

习 题

1. 你已经在两个中世纪的城堡之间建立了一个通信信道:让一只受训练的渡鸦重复地从发送城堡携带一个卷轴到达 160km 外的接收城堡。渡鸦飞行的平均速度是 40km/h,每次只能携带一个卷轴。每个卷轴包含 1.8TB 数据。请分别计算在以下 3 种情况下这一信道的数据速率:①要发送 1.8TB 数据;②要发送 3.6TB 数据;③要发送无限的数据流。

2. 作为物联网的一部分,每天都有越来越多的设备连接到计算机网络中。其中一项用途是 IoT,它使人们更加容易地监视他们的财产和工具使用情况。但是任何技术都既可以用于好的一面,也可以用于坏的一面。请讨论这一技术的缺点。

3. 无线网络已经在用户数量上超过了有线网络,尽管它们通常提供的带宽更小一些。请给出两个理由说明为什么会这样。

4. 小型公司通常不再购买硬件,而是将其应用托管在数据中心。请分别从公司的角度和公司用户的角度讨论这种做法的优势和劣势。

5. LAN 的一个替代方案是简单地采用一个大型分时系统,通过终端为用户提供服务。试给出使用 LAN 的客户-服务器系统的两个好处。

6. 客户-服务器系统的性能受到两个主要网络特征的严重影响:网络的带宽(即网络每秒可以传输多少位数据)和延迟(即将第一个数据位从客户传送到服务器需要多少秒)。请给出一个网络的例子,它具有高带宽,但也有高延迟;然后再给出另一个网络的例子,它具有低带宽和低延迟。

7. 在存储-转发数据包交换系统中,衡量延迟的一个因素是数据包在交换机上存储和转发需要多长时间。假设在一个客户-服务器系统中,客户在纽约而服务器在加州,如果交换时间为 $20\mu\text{s}$,交换时间是否会成为该系统响应延迟的一个主要因素?假设信号在铜线和光纤中的传播速度是真空光速的 $2/3$ 。

8. 一个服务器通过卫星给客户发送数据包。这些数据包在到达目的地以前必须经过一个或多个卫星。这些卫星使用了存储-交换数据包交换模型,交换时间为 $100\mu\text{s}$ 。如果数据包传输的总距离为 29 700km,那么,若 1% 的延迟是由数据包交换引发的,数据包必须经过多少个卫星?

9. 一个客户-服务器系统使用了卫星网络,卫星高度为 40 000km。在响应一个请求时,最佳情形下的延迟是多少?

10. 一个信号以 $2/3$ 的光速进行传播,经过 100ms 到达目的地。该信号传播了多远?

11. 现在几乎每个人都有一台家庭计算机或者移动设备连接到计算机网络,于是,对重要的未决案件进行即时公民投票已经成为可能了。最终,现在的立法机关都可以撤销了,从而让人民直接表达他们的意愿。这种直接民主的正面影响是非常显然的,请讨论可能产生的负面影响。

12. 5 台路由器通过一个点到点子网连接在一起。网络设计者可以为每一对路由器设置一条高速线路、中速线路、低速线路或根本不设置线路。如果计算机需要 50ms 生成并遍历每个网络拓扑,它需要多长时间才能遍历所有的网络拓扑?

13. 共 $2^n - 1$ 台路由器按照中心化的二叉树相互连接, 每个树节点一台路由器。路由器 i 通过向二叉树的根节点发送消息与路由器 j 进行通信, 由根节点将消息向下发送到 j 。假设所有的路由器都是等可能的, 对于足够大的 n , 请推导出每条消息要经过的跳数平均值的近似表达式。

14. 广播式子网的一个缺点是当多台主机同时企图访问信道时会造成容量浪费。考虑一个简单的例子, 假设时间被分成了离散的时间槽, 共有 n 台主机; 在每个时间槽内, 每台主机企图访问信道的概率为 p 。由于冲突而被浪费的时间槽比例是多少?

15. 在计算机网络和其他的复杂系统中, 它们的组件之间有大量的交互, 因此通常难以很高的置信度预测是否或者何时发生不好的事情。计算机网络的设计目标是如何充分考虑这一点的?

16. 链路层、网络层、传输层每一层都必须在有效载荷中加入源和目标信息, 请解释这是为什么。

17. 请将链路层、网络层、传输层与每一层向上面的层提供的保证进行匹配。

保 证	层
尽力传递	网络层
可靠传递	传输层
按序传递	传输层
字节流抽象	传输层
点到点链路抽象	链路层

18. 每一个网络层都通过接口与它下面的层打交道。对于下面的每一个函数, 请指出它属于哪一个接口。

函 数	接 口
send_bits_over_link(bits)	
send_bytes_to_process(dst, sec, bytes)	
send_bytes_over_link(dst, sec, bytes)	
send_bytes_to_machine(dst, sec, bytes)	

19. 假定两个网络端点的往返时间是 100ms, 每次往返发送方传输 5 个数据包。假定数据包的大小为 1500B, 那么, 对于上述往返时间, 发送方的传输速率是多少? 请以字节每秒 (B/s) 为单位给出答案。

20. Specialty Paint 公司的总裁打算与一个本地的啤酒酿造商合作生产一种无形啤酒罐(作为防止乱扔垃圾的一种措施)。总裁让公司的法律部门调研此事, 后者又请工程部帮忙。结果总工程师打电话给啤酒酿造公司讨论该项目的技术问题。工程师又各自向公司的法律部门作了汇报。然后, 法律部门通过电话安排了有关的法律方面的事宜。最后, 两位公司总裁讨论了这次合作在经济方面的问题。这个通信机制违反了 OSI 模型意义上的哪个多层协议原则?

21. 两个网络都可以提供可靠的、面向连接的服务。其中一个提供可靠的字节流, 另一个提供可靠的消息流。这两者是否相同? 如果你认为这两者相同, 为什么要有这样的区别?

如果不相同,请给出一个例子说明它们如何不同。

22. 在讨论网络协议的时候,“协商”意味着什么? 请给出一个例子。

23. 图 1-31 显示了一个服务。该图是否还隐含着其他的服 务? 如果有,在哪里? 如果没有,说明为什么没有。

24. 在有些网络中,数据链路层处理传输错误的做法是请求发送方重传被损坏的帧。如果一帧被损坏的概率为 p ,发送一帧需要的平均传输次数是多少? 假设确认帧永远不会丢失。

25. OSI 模型和 TCP/IP 模型中哪些层负责处理下面的事项?

(a) 将要传输的比特流分割成帧。

(b) 确定子网使用哪一条路径。

26. 如果数据链路层上交换的数据单元称为帧,网络层上交换的数据单元称为数据包,那么,是帧封装了数据包,还是数据包封装了帧? 请解释你的答案。

27. 请考虑一个 6 层协议的层次结构,其中第 1 层是最低层,第 6 层是最高层。一个应用程序发送消息 M ,将它传递给第 6 层。所有的偶数层都在其有效载荷中附加一个尾,所有的奇数层都在其有效载荷中附加一个头。请按照在网络上的发送顺序依次画出头、尾和原始消息 M 。

28. 一个系统具有 n 层协议的层次结构。应用层产生长度为 M 字节的消息,在每一层加上长度为 h 字节的头。头所占的网络带宽比例是多少?

29. 请举出一个设备同时连接到两个网络的 5 个例子,解释为什么这是有用的。

30. 图 1-12(b)中的子网被设计用来对抗核战争。需要多少颗炸弹才能将这些节点炸成两个互不相连的集合? 假设任何一颗炸弹都可以摧毁一个节点以及所有与它相连的链路。

31. Internet 的规模差不多每隔 18 个月翻一番。虽然没有人能够确切地知道具体的数字,但是估计 2018 年 Internet 上的主机数目为 10 亿台。请利用这些数据计算出 2027 年 Internet 上预计会有多少台主机。你相信你的结论吗? 请说明你为什么相信或者为什么不相信。

32. 当在两台计算机之间传输一个文件时,可以采用两种不同的确认策略。在第一种策略中,该文件被分解成许多个数据包,接收方独立地确认每一个数据包,但没有对整个文件进行确认。在第二种策略中,这些数据包并没有被单独地确认,但是当整个文件到达接收方时会被确认。请讨论这两种方案。

33. 移动电话网络运营商需要知道它们的用户的移动电话(因而知道它们的用户)在哪里。解释一下为什么这对于用户来说很不好。然后,请再给出为什么这又很好的理由。

34. 在原始 IEEE 802.3 标准中,一比特多长(按米来计算)? 请使用 10Mb/s 传输速率,并且假设同轴电缆的信号传播速度是真空中光速的 $2/3$ 。

35. 一幅图像的分辨率为 3840×2160 像素,每个像素用 3B 表示。假设该图像没有被压缩。通过 56kb/s 的调制解调器传输这幅图像需要多长时间? 通过 1Mb/s 的线缆调制解调器呢? 通过 10Mb/s 的以太网呢? 通过 100Mb/s 的以太网呢? 通过 1000Mb/s 的以太网呢?

36. 以太网和无线网络既有相同点,也有不同点。以太网的一个特性是同一时刻只能传输一帧数据。IEEE 802.11 也具有这个以太网特性吗? 请讨论你的答案。

37. 无线网络易于安装,这使得它们相对低廉,因为安装成本往往大大超过设备成本。然而,它们也有一些缺点。请给出其中两个缺点。

38. 请分别给出网络协议国际化后的两个优点和两个缺点。

39. 当一个系统既有永久(固定)部分又有可移动部分(比如 CD-ROM 驱动器和 CD-ROM)时,系统的标准化显得非常重要。标准化之后,不同的公司可以分别生产永久部分和可移动部分的产品,而且这些产品总能在一起工作。请给出计算机工业界以外的 3 个例子,在这 3 个例子中都有相应的国际标准;再给出计算机工业界以外的另外 3 个例子,但在这 3 个例子中都不存在国际标准。

40. 图 1-34 显示了 TCP/IP 网络栈中许多不同的协议。请解释为什么在一层中有多个协议可能是非常有用的,并给出一个例子。

41. 假设实现第 k 层操作的算法发生了变化。这会影响第 $k-1$ 层和第 $k+1$ 层的操作吗?

42. 假设由第 k 层提供的服务(一组操作)发生了变化。这会影响第 $k-1$ 层和第 $k+1$ 层的服务吗?

43. 请了解一下如何打开浏览器内置的网络监视器。将它打开,然后导航到一个 Web 页面(比如 <https://www.cs.vu.nl/~ast/>)。你的浏览器(客户)向服务器发送了多少个请求?它发送的是什么类型的请求?为什么这些请求是单独发出的,而不是作为一个大的请求发出的?

44. 列出你每天与使用计算机有关的活动。

45. ping 程序使你能够向指定的位置发送一个测试数据包,看看数据包来回需要多长时间。请用 ping 程序测试从你所在的位置到几个已知位置需要多长时间。利用这些数据,绘出 Internet 上的单向传输时间与距离的函数关系。最好使用大学作为目标,因为大学服务器的位置往往可以精确地知道。比如,berkeley.edu 在美国加利福尼亚州的 Berkeley, mit.edu 在美国马萨诸塞州的剑桥, vu.nl 在荷兰的阿姆斯特丹, www.usyd.edu.au 在澳大利亚的悉尼, www.uct.ac.za 在南非的开普敦。

46. 访问 IETF 的网站 www.ietf.org,了解它正在做什么。选择你感兴趣的问题,写半页针对该问题的报告,并提出自己的解决方案。

47. 在网络领域,标准化是非常重要的。ITU 和 ISO 是主要的官方标准化组织。请浏览它们各自的 Web 站点: www.itu.org 和 www.iso.org,了解它们的标准化工作。针对它们已经标准化的各种事情,请写一份简短的报告。

48. Internet 由大量的网络构成。这些网络的布局决定了 Internet 的拓扑结构。有大量关于 Internet 拓扑结构的信息可以在线访问到。请用搜索引擎找出更多有关 Internet 拓扑结构的信息,并根据你的发现写一份简短的报告。

49. 搜索 Internet,试找出当前在 Internet 上路由数据包的一些重要对等节点。

50. 写一个程序实现 7 层协议模型中从顶层到底层的消息流。针对每一层,程序应包含一个单独的协议函数。协议头为 64 个字符序列。每个协议函数有两个参数:从高层协议传递下来的消息(一个字符缓冲区)和消息的大小。这个函数在消息前面加一个头,并在标准输出上打印新的消息,然后调用较低层协议的协议函数。程序的输入是一个应用程序的消息。