

第二章 物理层

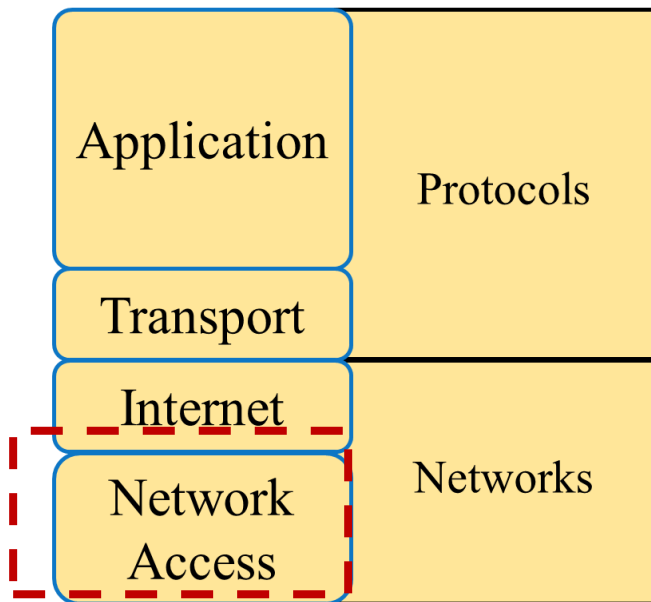
物理层概述



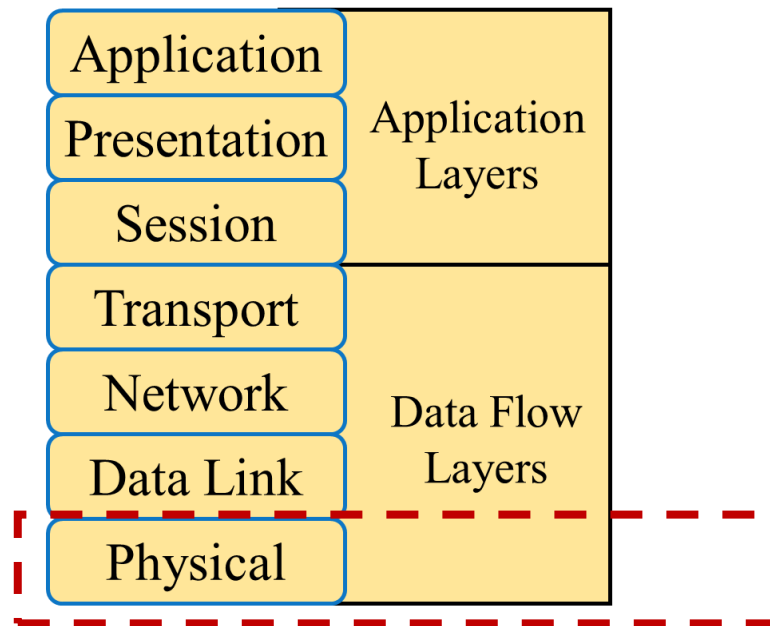
各位好！还记得物理层在哪里吗？

物理层是参考模型的最底层，基础层，它没有下一层的支撑，它为数据链路层服务。

TCP/IP Model



OSI Model





物理层的功能是什么？

□ 主要功能：提供**透明**的**比特流**传输。要特别注意两点：

➤ 封装好的数据以 “**0、1**” 比特流的形式进行传递，
从一个地方搬到另一个地方。

➤ 物理层上的传输，从**不关心**比特流里面携带的信息，
只关心比特流的正确搬运。





在完成它的功能时，物理层呈现出4大特性

□ 1. 机械特性 (mechanical characteristics)

- 指明接口所有接线器的形状、尺寸、引脚数和排列等，如RJ45。

□ 2. 电气特性 (electrical characteristics)

- 指明在接口电缆的各条线上出现的电压的范围



物理层的4大特性

□ 3. 功能特性 (functional characteristics)

➤ 指明某条线上出现的某一电平的电压表示何种意义。

□ 4. 规程特性 (procedural characteristics)

➤ 指明对于不同功能的各种可能事件的出现顺序。

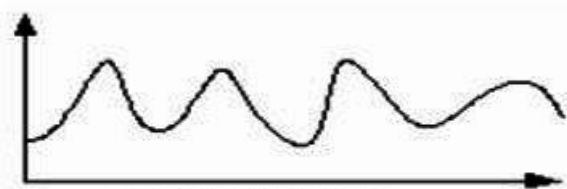
➤ 规程的概念类似协议



物理层上数据的传输：信号

信号：数据的电气或电磁表现。

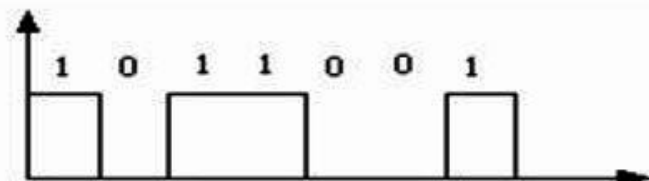
□ **模拟信号**：对应时域的信号取值是连续的。



(a)模拟信号

□ **数字信号**：对应时域的信号取值是离散的。

➤ 代表不同离散值的基本波形称为码元



(b)数字信号



信号在信道/传输介质上传输

信号在传输的过程中，可以看成由很多不同频率的分量的传输，因为高频分量的不等量衰减，接收方收到的信号是**衰减**和**变形(失真)**的。

一般来说，从 $0 \sim f_c$ 这一频段，振幅在传输过程不会明显衰减， f_c 称为**截止频率**。（单位：赫兹）



这里引入一个概念——物理带宽：传输过程中振幅不会明显衰减的频率范围。

- ✓ 单位：赫兹
- ✓ 是一种物理特性，通常取决于介质材料的构成、厚度、长度等



信号在信道/传输介质上传输

- 我们之前学习过数字带宽的概念，指的是单位时间内流经的信息总量。
- 我们总是希望**数字带宽**越大越好，那么**数字带宽**和**物理带宽**之间有没有关系呢？
- 奈奎斯特定理和香农定理描述了这种关系！





理想信道的最大传输速率

乃奎斯特定理：描述了在**无噪声**信道中，当物理带宽为B Hz，信号离散等级为V级，那么该信道能提供的最大传输速率（数字带宽）可用这个公式表达：

$$\text{最大传输速率} = 2B \log_2 V (bps)$$

✓ 其中： V为信号的离散等级。



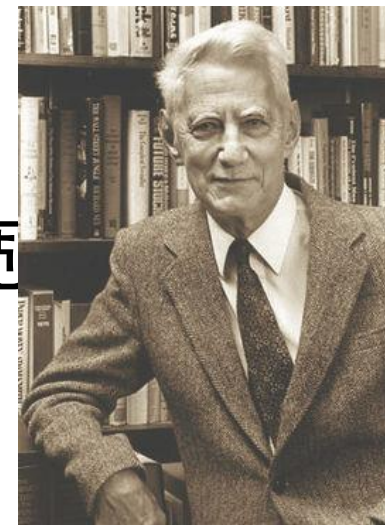


- 奈奎斯特证明，任意一个信号通过了一个物理带宽为 B 的低通滤波器，那么只要进行每秒 $2B$ 次的采样，就可以完全重构出被滤掉的信号。任何高于 $2B$ 次的采样都毫无意义！
- 从上面的公式，我们看出，要想增加最大传输率即数字带宽，只有增加物理带宽或离散等级，但是物理带宽是物理特性，不可能随意增加；只有增加离散等级了！

实际上，更多的信道是噪声信道

香农定理：在噪声信道中，如果物理带宽为 B
信噪比为 S/N ，那么最大的传输速率（数字带宽）

$$\text{最大传输速率} = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) (bps)$$



很多情况下噪声用分贝 (dB) 表示：

如：噪声为 30dB（分贝），则信噪比为 $S/N=1000$ ，分贝
值跟 S/N 之间的换算关系用这个公式表示：

$$\text{分贝值} = 10 \log_{10} \frac{S}{N} (db)$$



- 香农定理说明，在信道一定的时候，物理带宽确定了，要想提高最大数据传输率（数字带宽），只有增加信噪比了。



视频中插入一个问题

□ 采用技术手段，是否可以无限制地提高一个信道的传输速率（数字带宽）呢？

➤ 答案：不能



小结

- 物理层的主要功能是：提供透明的比特流传输。
- 物理层具有机械、电气、功能和规程等四大特性。
- 信号在传输的过程中，会发生衰减和变形，所以，数字带宽是有上限的，且跟物理带宽有关系。
 - 乃奎斯特定理：理想信道
 - 香农定理：有噪声的信道

致谢

本课程课件中的部分素材来自于：（1）清华大学出版社出版的翻译教材《计算机网络》（原著作者：Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall）；（2）思科网络技术学院教程；（3）网络上搜到的其他资料。在此，对清华大学出版社、思科网络技术学院、人民邮电出版社、以及其它提供本课程引用资料的个人表示衷心的感谢！

对于本课程引用的素材，仅用于课程学习，如有任何问题，请与我们联系！