



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
و فناوری اطلاعات



بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

نمره	مسئله	نمره	مسئله
	۱		۸
	۲		۹
	۳		۱۰
	۴		۱۱
	۵		۱۲
	۶		
	۷		

درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم سال دوم سال تحصیلی ۹۸-۹۹
تمرین سری اول (تاریخ ۱۳۹۹/۰۱/۱۷، موعده تحویل: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱)

نام و نام خانوادگی:

شماره دانشجویی:

نمره:

سوال ۱: چه لایه‌هایی از پشته‌ی پروتکلی Internet به ترتیب در یک Router، Link-Layer Switch و میزبان پردازش می‌شوند.

Router: Physical – Link – Network

Link-Layer Switch: Physical – Link

Host: Physical – Link – Network – Transport – Application

سوال ۲: در شبکه‌های نوین سوئیچینگ بسته، شامل اینترنت، میزبان مبدا پیام‌های لایه‌ی کاربرد را به بسته‌های کوچکتر شکسته و این بسته‌ها را داخل شبکه ارسال می‌کند. گیرنده بسته‌ها را به صورت پیام اصلی سرهم می‌کند. ما به این روند Message Segmentation می‌گوییم. پیامی با طول $8 * 10^6$ بیت را در نظر بگیرید که می‌خواهد از مبدا به مقصد در شبکه‌ای که از دو سوئیچ تشکیل شده است ارسال شود. همه‌ی لینک‌ها 2 Mbps می‌باشند. از تاخیرهای انتشار، صف و پردازش صرف نظر کنید.

الف) فرض کنید پیام از مبدا به مقصد بدون Message Segmentation ارسال می‌گردد. چقدر طول می‌کشد تا پیام از مبدا به اولین سوئیچ برسد؟ در نظر داشته باشید که سوئیچ‌ها از روند store-and-forward استفاده می‌کنند. مدت زمان رسیدن پیام به صورت کامل از مبدا به مقصد چقدر است؟

برای رسیدن به اولین سوئیچ نیاز است که پیام به صورت کامل از مبدا ارسال شود:

$$\frac{8 * 10^6}{2 * 10^6} = 4s$$

در نهایت برای رسیدن به مقصد نیاز است که بسته از دو سوئیچ عبور کند:

$$4s * 3 = 12s$$

ب) فرض کنید پیام به ۸۰۰ بسته تقسیم می‌شود که هر بسته طولی برابر با 10^4 بیت دارد. چقدر طول می‌کشد اولین بسته از مبدا به اولین سوئیچ برسد؟ چه مدت زمانی برای رسیدن پیام از مبدا به مقصد لازم است؟

برای رسیدن اولین بسته:

$$\frac{10^4}{2 * 10^6} = 5ms$$

زمانی که اولین بسته به سوئیچ اول می‌رسد، این سوئیچ شروع به ارسال بسته به سوئیچ دوم کرده و مبدا در حال ارسال بسته دوم به سوئیچ اول می‌باشد. در این صورت داریم:

$$3 * 5ms + (800 - 1) * 5ms = 10ms + 4s$$

(ج) علاوه بر کاهش تاخیر چه دلایلی برای استفاده از Message Segmentation وجود دارد؟

در شرایطی که نیاز به باز ارسال پیام باشد، در صورتی که پیام قطعه قطعه نشده باشد مجبور هستیم به جای باز ارسال قطعه‌ی خراب تمام پیام را دوباره ارسال کنیم.

(د) در مورد معایب Message Segmentation بحث کنید.

در شرایط واقعی بسته‌ها دارای سربار می‌باشند و در صورتی که پیام به صورت چند بسته ارسال شود این سربارها بیشتر می‌شوند.

سوال ۳: در سوال ۲، فرض کنید هر بسته طول سرآیند H بیت دارد. با فرض اینکه می‌خواهیم بهره‌وری بالای ۹۰ درصد داشته باشیم، در روش Message Segmentation این پیام حداکثر به چند قطعه می‌تواند شکسته شود؟

فرض می‌کنیم که تعداد بسته‌ها برابر با M باشد.

$$U = \frac{8 * 10^6}{8 * 10^6 + H * M} \geq 0.9$$

$$8 * 10^6 \geq 7.2 * 10^6 + H * M * 0.9$$

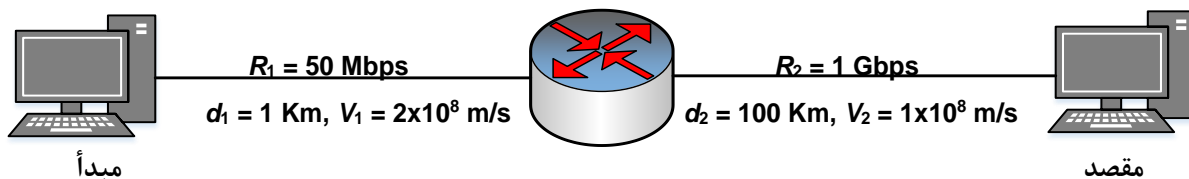
$$0.8 * 10^6 \geq H * M * 0.9$$

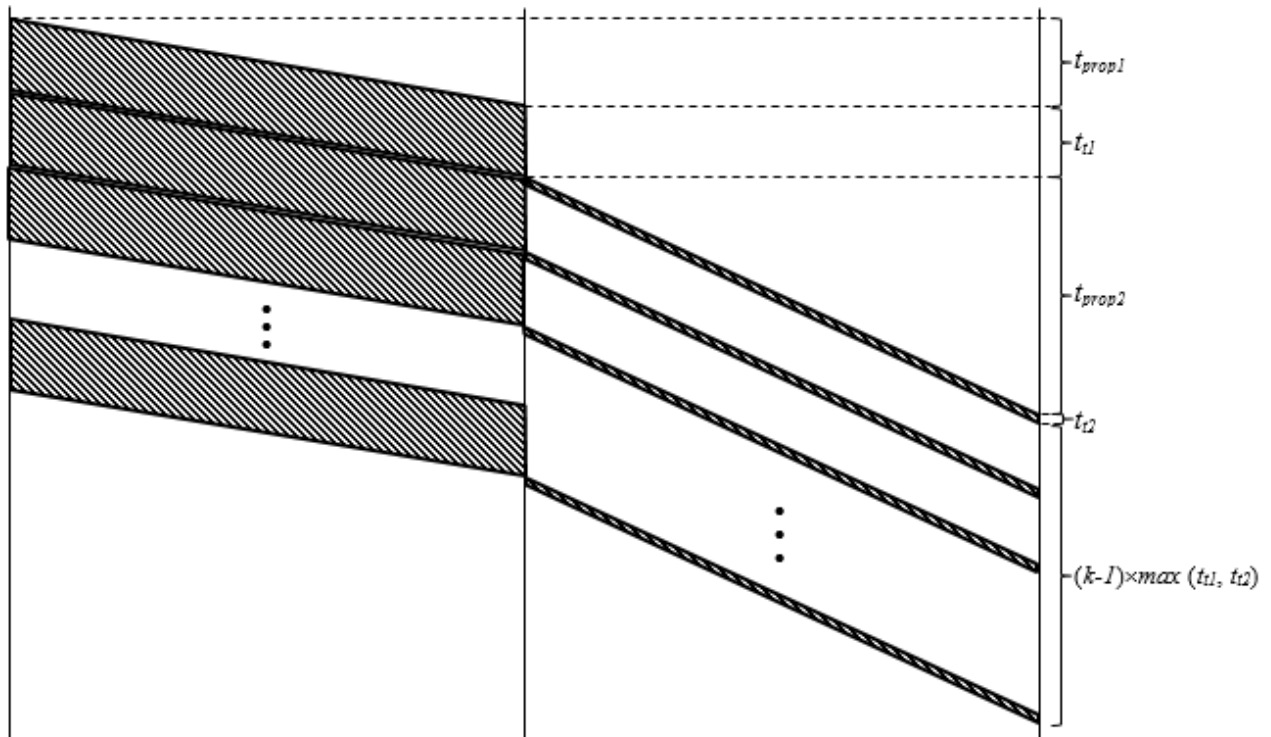
$$\frac{8}{9} * 10^6 \geq H * M$$

سوال ۴: یک شبکه همه‌پخشی (Broadcast)، شبکه‌ای است که پیام‌های ارسالی در شبکه توسط تمامی اعضای درون شبکه دریافت می‌شود، به عنوان مثال شبکه محلی با توپولوژی Bus. آیا در این شبکه‌ها نیاز به لایه سوم از مدل OSI وجود دارد یا خیر؟ توضیح دهید.

خیر. در این شبکه‌ها برای مسیریابی و جلورانی بسته‌ها نیازی به لایه شبکه وجود ندارد زیرا زمانی که یک بسته از طریق لایه پیوند داده ارسال می‌شود همه گره‌های شبکه آن بسته را دریافت می‌کنند و فقط گره‌ای که بسته متعلق به آن است بسته را استفاده می‌کند و بقیه گره‌ها آن بسته را دور می‌ریزند. بنابراین شبکه‌های همه‌پخشی از نظر وظیفه‌ی مسیریابی و جلورانی بسته‌ها نیازی به لایه شبکه ندارند.

سوال ۵: 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؟





$$\text{Number of Packets } (k) = \frac{\text{Message Length}}{\text{Packet length} - \text{Header Length}} = \frac{49000}{1000 - 20} = 50$$

$$\text{Propagation delay on link 1 } (t_{prop1}) = \frac{d_1}{V_1} = \frac{1 \times 10^3}{2 \times 10^8} = 0.5 \times 10^{-5} = 0.005 \text{ msec}$$

$$\text{Transmission delay on link 1 } (t_{t1}) = \frac{L}{R_1} = \frac{8 \times 1000}{50 \times 10^6} = 160 \times 10^{-6} = 0.16 \text{ msec}$$

$$\text{Propagation delay on link 2 } (t_{prop2}) = \frac{d_2}{V_2} = \frac{100 \times 10^3}{1 \times 10^8} = 1 \times 10^{-3} = 1 \text{ msec}$$

$$\text{Transmission delay on link 2 } (t_{t2}) = \frac{L}{R_2} = \frac{8 \times 1000}{1 \times 10^9} = 8 \times 10^{-6} = 0.008 \text{ msec}$$

$$\text{Message Transfer Time (MTT)} = t_{prop1} + t_{t1} + t_{prop2} + t_{t2} + (k - 1) \times \max(t_{t1}, t_{t2})$$

$$\text{Message Transfer Time (MTT)} = 0.005 + 0.16 + 1 + 0.008 + 49 \times 0.16 = 9.013 \text{ msec}$$

سوال ۶: برنامه‌ای را در نظر بگیرید که داده‌های خود را با نرخ ثابت، مثلاً 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 سوئیچینگ بسته‌ای مناسب‌تر است یا یک شبکه سوئیچینگ مداری؟ چرا؟

ب) فرض کنید شبکه از نوع سوئیچینگ 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 کار 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 برنامه‌ها از ظرفیت هر یک از لینک‌های مسیر کمتر است) طول صف‌های تشکیل شده کوچک خواهد بود و بنابراین ازدحام رخ نخواهد داد. در چنین شرایطی که لینک‌ها ظرفیت بالایی دارند نیازی به مکانیزم‌های کنترل ازدحام نیست.

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 هنگام 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 دقیقاً n 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.

$$p = \frac{10}{100} = 0.1 \quad \text{ب)}$$

$$\binom{120}{n} p^n (1-p)^{120-n} \quad \text{ج)}$$

$$1 - \sum_{i=0}^{20} \binom{120}{i} p^i (1-p)^{120-i} \quad \text{د)}$$

سوال ۸: تاخیرهایی که یک بسته برای رسیدن از میزبان مبدا به میزبان مقصد تحمل می‌کند به صورت گروهی ذکر کنید. کدام گروه از این تاخیرها ثابت و کدام گروه متغیر می‌باشند.

تاخیر انتشار، تاخیر صف، تاخیر پردازش و تاخیر انتقال. در این بین تاخیر صف می‌تواند متفاوت باشد زیرا در هر لحظه تعداد بسته‌های داخل صف مشخص نیست.

سوال ۹: با توجه به تعریف مدل لایه‌ای به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف) در صورتی که بخواهیم یک بسته از لایه n را به تعدادی بسته در لایه $n-1$ بشکنیم آیا نیاز است که سرآیند لایه n را نیز برای این بسته‌ها تکرار کنیم؟ همانطور که می‌دانیم لایه‌ها از یکدیگر مستقل هستند و نیازی نیست که لایه‌ی $n-1$ درباره سرآیند لایه‌ی n اطلاعی داشته باشد یا آن را تکرار کند.

ب) در صورتی که بخواهیم تعدادی بسته از لایه n را به صورت یکجا در لایه $n-1$ ارسال کنیم آیا میتوانیم برای همه‌ی این بسته‌ها از یک سرآیند لایه n نیز استفاده کنیم؟

همانطور که می‌دانیم لایه‌ها از یکدیگر مستقل هستند و بنابراین لایه‌ی $n-1$ اطلاعی در رابطه با محتوای سرآیند لایه‌ی n ندارد که بتواند آن‌ها را جمع کند.

سوال ۱۰: سه شبکه سوئیچینگ بسته‌ای داریم که هر کدام n گره دارند. این شبکه‌ها به ترتیب همبندی ستاره‌ای، حلقه و گراف کامل را دارند. این شبکه‌ها را از نظر تعداد لینک‌ها، کوتاهترین و بلندترین مسیر مقایسه کنید.

در همبندی ستاره کوتاهترین لینک برابر ۱ و بلندترین لینک برابر ۲ می‌باشد. این همبندی $n-1$ لینک دارد.

در همبندی حلقه کوتاهترین لینک برابر ۱ و بلندترین لینک برابر $\frac{n}{2}$ می‌باشد. این همبندی n لینک دارد.

در همبندی گراف کامل کوتاهترین و بلندترین لینک برابر ۱ می‌باشند. این همبندی $\binom{n}{2}$ لینک دارد.

سوال ۱۱: skype و google voice هر دو سرویس‌هایی ارائه می‌دهند که به شما امکان می‌دهد از طریق اینترنت با کاربری در شبکه تلفن تماس بگیرید. به نظر شما این امر چطور ممکن است؟

در هر دوی این سرویس‌ها یک نقطه تحت عنوان Gateway تعبیه می‌شود که از یک سو با شبکه‌ی اینترنت و از سوی دیگر با شبکه تلفن (PSTN) در ارتباط است. این نقطه وظیفه‌ی انتقال داده‌ها را بر عهده دارد. از آنجایی که شبکه‌ی تلفن برای ایجاد ارتباط هزینه دارد، Gateway این هزینه‌ها را نیز برای کاربران در نظر می‌گیرد.

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید Gateway بین شبکه‌های PSTN و Internet قرار می‌گیرد و نود Gateway از منظر شبکه‌ی PSTN به شکل یک تلفن و از منظر شبکه‌ی اینترنت به شکل یک نود اینترنت دیده می‌شود. تبدیل پروتکل ارتباطی توسط این نود صورت می‌پذیرد و همانطور که اشاره شد می‌تواند موارد دیگری مثل Accounting و ... را نیز انجام دهد.





درس شبکه‌های کامپیوتری، نیم سال دوم تحصیلی ۹۸-۹۹

تمرین سری اول (موعد تحویل: ۱۳۹۹/۰۱/۳۱)

صفحه: 6 از 6

سوال ۱۲: برای چه مقدار از اندازه‌ی بسته (P)، بر حسب تابعی از تعداد لینک‌های (گام‌های) بین دو سیستم (N) و طول پیام (L) و تعداد بیت‌های سربار در هر بسته (H)، تاخیر انتها به انتها در شبکه دیتاگرام کمینه می‌شود؟ فرض کنید $L \gg P$ و تاخیر انتشار برابر صفر است.

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

$$\left[\frac{L}{P-H} + (N-1) \right] * \frac{P}{B} = Delay$$

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:

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

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

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

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

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