۲ پروتکل IP (Internet Protocol):

قراردادی که حمل و تردد بسته‌های اطلاعاتی و همچنین مسیریابی صحیح آن‌ها را از مبدا به مقصد مدیریت و سازماندهی می‌کند، پروتکل IP نام دارد.

مسیریاب Router:

ماشینی است که تعدادی ورودی/خروجی داشته و بسته‌های اطلاعاتی را از ورودی‌ها تحویل گرفته و بر اساس آدرس مقصد، یکی از کانال‌های خروجی را برای انتقال بسته انتخاب می‌نماید. به نحوی که بسته را به مقصد نزدیک نماید.

میزبان (Host):

ماشینی است که هیچ نقشی در هدایت بسته‌های اطلاعاتی روی شبکه ندارد و فقط تولید کننده یا دریافت کننده‌ی بسته‌های اطلاعاتی است.

دیتاگرام:

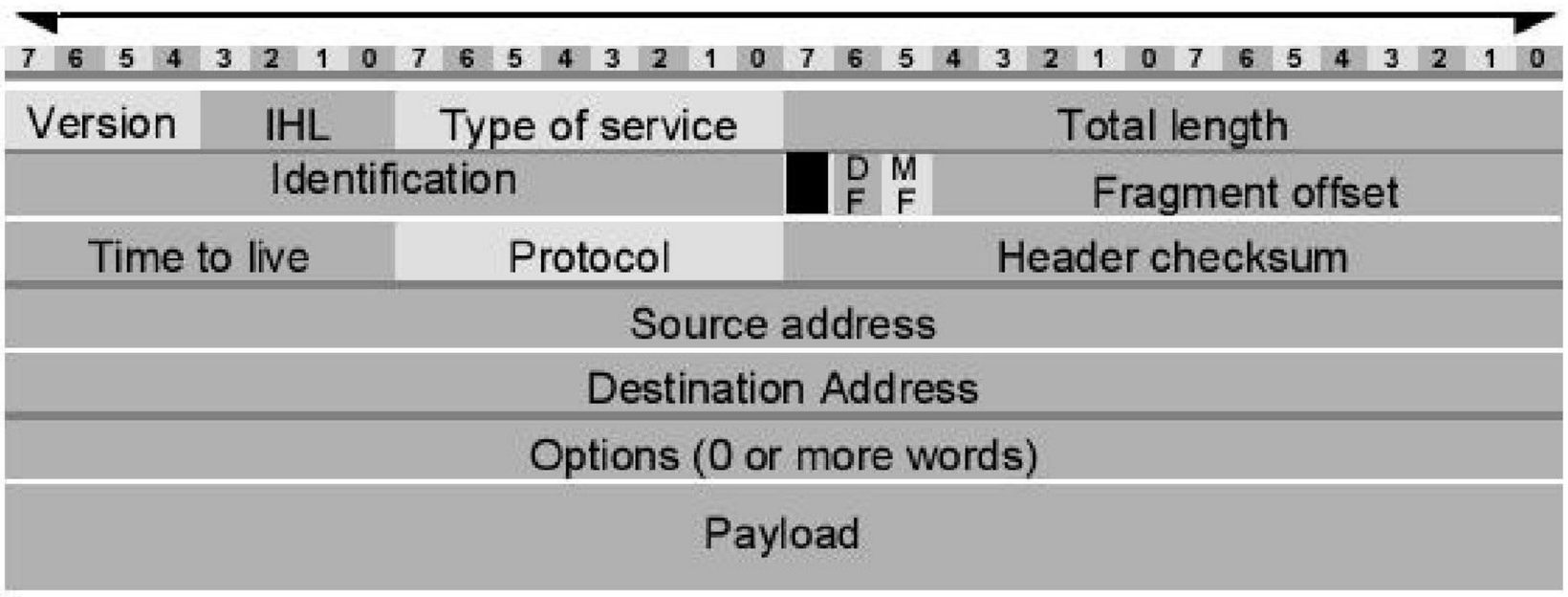
یک واحد اطلاعاتی است که به صورت یکجا از لایه‌ی IP به لایه‌ی انتقال تحویل داده می‌شود و یا بالعکس لایه‌ی انتقال آن‌را جهت ارسال روی شبکه به لایه‌ی IP تحویل داده و ممکن است شکسته شود.

پروتکل IP (Internet Protocol):

عمده‌ترین پروتکل مورد استفاده در لایه شبکه (لایه اینترنت در مدل TCP/IP) در اینترنت است و وظیفه اصلی آن آدرس‌دهی و رساندن بسته‌ها به مقصد از میان شبکه‌های مختلف است. در حال حاضر پروتکل IP دارای نسخه‌های ۴ و ۶ است. IPv4 بصورت گسترده در شبکه اینترنت مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالیکه IPv6 هنوز رایج نشده است زیرا نیاز به تغییرات در سخت افزار و نرم افزار شبکه دارد.

قالب یک بسته‌ی IP نسخه ۴(IP_{V4} Header):

یک بسته‌ی IP از دو قسمت سرآیند و قسمت حمل داده تشکیل شده است. مجموعه اطلاعاتی که در قسمت سرآیند بسته‌ی IP درج می‌شود توسط مسیریاب‌ها مورد استفاده و پردازش قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۱: ساختار بسته IP

معرفی فیلدها:

Version:

شماره‌ی نسخه‌ی IP را مشخص می‌کند. به طور مثال IPv4 یا IPv6

IHL: Internet Header Length

طول سرآیند IP است که واحد آن بر اساس 4 byte است. که طول حداقل آن باید 20 byte باشد یعنی عدد 5 ، و طول حداکثر آن 60 byte یعنی عدد 15 می‌باشد. زیرا فیلد IHL ، 8 bit ای است و حداکثر عددی را که می‌تواند در خود جای دهد عدد 15 است.

TOS: Type Of Service

نوع سرویس را مشخص می‌کند و 8 bit است و توسط آن ماشین میزبان یا فرستنده از مجموعه‌ی زیر شبکه (مجموعه‌ی مسیریاب‌های بین راه) تقاضای سرویس ویژه‌ای (مثلا ارسال با حداقل تاخیر) را برای ارسال یک بسته می‌نماید. کاربرد هریک از این ۸ بیت در جدول زیر آمده است:

P2	P1	P0	D	T	R	_	_
تقدم بسته			**تأخیر**	**توان خروجی**	**قابلیت اطمینان**	**بلااستفاده**	

Total Length:

طول کل بسته‌ی IP را مشخص می‌کند و واحد آن bit است که 16 bit می‌باشد.

Identification:

شماره‌ی یک دیتاگرام واحد را مشخص می‌کند. این فیلد برای تمام قطعاتی که متعلق به یک بسته IP هستند (و در بین مسیر fragment شده است) یکسان است.

DF: Don't Fragment

با یک شدن این بیت در یک بسته‌ی IP هیچ مسیریابی حق ندارد آن را قطعه‌قطعه کند چرا که مقصد قادر به بازسازی دیتاگرام‌های تکه‌تکه شده نیست. حال اگر این بیت به ۱ تنظیم شده باشد و مسیریابی نتواند آن را به دلیل بزرگی اندازه‌ی آن، انتقال دهد به ناچار آن را حذف خواهد کرد.

MF: More Fragments

این فیلد نشان می‌دهد که آیا بسته‌ی IP آخرین قطعه از یک دیتاگرام محسوب می‌شود یا باز هم قطعه‌ی بعدی وجود دارد. در آخرین قطعه از یک دیتاگرام، بیت MF صفر خواهد بود و در بقیه الزاما ۱ است.

Fragment Offset:

شماره‌ی ترتیب هر قطعه در یک دیتاگرام شکسته شده را مشخص می‌کند به همین دلیل یک دیتاگرام حداکثر می‌تواند به ۸۱۹۲ تکه تقسیم شود. چون عددی که در این فیلد قرار می‌گیرد ضریب ۸ دارد (بعنوان مثال اگر عدد ۹ قرار گیرد یعنی این قطعه از ابتدای بسته ۷۲ بایت فاصله دارد)، بنابراین اندازه هر قطعه باید ضریبی از ۸ باشد.

TTL: Time To Live

این فیلد که 8 bit است طول عمر بسته (در واقع Hop count) را مشخص می‌کند. فرستنده‌ی هر بسته یک مقدار اولیه داخل این فیلد قرار می‌دهد و هر یک از مسیریاب‌های بین راه یک واحد از مقدار آن کم کرده و آن را به سمت مقصد هدایت می‌کنند. هرگاه مقدار این فیلد به صفر رسید مسیریاب‌های بین راه بسته را دور می‌ریزند. با استفاده از این فیلد امکان تشخیص بسته‌های سرگردان و خارج کردن آن‌ها از شبکه به وجود می‌آید.

این فیلد مکانیزمی برای تشخیص بسته‌های سرگردان در شبکه است.

Protocol:

این فیلد که 8 bit است نوع پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر را مشخص می‌کند. در واقع گیرنده‌ی بسته‌ی IP از روی این فیلد تشخیص می‌دهد که Payload بسته را به کدام پروتکل لایه‌ی انتقال باید تحویل دهد.

Header Checksum:

16 bit است و وظیفه‌ی آن کشف خطاست. برای محاسبه‌ی کد کشف خطا، کل Header به صورت ۲ بایت، ۲ بایت با یکدیگر جمع می‌شود و نهایتا حاصل جمع به روش مکمل ۱ منفی می‌شود. و این عدد منفی در این فیلد قرار می‌گیرد. در هر مسیریاب قبل از پردازش و مسیریابی مجددا checksum به روش گفته شده (البته با در نظر گرفتن کم شدن مقدار TTL) محاسبه شده و با عدد قبلی جمع می‌شود. اگر حاصل صفر بود یعنی اینکه بسته بدون خطا دریافت شده است در غیر این صورت خطایی رخ داده است.

Source Address:

هر ماشین میزبان در شبکه‌ی اینترنت یک آدرس جهانی و یکتای ۳۲ بیتی دارد. بنابراین هر ماشین میزبان در هنگام تولید یک بسته‌ی IP باید آدرس خودش را در این فیلد قرار بدهد.

Destination Address:

در این فیلد آدرس ۳۲ بیتی مربوط به ماشین مقصد که باید بسته‌ی IP تحویل آن بشود، قرار می‌گیرد.

Options:

این فیلد اختیاری است و حداکثر می‌تواند 40 byte باشد. و شامل اطلاعاتی است که می‌تواند به مسیریاب‌ها در مورد یافتن مسیر مناسب کمک کند.

Payload:

در این فیلد داده‌های دریافتی از لایه‌ی بالاتر قرار می‌گیرد.

۲-۱ آدرس‌های IP

پروتکل اینترنت در ارتباطات بین شبکه‌ای از آدرس‌های منحصر به فرد و یکتای ۳۲ بیتی بهره می‌برد.که به IPv4 معروف است.(هرچند نسل دوم آدرس‌های IP که به IPv6 معروفند و ۱۲۸ بیتی می‌باشند نیز به وجود آمده است که در مراحل آغازین استفاده است و هنوز همه‌گیر نشده است. به همین دلیل ما به معرفی IPv4 می‌پردازیم)

آدرس‌های IP درون یک عدد دودویی ۳۲ بیتی درج می‌شوند ولیکن برای سادگی نمایش به چهار قسمت ۸ بیتی تقسیم و به صورت چهار عدد دهدهی که با نقطه از هم جدا شده‌اند، نوشته می‌شود. یعنی معادل هر یک از بایت‌های آدرس به صورت مجزا نوشته شده و هر عدد با یک علامت نقطه از دیگری تفکیک می‌شود. به عنوان مثال آدرس زیر یک آدرس IP معتبر می‌باشد که در قالب چهار قسمت دهدهی نوشته شده است.

34.21.255.1

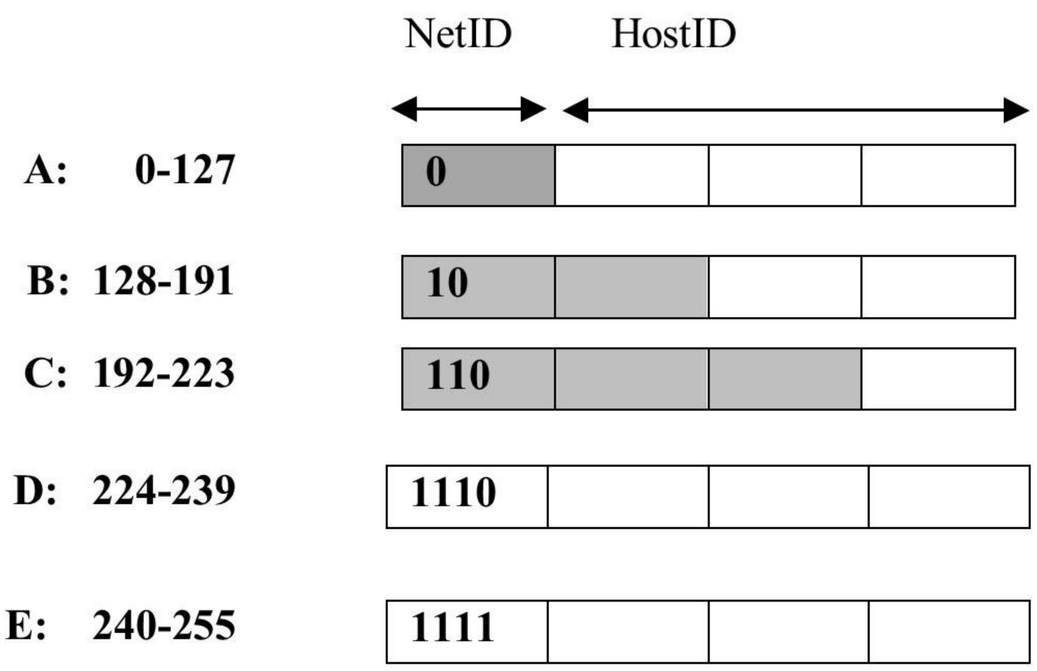
این آدرس به صورت زیر در فیلد آدرس از یک بسته‌ی IP تنظیم می‌شود:

0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

پرارزش‌ترین بایت، یعنی اولین بایت سمت چپ از آدرس IP ، کلاس‌های آدرس را مشخص می‌کند و از این رو دارای اهمیت ویژه است.

۲-۲ کلاس‌های آدرس IP:

- آدرس‌های IP سلسله‌مراتبی هستند. یعنی آدرس IP از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول از آدرس IP مشخص کننده‌ی NetID (شماره شبکه) و بخش دوم مشخص‌کننده‌ی HostID (شماره میزبان در شبکه) است. تمام آدرسهایی که بخش NetID آنها با هم برابرند مربوط به یک شبکه هستند
- IPv4 دارای کلاس‌های A,B,C,D,E می‌باشد. IPهای کلاس E رزرو شده‌اند و برای مقاصد تحقیقاتی و آزمایش پروتکل‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. IP های کلاس D برای Multi Cast (چند پخشی) به کار می‌روند. برای تشخیص اینکه یک آدرس IP در کدام کلاس قرار دارد، کافیست به اولین عدد سمت چپ آن نگاه کنید و بر اساس مقادیر مذکور در جدول زیر، کلاس آنرا تشخیص دهید.



کلاس IP	محدوده IP (دهدهی)	محدوده IP (بیت)	تعداد شبکه	تعداد Host
A	0 127	00000000 01111111	2^7-2	2^{24}-2
B	128 191	10000000 10111111	2^{14}	2^{16}-2
C	192 223	11000000 11011111	2^{21}	2^8-2
D	224 239	11100000 11101111	–	–
E	240 255	11110000 11110111	–	–

۲-۲-۱ آدرس‌های خاص

آدرسهای خاص آدرسهایی هستند که کاربرد ویژه‌ای دارند و نمی‌توان آنها را به میزبانی در شبکه تخصیص داد، بطور کلی این آدرسها عبارتند از:

۱- تمام بیت‌ها صفر باشند.(یعنی خود شبکه یا خود میزبان). اگر بیت‌های مربوط به شماره شبکه را دست نخورده باقی بگذاریم و تمام بیت‌های مربوط به شماره میزبان را صفر قرار دهیم، آدرس IP بدست آمده را آدرس آن شبکه گویند. به عنوان مثال آدرس 192.168.11.10 را در نظر بگیرید، این آدرس در کلاس C قرار دارد، بنابراین ۲۴ بیت سمت چپ مربوط به شماره شبکه است و ۸ بیت (۱ بایت) سمت راست شماره میزبان در شبکه است که با صفر قرار دادن قسمت HostID آدرس شبکه 192.168.11.0 بدست می‌آید. اگر تمام بیتهای بخش NetID و HostID را صفر قرار دهیم، آدرس به دست آمده (0.0.0.0) به معنی آدرس خود میزبان (فرستنده) است، به عبارتی دیگر اگر آدرس IP

مقصد بسته‌ای 0.0.0.0 باشد، آن بسته بر روی شبکه نخواهد رفت. کاربرد این آدرس زمانی است که فرستنده بسته هنوز آدرس خود را نمی داند و آنرا بعنوان آدرس IP مبدا بسته‌های ارسالی خود درج می‌کند.

۲- تمام بیت‌ها یک باشند.(یعنی آدرس BroadCast و به معنی آن است که مقصد بسته تمام میزبانهای داخل آن شبکه می‌باشند) اگر بیت‌های مربوط به شماره شبکه را دست نخورده باقی بگذاریم و تمام بیت‌های مربوط به شماره میزبان را 1 قرار دهیم، آدرس IP بدست آمده را آدرس Broadcast آن شبکه گویند. به عنوان مثال آدرس 192.168.11.10 را در نظر بگیرید، این آدرس در کلاس C قرار دارد، بنابراین ۲۴ بیت سمت چپ مربوط به شماره شبکه است و ۸ بیت (۱ بایت) سمت راست شماره میزبان در شبکه است که با 1 قرار دادن تمام بیتهای قسمت HostID آدرس Broadcast شبکه 192.168.11.255 بدست می‌آید. اگر تمام بیتهای بخش NetID و HostID را 1 قرار دهیم، آدرس به دست آمده (255.255.255.255) به معنی آدرس Broadcast در تمام شبکه‌ها است، به عبارتی دیگر اگر آدرس IP مقصد بسته‌ای 255.255.255.255 باشد، آن بسته برای تمام میزبانهای همه شبکه‌ها ارسال شده است (البته در عمل، معمولا مسیریابها اجازه عبور بسته‌های Broadcast به خارج شبکه و برعکس را نمی‌دهند). کاربرد این آدرس زمانی است که فرستنده بسته هنوز آدرس خود را نمی‌داند و می‌خواهد بسته‌ای را برای تمام میزبانهای شبکه ارسال کند.

۳- آدرس IP (127.*.*.*) آدرس میزبانی را تعیین نمی‌کند بلکه به صورت قراردادی به عنوان آدرس " حلقه‌ی بازگشت" یا Loop Back جهت اهداف اشکال‌زدایی و نیز تست نرم‌افزارهای تحت شبکه کاربرد دارد است و به معنی آدرس همان میزبان است. وقتی آدرس مقصد بسته‌ای 127.*.*.* باشد (جای * هر عددی بین ۰-۲۵۵ می‌تواند باشد) پروتکل IP آن بسته را تحویل لایه پایین‌تر نمی‌دهد، بلکه آنرا دوباره به لایه بالایی (انتقال) برمی‌گرداند و لایه انتقال نیز تحویل لایه کاربرد می دهد، بدین ترتیب برنامه لایه کاربرد، تصور می‌کند که داده‌ای از شبکه دریافت شده است.

∞ نکته: در هر محدوده آدرس IP، دو آدرس اول و آخر محدوده (یعنی تمام بیت‌های بخش HostID صفر و یا تمام بیت‌های بخش HostID برابر ۱) را نمی‌توان به هیچ میزبانی اختصاص داد زیرا به ترتیب آدرس خود شبکه و آدرس همه‌پخشی در شبکه می باشند.