

Internet 的 TCP 与 ISO/OSI 的 TP4 协议分析

王绍银 (上海铁道大学计算机系 200332)

摘要:本文简述了 OSI/ISO 传输层协议 TP4 的结构及状态转移图,介绍了 Internet 网的 TCP 协议原理及状态转移图,最后通过实例说明了 TCP 协议操作的全景图。

关键词:国际互连网络 传输控制协议 状态转移图

一、OSI 的 TP4 协议

传输协议是整个网络体系结构中的关键部分之一,它负责网络的端到端之间的可靠传输。在 ISO8073 中,根据网络的服务质量制定了五种传输协议 TP0~TP4。TP4 是在网络的质量较差的情况下保证高可靠性的数据传输的协议。

1. TPDU 的结构

传输协议的实现是通过双方的传输实体交换传输协议数据单元 TPDU(Transport Protocol Data Unit)来完成。TP4 传输协议具有最全面的、一体化的检错和纠错机制和不可恢复的错误的报告等功能。传输协议数据单元 (TPDU)的结构如图 1 所示。不同命令有不同的代码。

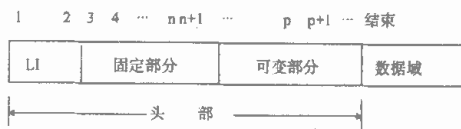


图 1 TPDU 结构

如果可变部分存在,它将包含一个或多个参数。可变部分的每一个参数结构由参数代码、参数长度、参数值组成。

以校验和为例:

设置校验代码: 1100 0011;

参数长度: 2;

参数: X 和 Y;

$$X = \sum_{i=1}^l A_i \pmod{255}; Y = \sum_{j=1}^l j A_j \pmod{255};$$

其中: l — TPDU 的字节长度; A_i — 第 i 字节的值。

2. 状态转移图

传输协议是通过三个阶段来完成的。

(1) 连接建立。由本地的用户发出请求命令 CR TPDU,等待对方用户的应答命令 CC TPDU,然后本地用户加以确认 AK TPDU,称为“三次握手”建立连接。

(2) 数据交换。将数据分块进行传输和确认。

(3) 释放连接。如果一方释放连接,另一方如还有数据需发送的话,则数据丢失。

根据 ISO8073 的出入事件表及状态,给出 TP4 的状态转移图(如图 2 所示)。

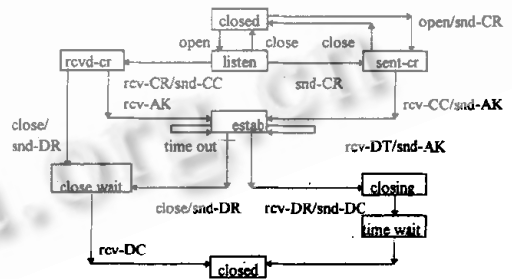


图 2 连接状态图

状态含意:

- CLOSED: 连接处于关闭状态;
- LISTEN: 用户正等待接远方的 CR 或本地的发送请求;
- SENT - CR: 用户已发送一个连接请求 CR,并正等待远方的应答 CC;
- RCVD - CR: 用户已收到 CR,并发送应答 CC,正等待远方的确认;
- ESTAB: 通信连接已建立,可进行数据交换;

- CLOSE WAIT: 用户已发送终止连接请求,等待确认;
- CLOSING: 用户收到终止连接请求 DR,并发送了确认终止信号 DC;
- TIME WAIT: 延迟一段时间后,转移到 CLOSED。

二、TCP 协议

1. TCP 报文格式

TCP 是面向连接的传输层协议, TCP 的报文格式与 OSI 的 TP4 的格式不同,它有固定的格式,报文格式如图 3 所示。

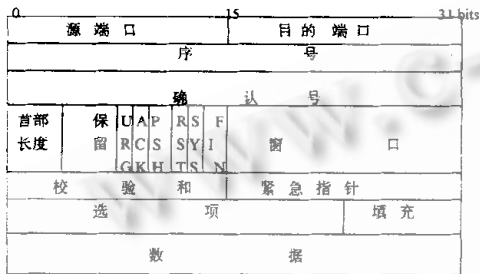


图 3 TCP 报文格式

在 TCP 报文中 有 6 位控制位,它们在协议操作过程中起着非常重要的作用,6 位控制位如下:

- URG 紧急指针域有效,即该段中携有紧急数据;
- ACK 确认号域的值有效;
- PSH 是“推进”段,段中数据是发送缓冲区中的全部数据,应尽快交给用户,并结束一次用户接收请求;
- RST 要求异常终止通信连接;
- SYN 建立连接的同步标志;
- FIN 该位的设置将告知通信对方,本地已不会再发送数据了。

六位控制位的作用在随后的实例中将详细解释。

2. TCP 协议的状态转换图

两个使用 TCP 协议进行通信的对等实体间的一次通信过程,一般都要包括下面几个步骤:连接建立、数据传送和接收以及连接关闭(或连接异常终止)。为了可靠而又有效地保证这些步骤的正确执行,完成 TCP 协议为上层应用提供的双向、可靠、顺序和无重复的数据流服务,对应于上面几个通信步骤, TCP 内部有一套完备的状态转换机制加以保护, TCP 协议的状态转换图就给出

了这样一种转换机制。TCP 连接状态图见参考文献 2。

连接建立以后,进行数据的交换,过程如图 4 所示。

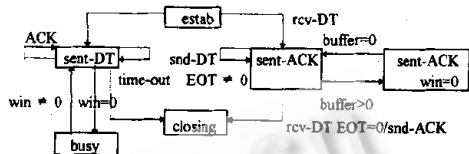


图 4 数据交换状态图

状态含义:

- ESTAB 可进行数据的发送和接收;
- SENT-ACK 用户收到数据后,可继续接收数据,发 ACK;
- SENT-ACK/WIN=0 用户收到数据后,工作站忙,发 ACK 且通知远方停止发送数据;
- SENT-DT 用户发送数据,并等待远方的 ACK;
- BUSY 到远方的确认且窗口 WIN=0,停止发送数据;
- CLOSING 数据交换结束,准备释放通信连接。

在连接建立后,进行数据交换。数据交换时,发送方发送数据,等待 ACK 应答;同时计时判断是否超时,超时重发;接收到 ACK 后,判断对方的接收窗口,决定是否继续发送。

接收方收到数据后,如正确发送 ACK,同时根据接收缓冲区设置可继续接收窗口的大小。双方交换结束后,释放连接。

3. TCP 的协议机制及实现策略

在每一条 TCP 通信连接上传送的每一数据字节都有一与之对应的序号,这是 TCP 协议实体的一个概念。以字节为单位递增的 TCP 序号用在数据排序、重复检测、带重传的正向确认和流量控制窗口等 TCP 协议机制上,保证了 TCP 实体能为每一个字节的可靠传送提供保障。

连接的建立和拆除是以三次握手为基础的,这样就保证了过程的正确性。

当上层用户暂停数据接收或系统资源暂时耗尽时,接收方 TCP 将由于缺乏缓冲空间而使本地的接收窗口长度变为零,这时,发送方在收到了对方的零窗口信息后便会暂缓数据发送,直到接收方窗口变大为止。

三、TCP 与 TP4 的比较

TP4 与 TCP 协议的目的是是一致的,即提供一个可靠的、面向连接的端到端的传输服务。

TP4 与 TCP 协议在实现连接的建立、数据交换和释放过程中,在协议的格式和实现细节中存在一些差异。如流控制,TP4 是以报文为序号,而 TCP 以字节为序号;两者的报文格式不同;两者的校验形式也不同;释放时 TCP 协议采用文雅方式,保证最终数据的正确传送。OSI 的 TP4 与 TCP 的主要差别如表所示:

表 OSI 的 TP4 与 TCP 的主要差别

特性	OSI TP4	TCP
TPDU 的种类	9	1
TPDU 首部的最小长度	5 字节	20 字节
连接冲突	可以建立 2 个连接	只能建立 1 个连接
寻址格式	未规定	32 bit
服务质量	可供协商	无此字段
CR TPDU 中的用户数据	允许	不允许
数据流	是报文的数据流	是字节流
重要数据的传送	加速数据	紧急报文段
捎带功能	无	有
显式流量控制	有时有	一直有
子序号的使用	允许	不允许
连接释放	突然释放	文雅释放

在应用中,随 Internet 网络的广泛普及,越来越多的人熟悉 TCP 协议,但 TP4 协议做为国际标准,应有发展的空间。所以两种协议会同时存在计算机网络体系中。

四、实例分析

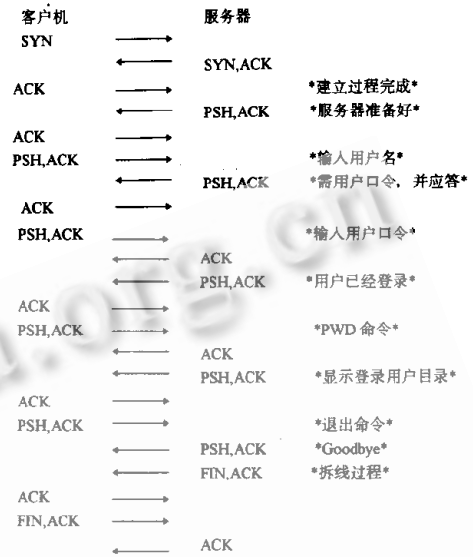
一台 UNIX 服务器,一台客户,用户从客户机上建立连接、交换数据和拆线,得到一整套 TCP 报文格式。

操作过程(用户输入)

- (1) FTP 129.10.10.1 * 服务器 IP 地址,三次握手建立 *
- (2) 输入用户名,然后是口令
- (3) PWD * 连接到服务器后的操作 *

(4) Bye * 三次握手拆线 *

TCP 协议操作过程如下:



在 TCP 协议操作过程中,六位控制位起了连接、交换和释放的作用。用户双方为客户机和服务器。客户机发送 SYN TCP 报文;服务器收到 SYN,发 SYN、ACK,回答客户机的 SYN,并发 SYN;客户机收到 SYN, ACK,知道服务器已经收到发送的 SYN,并同意建立连接。客户机再发 ACK,完成三次握手连接建立的过程。

在数据交换过程中,使用 PSH、ACK,表示发送数据、应答和发送数据捎带应答,这个过程是一个循环过程。交换过程中的流控制是通过 TCP 报文中的窗口来完成的。

在释放过程中,一方发送 FIN 命令,另一方收到 FIN 后,判断是否有数据发送,如有继续发送,否则发 ACK,并发 FIN,ACK 表示同意释放,发送一方收到 FIN 后,发 ACK,完成整个释放过程。

通过实例,希望都能掌握 Internet 网的 TCP 协议。

参考文献

- [1] ISO/IEC 8037, third edition, 1992.
- [2] RFC793, J. Postel, Transmission Control Protocol, 1981.

(来稿时间:1997年4月)