سوال ۱: چند مورد از استانداردهای شبکه‌های محلی سیمی و نرخ ارسال آن‌ها را نام ببرید.

استانداردهای صنعتی برای پروتکل اترنت توسط IEEE نگهداری می‌شود که تمامی آن‌ها زیرمجموعه سری استاندارد 802.3 هستند که هر استاندارد دارای پسوند متفاوت است. استانداردهای جدید اترنت ممکن است برای بهبود سرعت و عملکرد معرفی شوند. در جدول زیر اسامی استانداردهای مختلف آورده شده است. دقت داشته باشید که این استاندارد همواره در حال به روزرسانی است و ممکن است مواردی مثل رسانه‌ی فیزیکی و حداکثر طول آن‌ها در گذر زمان تغییر کنند.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| استاندارد | نماد | نرخ ارسال (Mbps) | رسانه فیزیکی | حداکثر طول (متر) |
| Ethernet | 10Base5 | 10 | Coaxial | 500 |
| 10Base2 | 10 | Coaxial | 185 |
| 10Base-T | 10 | Twisted-pair | 100 |
| 10Base-FP | 10 | Optical-fiber | 500 |
| Fast-Ethernet | 100Base-TX | 100 | Twisted-pair | 100 |
| 100Base-FX | 100 | Optical-fiber | 100 |
| 100Base-4 | 100 | Twisted-pair | 100 |
| Gigabit Ethernet | 1000Base-LX | 1000 | Optical-fiber | 5000 |
| 1000Base-SX | 1000 | Optical-fiber | 500 |
| 1000Base-T | 1000 | Twisted-pair | 75 |
| 1000Base-CX | 1000 | Shielded-cable | 25 |
| 10Gigabit Ethernet | 10GBase-S | 10000 | Optical-fiber | 300 |
| 10GBase-L | 10000 | Optical-fiber | 10000 |
| 10GBase-E | 10000 | Optical-fiber | 40000 |
| 10GBase-LX4 | 10000 | Optical-fiber | 10000 |

در جدول زیر نیز دو استاندارد 802.4 و 802.5 که برای شبکه‌های محلی سیمی استفاده می‌شود با هم مقایسه شده‌اند. این دو استاندارد در توپولوژی پیاده‌سازی با یکدیگر متفاوت هستند.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| استاندارد | نماد | نرخ ارسال (Mbps) | رسانه فیزیکی |
| Token Bus | IEEE 802.4 | 10 | coaxial |
| Token Ring | IEEE 802.5 | 16 | shielded twisted pair |

سوال ۲: مودم‌های Dial-Up و DSL هر دو از خط تلفن استفاده می‌کنند که کابل مسی به صورت زوج بهم تابیده می‌باشد. با این شرایط چرا سرعت DSL بسیار بیشتر از Dial-Up می‌باشد؟

تفاوت اصلی این دو در چگونگی ارسال اطلاعات می‌باشد. در روش Dial-Up اطلاعات با همان فرکانس صوت ارسال می‌شوند، و از آنجایی که پهنای باند مورد نیاز برای انتقال صوت کم می‌باشد نرخ انتقال پایین است. در روش DSL داده‌ها در یک باند فرکانسی متمایز از صوت ارسال می‌شود و پهنای باند زیادی برای آن‌ها در نظر گرفته می‌شود که با این روش نرخ ارسال و دریافت افزایش می‌یابد.

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در اتصال Dial-Up ارتباط کاربر با اینترنت از طریق شبکه‌ی PSTN اتفاق می‌افتد. به این ترتیب کاربر نمی‌تواند پهنای باندی بیشتر از صوت را که شبکه PSTN در اختیارش قرار می‌دهد مصرف کند.

Internet

در شکل زیر اتصال DSL را مشاهده می‌کنید. همانطور که در شکل مشخص است در این اتصال از مسیر Local Loop استفاده می‌شود و در اولین Central Office ارتباط با شبکه اینترنت از طریق DSLAM‌ برقرار می‌شود بنابراین می‌توان از ظرفیت مسیر Local Loop برای انتقال استفاده کرد.

Local Loop

CO

Internet

سوال ۳: متداول‌ترین فناوری‌های دسترسی اینترنت بی‌سیم را نام ببرید، و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید.

الف. شبکه‌های محلی بی‌سیم که با استاندارد IEEE 802.11 شناخته می‌شوند، در این شبکه‌ها کاربران اطلاعات خودشان را از طریق نقاط دسترسی دریافت و ارسال می‌کنند. شبکه‌های محلی بی‌سیم دارای استانداردهای مختلفی است که دامنه نقاط دسترسی در استانداردهای مختلف متفاوت است. برخی از این استانداردها در جدول با هم مقایسه شده است.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| استاندارد | سال انتشار | فرکانس | حداکثر نرخ انتقال | حداکثر دامنه مؤثر(متر) indoor/outdoor | |
| 802.11Legacy | 1997 | 2.4GHz | 2Mbps | 26 | 100 |
| 802.11a | 1999 | 5GHz | 54Mbps | 35 | 5000 |
| 802.11b | 1999 | 2.4GHz | 11Mbps | 35 | 140 |
| 802.11g | 2003 | 2.4GHz | 54Mbps | 38 | 140 |
| 802.11n | 2006 | 2.4/5GHz | 300Mbps | 70 | 250 |

ب. شبکه‌های سلولی مانند شبکه‌های دسترسی نسل سوم و چهارم. در این شبکه بسته‌ها از طریق زیرساختی که برای تلفن همراه در نظر گرفته شده است، ارسال می‌شوند. کاربران از طریق ایستگاه‌های پایه با دامنه چند ده کیلومتر به این شبکه متصل می‌شوند. چهار نسل اول شبکه‌های سلولی به صورت مختصر در جدول زیر مقایسه شده‌اند.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نسل | تکنولوژی | حداکثر نرخ انتقال |
| 2 | GPRS (2.5G) | 171.2 Kbps |
| EDGE (2.75G) | 384 Kbps |
| 3 | UMTS | 2.048 Mbps |
| HSDPA (3.5G) | 21.1 Mbps |
| 4 | LTE | 100 Mbps |
| LTE-Advance (4.5 G) | 1 Gbps |

سوال ۴: 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.

GW

Internet

سوال ۵: 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 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: یک سیستم کامپیوتری را در نظر بگیرید که در آن میانگین زمانی بین رسیدن درخواست‌ها ۴ دقیقه است.

الف) توزیع نمایی مربوط به زمان بین ورودی‌ها را در لحظه‌ی t را محاسبه کنید () .

ب) درخواستی را در نظر بگیرید که هم‌اکنون وارد سیستم شده است، احتمال این که درخواست بعدی بعد از ۱۰ دقیقه برسد را محاسبه کنید.

ج) احتمال این که ۵ درخواست در بازه‌ی زمانی ۱ ساعته برسد را محاسبه کنید.

الف) چون فاصله بین ورود درخواست‌ها ۴ دقیقه است پس متوسط نرخ ورود برابر است با:

با جایگذاری مقدار در توزیع نمایی، داریم:

ب) ابتدا احتمال اینکه درخواست بعدی در طول ده دقیقه بعدی باشد، با استفاده از تابع توزیع تجمعی محاسبه می­شود. دقت داشته باشید که تابع توزیع احتمال، احتمال اینکه زمان بین درخواست‌ها برابر با باشد را نشان می‌دهد.:

حال احتمال اینکه مشتری بعدی بعد از ده دقیقه برسد، به صورت زیر محاسبه می­شود:

ج) برای حل این بخش از توزیع پواسون استفاده می­کنیم، هم‌چنین چون در این بخش بازه زمانی برحسب ساعت بیان شده است پس نیز باید برحسب ساعت نوشته شود، بنابراین .

سوال ۸: بسته‌ها با اندازه متوسط ۲ کیلوبایت و با نرخ ۸ مگابایت در ثانیه به یک مسیریاب وارد می‌شوند. نرخ ارسال لینک خروجی مسیریاب ۱۳ مگابایت در ثانیه است. متوسط طول صف و زمان پاسخ‌گویی هر بسته را با در نظر گرفتن مسیریاب به عنوان یک صف M/M/1 ‌محاسبه کنید.

نرخ میانگین ورود بسته ها

نرخ میانگین سرویس دهی

میانگین تاخیر به ازای هر بسته (زمان پاسخ)

= میانگین طول صف

سوال ۹: 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.

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 ۱۰: 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:

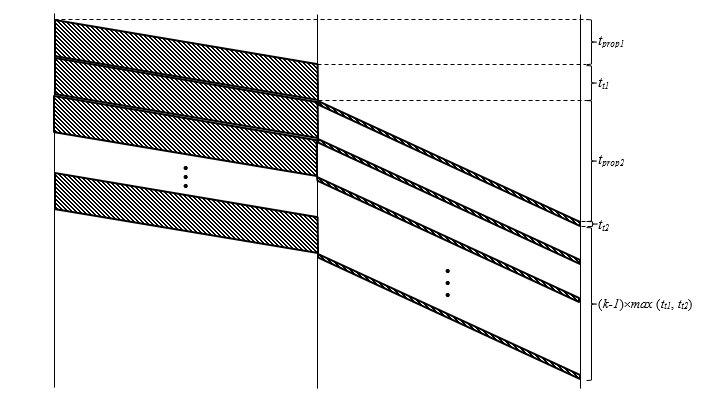
Avg Delay:

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

سوال ۱۱: 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 ۱۲: 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)

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

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