

# 第一章

## 1.协议

协议：计算机网络同等层次中，通信双方进行信息交换时必须遵守的规则。

协议的组成：

1. 语法 (syntax): 以二进制形式表示的命令和相应的结构
2. 语义 (semantics): 由发出的命令请求，完成的动作和回送的响应组成的集合
3. 定时关系 (timing): 有关事件顺序的说明

## 2.OSI7层模型（书 P32）重点

OSI 7层模型：由下至上为1至7层，分别为：

应用层(Application layer)表示层(Presentation layer)会话层(Session layer)传输层(Transport layer)网络层(Network layer)数据链路层(Data link layer)物理层(Physical layer)

其中上三层称之为高层，定义应用程序之间的通信和人机界面。上三层负责把电脑能看懂的东西转化为你能看懂的东西，或把你能看懂的东西转化为电脑能看懂的东西。

下四层称之为底层，定义的是数据如何端到端的传输(end-to-end),物理规范以及数据与光电信号间的转换。

## TCP/IP 参考模型（书 P35）重点

TCP/IP 是 Internet 的支撑协议，是目前使用最广泛的协议。

（IP：因特网协议；TCP：传输控制协议；UDP：用户数据报协议）

TCP/IP 网络体系结构的主要优点：简单、灵活、易于实现、充分考虑不同用户的需求

A. S. Tanenbaum 评价 TCP/IP：没有明显区分出协议、接口和服务的概念。不通用，只能描述它本身。主机-网络层只是个接口。不区分物理层和数据链路层。因广泛使用，有缺陷的协议很难被替换。

## 分层的优势

分层模型带来的好处

- 1、容易解决通信的异质性 (heterogeneity) 问题：语言层解决不同种语言的相互翻译：（汉-英），媒介层解决信息传递：语音（电话）/文字（传真）
- 2、使复杂问题简化，高层屏蔽低层细节问题：概念层只关心会话内容，不关心语种和会话方式，语言层只关心语种，不关心会话内容和方式，媒介层只关心信息的传递，不关心信息的内容

3、使设计容易实现：每个层次向上一层提供服务，每个层次向下一层请求服务

## Benefits

各层独立：每一层不需要知道下层是如何实现的，只需要知道层间的接口和所提供的服务。

灵活性好：当任意层发生变化时，只要接口不变，上下层均不受影响。

结构上分开：各层可采用最适合的技术。易于实现和维护。

促进标准化：由于每一层及其提供的服务都有明确的定义。

## 分层的原则

根据功能需要分层

每层的功能明确

每层的功能选择有利于指定国际标准

每层的接口信息量尽可能少

层数足够多：避免不同的功能混于同一层

层数不能太多：避免体系结构过于庞大

## 每层的功能

应用层：很简单，就是应用程序。这一层负责确定通信对象，并确保由足够的资源用于通信，这些当然都是想要通信的应用程序干的事情。

表示层：负责数据的编码、转化，确保应用层的正常工作。这一层，是将我们看到的界面与二进制间互相转化的地方，就是我们的语言与机器语言间的转化。数据的压缩、解压，加密、解密都发生在这一层。这一层根据不同的应用目的将数据处理为不同的格式，表现出来就是我们看到的各种各样的文件扩展名。

会话层：负责建立、维护、控制会话，区分不同的会话，以及提供单工(Simplex)、半双工(Half duplex)、全双工(Full duplex)三种通信模式的服务。我们平时所知的 NFS, RPC, X Windows 等都工作在这一层。

传输层：负责分割、组合数据，实现端到端的逻辑连接。数据在上三层是整体的，到了这一层开始被分割，这一层分割后的数据被称为段(Segment)。三次握手(Three-way handshake)，面向连接(Connection-Oriented)或非面向连接(Connectionless-Oriented)的服务，流控(Flow control)等都发生在这一层。

网络层：负责管理网络地址，定位设备，决定路由。我们所熟知的 IP 地址和路由器就是工作在这一层。上层的数据段在这一层被分割，封装后叫做包(Packet)，包有两种，一种叫做用户数据包(Data packets)，是上层传下来的用户数据；另一种叫路由更新包(Route update packets)，是直接由路由器发出来的，用来和其他路由器进行路由信息的交

换。数据链路层，负责准备物理传输，CRC 校验，错误通知，网络拓扑，流控等。我们所熟知的 MAC 地址和交换机都工作在这一层。上层传下来的包在这一层被分割封装后叫做帧 (Frame)。

物理层：就是实实在在的物理链路，负责将数据以比特流的方式发送、接收。

### 3.每层都有的：服务：；接口：；协议：考

- 1、接口：每层接口告诉上层进程对其的访问方式。定义需要的参数和预期的结果
- 2、服务：每层为上层提供服务，定义该层做什么。服务通常由一组原语操作来描述
- 3、协议：定义服务是如何实现的。每层中使用的对等协议只涉及该层的内部事物。

协议的修改和替换不影响更高层次

补充：接口是指同一系统内部两个相邻层次之间的交往规则。

协议是指通信双方实现相同功能的相应层之间的交往规则。协议由语法、语义和时序三部分构成。

服务是指为紧相邻的上层提供的功能调用，每层只能调用紧相邻的下层提供的服务。服务通过服务访问点 (SAP) 提供。

### 4.资源子网、通信子网

计算机网络运行在通信传输子网之上，由用户资源子网和通信传输子网组成业务网。

补充：计算机网络首先是一个通信网络，各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信，在此基础上各计算机可以通过网络软件共享其它计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源。从计算机网络各组成部件的功能来看，各部件主要完成两种功能，即网络通信和资源共享。把计算机网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合称为网络的通信子网，而把网络中实现资源共享功能的设备及其软件的集合称为资源子网。

### 5.电路交换、分组交换概念、优缺点；考

电路交换定义：在发端和收端之间建立电路连接，并保持到通信结束的一种交换方式。

以电路联接为目的的交换方式是电路交换方式。电话网中就是采用电路交换方式。人们可以打一次电话来体验这种交换方式。打电话时，首先是摘下话机拨号。拨号完毕，交换机就知道了要和谁通话，并为双方建立连接，等一方挂机后，交换机就把双方的线路断开，为双方各自开始一次新的通话做好准备。因此，可以体会到，电路交换的动作，就是在通信时建立（即联接）电路，通信完毕时拆除（即断开）电路。至于在通信过程中双方传送信息的内容，与交换系统无关。

分组交换定义：通过标有地址的分组进行路由选择传送数据，使信道仅在传送分组期间被占用的一种交换方式。

分组交换是以分组为单位进行传输和交换的，它是一种存储-转发交换方式，即将到达

交换机的分组先送到存储器暂时存储和处理，等到相应的输出电路有空闲时再送出。

分组交换在突发性数据传输过程中表现优异（资源共享、无须事先建立连接）

过度拥塞：导致分组延迟和丢失（需要协议来保障可靠的数据传输，拥塞控制）

Q: 如何在分组交换网中提供电路交换的性能？

为音频/视频（audio/video）应用提供带宽保障，仍然是一个需要解决的问题

补充：分组交换有两种方式

数据报：在这种方式中，每个分组按一定格式附加源与目的地址、分组编号、分组起始、结束标志、差错校验等信息，以分组形式在网络中传输。网络只是尽力地将分组交付给目的主机，但不保证所传送的分组不丢失，也不保证分组能够按发送的顺序到达接收端。所以网络提供的服务是不可靠的，也不保证服务质量。数据报方式一般适用于较短的单个分组的报文。其优点是传输延时小，当某节点发生故障时不会影响后续分组的传输。缺点是每个分组附加的控制信息多，增加了传输信息的长度和处理时间，增大了额外开销。

虚电路：它与数据报方式的区别主要是在信息交换之前，需要在发送端和接收端之间先建立一个逻辑连接，然后才开始传送分组，所有分组沿相同的路径进行交换转发，通信结束后再拆除该逻辑连接。网络保证所传送的分组按发送的顺序到达接收端。所以网络提供的服务是可靠的，也保证服务质量。这种方式对信息传输频率高、每次传输量小的用户不太适用，但由于每个分组头只需标出虚电路标识符和序号，所以分组头开销小，适用长报文传送。

分组交换网与电路交换网相比有许多优点

利用率高：因为结点到结点的单个链路可以由很多分组动态共享。分组被排队，并被尽可能快速地在链路上传输。

数据率：一个分组交换网络可以实行数据率的转换：两个不同数据率的站之间能够交换分组，因为每一个站以它的自己的数据率连接到这个结点上。

排队制：当电路交换网络上负载很大时，一些呼叫就被阻塞了。在分组交换网络上，分组仍然被接受，只是其交付时延会增加。

优先级：在使用优先级时，如果一个结点有大量的分组在排队等待传送，它可以先传送高优先级的分组。这些分组因此将比低优先级的分组经历更少的时延。

分组交换网与电路交换网相比也有一些缺点

时延：一个分组通过一个分组交换网结点时会产生时延，而在电路交换网中则不存在这种时延。

## 6.四种服务原语

服务原语分为4种类型：请求(request)：一个实体请求做某项服务；指示(indication)：一个实体被告知做某项服务；响应(response)：一个实体发出响应；证实(confirm)：请求得到响应。

原语一般都携带参数。

确认型（confirmed）和非确认型（unconfirmed）服务的区别：

证实型服务包含所有4种服务原语。非证实型服务只包含请求和指示2种服务原语。

## 补充：通信子网的节点为资源子网找路

## 实现底三层

## 客户-服务器模式（不绝对）

## 资源子网--发起通讯的子网

数据报(DataGram)： 自带寻址信息。能独立地从数据源“行走”到目的终点的数据包(packet)

# 第二章

## 1.物理层功能、特性、定义；考;为链路层提供的四项服务

定义：物理层提供机械的、电气的、功能的和规程的特性，目的是启动、维护和关闭数据链路实体之间进行比特传输的物理连接。这种连接可能通过中继系统，在中继系统内的传输也是在物理层的。

功能：在两个网络设备之间提供透明的比特流传输。

特性：1、机械特性：规定接口所使用的连接器技术规格，如形状、尺寸、引线数及排列方法等。（ISO 2110；ISO 2593；ISO 2597）2、电气特性：规定传输二进制位时，线路上信号的电压高低、阻抗匹配、传输速率和距离限制。（非平衡型；平衡型）3、功能特性：交换电路的功能划分：数据、控制、定时和接地。（V.24X.24）4、规程特性：主要定义各条物理线路的工作规程和时序关系。（V.24EIA RS-232）

四项服务：1、物理服务数据单元：串行传输方式的物理服务数据单元(1位)；并行传输方式的物理服务数据单元(n 位)；2、差错报告：一旦发现比特错误，向高层报告；3、In-order service：保证比特按源数据链路实体的发送次序到达目的数据链路实体；4、QoS (Quality of Service)

：物理连接的质量由组成它们的数据电路决定。QoS 参数包括：误码率、数据率、传输延迟等。

## 2. DTE、DCE

DTE~Data Terminal Equipment: 输入/输出；传输控制；一般用户终端、计算机等数字设备。如，电传打字机，键盘显示器,智能终端

DCE~Data Circuit-terminating Equipment: DCE 是数据终端与通信线路之间的连接设备，它相当于通信线路的终端。如：Modem.为用户终端提供信号的变换与编码功能，以及建立、维持和释放通信线路的功能。

### 3.基带传输、频带传输概念、优缺点，调制、解调

基带传输：在数据通信技术中，我们将利用模拟通信信道通过调制解调器传输模拟数据信号的方法称为频带传输，将利用数字通信信道直接传输数字数据信号的方法称为基带传输。

频带传输：指在一定频率范围内的线路上，进行载波传输。通过调制，使其变为适合于线路传送的信号。频带传输的优点是可以利用于现有的大量模拟信道(如模拟电话交换网)通信。价格便宜，容易实现。

频带传输的优点是可以利用目前覆盖面最广、普遍应用的模拟语音通信信道。用于语音通信的电话交换网技术成熟并且造价较低，但其缺点是数据传输速率与系统效率较低。基带传输在基本不改变数字数据信号频带（即波形）的情况下直接传输数字信号，可以达到很高的数据传输速率和系统效率。因此，基带传输是目前迅速发展与广泛应用的数据通信方式。

调制：将发送端数字数据信号变换成模拟数据信号的过程；调制设备称为调制器；

解调：将接收端把模拟数据信号还原成数字数据信号的过程；解调设备称为解调器。

同时具备调制与解调功能的设备，被称为调制解调器（modem）。

### 4.基带传输编码方式，波形和信息会相互转换；考

在基带传输中，数字数据信号的编码方式主要有以下几种：

NRZ，曼彻斯特编码(Manchester)，差分曼彻斯特（difference Manchester）编码 等。

不归零制码（NRZ：Non-Return to Zero）

原理：用两种不同的电平分别表示二进制信息“0”和“1”低电平表示“0”，高电平表示“1”。

缺点： (1). 难以分辨一位的结束和另一位开始；(2). 发送方和接收方必须有时钟同步；

(3). 若信号中“0”或“1”连续出现，信号直流分量将累加。

结论：容易产生传播错误。

曼彻斯特码（Manchester），也称相位编码

原理：每一位中间都有一个跳变，从低跳到高表示“0”，从高跳到低表示“1”。

优点：克服了 NRZ 码的不足。每位中间的跳变即可作为数据，又可作为时钟，能够自同步。

差分曼彻斯特码（Differential Manchester）

原理：每一位中间都有一个跳变，每位开始时有跳变表示“0”，无跳变表示“1”。位中间跳变表示时钟，位前跳变表示数据。

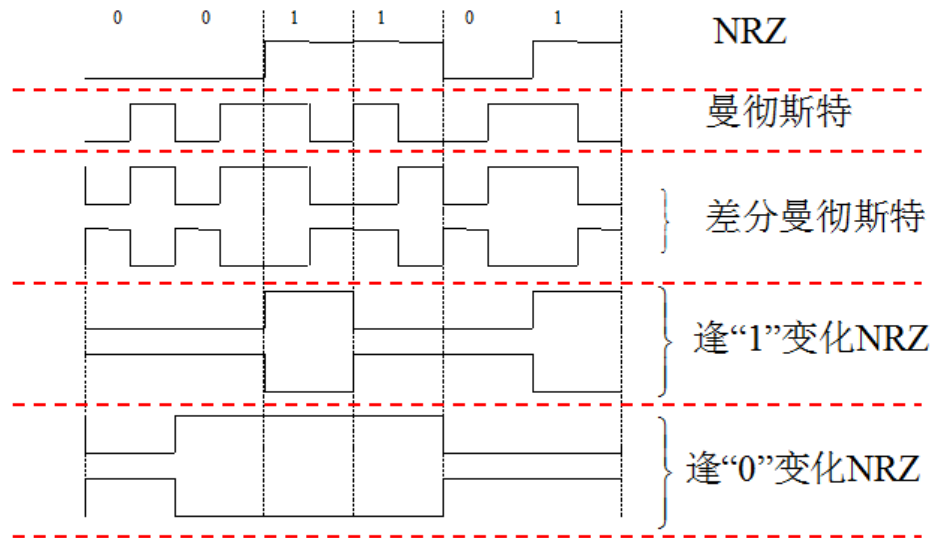
优点：时钟、数据分离，便于提取。

逢“1”变化的 NRZ 码的原理：在每位开始时，逢“1”电平跳变，逢“0”电平不跳变。

逢“0”变化的 NRZ 码的原理：在每位开始时，逢“0”电平跳变，逢“1”电平不跳变。



## 常用的几种编码方式



## 5. 三种调制方法

所谓调制，就是让载波信号参数根据调制信号  $f(t)$  的变化而变化。根据载波  $A\sin(t)$  的三个特性：幅度、频率、相位，产生常用的三种调制技术：

**Amplitude shift keying (ASK) 幅移键控法 (ASK-调幅)**：幅移就是把载波  $A\sin(t)$  频率、相位作为常量，而把振幅作为变量。

**Frequency shift keying (FSK)**：移相键控方法是通过改变载波信号的相位值来表示数字信号 1, 0 的。如果用相位的绝对值表示数字信号 1, 0，则称为绝对调相。如果用相对偏移值表示数字信号 1, 0，则成为相对调相。

**Phase shift keying (PSK)**：相位偏移调制，又称移相键控 (PSK) 是一种利用相位差异的信号来传送资料的调制方式。

## 6. 采样定理（几乎不考）

如果在规定的时间内，以高于两倍最高有效信号频率的速率对信号  $f(t)$  进行采样的话，那么这些采样值包含了原始信号的全部信息。利用低通滤波器可从这些采样中更新构造出函数  $f(t)$ 。

## 7. 波特率、比特率

数据传输速率（码率/比特率/数据带宽）

调制速率（波特率）波特率是描述数据信号对模拟载波调制过程中，载波每秒中变化的数值，又称调制速率或者符号率。波特率(码元速率)：信号每秒钟变化的次数叫做波特率(Baud)。

数据传输速率（比特率）：单位是比特/秒(bps)。如在100Mbps 传输速率的情况每比特传输时间为10ns；在10Mbps 传输速率的情况下，每比特传输时间为100ns。

## 8.FDM、TDM、CDM（CDMA）（书 P104）

频分复用（FDM，Frequency Division Multiplexing）利用通带传输的优势使多个用户共享一个信道。它将频谱分成几个频段，每个用户完全拥有其中的一个频段来发送自己的信号。

时分复用（TDM，Time Division Multiplexing）用户以循环的方式轮流工作。每个用户周期性地获得整个带宽非常短的一个时间。

码分复用（CDM，Code Division Multiplexing）是扩展频谱通讯的一种形式，它把一个窄带信号扩展到一个很宽的频带上。这种方法更能容忍干扰，而且允许来自不同用户的多个新号共享相同的频带。也称为码分多址（CDMA，Code Division Multiplexing Access）。

## 9.数据通信主要技术指标（了解）

1.带宽：信道能够传送电磁波的有效频率范围就是该信道的带宽。有时，也把信号所占据的频率范围叫做信号的带宽。

2.信号传播速度：信号在信道上每秒钟传送的距离，单位是米/秒。信号传播速度接近光在真空中的速度，基本上是20万公里/秒。

3.数据传输速率：单位是比特/秒(bps)。如在100Mbps 传输速率的情况每比特传输时间为10ns；在10Mbps 传输速率的情况下，每比特传输时间为100ns。

4.最大传输速率：每个信道传输数据的速率有一个上限，叫做信道的最大传输速率。

5.波特率(码元速率)：信号每秒钟变化的次数叫做波特率(Baud)。

6.吞吐量：信道在单位时间内成功传输的信息量。单位一般为比特/秒。例如，某信道在10分钟内成功传输了8.4M 比特的数据，那么它的吞吐量就是8.4M 比特/600秒=14Kbps。

7.利用率：是吞吐量和最大数据传输速率之比。

8.延迟：指从发送者发送第一位数据开始，到接收者成功的收到最后一位数据为止，所经历的时间。

9.抖动(Jitter):延迟不是固定不变的，它的实时变化叫做抖动。抖动往往与机器处理能力、信道拥挤程度等有关。延迟敏感，如电话；抖动敏感，如实时图像传输。

10.差错率(包括比特差错率、码元差错率、分组差错率)：在计算机通信中最常用的是比特差错率和分组差错率。比特差错率是二进制比特错传的位数与传输总位数之比。码元差错率(对应于波特率)指码元被误传的概率。分组差错率是指数据分组被误传的概率。

我们通过一个对线路的描述来说明上述概念：有一条带宽3000Hz 的信道，最大传输速



率可以达到30Kbps，实际使用的数据传输速率为28.8Kbps，传输信号的波特率为2400baud，它的吞吐量为14Kbps，所以利用率约等于50%，延迟约为100ms，由于环境稳定，所以抖动很小，忽略不计。

## 补充：全双工、半双工、单工

**Full duplex:** 全双工是指在发送数据的同时也能够接收数据，两者同步进行. E.g. 电话系统.

当前主流的网络适配器都支持全双工模式.

**Half duplex:** 半双工指接收与发送共用一个载波信道，但同一时刻只能发送或只能接收数据的传输方式. E.g. 无线步话机

**Simplex:** 单工通信信道是单向信道，发送端和接收端的身份是固定的，发送端只能发送信息，不能接收信息；接收端只能接收信息，不能发送信息，数据信号仅从一端传送到另一端，即信息流是单方向的. E.g. 遥控、遥测.

## 并行传输/串行传输

串行传输定义：信号元在两点之间的单一路径上的顺序传输。

串行传输是指数据的二进制代码在一条物理信道上以位为单位按时间顺序逐位传输的方式。串行传输时，发送端逐位发送，接收端逐位接受，同时，还要对所接受的字符进行确认，所以收发双方要采取同步措施。串行传输相对并行传输而言，传输速度慢，但只需一条物理信道，线路投资小，易于实现，特别适合远距离传输。串行传输是目前数据传输的主要方式。数据的传输在一条信号线路上按位进行的传输方式。

并行传输定义：在两点之间的适当数量的并行路径上，一组信号元的同时传输。

并行传输是在传输中有多个数据位同时在设备之间进行的传输.一个编了码的字符通常是由若干位二进制数表示,如用 ASCII 码编码的符号是由8位二进制数表示的,则并行传输 ASCII 编码符号就需要8个传输信道,使表示一个符号的所有数据位能同时沿着各自的信道并排的传输.并行传输时，一次可以传一个字符，收发双方不存在同步的问题。而且速度快、控制方式简单。但是，并行传输需要多个物理通道。所以并行传输只适合于短距离、要求传输速度快的场合使用。

## 信号/信息

信号是信息的表示形式。信息则是信号的具体内容。

通信系统首先保证信号的正确传输，然后保证信息被正确解释。在通信网络中，一般而言，链路层以下保证信号正确传输，网络层以上保证信息被正确解释。

## 第三章

## 1.数据链路层功能、PDU；考；、MAC、LLC

链路(link)是一条无源的点到点的物理线路段，中间没有任何其他的交换结点。一条链路只是一条通路的一个组成部分。数据链路(data link)除了物理线路外，还必须有通信协议来控制这些数据的传输。若把实现这些协议的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路。现在最常用的方法是使用适配器（即网卡）来实现这些协议的硬件和软件。一般的适配器都包括了数据链路层和物理层这两层的功能。

链路层功能：向网络层提供一个定义良好的服务接口；处理传输错误；调节数据流，保证慢速的接收方不会被快速的发送方淹没。

协议数据单元 PDU (Protocol Data Unit):在分层网络结构中的各层之间传送的，包含来自上层的信息及当前层实体附加的信息的数据单元。协议数据单元 PDU (Protocol Data Unit)是指对等层次之间传递的数据单位。协议数据单元(Protocol Data Unit)物理层的 PDU 是数据位 (bit)，数据链路层的 PDU 是数据帧 (frame)，网络层的 PDU 是数据包 (packet)，传输层的 PDU 是数据段 (segment)，其他更高层次的 PDU 是数据 (data)。

媒体访问控制层 MAC (Media Access Control): 属于 OSI 模型中数据链路层下层子层。介质访问控制，它定义了数据帧怎样在介质上进行传输。在共享同一个带宽的链路中，对连接介质的访问是“先来先服务”的。物理寻址在此处被定义，逻辑拓扑（信号通过物理拓扑的路径）也在此处被定义。线路控制、出错通知（不纠正）、帧的传递顺序和可选择的流量控制也在这子层实现。

LLC 逻辑链路控制 (Logical Link Control 或简称 LLC) 是局域网中数据链路层的上层部分，IEEE 802.2中定义了逻辑链路控制协议。用户的数据链路服务通过 LLC 子层为网络层提供统一的接口。在 LLC 子层下面是 MAC（介质访问控制）子层。IEEE 标准中增加了这个子层，该子层通过在 IP 包上加了8位的目的地址服务接入点和源地址服务接入点来保证在不同网络类型中传输。另外，有一个8或16位的控制字段用于像流控制的辅助功能。

## 2.四种成帧方法，比特填充是重点，应该必考（结合奥蒂斯彻编码）

方法:字符计数法；含字节填充的分界符法；含位填充的分界标志法；物理层编码违例法。

**字符计数法：**利用帧开始“标志”来指定该帧中的字符数。目标获得该值后可知道其后连续跟着多少个字符为这一帧的数据，从而获得该帧帧尾的位置。出现错误无法恢复。

**含字节填充的分界符法：**在让每帧都用一个特殊字符做为帧头和帧尾标记，当接收方接收到连续两个该标记，则认为前一帧结束，并且后一帧开始。具有一定的错误恢复能力。

但当标记字符的“位模式”出现在“有效载荷”（或“净载荷”）中时，接收方会误认为是帧结束标记。解决方法：在标记字符前均插入转义字符，接收方接收到以后均去掉前面的转义字符(需要利用缓冲区)，区分正常的标记字符与有效载荷中的相同字符则以是否存在转义字符为准。如果转义字符出现在“有效载荷”中，如何解决？

字节填充的缺点：定长、依赖于8位字符模式。

**含位填充的分界标志法：**每帧开始和结束都以特殊的位模式”01111110”开始，当发送方遇到“净载荷”数据含有连续的5个”1”时，自动在其后添加一个”0”，称为“位填充”方法。当接收方接收到连续5个“1”时，并且下一个位是“0”时，自动去掉该“0”位。

源位流	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0					
传输	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
还原	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0		

### 3.可靠传输：定时、帧序号

如何保证发送方所发送的所有帧都被接收方收到并保证正确的顺序？确保可靠递交？

利用反馈机制—反馈帧:定时+帧序号才能保证每一帧被正确发送和接收.

确认方式:ACK 肯定确认;NAK 否定确认

### 4.CRC 校验码；考

循环冗余校验 CRC (Cyclical Redundancy Check ):只要得出的余数 R 不为 0，就表示检测到了差错。但这种检测方法并不能确定究竟是哪一个或哪几个比特出现了差错。一旦检测出差错，就丢弃这个出现差错的帧。只要经过严格的挑选，并使用位数足够多的除数 P，那么出现检测不到的差错的概率就很小。仅用循环冗余检验 CRC 差错检测技术只能做到无差错接受(accept)。“无差错接受”是指：“凡是接受的帧（即不包括丢弃的帧），我们都能以非常接近于 1 的概率认为这些帧在传输过程中没有产生差错”。也就是说：“凡是接受的帧都没有传输差错”（有差错的帧就丢弃而不接受）。要做到“可靠传输”（即发送什么就收到什么）就必须再加上确认和重传机制。

### 5.流量控制概念

如果发送方发送的帧的速度超过了接收方接收这些帧的速度，则导致大量的数据不能可靠转送到目的。

流量控制(traffic control/Flow control):

基于反馈的流控制，接收方发送反馈信息，通知接收方降低发送速率。

基于速率的流控制，通过内置机制，限制发送方的发送速率，无需利用接收方的反馈信息.

### 6.三种 ARQ 协议、滑动窗口，；考； MTU

ARQ (stop and wait)~最简单流量控制的数据链路层协议算法。

ARQ ~通过接收方请求发送方重传出错的数据报文来恢复出错的报文。

三种 ARQ:

停止等待 ARQ (Stop and Wait): 数据报文发送完成之后, 发送方等待接收方的状态报告, 如果状态报告报文发送成功, 发送后续的数据报文, 否则重传该报文。

后退 n 帧 ARQ (Go-back n): 当发送方接收到接收方的状态报告指示报文出错后, 发送方将重传过去的 n 个报文。

选择性重传 ARQ (Selective Repeat): 当发送方接收到接收方的状态报告指示报文出错, 发送方只发送发生错误的报文。



## ARQ ~ (Stop and Wait)

- ARQ (Stop and Wait)-具有最简单流量控制的数据链路层协议算法

发送结点:

- (1) 从主机取一个数据帧。
- (2) 将数据帧送到数据链路层的发送缓存。
- (3) 将发送缓存中的数据帧发送出去。
- (4) 等待。
- (5) 若收到由接收结点发过来的信息(此信息的格式与内容可由双方事先商定好), 则从主机取一个新的数据帧, 然后转到(2)。



## ARQ (stop and wait)

- ARQ (Stop and Wait)-具有最简单流量控制的数据链路层协议算法

接收结点:

- (1) 等待。
- (2) 若收到由发送结点发过来的数据帧, 则将其放入数据链路层的接收缓存。
- (3) 将接收缓存中的数据帧上交主机。
- (4) 向发送结点发一信息, 表示数据帧已经上交给主机。
- (5) 转到(1)。


**滑动窗口(Sliding window)**是一种流量控制技术。早期的网络通信中,通信双方不会考虑网络的拥挤情况直接发送数据。由于大家不知道网络拥塞状况,一起发送数据,导致中间结点阻塞掉包,谁也发不了数据。所以就有了滑动窗口机制来解决此问题。滑动窗口协议是用来改善吞吐量的一种技术,即容许发送方在接收任何应答之前传送附加的包。接收方告诉发送方在某一时刻能送多少包(称窗口尺寸)。

TCP 中采用滑动窗口来进行传输控制,滑动窗口的大小意味着接收方还有多大的缓冲区可以用于接收数据。发送方可以通过滑动窗口的大小来确定应该发送多少字节的数据。当滑动窗口为0时,发送方一般不能再发送数据报,但有两种情况除外,一种情况是可以发送紧急数据,例如,允许用户终止在远端机上的运行进程。另一种情况是发送方可以发送一个1字节的数据报来通知接收方重新声明它希望接收的下一字节及发送方的滑动窗口大小。

**窗口机制:**滑动窗口协议的基本原理就是在任意时刻,发送方都维持了一个连续的允许发送的帧的序号,称为发送窗口;同时,接收方也维持了一个连续的允许接收的帧的序号,称为接收窗口。发送窗口和接收窗口的序号的上下界不一定要一样,甚至大小也可以不同。不同的滑动窗口协议窗口大小一般不同。发送方窗口内的序列号代表了那些已经被发送,但是还没有被确认的帧,或者是那些可以被发送的帧。

**最大传输单元(Maximum Transmission Unit, MTU)**是指一种通信协议的某一层上面所能通过的最大数据包大小(以字节为单位)。最大传输单元这个参数通常与通信接口有关(网络接口卡、串口等)。

## 7.HDLC、PPP(第三章 PPT 的52页到63页)



### Typical Datalink Protocols ~ HDLC

- HDLC (High-level Data Link Control), 高级数据链路控制.(ISO 3309)

比特	8	8	8	可变	16	8
	标志 F	地址 A	控制 C	信息 Info	帧检验序列 FCS	标志 F

FCS 检验区间

透明传输区间

HDLC帧结构

- 标志字段 F (Flag) 为 6 个连续 1 加上两边各一个 0 共 8 bit。在接收端只要找到标志字段就可确定一个帧的位置。

## PPP Frame

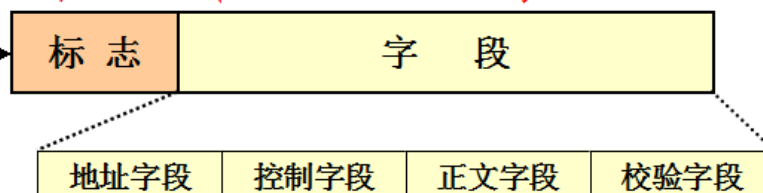
- PPP 的帧格式和 HDLC 的相似。
- 标志字段 F 仍为 0x7E（符号“0x”表示后面的字符是用十六进制表示。十六进制的 7E 的二进制表示是 01111110）。
- 地址字段 A 只置为 0xFF。地址字段实际上并不起作用。
- 控制字段 C 通常置为 0x03。
- PPP 是面向字节的，所有的 PPP 帧的长度都是整数字节。
- PPP 有一个 2 个字节的协议字段。
  - 当协议字段为 0x0021 时，PPP 帧的信息字段就是 IP 数据报。
  - 若为 0xC021，则信息字段是 PPP 链路控制数据。
  - 若为 0x8021，则表示这是网络控制数据。

补充：帧见第三章 PPT 的17页到20页

## Framing — 成帧

- (From up-down view) 将上层(网络层)交下来的数据包按照所采用协议决定的格式，封装成一定形式的帧；
- (From down-up view) 将原始的位流分解到离散的帧中，实现协议封装。
- 需考虑接收双方的同步问题（即定界）；
- 为保证正确发送和接收，需计算帧的校验和并放入帧中一起传送给接收方
- 协议数据单元 PDU (Protocol Data Unit)

指明帧的开始和结束





## 第四章

### 1.STDM、ATDM



#### ATDM & STDM

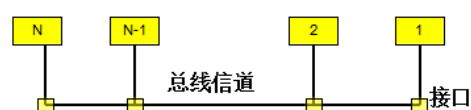
- STDM (Synchronous Time Division Multiplexing)
  - STDM采用固定时间片分配方式,将传输信号的时间按特定长度连续地划分成特定时间段(一个周期),再将每一时间段划分成等长度的多个时隙,每个时隙以固定的方式分配给各路数字信号,各路数字信号在每一时间段都顺序分配到一个时隙。
  - 由于在同步时分复用方式中,时隙预先分配且固定不变,无论时隙拥有者是否传输数据都占有一定时隙,形成了时隙浪费,其时隙的利用率很低。
- ATDM (Asynchronous Time Division Multiplexing)
  - 异步时分复用技术又被称为统计时分复用,它能动态地按需分配时隙,避免每个时间段中出现空闲时隙。
  - ATDM就是只有当某一路用户有数据要发送时才把时隙分配给它。当用户暂停发送数据时,则不给它分配时隙。电路的空闲时隙可用于其他用户的数据传输。
  - 在所有的数据帧中,除最后一个帧外,其他所有帧均不会出现空闲的时隙,从而提高了资源的利用率,也提高了传输速率。

### 2.ALOHA 协议，纯、时隙，工作原理、会建立数学模型分析得出结论 PPT Chap4\_Media Access and Control subLayer (11到14)；考



#### 纯ALOHA协议

- Hawaii Univ. Norman Abramson
  - ALOHA系统
- 纯ALOHA协议
  - 工作原理：站点只要产生帧，就立即发送到信道上；规定时间内若收到应答，表示发送成功；否则重发
  - 重发策略：等待一段随机的时间，然后重发；如再次冲突，则再等待一段随机的时间，直到重发成功为止
  - 缺点：极容易冲突
  - 性能：网络负载 $\leq 0.5$       吞吐量 $\leq 0.184$



ALOHA系统的一般模型



## 时隙ALOHA协议 (S-ALOHA)

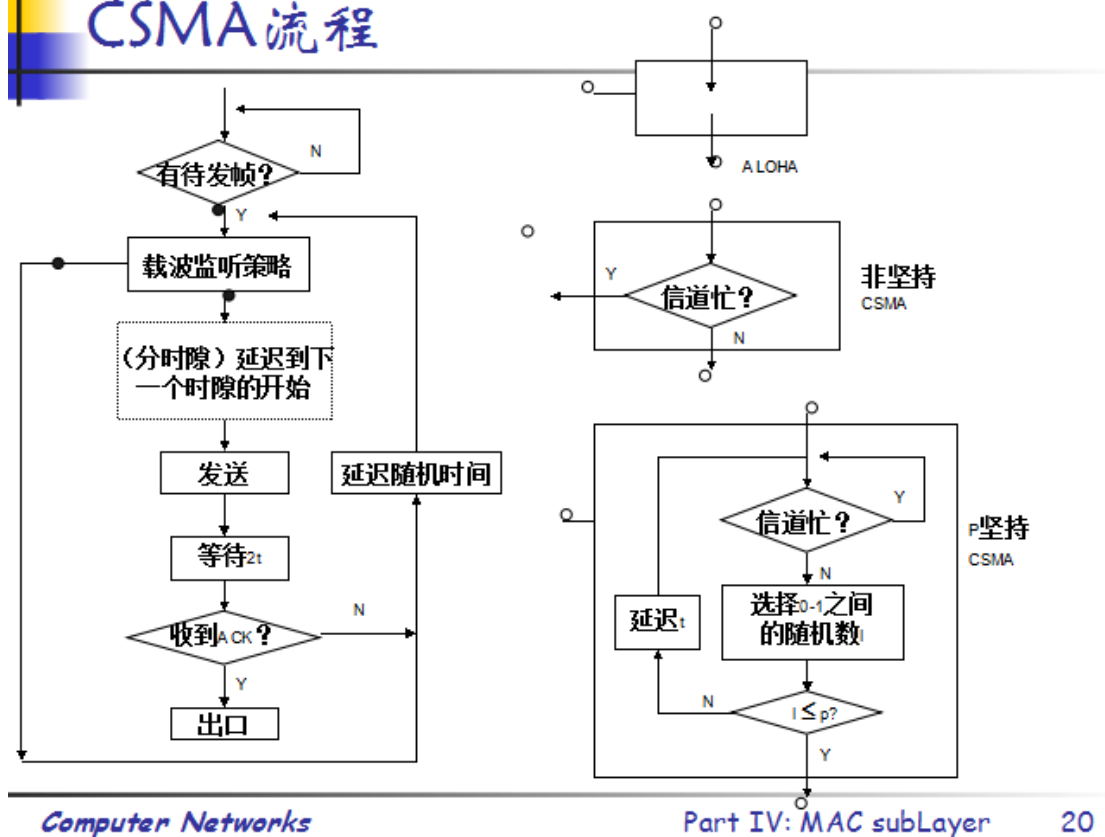
- 工作原理：将时间划分为一段段等长的时隙，规定帧不论何时产生，只能在每个时隙开始时发送到信道上
- 重发策略：同纯ALOHA
- 性能：网络负载  $\leq 1$     吞吐量  $\leq 0.37$
- 代价：需要全网同步；可设置一个特殊站点，由该站点发送时钟信号
- 帧发送成功的条件：没有其他帧在同一时隙内到达

纯 ALOHA 协议会分析效率，时隙 ALOHA 性能分析；考

3.CSMA 开始 PPT 后5页，据说至少20分；考；

(PPT Chap4\_Media Access and Control subLayer.ppt:20-25页)

## CSMA流程





## CSMA/CD

### 带冲突检测的载波监听多路访问

#### 工作原理

- 边发送边监听。若监听到冲突，则冲突双方都立即停止发送。信道很快空闲，从而提高效率。
- 1-坚持的CSMA/CD
  - 监听到信道空闲就立即发送数据，并继续监听；若监听到冲突，则立即放弃发送

#### 冲突检测方法

- 比较接收到的信号电压的大小
- 检测曼彻斯特编码的过零点
- 比较接收到的信号与刚发出的信号

## CSMA/CD

站点检测到冲突后，往往发送人为干扰信号，强化冲突，以通知其他站点

退避算法：以截断二进制指数类型，来决定重发时延

从 $\{0, 1, 2, \dots, 2^{k-1}\}$ 中随机取一个数 $r$ ，重发时延 =  $r \times$  基本重发时延

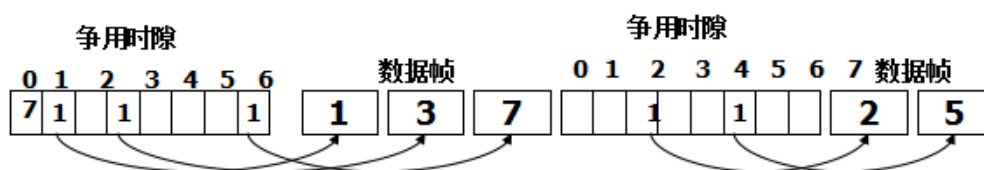
其中  $k = \min[\text{重发次数}, 10]$  动态退避算法

## 无冲突协议之一：位图协议

- 工作原理：为 $N$ 个站点分配 $N$ 个时隙，每个时隙占1位。要发送数据的站点在自己相应的时隙中填入“1”。按照申请信道的站点的序号占用信道。
- 性能：设数据帧长为 $d$ 
  - 轻载时，小序号站点发送前的平均等待时间为 $1.5N$ 
    - 大序号站点发送前的平均等待时间为 $0.5N$
    - 站点发送前的平均等待时间为 $5N$
    - 信道利用率为  $d / (N+d)$

## 无冲突协议之一：位图协议

- 重载时，信道接近于平均分配，相当于每帧有1位额外开销
- 信道利用率为  $d/(d+1)$ ，平均时延为  $N(d+1)/2$



## 无冲突协议之二：二进制倒计数法

- 工作原理：具有最高地址的站点优先占用信道。  
想要发送数据的所有站点从地址最高位开始逐位向信道上广播其地址，并对这些位进行“或”运算，一个站点如果看到位运算结果大于自己的地址当前位的值，就放弃发送。
- 信道利用率： $d/(d+\ln N)$ ， $d$ 为数据帧长， $N$ 为站点地址位数
- 问题：不公平，地址值小的站点很难占用信道
- 改进：每次发送之后重新对站点编号，刚发送完的站点排在最后

## 无冲突协议之二：二进制倒计数法

	广播地址位				
站A: 0010	0	退出			
站B: 0100	0	退出			
站C: 1001	1	0	0	退出	
站D: 1010	1	0	1	0	获得占用信道的权利
“或”运算结果	1	0	1	0	


## 4.无冲突协议3种考1种；考

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)，即载波监听多路访问/冲突检测方法是一种争用型的介质访问控制协议。

位图协议。

二进制倒数计数法。

## 5.MAC 子层构成地址格式；考、寻址



### MAC子层的地址问题

- IEEE802标准为每个DTE规定了一个48位的全局地址，相当于站点的唯一标识符，与其物理位置无关
- MAC地址字段可以采用两种形式之一：
  - 6B 全球范围
  - 2B 单位范围
- 地址块：地址字段的前3个字节（高24位）由IEEE统一分配给厂商，低24位由厂商分配
- 地址类型标识：地址字段的第一字节的最低位I/G
  - 0--单个站地址，1--组地址
- 地址范围标识：地址字段的第一字节的最低第二位U/L
  - 0--局部管理

1

1

46

I/G

U/L

46位地址

1

15

I/G

15位地址

## 6.网桥

网桥定义：一种在链路层实现中继，常用于连接两个或更多个局域网的网络互连设备。

网桥（Bridge）像一个聪明的中继器。中继器从一个网络电缆里接收信号，放大它们，将其送入下一个电缆。相比较而言，网桥对从网卡上传下来的信息更敏锐一些。网桥是一种对帧进行转发的技术，根据 MAC 分区块，可隔离碰撞。网桥将网络的多个网段在数据链路层连接起来。当多个 LAN 需要互连时，需要使用“网桥(Bridge)”进行连接。

网桥运行于数据链路层；通过查看数据链路层的地址来完成转发帧的任务。

使用网桥的必要性：能够连接异质的 LAN；可以连接远距离的多个 LAN；使用网桥以降低

局部的网络负载；使用网桥能降低 LAN 的冲突；网桥能使 LAN 的覆盖距离成倍增加；使用网桥可以提升局部 LAN 的安全性。

## 补充：为什么数据链路层分两层

按功能划分为两个子层：LLC 和 MAC

功能分解的目的：将功能中与硬件相关的部分和与硬件无关的部分进行区分，降低研究和实现的复杂度。

与传统的数据链路层的区别：LAN 链路支持多重访问，支持成组地址和广播；支持 MAC 链路访问控制功能；提供某些网络层的功能，如网络服务访问点、多路复用,...

MAC 子层功能：成帧/拆帧，实现、维护 MAC 协议，位差错检测，寻址。

LLC 子层功能：向高层提供 SAP，建立/释放逻辑连接，差错控制，帧序号处理，某些网络层功能。

LAN 对 LLC 子层透明，仅在 MAC 子层才可见 LAN 的标准（LAN 标准的区别在 MAC 子层）。

## 中继放大器

1、中继器起信号转发作用，相当于传声筒的作用，不仅仅是针对数据的转发，高级的中继例如 ATM 异步帧中继，还能针对会话、应用服务进行中继传送；无线网络、光纤网络是使用中继最多的网络，且中继不一定是一对一的传送，还可以是多对多传送，例如中国移动的多个基站；中继的过程中，有配套的调度协议和调度算法参与，甚至是纠错算法，传送效率提升算法；

2、放大器只是单纯的信号放大，高级的放大器能够做大只放大信号，同时抑制噪声和其他干扰，普通的放大器是全部放大，可能导致通讯速率下降或者通讯中断。放大器对传送的信号一般是不加管理的，只是单纯的放大信号、抑制噪音和干扰。

两种设备的作用都是用于网络延伸和范围扩大，但是应用场合和原理完全不同。

## 第五章 据说40分 所以全是重点吧；考；

### 1.网络层功能；考

在计算机网络中进行通讯的两个计算机之间可能要经过许多节点和链路,也可能要经过好几个通过不同的路由器互连的通信子网。网络层的任务就是要选择合适的路由，使发送站的传输层所传下来的分组能够正确无误的按照地址找到目的站，并交付给目的站的传输层。网络层关注的是如何将分组从源端沿着网络路径送达目的端。

网络层是通信子网的最高层，对上层用户屏蔽了子网通信的细节，如子网类型、拓扑结构、子网数目，向上层提供一致的服务、统一的地址（逻辑地址），具体功能：路由选择和转发；

在主机之间提供分组交换功能；分组的分段与重组，差错控制、顺序化、流量控制。

## 2.数据报、虚电路概念、对比；考

虚电路服务：在传送数据之前，首先通过呼叫建立一条虚电路；所有分组沿同一条路径传送，并且按发出顺序到达目的地；类似电路交换；建立连接之后，分组中只需要携带连接标识；可以在建立连接时协商参数、QoS、开销等。

数据报（IP 报文）：每个分组单独传送；网络为每个分组单独选路，路径可能不同；

分组达到顺序可能与发出顺序不同；分组中需要携带完整的目的地址。

### 虚电路 VS 数据报

比较项目	数据报子网	虚电路子网
建立电路	不需要	需要
地址信息	每个分组含完整的源/目标地址	每个分组含一个VC
状态信息	路由器不保留连接的状态信息	每个VC都要求路由器为其连接建立表项
路由	每个分组独立路由	所有分组都沿着VC走
路由失效的影响	无影响，除非失效时分组丢失	所有经此路由的VC都失败
服务质量	很难保证	如果能实现VC分配，则很容易实现
拥塞控制	很难实现	如果能实现VC分配，则很容易实现

### How to tradeoff the two choices?

#### 路由器带宽和内部存储能力

- 虚电路中每个分组只要包含电路号即可，无需完整的目标地址，节省带宽，但是每个路由器内存消耗大；
- 数据报每个分组都含有完整的源和目标地址，耗费带宽，但是每个路由器的内存消耗小

#### 虚电路建立所需的时间和地址解析时间

- 虚电路需要建立连接，需要时间和资源，数据报无需建立连接
- 虚电路中处理分组的方法简单，数据报中每个分组必须经过复杂的路径查找过程

#### 路由器中所需的路由表空间

- 数据报中，每个目标地址都需一个表项，虚电路中，只需为每个VC提供一个表项即可；
- 在虚电路中，建立VC的分组也需要被路由，实用同数据报相同的方法

### 3. 路由器功能；考

工作在 OSI 网络层中，实现下三层的转换，还具有中继器、网桥的功能，能够识别网络层协议、网络地址。它的主要功能如下：划分子网；进行信息隔离；可以提高网络安全性；具有路由选择最佳性；容错和访问控制。

### 4.IP 地址编址、ABC3类记范围，私有地址，保留地址；考

当1981年9月第一次对 IP 地址进行标准化时, IP 地址采用32位比特进行全球唯一标识。

32-bit IP 地址 由以下两部分组成：网络号 + 主机号

路由器利用 IP 地址来区别不同的网络，实现网络的互连和隔离，保持各个网络的独立性。

网络号和主机号合起来才构成一个完整的 IP 地址。同一个网络中的主机 IP 地址，其网络号必须相同。网络号仅由网络号前缀组成，主机部分全为零。

给定网络号前缀的所有主机共享网络号前缀，而每台主机由唯一的主机号进行标识。

处于不同网络的主机必须具有不同的网络号前缀，但可以具有相同的主机号。

IP 地址空间分为 5类：A 类、B 类、C 类、D 类、E 类

各类具有不同的网络号前缀位数和主机号位数。各类可分别表示不同大小的网络。

实际可供用户分配的只有 A、B、C 三类

私有地址	保留地址
<ul style="list-style-type: none"><li>■ RFC1919规定：以下地址不能上Internet，只能作为内部地址或私有地址：</li><li>■ A类：10.0.0.0~10.255.255.255</li><li>■ B类：172.16.0.0~172.31.255.255</li><li>■ C类：192.168.0.0~192.168.255.255</li></ul> <p>在组建内部网时，应考虑这条规定！</p>	<p>在A至C类IP地址中，有若干地址有专门的用途或特殊意义，不能分配给主机。具体如下：</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 网络地址：即主机号为全0 例如：129.1.0.0</li><li>■ 广播地址：即主机号为全1 例如：129.1.255.255</li><li>■ 自检地址：127.H.H.H</li><li>■ 0.0.0.0表示缺省路由，如果路由表中没有目的网络号，往往由缺省网关来转发。</li></ul>

### IP Address Formats 小结

- Class A: 1~127.
- Class B: 128~191.
- Class C: 192~223.
- Class D: 224~239.
- Class E: 240~255
- 要求：不但能够马上判别IP地址属于哪一类的，而且能够知道缺省网络号、广播号



## 5.子网划分、子网掩码,可变长子网掩码可能会出计算题(注意 PPT 上有一道例题,最好弄会);考

### 子网划分

- 子网编址是组织内部的系统管理者对网址的进一步划分。
- 只有本地路由器知道有多个物理网络,而且知道如何选择路由;对其他自治系统的路由器来说,好象只存在一个物理网络。
- 与由两级组成的网络号不同,子网由三级组成。

网络号—前缀	主机号	
网络号—前缀	子网号	主机号

### 子网掩码(subnet mask)

- 32位,4个字节,用带点的十进制表示。
- 二进制表示法中,“1”表示网络bit,“0”表示主机bit。
- 连续的掩码要求左边全为1,右边全为0。
- 它的作用是:将大网划分成若干小网,便于管理,具体划分由管理员分配。
- 每台设备都支持掩码。
- 路由是根据网络号加子网号来进行判断

### 子网掩码默认值

- 子网掩码中“1”的长度就是网络号的长度。
- A类:缺省为255.0.0.0,前缀表示法
  - 例如:100.5.1.1/8
- B类:缺省为255.255.0.0,前缀表示
  - 例如:130.5.1.1/16
- C类:缺省为255.255.255.0,前缀表示法
  - 例如:200.20.20.2/24
- 其中前缀也叫子网掩码长度,即左边“1”的个数。
- 在缺省状态下,同一类地址的主机如果网络号相同,这些主机都在同一广播域上。

### 举例

一个B类网络号:128.10.0.0,在缺省状态下可表示为:128.10.0.0/16

在给定子网掩码的情况下,可将其划分成若干个子网。例:128.10.0.0/19则可将上述网划分成8个子网,其网络号分别为:128.10.0.0,128.10.32.0,128.10.64.0,128.10.96.0,128.10.128.0,128.10.160.0,128.10.192.0,128.10.224.0。

其中网络前缀都是/19。

注:/19等同于255.255.224.0

前者为前缀表示法,后者为十进制表示法

子网划分的作用:提高安全性。将网络由一个广播域变成多个广播域。可提高网络的性能。便于管理,节省IP地址。为了减少网络地址数目可使多个物理网络共享同一IP地址前缀。

例题:已知:某台路由器点对点WAN接口的IP地址为202.112.110.33/30

求:该接口所对应的网络号,广播号,如果该主机为路由器,对方路由器接口的地址

解:(1)对IP地址和子网掩码进行逻辑与运算,可得网络号为202.112.110.32

(2)取主机bit为全1,可得广播号为202.112.110.35

所以,对方的IP为202.112.110.34

-----这部分内容太多,大家务必好好看下PPT-----

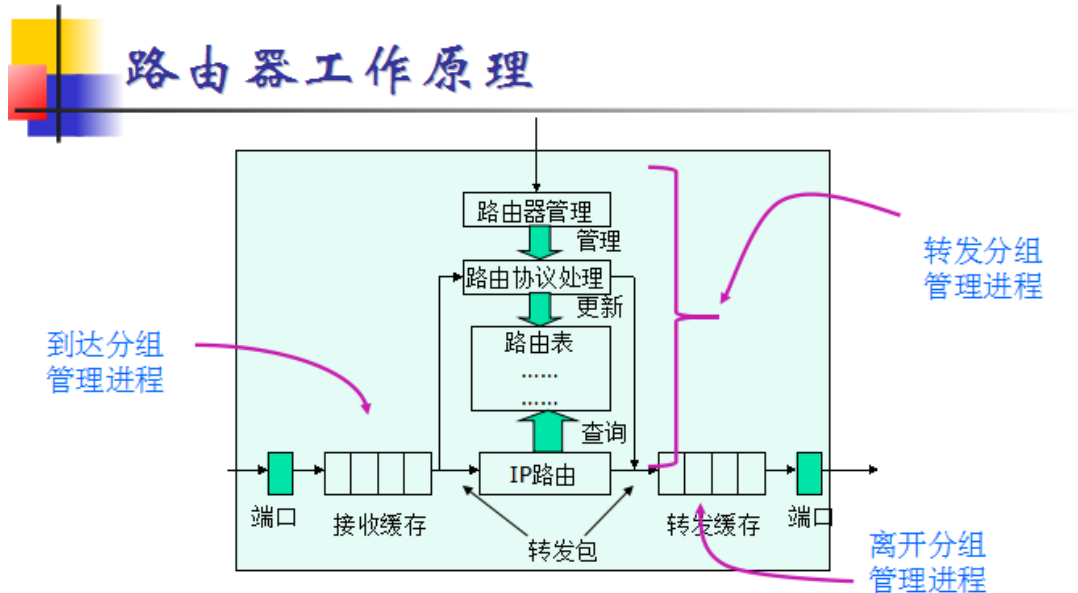
## 6路由算法:距离矢量、链路状态路由-基本原理、方法;考

网络层的主要功能—将分组从源机器路由到目标机器。大多数网络中,源机器和比较机器之间需要经过多个点到点链路,因此,分组需要跨越多个点到点链路才能到达,每个点到点链路称为一跳(one hop)。为分组选择路径的算法称为路由算法,是网络软件的一部分,用于确

定每个到达的分组应该被传送到哪个输出线路上。

对于数据报：路由器需要为每个到达的分组选择下一步路径。

对于虚电路：在同一个虚电路中，路由器保持虚电路；当新建虚电路时，路由器需建立路径。



- **存储(store)**：路由器为每个到达的分组辨别和确认，以便确定它的去向
- **转发(forward)**：根据路由器本地信息确定其下一条路径

## 距离矢量路由

- 是一种动态路由算法，可以灵活适应和平衡网络的负载状况。

### 原理

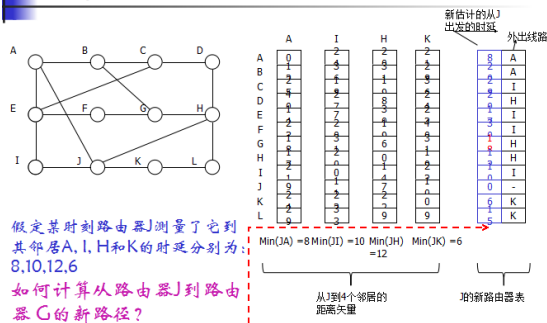
- 每个路由器维护一张表(矢量)，表中列出当前已知的到达每个目标的最佳距离及所使用的外出线路
- 每个路由器通过邻居之间不断地相互交换信息，来不断更新自己内部的表
- 每个表项含有两个部分：为到达目标路由器而首选使用的外出线路，到达该目标路由器的时间估计、距离估计(如跳数、时延、分组数,...)
- Bellman-Ford or Ford-Fulkerson算法，Internet的RIP协议

## 距离矢量路由

- 关于距离矢量路由的度量参数

- 跳数：只表明直接链路连接
- 时延：能够表明分组的转发延迟(拥塞? 负载? 吞吐量)
- 分组数量：表明链路的负载、间接说明延迟和拥塞
- ...

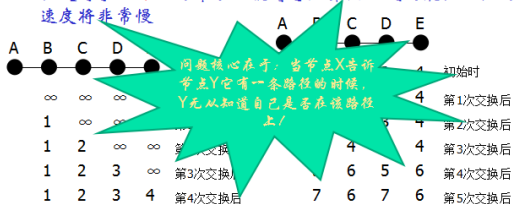
## 距离矢量路由示例



## 无穷计算问题

距离矢量路由算法在理论上是成立的，但是收敛到正确路径的速度可能非常慢

- 对于“好”的邻居汇报消息，算法很快收敛到最佳路径上
- 但是对于“坏”的邻居汇报消息，算法收敛到最佳路径的速度将非常慢





## 链路状态路由

### ■ 距离矢量路由算法的缺点

- 路径优劣的度量参数是延迟，是用队列长度描述的，未考虑链路带宽因素（早期都用56Kbps信道，之后链路发生不同程度改变时，带宽因素应重点考虑）
- 距离矢量路由方法对于节点故障发生时，收敛到正确路径的速度非常慢

### ■ 链路状态路由 (LSR: Link State Routing)

在LSR中，每个路由器完成如下工作：

- 发现其邻居节点，并且获取其网络地址
- 测量到它各邻居节点的延迟(latency)或开销(overhead)
- 构造一个分组，含有刚获取的信息
- 将分组发送给网络中所有其它的路由器
- 计算出到每个其它路由器的最短路径

链路状态路由内容太多，看第五章 PPT：71~80页。

## 7.最短路径（说过考）；考

### 算法1：最短路径路由 (Shortest Path)

■ Dijkstra算法思想: A→D

The diagram shows the progression of Dijkstra's algorithm for finding the shortest path from node A to node D. The network consists of 8 nodes (A, B, C, D, E, F, G, H) and weighted edges. The algorithm proceeds in steps, updating the shortest path estimates for each node. Red arrows and labels show the current state of the algorithm, including the current node being processed and the updated distance and predecessor for each node.

Computer Networks

Part V: Network Layer 64

## 8.拥塞控制概念、性质，两大类方法；考

**拥塞概念：**当一个子网或者子网的一部分出现太多分组时，网络的性能开始下降，这种情况称为拥塞(Congestion)。

**拥塞发生的原因：**路由器没有足够的内容用于同一个输出线路的大量到达分组的排队，分组就会丢失（无限增加内容可否改变这一现状？—考虑分组在队列中的平均等待时间），同时，所有分组都沿着同一条链路发往下一跳路由器，同样的问题也会发生在下一跳上。慢速的路由器处理器也是导致拥塞的重要原因。流量控制导致的拥塞。

### 流量控制与拥塞控制的关系

**流量控制：**只关注点到点的流量与速率，确保快速发送方不会持续地以超过接收方接收速率的速率传输数据。

**拥塞控制：**确保子网所能够承受的流量，是个全局性的问题，涉及所有主机、路由器、存储转发过程等。

**拥塞控制算法：**开环算法：在源端采取动作；在目的端采取动作。

闭环算法：显式反馈-拥塞点向源端发送分组以警告源端；

隐式反馈-源端利用本地观察到的现象来确定是否存在拥塞；

解决拥塞的两种解决方案：增加资源，降低负载

第五章 PPT：82~90

## 第六章

### 1.TCP、UDP 概念、特点

传输层基本功能：提供端到端（进程-进程）的可靠通信，即向高层用户屏蔽通信子网的细节，提供通用的传输接口。

#### 传输层实现的具体功能

- **连接管理**
  - 定义允许两个用户象直接连接一样交谈的规则
- **流量控制 (Flow Control)**
  - 传输层定义了端用户之间的流量控制，数据链路协议定义了两个中间相邻接点的流量控制
- **差错检测 (Error Detection)**
  - 数据链路层提供了可靠的链路传输，但在路由器将含有分组的帧重新格式化，可能会出现影响分组内容的错误。帧校验和是在新帧创建后计算的，包含了错误数据。传输层的差错检测用于检测此错误。
- **建立无连接和面向连接的通信**
- **拥塞控制 (congestion control)**

主要功能：把传输地址映射为网络地址；把端到端的传输连接复用到网络连接上；传输连接管理；端到端的顺序控制、差错检测及恢复、分段处理及QoS 监测；加速数据传送。

传输层为应用进程之间提供逻辑通信(网络层为主机之间提供逻辑通信),它将多对进程通信复用到一条网络连接上

TCP/IP 体系中运输层有两个不同的协议：

- (1) 用户数据报协议 UDP (User Datagram Protocol)
- (2) 传输控制协议 TCP (Transmission Control Protocol)

## TCP/IP 体系中的运输层协议



两个对等运输实体在通信时传送的数据单位叫作运输协议数据单元 TPDU (Transport Protocol Data Unit)。

TCP 传送的数据单位协议是 TCP 报文段 (segment)

UDP 传送的数据单位协议是 UDP 报文或用户数据报。

UDP 在传送数据之前不需要先建立连接。对方的运输层在收到 UDP 报文后，不需要给出任何确认。虽然 UDP 不提供可靠交付，但在某些情况下 UDP 是一种最有效的工作方式。

TCP 则提供面向连接的服务。TCP 不提供广播或多播服务。由于 TCP 要提供可靠的、面向连接的运输服务，因此不可避免地增加了许多的开销。这不仅使协议数据单元的首部增大很多，还要占用许多的处理机资源。

运输层的 UDP 用户数据报与网际层的 IP 数据报有很大区别。IP 数据报要经过互连网中许多路由器的存储转发，但 UDP 用户数据报是在运输层的端到端抽象的逻辑信道中传送的。

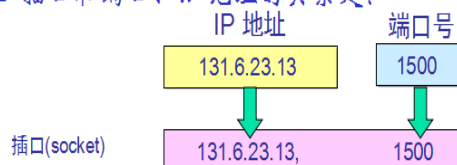
TCP 报文段是在运输层抽象的端到端逻辑信道中传送，这种信道是可靠的全双工信道。但这样的信道却不知道究竟经过了哪些路由器，而这些路由器也根本不知道上面的运输层是否建立了 TCP 连接。

第五章 PPT：36~61

## 2. 插口概念、作用（考的几率低）

### 插口 - 套接字 (socket)

- TCP 使用“连接”（而不仅仅是“端口”）作为最基本的抽象，同时将 TCP 连接的端点称为插口 (socket)，或套接字、套接口。
- 插口和端口、IP 地址的关系是：



Socket: 几种不同含义

应用编程接口 API 称为 socket API，简称为 socket。

socket API 中使用的一个函数名也叫作 socket。

调用 socket 函数的端点称为 socket。

调用 socket 函数时其返回值称为 socket 描述符，可简称为 socket。

在操作系统内核中连网协议的 Berkeley 实现，称为 socket 实现。