



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



计算机网络之探赜索隐

主讲人：李全龙

本讲主题

随机访问MAC协议（1）



随机访问MAC协议

- ❖ 当结点要发送分组时：
 - 利用信道全部数据速率 R 发送分组
 - 没有事先的结点间协调
- ❖ 两个或多个结点同时传输：→ “冲突”
- ❖ 随机访问MAC协议需要定义：
 - 如何检测冲突
 - 如何从冲突中恢复 (e.g., 通过延迟重传)
- ❖ 典型的随机访问MAC协议：
 - 时隙(slotted)ALOHA
 - ALOHA
 - CSMA、CSMA/CD、CSMA/CA



时隙ALOHA协议

假定:

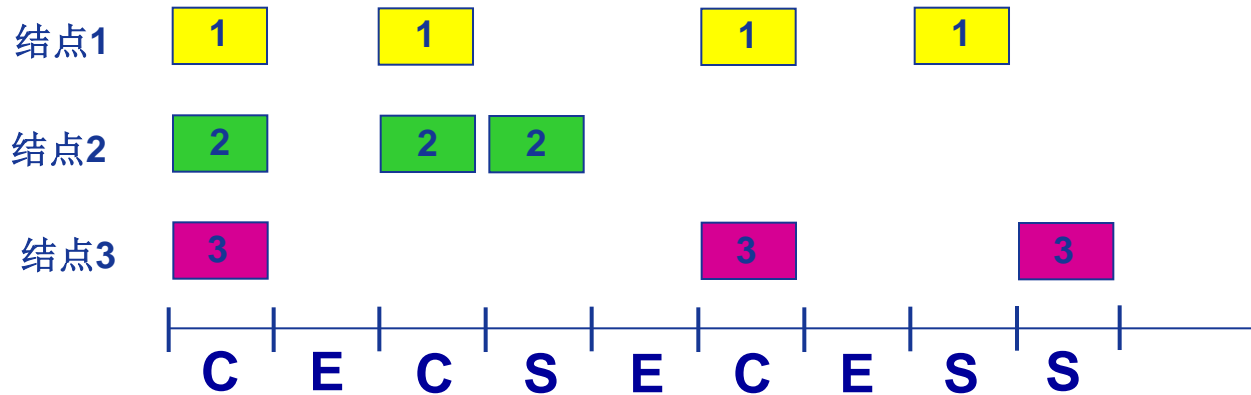
- ❖ 所有帧大小相同
- ❖ 时间被划分为等长的时隙(每个时隙可以传输1个帧)
- ❖ 结点只能在时隙开始时刻发送帧
- ❖ 结点间时钟同步
- ❖ 如果2个或2个以上结点在同一时隙发送帧, 结点即检测到冲突

运行:

- ❖ 当结点有新的帧时, 在下一个时隙(slot)发送
 - 如果无冲突: 该结点可以在下一个时隙继续发送新的帧
 - 如果冲突: 该结点在下一个时隙以概率 p 重传该帧, 直至成功



时隙ALOHA协议



优点:

- ❖ 单个结点活动时，可以连续以信道全部速率传输数据
- ❖ 高度分散化：只需同步时隙
- ❖ 简单

缺点:

- ❖ 冲突，浪费时隙
- ❖ 空闲时隙
- ❖ 结点也许能以远小于分组传输时间检测到冲突
- ❖ 时钟同步



时隙ALOHA协议

效率(efficiency): 长期运行时, 成功发送帧的时隙所占比例 (很多结点, 有很多帧待发送)

- ❖ 假设: N 个结点有很多帧待传输, 每个结点在每个时隙均以概率 p 发送数据
- ❖ 对于给定的一个结点, 在一个时隙将帧发送成功的概率 = $p(1-p)^{N-1}$
- ❖ 对于任意结点成功发送帧的概率 = $Np(1-p)^{N-1}$

- ❖ 最大效率: 求得使 $Np(1-p)^{N-1}$ 最大的 p^*
- ❖ 对于很多结点, 求 $Np^*(1-p^*)^{N-1}$ 当 N 趋近无穷时的极限, 可得:

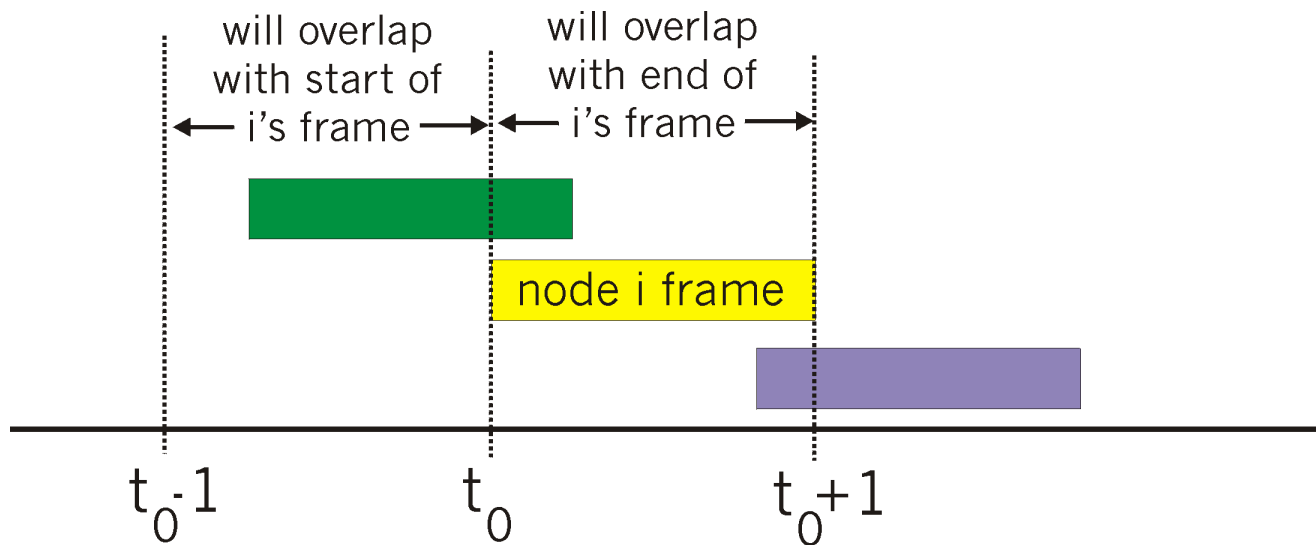
最大效率 = $1/e = 0.37$

最好情况: 信道被成功利用的时间仅占37%!



ALOHA协议

- ❖ 非时隙(纯)Aloha: 更加简单, 无需同步
- ❖ 当有新的帧生成时
 - 立即发送
- ❖ 冲突可能性增大:
 - 在 t_0 时刻发送帧, 会与在 $[t_0-1, t_0+1]$ 期间其他结点发送的帧冲突



ALOHA协议

$$\begin{aligned} P(\text{给定结点成功发送帧}) &= P(\text{该结点发送}) \cdot \\ &\quad P(\text{无其他结点在}[t_0-1, t_0]\text{期间发送帧}) \cdot \\ &\quad P(\text{无其他结点在}[t_0, t_0+1]\text{期间发送帧}) \\ &= p \cdot (1-p)^{N-1} \cdot (1-p)^{N-1} \\ &= p \cdot (1-p)^{2(N-1)} \\ &\dots \text{选取最优的 } p, \text{ 并令 } n \rightarrow \infty \\ &= 1/(2e) = 0.18 \end{aligned}$$

比时隙ALOHA协议更差!





哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



立足航天，服务国防，面向国民经济主战场

谢谢!