

دانشگاه شهید بهشتی (دانشگاه ملی ایران)  
دانشکده مهندسی و علوم کامپیوتر

درس شبکه‌های کامپیوتری ، نیم سال دوم سال تحصیلی ۹۸ - ۹۹  
تمرین سری پنجم (موعد تمویل: ۱۳۹۹/۴/۱۴)

**سؤال ۱:** یک کانال بدون خطا با نرخ ارسال ۶۴ کیلوبیت در ثانیه را در نظر بگیرید. اگر فرض کنیم اندازه فریم‌های داده ۱۶۰ بایت، سربرار هر بسته ۱۶ بایت، اندازه بسته‌های ACK، ۱۶ بایت و شماره ترتیب ارسال یک عدد ۳ بیتی باشد. با فرض این که تاخیر انتشار در این کانال ۲۴۱ میلی ثانیه باشد و گیرنده به محض دریافت بسته داده، پیام ACK را ارسال کند بهره‌وری پروتکل Go Back N و Selective Repeat برای این کانال چقدر است؟

**سؤال ۲:** روال TCP برای تخمین RTT را در نظر بگیرید. فرض کنید که  $\alpha=0.1$  است.  $\{SampleRTT\}_1$  را به عنوان جدیدترین نمونه RTT در نظر بگیرید و فرض کنید که  $\{SampleRTT\}_2$  جدیدترین نمونه RTT بعدی باشد و به همین ترتیب این فرضیات را ادامه دهید.

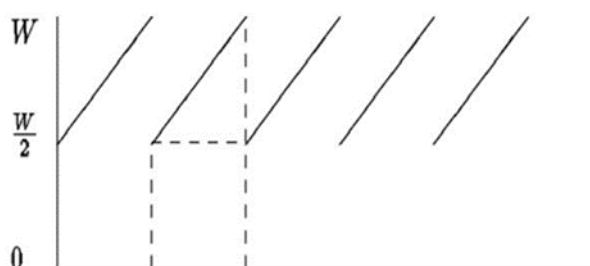
(الف) در اتصال TCP مذکور، فرض کنید چهار پیام تصدیق متناظر با نمونه‌های RTT، یعنی  $\{SampleRTT\}_1, \{SampleRTT\}_2, \{SampleRTT\}_3$  و  $\{SampleRTT\}_4$  برگشته‌اند، مقدار EstimatedRTT را بدست آورید.

(ب) فرمول خود را برای n نمونه RTT تعمیم دهید.

**سؤال ۳:** فرض کنید پنج مقدار اندازه‌گیری شده برای SampleRTT به ترتیب برابرند با: ۱۰۶ ms، ۱۲۰ ms، ۱۴۰ ms، ۹۰ ms و ۱۱۵ ms. با استفاده از مقدار  $\alpha=0.125$  و با فرض اینکه مقدار EstimatedRTT درست قبل از این پنج اندازه‌گیری ۱۰۰ 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 این که مقدار DevRTT درست قبل از این پنج اندازه‌گیری ۵ 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.

**سؤال ۴:** یکی از توصیفاتی که برای TCP استفاده می‌شود، توصیف ماکروسکوپیک است. در این توصیف فرض می‌شود که در بازه‌های زمانی، نرخ ارسال از  $\frac{W}{2 \cdot RTT}$  به  $\frac{W}{RTT}$  تغییر می‌کند و فقط یک بسته و در انتهای هر بازه از دست می‌رود:

congestion window (packets)



با در نظر گرفتن این توصیف به سوالات زیر پاسخ دهید:

درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم‌سال دوم، تمصیلی ۹۸-۹۹  
تمرین سری پنجم (موعد تمویل: ۱۳۹۹/۴/۱۴)

الف) نشان دهید نرخ گذردهی میانگین به شرح زیر است:

$$\text{Average throughput} = \frac{0.75 \cdot W}{RTT}$$

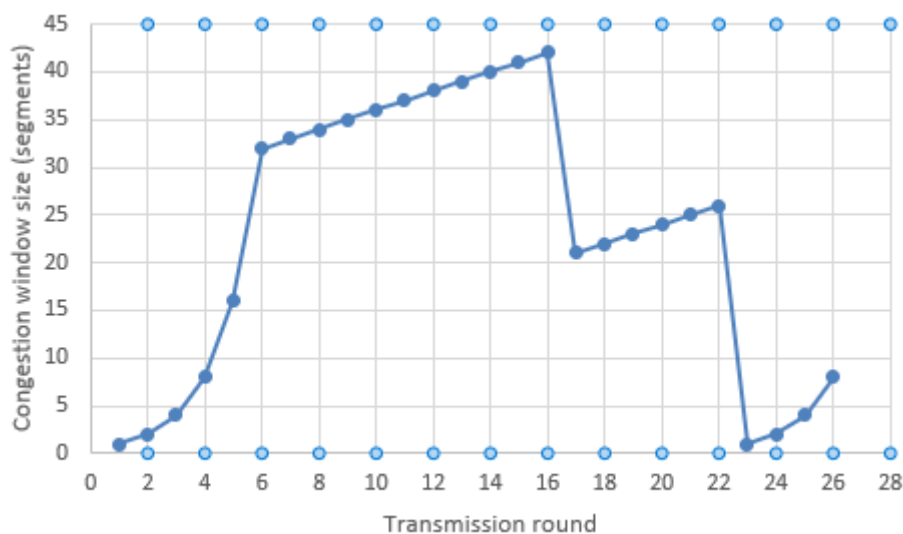
ب) نشان دهید نرخ از دست رفتن بسته برابر است با:

$$L = \text{loss rate} = \frac{1}{\frac{3}{8}W^2 + \frac{3}{4}W}$$

ج) با توجه به قسمت‌های الف و ب نشان دهید برای ارتباطی که نرخ از دست رفتن بسته در آن برابر با  $L$  است نرخ گذردهی میانگین برابر است با:

$$\text{Average throughput} \approx \frac{1.22 \cdot MSS}{RTT \cdot \sqrt{L}}$$

سوال ۵: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید پروتکل TCP Reno در این ارتباط استفاده شده است. به سوالات زیر پاسخ داده و در هر سوال پاسخ خود را توجیح نمایید.



الف) بازه‌هایی که TCP در وضعیت Slow Start قرار دارد را مشخص کنید.

ب) بازه‌هایی که TCP در وضعیت Congestion Avoidance قرار دارد را مشخص کنید.

ج) بعد از دوره ۱۶م، از دست رفتن بسته با استفاده از Triple Duplicate ACK شناسایی شده است یا Timeout؟

د) بعد از دوره ۲۲م، از دست رفتن بسته با استفاده از Triple Duplicate ACK شناسایی شده است یا Timeout؟

هـ) مقدار Slow Start Threshold در ابتدا چقدر بوده است؟

و) مقدار Slow Start Threshold بعد از دوره ۱۸ام چقدر است؟

ز) مقدار Slow Start Threshold بعد از دوره ۲۴ام چقدر است؟

ح) در کدام دوره بسته‌ی شماره ۷۰ ارسال می‌شود؟

سوال ۶: اگر در روش کنترل ازدحام TCP، فرستنده با دریافت هر ACK جدید، به جای آنکه به اندازه پنجره ضریبی از MSS را اضافه کند (در حالت slow start یک MSS و در حالت congestion avoidance،  $MSS \times \frac{MSS}{cwnd}$  اضافه می‌شود)، به اندازه پنجره ضریب مثبتی از اندازه پنجره ( $a$ ،  $0 < a < 1$ ) اضافه کند (یعنی  $cwnd = (1 + a) \times cwnd$ ) به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) رابطه‌ی بین  $L$  (نرخ از دست رفتن بسته‌ها) و  $W$  (حداکثر اندازه‌ی پنجره‌ی ازدحام) را بدست آورید.  
ب) نشان دهید برای این نسخه تغییر یافته TCP، صرف نظر از میانگین گذرده‌ی، زمان صرف شده برای افزایش اندازه پنجره‌ی ازدحام از  $W/2$  به  $W$  همیشه یکسان است.

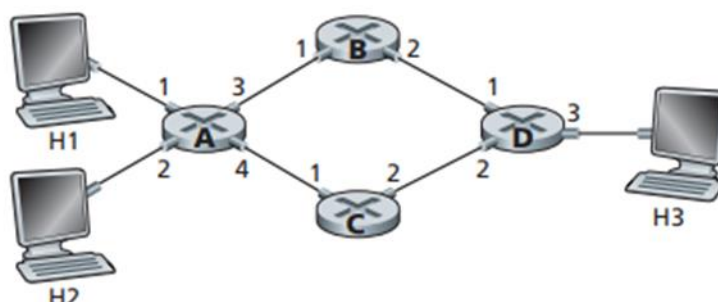
سوال ۷: یک سرویس‌گیرنده و سرویس‌دهنده‌ی وب را در نظر بگیرید که با یک لینک ارتباطی با نرخ  $R$  مستقیماً به یکدیگر متصل شده‌اند. فرض کنید سرویس‌گیرنده می‌خواهد یک شی را از سرویس‌دهنده بگیرد که اندازه آن دقیقاً برابر است با  $15S$  که  $S$ ، حداکثر اندازه قطعه یا همان MSS است. با فرض ثابت بودن زمان رفت و برگشت بین سرویس‌گیرنده و سرویس‌دهنده ( $RTT$ ) و صرف نظر نمودن از سرآیند پروتکل‌ها، زمان دریافت شی (شامل زمان برقراری اتصال TCP) را در حالت‌های زیر تعیین کنید.

$$\text{الف) } 4S/R > S/R + RTT > 2S/R$$

$$\text{ب) } S/R + RTT > 4S/R$$

$$\text{ج) } S/R > RTT$$

سؤال ۸: شبکه‌ی زیر را در نظر بگیرید:



الف. اگر این شبکه یک شبکه دیتاگرام (packet-switched) باشد، با این فرض که تمامی ترافیک‌های مربوط به H3 از طریق interface شماره 3 مسیریاب A ارسال می‌شوند جدول جلورانی (Forwarding table) آن را رسم کنید. آیا می‌توانید جدول جلورانی مربوط به مسیریاب A را طوری بنویسید که تمام ترافیک ارسالی از H1 به H3 از طریق رابط شماره 3 ارسال شود و ترافیک ارسالی از H2 به H3 از طریق رابط شماره 4 ارسال شود؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

ب. اکنون فرض کنید که این شبکه یک شبکه‌ی مدار مجازی است و یک تماس بین H1 و H3 وجود دارد و یک تماس دیگر بین H2 و H3 وجود دارد. جدول جلورانی مربوط به مسیریاب A را بنویسید، به طوری که همه‌ی ترافیک‌های ارسال شده از H1 به H3 از طریق رابط شماره 3 و ترافیک ارسالی از H2 به H3 از طریق رابط شماره 4 ارسال شود.

ج. با فرض سناریوی مشابه بخش قبل، جدول جلورانی مربوط به گره‌های B، C و D را بنویسید.

موفق باشید.