

SymPA: un Analizador de Protocolos para Dispositivos Móviles

Almudena Díaz, Pedro Merino, F. Javier Rivas Tocado

Departamento de Lenguajes y Ciencias de la Computación, Universidad de Málaga
29071 Campus de Teatinos, Málaga, España
{pedro, almudiaz@lcc.uma.es, franciscojavier.rivas@gmail.com}

Abstract. La convergencia fijo-móvil es uno de los campos con más futuro en el sector de las telecomunicaciones debido al fuerte auge que han tenido en los últimos años los dispositivos inalámbricos como teléfonos móviles y PDAs. Existe un gran abanico de tecnologías de acceso inalámbricas que van desde Bluetooth, Wi-Fi, Wimax, hasta GSM/GPRS o UMTS y que confieren a dichos dispositivos conectividad libre de cables en cualquier momento y en cualquier lugar. La itinerancia entre dichas tecnologías es un campo en el que se concentran grandes expectativas. Como resultado de la heterogeneidad de las redes de comunicaciones se está produciendo un proceso de convergencia a IP como protocolo básico. En este punto surge la necesidad de llevar a cabo un estudio del comportamiento de los distintos protocolos basados en IP para optimizar su uso en este tipo de escenarios. En este artículo se propone el desarrollo de una herramienta que nos permita capturar y analizar tráfico TCP/IP sobre las diferentes tecnologías de acceso presentes en los dispositivos móviles actuales. Con el fin de obtener los mejores resultados proponemos el uso de los propios terminales como instrumentos de medida para conseguir una percepción real del rendimiento ofrecido por los distintos protocolos.

1 Introduction

La aparición de GPRS y más tarde de UMTS ha supuesto un fuerte impulso para el empleo de los dispositivos móviles como elementos de cómputo en sistemas distribuidos. Las redes de comunicación móvil son ahora cada vez más abiertas con el objetivo de facilitar el despliegue de los servicios y aplicaciones, ofreciendo nuevas oportunidades a terceras partes como desarrolladores y proveedores de contenidos para participar en este mercado. En este nuevo escenario es necesario disponer de mecanismos que garanticen la calidad del servicio recibido por los usuarios finales.

Paralelamente al desarrollo de nuevos servicios orientados específicamente al entorno móvil como POC (Push to talk Over Cellular), actualmente existe una tendencia a migrar a los terminales móviles las aplicaciones tradicionalmente usadas en los ordenadores de escritorio, motivado principalmente por la necesidad que tienen los

usuarios de estar comunicados en todo momento. Sin embargo estas aplicaciones han sido diseñadas y probadas para funcionar en un entorno que difiere mucho del presente en los sistemas de comunicaciones móviles. Un ejemplo claro de esto es la variabilidad de las condiciones de propagación radio y los efectos que se derivan del aumento de usuarios conectados a una red GPRS, como el balanceado de carga.

En esto punto nos encontramos con que no siempre podemos usar las herramientas de análisis de tráfico empleadas en el desarrollo y depuración de aplicaciones de comunicación en redes fijas. Para el estudio del rendimiento de aplicaciones típicas como navegadores Web sería necesario tener acceso al equipo que actúa como servidor o a la red en la que este se encuentra, lo que supone una solución bastante rígida. Un caso que muestra más claramente la necesidad de nuevas herramientas de diagnóstico es el de aplicaciones que establecen comunicaciones móvil a móvil, como ocurrirá con las aplicaciones peer to peer [1].

Actualmente, los operadores tienen acceso a información sobre el rendimiento general desde el interior de las propias redes. Pero en muchos casos necesitan conocer la calidad de servicio extremo a extremo que proporcionan para garantizar la satisfacción de sus clientes y, para ello, se han desarrollado productos comerciales orientados a monitorizar la calidad de los servicios desde los terminales móviles [2] [3]. Se trata fundamentalmente de aplicaciones software que típicamente pueden actuar en dos modos: proactivamente para iniciar transacciones de los servicios a probar y analizar los parámetros de interés, o pasivamente, en la que se monitorizan parámetros más generales como cobertura de los servicios a medida que los usuarios hacen un uso habitual de los terminales. Estas aplicaciones son de gran utilidad para un operador, aunque, en el caso de la monitorización pasiva, la información que proporcionan no es tan detallada. Sin embargo, los operadores tienen como objetivo principal optimizar el funcionamiento de su red para el conjunto de los usuarios, por lo que aún queda un gran margen de optimización para aplicaciones concretas.

Si tenemos en cuenta que el desarrollo de aplicaciones para terminales móviles no lo hacen los operadores, es vital dotar a los desarrolladores de herramientas que les ayuden a hacer un uso eficiente de las comunicaciones en sus aplicaciones, semejantes a las disponibles para redes de área local (ping, tracert, netstat, sniffers, etc).

En este artículo se presenta la herramienta SymPA, que permite la monitorización y análisis del tráfico cursado en los terminales móviles. Esta herramienta proporciona como principal novedad frente al resto de aplicaciones existentes la evaluación del rendimiento de la pila de protocolos TCP/IP sobre comunicaciones móviles, así como la correlación de esta información con los parámetros propios de la interfaz radio.

Otra característica que diferencia a SymPA es que permite capturar tráfico generado por aplicaciones reales de forma que no es necesario que sea la propia herramienta la que origine el tráfico. Esto la hace adecuada para ayudar en el desarrollo de nuevas aplicaciones. Por otro lado las medidas se llevan a cabo en condiciones de carga de red reales, lo que asegura la objetividad de los resultados obtenidos.

El artículo está organizado como sigue. En la próxima sección se describe el funcionamiento de la herramienta. En la sección 3 se ilustra el uso de la herramienta en diferentes escenarios. Por último se extraerán conclusiones acerca del uso de esta herramienta para la caracterización del tráfico sobre redes móviles y se plantearán una serie de trabajos futuros.

2 Symbian Protocol Analyzer (SymPA)

Hasta donde conocen los autores, no hay herramientas de uso general para la captura de tráfico IP sobre GPRS/UMTS en un dispositivo móvil. La herramienta SymPA se ha desarrollado para cubrir esta necesidad en el contexto de terminales que soportan el sistema operativo Symbian OS [4] y la plataforma Serie 60 de Nokia.

SymPA es un analizador de protocolos que se ejecuta en el terminal y que permite capturar el tráfico TCP/IP entrante sin alterar el comportamiento de otras aplicaciones ni el resto de la funcionalidad del terminal. En su diseño se han tenido en cuenta principalmente los siguientes objetivos:

- capturar todos los paquetes IP entrantes, asegurando que no se deja de analizar tráfico por problemas de saturación
- mantener un consumo de recursos bajo, teniendo en cuenta las limitaciones de CPU y memoria de los dispositivos
- incorporar funciones básicas de generación de tráfico, como el test de conectividad mediante ping
- proporcionar un interfaz que permita procesar la información capturada y exportarla a otros entornos.

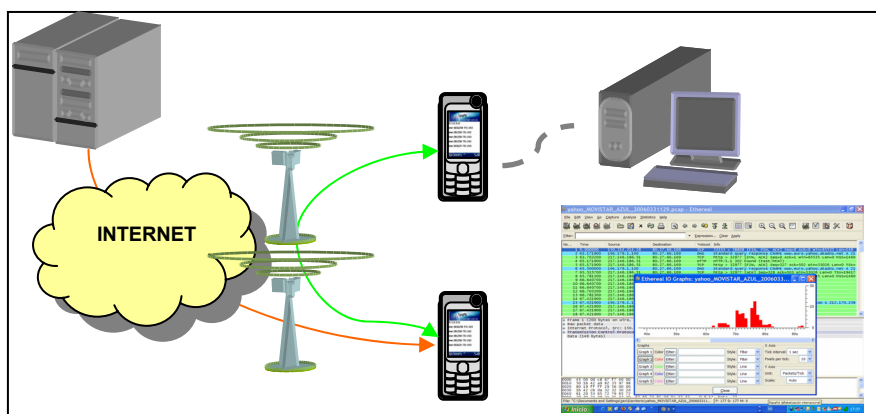


Fig. 1. Diagrama de funcionamiento de la herramienta SymPA

A continuación se describen las características más destacables de SymPA y su funcionamiento (fig. 1).

2.1 Symbian como plataforma de ejecución

En el desarrollo de una herramienta de captura de tráfico para un entorno en el que tanto la memoria como la capacidad de procesamiento están limitadas se introducen

nuevas restricciones en lo que se refiere a la gestión de memoria y el consumo de tiempo de CPU.

Symbian es un sistema operativo multitarea de 32 bits específicamente diseñado para hacer frente a las limitaciones antes mencionadas. Por este motivo ha sido la plataforma seleccionada para el desarrollo de la herramienta. Symbian ofrece, además, un amplio soporte para las comunicaciones, que incluye conectividad serie sobre RS232, infrarrojos, Bluetooth, WIFI, USB y acceso a redes públicas GSM, GPRS y 3G. Sobre estas tecnologías se ofrece un stack TCP/IP con interfaz socket para la construcción de aplicaciones.

En el estudio de viabilidad inicialmente realizado se observó que Symbian soportaba los tipos de sockets que tradicionalmente son usados en las aplicaciones de captura de tráfico, los sockets *raw*. Esta opción también permite la implementación herramientas de gestión básicas como ping o traceroute.

Los principales problemas para implementar la captura han sido por un lado la escasa documentación de los interfaces de programación necesarios para acceder al nivel IP en la plataforma seleccionada, y por otro la gestión de los recursos usados por SymPA para que su ejecución no interfiriera en la del resto de aplicaciones y no se perdieran paquetes durante la captura.

La implementación actual permite capturar todos los paquetes IP que se reciben en el terminal en el que se ejecuta la aplicación y monitorizar y almacenar los parámetros de potencia de señal recibida, tecnología de acceso radio en uso (GPRS/UMTS), identificador de celda y nivel de batería.

2.2 Captura y visualización

El proceso de medida se divide en tres etapas bien diferenciadas: captura, exportación y visualización. La primera etapa, de captura, se lleva a cabo en el terminal. La captura es iniciada desde SymPA mientras se ejecutan el resto de aplicaciones que deseamos monitorizar. SymPA monitoriza el tráfico IP entrante de las distintas aplicaciones, almacenando todos los paquetes recibidos en bruto y asignándoles únicamente marcas temporales para así minimizar el procesado. Los resultados de dichas capturas son guardados en la memoria del terminal hasta que finaliza la sesión de captura, para después ser almacenados en fichero. Paralelamente a la captura de los paquetes también son almacenados los parámetros de red y del terminal citados en el apartado anterior.

Para poder utilizar en otros entornos los ficheros generados, la aplicación realiza un postprocesado de los mismos. Los ficheros pueden ser transferidos a un ordenador a través de USB, infrarrojos, Bluetooth, dependiendo de la disponibilidad en el terminal de dichas tecnologías. Los ficheros se pueden convertir sin necesidad de realizar ninguna modificación a formato libpcap con el programa *text2pcap*, incluido en la distribución libre del analizador Ethereal [6]. Para el análisis de las medidas realizadas se puede hacer uso de gran variedad de opciones de organización, de filtrado de información y de elaboración de estadísticas disponibles en Ethereal (Fig. 1).

3 Escenarios de uso

A continuación se presentan tres escenarios de uso de SymPA. En el primero se realiza una captura de tráfico HTTP. En el segundo se muestra como SymPA permite ayudar a identificar las causas de anomalías en el flujo del tráfico capturado al fusionar esta información con magnitudes como la intensidad de señal y eventos como cambios de celda o handover entre diferentes tecnologías radio. En el tercer escenario de uso se lleva a cabo la captura de una transferencia de ficheros entre dos terminales móviles.

3.1 Navegadores Web

El primer escenario de uso se centra en la captura y análisis de transacciones HTTP, uno de los protocolos basados en TCP más conocido y más empleado.

Tabla 1. Estadísticas de tráfico HTTP

<i>Id Celda</i>	<i>Tamaño(bytes)</i>		<i>Tiempo(s)</i>		<i>Bytes/s</i>		<i>dBm</i>
	Total	Texto	Total	Texto	Total	Texto	
15007885	42249	35112	22,46	5,22	1880	6728	-80
15007885	39659	36512	8,31	5,39	4771	7038	-83
15007885	77754	33712	32,59	5,14	2385	6557	-88
15007885	122831	25260	93,81	5,23	1309	4825	-94

En la tabla 1 se muestran los tiempos medios de descarga de una página Web. Las medidas han sido realizadas en la red 3G de un operador español de telefonía móvil usando como terminal de captura un Nokia 6680. El navegador utilizado durante las pruebas es la versión Opera para la Serie 60 de Symbian. Las descargas se han llevado a cabo en una misma celda y los niveles de potencia de señal recibidos durante la descarga oscilan entre (-80 dBm y -94 dBm).

Tabla 2. Estadística de PING sobre UMTS

<i>Origen-Destino</i>	<i>RTT Medio ms</i>	<i>RTT Max ms</i>	<i>RTT Min ms</i>
Móvil-PC	1180,8	4375	343
	1018,2	3875	296
	999,4	3672	312
PC-Móvil	630	1628	296
	1053	3278	299
	765	2163	299

El filtrado de las trazas capturas ha permitido separar los diferentes contenidos descargados. En la tabla [1] se lleva a cabo una comparativa de los parámetros medios obtenidos durante las descargas de la página Web al completo (texto+GIF+JPEG+Javascript, etc) con los de las descargas de la parte correspondiente al

texto principal. Se puede apreciar que cuanto mayor es el tamaño del texto principal de la página descargada la velocidad de transmisión obtenida es mayor, esto se debe al mecanismo de slow start de TCP que provoca que no se pueda alcanzar la máxima tasa de transferencia en descargas pequeñas debido a los elevados tiempos de ida y vuelta que se experimentan en redes móviles GPRS y UMTS (Tabla 2).

Las tasas medias de transferencia obtenidas para las descargas de la página Web completa son menores debido a que cada uno de los distintos contenidos de las páginas descargadas supone una nueva conexión TCP de menor volumen.

Las medidas de PC-Móvil que aparecen en la tabla 2 han sido elaboradas sobre una línea ADSL de 4 Mb.

3.2 FTP

A continuación se ilustran los resultados de la captura de tráfico correspondiente a la descarga vía FTP de un fichero de 200 KB ubicado en un ordenador con conexión a Internet mediante una red Fast Ethernet. La potencia de señal recibida durante la transferencia del fichero oscila en los -77 dBm y los -82dBm.

En UMTS existen mecanismos para mitigar los efectos derivados de los cambios de celda como el soft handover, que permite mantener conexiones simultáneas con dos o más estaciones base. Sin embargo esto no es posible en GPRS debido a que celdas próximas tienen asignado un subconjunto distinto de frecuencias por lo que las conexiones físicas deben conmutar de una celda a otra. Esto puede provocar pérdidas de paquetes durante la transición. Este fenómeno puede ser apreciado en la siguiente captura (Fig. 2) en la que se produce un cambio de celda que implica una conmutación entre GPRS y UMTS.

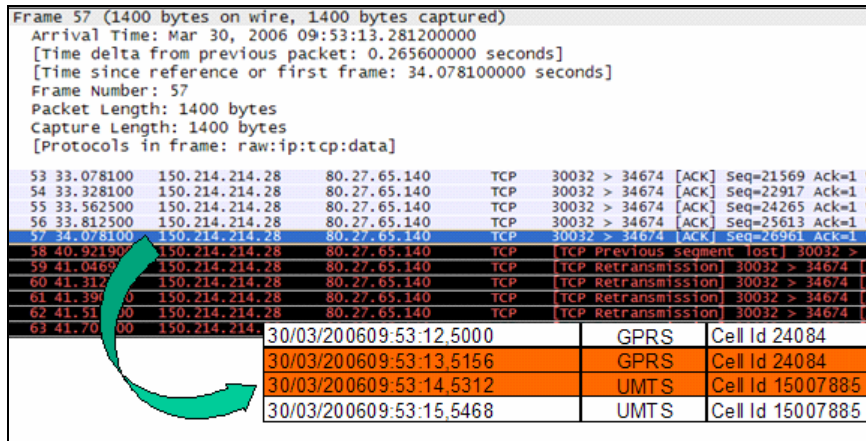


Fig. 2. Pérdida de paquetes durante un handover entre GPRS y UMTS

En el mismo instante en el que se produce el handover dejan de recibirse paquetes durante 7 segundos, las retransmisiones correspondientes a los paquetes perdidos

pueden ser visualizadas en la traza capturada. La detección del cambio de tecnología es posible, como se observa en la parte inferior de la figura 2, a partir de la información proporcionada por SymPA.

3.3 Comunicaciones móvil a móvil.

Este tipo de herramienta ayuda a detectar posibles anomalías en las implementaciones de TCP en los terminales. Estas anomalías podrían aparecer debido a las degradaciones introducidas por factores presentes únicamente en el entorno móvil como son el handover o los elevados retardos. Debido a esto este tipo de escenario es muy difícil de reproducir y resulta especialmente importante el uso de SymPA para la monitorización en tiempo real del tráfico cursado por los dispositivos móviles.

Tabla 3. Estadística de PING móvil a móvil sobre UMTS y GPRS

	<i>RTT Medio ms</i>	<i>RTT Max ms</i>	<i>RTT Min ms</i>
GPRS-GPRS	2146	3343	1281
UMTS-GPRS	1334	3953	734
UMTS-UMTS	768	2421	468
GPRS-UMTS	909	1343	718

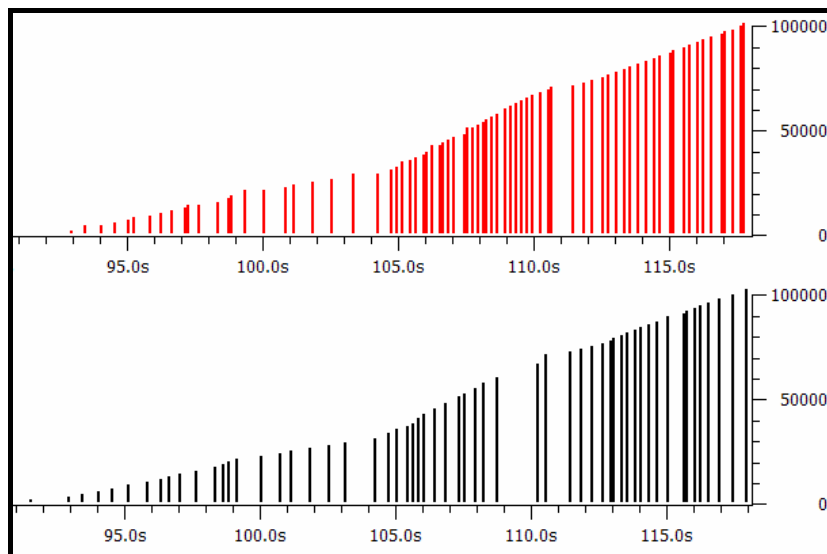


Fig. 3. Evolución de una transferencia de ficheros sobre TCP de móvil a móvil

En la tabla 3 se muestran los retardos calculados por SymPA en diferentes escenarios de comunicación móvil a móvil.

En la figura 3 podemos observar un ejemplo de una comunicación TCP entre dos móviles, en este caso concreto la información viaja en un único sentido, en lo siguiente de emisor a receptor. La parte superior de la imagen representa la evolución de los números de secuencia enviados en los paquetes que llegan al extremo receptor. La parte inferior muestra el avance de los ack (números de secuencia confirmados) en el instante en que llegan al extremo emisor. Cuando el emisor recibe varios acks consecutivamente incrementa su velocidad de transmisión, como puede observarse alrededor del segundo 105, mientras que cuando las confirmaciones se retrasan el emisor ajusta su velocidad de transmisión reduciéndola, tal y como ocurre entre los segundos 109 y 110. Este es un ejemplo de cómo SymPA permite observar de una forma muy detallada el comportamiento de los protocolos.

4. Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se ha presentado una herramienta para el estudio del rendimiento de las comunicaciones de datos en terminales móviles. En futuros trabajos se pretende usar SymPA para estudiar exhaustivamente las aplicaciones y protocolos más utilizados. Con la ayuda de SymPA se tratará de proponer nuevas configuraciones de los parámetros de protocolos como TCP para su uso sobre GPRS, UMTS y sobre otras tecnologías como Bluetooth, Wi-Fi o HSDPA.

Otra futura línea de trabajo se centra en el desarrollo de una extensión de Ethereal que permita visualizar junto a los paquetes capturados los parámetros propios de una conexión GPRS/3G como son la potencia de señal recibida, la tasa de error, la celda o los parámetros de calidad de servicio de la conexión.

References

1. Oberender, J.O. et al.: K.: Enabling Mobile Peer-to-Peer Networking. Wireless Systems and Mobility in Next Generation Internet: First International Workshop of the EURO-NGI Network of Excellence, Dagstuhl Castle, Germany, (2004) p.219
2. Optimi, the x-AppMonitor performance monitoring platform, <http://www.optimi.com>
3. mFormation Technologies Inc, <http://www.mformation.com>
4. Symbian OS – the mobile operating system, (<http://www.symbian.com>)
5. Ethereal, The world's most popular network protocol analyzer, www.ethereal.com
6. Holana, H, Toskale. A.: “WCDMA for UMTS. Radio Access for third generation Mobile Communications. Third Edition. Ed. Wiley.
7. Catalan, M. et al., “TCP/IP analysis and optimization over a precommercial live UMTS network”, IEEE Communications Society, WCNC 2005, pp. 1503-1508
8. Pentikousis, K et al., “Active Goodput Measurements from a Public 3G/UMTS Network”, IEEE Communications Letters, vol. 9, no 9, Sept. 2005, pp. 802-804
9. Stevens, W.R.: TCP/IP Illustrated, Volumen 1, The protocols, Ed Addison-Wesley