XO8-03 04. PONENCIAS.S5 27/3/03 14:34 Página 30

Uso de aplicaciones adaptables en entornos inalámbricos

Use of Adaptive Applications in Wireless Environments

P. M. Ruiz Martínez, A. F. Gómez Skarmeta y E. J. García Escobar

Presentamos una arquitectura para la adaptación que permite a las aplicaciones minimizar el impacto que provoca el cambio continuo de las condiciones de la red

Resumen

Las aplicaciones adaptables son un concepto clave a tener en cuenta para la transmisión de contenidos multimedia de tiempo real en entornos móviles e inalámbricos en los cuales las condiciones de la red son muy cambiantes, y no únicamente debido a la congestión –como ocurre en las redes fijas– sino también a interferencias, movilidad, etc. En este artículo presentamos una arquitectura para la adaptación que permite a las aplicaciones minimizar el impacto que provoca el cambio continuo de las condiciones de la red, usando técnicas de auto adaptación en los niveles más altos, y obteniendo información de la red. El objetivo es mantener la calidad de servicio percibida por el usuario en un nivel aceptable. Los resultados se presentan por medio de pruebas en distintos escenarios.

Palabras clave: Aplicaciones adaptables, comunicaciones inalámbricas, calidad de servicio, redes ad-hoc, rendimiento, sistemas multimedia.

Summary

Adaptive applications are a key concept to take into account when dealing with real-time multimedia internetworking in wireless and mobile environments, in which network conditions may change abruptly and not always due to congestion –as it happens in fixed networks– but also to interference, mobility and so on. This paper presents an adaptation architecture that allows applications to minimize the impact of adverse and changing network conditions, by using self-adjustment techniques at high layers, obtaining information from the network. The objective is maintaining the QoS perceived by the user at an acceptable level. Results are presented by means of some tests in different test-case scenarios.

Keywords: Adaptive applications, wireless communications, quality of service, ad-hoc networks, performance, multimedia systems.

1.- Introducción

Existen muchas aplicaciones multimedia en tiempo real que son capaces de distribuir audio, vídeo y otros flujos de información. Sin embargo, pocas de estas aplicaciones cuentan con mecanismos para aprovecharse puntualmente de la información del estado de la red, caracterizada por parámetros como la perdida de paquetes, el retraso o el ancho de banda disponible. Todo esto unido al hecho de que los parámetros de este tipo, que afectan notablemente a estas aplicaciones, son bastante variables en entornos de comunicaciones inalámbricos y móviles (especialmente en los de tipo ad-hoc), hace que las aplicaciones tradicionales no ofrezcan una buena calidad en estos escenarios.

Algunos estudios como [1] muestran que para aplicaciones no adaptables, la calidad de audio percibida por el usuario empieza a ser extremadamente mala cuando la pérdida de paquetes supera el 20 por ciento. Conclusiones similares pueden alcanzarse para otros componentes presentes en las aplicaciones multimedia actuales (vídeo, presentaciones). Adicionalmente, los conceptos tradicionales de QoS para redes fijas (como en [2]) no son directamente aplicables en redes móviles, dadas las diferencias en la causas de la pérdida de calidad de servicio extremo a extremo: congestión (habitual en entornos fijos) frente a interferencias, movilidad de los nodos, y cambios de la disponibilidad de los enlaces (en entornos inalámbricos).

La ausencia de todo tipo de garantías hace necesario un enfoque distinto para garantizar al usuario una calidad satisfactoria. La solución aquí propuesta incluye de mecanismos de señalización que ofrecen cierta realimentación a las aplicaciones, sobre todo en escenarios tan adversos como los señalados.

XO8-03 04. PONENCIAS.S5 27/3/03 14:34 Página 31

2.- Arquitectura para aplicaciones adaptables

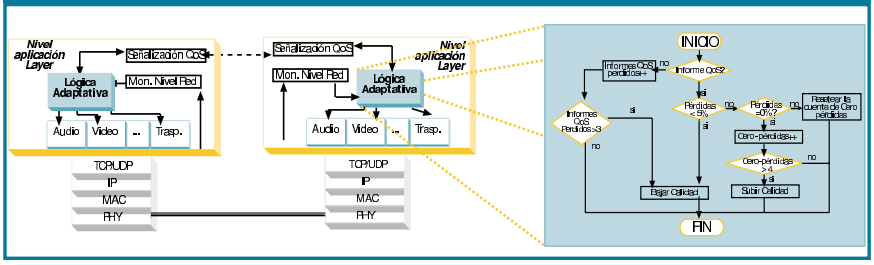
La calidad de Servicio, QoS, tal como y como se define en la recomendación ITU-E.800, es *el efecto colectivo de garantía del servicio, que determina el grado de satisfacción del usuario de dicho servicio, y se caracteriza por la combinación de factores de rendimiento tales como operabilidad, accesibilidad e integridad*.

La idea que subyace en la arquitectura que presentamos es la de situar algunas de las características de adaptación en el nivel de aplicación, lo que permitirá presentar una mejor calidad de servicio al usuario, en entornos en los que las soluciones tradicionales ofrecerían una calidad poco satisfactoria.

Los puntos principales en esta arquitectura (ver Figura 1) son los siguientes: Mecanismo de señalización de QoS, Lógica de Adaptación y Componentes multimedia de la aplicación (audio, etc.). El primero de ellos, el mecanismo de señalización de QoS, es el protocolo a cargo de enviar y recibir informes (Informes QoS) describiendo las condiciones de la red percibidas por el otro extremo. Cuando tal informe es recibido, se pasa a la Lógica de Adaptación. Este módulo se encarga de decidir qué conjunto de parámetros de la aplicación son más adecuados para las condiciones actuales de la red.

Los puntos principales en esta arquitectura son: el mecanismo de señalización de QoS, la lógica de adaptación y los componentes multimedia de la aplicación

FIGURA 1: ARQUITECTURA Y LÓGICA DE ADAPTACIÓN



Adaptar el flujo en tiempo real para garantizar un servicio mínimo puede ser conseguido modificando la forma en la que los componentes procesan la información. Estos cambios pueden caer dentro de una o varias de las siguientes categorías: codecs, parámetros específicos de un codec, frecuencia de muestreo, tamaño del componente y componente utilizado. Dado que la mayoría de efectos negativos percibidos por el usuario se deben a pérdidas de paquetes, la entrada más importante para la Lógica de Adaptación será ésta. Los problemas de retardo extremo a extremo pueden hacer también sentir al usuario una sensación negativa, pero pueden ser compensados con una gestión de buffers adecuada sin necesidad de reducir el ancho de banda utilizado.

3.- Pruebas y resultados

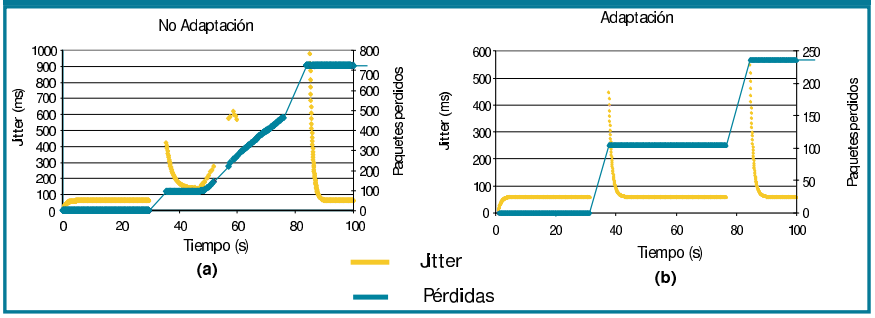
Para medir la eficiencia de nuestro mecanismo así como su mejora frente al empleo de aplicaciones tradicionales, hemos seleccionado una versión reducida de la aplicación de videoconferencia ISABEL [3] que se ejecutará sobre dos entornos especialmente adversos. El primero consiste en un handover vertical entre dos redes en el que la diferencia de ancho de banda es muy grande. Este escenario intenta reproducir lo que podría ser un handover entre Wireless-LAN y GPRS o Wireless LAN y UMTS. El segundo es aún más extremo y consiste en una red Ad-Hoc *multi-hop*, especialmente conocidas por la dificultad que entrañan para las aplicaciones dado su bajo rendimiento y sus parámetros de red totalmente cambiantes.

Para demostrar cómo las aplicaciones multimedia adaptables pueden mejorar la QoS percibida por el usuario en el caso de redes inalámbricas, hemos desarrollado un testbed formado por una red multi-hop Ad-Hoc en la que la fuente y el destino de datos son dos nodos de la red

3.1.- Escenario de Handover Vertical

Los primeros resultados de estas pruebas están asociados al funcionamiento de una aplicación simple que carece de capacidades adaptables. La Figura 2 muestra el efecto de un handover desde una red Ethernet a una red RDSI con un ancho de banda más limitado, usando una aplicación estándar (a) y la aplicación adaptable (b).

FIGURA 2: PÉRDIDAS SIN (A) Y CON (B) ADAPTACIÓN



Para las pruebas se utiliza PCM (128 Kbps) como codec de audio y, en el caso de la adaptación, GSM (13 Kbps) para situaciones de bajo ancho de banda. Utilizando una aplicación estándar, al realizar el handover y seguir transmitiendo con un ancho de banda superior al proporcionado por el enlace físico, las pérdidas de paquetes crecen linealmente con el tiempo (aprox. 50 por ciento de pérdidas), lo cual hace que se pierda la inteligibilidad de la conversación que se mantenía cuando el ancho de banda era suficiente. Sin embargo, usando adaptación, la aplicación detecta (o es informada) del entorno de red en que se encuentra en cada momento, posibilitando que pueda elegir una nueva combinación para transmitir (en este caso, el codec de audio GSM).

Como efecto colateral, se observa que el Jitter se mantiene en valores acotados cuando hay adaptación.

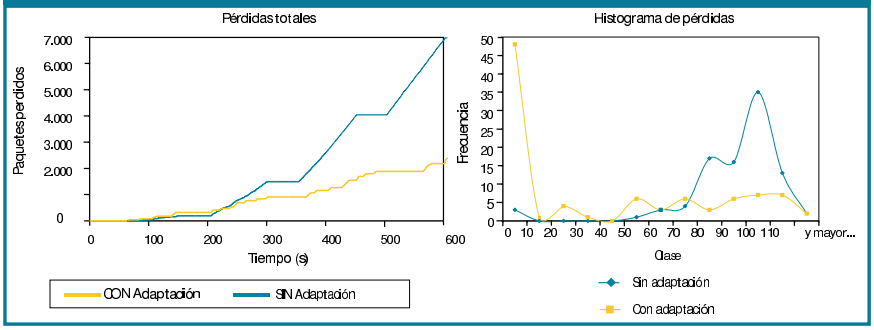
3.2.- Escenario de red Ad-Hoc

Para demostrar cómo las aplicaciones multimedia adaptables pueden mejorar la QoS percibida por el usuario en el caso de redes inalámbricas, hemos desarrollado un testbed formado por una red multi-hop Ad-Hoc en la que la fuente y el destino de datos son dos nodos de la red. Un equipo adicional se introduce en el mismo enlace radio para generar interferencias de distinta intensidad durante periodos de 100s (dejando 50s de reposo). En este entorno se asume que el ancho de banda disponible es cambiante y desconocido.

Como muestra la Figura 3, una aplicación tradicional (gráfica azul) en tales entornos comienza a perder paquetes cuando los períodos de interferencia tienen una mayor carga. Con un uso de un comportamiento adaptable, el número total de paquetes se reduce considerablemente en un 66 por ciento (de 6981 a 2387). Las pérdidas de paquetes que se producen en la parte de adaptación son puntuales, y no exceden el umbral del 5 por ciento tolerado. Como se ve en la gráfica adyacente, estas pequeñas pérdidas no son suficientes para dañar en exceso la percepción del usuario del audio porque el porcentaje en la mayoría de casos es mantenido por debajo del 20 por ciento, que muchos estudios [1] han identificado como el punto a partir del cual el audio se comienza a considerar de muy mala calidad.

XO8-03 04. PONENCIAS.S5 27/3/03 14:34 Página 33

FIGURA 3: PÉRDIDAS EN RED AD HOC



Se ha mostrado cómo las aplicaciones pueden ayudar a ofrecer un buen nivel de calidad de servicio incluso en situaciones en las que la red no es capaz de ofrecer ningún tipo de garantía

4.- Conclusiones y trabajo futuro

A través de un testbed de ejemplo y algunos experimentos, en este artículo se han demostrado las ventajas que estos mecanismos pueden ofrecer para mejorar la calidad de servicio percibida por un usuario final en un escenario de condiciones cambiantes, garantizando un adecuado nivel de servicio incluso ante cambios importantes y continuados de ancho de banda. Además, se ha mostrado cómo las aplicaciones pueden ayudar a ofrecer un buen nivel de calidad de servicio incluso en situaciones en las que la red no es capaz de ofrecer ningún tipo de garantía.

Por tanto, parece razonable, y forma parte de las vías futuras de este trabajo, el aplicar técnicas de inteligencia artificial tales como clustering difuso a un conjunto de reglas predefinidas para generar un nuevo conjunto de reglas en términos de ancho de banda, tasa de pérdida, número de tramas por segundo, etc., y lograr así una calidad aún más acorde con las preferencias de cada usuario.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Unión Europea bajo el proyecto MIND (IST-2000-28584).

5.- Referencias

[1] J.-C. Bolot y A. Vega-García, "The case for FEC-Based Error Control for Packet Audio in the Internet", ACM Multimedia Systems, 1998.
[2] D. Sisalem, "End-to-End Quality of Service Control using Adaptive Applications", IFIP Fifth International Workshop on Quality of Service, 1997.
[3] ISABEL, http://www.agoratechnologies.com/productos/isabel.html

Pedro M. Ruiz Martínez
(pedro.ruiz@agora-2000.com)
Director de Proyectos de I+D - Agora Systems, S.A.
Emilio J. García Escobar
(emilio.garcia@agora-2000.com)
Ingeniero de Sistemas - Agora Systems, S.A.
Antonio F. Gómez Skarmeta
(skarmeta@dif.um.es)
Dpto. de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Facultad de Informática-Universidad de Murcia