

Análisis de Prestaciones de Tráfico Multicast en Redes Mixtas IPv4 e IPv6

Higinio Facchini, Santiago Pérez, Alejandro Dantiacq, Gastón Cangemi
GRID TICs (Grupo UTN de Investigación y Desarrollo en TICs)
Laboratorio de Análisis de Tráfico y Seguridad
Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional
Rodríguez 273, Mendoza, Argentina
0261-5244576
@frm.utn.edu.ar

Resumen

Las comunicaciones IP tradicionales permiten que un host (estación o puesto de trabajo) pueda enviar paquetes a otro host (transmisiones unicast o unidifusión) o a todos los hosts (transmisiones broadcast). Multicast o multidifusión IP ofrece una tercera alternativa de comunicaciones: permite que un host pueda enviar los paquetes a un grupo que está compuesto por un subconjunto de los hosts de la red.

Multicast IP es un tecnología para conservar el ancho de banda, específicamente diseñada para reducir el tráfico, transmitiendo un único flujo de información potencialmente a miles de destinatarios. De esta forma, se sustituyen las múltiples copias para todos los beneficiarios con la entrega de un único flujo de información. Por lo tanto, la multidifusión IP es capaz de reducir al mínimo la carga, tanto en los hosts origen y destino, y simultáneamente el tráfico total de la red.

Dentro de una red multicast, los routers son los responsables de replicar y distribuir el contenido de multidifusión a todos los hosts que están escuchando a un determinado grupo multicast. Los routers emplean protocolos multicast que construyen árboles de distribución para transmitir el contenido multicast, que aseguran la mayor eficiencia para el envío de datos a múltiples receptores. Cualquier alternativa multicast IP requiere que la fuente envíe más que una copia de los datos. El unicast tradicional a nivel de aplicación, por ejemplo, requiere que el

origen transmita una copia para cada receptor del grupo.

En el presente trabajo de investigación, se pretende realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de tráfico multicast, tanto en los protocolos IPv4 como IPv6, sobre redes mixtas, midiendo la performance en una red de laboratorio, utilizando equipamiento real, combinado con generadores de tráfico real y sintético.

Palabras claves: tráfico multicast, protocolos multicast, routing multicast

Contexto

La línea de investigación está inserta en el proyecto homólogo, en el ámbito del Laboratorio de Análisis de Tráfico y Seguridad (Latys) del Grupo UTN GRID TICs (GRUPO UTN DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TICs), del Departamento Ingeniería en Electrónica, de Facultad Regional Mendoza, de la Universidad Tecnológica Nacional. Y además, está relacionado con el trabajo de tesis de maestría del Ing. Higinio Facchini, en la Facultad de Informática, de la Universidad Nacional de La Plata.

Introducción

Hoy en día más y más aplicaciones de red requieren el reenvío de los paquetes de una o más fuentes a un grupo de receptores. Estas aplicaciones comprenden la mayoría de la transferencia de datos (por ejemplo, la entrega de actualizaciones de software de los

desarrolladores para los usuarios finales), la transmisión de medios (audio, vídeo, texto), el intercambio de datos (por ejemplo, una videoconferencia entre compartida distribuida participantes), la entrada de datos (por ejemplo, acciones, participaciones), la caché de Web y actualización de los videojuegos interactivos (por ejemplo, distribuidos entornos virtuales o juegos multijugador como Quake). Una abstracción muy útil en representación de cada una de estas aplicaciones es el concepto de multicasting.

Casi todas las comunicaciones en Internet (o en una red empresarial) hoy en día son unicast. En el nivel IP, cada paquete enviado se reenvía al host de destino identificado por la dirección IP de destino en la cabecera del paquete IP. Los enrutadores IP se especifican en las tablas de enrutamiento para reenviar paquetes basados en la dirección de destino. Además de unidifusión, también hay multidifusión. Para multicast, la dirección IP de destino se refiere a un grupo de hosts IP: la idea es que un paquete enviado a la dirección de grupo de multicast, debe llegar a todos los hosts del grupo.

El Protocolo de Internet versión 6 (IPv6) es la nueva generación del protocolo básico de Internet. La versión actual de IP (IP versión 4) tiene algunos inconvenientes que complican y, en algunos casos presentan una barrera para el desarrollo futuro. IPv6 debería eliminar estas barreras y proporcionar un ambiente rico en funciones para el futuro de la interconexión mundial. Con el avance masivo del tráfico de voz, video y de aplicaciones de tiempo real, se espera que las aplicaciones utilicen el tipo de tráfico multicast como un ahorro de ancho de banda en los enlaces troncales de la red, como así en todo punto de posible congestión de tráfico.

Además en las redes inalámbricas como 802.11, el rendimiento todavía es muy bajo, y decae fuertemente en la medida que se incrementa el número de usuarios, por lo que el ahorro de ancho de banda es fundamental.

Ambientes multicast

Las soluciones multicast ofrecen ventajas relativas a la conservación del ancho de banda de la red. En el caso de una aplicación de gran ancho de banda, como vídeo MPEG, el multicast IP puede beneficiar aún en las situaciones que tengan sólo unos pocos receptores, dado que escasas secuencias de vídeo podrían consumir una gran parte del ancho de banda disponible en la red (Figura 1). Incluso en aplicaciones de bajo requerimiento de ancho de banda, multicast IP conserva los recursos cuando las transmisiones involucran miles de receptores.

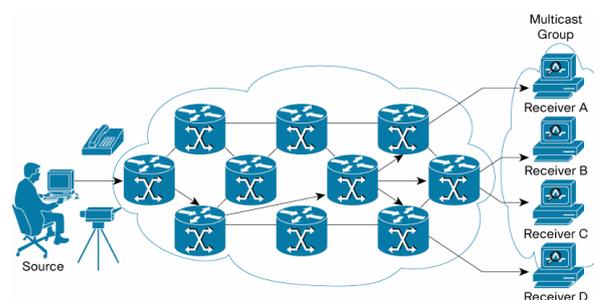


Figura 1. Ambiente multicast

Además, multicast IP es la única alternativa no broadcast para situaciones que requieren la transmisión de información simultánea a más de un receptor.

Para aplicaciones demandantes de bajo ancho de banda, una alternativa a multicast IP podría ser replicar los datos en el origen. Esta solución, sin embargo, puede deteriorar las prestaciones de la aplicación, introducir latencias y retardos variables que afectarán a los usuarios y las aplicaciones, y requieren servidores costosos para administrar las réplicas y la distribución de los datos. Tales soluciones también involucran transmisiones múltiples del mismo contenido, y el consumo de una enorme cantidad de ancho de banda de la red. En las aplicaciones demandantes de mayores anchos de banda, multicast IP es la única opción viable.

Aplicaciones multicast

Las aplicaciones multicast pueden clasificarse en aplicaciones de tiempo real y de no tiempo real. En las primeras se encuentran la

aplicaciones multimediales como televisión IP, video en vivo, videoconferencias, audio de Internet en vivo, y las aplicaciones de sólo datos como el flujo de noticias por Internet, juegos interactivos, entre otras. En las segundas se encuentran las aplicaciones multimediales como replicación de video, servidores web y transmisiones de contenido, y las aplicaciones sólo de datos como transmisión de información, servidor a servidor, servidor a estación, replicación de bases de datos y distribución de software. Otras aplicaciones que toman ventaja de multicast IP son:

- Comunicaciones corporativas,
- Transmisión de canales de música, y
- Educación a distancia o e-learning.

Despliegue y tecnologías

Multicast IP esta soportado en:

- Redes IPv4
- Redes IPv6
- VPNs MPLS
- Redes móviles e inalámbricas

En la última década pasada, la adopción de multicast IP en aplicaciones empresariales y del sector público ha crecido enormemente (Figura 2), y los proveedores de servicios han respondido añadiendo más VPN multicast a sus carteras de servicios. Hoy en día, cualquier proveedor de servicios debe desplegar multicast IP para permanecer competitivo.

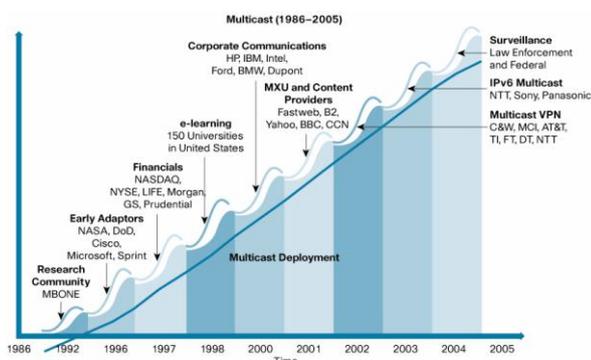


Figura 2. Crecimiento multicast

El despliegue de los servicios de video ofrece más incentivos para el fortalecimiento de la plataforma multicast IP de un proveedor de

servicios, ya que los vuelve más eficientes, en función de los costos medios de soportar tráfico de datos, de voz y de video.

Grupos y alta disponibilidad

Las redes que utilizan multicast IP entregan contenido desde un origen a múltiples usuarios (hosts o receptores) que están interesados en el flujo de datos. Un canal multicast se refiere a la combinación de un contenido y la dirección IP de origen, con la dirección del grupo multicast IP donde el contenido se está difundiendo.

A diferencia de las direcciones unicast y broadcast, los grupos multicast no tienen ningún límite físico o geográfico, y los interesados en unirse a receptores pueden estar situados en cualquier punto de una red o de Internet, en la medida en que el camino multicast esté establecido.

Para recibir una determinada secuencia de datos multicast, los hosts deben unirse a un grupo multicast enviando un mensaje del protocolo de administración de grupo de Internet (IGMP) a su router multicast local. Casi todas las redes y las aplicaciones utilizan, ya sea, la versión 2 o 3. IGMPv2/3 permite a las personas adherirse a los receptores o salir de un grupo.

La dirección del grupo multicast se ubica en la clase D del espacio de direcciones IP. El proveedor de contenidos, el propietario y los proveedores de los servicios seleccionan la dirección multicast en base a la política local de direcciones multicast (dependiendo si las aplicaciones multicast son locales o de alcance global).

Para asegurar la confiabilidad y alta disponibilidad para las aplicaciones multicast críticas, los administradores de red, deberían:

- Eliminar cualquier simple punto de falla,
- Diseñar redes que puedan dinámicamente responder a los problemas,
- Construir redes multicast escalables,
- Emplear técnicas de alta disponibilidad,
- Brindar seguridad a nivel del servicio,
- Soportar control de acceso y de admisión,
- Aplicar políticas propias de las redes multicast.

Desarrollo y Trabajos de Experimentación

Los trabajos experimentales se realizarán sobre una red piloto de Laboratorio. La topología tendrá una composición mixta de redes cableadas e inalámbricas, routers, switches, access points, y equipos intermedios para dar soporte a los distintos tráfico. Además, equipos finales tanto cableados como inalámbricos que permitan simular una red empresarial de cierta envergadura.

El núcleo de la red tendrá como funcionalidad principal el ruteo de todos los tráfico, sobre el cual se realizarán las configuraciones de los distintos caminos del tráfico multicast, mediante el protocolo PIM en sus diferentes versiones, mientras que la conectividad primaria IP se podrá realizar sobre cualquier protocolo de ruteo unicast. Se consideran distintas opciones de configuración:

- Todo direccionamiento bajo IPv4,
- Todo direccionamiento bajo IPv6, y
- Direccionamiento IPv4 en el núcleo de la red e IPv6 en los bordes y viceversa.

En los bordes de esta red estarán los posibles usuarios que se podrán unir a los grupos multicast generados. Para los mismo, se trabajará con protocolo IGMP (para IPv4) y con MLD (para IPv6).

La generación del tráfico multicast se realizará de dos maneras diferentes:

- Con un generador sintético como es el software IP Traffic, que permite gestionar distintas sesiones de multicast, y
- Con un emisor real, como una cámara de video IP que realice streaming multicast.

Una vez realizadas las configuraciones básicas se generará tráfico multicast y se realizaran mediciones de rendimiento, de cantidad de paquetes, de retardo y variación de retardo (jitter), de errores, de consumo de ancho de banda, etc., para obtener los resultados generales y particulares, y las conclusiones de prestaciones buscadas.

Resultados y Objetivos

En este trabajo se pretende hacer un análisis del tipo de tráfico multicast, en un escenario

de laboratorio con equipos reales sobre redes cableadas e inalámbricas, con los siguientes objetivos iniciales:

- Analizar el direccionamiento multicast tanto en el protocolo IPv4 como IPv6,
- Analizar el protocolo de ruteo multicast PIM en sus diferentes opciones tanto para IPv4 como IPv6,
- Analizar y comparar los protocolos de interacción de los miembros de los grupos multicast IGMP (para IPv4) y MLD (para IPv6),
- Comparar el rendimiento del tráfico multicast frente a unicast en la medida que la cantidad de miembros multicast aumenta, variando las condiciones de la red (redes cableadas, redes inalámbricas, IPv4, IPv6, y las mezclas de los mismos).

Obtenidos los datos primarios mencionados anteriormente, se buscarán los siguientes objetivos finales:

- Obtener conclusiones sobre la conveniencia de tráfico multicast sobre unicast, especialmente en aquellos tipos de tráfico de tiempo real, y
- Obtener conclusiones sobre el rendimiento de tráfico multicast en cuanto a la utilización de protocolos IPv6 vs IPv4.

Líneas de investigación y desarrollo

El proyecto estará direccionado hacia los siguientes temas:

- Direccionamiento IPv4 e IPv6,
- Tráfico multicast,
- Direccionamiento multicast IPv6,
- Protocolos de ruteo multicast PIM,
- Protocolos IGMP y MLD de multicast, e
- Interacción del tráfico multicast en redes mixtas.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está integrado por docentes investigadores, y becarios graduados y alumnos del Grupo GRID TICs (Grupo UTN de Investigación y Desarrollo en TICs) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza. Entre los

integrantes, hay en curso una tesis de magister y una de grado, relacionadas con la línea general de investigación.

Plan de Trabajo

El esquema tentativo del plan de trabajo considera las siguientes actividades:

- a. Buscar y obtener la información primaria sobre los protocolos a estudiar,
- b. Estudiar los distintos protocolos,
- c. Desplegar la red física propuesta,
- d. Configurar dicha red,
- e. Verificar la generación de tráfico multicast y evaluar los primeros resultados,
- f. Verificar la generación del tráfico multicast y analizar los resultados, y
- g. Efectuar las conclusiones.

Se aclara que los dos primeros puntos están muy avanzados, mientras que para los puntos “c” y “d” ya se han realizado pruebas de laboratorio en una red a escala.

Recursos y equipamiento

Las actividades se llevarán a cabo en el ámbito de las instalaciones del grupo de investigación GRID TICS, de la UTN Regional Mendoza. Dicho Grupo cuenta con sus propias áreas de trabajo, 1 oficina técnico-administrativa, 2 Laboratorios con 11 computadoras cada uno, con material y con el siguiente equipamiento:

- 4 (cuatro) Routers CISCO 2811,
- 6 (seis) Routers CISCO 1721,
- 3 (tres) Switchs CISCO 2950,
- 2 (dos) Switchs CISCO 2960,
- 2 (dos) Switchs CISCO 3560,
- 1 (uno) ASA CISCO 5505,
- 2 routers Mikrotik,
- 4 Access Point Cisco y 2 Mikrotik,
- Placas inalámbricas de red,
- 2 (dos) cámaras de video IP con soporte de string multicast IPv4/IPv6,
- 22 (veintidos) CPs con Sistema Operativo Linux, Windows XP y Windows 7,
- Software IP Traffic de ZTI – Generador de tráfico IPv4/IPv6 unicast/multicast/broadcast y Medidor de performance (throughput,

cantidad de paquetes, jitter, número de errores, tanto enviados como recibidos, etc.),

- Software Analizador de tráfico Wireshark,
- Hardware Air Pcap para captura de tráfico wireless,
- Conexión a Internet por IPv4 e IPv6, y
- Servidor HP Proliant con Linux base y Máquinas Virtuales.

Referencias

- [1] RFCs de direccionamiento multicast
- [2] Data and Computer Communications – William Stalling - 9º edición
- [3] www.isoc.org/inet2000/cdproceedings/1c/1c_3.htm
- [4] www.isoc.org/inet2000/cdproceedings/1c/1c_2.htm
- [5] www.isoc.org/inet2000/cdproceedings/1c/1c_1.htm
- [6] www.isoc.org/pubs/int/cisco-1-6.html
- [7] www.zte.com.cn/endata/magazine/ztecommunications/2006year/no3/articles/200610/20061010_162407.html
- [8] www.juniper.net/techpubs/en_US/junos12.2/topics/concept/ipv6-multicast-flow-overview.html
- [9] www.h3c.com/portal/Products___Solutions/Technology/IP_Multicast/
- [10] www.elisanet.fi/teemuki/translator/thesis.pdf
- [11] <http://web.dit.upm.es/~jmseyas/linux/mcast.como/Multicast-Como.html>
- [12] <http://www.wireshark.org>