سوال ۱: 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 بوده و تنها ترافیک موجود روی آن، ترافیک تولید شده توسط برنامه‌هایی مشابه با آن چه توصیف کردیم است. همچنین، فرض کنید مجموع نرخ ارسال همه برنامه‌ها از ظرفیت هر یک از لینک‌های مسیر کمتر است. آیا این شبکه به ساز و کاری برای کنترل ازدحام نیاز دارد؟ چرا؟

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.

سوال ۲: برای چه مقدار از اندازه‌ی بسته (P)، بر حسب تابعی از تعداد لینک‌های بین دو سیستم (N) و طول پیام (L) و تعداد بیت های سربار در هر بسته (H)، تاخیر انتها به انتها در شبکه دیتاگرام کمینه می شود؟ فرض کنید L >> P و تاخیر انتشار برابر صفر است.

در صورت هرگونه مشکل یا سوال درخصوص تمرین‌ها و پروژه‌های درس شبکه‌های کامپیوتری ۱ با تدریسیاران درس تماس بگیرید.

* **پرهام الوانی (**[**parham.alvani@gmail.com**](mailto:parham.alvani@gmail.com)**)**
* پارسا اسکندرنژاد ([parsaaes@gmail.com](mailto:parsaaes@gmail.com))

از تاخیرهای صف، پردازش و انتشار صرف نظر می‌کنیم. برای تاخیر انتها به انتها داریم:

دقت داشته باشید که مقدار B نشان دهنده‌ی پهنای باند لینک می‌باشد. از رابطه فوق نصب به P مشتق گرفته و برابر با صفر قرار می‌دهیم و خواهیم داشت:

همانطور که در رابطه فوق مشهود است مقدار B تاثیری روی کمینه‌سازی تاخیر ندارد و مقدار بهینه تاخیر برای P زیر حاصل می‌گردد:

سوال ۳:

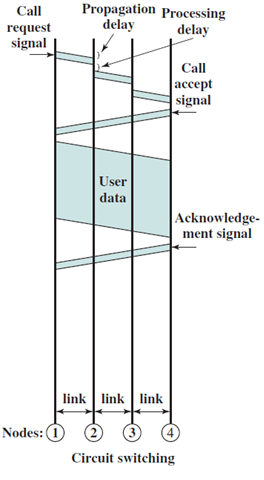
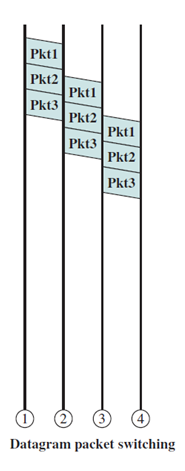
پارامترهای زیر را در شبکه سوئیچینگ در نظر بگیرید.

|  |  |
| --- | --- |
| تعداد لینک‌های بین دو سیستم پایانی مفروض | N |
| طول پیام بر حسب بیت | L |
| نرخ ارسال داده‌ها در تمامی خطوط بر حسب بیت بر ثانیه | B |
| اندازه‌ی ثابت بسته بر حسب بیت (دقت کنید که بسته شامل سربار نیز می‌باشد.) | P |
| تعداد بیت‌های سربار در بسته | H |
| زمان برپاسازی تماس در سوئیچینگ مداری بر حسب ثانیه | S |
| تاخیر انتشار در هر گره بر حسب ثانیه | D |

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.

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*

سوال ۴: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید احتمال از دست رفتن بسته در هر لینک است و 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؟



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:

برای این که بسته در نوبت xم به طور موفقیت‌آمیز به مقصد برسد حتما x-1 تلاش قبلی ناموفق بوده‌اند و لذا به همین تعداد بازارسال داشته‌ایم. لذا متغیر تصادفی X را تعداد تلاش‌ها برای دست‌یابی به موفقیت تعریف می‌کنیم. تابع جرم احتمال این متغیر تصادفی به صورت زیر می‌شود.

برای محاسبه تعداد متوسط ارسال‌ها کافی است امید ریاضی متغیر تصادفی تعریف شده را به دست‌ آوریم:

در واقع 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.

سوال ۵: فرض کنید N بسته به صورت همزمان به یک روتر که صف آن به اندازه‌ی N بوده و خالی می‌باشد، می‌رسند. طول هر بسته برابر با N و نرخ ارسال لینک برابر با R می‌باشد. تاخیر میانگین برای این N بسته را محاسبه کنید. در صورتی که هر ثانیه چنین N بسته‌ای به این روتر برسند، تاخیر میانگین قسمت قبل چه تغییری می‌کند.

از آنجایی که صف خالی می‌باشد، هر بسته به اندازه‌ی زمان ارسال بسته‌هایی که جلوی آن قرار می‌گیرند تاخیر می‌خورد. اگر بسته‌ها را از ابتدای صف و از ۱ شماره‌گذاری کنیم خواهیم داشت:

Packet 1:

Packet 2:

Packet 3:

…

Packet N:

Avg Delay:

مدت زمانی که بین ارسال‌های وجود دارد برای خالی شدن صف کفایت می‌کند بنابراین تغییر در تاخیر میانگین به وجود نمیاید.

سوال ۶: