

DESARROLLO DE PROTOTIPO DE SISTEMA DE VIDEOCONFERENCIA PUNTO MULTIPUNTO SIN USO DE MCU.

MSc. Ricardo Pérez¹³

RESUMEN

El presente documento trata del análisis, desarrollo y puesta en marcha de un prototipo de sistema de videoconferencia multipunto aplicado a la Universidad Politécnica de Nicaragua (UPOLI) y sus sedes regionales. Este prototipo surge de la necesidad de un sistema de comunicación totalmente multimedia que agilice el intercambio de información entre las sedes regionales de la universidad (Rivas, Boaco, Estelí y Managua). En este documento encontrará un estudio de las necesidades, condiciones técnicas y operativas que existen en la UPOLI para la futura implementación (o desarrollo) de un sistema de videoconferencia. A la vez está incluido el análisis de varias alternativas de sistemas de videoconferencia y que tan factibles resultan cada una de estas alternativas al momento de implementarse en UPOLI. Los resultados de este análisis apuntarán a que la mejor opción es el desarrollo de un software a medida.

ABSTRACT

This paper deals with the analysis, development and implementation of a prototype system for multipoint video conferencing applied to the Polytechnic University of Nicaragua (UPOLI) and its regional offices. This prototype arises from the need for a fully multimedia communication system to expedite the exchange of information between regional offices of the university. In this document you will find that existing in the UPOLI for future implementation (or development) needs study, technical and operational conditions of a videoconferencing system. This document is included the analysis of various alternatives for videoconferencing systems and how feasible are each of these alternatives when implemented in UPOLI. The results of this analysis will target the best option is to develop customized software.

¹³ - El Autor es Director de la Escuela de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Politécnica de Nicaragua.

SÍNTESIS:

Esta investigación recopiló información relacionada a las necesidades y capacidades disponibles de la Universidad Politécnica de Nicaragua en el tema de videoconferencia. Durante la investigación se contó con el apoyo de la rectoría en funciones a cargo del Ing. Emerson Pérez.

Como parte de esta investigación, se procedió a entrevistar a personas claves del área académica y administrativa para indagar acerca de sus expectativas con respecto a la implementación de un sistema de videoconferencia para facilitar la comunicación con los recintos regionales. También se consultó al departamento de informática y al departamento de redes para indagar con respecto los recursos disponibles a corto y mediano plazo.

Basado en la premisa de alternativas económicas y funcionales se procedió a evaluar opciones gratuitas y de paga (en versión demo). Siendo las opciones de paga las que mejor desempeño y aceptación tuvieron. Sin embargo, dado que no se contaba con recursos financieros para adoptar una alternativa de paga y tomando en cuenta que alternativas gratuitas no llenaban las expectativas se optó por desarrollar un alternativa de software (a nivel de prototipo) propia desde cero cuyo elemento innovador fuera el diseño de un protocolo de red que permitiera el uso de un sistema de videoconferencia en tiempo real sin necesidad de componentes centralizados.

Desarrollo:

Para el desarrollo de este trabajo se construyó un marco teórico que permitiera contextualizar y definir los alcances de la investigación. Se abordan desde componentes históricos, conceptuales hasta detalles técnicos de la tecnología utilizada para el desarrollo del sistema.

COMPONENTE HISTÓRICO

Historia de los sistemas de videoconferencia.

En años pasados la videoconferencia era una tecnología novedosa que revolucionó las telecomunicaciones. Sus inicios se remontan a 1964 cuando AT&T presentó en la feria mundial del comercio en Nueva York, un prototipo de videófono llamado: “Picture Phone”(InfoMed, 1999).

Las limitaciones tecnológicas de esa época hacían que este tipo de comunicación fuera costoso (aproximadamente 1000 dólares por minuto), por tal razón esta tecnología no generó mucha aceptación.

Los sistemas de videoconferencia (al igual que otros sistemas de telecomunicaciones) requieren de una infraestructura de red. La infraestructura más extendida al momento del nacimiento de los sistemas de videoconferencia eran las redes telefónicas. Sin embargo las redes telefónicas fueron inicialmente diseñadas para dar soporte a transmisión de audio. Usar las líneas telefónica para transmisión de video no era técnicamente factible y por tal razón los desarrolladores de los sistemas de videoconferencia optaron en un segundo intento por hacer uso de los enlaces satelitales para transmisión de audio y video. En ese momento, la tecnología satelital se encontraba en sus inicios y esto ocasionaba que las transmisiones fueran muy costosas. Todos estos factores contribuyeron al estancamiento de la tecnología.

Sin embargo, fue en 1980 cuando los sistemas de videoconferencia tuvieron un renacer, esto fue gracias a la aparición de algoritmos de compresión de audio y video mejor conocidos como códec. Los códec utilizaron una tecnología conocida como codificación de la Transformada Discreta del Coseno (abreviado DCT por sus siglas en inglés). Usando esta tecnología las imágenes de video pueden ser analizadas para encontrar redundancia espacial y temporal. La redundancia espacial es aquella que puede ser encontrada dentro de un cuadro sencillo de video áreas de la imagen que se parecen bastante que pueden ser representadas con una misma secuencia. La redundancia temporal es aquella

que puede ser encontrada de un cuadro de la imagen a otras áreas de la imagen que no cambian cuadros sucesivos. Combinando todos los métodos mencionados anteriormente, se logró obtener una razón de compresión de 60:1 (Bolívar, 2005).

Con la aparición de los codecs, la tecnología de videoconferencia se desarrolló y se diversificó. Con el pasar del tiempo esto dio lugar a problemas de incompatibilidad entre diversos sistemas de videoconferencia. La ITU (International Telecommunication Union) y la IETF (Internet Engineering Task Force), conscientes de los problemas, se dieron a la tarea de crear estándares de sistemas de videoconferencia entre los cuales figuran:

- H.320: sistema de videotelefonía y equipo Terminal para enlaces de ancho de banda limitado, se creó para Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN).
- H.321: adaptación de equipo Terminal H.320 para ambientes B-ISDN.
- H.322: sistema de videotelefonía y equipo Terminal para redes locales que proporcionan una calidad de servicio garantizada (por ejemplo, IsoEthernet).
- H.323: sistema de videotelefonía y equipo Terminal para redes locales que no proporcionan una calidad de servicio garantizada, es el estándar para comunicaciones multimedia a través de una red IP.
- H.324: terminales para comunicación multimedia de bajas tasas de transmisión, se creó para la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN).
- H.310: Video conferencia con MPEG – 2 sobre redes ATM (excelente calidad, igualada a ver televisión).

Estos estándares definen una serie de condiciones bajo las cuales se debe de realizar una videoconferencia. Dentro de estas condiciones están: Ancho de banda, calidad del servicio y codificación de audio y

codificación de video. La codificación de audio se debe adaptar a cualquiera de los siguientes códec de audio: G.711, G722 y G728. La codificación de video se debe adaptar a cualquiera de los siguientes códec: H261, H263 y MPEG.(Firestone, 2007)

COMPONENTE CONCEPTUAL

Conceptos relacionados a los sistemas de videoconferencias

Existen múltiples conceptos de los Sistemas de Videoconferencias. Muchos de estos conceptos varían dependencia del contexto en el cual se les desarrolle. A continuación se detallan listan los conceptos más comunes al momento de hablar de sistemas de videoconferencia. Cabe aclarar que algunos de estos conceptos son equívocamente usados empleados para definir sistemas de videoconferencia.

Audio conferencia

Sistema de telecomunicación que permite la interacción en tiempo real entre 2 o más personas que se encuentran geográficamente distantes, a través de líneas telefónicas de alta calidad. La audio conferencia inició como un servicio agregado de los sistemas telefónicos convencionales, dicho servicio era conocido con nombres tales como llamada tripartita (para 3 participantes), conferencia telefónica o llamadas grupales.

En comparación con otros sistemas de comunicación, la audio conferencia ha tenido mucha aceptación en el campo empresarial, educativo, y científico; esto debido a grandes ventajas entre los que resaltan los bajos costos, accesibilidad y facilidad de uso.

El núcleo de un sistema de audio conferencia está basado en un dispositivo conocido como Audio Mixer, su función principal radica en recibir un flujo de audio, combinarlo con N entradas para formar un nuevo flujo de audio el cual será enviado a los dispositivos terminales(Firestone, 2007)

Video llamadas

Sistema de comunicación en tiempo real que hace uso de teléfonos (fijos o móviles) para transmitir información sincronizada de video y audio entre personas que están físicamente distantes. Años atrás existían equipos específicos para las video llamadas conocidos como Videófonos, estos han sido desplazados gracias a la extensión de las redes de telefonía celular y las redes IP. Los sistemas de telefonía celular de tercera generación tienen la capacidad de establecer llamadas punto a punto con calidad media de audio y video. Calidades superiores de audio y video se pueden obtener a través de redes IP, convirtiendo a la computadora en videófono. Existen compañías que desarrollan software de computadoras para este propósito. Entre los software más conocidos están: Yahoo Messenger, Windows Live Messenger, Google Talk, Skype, etc, etc.

Videoconferencia

Algunos estudiosos del tema han elaborado definiciones varias de los sistemas de videoconferencia, a continuación se citan algunas de esas definiciones:

- “Es un servicio multimedia que permite la interacción entre distintas personas o grupos de trabajo. Básicamente consiste en interconectar mediante sesiones interactivas a un número variable de interlocutores, de forma que todos pueden verse y hablar entre sí”(Antonio, 2003)
- “Es un sistema de comunicación que permite mantener reuniones colectivas entre varias personas que se encuentran en lugares distantes. Esta comunicación se realiza en tiempo real, vía telefónica, y se transmite tanto la imagen como el sonido, en ambos sentidos. Los interlocutores se ven y se hablan como si estuvieran en la misma sala de reuniones, a la vez que se pueden intercambiar datos, fax, información gráfica y documental, vídeo, diapositivas, etc.”(Rivas, 2006)
- “Se entiende por videoconferencia el conjunto de hardware y software que permite la conexión simultánea en tiempo real por medio de imagen

y sonido que hacen relacionarse e intercambiar información de forma interactiva a personas que se encuentran geográficamente distantes, como si estuvieran en un mismo lugar de reunión”(Almenara, 2004)

Tomando como referencia los conceptos anteriores, la videoconferencia se define como: Un sistema de telecomunicaciones con capacidades multiusuario que transmite, recibe y controla de manera simultánea audio y video de mediana o alta calidad en tiempo real.

Modos de videoconferencia¹⁴

Los modos de videoconferencia que se describen a continuación están basados la forma de operar de estos sistemas y en algunas de sus características más comunes:

5.3.1 conferencias activadas por voz

Este modo de operar es gracias a MCU, quien tiene la capacidad de medir el nivel de potencia de la voz. El algoritmo usado para este modo de operar básicamente consiste en medir en nivel de energía en la voz de todos los receptores, el que tenga el nivel de energía más alto se convierte en emisor y los demás en receptores. conferencia en modo Round Robin

Este modo de videoconferencia consiste en que cada participante tiene asignado la exclusividad de convertirse en emisor solo por un periodo de tiempo predefinido. La selección del emisor está basada en turnos cíclicos, este principio es similar al usado en la tecnología Token Ring.

conferencia de presencia continua

Es la más comúnmente usada, en este modo de videoconferencia se presenta audio y el video de los participantes de forma simultánea. Gracias a la presencia de un MCU es posible mezclar todos los flujos de video

en uno solo y de igual manera se aplica para los flujos de audio.

La forma como el flujo de salida de video es dividido en pequeñas imágenes es conocido como modelo de capas. Existen varios modelos de capas para la organización de todos los flujos de video, se elige en dependencia de la cantidad máxima de flujos que se pueden soportar de forma simultánea.

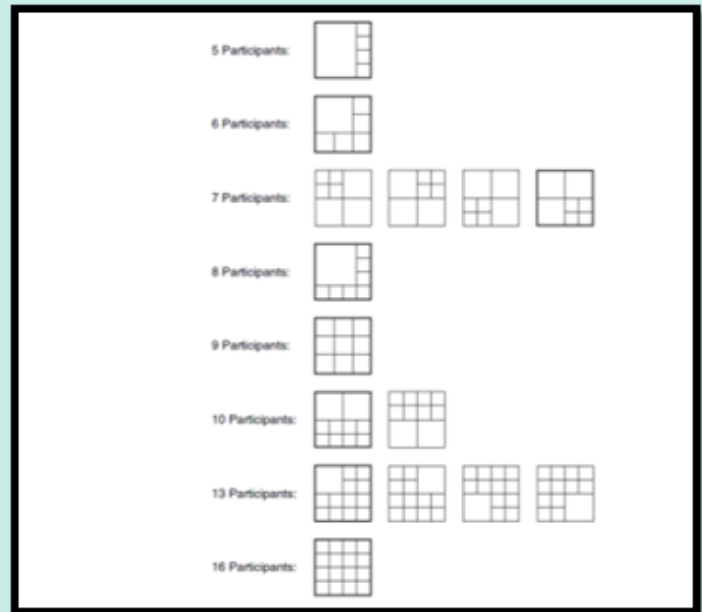


Figura 3. Modelos de capas comúnmente usados en las videoconferencias

Tareas básicas de un sistema de videoconferencia

Todo sistema de videoconferencia requiere de equipo (hardware) especializado para realizar las siguientes tareas:

- Captura de Audio
- Captura de Video
- Codificación y compresión de audio y video
- Transmitir, (y al mismo tiempo) recibir, decodificar y reproducir audio y video.

¹⁴

- Estos modos de conferencias son los propuesto por CISCO System en su documento: Fundamentos de Audio y Video Conferencias

Algunos sistemas añaden funcionalidades tales como:

- Pizarra colectiva
- Chat
- Escritorio remoto
- Presentación y edición colectiva de archivos de texto, diapositivas, videos y sonidos.

Tipos de videoconferencia

Según los equipos terminales, los sistemas de videoconferencia se pueden categorizar en:

Videoconferencia basada en sistemas de escritorio

En estos sistemas predomina como equipo terminal las computadoras o sistemas basado en escritorios. Estos equipos terminales deben estar dotados de elementos adicionales tales como: cámaras de video, monitor, micrófonos y bocinas. La principal característica de este sistema es su baja velocidad de transmisión.

Videoconferencia basada en salas de videoconferencia

Estos sistemas generalmente son usados por medianas o grandes las empresas, se caracterizan por tener enlaces dedicados de fibra óptica que soportan velocidades mayores a 2mbps. Además estos sistemas cuentan con algoritmos de compresión en tiempo real y amplias opciones de conectividad lo que permite integrar varios dispositivos tales como monitores y dispositivos que soporten Super Video.

Videoconferencia basada en sistemas de tele presencia

Los sistemas de tele presencia son la máxima expresión de los sistemas de videoconferencia, un sistema de tele presencia está dotado con equipos tales como: cámaras de alta definición, enlaces dedicados de fibra óptica de alta velocidad, sistema de sonido de alta calidad y espacios físicos diseñados especialmente para producir una sensación de presencia in situ.

Interconexión de sistemas de videoconferencia

Tipos de enlaces

Los sistemas de videoconferencia pueden establecerse sobre satélite, cable de cobre, fibra óptica, radioenlaces, etc... Sus velocidades de conexión pueden ir desde los 64 Kbps, hasta 4 Mbps.

Dependiendo de la cantidad de usuarios, de la cantidad de emisores y receptores, los enlaces de videoconferencia se pueden dividir en tres grupos:

- Punto a punto (uno a uno): En este tipo de enlace solamente existen 2 participantes.
- Punto a Punto (uno a varios): En este tipo de enlace no necesariamente existen 2 participantes, es posible que existan 3 o más participantes y que cada uno de ellos establezca un enlace virtual único con los demás participantes. La cantidad de enlaces (conexiones) que administrará cada participantes se puede calcular mediante la fórmula: Cantidad de Conexiones = Cantidad de Participantes – 1. Por ejemplo: en una sesión de videoconferencia punto a punto donde existen 6 participantes, cada participante debe administrar 5 conexiones.
- Multipunto (uno a varios con MCU): Los sistemas de videoconferencia multipunto son en su gran mayoría del tipo de enlace multipunto con MCU (Unidad de control multipunto). Un MCU es un dispositivo que gestiona de forma centralizada la comunicación entre cada uno de los participantes de la videoconferencia. El MCU permite que 2 o más participantes se añadan a la videoconferencia sin poner en riesgo la calidad del servicio.

Difusión de paquetes

La difusión de los paquetes que viajan en la red puede ser de uno a varios usuarios de la red (Multicast), De uno a todos los usuarios de la red (Broadcast), y finalmente de uno a uno.

- Multicast: En la videoconferencia sobre redes IP, el multicasting es un método eficiente para entrega

de paquetes sin necesidad de multiplicar la señal para cada uno de los receptores. Los paquetes multicast son dirigidos usando direcciones IP especialmente diseñadas para la multidifusión. Las direcciones IP para multidifusión pertenecen a la clase D (224.0.0.0 a 239.255.255.255).(Tanenbaum, 2003)

- Unicast: Equivale a un único emisor que envía información a un único receptor.

Protocolos

Los sistemas de videoconferencia que operan en redes de computadoras hacen uso de protocolos de comunicación para el envío y recepción de paquetes de información. Dependiendo del servicio, estos paquetes son encapsulados en protocolos tales como: UDP, RTP, RTCP y SIP.

- UDP (User datagram protocol) es un protocolo orientado a la no conexión, proporciona una forma para que las aplicaciones envíen datagramas IP encapsulados sin tener que establecer una conexión(Tanenbaum, 2003). UDP se describe en el RFC 768. A pesar de esto UDP es un protocolo ideal para los sistemas de videoconferencia debido a que no se hace uso de tiempo adicional para el control de envío y recepción del paquete.

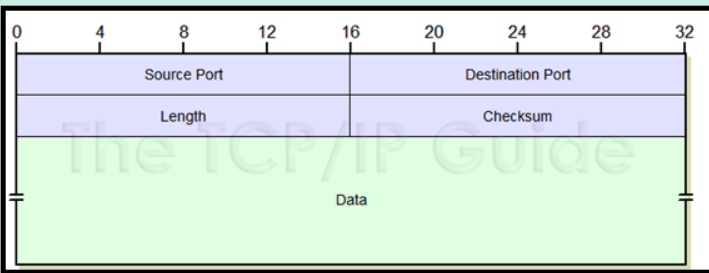


Figura 4. Estructura de un paquete UDP

La estructura del protocolo UDP no es compleja, en la figura anterior se puede apreciar que aparte de los datos, la información contenida en el paquete es: el puerto fuente, el puerto destino, la longitud del paquete y el checksum. UDP debe auxiliarse del protocolo IP para poder identificar a su emisor y su receptor.

- RTP (Real time protocol) son protocolos

estándares de Internet que garantizan la llegada de los paquetes de audio y video en tiempo real. RTP se describe en el RFC 1889 y opera sobre el protocolo UDP(Firestone, 2007). La función básica de RTP es multiplexar varios flujos de datos en tiempo real en un solo flujo de paquetes el flujo UDP se pueden enviar a un solo destino o a múltiples destinos. Debido a que RTP solo utiliza UDP normal, sus paquetes no son tratados de manera especial por los enrutadores, por tal razón se requiere de un mecanismo que garantice la llegada de dichos paquetes en tiempo real; ese mecanismo es conocido como RTCP.

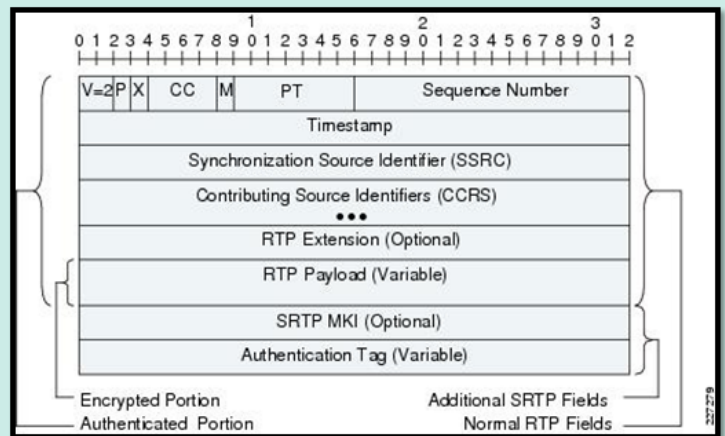


Figura 5. Estructura de un paquete RTP

- RTCP(Real Time Control Protocol) es el protocolo de control de RTP, su propósito es proveer información acerca de la calidad de servicio de una conexión RTP. RTCP se describe en el mismo RFC de RTP

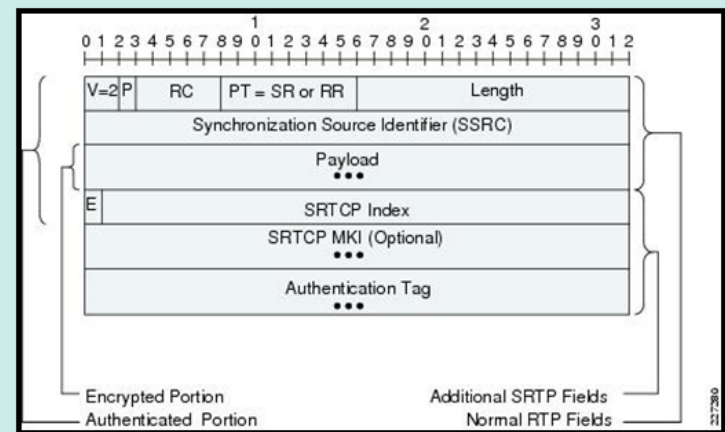


Figura 6. Estructura de un paquete RTCP

- SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo definido por la IETF en el RFC 3261 y es usado para señalización creación y manejo de sesiones en redes IP. Es usado frecuentemente para establecimiento y cierre de de sesiones de videoconferencia. SIP define un lenguaje que caracteriza a las sesiones multimedia, algunas piezas de información que se tienen presente en una sesión multimedia son: el tipo de media, la disponibilidad para cada tipo de media, IP y puerto donde la media debe ser enviada.

Existen ciertos protocolos adicionales que se pueden implementar en este tipo de sistema de comunicación, esto dependerá de las funcionalidades del sistema, por ejemplo: Dotar al sistema de transferencia de archivos implica el uso del protocolo TCP (Transmission Control Protocol), Un sistema de videoconferencia con navegador web integrado usará el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol). Sin embargo en este documento solo se abordaran los protocolos que específicamente posibilitan el intercambio de audio y video en tiempo real.

Componentes físicos y lógicos de un sistema de videoconferencia

Para poder llevar a cabo una videoconferencia se requiere al menos de los siguientes componentes físicos: sistema de video (cámara y pantallas), sistema de audio (Micrófono y Bocinas) y el siguiente componente lógico: Códec.

A continuación se detalla cada uno de ellos:

El sistema de audio

El audio percibido por el oído humano es una señal analógica comprendida entre los 20 y los 20000 Hz de frecuencia (Ken, 2002). Los parámetros a tomar en cuenta al momento de digitalizar una señal de audio son: La cantidad de muestras por segundo, la cuantización de los valores muestreados y la codificaciones a nivel de bits de cada uno de los valores. A continuación se detalla en cada uno de estos procesos:

- Muestreo: proceso por el cual se toman n muestras periódicas de los valores de amplitud de una señal de una señal analógica. La cantidad de muestras por segundo es determinante para establecer la calidad del audio. La cantidad de muestras tomadas es proporcional a la calidad del audio, de tal forma que: a mayor cantidad de muestras, mejor calidad de audio. Los fundamentos técnicos para seleccionar la cantidad de muestras por segundo se basan en el teorema de muestreo Nyquist - Shannon el cual sugiere que la cantidad de n muestras se calcula multiplicando el ancho de banda requerido por la señal por dos (Ken, 2002). por ejemplo: una señal de audio adaptada a un sistema de telefonía fija requiere de un ancho de banda de 4000Hz. Aplicando el teorema de Nyquist - Shannon se deduce que la cantidad de muestras necesarias para digitalizar dicha señal de audio es de 8,000 muestras por segundo.
- Cuantización: Convierte cada uno de los valores de amplitud muestreados en valores finitos. Una vez seleccionada y aplicada la tasa de muestreo, se procede a seleccionar la cantidad de bit necesario para representar los valores de cada una de las muestras. Por lo general se usan 8 o 16 bits. Una tasa de 8 bits implica que cada una de las muestras solo podrá ser representada con uno de 256 posibles valores (28). Este proceso implica pérdida en la calidad en la señal de audio ya que múltiples valores serán descartados o modificados y adaptados a uno de los 256 estados. Si se desea representar más estados se debe usar más bit. Por ejemplo 16 bits equivalen a que cada uno de los valores de amplitud de las muestras se pueden representar hasta con 65,536 posibles valores.
- Codificación: una vez realizados el muestreo y la cuantización se procede a la codificación la cual se define como el proceso que implica convertir los valores finitos en valores representados a nivel de bits para su posterior transmisión.

Los 3 pasos anteriormente descritos son suficientes para la convertir una señal de audio analógico a una señal digital de audio.

El sistema de video

Un video es un conjunto de imágenes claves (fotogramas) proyectas en secuencia durante cortos periodos de tiempo para dar al espectador la impresión de movimiento. La obtención de la secuencia de imágenes se hace mediante dispositivos de hardware conocidos como cámaras. Estas son capaces de capturar un promedio de 30 imágenes por segundo. La unidad de medida usada para cuantificar esta capacidad de las cámaras es fps(Frame per Second)

En un sistema de videoconferencia se deben especificar al menos 2 parámetros relacionados a la calidad del video: Cantidad de cuadros por segundo(fps) y tamaño del video(px)

Los códec

Los códec son algoritmos que comprimen y codifican información en el emisor y descomprimen y decodifican información en el receptor.(Bolívar, 2005). Los códec son un conjunto de algoritmos que dan tratamiento a la información multimedia a fin de comprimirla y enviar al receptor a cierta velocidad (bit rate). Los códec de audio y de video más utilizados en los sistemas de videoconferencia son:

- Códec de audio:
 - o G.711: bit-rate de 56 o 64 Kbps.
 - o G.722: bit-rate de 48, 56 o 64 Kbps.
 - o G.723: bit-rate de 5,3 o 6,4 Kbps.
 - o G.728: bit-rate de 16 Kbps.
 - o G.729: bit-rate de 8 o 13 Kbps.
 - o DVI: bit rate de 32kbps a 128kbps
 - o MPEGAudio: bit rate de 64kbps a 128kbps
 - o ULAW: bit rate de 64kbps
- Códec de video:
 - o H261: bit rate entre 40Kbps y 2048kbps
 - o H263 :bit rate entre 64kbps y 512Kbps
 - o JPEG: bit rate entre 256kbps y 1024kbps

La selección de estos está en dependencia de la velocidad del enlace y la calidad con que desean ser recibido y presentados los datos. Es importante mencionar que es proceso de codificación y decodificación añaden

cierto retardo a la comunicación, sin embargo este retardo es insignificante comparado con la cantidad de información que comprimen.

5.8 Aplicaciones de los sistemas de videoconferencia

En la empresa:Las empresas encontraron un gran potencial de reducción de costos de los viajes de sus empleados al hacer uso de estos sistemas. Hoy estos sistemas siguen implementándose con el mismo fin: reuniones virtuales.

En la salud: La videoconferencia da soporte a distancia para aplicaciones de medicina, en la actualidad los médicos usan la videoconferencia para reconocimiento visual de pacientes que optan por pasar consulta a distancia. También la videoconferencia es una alternativa para monitoreo a distancia de operaciones quirúrgicas.

En la educación: En su gran mayoría son las universidades las que han encontrado en los sistemas de videoconferencia una útil herramienta en su quehacer educacional. Clases, conferencias, seminarios, foros, reuniones académicas y administrativas son solo algunos de los usos de los sistemas de videoconferencia en la universidad.

En el hogar: El uso de sistemas de videoconferencia en el hogar se ha hecho muy común debido a la amplia gama de opciones gratuitas que ofrecen una rica experiencia en comunicación. Son usados en su gran mayoría para reuniones familiares.

Java Media Framework

En la década pasada, la videoconferencia no tuvo mucha aceptación por parte de los usuarios, debido a las limitantes de conectividad y problemas de calidad en la transmisión del audio y del video. Sin embargo, hoy en día esas limitantes se han superado con la aparición de servicios de banda ancha, algoritmos de compresión más eficientes y el abaratamiento de los costos por el acceso a Internet, los cuales han impulsado el crecimiento de esta tecnología. Asimismo, la demanda

de los sistemas de videoconferencia se ha incrementado considerablemente debido su buen desempeño, rentabilidad y seguridad. Por otro lado, ha surgido un mercado creciente para este sistema de comunicación y esto ha dado la pauta para que varias empresas se hayan tomado en serio el desarrollo de hardware y software, especialmente diseñados para estos fines.

Así, a inicios del 2001, la empresa Sun Microsystems dio a conocer una librería complementaria para el paquete JDK (Java Development Kit), la cual provee a los programadores de Java de nuevas funcionalidades para el tratamiento de multimedia. (Valle, 2001) Esta tecnología es conocida como JMF (Java Media Framework). Son muchos los beneficios de JMF: portabilidad multiplataforma, que gozan todas las aplicaciones desarrolladas en java; soporte incluido para transmisión de multimedia, mediante el protocolo RTP (Real Time Protocol) y; fácil comprensión e implementación de la librería por parte de los programadores.

En todo sistema que de tratamiento a datos multimedia se deben contemplar los siguientes procedimientos: captura, procesado y salida (Valle, 2001). Java Media Framework contiene un conjunto de clases que facilitan estas tareas. Las clases más usadas para la captura, codificación y transmisión de datos multimedia son¹⁵:

- CaptureDeviceInfo: Permite establecer vínculo con los dispositivos de captura tales como micrófonos y cámaras de video. Los datos de salida de estos dispositivos se almacenan en un objeto DataSource.
- DataSource: Almacén de datos multimedia, puede contener audio, video o una combinación de ambos.
- Processor: Permite aplicar códec de compresión a los datos multimedia. El parámetro de entrada de un procesor es un DataSource el cual contiene la información multimedia no codificada y su salida es un DataSource con información multimedia codificada. Mediante el objeto procesor es posible aplicar los siguientes códec de audio: DVI, ULAW, G723, MPEGAudio. Y los siguientes códec de video: JPEG y H263
- Player: Reproduce datos multimedia provenientes de un DataSource
- RTPManager: administra la emisión y recepción de datos multimedia provenientes de la red haciendo uso del protocolo RTP. El objeto RTPManager se auxilia de las siguientes clases: SessionAddress y SendStream.
- SessionAddress: Unión de una dirección IP y un puerto. Objeto Socket.
- SendStream: Recibe como parámetro de entrada un DataSource para luego se asociarse con un objeto RTPManager.

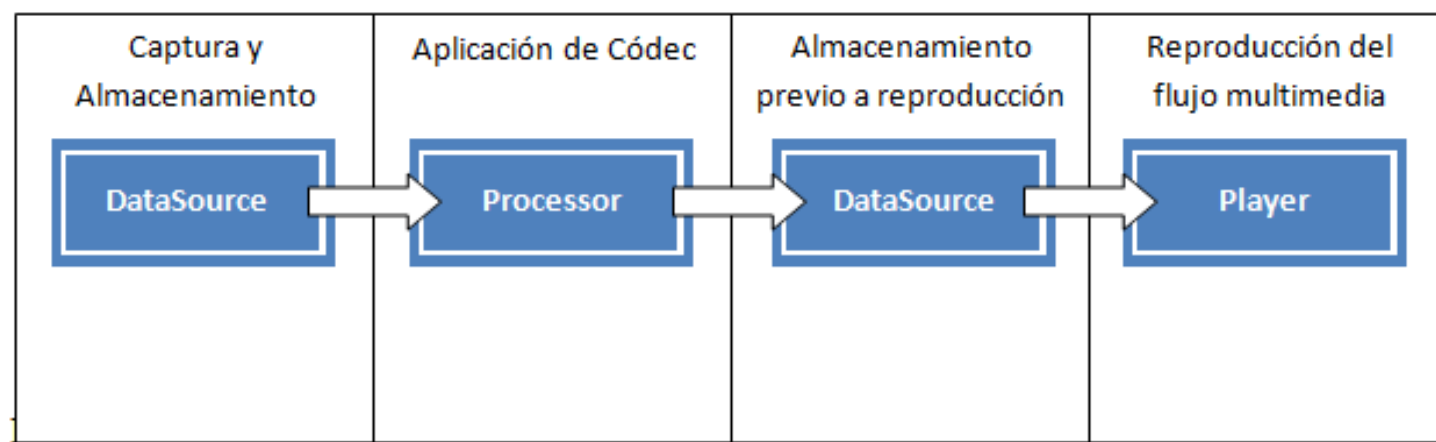


Figura 7. Interacción de las principales clases de JMF con el flujo de datos multimedia

¹⁵

- Esta información ha sido obtenida en su mayoría del sitio oficial de Java Media Framework

La imagen anterior tiene como flujo de entrada los dispositivos de captura (Micrófonos y cámaras) y como flujo de salida los dispositivos de reproducción (audio y video procesado). La tecnología también permite que el flujo de salida pueda ser direccionado a un archivo almacenado en disco.

Clasificación del prototipo del sistema de videoconferencia

Es necesario que el lector de este documento - luego de haber leído las bases teóricas de este documento – pueda identificar en que categoría se encuentra este sistema de videoconferencia. A continuación se presenta la clasificación del sistema de videoconferencia:

- Modo de videoconferencia: de presencia continua con modelo de capas para 6 participantes
- Tipo de videoconferencia: basada en sistemas de escritorio
- Tipo de enlace: punto a punto (uno a varios)
- Difusión de paquetes: unicast
- Protocolos utilizados: UDP, RTP, RTCP
- Códec Utilizados:
 - o Audio: MPEGAUDIO
 - o Video: H263, JPEG
- Aplicación del sistema: Educación

Resultados:

Al culminar este proyecto se logró tener una visión más clara de las necesidades y perspectivas de UPOLI con respecto al sistema de videoconferencia necesitado. Se logró concluir que las necesidades de UPOLI en lo que respecta a sistemas de videoconferencia van más allá de transmitir y emitir audio y video en tiempo real, se requieren de herramientas colaborativas que faciliten y agilicen el intercambio de ideas.

Se logró crear un prototipo funcional el cual fue presentado a las autoridades superiores. El prototipo fue puesto a prueba en escenarios de laboratorio y escenarios reales tales como Estelí – Managua con resultados aceptables. También fue posible comprobar que la cantidad de usuarios conectados de forma simultánea al sistema es un factor determinante que incidió directamente en el rendimiento de los equipos equipo (computadoras) y sobre todo en consumo de recursos de red. Mientras menor sea la cantidad de usuario menor será el consumo de recursos. Sin duda una solución a este problema sería cambiar a un modelo centralizado que delegue el consumo de recursos.

Se realizaron recomendaciones que abarcan aspectos tales como:

- Sugerencias para la optimización del código fuente del prototipo
- Sugerencias para la arquitectura adecuada de una sala de videoconferencia.
- Estudio de factibilidad técnico y económico
- Capacidades y recursos de red disponibles para este sistema

Bibliografía

- Alejandro, T. (2002). Java Media APIs: Cross Platform Imaging, Media and Visualization. Sams.
- Almenara, J. C. (2004). La videoconferencia y su utilización didáctica. España.
- Antonio, C. M. (2003). La videoconferencia: conceptualización, elementos y uso educativo. Granada, España.
- Bolívar, U. S. (Junio de 2005). Analisis de Desempeño de Sistemas de Videoconferencia. Cuba.
- Firestone, S. (2007). Voice and video conferencing fundamentals. Cisco Press.
- Francisco, A. (1999). Virtual Reality Transfer Protocol (vrtp): Implementing a Monitor Application for the real time transport protocol using Java Media Framework(JMF).Monterrey California.
- InfoMed. (1999). Red Telemática de Salud en Cuba. Recuperado el 5 de 11 de 2008, de <http://www.sld.cu/libros/distancia/cap3.html>
- Ken, P. (2002). Principios de Audio Digital. McGraw Hill.
- Muñoz. (1998). Como elaborar y asesorar una investigación de tesis. Mexico: Prentice Hall.
- Oracle. (s.f.). Java SE Desktop Technologies. Recuperado el 2009, de Sun Microsystem: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/index-jsp-140239.html>
- Rivas, M. O. (2006). La videoconferencia en el campo educativo. Técnicas y Procedimientos. Florencia, Italia.
- Rogelio, M. P. (2008). Internet Multimedia Communication using SIP. Morgan Kaufmann publisher.
- Schmuller, J. (2000). Aprendiendo UML en 24 horas. México: Pearson Education.
- Sobreira, M. A. (2006). Acondicionamiento Acustico de Salas para Videoconferencia. Vigo, España.
- Tanembaum, A. (2003). Redes de computadoras. México: Pearson Education.
- Valle, C. P. (Febrero de 2001). Tratamiento Multimedia en Java con JMF.