

MBone: El camino hacia una Internet multimedia

Víctor Castelo
Juan Antonio García

RESUMEN

Se realiza una introducción a Mbone como red virtual sobre Internet que utilizando técnicas de transmisión de multicast permite, entre otras aplicaciones, la transmisión de videoconferencias a gran escala optimizando el uso de recursos. Se analiza brevemente desde el punto de vista técnico la transmisión, las herramientas que se emplean, las necesidades que implica su utilización y su posible evolución.

INTRODUCCIÓN

MBone (IP **M**ulticast **B**ack**bone**) es una red virtual a nivel mundial que utiliza la técnica *multicast* y cuyo principal uso es la transmisión de vídeo y audio de forma óptima sobre Internet. A diferencia del sistema habitual de transmisión *unicast* empleado en Internet, donde los paquetes se intercambian entre dos estaciones extremo a extremo uno-a-uno, la comunicación multicast permite el envío de paquetes de información de uno-a-muchos optimizando la carga que reciben las estaciones transmisora y receptoras así como el ancho de banda entre los enlaces que las unen. De esta manera son habituales las transmisiones de conferencias desde cualquier punto conectado al troncal y donde desde el equipo que se utiliza para recibir la transmisión se puede intervenir, si se desea, en el turno de preguntas, o bien mantener sesiones interactivas entre varios participantes. Todo ello utilizando el mismo equipo que se utiliza para otras aplicaciones ofimáticas en el trabajo.

En una conferencia basada en comunicaciones uno-a-uno, la eficiencia de la misma es inversamente proporcional al número de receptores en un extremo dado de la red. Cada nuevo receptor en un mismo extremo de la red obliga a que los paquetes de información enviados por el emisor se dupliquen. En el caso de las comunicaciones uno-a-muchos (IP multicast o Mbone) la eficiencia no se ve afectada por este factor. A cada extremo de la red en la que existen receptores de la misma, sólo llegan una vez los paquetes que contienen la información, independientemente del número de ellos. Pensemos en los miles de ordenadores que puede haber en una universidad y cómo de esta forma se puede mantener la escalabilidad del sistema. Los protocolos de encaminamiento subyacentes en Mbone se encargan de asegurar que la información que viaja entre el emisor y los receptores no pase más de una vez por el camino entre ambos.

Para Mbone se han desarrollado o adaptado gran cantidad de herramientas con el fin de experimentar diferentes intercambios multimedia, siempre usando multicast, ya sea en modo interactivo: audio/vídeo conferencias, editores de texto y pizarras electrónicas compartidas, intercambio de hipertextos; o de procesos no interactivos:

sincronización de equipos (NTP multicast), distribución Multicast de archivos (FTP multicast) y NetNews.

Históricamente MBone surgió en 1992 tras una de las reuniones de coordinación del IETF (Internet Engineering Task Force), con el fin de experimentar sobre el concepto de direcciones multicast propuesto por Steve Deering (Universidad de Stanford) en su tesis doctoral. Van Jacobson, de los laboratorios Lawrence Berkeley (LBL), Steve Casner, del ISI (Information Science Institute) y varios ingenieros más, se unieron al proyecto propuesto por Steve Deering dando lugar a un grupo de trabajo que se encargaría de sentar las bases de lo que ahora es MBone. RedIRIS se unió a este proyecto en 1993 de forma local, dado que las condiciones de los enlaces troncales de la red Académica y de investigación no permitían su difusión por toda ella. A raíz de la ampliación de la infraestructura de los enlaces troncales de RedIRIS en 1995, se procedió a la distribución del servicio piloto de MBone a los centros afiliados que lo solicitaron.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Internet es una red en la que el intercambio de información entre estaciones locales o remotas se hace a través de datagramas IP. Un datagrama IP podríamos decir que es la unidad mínima de información en el lenguaje que hablan todos los equipos que forman parte de Internet. Estos datagramas IP están formados principalmente por una dirección origen y una dirección destino, y cada equipo de comunicaciones situado en la ruta entre ambos se encarga de enviar dicho datagrama por el camino adecuado.

Existen tres tipos de datagramas IP en función del tipo de dirección de destino, estos son:

IP unicast: La dirección corresponde a un solo receptor y será este el único que procese los datagramas IP con ese destino.

IP broadcast: La dirección corresponde a todos los equipos conectados en un mismo tramo de red local y es procesada por todos ellos.

IP multicast: La dirección corresponde a un grupo de equipos, y sólo estos procesarán los datagramas IP con ese destino.

Nos centraremos en estos últimos, que forman la base del MBone.

Cuando un equipo envía un datagrama IP a una determinada dirección IP multicast, sólo es recibida por aquellos equipos que están a la escucha de esa dirección y, que por tanto, son capaces de entender las direcciones multicast. Aunque en los comienzos del MBone, pocas computadoras eran capaces de entender dichas direcciones, ya que se requerían ciertas modificaciones en el sistema operativo de los mismos, desde hace bastante tiempo prácticamente todos los ordenadores modernos pueden 'hablar' IP multicast según se especifica en el RFC 1112 [\(1\)](#).

Las direcciones IP multicast, que todo equipo conectado a MBone debe saber reconocer (a parte de otros detalles técnicos que están fuera de los objetivos de este artículo), son de la forma:

224.xxx.xxx.xxx

De todas las direcciones IP multicast posibles con el formato anterior, algunas están reservadas para uso interno por equipos de comunicaciones que intercambian información sobre multicast, otras para uso local dentro de Intranets, y las comprendidas en el rango:

224.2.0.0.0 - 239.255.255.255

son las que forman el conjunto de direcciones IP multicast usadas en el MBone para las conferencias multimedia. Dentro de este rango hay ciertas direcciones reservadas para los anuncios de sesiones MBone y ciertos rangos reservados para conferencias de ámbito local, institucional o parcialmente restringido.

Para que los encaminadores (routers) que interconectan las múltiples redes que forman la Internet puedan transmitir la información multicast es necesario que sepan distribuir los datagramas IP multicast con el mismo protocolo de encaminamiento multicast. Cuando un router está cualificado para intercambiar datagramas IP multicast con otro u otros, decimos que es un router multicast, o abreviadamente un **mrouter** y que viene a ser la pieza elemental con la que se construye MBone.

El primer protocolo de routing multicast que ha sido implementado, y que ha dado lugar al surgimiento de MBone, ha sido el llamado DVMRP (2) (Distance Vector Routing Protocol). Los routers multicast saben intercambiar información, siguiendo este protocolo, con otros routers multicast similares a través de **túneles** definidos por los administradores de los mismos. Estos túneles encapsulan los datagramas IP multicast en otros datagramas IP unicast que son enviados por los caminos habituales y a través de routers convencionales, desde el mrouter origen al destino. En el destino, se extraen los datagramas multicast y se inyectan en la red local. De esta forma se consigue distribuir el tráfico multicast a través de la Internet. La interconexión de estos mrouter de fácil instalación ha ido incrementándose con el paso del tiempo, dando lugar al entramado de routers multicast que forman el MBone.

Desde la aparición del primer protocolo de encaminamiento multicast, se han realizado grandes esfuerzos (coordinados por el IETF), para definir otros protocolos más sencillos, o de más fácil integración dentro de los protocolos de encaminamiento operativos en Internet. Uno de estos, el PIM (2) (Protocol Independent Multicast), ha tenido bastante éxito dada su mayor simplicidad de funcionamiento y es por el que ha apostado uno de los fabricantes de routers con mayor presencia en Internet. Esto ha hecho que se haya ido implantando cada vez con más fuerza frente a su antecesor (pero aún mayoritario) DVRMP.

En cuanto a las garantías de transmisión del tráfico multicast, se están desarrollando nuevas especificaciones que permiten garantizar la correcta difusión del mismo, y

asegurar una calidad de servicio, detalle este fundamental para convertir lo que ha sido una red experimental en un servicio operativo totalmente integrado como una característica más de Internet. Estas especificaciones son por ejemplo el protocolo RTP (Real Time Protocol) que permite el intercambio de información en tiempo real, muy apropiado para el uso de Mbone. Otras como el RSVP (Resource ReSerVation Protocol), permiten a los equipos implicados reservar temporalmente los recursos telemáticos necesarios requeridos por las aplicaciones durante el transcurso, por ejemplo, de una videoconferencia. Si todos los equipos intermedios entre el emisor y el(los) receptor(es) de una determinada transmisión multimedia hablan este protocolo RSVP, es posible que la estación emisora solicite unos recursos telemáticos necesarios durante la duración de dicho evento, de forma que, independientemente del estado de congestión de la red, exista una garantía de mantenimiento de estos recursos solicitados.

UTILIDADES EMPLEADAS EN MBONE

Dentro del amplio abanico de aplicaciones que han aparecido en estos últimos años (gran parte de ellas continúan en desarrollo), las que más éxito han tenido en Mbone han sido las que permiten la realización de conferencias de audio y vídeo. Dentro de este grupo el **rat** y el **vat** son las más empleadas para la transmisión/recepción de audio, y el **vic** para la transmisión/recepción de vídeo.

Información sobre el software se puede encontrar en:

<http://www.rediris.es/mbone/MboneSoft.es.html>

Una utilidad fundamental en Mbone es el **sdr** (Session Directory Tool), o directorio de sesiones Mbone. Este nos permite conocer las sesiones que están activas en todo momento, conectarnos a cualquiera de ellas, o definir nuestra propia sesión Mbone.

Hay que decir que las aplicaciones de videoconferencia implican un cierto riesgo, ya que consumen gran cantidad de recursos telemáticos en nuestros respectivos centros, y el uso de estas aplicaciones, más aún si nosotros actuamos como emisores, siempre ha de hacerse con el asesoramiento de los responsables de comunicaciones del centro que nos ofrece este servicio. Por otro lado, existen una serie de requisitos a cumplir a la hora de crear sesiones cuando estas van más allá del ámbito de nuestra red local o corporativa. Esto permite una cierta regulación para evitar, en la medida de lo posible, la aparición de sesiones incontroladas, y asignar unas prioridades para las sesiones solicitadas en función de un orden cronológico, lo cual ha evitado hasta el momento el colapso del Mbone.

Otras aplicaciones de gran utilidad y empleadas principalmente como complemento a las anteriores, en la realización de videoconferencias, son la pizarra electrónica **wb** y el editor de textos compartido (**nt**). Con la primera de ellas nos encontramos ante una aplicación que nos proporciona el acceso a una pizarra en la que disponemos de una serie de utilidades tanto para escribir textos con varios tamaños y formas, así como para realizar dibujos a mano alzada y formas geométricas sencillas. Cualquier diseño

que creemos en esta pizarra virtual, será automáticamente visto por todos los participantes en la sesión, y cualquiera podrá hacer modificaciones sobre dichas imágenes. También tenemos la posibilidad de incorporar archivos en formato PostScript a dicha pizarra. Por otro lado, el editor de texto compartido **nt** (nt = Network Text editor), nos permite a múltiples usuarios trabajar en tiempo real sobre un mismo documento de texto: crear nuevos párrafos, borrar, cambiar y mover los existentes, etc.

El **ivs** (INRIA Videoconference System), desarrollado por el INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique), permite la integración de los canales de audio y vídeo sobre una misma aplicación. Esta aplicación fue desarrollada en 1992 y actualmente ha dejado de ser mantenida para dar paso a otras nuevas aplicaciones como el **Rendez-Vous** (nueva generación del **ivs**) y **FreePhone**. Esta última permite la transmisión de audio de alta calidad tanto en entornos uno-a-uno (Internet), como en entornos uno-a-muchos (MBone).

Gran parte de las aplicaciones aquí enumeradas están disponibles para casi cualquier plataforma informática: desde un simple PC con Windows95, hasta una estación de trabajo con UNIX (en casi cualquiera de sus variantes), lo cual ha contribuido a la popularidad de las mismas. De este modo cualquier PC multimedia básico, es decir, que disponga de una tarjeta de audio y un micrófono, nos permitirá convertirnos en un nodo receptor de MBone y asistir a cualquiera de las videoconferencias que se emiten, o intervenir en aquellas en las que se permita la participación remota.

Todas las aplicaciones que hemos descrito aquí son fruto del trabajo desarrollado por varios grupos de investigación y son distribuidas en Internet como software de dominio público. Muchas de ellas están aún en fase de desarrollo, pero aún así permiten obtener unos resultados cuando menos sorprendentes.

Dado el carácter experimental de MBone, no son numerosas las aplicaciones comerciales que aprovechen las ventajas que esta red ofrece. Se han desarrollado gran variedad de aplicaciones comerciales de intercambio multimedia y videoconferencia basadas en los protocolos más establecidos de encaminamiento uno-a-uno ó unicast, aunque también es cierto que cada vez más irán integrando ambos modos de operación, tanto uno-a-uno como uno-a-muchos.

En la imagen siguiente se muestra una pantalla ejemplo de una videoconferencia con intercambio de textos usando las aplicaciones: **sdr**, **vat**, **vic** y **nt**.

NECESIDADES OPERATIVAS

MBone trata de optimizar el uso de las redes de comunicación, y establece un compromiso entre la calidad/recursos, de forma que pueda llegar al máximo número de centros posibles sin necesidad de anchos de banda excesivos y con una calidad adecuada a la aplicaciones actuales, y todo ello, sin que impida el normal funcionamiento de otros servicios accesibles mediante la misma línea de conexión.

La heterogeneidad de los medios de comunicación disponibles en Internet hace que para poder intercambiar conferencias sin exigir elevados recursos se hayan adoptado soluciones de compromiso. Por tanto, la transmisión de vídeo se realiza con una resolución y un número de imágenes por segundo que permitan visualizar a un conferenciante, pero que no serviría en otras condiciones extremas a no ser que empleásemos un mayor ancho de banda.

Estamos hablando de un máximo de 128 Kbps y pocas imágenes por segundo. El audio en las condiciones habituales permite el correcto seguimiento de cualquier conferencia, e incluso de música, sin esperar evidentemente calidad de alta fidelidad. Se utilizan generalmente 68 Kbps. Todos estos valores dependen de la codificación empleada para la digitalización del audio y vídeo, según un amplio abanico de formatos disponibles, así como del empleo o no de diferentes algoritmos de compresión.

Para una organización cualquiera la conexión a MBone implica el establecimiento de un enlace con algún otro nodo ya conectado al troncal mundial y con una capacidad que permita, como anteriormente ya se ha explicado, la utilización normal de otras aplicaciones de Internet. Se suele aconsejar disponer de un ancho de banda mayor o igual a 2 Mbps. con el fin de no comprometer las comunicaciones del centro para el resto de sus aplicaciones. Dado que existe el acuerdo internacional de limitar el ancho de banda de los túneles de MBone a 512 Kbps., esto dejaría un cuarto de la capacidad del enlace de la organización conectada, reservado para el uso de MBone. En RedIRIS establecemos los túneles nacionales con un ancho de banda de 768 Kbps, lo que permite 256 Kbps añadidos a lo reservado para el MBone internacional, para sesiones dentro de la red académica y de I+D, y permite la transmisión de al menos dos videoconferencias simultáneas.

Desde el punto de vista del usuario, se tiene que asegurar que la transmisión multicast llega hasta su segmento de red e instalar correctamente las herramientas que hemos descrito anteriormente.

El uso activo implica la aceptación y cumplimiento de unas determinadas reglas marcadas por el operador y el registro previo a la transmisión de sesiones. Para la coordinación de sesiones internacionales existen varias agendas de sesiones accesibles a través del Web. Esto permite evitar, en cierto modo, la simultaneidad de sesiones que desborden las capacidades de los túneles de MBone.

Aplicaciones reales: cursos, conferencias, transmisión de congresos, reuniones.

La filosofía de MBone hace que su mayor aprovechamiento se obtenga en usos de uno a muchos o de pocos a pocos. Transmisión de eventos, como pueden ser las transmisiones de misiones de la NASA, congresos en tiempo real, como las sesiones de INET y de los JENC europeos son muy frecuentes en el circuito internacional. En RedIRIS se transmiten conferencias de cursos de verano de universidades, entregas de premios nacionales científicos (Premios Príncipe de Asturias), también se han

transmitido las Jornadas Técnicas de RedIRIS 95, 96 y 97, o la primicia de las investigaciones de Atapuerca y se utiliza frecuentemente por grupos de investigación para mantener reuniones de grupos desde diferentes puntos de nuestra geografía.

Pensando en un entorno de red como el de RedIRIS con redes locales institucionales, redes regionales, red nacional y conexión con redes internacionales (europea y el resto de Internet), la transmisión de sesiones MBone se puede realizar con diferentes alcances de manera que la sesión quede dentro del ámbito que se desea. Para ello se limita el valor del parámetro TTL (Time To Live, que las aplicaciones permiten especificar), a cualquiera de los valores siguientes:

Valor del TTL	Ámbito de distribución
1 - 16	Local
17 - 32	Regional
33 - 48	Nacional
48 - 64	Europeo
128	Mundial

Por otro lado también está contemplada en algunas aplicaciones, la posibilidad de codificar los datos emitidos para limitar la audiencia a tan sólo los receptores autorizados, lo que permite la realización de reuniones virtuales privadas a través de MBone.

Situación a nivel nacional (RedIRIS) y mundial

En España el alcance de MBone únicamente se circunscribe a RedIRIS, donde utilizando la infraestructura ATM a nivel nacional se distribuye hacia los nodos regionales. Esta distribución se hace de forma jerárquica estableciéndose un túnel entre el centro de gestión de RedIRIS y un centro acordado dentro de los nodos regionales, que a su vez se encarga de establecer los túneles necesarios con los centros adscritos a este servicio dentro de la misma comunidad autónoma. Se ha establecido (salvo raras excepciones) un ancho de banda de 768 Kbps para todos los túneles nacionales (512 Kbps de MBone internacional + 256 Kbps de la parte nacional), por lo que se requiere una conexión mayor o igual a 2 Mbps para la conexión a este servicio experimental de RedIRIS. La conexión de RedIRIS con el MBone internacional se realiza utilizando su conexión al TEN-34 con la redes de investigación europeas.

En el gráfico siguiente se describe la topología dentro de RedIRIS y los anchos de banda de los túneles empleados.

A nivel mundial MBone tiene un gran desarrollo, sobre todo en Estados Unidos de Norteamérica, donde algunos grandes proveedores de Internet conectados a MBone se han lanzado a ofrecer el intercambio de tráfico multicast como un servicio más de valor añadido a sus clientes.

La Universidad de Stanford mantiene un mapa actualizado de la topología mundial de MBone que se puede consultar vía Web a través del siguiente enlace:

PERSPECTIVAS

En la actualidad, las utilidades de MBone empleadas en condiciones de redes de alta velocidad, con pocas pérdidas de paquetes y bajos retardos permiten disponer de transmisiones de conferencias de bastante calidad; la mayoría de las veces las limitaciones en este tipo de entornos vienen por la capacidad de proceso de las estaciones que se utilicen. No obstante, en condiciones más reales de Red de Area Extensa es importante ver la carga de las líneas y que MBone esté parametrizado de forma adecuada, para que no sobrecargue demasiado los sistemas de transmisión.

Un esfuerzo muy destacable se está realizando por gran número de técnicos a nivel mundial, algunos desde centros de investigación públicos, otros dentro de los departamentos de investigación de algunos fabricantes de equipos de comunicaciones, para hacer del experimento MBone algo natural, esto es, totalmente integrado en Internet. Dentro de estos esfuerzos se encuentran la definición de nuevas especificaciones para integrar el transporte de este tráfico especial dentro de Internet (RTP/RTCP, RSVP, PIM, DVRMP, etc), o la extensión de otras especificaciones existentes para adaptarlas a este especial entorno: MOSPF (Multicast Open Source Path First), MBGP-4 (Multicast Border Gateway Protocol) , IDMR (Inter Domain Multicast Routing), etc.

Una vez que se implanten sistemas que garanticen una calidad de servicio determinada o reservas de ancho de banda, y que las utilidades empleadas adquieran un mayor grado de desarrollo e incluso de control, se habrá conseguido un gran paso hacia los nuevos horizontes de las comunicaciones electrónicas multimedia y hacia una nueva forma de entender el trabajo, la educación o el ocio.

CONCLUSIONES

MBone es una muestra más de esfuerzo cooperativo dentro de Internet para crear un entorno multimedia escalable a nivel mundial. Pese a que ciertas deficiencias deben ser aún corregidas y que ciertos aspectos están en periodo de desarrollo e implementación, todo parece indicar que no falta mucho tiempo para que MBone desaparezca como red virtual, o red experimental, para convertirse en parte integrante de Internet. Esto implicaría una ampliación de los horizontes de ésta, hacia un medio totalmente multimedia e interactivo en el que tendrían cabida, de forma natural y eficiente, aplicaciones en los campos de tele-educación, tele-medicina, vídeo bajo demanda, etc, es decir, todo tipo de actividades que por su naturaleza, requieran de un intercambio en tiempo real de información multimedia de uno a muchos usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

(1) S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting", RFC 1112, Stanford University,

Agosto de 1989.

(2) Christian Huitema, "Routing in the Internet", Prentice Hall PTR, 1995.

[3] Ignacio Martínez, "Multimedia I: Multicast IP y su aplicación en audio/vídeo conferencia en la Internet", Boletín de la red nacional de I+D, RedIRIS, 1993.

[4] Vinay Kumar, "MBone. Interactive Multimedia on the Internet", New Readers Publishing, 1996.

[5] Información general sobre MBone: <http://www.rediris.es/mbone/>