

(الف) پروتکل:

پروتکل به معنای مجموعه قوانین است. پروتکل ها برای ارسال و ساخت اطلاعات به همان ترتیب و روشی که کامپیوترها همیشه با هم ارتباط برقرار می کنند استفاده می شود. تمام فعالیت های اینترنت که شامل دو یا چند موجودیت راه دور ارتباطی است توسط یک پروتکل کنترل می شود. پروتکل های سخت افزاری در دو کامپیوتر متصل فیزیکی، جریان بیت ها را روی سیم بین دو کارت رابط شبکه کنترل می کنند. پروتکل های کنترل ازدحام در سیستم های پایانی، نرخ انتقال بسته ها بین فرستنده و گیرنده را کنترل می کنند. پروتکل ها در روترها مسیر بسته را از مبدا تا مقصد تعیین می کنند. یک پروتکل فرمت و ترتیب پیام های مبادله شده بین دو یا چند نهاد ارتباطی و همچنین اقدامات انجام شده در انتقال و/یا دریافت یک پیام یا رویداد دیگر را تعریف می کند. تبادل پیام ها و اقداماتی که هنگام ارسال و دریافت این پیام ها انجام می شود، عناصر کلیدی تعیین کننده یک پروتکل هستند اند سیستم و پکت سوئیچ ها و هر چیزی از اینترنت پروتکل ها را اجرا می کنند. پروتکل ها دریافت و ارسال اطلاعات را از طریق اینترنت کنترل می کنند. پروتکل کنترل انتقال (TCP) و پروتکل اینترنت (IP) دو پروتکل مهم در اینترنت هستند. پروتکل IP فرمت بسته هایی را که در بین روترها و سیستم های پایانی ارسال و دریافت می شوند را مشخص می کند. پروتکل های اصلی اینترنت در مجموع به عنوان TCP/IP شناخته می شوند.

(ب) گذردهی لحظه ای:

در انتقال داده، گذردهی لحظه ای شبکه، مقدار داده ای است که با موفقیت از یک مکان به مکان دیگر در یک دوره زمانی یک ثانیه ای منتقل می شود. معمولاً بر حسب بیت در ثانیه (bps) مانند مگابیت در ثانیه (Mbps) یا گیگابیت در ثانیه (Gbps) اندازه گیری می شود.

(پ) لایه های شبکه در مدل OSI:

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Link
Physical
Seven-layer ISO OSI reference model

- APPLICATION: لایه اپلیکیشن جایی است که برنامه های کاربردی شبکه و پروتکل های آنها در آن قرار دارند. لایه کاربردی اینترنت شامل پروتکل های زیادی است، مانند پروتکل HTTP (که درخواست و انتقال سند وب را فراهم می کند)، SMTP (که انتقال پیام های ایمیل را فراهم می کند) و FTP (که انتقال فایل ها بین دو رایانه را فراهم می کند. سیستم های پایانی). این لایه در سمت کاربر است و با او در تعامل است.

- PRESENTATION: نقش لایه ارائه خدماتی است که به برنامه های کاربردی ارتباطی اجازه می دهد تا معنای داده های مبادله شده را تفسیر کنند. این خدمات شامل فشرده سازی داده ها و رمزگذاری داده ها (که خود توضیحی هستند) و همچنین توصیف داده ها (که برنامه ها را از نگرانی در مورد فرمت داخلی که داده ها در آن نشان داده/ذخیره می شوند رهایی می بخشد) فرمت هایی که ممکن است از رایانه ای به رایانه دیگر متفاوت باشد).

- SESSION: محدودیت و همگام سازی تبادل داده را فراهم می کند، از جمله ابزارهایی برای ایجاد یک طرح بازرسی و بازیابی (checkpointing و recovery).

- TRANSPORT: این لایه پیام های لایه اپلیکیشن را بین نقاط پایانی برنامه منتقل می کند. در اینترنت دو پروتکل انتقال TCP و UDP وجود دارد که هر کدام می توانند پیام های لایه اپلیکیشن را انتقال دهند. TCP خدمات اتصال گرا را به برنامه های خود ارائه می دهد. این سرویس شامل تحویل تضمینی پیام های لایه کاربردی به مقصد و کنترل جریان (یعنی تطبیق سرعت فرستنده/گیرنده) است. TCP همچنین پیام های طولانی را به بخش های کوتاه تر تقسیم می کند و مکانیزم کنترل تراکم را فراهم می کند، به طوری که یک منبع سرعت انتقال خود را در هنگام شلوغی شبکه کاهش می دهد. پروتکل UDP یک سرویس بدون اتصال به برنامه های خود ارائه می دهد. این یک سرویس بدون حاشیه است که هیچ قابلیت اطمینان، کنترل جریان و کنترل ازدحام را ارائه نمی دهد. هدر سگمنت را به پیام اضافه می کند.

- NETWORK: لایه شبکه اینترنت وظیفه انتقال بسته های لایه شبکه معروف به دیتاگرام از یک میزبان به میزبان دیگر را بر عهده دارد. پروتکل لایه ترنسپورت اینترنت (TCP یا UDP) در یک میزبان منبع، یک بخش لایه حمل و نقل و یک آدرس مقصد را به لایه شبکه منتقل می کند، درست همانطور که به سرویس پستی نامه ای با آدرس مقصد می دهید. سپس لایه شبکه خدمات تحویل بخش به لایه انتقال در میزبان مقصد را ارائه می دهد. لایه شبکه اینترنت شامل

پروتکل IP مشهور است که فیلدهای دیتاگرام و همچنین نحوه عملکرد سیستم‌ها و مسیر یاب‌ها را بر روی این فیلدها تعریف می‌کند. فقط یک پروتکل IP وجود دارد و تمام اجزای اینترنت که دارای لایه شبکه هستند باید پروتکل IP را اجرا کنند. لایه شبکه اینترنت همچنین حاوی پروتکل‌های مسیریابی است که مسیرهایی را که دیتاگرام‌ها بین منبع و مقصد طی می‌کنند را تعیین می‌کند. در واقع این لایه نقش مسیریابی و آدرسدهی را دارد و هدر نیز اضافه می‌کند.

-LINK: لایه شبکه اینترنت یک دیتاگرام را از طریق یک سری روتر بین مبدا و مقصد هدایت می‌کند. برای انتقال یک بسته از یک گره (میزبان یا روتر) به گره بعدی در مسیر، لایه شبکه به خدمات لایه لینک متکی است. به طور خاص، در هر گره، لایه شبکه دیتاگرام را به لایه لینک منتقل می‌کند، که دیتاگرام را به گره بعدی در طول مسیر تحویل می‌دهد. در این گره بعدی، لایه لینک دیتاگرام را به لایه شبکه منتقل می‌کند. خدمات ارائه شده توسط لایه لینک به پروتکل لایه لینک خاصی بستگی دارد که روی لینک استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از پروتکل‌های لایه لینک عبارتند از اترنت، وای‌فای و پروتکل DOCSIS شبکه دسترسی کابلی. از آنجایی که دیتاگرام‌ها معمولاً برای سفر از مبدا به مقصد نیاز به عبور از چندین لینک دارند، یک دیتاگرام ممکن است توسط پروتکل‌های لایه لینک مختلف در پیوندهای مختلف در طول مسیر خود مدیریت شود. هدر نیز اضافه می‌کند.

-PHYSICAL: در حالی که وظیفه لایه پیوند این است که کل فریم‌ها را از یک عنصر شبکه به یک عنصر شبکه مجاور منتقل کند، وظیفه لایه فیزیکی این است که تک‌تک بیت‌های درون فریم را از یک گره به گره دیگر منتقل کند. پروتکل‌های این لایه دوباره وابسته هستند و بیشتر به رسانه انتقال واقعی پیوند (به عنوان مثال، سیم مسی جفت تابیده، فیبر نوری تک‌حالتی) بستگی دارند.

(۲)

تأخیر انتها به انتها مدت زمانی است که برای انتقال یک بسته از مبدا به مقصد در سراسر شبکه صرف می‌شود.

تاخیرها در زیر ذکر شده است:

تأخیر انتقال: زمان صرف شده برای فشار دادن تمام بسته‌های داده به یک رسانه انتقال مانند سیم در شبکه‌های سیمی است. تاخیری است که به دلیل سرعت داده رسانه یا پیوند بین منبع و مقصد ایجاد می‌شود. تابع طول بسته‌ها است و مستقل از فاصله بین دو گره ارتباطی است.

تأخیر انتشار: مدت زمانی است که سیگنال برای رسیدن به گره مقصد از گره مبدا صرف می‌کند. برابر است با فاصله بین گره‌ها تقسیم بر سرعت انتشار سیگنال.

تأخیر پردازش: مدت زمانی است که روتر برای پردازش سرصفحه سیگنال یا بسته داده‌ای که در شبکه بین گره‌های مبدا و گره مقصد ارسال می‌شود، صرف می‌کند. این عنصر کلیدی تاخیرهای شبکه است.

تأخیر در صف: زمانی است که سیگنال یا بسته داده باید قبل از اجرا در صف منتظر بماند. این یک عنصر کلیدی تاخیرهای شبکه است.

ثابت: تاخیری است که مقدار آن ثابت و مستقل از جنبه‌ها یا اجزای مربوط به انتقال انتها به انتها سیگنال یا بسته‌های داده است.

تأخیر پردازش: ثابت است زیرا روتر زمان مساوی را برای پردازش هدر یک بسته صرف می‌کند.

تأخیر انتقال: برای طول معینی از یک بسته ثابت است.

تأخیر انتشار: نسبت فاصله بین گره‌ها و سرعت انتقال است و برای دو گره معین و سرعت انتقال سیگنال در یک شبکه ثابت است.

متغیر: تاخیری که مقدار آن به جنبه‌ها یا اجزای مربوط به انتقال انتها به انتها سیگنال یا بسته‌های داده بستگی دارد.

تأخیر در صف: این مشکل ثابت نمی‌شود، زیرا تأخیر به تعداد کارهایی که قبلاً در صف هستند و زمان انتظار نیز به اندازه یک بسته بستگی دارد.

۳) الف: **800kbps** مینیمم ریت هارا باید درنظر بگیریم.

ب) برای محاسبه زمان اندازه فایل را بر گذردهی تقسیم میکنیم:

$$\frac{7MB=56000kb}{800kbps} = 70s$$

۴) الف: **$ps=(1-p)^n$** (اگر احتمال مفقود شدن در هر قسمت R را p بگیریم).

ب) احتمال اینکه بسته ارسال شده توسط سرور توسط کلاینت با موفقیت دریافت شود $1/ps$ است پس سرور باید **$1/ps-1$** یا همان $1/((1-p)^n)-1$ بار به طور میانگین بسته را ارسال کند تا کلاینت اثر دریافت کند.