



## تمرین سری ۲

شماره دانشجویی: ۴۰۲۱۰۰۵۵۹

نام و نام خانوادگی: سروش نجفی

### سؤال ۱

از آنجا که UDP هیچ تضمینی برای تحویل، ترتیب یا عدم تکرار بسته‌ها فراهم نمی‌کند، تمام منطق قابلیت اطمینان باید در لایه کاربردی پیاده‌سازی شود. در روش توقف-و-انتظار، فایل ابتدا به بلوک‌هایی با اندازه ثابت تقسیم می‌شود و هر بلوک در یک بسته UDP قرار می‌گیرد. هر بسته شامل شماره توالی یکتا است. فرستنده پس از ارسال یک بسته، تایمری را فعال کرده و تا دریافت تأییدیه متناظر منتظر می‌ماند. در صورت دریافت ACK، فرستنده به سراغ بسته بعدی می‌رود. اگر قبل از انقضای تایمر ACK دریافت نشود، فرض می‌شود بسته یا ACK آن گم شده است و بسته مجدداً ارسال می‌شود. گیرنده فقط بسته‌ای را می‌پذیرد که شماره توالی آن دقیقاً برابر با مقدار مورد انتظار باشد. در صورت دریافت بسته تکراری، داده تحویل داده نمی‌شود اما ACK مجدداً ارسال می‌گردد تا فرستنده از وضعیت گیرنده مطلع شود. این روش علی‌رغم سادگی، از نظر کارایی بسیار ضعیف است. در هر زمان تنها یک بسته می‌تواند در حال انتقال یا انتظار برای تأیید باشد. در نتیجه نرخ بهره‌برداری از کانال برابر است با:

$$\frac{\text{اندازه بسته}}{RTT}$$

که برای RTT‌های بزرگ بسیار کوچک می‌شود. بنابراین این روش برای فایل‌های بزرگ یا شبکه‌های با تأخیر بالا عملاً ناکارآمد است.

### سؤال ۲

(آ) نادرست. در TCP، در صورتی که گیرنده نیز داده‌ای برای ارسال داشته باشد، می‌تواند ACK را روی سگمنت داده سوار کند. (piggyback) بنابراین نبود سگمنت ACK مستقل مانع ارسال تأییدیه نیست.

(ب) نادرست. rwnd بازتاب‌دهنده ظرفیت آزاد بافر گیرنده است. با پر یا خالی شدن بافر، مقدار rwnd در طول اتصال تغییر می‌کند.

(ج) درست. شرط اساسی کنترل جریان این است که:

$$\text{Data Outstanding} \leq rwnd$$

در غیر این صورت، گیرنده قادر به ذخیره داده‌های دریافتی نخواهد بود.

د) نادرست. شماره توالی سگمنت بعدی از رابطه زیر به دست می آید:

$$Seq_{next} = Seq_{current} + \text{Length Data}$$

و هیچ الزامی برای برابر بودن با  $m + 1$  وجود ندارد.

ه) درست. فیلد  $rwnd$  یکی از اجزای سرآیند TCP است و مستقیماً در الگوریتم کنترل جریان نقش دارد.

و) درست. اگر  $TimeoutInterval$  از  $SampleRTT$  کوچک تر باشد، حتی در حالت بدون خطا نیز تایمر منقضی می شود. بنابراین:

$$TimeoutInterval \geq SampleRTT$$

ز) درست. اگر شماره توالی سگمنت برابر ۳۸ و طول داده ۴ بایت باشد، بایت بعدی مورد انتظار گیرنده ۴۲ است، پس:

$$ACK = 42$$

### سؤال ۳

اندازه فایل برابر ۴۰۰۰ بایت و اندازه هر سگمنت برابر  $MSS = 4$  بایت است، بنابراین:

$$N = \frac{4000}{4} = 1000 \text{ سگمنت}$$

فرض می کنیم تنها اولین سگمنت در کل انتقال گم می شود،  $RTT$  ثابت است و پردازش ناچیز است.

آ) توقف-و-انتظار:

در این روش، هر سگمنت دقیقاً یک  $RTT$  اشغال می کند. بنابراین بدون خطا:

$$1000RTT$$

با گم شدن اولین سگمنت، فرستنده پس از یک  $RTT$  عدم دریافت  $ACK$  را تشخیص داده و بازارسال می کند که یک  $RTT$  اضافی نیاز دارد:

$$1001RTT$$

ب) Go-Back-N با پنجره  $W = 3$ :

در هر  $RTT$  سه سگمنت ارسال می شود:

$$\left\lceil \frac{1000}{3} \right\rceil = 334RTT$$

گم شدن اولین سگمنت باعث می شود تمام سگمنت های پنجره اول مجدداً ارسال شوند که یک  $RTT$  اضافی تحمیل می کند:

$$335RTT$$

تمرین سری ۲-۲

ج) Repeat Selective با پنجره  $W = 3$ :

در این روش، سگمت‌های صحیح ذخیره می‌شوند و فقط سگمت گم‌شده بازارسال می‌شود. بنابراین هزینه خطا فقط یک RTT است:

$$334 + 1 = 335RTT$$

د) Repeat Selective با پنجره  $W = 5$ :

$$\left\lceil \frac{1000}{5} \right\rceil = 200RTT$$

با در نظر گرفتن یک RTT اضافی برای بازارسال:

$$201RTT$$

## سؤال ۴

اندازه داده برابر ۱۰۰ کیلوبایت و اندازه هر سگمت برابر ۱ کیلوبایت است:

$$N = 100 \text{ سگمت}$$

RTT برابر ۵۰ میلی‌ثانیه و Timeout برابر ۲۰۰ میلی‌ثانیه است.

آ) بدون خطا:

در توقف و—انتظار، هر سگمت یک RTT زمان می‌برد:

$$T = 100 \times 50ms = 5000ms = 5s$$

ب) با احتمال حذف ۱۰٪:

احتمال موفقیت هر ارسال:

$$p = 0.9$$

امید ریاضی تعداد ارسال برای هر سگمت:

$$E[X] = \frac{1}{p} = \frac{1}{0.9} \approx 1.11$$

تعداد ارسال مورد انتظار کل:

$$100 \times 1.11 = 111$$

بنابراین حدود ۱۱ بار Timeout رخ می‌دهد:

$$T = 100 \times 50ms + 11 \times 200ms$$

$$= 5000 + 2200 = 7200ms = 7.2s$$