

如果一个协议提供了这样的确保数据交付服务, 就认为提供了**可靠数据传输** (reliable data transfer)。运输层协议能够潜在地向应用程序提供的一个重要服务是进程到进程的可靠数据传输。当一个运输协议提供这种服务时, 发送进程只要将其数据传递进套接字, 就可以完全相信该数据将能无差错地到达接收进程。

当一个运输层协议不提供可靠数据传输时, 由发送进程发送的某些数据可能不能够到达接收进程。这可能被**容忍丢失的应用** (loss-tolerant application) 所接受, 最值得注意的是多媒体应用, 如交谈式音频/视频, 它们能够承受一定量的数据丢失。在这些多媒体应用中, 丢失的数据引起播放的音频/视频出现小干扰, 而不是致命的损伤。

2. 吞吐量

在第1章中我们引入了可用吞吐量的概念, 在沿着一条网络路径上的两个进程之间的通信会话场景中, 可用吞吐量就是发送进程能够向接收进程交付比特的速率。因为其他会话将共享沿着该网络路径的带宽, 并且因为这些会话将会到达和离开, 该可用吞吐量将随时间波动。这些观察导致另一种自然的服务, 即运输层协议能够以某种特定的速率提供确保的可用吞吐量。使用这种服务, 该应用程序能够请求 r 比特/秒的确保吞吐量, 并且该运输协议能够确保可用吞吐量总是为至少 r 比特/秒。这样的确保吞吐量的服务将对许多应用程序有吸引力。例如, 如果因特网电话应用程序对语音以 32kbps 的速率进行编码, 那么它也必须以这个速率向网络发送数据, 并向接收应用程序交付数据。如果运输协议不能提供这种吞吐量, 该应用程序或以较低速率进行编码 (并且接收足够的吞吐量以维持这种较低的编码速率), 或它可能必须放弃发送, 这是因为对于这种因特网电话应用而言, 接收所需吞吐量的一半是几乎没有或根本没有用处的。具有吞吐量要求的应用程序被称为**带宽敏感的应用** (bandwidth-sensitive application)。许多当前的多媒体应用是带宽敏感的, 尽管某些多媒体应用程序可能采用自适应编码技术对数字语音或视频以与当前可用带宽相匹配的速率进行编码。

带宽敏感的应用具有特定的吞吐量要求, 而**弹性应用** (elastic application) 能够根据情况或多或少地利用可供使用的吞吐量。电子邮件、文件传输以及 Web 传送都属于弹性应用。当然, 吞吐量是越多越好。有一句格言说得好, 钱越多越好, 人越瘦越美, 我们永远不会嫌吞吐量太多的!

3. 定时

运输层协议也能提供定时保证。如同具有吞吐量保证那样, 定时保证能够以多种形式实现。一个保证的例子如: 发送方注入进套接字中的每个比特到达接收方的套接字不迟于 100ms。这种服务将对交互式实时应用程序有吸引力, 如因特网电话、虚拟环境、电话会议和多方游戏, 所有这些服务为了有效性而要求数据交付有严格的时间限制 (参见第7章, [Gauthier 1999; Ramjee 1994])。例如, 在因特网电话中, 较长的时延会导致会话中出现不自然的停顿; 在多方游戏和虚拟互动环境中, 在做出动作并看到来自环境 (如来自位于端到端连接中另一端点的玩家) 的响应之间, 较长的时延使得它失去真实感。对于非实时的应用, 较低的时延总比较高的时延好, 但对端到端的时延没有严格的约束。

4. 安全性

最后, 运输协议能够为应用程序提供一种或多种安全性服务。例如, 在发送主机