

---

## 作业习题

共 8 道题，每题满分 5 分。同学们可以选作部分题或全部题，分数累加，但不超过满分 20 分

1. 根据 TCP/IP 协议参考模型可知，网络层采用 IP 协议，网络层以下是物理网。有人认为：物理网一定是二层以及下层的网络。你认为正确吗？举例支撑你得出的答案或结论。

不正确，任何可以承载三层数据包的传输，来为网络层提供数据交付的通信系统或网络，都可以作为物理网络。

如隧道技术，可将上层 IP 数据包封装在新的 IP 数据包中，将“IP+L2+L1”作为物理网；又如，实现一套自己的 L3 及以上协议运行在操作系统应用层，将整个 TCP 传输作为物理网承载自己的协议。

这样的模型使得物理网可以具备更灵活多样的组网和通信能力。

2. 对于共享信道的无线网络，设计协议应考虑哪些主要因素？适合采用何种协议交互方式？

应考虑如下因素：

（1）可靠性。无线信道的信道质量一般较差，会受到各种各样的干扰和快慢衰落，如：共信道干扰、邻道干扰、阴影效应、多普勒效应、远近效应等，因此设计的协议需要考虑如何保证通信可靠性。

（2）健壮性。无线信道环境复杂，容易遇到自然灾害或受到人为攻击导致某些节点瘫痪，有些场景（如战斗机群）需要考虑协议如何保证网络的健壮性，使之遭受轻微破坏也能保证网络基本通信功能。

（3）冲突避免。共享信道的无线网络为避免共享的通信间碰撞，应有正交域，如频分或时分；或者有相应的信道访问机制，如 CSMA/CD。

（4）安全性。无线网络信道是暴露的，比有线信道更容易遭到攻击，如窃听、仿冒、钓鱼攻击等。因此设计协议时需要考虑安全性。

（5）公平性。无线信道共享，则需要考虑多个连接如何分配信道资源，按需或公平，同时也影响网络效率、资源利用率。

（6）时延及抖动。无线通信利用无线电波承载信息，无线电波传播损耗与传播距离有关，远距离传播需要中继放大信号，可能会增加时延及时延抖动。如何保证稳定的、较低的延迟需求，也是协议设计需要考虑的因素。

综上所述，要保证可靠性，应有收发确认机制，适合采用有前期握手的带应答交互。如 WLAN 采用了“逐帧确认+超时重传”机制。WiFi 发送数据 PDU 的交互中，站点发送数据 PDU 前，需先发送一个 RTS 帧到对等实体上，等收到对等实体送回的 CTS 帧后再传输数据帧，对等实体正确接收后回应一个 ACK。

要实现冲突避免，可以借鉴 CSMA/CA 协议。

要应对多用户、多连接共享信道问题，可以借鉴 SCTP 协议。SCTP 可靠性、安全性高，支持多流传输，且多条流之间不会相互阻塞。

---

### 3. 简析长时延、低可靠信道的高性能协议交互方式？

需要根据场景和需求选择。

如果可靠性问题由高层解决（不要求“无丢失、无重复、无差错”），则可以选择无应答交互。因为在长时延、低可靠信道上保证可靠性代价太大，重传 PDU 耗时长、重传出错概率同样高，还牺牲了实时性。不如无应答只尽力交付，保证实时性。

如果需要保证可靠性，可以选择简单应答交互。对于质量不好的信道，可以将重传范围约束在局部链路，尽量少的牺牲传输效率。如宇宙空间中的深空通信，采用基于存储-转发的延时通信方式，不再追求高的数据传输速率，而尽可能提高数据的准确率。

进一步，通信行为是由信源、信道、信宿三个主体完成的，在信道条件实在很差的时候，我们不妨从信源、信宿上挖掘潜力，如数据压缩、信源编码、信道编码等，用信息论、编码技术减少需要传的数据量、增加可靠性。

### 4. 你认为多播通信是部署在端系统还是部署在网络上更合适，为什么？

多播部署在网络上更合适。

部署在网络上，则端系统发送一次报文，路由器从多端口转发（多播）；部署在端系统上，则端系统逐一单播发送报文（用单播实现多播）路由器逐一按单播转发。前者端系统负担重，后者路由器需要实现多端口转发的功能。

实现多播需要网络中多个节点的参与，让端系统去记录网络中节点的信息是不现实的，而且网络中节点可能会动态变化，端系统获知网络情况也有延迟。若多播只部署在端系统上，路由器上只能广播报文，网络会额外消耗大量资源。而部署在网络上，路由器可以识别多播报文、匹配多播组，大大节约网络资源；且只给对应的多播组转发报文，还可以避免恶意用户的监听，提高安全性。

所以多播理应由存储着节点信息的网络路由器来实现，即部署在网络上。

### 5. 子网 12.23.34.0 和 12.23.33.0 能否合并成超网？由此归纳出超网、子网、无类网地址编排的一般性规律。

不能构成超网。

子网一 34（十进制）的 8 位二进制换算为 00100010，子网二 33（十进制）的 8 位二进制换算为 00100001。转换后的 7、8 两位对应不同，因此不能合并成超网。

超网地址：< Supernet id, Host id>。其中 Supernet id 是由多个连续 Net id 聚合成的，且聚合的个数必须是 2 的乘方。网络前缀越短，其地址块包含的地址数就越多。

子网地址：< Net id, Subnet id, Host id>。从二级结构 Host id 中分出一位或数位作为 Subnet id，形成三级结构。从大网分出多个小网。

无类网地址：< Net id, Host id>。前缀指明网络，不再受限于 A 类、B 类、C 类地址以及子网划分时对应的网络号，长度 n 取决于地址大小（ $n=1\sim32$ ）；后缀指明主机，长度  $32-n$ ，表明主机 IP 地址个数。

---

6. 一个网络接口上可以有多个 IP 地址。什么情况下需要？请至少给出两种场景的示意图。

可以，这项技术应指 IP 别名（IP aliasing）。

IP 别名可以用来在同一个物理接口上配置多个网络地址（仅 IPv4）。应用场景例如：

让一台服务器使用三个不同的 IP 地址，同时充当网关、DHCP 和 DNS；

用一台服务器取代三个不同的硬件设备，以减少管理开销；

把一个物理接口的计算机放在两个不同的逻辑网络子网中。

7. 为什么 OSPF 协议采用 IP 承载其路由信息？能否使用 UDP 或 TCP 来承载？为什么？

OSPF 协议采用 IP 承载路由信息的原因：OSPF 的主从协商过程包含了对路由更新报文的隐式确认，即 OSPF 的路由信息扩散是一种可靠的洪泛，保证了可靠性，因此不需要 TCP（避免消耗额外资源做多余的可靠性保证）；同时，路由信息属于短消息，用不到分片等传输层功能，因此用 IP 承载足够满足需求。

一般情况下，不采用 TCP、UDP 承载的原因同上述分析：OSPF 已有可靠性保证，TCP 的确认重传、拥塞控制会消耗大量额外资源；报文小，不需要 UDP 的传输层功能，省去封装 UDP 这一步而直接用 IP 承载。但如果场景特殊，需要传输层的某些功能，且资源不受限、可以承担额外开销的情况下，也可以使用 UDP 或 TCP 承载，毕竟理论上，能够满足 OSPF 协议的需求将报文送至目的地的，都可以作为服务提供者，而不严格约束服务的具体实现。