 번째로 전자 교환기 고유 모델 개발에 성공한 나라로 만들었다는 데 의의가 있다. 국내 기술로 상용화될 경우 기계식에 비해 부피가 1/5정도로 줄어들기에 저렴한 가격으로도 국민 모두가 편리한 생활을 누릴 수 있게 된다. 그 옛날 여러 사람이 근무하던 사무실에서 전화기 한 대를 사용했던 것을 생각해 보면 그야말로 혁명과도 같은 일이었다. 기존에 2-3년가량 소요되었던 전화기 설치 시간이 일주일 안팎으로 짧아지면서 그야말로 국내 통신망의 급속한 발전을 이끌어 내는데 기여했다. 교환기 한 대는 소형 컴퓨터 2~300대의 시스템을 합한 것 이상으로 정도로 시스템이 복잡하므로 국내 IT 산업의 초고속 성장을 이끌어 내는 데 역시 큰 몫을 했다고 볼 수도 있다.

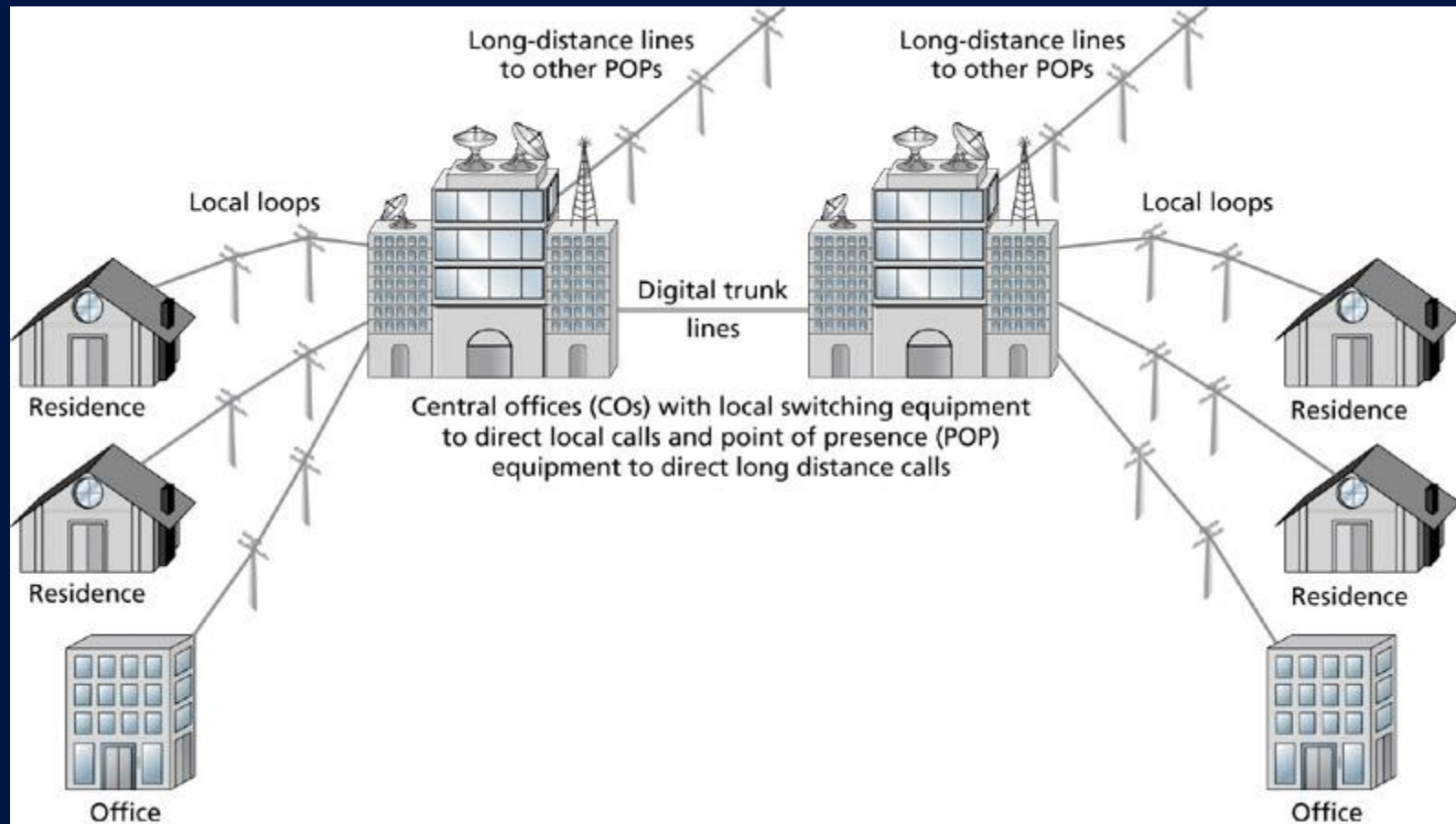


경기도 용인군 송전우체국
국산전전자교환기(TDX-200)만화선 개통
1990. 3. 30

음성 네트워크 – 소개 (2021-6주)

- 앞서의 지역전화 망에 장거리 통신기술을 더하면 기존 전화서비스(또는 기본적인 음성전화 서비스, plain old telephone system, POTS)가 된다.
- 공식적으로 POTS를 **공중전화교환망**(public switched telephone network, **PSTN**)이라고 부른다.
- 이를 통해 전 세계를 연결하는 전화망을 구축하였었다.

Plain Old Telephone System (POTS)



음성 네트워크 - 소개

● 장거리 연결

- 접속점(point of presence, POP)를 통해 연결.
- 장거리 전화 사업자(inter-exchange carrier (IXC or IEC)의 설비를 통해 원하는 장거리 연결통로로 연결.
- 목적지의 POP에 연결된 LEC를 통해 가입자에게 연결.

음성 네트워크 - 소개

- 전화망의 발전

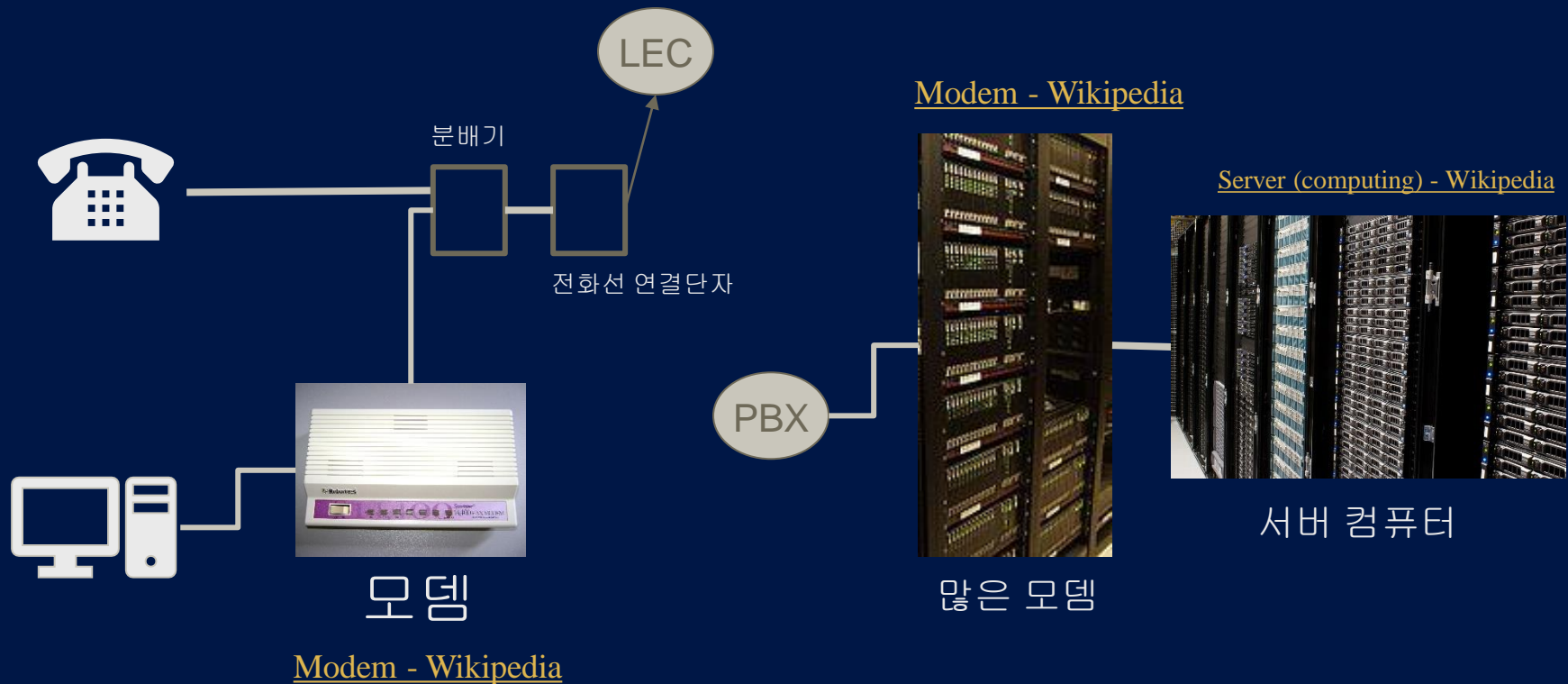
- 음성 뿐만 아니라 데이터 전달도 통합 시도
- PSTN의 일부 망의 용도를 데이터 전송 목적으로 변경해서 데이터 통신 구현
 - 예) 종합 정보 통신망(Integrated Services Digital Network) ISDN
 - 단일 통신망으로 정보와 음성을 통합 제공하려는 시도
 - 우리나라도 1990년대에 서비스 했었음

음성 네트워크 - 소개

- 전화망에서의 디지털신호 전송은 모뎀을 사용했다.
- **모뎀(modulator and demodulator, modem)**은 디지털신호를 전화망으로 전송가능한 신호(주파수, 신호간격, 신호크기)로 바꾸어서 전화망에 전달하고 또 전화망으로부터 받은 신호를 다시 디지털 신호로 변환하는 기기이다.
- 초창기 네트워크의 보급은 모뎀의 보급을 통해 이루어 졌다.

음성 네트워크 - 소개

- 개인용 네트워크 : 모뎀 사용



음성 네트워크 - 소개

● 모뎀

- 초기 : 집에서 학교 또는 회사 컴퓨터 접속
- 후기 : 집에서 네트워크 서비스 제공자 접속
 - 우리나라에서는 **PC통신**이라는 이름으로 불림
- 현재 : 전멸 => 전화망에서 별도망으로
- 속도 발전
 - 300bps → 1200bps → 2400bps → 9.6k
 - → 14kbps → 38kbps → 56kbps
 - 비대칭, 압축



[Modem - Wikipedia](#)

음성 네트워크 - 소개

● PC통신

- 1980년대 후반 - 2000년대 초반

- 텍스트, 게시판 기반

- 댓글 문화의 시작

- 하이텔, 천리안, 나우누리

- 현대전자 아미넷

- 미국 : MSN, AOL 프랑스 : 미니텔

- 온라인 게임 서비스

- 쥬라기 공원, 단군의 땅

- MUD(Multi User Dungeon) 장르

- 초기 MMO도 PC통신 지원(바람의 나라, 리니지...)

hite! PLAZA		큰마을			1/562(총 8424건)
번호	이름	ID	날짜	조회	주제
10652	임병국	바다소년	12-12	18	0 pc통신이 신문에 났네요
10651	배진표	vaxvirus	12-12	12	0 아직도살아있는하이텔
10649	전경석	HELLO	12-12	32	1 오랫동안 왔습니다.
10648	류재영	그림수가	12-11	22	0 우리나라는 침략만이 받은 나라인..
10647	류재영	그림수가	12-08	31	0 새롭데이타맨 다운받는 곳...
10646	류재영	그림수가	12-07	25	0 새롭데이타맨 다운 받는 곳..
10645	우선영	Hyoung77	12-06	26	0 www.01411.net 접속!
10644	류재영	그림수가	12-06	23	0 대통령의 호소?
10643	류재영	그림수가	12-06	17	0 전교조 빨갱이?
10642	배진환	kstf12	12-05	21	0 오랜만이다 하이텔넷
10640	이근영	hd3474	12-05	16	0 3천억불인데 왜 일자리가 없는가?
10639	류재영	그림수가	12-04	22	0 예수는 누가 죽었나?
10638	류재영	그림수가	12-04	12	0 양심이란 말의 출처는?
10637	류재영	그림수가	12-04	13	0 선거동원, 선거위패리들?
10636	류재영	그림수가	12-04	12	0 강기부양책을 제시한다.

<https://namu.wiki/w/PC통신>

음성 네트워크 - 소개

- 사설 교환망의 도입

- 비용 문제

- 전화를 직원 수 만큼 설치해야 한다.
 - 회사내 전화도 KT를 통해야 하는가?

- 사설구내교환기(private branch exchange, PBX)의 도입

- 초기는 대표전화를 통한 연결, 나중에는 공용전화번호 연동.
 - POP의 역할을 겸해서 다중 통신 구현

- 사설 교환망 기술을 Gateway로 사용하기 시작

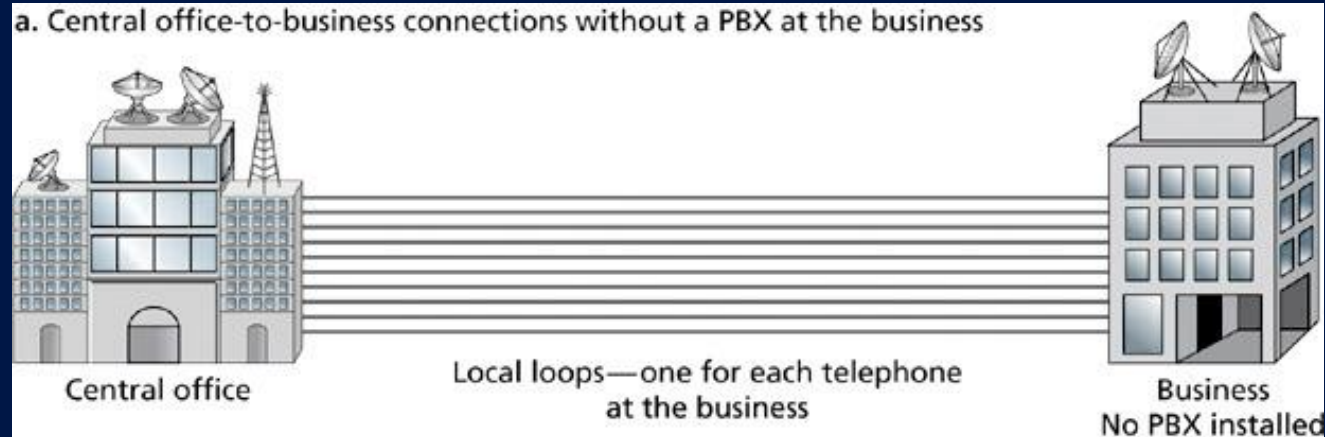
- VOIP, 무선 전화...

사설구내교환기(PBX)

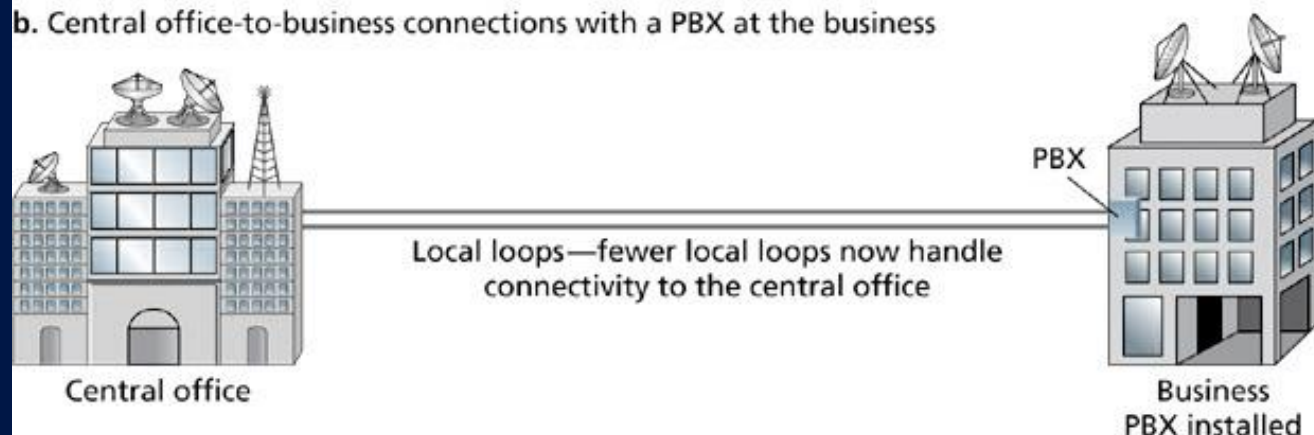
- PSTN의 사설 축소형
- 도입자의 필요에 의해 음성, 데이터, 부가 기능들이 도입됨.
 - 부가 기능 : 자동 응답, 전화 회의, 착신 전환...
- PBX의 도입으로 전화국의 역할이 고성능 통신 인프라 구축 쪽으로 전환, PSTN에 여러가지 부가 서비스들이 추가되기 시작

Connectivity to Central Office Exchange

a. Central office-to-business connections without a PBX at the business



b. Central office-to-business connections with a PBX at the business



PBX의 부가 기능

TABLE 7.1

Feature	Description
Automated attendant	Answers incoming calls and instructs callers how to dial to reach an internal extension.
Voice mail	Storage location on the PBX for incoming callers to leave messages.
Call coverage	Allows users to program their phones to direct calls to one or more alternative phones connected to the PBX system. A user's voice mail answers the call only if no one in the call coverage path answers.
Hoteling	Allows users who move from desk to desk to access the phone system and forward their regular phone numbers to their temporary phones as well as associate their regular phone preferences with their temporary phones.
Find-me	Allows users to program their phones to redirect calls sequentially to one or more external telephone numbers.
Interactive voice response	Initiates calling actions within the PBX system based on a caller's telephone Touch-Tone inputs.
System administration	The PBX system administrator sets overall system calling parameters using PBX system commands.

PBX Components



VOIP

- VOIP(Voice over IP)
 - 인터넷을 통한 음성전화 서비스
 - 인터넷이 PSTN보다 싸고 빨라지면서 도입
- 구현
 - voip-2-voip : VOIP사업자가 인터넷으로 연결
 - voip-2-일반전화 : VOIP사업자에게 음성이 전달되고 그 사업자의 PBX가 전화를 걸어서 연결
 - 일반전화-2-voip : VOIP사업자 전화번호 이므로 VOIP사업자의 PBX에서 신호를 받아서 인터넷으로 전송

PBX

- 초기 이동 통신(무선 전화)의 구현
 - PBX에 무선 기능 추가
 - PBX + 무선 통신기
 - 하나의 PBX에 연결
 - 기업 내 다수 PBX연결
 - PBX에 무선 전화 Database 및 PBX간 routing 정보 공유 필요.
 - 이동 통신(cellular network)
 - 무선 전화 사업자가 전국에 PBX설치 후 연동
 - 이름이 CELL로 바뀜

FATHER OF THE CELL PHONE

Martin Cooper
Motorola / Illinois Institute of Technology



이동 통신

- Cellular Wireless Voice Network, Cellular Network, Mobile Network, 무선 전화망
- Cellular의 의미
 - 기지국(Cell) 기반이라는 의미
 - 기지국
 - 전파의 도달거리가 있으므로 하나의 기지국은 근처의 무선전화기만 서비스한다.
 - 모든 기지국은 유선(또는 고속 통신망)으로 연결되어 있어야 한다.
 - 세포가 모여서 몸체를 이루듯이 넓은 영역을 여러 개의 기지국이 촘촘히 모여서 전체 네트워크를 구성

이동 통신

- 기지국

- 건물, 탑, 벽에 걸린 송신기



https://en.wikipedia.org/wiki/Base_transceiver_station



https://ko.wikipedia.org/wiki/이동_통신

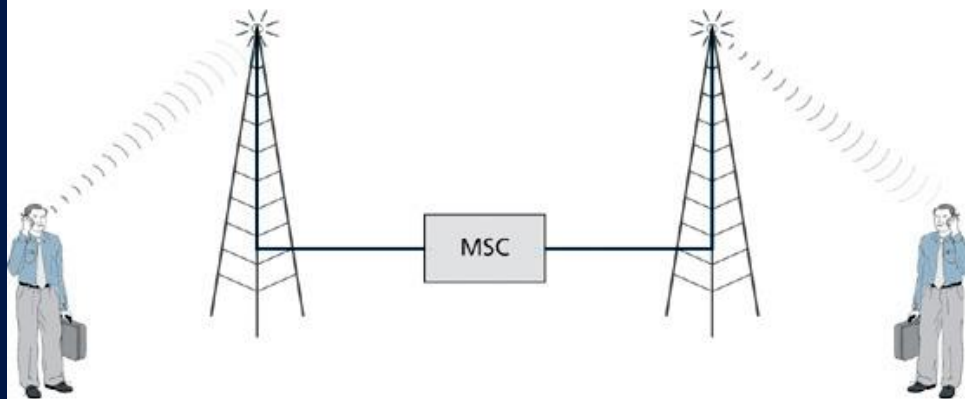
이동 통신

● 구조

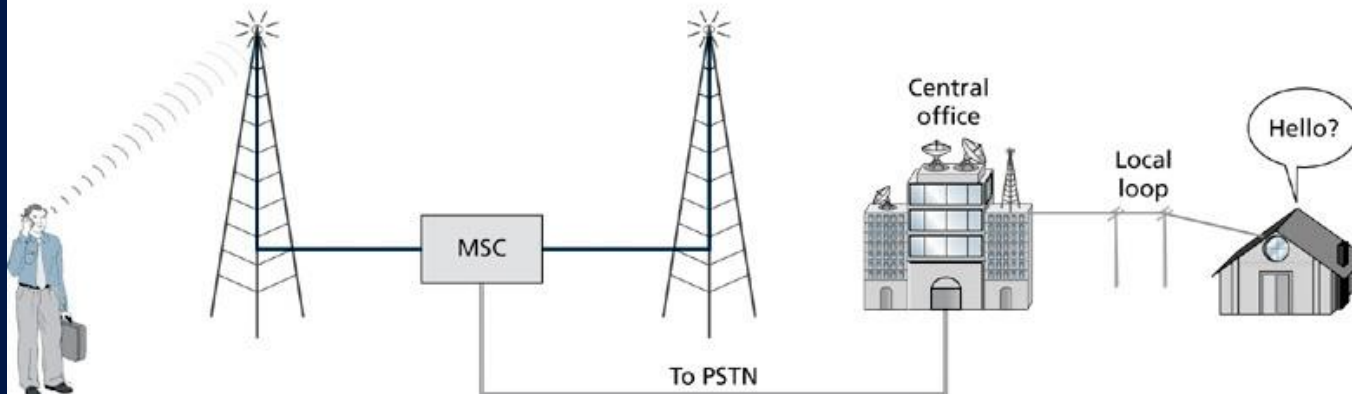
- 무선 전화기는 근처 기지국과 자동 연결
 - 전화 번호 전달
- 기지국은 연결된 이동통신 교환기(mobile switching center MSC)에 연결 정보 전달
- MSC는 전화 번호와 기지국의 위치를 DataBase에 저장
- MSC는 무선 전화기의 기지국 전환 (Hand Over)관리
 - Hand Over : 끊김 없이 연결하는 것이 기술
- 전화를 걸 경우 MSC에서 수신자의 기지국을 찾아서 연결
- MSC에서 일반 전화와의 Gateway역할 수행

Anatomy of a Cellular Wireless Call

a. Mobile-to-mobile calls within the same group of cells



b. Mobile-to-landline calls



이동 통신

- 이동통신의 무선 공유 방식
 - 현재 많이 사용하는 방식은 Time Division Multiple Access (TDMA) 와 Code Division Multiple Access (CDMA)
 - Frequency Division Multiple Access (FDMA) 은 1980년대에 많이 사용.

이동 통신

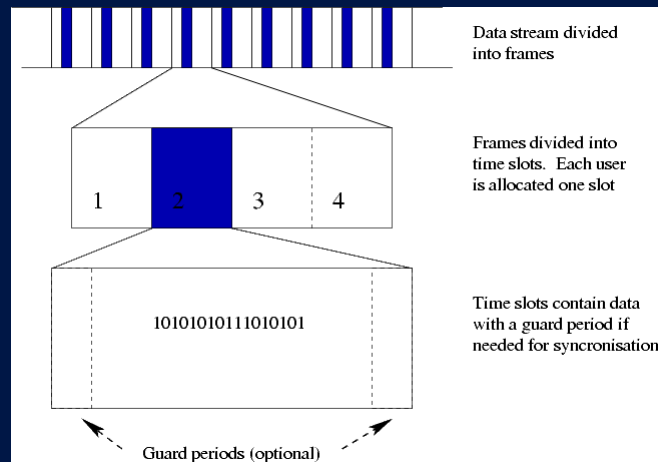
- **FDMA**

- 아날로그 접속 방식.
- 접속마다 다른 주파수를 할당
- 1970년대 후반에 미국에서 구현
- 1980년대 초반 이동통신에 널리 사용.
- 이러한 아날로그 이동통신을 Advanced Mobile Phone Service (AMPS)라고 부름

이동 통신

- TDMA

- TDMA에 시간 개념을 추가해서 하나의 주파수를 여러 기기가 공유하게 하는 방식
- 이동통신에 사용되면서 Global System for Mobile Communications (GSM) 구현에 사용



https://en.wikipedia.org/wiki/Time-division_multiple_access

이동 통신

● CDMA

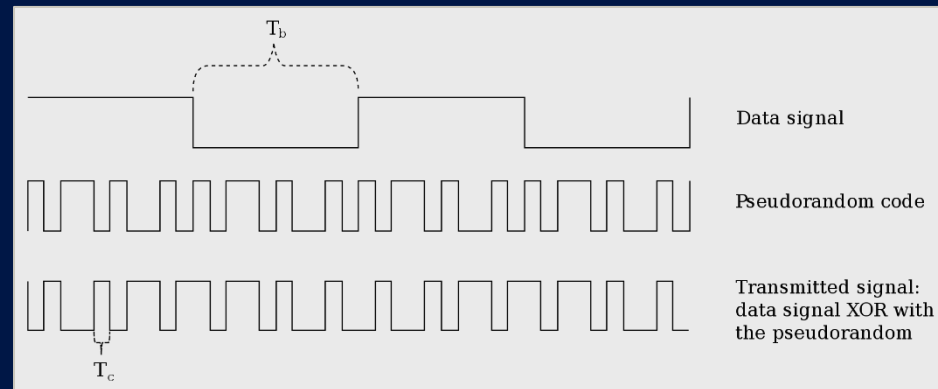
- 1960년대 미군에서 개발된 통신 방식
- Spread-spectrum과 code-division multiplexing 기법 사용
- Spread-spectrum
 - 여러 개의 주파수를 동시 사용 => 노이즈에 강함, 오류가 적어 짐
 - Cell 이동시 Hand Off이 쉬워짐
 - 같은 주파수를 사용하므로, 자연스럽게 끼어들 수 있음.

이동 통신

● CDMA

– CD multiplexing

- 신호를 특정 랜덤 신호와 겹쳐 보내서, 여러 개의 신호가 섞인 신호에서 원래 신호를 걸러낼 수 있게 하는 방식



이동 통신

- 전송 방식의 발전

- 1G : 아날로그방식
- 2G : 디지털
 - GSM, CDMA (9.6kbps/64kbps)
 - 문자메세지 기능
- 3G :
 - WCDMA(Wide CDMA) (128kbps/23Mbps)
 - MMS기능 추가 (멀티미디어 메시지), 인터넷 연결
- 4G :
 - LTE(Long Term Evolution) (10Mbps/1Gbps)
 - GSM과 TDMA에 다중채널방식 결합
 - 동영상 통화
- 5G
 - NR(New Radio) (100Mbps/20Gbps), 지연시간 1ms, 높은 주파수 추가 사용
 - 인터넷 기반 (인터넷 위의 이동통신), 낮은 지연, 추가적인 높은 주파수 활용