

5 Conclusiones y líneas de avance.

A lo largo de todo el documento se han ido explicando las diferentes características que definen el soporte de QoS que ha sido implementado. Para concluir se va a realizar un pequeño resumen con las medidas de calidad implementadas.

Al cliente elegido, *twinkle*, se le han ido añadiendo diferentes módulos y ficheros con las funciones que proporcionan el soporte de calidad de servicio deseado.

Las novedades introducidas en el cliente *twinkle* son:

- códec G.723.1
- Empaquetado/Desempaquetado para G.723.1
- Detección de silencios: VAD.
- Algoritmos dinámicos del buffer de playout: exponencial, spike.

Las modificaciones realizadas en el cliente *twinkle* son:

- Control de pérdidas de paquetes.
- Cálculo de retrasos de playout utilizando los algoritmos añadidos.
- Selección del algoritmo de playout configurado en la interfaz gráfica.
- Modificación de la interfaz gráfica para añadir la configuración del nuevo códec, los algoritmos y el número de tramas por paquete (nffp).
- Creación de dos hilos de ejecución para control de recepción de paquetes y reproducción de tramas.
- Se ha añadido el soporte para utilización del sistema de empaquetado y desempaquetado, así como el soporte para la codificación y decodificación.
- Se ha modificado y adaptado la creación de las tramas SIP que son enviadas para que soporten y detecten el nuevo códec G.723.1 utilizado.

Todas estas características que han sido añadidas al cliente *twinkle* proporcionan una buena base para la creación de un cliente de VoIP con soporte completo de QoS.

Las funciones hasta ahora mismo implementadas proporcionan al cliente *twinkle* un cierto nivel de calidad de servicio, pero no hacen de él un cliente completo. Para obtener un cliente con un completo soporte de calidad de servicio (QoS), es necesario que algunas de las funciones implementadas sean mejoradas, e incluso seguir añadiendo nuevas características con el fin de conseguir el soporte completo.

Durante el apartado cuarto de este documento se han hecho algunas anotaciones a posibles líneas de avance y de mejora u optimización para dicho cliente.

Una línea de avance sería añadir el soporte completo de empaquetado de tramas, puesto que ahora mismo solo está disponible para el códec G.723.1, pero el cliente *twinkle* soporta otros códec como son GSM, G.711. **Por tanto una mejora para el cliente sería extender el soporte de empaquetado al resto de códec utilizados.**

Una vez que se han realizado las modificaciones necesarias para añadir el soporte de empaquetado para otros códec que no sea el G.723.1, tales como GSM o G.711, es obvio que será necesario añadir el soporte de desempaquetado para dicha ampliación.

Además también se pueden añadir otros códec libres de bajo régimen binario como puede ser el *speex*. También sería necesario añadir el soporte de empaquetado/desempaquetado para dicho códec.

En el momento de recibir un paquete se realiza la comprobación que dicho paquete es válido, es decir, el paquete ha llegado a tiempo para ser reproducido. Esta comprobación se realiza tan solo para la primera de las tramas empaquetadas, esto implica que si dicha trama no llega a tiempo se descarta el paquete completo, sin comprobar las siguientes tramas, lo que implica el posible descarte de tramas aptas para ser reproducidas.

Una línea de avance sería añadir la capacidad de comprobar que todas las tramas contenidas en un paquete son válidas, de manera que no se descarten tramas sin haberlas comprobado antes.

Cuando se recibe un paquete, este contiene un número de secuencia que nos permite averiguar si los paquetes llegan en orden o en cambio se han perdido por el camino. Actualmente el cliente no realiza una ordenación de las tramas de voz recibidas correctamente, sino que simplemente se van colocando por orden de llegada en la cola de tramas decodificadas.

Una línea de avance consistiría en añadir la capacidad de ordenación de las tramas antes de ser enviadas al sistema de reproducción⁹.

Todas las líneas de avance que se han comentado hasta el momento, son mejoras sobre las funciones que ya se han implementado. Para completar el cliente de VoIP falta añadir una nueva característica, esta función consiste en disponer de un mecanismo de control de flujo mediante el cual el cliente sea capaz de gestionar los recursos de los que dispone y adaptarse a las variaciones cambiantes de la red de redes, Internet.

⁹ Normalmente no van a llegar fuera de orden, pero al tratarse de paquetes UDP, si la congestión en la red es suficientemente alta podría darse el caso.

La capacidad de adaptación del cliente de VoIP estará determinada por un algoritmo de control basado en la respuesta del diagnóstico de red¹⁰ será capaz de variar automáticamente los parámetros fundamentales que caracterizan a la calidad de servicio (QoS):

- nffp.
- el algoritmo de buffer de playout.
- códec que se está utilizando.

Jugando con dichos parámetros el cliente debe ser capaz de mantener una calidad de servicio configurada a priori por el usuario. Lo que significa que fijando un cierto nivel de calidad el programa será quien decida que códec usar, cuantas tramas por paquete introducir e incluso que algoritmo de buffer de playout utilizar.

Con esto queda finalizado el apartado de posibles líneas de avance y dejándose abierta la posibilidad de seguir añadiendo mejoras para el cliente desarrollado para este proyecto.

¹⁰ Diagnóstico de red realizado con la herramienta ping, realiza la cuantificación del retraso que sufre el paquete al ping en la red.