به نام خداوند بخشنده‌ی مهربان

برقراری ارتباط TCP شامل سه فاز ارسال پکت SYN از فرستنده به گیرنده، ارسال پکت SYN\_ACK از گیرنده به فرستنده و ارسال پکت ACK از فرستنده به گیرنده است. با تبادل موفقیت آمیز این سه پکت عملیات ارسال پکت‌های دارای payload از فرستنده به گیرنده شروع شده و داده‌ی مورد نظر منتقل می‌شود. در نهایت فرستنده با ارسال پکت FIN قصد خود مبنی بر اتمام عملیات را به گیرنده اعلام می‌کند و بعد از آن داده‌ای ارسال نمی‌کند. در صورتی که گیرنده این پکت را به درستی دریافت کند، پکت ACK آن را به فرستنده ارسال می‌کند. داده‌های باقی‌مانده‌ی خود را ارسال کرده و پکت FIN برای فرستنده می‌فرستد. فرستنده نیز با دریافت این پکت ACK آن را برای گیرنده ارسال کرده و ارتباط به کلی قطع می‌شود.

حالات مختلف خطا (غیر از حالت عادی که توصیف شد) را برای هر یک از این پکت‌های handshake بررسی می‌کنیم:

* پکت SYN:
  + گم شدن: ممکن است این پکت هیچ‌‌گاه به مقصد نرسد. در این صورت فرستنده بعد از مدتی که پکت SYN\_ACK را دریافت نکند، timeout شده و مجددا پکت SYN را ارسال می‌کند.
  + دیر رسیدن: ممکن است این پکت دیر به مقصد برسد به این ترتیب که فرستنده که پکت SYN\_ACK را دریافت نکرده مجددا پکت SYN را ارسال کند ولی هر دو پکت SYN به گیرنده برسند. در این صورت گیرنده با دریافت اولین پکت SYN، پکت SYN\_ACK را برای فرستنده ارسال می‌کند و پکت‌های SYN بعدی را در نظر نگرفته و discard می‌کند.
  + اشتباه رسیدن: ممکن است این پکت به درستی منتقل نشده باشد. به این صورت که اطلاعات آن دستخوش تغییر شده باشند. در این صورت اگر اشتباه توسط checksum تشخیص داده شود، پکت discard می‌شود و به این ترتیب فرستنده timeout شده و مجددا پکت را ارسال می‌کند و اگر checksum نتواند اشتباه بودن این پکت را تشخیص دهد و پکت هم یک پکت SYN معتبر (مثلا شماره‌ی پورت فرستنده اشتباه باشد) باشد، گیرنده وارد فاز برقراری ارتباط با فرستنده‌ای که وجود ندارد می‌شود اما بعد از مدتی با دریافت نکردن ACK از آن timeout شده و به حالت listening for connection بر می‌گردد. گیرنده هم با دریافت نکردن SYN\_ACK به موقع از فرستنده timeout شده و مجددا پکت SYN را ارسال می‌کند.
* پکت SYN\_ACK:
  + گم شدن: در صورتی که پکت SYN\_ACK گم شود و به فرستنده نرسد، بعد از مدتی هر دوی فرستنده و گیرنده timeout می‌شوند. زیرا فرستنده منتظر SYN\_ACK و گیرنده منتظر ACK است. در این صورت فرستنده مجددا پکت SYN را ارسال می‌کند و گیرنده هم با دریافت نکردن ACK از فرستنده timeout شده و به حالت listening for connection بر می‌گردد.
  + دیر رسیدن: ممکن است پکت SYN\_ACK دیر به فرستنده برسد و فرستنده به حالت فرستادن SYN رفته باشد. در این صورت فرستنده مجددا پکت SYN را ارسال می‌کند (احتمالا با شماره‌ی توالی دیگری) و وقتی پکت SYN\_ACK دیر رسیده را دریافت کرد متوجه اشتباه بودن شماره‌ی توالی آن شده و پکت را ignore می‌کند. در این صورت گیرنده در حالتی ست که منتظر پکت ACK است و با دریافت پکت SYN به حالت ارسال SYN\_ACK برای پکت SYN جدید می‌رود.
  + اشتباه رسیدن: ممکن است پکت SYN\_ACK حین ارسال از گیرنده به فرستنده تغییر کند در این صورت فرستنده متوجه این تغییر می‌شود (تغییرات ممکن محدود به تغییر آدرس IP یا شماره‌ی پورت فرستنده یا گیرنده، اشتباه بودن checksum، تغییر در مقدار فیلد‌های کنترلی و پرچم‌هاست که همگی با توجه به پکت‌های قبلی قابل تشخیص است). در این صورت فرستنده مجددا پکت SYN را برای گیرنده ارسال می‌کند و گیرنده برای پکت SYN جدید پکت SYN\_ACK می‌فرستد.
* پکت ACK:
  + گم شدن: ممکن است پکت ACK ارسالی از فرستنده به گیرنده حین ارسال گم شود. در این صورت دو سناریو متصور است (البته پشتیبانی از این رفتار‌ها بستگی به پیاده سازی دارد):
    1. یکی آنکه اولین پکت داده به موقع و پیش از timeout شدن گیرنده به آن برسد. در این صورت آن پکت با ACK تجمعی خود، پکت ACK گم شده را نیز تایید کرده و گیرنده وارد فاز دریافت داده می‌شود.
    2. گیرنده timeout می‌شود و به حالت listening for connection برگشته و پس از آن برای پکت‌های داده‌ی فرستنده ACK ای ارسال نمی‌کند. در این صورت فرستنده بعد از مدتی متوجه عدم حضور گیرنده شده و ارتباط قطع می‌شود.
  + دیر رسیدن: ممکن است پکت ACK دیر به گیرنده برسد و قبل از آن گیرنده timeout شده باشد. در این صورت گیرنده پکت ACK را در نظر نگرفته و discard می‌کند. در صورتی که پکت ACK دیر به گیرنده برسد ولی گیرنده با دریافت اولین پکت داده به دریافت داده مشغول باشد، پکت دیر رسیده‌ی ACK را که شماره‌ی ACK آن از شماره‌ی ACK کوچکترین پکت پنجره‌ی دریافت کمتر است در نظر نگرفته و discard می‌کند و به دریافت اطلاعات ادامه می‌دهد.
  + اشتباه رسیدن: ممکن است پکت طی مسیر دچار تغییراتی شده باشد. در این صورت یا این تغییرات برای گیرنده قابل تشخیص است (مثلا با استفاده از checksum) که در این صورت پکت discard می‌شود. یا اینکه این پکت به شمایل یک پکت معتبر ACK در آمده که در صورتی که شماره‌ی ACK آن قدیمی باشد یا از شماره‌ی پکت‌های موجود در پنجره‌ی ارسال فرستنده بیشتر‌ باشد، توسط گیرنده discard می‌شود. در غیر این صورت این پکت می‌تواند در فرایند ارسال اطلاعات خلل ایجاد کند و داده‌ای را که گیرنده دریافت نکرده برای فرستنده ACK کند. در این صورت گیرنده با ارسال ACK های متوالی درخواست داده‌ی دریافت نشده را می‌کند و در صورتی که فرستنده آن داده را در پنجره‌ی ارسال نداشته باشد، ارتباط بعد از مدتی دچار شدن به deadlock و بدون تبادل داده قطع می‌شود.
* پکت FIN فرستند:
  + گم شدن: در صورتی که پکت FIN در مسیر ارسال گم شود و به گیرنده نرسد باعث timeout شدن فرستنده خواهد شد. در این صورت فرستنده مجددا پکت FIN را ارسال خواهد کرد.
  + دیر رسیدن: در صورتی که پکت FIN دیر به گیرنده برسد و فرستنده با دریافت نکردن ACK آن timeout شود، مجددا پکت FIN را ارسال می‌کند گیرنده با دریافت FIN مجددا ACK آن را برای فرستنده ارسال می‌کند.
  + اشتباه رسیدن: در صورتی که پکت FIN فرستنده حین ارسال تغییر کند، این اشتباه توسط گیرنده قابل تشخیص است (گیرنده در این لحظه منتظر دریافت یک پکت دارای payload یا FIN است) در این صورت پکت discard شده و باعث می‌شود فرستنده timeout شده و سناریو‌یی مشابه گم شدن رخ دهد.
* پکت FIN\_ACK گیرنده:
  + گم شدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK گیرنده گم شود باعث timeout شدن فرستنده شده و فرستنده مجددا پکت FIN ارسال می‌کند. در این صورت گیرنده مجددا پکت FIN\_ACK را ارسال می‌کند.
  + دیر رسیدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK دیر به فرستنده برسد باعث ارسال مجدد FIN از فرستنده خواهد شد. در این صورت گیرنده به ازای هر FIN دریافت شده یک پکت FIN\_ACK ارسال می‌کند.
  + اشتباه رسیدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK اشتباه برسد، این اشتباه تشخیص داده شده (به علت آنکه فرستنده منتظر یک پکت خاص است!) و توسط فرستنده discard می‌شود. فرستنده در این صورت مجددا پکت FIN را ارسال می‌کند.
* پکت FIN گیرنده:
  + گم شدن: در صورتی که پکت FIN در مسیر ارسال گم شود و به فرستنده نرسد باعث timeout شدن گیرنده خواهد شد. در این صورت گیرنده مجددا پکت FIN را ارسال خواهد کرد.
  + دیر رسیدن: در صورتی که پکت FIN دیر به فرستنده برسد و گیرنده با دریافت نکردن ACK آن timeout شود، مجددا پکت FIN را ارسال می‌کند فرستنده با دریافت اولین FIN ، ACK آن را برای گیرنده ارسال می‌کند. و اتصال را می‌بندد. FIN های بعدی ارسالی همگی timeout می‌شوند و از این رو گیرنده متوجه می‌شود فرستنده ارتباط را ترک کرده و ارتباط را قطع می‌کند.
  + اشتباه رسیدن: در صورتی که پکت FIN گیرنده حین ارسال تغییر کند، این اشتباه توسط فرستنده قابل تشخیص است (فرستنده در این لحظه منتظر دریافت یک پکت FIN است) در این صورت پکت discard شده و باعث می‌شود گیرنده timeout شده و سناریو‌یی مشابه گم شدن رخ دهد.
* پکت FIN\_ACK فرستنده:
  + گم شدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK فرستنده گم شود باعث timeout شدن گیرنده شده و فرستنده مجددا پکت FIN ارسال می‌کند. در این صورت فرستنده ارتباط را بسته و دیگر پاسخگو نیست بنابر این تمامی پکت‌های FIN گیرنده timeout می‌شوند و گیرنده از این طریق متوجه بسته شدن ارتباط شده و ارتباط را قطع می‌کند.
  + دیر رسیدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK دیر به گیرنده برسد باعث ارسال مجدد FIN از گیرنده خواهد شد. در این صورت فرستنده ارتباط را بسته و دیگر پاسخگو نیست بنابر این تمامی پکت‌های FIN گیرنده timeout می‌شوند و گیرنده از این طریق متوجه بسته شدن ارتباط شده و ارتباط را قطع می‌کند.
  + اشتباه رسیدن: در صورتی که پکت FIN\_ACK اشتباه برسد، این اشتباه توسط گیرنده تشخیص داده شده (به علت آنکه گیرنده منتظر یک پکت خاص است!) و توسط گیرنده discard می‌شود. گیرنده در این صورت مجددا پکت FIN را ارسال می‌کند. اما فرستنده ارتباط را بسته و دیگر پاسخگو نیست بنابر این تمامی پکت‌های FIN گیرنده timeout می‌شوند و گیرنده از این طریق متوجه بسته شدن ارتباط شده و ارتباط را قطع می‌کند.