بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس شبکه‌های کامپیوتری، نیمسال دوم سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۳

پاسخ تمرین سری پنجم

سوال ۱:

می‌خواهیم کلمه کد ۶ بیتی "101100" را با استفاده از کد همینگ، با قابلیت تصحیح یک بیت خطا، ارسال کنیم.

الف) کد ارسالی را محاسبه کنید.

ب) اولین بیت کد را تغییر دهید و نشان دهید گیرنده چگونه می‌تواند این خطا را تشخیص دهد.

پاسخ:

الف) حداقل تعداد بیت های اضافه موردنیاز:

$2^r > (m+r) \rightarrow 2^r > (6+r) \rightarrow r = 4$

d_5	d_4	R_4	d_3	d_2	d_1	R_3	d_0	R_2	R_1
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0		1	1	0		0		

محاسبه مقادیر بیت های کد:

$R_1 = positions\{1,3,5,7,9\} = R_1 d_0 d_1 d_3 d_4 \rightarrow R_1 = R_1 0010 \rightarrow \boldsymbol{R_1 = 1}$

$R_2 = positions\{2,3,6,7,10\} = R_2 d_0 d_2 d_3 d_5 \rightarrow R_2 = R_2 0111 \rightarrow \boldsymbol{R_2 = 1}$

$R_3 = positions\{4,5,6,7\} = R_3 d_1 d_2 d_3 \rightarrow R_3 = R_3 011 \rightarrow \boldsymbol{R_3 = 0}$

$R_4 = positions\{8,9,10\} = R_4 d_4 d_5 \rightarrow R_0 = R_0 01 \rightarrow \boldsymbol{R_4 = 1}$

در نهایت، کد 101110011 به گیرنده ارسال میشود.

ب) با تغییر اولین بیت در فرآیند ارسال، گیرنده کد 101110010 را دریافت میکند.

گیرنده بیت ها را به صورت زیر باهم جمع میکند:

d_5	d_4	R_4	d_3	d_2	d_1	R_3	d_0	R_2	R_1
1010	1001	1000	0111	0110	0101	0100	0011	0010	0001
1	0	1	1	1	0	0	0	1	0

$R_1 = positions\{1,3,5,7,9\} = 0 + 0 + 0 + 1 + 0 \rightarrow \boldsymbol{R_1 = 1}\ (\boldsymbol{parity\ of\ sum})$

$R_2 = positions\{2,3,6,7,10\} = 1 + 0 + 1 + 1 + 1 \rightarrow \boldsymbol{R_2 = 0}\ (\boldsymbol{parity\ of\ sum})$

$R_3 = positions\{4,5,6,7\} = 0 + 0 + 0 + 0 \rightarrow \boldsymbol{R_3 = 0}\ (\boldsymbol{parity\ of\ sum})$

$R_4 = positions\{8,9,10\} = 1 + 0 + 1 \rightarrow \boldsymbol{R_4 = 0}\ (\boldsymbol{parity\ of\ sum})$

کد تشکیل شده با استفاده از این محاسبه:

$R_4 R_3 R_2 R_1 = 0001$

به این صورت گیرنده متوجه میشود که جایگاه اول دارای خطا است و آن را به مقدار درست تغییر میدهد.

سوال ۲:

مجموعه کدهای همینگ زیر را درنظر بگیرید:

۱. 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
۲. 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1
۳. 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0

الف) فاصله همینگ این مجموعه چند است و چرا؟

ب) چند خطا قابل کشف است؟

ج) چند خطا قابل تصحیح است؟

د) اگر احتمال خطای بیتی برابر 10^{-6} باشد، درصورتی که بدانیم خطایی رخ داده است، با چه احتمالی می‌توانیم خطا را تصحیح کنیم؟

پاسخ:

الف) هر دو جفت کد را باهم درنظر میگیریم:

(1) 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
(2) 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1
(1 ∧ 2) 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1

فاصله همینگ: ۵

(1) 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0
(3) 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
(1 ∧ 3) 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0

فاصله همینگ: ۵

2 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1
3 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
(2 ∧ 3) 0 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1

فاصله همینگ: ۶

فاصله همینگ یک مجموعه کد برابر با کمترین فاصله بین هر دو جفت کد آن است. در نتیجه در این مسئله، فاصله همینگ برابر با ۵ است.

ب) کدی با فاصله همینگ d میتواند $d-1$ خطا را تشخیص دهد. درنتیجه در این مسئله ۴ خطا قابل تشخیص است.

ج) کدی با فاصله همینگ d میتواند $\left\lfloor \frac{d-1}{2} \right\rfloor$ خطا را تصحیح کند. در نتیجه در این مسئله $\left\lfloor \frac{5-1}{2} \right\rfloor = 2$ خطا قابل تصحیح است.

د)

$$P(error\ can\ be\ corrected \mid error\ has\ occured) = \frac{P(1\ error) + P(2\ errors)}{P\ (error\ occured)}$$

$$= \frac{\binom{11}{1} \times 10^{-6} \times (1-10^{-6})^{10} + \binom{11}{2} \times (10^{-6})^2 \times (1-10^{-6})^9}{1-(1-10^{-6})^{11}} = 0.9999999999514716$$

سوال ۳:

دو سیستم کامپیوتری در دو شهر قرار دارند که فاصله‌ی بین آن‌ها ۹۰ کیلومتر است. این دو سیستم می‌توانند از طریق دو مسیر ارتباطی متفاوت لینک فیبرنوری با نرخ ارسال ۲۰ کیلوبیت بر ثانیه و لینک ماهواره‌ای با نرخ ارسال ۴۰ کیلوبیت بر ثانیه، داده‌ها را به یکدیگر ارسال کنند. در صورتی که دو سیستم از پروتکل Stop & Wait برای انتقال داده استفاده کنند، اگر بخواهیم نرخ مؤثر انتقال داده در لینک ماهواره‌ای برابر با نرخ مؤثر لینک فیبرنوری شود، باید اندازه‌ی هر بسته‌ی داده (بر حسب بیت) تقریباً چقدر باشد؟ سرعت انتشار امواج در فیبرنوری برابر 2×10^8 m/s و در لینک

ماهواره‌ای برابر 3×10^8 m/s می‌باشد. همچنین طول لینک ماهواره‌ای (رفت و برگشت بین زمین و ماهواره) نیز برابر ۸۰۰۰۰ کیلومتر است. (سربار مربوط به سرآیندها و تأییدیه‌ها قابل صرف نظر است)

پاسخ:

	Satellite Link	Optical Fiber Line
Link Length	$d_{SAT} = 80000\ Km = 80 \times 10^6\ m$	$d_{TEL} = 90\ Km = 90 \times 10^3\ m$
Propagation Speed	$V_{SAT} = 2 \times 10^8\ m/s$	$V_{TEL} = 3 \times 10^8\ m/s$
Propagation Delay	$t_{Prop}^{SAT} = \frac{d_{SAT}}{V_{SAT}} = \frac{80 \times 10^6}{2 \times 10^8} = 0.4\ sec$	$t_{Prop}^{TEL} = \frac{d_{TEL}}{V_{TEL}} = \frac{90 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 3 \times 10^{-4}\ sec$
Data Rate (R)	$R_{SAT} = 40\ kbps$	$R_{TEL} = 20\ kbps$
Transmission Dalay	$t_t^{SAT} = \frac{L}{R_{SAT}} = 2.5 \times 10^{-5} \times L$	$t_t^{TEL} = \frac{L}{R_{TEL}} = 5 \times 10^{-5} \times L$
Delay-Bandwidth Product	$a_{SAT} = \frac{t_{Prop}^{SAT}}{t_t^{SAT}} = \frac{0.4}{2.5 \times 10^{-5} \times L} = \frac{16000}{L}$	$a_{TEL} = \frac{t_{Prop}^{TEL}}{t_t^{TEL}} = \frac{3 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-5} \times L} = \frac{6}{L}$
Utilization	$U_{S\&W}^{SAT} = \frac{1}{1 + 2a_{SAT}} = \frac{1}{1 + \frac{32000}{L}} = \frac{L}{L + 32000}$	$U_{S\&W}^{TEL} = \frac{R_{eff}^{TEL}}{R_{TEL}} = \frac{1}{1 + 2a_{TEL}} = \frac{1}{1 + \frac{12}{L}} = \frac{L}{L + 12}$
Effective Throughput	$R_{eff}^{SAT} = U_{S\&W}^{SAT} \times R_{SAT} = \left(\frac{L}{L + 32000}\right) \times 40 \times 10^3 = \frac{40000L}{L + 32000}$	$R_{eff}^{TEL} = U_{S\&W}^{TEL} \times R_{TEL} = \left(\frac{L}{L + 12}\right) \times 20 \times 10^3 = \frac{20000L}{L + 12}$

$$R_{eff}^{SAT} = R_{eff}^{TEL}$$

$$\frac{40000L}{L + 32000} = \frac{20000L}{L + 12}$$

$$\frac{2}{L + 32000} = \frac{1}{L + 12}$$

$$L = 31976\ bits$$

سوال ۴:

فرض کنید نرخ ارسال بین فرستنده و گیرنده ۵۶ کیلوبایت بر ثانیه، طول مسیر بین فرستنده و گیرنده ۱۰۰۰ کیلومتر و سرعت انتشار امواج 10^7 m/s است. اگر احتمال از دست دادن بسته‌ها ۱ ٪ و اندازه سرآیند بسته‌ها و اندازه بسته ACK برابر ۲۰ بایت باشد، حداقل اندازه بسته‌های ارسالی با استفاده از پروتکل Stop-and-Wait برای رسیدن به بهره‌وری بیش از ۵۰٪ چقدر است؟

پاسخ:

$R = 56$ KBps

$d = 1000\ km$

$v = 10^7 m/s$

$t_{prop} = \frac{10^6}{10^7} = 0.1s$

$P_F = 0.01$

$H = 20\ Bytes$

$A \approx H$

$Get\ minimum\ of\ L\ so\ that\ u_{SW} > 0.5$

$$u_{s\&w} = \frac{1-\frac{H}{L}}{1+\frac{A}{L}+\frac{2(t_{prop}+t_{proc})R}{L}}(1-P_F) = \frac{1-\frac{20}{L}}{1+\frac{20}{L}+\frac{2(0.1)\times 56}{L}}(1-0.01) = \frac{L-20}{L+20+11.2}\times 0.99 > 0.5$$

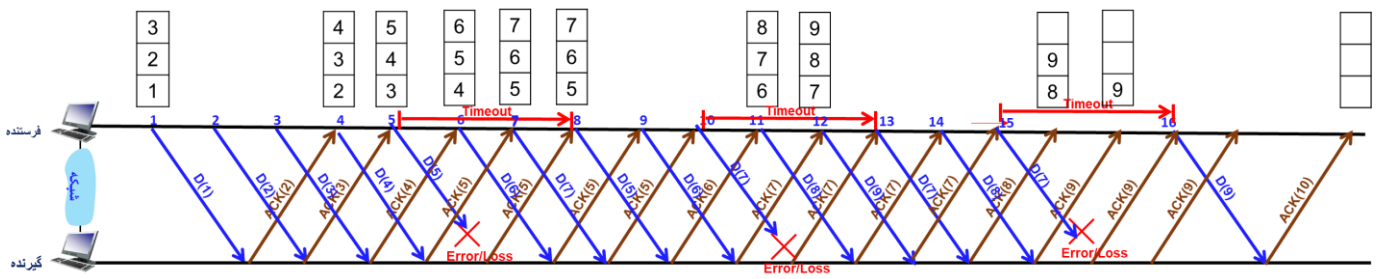
$$\frac{L-20}{L+20+11.2}\times 0.99 > 0.5 \rightarrow \frac{L-20}{L+31.2} > 0.505 \rightarrow L-20 > 0.505L + 15.756 \rightarrow 0.495L > 35.756 \rightarrow L > 72.23$$

در نتیجه حداقل اندازه بسته باید ۷۳ بایت باشد تا بهره وری بیش از ۵۰درصد شود.

سوال ۵:

سرور A می‌خواهد با استفاده از پروتکل Go-Back N، ۹ بسته را به سرور B ارسال کند. حجم پنجره ارسال A برابر با ۳ است. از هر ۵ بسته ارسالی توسط A، بسته پنجم در ارسال به سرور B به مشکل بر می‌خورد و توسط B دریافت نمی‌شوند اما تمام Ackهای B با موفقیت به سرور A ارسال می‌شوند. نمودار زمانی دریافت و ارسال اطلاعات بین A و B را رسم کنید و در هر مرحله محتوی بافر A را نشان دهید.

پاسخ:



سوال ۶:

با توجه به اینکه احتمال ارسال موفقیت‌آمیز (P_S) یک بسته تابعی از اندازه بسته (L) است، توضیح دهید که اندازه بسته چگونه در کاهش یا افزایش بهره‌وری پروتکل ARQ تکرار انتخابی (Selective Repeat) تاثیرگذار است. با فرض ثابت بودن پارامترها و بدون محدودیت روی اندازه پنجره ارسال، بهترین اندازه بسته برای حداکثر کردن بهره‌وری در پروتکل این پروتکل ARQ تکرار انتخابی را بدست آورید.

p: bit error rate

L: packet length

H: header length

$P_s = (1-p)^L \approx 1 - Lp$

$U_{SR} = (1 - \frac{H}{L})(Ps)$

پاسخ:

رابطه بهره‌وری پروتکل SR را بر حسب طول بسته بازنویسی می‌کنیم و خواهیم داشت:

$$U_{SR} = \left(1 - \frac{H}{L}\right)(P_s) = (1 - \frac{H}{L})(1 - Lp)$$

از این رابطه بر حسب L مشتق گرفته و خواهیم داشت:

$$\frac{dU_{SR}}{dL} = -p + \frac{H}{L^2} = 0$$

از این رابطه مقدار بهینه طول بسته به شرح زیر بدست می‌آید:

$$L = \sqrt{\frac{H}{P}}$$

سوال ۷:

فرض کنید ۵ مقدار اندازه‌گیری شده برای $sampleRTT$ به ترتیب برابر با ۱۰۵، ۱۱۵، ۸۰، ۱۳۰ و ۱۱۵ میلی‌ثانیه است. با فرض اینکه مقدار $EstimatedRTT$ درست قبل از این ۵ اندازه‌گیری ۱۰۰ میلی‌ثانیه بوده و مقدار پارامتر $\alpha = 0.125$ است، مقدار $EstimatedRTT$ بعد از هر یک از مقادیر $SampleRTT$ را محاسبه کنید. همچنین با فرض اینکه مقدار $DevRTT$ درست قبل از این ۵ اندازه‌گیری ۱۰ میلی‌ثانیه بوده و مقدار پارامتر $\beta = 0.25$ است، مقدار $DevRTT$ بعد از هر یک از مقادیر $SampleRTT$ را محاسبه کنید. نهایتاً مقدار $TimeoutInterval$ را بعد از هر یک از این مقادیر $SampleRTT$ محاسبه کنید.

پاسخ:

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

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

$TimeoutInterval = EstimatedRTT + 4 \times DevRTT$

بعد از بدست آوردن اولین $SampleRTT = 105ms$:

$DevRTT = 0.25 \times |105 - 100| + 0.75 \times 10 = 8.75ms$

$EstimatedRTT = 0.125 \times 105 + 0.875 \times 100 = 100.625ms$

$TimeoutInterval = 100.625 + 4 \times 8.75 = 100.625 + 35 = 135.625ms$

بعد از بدست آوردن دومین $SampleRTT = 115ms$:

$DevRTT = 0.25 \times |115 - 100.625| + 0.75 \times 8.75 = 8.906ms$

$EstimatedRTT = 0.125 \times 115 + 0.875 \times 100.625 = 101.890ms$

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

بعد از بدست آوردن سومین $SampleRTT = 80ms$:

$DevRTT = 0.25 \times |80 - 101.890| + 0.75 \times 8.906 = 11.774ms$

$EstimatedRTT = 0.125 \times 80 + 0.875 \times 101.890 = 99.390ms$

$TimeoutInterval = 99.390 + 4 \times 11.774 = 146.488ms$

بعد از بدست آوردن چهارمین $SampleRTT = 130ms$:

$DevRTT = 0.25 \times |130 - 99.390| + 0.75 \times 11.774 = 14.903ms$

$EstimatedRTT = 0.125 \times 130 + 0.875 \times 99.390 = 104.140ms$

$TimeoutInterval = 104.140 + 4 \times 14.903 = 163.754ms$

بعد از بدست آوردن پنجمین $SampleRTT = 115ms$:

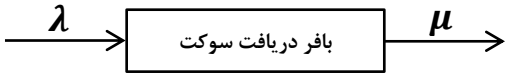
$DevRTT = 0.25 \times |115 - 104.140| + 0.75 \times 14.903 = 13.221ms$

$EstimatedRTT = 0.125 \times 115 + 0.875 \times 104.140 = 106.077ms$

$TimeoutInterval = 106.077 + 4 \times 13.221 = 158.962ms$

سوال ۸:

الف) بافر دریافت سوکت TCP نشان داده شده در شکل زیر را در نظر بگیرید. در این شکل نرخ‌های λ و μ بیانگر چه چیزی هستند؟



ب) نقش بافر دریافت (TCP socket receiver buffer) در فرآیند انتقال داده چیست؟

ج) اگر نرخ دریافت داده از شبکه (λ) بیشتر از نرخ پردازش داده توسط برنامه کاربردی (μ) باشد، چه مشکلی ممکن است رخ دهد؟

د) اگر بافر دریافت TCP پر شود، TCP برای جلوگیری از اتلاف (از بین رفتن) بسته‌ها چه اقدامی انجام می‌دهد؟

پاسخ:

الف) λ : نرخ دریافت داده‌ها از شبکه توسط TCP (یعنی نرخ ارسال داده از طرف فرستنده)

μ : نرخ پردازش داده‌ها توسط برنامه کاربردی (یعنی سرعتی که اپلیکیشن داده‌ها را از بافر دریافت می‌خواند و مصرف می‌کند.)

ب) بافر دریافت یک فضای موقتی در سمت گیرنده است که داده‌های دریافتی از شبکه در آن ذخیره می‌شوند تا زمانی که برنامه کاربردی بتواند آن‌ها را بخواند و پردازش کند. این بافر به جلوگیری از اتلاف داده‌ها در صورت تفاوت زمانی بین دریافت از شبکه و پردازش توسط برنامه کمک می‌کند.

ج) اگر نرخ دریافت داده از شبکه (λ) بیشتر از نرخ پردازش داده توسط برنامه کاربردی (μ) باشد، داده‌ها سریع‌تر از شبکه وارد بافر دریافت TCP می‌شوند نسبت به زمانی که از آن خارج می‌شوند. این موضوع باعث می‌شود بافر به‌تدریج پر شود و در نهایت کاملاً پر گردد. در چنین شرایطی، TCPبا استفاده از مکانیزم کنترل جریان (Flow Control) به فرستنده اعلام می‌کند که نرخ ارسال را کاهش دهد یا موقتاً متوقف کند، معمولاً با کاهش اندازه پنجره دریافت یا تنظیم آن روی صفر. در صورتی که این وضعیت کنترل نشود، ممکن است داده‌های جدید از بین بروند یا رد شوند، که در نتیجه منجر به کاهش کارایی و پایداری اتصال TCP خواهد شد.

د) TCP با استفاده از مکانیزم کنترل جریان (Flow Control) به فرستنده اطلاع می‌دهد که اندازه پنجره دریافت کاهش یافته یا صفر است. این یعنی فرستنده باید ارسال داده را متوقف یا کُند کند تا زمانی که فضای خالی در بافر گیرنده ایجاد شود. به این صورت از ازدحام و از بین رفتن داده جلوگیری می‌شود.

سوال ۹:

با توجه تغییرات اندازه پنجره ازدحام پروتکل TCP Reno بر حسب زمان، نشان داده شده در شکل زیر به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) بازه‌های زمانی که کنترل ازدحام پروتکل TCP در فاز Slow Start است را مشخص کنید.

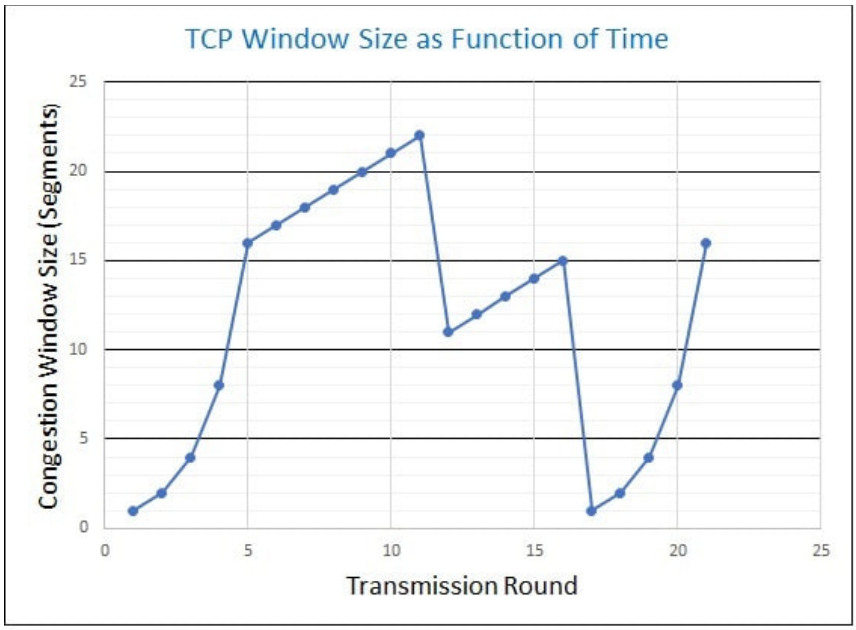
ب) بازه‌های زمانی که کنترل ازدحام پروتکل TCP در فاز Congestion Avoidance است را مشخص کنید.

ج) مقدار سطح آستانه شروع آهسته (Slow Start Threshold (*ssthresh*)) را در زمان‌های زیر تعیین کنید:

- آغاز به کار پروتکل
- در دور پانزدهم (۱۵ام) ارسال
- در دور بیستم (۲۰ام) ارسال

د) در دور دهم (۱۰ام) مجموعاً چند بسته ارسال شده است؟

ه) زمان‌هایی که در آن Packet Loss رخ داده است را با ذکر نحوه تشخیص آن (Time Out یا دریافت Triple Duplicate ACK) مشخص کنید.



پاسخ:

الف) بازه های slow start: [1-5], [17-21]

ب) بازه های congestion avoidance: [6-11], [12-16]

ج)

- آغاز به کار پروتکل: چون در سایز ۱۶ فاز slow start به congestion avoidance تبدیل میشود، بنابراین threshold برابر با ۱۶ است.
- در دور پانزدهم (۱۵ام) ارسال: threshold نصف سایز پنجره در زمان packet loss است. بنابرین در دوره پانزدهم، با توجه به اینکه پیش از آن در سایز ۲۲ packet loss رخ داده، سایز threshold برابر با ۱۱ است.
- در دور بیستم (۲۰ام) ارسال: در دوره بیستم، با توجه به اینکه پیش از آن در سایز ۱۵ packet loss رخ داده، سایز threshold برابر با کف نصف این مقدار، یعنی ۷ است.

د) تعداد بسته ارسال شده در دور دهم: ۲۱

تعداد بسته ارسال شده در ده دور اول:

$$1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 17 + 18 + 19 + 21 + 21 = 127$$

ه) در دوره ۱۱ام packet loss از نوع triple duplicate ACK رخ داده چون سایز پنجره نصف شده است. در دوره ۱۶ام نیز packet loss از نوع timeout رخ داده چون سایز پنجره برابر با ۱ شده است.

سوال ۱۰:

الف) تفاوت دو رویکرد کنترل ازدحام حلقه باز و حلقه بسته را بنویسید و توضیح دهید استفاده از هر رویکرد در چه شرایطی بهتر است.

ب) در روش کنترل ازدحام حلقه باز (پیشگیرانه)، عملیات "کنترل پذیرش ارتباط"، "پلیس ترافیکی" و "شکل‌دهی ترافیک" را با ذکر اینکه کدام یک توسط شبکه یا توسط کاربر انجام می‌شود، شرح دهید.

پاسخ:

الف) کنترل ازدحام حلقه باز:(Open-Loop Congestion Control)

در این روش، ازدحام از قبل پیش‌بینی و پیشگیری می‌شود. فرض بر این است که اگر منابع به درستی مدیریت شوند، ازدحام ایجاد نخواهد شد. بنابراین، اقدامات کنترلی قبل از وقوع ازدحام طراحی و اعمال می‌شود.

کنترل ازدحام حلقه بسته:(Closed-Loop Congestion Control)

در این روش، ازدحام شناسایی شده و سپس واکنش نشان داده می‌شود .یعنی ابتدا ازدحام رخ می‌دهد، سپس شبکه با ارسال سیگنال به گره‌ها (مانند کاهش نرخ ارسال یا تأخیر در ارسال بسته‌ها)، سعی در کاهش بار شبکه و برطرف‌کردن ازدحام می‌کند.

حلقه باز برای شبکه‌های پایدار و با ترافیک قابل پیش‌بینی (مثل شبکه‌های اختصاصی و صنعتی) مناسب است. حلقه بسته برای شبکه‌های پویا و عمومی (مثل اینترنت) که رفتار ترافیک غیرقابل پیش‌بینی است و احتمال وقوع ازدحام وجود دارد، مناسب‌تر است.

ب) کنترل پذیرش ارتباط:(Admission Control)

بررسی می‌کند که آیا شبکه ظرفیت کافی برای پذیرش ارتباط جدید را دارد یا نه. توسط شبکه انجام می‌شود. هدف آن جلوگیری از ورود بیش از حد ارتباطات که ممکن است منجر به ازدحام شود.

پلیس ترافیکی:(Traffic Policing)

بررسی می‌کند که آیا کاربر به الگوی توافق‌شده‌ی ترافیکی پایبند است یا نه. اگر کاربر بیش از حد مجاز ارسال کند، بسته‌های اضافی ممکن است حذف شوند. توسط شبکه انجام می‌شود. هدف آن اعمال محدودیت‌های قراردادی و جلوگیری از سوءاستفاده می‌باشد.

شکل‌دهی ترافیک:(Traffic Shaping)

تنظیم جریان داده‌ها توسط کاربر به گونه‌ای که با نرخ مشخص و یکنواخت ارسال شوند (مثلاً استفاده از الگوریتم leaky bucket یا token bucket). توسط کاربر (فرستنده) انجام می‌شود. هدف آن جلوگیری از ارسال burst های ناگهانی که ممکن است باعث ازدحام شوند.

سوال ۱۱:

الف) تفاوت کنترل جریان و کنترل ازدحام چیست و TCP چگونه کنترل جریان و کنترل ازدحام را انجام می‌دهد؟

ب) چرا TCP Reno زمانی که سه Ack تکراری دریافت می‌کند، به فاز شروع آهسته (slow start) نمی‌رود؟

ج) حالت fast re-transmit چیست؟

د) حالت fast recovery چیست؟

پاسخ:

الف) کنترل جریان در سمت گیرنده انجام میشود. به این صورت که گیرنده، میزان قراردادن داده در شبکه توسط فرستنده را کنترل میکند. در حالی که کنترل ازدحام توسط فرستنده، با توجه به فواصل زمانی دریافت Ack و احساس وجود ازدحام در شبکه انجام می‌شود و فرستنده نرخ ارسال را تغییر میدهد.

ب) دریافت ۳ Ack تکراری نشان دهنده این است که برخی بسته ها دریافت می‌شوند و ازدحام خیلی شدید نیست. درنتیجه، برای اینکه اتلاف پهنای باند کمتری داشته باشیم، TCP مقدار cwind را برابر با sshtreshold کنونی قرار می‌دهد. این مقدار نصف مقدار cwind وقتی بسته از بین رفت، است.

ج) در TCP Reno، وقتی ۳ Ack تکراری دریافت میشود، TCP بسته گم شده را بلافاصله ارسال میکند و برای timeout صبر نمیکند. این رفتار fast re-transmit نام دارد.

د) در TCP Reno، وقتی fast re-transmit انجام میشود، به جای شروع از دوره slow-start که cwind را برابر با ۱ قرار میدهد، دوره congestion avoidance شروع میشود که در آن cwind برابر به نصف مقدارش در زمانی که packet loss رخ داد، مقدار دهی میشود. به این رفتار fast recovery گفته میشود.