

3.1 局域网的定义与特点

局域网标准委员会对局域网的定义为：“局域网络中的通信被限制在中等规模的地理范围内,例如一幢办公楼、一座工厂或一所学校;能够使用具有中等或较高数据速率的物理信道,且具有较低的误码率;局域网络是专用的,由单一组织机构所使用。”或者也可以更加简练地这样来描述:局域网是一种地理范围有限、互连设备有限的计算机网络。

局域网的特点如下。

(1) 局域网覆盖有限的地理范围,适用于有限范围(一间办公室,一幢办公楼等)内计算机的连网需求。

(2) 局域网具有高的数据传输速率(10Mbps~10Gbps)、低的误码率。

(3) 局域网的所有权和经营权属于一个单位所有。

3.2 局域网的组成

局域网由以下部分组成。

(1) 计算机终端。主机、工作站和服务器等。

(2) 传输介质。双绞线、光纤等。

(3) 网络适配器(又称网卡)。

(4) 网络连接设备。集线器、交换机、网桥和路由器等。

(5) 网络操作系统。Win NT、Win Server 2000 和 UNIX 等。

3.3 决定局域网特性的主要技术

决定局域网特性的主要技术有以下三方面:用以传输数据的传输介质;用以连接各种设备的拓扑结构;用以共享资源的介质访问控制方法。这三种技术在很大程度上决定了传输数据的类型、网络的响应时间、吞吐量和利用率,以及网络应用等各种网络特性。其中最重要的是介质访问控制方法,它对网络特性具有十分重要的影响。

常见的局域网拓扑结构有星型、总线型和环型等。

目前被普遍采用并形成国际标准的介质访问控制方法主要有以下三种。

(1) 带有冲突检测的载波侦听多路访问(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection,CSMA/CD)方法。

(2) 令牌总线(Token Bus)方法。

(3) 令牌环(Token Ring)方法。

在以上三种“共享介质”的工作方式中,使用最多的是带有冲突检测的载波侦听多路访问方法。

3.4 局域网的体系结构

局域网的体系结构包括物理层和数据链路层。其中,数据链路层也由两个子层组成:介质访问控制(Medium Access Control,MAC)子层和逻辑链路控制(Logical Link Control,LLC)子层,如图 3-1 所示。

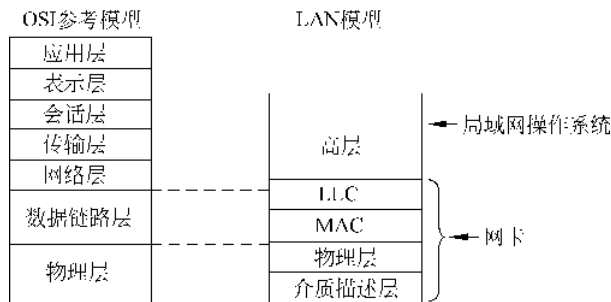


图 3-1 LAN 的体系结构

逻辑链路控制子层的主要功能是保证帧传送的完整性与无误性。例如进行流量控制,以保证快速与慢速设备之间帧无误传输。

介质访问控制子层的主要功能如下。

- (1) 发送时将数据封装成帧。
- (2) 接收时拆卸帧,即将数据帧解除封装,进行地址识别和差错校验。
- (3) 管理链路上的通信。

3.5 IEEE 802 标准

IEEE 是通信领域的一个国际标准化组织,这个标准化组织有一个 802 委员会,专门研究和制定有关局域网的各种标准,目前常见的有 12 个标准,如图 3-2 所示。

- (1) IEEE 802.1。包括局域网体系结构、网络互连以及网络管理。
- (2) IEEE 802.2。逻辑链路控制。
- (3) IEEE 802.3。定义 CSMA/CD 总线介质访问控制方法与物理层规范。
- (4) IEEE 802.4。定义了令牌总线介质访问控制方法与物理层规范。
- (5) IEEE 802.5。定义了令牌环介质访问控制方法与物理层规范。
- (6) IEEE 802.6。定义了城市网介质访问控制方法与物理层规范。
- (7) IEEE 802.7。定义了宽带技术。
- (8) IEEE 802.8。定义了光纤技术。

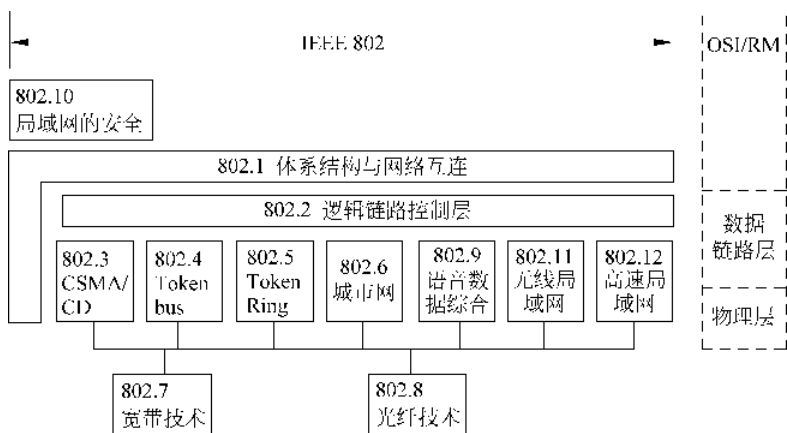


图 3-2 局域网的体系结构

- (9) IEEE 802.9。定义了语音与数据综合局域网技术。
- (10) IEEE 802.10。定义了局域网的安全机制。
- (11) IEEE 802.11。定义了无线局域网技术。
- (12) IEEE 802.12。定义了按需优先的介质访问方法,用于快速以太网。

3.6 典型局域网

按照网络的拓扑结构和传输介质,局域网通常可划分为以太网(Ethernet)、令牌环网、光纤分布式数据接口(FDDI)和异步传输模式等,其中最常用的是以太网。

令牌环网采用环型拓扑进行令牌单向传送,数据传输率低。光纤分布式数据接口是使用光纤连接的双向环型网络,带宽利用率低,数据传输慢。这两种局域网远不如以太网的应用,已逐渐被替代。

3.6.1 以太网的工作原理

以太网是局域网里使用最多的一种网络模型。它的结构很简单,用一条无源总线将局域网的所有用户连接起来实现通信,所以也称为总线局域网。

在 IEEE 802.3 标准中规定了总线网的 CSMA/CD 访问方法和物理层技术规范。CSMA/CD 规定在以太网中每站在发送数据前,先监听信道是否空闲。若信道空闲,则发送数据,并继续监听下去。一旦监听到冲突,便立即停止发送,并在短时间内坚持连续向总线上发送一串阻塞信号强化冲突,通知总线上各站有冲突发生,以便及早空出信道,提高信道的利用率。如果信道忙,则暂不发送,退避一段时间后再次尝试 CSMA/CD 与电话会议非常类似,许多人可以同时在线路上进行对话,但如果每一个人都同时在同时讲话,则你将听到一片噪声;如果每个人等别人讲完后再讲,则你可以理解各人所说的话,如图 3-3 所示。

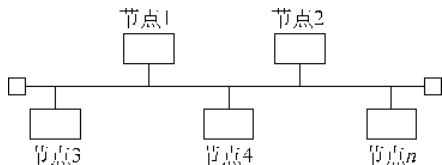


图 3-3 总线结构

3.6.2 传统的以太网系统

传统的以太网是 1975 年由美国 Xerox 公司研制成功的、采用无源电缆作为总线传输信息的以太网。以太网采用的媒体访问控制方法就是后来成为 IEEE 802.3 标准的载波监听多路访问/冲突检测技术。

从 20 世纪 80 年代后期到 90 年代初,以太网越来越多地被加入局域网工作站,并且不同的局域网之间可以通过转发器进行互连。这些条件满足不了网络用户不断增长的应用需要和对共享资源进行访问的要求。虽然有流量控制机制,但对于一个以太网来说,冲突的发生是不可避免的。并且,随着冲突次数的增加,可用带宽的降低,应用程序更加繁忙,最终导致用户服务的响应时间变长,用户面临更长的等待时间,如图 3-4 所示。

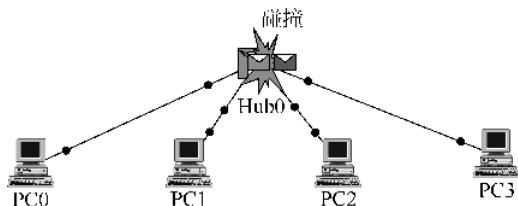


图 3-4 共享以太网同时发送数据,发生碰撞

另一种削弱网络性能的因素是广播。大多数网络协议都利用广播来提供服务信息,而广播包到达所有的计算机,计算机必须处理这些广播包,大大降低了处理器的性能。另外,在共享式网络中,安全问题得不到保障,由于所有数据包到达中继器后往所有端口广播,这样信息很容易被窃取。

3.6.3 以太网分段

随着技术的更新,网络的不断发展,出现了更多的智能型台式机和工作站,音频信号和视频信号也被在数据网中进行传输,网络不再仅仅用于发送电子邮件、声音和图像,此时对网络带宽的需求也越来越高,对网络分段便是获得高带宽的一种有效途径。通过网络分段,可以使每个用户获得更多的带宽,同时使在同一网段中的节点拥有更多的网络流量。

目前主要用路由器、交换机和网桥来完成以太网分段。

1. 采用网桥进行分段

网桥早期被广泛地应用于局域网的分段,以便为用户提供更多的带宽,如图 3-5 所示。

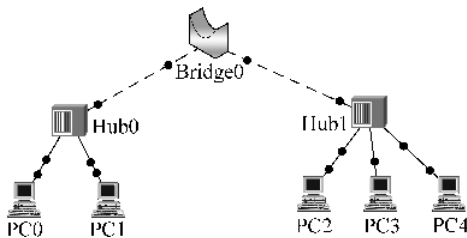


图 3-5 采用网桥分段

采用网桥进行分段的特点如下。

- (1) 分段可以使在同一个网段中拥有相对较少数量的用户。
- (2) 网桥存储、转发所有的帧。
- (3) 独立于协议,即插即用。
- (4) 网桥的市场已经被交换机所取代。

2. 采用交换机进行分段

采用交换机进行分段如图 3-6 所示。

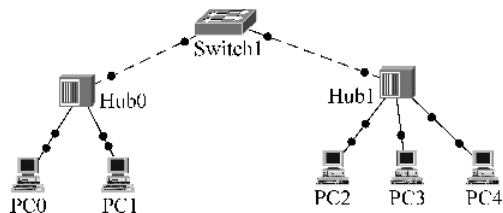


图 3-6 采用交换机分段

采用交换机进行分段的特点如下。

- (1) 可以建立多条高速数据交换通道。
- (2) 具有较低的延迟和较高的帧转发率。
- (3) 增加了可用的网络带宽。

3. 采用路由器进行分段

采用路由器进行分段如图 3-7 所示。

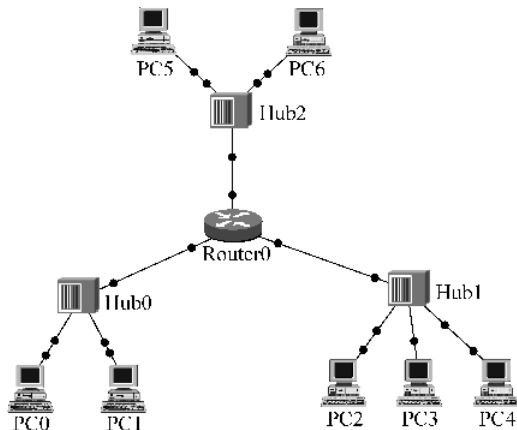


图 3-7 采用路由器分段

路由器作用在 OSI 协议的网络层。路由器可以扩展网络,在互连的网络中寻找从源站点到目的站点间的路径。

采用路由器进行分段的特点如下。

- (1) 更好的管理性,更强的功能性,同时存在多条可用的路径。
- (2) 比较复杂。

3.6.4 以太网电缆使用标准

以太网根据不同的媒体可分为 10Base-2、10Base-5、10Base-T 及 10Base-FL。表 3-1 为几种媒体的比较。

表 3-1 几种媒体的比较

名称	电缆	最大区间长度/m	节点数/段	优点
10Base-5	粗铜轴电缆	500	100	用于主干很好
10Base-2	细铜轴电缆	200	30	最便宜的系统
10Base-T	双绞线	100	1024	易于维护
10Base-FL	光纤	2000	1024	最适于在楼间使用

1. 10Base-5

10Base-5(粗电缆)以太网指的就是标准以太网,在以太网最早提出时便采用这种方式实现,目前已遭淘汰,如图 3-8 所示。

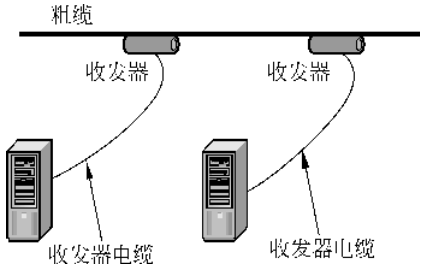


图 3-8 粗缆以太网

这种以太网的连接方式是:计算机主机内插入一块网络接口卡,又称网络适配器,习惯上被人们称为“网卡”,网卡与一个收发器电缆相连接,然后再连接到收发器上,收发器再与同轴电缆相联。

2. 10Base-2

10Base-2(细缆)以太网是在粗缆以太网的基础上,用廉价的、柔软性强的细同轴电缆取代了昂贵的黄色粗同轴电缆。它有如下一些优点。

(1) 容易安装和费用降低。

(2) 大多数细缆以太网的网络接口卡都有内含的收发器,不需要外加收发器和收发器电缆。由于细同轴电缆容易安装和使用,使得网络与用户更加友好。但最大干线段长度是 200m,较粗缆以太网短些。

细缆以太网在大多数方面都比 10Base-5 以太网优异,但是细缆以太网仍有一些主要的缺点。

(1) 假如同轴电缆因偶然性事故或用户的某种粗心而断裂(这种事往往时有发生),就会使整个网络瘫痪。

(2) 要求在网络两端进行正确的端接,而且网络重构是一个问题。如果用户进行实体方面的移动,则电缆必须相应地重新布线,这往往是既不方便,而又容易出事。

3. 10Base-T

一个基本的 10Base-T 网络如图 3-9 所示。工作站连到一个作为中继器使用的中心 Hub 上。当一个工作站的信号到达时,集线器将信号传播到所有输出线上。

下面是 10Base-T 网络的组成,但一个系统不一定使用所有

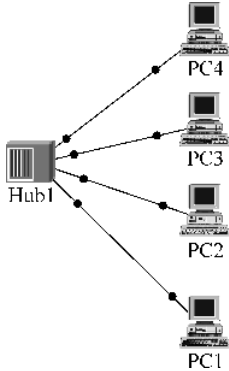


图 3-9 10Base-T 连接方式

的组成部分。

(1) 网络接口卡。带有 RJ45 连结器的以太网卡。

(2) 集线器。集线器有多达 12 个 RJ45 端口。盒上有用于与同轴电缆或光缆主干连结的端口。

(3) 双绞线(Twisted-Pair Cable)。10Base-T 使用带有 RJ45 连结器的最长为 100m 的双绞线。

4. 光缆以太网

在双绞线以太网研制之前人们就证明 CSMA 型信号能在光缆上运行。20 世纪 80 年代初期,光缆引起轰动,在光缆上运行以太网成为现实。

光缆以太网的特点如下。

(1) 质量可靠,稳定性高。

(2) 网络速度快,双向传输速率高。

(3) 网络扩展能力强,可平滑升级。

(4) 安全性好,可以根据用户的要求,提供不同等级的安全级别。

(5) 维护方便,故障响应及时。

(6) 用户投资小,安装使用简单。

3.7 快速以太网

快速以太网(Fast Ethernet)是一类新型的局域网,其名称中的“快速”是指数据速率可以达到 100Mbps,是标准以太网数据速率的 10 倍。IEEE 802 委员会为快速以太网制定了标准——IEEE 802.3u。快速以太网的电缆标准为 100Base-T。

- 100Base-TX: 是 IEEE 制定的执行 100Mbps 速率的双绞线的标准。它的最大网段长度为 100m。
- 100 Base-FX: 是 IEEE 制定的执行 100Mbps 速率的多模或单模光纤。主要是用作高速主干网,从节点到集线器的距离可以达到 450m。

3.8 千兆以太网

千兆以太网是 IEEE 802.3 以太网标准的扩展。千兆以太网建立在以太网协议之上,但比快速以太网快 10 倍,其数据速率可达到 1000Mbps。采用千兆以太网的好处在于:千兆以太网将提供 10 倍于快速以太网的性能并与现有的 10/100Mbps 以太网标准兼容。

千兆以太网技术有两个标准: IEEE 802.3z 和 IEEE 802.3ab。

千兆以太网的电缆标准如下。

- 1000Base-SX: 面向低成本的多模光线,用在水平或短距离主干应用。
- 1000Base-LX: 面向更长距离的多模建筑物光纤主干以及单模校园主干。
- 1000Base-CX: 基于铜缆的标准。适用于交换机之间的短距离连接,尤其适合千兆主干交换机和主服务器之间的短距离连接。

3.9 万兆以太网

万兆以太网可以满足新的容量需求,解决低带宽接入、高带宽传输的瓶颈问题,能扩大应用范围,并涵盖和兼容以前的几类以太网技术,其速率可达到 10Gbps。万兆以太网具有统一的标准,覆盖范围也大大增加。在现有的网络市场上,尤其是带宽需求颇为迫切的几个市场上将会有较大的发展空间,这包括以下几个应用领域。

- (1) 数据中心或服务器群组网络中作为宽带汇聚。
- (2) 城域网宽带汇聚与骨干更新。
- (3) 新兴的宽带广域网。

万兆以太网的标准为 802.3ae。

3.10 以太网标准

以下为以太网的标准。

- (1) IEEE 802.3。非屏蔽双绞线上的 10Base-T 以太网。
- (2) IEEE 802.3u。UTP 或光线电缆上的 100Base-T 快速以太网。
- (3) IEEE 802.3ab。5 类 UTP 电缆上的 1000Base-TX 千兆以太网。
- (4) IEEE 802.3z。多模或单模光纤上 1000Base-SX 的千兆以太网。
- (5) IEEE 802.3ae。万兆以太网。

参 考 资 料

Understanding Ethernet

As with many of the PC and network technologies that we use today, Ethernet got its start in 1972 at the Xerox Palo Alto Research Center (PARC). Xerox actually released a commercial version of Ethernet in 1975 that provided a transmission speed of 3Mbps.

Ethernet was a big hit, and Xerox, Intel, and the Digital Equipment Corporation (DEC) worked together to modify the Ethernet specifications and produced a version that provided a data transmission speed of 10Mbps. It is this 10Mbps flavor of Ethernet that was standardized by the IEEE in its 802.3 specifications (which we look at later in the chapter).

Ethernet is the most commonly used network architecture in the world. Let's look at how Ethernet controls the access of computers and other devices to the network.

Ethernet Network Access Strategy

Ethernet is a passive, wait-and-listen network architecture. Computers must contend for transmission time on the network medium. In fact, Ethernet is commonly described as a contention-based architecture.

Ethernet provides access to the network using Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD). This strategy of network access basically means that the devices (such as computers) on the network listen to the network and wait until the line is clear; they “sense” when the line is clear and they can transmit data. The computer then sends its packets out onto the line. If there is more than one computer transmitting, collisions result. Sensing the collisions, the computers stop transmitting and wait until the line is free. One of the computers will then transmit, gaining control of the line and completing the transmission of the data.

To receive data, computers just sit and wait, listening to the line. When they sense that a particular transmission is meant for them, they receive it on their network card.

Believe it or not, collisions are very common on Ethernet networks. Devices such as hubs have a collision light on their front panel, and you will see it blink fairly often, letting you know that collisions have taken place on the LAN. Collisions are only a problem if they become excessive.

The main advantage of Ethernet is that it is one of the cheapest network architectures to implement. Network interface cards, cabling, and hubs are fairly inexpensive when compared to the hardware required for other architectures such as Token Ring (which we discuss shortly). A major disadvantage of Ethernet relates to collisions on the network. The more collisions, the slower the network will run, and excessive collisions can even bring down the network.

As far as network topologies go, Ethernet networks typically will be found in a bus or star configuration, depending on the type of cabling used. With twisted-pair cabling becoming more and more popular and hubs becoming very affordable, most Ethernet networks will be configured in a star topology.

Fast Ethernet

Faster versions of Ethernet—faster than the original 10Mbps flavor of Ethernet—have been developed. Fast Ethernet is so named because of its “faster” throughput speed (when compared to the 10Mbps version). Fast Ethernet provides a bandwidth of 100Mbps. This faster throughput is due to the fact that the time it takes to transmit a bit of information over the Ethernet media has been reduced by a factor of 10. So, Fast Ethernet is able to run 10 times faster than 10Mbps Ethernet, thus providing 100Mbps throughput.

Fast Ethernet cannot run over network cards and hubs designed for a 10Mbps Ethernet network. However many hubs, switches, and Ethernet network cards are now 10/100 switchable and so can accommodate 10Mbps or Fast Ethernet.

Gigabit Ethernet

An even faster version of Ethernet is Gigabit Ethernet, which uses the same IEEE Ethernet specifications and the same data format as the other versions of Ethernet. Gigabit

Ethernet provides a data transmission speed of 1,000Mbps.

While Fast Ethernet has been implemented on LANs using both twisted-pair and fiber-optic cabling, Gigabit Ethernet was originally restricted to fiber-optic-based networks and required high-speed switches and specialized servers. Gigabit Ethernet was thought of as a high-speed backbone medium for large LANs.

However, Gigabit Ethernet is now available within the LAN and Gigabit network cards can be deployed in network clients and servers. Category 5 cable can also be used as the Gigabit Ethernet connectivity medium (more about cabling later in the chapter). A faster version of Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet is currently in the works. It also has potential over both fiber optic and copper-based cabling media.

Ethernet IEEE and Cable Specifications

The IEEE provides specifications for a number of the technologies related to networking computers, including Ethernet. The list that follows shows some of these specifications:

- 802.3 Ethernet (CSMA/CD) LAN
- 802.5 Token-Ring LAN
- 802.7 Broadband Technical Advisory Group
- 802.8 Fiber-Optic Technical Advisory Group
- 802.9 Integrated Voice and Data Networks
- 802.10 Network Security
- 802.11 Wireless Networks

As you can see from the list, Ethernet is defined by the IEEE 802.3 specifications. Ethernet operates at the Data Link layer of the OSI conceptual model. A number of different IEEE types of Ethernet exist depending on the variety of cabling used on the network.

These types of Ethernet, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet, are designated by three-part names, such as 10Base-T. The first part of the name (such as 10 or 100) designates the transmission speed. For example, 10 indicates 10Mbps Ethernet.

The second part of the name, which will be “base” for all the types of Ethernet, specifies that the Ethernet signal is a baseband signal. This means that the data flows in a stream in a single signal. This type of transmission cannot carry multiple channels of information as can the alternative, broadband.

The final part of the Ethernet type name designates the kind of cable used. For example, in the type name 10Base-T, the T specifies twisted-pair cable wire, and it is assumed that this is unshielded twisted-pair cable (it’s also assumed that you would use Category 5 unshielded twisted-pair wire for networking—more about cabling later in the chapter). Now that we’ve sorted out the naming conventions, we can take a look at the Ethernet and Fast Ethernet standards available. These different varieties of Ethernet are

summarized in the list that follows:

- 10Base-T. This type of Ethernet uses twisted-pair cable (it's unshielded twisted pair, or UTP). The maximum cable run (without any signal amplification) is 100 meters (328 feet). 10Base-T uses a star topology.
- 10Base-2. This type of Ethernet uses a fairly flexible coaxial cable (RG-58A/U is its designation, and it is often referred to as thinnet), with a maximum cable run of 185 meters (185 is actually rounded to 200, thus the 2 in 10Base-2). Using T-connectors (and no hubs) to connect the cabling to the computers' network cards, 10Base-2 takes on a bus topology. Although 10Base-2 has always been the cheapest implementation of Ethernet, 10Base-T setups are now the norm.
- 10Base-5. This type of Ethernet uses a large-gauge coaxial cable (called thicknet), and the computers on the network are connected to a main trunk line. The cables from the computers are connected to the main trunk cable with the use of vampire tabs, which actually pierce the main trunk cable (pretty cool, huh). You won't find too many 10Base-5 networks out there, although this type of Ethernet was popular in manufacturing environments at one time.
- 10Base-FL. This type of "slow" (meaning it only runs at 10Mbps) Ethernet runs over fiber-optic cable. The maximum cable run is 2,000 meters (2 kilometers).
- 100Base-TX. This type of Fast Ethernet uses the same Category 5 UTP cabling found on 10Base-T Ethernet. This implementation can also use 100-Ohm shielded twisted pair. The maximum cable distance without a repeater is 100 meters.
- 100Base-T4. This type of Fast Ethernet can actually run over Category 5 cabling, as can 100Base-TX, but it can also run over lower-grade twisted-pair cabling such as Categories 3 and 4. The maximum cable length is the standard twisted pair reach of 100 meters.
- 100Base-FX. This type of Fast Ethernet runs over fiber-optic cable. The maximum cable distance with no signal enhancement is 412 meters.
- 1000Base-T. This type of Gigabit Ethernet supplies 1000Mbps over Category 5 twisted pair cabling.
- 10Gigabit Ethernet. This type of Ethernet supplies 10 billion bits per second over fiber optic cable.

As already mentioned, you will find that many of the network cards and hubs you buy now support both 10Mbps and Fast Ethernet (the devices are switchable). Also, just about anyone putting together a new Ethernet network would use Category 5 (CAT 5) twisted-pair wiring (or CAT 6 if they wish to spend more and have the option of taking advantage of faster Ethernet specifications in the future). Most new network cards only support RJ-45 connectors—the male connector type used on twisted-pair wiring. Larger companies may use some fiber-optic cabling as a high-speed backbone between floors, but copper-base cable is still the norm.