

1.7 컴퓨터 네트워킹과 인터넷의 역사

1.7.1 패킷 교환 개발: 1961~1972

1960년대 초의 세계 주요 통신 네트워크는 **전화망**이었다.

전화망이 송신자에게서 수신자로 정보를 전송하는 데 **회선 교환**을 사용하였다. (음성이 송수신자 간에 일정한 속도로 전송된다면 이는 적절한 선택)

각 사용자가 만드는 트래픽은 **집중적(bursty)**이었다.

즉, 원격 컴퓨터에 명령을 내리는 활동과 **응답을 기다리고 응답을 검토하는 비활동** 사이의 기간이 일정하지 않았다.

세계적으로 3개의 연구 그룹이 회선 교환을 대신할 수 있는 효율적이고 견실한 방법으로서 **패킷 교환**의 개념을 창안하였다.

- 1967년, 로렌스 로버츠(Lawrence Roberts)는 **ARPAnet**에 대한 대략의 계획을 발간하였다.
→ **첫 번째 패킷 교환 컴퓨터 네트워크이자 오늘날 공중 인터넷의 직계 원조**
- 1969년, 첫 번째 패킷 스위치가 UCLA에 설치되었다.
- 1972년, ARPAnet은 약 15개의 노드로 커졌다.
ARPAnet 종단 시스템 간에 **NCP(Network-Control Protocol)**라고 하는 첫 번째 호스트 간(host-to-host) 프로토콜이 완성되었다. [RFC 001]

종간 간에서 프로토콜을 사용할 수 있게 되자, 애플리케이션을 개발할 수 있게 되었다.

- 1972년, 레이 톰린슨(Ray Tomlinson)이 최초의 전자메일 프로그램을 만들었다.

1.7.2 독점 네트워크와 인터넷네트워킹: 1972~1980

초기 ARPAnet은 **단일 폐쇄 네트워크**였다.

즉, **ARPAnet 호스트와 통신하기 위해서는 다른 ARPAnet IMP에 실제로 접속해야 했다.**

1970년대 중반 초, ARPAnet과 별개의 패킷 교환 네트워크들이 생겨났다.

- DARPA의 패킷 위성 [RFC 829]
- 패킷 라디오 네트워크 [Kahn 1978]
- **ALOHAnet** : 하와이에 위치하는 대학들을 함께 연결하는 마이크로파 네트워크 [Abramson 1970]
- Cyclades : 루이 푸장(Louis Pouzin)이 이끈 프랑스 패킷 교환 네트워크 [Think 2012]

- 시분할 네트워크 : 1960년대 후반에서 1970년대 초반의 네트워크 [Schwartz 1977]
e.g., Tymnet, GE Information Services 네트워크

네트워크 수가 증가함에 따라

네트워크를 연결하는 포괄 구조(상호연결 네트워크, 네트워크의 네트워크)의 개발 시기가 점차 다가왔다.

이러한 구조 원리는 **TCP 프로토콜**로 구체화되었다.

이는 아래의 두 가지를 결합한 것이며, 오늘날의 TCP와는 매우 다르다.

- 종단 시스템의 재전송을 통한 **데이터의 신뢰적인 전송** (오늘날 TCP의 일부분으로 남겨짐)
- **전달 기능** (오늘날 IP가 수행함)

패킷 음성 같은 애플리케이션을 위한 비신뢰적이고 **흐름 제어가 없는 종단 간의 전송 서비스의 중요성**에 대한 인식과 결합하여

TCP에 대한 초기 실험은 **TCP에서 IP를 분리**하도록 했고, **UDP 프로토콜을 개발**하였다.

TCP, UDP, IP 같은 주요 인터넷 프로토콜은 1970년대 후반에 그 개념이 자리 잡았다.

ALOHA 프로토콜[Abramson 1970]은 지리상 분산된 사용자를 하나의 방송통신매체(라디오 주파수)를 공유하게 하는

최초의 다중 접속(multiple access) 프로토콜이다.

다중 접속 프로토콜에 대한 에이브럼슨의 연구는

유선 기반 공유 브로드캐스트 네트워크를 위한 이더넷 프로토콜[Metcalfe 1976] 개발에서 멧칼프(Metcalfe)와 보그스(Boggs)에 의해 발전되었다.

즉, PC 혁명과 네트워크 폭발이 있기 훨씬 전인 25년 전, 이들은 오늘날의 PC LAN의 기초를 닦고 있었다.

1.7.3 네트워크 확산: 1980~1990

- 1970년대 말까지 약 200개의 호스트가 ARPAnet에 연결되었다.
- 1980년대 말까지 공중 인터넷(네트워크 연합)에 연결된 호스트 수는 십만 개에 이르렀다.

이처럼 1980년대는 거대한 성장 시대였는데, 이러한 성장의 주요인은 대학들을 연결하는 컴퓨터 네트워크를 만드는 여러 노력이었다.

- CSNET(Computer Science Network) : **ARPAnet에 접속하지 않고** 대학 연구자들을 연결하기 위해 만들어졌다.

- 1986년, **NSFNET(National Science Foundation Network)**이 NSF이 지원하는 슈퍼컴퓨터센터에 접속 가능하도록 만들어졌다.
- 56 kbps의 초기 백본으로 시작하여 NSFNET의 백본은 1980년대 말에 1.5 Mbps로 동작하게 되었으며, 지역 네트워크를 연결하는 주요 백본이 되었다.

ARPAnet 커뮤니티에서 오늘날 인터넷 구조의 많은 구성요소가 등장했다.

- 1983년 1월 1일, APRAnet의 새로운 표준 호스트 프로토콜인 **TCP/IP**가 공식 설치되었다. (NCP 프로토콜을 대체)
- NCP에서 TCP/IP로의 전환[RFC 801]은 **플래그 데이(flag day)** 형태의 사건이었다. 즉, 모든 호스트는 같은 날 동시에 TCP로 전환해야 했다!

1980년대 후반에 호스트 기반의 혼잡 제어를 구축하기 위해 TCP에 중요한 확장이 이루어졌다. [Jacobson 1988]

- **도메인 네임 시스템(domain name system, DNS)**의 개발 [RFC 1034]
- 이는 **도메인**(사람이 읽을 수 있는 인터넷 이름, e.g., jw.edu, euna.com)과 **32비트 IP 주소 간의 매핑**에 사용된다.

1980년대 초 프랑스에서는 **데이터 네트워킹을 모든 가정으로 보급하려는** 미니텔(Minitel) 프로젝트를 시작했다.

- **공중 패킷 교환 네트워크(가상 회선 방식)**을 사용하는 X.25 프로토콜 스택에 기반을 둠)
- 미니텔 서버와 내장형 저속 모뎀을 포함하는 값싼 터미널로 구성되었다.
- 1984년, 프랑스 정부가 원하는 모든 가정에 무상으로 미니텔 단말기를 제공하고 큰 성공을 거두었다.
- 미니텔 사이트는 전화번호 사이트 같은 무료 사이트와 사용자가 사용량에 따라 요금을 받는 사설 사이트를 포함했다.

1.7.4 인터넷 급증: 1990년대

1990년대는 인터넷의 지속 발전화 상업화를 상징하는 두 사건으로 대변된다.

1. 인터넷이 원조인 ARPAnet이 더 이상 존재하지 않게 되었다. (1991년에 NSFNET 상업화 제한을 풀었음)
2. **월드와이드웹(World Wide Web, WWW)**이 출현하였다.

웹은 검색, 인터넷 상거래, 소셜 네트워크 등을 포함하는 수백 가지의 새 애플리케이션을 만들고 보급하는 플랫폼으로 등장했다.

- 1989~1991년, 팀 버너스 리(Tim Berners-Lee)가 CERN에서 처음으로 만들었다. [Berners-Lee 1989]
- 웹의 네 가지 주요소(HTML, HTTP, 웹 서버, 브라우저)의 초기 버전을 개발하였다.
- 이는 1940년대의 바네바르 부시(Vannevar Bush)와 1960년대 이후의 테드 넬슨(Ted Nelson)이 개발한 **하이퍼텍스트**에 관한 초기 연구의 아이디어를 바탕으로 하였다.

- 1993년 말에 약 200개의 웹 서버가 동작 중이었다.

이 시기, 여러 연구자가 GUI 인터페이스형 웹 브라우저를 개발하고 있었으며, 크고 작은 회사가 웹 서버를 운영했고 웹을 통한 상거래를 시작했다.

1990년대 후반은 인터넷의 큰 성장과 혁신의 시대이다.

세기가 끝나는 시점에서 인터넷은 다음 4개의 킬러 애플리케이션을 포함해서 수백 개의 인기 있는 애플리케이션을 지원하게 된다.

- 첨부물과 웹 접속 전자메일을 포함하는 전자메일
- 웹 브라우징과 인터넷 상거래를 포함하는 웹
- 대화상대 목록을 가진 인스턴트 메시징
- 냅스터(Napster)가 개척한 P2P를 통한 MP3 파일 공유

1.7.5 새 천 년

21세기 첫 20년 동안에 인터넷에 연결된 스마트폰과 함께 인터넷보다 사회를 더 변화시킨 기술은 없었다.

그리고 컴퓨터 네트워킹에서의 혁신은 빠른 속도로 계속되어 있다.

그러나 다음의 개발들은 특별한 관심을 끌고 있다.

- 가정에 **광대역 인터넷 접속**의 공격적인 구축을 목격하고 있다.
(케이블 모뎀과 DSL뿐만 아니라 그리고 이제는 5G 무선 서비스 포함)
- **고속 무선 인터넷 접속**의 빠른 보급
 - 이를 통해 네트워크에 지속적으로 접속할 수 있을 뿐만 아니라, 엘프(Yelp), 틴더(Tinder), 와즈(Waz) 같은 새로운 위치 기반 애플리케이션이 가능해졌다.
 - 인터넷에 연결되는 무선 장치 수는 2011년에 유선 장치의 수를 초과하였다.
- 페이스북, 인스타그램, 트위터 등 **온라인 소셜 네트워크**는 인터넷상에 거대한 사람들의 네트워크를 생성했다.
 - API를 통해 온라인 소셜 네트워크는 모바일 결제를 포함하는 새로운 네트워크 애플리케이션과 분산 게임용 플랫폼을 생성한다.

- 1.3.3절에서 논의한 바와 같이 구글과 마이크로소프트 같은 온라인 서비스 제공자는 자신의 커다란 **사설 네트워크**를 구축하였다.
 - 이는 전 세계적으로 분산된 자신들의 데이터 센터를 연결할 뿐만 아니라 **하위 계층 ISP와 직접 연결(peering)함으로써 가능한 한 많은 인터넷을 우회하는 데 사용된다.**
 - 그 결과 구글의 데이터 센터가 마치 사용자의 컴퓨터 내에서 동작하는 것처럼, 구글은 거의 즉각적으로 검색 결과와 전자메일 접속을 제공한다.
- **클라우드** 회사는 애플리케이션에 확장 가능한 컴퓨팅과 저장 환경을 제공할 뿐만 아니라, 고성능 사설 네트워크 접속도 제공한다.
 - 많은 인터넷 상거래 회사는 '클라우드'에서 자신의 애플리케이션을 수행하고 있다. (아마존의 EC2, 마이크로소프트의 Azure, 알리바바 클라우드)
 - 많은 회사와 대학도 그들의 인터넷 애플리케이션(e.g., 전자메일과 웹 호스팅)을 클라우드로 이동했다.