

CS144 计算机网络导论

期中考试 — 2021年11月3日 (周三) — 答案

本考试共7道题，总分56分。

你有90分钟完成。

I 分层与抽象

1. [6分]:

以下哪些是幂等操作? 选择所有适用的选项。

答案: A, C, D, F

解释: 我们认为一个操作是幂等的, 如果执行一次与执行 n 次 ($n > 1$) 不会产生不同的结果。注意, 这包括可能在连续执行时产生不同结果的操作, 只要结果的差异与操作被多次执行无关。

关于(a)的一些说明:

有些同学认为(a)不是幂等的, 因为网站的IP地址可能会改变。我们认为, 如果网站的IP地址改变了, 这与客户端进行了多少次DNS请求无关。换句话说, 读取变量的值是幂等的, 即使该变量是可变的且其他人可能会改变它。

有些同学认为(a)不是幂等的因为缓存——如果请求一次, 响应可能被缓存。这有点棘手, 但我们最终认为缓存是实现的一部分, 但不影响我们所问的特定操作的结果, 即"执行DNS请求以查找与域名对应的IP地址"。

2. [6分]:

你的计算机通过以太网连接发送DNS请求。

(a) 以太网帧载荷的第一个字节中包含什么信息?

答案: D UDP源端口

(b) IP头部的协议字段中是什么数字?

答案: A 17 (UDP)

(c) 从最外层到最内层观察到什么头部?

答案: Ethernet (或其他链路层)、IP、UDP、DNS

备注:

(a) 注意以太网帧的"载荷"是封装在以太网帧中的数据——包括后续头部。

(b) 查看IPv4头部中的字段可能会有帮助。注意协议字段指定IP头部之后下一个封装头部的协议。

(c) 我们也接受TCP作为传输层协议, 因为DNS可以在TCP之上实现。

3. [2分]:

"TCP over UDP"方案谁是对的?

答案: A 同事A

解释: 关于这一点需要考虑的是: TCP通常在IP之上运行。IP可靠吗? TCP如何在不可靠的协议之上提供可靠性?

有趣的事实: 一个名为QUIC的HTTP协议实际上(某种程度上)就是在UDP之上运行TCP! 它们实现自定义的、类似TCP的可靠性保证, 然后在发送之前将数据包封装在UDP头部中。

4. [4分]:

当TCP段到达时, 操作系统如何确定将其交付给哪个应用程序?

答案: 满分答案将讨论TCP头部中"端口"字段的作用, 操作系统可以将其与套接字关联, 以便在一台机器上运行的多个不同服务或应用程序上接收流量。

这是一种"多路复用"的形式, 这是一个花哨的技术术语, 意思是共享资源。(在这种情况下, 多个程序可以共享一个本地IP地址, 只要它们可以创建不同的套接字地址, 例如通过分配不同的本地TCP端口)。

一个出色的答案可能会利用后续课程内容更加精确: 操作系统将已连接的客户端TCP套接字与本地 (TCP端口, IP地址) 对和远程 (TCP端口, IP地址) 对关联, 然后通过检查这些字段来区分传入的TCP段。

II 路由

5. [8分]:

(a) 哪对路由器之间的最短路径最长?

答案: A, G

(b) 这条路径的成本是多少?

答案: 24

(c) 应删除哪些边来创建以路由器C为根的最短路径生成树?

答案: E B-D 和 G-H

(d) 使用Bellman-Ford算法的简化形式, 需要多少步?

答案: 5

III 公平排队

6. [12分]:

(a) 每个流的吞吐量将是多少?

答案: A: 15 Mbit/s, B: 5 Mbit/s, C: 5 Mbit/s

(b) 系统的总吞吐量是多少?

答案: 25 Mbit/s

(c) 每个流和系统的有效吞吐量是多少?

答案: 与上述相同

(d) 这个系统的结果是什么类型的资源分配或公平性?

答案: max-min公平性

(e) 解释为什么每个流的吞吐量会收敛到这种类型的公平性

答案: 在瓶颈路由器处, 每个流的缓冲区将开始累积。但是, 一旦这变得足够大 (W -BDP), 发送方将仅在收到ACK时发送额外的数据包, ACK将以瓶颈吞吐量接收。鉴于此以及每个路由器实现轮循排队, 最差流的吞吐量将被最大化 (因为瓶颈链路处的所有流获得链路的平等份额)。因此, 该系统收敛到max-min公平性。

IV 分组交换与AIMD

7. [18分]:

(a) 总延迟有哪些组成部分?

答案: 传播/传输延迟、序列化或分组化延迟、排队延迟。

(b) 大小为 p 的数据包从节点1到节点2的总单向延迟是多少?

答案: $p/r_1 + p/r_2 + l_1/c_1 + l_2/c_2$

(c) 交换机缓冲区始终有 b 个数据包时的总延迟是多少?

答案: $p/r_1 + p/r_2 + l_1/c_1 + l_2/c_2 + (b*p)/r_2$, 假设缓冲区中的数据包大小都是 p 。

(d) 节点1和节点2之间的最大可能吞吐量是多少?

答案: r_2

(e) 最小往返时间 (MinRTT) 是多少?

答案: $(2*(l_1/c_1 + l_2/c_2) + p/r_1 + p/r_2)$ (分组化延迟不加倍) 或 $2*(l_1/c_1 + l_2/c_2 + p/r_1 + p/r_2)$ (分组化延迟加倍)。

(f) W_{min} 和 W_{max} 之间有什么关系?

答案: $C W_{min} = W_{max} / 2$

(g) 最佳缓冲区大小是多少?

答案: $1 \text{ BDP} = r_2 * 2 * (p/r_1 + p/r_2 + l_1/c_1 + l_2/c_2)$

(h) 如果 l_1 增加, W_{min} 和 W_{max} 会发生什么变化?

答案: D 都增加

(i) 为什么?

答案: 增加链路1的长度会增加链路1上的延迟, 这导致数据包跨拓扑的最小RTT增加, 从而导致BDP增加。当链路完全利用时, W_{max} 为2BDP, W_{min} 为1BDP。