

۱.

می توان یک آزمایش برنولی که احتمال شکست آن p و احتمال پیروزی آن $1-p$ است باید تکرار شود. تعداد تکرار آزمایش برنولی تا رسیدن به اولین پیروزی یک سری هندسی است که متوسط آن به صورت زیر است:

$$\frac{1}{\text{احتمال پیروزی}} = \frac{1}{1-p}$$

۲.

۳.

۴.

برای بدست آوردن گذردهی یک شبکه باید ابتدا پهنای باند کانال را مشخص کرد. می دانیم که پهنای باند این کانال برابر است با : $\min\{20\text{Mbps}, 10\text{Mbps}, 20\text{Mbps}\}$ که برابر است با 10Mbps. با توجه به فرمول گذردهی سوال باید بعد بازدهی شبکه را نیز بدست آوریم:
گذردهی شبکه = پهنای باند کانال * بازدهی (راندمان) شبکه

$$\text{زمان انتقال بسته اول} = \frac{\text{طول بسته}}{\text{نرخ کانال}} = \frac{4800b}{10\text{Mbps}} = 0.48\text{ms}$$

$$\text{زمان انتقال بسته دوم} = \frac{\text{طول بسته}}{\text{نرخ کانال}} = \frac{4800b}{10\text{Mbps}} = 0.48\text{ms}$$

$$\text{ack زمان انتقال} = \frac{\text{طول بسته}}{\text{نرخ کانال}} = \frac{480b}{10\text{Mbps}} = 0.048\text{ms}$$

قابل ذکر است که طول بسته برابر است با $4800b = 8 * 600B$.

قابل ذکر است که طول ack برابر است با $480b = 8 * 60B$.

تاخیر صف router1 + تاخیر انتشار + تاخیر انتقال + تاخیر صف +

router0 تاخیر router0 = تاخیر کل

$$\text{تاخیر کل بسته اول} = 0.01\text{ms} + 0 + 0.48\text{ms} + 0.05\text{ms} + 0.02\text{ms} + 0 = 0.56\text{ms}$$

$$\text{تاخیر کل بسته اول} = 0.01\text{ms} + 0.48 + 0.48\text{ms} + 0.05\text{ms} + 0.02\text{ms} + 0.24 = 1.28\text{ms}$$

$$\text{تاخیر کل ack} = 0.01\text{ms} + 0.48 + 0 + 0.05\text{ms} + 0.02\text{ms} + 0 = 0.128\text{ms}$$

$$\text{کارایی کانال} = \frac{\text{زمان انتقال بسته}}{\text{تاخیر کل}} = \frac{0.48 + 0.48}{0.56 + 1.28 + 0.128} = \frac{0.96}{1.968} = 0.487$$

$$\text{گذردهی} = 10\text{Mbps} * 0.487 = 4.87$$

$$T_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{5000}{10^6} = 5 \times 10^{-3}$$

$$T_{prop} = \frac{D}{V} = \frac{1200000}{2 \times 10^7} = 60 \times 10^{-3}$$

$$T_{prop} = 0$$

$$T_o = T_{trans} + 2 \times T_{prop} + 2T_{process} = 125 \times 10^{-3}$$

$Throughput = (U)$ راندمان \times پهنای باند

$$U = \frac{20}{\frac{10^6}{5000}} = 0.1$$

فرمولهای زیر را برای بهره (کارایی، راندمان) در Go Back N و Selective Repeat داریم:

$$W_s = \frac{T_o}{T_{trans}}$$

$$if W > W_s \rightarrow U_{GBN} = \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right) \frac{(1 - P_f)}{1 + (W_s - 1)P_f}$$

$$if W < W_s \rightarrow U_{GBN} = \frac{W}{W_s} \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right) \frac{(1 - P_f)}{1 + (W - 1)P_f}$$

$$if W > W_s \rightarrow U_{SR} = \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right)(1 - P_f)$$

$$if W < W_s \rightarrow U_{SR} = \frac{W}{W_s} \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right)(1 - P_f)$$

P_f احتمال خرابی داده ها است و n_o همان H طول هدر و n_f همان L طول داده است.

$$W_s = \frac{125 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}} = 25$$

در اینجا از فرمول دوم برای Go Back N و Selective Repeat استفاده می کنیم (W را می خواهیم بدست آوریم):

$$U_{GBN} = \frac{W}{W_s} \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right) \frac{(1 - P_f)}{1 + (W - 1)P_f} \rightarrow 0.1 = \frac{W}{25} \times \frac{0.6}{1 + 0.4W - 0.4}$$

$$\rightarrow 2.5 + W - 1 = 0.6W \rightarrow W = 3.75$$

برای شمارش ۳،۷۵ به ۲ بیت نیاز داریم.

$$U_{SR} = \frac{W}{W_s} \left(1 - \frac{n_o}{n_f}\right) (1 - P_f) \rightarrow 0.1 = \frac{W}{25} \times 0.6 \rightarrow W = 4.16$$

برای شمارش ۴,۱۶ به ۳ بیت نیاز داریم.

۶.

تعداد شماره ترتیب لازم	اندازه پنجره گیرنده	اندازه پنجره فرستنده	پروتکل کنترل خطا
2	1	1	Stop & Wait
2w	W	w	Selective Repeat
W+1	1	w	Go Back N

میشه گفت تعداد شماره ترتیب لازم = اندازه پنجره فرستنده + اندازه پنجره گیرنده.

۷.

در روش Stop & Wait برای کارایی داریم:

$$U = \frac{(1-P_f)}{1+2a} \rightarrow \text{اگر خطا داشتیم}$$

$$U = \frac{1}{1+2a} \rightarrow \text{اگر خطا نداشتیم}$$

$$T_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{1000}{10 \times 10^3} = 0.1$$

$$T_{prop} = 200 \times 10^{-3}$$

$$a = \frac{T_{prop}}{T_{trans}} = \frac{0.2}{0.1} = 2$$

$$U = \frac{1}{1+2a} = \frac{1}{5} \rightarrow U = 20\%$$

۸.

شماره ترتیب سه بیتی است یعنی $w=3$ است. برای محاسبه نرخ ارسال موثر باید کارایی کانال را به دست

آوریم، سپس در نرخ ارسال ضرب کرده تا نرخ ارسال موثر بدست آید. اگر خطا نداشته باشیم در Go Back

N داریم:

$$\text{if } W < 1 + 2a \rightarrow U = \frac{W}{1 + 2a}$$

$$\text{if } W > 1 + 2a \rightarrow U = 1$$

$$T_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{350 \times 8}{56 \times 10^3} = 50$$

$$a = \frac{T_{prop}}{T_{trans}} = \frac{150}{50} = 3$$

$$U = \frac{W}{1 + 2a} = \frac{3}{7} \text{ , نرخ ارسال موثر , } U \times R = \frac{3}{7} \times 56 \text{ kbps} = 24 \text{ kbps}$$

۹.

$$T_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{128 \times 8}{128 \times 10^3} = 8 \times 10^{-3}$$

$$T_{prop} = 40 \times 10^{-3}$$

$$a = \frac{T_{prop}}{T_{trans}} = \frac{40 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3}} = 5$$

منظور از شماره ترتیب n و طول پنجره w است. برای محاسبه راندمان در روش بدون خطا حداقل w برابر با $2^n - 1$ است (فرمول مساله ۵ برای خطا دار بود) برای اینکه جریان پیوسته باشد باید راندمان 100% باشد یا پس باید داشته باشیم:

$$W \geq 2a + 1 \rightarrow 2^n - 1 \geq 11 \rightarrow 2^n \geq 12 \rightarrow n \geq 4$$

پس n حداقل باید برابر ۴ باشد.

۱۰.

در این مساله باید حساب گردد که فرستنده تا زمان Timeout که معادل 100ms است چند فریم ۱۲۸ بایتی ارسال می کند. پس ابتدا زمان ارسال هر فریم را محاسبه می کنیم:

$$\text{زمان ارسال} = \frac{128 \times 8b}{128 \times 1000} = 8ms$$

از زمانی که فرستنده شروع به ارسال فریم ها می کند $12.5 \approx 13$ تا $\frac{100ms}{8ms}$ زمان Timeout که

هیچ Ack ای از گیرنده ارسال نمی شود، تا ۱۳ فریم فرستاده می شود پس بافر گیرنده باید گنجایش ۱۳ فریم که دارای حجم ۱۶۶۴ بایت است را داشته باشد

$$13 \times 128 = 1664B$$

۱۱.

داده های مساله به صورت زیر است:

$$P_{bit} = 10^{-4}, R = 1.5Mbps, T_{prop} = 5ms, H = 100bit$$

و به دنبال L هستیم. دقت کنید که با توجه به فرمول ذکر شده در جواب سوال ۵ ما به دنبال pf هستیم که برای به دست آمدن آن داریم:

$$P_f = (1 - P_{bit})^L$$

در واقع P_{bit} احتمال خطا در هر بیت ارسالی است و P_f احتمال خطا در فریم به طول L است. پس داریم:

$$\begin{aligned} U_{SR} &= \left(1 - \frac{n_o}{L}\right) (1 - P_f) = \left(1 - \frac{100}{L}\right) (1 - P_{bit})^L \\ &= 1 - 10^{-4}L - \frac{100}{L} + 0.01 = 1.01 - \frac{100}{L} - \frac{L}{10000} \end{aligned}$$

برای اینکه این رابطه حداکثر شود باید مشتق آن نسبت به L صفر شود.

$$\frac{100}{L^2} - \frac{1}{10000} = 0 \rightarrow L^2 = 1000000 \rightarrow L = 1000$$

۱۲.

$$T_{trans} = \frac{L}{R} = \frac{1600 \times 8}{64 \times 10^3} = 200ms$$

$$T_{prop} = 100ms$$

$$a = \frac{T_{prop}}{T_{trans}} = \frac{100ms}{200ms} = 0.5$$

$$U = \frac{1 - P_f}{1 + 2a} = \frac{0.6}{2} \rightarrow U = 0.3$$

۱۳.

a. در این فاز اندازه w به صورت نمایی بزرگ می شود. از ۱ تا ۶ و از ۲۳ تا ۲۶. در این فاز

$$w = w * 2 \text{ و } w < \text{Congestion Threshold}$$

b. در این فاز اندازه w به صورت خطی بزرگ می شود. از ۷ تا ۱۶ و از ۱۷ تا ۲۲. در این فاز

$$w = w + 1 \text{ و } w > \text{Congestion Threshold}$$

c. توسط ack تشخیص داده شده است. (duplicate Ack) اگر توسط timeout بود اندازه پنجره برابر ۱ می شد.

d. توسط time-out تشخیص داده شده است زیرا w برابر با ۱ شده است.

e. همانطور که در شکل نشان داده شده است مقدار اولیه threshold برابر است با ۳۲.

f. بعد از، از بین رفتن مقدار segment مقدار C.T: $Threshold = \frac{W}{2} - 3 = \frac{42}{2} - 3 = 18$

g. بعد از، از بین رفتن مقدار segment C.T برابر است با: $Threshold = \frac{W}{2} = \frac{28}{2} = 14$

h.

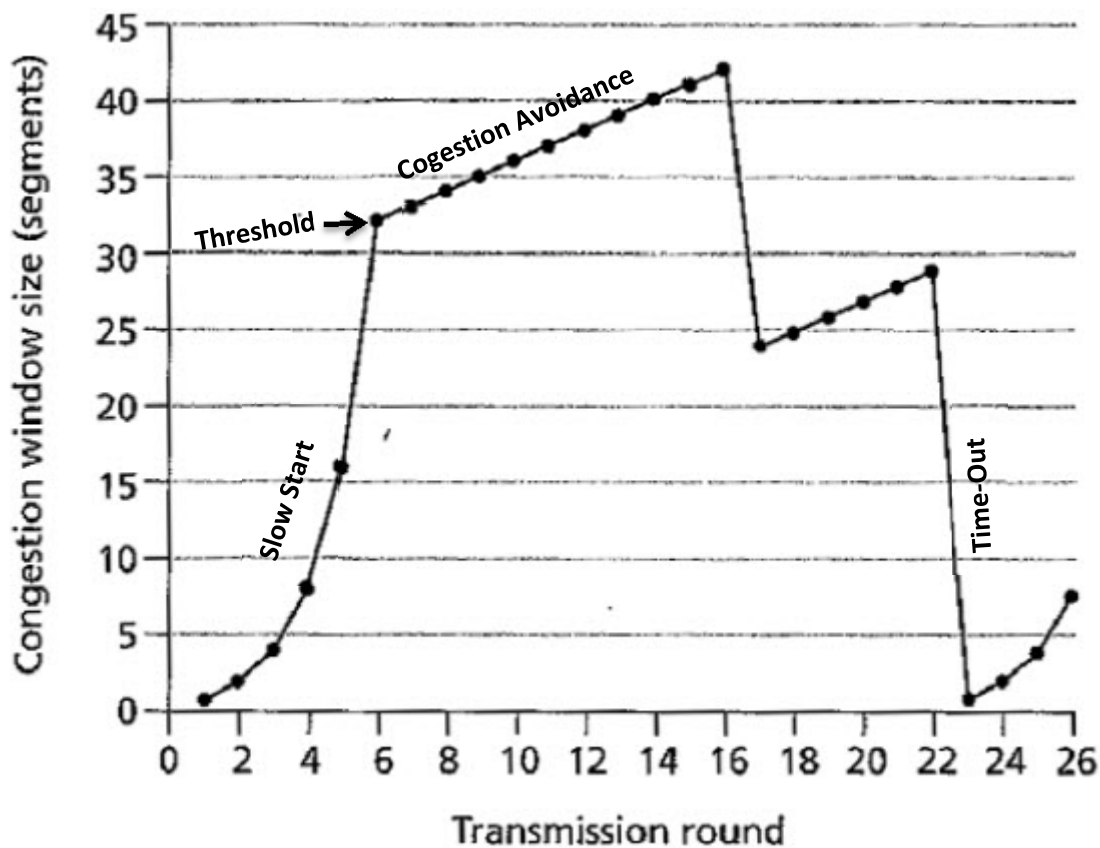
در اولین دور ارسال بسته اول ارسال خواهد شد، بسته ۲ و ۳ در دومین دور ارسال خواهند شد، بسته ۴ تا ۷ در سومین دور ارسال خواهند شد، بسته ۸ تا ۱۵ در چهارمین دور ارسال خواهند شد، بسته های ۱۶ تا ۳۱ در پنجمین دور، بسته های ۳۲ تا ۶۳ در ششمین دور، بسته های ۶۴ تا ۹۶ در هفتمین دور ارسال خواهند شد.

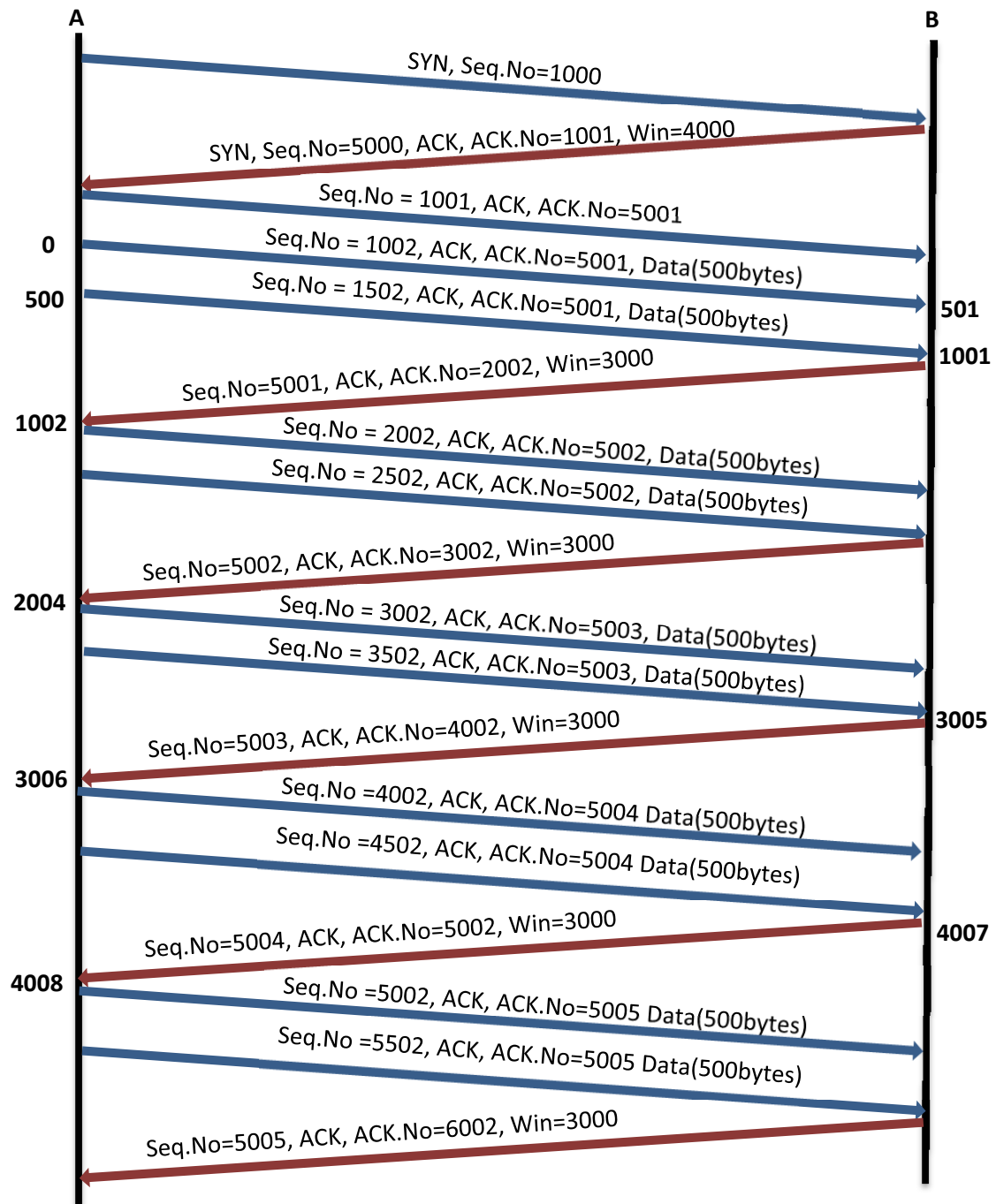
i.

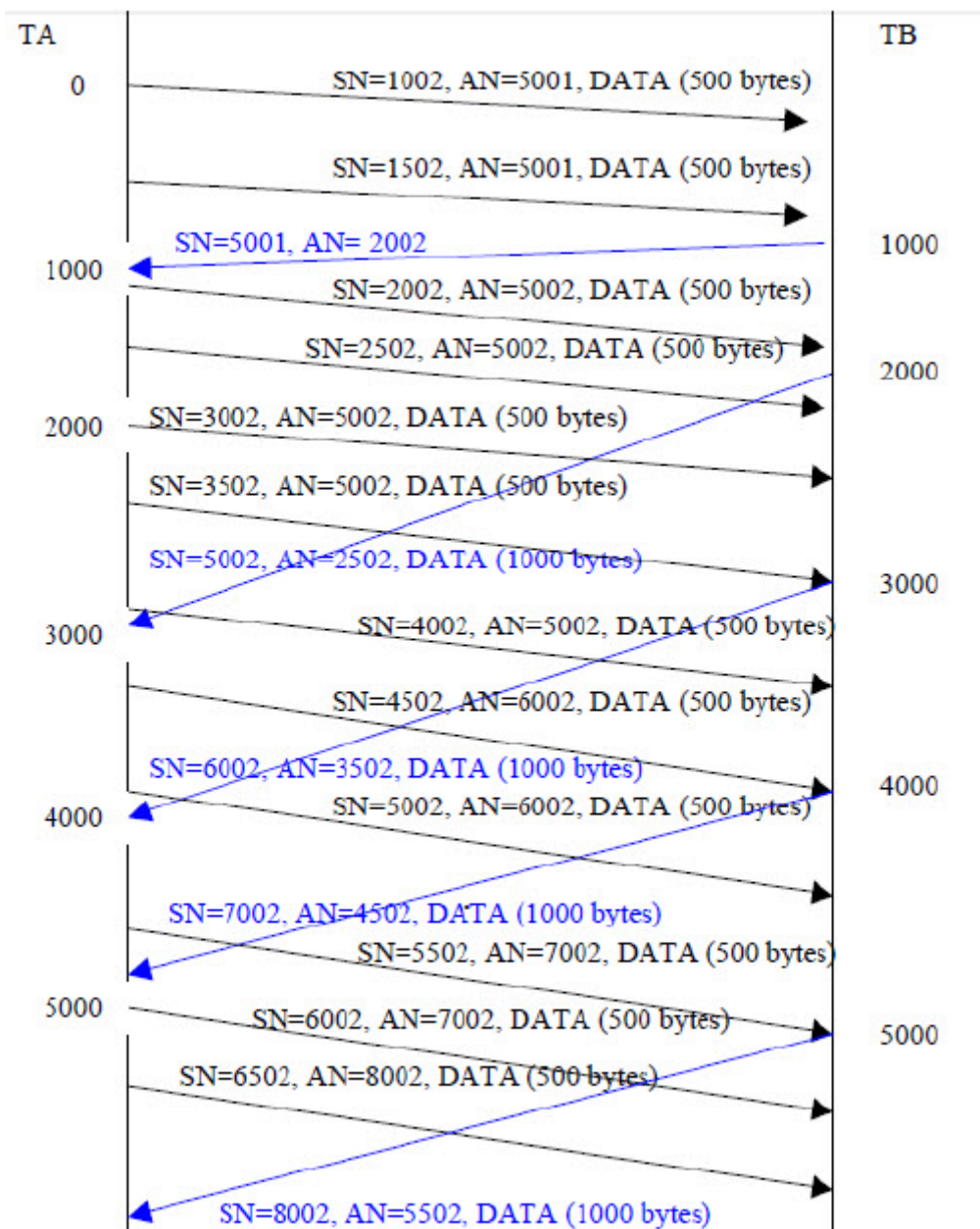
$$W_{old} = 26$$

$$Congestion\ Threshold = \frac{W_{old}}{2} = 13$$

$$W_{new} = Congestion\ Threshold + 3 = 16$$







۱۵. سوال حذف شد.

۱۶.

روش های کنترل ازدحام دو دسته اند، روش پیشگیرانه که قبل از ارسال هر داده باید از شبکه اجازه گرفته شود و سوال می پرسد که داده را ارسال کند یا خیر و اگر باعث ایجاد ازدحام شود اجازه ی ورود به آن داده نمی شود. روش دیگر روش واکنشی است که اجازه ارسال داده ها داده می شود و در صورت رخداد ازدحام واکنش نشان داده و آن را کنترل می کنیم. در واقع در این روش از کسی اجازه گرفته نمی شود ولی اشکال سربار را داراست که به طور مداوم از شبکه feedback می گیرد که آیا در داخل شبکه congestion رخ داده است یا نه (در واقع مثل معلمی عمل می کند که هرچند دقیقه یک بار از دانشجویان می پرسد آیا

سوآلی دارید یا نه!) اگر congestion رخ نداده باشد نرخ بیتش را بالا می برد ولی اگر رخ داده باشد باید نرخ بیت را بالا ببرد تا شبکه از congestion خارج شود.

در پیشگیرانه کیفیت سرویس تضمین شده و هیچ موقع تاخیر از حدی بالاتر نمی رود و سیستم به حالت ناپایدار نمی رود. و چون سختگیرانه عمل می کند ممکن است throughput را کاهش دهد و ممکن است ظرفیت شبکه به هدر رود (درصدی از ظرفیت لینک ممکن است به هدر رود ولی تضمین کیفیت پابرجا بماند)

در واکنشی ممکن است در لحظاتی سیستم به حالت ناپایدار برود و در این لحظات کیفیت سرویس لغو شود. باعث افزایش تاخیر خواهد شد. نرخ packet loss زیاد خواهد شد. از ظرفیت شبکه حداکثر استفاده را میکند.

در واقع در روش پیشگیرانه هرگاه ازدحام گزارش شود تا رفع کامل مشکل هیچ تقاضای برای ارسال داده و یا تنظیم مدار مجازی پذیرفته نخواهد شد. بدین ترتیب هرگونه تلاش برای ایجاد اتصال در لایه انتقال با شکست مواجه خواهد شد چراکه پذیرش افراد جدید وضع ازدحام را وخیم تر می کند، هرچند این روش خام و ناشیانه است ولی در عوض ساده و سهل الجراست مثلا در سیستم تلفن هرگاه یک سوئیچ با بار بسیار زیاد مواجه شود با قطع برق آزاد (Dial Tone) پذیرشهای جدید را محدود می کند.

مطالعه آزاد: در روش واکنشی برای تشخیص ازدحام در شبکه در شبکه هایی مانند DECNET وضعیت هشدار را در سرآیند بسته ها با تنظیم یک بیت خاص اعلام می کردند. در شبکه Frame Relay نیز به همین صورت بوده است. وقتی بسته ای به مقصد خود می رسید لایه انتقال همان بیت را در درون بسته Ack کپی می کرد و آن را برای مبدا می فرستاد و بدین نحو ماشین مبدا ترافیک خود را تقلیل می داد. هنگامیکه مسیر یاب در وضعیت هشدار قرار داشت، تنظیم این بیت ادامه می یافت یعنی فرستنده در بسته های بعدی Ack باز هم این بیت را دریافت می کرد و بر اساس آن نرخ انتقال خود را کنترل می کرد و تا وقتی که این بیت را دریافت می کرد نرخ ارسال خود را کاهش می داد. و وقتی دیگه دریافت نمی کرد نرخ ارسال را افزایش می داد. در واقع هر کدام از مسیر یاب ها مشکلی داشتند بیت هشدار را ست می کردند و تنها وقتی فرستنده قادر به افزایش نرخ ارسال بود که هیچکدام از مسیر یاب ها مشکل ازدحام نداشتند.

در روش قبلی (warning Bit) به صورت غیر مستقیم به فرستنده تفهیم می شد که باید از سرعت خود کم کند در روش "دعوت به آرامش" (Choke Packet) مسیر یاب مستقیما یک بسته به این نام را به فرستنده می فرستد و در آن مقصد بسته را نیز درج می کند که فرستنده متوجه می شود که بسته در راه کدام مقصد دچار ازدحام شده است، همچنین بسته اصلی علامت گذاری شده و به راه خود در رسیدن به مقصد ادامه می دهد. علامت گذاری هم بدین دلیل است که مسیر یاب های بعدی بسته دعوت به آرامش را دیگر ارسال نکنند. روشهای زیادی برای فهماندن ازدحام به فرستنده ارایه شده است مثلا در همین روش دعوت به آرامش بسته های choke می توانند سه تا label بخورند: "وضعیت احتیاط"، "وضعیت حاد"، "بحران قطعی". برای تشخیص ازدحام توسط مسیر یاب ها نیز معیارهایی مانند معیار بهره وری خط و یا

طول صف و یا میزان استفاده از بافر استفاده می شود. البته می توان از روش وزن دهی برای استفاده از تمامی معیارها نیز بهره برد.