



بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

درس شبکه های کامپیوتری، نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۶-۹۷

پایخ تمرین سری چهارم



۱. فرض کنید سه میلیارد کاربر اینترنت، هر کدام هر روز ۲۰ مگابایت بسته به اینترنت ارسال می کنند. با این فرض که هر بسته به طور میانگین ۲۰ میلی ثانیه در اینترنت قرار دارد، تعداد بایت های موجود در اینترنت را محاسبه کنید. کل اینترنت رو به یک عنوان یک سیستم صف در نظر بگیرید.

$$L = \left(3 \times 10^9 [\text{کاربر}] \times \frac{20 \times 10^6 [\text{روز}] \times \text{تعداد بایت یک کاربر در یک روز}}{60 \times 60 \times 24 [\text{یک روز به ثانیه}]} \right) \times (20 \times 10^{-3} [\text{ثانیه}])$$

$$= 13.888888888 \times 10^9 [\text{بایت}]$$

۲. بسته با طول میانگین ۲ کیلوبایت با نرخ میانگین ۸ مگابایت در ثانیه به یک مسیریاب وارد می شوند. نرخ ارسال لینک خروجی مسیریاب ۱۳ مگابایت در ثانیه است. میانگین تاخیر صف و زمان پاسخ گویی هر بسته را با در نظر گرفتن مسیریاب به عنوان یک صف M/M/1 محاسبه کنید.

$$\lambda = \text{نرخ میانگین ورود بسته ها} = \frac{8 \times (8 \times 10^6) \text{ bps}}{8 \times (2 \times 10^3) \text{ bit}} = 4000 \frac{\text{packet}}{\text{sec}}$$

$$\mu = \text{میانگین نرخ سرویس دهی} = \frac{8 \times (13 \times 10^6) \text{ bps}}{8 \times 2 \times 10^3 \text{ bit}} = 6500 \frac{\text{packet}}{\text{sec}}$$

$$W = \text{میانگین تاخیر به ازای هر بسته} = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{6500 - 4000} = 0.4 \text{ ms}$$

$$W = d_{\text{queuing}} + d_{\text{service}} \cdot d_{\text{service}} = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{6500} = 0.153 \text{ ms} \quad \text{بنابراین} \quad d_{\text{queuing}} = 0.4 - 0.153 = 0.247 \text{ ms}$$



پایخ تمرین سری چهارم

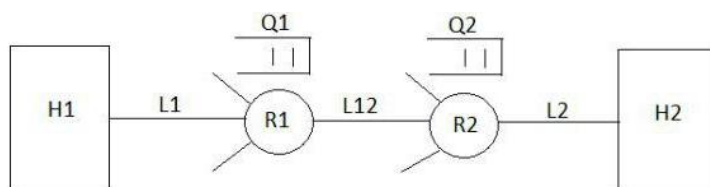
۳. آیا یک سرویس انتقال پیغام Connection Oriented و Reliable می‌تواند بر روی یک شبکه سوئیچ بسته که سرویس Connection Less ارائه می‌دهد ارائه شود؟ توضیح دهید.

بله، برای ایجاد یک سرویس اتصال گرا، لایه انتقال می‌تواند یک connection را با استفاده از اطلاعات حالت (که شامل شماره توالی بسته‌ها یا Sequence Number است) در سیستم‌های انتهایی ایجاد کند. در این Connection ایجاد شده، هر پیغام به بسته‌های مجزا شکسته می‌شود و به هر کدام از آن‌ها یک شماره توالی اختصاص داده می‌شود. با استفاده از این شماره توالی موجودیت لایه انتقال در سیستم نهایی می‌تواند بسته‌های دریافت شده را تصدیق کند، بسته‌های گم‌شده را تشخیص و مجدداً ارسال کند، بسته‌های تکراری را حذف کند و بسته‌هایی که خارج از نوبت رسیده‌اند را مرتب کند سپس بسته‌هایی که در سیستم انتهایی رسیده‌اند را به هم می‌چسباند (reassemble می‌کند) تا پیام اصلی ساخته شود. به عنوان مثال از TCP که یک سرویس انتقال اتصال گرا بر روی IP که یک سرویس انتقال بسته بدون اتصال است را می‌توان نام برد.

پایخ تمرین سری چهارم

۴. در شکل زیر جریان داده‌ای (صدا/فیلم) با نرخ ۵ مگابیت در ثانیه از میزبان H1 به میزبان H2 ارسال می‌شود. این جریان در بسته‌هایی با طول ۱۰/۰۰۰ بیت ارسال می‌گردد. تاخیرها در مسیر یاب‌ها با صف مدل می‌شوند. حداکثر طول مشاهده شده تمام صف‌ها (تعداد کارها در بافر هر مسیر یاب) برابر ۴ و حداقل آن برابر صفر است. از سرآیند بسته‌ها صرف نظر کنید یعنی ۵ مگابیت در ثانیه برابر ۵۰۰ بسته در ثانیه است. سرعت انتشار در رسانه را برابر $2 \times 10^8 m/s$ در نظر بگیرید. سایر اطلاعات در جدول زیر داده شده است.

لینک	طول	نرخ ارسال
لینک L1	100 km	10 Mbps
لینک L12	500 km	100 Mbps
لینک L2	100 km	10 Mbps



کمترین و بیشترین تاخیر برای بسته‌ای از H1 به H2 چقدر است. (از قضیه Little استفاده کنید.)

تاخیر صف هر مسیر یاب + تاخیر انتشار هر لینک + تاخیر انتقال هر لینک = تاخیر انتها به انتها

یا به عبارتی :

$$t = \sum_{i=1}^3 \left(\frac{p}{r_i} + \frac{l_i}{s} + Q_i(t) \right) = \left(\frac{10^4 \text{ bit}}{10^7 \text{ bps}} + \frac{10^5 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} \right) + \left(\frac{10^4 \text{ bit}}{10^7 \text{ bps}} + \frac{10^5 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} + Q_1(t) \right) + \left(\frac{10^4 \text{ bit}}{10^8 \text{ bps}} + \frac{5 \times 10^5 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} + Q_2(t) \right)$$

$$= (1\text{ms} + 0.5\text{ms}) + (0.1\text{ms} + 2.5\text{ms} + Q_1(t)) + (1\text{ms} + 0.5\text{ms} + Q_2(t)) = 5.6\text{ms} + Q_1(t) + Q_2(t)$$

حداقل تاخیر انتها به انتها زمانی است که هر دو صف خالی باشند بنابراین $Q_1(t) = Q_2(t) = 0$

$$= 5.6\text{ms} \text{ حداقل تاخیر انتها به انتها}$$

حداکثر تاخیر انتها به انتها زمانی رخ می‌دهد که هر دو صف دارای ۴ بسته باشند، با استفاده از قضیه little داریم:

تاخیر صف × نرخ ورودی = طول صف

$$\text{تاخیر صف} = \frac{\text{طول صف}}{\text{نرخ ورودی}} = \frac{4 \text{ packet}}{500 \text{ packet per second}} = 8\text{ms}$$

$$Q_1(t) = Q_2(t) = 8\text{ms}$$

$$= 5.6\text{ms} + 8\text{ms} + 8\text{ms} = 21.6\text{ms} \text{ حداکثر تاخیر انتها به انتها}$$