

Introdução ao IPv6

O grande crescimento da Internet vem impulsionando a necessidade de novos números de IP, que rapidamente estão se esgotando. Assim, um novo padrão para numeração IP foi introduzido para superar as limitações do anterior e prover uma quantidade suficiente de endereços.

Na década de 80, quando foi descrito como seria o atual protocolo IP (Internet Protocol), tinha-se a idéia de que o número de hosts designados seria suficiente para atender uma grande demanda por muito tempo. Isto aconteceu porque, em teoria, se poderia ter até quatro bilhões de hosts, utilizando quatro bytes como endereçamento.

Porém, devido ao grande número de redes e sub-redes, estes endereços começaram a ficar insuficientes para atender a crescente demanda, mesmo quando divididos em classes e com máscaras de roteamento. Atualmente não só empresas que querem implantar a Internet em suas dependências, como também escolas e universidades têm problemas para conseguir até mesmo uma faixa de endereços.

Como uma solução para este problema, na segunda metade dos anos 90 foram estabelecidas as regras para o funcionamento do que seria chamado de próxima geração de endereços IP, conforme descrito em [RFC1671], o IPv6, ou simplesmente IPng (IP next generation). Com isto, os endereços IP passariam a ter 128 bits de endereçamento, ao invés de 32 bits como é utilizado pelo IPv4. Além do sensível aumento no número de hosts possíveis, este novo protocolo permite maior segurança e desempenho para redes de alta velocidade.

Endereçamento:

Endereços IPv4 possuem 32 bits de tamanho, enquanto endereços IPv6 possuem 128 bits. Porém esta não é a única diferença no endereçamento destes protocolos. Enquanto os endereços IPv4 são divididos em apenas duas ou três partes variáveis para serem distribuídos e localizados (um identificador de rede, um identificador de nodo e, às vezes, um identificador de sub-rede), os endereços IPv6 são grandes o suficiente para suportarem uma nova idéia - a idéia de campos dentro do endereço.

Os endereços IPv6, quatro vezes maiores que os endereços IPv4, são também quatro vezes mais complexos. A representação básica de um endereço IPv6 se dá na forma X:X:X:X:X:X:X:X, onde X refere-se a quatro dígitos hexadecimais (16 bits). Cada dígito consiste em quatro bits, cada inteiro consiste em quatro dígitos e cada endereço consiste em oito inteiros, num total de 128 bits (4x4x8 = 128).

Apenas 15 % de todo espaço IPv6 está alocado, ficando os outros 85% restantes para uso futuro. Devido a esta pré-alocação, será comuns endereços com uma longa sequência de bits zero. Neste caso, a especificação permite "suprimir" estes zero. Em outras palavras, o endereço "2000:0:0:0:0:0:0:1" pode ser representado como "2000::1".

Os dois pontos indicam que o endereço será expandido em um endereço de 128 bits. O método substitui zeros somente quando eles estiverem em grupos de 16 bits, e os dois pontos podem ser usados apenas uma vez por endereço.

A terceira opção é útil quando se deseja juntar endereços IPv4 com endereços IPv6. Os últimos 32 bits de um endereço IPv6 podem ser usados para referenciar um endereço IPv4, sendo expressos da seguinte forma: X:X:X:X:X:X:d.d.d.d, onde "X" representa um inteiro de 16 bits e "d" representa um inteiro decimal.

Por exemplo, o endereço "0:0:0:0:0:0:10.0.0.1" é um endereço IPv4 válido. Combinando ambos os métodos alternativos de representação, este endereço pode ser representado como ":::10.0.0.1".

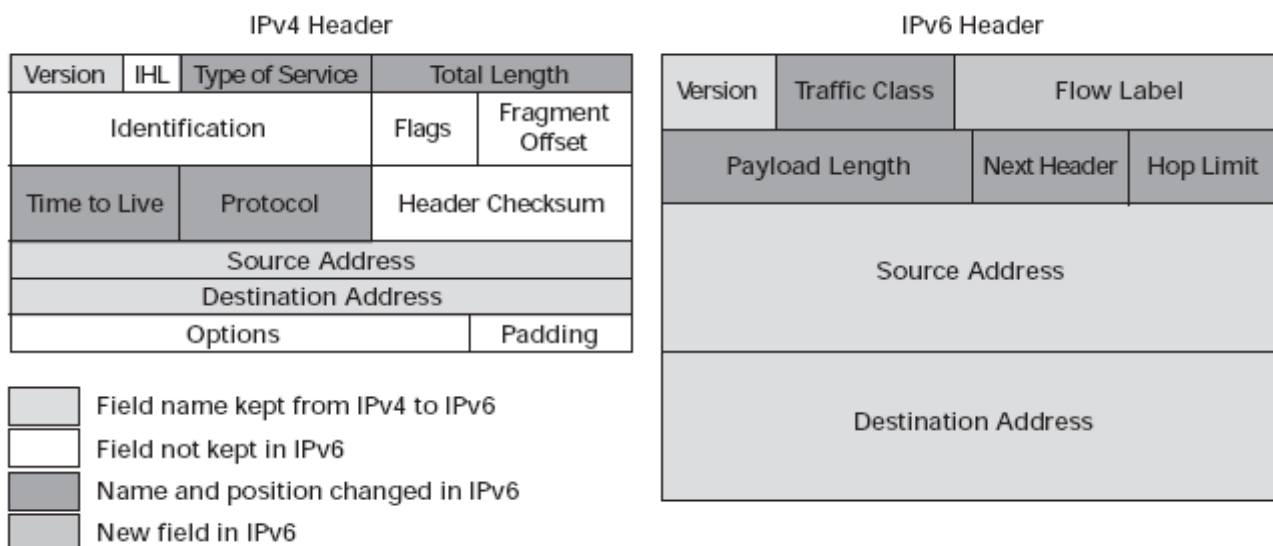
Formato do cabeçalho IPv6:

No que tange a tamanho de cabeçalho, o IPv6 conseguiu um grande avanço em relação ao seu antecessor. Embora o tamanho do endereço IPv6 seja quatro vezes maior que o IPv4, o seu cabeçalho é apenas duas vezes maior. Um cabeçalho mais simplificado implica em menos processamento para cada pacote, sendo extremamente útil para redes de alta velocidade.

O esquema do cabeçalho pode ser descrito como:

Campo	Tamanho
Versão	4 bits
Classe de Tráfego	8 bits
Etiqueta de Fluxo	20 bits
Tamanho do payload	16 bits
Próximo cabeçalho	8 bits
Limite de Pulo	8 bits
Endereço origem	128 bits
Endereço Destino	128 bits

Pode-se realizar uma comparação entre os cabeçalhos do IPv4 e do Ipv6, observando-se os diagramas:



Roteamento:

Atualmente muitos hosts não conseguem trabalhar de forma eficiente, calculando a melhor rota entre destinos, isto porque eles devem manter uma lista de muitas redes existentes na Internet, o que faz com que os roteadores tenham que manter uma quantidade enorme de tabelas em sua memória.

Para poder resolver este problema, deve-se fazer uma agregação das entradas de roteamento, criando roteamento por domínios, o que implica na criação de formas de hierarquizar os endereços - sendo que tecnologias para este tipo de roteamento (intradomain) devem ser criadas, com o intuito de melhor aproveitar esta idéia de hierarquia. Os protocolos de roteamento oficiais para IPv6 são o OSPFv3 (Open Shortest Path First version 3) e o IDRPv2 (InterDomain Routing Protocol).

Observando estes modelos de endereçamento de rotas por domínio, a solução proposta pelo IPv6 é usar endereços de provedores, desde que estes endereços possam ser utilizados dentro da topologia hierárquica da rede. Todas as rotas seriam então propagadas via IDRP (InterDomain Routing Protocol).

Isto quer dizer que o que os administradores de rede têm tentado fazer é parar com o crescimento das tabelas de roteamento, dispondo de CDIR (Classless InterDomain Routing), desde que o CDIR não considere os endereços IP como sendo compostos de endereços de tamanho fixo de número de redes, mas de prefixos variáveis.

Quando se considera endereços internacionais, o prefixo de um determinado país deve ser consistente e começar com os mesmos bits iniciais.

A mesma regra não pode ser aplicada a redes nas quais os prefixos dependerão de como estas redes estarão conectadas na internet. Por exemplo, muitas redes internacionais poderão ter linhas diretas com outros provedores internacionais, que poderão repassar a regra de prefixo.

O problema que este tipo de modelo se refere é a dependência que ele acaba gerando entre a empresa e o seu provedor Internet. Uma vez que se deseje mudar de provedor, necessariamente todo o endereçamento IP da empresa deve ser alterado, pelo menos caso não haja um acordo entre ambos os provedores.

Transição para IPv6

A transição de IPv4 para IPv6 deve ser feita de forma gradual. Uma atualização de forma radical faria com que administradores de redes tivessem que encontrar e instalar novas versões para softwares de rede para cada host e roteador na internet - nada fácil, imaginando o número de diferentes plataformas rodando IPv4.

Mais realisticamente falando, a transição para IPv6 continuará a ser feita de maneira mais lenta, com vendedores e desenvolvedores gradualmente introduzindo versões de aplicações IPv6 para as diferentes plataformas, e administradores de redes determinando se são ou não necessários, no momento, os novos recursos disponíveis para IPv6. É esperado que o IPv4 e o IPv6 devam coexistir por um bom período de tempo, mas não para sempre. Muitas estratégias para transmissão falam em tunelamento, com o intuito de aproximar duas redes distantes, onde pacotes IPv6 são encapsulados dentro de pacotes IPv4. Isto faria com que ilhas IPv6 pudessem se comunicar utilizando oceanos IPv4.

Após certo período de tempo, a população IPv6 tenderia a crescer, sendo que cada vez mais e mais redes começariam a utilizar este protocolo, fazendo com que as ilhas comesçassem a se juntar, não necessitando mais de tunelamento. Outro ponto da aproximação seria o dual-stack, onde hosts e roteadores teriam rodando em uma mesma interface, tanto pilhas IPv4, quanto IPv6. Desta maneira, um nodo dual-stack pode receber e transmitir pacotes dos dois protocolos, fazendo com que eles coexistam em uma mesma rede.

Método de Tunelamento:

Este tipo de solução é útil quando se deseja conectar ilhas IPv6 isoladas, no meio de oceanos IPv4. O tunelamento requer que os nodos IPv6 em ambas as partes do túnel sejam capazes de transmitir pacotes IPv4.

O processo de encapsular IPv6 dentro de IPv4 é similar ao método de encapsulação de outros protocolos: o nodo de um dos lados do túnel pega o datagrama IPv6 e enviá-o como sendo dados do payload para o nodo que está do outro lado do túnel. O resultado é um stream de datagramas IPv4 que contém datagramas IPv6.

Os túneis automáticos não requerem configuração para setar os nodos IPv4 do túnel; tunelamento configurado, por sua vez, é utilizado quando algum dos nodos IPv4 das extremidades do túnel recebe o seu endereço IPv4 de alguma maneira dinâmica, como DHCP, sendo necessária uma nova configuração para cada vez que o endereço IPv4 for alterado.

LSI – Grupo Wireless
Ader Artur Pereira Gomes
ader@lsi.usp.br

Bibliografia:

The ABCs of Ip Version 6 – Cisco IOS Learning Services

Comitê Gestor da Internet no Brasil
<http://gtrh.tcbr.br>

Informações mais detalhadas podem ser encontradas em www.ipv6forum.com