

第5章 网络层

1、网络层实现的功能主要有哪些？

路由选择：通信子网为网络源节点和目的节点提供了多条传输路径的可能性。网络节点在收到一个分组后，要确定向下一节点传送的路径，这就是路由选择，路由选择是网络层要实现的基本功能。路由选择包括两个基本操作，即最佳路径的判定和网间信息包的传送（交换）。两者之间，路径的判定相对复杂。

拥塞控制：拥塞控制是指到达通信子网中某一部分的分组数量过多，使得该部分网络来不及处理，以致引起这部分乃至整个网络性能下降的现象，严重时甚至会导致网络通信业务陷入停顿，即出现死锁现象。

网际互连：网际互连的目的是使用一个网络上的用户能访问其它网络上的资源，使不同网络上的用户互相通信和交换信息。这不仅有利于资源共享，也可以从整体上提高网络的可靠性。

2、虚电路中的“虚”是什么含义？如何区分一个网络节点所处理的多个虚电路？

在虚电路操作方式中，为了进行数据传输，网络的源节点和目的节点之间先要建立一条逻辑通路，因为这条逻辑通路不是专用的，所以称之为“虚”电路。

为使节点能区分一个分组属于哪条虚电路，每个分组必须携带一个逻辑信道号；同样，同一条虚电路的分组在各段逻辑信道上的逻辑信道号可能也不相同，传输中，当一个分组到达节点时，节点根据其携带的逻辑信道号查找虚电路表，以确定该分组应该发往的下一个节点及其下一段信道上所占用的逻辑信道号，用该逻辑信道号替换分组中原先的逻辑信道号后，再将该分组发往下一个节点。

3、简述虚电路操作与数据报操作的特点、虚电路服务与数据报服务的特点。

虚电路操作的特点：在虚电路操作方式中，为了进行数据传输，网络的源节点和目的节点之间先要建立一条逻辑通路，因为这条逻辑通路不是专用的，所以称之为“虚”电路。每个节点到其它任一节点之间可能有若干条虚电路支持特定的两个端系统之间的数据传输。两个端系统之间也可以有多条虚电路为不同的进程服务，这些虚电路的实际路径可能相同也可能不相同，各节点的虚电路表是在虚电路建立过程中建立的。各节点的虚电路表空间和逻辑信道号都是网络资源，当虚电路拆除时必须回收。

数据报操作的特点：在数据报操作方式中，每个分组被称为一个数据报，若干个数据报构成一次要传送的报文或数据报。每个数据报自身携带有足够的信息，它的传送是被单独处理的。整个数据报传送过程中，不需要建立虚电路，但网络节点要为每个数据报做路由选择。

虚电路服务的特点：虚电路服务是网络层向传输层提供的一种使所有分组按顺序到达目的可靠的数据传送方式。进行数据交换的两个端系统之间存在着一条为它们服务的虚电路。提供这种虚电路服务的通信子网内部既可以是虚电路方式的，也可以是数据报方式的。

数据报服务的特点：数据报服务一般仅由数据报交换网来提供。端系统的网络层同网络节点中网络层之间，一致地按照数据报操作方式交换数据。当端系统要发送数据时，网络层给该数据附加上地址、序号等信息，然后作为数据报发送给网络节点。目的端系统收到的数据报可能不是按序到达的，也可能有数据报的丢失。

4、考虑下面虚电路服务实现涉及的设计问题。如果虚电路用在子网内部，每个数据报文必须有一个 3 字节的含义，每个路由器必须留有 8 个字节的空间来标识虚电路。如果内部使用数据报，则需要使用一个 15 字节的分组头。假定每站段传输带宽的费用为第 106 字节 1 元人民币；路由器存储器的价格为每字节 0.1 元人民币，并且在未来两年会下降。平均每次会话长度为 1000 秒，传输 200 分组；分组平均需传 4 个站段。试问子网内部采用虚电路或数据报哪个便宜？便宜多少？

5、假定所有的路由器和主机都正常工作，路由器和主机的软件都没有错误。问：有没有可能（无论可能性多小）把一个分组递交到错误的目的地？

通信子网为网络源节点和目的节点提供了多条传输路径的可能性。网络节点在收到一个分组后，要确定向下一个节点传送的路径，这就是路由选择，路由选择是网络层要实现的基本功能。所以，当路由器和主机都正常工作的时候，不可能把一个分组传送到错误的目的地。

6、什么叫拥塞？造成拥塞的原因是什么？

拥塞现象是指到达通信子网中某一部分的分组数量过多，使得该部分网络来不及处理，以致引起这部分乃至整个网络性能下降的现象，严重时甚至会导致网络通信业务陷入停顿，即出现假死锁现象。

拥塞发生的原因：

多条流入线路有分组到达，并需要同一输出线路，此时，如果路由器没有足够的内存来存放所有这些分组，那么有的分组就会丢失。

路由器的慢速处理器的缘故，以至于难以完成必要的处理工作（如缓冲区排队、更新路由表等）。

7、简述防止拥塞的几种方法

拥塞控制问题可以从控制论角度看待，解决的方案可以分为两类：开环和闭环。完成开环控制的手段有：确定何时接受新的流量、确定何时丢弃分组及丢弃哪些分组，以及在网络的不同点执行调度决策，所有这些手段的共同之处是它们在做决定的时候不考虑网络的当前状态。

开环算法可以分成在源端采取动作还是在目的端采取动作两类算法。闭环方案则建立在反馈环路的概念基础上，当这种方法用于拥塞控制的时候，它有三个部分：

监视系统，检测到何时何地发生了拥塞。

将该信息传递到能够采取行动的地方。

调整系统的运行，以改正问题。

8、网络互连设备按其工作的层次可分为几类？它们分别是什么？网际互连的意义是什么？请列出各种网络

互连设备及它们工作的 OSI 协议层。

网络互连设备按其工作的层次可分为四类：它们分别是转发器、网桥、路由器和网关。

网际互连的意义：网际互连的目的是使一个网络上的用户能访问其它网络上的资源，使不同网络上的用户互相通信和交换信息。这不仅有利于资源共享，也可以从整体上提高网络的可靠性。

转发器，是一种低层次设备，实现网络物理层的连接。

网桥，提供数据链路层上的协议转换，在不同或相同的局域网之间存储和转发帧。

路由器，作用于网络层，提供网络层上的协议转换，在不同的网络之间存储和转发分组。

网关，提供传输层及传输层以上的各层间的协议转换，又称协议转换器。

9、简述透明网桥的工作原理

透明网桥以混杂方式工作。接收连接到该网桥的局域网上传递的所有帧。每个网桥维护一个基于 MAC 地址的过滤数据库。数据库中列出了每个可能的目的地（目前的 MAC 地址），以及它属于哪一条输出线路（一个端口号，即表示转发给哪个 LAN），同时每个表项还有一个帧进入该网桥的时间项。网桥根据这个数据库把接收到的帧向相应的局域网中转发。

10、比较透明网桥和源路由网桥各自的优缺点。

透明网桥的优点是易于安装，只需要插进电缆即大功告成。但是从另一方面来讲，这种网桥并没有最佳地利用网络带宽，以为它们只用到了拓扑结构的一个子集（生成树）。一般支持总线网的人喜欢选择透明网桥。而令牌环的支持者则偏爱一种称为源路由的选择网桥。

源路由选择的缺点是：使用它的前提是互联网中的每台机器都知道所有其它机器的最佳路径。获取路由算法的基本思想是：如果不知道目的地地址的位置，源机器就发一个广播帧，询问它在哪里。每个网桥都会转发此帧，这样查找帧就可以到达互连网的第一个 LAN。当应答回来时，途径的网桥将它们自己的标识记录在应答帧中，于是广播帧的发送者就可得到确切的路由，并从中选取最佳者。

11、简述 A R P 协议和 R A R P 协议的要点。

为了正确地向目的站传送报文，必须把目的站的 32 位 I P 地址转换成 48 位以太网目的地址 D A。

这就需要在互连层有一组服务将 I P 地址转换为相应物理网络地址。这组协议即是 A R P。在进行报文发送时，如果源互连层所给的报文只有 I P 地址，而没有对应的以太网地址，则互连层广播 A R P 请求以获取目的站信息，而目的站必须回答该 A R P 请求。地址转换协议 A R P 使主机可以找出同一物理网络中任一个物理主机的物理地址，只需给出目的主机的 IP 地址即可。

如果站点初始化以后，只有自己的物理网络地址而没有 I P 地址，则它可以通过 R A R P 协议，发出广播请求，征求自己的 I P 地址，而 R A R P 服务器负责回答。这样，无 I P 地址的站点可以通过 R A R P 协议取得自己的 I P 地址，这个地址在下一次系统重新开始以前都是有效的，不用连续广播请求，R A R P 广泛用于无盘工作站的 I P 地址。

12、多播和广播有何异同？若要路由器支持多播，还需要添加哪些功能？

局域网中可以实现对所有网络节点的广播，但对于有些应用，需要同时向大量接收者发送信息，这些应用的共同特点就是一个发送方对应多个接收方，接收方可能不是网络中的所有主机，也可能没有位于同一子网。这种通信方式介于单播和广播之间，被称为组播或多播。

多播需要特殊的多播路由器支持，多播路由器可以兼有普通路由器的功能。因为组内主机的关系是动态的，因此本地的多播路由器要周期性地对本地网络中的主机进行轮询（发送一个目的地址为 224.0.0.1 的多播报文），要求网内主机报告其进程当前所属的组，各方机会将其感兴趣的 D 类地址返回，多播路由器以此决定哪些主机留在哪个组内。若经过几次轮询在一个组内已经没有主机是其中的成员，多播路由器就认为该网络中已经没有主机属于该组，以后就不再向其它的多播路由器通告组成员的状况。

13、与 IPv4 相比，IPv6 有哪些改进？

A、IPv6 把 IP 地址长度增加到 128 比特，使地址空间增长 296 倍

B、灵活的 I P 报文头部格式。IPv6 采用一种新的报文格式，使用一系列固定格式的扩展头部取代了

I P v4 中可变长度的选项字段。

C、简化协议，加快报文转发。IPv6 简化了报文头部格式。将字段从 IPv4 的 13 个减少到 7 个，报文分段也只是在源主机进行，这些简单化使路由器可以更快地完成对报文的处理和转发，提高了吞吐量。

D、提高安全性。

E、支持更多的服务类型。

F、允许协议继续演变，增加新的功能，使之适应未来的发展。

14、IPv6 有哪些特点？下一代网络为什么要使用 IPv6 ？

无论从计算机技术的发展还是从因特网的规律和网络的传输速率来看，IPv4 都已经不适用了，主要原因就是 32 比特的 I P 地址空间已经无法满足迅速膨胀的因特网规模。IPv6 的主要目标包括：

A、扩大 I P 地址空间，即使地址利用率不高，也能支持上百亿台主机。

B、减小路由选择表的长充，提供路由选择速度。

C、简化协议，使路由器处理分组更迅速。D、提供更好的安全性。

E、增加对服务类型的支持，特别是实时的多媒体数据。

F、通过定义范围来支持多点播送的实现。

G、主机可以在不改变 I P 地址的情况下实现漫游。

H、协议保留未来发展的余地。

I、允许新旧协议共同存在一个时期。