### ****A Brief History**** (from the slide)

#### **Networks and the Evolution of the Internet**

1. **ARPANET**:
   * ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) was one of the earliest forms of the Internet, developed by the U.S. Department of Defense in the late 1960s. It initially connected four major universities and research institutions to share resources and collaborate on military and academic projects.
   * ARPANET used **packet switching**, a technology that breaks data into small packets for more efficient transmission. This innovation made it the foundation for modern Internet technology.
2. **TCP/IP**:
   * **TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)** is the fundamental communication protocol for the Internet. It was introduced in the 1980s by Vint Cerf and Bob Kahn, and became the standard for ARPANET in 1983. This protocol suite allowed different networks to communicate, laying the groundwork for the global Internet.
   * TCP/IP is what enables devices to connect and communicate with each other over vast distances, providing the backbone of the Internet we use today.
3. **MILNET**:
   * MILNET (Military Network) was a division of ARPANET that was created in the early 1980s to separate military communications from academic and research activities. It was part of the early infrastructure supporting military communications during the Cold War.
   * It laid the groundwork for the U.S. Department of Defense’s **Defense Data Network** (DDN), and later for **modern military networks**.
4. **CSNET**:
   * CSNET (Computer Science Network) was established in the early 1980s to support computer science research across universities in the U.S. It was an early precursor to what became the wider Internet, connecting many academic and research institutions.
5. **NSFNET**:
   * NSFNET (National Science Foundation Network) was launched in the mid-1980s to link supercomputing centers in the U.S. It served as the backbone for much of the early research Internet.
   * As NSFNET grew, it helped further develop the Internet infrastructure, eventually leading to the commercial networks that would form the backbone of the global Internet.
6. **ANSNET**:
   * ANSNET (Advanced Network & Services) was a commercial network service in the 1990s that offered commercial Internet connections to businesses and individuals. It played a significant role in transitioning from government and academic networks to the global commercial Internet we know today.

#### **The Internet Today and the World Wide Web**

* **The Internet Today**:
  + The Internet has evolved into a global network connecting billions of devices across the world, including computers, smartphones, and IoT devices. It has transformed nearly every aspect of life, from communication and commerce to education and entertainment.
  + It’s now a part of daily life for most people, with a range of services like email, social media, online shopping, and video streaming shaping modern society.
* **The World Wide Web (WWW)**:
  + The World Wide Web was invented by **Tim Berners-Lee** in 1989, as a system for sharing information over the Internet through websites and hyperlinks.
  + The Web brought the Internet into the mainstream, allowing people to easily access and share information. It uses **HTTP** (Hypertext Transfer Protocol) to link documents and websites across the Internet.
  + Today, the WWW is the primary way most users interact with the Internet, making it a crucial part of the online ecosystem.

### 🔎 ব্যাখ্যা:

* **Application Layer**  
  User-এর সাথে সরাসরি কাজ করে — যেমন web browser, email client।  
  এখানে “address” বলতে বোঝায় যে কোন application এর সাথে যোগাযোগ করছে; যেমন URL বা domain name।
* **Transport Layer**  
  দুইটা প্রোগ্রামের মধ্যে যোগাযোগের জন্য **Port Number** ব্যবহার করে।  
  উদাহরণ: browser → web server এর সাথে connect হয় port **80/443** এর মাধ্যমে।
* **Network Layer**  
  Network থেকে গন্তব্য ডিভাইস শনাক্তের জন্য **Logical address** ব্যবহার করে → IP Address।
* **Data Link Layer**  
  একই নেটওয়ার্কের ভেতরে device শনাক্ত করতে **Physical (Hardware) Address** ব্যবহার করে → MAC Address।
* **Physical Layer**  
  Data actual wire/cable দিয়ে 0 ও 1 আকারে পাঠানো হয়।

**Chap 03(Sabuj sir)**

Ethernet (IEEE 802.3) এ যে ডাটা পাঠানো হয়, তা **Frame আকারে** পাঠানো হয়।  
এই Ethernet Frame-এর মধ্যে মোট **৭টি অংশ/field** থাকে — যার প্রতিটির একটি নির্দিষ্ট কাজ আছে।

নিচে সহজভাবে **Ethernet Frame Format** টা ব্যাখ্যা করছি 👇

### 🖼 ****Ethernet Frame Structure (Fields)****

| **Field Name** | **Size** | **কাজ (Function)** |
| --- | --- | --- |
| **Preamble** | 7 bytes | Receiver-কে alert করে এবং timing sync করে |
| **SFD (Start Frame Delimiter)** | 1 byte (10101011) | ফ্রেম শুরু হচ্ছে এটা জানায় |
| **Destination Address (DA)** | 6 bytes | যাকে ফ্রেম পাঠানো হচ্ছে তার **MAC address** |
| **Source Address (SA)** | 6 bytes | যে ফ্রেমটি পাঠাচ্ছে তার **MAC address** |
| **Length/Type** | 2 bytes | উপরে থাকা protocol টাইপ বা ডাটার দৈর্ঘ্য বোঝায় |
| **Data + Padding** | 46–1500 bytes | Actual data (upper layer থেকে আসা) |
| **CRC** | 4 bytes | Error checking (Cyclic Redundancy Check) |

### 🔍 Details Explanation

* **1️⃣ Preamble (7 bytes – 56 bits)**  
  10101010… alternating 0 আর 1 pattern → Receiver যেন বুঝতে পারে ফ্রেম আসছে ও তার Clock Synchronize করতে পারে।
* **2️⃣ SFD (Start Frame Delimiter – 1 byte)**  
  Value: 10101011  
  শেষের **‘11’** দিয়ে Receiver বুঝে নেয় → “ফ্রেমের মেইন অংশ এখান থেকে শুরু”, next field হবে Destination Address.
* **3️⃣ Destination Address (6 bytes)**  
  যেই ডিভাইসকে ফ্রেম পাঠানো হচ্ছে তার **MAC Address** থাকে এখানে।
* **4️⃣ Source Address (6 bytes)**  
  যেই ডিভাইস ফ্রেম পাঠাচ্ছে তার MAC Address.
* **5️⃣ Length/Type (2 bytes)**
  + IEEE 802.3 এ → Length field হিসেবে ব্যবহার হয় (Data এর size বলে)
  + Original Ethernet এ → Type হিসেবে ব্যবহার হয় (উদাহরণঃ IPv4 হলে 0x0800, ARP হলে 0x0806)
* **6️⃣ Data + Padding (46–1500 bytes)**  
  Upper layer থেকে আসা মূল Data. যদি Data ছোট হয় (<46 bytes), তাহলে **Padding bits** দিয়ে 46 bytes complete করা হয় (minimum frame size maintain করার জন্য)।
* **7️⃣ CRC (4 bytes)**  
  Sender CRC calculate করে এখানে যোগ করে → Receiver আবার CRC calculate করে compare করে, যাতে বোঝা যায় transmission-এ error হয়েছে কিনা।

### ⚠️ Note:

Ethernet **frame acknowledgement করে না**, তাই এটাকে **unreliable medium** বলা হয়।  
যদি কোন ফ্রেম corrupt হয়ে যায় বা lost হয় – তখন সেটা higher layer (যেমন TCP – Transport layer) handle করে।

**চিত্রটা যদি ASCII diagram সহ explain করি কি? চাইলে next এ diagram এ ধারাবাহিকভাবে লেবেল করে দিতে পারি।** 😊

Ethernet-এর frame length–এর উপর **একটি minimum এবং একটি maximum limit** থাকে — আবার এর পেছনে গুরুত্বপূর্ণ কারণও রয়েছে। নিচে সহজ ভাষায় বিশ্লেষণ করছি 👇

### 📏 ****Minimum Frame Size — 64 bytes (512 bits)****

* Ethernet-এ **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)** পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।
* যাতে collision হলে sender যেন detect করতে পারে — এজন্য frame-টি **কমপক্ষে কিছু সময়ের জন্য medium-এ থাকতে হবে**।
* সেই কারণেই **Minimum frame size নির্ধারণ করা হয়েছে = 64 bytes**।

🧮 এর মধ্যে Header+Trailer = 18 bytes  
(DA 6 + SA 6 + Length/Type 2 + CRC 4)

➡️ তাই উঁচু স্তর (upper layer) থেকে আসা **Data এর অন্তত 46 bytes থাকতে হবে**।

👉 যদি আসল Data < 46 bytes হয় — তাহলে **Padding** যোগ করে 46 bytes করা হয়।

### 📏 ****Maximum Frame Size — 1518 bytes****

* এটাকে standard Ethernet frame length without preamble & SFD ধরে:

🧮 Header+Trailer = 18 bytes  
➡️ তাই সর্বোচ্চ **Payload (data) length = 1500 bytes**

📌 কেন এই সীমাবদ্ধতা?

1. **Historical Reason:**
   * Ethernet design করার সময় RAM/Buffer খুব ব্যয়বহুল ছিল।
   * বড় ফ্রেম রাখতে হলে বড় buffer লাগত → খরচ বাড়ত।
   * এজন্য একটা reasonable cap দেওয়া হয়েছিল।
2. **Medium SHARING:**
   * Ethernet হচ্ছে একটি **shared medium**, যেখানে অনেক স্টেশন যোগাযোগ করে।
   * যদি একজন অনেক বড় ফ্রেম পাঠায়, তাহলে সে অনেকক্ষণ medium দখল করে রাখবে।
   * ফলে অন্যরা data পাঠাতে পারবে না → Fairness নষ্ট হবে।
   * সেটা প্রতিরোধ করতেই একটি **upper size limit (1518 bytes)** স্থির করা হয়।

### ✅ Summary Table:

| **Item** | **Size** |
| --- | --- |
| **Minimum Ethernet Frame Size** | 64 bytes |
| – Header + Trailer | 18 bytes |
| – Minimum Data (with padding) | 46 bytes |
| **Maximum Frame Size** | 1518 bytes |
| – Maximum Data (payload) | 1500 bytes |

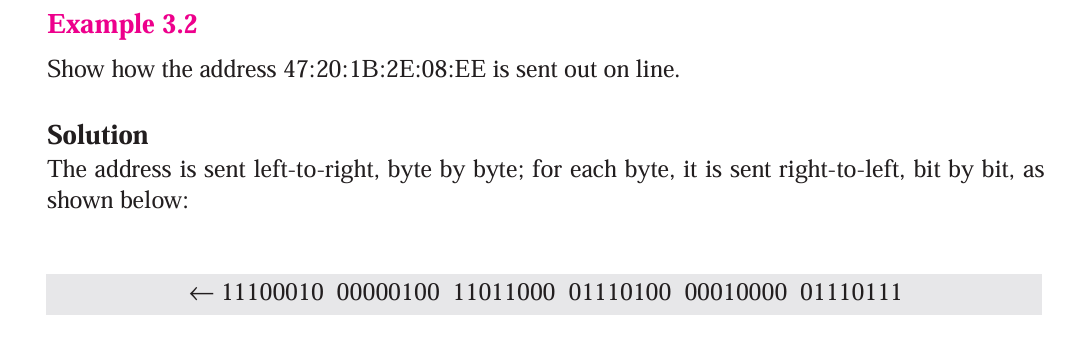
**আরো Diagram বা CSMA/CD collision detect এর logic চিত্রসহ বুঝিয়ে দিব? 😊**

**Addressing:**

এই চিত্র দুটি Ethernet ঠিকানা এবং এর প্রকারভেদ সম্পর্কিত ব্যাখ্যা দেয়। এখানে মূল বিষয়গুলো ব্যাখ্যা করা হলো:

1. **Ethernet Addressing**:
   * **Ethernet ঠিকানা (MAC Address)**: প্রতিটি Ethernet নেটওয়ার্কে (যেমন PC, workstation, বা প্রিন্টার) একটি নিজস্ব নেটওয়ার্ক ইন্টারফেস কার্ড (NIC) থাকে, যার মাধ্যমে ওই স্টেশনটি যোগাযোগ করে। এই ঠিকানা ৬ বাইট (৪৮ বিট) হয় এবং হেক্সাডেসিমাল ফরম্যাটে লেখা হয়, যেখানে প্রতিটি বাইটের মধ্যে কোলন (:) থাকে। উদাহরণস্বরূপ: 4A:30:10:21:10:1A।
2. **Unicast, Multicast, এবং Broadcast Addresses**:
   * **Unicast**: এটা এমন একটি ঠিকানা যেটি শুধুমাত্র এক স্টেশনকে নির্দেশ করে। এটি একে অপরের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে (one-to-one)।
   * **Multicast**: এটা এমন একটি ঠিকানা যা একাধিক স্টেশনকে নির্দেশ করে। এটি একে অনেকের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে (one-to-many)।
   * **Broadcast**: এটি Multicast-এর একটি বিশেষ ধরনের ঠিকানা, যেখানে সমস্ত স্টেশন (LAN-এ) একসাথে সংযুক্ত থাকে এবং Broadcast ঠিকানা ৪৮টি ১ (১১৮১ ১) দিয়ে গঠিত হয়।
3. **Unicast এবং Multicast ঠিকানার মধ্যে পার্থক্য**:
   * প্রথম বাইটের সবচেয়ে ছোট বিট (least significant bit) দ্বারা ঠিকানার ধরন নির্ধারিত হয়। যদি প্রথম বাইটের শেষ বিট ০ হয় তবে এটি Unicast ঠিকানা হবে, অন্যথায় এটি Multicast ঠিকানা হবে।

এই ধরনের ঠিকানাগুলোর উদ্দেশ্য হলো বিভিন্ন ধরণের ডেটা ট্রান্সমিশন নিশ্চিত করা, যেমন একে একে (Unicast), একাধিক জায়গায় (Multicast), অথবা সমস্ত নেটওয়ার্কে (Broadcast)।



এখানে যে উদাহরণটি দেওয়া হয়েছে, তা Ethernet ঠিকানা পাঠানোর পদ্ধতি সম্পর্কে ব্যাখ্যা করছে। উদাহরণ হিসেবে দেওয়া হয়েছে ঠিকানা 47:20:1B:2E:08:EE।

**বিষয়ের ব্যাখ্যা:**

* এই ঠিকানাটি বাইট-বাই-বাইট পাঠানো হয়, মানে একেকটি বাইট আলাদাভাবে পাঠানো হয়।
* প্রতিটি বাইট যখন পাঠানো হয়, তখন এটি ডান থেকে বামে, বিট-বাই-বিট করে পাঠানো হয়। অর্থাৎ, প্রথমে ঠিকানার শেষ বিট পাঠানো হয় এবং তারপর বাকি বিটগুলো পাঠানো হয়।

যেমন, ঠিকানা 47:20:1B:2E:08:EE এর বাইটগুলি:

1. 47 কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 01000111।
2. 20 কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 00100000।
3. 1B কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 00011011।
4. 2E কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 00101110।
5. 08 কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 00001000।
6. EE কে বাইনারি রূপে লেখা হয়: 11101110।

এখন, প্রতিটি বাইট পাঠানোর সময়, এর বিটগুলো ডান থেকে বামে পাঠানো হয়, অর্থাৎ প্রথমে শেষ বিট (দিক থেকে) পাঠানো হয়।

এইভাবে ঠিকানা 47:20:1B:2E:08:EE সম্পূর্ণ ভাবে বাইনারি রূপে পাঠানো হয়:

11100010 00000100 11011000 01101000 00010000 01110111

এখানে, প্রতি ৮টি বিট একটি বাইট হয়ে থাকে এবং ঠিকানা পাঠানোর সময় বিটগুলো ডান থেকে বামে চলে।

**ADSL:**

ADSL একটি অ্যাসিমেট্রিক কমিউনিকেশন প্রযুক্তি যা শুধুমাত্র রেসিডেন্সিয়াল (বাসগৃহ) ব্যবহারকারীদের জন্য ডিজাইন করা হয়েছে। এর মাধ্যমে ইন্টারনেটের ডাউনস্ট্রিম (ইন্টারনেট থেকে ব্যবহারকারীর দিকে) গতির জন্য বেশি ব্যান্ডউইথ পাওয়া যায়, তুলনায় আপস্ট্রিম (ব্যবহারকারী থেকে ইন্টারনেটে) গতির সাথে। এজন্য এটিকে অ্যাসিমেট্রিক বলা হয়।

**ব্যান্ডউইথ বন্টন:**

1. **Voice**:
   * চ্যানেল ০ শুধুমাত্র ভয়েস যোগাযোগের জন্য সংরক্ষিত।
2. **Idle**:
   * চ্যানেল ১ থেকে ৫ ব্যবহার করা হয় না, ভয়েস এবং ডেটার মধ্যে গ্যাপ রাখতে।
3. **Upstream data and control**:
   * চ্যানেল ৬ থেকে ৩০ (২৫টি চ্যানেল) আপস্ট্রিম ডেটা ট্রান্সফার এবং কন্ট্রোলের জন্য ব্যবহার করা হয়।
   * এই চ্যানেলে ২৪টি ডেটা ট্রান্সফার চ্যানেল থাকে এবং প্রতিটি চ্যানেলে ৪ কিলোহার্টজ ব্যান্ডউইথ থাকে। এর ফলে আপস্ট্রিমে ১.৪৪ এমবিপিএস ব্যান্ডউইথ পাওয়া যায়।
4. **Downstream data and control**:
   * চ্যানেল ৩১ থেকে ২৫৫ (২২৫টি চ্যানেল) ডাউনস্ট্রিম ডেটা ট্রান্সফার এবং কন্ট্রোলের জন্য ব্যবহার করা হয়।
   * এখানে ২২৪টি চ্যানেল ডেটা ট্রান্সফারের জন্য এবং ১টি কন্ট্রোলের জন্য থাকে। এর ফলে ১৩.৪ এমবিপিএস ডাউনস্ট্রিম ব্যান্ডউইথ পাওয়া যায়।

**ADSL মডেম এবং DSLAM:**

ADSL মডেমগুলি গ্রাহকের বাসভবনে ইনস্টল করা হয়। এতে একটি ফিল্টার থাকে যা ভয়েস এবং ডেটা যোগাযোগ পৃথক করে। DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) হল একটি ডিভাইস যা টেলিফোন কোম্পানির সাইটে ইনস্টল করা হয়, এটি ADSL মডেমের মত কাজ করে এবং ডেটা প্যাকেট করে ইন্টারনেটে পাঠায়।

**অন্যান্য DSL প্রযুক্তি:**

1. **Symmetric DSL (SDSL)**:
   * এটি এমন একটি প্রযুক্তি যা উভয় দিকের (ডাউনস্ট্রিম এবং আপস্ট্রিম) ব্যান্ডউইথ সমানভাবে ভাগ করে দেয়।
2. **High Bit Rate DSL (HDSL)**:
   * T-1 লাইন (১.৫৪৪ Mbps) এর বিকল্প হিসেবে ডিজাইন করা হয়েছে, যা উচ্চমানের ডেটা ট্রান্সফারের জন্য উপযুক্ত।
3. **Very High Bit Rate DSL (VDSL)**:
   * এটি ADSL-এর মতো প্রযুক্তি, তবে আরও দ্রুত গতির জন্য ডিজাইন করা হয়েছে এবং ছোট ডিস্টেন্সে (২ কিলোমিটার পর্যন্ত) কাজ করে।

Ask ChatGPT