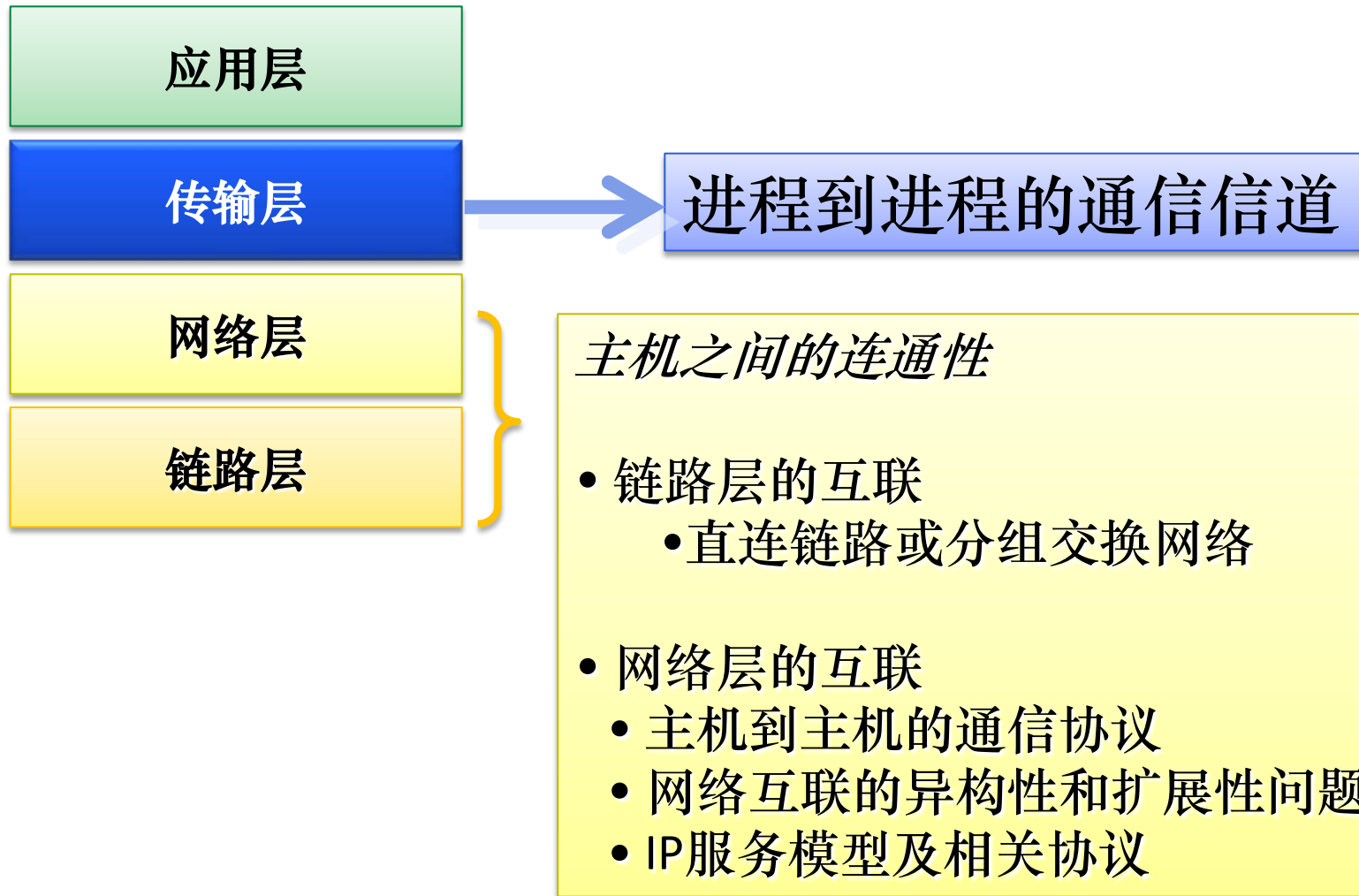
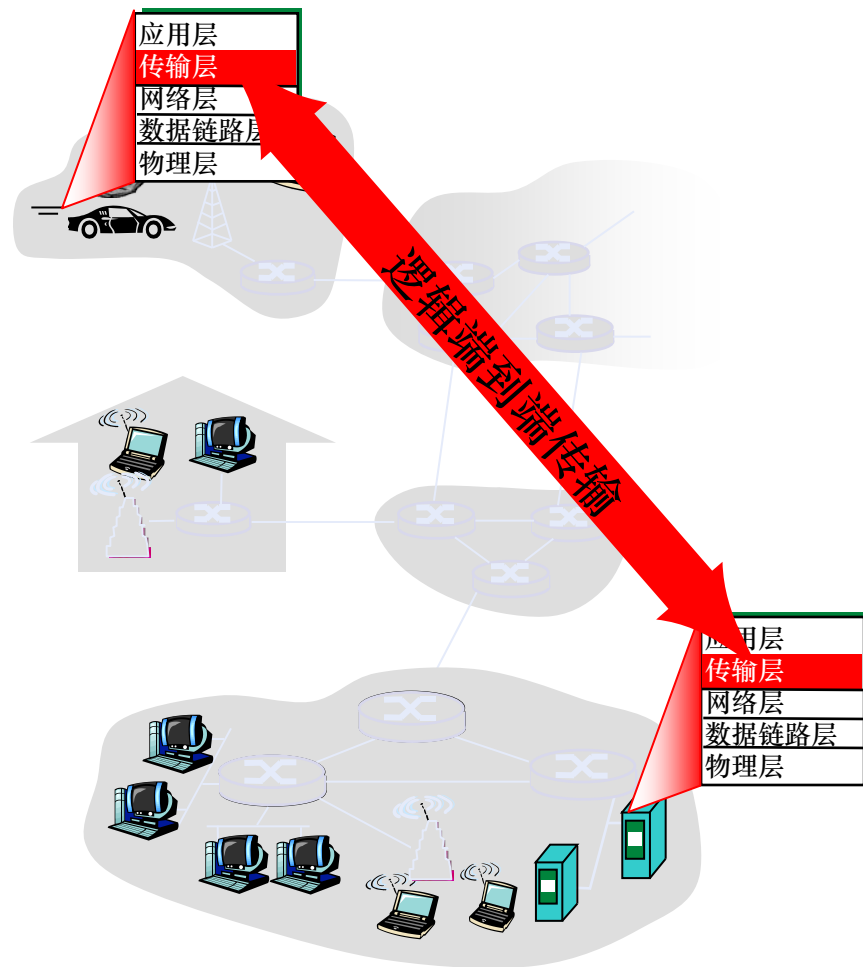


核心问题：进程间如何通信



传输服务和协议

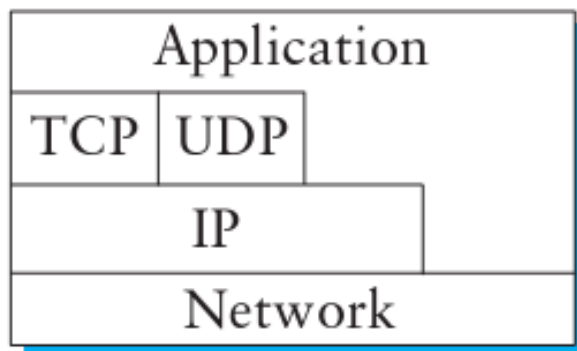
- 为不同主机上运行的应用进程间提供**逻辑连接**
- 在终端系统上运行的传输协议：
 - 发送方：把应用层消息划分成**报文段**，并传送给网络层
 - 接收方：将报文重组成消息，并传送给应用层
- 多个传输协议广泛应用：
 - Internet: **TCP** 和 UDP



UDP vs. TCP

● 用户数据报协议UDP

- 仅在IP基础上增加了一级解多路复用功能
- 面向报文
- 无连接，不存在连接建立时延
- 不保证消息的可靠传送
- 无流量控制
- 应用：DNS，多媒体业务

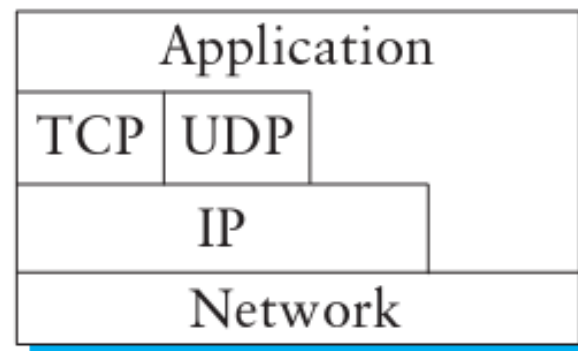


● 传输控制协议TCP

- 提供可靠的、有序的字节流服务
- 终端主机在数据交换之前需要建立连接
- 流量控制
 - 控制发送方的速率避免接收方过载
- 拥塞控制
 - 控制发送方速率避免网络过载

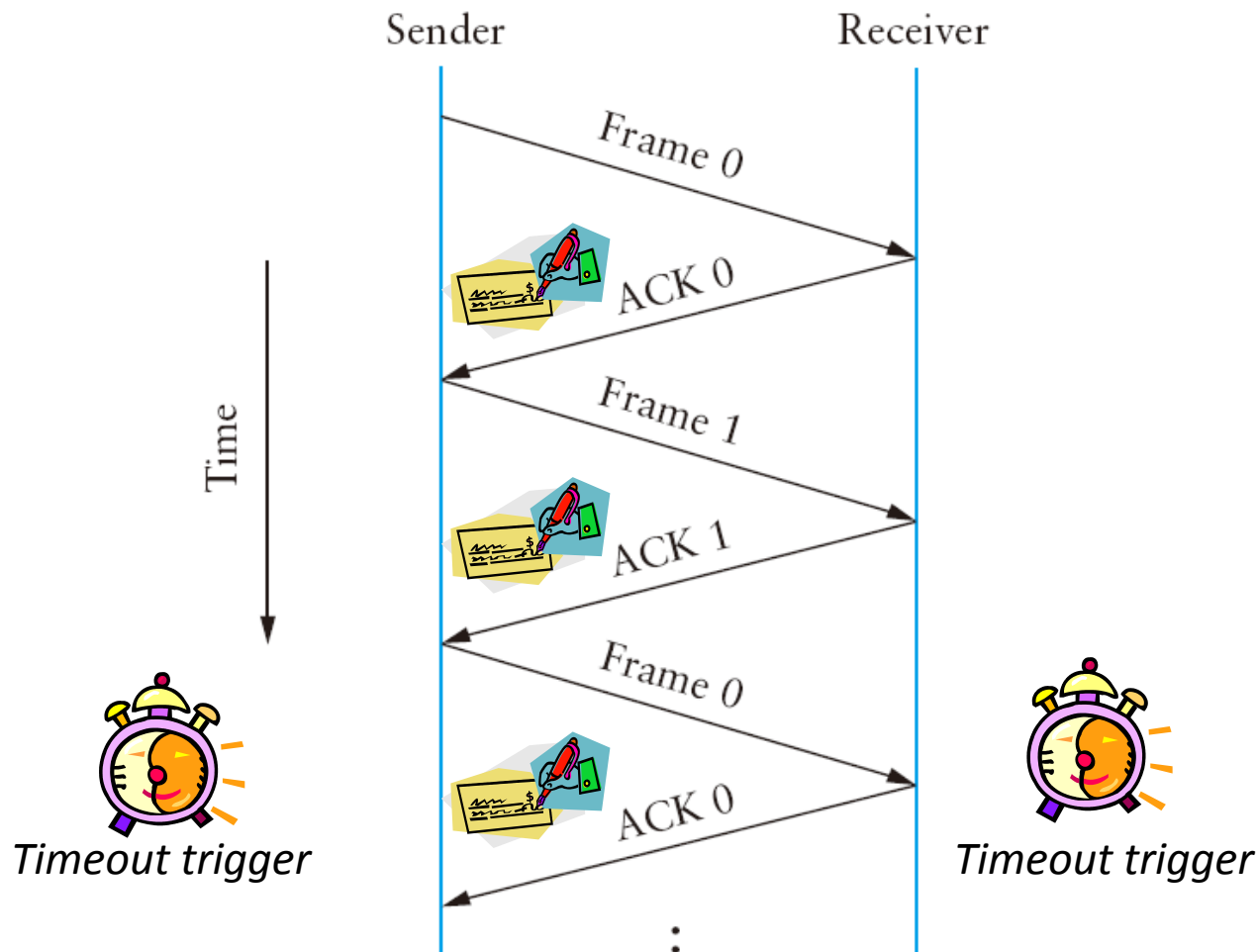
传输控制协议 (TCP)

- TCP/IP协议栈中两个传输层协议之一
 - UDP: 1980年实现
 - TCP最早于1974年实现
 - 1981年IPv4实现



- 向应用进程提供**可靠的字节流服务**

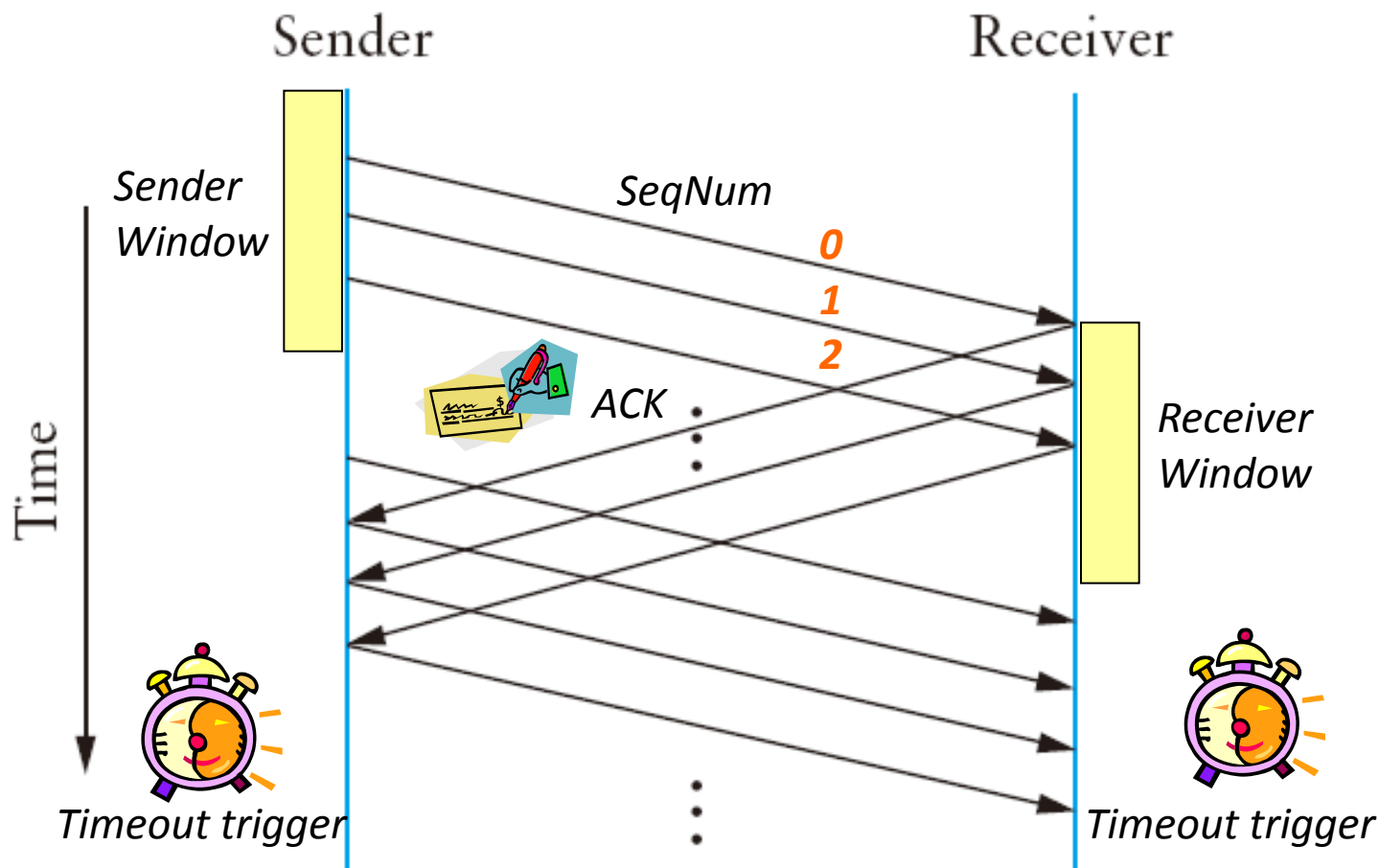
可靠通信回顾:最早的停止等待协议



提供可靠传输的两个基本机制:

- (1) ACK (确认)
- (2) 超时定时器

可靠通信回顾：滑动窗口算法



滑动窗口算法需要更多的组件：

(3) 发送窗口/接收窗口

(4) 数据帧序号SeqNum

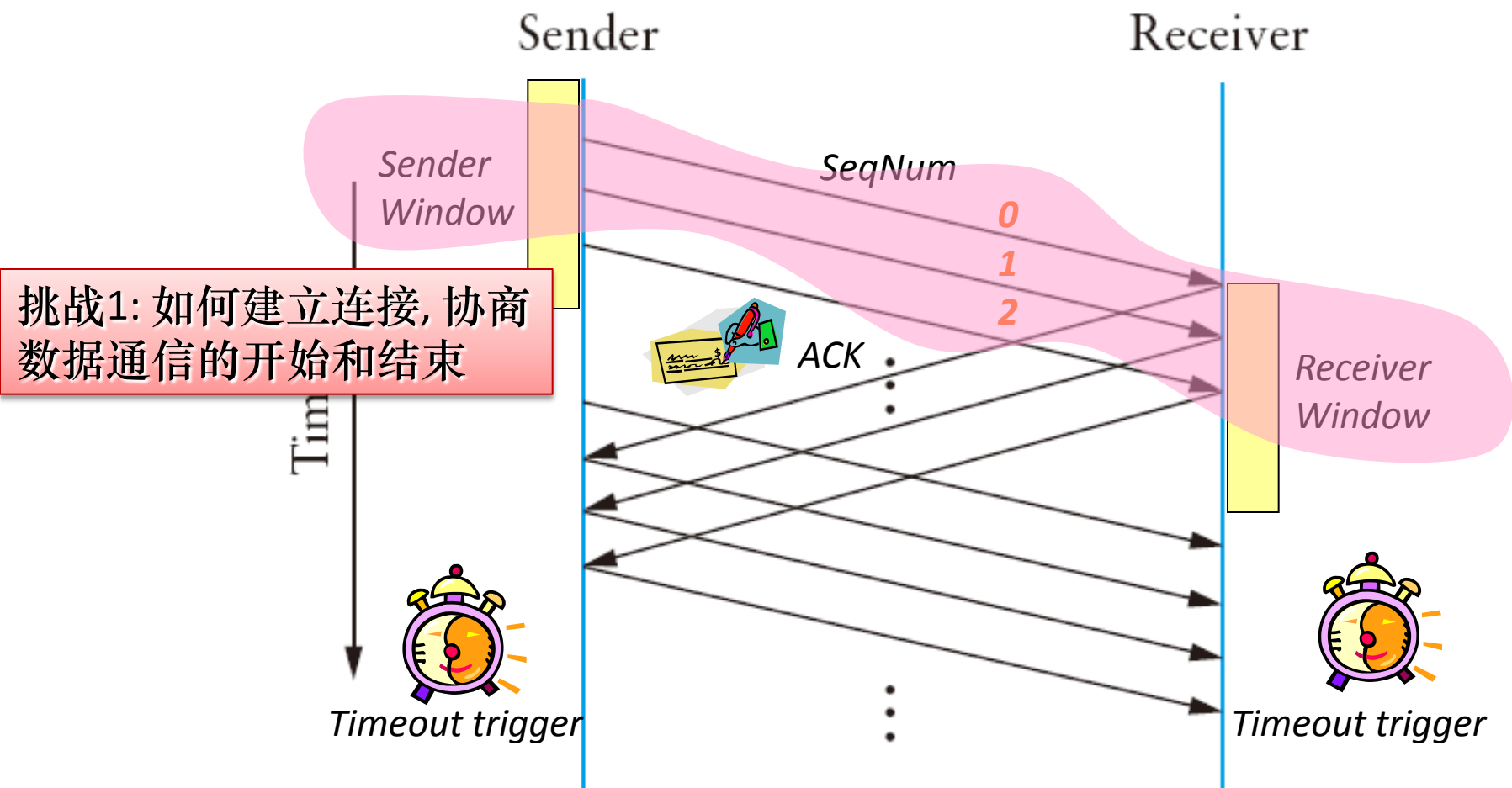


可靠传输服务

- 可靠传输服务的基本解决方法
 - ACK (确认)
 - 超时定时器
- 链路层
 - ARQ, 滑动窗口算法
- 传输层
 - 有什么区别?
 - TCP与底层提供了重复的服务?

TCP可靠传输面临的新挑战

背景: IP 为异构网络不同的主机间通信提供了不可靠的传输服务



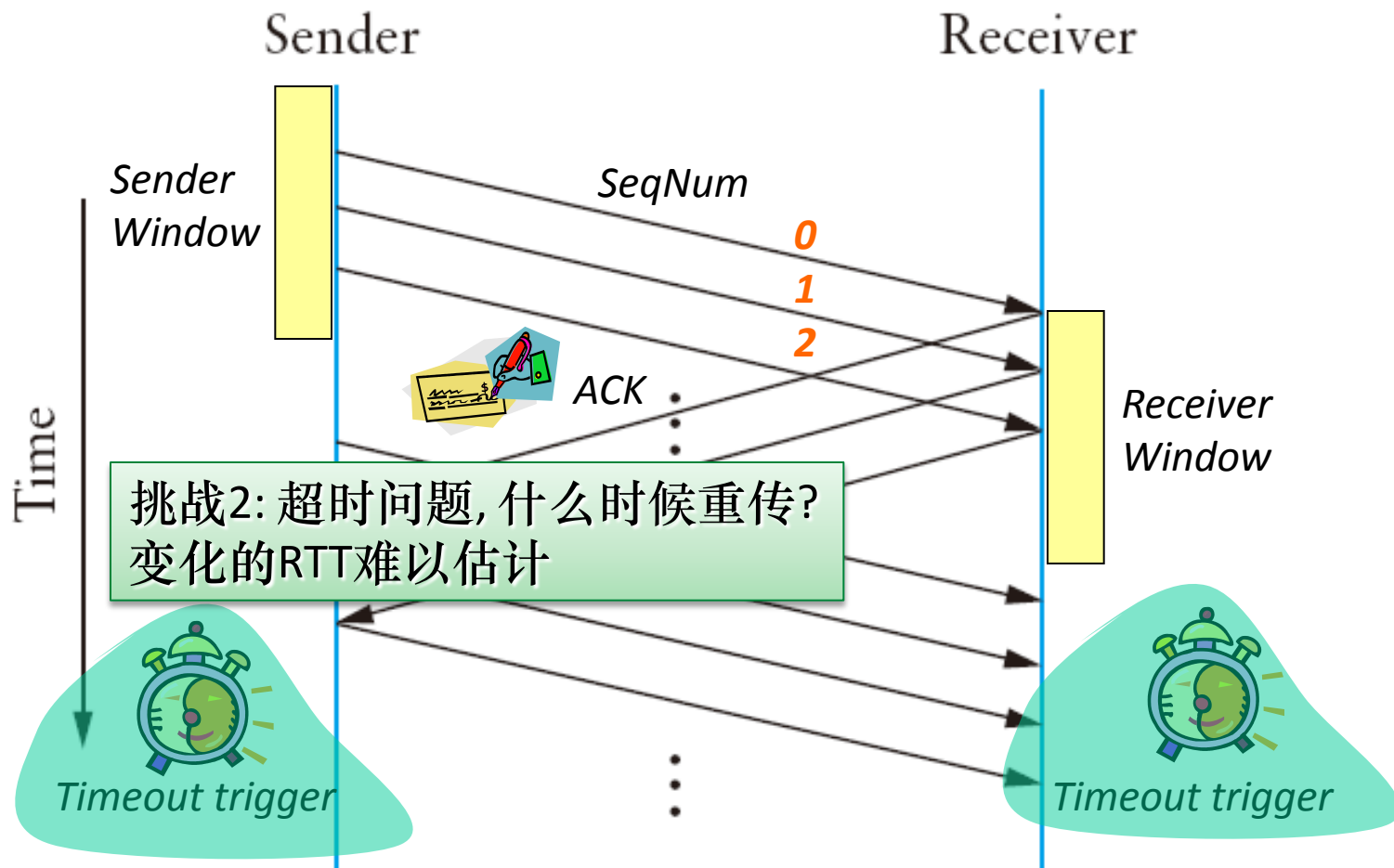


TCP面临的挑战 - 1

- 问题: 连接
 - 一个物理链路永远连接相同的两台主机, 不需要建立连接
 - TCP需要能够为运行在Internet上的任意两台主机上的进程提供逻辑连接
- 动机
 - TCP 需要**明确的建立连接**阶段
 - TCP 也有**明确的断开连接**阶段

TCP可靠传输面临的新挑战

背景: IP 为异构网络不同的主机间通信提供了不可靠的传输服务

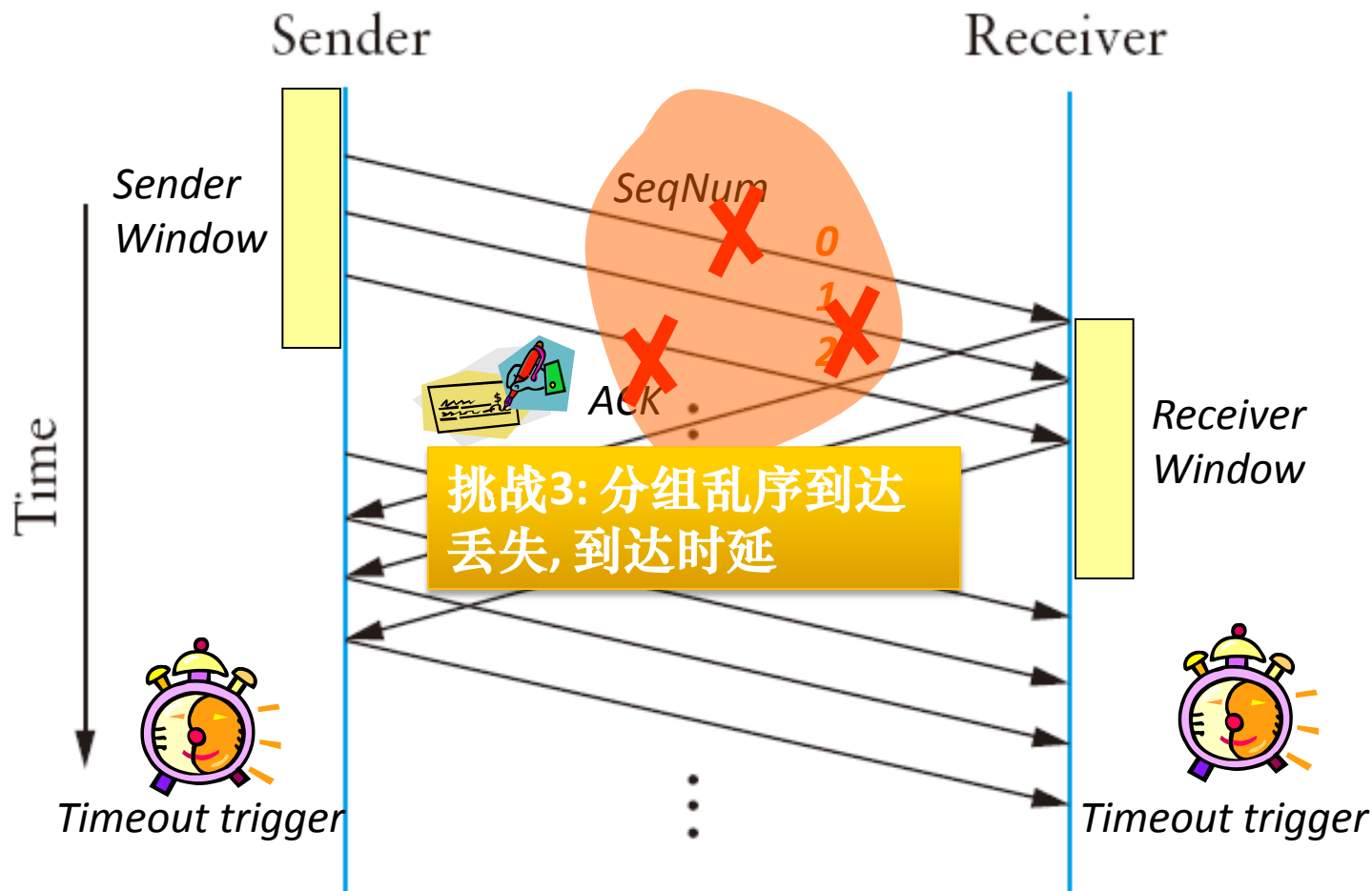


TCP面临的挑战 - 2

- 问题: 超时重传
 - 连接两台相同主机的物理链路通常具有固定的RTT
 - 连接很可能具有差异很大的往返实验
 - 不同的距离: San Francisco 到 Boston, RTT 100 ms, 同一个房间的两台主机, RTT 1 ms
 - RTT的变化: San Francisco 到 Boston, RTT 100 ms at 3 a.m., RTT 500 ms at 3 p.m.
- 动机
 - 滑动窗口算法中的超时重传机制必须具有**适应性**.

TCP可靠传输面临的新挑战

背景: IP 为异构网络不同的主机间通信提供了不可靠的传输服务

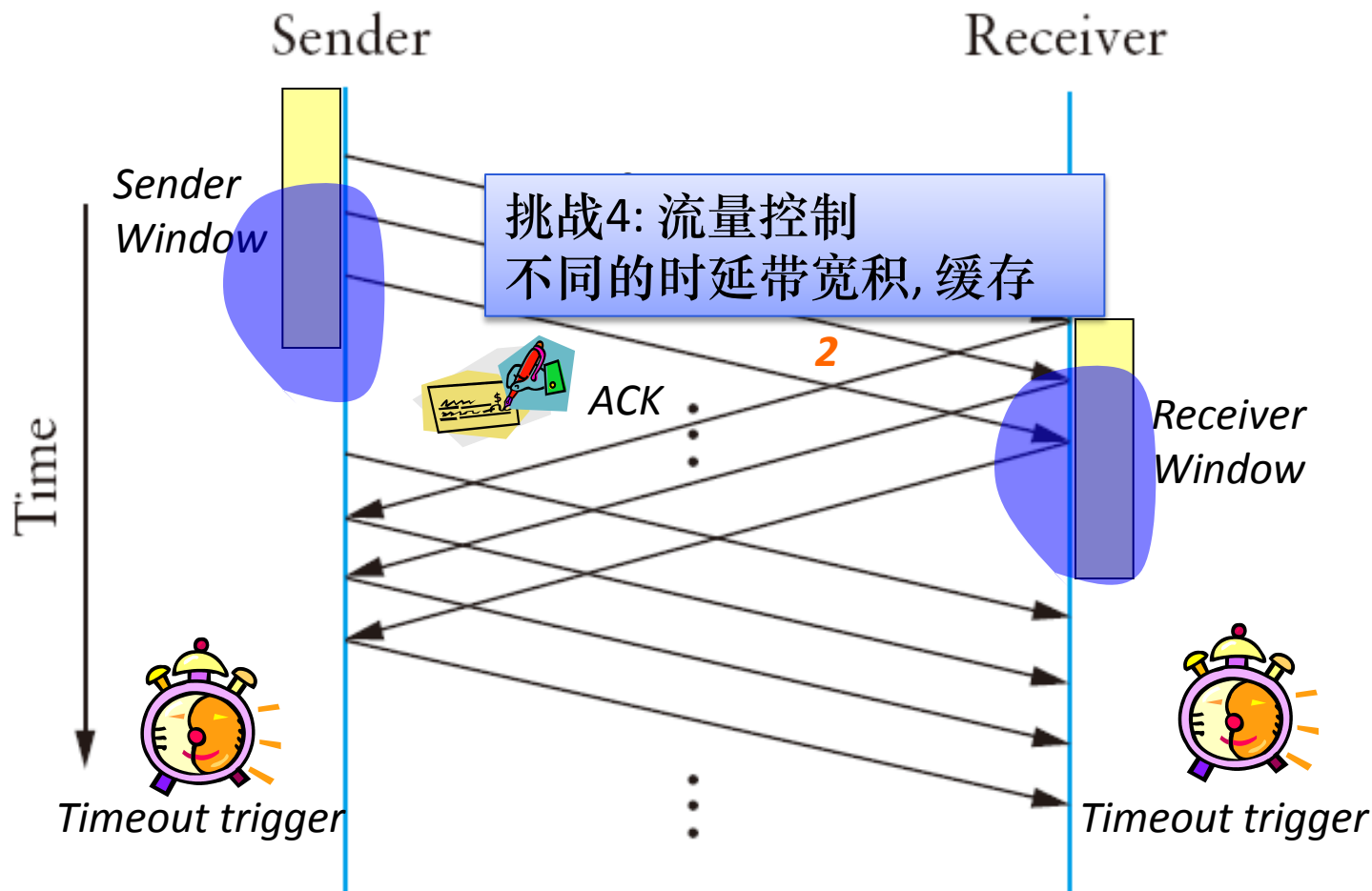


TCP面临的挑战 - 3

- 问题: 乱序到达
 - 点到点链路上不可能乱序到达
 - 在多跳的Internet环境中可能出现分组乱序达到
 - IP 在TTL过期后被丢弃
- 动机
 - TCP 假设每一个分组有一个最大的生存周期, **最大段生存期** (MSL), 当前协议的推荐值为120秒
 - TCP 不得不为很早以前就被发出的分组突然出现在接收方做准备, 这种分组可能会扰乱滑动窗口算法

TCP可靠传输面临的新挑战

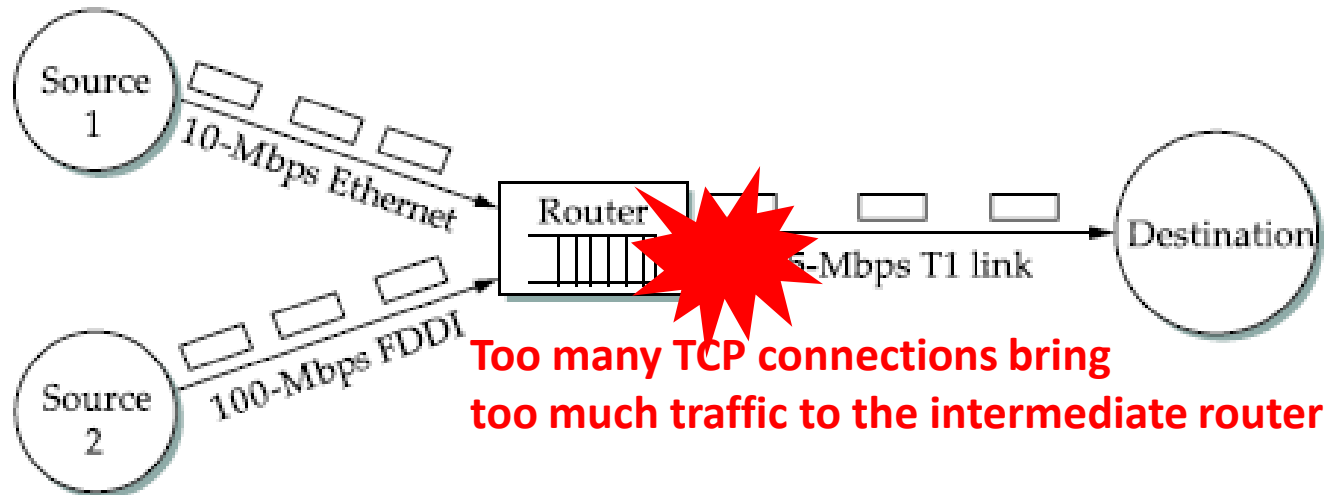
背景: IP 为异构网络不同的主机间通信提供了不可靠的传输服务



TCP面临的挑战 - 4

- 问题: 流量控制
 - 点到点链路的滑动窗口缓存大小设计为链路的时延带宽积
 - Internet传输的缓存大小设计非常困难
 - 时延带宽积未知
 - 可能有成百个TCP连接共享缓存
- 动机
 - TCP必须包含一种机制使得连接的每一端能够“了解”另一端由什么资源 (例如, 多少缓冲区空间) 用于连接. ==> 流量控制问题.

TCP可靠传输面临的新挑战



拥塞问题可以本地解决吗?



TCP面临的挑战 - 5

- 问题: 拥塞控制
 - 点到点链路中不存在拥塞问题
 - Interent可能出现拥塞现象
 - TCP连接的发送端并不知道经过什么链路传送到目的地
 - 很多不同源产生的数据可能从同一低速链路通过
- 动机
 - TCP必须提供拥塞控制算法



小结: TCP面临的挑战

- 与链路层提供的可靠传输相比, TCP面临的挑战
 - 连接
 - 超时重传
 - 乱序到达
 - 流量控制
 - 拥塞控制



TCP的连接建立与终止

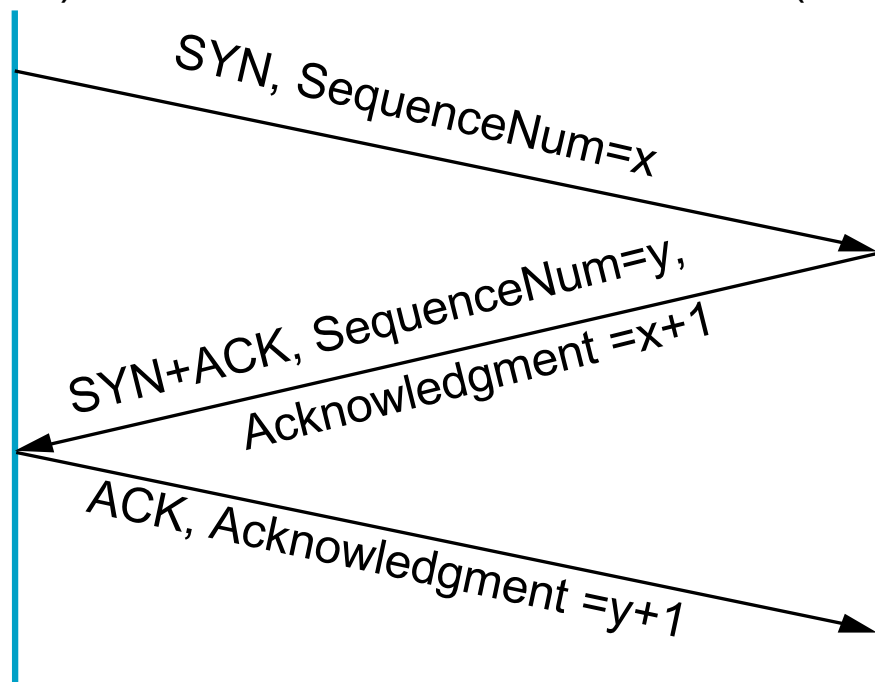
- 数据传输之前完成
- 基于三次握手
 - 客户端和服务端之间交换三次消息
 - 协商初始序号
- 初始的序号随机生成
 - Acknowledgment字段值一般比对端发送的序号大1

三次握手

- 客户端发送SYN给服务器
- 服务器回复SYN确认 (SYN+ACK)
- 客户端发送部分ACK确认服务器序号

Active participant
(client)

(server)



实验过程中注意观察
三次报文的结构

断开连接需要几次握手?

TCP超时重传

- 为了保证可靠的数据传送，如果在一定时限内没有收到ACK，TCP将重传报文段
- 挑战
 - 连接很可能具有差异很大的往返时延，难以估计
 - 问题：如何选择一个合适的超时值？
 - TCP使用 **自适应重传机制**
- 请在实验中观察TCP如何重传数据
 - TCP默认重传几次数据？



华中科技大学

电子信息与通信学院

School of Electronic Information and Communications

谢谢!

华中科技大学电信学院2016