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 (گام‌های) 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:

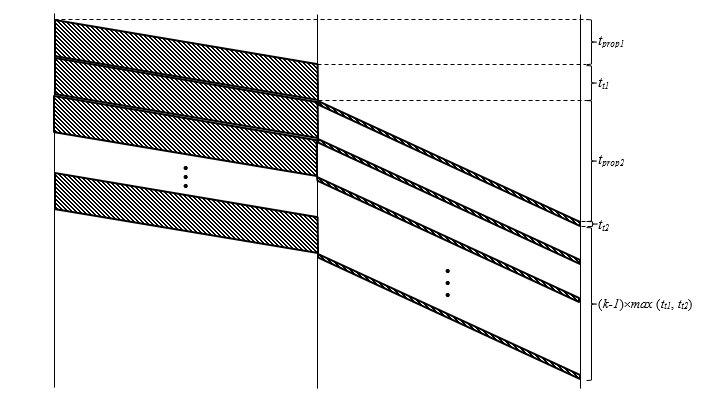
دقت داشته باشید که مقدار B نشان دهنده‌ی پهنای باند لینک می‌باشد. از رابطه فوق نصب به P مشتق گرفته و برابر با صفر قرار می‌دهیم و خواهیم داشت:

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: می‌خواهیم یک پیغام به اندازه ۴۹۰۰۰ بایت را از طریق دوگام مطابق با شکل زیر از گره مبدأ به گره مقصد ارسال کنیم. نرخ ارسال (R)، طول (d) و سرعت انتشار (V) هر لینک در شکل مشخص شده است. با فرض اینکه تأخیر مسیریاب ناچیز و لینک‌ها بدون خطا هستند، اگر اندازه هر بسته عبوری ۱۰۰۰ بایت و سربار هر بسته ۲۰ بایت باشد، زمان انتقال این پیغام از مبدأ به مقصد چقدر است؟



****



)

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 بسته به صورت همزمان به مسیریابی که صف آن خالی است، می‌رسند. با فرض اینکه طول هر بسته برابر با بیت و نرخ ارسال لینک برابر با بیت بر ثانیه است:

الف) تاخیر میانگین برای این بسته را محاسبه کنید.

ب) در صورتی که هر ثانیه، بسته‌ همزمان به این مسیریاب 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: شکل زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید که مسیر بین سرور و کلاینت وجود دارد. هیچ دو مسیری لینک مشترکی ندارند. مسیر

شامل 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؟



*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.*

سوال ۷: فرض کنید کاربران یک لینک ۳ مگابیت بر ثانیه را به صورت اشتراکی استفاده می‌کنند. همچنین فرض کنید هر کاربر به نرخ ۱۵۰ کیلوبیت بر ثانیه در هتگام ارسال احتیاج دارد اما هر کاربر تنها ۱۰ درصد از زمان را به ارسال مشغول است.

الف) اگر از سوئیچینگ مداری استفاده شود، از چند کاربر می‌توان پشتیبانی کرد؟

ب) از این قسمت فرض کنید از سوئیچینگ بسته استفاده می‌شود. احتمال ارسال هر کاربر چقدر است؟

ج) فرض کنید ۱۲۰ کاربر موجود باشد احتمال اینکه دقیقا کاربر در حال ارسال باشند چقدر است؟

د) احتمال اینکه بیش از ۲۰ کاربر به صورت همزمان در حال ارسال باشند چقدر است؟

الف) از ۲۰ کاربر می‌توان به صورت همزمان در روش سوئیچینگ مداری پشتیبانی کرد.

ب)

ج)

د)

سوال ۸: تاخیر صف را در یک مسیریاب در نظر بگیرید. فرض کنید نشان دهنده‌ی شدت ترافیک باشد، یعنی:

که در آن اندازه‌ی بسته به بیت و نرخ ارسال لینک برحسب بیت برثانیه و a تعداد بسته‌هایی است که در ثانیه ارسال می‌شوند. در این صورت تاخیر صف برای یک بسته به شکل زیر در میاید:

الف) مجموع تاخیر ارسال و تاخیر صف را حساب کنید.

ب) نمودار مجموع تاخیر ارسال و تاخیر صف بر حسب را ترسیم کنید.

الف)

ب) از آنجایی که نموداری بر حسب می‌خواهیم، این مقدار را نامیده و آن را در رابطه قسمت قبل جایگزین می‌کنیم.

حال می‌توان این نمودار را بر حسب x ترسیم کرد که همانطور که مشهود است این نمودار را در نقطه دارای یک مجانب قائم است.