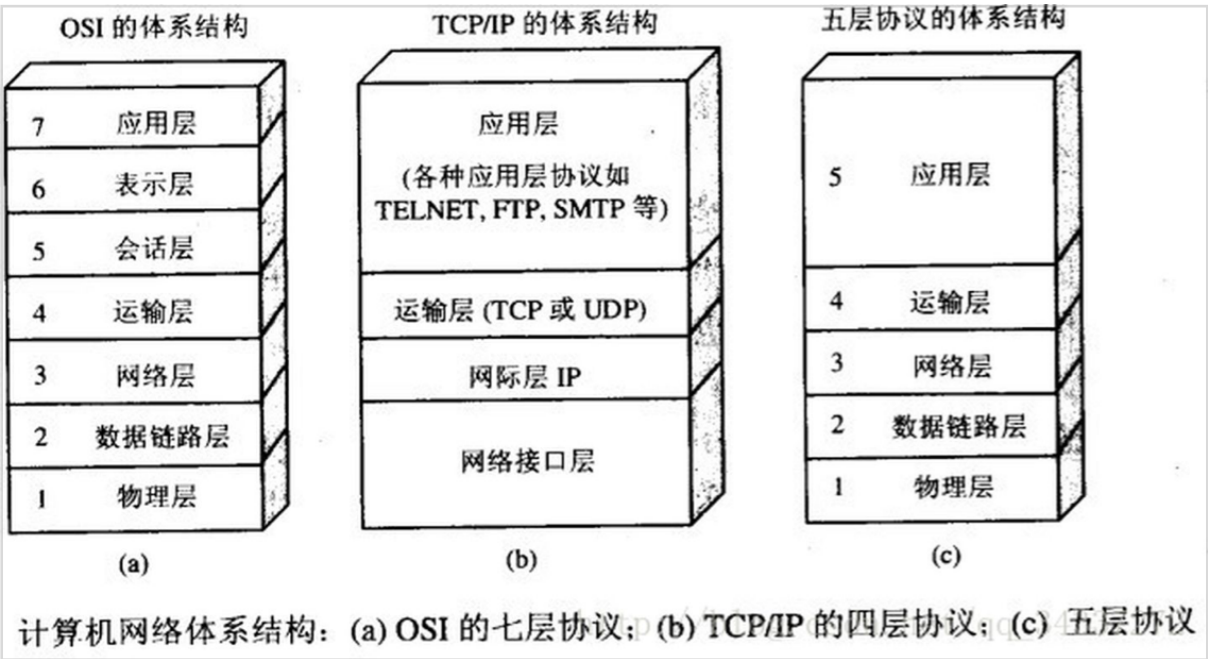
一、五层协议的体系架构

概述

> 根据OSI协议（开放式系统互联通信参考模型），计算机网络体系结构被分成了7层

但是在学习计算机网络时，我们一般采用折中的方法，中和OIS和TCP/IP的优点，采用一种只有**五层协议的体系架构**



接下来会从上到下介绍一下五层协议中各层的作用

应用层

- 应用层(application-layer）的任务：**通过应用进程间的交互来完成特定网络应用**
- 应用层协议的定义：`应用进程间的通信和交互的规则（进程：主机中正在运行的程序）`

> 对于不同的网络应用需要不同的应用层协议

- 互联网中的应用层协议：
  - **域名系统DNS**
  - 支持万维网应用的 **HTTP协议**
  - 支持电子邮件的 **SMTP协议**等等
- 我们把应用层交互的数据单元称为报文

> HTTP协议：
> 超文本传输协议（HTTP，HyperText Transfer Protocol)是互联网上应用最为广泛的一种网络协议。所有的 WWW（万维网） 文件都必须遵守这个标准。设计 HTTP 最初的目的是为了提供一种发布和接收 HTML 页面的方法。（百度百科）

运输层

- 运输层(transport layer)的主要任务 就是**负责向两台主机进程之间的通信提供通用的数据传输服务**
- **应用进程利用该服务传送应用层报文**

- 运输层主要使用以下两种协议：
  1. 传输控制协议 **TCP**
     Transmission Control Protocol – 提供**面向连接**的，**可靠的**数据传输服
  2. 用户数据协议 **UDP**
     User Datagram Protocol – 提供**无连接**的，尽最大努力的数据传输服务。

  (**不保证数据传输的可靠性**)

TCP的主要特点

1. TCP是**面向连接**的；（就好像打电话一样，通话前需要先拨号建立连接，通话结束后要挂机释放连接）

2. 每一条TCP连接只能有两个端点，点对点(**一对一**)；

3. TCP提供**可靠**交付的服务。通过TCP连接传送的数据，无差错、不丢失、不重复、并且按序到达；

4. TCP提供**全双工**通信，TCP允许通信双方的应用进程在任何时候都能发送数据。TCP两端都有**发送缓存和接收缓存**，用来临时存放双方通信的数据；

5. **面向字节流**。TCP中的“流”(Stream)指的是流入程序进程或从进程流出的字节序列。面向字节流的含义是：虽然程序应用和TCP的交互是一次一个数据块(大小不等)，但TCP把应用程序交下来的数据仅仅看成是一连串无结构的字节流。

> 全双工：通信允许数据在**两个方向**上**同时**传输，它在能力上相当于两个单工通信方式的结合。
> 单双工：只允许甲方向乙方传送信息，而乙方不能向甲方传送（一个方向）
> 半双工：一个时间段只有一个动作发生（两个方向，但不能同时）

UDP的主要特点

1. UDP 是**无连接**的；
2. UDP 使用尽最大努力交付，即**不保证可靠交付**，因此主机不需要维持复杂的链接状态（这里面有许多参数）；
3. UDP 是**面向报文**的；
4. UDP **没有拥塞控制**， 因此网络出现拥塞不会使源主机的发送速率降低（对实时应用很有用，如 直播，实时视频会议等）；
5. UDP 支持**一对一、一对多、多对一和多对多**的交互通信；
6. UDP 的**首部开销小，只有8个字节**，比**TCP的20个字节**的首部要短。

> 拥塞控制：当网络拥塞时，减少数据的发送

网络层

> 网络层的作用（表面上）：**将分组从一台发送主机移动到一台接收主机**
> 网络层的两种重要的功能：转发和路由选择

1. **网络层(network layer)负责为分组交换网上的不同主机提供通信服务。**
   在发送数据时，网络层把运输层产生的报文段或用户数据报封装成分组和包进行传送
   在 TCP/IP 体系结构中，由于网络层使用 **IP 协议**，因此分组也叫 **IP 数据报** ，简称 **数据报**

> 注意：**不要把运输层的"用户数据报 UDP "和网络层的" IP 数据报"弄混**。另外，无论是哪一层的数据单元，都可笼统地用"分组"来表示

2. 网络层的另一个任务就是**选择合适的路由（路由选择协议）**，使源主机运输层所传下来的分组，能通过网络层中的路由器找到目的主机

> 互联网是由大量的异构（heterogeneous）网络通过路由器（router）相互连接起来的。互联网使用的网络层协议是无连接的网际协议（Intert Prococol）和许多路由选择协议，因此互联网的网络层也叫做**网际层**或**IP层**

网络层的两个功能

1. 转发（分组转发）

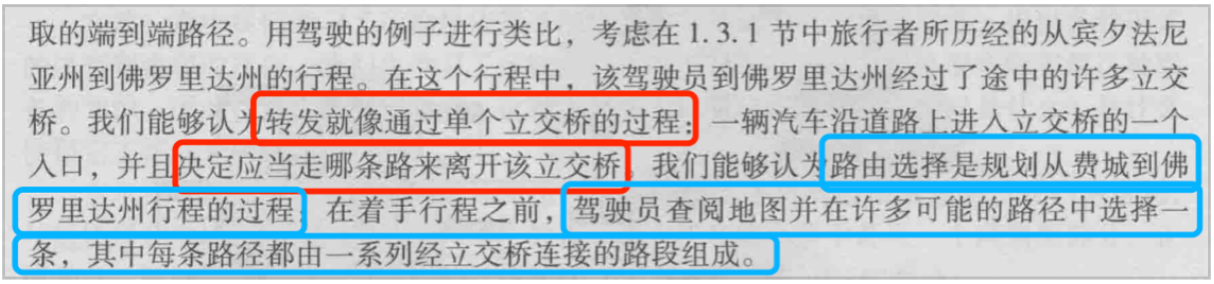
   当一个分组到达某路由器的一条输入链路时，该路由器必须将该分组转发到适当的输出链路
   转发就是指将分组从一个输入链路接口转移到适当的输出链路接口的路由器本地动作

2. 路由选择

   当分组从发送方流向接收方时，网络层必须决定这些分组采用的路由或路径，计算这些路径的

算法称为路由选择算法

路由选择是指网络范围的过程，以决定分组从源到目的地所采取的端到端路径


取的端到端路径。用驾驶的例子进行类比，考虑在 1.3.1 节中旅行者所历经的从宾夕法尼亚州到佛罗里达州的行程。在这个行程中，该驾驶员到佛罗里达州经过了途中的许多立交桥。我们能够认为转发就像通过单个立交桥的过程：一辆汽车沿道路上进入立交桥的一个入口，并且决定应当走哪条路来离开该立交桥。我们能够认为路由选择是规划从费城到佛罗里达州行程的过程。在着手行程之前，驾驶员查阅地图并在许多可能的路径中选择一条，其中每条路径都由一系列经立交桥连接的路段组成。

数据链路层

数据链路层(data link layer)通常简称为链路层。两台主机之间的数据传输，总是在一段一段的链路上传送的，这就需要使用专门的链路层的协议

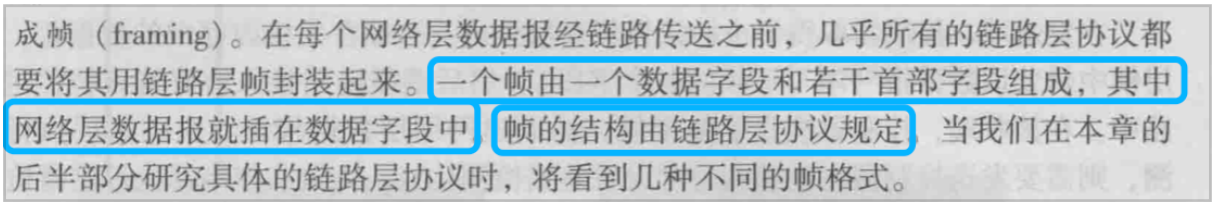
在两个相邻节点之间传送数据时，**数据链路层将网络层交下来的 IP 数据报组装成帧**，在两个相邻节点间的链路上传送帧。每一帧包括数据和必要的控制信息（如同步信息，地址信息，差错控制等）

在接收数据时，控制信息使接收端能够知道一个帧从哪个比特开始和到哪个比特结束。这样，数据链路层在收到一个帧后，就可从中提出数据部分，上交给网络层。

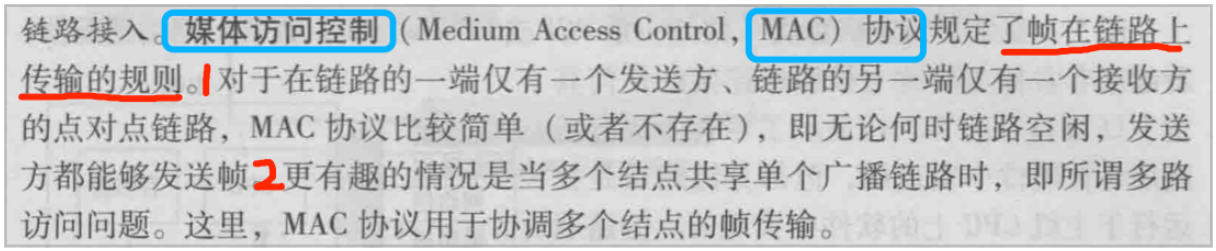
控制信息还使接收端能够检测到所收到的帧中有误差错。如果发现差错，数据链路层就简单地丢弃这个出了差错的帧，以避免继续在网络中传送下去白白浪费网络资源。如果需要改正数据在链路层传输时出现差错（这就是说，数据链路层不仅要检错，而且还要纠错），那么就要采用可靠性传输协议来纠正出现的差错。这种方法会使链路层的协议复杂些

链路层协议提供的可能服务包括

1. **成帧**（framing）

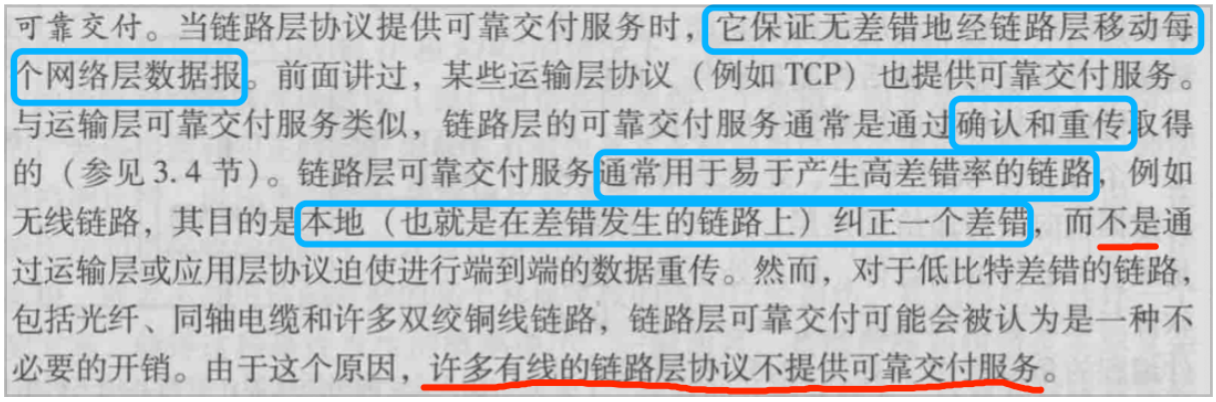

成帧（framing）。在每个网络层数据报经链路传送之前，几乎所有的链路层协议都要将其用链路层帧封装起来。一个帧由一个数据字段和若干首部字段组成，其中网络层数据报就插在数据字段中。帧的结构由链路层协议规定。当我们在本章的后半部分研究具体的链路层协议时，将看到几种不同的帧格式。

2. **链路接入**



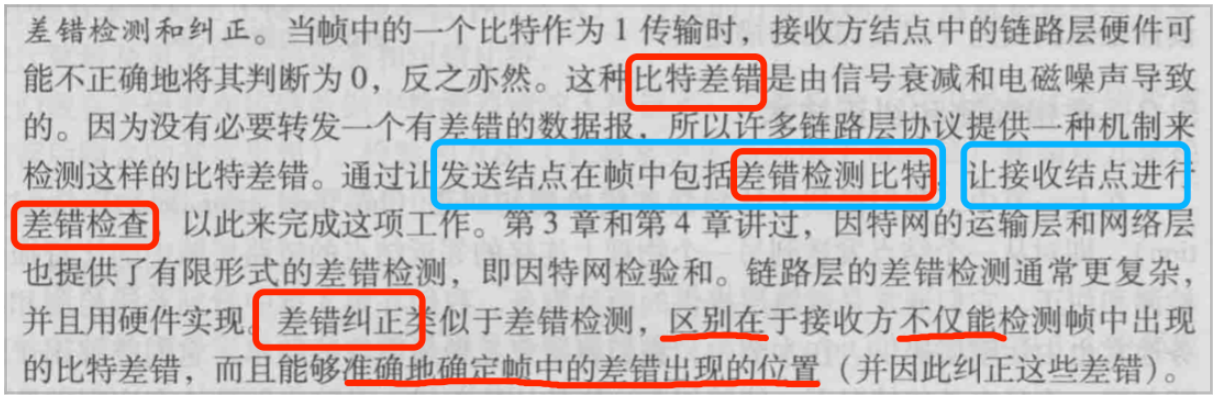
链路接入。媒体访问控制（Medium Access Control，MAC）协议规定了帧在链路上传输的规则。1对于在链路的一端仅有一个发送方、链路的另一端仅有一个接收方的点对点链路，MAC 协议比较简单（或者不存在），即无论何时链路空闲，发送方都能够发送帧2更有趣的情况是当多个结点共享单个广播链路时，即所谓多路访问问题。这里，MAC 协议用于协调多个结点的帧传输。

3. **可靠交付**



可靠交付。当链路层协议提供可靠交付服务时，它保证无差错地经链路层移动每个网络层数据报。前面讲过，某些运输层协议（例如 TCP）也提供可靠交付服务。与运输层可靠交付服务类似，链路层的可靠交付服务通常是通过确认和重传取得的（参见 3.4 节）。链路层可靠交付服务通常用于易于产生高差错率的链路，例如无线链路，其目的是本地（也就是在差错发生的链路上）纠正一个差错，而不是通过运输层或应用层协议迫使进行端到端的数据重传。然而，对于低比特差错的链路，包括光纤、同轴电缆和许多双绞铜线链路，链路层可靠交付可能会被认为是一种不必要的开销。由于这个原因，许多有线的链路层协议不提供可靠交付服务。

4. **差错检测和纠正**



差错检测和纠正。当帧中的一个比特作为 1 传输时，接收方结点中的链路层硬件可能不正确地将其判断为 0，反之亦然。这种比特差错是由信号衰减和电磁噪声导致的。因为没有必要转发一个有差错的数据报，所以许多链路层协议提供一种机制来检测这样的比特差错。通过让发送结点在帧中包括差错检测比特，让接收结点进行差错检查，以此来完成这项工作。第 3 章和第 4 章讲过，因特网的运输层和网络层也提供了有限形式的差错检测，即因特网检验和。链路层的差错检测通常更复杂，并且用硬件实现。差错纠正类似于差错检测，区别在于接收方不仅能检测帧中出现的比特差错，而且能够准确地确定帧中的差错出现的位置（并因此纠正这些差错）。

物理层

在物理层上所传送的数据单位是比特

物理层(physical layer)的作用是实现相邻计算机节点之间比特流的透明传送，尽可能屏蔽掉具体传输介质和物理设备的差异。 使其上面的数据链路层不必考虑网络的具体传输介质是什么。“透明传送比特流”表示经实际电路传送后的比特流没有发生变化，对传送的比特流来说，这个电路好像是看不见的。

在互联网使用的各种协中最重要和最著名的就是 TCP/IP 两个协议。现在人们经常提到的TCP/IP并不一定单指TCP和IP这两个具体的协议，而往往表示互联网所使用的整个TCP/IP协议族。