网络编程第二次作业

吴桐 57119108

2022年9月20日

1 TCP 并发服务器程序开发

TCP 并发服务器的核心思想,是在与客户端建立连接后,将相应的事务指派给子进程处理,而父进程继续监听端口等待新的连接请求。我们简单修改服务器的代码:在子进程中停止端口监听,完成服务器系统日期和时间的获取,将信息发送给客户端后,就直接终止子进程;在父进程中关闭建立的连接(该连接已经转交给子进程处理),继续监听相应的端口。客户端程序不变。

我们在子进程内使用 sleep 指令,暂缓子进程的退出,便于我们在终端查看到各个进程的状态。

```
}
// father
printf("create child process %d\n", pid);
close( connfd );
}
```

我们在虚拟机上编译服务器和客户端的程序后,首先启动服务器程序。从图 1 中可以看到,此时服务器进程已经开始正常监听。

```
.../chapter 2$ ps -la

PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY

1782 2 80 0 - 145417 ep_pol ttv

1782 0 80 0 - 47714 - -
 [09/20/22]seed@VM:
F S
4 S
0 S
         UTD
                     PTD
                                                                                                   TIME CMD
                                                        - 145417 ep_pol tty2
- 47714 poll_s tty2
       1000
                                                                                             00:00:20 Xorg
       1000
                     1841
                                                                                             00:00:00 gnome-session-b
                                                     0 -
0 -
                                                                                             00:00:00 server
        1000
                     3078
                                              80
                                                              589 inet_c pts/0
       1000
                                                             2853
                    3079
                                                                               pts/2
                                                                                             00:00:00 ps
```

图 1: 服务器进程开始正常监听

之后我们多次启动客户端程序,从图 2 中可以看到,此时服务器进程产生了多个子进程处理与客户端之间的通信。

```
[09/20/22]seed@VM:
                             /chapter 2$ ps -la
                                                                                 TIME CMD
F S 4 S
       UID
                          PPID
                                 .
C
2
                                          NI ADDR SZ WCHAN TTY
                                                145417 ep_pol tty2
47714 poll_s tty2
589 inet_c pts/0
      1000
                          1782
                                                                            00:00:20 Xora
                1784
                                     80
                                           0
      1000
                 1841
                          1782
                                     80
                                                                            00:00:00 gnome-session-b
      1000
                3078
                          2629
                                  0
                                     80
                                           0
                                                                            00:00:00 server
      1000
                3084
                          3078
                                  0
                                     80
                                           0
                                                   622 hrtime pts/0
                                                                            00:00:00 server
                                                   622 hrtime pts/0
      1000
                          3078
                                     80
                                           0
                                                                            00:00:00 server
                3087
1 S
1 S
                                                   622 hrtime pts/0
622 hrtime pts/0
                                                                            00:00:00 server
00:00:00 server
      1000
                3090
                          3078
                                 0
                                     80
                                           0
                                      80
0 R
      1000
                3101
                          2753
                                  0
                                           0
                                                  2853
                                                                 pts/2
                                                                            00:00:00 ps
```

图 2: 服务器进程产生多个子进程

如图 3 所示,我们在一段时间后,重新查看当前活动的进程,发现子进程成为了僵尸进程(defunct)。

僵尸进程是一个早已死亡的进程,但在进程表中仍占了一个位置。在 Linux 系统中,一个进程结束了,但是其父进程没有等待(调用 wait/waitpid)它,那么它将变成一个僵尸进程。当用 ps 命令观察进程的执行状态时,看到这些进程的状态栏为 defunct。

但是如果该进程的父进程结束,那么该进程就不会变成僵尸进程。因为在每个进程结束的时候,系统都会扫描当前系统中所运行的所有进程,看看有没有哪个进程是刚刚结束的这个进程的子进程,如果是的话,就由 Init 进程来接管他,成为他的父进程,从而保证每个进程都会有一个父进程。而 Init 进程会自动 wait 其子进程,因此被 Init 接管的所有进程都不会变成僵尸进程。

为了解决僵尸进程问题,我们在服务器代码中添加以下内容。在这段代码中,我们使用信号量捕捉子进程的终止,之后调用 wait 回收子进程的资源。之所以不直接使用 wait 等待子进程,是因为 wait 是阻塞的,会影响父进程监听其他客户端的连接请求,所以我们这里使用信号量去触发 wait。

```
[09/20/22]seed@VM:-/.../chapter 2$ ps -la
F S UID PID PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY
4 R 1000 1784 1782 2 80 0 - 145417 - tty2
- 1040 1841 1782 0 80 0 - 47714 polls tty2
- 2629 0 80 0 - 589 inet_c pts/0
- 0 - pts/0
                                                                                                                                                       TIME CMD
                                                                                                                                              00:00:20 Xorg
                                                            2 80
0 80
0 80
0 80
0 80
0 80
0 80
                                                                                                                                             00:00:20 X019
00:00:00 gnome-session-b
00:00:00 server
00:00:00 server <defunct>
                                                                                                                         pts/0
pts/0
            1000
1000
                               3087
                                                 3078
3078
                                                                                                    0 -
0 -
                                                                                                                                              00:00:00 server <defunct>
00:00:00 server <defunct>
                               3090
                                                                                                                         pts/0
            1000
1000
                              3093
3109
                                                 3078
2753
                                                                                                                                              00:00:00 server <defunct>
00:00:00 ps
                                                                                                                         pts/0
                                                                                 0 -
                                                                                             2853 -
                                                                                                                         pts/2
```

图 3: 僵尸进程

```
void sig_handler()
{
    printf("child process stop\n");
    wait(0);
}
if( signal(SIGCHLD, sig_handler) == SIG_ERR )
{
    printf("sigchld error\n");
    exit( 1 );
}
```

我们在虚拟机上重新编译代码后,启动服务器程序。之后,我们多次启动客户端程序,如图 4 所示。

```
[09/20/22]seed@VM:~/.../chapter 2$ client 0.0.0.0 4433
Tue Sep 20 02:50:30 2022
[09/20/22]seed@VM:~/.../chapter 2$ client 0.0.0.0 4433
Tue Sep 20 02:50:31 2022
[09/20/22]seed@VM:~/.../chapter 2$ client 0.0.0.0 4433
Tue Sep 20 02:50:32 2022
```

图 4: 多次启动客户端程序

如图 5 所示,我们持续监控当前活动的进程,发现子进程被依次正常回收。 如图 6 所示,服务器端也输出了相应的提示信息。

```
/.../chapter 2$ ps -la
PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY
1782 1 80 0 - 146817 ep_pol tty2
1782 0 80 0 - 47714 poll_s tty2
2629 0 80 0 - 622 inet_c pts/0
3724 0 80 0 - 622 hrtime pts/0
2753 0 80 0 - 2853 - pts/2
/.../chapter 2$ ps -la
PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY
1782 1 80 0 - 146817 ep_pol tty2
1782 0 80 0 - 622 inet_c pts/0
3724 0 80 0 - 622 hrtime pts/0
2753 0 80 0 - 625 hrtime pts/0
2753 0 80 0 - 2853 - pts/2
/.../chapter 2$ ps -la
 [09/20/22]seed@VM:~/.../chapter 2$ ps -la
               UID
1000
                                         PID
1784
                                                                                                                                                                                             TIME CMD
00:00:36 Xorg
                                                                                                                                                                                            00:00:30 AOrg

00:00:00 gnome-session-b

00:00:00 server

00:00:00 server

00:00:00 server

00:00:00 server
 0 S
0 S
               1000
1000
                                         1841
3724
 1 S
1 S
1 S
0 R
                                         3726
3729
                1000
                1000
               1000
                                         3732
0 R 1000
[09/20/22]
                                         3761
                                                                                                                                                                                             00:00:00 ps
                                   eed@VM:
 F S
4 S
              UID
1000
                                         PID
1784
                                                                                                                                                                                             TIME CMD
00:00:36 Xorg
 0 S
0 S
                                         1841
3724
                                                                                                                                                                                             00:00:00 gnome-session-b
00:00:00 server
               1000
                1000
                                                                                                                                                                                             00:00:00 server
00:00:00 server
 1 S
1 S
0 R
                1000
                                         3729
                                         3732
3763
               1000
                                                                                                                                                                                             00:00:00 ps
0 R 1000
[09/20/22];
F S UID
4 S 1000
0 S 1000
0 S 1000
0 R 1000
0 R 1000
                                                                 2/53 0 80 0 - 2853 - pts,
.../chapter 2$ ps -la
PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY
1782 1 80 0 - 146817 ep_pol tty
                                         d@VM:
                                                                                                                                                                                                         TIME CMD
                                                                                                         NI ADDR SZ WCHAN III

0 - 146817 ep_pol tty2

0 - 47714 poll_s tty2

0 - 622 inet_c pts/0

0 - 622 hrtime pts/0
                                                                                                                                                                                            11ME CMU
00:00:36 CMG
00:00:00 gnome-session-b
00:00:00 server
00:00:00 server
                                        1784
1841
                                                                                                         0 - 622 ine
0 - 622 hrt
0 - 2853 -
                                         3724
                                                                  2629 0 80
                                                                 2629 0 80 0 - 622 inet c pts,
3724 0 80 0 - 622 hrtime pts,
2753 0 80 0 - 2853 - pts,
.../chapter 2$ ps - la
PPID C PRI NI ADDR SZ WCHAN TTY
1782 1 80 0 - 146817 ep_pol tt;
1782 0 80 0 - 47714 poll s tty;
                                         3765
                                                                                                                                                                pts/2
                                                                                                                                                                                             00:00:00 ps
 [09/20/22]
F S UID
                                         d@VM:
 F S
4 S
0 S
0 S
0 R
                                                                                                                                                                                                         TIME CMD
              1000
1000
                                         1784
1841
                                                                                                         0 - 146817 ep_pol tty2
0 - 47714 poll_s tty2
                                                                                                                                                                                             00:00:36 Xorg
00:00:00 gnome-session-b
                                                                                   0 80
0 80
                                                                                                                          622 inet_c pts/0
2853 - pts/2
                                                                                                           0 -
0 -
                                                                                                                                                                                             00:00:00 server
00:00:00 ps
                1000
                                         3724
                                                                  2629
```

图 5: 子进程被正常回收

```
[09/20/22]seed@VM:-/.../chapter 2$ server 4433 create child process 3889 create child process 3892 create child process 3895 child process stop child process stop child process stop child process stop
```

图 6: 服务器端输出相应提示信息