

به نام خدا

تمرین سری اول درس شبکه

1) با توجه به توضیحات داده شده در درس به سوالات زیر پاسخ های کوتاه (به صورت چند جمله) بدهید. (60 نمره)
(a) تفاوت روش HFC و ADSL برای شبکه های چند کاربره در چیست؟ (نحوه اشتراک گذاری و مزایا و معایب این نوع اشتراک گذاری)

در روش HFC که مبتنی بر کابل های تلویزیون (Coax Cable) است، پهنای باند نسبتا زیادی بین چندین کاربر مشترک می شود؛
اما در روش ADSL هر کاربر بصورت جداگانه یک زوج سیم در اختیار دارد که پهنای باند آن نسبت به روش قبلی کمتر اما اختصاصی می باشد.

(b) روترها به کدام یک از لایه های Internet Protocol دسترسی دارند؟

لایه های Network, (Data)Link, Physical

(c) Botnet چیست و چه اقداماتی با استفاده از آن میتوان انجام داد؟

بات نت شبکه ای از کامپیوترهای آلوده به بد افزار است که توسط یک یا چند master مورد کنترل قرار می گیرد. از بات نت ها استفاده های مختلفی نظیر حملات DDOS، ارسال ایمیل اسپم و استفاده کرد.

(d) Ethernet بر چه بسترهای فیزیکی ای پیاده سازی میشود؟

بسترهای فیزیکی اترنت شامل Coax cable, Twisted pair, Optical fiber می باشد.

(e) برتری روش Packet Switch نسبت به Circuit Switch در چیست؟

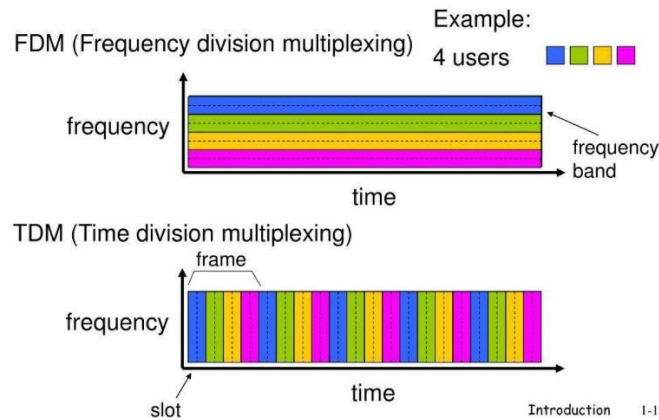
در روش Packet Switch، به دلیل عدم اختصاص منابع به یک کاربر خاص امکان استفاده حداکثری از منابع شبکه وجود دارد.

(f) مفاهیم زیر را تعریف کنید و تفاوت های آن ها را عنوان کنید

• Host و End Systems

هر وسیله ای که به شبکه متصل شود Host یا End-system نامیده می شود و طبق تعریف کتاب این دو اصطلاح تفاوتی ندارند و به جای هم استفاده می شوند.

Circuit switching: FDM and TDM



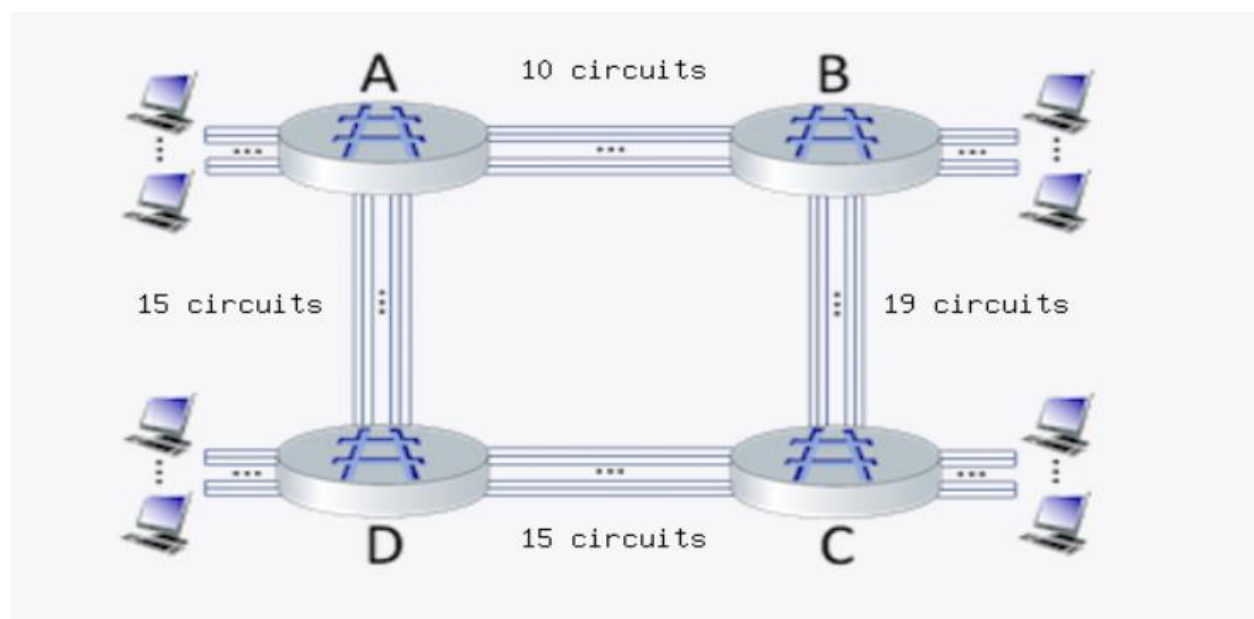
• Propagation Delay و Transmission Delay

به تاخیر ناشی از انتقال یک بیت از یک سر لینک به سر دیگر آن تاخیر انتشار (Propagation Delay) می گویند.

به تاخیر ناشی از انتقال تمامی بیت ها روی لینک تاخیر انتقال (Transmission Delay) می گویند.

برای درک بهتر تفاوت این دو مورد به این [لینک](#) مراجعه کنید.

2) شبکه Circuit Switch زیرا را در نظر بگیرید که 4 سویچ A,B,C,D با تعداد circuit هایی که در شکل مشخص شده اند، به هم متصل هستند؛ به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید. (40 نمره)



(a) بیشترین تعداد ارتباطی (connection) که این شبکه در یک لحظه می تواند برقرار کند چه تعداد است
بیشترین ارتباطی که این شبکه می تواند برقرار کند برابر است با جمع circuit های شبکه که در مجموع برابر با 59 است.

(b) فرض کنید هر ارتباط حتما به دو Hop متوالی نیاز دارد تا ارتباط برقرار شود و این Hop ها در جهت ساعتگرد صورت می گیرند. به عنوان مثال ارتباط می تواند از A به C با استفاده از B برود یا از B به D با استفاده از C.

با توجه به توضیحات گفته شده، بیشترین تعداد ارتباطاتی که این شبکه می تواند در لحظه برقرار کند چه تعداد است؟ (دلیل خود را بیان کنید)

بیشترین ارتباط در این حالت 25 است. اگر مسیر از A به C و از C به A را مشاهده و دو لینک Bottleneck را با هم جمع کنیم و سپس ظرفیت باقیمانده را برای مسیر B به D و D به B محاسبه کنیم به عدد 25 خواهیم رسید.

Bottleneck A→C = 10 (B1)

Bottleneck C→A = 15 (B2)

$B1+B2=25$

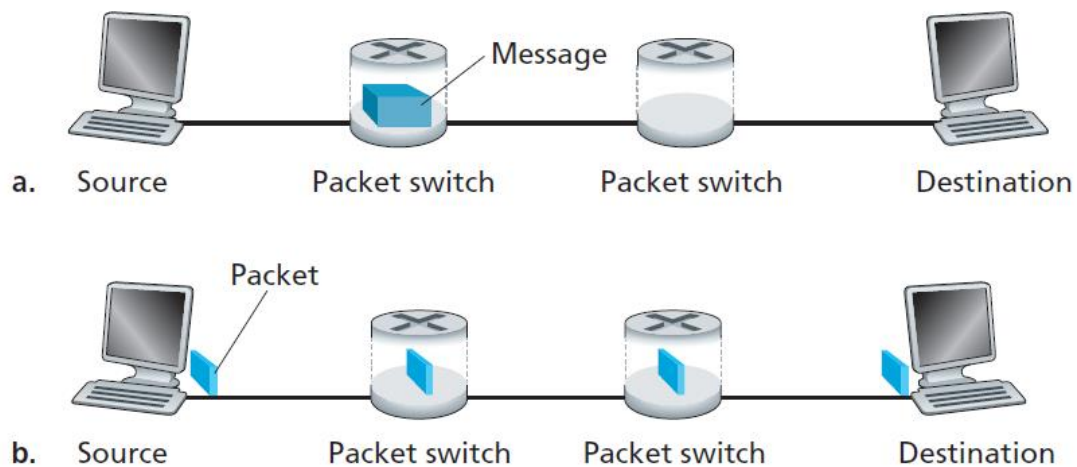
حال برای مسیر B به D یکی از لینک ها 9 ظرفیت باقیمانده دارد و دیگری 0 پس ارتباطی نمیتواند برقرار شود و برای مسیر از D به B هم همینطور پس در این حالت 25 ارتباط داریم .

حال اگر این عدد را با حالتی که ابتدا از مسیر B به D و از D به B شروع می شود مقایسه کنیم باز هم به همین عدد می رسیم.

(c) با توجه به قسمت "b"، در حالت ساعتگرد، اگر به 15 ارتباط از A به C و 12 ارتباط از B به D احتیاج باشد، آیا این شبکه توانایی برقراری این ارتباط ها را دارد
خیر. در مجموع به 27 ارتباط احتیاج است که این شبکه نمیتواند بیش از 25 ارتباط در این حالت برقرار کند.

3) در شبکه های مدرن Packet Switch هاست مبدا message های بزرگ را به بسته های کوچکتری تبدیل می کند و این بسته ها را داخل شبکه ارسال میکند. (به این پدیده Message Segmentation گفته می شود). سپس هاست مقصد این بسته ها را سرهم می کند تا message اولیه را بسازد.

حال در شکل زیر دو حالت بدون Segmentation و با Segmentation را داریم. اگر پیام ما 8×10^6 بیت طول داشته باشد و سرعت ارسال در هر لینک شکل 2Mbps باشد. (تاخیر های Propagation و Queue و Processing نا چیز هستند) (90 نمره)



(a) فرض کنید یک پیام بدون Segmentation را از مبدا به مقصد می خواهیم ارسال کنیم. چقدر طول می کشد تا این پیام به مقصد برسد؟

راهنمایی: هر سویچ از روش Store and forward استفاده میکند.

برای ارسال یک پیام به سویچ اول $\frac{8 \times 10^6}{2 \times 10^6} = 4 \text{ sec}$ و چون از روش store and forward استفاده میکنیم و از این روش 3 بار استفاده میکنیم در کل به $4 \text{ sec} \times 3 \text{ hops} = 12 \text{ sec}$ نیاز است.

(b) حال فرض کنید که پیام ما به 400 بسته تبدیل شود که هر کدام 20 هزار بیت طول دارند.

- چه مدت طول میکشد که بسته اول وارد سویچ اول شود؟
- هنگامی که بسته اول در حال ارسال به سویچ دوم است، بسته دوم در حال ارسال شدن به سویچ اول است.
- بسته دوم چه زمانی به صورت کامل وارد سویچ دوم میشود؟
- چه مدت طول میکشد تا بسته به طور کامل به مقصد برسد؟

زمان مورد نیاز تا بسته اول از میزبان به سویچ اول برسد برابر است با:

$$\frac{20 \times 10^3}{2 \times 10^6} = 10 \text{ ms}$$

زمانی که بسته دوم به سویچ اول میرسد، بسته اول به سویچ دوم رسیده است پس این زمان برابر است با 20ms و هنگامی که بسته اول به مقصد برسد، بسته دوم به سویچ دوم میرسد که این زمان برابر است با 30ms و در نهایت در زمان 40ms به مقصد میرسد.

c) زمان های مراحل الف و ب را با هم مقایسه کنید و اعلام کنید که کدام روش بهتر است ؟

بسته اول در زمان 30ms به مقصد میرسد و پس از آن هر 10ms یک بسته جدید به سمت مقصد ارسال میشود که تعداد این بسته ها 399 عدد است پس برای زمان رسیدن بسته آخر به مقصد داریم:

$$30ms + 399 \times 10ms = 4.02 \text{ sec}$$

d) (امتیازی) مزایا و معایب Message Segmentation را به اختصار توضیح دهید.

****پاسخ های دیگر درست هم قابل قبول است**.**

مزایا:

بدون استفاده از Message Segmentation اگر نتوان بسته ها را با بیت اشتباه فرستاد، اگر حتی یک بیت اشتباه شود کل پیام باید دوباره ارسال شود بجای اینکه یک بسته دوباره ارسال شود
اگر Message Segmentation نداشته باشیم، بسته های بزرگ مانند ویدیوهای کیفیت بالا وارد شبکه می شوند که خود باعث ایجاد صف در روتر ها میشود و بسته های کوچک تر دچار تاخیر زیادی پشت سر این بسته های بزرگ میشوند.

معایب:

بسته ها باید در یک ترتیب به مقصد ارسال شود.
چون تعداد بسته های کوچکتر زیاد میشود و اندازه هدر هم برای همه ی این بسته ها یکسان است با این روش مجموع اندازه هدر ها بیشتر میشود.

4) شبکه ای دارای 10 کاربر می باشد. هر یک از این کاربران به حداقل سرعت 15Mbps نیاز دارند. اگر این شبکه از

روش Packet Switching استفاده بکند و سرعت انتقال لینک روتر 50 Mbps باشد، (30 نمره)

a) حداکثر تعداد کاربرانی که به طور همزمان می توانند از شبکه استفاده کنند چقدر می باشد؟

با توجه به اینکه سرعت مورد نیاز هر کاربر برابر با 1.5Mbps می باشد پس تعداد کاربرانی که می توانند به صورت همزمان از شبکه استفاده کنند برابر است با:

$$n = \frac{50}{1.5} = 3.33 \Rightarrow \text{ماکزیمم تعداد کاربران} = 3$$

b) حداکثر درصد فعال بودن کاربران باید چقدر باشد تا با احتمال بالای 95٪، همه ی کاربران از شبکه استفاده کنند؟

فرض کنیم درصد فعال بودن هر کاربر یکسان و برابر با x باشد در اینصورت چون همه ی کاربران باید با احتمال 95 درصد بتوانند از شبکه استفاده کنند، پس باید احتمال اینکه تعداد کاربر بیشتر از 3 نفر به صورت همزمان از شبکه استفاده کنند، برابر با 5 درصد باشد پس داریم:

$$\sum_{n=4}^{10} \binom{10}{n} (x)^n (1-x)^{10-n} = 0.05$$

$$\Rightarrow 210(x)^4(1-x)^6 + 252(x)^5(1-x)^5 + 210(x)^6(1-x)^4 + 120(x)^7(1-x)^3 + 45(x)^8(1-x)^2 + 10(x)^9(1-x)^1 + (x)^{10} = 0.05$$

$$\Rightarrow x \approx 0.15$$

پس در صورتی که کاربران حداکثر 15 درصد از مواقع از شبکه استفاده نکنند، همه کاربران با احتمال بالای 95 درصد می توانند از شبکه به صورت همزمان استفاده کنند.

(5) با توجه به شکل، هاست A تعداد 200 بسته با سایز 1000 بایت را در هر ثانیه برای هاست B ارسال می کند. اگر هر روتر در مسیر، برای عمل مسیریابی و سوییچینگ هر بسته به 6ms زمان نیاز داشته باشد (Processing Delay) و سرعت انتقال هر لینک برابر با 500KBps باشد (Transmission) و طول لینک های بین هر node برابر با 100km باشد و سرعت انتشار برابر با 2×10^5 km/s باشد (Propagation) و همچنین ظرفیت بافر هر روتر در مسیر برابر با 100 بسته باشد. (70 نمره)

(a) مدت زمانی که طول می کشد تا اولین بسته به B برسد چه مقدار می باشد؟

$$\text{تاخیر انتقال هر لینک: } delay_{transmission} = \frac{1000 \text{ Byte}}{500 \text{ KBps}} = 0.002s = 2ms$$

$$\text{تاخیر انتشار بر روی هر لینک: } delay_{propagation} = \frac{100km}{2 \times 10^5 km/s} = 0.0005s = 0.5ms$$

پس بسته اول پس از 2.5 میلی ثانیه (0.5 میلی ثانیه تاخیر انتشار + 2 میلی ثانیه تاخیر انتقال) به روتر R1 می رسد و پردازش می شود. پس از 6 میلی ثانیه بسته آماده ارسال بر روی لینک دوم می شود و همانند لینک اول بعد از 2.5 میلی ثانیه به روتر دوم می رسد. بعد از گذشت 6 میلی ثانیه بسته در روتر R2 پردازش می شود و آماده ارسال می شود. سپس بسته پس از ارسال توسط روتر R2، بعد از 2.5 میلی ثانیه به B می رسد. پس تاخیر کلی آن برابر با 19.5 میلی ثانیه می باشد.

(b) بعد از چه مدت بافر روتر اول پر می شود و بسته های ورودی جدید Drop می شوند؟

اگر لحظه ای که A اقدام به ارسال بسته می کند $t=0$ باشد در اینصورت بعد از هر 5 میلی ثانیه، یک بسته توسط A ارسال می شود (200 بسته در ثانیه توسط A به سمت B ارسال می شود). تک تک این بسته ها با 2.5 میلی ثانیه تاخیر به روتر R1 می رسند. همچنین هر بسته ابتدا از بافر خارج می شود و پس از 6 میلی ثانیه پردازش آن کامل می شود (اولین بسته در $t=8.5ms$ از روتر خارج می شود) و بر روی لینک دوم قرار می گیرد در اینصورت تعداد بسته های بافر در لحظه t برابر است با:

$$count = \left\lfloor \frac{t - 2.5}{5} \right\rfloor + 1 - \left(\left\lfloor \frac{t - 8.5}{6} \right\rfloor + 1 \right) - 1$$

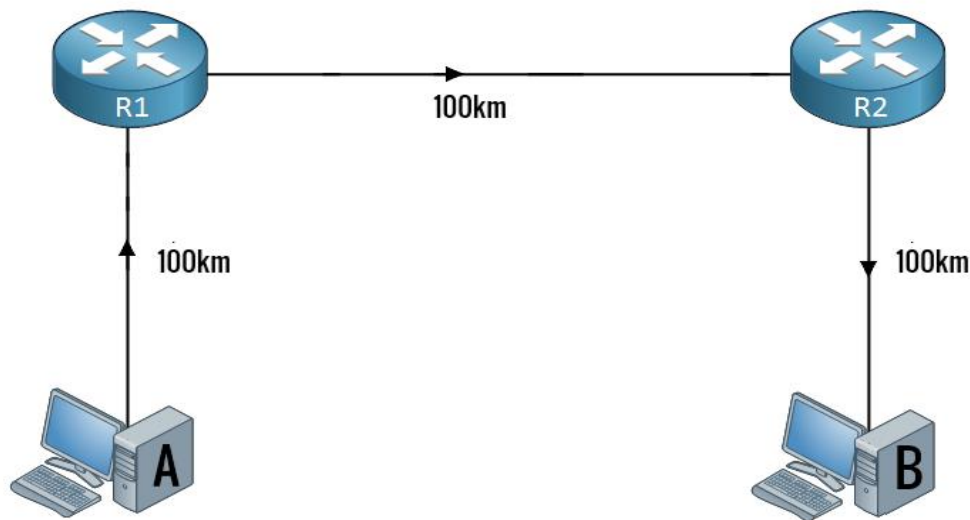
پس چون زمانی که بافر پر می شود و بسته ورودی جدید نمی تواند در بافر قرار بگیرد، count برابر با 101 است می توان نوشت:

$$\Rightarrow count = 101 \Rightarrow t = 3007.5ms = 3.0075s$$

پس در لحظه $t=3.0075s$ در بافر 100 بسته قرار دارد و بسته جدیدی می رسد و به دلیل پر بودن بافر، آن بسته Drop می شود.

(c) (امتیازی) 110 امین بسته چه مقدار طول می کشد تا از بافر روتر اول خارج شود و پردازش شود؟

با توجه به اینکه تعداد بسته های ورودی به روتر R1 از رابطه $\left\lfloor \frac{t-2.5}{5} \right\rfloor + 1$ بدست می آید پس بسته 110 ام در لحظه $t=547.5\text{ms}$ به روتر میرسد و همچنین چون تعداد بسته های خروجی از روتر از رابطه $\left\lfloor \frac{t-8.5}{6} \right\rfloor + 1$ بدست می آید در این صورت در لحظه $t=662.5\text{ms}$ بسته 110 ام پردازش و از روتر خارج می شود. با توجه به اینکه این بسته در مجموع 115ms بعد از وارد شدن به روتر، از روتر خارج شده و پردازش آن تمام شده است و همچنین پردازش هر بسته 6ms طول می کشد، در اینصورت 110 امین بسته 109 میلی ثانیه در بافر قرار داشته است و بلافاصله بعد از این مدت زمان از بافر خارج شده است پردازش آن شروع شده است و پس از 6 میلی ثانیه پردازش آن تمام میشود و بر روی لینک بعدی قرار می گیرد.



6) دستور ping یک بسته از نوع ICMP را میتواند برای هر مقصد ارسال کند و مواردی همچون مقدار تاخیر دسترسی به مقصد را نشان دهد (برای آشنایی بیشتر با این دستور می توانید از ping -h در ترمینال خود و همچنین از این لینک استفاده کنید)

دستور traceroute (یا tracert در سیستم عامل Windows) برای نشان دادن مسیری که یک packet تا مقصد مشخص شده طی می کند، استفاده می شود. (برای آشنایی بیشتر با این دستور میتوانید از این لینک استفاده کنید)

با استفاده از دستور مناسب به سوالات زیر پاسخ دهید: (80 نمره)

(a) تاخیر دسترسی خود را به دو مقصد دلخواه (یک وبسایت داخلی و یک وبسایت خارجی) را بررسی کنید و خروجی ترمینال خود را در پاسخ خود قرار دهید.

(b) با توجه به خروجی ترمینال خود، چه اطلاعاتی توسط این دستور قابل برداشت می باشد؟
آدرس IP مقصد - تعداد بایت ارسالی - زمان رفت و برگشت - TTL بسته ها

- (c) دسترسی خود به مقصد 127.0.0.1، را بررسی کنید. چرا زمان دسترسی نسبت به قسمت قبل کمتر می باشد؟ چون درواقع در حال پینگ کردن سیستم خودمان هستیم. (127.0.0.1 آدرس IP پیش فرض مربوط به لوکال هاست است.)
- (d) با استفاده از وب سایت های انتخاب شده در قسمت اول، مسیر دسترسی خود به این وبسایت ها را بدست آورید و خروجی آن را در پاسخ خود قرار دهید.
- (e) اولین hop ای که بسته شما از آن عبور می کند چیست؟ برای مقصد های دیگر این موضوع را بررسی کنید. دلیل یکسان بودن اولین hop در همه مقصد ها چه می باشد؟ اولین hop در واقع همان Default gateway است که در تمامی موارد مشترک است.
- (f) مشخص کنید که بسته تا رسیدن به مقصد خود چند hop را طی می کند؟
- (g) برای مقصد خارج از کشور خود مشخص کنید که بسته از چند کشور عبور می کند. (برای بررسی مکان هر node می توانید از این [سایت](#) استفاده کنید)
- (h) تغییرات ناگهانی در تأخیر دسترسی به بعضی از node ها به چه دلیل می باشد؟ تغییرات ناگهانی مربوط به لینک های طولانی (مثلا بین قاره ای) در اینترنت می باشند.
- (i) دستور traceroute چگونه عمل می کند؟ توضیح دهید.
- ابزار Traceroute هر بار 3 بسته با TTL مشخص (شروع از 1) ارسال می کند؛ هر روتر در مسیر یکی از این مقدار کم می کند و در صورت صفر شدن آن یک پیغام خطا به مبدا ارسال می کند. در نهایت Traceroute این پیغام ها را دریافت و تحلیل می کند.

نحوه تحویل:

- تصاویر خواسته شده در هر سوال را به فرمی مانند Q6_a نام گذاری کنید، که در این مثال عدد 6 شماره سوال و a قسمت سوال را نشان می دهد.
- تصاویر خواسته شده در سوالات را در کنار یک فایل pdf که شامل پاسخ به سوالات تشریحی می باشد را در قالب یک فایل فشرده (با پسوند zip یا rar) با نام HW1-StudentNumber بر روی سامانه آپلود کنید.

موفق باشید