

计算机网络知识引导

作者: [Aizen](#)

1 基础

在看此篇之前, 你需要看《计算机概览》的文章, 然后再尝试去看一下书的第一章, 很好理解, 而且知识点很少。计网的概念很多而且复杂, 我这里作为一个知识引导。

1.1 数据传输方式

我们知道, 要从计算机A传输数据到计算机B, 就需要将数据传输给“中间人1”(管理计算机A的地域), 然后再传输给“中间人2”(管理计算机B的地域), 再传输到计算机B。但是这里出现了一些值得讨论的地方。

假如计算机A传输给计算机B, 需要AB建立连接, 然后再进行数据传输。在这个过程, AB建立连接后, 那么联通“计算机A-中间人1-中间人2-计算机B”的这条路线就被占用了, 导致其他在中间人1和中间人2的计算机之间无法通信。这就是很老很老的“电路交换”。电路交换导致了链路的占用率很低, 因为当数据传输到“中间人2-计算机B”时, “中间人1-中间人2”完全用不上了, 但是仍然在占用。

【电报交换的图片】

这就引申出了“报文交换”。报文交换让两个主机之间存在一个虚拟的链路(本来就该这样), 当数据传输到“中间人2-计算机B”时, “中间人1-中间人2”就会直接释放, 让其他的数据传输。但是这仍然有问题, 就是当数据出现错误时, 需要计算机A重新发送, 这又需要重新占用一遍。

【报文交换的图片】

所以引申出了“分组交换”。分组交换会将数据分为大小尽量相同的数据段, 然后一段一段地发送, 计算机B就一段一段地接受, 然后组合成完整数据, 其中哪一个数据不对, 就让计算A重新发送。

【分组交换的图片】

如今, 分组交换是主要的交换方式, 各位需要查看书籍P13~P17, 理解具体的传输内容。

但是值得一提的是, 分组交换实际上是一种协议的设计方式, 既可以定义在网络层, 也可以定义在数据链路层。

1.2 性能

我们很多时候会提到“网速”这个词，通常情况下表示自己能够接受多少多少MB/s，网速越快就代表自己能够接受和上传的速度就快。对于计算机网络中的路线，也需要指标来表示数据的传播速度。

- 带宽：某条路所能通过数据的极限能力。
- 吞吐量：某条路单位时间内通过的数据量。
- 时延：数据从网络的一端传送到另一端所需的时间。
- 利用率：某条路的占用率。

其中，时延又分为下面几个：

- 发送时延：计算机发送数据需要的时间。
- 传播时间：路与路之间需要物理传播需要的时间。
- 处理时延：计算机接受数据需要一定的时间。
- 排队时延：数据从“中间人1-中间人2”需要排队传输，这过程需要的时间。

各位需要查看书籍P21~P26，才能有更好的理解。

1.3 做题

建议看完第一章，因为第一章对于《计算机网络概述》的知识细化很重要，在细化完成之后，再来理解其他知识就不难了。假如没有时间，《计算机网络概述》也能足够应付了。下面是第一章的题目，知道上面几个知识点做题就很顺利了。

题目：1-10、1-11、1-15、1-17、1-18、1-19、1-28

2 物理层

在物理层，主要关心两个物理机之间数据的数据流传输。下面为第二章的目录：

- 2.1 物理层的基本概念
- 2.2 数据通信的基本知识
 - 2.2.1 数据通信系统的模型
 - 2.2.2 有关信道的几个基本概念
 - 2.2.3 信道的极限容量
- 2.3 物理层下面的传输媒体（省略）
- 2.4 信道复用技术
 - 2.4.1 频分复用、时分复用和统计时分复用
 - 2.4.2 波分复用
 - 2.4.3 码分复用
- 2.5 数字传输系统
- 2.6 宽带接入技术（省略）

总体来看，先了解了基础的物理知识，才能够更好地理解物理层中间的通讯方式。我接下来对于每一点都简单介绍一下，让读者能够知道这一章的大概理解。

2.1 信道

在多个传输媒介中，因为材质的不同，传输所受的限制也不一样。这里主要说明的是：

- 一些传输介质只能单向传输，单向接收，称为“单向通信/单工通信”。
- 一些传输介质支持双方传输，但是一个时间只能一方传输，称为“双向交替通信/半双工通信”。
- 一些传输介质支持双方传输，也支持同时进行，称为“双向同时通信/全双工通信”。

2.2 信道复用技术

原本的信道中，只能一段数据流一段数据流地传输，使用信道复用技术，能够将多个数据利用同一个信道“几乎同时”传输。类似于皇上雨露均沾的感觉。

【信道复用的图片】

下面是几种信道复用技术的说明：

1. 频分复用

我们知道波有两个性质，一个是波长，一个是频率。数据A和数据B占用同一个信道，使用频分复用，那么数据A占用频率1发送波a，数据B占用频率2发送波b，发送的波形成了一个波，因为波的频率不一样，可以使用傅里叶变换，将合成波分解得到指定频率的波信号。

2. 时分复用

时分复用很简单，和之前的思路有些不同，类似于，数据A和数据B占用同一个信道，然后分了一个时间T作为周期，又将时间T分为T1，T2两部分，然后T1时间发送数据A，T2时间发送数据B，然后以此循环。每一个循环周期就是T。

3. 统计时分复用

在时分复用中，因为很有可能数据B发送完了，数据A还需要发送，但是数据B一直占用着，这段时间就是空闲的。为了弥补这个不足，出现了“统计时分复用”。

在时分复用的基础上，不使用以时间驱动发送，而是以空间驱动发送。将空间设置位固定大小，数据A占一部分，数据B占一部分，数据C占一部分.....直到达到阈值然后再一起发送，发送后，又按照这种方式循环。

4. 波分复用

原本的频分复用，主要用在信号波上，例如什么信号脉冲，交流电信号的基础上，使用频率很简单就能够，只要按照检查对应的信号即可。随着技术的发展，人们可以区别光的波长了，所以可以使用对应的“波分复用”技术来加大传播的信息。

5. 码分复用

码分复用是利用了某种数学运算来实现的，主要是利用了多个数据在同一个频率下发送数据，然后接收端在这个频率接受数据。接着，发送端和接收端都会按照某种bit数来接受数据，称之为“码片”，然后根据码片的信息来计算出信息。具体的实现逻辑如下：

以“数据A”“数据B”，码片长度为8bit举例。首先，“数据A”和“数据B”会得到一个地址8bit地址，能够保证这两个8bit地址是正交的，即相乘为0。当某一个数据的数据流需要发送0时，发送自己8bit地址的反码；需要发送1时，发送自己的8bit地址；不发送就不发送即可。其中，bit为1时，发送一个“正单位振幅”；bit为0时，发送一个“负单位振幅”。发送接收端会根据波的“振幅/单位振幅”，得到对应的码片序列，是数据AB发送的信息和。要获取对应数据的数据流，直接乘上对应的8bit地址即可。

总体来看，只要能够分出足够多的振幅级别，就能够提高数据的传输效率。

3 数据链路层

- 3.1 使用点对点信道的数据链路层
 - 3.1.1 数据链路和帧
 - 3.1.2 三个基本问题
- 3.2 点对点协议PPP
 - 3.2.1 PPP协议的特点
 - 3.2.2 PPP协议的帧格式
 - 3.2.3 PPP协议的工作状态
- 3.3 使用广播信道的数据链路层
 - 3.3.1 局域网的数据链路层
 - 3.3.2 CSMA/CD协议
 - 3.3.3 使用集线器的星型拓扑
 - 3.3.4 以太网的信道利用率
 - 3.3.5 以太网的MAC层
- 3.4 扩展的以太网
 - 3.4.1 在物理层扩展以太网
 - 3.4.2 在数据链路层扩展以太网
 - 3.4.3 虚拟局域网
- 3.5 高速以太网（省略）

3.1 理解数据链路层的三个基本问题

早在《计算机网络概览》里面提到了，数据链路层主要用作“保证数据流正常”的一个功能。但实际上，大多数数据链路层的协议都主要集中于下面三个功能：

1. 封装成帧：因为互联网中，所有的数据都以“IP数据报”为单位（即分组交换，一段一段地发送数据），所以数据链路层需要将“网络层IP分下来的报”封装一层，需要让接收端理解该段数据流为一个“IP数据报”。

封装的过程需要在原本的数据流中“开头”和“结尾”添加一些额外的字符，所以会规定某些的数据来表示“帧开头”和“帧结尾”。

2. 透明传输：因为“帧开头”和“帧结尾”是数据，那么“IP数据报”中的数据可能会和“帧开头”“帧结尾”这两个帧符号重合，这时候就需要某些手段，让接收端能够正确接受数据。

3. 差错控制：这里所指的就是保证数据的正确性，最常采用的就是CRC校验（Cyclic Redundancy Check，循环冗余校验），相比较之前提到的“奇数个1为1；偶数个1为0”的方法，这个方法更加优秀。

需要重点注意的是，其中CRC校验需要各位掌握。我这里不讨论具体的实现，读者可以看下面的参考博客或者看书学习。

参考博客：[CRC码计算及校验原理计算](#)

3.2 PPP协议

书籍中提到PPP协议的部分很少，我这里也只提到对应的知识点，下面的博客讲得比书上都详细。

参考博客：[点对点协议PPP](#)

我们需要了解的是，PPP协议对于“封装成帧”“透明传输”“差错控制”是怎么做的即可。下面给出一个简单的笔记：

- 帧格式：7E-FF-03-协议-信息部分-FCS-7E
- 透明传输：
 - 字节填充：
7E -> 7D 5E
7D -> 7D 5D
小于0x20的字符 -> 7D (20+原来的字符)
 - 零比特填充：
发送端：连续出现5个1，后面加0
接收端：连续出现5个1，后面去0
- 差错控制：CRC检验

从PPP协议的“工作状态”来看，PPP协议早已不是纯粹的数据链路层的协议，它还包含了物理层和网络层的内容。

3.3 CSMA/CD

这个协议我看了很久，最主要的点在于：早期的时候不是类似的星型拓扑，而是主线模式。一个主线，然后其他计算机连接这个主线，具体的数据传输就在这个主线上。因为这个网络设计能够很好的实施在局域网中（第一是，价格便宜，实现方便；第二是，星型拓扑需要“中间人”的高性能要求，那时难以实现）。这个设计主要用于局域网，所以基本可以说是CSMA/CD协议就是一个局域网的协议。再者，局域网，不会接触到“路由器”（即中间人），所以只涉及了物理层和数据链路层的知识，所以就放在这里讲了。

【主线的图片】

基于主线的模式，其传输方式只能是广播了，意思是计算机A发送消息，其他所有的计算机都能接受到。所以需要有一个协议，能够实现1-1的发送，而且发送的时候还需要保证不能出差错。此时，CSMA/CD协议诞生，其英文为Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection，即载“波监听多点接入/碰撞检查”。

说一下这个协议的要点：

- 多点接入：就是一个主线多个连接的意思。
- 载波监听：装逼用的名字，主要的意思就是会监听主线是否有数据传输。因为假如多个计算机同时传输，数据会被扰乱。所以需要实时监听“当前线路是否有其他计算机在发送数据”，确保自己发送时不会有其他计算机发送。
- 碰撞检查：若此时计算机需要发送数据，但假如检测到没有其他计算机发送数据，则发送数据。但这个过程有点类似于多线程一样，无法保证“一定不会出现同时发送信息”的情况。所以需要有一个检测机制，来检查是否“自己发送的数据时，其他计算机也在发送数据”。

基于上面三点，所以衍生了后面的知识：争用期、最短有效帧长、截断二进制指数退避算法。这几个点在书籍P85~P90，各位了解一下。

CSMA/CD规定了每一个电脑的网卡都需要一个MAC地址（应该叫MAC码），来区别计算机，所以1-1的实现还离不开MAC的产生。MAC的地方可以不用了解，简单知道是什么即可。

3.4 以太网的发展

以前的以太网是以“主线模式”建立网络的，主要的实现方式是一个集线器，多个计算机连接在这个集线器中，集线器中内部连接起来实现主线模式。

随着网桥的发明，已经可以支持星型拓扑了，原本的主线模式和集线器也就随之淘汰。网桥可以实现“中间人”的功能——转发数据。多个计算机连接网桥，然后发送数据，网桥通过识别MAC码进行数据的转发。

后面又出现了“以太网交换机”，简单来说就是“多接口的网桥”，原本的网桥只能识别和转发一个帧，而以太网交换机支持多个计算机之间并行传输数据和全双工方式。

以太网交换机的功能并不局限于并行传输，它还有自动学习功能，能够动态地知道哪个接口的MAC地址是谁，实现了“热插拔”的机制，不用去调整具体的信息，而是自动识别和学习。

4 网络层

参考视频：[IPv4地址和子网掩码](#)

4.1 IP协议

IP地址就是用来定位计算机地址的。

4.2 子网掩码

出现（了解）

作用（了解）

延展（了解）

4.3 路由选择协议

RIP协议（重要）

OSPF协议（了解）

4.4 VPN和NAT

VPN的概念（重要）

NAT的概念（了解）

5 传输层

5.1 UDP

校验和（了解）

5.2 TCP

应答机制->应答方式（重要）

超时重传->重传机制（重要）

拥塞控制->控制算法（重要）

滑动窗口（基础）

校验和（基础）

6 网络安全

6.1 数字证书

数字正数的概念（了解）

6.2 防火墙

防火墙的概念（了解）

X 为什么没写完

四个原因：

1. 我是因为想寒假找实习，所以提前背了八股文，没上这个课，后面的知识基本都了解，懒得写了。
2. 后面的知识很多，但是需要了解的很少。
3. 太复杂了，就举例“应答机制”和“超时重传”来说，这两个地方值得讲很久，还需要解释什么是阻塞窗口，然后涉及什么什么缓存，工作量太大了，所以放弃不写了。
4. 我已经考完了。

所以期望后者，假如你有额外的知识和精力，可以尝试补全整个知识集合。