سؤال 1: برنامه‌ای را در نظر بگیرید که داده‌های خود را با نرخ ثابت (مثلا N بیت داده در هر k واحد زمان، که k مقداری کوچک و ثابت است) ارسال می‌کند. همچنین، وقتی چنین برنامه‌ای شروع می‌شود، برای مدتی نسبتاً طولانی ادامه پیدا می‌کند. به پرسش‌های زیر با ذکر دلیل پاسخ دهید:

الف) برای این برنامه یک شبکه سوییچینگ بسته‏ای مناسب‌تر است یا یک شبکه سوییچینگ مداری؟ چرا؟

ب) فرض کنید شبکه از نوع سوییچینگ بسته‏ای و تنها ترافیک موجود روی آن، ترافیک تولید شده توسط برنامه‌هایی مشابه آن چه توصیف کردیم است. همچنین، فرض کنید مجموع نرخ ارسال همه برنامه ها از ظرفیت هر یک از لینک‌های مسیر کمتر است. آیا این شبکه به ساز و کاری برای کنترل ازدحام نیاز دارد؟ چرا؟

پاسخ:

الف) برای چنین برنامه‌ای شبکه‌ی سوئیچینگ مداری بهتر می‌باشد، زیرا برنامه دارای یک session طولانی با نیازمندی پهنای باند قابل پیش بینی است. از آن جایی که نرخ ارسال مشخص است و ترافیک burst (ترافیکی که داده‌ی زیادی را در یک مدت زمان کم منتقل کند) برای این برنامه وجود ندارد پهنای باند می‌تواند بدون اتلاف زیادی رزرو شود. از طرف دیگر به خاطر اینکه مدت زمان session این برنامه زیاد است هزینه ساخت و از بین بردن رزرو برای این ارتباط بر روی زمان آن سرشکن خواهد شد.

ب) در بدترین حالت این برنامه‌ها می‌توانند به صورت همزمان بر روی یک یا چند لینک انتقال داده را انجام دهند. از آن‌جایی که هر لینک می‌تواند نرخ ارسال همه‌ی برنامه‌ها را تحمل کند (زیرا فرض کرده‌ایم مجموع نرخ ارسال همه برنامه ها از ظرفیت هر یک از لینک های مسیر کمتر است) طول صف های تشکیل شده کوچک خواهد بود و بنابراین ازدحام رح نخواهد داد. در چنین شرایطی که لینک‌ها ظرفیت بالایی دارند نیازی به مکانیزم‌های کنترل ازدحام نیست.

سؤال 2: تأخیر انتها به انتها (کل تأخیر از زمان ارسال بیت اول در فرستنده و دریافت آخرین بیت در گیرنده) را برای دو حالت زیر محاسبه کنید:

الف) فرستنده و گیرنده با دو لینک یک گیگابیتی (سرعت 1Gbit/s) و یک سوییچ به هم متصل هستند. طول بسته‏ی ارسالی را 5000 بیت فرض کنید. تأخیر انتشار در طول هر یک از لینک‏ها 10میکروثانیه است. فرض کنید سوییچ بلافاصله پس از دریافت آخرین بیت بسته شروع به جلورانی[[1]](#footnote-1) آن می‏کند و صف‏ها در ابتدا خالی‏ هستند.

ب) مشابه قسمت الف، مسئله را با فرض سه سوییچ و چهار لینک حل کنید.

پاسخ:

الف: تأخیر کل ارسال بسته از فرستنده تا گیرنده برابر با مجموع مدت زمان ارسال بسته از فرستنده تا گیرنده (از فرستنده تا سوییچ و از سوییچ تا گیرنده) و تأخیر انتشار از فرستنده تا گیرنده (از فرستنده تا سوییچ و از سوییچ تا گیرنده) است. بنابراین خواهیم داشت:

ب: مشابه قسمت قبل داریم:

سؤال 3:

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=3 و بدون در نظر گرفتن خطا، دیاگرام زمانی انتقال پیغام از سیستم اول به سیستم آخر را ترسیم کنید.

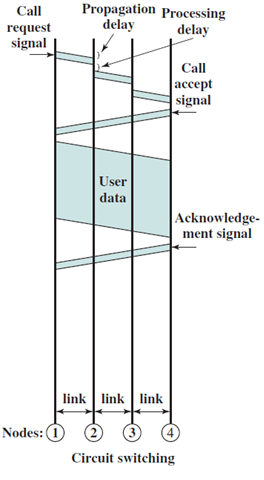
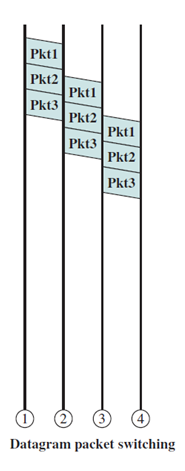
ب) با فرض N=3, L=3200, B=9600, P=1024, H=16, S=0.2, D=0.001 تاخیر انتها به انتها را برای سوئیچینگ مداری و سوئیچینگ داده نگار حساب کنید.

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



پاسخ:

الف)



ب)

*سوئیچینگ مداری:*

*تاخیر انتها به انتها = زمان برپاسازی مسیر + زمان تحویل فایل*

*زمان تحویل فایل = زمان انتقال+زمان انتشار*

*تاخیر انتها به انتها:*

*سوئیچینگ داده:*

*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 (مقصد)*

*در هر بسته P-H بیت داده می تواند قرار بگیرد پس یک پیام با* 3200 *بیت به چهار بسته شکسته می شود () . برای راحتی بسته آخر را هم اندازه با سایر بسته ها در نظر می گیریم.*

*p=تاخیر انتشار برای یک گام*

*t=زمان انتقال یک بسته*

*ج)*

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

*که در این رابطه تعداد بسته ها است، تاخیر انتشار N گامه و 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:*

سؤال4: یک فرستنده (A) و یک گیرنده (B) را درنظر بگیرید که با دو لینک و یک مسیریاب به هم متصل هستند. فرض کنید دو بسته پشت سر هم از A به B ارسال می‌شود و ترافیک دیگری روی این مسیر وجود ندارد. هر بسته از L بیت تشکیل شده است. هر دو لینک تاخیر انتشار یکسان دارند که با نشان داده می‌شود.

الف) اگر لینک اول در مسیر A به B، لینک گلوگاه با نرخ باشد، زمان بین رسیدن بسته‌ها (منظور فاصله زمانی بین رسیدن آخرین بیت از بسته اول و آخرین بیت از بسته دوم است) به مقصد چقدر است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

ب) درصورتی‌که لینک دوم گلوگاه باشد (یعنی ) آیا ممکن است بسته دوم قبل از ورود به لینک دوم در صف ورودی منتظر بماند؟

ج) اگر همچنان لینک دوم گلوگاه مسیر A تا B باشد و فرستنده A بسته دوم را T ثانیه بعد از بسته اول ارسال کند، حداقل مقدار T باید چقدر باشد تا بسته دوم در صف منتظر نماند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

پاسخ:

الف) اگر لینک اول گلوگاه باشد، بسته‏ی دوم در ورودی لینک اول وارد صف می‏شود تا بسته‏ی اول به طور کامل منتقل شود. یعنی به اندازه‏ی زمان انتقال بسته‏ی اول در صف منتظر می‏ماند. یعنی فاصله‏ی بین رسیدن بسته‏ها *خواهد بود.*

*ب) اگر لینک دوم گلوگاه باشد و بسته‏ها پشت سر هم فرستاده شوند، بسته‏ی دوم، قبل از ارسال بسته‏ی اول روی لینک دوم به ورودی لینک دوم می‏رسد و وارد صف می‏شود. به عبارت دیگر داریم:*

*L/RA + L/RA + dprop < L/RA + dprop + L/RB*

سمت چپ رابطه‏ی بالا نشان‏دهنده‏ی زمان رسیدن بسته‏ی دوم به لینک دوم است که شامل زمان ارسال بسته‏ی اول، زمان ارسال بسته‏ی دوم و تأخیر انتشار است.دقت شود که به دلیل اینکه بسته‏ها پشت سر هم ارسال می‏شوند، تأخیر انتشار صرفاً یک بار در رابطه ظاهر شده است. سمت راست رابطه‏ی بالا مدت زمان لازم برای رسیدن بسته‏ی اول به لینک دوم است (کل زمان لازم برای انتقال روی لینک اول + تأخیر انتشار لینک اول + زمان لازم برای تزریق بسته به لینک دوم).

ج) این تأخیر باید از کل مدت زمان لازم برای رسیدن بسته‏ی اول به لینک دوم (سمت راست رابطه‏ی بالا) بیشتر یا مساوی باشد. یعنی:

*L/RA + L/RA + dprop + T >= L/RA + dprop + L/RB*

پس حداقل مقدار T باید *L/RA* - *L/RB*  باشد.

سؤال 5: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید احتمال از دست رفتن بسته در هر لینک p می‌باشد؛ 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 می باشد بنابراین احتمال دریافت موفق توسط کلاینت برابر:

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

سؤال 6: 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,…,M) شامل N لینک می‌باشد که نرخ ارسال هر لینک به ترتیب ، و ... 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؟ فرض کنید 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:*

*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:*

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

1. Forward [↑](#footnote-ref-1)