

Estudio de la Desincronización de un Reloj no Disciplinado mediante Pruebas Activas

Albert Cabellos, Jose Nuñez, Jordi Domingo
{acabello, jnunyez, jordid}@ac.upc.edu
Departament d'Arquitectura de Computadors
Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen: Parte de los objetivos del proyecto CEPOS consisten en realizar unos experimentos distribuidos con diferentes tecnologías de acceso. Para ello es necesario sincronizar los terminales móviles. Puesto que las soluciones existentes de sincronización no se adaptan bien a entornos móviles se propone sincronizar los terminales a través de servidores NTP+PPS y realizar los experimentos desconectándolos de la red de sincronización. El presente estudio analiza la viabilidad de dicha propuesta mediante pruebas activas.

INTRODUCCIÓN

El proyecto CEPOS (Centro de Provisión de Servicios de Red Interdominio) pretende definir una arquitectura de provisión de servicios de nueva generación, que permita construir un centro de provisión de servicios de nueva generación. La arquitectura combinará las propuestas de los principales organismos internacionales, y se centrará en las capas de servicios sobre una red heterogenea que combine redes fijas, inalámbricas y celulares. Además se definirá un Centro de Servicios de Nueva Generación, que en combinación con la arquitectura permita ofrecer servicios a usuarios finales con independencia del tipo de red en el que se encuentren.

Parte de los objetivos del proyecto consisten en realizar unos experimentos distribuidos con diferentes tecnologías de acceso: WiMAX, UMTS, IEEE 802.11 y Ethernet. El objetivo es usar la aplicación de videoconferencia Isabel [1] con las diferentes tecnologías de acceso y estudiar el comportamiento de la misma, así como evaluar parámetros de QoS (OWD, pérdida de paquetes y jitter) y de movilidad (tiempo de handover de nivel 2 y tiempo de handover de nivel 3). Dichos experimentos se realizarán usando la metodología de pruebas pasivas. Se capturarán los paquetes pertenecientes a los flujos de Isabel tanto en los terminales como en el servidor central. Posteriormente se computarán los parámetros bajo estudio usando los "timestamps" de los paquetes. Así pues, para realizar dichos experimentos es imprescindible sincronizar adecuadamente los terminales de Isabel así como el servidor central.

Existen diferentes técnicas para sincronizar máquinas siendo la solución más conocida Network Time Protocol (NTP [2]). NTP puede proporcionar una buena sincronización (alrededor de 10ms [3]), sin embargo necesita de un dispositivo GPS externo para obtener una precisión de 1ms. En concreto, algunos dispositivos GPS proporcionan una señal muy precisa denominada Pulse-Per-Second (PPS) [4]. Dicha señal genera un pulso por segundo con gran precisión, esta señal se conecta a los servidores NTP

que lo utilizan como fuente de reloj externa. Debido a que los experimentos del proyecto CEPOS se realizarán usando terminales móviles se requiere una solución de sincronización móvil. Los dispositivos PPS de los que se disponen no son móviles. Además se han probado diferentes dispositivos GPS portátiles (sin PPS) pero la sincronización que ofrecen es alrededor de 30ms.

Así pues, la solución propuesta consiste en sincronizar los terminales móviles mediante NTP contra servidores NTP+PPS. Una vez los terminales estén bien sincronizados (1ms) desconectarlos de la red NTP (relojes no disciplinados) y realizar los experimentos. Se parte de la hipótesis que, el reloj de los terminales se desincronizará suficientemente poco como para no afectar a los experimentos. Así pues, las preguntas que se pretenden responder son:

- ¿Cuánta sincronización pierde un reloj bien sincronizado una vez deja de ser disciplinado por NTP?
- ¿Qué precisión se puede conseguir usando NTP contra servidores NTP+PPS?
- ¿Existe alguna manera de, una vez realizados experimentos del CEPOS, conocer una estimación del error máximo de sincronización que ha habido?

En la siguiente sección se presenta la metodología seguida, a continuación se presentan los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio así como las referencias.

METODOLOGÍA

La figura 1 muestra el testbed creado para realizar el estudio. El terminal móvil es un portátil Dell Inspiron con dos procesadores T2300 a 1.66GHz cada uno y 1 GB de memoria RAM. Además el reloj del portátil se disciplina mediante NTP (v 4.2.2) y utiliza tres servidores NTP+PPS para sincronizarse. Dos de los servidores se encuentran en la misma red (a menos de 1ms de retardo) y otro más alejado (a unos 70ms de retardo). En el anexo se puede encontrar la configuración del daemon de NTP del terminal móvil.

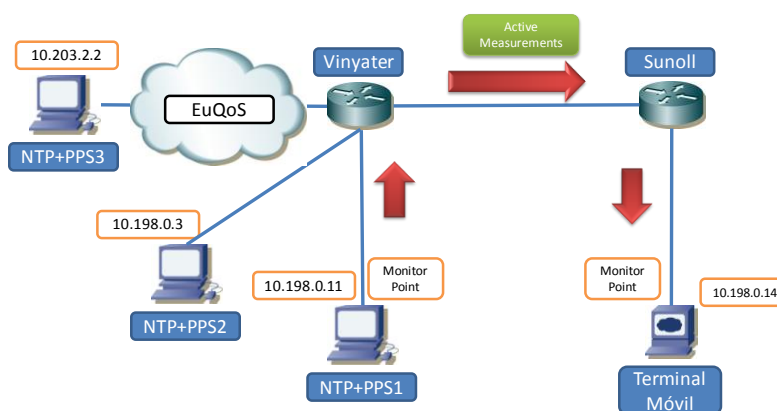


Figura 1.- Testbed para realizar el estudio

Para responder a las preguntas planteadas en la sección anterior se sigue la siguiente metodología.

1.- Se activa el servidor NTP del terminal móvil y se espera hasta que esté bien sincronizado. Para comprobarlo se utilizan las herramientas *ntptime* [5] y *ntpq -pin* [6]. Ambas herramientas dan el error estimado y el offset del reloj local respecto al de los servidores NTP+PPS.

2.- A continuación se envía un flujo unidireccional del servidor NTP+PPS1 al terminal móvil. Dicho flujo es un ping por segundo de 84 bytes de tamaño, tanto en el terminal móvil como en el servidor NTP+PPS1 se capturan los paquetes ICMP (sólo los echo-request puesto que es unidireccional). La herramienta de captura usada es *tcpdump*.

3.- El sistema se deja estable durante unas horas. De esta manera se podrá comprobar que el reloj del terminal móvil es estable y que ofrece una buena sincronización.

4.- Se para el servidor NTP del terminal móvil para estudiar la evolución del reloj cuando no está disciplinado.

5.- Al cabo de unas horas se para el flujo, se recogen los paquetes capturados y se computa el retardo instantáneo. Puesto que la red no está cargada con ningún otro tipo de tráfico, las diferencias de retardo se corresponderán con las diferencias en los relojes del terminal móvil y del servidor NTP+PPS1. Además, puesto que los servidores NTP+PPS ofrecen una precisión menor a 1ms, las diferencias en el retardo se corresponderán a la variación del reloj del terminal móvil.

RESULTADOS

Se han realizado 3 pruebas diferentes, la figura 2 muestra los resultados de la primera prueba.

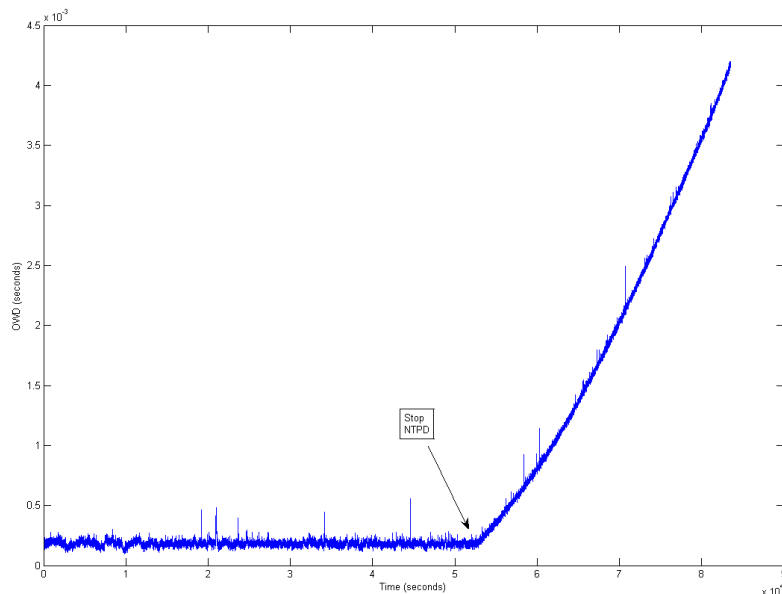


Figura 2.- Resultados de la primera prueba

Tal y como muestra la figura el retardo entre ambas máquinas es menor a los 0.2ms y muy estable. Este resultado se corresponde con el RTT computado por la herramienta ping. Además, se demuestra la estabilidad del reloj disciplinado del terminal móvil. Una vez se paró el servidor NTP del terminal móvil el reloj se empezó a desincronizar (retrasarse) hasta alejarse aproximadamente 4ms en casi 9 horas. La figura 3 muestra los resultados de la segunda prueba, en este caso el reloj no disciplinado se adelantaba respecto al reloj del servidor NTP+PPS1 alejándose 0.1ms en casi 3 horas. Como se puede ver, no se puede predecir el comportamiento del reloj no disciplinado puesto que en la primera prueba el reloj retrasaba mientras que en la segunda adelantaba. Se cree que esto puede deberse a diferencias en la temperatura/humedad de la sala. Además, la figura 3 muestra que durante un periodo breve, el reloj del terminal móvil se desincronizó produciendo retardos negativos. Creemos que estos errores son puntuales y difíciles de prever.

Finalmente, en la tercera prueba (figura 4) se paró de capturar y se volvió a encender el servidor NTP en el terminal móvil para comprobar si el offset que calcula respecto a los relojes NTP+PPS es una buena estimación o no. Dicho offset se puede utilizar, una vez acabados una tanda de experimentos del CEPOS, como estimación del error máximo de sincronización sufrido.

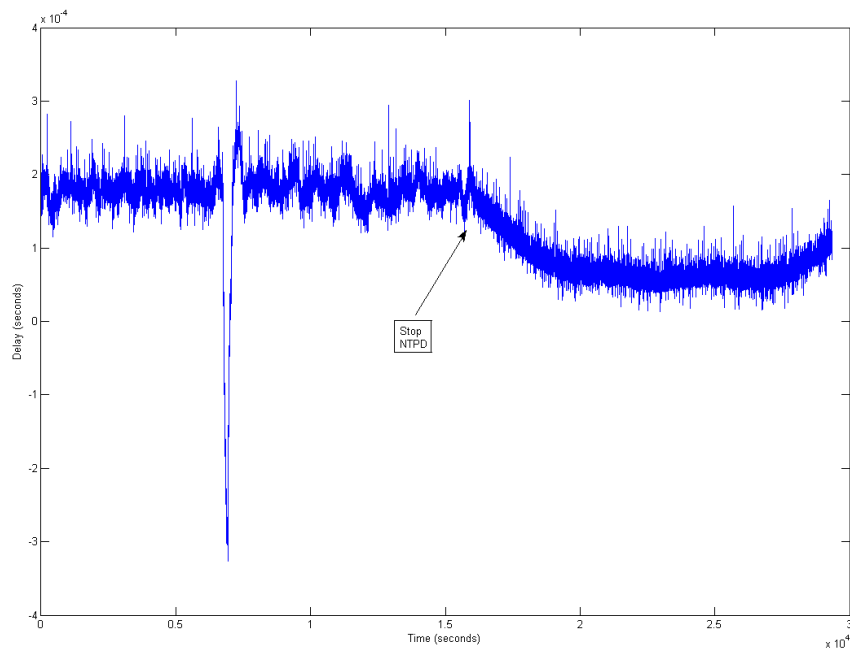


Figura 3.- Resultados de la segunda prueba

En este caso, el reloj se alejó un total de 20ms en casi 55 horas. Al volver a iniciar NTP (después de la prueba) indicaba una diferencia de 20.865ms (figura5) demostrando que la herramienta ntpq es adecuada para validar las pruebas realizadas en el CEPOS y tener una buena estimación del error de sincronización total. Es importante destacar que la herramienta ntpq proporciona una estimación del

error de sincronización al final de la prueba, sin embargo, tal y como muestra la figura 3, el error puede ser mayor durante las pruebas que al final.

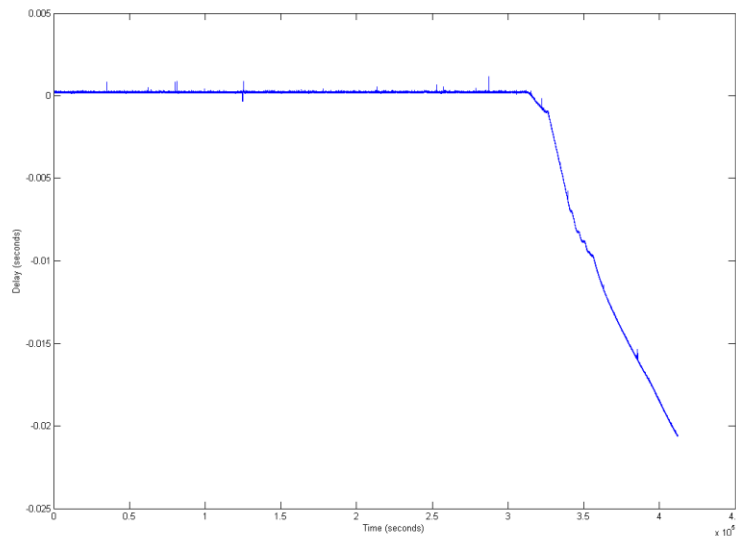


Figura 4.- Resultados de la tercera prueba

```
root@UPC:~# ntpq -pin
remote          refid          st t when poll reach  delay  offset  jitter
=====
10.198.0.11     .GPS.          1 u  2  16   1   0.584  20.865  0.009
10.203.2.2     .GPSi.         1 u  3  64   1  74.878  22.843  0.004
10.198.0.3     10.198.0.11   2 u  2  64   1   1.136  21.184  0.004
root@UPC:~#
```

Figura 5.- Estadísticas proporcionadas por ntpq

CONCLUSIONES

El presente estudio estudia la desincronización de un reloj no disciplinado usando pruebas activas. Las conclusiones del estudio son:

- En el peor de los casos, el reloj no disciplinado se desincroniza aproximadamente 0.4ms por hora. Este resultado depende de factores externos como la temperatura y la humedad. Además, probablemente dependerá del reloj concreto de la máquina. Así que es aconsejable repetir dichos experimentos con todos los terminales móviles involucrados en los experimentos del CEPOS.
- Un reloj no disciplinado tiene un comportamiento no determinista. Es decir, no se puede prever la desincronización que sufrirá mediante regresiones u otros estimadores.

- NTP sincronizado contra servidores NTP+PPS puede proporcionar una sincronización con una precisión menor a 1ms.
- La herramienta ntpq puede ser usada para estimar el error máximo de sincronización que han sufrido un paquete de pruebas.

REFERENCIAS

- [1] Aplicación de Videoconferencia ISABEL <http://isabel.dit.upm.es/>
- [2] Network Time Protocol <http://www.ntp.org>
- [3] Darryl Veitch, Satish Babu, Attila P`asztor. "Robust Synchronization of Software Clocks Across the Internet", IMC 2004
- [4] Pulse-Per-Second Signal Interface <http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/html/pps.html>
- [5] ntp time documentation <http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/html/ntp.html>
- [6] ntpq documentation <http://www.eecis.udel.edu/~mills/ntp/html/ntpq.html>

ANEXO

Configuración del daemon NTP del Terminal Móvil

```
# /etc/ntp.conf, configuration for ntpd
logfile /var/log/ntpd
driftfile /var/lib/ntp/ntp.drift
statsdir /var/log/ntpstats/
server 10.198.0.11 iburst minpoll 4 maxpoll 4
server 10.203.2.2
server 10.198.0.3
statistics loopstats peerstats clockstats
filegen loopstats file loopstats type day enable
filegen peerstats file peerstats type day enable
filegen clockstats file clockstats type day enable
```