بسمه تعالی

3

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

درس شبکه‌های کامپیوتری ، نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۷-۹۶

پاسخ تمرین سری سوم

سوال ۱: فرض کنید کاربران لینکی با ظرفیت *3 Mbps* را به اشتراک می‌گذارند. هم‌چنین فرض کنید هر کاربر به *150 Kbps* برای ارسال احتیاج دارد؛ اما هر کاربر تنها ۱۰ درصد مواقع ارسال می‌کند.

الف. اگر از *circuit switching* استفاده شود، می‌توان از چند کاربر پشتیبانی کرد؟

ب. برای باقی مساله فرض کنید که از *packet switching* استفاده می‌شود. احتمال این‌که یک کاربر در حال ارسال باشد را بدست آورید.

ج. فرض کنید ۱۲۰ کاربر وجود دارد. احتمال آن‌که دقیقا *n* کاربر در لحظه حاضر درحال ارسال باشند را بدست آورید.

د. احتمال آن‌که ۲۱ کاربر یا بیش‌تر همزمان درحال ارسال باشند را بدست آورید.

پاسخ:

الف. از ۲۰ کاربر پشتیبانی می شود:

$$\frac{3\ Mbps}{150\ Kbps} = 20$$

ب.

$$p = 0.1$$

ج.

$$\binom{120}{k} \times p^k \times (1-p)^{120-k}$$

مشاهده می شود که این مقدار از یک توزیع دوجمله ای پیروی می کند.

د.

متغیر تصادفی Y را به صورت تعداد کاربرانی که همزمان در حال ارسال هستند تعریف میکنیم. مقادیر این متغیر تصادفی از توزیع دوجمله ای پیروی می کنند.

بنابراین احتمال اینکه ۲۱ کاربر یا بیشتر همزمان در حال ارسال باشند به صورت زیر محاسبه می شود:

$$P(Y \geq 21) = 1 - P(Y \leq 20) = 1 - \left(\sum_{k=1}^{20} \binom{120}{k} p^k (1-p)^{120-k}\right)$$

بنابراین صرفا باید مقدار *CDF* توزیع دوجمله ای را محاسبه کنیم. می توان از آدرس زیر استفاده کنید

http://stattrek.com/online-calculator/binomial.aspx

بنابراین داریم: $1 - P(Y \leq 20) = 1 - 0.992 = 0.008$

همچنین برای تقریب زدن این مقدار میتوان از قضیه حد مرکزی نیز استفاده کرد. X_j را متغیر تصادفی در نظر میگیریم که مقدار آن با احتمال 0.1 برابر 1 می شود و بیانگر در حال ارسال بودن کاربر است. می دانیم میانگین این متغیر تصادفی برابر np و واریانس آن برابر $np(1-P)$ است. طبق قضیه حد مرکزی داریم $z = \frac{Y-np}{\sqrt{np(1-p)}} \xrightarrow{d} N(0,1)$. در این مسئله $P = 0.1$ و $n = 120$ است. برای اطلاعات بیشتر می توانید به آدرس زیر مراجعه کنید:

https://onlinecourses.science.psu.edu/stat414/node/179

بنابراین خواهیم داشت:

$$P(Y \leq 20) = P\left(\frac{Y-12}{\sqrt{120 \times 0.1 \times 0.9}} \leq \frac{20-12}{\sqrt{120 \times 0.1 \times 0.9}}\right)$$

$$\approx P\left(Z \leq \frac{8}{3.286}\right) = P(Z \leq 2.43) = 0.992$$

که Z یک متغیر تصادفی با توزیع نرمال استاندارد هست بنابراین:

$$P(21 \; or \; more \; users) \approx 0.008$$

سوال ۲:

الف) فرض کنید N بسته به طور همزمان به یک لینکی که در آن هیچ بسته‌ای در صف قرار نگرفته است و در حال ارسال نیست وارد می‌شود. طول هر بسته L می‌باشد و نرخ ارسال R است. میانگین تاخیر صف برای N بسته چقدر است.

ب) اکنون فرض کنید که مشابه شرایط گفته شده، N بسته در هر LN/R ثانیه به لینک وارد می‌شوند. میانگین تاخیر صف برای یک بسته چقدر است.

پاسخ:

الف.اگر N بسته داخل صف داشته باشیم، تاخیر صف برای اولین بسته برابر صفر است برای دومین بسته برابر $\frac{L}{R}$، برای سومین بسته $2\frac{L}{R}$ به همین ترتیب تا nامین بسته که تاخیرش برابر $(n-1)\frac{L}{R}$ می شود، بنابراین میانگین تاخیر صف از رابطه زیر بدست می آید:

$$\frac{\left(\frac{L}{R}\right) + 2\left(\frac{L}{R}\right) + \cdots + (n-1)\left(\frac{L}{R}\right)}{N} = \frac{(n-1)L}{2R}$$

توجه:از فرمول زیر استفاده شده است

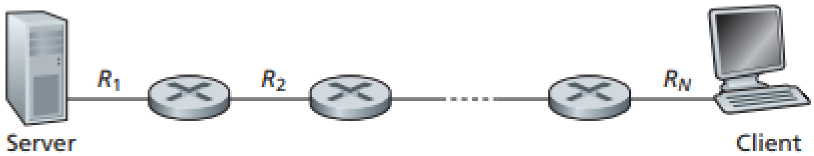
$$1 + 2 + 3 + \cdots + N = \frac{N(N+1)}{2}$$

ب.

$\frac{NL}{R}$ ثانیه طول می کشد تا N بسته ارسال شود بنابراین وقتی هر دسته N تایی از بسته ها وارد می شوند صف خالی است پس میانگین تاخیر یک بسته در بین تمام دسته های N تایی برابر است با متوسط تاخیر در یک دسته یعنی:

$$\frac{(n-1)L}{2R}$$

سوال ۳: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید که M مسیر بین سرور و کلاینت وجود دارد. هیچ دو مسیری لینک مشترکی ندارند. مسیر k ($K=1,2,\dots,M$) شامل N لینک می‌باشد که نرخ ارسال هر لینک به ترتیب R_1^k،R_2^k و ... R_N^k می‌باشد. اگر سرور می‌تواند تنها از یک مسیر برای ارسال داده به کلاینت استفاده کند؛ حداکثر نرخ گذردهی که سرور می‌تواند به آن دست یابد چقدر است. سرور می‌تواند از تمامی M مسیر برای ارسال داده استفاده کند؛ حداکثر نرخ گذردهی که سرور می‌تواند به آن دست یابد چقدر است.



پاسخ:

اگر یک مسیر بین سرور و کلاینت ها وجود داشته باشد حداکثر گذردهی از رابطه زیر بدست می آید:

$$max\{min(R_1^1.R_2^1.\dots.R_N^1).min(R_1^2.R_2^2\dots.R_N^2).\dots.min(R_1^k.R_2^k\dots.R_N^k)\}$$

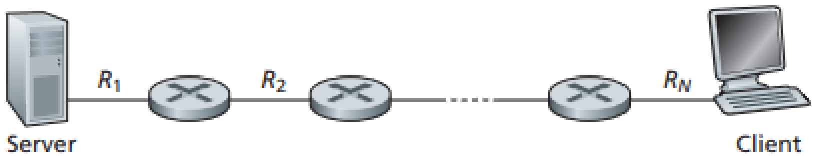
یعنی گذردهی در هرمسیر برابر کمترین نرخ ارسال در لینک های آن مسیر است و سرور حداکثر گذردهی بین همه مسیرها را انتخاب میکند.

اگر سرور بتواند از تمامی M مسیر استفاده کند آنگاه حداکثر گذردهی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\sum_{k=0}^{M} min\{R_1^k.R_2^k\dots.R_N^k\}$$

سرور می تواند ترافیک خود را به چندین بخش تقسیم کرده و هر بخش را بر روی یک مسیر ارسال کند.

سوال ۴: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید احتمال از دست رفتن بسته در هر لینک p است؛ احتمال از دست رفتن بسته بین هر لینک نیز مستقل از دیگری باشد. احتمال آن‌که بسته‌ای که توسط سرور ارسال می‌شود به صورت موفقیت آمیز توسط گیرنده دریافت شود چقدر است. اگر بسته در بین راه از بین برود مجددا توسط سرور ارسال می‌گردد. به طور میانگین، چندبار بایستی باز ارسال شود تا به صورت موفقیت آمیز در سمت گیرنده دریافت شود.



پاسخ:

برای اینکه بسته به دست کلاینت برسد باید در لینک اول، دوم و... N ام بسته از دست نرود احتمال از دست نرفتن در هر لینک برابر $1-p$ می باشد بنابراین احتمال دریافت موفق توسط کلاینت برابر:

$$p_s = (1-p)^N$$

تعداد ارسال های لازم برای اینکه بسته به دست کلاینت برسد یک متغیر تصادفی هندسی با احتمال موفقیت p_s است. بنابراین تعداد متوسط دفعات ارسال برابر میانگین متغیر تصادفی هندسی یعنی $\frac{1}{p_s}$ است. در نتیجه میانگین تعداد دفعات باز ارسال(ارسال مجدد) $\frac{1}{p_s}-1$ است.

سوال ۵:

پارامترهای زیر را در شبکه سوئیچینگ در نظر بگیرید.

- N: تعداد hop بین دو سیستم پایانی مفروض
- L: طول پیام بر حسب بیت
- B: نرخ ارسال داده‌ها در تمامی خطوط بر حسب bps
- P: اندازه ثابت بسته بر حسب بیت

- *H*: تعداد بیت‌های سربار در بسته
- *S*: زمان برپاسازی تماس در مدار مجازی یا سوئیچینگ مداری بر حسب ثانیه
- *D*: تاخیر انتشار در هر *hop* بر حسب ثانیه

الف) با فرض *N=4, L=3200, B=9600, P=1024, H=16, S=0.2, D=0.001* تاخیر انتها به انتها را برای سوئیچینگ مداری و سوئیچینگ داده نگار حساب کنید.

ب) در یک شبکه سوئیچینگ داده نگار، ثابت کنید که مقدار *p* برای مینیمم ساختن تاخیر انتها به انتها عبارتست از:

$$P = H + \sqrt{\frac{LH}{N-1}}$$
$$L >> P, D \approx 0$$

پاسخ:

الف

سوئیچینگ مداری:

تاخیر انتها به انتها = زمان برپاسازی مسیر + زمان تحویل بسته

زمان تحویل بسته = زمان انتقال+زمان انتشار

$$N \times D + \frac{L}{B} = 4 \times 0.001 + \frac{3200}{9600} = 0.337$$

تاخیر انتها به انتها:

$$0.2 + 0.337 = 0.537\ sec$$

سوئیچینگ داده:

$$T = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

D1 = زمان ارسال و تحویل همه بسته ها به اولین گام

D2 = زمان تحویل آخرین بسته به دومین گام

D3 =زمان تحویل آخرین بسته به سومین گام

D4 = زمان تحویل آخرین بسته به چهارمین گام (مقصد)

در هر بسته $P\text{-}H = 1008$ بیت داده می تواند قرار بگیرد پس یک پیام با 3200 بیت به چهار بسته شکسته می شود ($\left\lceil\frac{3200}{1008}\right\rceil$) . برای راحتی بسته آخر را هم اندازه با سایر بسته ها در نظر می گیریم.

$$D_1 = 4 \times t + p$$

p=تاخیر انتشار برای یک گام

t=زمان انتقال یک بسته

$$D_1 = 4 \times \frac{P}{B} + D = 4 \times \frac{1024}{9600} + 0.001 = 0.428$$

$$D_1 = D_2 = D_3 = t + p = 0.108$$

$$T = 0.428 + 3 \times 0.108 = 0.752 sec$$

ب.

تاخیر انتها به انتها در سوئیچینگ داده از رابطه زیر بدست می آید:

$$T_d = \left(\frac{L}{P-H} + N - 1\right)\left(\frac{P}{B}\right) + N \times D$$

که در این رابطه $\frac{L}{P-H}$ تعداد بسته ها است، $N \times D$ تاخیر انتشار N گامه و $\frac{P}{B}$ زمان انتقال یک بسته است. برای کمینه شدن تاخیر انتها به انتها از رابطه بالا برحسب P مشتق گرفته و برابر صفر قرار می دهیم:

$$\left(\frac{1}{B}\right)\left(\frac{L}{P-H} + N - 1\right) - \frac{\frac{PL}{B}}{(P-H)^2} = 0$$

$$(P-H)^2 = \frac{LH}{N-1}$$

$$P = H + \sqrt{\frac{LH}{N-1}}$$

در صورت هرگونه مشکل یا سوال درخصوص تمرین‌ها و پروژه‌های درس "شبکه‌های کامپیوتری" با تدریسیاران درس تماس بگیرید.
پرهام الوانی(Parham.alvani@gmail.com)، سپهر صبور (sepehr.sabour@gmail.com)
نگار ندا (ne.neda74@gmail.com) ، حسین افشاری (mhafshari@aut.ac.ir)، ایمان تبریزیان(iman.tabrizian@gmail.com)