دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران شرق

مهندسی اینترنت

مهندس سعید سلطانعلی

سید رسول موسوی فیه
۸۹۱۰۹۱۲۴۱

کارشناسی ناپیوسته

مهندسی کامپیوتر-نرم افزار

زمستان، بهار ۹۱-۱۳۹۰ .روزهای پنجشنبه

مروری بر شبکه

اجزای اصلی شبکه

- فرستنده و گیرنده (کاربر)
- رسانه انتقال (Media)
- داده
- پروتکل (قراردادها و استانداردها برای هماهنگی در شبکه)
- سخت‌افزار و نرم‌افزار شبکه

دسته‌بندی شبکه‌ها: از دیدگاه‌های مختلف شبکه‌ها بررسی می‌شوند که معروفترین آنها وسعت جغرافیایی است؛

دسته‌بندی بر اساس وسعت جغرافیایی

* Personal Area Network (PAN)
* LAN (Local Area Network): همانند PAN است اما تعداد کامپیوترها بیشتر است.
* CAN: در محدوده‌ی خاص مانند دانشگاه (پردیس)
* MAN (Metropolitan Area Network): شبکه شهری
* WAN: بیشتر از یک شهر Wide Area Network
* Internet: ترکیبی از کلیه شبکه‌ها

← اگر اینترنت با I بزرگ نوشته شود تعریف آن همان اینترنت جهانی است؛ اما اگر با i کوچک نوشته شود به معنی مفهوم آن است و ممکن در کل جهان نباشد.

انواع ارتباطات

اتصال‌گرا: Connection Oriented ـ قبل از ارسال داده‌ها، گیرنده باید Accept نماید، (توافق ارتباط بین طرفین. مانند ارتباط تلفنی)

بدون اتصال: فرستنده بدون آگاهی گیرنده می‌تواند داده را ارسال کند. (مانند ارسال SMS)

مطمئن: فرستنده از دریافت داده توسط گیرنده مطلع می گردد. (مانند تأییدیه دریافت SMS)

نامطمئن: فرستنده از سرنوشت داده دریافتی توسط گیرنده مطلع نگردد.

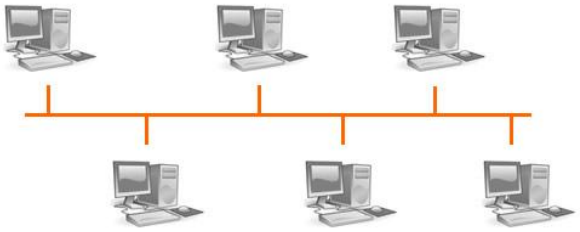
* ارتباطات ترکیبی از دو گروه می‌تواند باشد، مانند اتصالگرای مطمئن یا بدون اتصال نامطمئن و ...

توپولوژی‌ها

نحوه‌ی اتصال فیزیکی شبکه را هم‌بندی یا توپولوژی گویند.

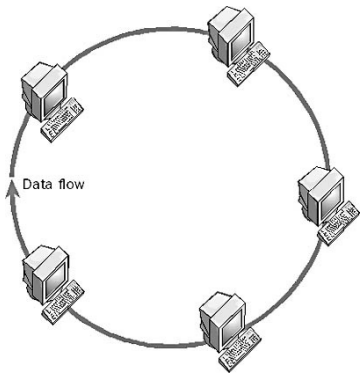
الف) BUS

در این نوع توپولوژی تمام ایستگاه‌ها از طریق یک کانال فیزیکی مشترک به همدیگر متصل شده‌اند و هرگونه تبادل اطلاعات از طریق این کانال انجام خواهد شد. این توپولوژی به دلیل سادگی در نصب و راه‌اندازی و ارزان بودن یکی از شـبکه‌هـای پـر رونق دنیا محسوب می‌شد. ولی امروزه جای خود را به انواع دیگر داده است. از معایب این توپولوژی این است که در صورت از کار افتادن یک ایستگاه کل شبکه از کار خواهد افتاد.



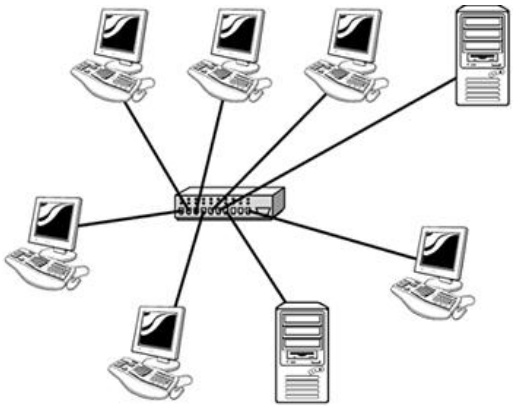
ب) Ring

در توپولوژی حلقه، ایستگاه‌ها در یک ساختار بسته‌ی حلقوی به یکدیگر متصل هستند. این توپولـوژی هماننـد خطـی (Bus) است.



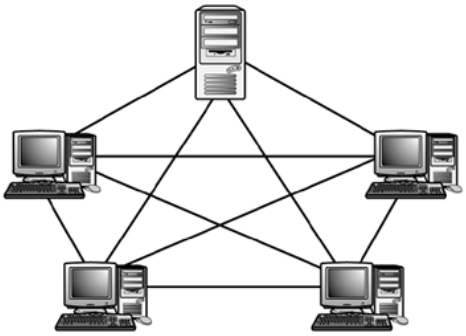
ج) Star

در این توپولوژی ارتباط تمامی ماشین‌های شبکه از طریق یک گره‌ی مرکزی برقرار می‌شود. این گره می‌تواند یک سویچ سریع و هوشمند و یا یک هاب و حتی یک کامپیوتر باشد. این توپولوژی امروزه رونق بسیاری گرفته و جـایگزین مـدل خطـی شـده است.



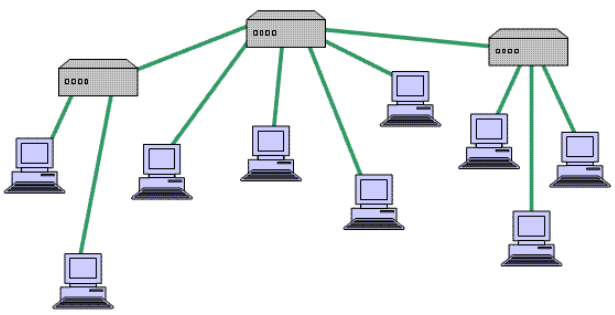
د) Mesh

این شبکه شبیه به یک گراف کامل است یعنی از هر کامپیوتر به کامپیوتر دیگر چنـدین مسـیر وجـود دارد. بـه علـت اینکـه چندین مسیر برای ارسال و دریافت اطلاعات وجود دارد از ضریب اطمینان بیشتری نسـبت بـه خرابـی برخـوردار اسـت. ایـن توپولوژی امکان توزیع بسته‌های ارسالی (Load Balancing) در صورت بار زیادی را دارا می‌باشد. از معایب این روش هزینه‌ی زیاد آن است.



هـ) Tree

به صورت یک شبکه ی درختی است. از مزایای این شبکه این است که ترافیک هر بخش در خود آن بخش محدود است.



و) Hybrid

تلفیقی از تمامی شبکه ها است.

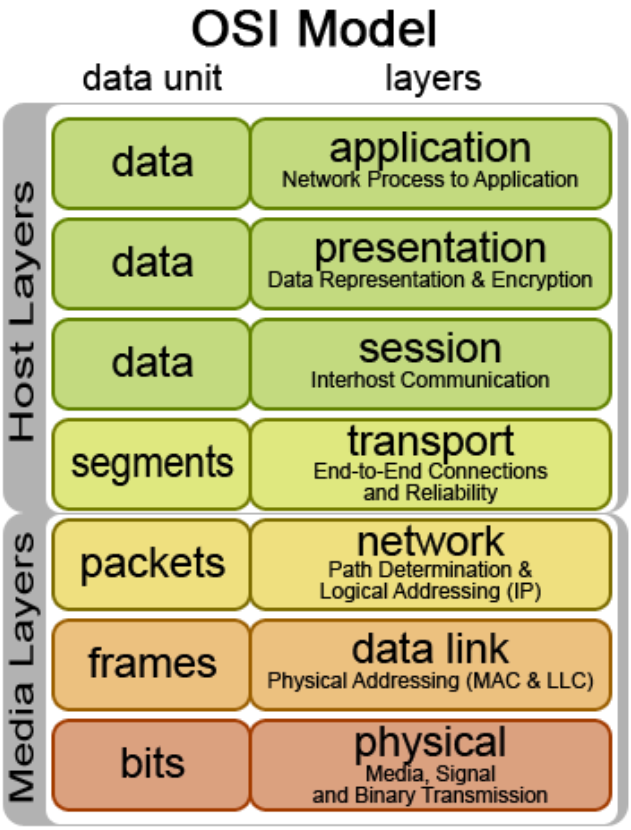
لایه‌ها

چون ماشین‌های فرستنده و گیرنده‌ی متعددی در یک شبکه وجو دارد مسائلی مثل ازدحام، تداخل و تصادم در شبکه بوجود می‌آیدکه این مشکلات بهمراه مسائل دیگر باید در سخت‌افزار و نرم‌افزار شبکه حل شود. به دلیـل اینکـه مسـائل و مشـکلات دارای ماهیت‌های متفاوتی از یکدیگر هستند، طراحی شبکه به صورت لایه به لایـه صـورت مـی‌گیـرد؛ و هـر لایـه وظیفـه‌ی مخصوص به خود را خواهد داشت.

مدل مرجع OSI

برای انکه طراحی شبکه‌های سلیقه‌ای و پیچیده نشود سازمان جهانی استاندارد ISO، مدلی هفت لایه‌ای برای شبکه ارائه کرد، به گونه‌ای به گونه‌ای که وظایف و خدمات شبکه در این هفت لایه به صورت مجزا تعریف شده‌اند. این مدل بنام مـدل مرجـع OSI (Open System Interconnection) معروف است. لایه بندی برای ۱ـ تقسیم و ظایف و ۲ـ استقلال آنهـا از هـم صـورت می‌گیرد. به عبارت دیگر لایه بندی برای تقسیم وظایف و انجام درست آنها صورت می‌گیرد.

هفت لایه‌ی این مدل عبارتند از: ۱ـ لایه‌ی فیزیکی ۲ـ لایه‌ی پیوند داده‌ها ۳ـ لایه‌ی شبکه ۴ـ لایه‌ی انتقال ۵ـ لایه‌ی جلسه ۶ـ لایه‌ی نمایش (ارائه) ۷ـ لایه‌ی کاربرد.



۱ـ لایه‌ی فیزیکی (Physical Layer)

وظیفه‌ی اصلی در لایه‌ی فیزیکی انتقال بیت‌ها بصورت سیگنال الکتریکی و ارسال آن بر روی کانال می‌باشد. واحد اطلاعات در این لایه بیت است. بنابراین این لایه هیچ اطلاعی از محتوای پیام ندارد. پارامترهایی که باید در این لایه در نظر گرفته شـوند عبارتند از:

- ظرفیت کانال فیزیکی و نرخ ارسال
- نوع مدولاسیون
- چگونگی کوپلاژ با خط انتقال
- مسائل مکانیکی و الکتریکی مانند نوع کابل، باند فرکانسی، و نوع کانکتور کابل.

این لایه هیچ وظیفه‌ی در رابطه با تشخیص و ترمیم خطا ندارد.

۲ـ لایه‌ی پیوند داده‌ها (Data Link Layer)

وظیفه‌ی این لایه ان است که با استفاده از مکانیزم‌های کشف و کنترل خطا، داده‌ها را روی یک کانال انتقـال کـه ذاتـاً دارای خطا است، بدون خطا و مطمئن به مقصد برساند. به عبارت دیگر وظیفه ی ایـن لایـه بیمـه‌ی اطلاعـات در مقابـل خطاهـای احتمالی است؛ زیرا ماهیت خطا طوری است که قابل رفع نیست اما با تدابیری می تـوان فرسـتنده را از رسـیدن یـا نرسـیدن اطلاعات به طور صحیح به گیرنده مطلع کرد که وی در صورت بروز خطا مجدداً اقـدام بـه ارسـال اطلاعـات کنـد. (خطایـابی فیزیکی).

از دیگر وظایف لایه‌ی پیوند داده‌ها این است که اطلاعات ارسالی از لایه‌ی بالاتر را به واحدهای استاندارد و کوچکتری شکسته و ابتدا و انتهای آن را از طریق نشانه‌های خاصی که Delimiter نام دارند، مشخص کند. این قالب استاندارد فریم (Frame) نام دارد.

کشف خطا می‌تواند از طریق اضافه کردن بیت‌های کنترل خطا مانند بیـت‌هـای Parity Check و Checksum و CRC انجـام شود.

یکی دیگر از وظایف لایه‌ی دوم کنترل جریان یا به عبارتی تنظیم جریان ارسال فریم‌ها به گونه‌ای است که یک دستگاه کُنـد هیچ‌گونه فریمی را به خاطر آهسته بودن از دست ندهد.

یکی دیگر از وظایف این لایه اطلاع رسانی به فرستنده از وصل یا عدم وصول داده‌ها است.

از وظایف دیگر لایه‌ی پیوند داده‌ها، وضع قراردادهایی برای جلوگیری از تصادم سیگنال ایستگاه‌هـایی کـه از کانـال مشـترک استفاده می‌کنند، است.

وقتی یک واحد اطلاعاتی تحویل یک ماشین متصل به کانال فیزیکی در شبکه شد، وظیفه‌ی این لایه پایان می‌یابد. از دیـدگاه این لایه ماشین‌هایی که به کانال فیزیکی متصل نمی‌باشند، در دسترس نیستند. کنترل سخت‌افزار لایه‌ی فیزیکی به عهـده‌ی این لایه است. وظایف این لایه با استفاده از سخت افزارهای دیجیتال انجام می‌شود.

۳ـ لایه‌ی شبکه (Network Layer)

در این لایه اطلاعات به صورت بسته‌هایی سازماندهی می‌شود (Packet). و برای انتقال مطئن تحویل لایه‌ی دوم می‌شود. با توجه به اینکه بین دو ماشین در شبکه مسیرهای گوناگونی وجود داشته باشد، لذا وظیفه‌ی این لایه این است که هر بسته‌ی اطلاعاتی را پس از دریافت به مسیری هدایت کند تا بسته بتواند به مقصد برسد. در این لایه تدابیری اندیشیده می‌شود که از ازدحام (ترافیک بیش از اندازه‌ی بسته‌ها در یک مسیریاب یا سوییچ) جلوگیری شده و از ایجاد بن بست ممانعت بعمل آید.

در این لایه تمام ماشین‌های شبکه دارای یک آدرس جهانی منحصر بفرد هستند، که هر ماشین بر اساس این آدرسها اقدام به هدایت بسته‌ها به سمت مقصد خواهد کرد.

وظایف این لایه به سیستم نامه‌رسانی تشبیه شده است؛ یعنی آنکه پاکت حاوی نامه پس از درج مشخصات به صندوق پست انداخته خواهد شد، بدون آنکه زمان دقیق رسیدن نامه و وجود گیرنده‌ی نامه در مقصد از قبل حدس زده شود. در ثانی ممکن است نامه گم شود و یا به اشتباه در راهی بیفتد که مدتها در مسیر باشد و زمانی به گیرنده برسد که هیچ ارزشی نداشته باشد.

در این لایه تضمینی وجود ندارد که وقتی بسته ای برای مقصد ارسال می‌شود، مقصد آمدگی دریافت آن را داشته باشد و بتواند آنرا دریافت کند؛ و یا تضمینی وجود ندارد که بسته‌ها به همان ترتیب ارسال به مقصد برسند. و یا حتی ممکن است وقتی بسته ای به مقصدی ارسال گردید به دلیل تاخیر در رسیدن از اعتبار ساقط شود و مجدداً ارسال شود و هر دو بسته (جدید و قدیم) همزمان به مقصد برسند.

۴ـ لایه‌ی انتقال (Transport Layer)

در این لایه بر اساس خدمات لایه‌ی زیرین، یک سرویس انتقال بسیار مطمئن و اتصالگرا ارائه می‌شود. تمام مشکلات لایه‌ی شبکه در این لایه حل و فصل می‌شود.

قبل از ارسال بسته‌ها، نرم‌افزار این لایه اقدام به ارسال یک بسته‌ی ویژه می کند تا مطمئن شود که ماشین مقصد آماده‌ی دریافت اطلاعات است.

جریان ارسال اطلاعات شماره‌گذاری شده تا هیچ بسته‌ای گم نشود یا دو بار دریافت نگردد.

ترتیب جریان بسته ها حفظ می‌شود.

واحد اطلاعات در این لایه قطعه (Segment) است.

۵ـ لایه‌ی جلسه (Session Layer)

وظیفه‌ی این لایه فراهم آوردن شرایط یک جلسه (نشست) همانند ورود به سیستم از راه دور، احراز هویت طرفین، نگهداری این نشست و از سرگیری یک نشست در هنگام قطع ارتباط می‌باشد. واحد اطلاعاتی این لایه پیام (message) است.

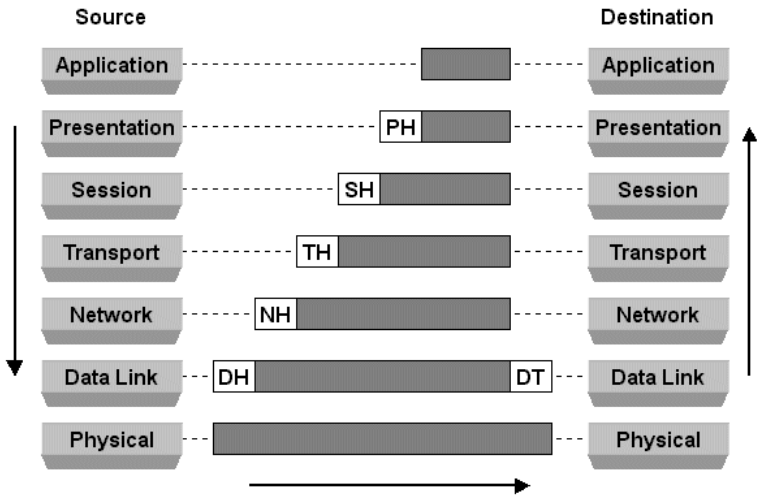
۶ـ لایه‌ی ارائه (Presentation Layer)

در این لایه کارهایی از قبیل: فشرده سازی فایل ـ رمزنگاری برای ارسال داده‌های محرمانه ـ رمزگشایی ـ تبدیل کدها به یکدیگر وقتی دو ماشین از استانداردهای مختلفی برای متن استفاده می‌کنند. (مانند تبدیل EBCDIC به ASCII و بلعکس)

۷ـ لایه‌ی کاربرد (Application Layer)

در این لایه استاندارد مبادله‌ی پیام بین نرم‌افزارهایی که در اختیار کاربر بوده و به نحوی با شبکه در ارتباطند تعریف می شود. لایه ی کاربرد شامل تعریف استانداردهایی نظیر: انتقا نامه‌های الکترونیکی ـ انتقال مطمئن فایـل ـ دسترسـی بـه بانـک‌هـای اطلاعاتی راه دور ـ مدیریت شبکه و انتقال صفحات وب است.

در مدل لایه‌ای شبکه، وقتی یک برنامه‌ی کاربردی در لایه‌ی آخر اقدام به ارسال یک واحد اطلاعات می‌نماید، سرآیند لازم به آن اضافه شده و به لایه‌ی زیرن تحویل می‌دهد؛ آن لایه نیز سرآیند خود را اضافه کرده و تحویل لایه‌ی زیرین خود می‌نماید و این امر ادامه پیدا کرده آن واحد روی کانال فیزیکی ارسال شود. در مقصد عکس این عمل انجام می‌شود.

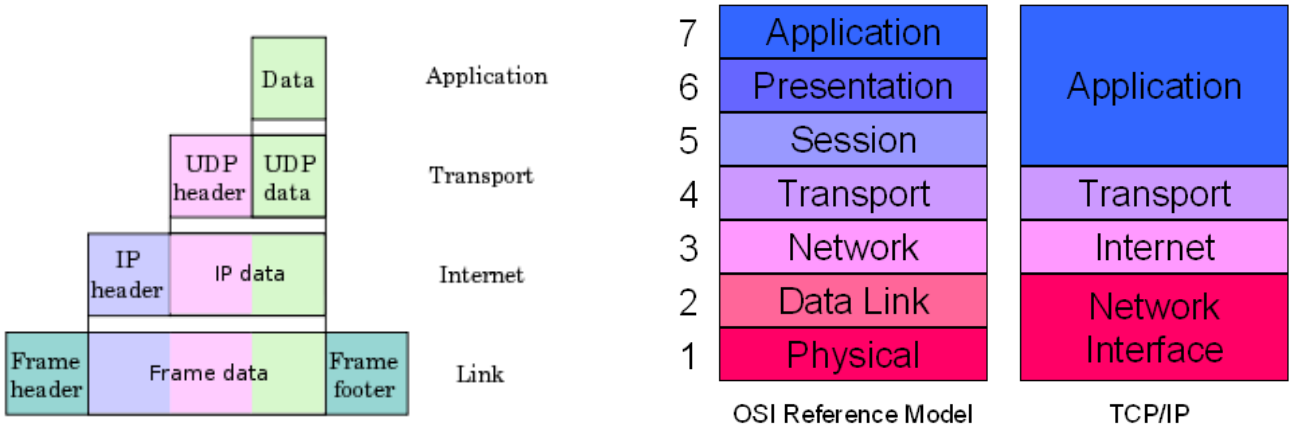


* کنترل جریان: سرعت بین گیرنده و فرستنده را تنظیم می‌کند، اما کنترل ازدحام شبکه را در نظر می‌گیرد.

مدل چهار لایه‌ای TCP/IP

این مدل زاده‌ی جنگ سرد است. برای اولین بار روش سوییچ بسته در ایـن شـبکه معرفـی شـد. امـروزه TCP/IP بـه عنـوان محبوبترین پروتکل شبکه در تمام سیستم‌های عامل حمایت می‌شود. این مدل یک ساختار چهار لایه‌ای برای ارتباط گسترده تعریف می‌نماید. پشته‌ی TCP/IP مجموعه‌ای شامل بیش از صد پروتکل متفاوت است کـه بـرای سـازماندهی کلیـه‌ی اجـزاء شبکه‌ی اینترنت به‌کار می‌رود.

در مقایسه این مدل با مدل مرجع OSI، لایه‌ی اول، یعنی لایه‌ی دسترسی به شـبکه فیزیکـی بـه صـورت تلفیقـی از وظـایف لایه‌ی فیزیکی و پیوند داده‌ها در OSI است. لایه‌ی دوم TCP/IP معادل لایه‌ی سوم از مدل OSI یعنی لایـه‌ی شـبکه اسـت؛ لایه‌ی سوم همنام و معادل لایه‌ی چهارم در مدل OSI یعنی لایه‌ی انتقال بوده و و لایه‌ی پـنجم و ششـم در مرجـع OSI در این مدل (TCP/IP) نبوده و وظایف آنها در صورت لزوم در لایه‌ی چهارم از مدل TCP/IP ادغام شده است. لایه‌ی هفـتم نیـز معادل بخشی از لایه‌ی چهارم مدل TCP/IP است.



۱ـ لایه‌ی واسط شبکه (Network Interface)

در این لایه استانداردهای سخت‌افزار، نرم‌افزارهای راه‌انداز و پروتکل‌های شبکه تعریف می‌شود. این لایه درگیر با مسائل فیزیکی، الکتریکی و مخابراتی کانال انتقال، نوع کارت شبکه و راه‌اندازهای لازم برای نصب کارت شبکه می‌باشد.

۲ـ لایه‌ی شبکه (Internet)

این لایه در ساده ترین عبارت وظیفه دارد بسته‌های اطلاعاتی (بسته‌های IP) را روی شبکه هدایت کند و از مبدأ به مقصد به پیش ببرد. در این لایه چندین پروتکل وظیفه‌ی این نقل و انتقال را دارند.(مسیریابی و تحویل بسته‌ها). کلیدی‌ترین پروتکل در این لایه IP است. و برخی از پروتکل‌های مهم در این لایه عبارتند از: BOOTP – IGMP – ICMP – RIP – RARP – ARP و... . یک واحد اطلاعاتی که باید تحویل مقصد شود در این لایه دیتاگرام نامیده می‌شود؛ پروتکل IP می‌تواند یک دیتاگرام را در قالب بسته‌های کوچکتری قطعه قطعه کرده و پس از اضافه کردن اطلاعات لازم برای بازسازی، آنها را روی شبکه ارسال کند.

۳ـ لایه‌ی انتقال (Transport)

این لایه ارتباط ماشین‌های انتهایی (ماشین‌های میزبان) را در شبکه برقرار می‌کند؛ یعنی می‌تواند بر اساس سرویسی که لایه‌ی دوم ارائه می‌کند یک ارتباط اتصال گرا و مطمئن برقرار کند.

۴ـ لایه‌ی کاربرد (Application)

در این لایه بر اساس خدمات لایه‌های زیرین، سرویس سطح بالایی برای خلق برنامه‌های کاربردی ویژه و پیچیده ارائه می‌شود. این خدمات در قالب پروتکل‌های استانداردی از قبیل: Telnet ـ انتقال فایل یا FTP ـ مدیریت پست الکترونیکی ـ خدمات انتقال صفحات ابرمتنی و ... است.

انواع معماری‌های سرویس دهی در شبکه‌ها

الف) نظیر به نظیر (Peer To Peer)

ب) سرویس دهنده / سرویس گیرنده (Client – Server)

* سرویس‌ها در لایه‌ی Application هستند.

تفاوت سوییچ و هاب

سوییچ در لایه‌ی پیوند داده‌ها کار می‌کند و هوشمند است، و پس از پردازش سرآیند پیوند داده و گرفتن آدرس مقصد، بسته را فقط به مقصد ارسال می‌کند، اما هاب در لایه‌ی فیزیکی کار کرده و یک بسته را به تمام اتصالات به جز اتصالی که بسته از ان ارسال شده ارسال می‌کند.

سوییچ به صورت Reverse Learning عمل می‌کند و پس از مدتی یاد می‌گیرد که چه پورتی به چه کامپیوتری وصل است و این کار از روی Switch Table صورت می‌گیرد.

پورت	آدرس MAC
1 2 . . .	E00:A1:11:88 . . .

پروتکل‌های لایه‌ی MAC (Media Access Control)

پروتکل‌های کنترل دسترسی به رسانه هستند که به دو گروه زیر تقسیم می‌شوند؛

۱ـ رقابتی (Contention Base)

از ایـن پروتکـل در Lan اسـتفاده مـی‌شـود. معروفتـرین ایـن پروتکـل‌هـا Aloha, Slotted Aloha, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA هستند. این مدل پروتکل بر پایه‌ی Baseband است و هر سیستمی که برنده‌ی رقابت شد از ان استفاده می‌کند.

۲ـ غیر رقابتی (Contention Less)

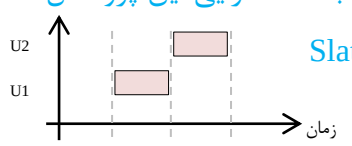
معمولاً یک Node وجود دارد که مشخص می‌کند که ارسال توسط چه ایستگاهی انجام شود، یا استفاده از الگوریتم نوبت دهی زمانی، یا نوبت دهی فرکانسی؛ این مدل پروتکل در شبکه‌های WAN و MAN استفاده می‌شود.

Aloha

در جزایرهاوایی برای اولین بار استفاده شد، عملکرد آن بدین صورت است که بسته را ارسـال کـرده و اگـر تصـادم رخ داد بـه ارسال کننده اطلاع می‌دهد که بسته کامل به مقسد نرسیده است. کارایی این پروتکل ۱۸٪ اسـت و عیـب ان ایـن اسـت در صورت وقوع تصادم بین دو بسته، هر دوی آنها از بین خواهند رفت.

Slotted Aloha

اصلاح شده‌ی مدل قبل است و زمان را برش می‌دهند، هر کاربری که خواهان ارسال بسته‌ای باشـد بایـد منتظـر رسـیدن بـه ابتدای Slate باشد. از معایب این پروتکل این است که فریم‌ها باید به اندازه‌ی برش‌های زمان باشند. کارایی این پروتکـل ۳۶٪ است. از دیگر معایب آن این است که اگر دو کاربر همزمان خواهان ارسال باشند در ابتدای Slate تصادم رخ خواهد داد.



CSMA

مشکل حالت قبل در این پروتکل حل شده است و قبل از ارسال خط را بررسی کرده اگر خط خالی باشد داده ارسال می‌گردد در غیر اینصورت منتظر می‌ماند.

در این پروتکل تصادم هنگامی که خط خالی باشد و دو بسته همزمان ارسال گردند، رخ می‌دهد.

* برای برطرف کردن مشکل فوق ارسال بر اساس احتمال دادن صورت می‌گیرد؛ یعنی به طور مثال اگر عدد مورد نظر رؤیت شد ارسال صورت می‌گیرد در غیر اینصورت در حالت انتظار باقی می‌ماند تا احتمال بعدی؛ به این شکل درصد تصادم کمتر می‌گردد.

CSMA/CD

این پروتکل پس از ارسال بسته باز به شنود خط ادامه داده و در صورت تصادم ارسال را قطع می‌کند، در اینجا هدر رفت خط در هنگام تصادم کمتر می‌شود.

← **Hidden Terminal**: این مشکل در شبکه‌های بیسیم صورت می‌گیرد، فرض کنید چهار دستگاه بیسیم A, B, C, D به ترتیب وجود داشته باشند و به طور مثال ترمینال C توانایی ارتباط با A را نداشته باشد اما هر دوی آنها با ترمینال B در ارتباط هستند، اکنون دستگاه A در حال ارسال داده برای B است و هم زمان دستگاه C که اطلاعی از این موضوع ندارد شروع به ارسال داده برای B می‌کند، فلذا ترمینال B در هنگام دریافت دچار تصادم می شود چرا که از دو ترمینال همزمان در حال دریافت داده است.

← **Exposit Terminal**: بر اساس مثال بالا (چهار ترمینال وجود دارد). اکنون فرض را بر این گذاشته که B در حال ارسال داده برای A است و از آنجا که C در محدوده‌ی B است اما ترمینال D در آن محدوده پشتیبانی نمی شود. با توجه به این موضوع اگر C خواهان ارسال داده به D باشد به علت مشغول بودن خط توسط B (وجود در یک محدوده) ارسال صورت نمی‌گیرد، در صورتی که همانگونه که گفته شد فرکانسهای D و B با یکدیگر تداخل ندارند. این مشکل را Exposit Terminal گویند.

برای حل مشکل Hidden Terminal از حالت CSMA/CA استفاده می‌کنیم، به این صورت که هر فرستنده قبل از ارسال به گیرنده ابتدا درخواستی به گیرنده ارسال می‌کند (RTS) و در صورت آزاد بودن گیرنده، فرستنده شروع به ارسال می‌کند (CTS).

برای حل مشکل Exposit Terminal نیز از (RTS) و (CTS) استفاده می‌شود.

* برای RTS و CTS یک بازه‌ی اصلاح زمانی وجود دارد و همیشه در بازه‌ی زمانی خاصی ارسال می‌شود.

* به CSMA/CA که برای شبکه‌های بیسیم کاربرد دارد به صورت مخفف MACA گفته می شود.

ARQ (Automatic Repeat Request)

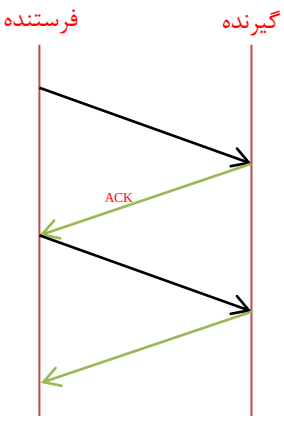
این روش در ارتباط مطمئن کار برد دارد، به این صورت که اگر بسته ارسال نگردید، مجدداً ارسال خواهد شد، ایـن عمـل بـر اساس مکانیزمهایی که در ادامه گفته شده انجام می شود. (قبل از پرداختن به مکانیزمها یادآوری‌های زیر را در نظر بگیرید؛)

* Simplex: پروتکل یک طرفه (ارسال فقط در یک جهت صورت می‌گیرد)
* Half Duplex: کانال دو طرفه‌ی ناهمزمان (به ازای هر ارسال از فرستنده گیرنده پاسخ می‌دهد).
* Full Duplex: کانال دوطرفه (به ازای ارسال گروهی از داده‌ها گیرنده پاسخ خواهد داد).

Stop & Wait ARQ

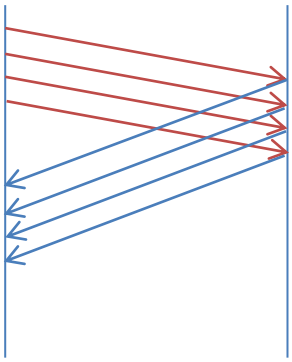
ابتدا یک فریم ارسال کرده و منتظر ACK می‌ماند و به همین ترتیب به کار خود ادامه داده تا بسته به صورت کامل به مقصد برسد. این مکانیزم در Half Duplex کاربرد دارد.

مشکل روش فوق تأخیر زمانی آن است.



مکانیزم‌های Sliding Windows

در این حالت فرستنده به اندازه‌ی W فریم ارسال کرده و سپس منتظر ACK می‌ماند. در مثال زیر W=4 است؛



از زیر گروه‌های این مکانیزم Go Back N ARQ و Selective Repeat ARQ است.

Go Back N ARQ: در این حالت اگر یک فریم درست دریافت نشود مابقی را نیز ارسال نمی‌کند و مجبور می‌شود که همه را دوباره به ترتیب ارسال کند.

مثلاً اگر ۱،۲،۳،۴ ارسال و ACK دریافت شد؛ سپس ۵،۶،۷،۸ نیز ارسال گردد اما در هنگام دریافت ۵ دریافت نشود، مجبور است گروه دوم را دوباره ارسال کند!

Selective Repeat ARQ: در این مکانیزم فقط فریم گم شده دوباره ارسال می‌شود.

* برای جلوگیری از گم شدن داده‌ها برای هر بسته یک شماره ترتیب قرار می‌دهیم.
* شماره ترتیب نیز باید بهینه انتخاب گردد؛ و این بهینه بهتر است دو برابر طول W باشد.
* در Selective Repeat ARQ به اندازه‌ی Wی فرستنده، گیرنده خارج از ترتیب بسته قبول می‌کند.
* مکانیزم‌های فوق در حالت Full Duplex کاربرد دارند.

* برای کم کردن زمان انتظار در Go Back N اگر عدد ترتیبی بعدی رسید اما قبلـی نرسـید؛ NACK، یعنـی عـدم دریافـت بسته‌ی قبلی را به فرستنده می‌دهد که زمان انتظار کمتر گردد و فرستنده گروه داده‌ی مورد نظر را دوباره ارسال نماید.

پس از مقدمه‌ی فوق اکنون به بررسی مباحث مهم در پروتکل TCP/IP می پردازیم. در این مدل بیشترین اتفاقات در لایه‌های میانی، یعنی Inter Network و Transport صورت می‌گیرد؛ که در لایه‌ی اولـی IP مطـرح اسـت و در لایـه‌ی دیگـر UDP و TCP.

در ادامه به بررسی کامل موارد فوق خواهیم پرداخت.

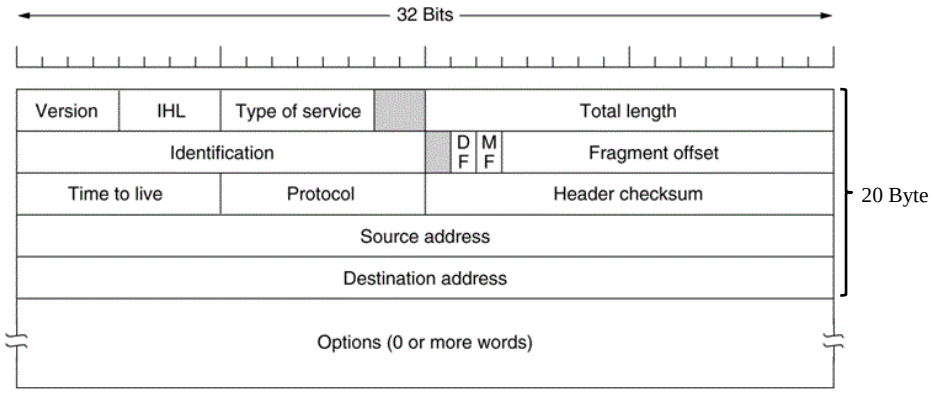
IP (Internet Protocol)

در حال حاضر آی‌پی دارای دو نسخه‌ی ۴ و ۶ است، که نسخه‌ی ۶ را به دلیل عدم عملیاتی نشدن مورد بررسی قرار نخـواهیم داد.

* استانداردهایی که پروتکل TCP/IP استفاده می‌کند RFC نام دارند.
* تمام استانداردهای اینترنت در کنترل سازمان IAB است؛ که دارای زیر گروه‌های زیادی است که معروفترین آنهـا IETF و IRTF نام دارند.
* مؤسسه‌ی Internic نیز متولی آدرس‌ها و Domainها است.
* همانگونه که در قبل گفته شده وظیفه‌ی لایه‌ی Inter Network، بسته بندی ـ آدرس دهی ـ مسـیریابی ـ کنتـرل ازدحـام است.

پس سرآیند IP باید دارای اطلاعاتی باشد که وظایف بالا را شامل گردد.

سرآیند اینترنت پروتکل نسخه ۴ (Header IP v4)



Version

این فیلد چهار بیت است و نسخه پروتکل IP را مشخص می‌کند. پروتکلی که هم اکنون در اینترنـت از آن اسـتفاده مـی‌شـود پروتکل نسخه چهار می‌باشد.

HL (IP Header Length)

این فیلد نیز ۴ بیتی است و طول Header بسته را مشخص می‌کند، اگر عدد موجـود در ایـن فیلـد در ۴ ضـرب شـود طـول Header به بایت بدست می‌آید. به عنوان مثال اگر در این فیلد عدد ۱۰ قرار گرفته باشد بدین معنی است که طـول Header،

40 بایت خواهد بود. حداقل طول Header (در هنگامی که option برابر صفر باشد) برابر ۲۰ بایت و بنابراین حداقل IHL عدد ۵ می‌باشد. اگر در بسته ای IHL کمتر از ۵ باشد از این بسته صرفنظر می‌شود. حداکثر این مقدار نیـز برابـر عـدد ۱۵ اسـت. بنابراین حداکثر طول Header می‌تواند ۶۰ بایت باشد و درنتیجه قسمت option می‌تواند بین صفر تا ۴۰ بایت تغییر کند.

Type of Service

در این قسمت اطلاعات مربوط به اولویت بندی و کیفیت سرویس ذخیره می‌شود. به عبارت دیگر نوع خدماتی کـه بـه بسـته تعلق می‌گیرد است که ۸ بیت است.

Total Length

طول یک بسته شامل قسمت Header و data را مشخص می‌کند. باتوجه به تعداد بیتهای Total Length می‌تـوان گفـت کـه ماکزیمم طول بستهIP ، 64کیلوبایت می‌باشد و حداقل طول آن طول ثابت Header یعنی 20 بایت است.

* در شبکه‌های امروزی بیشتر از ۶۴ کیلوبایت نیز ارسال می‌گردد که واحد آن را در Option تغییر می‌دهند.

Identification

در این قسمت مشخص می‌شود که اطلاعات موجود دراین قسمت داده در این بسته IP مربوط به چه دیتاگرامی از لایه بـالاتر می‌باشد.

fragment offset

این فیلد در سه بخش سازماندهی شده است:

الف) DF[1]: با یک شدن این بیت در یک بسته IP هیچ مسیریابی حق ندارد در بین راه این بسته را به بسـته هـای کوچـک‌تـر تقسیم نماید. اگر بسته بزرگ باشد توسط روتر از بین می‌رود و به فرستنده اطلاع داده می‌شود.

ب) MF[2]: این بیت مشخص می‌کند که آیا بسته IP آخرین قسمت مربوط به یک دیتاگرام می‌باشد و یا هنوز هم بسـته هـای دیگری وجود دارد. اگر یک باشد یعنی اینکه بسته ادامه دارد و اگر صفر باشد یعنی بسته پایان پذیرفته است.

ج) Fragment Offset: این قسمت ۱۳ بیتی است و در حقیقت شماره ترتیب داده های هر بسته در دیتـاگرام شکسـته شـده می‌باشد. بنابراین یک دیتاگرام می‌تواند به حدود ۸۰۰۰ بسته تقسیم شود.

به عبارت دیگر شماره ترتیب قرار گیری بسته‌های شکسته شده است. اعداد قرار گرفته در این فیلد فاصله‌ی بسته‌ها از یکدیگر است و نه عدد ترتیبی دلیل این کار این است که ممکن است در میانه‌ی راه باز بسته‌ی ارسالی شکسته شود که در این حالت نمی توان عدد ترتیبی در نظر گرفت و بهترین حالت همان فاصله هر بسته از مبدا است.

TTL (Time To Live)

TTL در نقش یک شمارنده طول عمر بسته را تعیین می‌نماید. طول عمر بسته به زمانی اشـاره مـی‌کنـد کـه یـک بسـته IP می‌تواند در شبکه سرگردان باشد. بیشترین عددی که می‌توان در این قسمت قرارداد عدد ۲۵۵ (یک بایـت) اسـت. ایـن عـدد توسط فرستنده بسته تنظیم شده و با عبور از هر مسیریاب «هر مرحله عبور از مسیریاب را یک hop یا پرش می‌نامنـد» یـک

[1] Don't Fragment
[2] More Fragment

واحد از آن کم می‌شود. به ازای هر ثانیه انتظار در صف نیز یک واحد از آن کم می‌شود. وقتی این عدد به صفر برسد بسته IP از مسیر حذف شده و از رسیدن آن به مقصد جلوگیری می‌شود. عددی که به طور معمول توسط سیستم عامل در این قسمت قرار می‌گیرد عدد ۳۰ است و عددی که معمولا بوسیله آن می‌توان از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت کرد عدد ۱۵ است.

Protocol

این فیلد مشخص می‌کند که پروتکل تحویلی از لایه بالاتر TCP یا UDP می‌باشد؛ هر پروتکل دارای یک شماره خاص است.

Header Check Sum

برای کشف خطا بکار می‌رود. این فیلد به دلیل اینکه برخی از اطلاعات بسته در عبور از هر مسیریاب تغییر می‌نماید باید دوباره مقداردهی شود. برای سرعت بخشیدن به عمل مقایسه درست رسیدن بسته، عدد در فرستنده مکمل ۱ شده و در گیرنده با خودش جمع می‌شود؛ اگر نتیجه‌ی جمع صفر شد یعنی بسته درست رسیده است.

Source و Destination

آدرسهای ۴ بایتی منحصر به فرد برروی اینترنت می‌باشند که مبدا و مقصد را مشخص می‌کنند.

Option

این قسمت اختیاری است و معمولا اطلاعاتی در خصوص مسیریابی و مسیرهای بهینه در آن قرار می‌گیرد که مورد استفاده مسیریاب‌ها است.

یکی از کارهای آن Source Rooting است؛ یعنی آنکه مشخص کنیم که از کدام روتر ارسال گردد و از آنجا که هر روتر دارای آدرسی ۴ بایتی (۳۲ بیتی) است و قسمت Option حداکثر ۴۰ بایت است با تقسیم عدد ۴۰ بر ۴ نتیجه می‌گیریم که تا ۱۰ روتر (گام) را می‌توانیم مشخص کنیم.

Pay Load

در این قسمت داده‌ها و یا در واقع قطعه ای از دیتاگرام لایه بالاتر قرار می‌گیرد.

* MTU (Maximum Transmit Unit): بزرگترین واحدی که یک لینک (روتر) می‌تواند داشته باشد.
* Path MTU: حداکثر طول مسیر که از مجموع همه لینک‌ها است.(به عبارت دیگر بزرگترین واحدی که در مسیر وجود دارد است). و حداقل آن کوچکترین MTU از کل لینک‌ها است.
* برای بدست آوردن Path MTU یک بسته با DF=1 ارسال می‌گردد، اگر بسته به مقصد رسید، یک بسته‌ی بزرگتر دیگر ارسال می‌شود آنقدر این عمل انجام می‌شود تا بسته‌ی ارسالی دیگر نتواند از لینک‌ها عبور کرده و به مقصد برسد.

* IP نسخه چهار ۳۲ بیتی است که توانایی تولید آدرس را 2^{32} دارد، که بـه عبـارتی 2^{30} معـادل ۲ گیگابایـت و 2^{2} را کـه ۴ است، که در نهایت به صورت تقریبی ۴ گیگابایت آدرس تولید می‌شود.

* IP نسخه شش، ۱۲۸ بیتی است که با تقسیم 2^{128} بر 2^{32} عددی معادل 2^{96} بدست می‌آید که چندین برابر نسخه چهـار آن است.

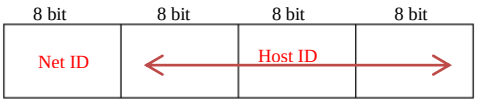
کلاس IP نسخه چهار

آی‌پی نسخه چهار به صورت سلسه مراتبی (غیر Flat) است که باعث مدیریت ساده‌تر آن می‌شود. ایـن IP دارای Net ID کـه سمت چپ‌ترین است و Host ID که در سمت راست قرار می‌گیرد است قسمت هاست آی‌دی اعـداد مربـوط بـه ایسـتگاه‌هـا (کامپیوترها) است و قسمت اول مربوط به شبکه است.

یاداور می‌شود که IP نسخه چهار دارای ۳۲ بیت (۴بایت) است که توسط نقطه به چهار قسمت ۸ بیتی تقسیم می‌شود.

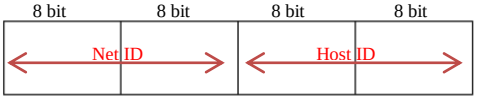
کلاس آی‌پی در این نسخه به صورت زیر است.

کلاس A



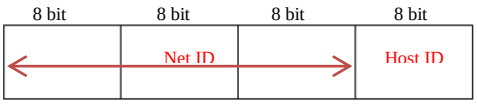
رنج این کلاس 127 – 0 است.(قسمت Net ID)

کلاس B



رنج این کلاس 191 – 128 است. (قسمت Net ID)

کلاس C



رنج این کلاس در قسمت Net ID اعداد؛ 223 – 192 است.

کلاس D

این کلاس داری قسمت Net و Host نیست و برای گروهی از کامپیوترها (چند بخشی ـ Multi Cast) استفاده می‌شـود. رنـج این کلاس به صورت 239 – 224 است.

کلاس E

این کلاس همانند کلاس بالا دارای قسمت Net و Host نمی باشد و رزور شده است، (به صورت عمومی استفاده نمی‌شـود) و دارای رنج 255 – 240 است.

* IP در حقیقت اعداد باینری هستند که برای راحتی، آنها را در مبنای ده می‌نویسیم؛

10001110 . 10001110 . 10001111 . 11100011

* آدرس شبکه برای یک آی‌پی به صورت Net ID . 0 است؛ برای مثال آدرس شبکه بـرای آی‌پـی ۱۲۹.۱۶۸.۱۸.۹۲ برابـر بـا ۱۹۲.۱۶۸.۱۸.۰ خواهد بود.

کلاس‌ها	تعداد شبکه	تعداد کامپیوتر
A	$2^{7} - 2$	$2^{24} - 2$
B	2^{14}	$2^{16} - 2$
C	2^{21}	$2^{8} - 2$

کم کردن ۲ بابت آدرس شبکه و Broadcast است. به عبارتی دیگر دو آی‌پی 0 و 255 رزرو شده هستند. (هم برای Net و هم برای Host).

* آدرسی که به صورت 127.*.*.* باشد به آن Loop Back می‌گوییم که برای تست نرم‌افزارهای شبکه بکار مـی‌رود. در ایـن IP اطلاعات تحویل لایه‌ی زیر Network نمی‌شود و از همان لایه‌ی Network به صورت فرضی ارسال می‌گردد.

* اگر روی بسته‌ای 192.168.18.255 باشد؛ به آن Broadcast می‌گوییم، یعنی آنکه به تمام کامپیوترهای درون شبکه ارسال شود.

* اگر 255.255.255.255 را در نظر بگیریم باز عمل بالا انجام می‌شود چرا که روتر آی‌پی‌هـای Broadcast را دور مـی‌ریزنـد پس این مدل فقط در شبکه درونی ارسال می‌گردد. از این مدل IP وقتی استفاده می‌کنیم کـه کـلاس IP شـبکه را نـدانیم و بخواهیم به کامپیوتر جاری IP اختصاص دهیم.

* اگر آدرس فرستنده 0.0.0.0 باشد، یعنی بازگشت به خود سیستم صورت بگیرد، چرا که گیرنده نمـی‌توانـد چنـین آدرسـی داشته باشد.

وقتی آدرس فرستنده را ۴ صفر قرار مـی‌گیرنـد کـه فرسـتنده IP خـودش را ندانـد در نتیجـه یـک بسـته سراسـری ارسـال (Broadcast) ارسال کرده و IP فرستنده را ۴ صفر قرار داده تا در مرحله‌ی بعد یک آی‌پی به آن اختصاص یابد.

آدرس‌های شخصی (Private IP)

در شبکه‌های داخلی استفاده می‌شوند و از استانداردهای زیر تبعیت می‌کنند.

10.*.*.* 172.16.*.* - 172.31.*.* 192.168.*.*

* اگر در دو کامپیوتر یا بیشتر از دو رنج IP متفاوت استفاده کنیم برای برقراری ارتباط حتماً نیاز بـه یـک روتـر (مسـیریاب) است. مانند؛

192.168.1.1 -- 172.16.31.5

* اگر بسته ای با یکی از IPهای شخصی وارد اینترنت شود در اولین روتر از بین می‌رود.

در فوق آدرس دهی با توجه به کلاس را بررسی کردیم؛ آنچه در ادامه می‌آید آدرس دهی بدون کلاس است.

اولین روش آدرسی دهی بدون کلاس استفاده از NAT است که یک آدرس معتبر را به یک شبکه اختصاص می‌دهنـد کـه از طریق Rooter به شبکه‌ی داخلی وصل است.

روش دیگر استفاده از Subnet Mask است؛ که در آن مرز بین Net ID و Host ID از پیش تعیین نشده است و یک عـدد ۳۲ بیتی (۴ بایتی) دیگر که آنرا Subnet Mask می‌نامیم تعداد بیت‌های Net ID را مشخص می‌کنـد. تعـداد بیـت‌هـای یـک در Subnet Mask، تعداد بیت‌های Net ID در آدرس IP را مشخص می‌کنند.

سابت‌نت به دو صورت نوشته می‌شود؛

اول اینکه بعد از IP اصلی یک اسلش (/) قرار داده و تعداد بیت‌های یک را مشخص می‌کنیم؛ مانند: *.*.*.*/24

دوم آنکه به صورت یک IP عادی نوشته می‌شود؛ مانند: 255.255.255.0

برخی مواقع ساب‌نت به صورت بالا (۲۵۵) نیست و عدد دیگری ممکن است باشد، برای به دست آوردن آدرس شبکه در ایـن حالت IP را با ساب‌نت AND می‌کنیم.

برای مثال آدرس شبکه برای آی‌پی 131.18.20.12 با ساب‌نت 255.255.192.0 را به صورت زیر به دست می‌آوریم؛

ابتدا برای راحتی کار از خصوصیت AND استفاده می‌کنیم:

x AND 1=x x AND 0=0

پس: از آنجا که عدد ۲۵۵ در مبنای ۲ معادل 11111111 است پس AND هر عددی با آن خود همان عدد می‌شود.

131 . 18 . 20 . 12
255 . 255. 192 . 0

---

121 . 18 . 0 . 0

20 → 00010100
192 → 11000000
AND → 00000000

مثال) آی‌پی 191.18.160.20 را در نظر بگیرید؛

الف) آدرس شبکه در صورت استفاده از روش آدرس‌دهی مبتنی بر کلاس:

از آنجا که IP فوق در کلاس B قرار دارد پس آدرس شبکه به صورت 191.18.0.0 خواهد بود.

ب) آدرس شبکه در صورتی که Subnet Mask برابر با 255.255.192.0 باشد:

با توجه به اینکه دو بایت اول ۲۵۵ هستند و با استفاده از خاصیت AND این دو بایت خود اعداد IP خواهند بـود بـرای بایـت سوم نیز عدد ۱۹۲ و ۱۶۰ را باهم AND کرده و پاسخ را می‌نویسیم و در نهایت برای بایت چهارم از خاصیت AND صفر با هر عدد صفر است استفاده می‌کنیم.

160 → 10100000
192 → 11000000
AND → 10000000

در نهایت آدرس شبکه به صورت 191.18.128.0 خواهد بود.

ج) آدرس Broadcast با استفاده از آدرس‌دهی مبتنی بر کلاس:

191.18.255.255

د) آدر Broadcast اگر Subnet Mask= 255.255.192.0:

با توجه به اینکه حالت باینری ساب‌نت به صورت 00000000 . 11000000 . 11111111 . 11111111 اسـت، پـس Saubnet ۱۸ بیت است برای بدست آوردن Broadcast، ۱۸ بیت اول آی‌پی داده شده را نگه داشته و مابقی را یک مـی‌کنـیم. پـس دو بیت پر ارزش عدد ۱۶۰ را در IP دست نمی زنیم و بقیـه بیـت‌هـا را یـک مـی‌کنـیم. (عـدد ۱۶۰ در مبنـای دو بـه صـورت 10100000 است که دو بیت اولش را به دلیل آنکه دو بیت اول بایت سوم Subnet جزء Net ID هستند دست نزده و مابقی را یک می‌کنیم (یعنی قسمت Host ID) پس می‌شود 11111111 . 10111111 ؛ که عدد به دست آمده را به مبنـای ده تبـدیل کرده و کل Broadcast IP را می نویسیم که به صورت 191.18.191.255 خواهد بود.

* Subnet Mask معتبر همیشه تعدادی یک پشت سر هم دارد و مابقی صفر است مانند 1110000 در غیر اینصورت ساب‌نت مذکور نا معتبر است.

مثال) کدام یک از Subnetهای زیر معتبر و کدام نامعتبر است؟

255 . 255 . 0 . 0

معتبر است چرا که اگر آنرا در مبنای دو بنویسیم تمام یک‌ها به ترتیب پشت سر هم هستند.

255 . 0 . 255 . 0

نامعتبر است چرا که بین یک‌ها صفر خواهد بود.

255 . 160 . 0 . 0

نامعتبر است چرا که عدد ۱۶۰ در مبنای دو به صورت ۱۰۱۰۰۰۰۰ خواهد بود که یک‌ها پیوسته نیستند.

255 . 255 . 255 . 255

معتبر است

0 . 0 . 0 . 0

معتبر است.

Subnet Mask پیش فرض برای کلاسها به صورت زیر است؛

کلاس A: 255.0.0.0

کلاس B: 255.255.0.0

کلاس C: 255.255.255.0

Sub netting (زیرشبکه سازی)

تبدیل یک شبکه‌ی بزرگ به شبکه‌های کوچکتر را گویند.

زیر شبکه‌سازی برای فروش راحت‌تر و دسته‌بندی IPهای Valid است که به ISPها اختصاص داده می‌شود. دلیـل دیگـر ایـن است که شبکه‌ها را کوچکتر کرده تا برای Broadcast کردن فقط در زیر شبکه خودشان کار کنند و نه در کل شبکه.

زیر شبکه‌سازی با استفاده از Subnet Mask

$$\text{تعداد بیت‌های لازم برای زیر شبکه‌سازی} = \lceil log_2 \quad \text{تعداد زیر شبکه} \rceil$$

برای مثال برای IP زیر و شبکه‌ای با ۴ زیر شبکه می‌خواهیم عملیات تقسیم بندی را انجام دهیم؛

IP= 170.20.0.0

از آنجا که برای آی‌پی فوق ساب‌نت بیان نشده ساب‌نت آنرا بر اسـاس کـلاس و بـه صـورت پـیش‌فـرض در نظـر مـی‌گیـریم؛ 255.255.0.0 که معادل ۱۶ بیت اول برابر با یک می‌شود.

الف) Subnet Mask جدید برای زیر شبکه‌ها را بنویسید:

$$log_2 4 = 2\ bit$$

اکنون Subnet اصلی (پیش‌فرض) را با بیت‌های جدید به دست آمده جمع می‌کنیم؛ کار فوق یعنی برای ۴ زیر شبکه ۲ بیـت متغییر لازم است و مابقی بیت‌های باقی‌مانده برای Host استفاده خواهند شد.

بیت اول یک خواهند شد 16 + 2 = 18

11111111 . 11111111 . 11000000 . 00000000 → 255.255.192.0

ب) آدرس هر ۴ زیر شبکه را بدست آورید:

برای اینکار آی‌پی داده شده را نوشته و بر اساس بیت‌های به دست آمده (۲) حالت‌های ممکن را می نویسیم مابقی بیت‌ها در ادامه صفر خواهند شد (Host ID) و ۱۶ بیت ابتدایی دست نخواهند خورد.

170	.	20	.	0		.	0					
170	.	20	.	00	000000	.	00000000					
170	.	20	.	01	000000	.	00000000					
170	.	20	.	10	000000	.	00000000					
170	.	20	.	11	000000	.	00000000					

که به ترتیب در مبنای ده به صورت زیر خواهند بود:

170.20.0.0
170.20.64.0
170.20.128.0
170.20.192.0

ج) IP= 170.20.88.22 در کدام زیر شبکه قرار دارد:

برای اینکار یا به آدرس‌های شبکه بالا نگاه کرده و مشخص می‌کنیم که در کدام رنج قرار دارد یا اینکه آنرا بـا Subnet Mask به دست آمده AND کرده و جواب را می‌نویسیم. که جواب نهایی به صورت 180.20.64.0 خواهد بود.

د) Broadcast هر زیرشبکه را بنویسید:

برای اینکار می‌توان مانند قبل ۱۸ بیت اول را که قبلاً به عنوان Net ID به دست آورده‌ایم ثابت نگه داشته و مابقی بیت‌هـا را یک کنیم؛ یا اینکه به آدرس شبکه‌ها نگاه کرده و از زیرشبکه‌ی بعدی یکی کم کـرده و آنـرا بـه عنـوان Broadcast شـبکه‌ی جاری در نظر بگیریم، برای آخرین زیر شبکه نیز به الگوی صعودی نگاه می‌کنیم و آنرا بدست می‌آوریم.

---- . ---- . 00 111111 . 11111111 → 170.20.63.255
---- . ---- . 01 111111 . 11111111 → 170.20.127.255
---- . ---- . 10 111111 . 11111111 → 170.20.191.255
---- . ---- . 11 111111 . 11111111 → 170.20.255.255

هـ) تعداد کامپیوترها در هر زیر شبکه را بنویسید:

برای به دست آوردن تعداد کامپیوتر در هر زیر شبکه تعداد Host ID را بدست آورده و دو را بتوان آن رسانده و در نهایـت دو عدد بابت آدرس سبکه و Braodcast از آن کم می‌کنیم که در این مثال به صورت زیر خواهد بود.

32-18=14 → $2^{14} - 2$ Computer In Each Sub net

مثال) آدرس شبکه 172.20.64.0/18 را در نظر بگیرید؛

الف) Subnet Maskی را بدست آورید که شبکه فوق را به ۴ زیر شبکه تقسیم کند:

$log_2 4 = 2\ bit$ 18+2=20 bit For Net ID 11111111.11111111.11110000.0000 → 255.255.240.0

ب) آدرس زیر شبکه‌ها:

همانند مثال قبل تا بیت ۱۸ که درمسئله بیان شده دست نمی‌زنیم و همان اعداد آی‌پی اصلی را می‌نویسیم، بیت ۱۹ و ۲۰ را که زیر شبکه‌ها هستند تمام حالتهایشان را می‌نویسیم.

172.20.01 00 0000. 00000000 → 172.20.64.0
172.20.01 01 0000. 00000000 → 172.20.80.0
172.20.01 10 0000. 00000000 → 172.20.96.0
172.20.01 11 0000. 00000000 → 172.20.112.0

ج) آدرس Broadcast در زیر شبکه‌ها را بنویسید:

172.20.79.255
172.20.95.255
172.20.111.255
172.20.127.255

د) آدرس 172.20.91.18 در کدام زیر شبکه قرار دارد؟

172.20.80.18

هـ) اگر کامپیوتری با آدرس 172.20.86.18 بخواهد به تمام اعضای زیر شبکه‌ی خود داده ارسال کند در آدرس مقصد چه آدرسی باید قرار دهد؟

برای پاسخ به سؤال فوق آدرس زیر شبکه را پیدا کرده و Broadcast آن را می نویسیم:

172.20.80.0 → Broadcast= 172.20.95.255

مثال) آدرس شبکه‌ای به صورت 190.2.160.0/20 است. مطلوب است؛

الف) می‌خواهیم شبکه‌ی فوق را طوری تقسیم‌بندی کنیم که هر زیر شبکه ظرفیت ۶۰۰ میزبان را داشته باشد:

همانگونه که می‌دانیم برای نمایش عدد ۶۰۰ در مبنای دو به ۱۰ بیت (حالت) نیاز است. پس ۱۰ بیت سمت راست ۳۲ بیت آی‌پی را برای Host در نظر می‌گیریم.

ب) Subnet Mask جدید برای زیر شبکه‌سازی را بنویسید:

برای اینکار ۱۰ بیت سمت راست را صفر و مابقی بیتها را یک می‌کنیم؛

11111111 . 11111111 . 111111 00.00000000 → 255.255.252.0

ج) تعداد زیر شبکه‌ها را بیابید:

زیرشبکه خواهیم داشت $2^2=4$, بیت برای زیر شبکه‌ها 32-10-20=2

۱۰ بیت بابت (Host) ـ ۲۰ بیت نیز در خود مسئله به عنوان Subnet بیان شده است.

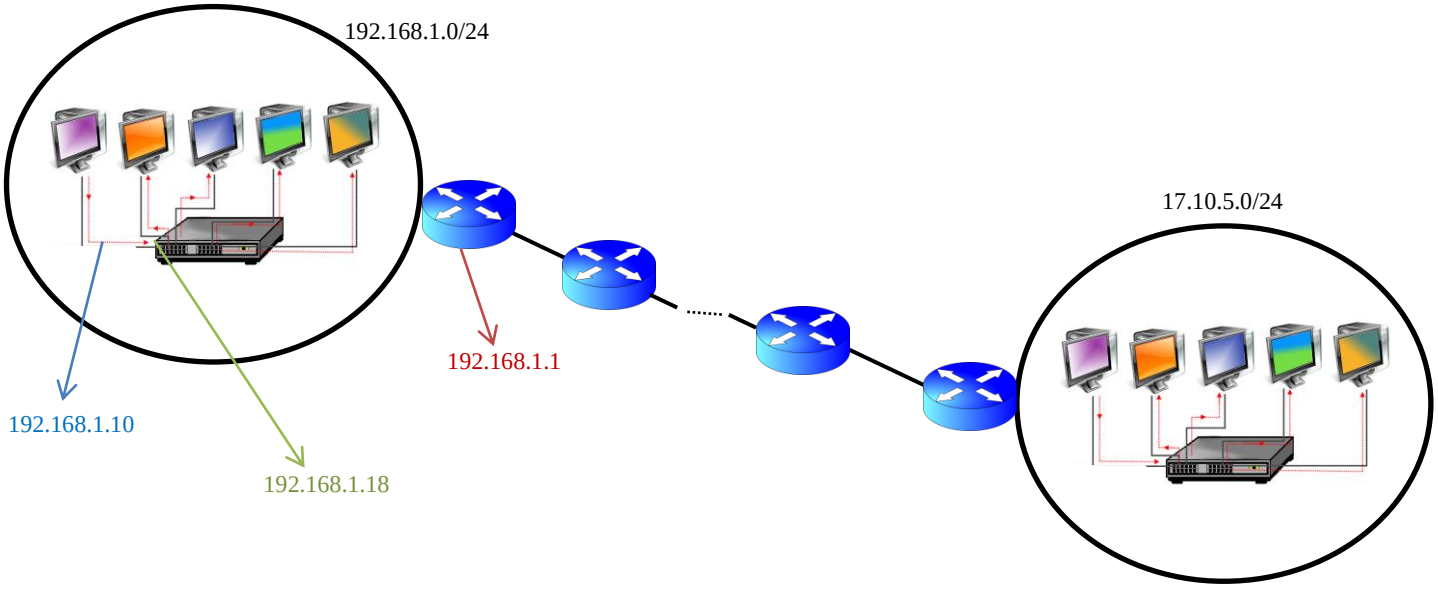
د) آدرس زیر شبکه‌ها را بنویسید:

همانطور که در مسئله بیان شده ۲۰ بیت اول (ساب‌نت) Net ID هستند و ۲ بیت نیز بابت زیر شبکه‌ها خواهد بود، پس بیت ۲۱ و ۲۲ را برای تمام حالت تغییر داده و Host ID را مانند قبل صفر قرار می‌دهیم؛

190 . 2 . 1010 00 00 . 00000000 → 190.2.160.0
190 . 2 . 1010 01 00 . 00000000 → 190.2.164.0
190 . 2 . 1010 10 00 . 00000000 → 190.2.168.0
190 . 2 . 1010 11 00 . 00000000 → 190.2.172.0

هـ) آدرس Broadcast در هر زیرشبکه را بنویسید:

192.2.163.255
192.2.167.255
192.2.171.255
192.2.175.255



* هنگامی که در شبکه‌ی داخلی مبادله صورت گیرد، با آدرس MAC (از لایه‌ی ۲) کار می‌کند اما اگـر خـارج از شـبکه بـود IPها مقایسه می‌شود و بسته‌ی ارسالی را به روتر می‌فرستند، چرا که در شبکه‌ی داخلـی آن آی‌پـی وجـود نـدارد. در شـبکه داخلی با پروتکل ARP آدرس MAC کارت شبکه را پیدا می‌کند. این پروتکل بوسـیله‌ی Broadcast کـردن آدرس مقصـد را پیدا کرده و آدرس MAC و IP را روی بسته قرار می‌دهد و می‌فرستد.

در خارج از شبکه آدرس MAC روتر روی بسته‌ها اضافه می‌شود و ادامه کار را انجام می‌دهد. در صورتی که شبکه خارجی بود آدرس شبکه خود با آدرس شبکه مقصد مقایسه می‌شود و در صورت نابرابری بسته را برای روتر ارسال می‌کند.

مثال) کدامیک از بسته‌های زیر اگر وارد شبکه اینترنت شود به مقصد خواهد رسید؟

۱) 192.168.18.2 به مقصد نمی‌رسد چرا که جز آی‌پی‌های Private است.

۲) 172.32.18.12 به مقصد می‌رسد.

۳) 127.18.12.20 به مقصد نمی‌رسد به دلیل اینکه آی‌پی Loop Back است.

۴) 0.0.0.0 به مقصد نمی‌رسد چرا که آدرس خود کامپیوتر برای شناسایی اولیه است.

۵) 255.255.255.255 به مقصد نمی‌رسد زیرا روترها آدرس Broadcast را از خود عبور نمی‌دهند.

۶) 192.186.12.18 به مقصد می‌رسد. IP معتبر است.

دستورات:

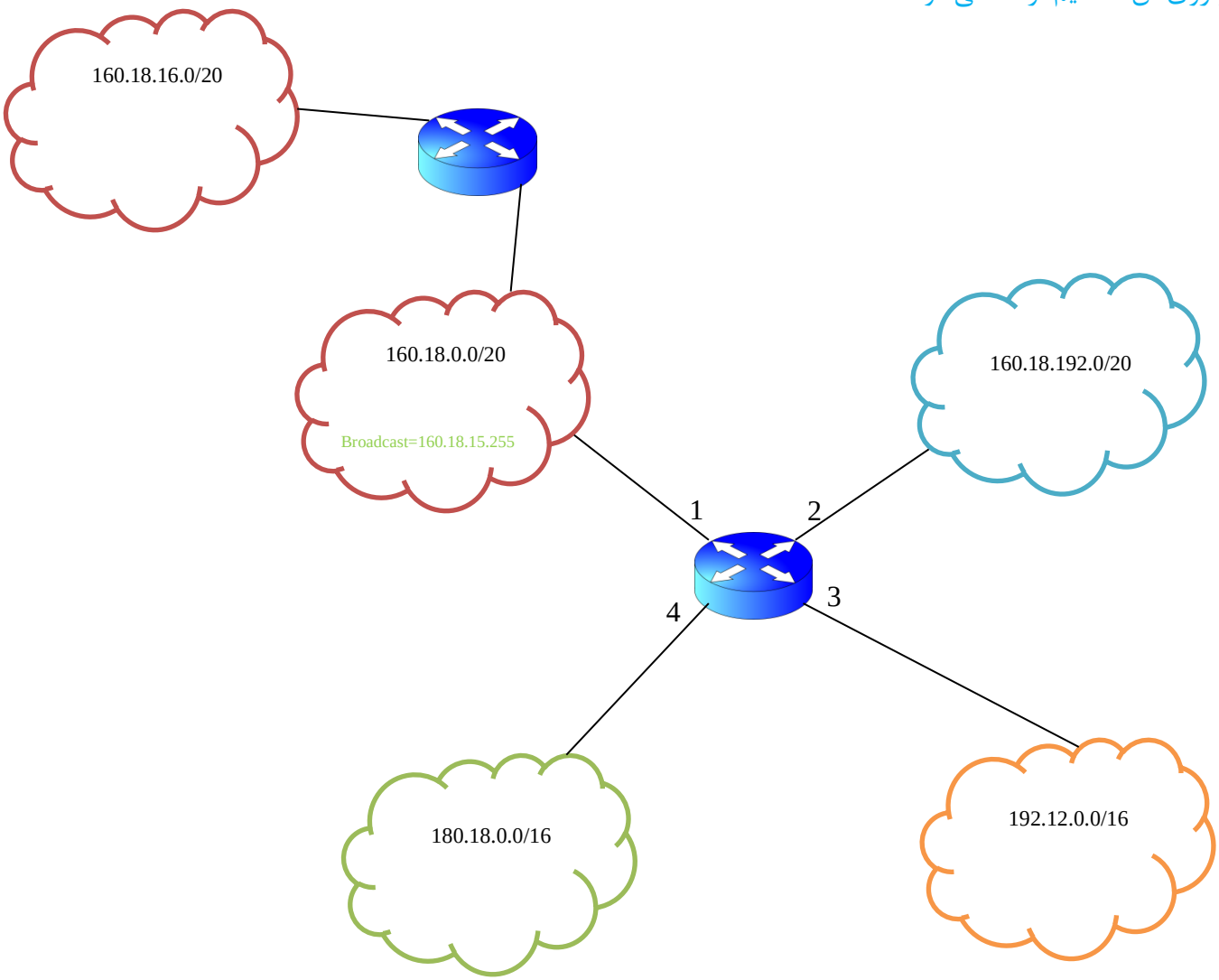
Ping آدرس مقصد (Net Bios Name)

ARP –Print

Super netting (ادغام زیر شبکه‌ها)

این عمل بلعکس Sub netting است. در ادامه و با ذکر مثال برای شبکه‌ی زیر یک Subnet تعیین خواهیم کرد که برای تمام زیر شبکه‌ها در هنگام AND کردن پاسخ یکسان دهد. Super metting در جداول مسیریابی روترها کاربرد دارد.

جدول تصمیم‌گیری ارسال بسته از روتر اینترنت به روتر شبکه‌ی داخلی را Forwarding Table گویند که برای ارسال بسته‌ها از روی آن تصمیم‌گرفته می‌شود.



* شبکه‌های Stub فقط اطلاعات داخلی خود را رد و بدل می‌کنند مانند کوچه‌ی بن بست و شبکه‌های Transit علاوه بر داده‌های خود، داده‌های شبکه‌های دیگر را نیز انتقال می‌دهند.

قبل از شروع به Super netting ابتدا موارد زیر را در نظر می‌گیریم؛

برای شبکه‌ی فوق یک جدول Forward وجود دارد که به شکل زیر است:

* فیلد اول آدرس شبکه را نگه می‌دارد.

آدرس شبکه	Subnet Mask	Next Hop	Port	Metric

* فیلد دوم ساب‌نت شبکه (ادغام شده یا نشده)
* Next Hop: گام بعدی (مسیریاب) در ارسال به مقصد.
* Port: شماره‌ی هر درگاه روتر است. (مانند کارت شبکه‌ها در کامپیوتر)
* Metric: در هنگام جستجو مسیر برای روتر بعدی ممکن است چند مسیر وجو داشته باشد که کمترین مسیر در اینجا قـرار می‌گیرد؛ یااینکه ممکن است هزینه‌های Metric گام‌ها باشد، یا پهنای باند و یا هزینه‌ی واقعی و ...

و اما کاربرد Super netting در مثال فوق: همانگونه که مشاهده می‌شود Port شماره ۱ روتر خود دارای دو زیر شبکه اسـت و برای جستجوی راحت‌تر و مناسبتر در جدول فقط یک زیر شبکه ثبت می‌شود فلذا بـرای اینکـار بایـد Subnet Maskی را در نظر بگیریم که در صورتی که هر IP از هر زیر شبکه را با آن AND کنیم پاسخ آدرس شبکه یکی باشد و در نهایت آن آدرس شبکه و Subnet را به جای آن دو زیرشبکه در جدول ثبت خواهیم کرد. دقت شود همیشـه بایـد بزرگتـرین Subnet در نظـر گرفته شود.

برای پیدا کردن این Subnet آدرس دو زیر شبکه را یادداشت کرده و بیت‌های مشابه را نگه داشته و بقیـه‌ی بیـت‌هـا را صـفر خواهیم کرد که در مثال فوق برای پورت یک به صورت زیر خواهد شد؛

160 . 18 . 0 . 0
160 . 18 . 16 . 0

در دو آدرس بالا ۱۶ بیت اول مطمئناً مشابه هستند پس تا اینجا ۱۶ بیت اول برای ساب‌نت شدن یک خواهند بـود. در بایـت سوم (۸ بیت سوم) دو عدد را در مبنای دو می‌نویسیم:

0 → 00000000
16→ 00010000

در بالا نیز سه بیت اول یکسان است پس به ۱۶ بیت قبلی ۳ بیت دیگر اضافه خواهد شد کـه بـه عبـارتی ۱۹ بیـت اول یـک خواهند شد و مابقی بیت‌ها صفر که در نهایت جواب پایانی برای Subnet Mask مشترک برای زیر شـبکه‌هـا بـه صـورت زیـر است:

11111111.11111111.111 00000.00000000 → 255.255.224.0

این ساب‌نت در صورت AND شدن با هر کدام از زیر شبکه‌های مورد مناقشه پاسخ یکسان خواهد داد کـه آنـرا آدرس شـبکه می‌نامیم و به صورت زیر است؛

IP= 160.18.16.0 → 160.18. 00010000.00000000
Subnet Mask= 255.255.224.0 → 255.255.11100000.00000000
AND= 160.18.0.0 → 160.18.0.0

یا

IP= 160.18.0.0 → 160.18. 00000000.00000000
Subnet Mask= 255.255.224.0 → 255.255.11100000.00000000
AND= 160.18.0.0 → 160.18.0.0

در جدول Forward آدرس شبکه فوق با ساب‌نت ۱۹ ثبت خواهد شد، پس جدول Forward به شکل زیر تکمیل می‌شود:

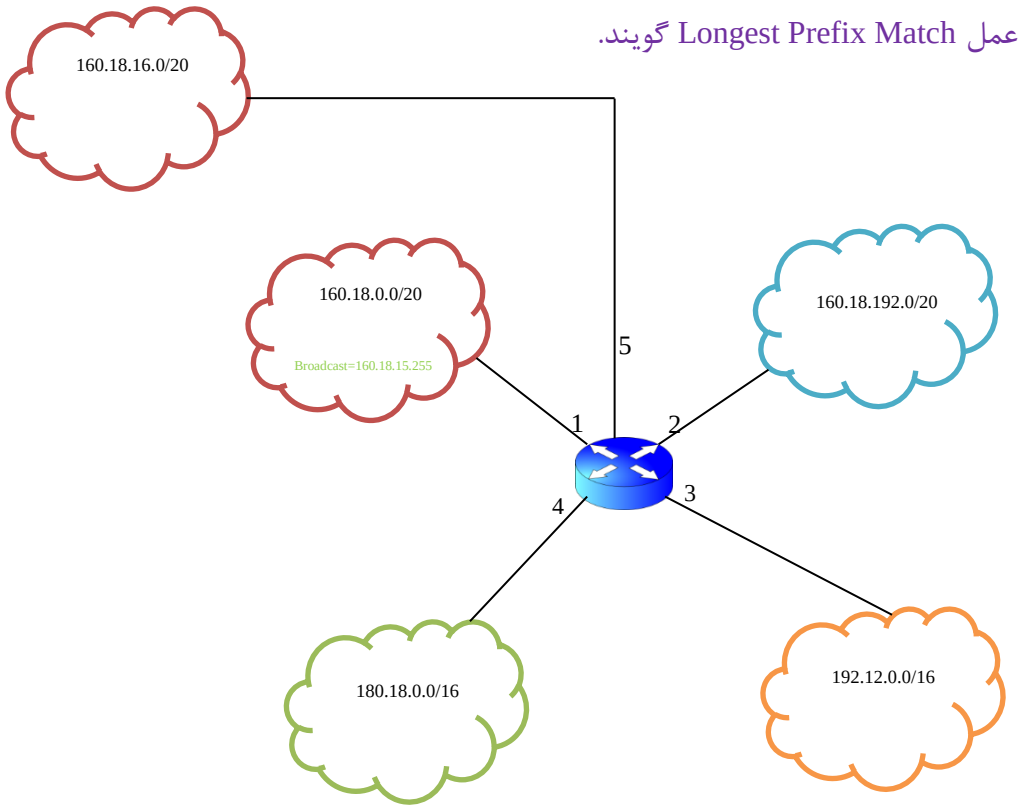
آدرس شبکه	Subnet Mask	Next Hop	Port	Metric
160.18.0.0	/19		1	
160.18.0.0	/20		2	
192.12.0.0	/16		3	
180.18.0.0	/16		4	
0.0.0.0	/0			

Default Gateway

کار مسیریاب را انجام می‌دهد، به این صورت که اگر میزبان بخواهد به یک میزبان دیگر داده ارسال کند به طوری که فرستنده و گیرنده در دو شبکه‌ی مجزا قرار داشته باشند (Net ID متفاوت داشته باشند)، فرستنده دادخ را به دروازه‌ی پیش فرض (Default Gateway) ارسال می‌کند. (یعنی آدرس MAC دروازه‌ی پیش‌فرض را روی فریم ارسالی خود قرار داده ولی آدرس IP مقصد نهایی بر روی بسته درج می‌شود) و دروازه‌ی پیش‌فرض آن را به سمت گیرنده هدایت می‌کند.

آدرس IP گیرنده در کل مسیر ثابت است ولی آدرس MAC گیرنده، گام به گام تغییر می‌کند. در جدول فوق دروازه‌ی پیش فرض به صورت 0.0.0.0 ثبت شده است.

مثال) بسته‌ای با IP مقصد 160.18.18.12 به روتر ارسال می‌شود که با تک‌تک IP شبکه‌ها (Subnet) موجود در شبکه AND می‌شود و پس از پیدا شده آدرس شبکه در صورتی که دو آدرس یکسان پیدا شد، آنرا به آدرس شبکه‌ای می‌فرستند که Subnet بزرگتری داشته باشد. اگر با فیلد آخر جدول (D.G)، AND شد و پاسخ یکی شد باز آنرا به بزرگترین Subnet ارسال می‌کند؛ به این عمل Longest Prefix Match گویند.



به شکل بالا توجه کنید، با تغییر در زیر شبکه و تبدیل آن به پورت ۵ اکنون باید آی‌پی و ساب‌نت آن به جدول Forward نیز اضافه گردد، اکنون اگر مثال قبل را دوباره بررسی کنیم چون این آدرس شبکه بزرگتر است (از نظر شماره پورت)، بسته به آن ارسال می‌گردد.

پس برای تعریف نهایی Super netting می‌توان گفت که با استفاده از کوچک کردن Subnet، چندین شبکه را باهم ادغام کرده تا شبکه‌ها دارای آدرس واحدی گردند.

مثال) چهار زیر شبکه زیر را در نظر بگیرید، Subnet Maskی را پیدا کنید که آنها را به شبکه‌ی واحدی تبدیل کند:

102.8.20.1
102.18.30.1
102.65.18.7
102.120.12.8

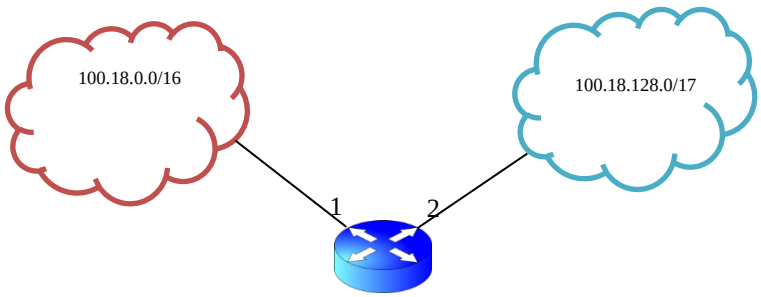
برای راحت‌تر شدن کار بزرگترین عدد متغییر و کوچکترین را در نظر گرفته و پس از تبدیل به مبنای دو آنها را باهم مقایسه می‌کنیم؛ (هشت بیت اول ثابت است، از ۸ بیت دوم کوچکترین ۸ و بزرگترین ۱۲۰ است)

8 → 00001000
120 → 01111000

همانگونه که مشاهده می‌شود در این دو عدد فقط یک بیت دارای تشابه است، در نتیجه هشت بیت اول بعلاوه‌ی یک بیت از بایت دوم که جمعاً ۹ بیت خواهند بود را یک کرده (برای ساب‌نت) و مابقی را صفر در نظر می‌گیریم:

11111111 . 1 0000000 . 00000000 . 00000000 → 255.128.0.0

مثال) در شکل زیر نیز اگر بسته‌ای به روتر برسد و آدرس شبکه پس از مقایسه یکسان گردد، بسته به شبکه‌ای ارسال می‌گردد که Subnet بزرگتری داشته باشد.



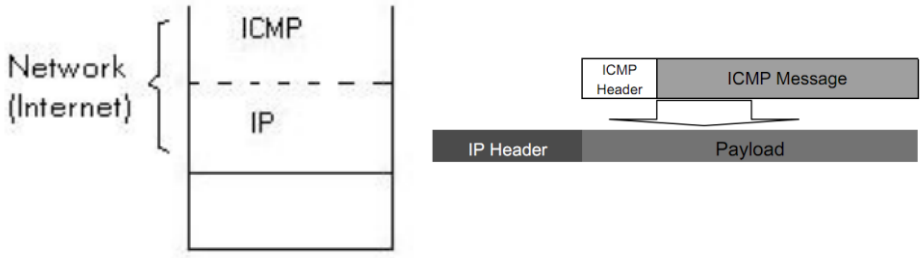
دستورات

دستور زیر جدول مسیریابی را نشان می‌دهد:

Rout-Print

پروتکل ICMP (Internet Control Message Protocol)

این پروتکل کار گزارش خطا را انجام می‌دهد. در حقیقت پروتکل مدیریتی بـرای IP اسـت و بـر روی IP قـرار مـی‌گیـرد. در حقسقت مانع از ادامه یافتن خطا می‌شود اما خطا را تصحیح نمی‌کند، شکل آنرا در زیر می‌توانید مشاهده کنید:



ICMP Header

این پروتکل نیز همانند سایر پروتکل‌ها دارای یک سرآیند است که اطلاعات زیر را در خود نگه داری می‌کند:

Type	Code	Checksum
Parameters		
Data		

Type: نوع پیغام در آن قرار می‌گیرد و ساختار فیلدهای Parameters و Data بسته به عددی که در این فیلد قـرار مـی‌گیـرد متفاوت خواهد بود.

Code: کد زیر گروه پیغام را مشخص می‌کند.

Checksum: کنترل خطا (مانند سایر سرآیندها)

Parameters: هر دستور ممکن است پارامتری لازم داشته باشد مانند تأخیر در ارسال بین دو بسته

Data: محتویات پیام خواهد بود.

برخی از پیغام‌های ICMP

۱) Destination Unreachable: زمانی صادر می‌شود که گیرنده در دسترس نباشد. (وقتی یک بسته به هر دلیلـی بـه مقصـد نرسد، بسته از بین می‌رود و پیغام ICMP با این نوع (Type) به فرستنده‌ی پیغام ارسال می‌شود)

خود این پیغام زیرگروه‌هایی دارد؛ مانند Timeout

* دستور Ping از ICMP برای انجام عملیات خود استفاده می‌کند.

۲) Time Exceed: این پیام زمانی صادر می‌شود که مهلت قانونی یک بسته منقضی شده باشد، به عبارت دیگر در زمان TTL تعیین شده به مقصد نرسد، در نتیجه بسته دور ریخته شده و به مبدأ پیام فوق صادر می‌شود.

۳) Source Quench: این بسته زمانی برای ماشین فرستنده ارسال می‌شود که از آن خواسته شود حجم ارسال بسته‌هایش را کاهش دهد چرا که در غیر اینصورت ازدحام پیش خواهد آمد. اگر ماشین میزبان پس از طی مدت مشخصی دیگر این پیغام را دریافت نکرد می تواند سرعت تولدی بسته‌های خود را به حالت اولیه باز گرداند.

فرستنده در کاهش سرعت مختار است و در صورت عدم انجام این کار پس از پر شدن صف روتر بسته‌های ارسالی بعدی از بین رفته و فرستنده مجبور خواهد بود دوباره انها را ارسال کند. (برای حملات D.O.S استفاده می‌شود).

۴) Redirect: اگر بسته‌ای به روتری برسد و روتر پس از بررسی متوجه شود که از همان پورت وارد شده باید بازگردد، متوجه مشکل شده؛ پس پیغام فوق را به فرستنده (یا یک مرحله قبل) ارسال می‌شود.

۵) Echo Request & Reply: فرستنده یک پیغام به گیرنده می‌فرستد و گیرنده همان را به فرستنده باز می‌گرداند. (در ping کاربرد دارد؛ برای بررسی رسیدن داده به مقصد.«زمان رفت و برگشت در Ping، RTT نام دارد»).

۶) Time Stamp Request & Reply: همانند پیام بالایی عمل کرده با این تفاوت که گیرنده علاوه بر پاسخ ارسالی مهر زمانی به بسته زده و آنرا بر می‌گرداند. زمان ارسال و دریافت را نمایش می‌دهد. (به دلیل تفاوت زمانی دو سیستم معمولاً محاسبه‌ی درست زمانها به تفکیک سخت است.)

* دستور Trace Route باعث می‌شود که تمام Nodeهای بین مبدأ و مقصد استخراج گردند (کل مسیر). در ویندوز از دستور: (آدرس مقصد Tracert) استفاده می‌شود.

این دوستور از دو پیغام شماره‌ی ۲ (Time Exceed) و ۵ یا ۶ (Echo Request & Reply OR Time Stamp Request & Reply) در ICMP استفاده می‌کند.

برای اینکار ابتدا یک بسته با شماره ۵ یا ۶ و TTL=1 ارسال می‌کند، که در روتر اول پیغام ۲ به مبدأ ارسال می‌شود؛ این عمل و افزایش گام به گام TTL ها آنقدر ادامه پیدا خواهد کرد تا به مقصد برسد، در نهایت آدرس تمام روترها (مسیر) را بر می‌گرداند. به این صورت کل Nodeهای مسیر استخراج خواهند شد.

پروتکل ARP (Address Resolution Protocol)

هرگاه بخواهیم آدرس MAC یک کامپیوتر را از روی آدرس IP آن بدست آوریم از این پروتکل استفاده می‌کنیم. برای این‌کار کامپیوتر فرستنده یک ARP Request تولید کرده و داخل آن پیامی با این مضمون (چه کسی آدرس MAC کامپیوتری با آدرس IP ... را دارد؟) را در شبکه Broadcast می‌نماید. (یعنی آدرس MAC آنرا یک می‌گذارد.) تمام کامپیوترهای شبکه این پیام را دریافت کرده و تنها کامپیوتری به آن پاسخ می‌دهد که صاحب آدرس IP مذکور باشد. گیرنده یک پیام ARP Reply تولید می‌کند و آدرس MAC خود را در آن قرار می‌دهد و آنرا به تولید کننده‌ی پیام ARP Request ارسال می‌کند.

اگر آدرس فیزیکی سوال شده در شبکه‌ی محلی جاری نباشد قاعدتاً پاسخی به درخواست ARP داده نمی‌شود در این حالت دو راه وجود دارد:

الف) وقتی مسیریابی که به آن شبکه متصل است می‌بیند آدرس مقصدی که توسط ARP سوال شده روی یک شبکه‌ی محلی دیگر واقع است، در پاسخ به آن، آدرس فیزیکی خودش را به ایستگاه ارسال می‌کند، که به این روش Proxy ARP گفته می‌شود.

ب) ایستگاه‌ها خود موظفند که محلی یا خارجی بودن ماشین مقصد را با توجه به الگوی زیر شبکه تشخیص داده و در صورت خارجی بودن، آدرس فیزیکی یک مسیریاب مناسب را انتخاب کنند.

آدرس‌های بدست آمده از طریق پروتکل ARP برای جلوگیری از دوباره کاری در یک جدول با نام ARP Table یا ARP Cache ذخیره می‌شوند که باعث بالا رفتن سرعت این پروتکل می‌شود.

جدول فوق هر دقیق یکبار به‌روز می‌شود.

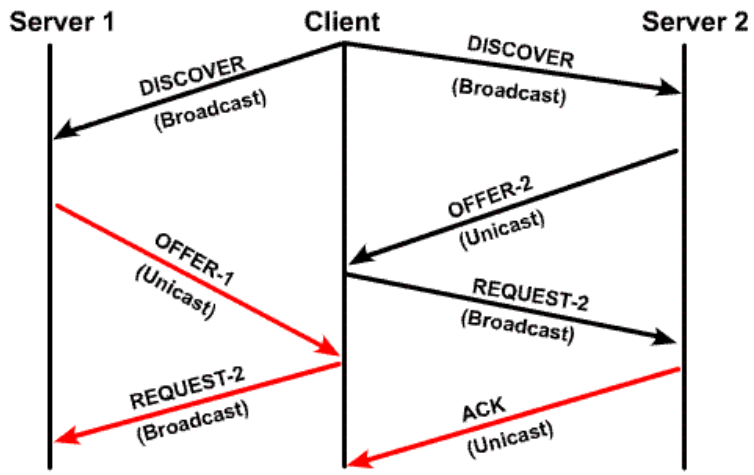
IP	MAC	Expire
192.168.1.18	EF-FB-AB-00-AA	...
192.168.1.31	ED-99-09-33-00-09	...

* آدرس MAC در لایه‌ی پیوند داده‌ها استفاده می‌شود.

پروتکل DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

آدرس دهی خودکار به سیستم‌های درون شبکه را انجام می‌دهد. این پروتکل یک نسخه‌ی Client و یک نسخه‌ی Server دارد. تمام دستگاه‌های سرویس گیرنده نسخه‌ی کلاینت را دارا هستند؛ نسخه‌ی سرور نرم‌افزاری مانند DHCP Server و ... است که می‌تواند بر روی سرور نصب گرددو به هر سرویس گیرنده که می‌خواهد وارد شبکه شود برای مدت معینی یک IP اجاره می‌دهد.

روال کار این پروتکل به صورت زیر است:



کلاینت ابتدا دو درخواست برای دو سرور مجزای دارای DHCP به صورت Broadcast ارسال می‌کند، سپس سرورها به صورت یک پیام Offer به کلاینت پاسخ آمادگی تحویل IP می دهند در اینجا کلاینت یکی را به اختیار انتخاب کرده و از وی درخواست IP نموده که سرور با ارسال ACK، آی‌پی را برای مدت معین اختصاص (اجاره) می‌دهد.

پروتکل DCHP می‌تواند موارد زیر را Set کند؛

IP, Subnet Mask, Default Gateway, DNS Name, DNS Server

* در صورتی که زمان اجاره‌ی IP در حال اتمام باشد ($^1/_2$ زمان گذشته باشد)، کلاینت مجدداً روال فوق را البته بـرای تمدیـد اجاره‌ی IP انجام می‌دهد. اگر توافق بین سرور و کلاینت صورت نگیرد، کلاینت پس از گذشت ($^7/_8$) زمان کل مجدداً روال فوق را این بار برای درخواست IP جدید انجام داده و درخواست IP جدید می‌کند.

* مدت زمان اجاره‌ی IP در DHCP Server قابل تنظیم است.

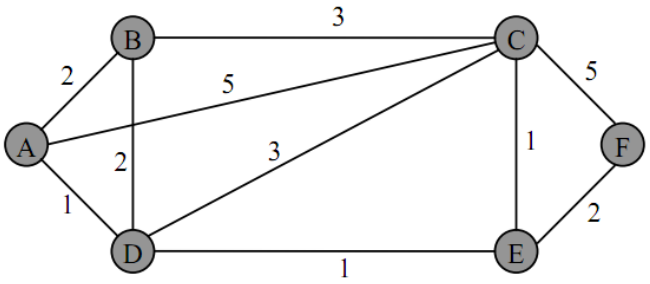
* به دلیل اینکه پروتکل DHCP بر اساس Broadcast کار می‌کند در زیرشبکه‌ها به ازای هر شبکه یک DHCP Server جـدا نیاز است، چرا که روترها آدرس Broadcast را از خود عبور نمی‌دهند.

البته می‌توان روتری با قابلیت DHCP Relay قرار داد (عبور پیام DHCP از روتر و ارسال به DHCP Server). و یک سرور در یکی از زیر شبکه‌ها برای DHCP قرار می‌دهیم. البته امروزه روترها کار DHCP Server را نیز به طور کامل انجام می‌دهند.

* DHCP در لایه‌ی کاربرد است و از پروتکل‌های قدیمی تر مانند RARP (برعکس ARP عمل می‌کند) استفاده می‌کند.

مسیریابی (Routing)

در شکل زیر فرض کنید قرار است بسته ای از گره‌ی A پس از طی مسیری به گره‌ی F تحویل گـردد؛ اصـلی‌تـرین وظیفـه‌ی الگوریتم‌های مسیریابی، پیدا کردن مسیری بهینه از A تا F است به گونه‌ای که هزینه‌ی کل مسیر به حداقل برسد.



دو مسئله‌ی مهم در مسیریابی مطرح است:

۱ـ هر یک از مسیریاب‌ها چگونه از پارامتر هزینه‌ی کل کانال‌ها مطلع شوند؛ تا بتوانند گـراف زیـر سـاخت ارتبـاطی شـبکه را تشکیل داده و بهترین مسیر را انتخاب کنند!؟

۲ـ چه الگوریتمی برای یافتن مسیر بهینه استفاده شود که از لحاظ پیچیدگی زمانی الگوریتم بهینه باشد!؟

مسیریابی در دو بخش صورت می‌گیرد:

الف) Routing: الگوریتم‌های مسیریابی بهینه را اجرا می‌کند و اطلاعات شبکه‌ها را بین مسیریاب‌هـا مبادلـه مـی‌نمایـد. و بـر اساس این اطلاعات جداول Forwarding (جداول مسـیریابی) را تشـکیل مـی‌دهـد. و هـر چنـد ثانیـه یکبـار اطلاعـات بـین مسیریاب‌ها رد و بدل می‌شود به عبارت دیگر همیشه در حال اجرا است.

ب) Forwarding: در این فاز پورت (درگاه) خروجی بر اساس اطلاعات موجود در جداول Forwarding انتخاب می‌شـود. ایـن بخش همیشگی نیست و فقط زمانی اجرا می‌شود که یک بسته به مسیریاب برسد و قرار است پورت خروجی‌اش انتخاب گردد.

تفاوت Routing و Switching

در روتینگ مسیریابی انجام می‌شود و بحث بر سر روابط بین شبکه‌ها است و در لایه‌ی Inter Network فعالیـت مـی‌کنـد؛ در صورتی که Switching در شبکه‌ی داخلی صورت می‌گیرد و در لایه‌ی Data Link و با آدرس MAC فعالیت می‌کند.

انواع Switching

۱ـ Circuit Switching: در شبکه‌های تلفن استفاده می‌شود. (ارتباط دو نفر در مرکز با یکدیگر)

۲ـ Message Switching

۳ـ Packet Switching: در شبکه‌های کامپیوتری استفاده می‌گردد؛ در این نوع سوییچ کردن داده‌ها را به قطعات کـوچکتری شکسته و آدرس مقصد روی بسته‌ها قرار می‌گیرد و به گام بعدی ارسال می‌شود. بسته‌ها جداگانـه و از روترهـای مختلـف بـه سمت مقصد حرکت می‌کنند (مسیرهای مختلف) و به صورت نامنظم به مقصد می‌رسند.

مسیریابی به روش Virtual Circuit Switching (VC)

در دنیای امروز مخابرات و دنیای شبکه به یکدیگر نزدیک و متصل هستند و برای مسیریابی از Virtual Circuit Switching استفاده می‌کنند؛ به این شکل که بر روی Packet انجام می‌شود و بر خـلاف سـوییچ کـردن مـورد اول داده‌هـا در اینجـا بـه بسته‌های کوچکتر شکسته می‌شوند و بر خلاف مورد ۳ که از روترهای مختلف بسته‌ها عبور می‌کردند، در این حالـت ابتـدا بـا انجام مسیریابی یک مسیر انتخاب شده و تمام بسته‌ها از همان مسیر عبور خواهند کرد.

مسیریابی به روش Datagram

این روش بر اساس حالت سوم عمل می‌کند، یعنی برای هر بسته مسیریابی جداگانه صورت می‌گیرد و ممکن است بسته‌هـای مختلف از مسیرهای متفاوتی به سمت مقصد ارسال گردند.

الگوریتم‌های مسیریابی

بر اساس جمع‌آوری اطلاعات

۱ـ متمرکز (سراسری)

در این الگوریتم یک Node یا گره برای تصور شمای کلی گراف زیرساخت باید تمام اطلاعات سایر گره‌ها را داشـته باشـد؛ بـه این الگوریتم‌ها Link State نیز می‌گویند.

۲ـ غیر متمرکز

در این الگوریتم‌ها مسیریاب اطلاعات کاملی از شبکه ندارد و فقط قادر است هزینه‌ی ارتباط به مسـیریاب‌هـایی کـه بـه طـور مستقیم با آنها در ارتباط است دست پیدا کند. به عبارت دیگر هر مسیریاب جداول مسـیریابی خـود را بـرای مسـیریاب‌هـای مجاور ارسال می‌کند. (Distance Vector)

برا ساس هوشمندی

۱ـ ایستا (Static)

در این حالت مسیر به صورت دستی تنظیم می‌شود و تمام مسیریابی‌ها از روی مسیر تنظیم شده صورت می‌گیرد، مشکل این روش این است که در صورت زیاد بودن روترها مدیر باید تمام مسیرها را برای آنها تعریف کند که وقت‌گیر است و دیگر عیـب آن عدم مدیریت و توجه به وضعیت ترافیک مسیرها در حین مبادله است.

۲ـ پویا (Dynamic)

در این الگوریتم بستگی به وضعیت شبکه ترافیک و مسیرهای موازی تعریف شده؛ و برای پیدا کردن شمای کلی شبکه بر اساس مبادله‌ی داده بین لینک‌ها (مسیریاب‌ها) و بررسی تاخیر (Delay) در هر لینک اطلاعاتی بدست خواهد آمد که آنرا به دیگر روترها ارسال می‌نماید تا در نهایت شمای کلی بوجود آید. عیب روش پویا ایجاد ترافیک مسیریابی است (Routing Traffic). به دلیل اینکه ترافیک مسیریابی جز داده‌های اصلی محسوب نمی‌گردد سربار در شبکه ایجاد خواهد شد.

اگر تعداد روترها کم باشد می‌توان از الگوریتم‌های ایستا استفاده کرد اما اگر روترها در کل مسیر فعال و غیر فعال گردند (متغیر) روش ایستا نامناسب خواهد بود و باید از روش پویا استفاده کرد.

بر اساس زمان اجرا

۱ـ پیش دستانه (Pro Active)

از آنجا که بسته‌ها بر اساس جدول مسیریابی ارسال می‌شوند، روش پیش دستانه قبل از اینکه بسته‌ای ارسال شود، جدول Forwarding را ایجاد و نگه‌داری می‌کند تا اگر بسته‌ای آمد بر اساس آن عمل کند، این جدول در بازه‌های زمانی معین به روزرسانی می‌گردد. از مزایای این الگوریتم در دسترس بودن فوری مسیرها در آغاز برقراری ارتباط بین گره‌ها می‌توان نام برد.

۲ـ واکنشی (On Demand یا Re Active)

در این روش اگر بسته‌ای نباشد جدولی نیز نگه‌داری نمی‌شود (یعنی اطلاعات از مسیریابها ارسال نمی‌شود) و اگر بسته‌ای وارد شود آنگاه جدول تشکیل خواهد شد. تغییرات (بروزرسانی) در آن کم است. این الگوریتم برای شبکه‌های بزرگ مناسب است.

در شبکه‌هایی که شکل آن زیاد تغییر پیدا نمی‌کند از Pro Active استفاده شده و در شبکه‌هایی که شکل آن زیاد تغییر می‌کند از Re Active استفاده می‌گردد، چرا که وقتی بسته‌ای وارد می‌شود و در جدول مسیر آن یافت نمی‌گردد، جدول جدید تشکیل می‌شود و در هنگام وصول بسته‌ی بعدی معمولاً چون جدول جدید است، تغییرات نیز در آن اعمال شده است و نیازی به تغییر جدید نیست. در شبکه‌های وایرلس از Re Active استفاده می‌شود.

در شبکه‌های سیمی نیز از Pro Active استفاده می‌شود.

:Wi-Fi

DCF

نماینده‌ی این الگوریتم Adhoc است؛ در این حالت تجهیزات وجود ندارند و هر وقت نیاز باشد بر اساس تجهیزات موجود شبکه برپا می‌شود. از مثال‌هایی که می‌توان برای Adhoc بیان کرد در بحث نظامی است که در میدان جنگ با تجهیزات روی وسائط نقلیه‌ی نظامی (بیسیم‌ها) ارتباط شبکه‌ای برقرار می‌شود.

معمولاً شبکه‌ی Adhoc داده‌ها را به شبکه‌ی Infra structure (اینترنت و ...) ارسال می‌کند.

* برای پیدا کردن گراف شبکه و ایجاد جـدول مسـیریابی از دو روش Link State (وضـعیت پیونـد) کـه متمرکـز اسـت و از Distance Vector (بردار فاصله) که غیر متمرکز است استفاده می‌شود.

مسیریابی سیل‌آسا (Flooding)

در این روش مسیریابی هر بسته‌ی ورودی روی تمام لینک‌های خروجی غیر از لینکی که بسته از آن وارد شـده اسـت ارسـال می‌شود. تمام مسیریاب‌های بین راه نیز همین کار را انجام می‌دهند تا بسته به مقصد برسد. مزیت ایـن روش ایـن اسـت کـه بسیار سریع عمل می‌کند و اگر مسیری باشد آنرا پیدا می‌کند. از معایب این روش نیز این است که یک بسته ممکن است چند بار به یک روتر برود (حلقه) و ترافیک بیهوده بالا برود ۰اضفه طی شدن مسیر)، عیب دیگر آن این است که یک بسته ممکـن است بیش از یکبار به مقصد برسد.

روش Link State

در روش Link State هر روتر وظیفه دارد همسایه‌های خود را پیدا کرده (یعنی آدرس‌ها را پیدا کـرده؛ کـدام روتـر بـه کـدام پورت متصل است). از دیگر مسائل مهم هزینه‌ی هر پورت است که معمولاً تاخیر (delay) دریافت و ارسال اسـت. و در ادامـه برای هر روتر یک جدول ایجاد می‌کنیم تا اطلاعات در آن ثبت شود و شمای کلـی گـراف بـرای ایجـاد جـدول Forwarding بدست آید.

به صورت خلاصه پنج عمل زیر در این روش صورت می‌گیرد:

۱ـ بدست آوردن آدرس مسیریاب‌هایی که در مجاورت قرار دارند و به صورت فیزیکی با آنها در ارتباط است.

۲ـ اندازه گیری تاخیر (هزینه) مسیریاب‌های مجاور

۳ـ ایجاد یک بسته و قرار دادن اطلاعات بدست آمده از مسیریاب‌های مجاور

۴ـ بسته‌های ایجاد شده را برای تمام مسیریاب‌های شبکه ارسال کند (از طریق روش سیل‌آسا)

۵ـ بدست آوردن مسیر بهینه بین دو مسیریاب در شبکه با استفاده از الگوریتم‌های موجود.

محتویات بسته‌های State Link:

۱ـ آدرس جهانی مسیریاب تولید کننده‌ی بسته

۲ـ شماره ترتیب هر بسته (برای تشخیص قدیمی یا جدید بودن بسته و یا غیر تکراری بودن بسته)

۳ـ طول عمر بسته

۴ـ آدرس مسیریاب‌های مجاور و هزینه‌ی رسیدن به آنها

روش Distance Vector

در این روش هر مسیریاب اطلاعاتی را که از کل شبکه جمع‌آوری کرده است فقط به همسایه‌های خود ارسال مـی‌کنـد. و بـه ازای هر مسیریاب یک رکورد وجود دارد که در این رکورد دو فیلد پورت خروجی و هزینه‌ی تقریبی رسـیدن بـه یـک مقصـد خاص وجود دارد.

مراحل این الگوریتم:

۱ـ محاسبه هزینه‌ی خطوطی که یک مسیریاب به صورت فیزیکی با مسیریابهای دیگر دارد و ثبـت آنهـا در جـدول. هزینـه‌ی خطوطی که مسیریاب با آنها ارتباط مستقیم ندارد بی‌نهایت در نظر گرفته می‌شود.

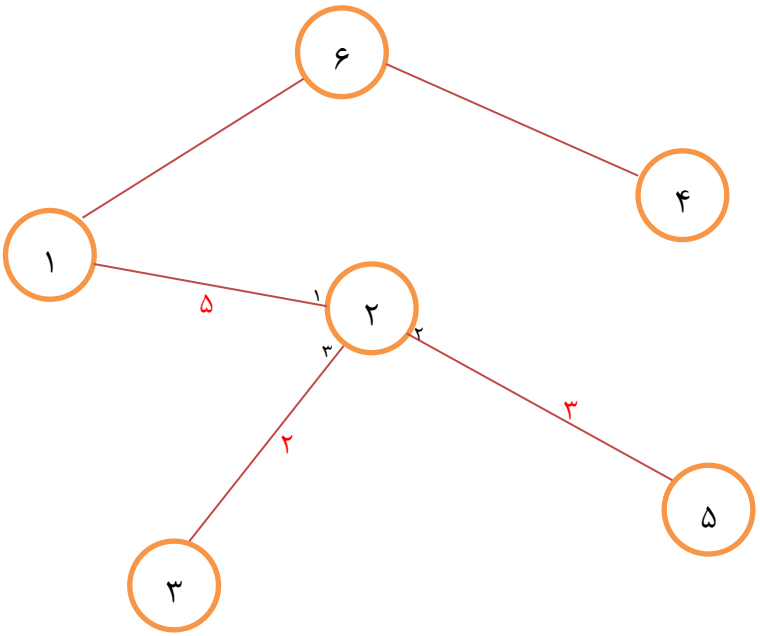
۲ـ هر مسیریاب در زمان‌های مشخص (دوره‌ای) جدول مسیریابی خود را برای مسیریاب‌های مجاور ارسال می‌کند.

۳ـ هر مسیریاب پس از دریافت جداول مسیریابی از روترهای همسایه، هزینه‌ی مسیرها را محاسبه می‌کند.

* این الگوریتم به عنوان الگوریتم پویا نیز شناسایی می‌شود.

* مشکل این الگوریتم این است که در هنگام خرابی یک مسیر جداول مسیریابی با یکدیگر همگرایی سریعی نخواهند داشت.

در شکل زیر چگونگی ایجاد جدول برای یک مسیریاب نشان داده شده است؛



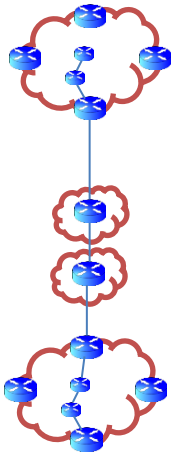
جدول نمونه برای روتر ۲

نام روتر	پورت	هزینه
1	1	5
3	3	2
5	2	3

نماینده‌ی روش‌های Link State، OSPF است و نماینده‌ی روش‌های Distance Vector، RIP است.

مسیریابی در اینترنت (مسیریابی سلسله مراتبی)

در این نوع مسیریابی، مسیریاب‌ها در گروه‌هایی به نام ناحیه دسته‌بندی می‌شوند و هر مسیریاب نواحی و مسیریاب‌های درون ناحیه‌ی خود را می‌شناسد و اطلاعاتی در مورد مسیریاب‌های نواحی دیگر ندارد.



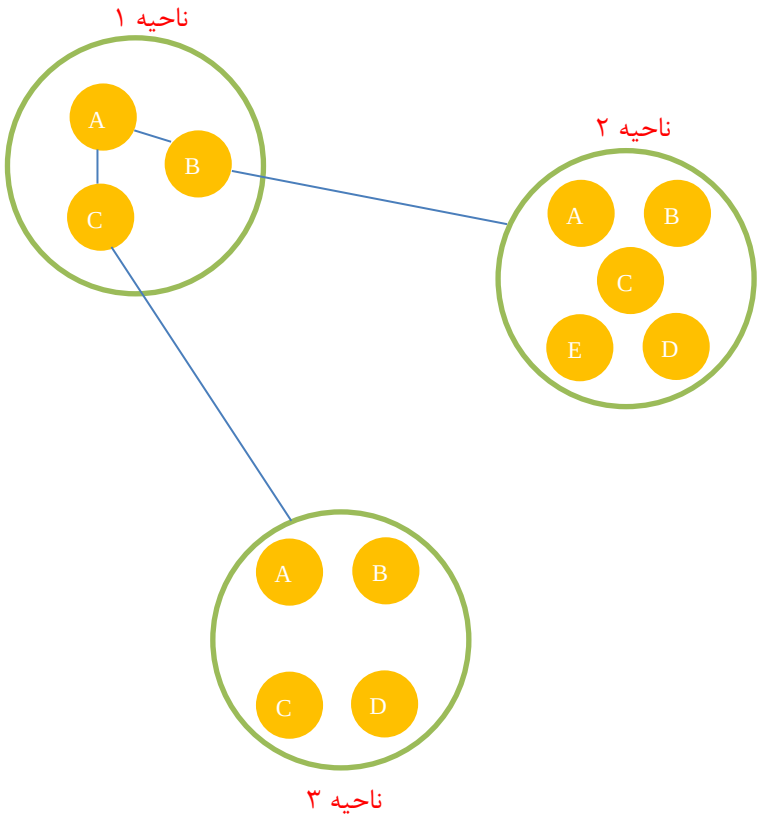
این نوع مسیریابی سه فاز دارد:

۱ـ مسیریابی از مبدا تا دروازه‌ی ناحیه‌ی مبدا

۲ـ مسیریابی بین ناحیه‌ی مبدا تا ناحیه‌ی مقصد

۳ـ مسیریابی بین دروازه‌ی ناحیه‌ی مقصد تا مقصد نهایی

روترهای بین مبدا و مقصد فقط اطلاعات مسیرها برای آنها کفایت می‌کند.



در شکل فوق در ناحیه‌بندی به جای اینکه اطلاعات ۱۲ روتر را یکجا داشته باشد، کافی است هر روتر فقط ارتباطات خود را بداند.

روش‌های Link State و Distance Vector درون ناحیه‌ای هستند که به آنها IGP نیز گفته می‌شود. در بین ناحیه‌ها نیز از پروتکل‌های متفاوتی استفاده می‌شود که به‌طورکلی به آنها EGP گفته می‌شود. از پروتکل‌های معروف بین ناحیه‌ای BGP را می‌توان نام برد.

در پروتکل EGP به ناحیه‌ها AS (خودمختار) گفته می‌شود. ASها مجموعه ناحیه‌هایی هستند که تحت یک مدیریت واحد هستند؛ هر AS یک ID دارد. AS ها به طور مثال برای کشورها ثبت می‌شوند و بین انها BGP کار مسیریابی را انجام داده و و حداقل یک مسیر با AS دیگر پیدا خواهد کرد.

هر BGP یک Policy دارد که مدیر شبکه می‌تواند تنظیم کند که ترافیک از یک AS گذر کند یا خیر . در اینجا برای ASهـا تعریف Stub (بن بست) و Transit (انتقال) صدق می‌کند.

لایه‌ی انتقال

توصیف کلی این لایه این است که جزئیات را از دید برنامه‌نویسان مخفی می‌کند و کارهای Socket و Http را خود لایه انجام می‌دهد. در حقیقت این لایه مشکلات لایه‌ی شبکه را که پروتکل IP در آن قرار دارد برطرف می‌کند و معمولاً خدمات این لایه به صورت مطمئن و با رفع خطا صورت می‌گیرد.

وظایف تعریف شده برای لایه‌ی Transport

در این لایه دو سرویس ارائه می‌شود؛ سرویس اتصالگرا و سرویس مطمئن البته بسته به نیاز برنامه‌ها

دو پروتکل مهم در این لایه TCP که سرویس اتصالگرا و مطمئن ارائه می‌دهد و دیگری UDP که از لحاظ نوع سرویس مشابه IP است یعنی اینکه غیر اتصالگرا و نامطمئن است.

کاستی‌های IP

۱ـ عدم آگاهی از آمادگی گیرنده

۲ـ عدم حفظ ترتیب بسته‌ها

۳ـ IP مکانیزمی برای توزیع داده‌ها بین برنامه‌ها ندارد

۴ـ عدم اطمینان از رسیدن بسته‌ها

۵ـ عدم هماهنگی سرعت فرستنده و گیرنده

۶ـ عدم تشخیص بسته‌های تکراری

* در لایه‌ی انتقال داده‌ها به صورت Segment هستند.

* کاستی‌های فوق در حقیقت جز وظایف IP نیستند.

پروتکل TCP راهکارهایی برای برطرف کردن کاستی‌های بیان شده دارد. مطلبی که در ادامه بیان می‌شود TCP استاندارد است؛ امروزه این پروتکل اصلاح گردیده است.

راهکارهای TCP

۱ـ 3-Way Handshaking یا دست تکانی سه مرحله‌ای

۲ـ درج شماره ترتیب؛ Seq.No

۳ـ شماره پورت برای برنامه‌ها؛ به هر برنامه یک Port.No اختصاص داده می‌شود.

۴ـ ارسال Ack از گیرنده به فرستنده

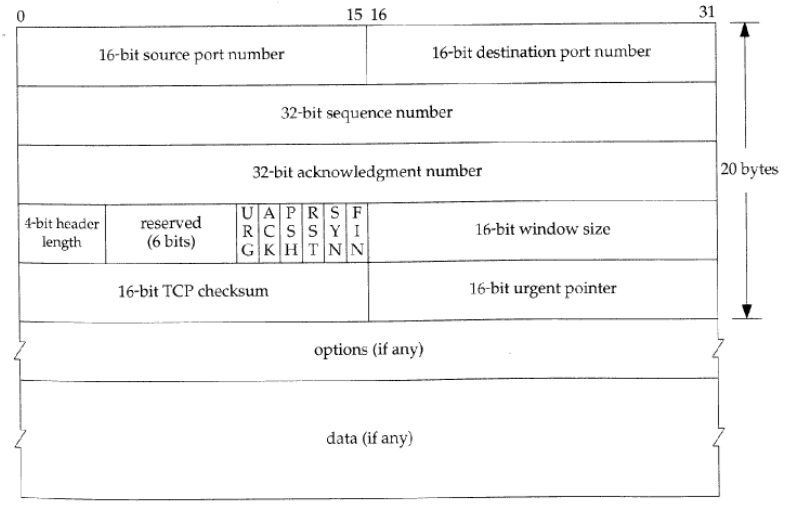
۵ـ اعلام Windows Size از گیرنده به فرستنده (Windows Size بافر خالی گیرنده است که همراه با Ack اعلام مـی‌شـود). فرستنده اجازه‌ی ارسال داده بیشتر از اندازه‌ی Windows Size را ندارد، البته در هنگام اعلام حجـم، حجـم بسـته‌ی ارسـالی قبلی از آن کم می‌شود.

۶ـ Seq.No؛ وقتی که Seq.No و Port.No دو بسته مشابه هم باشد، این پروتکل تشخیص به تکراری بودن بسته می‌دهد.

در ادامه چگونگی انجام وظایف توسط TCP بررسی می‌شود.

سرآیند پروتکل TCP

همانگونه که مشاهده می‌کنید ۲۰ بایت اول این سرآیند اجباری است.



فیلد Source Port

این فیلد ۱۶ بیتی آدرس پورت فرستنده را به همراه دارد

فیلد Destination Port

این فیلد ۱۶ بیتی آدرس پورت مقصد را که باید تحیل شود را دارا است.

** ۱۰۲۴ پورت اول، پورت‌های استاندارد هستند که مشخص شده است هر برنامه از چه پورتی استفاده کند؛ برای مثلا:
http پورت ۸۰ ؛ Ftp پورت ۲۰ و ۲۱ ؛ Smtp پورت ۲۵ ؛ Telnet پورت ۲۳ و ...
۱۰۲۴ پورت دوم، پشتیبان پورت‌های فوق هستند و مابقی برنامه‌ها از شماره‌ی ۲۰۴۸ شماره‌گذاری می‌شوند.

فیلد Sequence Number

این فیلد ۳۲ بیتی شماره ترتیب آخرین بایتی را که در فیلد داده از بسته جاری قرار دارد را نشان می‌دهد.
در پرتکل TCP شماره ترتیب، بر حسب شماره آخرین بایتی است که در بسته جاری قرار دارد. به عنوان مثال اگر در این فیلد عدد ۱۹۳۴۱ قرار بگیرد به این معناست که دادها تا بایت ۱۹۳۴۱ درون این فیلد دادها قرار دارد. برای حل مشکلات شماره ۲ و ۶ بیان شده در فوق (IP) استفاده می‌شود.

فیلد Acknowledgment number

این فیلد ۳۲ بیتی شماره ترتیبی بایتی است که گیرنده بسته برای تائید به فرستنده ارسال می‌کند که دادها تا بـایتی کـه در این فیلد قرار دارد به درستی دریافت شده است. به عنوان مثال اگر در این فیلد عدد ۱۲۳۶۵ قرار گرفته شود بـه ایـن معنـی است که دادها تا بایت ۱۲۳۶۵ صحیح و کامل دریافت شده است و در انتظار بایتهای ۱۲۳۶۶ به بعد می‌باشد. (Ack=Seq+1)

فیلد TCP Header Length

عددی که در این فیلد قرار می‌گیرد طول کل سرآیند بسته TCP بر مبنای کلمات ۳۲ بیتی تعیین می‌کند. به عنوان مثال اگر در این فیلد عدد ۷ قرار بگیرد طول سر آیند بسته برابر است با ۲۸=۷*۴ بایت خواهد بود (این فیلد کلا چهار بیتی است).

بیتهای Flag

- **بیت URG:** در صورتی که در این بیت عدد ۱ قرار گیرد معین می‌شود که در فیلد Urgent Pointer مقدار قابـل معتبـری قرار دارد و بایستی مورد پردازش قرار گیرد. به عبارت دیگر قسمتی از این سگمنت باید فوری ارسال گردد و محـل ارسـال نیز در Urgent Pointer قرار می‌گیرد.
- **بیت ACK:** اگر در این بیت عدد ۱ قرار داشته باشد به این معنـا اسـت کـه در فیلـد Acknowledgment number عـدد معتبری قرار دارد. بیتهای ACK و SYN نقش دیگری نیز دارند که در ادامه بدان اشاره خواهد شد.
- **بیت PSH:** اگر این بیت مقدرا ۱ قرار گرفته باشد از گیرنده تقاضا می‌شود که دادهای موجود را بافر نکرده و در اسرع وقت تحویل برنامه کاربردی صاحب آن شود.
- **بیت RST:** اگر در این بیت عدد ۱ قرار گرفته شود به این معنا است که این ارتباط به صورت یک طرفه خاتمه یافته است.
- **بیت SYN:** این بیت نقش اساسی در ار تباط یک بسته TCP بازی می‌کند. برقراری ارتباط یـک طرفـه TCP از رونـد زیـر تبعیت می‌کند؛

الف) شروع کننده ارتباط یک بسته TCPبدون هیچ داده‌ای و با تنظیم بیتهای SYN=1و ACK=0 تقاضـای یـک ارتبـاط جدید می‌کند.

ب) در صورتی که طرف مقابل تمایل به بر قراری ارتباط داشته باشد برای طرف مقابـل یـک بسـته بـا قـرار دادن بیتهـای SYN=1و ACK=1 تمایل خود را برای برقراری ارتباط به طرف مقابل اعلام می‌کند.

❖ **بیت FIN**: اگر یکی از طرفین هیچ داد دیگر برای فرستادن نداشته باشد این بیت را در آخرین بسته برابر ۱ قرار می‌دهد و ارتباط را یک طرفه قطع می‌کند باید توجه داشته که ارتباط هنوز به طور کامل قطع نشده است و باید طرف مقابل نیـز در آخرین بسته خود این فیلد را برابر ۱ قرار داده تا ارتباط کامل قطع شود.

فیلدWindow size

مقدار قرار گرفته در این فیلد مشخص می‌کند که مقدار بافر گیرنده چند بایت دیگر فضای خالی دارد.

در نسخه‌های جدید TCP یک ضریب در Option برای Windows Size تعیین می‌شود که بتـوان اطلاعـات بیشـتری ارسـال کرد.

فیلدChecksum

در این فیلد ۱۶ بیتی کد کشف خطا قرار می‌گیرد.

فیلد TCP Segment length

در آن طول کل بسته TCP قرار می‌گیرد.

فیلد Urgent Pointer

در این فیلد عدد به عنوان اشاره‌گر قرار می‌گیرد که موقعیت داده‌های اضطراری را درون بسته مشخص می‌کند. این داده‌ها زمانی اتفاق می‌افتد و ارسال می‌شود که عملی شبیه وقوع وقفه در هنگام اجرای یک برنامه کاربردی رخ دهد. بدون آنکه ارتباط قطع شود داده‌ها درون همین بسته جاری قرار گرفته و ارسال می‌شود. لازم به ذکر است که از این فیلد، لایـه هـای بـالاتر اسـتفاده می‌کنند.

پروتکل دست تکانی سه مرحله‌ای (3- Way Handshaking)

برای برقراری ارتباط در پروتکل TCP از روش «دست تکانی سه مرحله ای» استفاده می‌شود.

این سه مرحله عبارتند از:

در مرحله اول از طرف شروع کننده ارتباط یک بستهTCP خالی از داده ارسال خواهد شد کـه در آن بیـت SYN=1 و بیـت ACK=0 است و درون فیلد شماره ترتیب عدد x قرار داده شده که در آن x یک عدد تصادفی است. در حقیقت با این شماره به طرف مقابل اطلاع داده می‌شود که ترتیب داده‌های ارسالی از x+1 شروع مـی‌شـود. در پروتکـل TCP بـرای پیشـگیری از مشکلات ناشی از مساوی بودن شماره‌ی ترتیب بسته‌های ارسالی، داده‌ها از شماره‌ی صفر شروع نمی‌شوند، بلکـه از یـک عـدد تصادفی که به صورت خودکار تولید می‌شود، آغاز می‌گردد و در همان مرحله‌ی اول، این شماره ترتیب به طرف مقابـل اعـلام خواهد شد.

در مرحله دوم طرف مقابل با دریافت بسته ای با مشخصات فوق الذکر اگر تمایل به برقراری ارتباط نداشته باشد با ارسال یک بسته خالی که در آن بیت RST به ۱ تنظیم شده این تقاضا را رد می‌کند. ولی اگر متمایل به برقراری ارتباط بود یک بسته‌ی خالی از داده با مشخصات زیر تولید می‌کند:

- بیت SYN را یک می‌کند.
- بیت ACK را یک می‌کند.
- مقدار فیلد Acknowledgement Number را x+1 قرار می‌دهد.
- مقدار فیلد Sequence Number را مقدار تصادفی y قرار می‌دهد.

در این مرحله که به معنای پذیرش ارتباط است طرف مقابل با قرار دادن مقدار فیلد Ack=x+1 نشان می‌دهد که شماره ترتیب x را پذیرفته و منتظر داده‌ها از شماره ترتیب x+1 به بعد است. در ضمن خودش عدد تصادفی y را در فیلد Seq.No قرار می‌دهد و به طرف مقابل اعلام می‌کند که شماره ترتیب داده‌های ارسالی از y خواهد بود.

در مرحله سوم شروع کننده ارتباط با قرار دادن مقادیر زیر شروع ارتباط را تصدیق می‌کند:

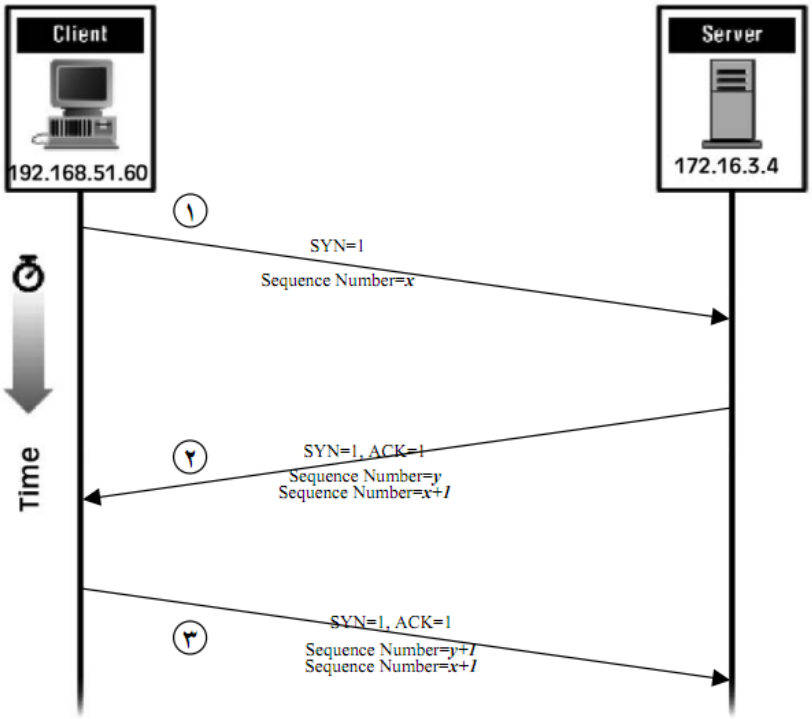
- بیت SYN رایک می‌کند.
- بیت ACK را یک می‌کند.
- فیلد Seq.No=x+1 را قرار می‌دهد.
- فیلد Ack را y+1 قرار می‌دهد.

پس از این مرحله ارسال و دریافت داده‌ها توسط طرفین تا هنگامی که ارتباط با اطلاع طرفین خاتمه داده نشده است آزاد است.

برای خاتمه ارتباط روند زیر صورت می‌گیرد:

طرفی که داده‌هایش برای ارسال تمام شده است یک بسته‌ی TCP ارسال می‌نماید که در سرآیند آن بیت FIN را یک قرار داده است. طرف مقابل این درخواست را دریافت می‌کند و با ختم یک طرفه‌ی آن موافقت می‌کند. ولی چون ارتباط به صورت یک‌طرفه ختم می‌شوند طرف مقابل می‌تواند تا جایی که داده دارد آن را ارسال کند و در نهایت در آخرین بسته بیت FIN را یک بگذارد تا پس از تصدیق آن، ارتباط به صورت دو طرفه ختم شود.

کلیه‌ی مراحل انجام شده در پروتکل Three-Way Handshake بین دو ترمینال در شکل زیر به تصویر کشیده شده است؛



نکته‌ای که وجود دارد آنست که اگر یکی از طرفین ارتباط در اثر بروز مشکلی سخت‌افـزاری یـا نـرم‌افـزاری ارتبـاط را بـدون هماهنگی طرف مقابل قطع کند، حق ندارد تا ۱۲۰ ثانیه به ارتباط مجدد با همان پروسه اقدام کند. دلیل این کار این است که مطمئن باشد بسته‌های قبلی که ارسال کرده یا آنکه برایش ارسال شده از زیر شبکه حذف شده‌اند.

* TCP به جای ایجاد ارتباط Full Duplex دو ارتباط Half Duplex ایجاد می‌کند.

یکی از حملات D.O.S، حمله‌ی SYN flood است که حمله کننده تعداد زیادی SYN ارسال می‌کند.

مکانیزم کنترل ازدحام در TCP (Congestion Control)

در کنترل جریان هماهنگ کردن فرستنده و گیرنده مطرح است، اما در کنترل ازدحام، شبکه مطرح است. از آنجا که کنتـرل ازدحام در شبکه ایت و روترها با لایه‌ی IP کار می‌کنند، پس TCP به طور مستقیم نمی‌تواند سرعت ارسال خـود را بـا شـبکه هماهنگ کند. برای اینکار با یک سرعت خاصی بسته‌ها را ارسال می‌کند، اگر برای TCP مشخص شود که بسته‌ها در بـین راه خراب یا گم شده‌اند متوجه می‌شود که نباید با سرعت بیشتر از این ارسال صورت گردد و ممکن است حتی سرعت را کـاهش دهد؛ در غیراینصورت (گم نشدن بسته‌ها) سرعت ارسال را افزایش داده و مکانیزم فوق را دنبال می‌کند.

نسخه‌های مختلف پروتکل TCP عمده‌ترین تفاوت را در مکانیزم‌های کنترل ازدحام دارا هستند.

کنترل ازدحام دارای سه فاز است:

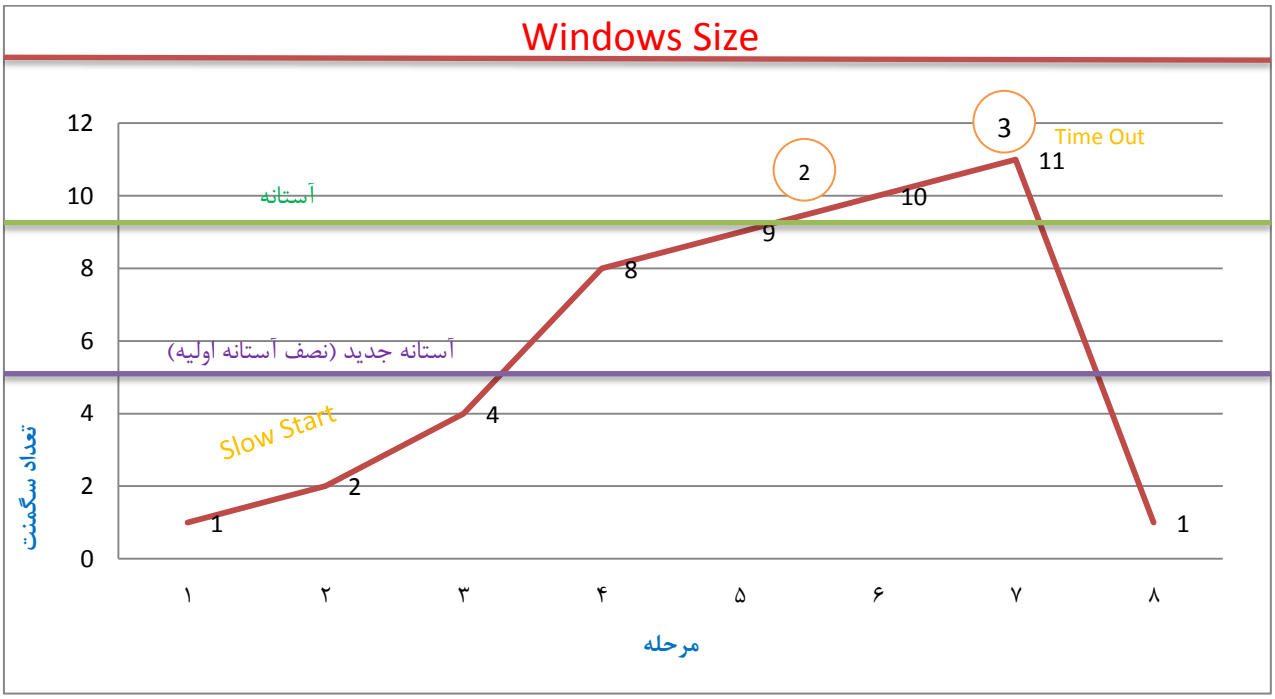
۱ـ شروع آهسته (Slow Start)

۲ـ اجتناب از ازدحام

۳ـ مقابله با ازدحام

در Slow Start در حالت استاندارد TCP از ارسال یک سگمنت شروع مـی‌کنـد، در صـورتی کـه Ack بازگشـت آنـرا دوبرابـر می‌کند و این روال تا زمانی که تشخیص دهد در حال بوجود آمدن ازدحام است ادامه می‌یابد به محض این تشخیص به جای ارسال دوبرابر فقط یک سگمنت به قبلی اضافه کرده و ارسال می‌نماید؛ اگر ازدحام رخ داد، مجدداً از یک شروع می‌کند و یک سگمنت ارسال می‌کند.

کار ارسال دوبرابر تا زمانی که به پارامتر آستانه (Threshold) برسد انجام می‌شود.



محدودیت دیگر در شکل فوق Windows Size است که ارسال نباید بیشتر از آن انجام گردد.

فرض TCP این است که هنگامی که Time Out (عدم دریافت بسته توسط گیرنده) رخ دهد، ازدحام رخ داده است. البته ایـن فرض در شبکه‌های بیسیم نادرست است.

در مرحله‌ی سوم ضمن اینکه از اول شروع می‌کند، آستانه را نصف مرحله‌ای که خطا رخ داده کاهش می‌دهد که در مثال فوق $11/2$ است؛ به عبارتی دیگر نصف پنجره‌ی ارسال می‌گردد. (از صفر تا آستانه‌ی اولیه را پنجره‌ی ارسال گوییم).

مکانیزم فوق باعث می‌شود که TCP خود را با شرایط تطبیق دهد (Adaptive). و مکانیزم را آنقدر ادامه مـی‌دهـد تـا ارسـال تقریبا! خطی گردد و خطایی رخ ندهد.

زمان‌سنج‌ها در TCP

برای کنترل شرایط از تایمرهای مختلف در این پروتکل استفاده می‌شود.

(RT) Retransmission Timer

هر سگمنتی که ارسال می‌کند یک تایمر شروع می‌شود. اگر سگمنت در زمان مقرر به مقصد برسد و Ack توسط فرستنده دریافت گردد داده درست ارسال شده است، در غیراینصورت داده مجدداً باید ارسال شود. مدت زمان انتظار برای دریافت Ack توسط این تایمر (RT) مشخص می‌شود.

به طور خلاصه برای محاسبه‌ی تایمر از میانگین وزن‌دار استفاده می‌شود؛ به ازای هر سگمنتی که ارسال می‌شود و Ack دریافت می‌گردد RTT محاسبه و میانگین وزن‌دار ان بدست می‌آید.

Keep Alive

زنده نگه داشتن ارتباط. اگر ارتباط بین طرفین برای مدت زمان خاصی Idle بماند، یک پیغام برای طرف مقابل ارسال می‌گردد، اگر Ack داده شد، ارتباط ادامه پیدا خواهد کرد؛ در غیراینصورت پس از چند پیغام بدون Ack ارتباط قطع می‌گردد. مقدار پیش‌فرض این تایمر بین ۵ الی ۴۵ ثانیه است.

Persistent Timer

اگر بافر گیرنده پر شود، قاعدتاً فرستنده چیزی را ارسال نمی‌کند. و همانطور که می‌دانیم باید منتظر بماند تا گیرنده فضای بافر خود را اعلام کند که همراه Ack ارسال می‌شود، اما از آنجا که ارسالی صورت نمی‌گیرد پس بافری نیز اعلام نمی‌شود، این تایمر مدت زمانی را منتظر می‌ماند و سپس برای گیرنده یک بسته ارسال می‌کند و وضعیت گیرنده را جویا می‌شود، اگر جوابی از گیرنده باز گردد به کار خود ادامه می‌دهد یعنی یا بافر خالی شده و به ارسال می‌پردازد و یا اینکه کماکان باید منتظر بماند. در صورتی که به این بسته پاسخی داده نشود ارتباط قطع می‌گردد.

Quite Timer

پس از بسته شدن یک ارتباط با یک شماره پورت، بقیه‌ی برنامه‌ها تا مدتی حق استفاده از آن پورت را ندارد. این مدت زمان توسط این تایمر مشخص می‌شود. دلیل این انتظار این است که ممکن است یک ارتباط بسته شده باشد اما کماکان بسته‌های سرگردان و یا به مقصد نرسیده‌ی آن ارتباط در شبکه وجود داشته باشند و پس از اتمام ارتباط به مقصد برسند.

مقدار پیش‌فرض این تایمر بین ۳۰ الی ۱۲۰ ثانیه است.

Idle Timer

این تایمر برای آن است که اگر تلاش برای ارسال مجدد یک بسته بیش از حد متعارف انجام گردد، ارتباط به صورت یکطرفه از سمت فرستنده قطع شود. مقدار پیش فرض این تایمر ۳۶۰ ثانیه است.

سوکت (Socket)

مفهوم سوکت در اینجا نرم‌افزاری است، مانند مفهوم پورت در شبکه است. یعنی اینکه یک شماره است. (IP+Port را End Point یا نقطه‌ی انتهایی گویند).

سوکت‌ها APIهایی هستند که برای برنامه‌نویسی شبکه استفاده می‌شوند.

منظور از سوکت همان Berkley Socket است؛ چرا که اولین بار توسط این دانشگاه ارائه شد.

سوکت واسطی است بین لایه‌ی Application (کاربرد) و لایه‌های پایین است؛ که لایه‌های زیرین را از دید برنامه‌نویس مخفی می‌کند.

API (Application Programing Interface): توابع و آبجکت‌های آماده‌ای هستند که جهت تسهیل در برنامه‌نویسی برای انجام کارهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سوکت برکلی بر روی سیستم‌عامل‌های Linux نوشته شده است که در این سیستم‌عامل‌ها کار با ابزار جانبی مانند یک فایل دیده می‌شود. پس این سوکت، شبکه را مانند یک فایل می‌پندارد.

سوکت‌ها با لایه‌ها و پروتکل‌ها کار می‌کنند؛ مانند: سوکت TCP، UDP و ...

سوکتی وجود دارد که آنرا Raw Socket می‌نامند، این سوکت یک سوکت خام است و می‌توان سرآیند لایه‌ها را توسط خود برنامه‌نویس در آن ایجاد و تکمیل کرد. این سوکت برای انجام کارهای Professional استفاده می‌شود. مثلاً برای نوشتن Sniffer (نمایش مشخصات بسته‌های رسیده) از این سوکت استفاده می‌کنند.توابع کتابخانه‌ای آماده‌ی نصب بنام pcap [win] وجود دارد که کار با سوکت خام را راحت‌تر می‌کند.

ایجاد TCP Socket از نوع سنکرون و تک نخی (Single Thread)

برنامه‌ای تحت شبکه و به مدل Client/Server است. برنامه‌ی سمت سرور اجرا شده و همیشه در حال اجرا می‌ماند و حتی ممکن است واسط کاربری گرافیکی نداشته باشد.

نسخه‌ی سرور برای چت دو نفره‌ی ساده

اول ایجاد یک Socket()، پس از آن مشخص کردن پورت مورد استفاده و اعلام آن به سیستم‌عامل است؛ Bind(). البته اگر در هنگام ایجاد سوکت خطایی رخ ندهد این مرحله اجرا می‌شود. این مرحله تخصیص پورت از طرف سیستم‌عامل به برنامه است. اگر این مرحله انجام داده شد، پورت مورد نظر برای برنامه رزرو می‌شود. در مرحله‌ی بعد برنامه برای دریافت درخواست‌ها به سیستم‌عامل اعلام آمادگی می‌نماید؛ Listen() تابع این مرحله است. در TCP درخواست ارتباط یعنی SYN=1. وقتی Listen فراخوانی می شود، ممکن است برنامه سنکرون باشد یا آسنکرون. اگر برنامه سنکرون و از نوع تک نخی باشد، و Listen فراخوانی گردد، یعنی منتظر درخواست است؛ پس وقتی که این تابع صدا زده می‌شود، سیستم‌عامل برنامه را Suspend (موقتاً غیرفعال) می‌کند و تا آمدن درخواست آن را به همین حالت نگه می‌دارد و پس از رسیدن درخواست آن برنامه فعال می‌شود. اما اگر از نوع آسنکرون باشد مورد گفته شده (غیرفعال شدن) پیش نمی‌آید.

در سنکرون وقتی که برنامه خود هر مرتبه بررسی می‌نماید که آیا درخواستی آمده یا خیر را Pushing گویند.

در مرحله‌ی بعد باید برنامه آزمایش شود که درست کار می‌کند یا خیر!؟ بـرای اینکـار در Command دسـتور netstat –na را اجرا می‌کنیم که اگر پورت مورد نظر در حالت Listen باشد، برنامه به درستی وظیفه‌ی خود را انجام می‌دهد.

در هنگام رسیدن درخواست (SYN) سیستم‌عامل برنامه را فعال کرده و اگر برنامه موافق ارتباط باشد تابع Accept() را صـدا می‌زند؛ که ارتباط برقرار شود و امکان ارسال و دریافت داده بوجود خواهد آمد. (توابع Read() و Write()).

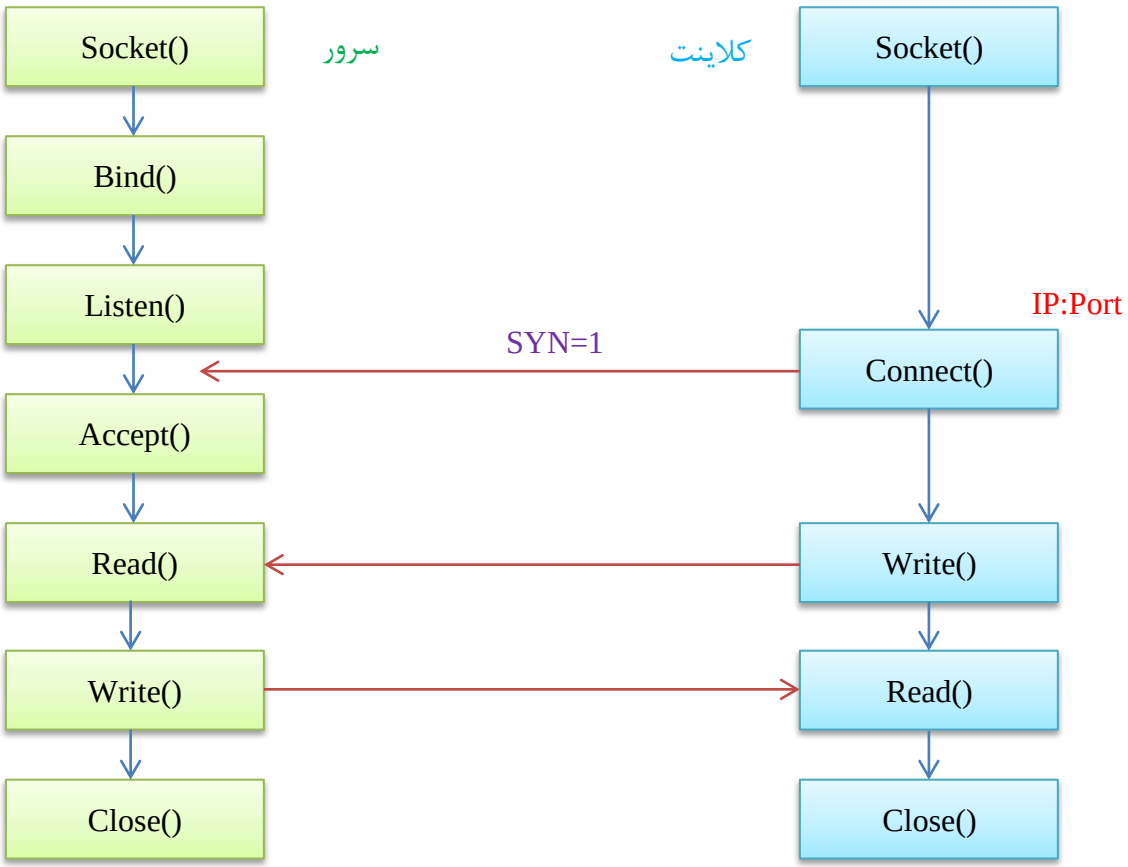
و مرحله‌ی آخر تابع Close() فراخوانی شده تا سوکت بسته شود. اگر سوکت بسته نشود در اجرای بعدی برنامه به دلیل عـدم آزاد بودن پورت، برنامه دچار خطا می‌شود.

در حال حاضر برنامه‌ی سمت سرور به پایان رسیده است و در ادامه باید برنامه کلاینت نوشته شود؛ لیکن برای آزمایش صحت فعالیت برنامه‌ی سرور بدون کلاینت باید از دستور (شماره پورت آدرس مقصد telnet) استفاده کرد و اگر دو نسـخه‌ی برنامه روی یک کامپیوتر باشد به صورت (telnet 127.0.0.1 8080) از دستور فوق استفاده خواهد شد. اگر هیچ پیغامی بر روی صفحه‌ی Command نشان داده نشد، یعنی اینکه برنامه‌ی سمت سرور به درست کار کرده و دارای خطا نمی‌باشد.

نسخه‌ی کلانیت برای چت دونفره‌ی ساده

در سمت کلاینت نیز ابتدا باید سوکت ایجاد شود، سپس اتصال به مقصد (سرور) توسط تابع Connect() که IP و پورت به آن ارسال می‌شود صورت می‌گیرد (IP:Port مقصد). پس از قبول ارتباط از جانب سرور می‌توان به ارسال و دریافت داده مشـغول شد و در نهایت سوکت را Close() می‌کنیم.

در شکل زیر ارتباط سرور/کلاینت مشخص شده است: (فرض استفاده از پورت ۸۰۸۰ برای اتباط است)



سیستم نام‌گذاری دامنه (Domain Name System) یا DNS

جزو پروتکل‌های لایه‌ی Application می باشد. یک پروتکل Client/Server است که کامپیوترهای شخصی بیشتر از نسخه‌ی کلاینت استفاده می‌کنند.

این سرویس یک پیغام ایجاد کرده و از سرور خواستار پیدا کردن IP نام وارد شده را می‌خواهد و سرور نیز IP را برای این سرویس بر می‌گرداند.

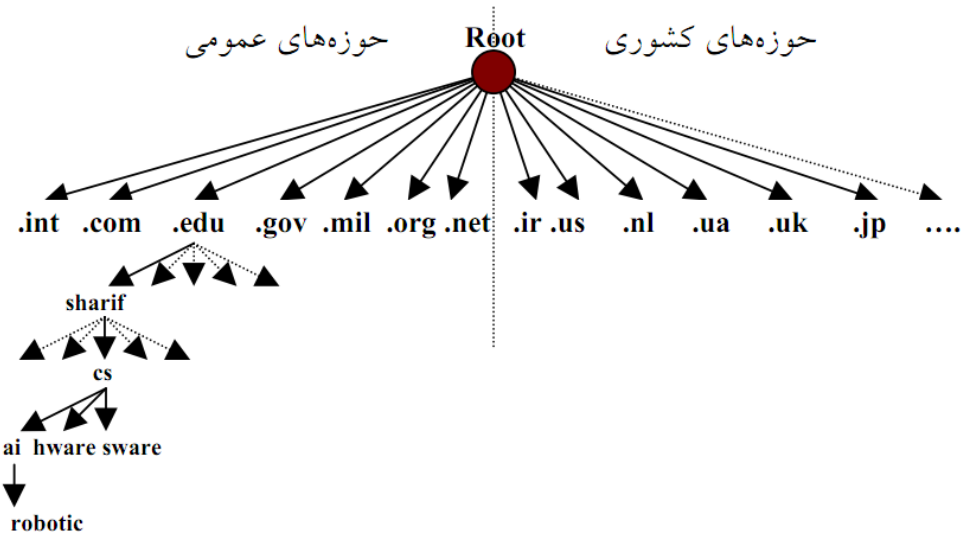
از آنجا که این سیستم بر مبنای درخواست و پاسخ است پس نتیجه می‌گیریم که بر مبنای UDP عمل می‌کند. و پروتکل UDP در هر مرحله تقاضا را ارسال و منتظر دریافت پاسخ می‌شود.

DNS مبتنی بر TCP فقط وقتی که دو سرور DNS خواهان سرویس‌دهی به یکدیگر هستند استفاده می‌گردد.

DNS یک پروتکل سلسله مراتبی است و برخلاف آدرس دهی بر روی هارد که با / عمل می‌کند، در این پروتکل برای جداسازی سطوح (حوزه‌ها) از یکدیگر از نقطه استفاده می‌شود. و شیوه‌ی بازیابی آن نیز برخلاف آدرس‌دهی کامپیوتر است و به صورت پایین به بالا است.

DNS Type . Domain Name . Domain Type

شکل زیر بیانگر نوع سلسله مراتب در DNS است:



در شکل فوق برای مثال برای دست یابی به حوزه‌ی (ماشین) robotic به صورت زیر آدرس آنرا می‌نویسیم؛

robotic.ai.cs.sharif.edu

البته در انتها یک نقطه نیز وجود خواهد داشت که نوشته نمی‌شود و متعلق به Root است.

برای پیدا کردن یک آدرس در سرور دیگر باز به صورت سلسله مراتبی و از انتهای آدرس وارد شده کار جستجو انجام می‌شود.

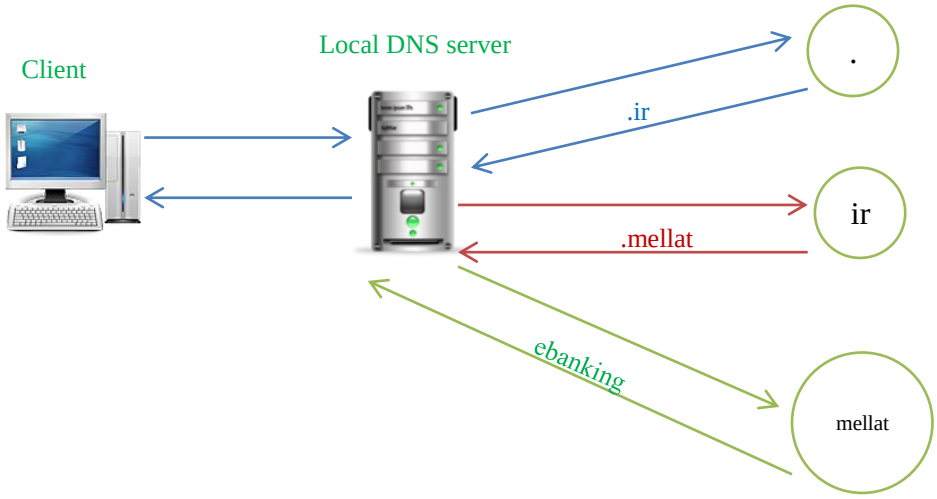
عملیات نگاشت یا تبدیل DNS Name به آدرس IP را Resolve گویند.

دو روش اصلی برای عملیات نگاشت وجود دارد:

روش تکراری (Iterative)

در این روش DNS Server محلی مسئول پیدا کردن آدرس نهایی است و تمام بار پردازش بـر عهـده‌ی آن اسـت. ایـن روش برای مقیاس بزرگ خوب است.

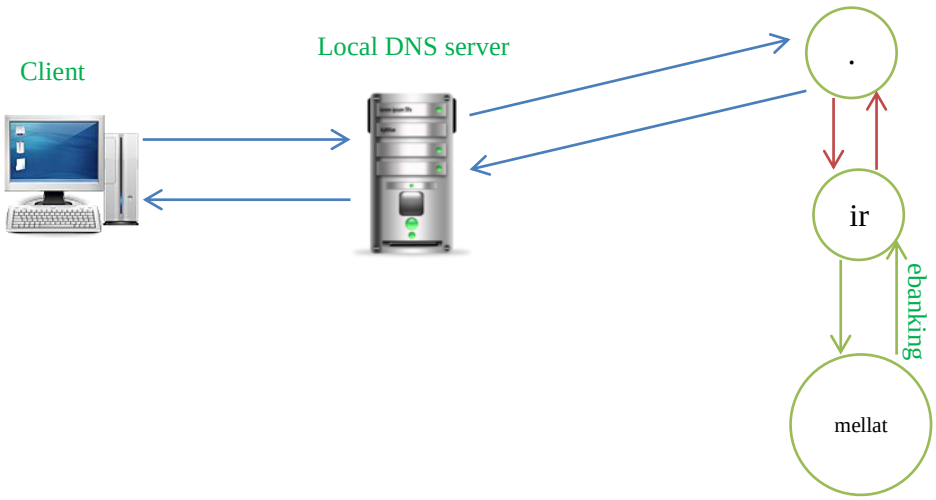
شکل زیر نماینگر این نوع نگاشت (جستجو) است؛ فرض بر این است که ترمینـال خواسـتار مراجعـه بـه ebanking.mellat.ir است:



روش بازگشتی (Recursive)

در این روش بار پردازشی بر عهده‌ی Root یا بالاترین حوزه قرار می‌گیرد و عملاً می‌توان DNS Server محلی را حذف کـرد، چرا که کار خاصی انجام نمی‌دهد! برای مقیاس‌های کوچک مناسب است.

شکل زیر نمایانگر این مدل جستجو است؛ (با همان فرض بالا)



اگر از دید DNS سرور محلی نگاه کنیم که مورد بازگشتی مناسب است ، چرا که حالت تکرار برای سرور محلی سربار دارد.

در اینترنت از روش تکرار (iterative) استفاده می‌شود، چرا که اگر از روش بازگشتی استفاده شود تمامی سربار بر دوش Root قرار می‌گیرد و در صورت وصول تعداد زیادی درخواست، در خواست‌ها باید منتظر بمانند تا Root به آنها پاسخ دهد، به عبارت دیگر در یک نقطه ازدحام بوجود می‌آید و تمام درخواست‌ها به ان وابسته خواهند بود.

در شبکه‌های محلی همواره یک DNS سرور محلی وجود دارد.

در جهان اینترنت DNS سروهایی وجود دارند که به صورت عمومی عمل کرده و به درخواستهای خارج از شبکه‌ی خود (خارج از حوزه) نیز پاسخ می‌دهند. دو DNS معروف در این زمینه:

گوگل با IP آدرس: 8.8.8.8

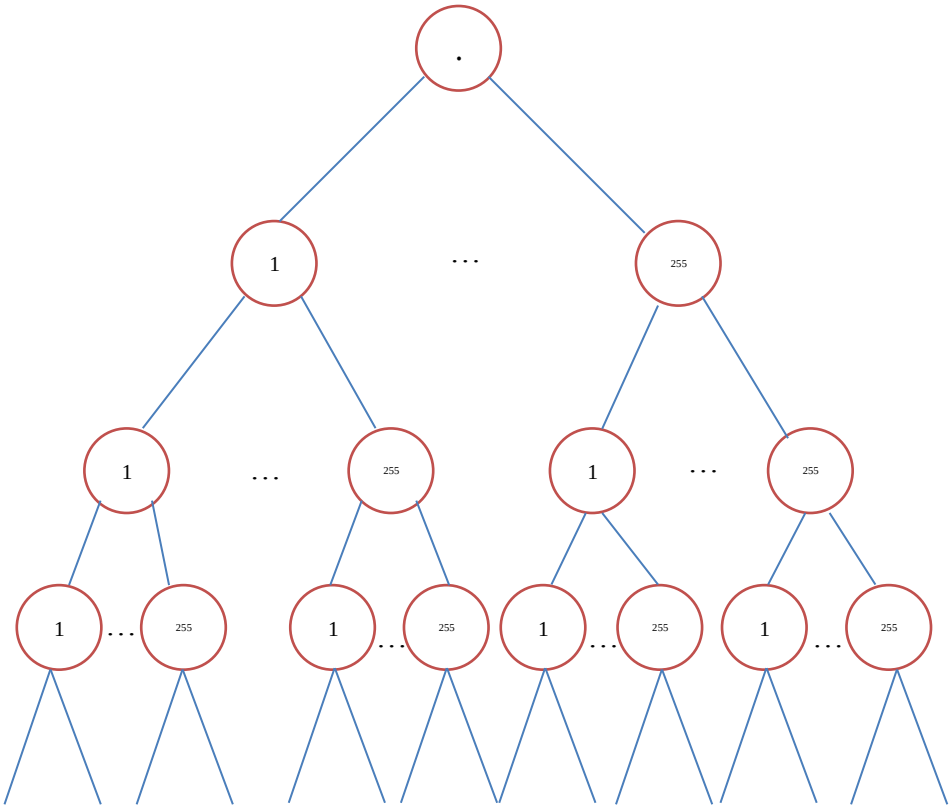
یاهو با IP آدرس: 4.2.2.4

روش معکوس (Reverse)

این روش برخلاف عملیات‌های نگاشت فوق عمل می‌کند؛ به عبارت دیگر آدرس IP موجود است و نام دامنه‌ی آنرا خواهانیم.

در نتیجه درخت تشکیل آن نیز برعکس است و سلسله مراتب آن در ۴ سطح خواهد بود.(چرا که IP چهار بخشی است)

در این روش IP را از ابتدا و از بالا شروع به جستجو کرده تا به انتهای آن برسد، به دلیل یکپارچه بودن درخت در این حالت به‌روزرسانی آن دشوار و مشکل‌زا است.



مثال) آدرس IP دامنه‌ای بنام ut.ac.ir را چگونه بدست می‌آورید؟

استفاده از Ping ساده‌ترین راه برای اینکار است. راه دیگر استفاده از سایت‌های Who is!? است.(معروفترین سایت How is!? می‌توان http://www.dnsstuff.com را نام برد)

دستور IP lookup، باعث برگرداندن تمام زیر مجموعه‌های یک DNS سرور می‌گردد.

DNS Cache

در هر DNS سرور محلی وقتی درخواستی برای آن برسد ابتدا کش خود را چک می‌کند، اگر IP نام حوزه‌ی درخواست شده در آن وجود داشت، دیگر درخواست را برای ریشه ارسال نمی‌کند و از روی خود سرور برای پاسخ‌گویی استفاده می‌شود که اینکار باعث افزایش سرعت پاسخگویی به کلاینت می‌گردد.

URL

آدرس مستنداتی که نیاز است آن را در اختیار داشته باشیم؛ (سیستم آدرس‌دهی یکپارچه)

شکل کلی آن به صورت زیر است:

آدرس سند روی ماشین مقصد/شماره پورت : آدرس ماشین مقصد//:پروتکل

http://192.168.130.100:8080/chat

ساختار بانک‌اطلاعاتی DNS Server

اطلاعات به صورت text ذخیره می‌شوند. در این دیتابیس داده‌های لازم برای تحلیل یک نام نمادین، ذخیره می‌شوند. بانک‌اطلاعاتی مذکور می‌تواند در هر سرویس دهنده مقداری متفاوت باشد اما برخی اطلاعات آن همواره ثابت است. به این بانک اطلاعاتی Resource Records می‌گویند.

هر رکورد در این فایل معمولاً دارای ۵ فیلد است:

Domain Name	Time to live	Class	Type	Value

Domain Name: نام حوزه یا نام مربوط به یک ماشین

Time to live: مدت اعتبار و استناد به رکورد

Class: مشخص کردن شبکه‌ی ماهیت نام نمادین (هر شبکه می‌تواند روش خاص خود را برای تعریف نام نمادین در شبکه محلی خود داشته باشد). اگر رکوردی مربوط به یک نام در شبکه ی اینترنت باشد در این فیلد رشته ی in قرار می‌گیرد.

Type: این فیلد نوع رکورد و معنای آنرا مشخص می‌کند.

برخی از موارد مهمی که در این فیلد قرار می‌گیرند:

A: آدرس IP شبکه

NS: نام سرور (آدرس DNS Server)

CNAME: نام مستعار (یک سایت می‌تواند چندین نام مستعار داشته باشد)

PTR: اشاره‌گر (IP را گرفته و آدرس دامنه را برمی‌گرداند).

MX: آدرس‌های ایمیل سرور

SOA: اطلاعات ابتدایی پیرامون ناحیه‌ی آدرس نمادین

مثال زیر نمایش یک رکورد از اطلاعات RR است:

```
ns.nic.ddn.mil    99999999    IN    A    192.112.36.4
```

پروتکل انتقال فایل (File Transfer Portocol [FTP])

پروتکل FTP توانایی مشاهده دایرکتوری‌ها و مدیریت آنها و همچنین مدیریت دسترسی به فایل‌ها را دارا می‌باشد. این پروتکل از دو پورت استفاده می‌کند. از طریق پورت ۲۱ برای انتقال دستورات و از طریق پورت ۲۰ برای انتقال داده‌ها استفاده می‌نماید.

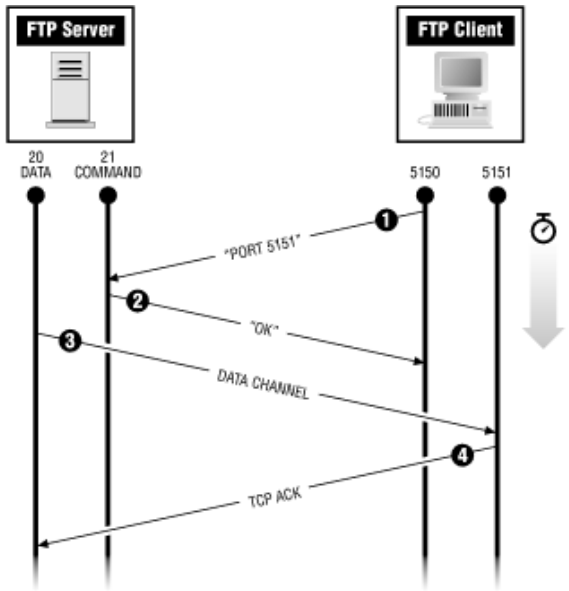
این پروتکل در دو مد normal و passive اتصال را برقرار می‌کند.

حالت Normal

دراین حالت سرور روی پورت ۲۱ آماده‌ی دریافت اطلاعات است. در این حالت، کلاینت به سرور وصل شده و دستور پورت را به سرور ارسال می‌کند به این معنا که بر روی پورت x (x عددی بیشتر از ۱۰۲۴ است؛ در مثال زیر ۵۱۵۱ است.) منتظر یک فایل است؛ سرور نیز تایید کرده؛ اکنون سرور پورت ۲۰ را فعال کرده و یک کانال داده به کلاینت می‌فرستد که کلاینت نیز تاییدیه صادر کرده و عملیات مبادله‌ی اطلاعات آغاز می‌شود.

این مد با Fire wall مشکل دارد. چرا که کانال ارسال داده از طرف سرور فعال می‌شود و فایروال جلوی این پورت را خواهد گرفت. یک راه مقابله با این مشکل این است که فایروال کار پردازش انجام دهد و پورت و دستورات FTP را شناسایی کند؛ البته این روش مشکلی خواهد داشت و آن این است که فایروال مدت زیادی برای پردازش نیاز دارد و نگه‌داری دستورات نیز فضای زیادی را می‌طلبد که در صورت وجود دستورات FTP زیاد فایروال دچار مشکل و ازدحام خواهد شد.

شکل زیر نمایانگر اتصال به حالت Normal است:



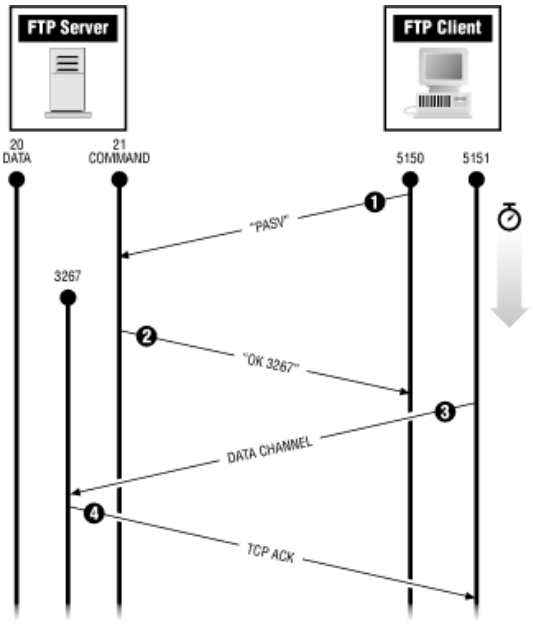
همانطور که گفته شد FTP دو نوع دستور (Command) دارد؛ اولی دستورات کاربری مانند (dir, cd, …) و دیگری دستورات پروتکلی هستند که بین سرور و کلاینت رد و بدل می‌شوند. برای مثال دستورات در شکل بالا از نوع پروتکلی هستند.

حالت Passive

برای حل مشکل بیان شده از این مد استفاده می‌شود.در حقیقت این مد بحث اختصاص کانال توسط کلاینت صورت می‌گیرد نه سرور به این شکل مشکلی با فایروال نخواهد داشت.

و تمام کارها نیز روی یک پورت صورت خواهد گرفت! چرا که سرور همراه با تاییـد برقـراری ارتبـاط پـورت را نیـز اختصـاص می‌دهد و کلاینت کانال ارتباطی را فعال کرده که در نهایت سرور آنرا تایید می‌کند.

شکل زیر نمایش این مد اتصال است:



پروتکل TFTP (Trivial File Transfer Protocol)

این مدل بر خلاف FTP که بر مبنای TCP و کاملاً مطمئن عمل می‌کند؛ بر مبنای UDP پیاده سازی شده است و غیرمطمئن است؛ در حقیقت مدل ساده شده‌ی FTP است.

این مدل برخی از قابلیت‌های FTP را ندارد و به دلیل فعالیت بر اساس پروتکل UDP بسیار سبک‌تر از FTP است. در TFTP عملیاتی نظیر فهرست‌گیری از فایل‌ها و شاخه‌ها، تغییر شاخه‌ی جاری و احراز هویت کاربر امکانپذیر نیست.

از این پروتکل معمولاً در دستگاه‌های سخت‌افزاری که قدرت پردازش کامپیوترهای معمولی را ندارند (مانند ماشین‌هـایی کـه بدون دیسک فعالیت می‌کنند و از ROM بهره می‌برند) استفاده می‌شود.

از آنجا که TFTP بر مبنای UDP است و به دلیل عدم برقراری ارتباط دست تکانی سه مرحله‌ای و عدم ثبت IP کاربر امکـان سوء استفاده‌ی هکرها را نیز فراهم می‌کند.