



بسم تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

درس شبکه های کامپیوتری، نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۶-۹۷

تمرین سری دهم (موعد تحویل: ۱۳۹۷/۳/۳۰)



مسئله	نمره
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	
۶	
۷	

توجه: پاسخ تمرین ها باید به صورت دستنویس تحویل داده شود.

نام و نام خانوادگی:

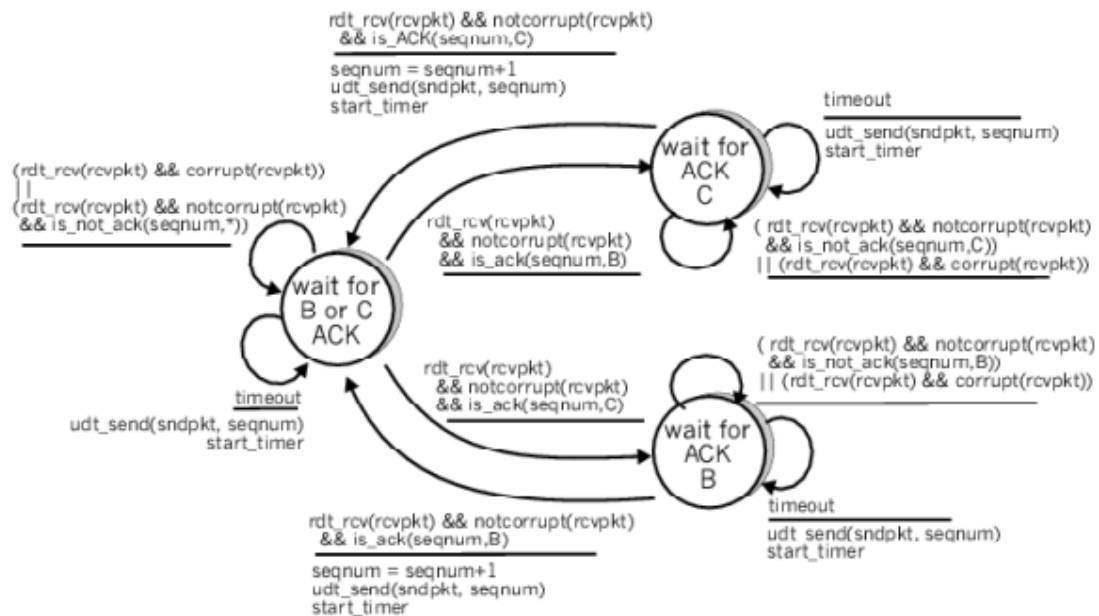
شماره دانشجویی:

نمره:

توجه: برای صرفه جویی در کاغذ تکالیف را با دو رو پرینت بگیرید و یا از کاغذهای باطله یک رو سفید استفاده کنید.

۱. فرض کنید میزبان A می خواهد به طور همزمان بسته هایی را به میزبان های B و C ارسال کند. میزبان A از طریق یک کانال پخش (broadcast channel) به B و C متصل است یعنی، میزبان های B و C کلیه بسته های ارسال شده توسط A را دریافت می کنند. فرض کنید کانال پخش برای انتقال بسته به B و C مستقل از یکدیگر عمل می کنند، یعنی ممکن است یک بسته ارسال شده از A به درستی به B برسد ولی همان بسته به طور سالم به C نرسد. یک پروتکل کنترل خطای مشابه روش توقف-انتظار برای انتقال قابل اطمینان بسته ها از A به B و C طراحی کنید که در آن میزبان A تا زمانی که از تحویل سالم بسته فعلی به B و C اطمینان حاصل نکرده باشد، داده ی جدیدی از لایه ی بالاتر قبول نکند. دیاگرام FSM میزبان A را رسم کنید.

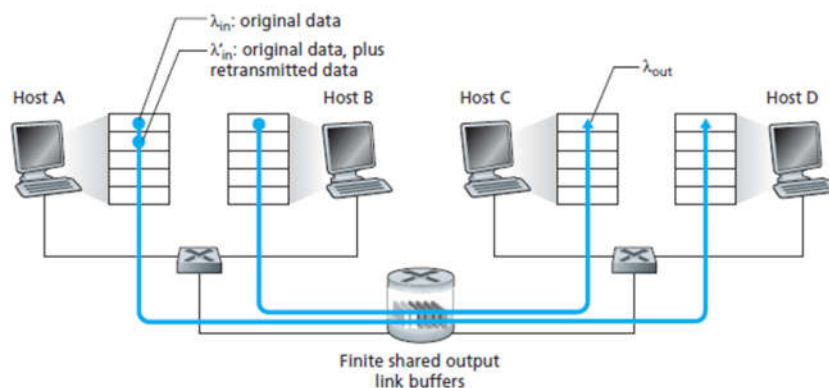
این مسئله یک نوع از پروتکل توقف و انتظار ساده است. به علت اینکه احتمال گم شدن پیام ها و دریافت پیام هایی که قبلاً توسط گیرنده ها دریافت شده اند، وجود دارد (به دلیل زمان انقضای زودرس یا اینکه سایر گیرنده ها داده ها را به درستی دریافت نکرده اند)، به شماره توالی نیاز داریم. مانند rdt3.0 یک شماره توالی یک بیتی کافی است. نمودار FSM فرستنده و گیرنده در شکل زیر نمایش داده شده است. در این مسئله وضعیت های فرستنده شامل حالت هایی که فرستنده منتظر دریافت یک پیام تصدیق از فقط B، از فقط C یا از B یا C هست.



۲. دو میزبان A و B با یک لینک 100 Mbps مستقیماً به یکدیگر متصل شده‌اند. صرفاً یک اتصال TCP بین این دو میزبان وجود دارد و میزبان A در حال ارسال یک فایل خیلی بزرگ روی این اتصال به میزبان B است. میزبان A می‌تواند داده‌های لایه‌ی کاربرد خود را با نرخ 120 Mbps وارد این سوکت TCP کند، ولی میزبان B می‌تواند فقط با حداکثر نرخ 50 Mbps بافر دریافت خود را بخواند. تأثیر کنترل جریان TCP را تشریح کنید.

از آنجایی که ظرفیت لینک 100Mbps هست پس نرخ ارسال میزبان A حداکثر 100Mbps است. میزبان A ارسال داده به بافر گیرنده را سریع‌تر از خالی کردن بافر توسط میزبان B انجام می‌دهد. زمانی که بافر پر می‌شود، میزبان B به A علامت می‌دهد تا ارسال داده را متوقف کند این کار را با تنظیم کردن مقدار $RcvWindow = 0$ انجام می‌دهد. میزبان A ارسال را متوقف می‌کند تا زمانی که یک سگمنت TCP با $RcvWindow > 0$ دریافت کند. بنابراین میزبان A دائماً ارسال را متوقف می‌کند و از سر می‌گیرد. این کار بر مبنای $RcvWindow$ ای که از سمت میزبان B دریافت می‌کند صورت می‌گیرد.

۳. شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید میزبان‌های A و B هر دو زمان Time out مشخص و ثابتی دارند.





الف. توضیح دهید چرا افزایش اندازه بافر محدود مسیریاب احتمالاً می‌تواند باعث کاهش گذردهی (λ_{out}) شود.

ب. اکنون فرض کنید هر دو میزبان زمان‌های انقضای خود را به‌صورت پویا (مانند آنچه TCP می‌دهد) بر اساس تأخیر بافر در مسیریاب تنظیم می‌کنند. آیا افزایش اندازه‌ی بافر مسیریاب می‌تواند به افزایش گذردهی کمک کند؟ چرا؟

الف. افزایش اندازه صف باعث افزایش میزان تأخیر می‌شود. اگر زمان انقضا را ثابت در نظر بگیریم فرستنده ممکن است دچار انقضای زودتر از موعد شود بنابراین برخی از بسته‌ها دوباره ارسال خواهند شد درحالی‌که گم نشده‌اند. در این حالت ممکن است فضای اضافه شده در بافر توسط بسته‌های retransmit شده که نباید retransmit می‌شدند اشغال شود و حتی باعث شود برای بسته‌هایی که بار اول است ارسال می‌شوند نیز فضای کافی نباشد و Drop شوند.

ب. اگر زمان انقضا تخمینی (estimated) باشد (مشابه آنچه در TCP وجود دارد) پس افزایش اندازه بافر مطمئناً باعث افزایش گذردهی مسیریاب می‌شود. اما امکان بروز یک مشکل بالقوه وجود دارد اینکه ممکن است تأخیر صف خیلی زیاد شود.

۴. فرض کنید پنج مقدار اندازه‌گیری شده برای SampleRTT به ترتیب برابرند با: 106 ms, 120 ms, 140 ms, 90 ms و 115 ms. با استفاده از مقدار $\alpha = 0.125$ و با فرض اینکه مقدار EstimatedRTT در ست قبل از این پنج اندازه‌گیری 100 ms بوده است، مقدار EstimatedRTT بعد از هر یک از این مقادیر SampleRTT را محاسبه کنید. همچنین با استفاده از مقدار $\beta = 0.25$ و با فرض این‌که مقدار DevRTT درست قبل از این پنج اندازه‌گیری 5 ms بوده است، مقدار DevRTT بعد از هر یک از این مقادیر SampleRTT محاسبه کنید. در آخر مقدار TimeoutInterval را بعد از هر یک از این مقادیر SampleRTT محاسبه کنید.

$$DevRTT = \beta |SampleRTT - EstimatedRTT| + (1 - \beta)DevRTT$$

$$EstimatedRTT = \alpha SampleRTT + (1 - \alpha)EstimatedRTT$$

$$TimeoutInterval = EstimatedRTT + 4 \times DevRTT$$

از استالینگز:

$$\begin{aligned} SRTT(K+1) &= (1-g) \times SRTT(K) + g \times RTT(K+1) \\ SERR(K+1) &= RTT(K+1) - SRTT(K) \\ SDEV(K+1) &= (1-h) \times SDEV(K) + h \times |SERR(K+1)| \\ RTO(K+1) &= SRTT(K+1) + f \times SDEV(K+1) \end{aligned} \quad (20.5)$$

بعد از بدست آوردن اولین $SampleRTT = 106ms$:

$$DevRTT = 0.25 \times |106 - 100| + 0.75 \times 5 = 5.25ms$$

$$EstimatedRTT = 0.125 \times 106 + 0.875 \times 100 = 100.75ms$$

$$TimeoutInterval = 100.75 + 4 \times 5.25 = 121.75ms$$

بعد از بدست آوردن دومین $SampleRTT = 120ms$:

$$DevRTT = 0.25 \times |120 - 100.75| + 0.75 \times 5.25 = 8.75ms$$



$$EstimatedRTT = 0.125 \times 120 + 0.875 \times 100.75 = 103.15ms$$

$$TimeoutInterval = 103.15 + 4 \times 8.75 = 138.15ms$$

بعد از بدست آوردن سومین $SampleRTT = 140ms$

$$DevRTT = 0.25 \times |140 - 103.15| + 0.75 \times 8.75 = 15.77ms$$

$$EstimatedRTT = 0.125 \times 140 + 0.875 \times 103.15 = 107.76ms$$

$$TimeoutInterval = 107.76 + 4 \times 15.77 = 170.84ms$$

بعد از بدست آوردن چهارمین $SampleRTT = 90ms$

$$DevRTT = 0.25 \times |90 - 107.76| + 0.75 \times 15.77 = 16.27ms$$

$$EstimatedRTT = 0.125 \times 90 + 0.875 \times 107.76 = 105.54ms$$

$$TimeoutInterval = 105.54 + 4 \times 16.27 = 170.62ms$$

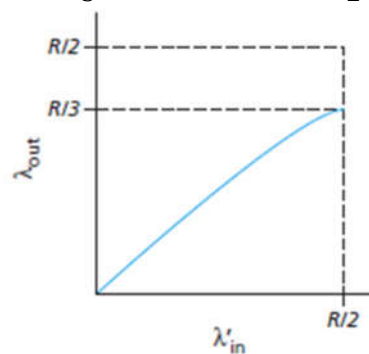
بعد از بدست آوردن پنجمین $SampleRTT = 115ms$

$$DevRTT = 0.25 \times |115 - 105.54| + 0.75 \times 16.27 = 14.57ms$$

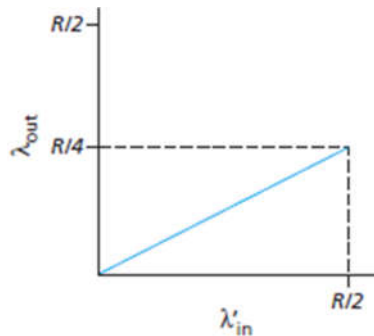
$$EstimatedRTT = 0.125 \times 115 + 0.875 \times 105.54 = 106.71ms$$

$$TimeoutInterval = 106.71 + 4 \times 14.57 = 165ms$$

۵. شکل زیر را در نظر بگیرید. اگر λ'_{in} بیشتر از $R/2$ شود آیا λ_{out} می‌تواند از $R/3$ بزرگ‌تر شود؟

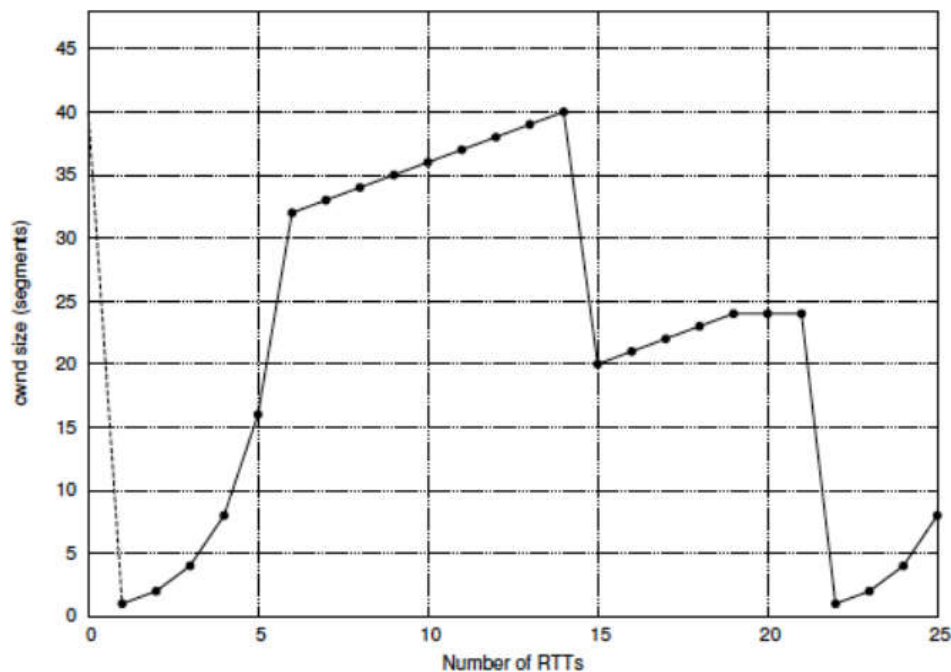


اکنون شکل زیر را در نظر بگیرید. اگر λ'_{in} بیشتر از $R/2$ شود، با این فرض که هر بسته به‌طور میانگین دو بار از مسیر یاب به گیرنده فرستاده می‌شود، آیا λ_{out} می‌تواند از $R/4$ بزرگ‌تر شود؟ توضیح دهید.



اگر نرخ ورود در شکل اول سوال بیشتر از $\frac{R}{2}$ شود در نتیجه کل نرخ ورود به صف از ظرفیت صف بیشتر شده که باعث افزایش نرخ Loss می‌شود. وقتی نرخ ورود برابر $\frac{R}{2}$ است یکی از هر بسته‌ای که صف را ترک می‌کند یک ارسال مجدد هست. با افزایش Loss تعداد بسته‌های بیشتری که صف را ترک می‌کنند، ارسال مجدد خواهند بود. با توجه به اینکه حداکثر نرخ خروج از صف برای هر نشست $\frac{R}{2}$ باشد و با توجه به اینکه یک سوم بسته‌ها یا بیشتر، با افزایش نرخ ورود ارسال خواهند شد، گذردهی نمی‌تواند بیشتر از $\frac{R}{3}$ باشد. به علت مشابه اگر نصف بسته‌هایی که صف را ترک می‌کنند ارسال مجدد باشند و حداکثر نرخ خروج بسته‌ها از صف به ازای هر نشست $\frac{R}{2}$ باشد حداکثر مقدار λ_{out} ، $\frac{R}{4}$ خواهد بود.

۶. شکل زیر را در نظر بگیرید. اگر این شکل مرتبط با TCP Reno باشد، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. در همه‌ی موارد، برای پاسخ‌های خود به اختصار دلیل بیاورید.



۷. بازه‌های زمانی مرتبط با فعالیت TCP Slow Start را مشخص کنید.

۱ تا ۶ و ۲۲ تا ۲۵

۸. بازه‌های زمانی فعالیت الگوریتم TCP Congestion Avoidance را مشخص کنید.

۶ تا ۱۴ و ۱۵ تا ۲۱

۹. پ. بعد از ۱۴ امین RTT، گم شدن بسته در اثر دریافت سه ACK تکراری شناسایی شده است یا در نتیجه‌ی منقضی شدن تایمر؟

سه ACK تکراری



۱۰. مقدار اولیه‌ی ssthresh در اولین نوبت ارسال چیست؟

۳۲

۱۱. مقدار ssthresh در ۱۹ امین RTT چیست؟

۲۰

۱۲. مقدار ssthresh در ۲۴ امین RTT چیست؟

۱۲

۱۳. هفتادمین قطعه در کدام RTT ارسال فرستاده می‌شود؟

۷ امین

۱۴. فرض کنید در ۲۵ امین RTT، در اثر دریافت سه ACK تکراری، یک رویداد اتلاف بسته تشخیص داده می‌شود. در این صورت، اندازه‌ی

پنجره ازدحام و مقدار ssthresh چه خواهد بود؟

$$ssthresh = cwnd/2 = 8/2 = 4$$

CWND = ssthresh + 3 = 7 و وارد وضعیت Fast recovery می‌شود.

۱۵. برای دستیابی به گذردهی برابر 10Gbps در پروتکل TCP با فرض MSS به اندازه 1500 بایت و RTT به اندازه 100ms، نرخ Loss چقدر باید باشد؟

فرمول میانگین گذردهی عبارتست از:

$$\frac{1.22 \times MSS}{RTT \times \sqrt{L}}$$

بنابراین داریم:

$$10^{10} = \frac{1.22 \times 1500 \times 8}{0.1 \times \sqrt{L}}$$

که با حل آن $L \cong 2 \times 10^{-10}$ محاسبه می‌شود.