به نام خدا

معرفی IPv٦

جواد رحیمی

دانشکده برق و کامپیوتر

دانشگاه شهید بهشتی تهران

Armin.rhm@gmail.com

چکیده

پروتکل IPv٦، به عنوان استاندارد نسل جدید اینترنت، از معماری آدرس‌دهی کاملا متفاوتی نسبت به IPv٤، برخوردار است. گسترش روز افزون اینترنت، محدودیت‌ها و مشکلاتی از قبیل آدرس‌دهی محدود و امنیت پایین در نسخه قبلی پروتکل اینترنت(IPv٤) سبب شد تا نسل جدیدی از این پروتکل به وجود بیایدکه امکان تعریف آدرس‌های آی پی بیشتری را میسر کند. علاوه بر این پروتکلIPv۶، با ساده‌سازی سرآیند بسته لایه شبکه، پردازش بسته ها را سریعتر کرده است که در ادامه به تشریح آن ها می‌پردازیم.

کلمات کلیدی

نسخه چهارم IP، IPv۶، پروتکل IPv۶، IPng

۱. مقدمه

در دنیای امروزه که درآن همه چیز از رایانه‌ها گرفته تا گوشی‌های همراه، اتومبیل و لوازم خانگی می توانند به اینترنت و یا شبکه‌های داخلی وصل شوند. به عنوان مثال شما در منزلتان نشسته‌اید و می‌خواهید کارخانه خود را که کیلومترها دورتر از شماست، ببینید و از روال انجام کار در آنجا باخبر شوید. با استفاده از دوربینی که در قسمت‌های مختلف نصب شده است، کارخانه‌ی خود را مشاهده می‌کنید و از طریق رایانه خود کارهای دفتری خود را انجام می‌دهید. یا به عنوان مثالی دیگر، خانه‌های هوشمند را در نظر بگیرید که همه‌ی لوازم خانگی به شبکه اینترنت متصل شده‌اند و شما می‌توانید آنها را روشن، خاموش و مدیریت کنید. همه‌ی این کارها را از راه‌دور و به صورت بی‌سیم انجام می‌دهید. یک ایراد وجود دارد هر دستگاهی که بخواهد به اینترنت وصل شود و خودش را به بقیه دستگاه‌ها و اجزای اینترنت معرفی کند، می‌بایست آدرس IP خاص خود را داشته باشد. ولی برای این همه دستگاه و وسیله الکترونیکی به اندازه کافی IP نداریم. حدود بیست سال پیش هیچ کس حتی تصور نمی‌کرد که چهار میلیارد آدرس IP در یک روز تمام شود. اولین نسخه مهم ساختار آدرس دهی آی‌پی با نام نسخه ۴ پروتکل اینترنت یا IPv٤ شناخته می‌شود که همچنان پروتکل اصلی اینترنت است ولی با گسترش روزافزون اینترنت و نیاز به آدرس‌های بسیار بیشتر، نیاز بود تا تکنولوژی جدیدی پدید آید که امکان تعریف آدرس‌های آی‌پی بیشتری را میسر کند. که بهترین راه حل ساخت مجدد نشانی پروتکل اینترنت بود. از این رو پروتکل اینترنت IPv٦ به وجود آمد. بدون شک IPv٦ یکی از بزرگترین و فراگیرترین

تغییراتی بود که بر روی ساختارهای پایه‌ای اینترنت اعمال شد. تغییری که در طول ۲۰ سال گذشته بی سابقه بوده است. برترین ویژگی IPv٦، افزایش فضای آدرس‌دهی آن از ۳۲ بیت به ۱۲۸ بیت است که مخزن آدرس‌های IP را از ۴ میلیارد به ۳۵ تریلیون افزایش می‌دهد. و نکته جالب این‌جاست که با وجود چنین افزایشی، پردازش بسته‌هایIP پیچیده‌تر نخواهد شد. چرا که در IPv۶ فرمت سرآیند بسته‌ها ساده‌تر شده است.
در این مقاله، ابتدا با IPv٦ آشنا می‌شویم و سپس ویژگی‌ها، شکل و ساختار آدرس‌های IPv٦ و نحوه‌ی آدرس‌دهی آن را بررسی کرده و سپس به تحلیل بسته IPv٦ می‌پردازیم.

۲. معرفی IPv۶

IPv٦ یکی از پروتکل‌های لایه شبکه می‌باشد که برای انتقال بسته‌های داده، صوت و تصویر از طریق اینترنت استفاده می شود. این پروتکل بستر اصلی اینترنت نسل آینده خواهد بود که نسبت به IPv٤ نسخه‌ی فعلی IP پیشرفت‌های شگرفی در زمینه فضای آدرس‌دهی، تحرک، همگرایی و امنیت دارد. قابل ذکر است که نام دیگر آن IPng [۱]می‌باشد.

۳. ویژگی‌های و امکانات IPv۶

از جمله ویژگی‌هایی که می‌توان برای IPv٦ برشمارد عبارت است از:

۳-۱. فضای آدرس دهی بسیار زیاد

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که دنیای اینترنت در طی حیات خود می‌بینند، تمام شدن آدرس IPv٤ می‌باشد. در سوم فوریه ۲۰۱۱ سازمان IANA[۲]، بازوی فنی ICANN[۳] که مسئول مدیریت و واگذاری نام‌های دامنه و آدرس‌های پروتکل اینترنت در دنیا می‌باشد، اعلام کرد که ذخیره بلوک‌های آدرس‌های IPv٤ به پایان رسیده است و مجبور است منابع ذخیره خود را استفاده کند[Khosro shahi]. لذا هرگونه کوتاهی در پیاده‌سازی IPv٦ قبل از به اتمام رسیدن IPv٤ موجود، سبب به وجود آمدن مشکلات فراوانی برای سازمان‌های مختلف خواهد شد. بنابراین یکی از دلایل طراحی و به وجود آمدن IPv٦ این بود که فضای آدرس‌دهی بسیار زیادی را پوشش دهد.

اولین و مهمترین ویژگی IPv٦ فضای آدرس‌دهی بسیار زیاد آن نسبت به IPv٤ می‌باشد. IPv٤ از آدرس‌های ۳۲ بیتی استفاده می‌کند، در حالی که IPV٦ از آدرس‌های ۱۲۸ بیتی استفاده میکند که امکان آدرس‌دهی بسیار بالایی را فراهم کرده که مشکل محدود بودن آدرس‌دهی را برای سال‌های طولانی رفع می‌کند[Lorenzo Colitti, Steinar H,۲۰۰۵].

۳-۲. ساده سازی سرآیند

[۱] internet protocol next generation
[۲] Internet Assigned Numbers Authority
[۳] Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

دومین زمینه‌ای که IPv٦ در آن پیشرفت داشته است، ساده‌سازی سرآیند می‌باشد. سرآیند IPv٦ با نادیده گرفتن برخی از فیلدهای اضافی در مقایسه با IPv٤ این امکان را می‌دهد تا مسیریاب‌ها[١](روترها) بسته‌ها[٢] را با سرعت بیشتری پردازش کنند و تاخیر آن کاهش یابد.

۳-۳. چندپخشی[٣]

سومین ویژگی IPv٦ که نقطه مقابل IPv٤ می‌باشد، این است که به جای استفاده از انتقال برودکست[٤] از انتقال چند بخشی استفاده می‌کند. که در ادامه این مقاله به تشریح انتقال چند بخشی می‌پردازیم.

۳-۴. امنیت[٥]

چهارمین زمینه که پیشرفت شگرفی داشته است، بحث امنیت IPv٦ می‌باشد.احراز هویت[٦]وحفظ محرمانگی اطلاعات [٧] از مهمترین ویژگی‌های نسخه جدید و بهبود یافته IP می‌باشد. شایان ذکر است که بعدها این ویژگی‌ها با عنوان IPsec به IPv٤ اضافه شد. بنابراین در حاله حاضر تفاوتی از نظر امنیت بین این دو ویرایش IP وجود ندارد.[S. Bradner,۲۰۰۳]

۳-۵. سایر ویژگی‌ها

از جمله ویژگی‌های دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد، فراهم آوردن امکان جابه‌جایی میزبان‌ها[٨] بدون نیاز به تغییر آدرس، امکان پیشرفت و تکامل در آینده و پیکربندی خودکار هاست‌های بدون تابعیت می‌باشد.

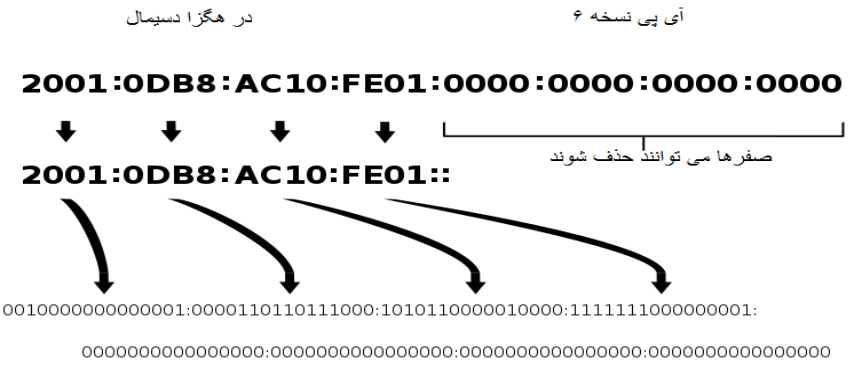
۴. آدرس‌دهی

آدرس‌های IPV٦ از دو بخش منطقی ۶۴ بیتی شبکه[٩] و۶۴ بیتی میزبان تشکیل شده است. شکل و ساختار آدرس‌دهی در IPv٦، برخلاف IPv٤ (که از اعداد دهدهی استفاده و آن‌ها را با نقطه از هم جدا می‌کند) به صورت هشت بخش چهارتایی از اعداد هگزا دسیمال تشکیل شده و با استفاده از دونقطه (:) از هم جدا می‌شود. (شکل ۱) قابل ذکر است، نمی‌توان دو دونقطه در یک آدرس

---

١ router
٢ Packet
٣ Multicast
٤ Broadcast
٥ Security
٦ Authenticatication
٧ Privacy
٨ hosts
٩ network

قرار داد، زیرا باعث مبهم شدن عبارت آدرس می‌شود. همچنین در هر قسمت می‌توان حداقل از ۰۰۰۰ و حداکثر از عدد DDDD استفاده کرد.



شکل ۱.ساختار آدرس دهی در IPv۶

برای راحتی در خواندن این آدرس‌ها، قسمت‌هایی که شامل چهار رقم صفر هستند، می‌توانند حذف شوند و به جای آن دوتا دونقطه (::) قرار داده می‌شود.

به عنوان مثال آدرس نشان داده شده در شکل زیر را می‌توان به صورت خلاصه شده شکل زیر نوشت. بر اساس این قاعده هر عدد از ۰۰۰۰های متوالی را می‌توان با استفاده از دو دونقطه جایگزین کرد تا جاییکه در هر آدرس فقط از یک دو نقطه در آدرس استفاده می‌شود. بنابراین، تمامی آدرسهای زیر با هم مشابه و معتبر هستند:

CA۰۲: ۰DB۸:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۱۲۰B:۳۳A۱

شکل (۲) آدرس IPv۶ قبل از خلاصه شدن

CA۰۲: ۰DB۸:: ۱۲۰B: ۳۳A۱

شکل (۳) آدرس IPv۶ پس از خلاصه شدن

CA۰۲: ۰DB۸:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۰۰۰۰: ۱۲۰B: ۳۳A۱
CA۰۲: ۰DB۸:۰۰۰۰:۰۰۰۰:۰۰۰۰:: ۱۲۰B: ۳۳A۱
CA۰۲: ۰DB۸:۰:۰:۰:۰: ۱۲۰B: ۳۳A۱
CA۰۲: ۰DB۸:۰:۰:: ۱۲۰B: ۳۳A۱
CA۰۲: ۰DB۸:: ۱۲۰B: ۳۳A۱
CA۰۲: ۰DB۸:: ۱۲۰B: ۳۳A۱

جدول (۱) نمونه‌های معتبر آدرس IPv۶

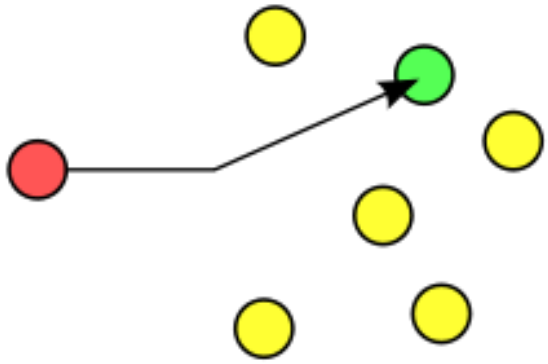
۵. انواع آدرس‌های IPv۶

به طور کلی انواع آدرس‌های IPv۶[۶] به سه گروه زیر تقسیم بندی می‌شوند که عبارت است از:

- تک بخشی[۱]
- انیکست[۲]
- چند بخشی[۳]

۵-۱. تک بخشی

آدرس دهی تک‌بخشی هم مانند ارتباط نقطه به نقطه[۴] است و فرستنده بسته را به یک گیرنده خاص می‌فرستد، مانند این است که به یه فرد خاص، صحبت کنیم(شکل ۴).



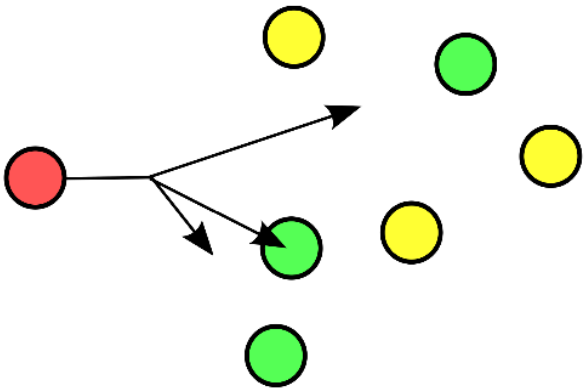
شکل (۴) نحوه آدرس‌دهی تک‌بخشی

۵-۲. انیکست

در این نوع آدرس دهی، به گروهی مشخصی از گره‌ها، بسته‌ها را ارسال می‌کنند اما مسیریاب بهترین و نزدیک‌ترین گره[۵] را انتخاب می‌کند.مانند این است که ما به فرض مثال می‌خواهیم به مغازه میوه فروشی برویم، هرکدام که بهتر و نزدیکتر باشد به آنجا می‌رویم(شکل ۵).

---

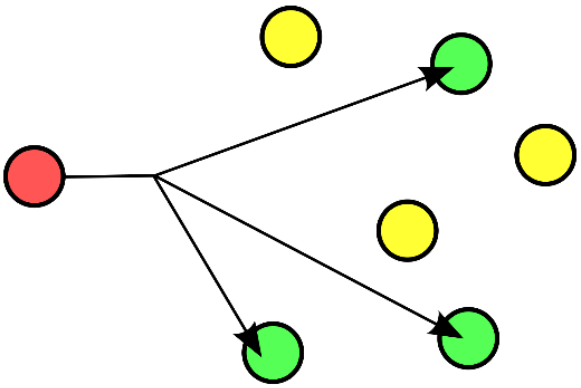
۱ unicast
۲ anycast
۳ multicast
۴ peer to peer
۵ node



شکل (۵) نحوه آدرس‌دهی انیکست

۵-۳. چند بخشی

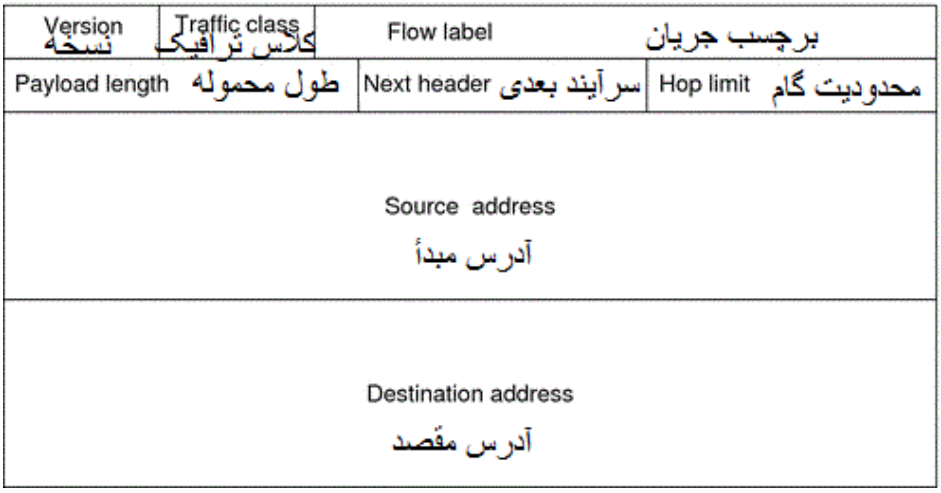
در این نوع آدرس‌دهی، بسته از مبدأ به گروهی خاص که از قبل مشخص شده اند، ارسال می‌شود .مانند این است که ما سره کلاس بگوییم،گروه اول تکالیف خود رو بیاورند(شکل ۶).



شکل (۶) نحوه آدرس‌دهی چندبخشی

۶. بسته IPv۶

فرمت بسته IPv٦ در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل (۷) فرمت بسته IPv۶ (Ross,۱۹۹۷)

نسخه[۱]: این فیلد ۴ بیتی، شماره نسخه IP را مشخص می‌کند.که در اینجا نسخه IP برابر ۶ است.

کلاس ترافیک: این فیلد ۸ بیتی برای تضمین کیفیت سرویس استفاده می‌شود (Tanenbaum,Andrew S, ۱۹۹٤).

طول محموله[۲]: طول داده را مشخص می‌کند.

سرآیند بعدی[۳]: این فیلد، پروتکلی را که محتوای این دیتاگرام (فیلد داده) به آن تحویل داده خواهد شد، شناسایی می‌کند(مانند TCP یا UPD).این فیلد از همان مقادیری که در فیلد پروتکل در سرآیند IPv۴ به کار می‌رفت، استفاده می‌کند.

محدودیت گام[۴]:یک شمارنده‌ی محدود است که با هر بار ارسال بسته توسط مسیریاب کاهش می‌یابد به عبارت دیگر عمر بسته را مشخص میکند[S. Kent, K. Seo,۲۰۰۵].

برچسب جریان[۵]:این فیلد می‌تواند با تعیین این که گروهی از بسته‌ها دارای نیزمندی‌های یکسانی هستند و بایستی به یکسان پردازش شوند،یک شبه اتصال[۶] بین مبدأ و مقصد ایجاد کند.برای مثال، ممکن است رشته[۷]ای از بسته‌ها از یک پردازش مبدأ به پردازش مقصد نیازمند یک تأخیر محدود و مشخص باشند، در نتیجه باید پهنای باند مورد نیاز آن رزرو شود.در چنین مواردی می‌توان پیشاپیش یک جریان[۸] با مشخصات در خواستی ایجاد کرد و به آن یک شناسه[۹]اختصاص داد.هرگاه مسیریاب بسته ای با فیلد برچسب[۱۰]جریان غیر از صفر دریافت می‌کند، با مراجعه به جدول‌های داخلی خود تشخیص می‌دهد که این بسته چه نیازمندی‌هایی دارد و چگونه باید با آن رفتار شود (Tanenbaum,Andrew S, ۱۹۹٤).

آدرس مبدأ و مقصد :که ۱۶ بایت می‌باشند..

۷. نتیجه‌گیری

[۱] Version
[۲] Payload length
[۳] Next header
[٤] Hop limit
[٥] Flow label
[٦] Pseudo connection
[۷] Stream
[۸] flow
[۹] ID
[۱۰] label

بدون شک IPv٦ یکی از بزرگترین و فراگیرترین تغییراتی بود که بر روی ساختارهای پایه‌ای اینترنت اعمال شد، تغییری که در طول ۲۰ سال گذشته بی سابقه بوده است. همان‌طور که گفته شد IPv۶ دارای ویژگی‌ها و مزیت‌هایی است که آن را از IPv۴ متمایز می‌کند و از نظر سرعت پردازش بسته‌ها، همگرایی، امنیت و فضای آدرس دهی زیاد، آن را در سطح بالایی قرار داده است. آدرس‌های IPv۴، به سرعت رو به پایان است، لذا امروزه تمام کشورهای جهان از جمله کشورهای خاورمیانه در تلاش برای استفاده از پروتکل IPv۶ هستند و سعی درآن دارند تا از این قافله عقب نمانند. بنابراین باید زیرساخت‌های استفاده از پروتکل IPv۶ را ایجاد کرده تا بتوانیم از آن بهره ببریم.در کشور ما نیز حرکت‌هایی زیر نظارت مستقیم وزارت ارتباطات برای استفاده از این پروتکل شده است و در آینده ای نه چندان دور شاهد آن خواهیم بود که استفاده از IPv۶ گسترش پیدا کرده و این پرونکل بستر اصلی اینترنت در نسل آینده خواهد بود.

سپاسگزاری

در پایان این مقاله، از آقای ارسلان پرهام که در تهیه و ویرایش این مقاله به من کمک شایانی کردند و استاد شمس فرد که زحمت تدریس این درس را کشیدند، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

مراجع

Tanenbaum,Andrew S,"Computer network,٥th ed,C٢٠١١

Ross,"computer network",١٩٩٩

Lorenzo Colitti, Steinar H. Gunderson, Erik Kline, Tiziana Refice,٢٠٠٥

S. Bradner," The Recommendation for the IP Next Generation Protocol", January ٢٠٠٣

K. Seo, S. Kent," Security Architecture for the Internet Protocol'٢٠٠٥

امین خسرو شاهی،سمینار مدیریت و برنامه‌ریزی برای پیاده‌سازی نسخه ششم IP،٢٠١٢