

Computer Networks-Link Layer—ALOHA

Dr. Jiang Ruobing

jrb@gmail.com

信息学院南楼B411房间



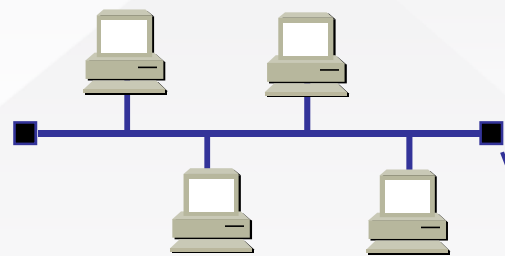
中国海洋大学
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

3.3 使用广播信道的数据链路层

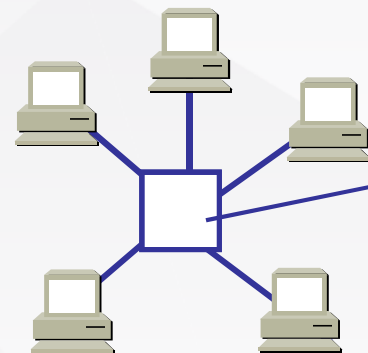
3.3.1 局域网的数据链路层

- 特点
 - 一个单位所拥有
 - 地理范围和站点数目均有限。
- 主要优点：
 - 具有广播功能，从一个站点可很方便地访问全网。局域网上的主机可共享连接在局域网上的各种硬件和软件资源。
 - 便于系统的扩展和逐渐地演变，各设备的位置可灵活调整和改变。

局域网的物理拓扑

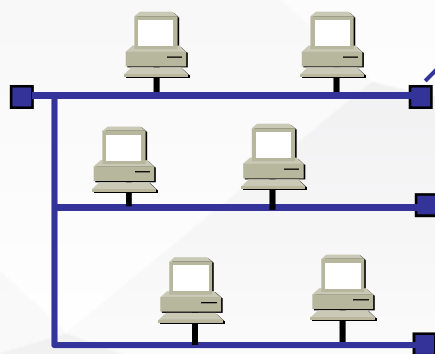


总线网



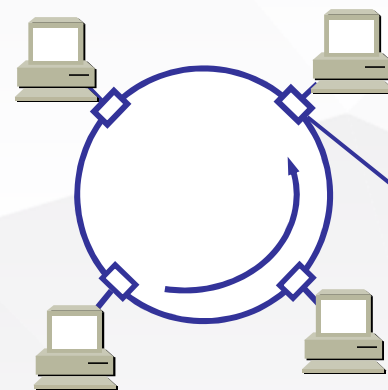
集线器

星形网



匹配电阻

树形网



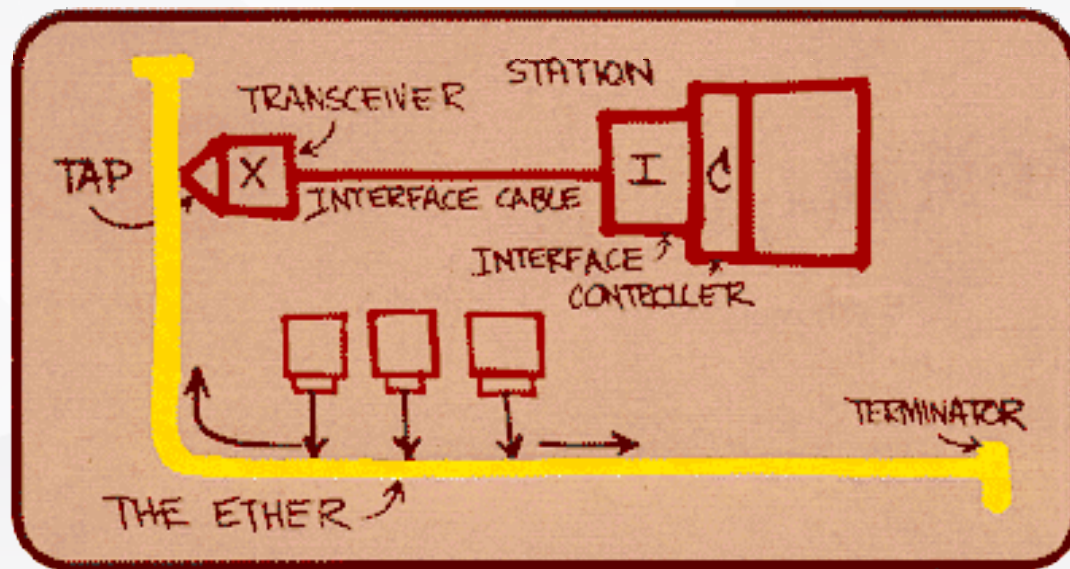
干线耦合器

环形网

Ethernet (IEEE802.3)

主宰有线局域网的标准 (DIX Ethernet V2)

- 第一种被广泛采用的局域网技术
- 简单、便宜：和令牌局域网、ATM相比
- 与时俱进：10 Mbps – 10 Gbps



Metcalfe's Ethernet sketch

Metcalfe Law :

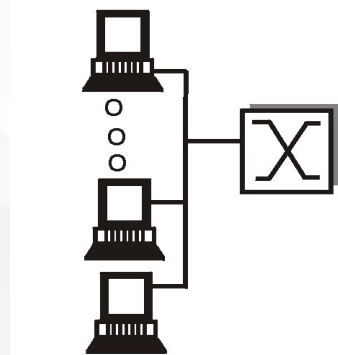
- 网络的增长价值等于网络中节点数的平方。
- 网络价值同网络用户数量的平方成正比。

局域网和以太网的区别

- 局域网：
 - 在一个封闭环境中彼此连接起来的一组计算机
- 以太网：
 - 使用总线型逻辑拓扑 和 载波监听多路访问/冲突检测（CSMA/CD）的差错监测和恢复技术的网络形式
- 环形逻辑拓扑
 - 发送权：空闲令牌
 - 节点有序（逻辑顺序）

媒体共享技术

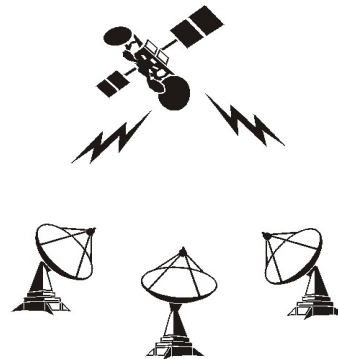
- 静态划分信道
 - 频分复用
 - 时分复用
 - 波分复用
 - 码分复用
- 动态媒体接入控制（多点接入）
 - 随机接入
 - 受控接入，如多点线路探询 (polling)，或轮询。



shared wire
(e.g. Ethernet)



shared wireless
(e.g. Wavelan)



satellite

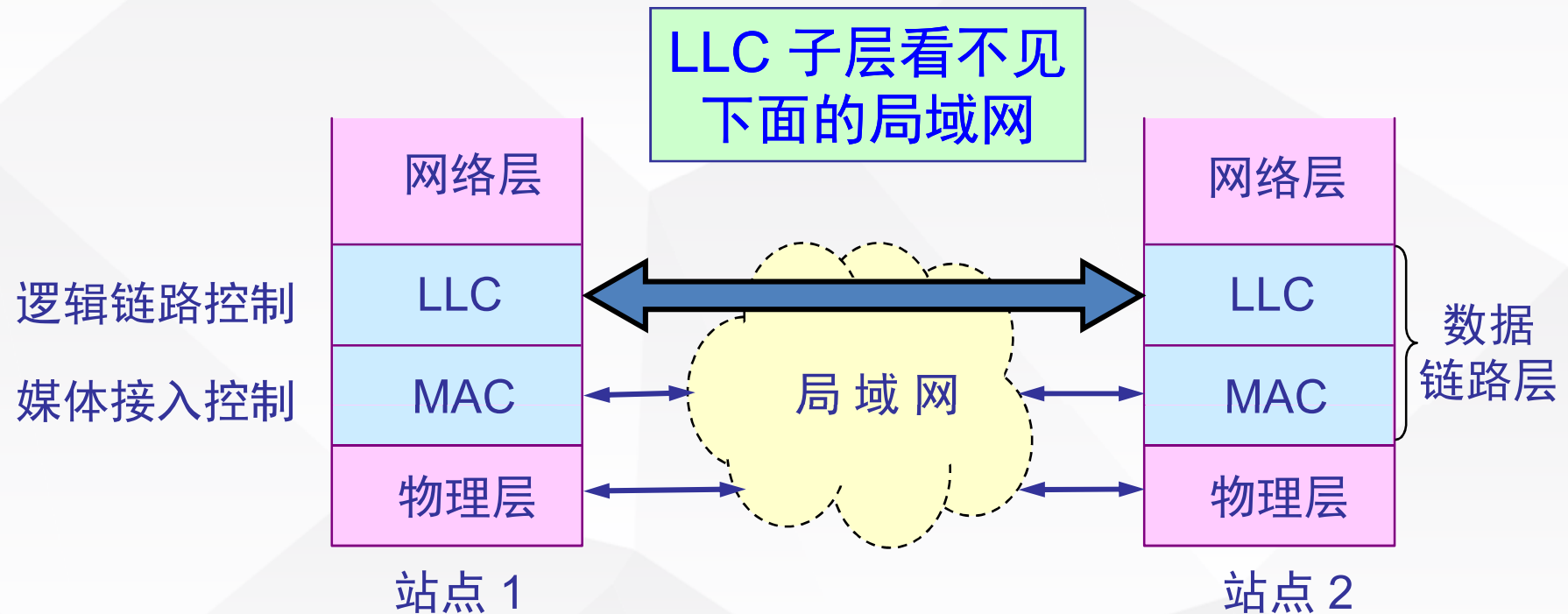


cocktail party

标准以太网 -- 随机接入

- 当结点有数据包要发送时
 - 按照信道最大传输率发送
 - 结点之间没有优先级等预设条件
- 两个或两个以上结点同时传输 → “collision”
- 随机接入媒体控制协议关键:
 - 如何探测冲突
 - 如何从冲突中恢复 (如重传)

局域网对 LLC 子层是透明的

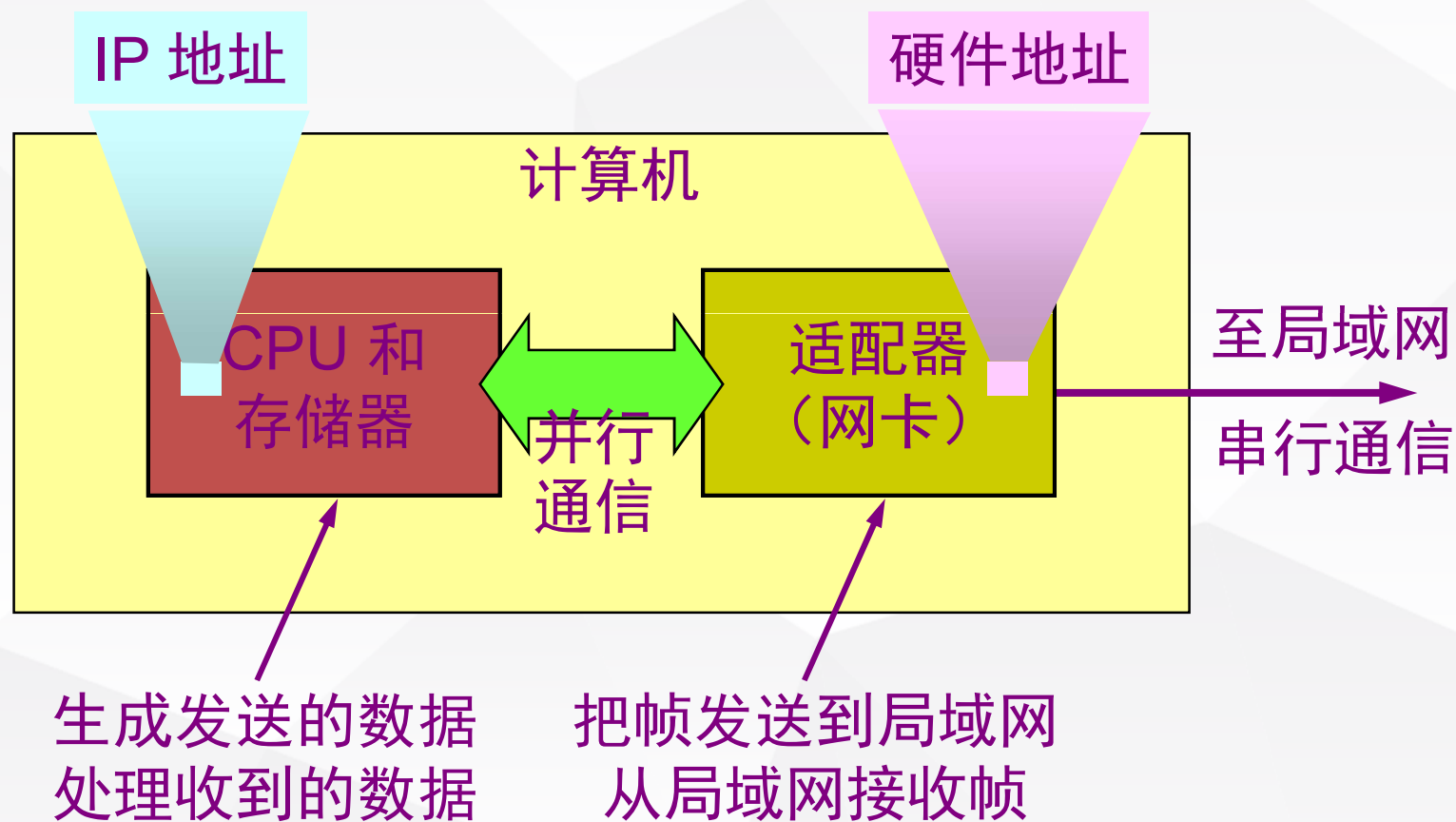


DIX Ethernet V2: 很多厂商生产的适配器上就仅装有 MAC 协议

2. 适配器的作用

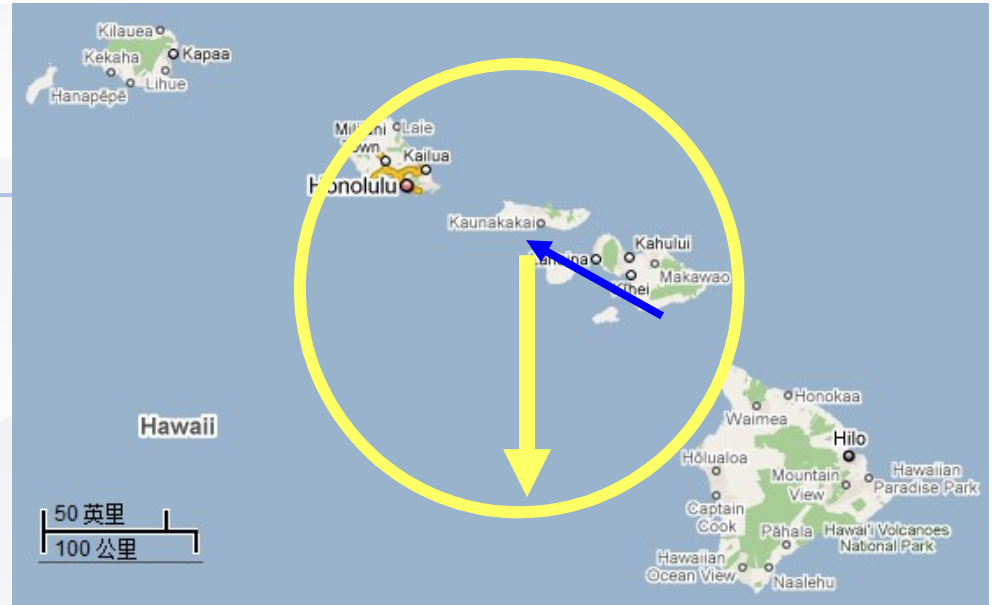
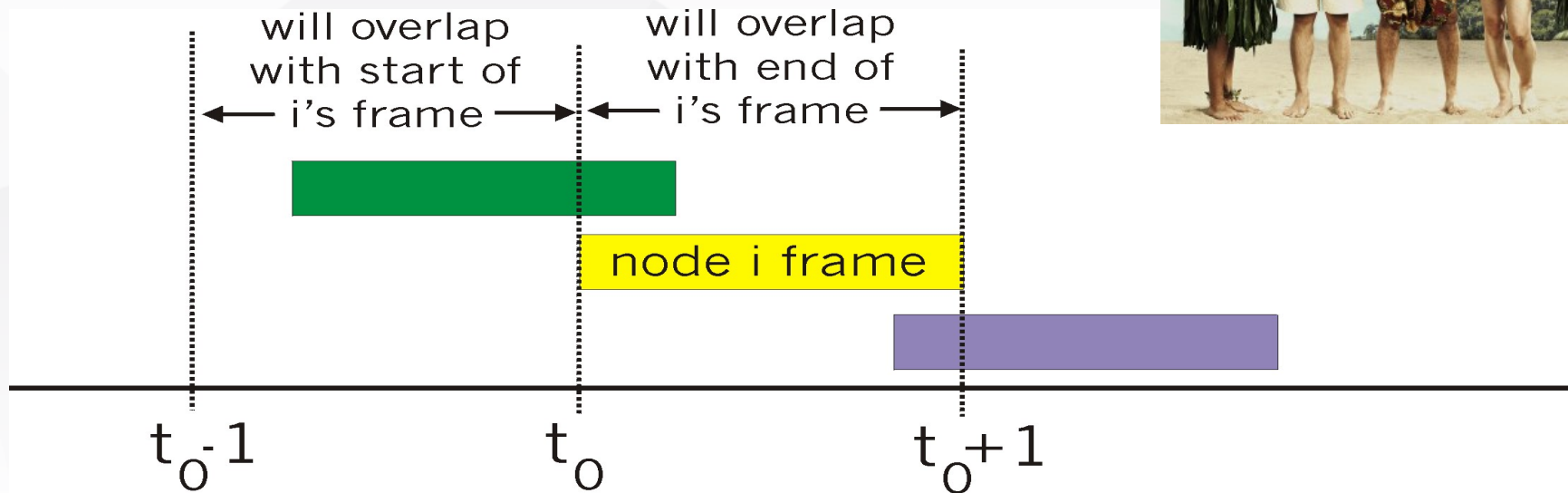
- 网络接口板又称为通信适配器(adapter)或网络接口卡 NIC (Network Interface Card) , 或“网卡”。
- 适配器的重要功能：
 - 进行串行/并行转换。
 - 对数据进行缓存。
 - 在计算机的操作系统安装设备驱动程序。
 - 实现以太网协议。

计算机通过适配器和局域网进行通信



ALOHA

- 有帧要发送
 - 立即传送
 - 冲突,间隔随机时间重发
- 冲突情况
 - 设帧长度相等
 - t_0 时刻, A站发送的帧
 - 其他站在 $[t_0-1, t_0+1]$ 发送的帧



ALOHA效率分析

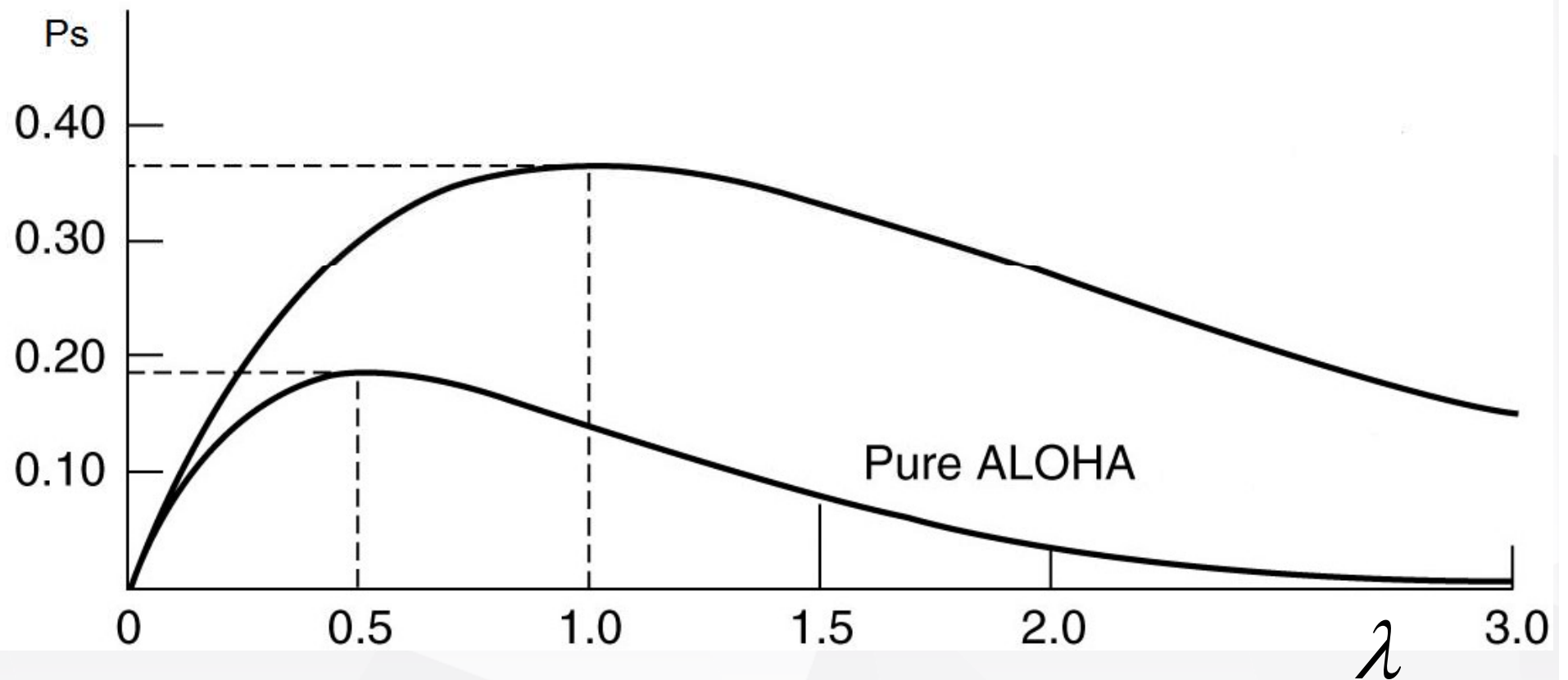
- 假设条件
 - 无限多站（有啥用？）
 - 一个帧时有 k 站发送数据的概率分布为均值为 G 的Poisson分布
 - 概率公式
 - $G > 1$ ，需求超过信道能力
 - $0 < G < 1$
- 定义
 - 成功发送：除当前节点外，两个帧时无其他节点发送
 - P_s :成功发送一帧的概率
- 分析目标
 - 网络吞吐率：一个帧时内发送的帧数 $S = GP_s$

$$P[k] = \frac{G^k e^{-G}}{k!}$$

ALOHA 效率分析续

- 1个帧时无帧发送的概率 $P_0 = e^{-G}$
- 成功发送概率
 - 2个帧时发送的平均帧数为 $2G$ $P_s = e^{-2G}$
 - 2个帧时无帧发送的概率为 $S = Ge^{-2G}$
- 吞吐率
- 最大化吞吐率的条件 $\hat{G} = \frac{1}{2} \quad \hat{S} = \frac{1}{2e} = 18.4\%$

ALOHA效率图



ALOHA特点

- 优点

- 仅有一个活跃节点时将以信道的最大数据率传送帧
- 完全分布式策略
- 简单

- 缺点

- 冲突将导致信道能力浪费
- 冲突后，重传之前信道可能存在的空闲时间
- 节点检测冲突可能不需要完整的一个帧时
- 最高18.4%的信道利用率

Slotted ALOHA

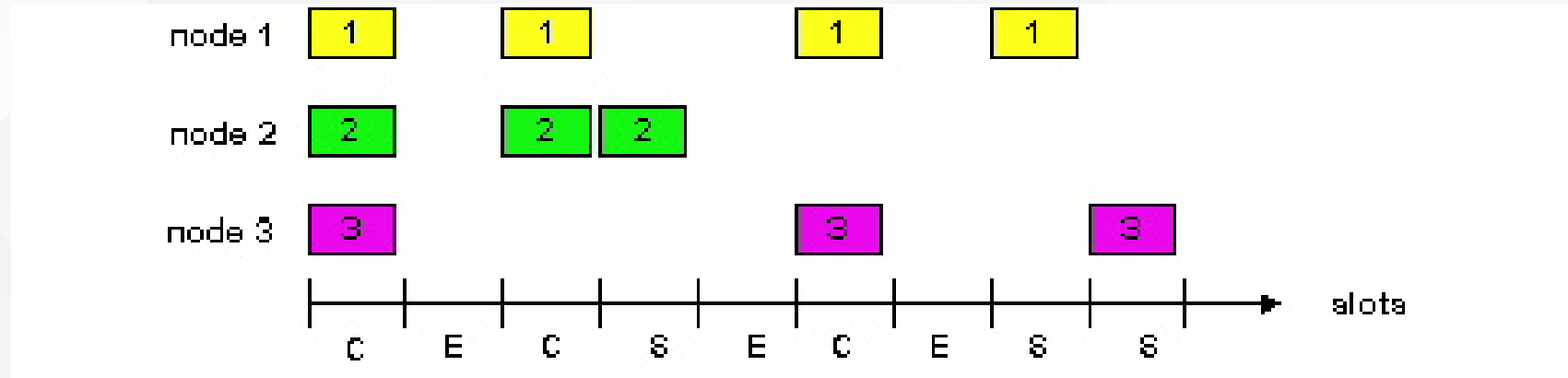
假设

- 时间划分为相等的时隙，每槽传送一帧
- 节点仅在每个时隙开始的时刻传送
- 所有节点的时钟同步
- 如果2个或2个以上的节点在同一时隙中传送帧，所有节点能检测到冲突

行为

- 当结点有新帧要传送，等待下一个时隙开始传送
- 无冲突，节点将完整传输一帧
- 有冲突，节点将在下一个时隙中以概率 p 重传失败的帧直到成功发送。

Slotted ALOHA



- 新的条件
 - 仅能在时隙开始时发送
 - 冲突区域: 1个帧时

- 最大化吞吐率

- 成功发送概率

$$P_s = e^{-G}$$

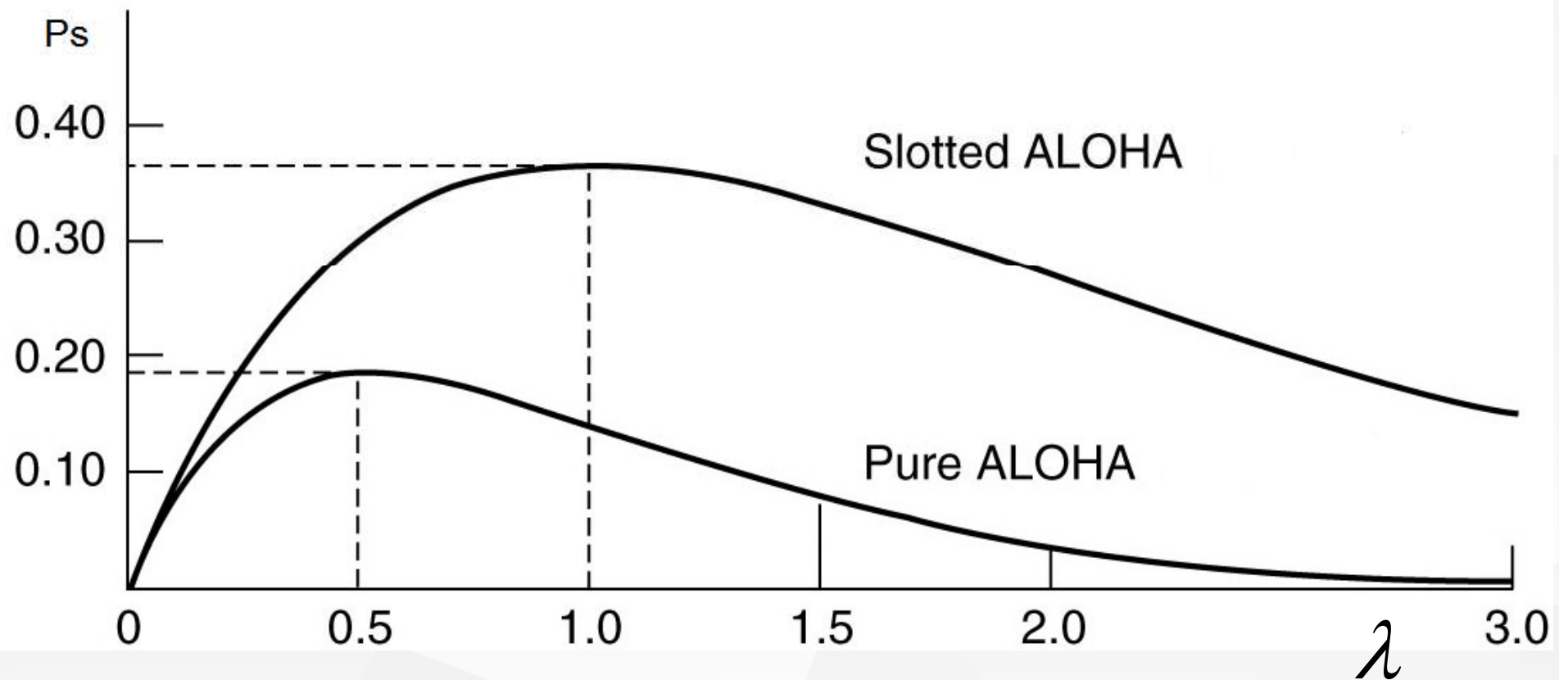
$$\hat{G} = 1$$

- 吞吐率

$$S = Ge^{-G}$$

$$\hat{S} = \frac{1}{e} = 36.8\%$$

ALOHA效率图



- 思考
- CSMA/CD 和频分、时分、码分复用的本质区别在哪里？哪种复用方式使用的范围最广？
- 为什么发现冲突还要进行人工干扰？