**实验6 传输层实验**

**传输层实验发送方初始序号（sequence number）记录表，请填写：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验名称** | **实验班号** | **学号** | **姓名** | **发送方初始序号** |
| TCP协议基本分析 | 周五下午 | 20373864 | 谭立德 | 6a cb c7 76 |
| 滑动窗口机制和窗口侦查机制分析 | 周五下午 | 20373864 | 谭立德 | 1934245958 |
| 慢启动、拥塞避免及拥塞处理实验 |  |  |  |  |

1、根据2.6中步骤3回答：TCP的连接和建立采用的是： **三次握手** 方式，PCA是 **主**

**动打开方(C)** ，PCB是 **被动打开方(S)** 。先点击发送再点击接收，会出现什么问题？为什么？

**在客户端/服务器（C/S）模式下，如果应用程序进程是主动打开的，而不是被动打开的，则可能会遇到连接失败的问题。这是因为在 C/S 模式下，如果服务器没有启动，则客户端无法连接到服务器。**

**在 C/S 模式下，服务器和客户端之间的连接建立需要依赖 TCP 状态机，因此必须存在被动打开方（即服务器）以便客户端能够连接。如果应用程序进程是被动打开的，则服务器会处于监听状态，等待客户端的连接请求，从而建立连接。**

**因此，在 C/S 模式下，为了确保客户端能够成功连接到服务器，应该先启动服务器，确保服务器处于被动打开状态，然后再启动客户端应用程序进程。这样，客户端就可以向服务器发起连接请求，并建立连接，完成客户端/服务器的连接过程。**

2、根据2.6中步骤5，结合预习报告，分析TCP连接的建立过程，根据TCP建立过程的三个报文，先填写下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 字段名称 | 第一条报文 | 第二条报文 | 第三条报文 |
| 报文序号 | **1** | **2** | **3** |
| Sequence Number | **6a cb c7 76** | **6b a0 85 08** | **6a cb c7 77** |
| Acknowledgement Number | **无** | **6a cb c7 77** | **6b a0 85 09** |
| Ack | **0** | **1** | **1** |
| Syn | **1** | **1** | **0** |

3、根据2.6中步骤6回答：

TCP连接建立时，其报文首部与其它TCP报文不同，有一个“Option”字段，它的作用是什么，值为多少？结合IEEE802.3协议规定的以太网最大帧长度分析此数据是怎样得出的。

**在TCP协议中，选项（Option）字段的一个重要作用是进行双方最大报文段长度（Maximum Segment Size，MSS）的协商。MSS表示能够发送的最大TCP数据报文段的大小，它受到通信双方所使用的网络MTU（最大传输单元）大小的限制。**

**具体地，MSS的计算方式为：MSS = 最大MTU长度 - IP首部固定长度（20字节）- TCP首部固定长度（20字节）= 1500 - 20 - 20 = 1460字节。因此，在TCP报文中进行MSS的协商，可以在通信双方之间确定一个合适的TCP数据报文段长度，以便有效地利用网络资源和提高数据传输的效率。**

4、根据2.6中步骤7：结合预习报告，分析TCP连接的释放过程，选择TCP连接撤消的四个报文，将报文信息填入下表。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 字段名称 | 第一条报文 | 第二条报文 | 第三条报文 | 第四条报文 |
| 报文序号 | **2243** | **2245** | **2246** | **2247** |
| Sequence Number | **c8 47 ff 4c** | **c7 97 71 2c** | **c7 97 71 2c** | **c8 47 ff 4d** |
| Acknowledgement Number | **c7 97 71 2c** | **c8 47 ff 4d** | **c8 47 ff 4d** | **c7 97 71 2d** |
| Ack | **1** | **355912** | **255912** | **1** |
| Fin | **1** | **0** | **1** | **0** |

5、根据2.6中步骤8：分析TCP数据传送阶段的前8个报文，将报文信息填入下表。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 报文序号 | 报文种类  (发送/确认) | 序号字段 | 确认号字段 | 数据长度 | 被确认报文序号 | 窗口 |
| **5** | **发送** | **1** | **1** | **1400** | **无** | **5840** |
| **6** | **发送** | **1401** | **1** | **1460** | **无** | **5840** |
| **7** | **发送** | **2861** | **1** | **1460** | **无** | **5840** |
| **8** | **确认** | **1** | **1401** | **0** | **6** | **8400** |
| **9** | **发送** | **4321** | **1** | **1460** | **无** | **5840** |
| **10** | **发送** | **5781** | **1** | **1460** | **无** | **5840** |
| **11** | **确认** | **1** | **2861** | **0** | **7** | **11680** |
| **12** | **发送** | **7241** | **1** | **1460** | **无** | **5840** |

请写出TCP数据部分长度的计算公式。数据传送阶段第一个报文的序号字段值是否等于连接建立时第三个报文的序号？

**在TCP协议中，数据部分长度可以通过计算IP总长度减去IP首部长度和TCP首部长度来得到。具体地，TCP数据部分长度 = IP总长度 - IP首部长度 - TCP首部长度。**

**等于。这是因为在TCP连接建立时，双方已经通过三次握手协商确定了初始序号值，后续的TCP数据报文段序号值应该按照这个初始值进行递增，以确保数据传输的有序性和可靠性。**

6. 根据3.6.1中“ 滑动窗口机制和窗口侦查机制分析”步骤6回答：

1. 分析数据发送部分的前几条报文，描述发送方发送窗口的变化，并解释为什么？

**因为数据发送部分前几条报文时处于慢启动状态，每收到一个 ack 报文，拥塞窗口 cwnd**

**即加 1。滑动窗口 rwnd 每次递增 MSS。而且发送窗口=min[cwnd, rwnd]，因此发送窗口的**

**大小也随着 cwnd 增长。**

1. 指出从哪个序号的报文能够看出接收端开始休眠，并解释理由。

**174, 此时接收端告诉发送端的窗口大小值为0，表示接收进程休眠，停止从接收缓存取**

**数据和释放接收缓存。**

1. 分析文件send2-组座号-tcpsndwnddata.txt，选中三次握手连接建立后的前4条报文记录（3条DATA报文、1条ACK报文，序号为4、5、6、7），记下发送方发送窗口的相关值（rcv\_wnd , snd\_wnd\_left , snd\_wnd\_point , snd\_wnd\_left+cwnd , snd\_wnd\_left+rcv\_wnd , (snd\_wnd\_point- left)）。按下表分析计算接收方（及发送方）的窗口的相关值。

**5号报文（sender----data---->receiver）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | rcv\_wnd | snd\_wnd\_left | snd\_wnd\_pointer | snd\_wnd\_left+cwnd和  snd\_wnd\_left+rcv\_wnd | snd\_wnd\_point- left |
| 发送方发出报文 | **5840** | **1934245959** | **1934248819** | **1934250339**  **1934251799** | **2860** |
| 发送窗口右边沿 | **1934248819** | | | | |
|  | 通告的接收窗口 | 接收窗口左边沿 | 接收窗口指针 | 接收窗口右边沿 | 在接收缓存中的数据量（即未确认的数据） |
| 接收方接到DATA前 | **5840** | **193425959** | **1934247359** | **1934251799** | **1400** |
| 接收方接到DATA后 | **5840** | **1934245959** | **1934248819** | **1934251799** | **2860** |

**6号报文（sender----data---->receiver）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | rcv\_wnd | snd\_wnd\_left | snd\_wnd\_pointer | snd\_wnd\_left+cwnd和  snd\_wnd\_left+rcv\_wnd | snd\_wnd\_point- left |
| 发送方发出报文 | **5840** | **1934245959** | **1934250279** | **1934250339**  **1934251799** | **4320** |
| 发送窗口右边沿 | **1934250339** | | | | |
|  | 通告的接收窗口 | 接收窗口左边沿 | 接收窗口指针 | 接收窗口右边沿 | 在接收缓存中的数据量（即未确认的数据） |
| 接收方接到DATA前 | **5840** | **1934245959** | **1934248819** | **1934251799** | **2860** |
| 接收方接到DATA后 | **5840** | **1934245959** | **1934250279** | **1934251799** | **4320** |

**7号报文（receiver ----ack----> sender）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 通告的接收窗口 | 接收窗口左边沿 | 接收窗口指针 | 接收窗口右边沿 | 在接收缓存中的数据量（即未确认的数据） |
| 接收方发出ACK | **8400** | **1934247359** | **1934250279** | **1934255759** | **2920** |
|  | rcv\_wnd | snd\_wnd\_left | snd\_wnd\_pointer | snd\_wnd\_left+cwnd和  snd\_wnd\_left+rcv\_wnd | snd\_wnd\_point- left |
| 发送方接到ACK后 | **8400** | **1934247359** | **1934250279** | **1934253199**  **1934255759** | **2920** |
| 发送窗口右边沿 | **1934253199** | | | | |
| 发送方接到ACK前 | **5840** | **1934245959** | **1934250279** | **1934250339**  **1934251799** | **4320** |
| 发送窗口右边沿 | **1934250339** | | | | |

1. 根据文件send2-组座号-tcpsndwnddata.txt中发送方的发送窗口相关值进行分析，接收方开始休眠后，描述接收窗口的变化，指出窗口收缩、窗口合拢、窗口张开对应的开始报文序号，并记下send2-组座号-tcpsndwnddata.txt文件中的对应报文的数值记录（pkt\_seqno，pkt\_type，..，……）。

**窗口合拢：**

**pkt\_seqno 180**

**pkt\_type rcv\_ack**

**RorS\_seqno 55**

**snd\_ssthresh 2147483647**

**snd\_cwnd 32**

**rcv\_wnd 0**

**snd\_wnd\_left 1934219599**

**snd\_wnd\_pointer 1934219599**

**snd\_wnd\_left+cwnd 1934266319**

**snd\_wnd\_left+rcv\_wnd 1934219599**

**snd\_wnd\_pointer-left 0**

**窗口张开：**

**pkt\_seqno 185**

**pkt\_type rcv\_ack**

**RorS\_seqno 60**

**snd\_ssthresh 2147483647**

**snd\_cwnd 32**

**rcv\_wnd 1460**

**snd\_wnd\_left 1934219599**

**snd\_wnd\_pointer 1934219599**

**snd\_wnd\_left+cwnd 1934266319**

**snd\_wnd\_left+rcv\_wnd 1934221059**

**snd\_wnd\_pointer-left 0**

**无窗口收缩。**

7. 根据3.6.1中“ 滑动窗口机制和窗口侦查机制分析”步骤7回答：

写出窗口侦查开始的报文序号，窗口侦查报文数据长度、窗口侦查报文发送的时间规律。

**窗口侦查开始的报文序号为 159**

**窗口侦查报文数据长度为 0**

**窗口侦查报文发送的时间规律：每相邻两条窗口侦查报文 Keep-Alive 报文 时间差组成的数**

**据序列的规律：成倍增加规律**

8. 根据3.6.2中“ 慢启动、拥塞避免及拥塞处理和超时与重传机制分析”步骤9回答：

1. 选中第一条发送数据的报文记录，记下其ssthresh和cwnd值是多少？为何为此值？按发送窗口的计算公式计算出当前的发送窗口snd\_wnd值。并记下此时的发送窗口左边沿snd\_wnd\_left值并计算出此时的发送窗口右边沿。
2. 在随后的发送数据报文中，ssthresh和cwnd值有何变化，呈何种规律？为什么呈此种规律？发送的报文是否可以验证这一规律？
3. 指出ssthresh和cwnd值有突然变化的报文序号，为何会有这种变化？此后（直至结束）的ssthresh和cwnd值有何变化，呈何种规律？为什么？

9. 根据3.6.2中“ 慢启动、拥塞避免及拥塞处理和超时与重传机制分析”步骤10回答：

1. 对Wireshark截获的报文进行分析，分别记下TCP传输过程中发送第一条重传报文的序号，并请用截获报文的时间字段分别计算出在两种转发速率下第一条重传报文和其对应的原始发送报文的时间差、第二条重传报文和其对应的原始发送报文的时间差。分析同种速率下和两种转发速率下两次重传的时间差，结合题（2）对此现象做出解释。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 第一个重传时间差 | 第二个重传时间差 | 第三个重传时间差 |
| 10Mbps |  |  |  |
| 80Kbps |  |  |  |

10. 根据3.6.3中步骤1，继续上一节的实验，配置路由器，取消对接口的速率限制。请写出命令：

11. 根据4.6中步骤7：

（1）分析UDP报文结构：选中第一个UDP报文，将UDP协议树中各字段名、字段长度、字段值、字段表达信息，填入下表。并绘制UDP报文结构，详细绘制UDP协议树字段。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 字段名 | 字段长度 | 字段值 | 字段表达信息 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

（2）UDP报文结构与TCP报文结构有什么区别？

（3）在步骤5交换机S1和S2之间的网线拔掉期间，PCA向PCB发送的UDP消息，在步骤6交换机S1和S2之间的网线重新插上之后，PCB是否还能收到？请解释为什么会出现这种现象？

（4）综合分析TCP协议和UDP协议的不同之处。