

Gestión e intercambio de contenidos audiovisuales en un entorno P2P basado en JXTA

Audiovisual Content Sharing and Management in a P2P Environment Based in JXTA

◆ J. Casanovas, J. F. Crespo et al.

Resumen

En el marco de la Fundación i2CAT se ha desarrollado una serie de proyectos de investigación e innovación en los que se han utilizado tecnologías P2P para compartir contenidos audiovisuales.

En este artículo se presentan los resultados de los proyectos desarrollados hasta la actualidad, el estado del arte de la tecnología P2P aplicada al *streaming* en directo y el trabajo actual que se está desarrollando dentro del proyecto MACHINE.

Palabras clave: P2P, streaming, JXTA.

Summary

Several research and innovation projects have been developed with the i2CAT Foundation based on P2P Technologies to share audiovisual content.

In this article, results are presented from several projects developed until now, together with a state of the art of P2P live streaming. We finally present the work we're developing presently in the MACHINE project.

Keywords: P2P, streaming, JXTA.

1. Introducción

En el marco de la Fundación i2CAT se ha desarrollado una serie de proyectos de investigación (eRuc) e innovación (MediaMobil) basados en el uso de tecnologías P2P basadas en la arquitectura JXTA [1] para el intercambio de contenidos audiovisuales.

JXTA es una especificación de protocolos abiertos que ofrece un entorno de trabajo que facilita la implementación de aplicaciones P2P.

Actualmente se está trabajando, dentro del proyecto MACHINE, sobre temas relacionados con el *streaming* de vídeo de alta calidad sobre redes P2P. El trabajo desarrollado hasta el momento ha consistido en un estudio del arte de las tecnologías P2P de *streaming* en directo (*live streaming*) y en el diseño de los mecanismos JXTA que se usarán para implementar una arquitectura de este estilo.

2. La aplicación eRuc

A lo largo de 2004 y 2005, nuestro grupo ha participado en el Proyecto Integrado de Investigación [2] de la Fundación i2CAT, cuyos resultados se presentaron a principios del año 2006. Nuestro trabajo consistió en el diseño y desarrollo de una aplicación, denominada eRuc, altamente distribuida para la gestión e intercambio de contenidos audiovisuales basada en el estándar audiovisual MPEG-21.

La aplicación integraba, mediante servicios web (SOAP), servicios de autenticación basados en SAML, servicios de transcodificación de vídeo (usando un entorno *grid*), gestión de contenidos y de derechos MPEG21, mecanismos de detección de características de dispositivos, etc. Todos estos componentes fueron desarrollados por diferentes grupos de investigación de las universidades UPC, UPF y URL.



JXTA es una especificación de protocolos abiertos que ofrece un entorno de trabajo que facilita la implementación de aplicaciones P2P



Actualmente se está trabajando, dentro del proyecto MACHINE, sobre temas relacionados con el *streaming* de vídeo de alta calidad sobre redes P2P



◆
 JXTA permite crear redes virtuales donde interconectar diferentes dispositivos y agruparlos en comunidades de usuarios

◆
 En eRuc se implementó un módulo gestor de contenidos audiovisuales que era capaz de compartir ficheros en una red P2P JXTA real

Uno de los aspectos más innovadores del proyecto era la creación de una red P2P virtual, donde los clientes del eRuc podían encontrarse y compartir los contenidos que localizaban en nuestros repositorios de catalogación, tal y como ya hacen otras aplicaciones actuales. Pero con la novedad adicional de utilizar sistemas de creación y validación de licencias digitales sobre dichos contenidos, con los consecuentes permisos para poder adquirir o no los recursos de nuestras redes y con mecanismos de protección de contenidos (que usan técnicas de cifrado).

La arquitectura de red *peer-to-peer* se implementó utilizando una tecnología de protocolos conocida como JXTA [1], impulsada por un equipo de desarrollo de Sun Microsystems. JXTA permite crear redes virtuales donde interconectar diferentes dispositivos (servidores, equipos de sobremesa, móviles con conectividad GPRS, etc.) y agruparlos en comunidades de usuarios o *peergroups* (usando terminología de JXTA), con los que compartir información y datos punto-a-punto.

En eRuc se implementó un módulo gestor de contenidos audiovisuales, basado en el servicio *Content Manager* de JXTA, que era capaz de compartir ficheros en una red P2P JXTA real. La única limitación de este prototipo es que la obtención de un fichero en la red punto-a-punto se realizaba descargando el fichero completo de una única fuente.

Por tanto, un cliente del eRuc podía obtener archivos de la red P2P, pero siempre descargándolo completamente de otro cliente activo y presente en dicha red. Una de las líneas de trabajo futuro era claramente la división de los archivos en fragmentos y la descarga simultánea de los mismos desde diferentes fuentes.

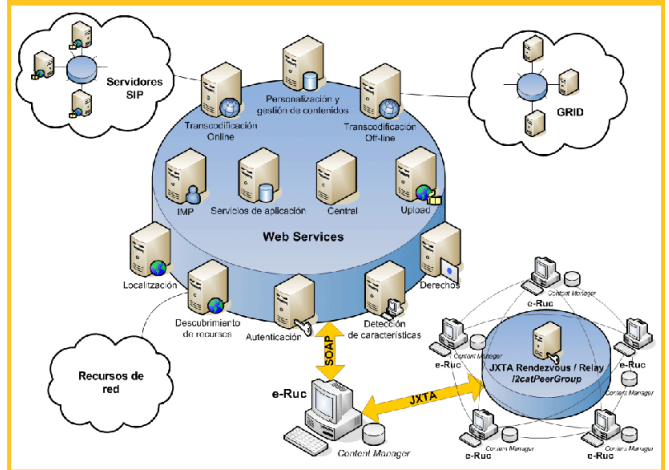
3. El proyecto MediaMobil

En el proyecto de innovación MediaMobil [3] nuestro trabajo consistía principalmente en el estudio y experimentación de las tecnologías P2P aplicadas a dispositivos móviles. En este caso, conseguimos incorporar dispositivos móviles, con perfil Java MIDP 2.0 y configuración CLDC, como nuevos nodos participantes de las redes P2P que hemos desarrollado.

A través de la adaptación de JXTA para terminales móviles, conocida como JXME, se demostró la capacidad de reunir en un mismo *peergroup* a servidores y equipos de I2cat, junto a diferentes teléfonos móviles.

Estos terminales se conectaban al grupo y compartían la información con el resto de nodos a través de un sistema, basado en un *Proxy-relay*, que pretendía aligerar al máximo el peso posible del tráfico de datos entre usuarios (comprimiendo los mensajes XML de control de presencia de JXTA).

FIGURA 1. ESQUEMA DE LA APLICACIÓN e-RUC



4. El proyecto MACHINE

MACHINE es el proyecto de investigación de la Fundación i2CAT para el periodo 2006-2007. En este proyecto se ha definido un paquete de trabajo centrado en el *streaming* de alta calidad donde, entre otros aspectos, se incidirá en las arquitecturas P2P para realizar *streaming* de contenidos.

4.1. Streaming sobre redes P2P

Una de las principales ventajas de los servicios de *streaming* sobre redes P2P, frente a los basados en modelos cliente-servidor, es que son mucho más escalables y requieren menor ancho de banda en el punto de origen.

El uso de IP *multicast* para la distribución de vídeo, que sería posiblemente la solución óptima, es desgraciadamente poco viable en la mayoría de las redes actuales (por razones técnicas u organizativas). Por este motivo las soluciones P2P están empezando a extenderse para aquellos entornos donde se requiere llegar a muchos receptores. Así, existen aplicaciones como PeerCast, freeCast, ACTLab TV, ESM, Vatata, NodeZilla, Coolstreaming, PPLive, etc., que explotan ya este modelo. En [4] se puede encontrar una relación comparativa de estos sistemas.

Los principales retos que tienen que abordar los sistemas de *streaming* P2P para resultar eficientes son los siguientes:

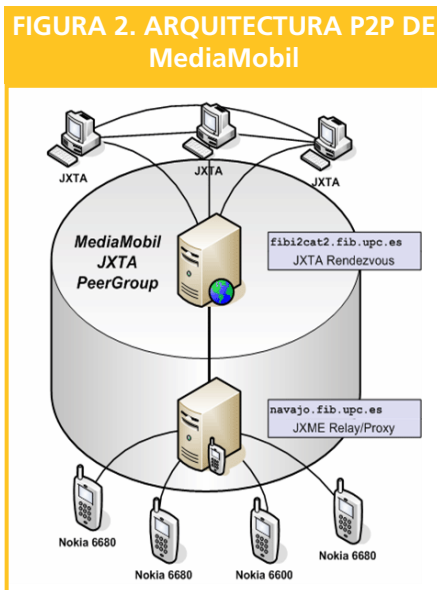
- Minimizar la pérdida de paquetes para recibir todas las fracciones del *streaming* a tiempo de emitir.
- Reducir el tiempo que se tarda en recibir el primer segmento a emitir.
- Decidir de dónde se extrae la información, considerando la minimización del retardo punto a punto (determinado por el número de nodos intermedios y los posibles cuellos de botella).

Las técnicas utilizadas han de tener en cuenta que los nodos tienen la libertad de conectarse y desconectarse del sistema en cualquier momento, por lo que se necesita un esquema robusto que minimice las pérdidas de paquetes causadas por las desconexiones (fortuitas o voluntarias).

También han de controlar el *overhead* de los protocolos, evitando la generación de una sobrecarga excesiva de mensajes de control que impida la escalabilidad del sistema.

Uno de los aspectos más importantes que influyen en la robustez, escalabilidad y rendimiento del sistema es la topología de la red de nodos (*red overlay* o red de revestimiento) y cómo se gestiona ésta. En el caso del *streaming* P2P en vivo, los protocolos pueden clasificarse en diferentes categorías [5]: *source-driven*, *data-driven* y *receiver-driven*, siendo las dos primeras las más interesantes.

En los protocolos *source-driven*, se distingue entre la capa de datos (que se usa para enviar los datos a los *peers*) y la capa de control (que se usa para controlar el grupo y la dinamicidad de los nodos). Básicamente, esta aproximación es equivalente a transponer la red *multicast* a la capa de aplicación. Algunos ejemplos son PeerCast o Zigzag [6].



MACHINE es el proyecto donde se ha definido un paquete de trabajo centrado en el *streaming* de alta calidad

El uso de IP *multicast* para la distribución de vídeo, posiblemente la solución óptima, es desgraciadamente poco viable en la mayoría de las redes actuales



La implementación que se realizará de DONet en el proyecto MACHINE estará basada en JXTA, de forma que sea más sencillo integrarlo con otros sistemas P2P

El *partnership manager* se encarga de gestionar la red de *partners*. Los *partners* son todos los nodos con los que se envían datos

En el caso de los protocolos *data-driven*, los nodos intercambian información de la disponibilidad de los datos en la red. Cada nodo escoge él mismo a sus vecinos dependiendo de los datos que necesite. Es el caso de Donet [7] que utiliza algoritmos viricos.

Según estudios recientes [5], estos protocolos implican una menor pérdida de paquetes de desconexión, menor tiempo medio de llegada del primer paquete y son más escalables.

Por estos motivos, en el proyecto MACHINE hemos decidido optar por este tipo de protocolos, basándonos en la arquitectura de DONet e intentando crear una implementación de la misma usando JXTA.

4.2. Implementación de DONet en el proyecto MACHINE

La implementación que se realizará de DONet en el proyecto MACHINE estará basada en JXTA, de forma que sea más sencillo integrarlo con otros sistemas P2P que se están desarrollando en el proyecto. En la figura 3 se esquematiza la arquitectura de DONet.

Es necesario hacer corresponder las funcionalidades de DONet con las facilitadas por JXTA u otras desarrolladas específicamente para ello.

Este trabajo está actualmente en desarrollo, por lo que mostraremos únicamente algunas de las correspondencias a modo de ejemplo.

El *membership manager* se encarga de gestionar el *overlay*, es decir la red virtual P2P que se establece entre los nodos para propagar los mensajes por toda la red P2P.

Para implementar el *membership manager* en JXTA se podría usar el Membership Service [8] para acceder a la red DONet. Así, la conexión podría ser una operación de unirse a un grupo (*join*) a través del *Membership Service JXTA*. La propagación de los mensajes usaría los mecanismos de publicación y descubrimiento de nuevos nodos en el grupo para mantener la red *overlay*.

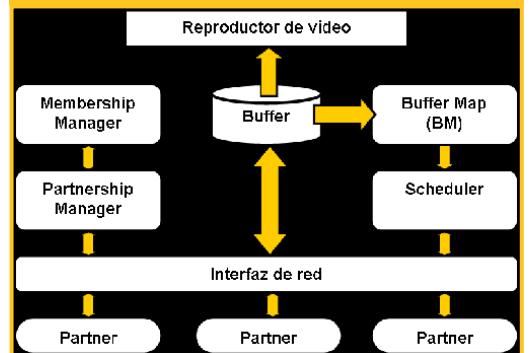
El *buffer* está dividido en segmentos del mismo tamaño y guarda los datos que reproducirá el reproductor de vídeo.

El *buffer map* refleja el estado del *buffer* indicando qué segmentos están disponibles o no en un nodo concreto. El mapa del *buffer* contendrá los identificadores JXTA como identificadores de los *partners*.

El *partnership manager* se encarga de gestionar la red de *partners*. Los *partners* son todos los nodos con los que se envían datos (que son un subconjunto de la red *overlay*). Este módulo se encarga de mantener la lista de *partners*, difundir la disponibilidad de los datos a todos los *partners*, gestionar la disponibilidad de datos de los *partners*, solicitar fragmentos del *stream* a los *partners* y enviar fragmentos a los *partners*.

La implementación del *partnership manager* se implementará en JXTA usando JXTASockets que permitirán comunicar los nodos, enviar los mensajes de disponibilidad, el mapa del *buffer* y fragmentos del *buffer*.

FIGURA 3. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE UN NODO DE LA RED DONet



El *scheduler* decide de qué *partners* se descargarán los fragmentos de *buffer* que estén vacíos. Para cada segmento se guarda información sobre los posibles nodos que pueden enviar ese segmento y el tiempo del que se dispone teóricamente para recibirlo. El algoritmo que implementa recorre la estructura ordenada por los posibles nodos que envían, empezando por los que sólo tienen uno. Cuando haya diferentes alternativas de nodos que pueden enviar el fragmento, se elegirá según el ancho de banda.

5. Conclusiones

Las tecnologías P2P constituyen un enorme campo de investigación e innovación, permitiendo la extensión de servicios y contenidos audiovisuales a un gran número de usuarios.

Todavía es un poco prematuro extraer conclusiones del proyecto que actualmente nos ocupa. La experiencia previa con la plataforma JXTA ha permitido experimentar con tecnologías P2P en entornos heterogéneos; sin embargo, su idoneidad para entornos de *streaming* y vídeo bajo demanda de alta calidad es todavía una incógnita.

Referencias

Todos los recursos en línea están disponibles desde octubre de 2006

- [1] Web oficial de la tecnología JXTA. www.jxta.org
- [2] Presentación final del proyecto integrado y del eRuc. www.i2cat.net/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=24_1_3
- [3] Información del proyecto MediaMobil. www.i2cat.net/i2cat/servlet/I2CAT.MainServlet?seccio=8_26
- [4] P2P IPTV Motherlist. http://orblive.com/modules/newbb/viewtopic.php?topic_id=13&forum=4
- [5] Silverston, Thomas; Fourmaux, Oliver. "Source vs Data-driven Approach for Live P2P Streaming". Presentada en the International Conference on Networking, International Conference on Systems and International Conference on Mobile Communications and Learning Technologies (ICNICONSMCL'06). 2006.
- [6] Duc, A. Tran; Kien, A. Hua; Tai, D.; "ZIGZAG: An Efficient Peer-to-Peer Scheme for Media Streaming". IEEE INFOCOM. 2003. San Francisco, CA.
- [7] Zhang, Xinyan; Liu, Jiangchuan; Li, Bo; Yum, Tak-Shing Peter "DONet: A data-driven overlay network for efficient live media streaming". IEEE INFOCOM. 2005.
- [8] Membership Service de JXTA. platform.jxta.org/nonav/java/api/net/jxta/membership/package-summary.html



Las tecnologías P2P constituyen un enorme campo de investigación e innovación, permitiendo la extensión de servicios y contenidos audiovisuales a un gran número de usuarios

Josep Casanovas , José Francisco Crespo
(Josep@fib.upc.edu),(josefran@fib.upc.edu)

Joan Giral, Rosa Mª Martín
(jgiral@fib.upc.edu), (rosam@fib.upc.edu)

Laboratorio de Cálculo de la Facultad de Informática de Barcelona
Universidad Politécnica de Cataluña
www.fib.upc.edu/
Fundación i2CAT
www.i2cat.net/