File Size = 10MB ⟶ x bytes $P_r\{byte\ error\} = 10^{-6} = P$ -۱

اگر حداقل یک بیت دجار خطا شود، فرستنده دوباره ارسال می‌کند. طول کل هر Packet را در نظر می‌گیریم:

Header	x

طول کل هر پکت بدون داده‌ها: $10 + x$ $\alpha = \dfrac{10^7}{x}$: تعداد پکت‌ها

$$(1-p)^{10+x} = P_s$$ احتمال درست رسیدن هر پکت

$$\text{Sent packets} = \alpha P_s + \alpha(1-P_s) + \alpha(1-P_s)P_s$$

$$+ \alpha(1-P_s)^2 + \alpha(1-P_s)^2 P_s + \cdots \quad \text{بازنویسی} \quad \text{Sent packets} = \alpha P_s + \alpha P_s(1-P_s) + \alpha P_s(1-P_s)^2$$

$$+ \alpha(1-P_s) + \alpha(1-P_s)^2 + \cdots \longrightarrow \text{Sent packets} = \frac{\alpha P_s}{1-(1-P_s)} + \frac{\alpha(1-P_s)}{1-(1-P_s)}$$

$$\longrightarrow \text{Sent Packets} = \frac{\alpha}{P_s} = \frac{10^7}{x P_s} = \frac{10^7}{x(1-10^{-6})^{10+x}} \quad \text{تعداد بیت‌های ارسالی} = \frac{10^7 \times 8 \times (10+x)}{x(1-10^{-6})^{10+x}}$$

حال با استفاده از خمینه مشتن از تعداد بیت‌های ارسالی نسبت به x مشتق نزله را داریم:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{10^7 \times 8 \times(10+x)}{x(1-10^{-6})^{10+x}}\right) = 0 \quad \underline{MATLAB} \longrightarrow 3157.28 \xrightarrow{round\ up} \quad x = 3158$$

2- a. File size = $5Gb$ $R = 1 Gbps$ $Pr\{bit\ corruption\} = 10^{-9}$ bit error $\rightarrow$ retransmission

We know: $(1-x)^y \approx e^{-xy}$ if $x \ll 1, y \gg 1$.

در این حالت کل فایل به عنوان یک پکت ارسال می‌شود.

احتمال ارسال بدون خطای یک پکت را بررسی می‌کنیم.

$$Pr\{\text{ارسال بی‌خطای یک پکت}\} = P = (1 - 10^{-9})^{5\times10^9} \approx e^{-5}$$

برای یافتن تعداد بیت‌های ارسام باید ابتدا محاسبه کنیم که به‌طور میانگین چند پکت باید ارسال شود تا یک پکت

بدون خطا برسد. برای این منظور یک متغیر تصادفی به اندازه مثلا X تعریف می‌کنیم.

$X \longrightarrow$ number of sent packets ، $P[X] = P(1-P)^{n-1}$ ، $Mean[X] = \dfrac{1}{P}$

از درس آمار به خاطر داریم. پس به‌طور میانگین e^5 پکت باید بفرستیم.

bits sent $= e^5 \times 5 \times 10^9 \approx 742\ Gbits$.

b) در اینجا باید صدها بایپ، P را حساب کنیم. $P = (1-10^{-9})^{5\times10^8} \approx e^{-0.5}$

در این کبت‌ها هر 10 بارت تصحیح شده، و چون این که هرکدام درست به تعدد سریند، پنها $\frac{1}{p}$ بار تکرار می‌شوند

پس درنهایت:

$Sed\ bits = 10 \times e^{0.5} \times 6\times10^8 = 8.243\ Gbit$

c) رابطه مربوط به P را دوباره می‌نویسم. برای این که به تعداد بیت‌های ارسالی

$P = (1-10^{-9})^{L}$

بیشتر شود، مطمئناً باید P ماکزیمم شود. پس اگر $L=10$ درنظر گرفته شود پنها علا بایپ بت را بیشتر بیت

نگرفتیم، پس این حالت ممکن است. در این حالت تعداد فایل‌ها 5×10^9 می‌شود.

d) در این قسمت یک header باید به فایل ارسالی خود اضافه کنیم

$M = 1\ kb$

$\boxed{Overhead \qquad data}$

دلیل متغاربت به L مهم

$P = (1-10^{-9})^{L+M} = e^{-10^{-9}(L+M)}$

$\frac{1}{p} = e^{10^{-9}(L+M)}$ ، تعداد بیت‌ارسالی

$\frac{\partial}{\partial L} = 0$

$Number\ of\ transmitted\ bits = (L+M)\ e^{10^{-9}(L+M)} \times \frac{5\times10^8}{L}$

$\frac{\partial}{\partial L}\left((L+10^3)\ e^{10^{-9}(L+10^3)} \times \frac{5\times10^9}{L} \right) = 0 \longrightarrow L \approx 999501 \sim L \approx 1Mb$

Packet 1   Packet

A ▭   ▭

$d = 30\,km$ $L = 10\,kb = 10^4\,b$, $R = 10\,bps$ — 3

B ──────────── ▭ ────────────

$A = 1\,kb = 10^3\,b$ $t_{packet} = \dfrac{L}{R} = \dfrac{10^4}{10^9} = 10^{-5}$

—. $t_{packet} = 10\,\mu s$, $t_{prop} = \dfrac{d}{c} = \dfrac{30 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 10^{-4}\,s = 100\,\mu s$

$t_{ACK} = \dfrac{A}{R} = \dfrac{10^3}{10^9} = 10^{-6} = 1\,\mu s$ $T = 2\,t_{prop} + t_{Ack} + t_{packet} = 200 + 1 + 10 = 211\,\mu s$

10 $Gbps$ $links$ $pcket\ Size = 10^4\ bits$, $prop\ delay = 1Ms$ — $t_{prop} = 1Ms$ $a - 4$

$t_{packet} = \dfrac{L \to Pocket\ Size}{R \to link\ rate}$, $t_{packet} = \dfrac{10^4}{10^{10}} = 10^{-6}\ s = 1\ Ms$

A

t_{prop}

B

T

intermediate switch
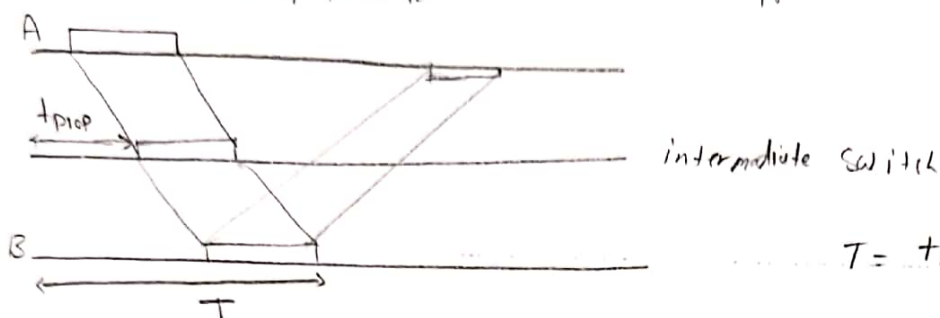
$T = t_{packet} + t_{prop} + t_{packet} + t_{prop}$

$\longrightarrow T = 4\ Ms,$

همان latency که T مجموع تاخیر دنبال ما است.

b. و در این حالت به 0 retransmission نیاز داریم چون پکت $100bit$ حس نمی‌شود، پیدا پیدا شان که تا انجام بشوید

$T = 2t_{prop} + t_{packet} + t_{100bit}$, $t_{100bit} = \dfrac{100}{10^{10}} = 10^{-8} = 0.01\ Ms$

$\longrightarrow T = 2 + 1 + 0.01 = 3.01\ Msc$

File size = 1MB   5 nodes, (6 back to back links)   Packet sizes : 1000 B   _5

link lengths = 2,5 km $C = 2,5 \times 10^8 \frac{m}{s}$ $R = 1 \frac{MB}{sec}$ n.o packets $= \frac{10^6}{10^3} = 10^3$

(2.5km arrow)
○ Start   ①   ②   ③   ④   ⑤   ○ end

$t_{prop} = \frac{d}{C} = \frac{2.5 \times 10^3}{2.5 \times 10^8} = 10^{-5}s = 10 \, Msec$

$t_{transmission} = \frac{\text{سایز بسته}}{R} = \frac{10^3}{10^6} = 10^3 \, Msec$

بسته برای دست آمدن زمان که سیستم می‌تواند transmit کردن کامل اولین بسته را (می‌توانیم ...) نیاز دارد، می‌آوریم.

مدت را جداگانه می‌کنیم، و ... بون باید شش بار (از کند) سپس بقیه را به صورت جداگانه.

$T_{tot} = 6 \times (t_{prop} + t_{trans}) + 999 \times (t_{prop} + t_{trans})$ پس توضیح پیدا می‌شود:

$\rightarrow T_{tot} = 6 \times (10^3 + 10) + 999 \times (10^3 + 10) = 1005 \times 1010 = 1015050 \, Msec$

$\rightarrow T_{tot} = 1.01505 \, sec$

$d = 25 \text{ Km}$ $\qquad$ $C = 2.5 \times 10^8 \frac{m}{s}$ $\qquad$ $R = 1 GBPS,$ $\qquad$ $L_1 = 100 \text{ bytes} = 800 \text{ bits} - 6$

Pro P_{ul} Speed

$A = 25 \text{ bytes} = 200 \text{ bits}$ $\qquad$ $P_P = 0.2$, for packet , $\qquad$ $P_{ack} = 0.05$

$$t_{packet} = \frac{L}{R} = \frac{800}{10^9} = 8 \times 10^{-7} = 800 \text{ ns} \qquad , \qquad t_{prop} = \frac{d}{0} = \frac{25 \times 10^3}{2.5 \times 10^8} = 10^{-4}$$

$= 100 \text{ Msec}$ $\qquad$ $t_{ACK} = \frac{A}{R} = \frac{200}{10^9} = 2 \times 10^{-7} s = 200 \text{ ns}.$

$$Throughput = \frac{L}{t_{packet} + 2t_{prop} + t_{ACK}}$$

اولا در صورتی که خطا در انتقال باشد Throughput پایین می آید

$$\therefore Throughput = \frac{800}{800 \text{ ns} + 200000 + 200} = \frac{800}{201000 \text{ ns}} = \frac{800}{201000 \times 10^9} = \frac{8}{201 \times 10^9} = 0.0039800995$$

$$\times 10^9 \text{ bps} = 3.9800995 \times 10^6 \text{ bps} = 3.9800995 \text{ Mbps}$$

$$Throughput = \frac{L}{T'} \qquad , \qquad T' = T \times n'$$

حال با در نظر گرفتن خطا در انتقال

$$P_{error} = 0.2 + (1-0.2) \times 0.05 = 0.24, \qquad \because n' = \frac{1}{1 - P_{error}} = \frac{1}{0.76}$$

$$\longrightarrow T' = n' \times T = 201 \times \frac{1}{0.76} \qquad T' = 264.4736842 \text{ Msec}$$

$$\longrightarrow Throughput = \frac{L}{T'} = \frac{800}{264.4736842 \times 10^6} = 3024875.677 \text{ bps} \longrightarrow Throughput = 3.024875672 \text{ Mbps}$$

$t_{trans\ packet} = 1 ms$ $t_{prop} = 5 ms$ $t_{ACK} = 0$ $P_{e_{packet}} = 0.1$ $N = 3$ **-7**

$\underbrace{\qquad}_{window-size}$

$Buffer\ size = 2$ $Time-out = round-trip\ time$

$T = t_{trans\ packet} + t_{ack} + 2 t_{prop} = 11\ ms$ تعداد transmission ها برای ارسال صحیح را زیاد دارم.

$X \longrightarrow$ number of Sent packets: X توزیع ; $P[X] = (1-P) P^{x-1} \Rightarrow E\{X\} = \dfrac{1}{1-P}$

$\longrightarrow$ Efficiency $= \dfrac{1}{\dfrac{1}{1-P}} = (1-P) = 0.9$ Throughput $=$ Efficiency $\times \dfrac{3 \times W}{T}$

$\longrightarrow$ Throughput $= \dfrac{3 \times W}{11\ ms} \times 0.9 = 245.45\ W\ bps.$

$t_{prop} = 5ms$ $t_{Ack} = 0$, $t_{trans_{packet}} = 1ms$ $N = 12$ → window size -٤

$time\text{-}out = 12 ms$ $P_e = 0.1$

از جمله مواردی که برای efficiency باید به دست آمد استفاده می‌کنیم که در ادامه توضیح می‌دهیم :

برقراری رابطه throughput = efficiency × Bandwidth بین نوع تعداد دفعات ارسال تا ٥ راندم : X

توزیع X : $(1-p) p^{n-1}$ میانگین تعداد ارسال $E\{X\} = \frac{1}{1-p} = \frac{10}{9}$

$eff = \frac{1}{E\{X\}} = 0.9$, $Throughput = eff \times B.W = 0.9 \, B.W$

$t_{prop} = 0.5\,ms$ $t_{packet} = 150\,Ms$ $t_{ACK} = 50\,Ms$ Stop and wait protocol .a - 9

$P = 0.1$ $T = t_{packet} + t_{prop} + t_{ACK} + t_{prop}$ $1000 + 50 + 150 = 1200\,Ms$

Sender Timeout = 1.1 round-trip time = $1320\,MS$

در این تست با توجه به این که $T_{tot} > timeout$ ⟶ $\frac{}{0.9}$ می باشد، این موضوع باعث می شود تا بازپخش

می باشد، نسبت به بسته می توانیم معدل شود، throughput را حساب کنیم با

بیان شود خواهیم داشت:

$Throughput = 0$

$Timeout = round-trip\ time$ $Delay \sim U[0\,Ms, 100\,Msec]$ .cb

$\rightarrow T = 1200\,Ms$ $Throughput = \dfrac{L}{T'}$ $T' = T + E\{Delay\} - 0.5$

$Throughput = \dfrac{L}{1.2\,ms}$ بنویسیم.   که در، ابتدا حرکت شده. با جهان تعداد بسته استه به قطعه دارم

$Throughput = \dfrac{W \times L}{T_{tot}}$, $W = 3$ در این تست به سادگی می توانیم بنویسیم: .c

$\rightarrow throughput = \dfrac{3L}{T_{tot}} = \dfrac{3L}{1.2\,m\,s}$

Sender-timeout = 1.1 round trip time $E\{Delay\} = \dfrac{0.15}{w\ 2} = 0.075\,m\,s$ cd

$Delay \sim U[0, 200\,Msec]$ $Throughput = \dfrac{3L}{(0.15 + 1 + 0.075)m\,s} \times \dfrac{15}{200} = \dfrac{45L}{245\,ms}$

$= 183,673469\ bps.$