

# CARACTERIZACIÓN VOZ Y VIDEO

## William Galvis Cuellar

Ingeniero Electrónico, MSc. (c) en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”, docente de la Universidad Manuela Beltrán. wgalvis@hotmail.com

## Ramón E. Correa A.

Ingeniero Electrónico, MSc. (c) en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”.

## Octavio José Salcedo Parra

Ingeniero de Sistemas, MSc. en Teleinformática de la Universidad Distrital, M.Sc. en Economía, se desempeña como docente de planta de la Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” ojsalcedop@udistrital.edu.co

**Tipo:** Artículo revisión de tema

**Fecha de Recepción:** Nov. 25 de 2010

**Fecha de Aceptación:** Marzo 15 de 2011

## VIDEO AND VOICE CHARACTERIZATION

### Abstract

The motivation behind characterizing voice and video traffic is represented in the necessity of the service provider companies to maintain information of the transport networks within their capacities according to the users' requirements. It is important to determine the way technical elements affect the performance of the networks in a timely manner, considering that services are affected (to a greater or lesser extent) by elements such as jitter, delays and loss of packages. The following article states various cases of traffic characterization, involving voice and video, where a number of techniques are used for different types of services.

**Keywords:** Jitter, delays, packets Loss, characterization.

### Resumen

La motivación para caracterizar el tráfico de voz y video está en la necesidad de las empresas proveedoras de servicio en mantener redes de transporte de información con capacidades acordes a los requerimientos de los usuarios. Es importante poder determinar en forma oportuna como los elementos técnicos que hacen parte de las redes afectan su desempeño, teniendo en cuenta que cada tipo de servicio es afectado en mayor o menor medida por dichos elementos dentro de los que tenemos el jitter, las demoras y las pérdidas de paquetes entre otros. El presente trabajo muestra varios casos de caracterización de tráfico tanto de voz como de video en las que se utilizan una diversidad de técnicas para diferentes tipos de servicio.

**Palabras clave:** Jitter, demoras, pérdidas de paquetes, caracterización

## 1. INTRODUCCIÓN

los avances y nuevos desarrollos de las tecnologías y específicamente en las Redes de computación, se lleva un proceso paralelo

para facilitarle al usuario el acceso a las mismas, ya sea vía cable ó inalámbrica. Este último tipo de acceso a las redes se puede hacer desde una variedad de sitios ejemplo casas, hoteles, aeropuertos, centros comer-

ciales, restaurantes entre otros. A las facilidades de acceso se suman la gran cantidad de propósitos que tienen los usuarios para ingresar a las redes, por ejemplo comprar, pagar, comunicarse con otros usuarios y buscar información entre otras. Este crecimiento exponencial de ofertas y demandas preocupa tanto a los proveedores de los servicios como a los productores de equipos [5] a tal punto que se ha convertido en una necesidad apremiante de conocer como es el comportamiento de los usuarios en las redes y por ende cual es el comportamiento de las redes para soportar el tráfico generado. El comportamiento se traduce en el establecimiento de caracterizaciones o modelos que hagan de fácil entendimiento la forma como la red se comporta ante determinadas situaciones y a través de esta anticiparse a crecimientos futuros. Todos estos hechos llevan a poder ofrecer unos determinados niveles de calidad de Servicios (QoS) a los usuarios que redundarán en mayores ingresos económicos para los proveedores y por tanto a los fabricantes. Las aplicaciones que están teniendo mayor auge entre los usuarios están la voz y el video presentes en aplicaciones como voz sobre IP (VoIP), videoconferencias. También se considera como necesario desarrollar protocolos y dispositivos como firewalls, sistemas de control de acceso y otros que incrementen las funcionalidades sin afectar la experiencia del usuario final. El desarrollo de este tipo de tecnologías requiere de un casi que completo entendimiento de las características del tráfico. Los estudios de factibilidad fallan cuando se hacen sobre ambientes en los cuales las características del tráfico se determinan a nivel básico.

El presente documento describe varios estudios que han sido llevados a este respecto, incluyendo descripción, modelos, características, hallazgos y conclusiones. El mismo está dividido en dos grandes capítulos: uno dedicado exclusivamente a los modelos empleados para caracterizar la Voz y otros para los modelos de caracterización de Video.

## 2. MODELOS DE VOZ EN REDES VOIP

Una de las grandes preocupaciones pero a la vez uno de los grandes retos de los Ingenieros es lograr que la voz y el video sean recibidos por los usuarios con niveles de calidad optima como: claridad, volumen, oportunidad (sin retardos) para la voz y nitidez, color, contraste para el video. El logro de estas características se hace a través del aseguramiento que dentro de las redes de transporte de voz y video se controlen elementos de red que generan deterioro como el jitter, las demoras y la pérdida de paquetes. Los proveedores y en general los estudiosos de estos temas tratan de caracterizar o de crear modelos que puedan ser usados para diseñar y dimensionar redes de transporte que aseguren los criterios de calidad contratados con los subscriptores.

Los modelos de caracterización pueden ser presentados en términos de anomalías como el jitter, las demoras y la cantidad de pérdidas de paquetes. También pueden ser presentados en términos de tamaño de buffer, intensidad de tráfico y probabilidad de pérdida de paquetes. Otra forma de caracterización es a través de las propiedades de la red destinada a la Voz o video, o las franjas horarias dedicadas exclusivamente a alguno de los dos tipos de transmisiones denominadas características del tráfico. Una forma más es por el ancho de banda aproximado requerido para el tipo de tráfico.

Esta primera parte del documento analiza las ráfagas de tráfico de voz en VoIP[1], para lo cual se tienen en cuenta las siguientes consideraciones matemáticas basadas en teoría de colas. Se llama frame a un grupo continuo de slots denominado D, las ráfagas de los paquetes de voz son consideradas determinísticas e igual a la cantidad de slots D existentes. El proceso de arribo en un frame es considerado un proceso Semimarkoviano. B Kim [2] propuso el modelo SM/D/D en el cual los paquetes de voz son generados en intervalos de D slots dentro de una ráfaga y se observa el cambio en el

estado del sistema cada frame de D slots. D Anick [3] en su artículo hoy vigente, hace un análisis donde considera el modelo físico en el cual un buffer recibe mensajes de un número finito de fuentes estadísticamente independientes que envían información idéntica que asincrónicamente se alternan en periodos distribuidos exponencialmente en estados “on” y “off”. Entendiendo que “on” es cuando la fuente transmite en una tasa uniforme. Dice adicionalmente “este modelo es muy útil para switches en redes de computo. En resumen el estudio provee una aproximación bastante similar a un modelo SM/D/1. La Fig. 1 [1] muestra información sobre la probabilidad de pérdida de paquetes vs el tamaño de los buffers en referencia al tamaño de las ráfagas de voz, como se observa, la probabilidad de pérdida de paquetes es bastante alta y cercana a 1 cuando el tamaño del buffer de recepción es bastante pequeño, se reduce la probabilidad de pérdida de paquetes en la medida que el tamaño del buffer crece, así mismo y para ráfagas más pequeñas llamadas N, en la grafica se observa que la probabilidad de pérdida de paquetes es más pequeña mientras que el buffer es más grande, no se observa que sea proporcional en la medida que los indicadores considerados varían.

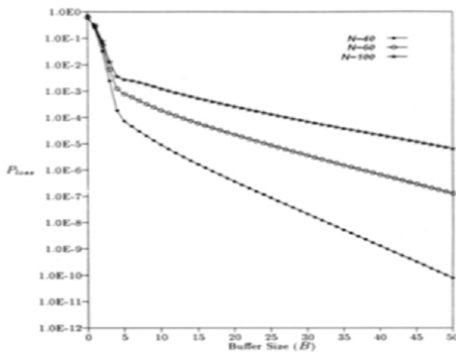


Fig. 1. Características de pérdida de paquetes vs numero de fuentes en tráfico de paquetes VoIP[1].

La Fig. 2 muestra la relación de la probabilidad de pérdida de paquetes vs el tamaño de los buffers y presenta la curva del comportamiento sobre el tiempo de transmisión de

los paquetes. La grafica muestra que la inclinación de la curva permanece invariable para tiempos de transmisión altos, la probabilidad de pérdida de paquetes permanece igual independiente del tamaño de los buffers, se reduce la probabilidad de pérdida de paquetes para velocidades menores a mayor tamaño de los buffers.

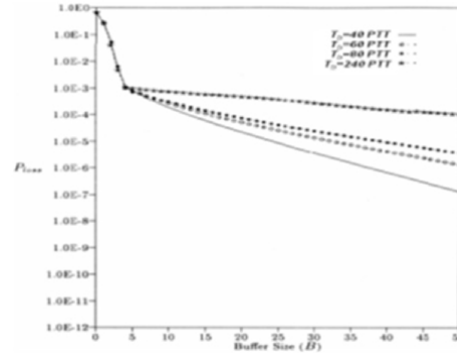


Fig. 2. Características de pérdida de paquetes vs tiempos de transmisión [1].

El término “burstiness” describe la tendencia a la presencia de trafico [4], las ráfagas de trafico de voz afectan la ocupación de los buffers y conlleva a la congestión en la red y por tanto a la perdida de paquetes. La Fig. 3 muestra el efecto del “burstiness” en paquetes VoIP en la redes de transporte con un “stream” de tráfico y diferentes “burstiness” ( $\beta$ ) en la misma longitud de ráfaga. Para niveles de “burstiness” ( $\beta$ ) más altos y mayores tamaños de buffers la probabilidad de pérdida de paquetes tiende a ser menor.

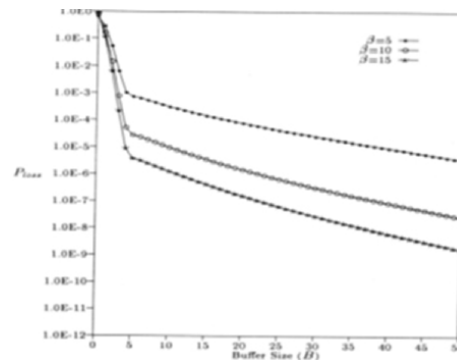


Fig. 3. Características de pérdida de paquetes vs burstiness [1].

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores se incluye el modelo matemático correspondientes según [3].

$B(t)$  y  $n(t)$  indica el contenido de los buffers y el número de fuentes de ráfagas activas en un tiempo  $t$ .

$$P(t, x) = \Pr\{n(t) = i, B(t) \leq x\} \quad (1)$$

$$0 \leq N, t \geq 0, x \geq 0$$

La ecuación diferencial parcial para  $P(t, x)$

$$\left(i - \frac{C}{P}\right) \frac{\partial F(x)}{\partial x} = (N - i + 1) \frac{\lambda}{\mu} F_{i-1}(x) \left\{ (N - 1) \frac{\lambda}{\mu} + i \right\} F + (i + 1) F_{i+1}(x) \quad (2)$$

Donde  $C$  es la capacidad extra de los buffers y  $P$  las velocidades pico.

La Ec. (1) puede ser reescrita en forma de matriz

$$D \frac{dy}{dx} F(x) = MF(x), \quad 0 < x < q \quad (3)$$

Donde  $D$  es una matriz diagonal cuyos elementos contienen una variación positiva o negativa de la velocidad de la variación del tamaño de las colas,  $M$  es la matriz de transición de las fuentes activas y  $q$  es el máximo tamaño del buffer.

La Ec. (2) tiene la siguiente estructura:

$$F(x) = F(\infty) + \sum_{k=0}^{N-[C]-1} e^{z_k x} \cdot a_k \cdot \phi_k, \quad 0 < x < q \quad (4)$$

Donde,  $A_k$  son los coeficientes que deben ser encontrados para la definición y solución dentro de los límites de la ecuación.  $Z_k$  es un eigenvalue de la matriz  $D^{-1}M$ .  $F(\omega)$  es un vector de  $(N+1)$  en el cual el componente  $i^{\text{th}}$  es la probabilidad de equilibrio estocástico en el que  $i$  fuentes están activas.  $\Phi$  es un eigenvector de  $D^{-1}M$  correspondiente a  $z$ . El  $N - [C/P]$  eigenvalue,  $z$ , tal que  $R(z) < 0$  son llamados eigenvalues estables. La distribución complementaria de ocupación de los buffers,  $Q(x) = \Pr\{B > x\}$ , está dado por  $Q(x) = 1 - e'F(X)$ , donde  $e'$  es  $[1, 1, \dots, 1]$  [1]

$$Q(x) = - \sum_{k=0}^{N-[C]-1} e^{z_k x} \cdot a_k \cdot e \cdot \phi_k, \quad 0 < x < q \quad (5)$$

Donde  $e'F(\omega)=1$  hace referencia a que el proceso debe de estar en algún estado.

### 3. VOZ Y VIDEO EN VIDEOCONFERENCIA VIA INTERNET

Dentro de las tendencias que están ganando aceptación y se están volviendo parte integral de las organizaciones está el uso de la aplicación de Videoconferencia utilizando las redes IP (VVoIP) [12], [13]. Es así como los proveedores de servicio de Internet (ISP) han desarrollado equipos y sistemas de videoconferencia para soportar dichas necesidades que tengan la capacidad de integrarse con las redes de datos de los mismos usuarios [14].

Para asegurar que el uso de este servicio sea cada vez mayor, se deben incrementar las funcionalidades de los sistemas existentes en VVoIP mediante el desarrollo de protocolos amigables, dispositivos, firewalls, Network Address Translators (NATs), gestores de tráfico (packet shaper) y sistemas de control de acceso tal que no afecten la experiencia del usuario en el uso de VVoIP. Para estos desarrollos, se requiere entender las características del tráfico. Por las anteriores razones es necesario desarrollar metodologías para recolección de información de los rastros (traces) de videoconferencias del mundo real. También es necesario desarrollar técnicas como la que a continuación se presentan que puedan analizar efectivamente los datos encontrados para un mejor entendimiento del impacto de los mismos en el sistema.

La percepción de los usuarios finales respecto a la calidad audiovisual es medida bajo dos elementos esenciales: los cualitativos y los cuantitativos [5]. La evaluación subjetiva fue realizada exhibiendo un audiovisual a los participantes, la evaluación fue recolectada para ser usada como métrica. La evaluación objetiva incluye la toma



automática de medidas como tasas de relación señal a ruido (SNR) y otras técnicas de evaluación contenidas en [6] así mismo existen otros estudios como [7] donde se hace un análisis objetivo de los efectos del Jitter en la calidad del video. [5] define los escenarios saludables de las redes al resultado de los efectos de combinar los delays, el jitter y las pérdidas de paquetes. Estos parámetros coexisten en las redes y la clave está en regularlos en forma independiente para lograr la Calidad de Servicio (QoS) percibida por el usuario final. Para realizar las pruebas que a continuación se describen se diseñan 9 experimentos en los que se crean 3 categorías enunciadas como G: bueno, A: Aceptable y P: malo. Se crean escenarios para las tres características a examinar (Demora, Jitter y perdidas), los espacios creados son las combinaciones de las tres categorías, es decir: GGG significa, Demora=G, Jitter=G y Perdidas=G, otro ejemplo de escenario: GPG que significa Demora=G, Jitter=P y Perdidas=G. G corresponde a valores de Demoras de (0-150) ms, jitter corresponde a valores de (0-20) ms y perdidas corresponde a valores de (0-0.5)%. El grado Aceptable corresponde a demoras (150-300) ms, Jitter (20-50) ms y perdidas (0.5-1.5)%. Pobre corresponde a demoras > 300ms, jitter>50ms y perdidas >1.5%. Una de las pruebas fue la comparación entre la distribución del tamaño de los paquetes y los niveles de actividad. Es importante entender las características del tráfico en términos de la distribución del tamaño de los paquetes ya que tiene implicaciones en como el sistema los maneja y debería manejarlos y para determinar importantes condiciones a cumplir en el nivel de aplicación. La Fig. 4 muestra la distribución de los paquetes por tamaño a los que en las características de conexión se les asignó alta severidad (alta prioridad) y GGG en las características del escenario es decir Demora entre 0-150 ms, Jitter entre 0-20ms y perdidas entre 0-0.5%. La apreciación es concluyente en el sentido que los tamaños de los paquetes transmitidos encontrados son los más grandes en algo más

del 75% de las observaciones. Para los demás escenarios las similitudes encontradas fueron las mismas. Las observaciones están de acuerdo con el hecho que el tamaño de los paquetes generados en las fuentes afectan los detalles de los movimientos dentro de la red.

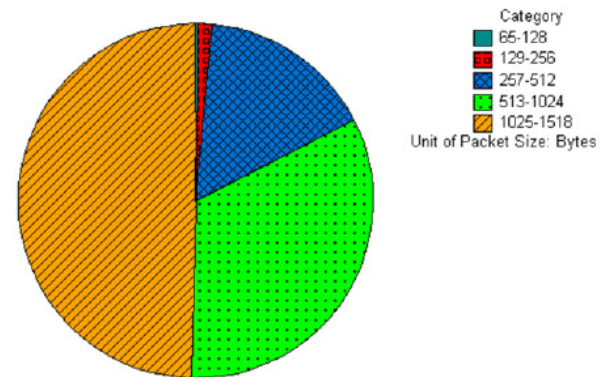


Fig. 4. Distribución del tamaño de los paquetes para nivel de severidad alta y escenario GGG

La Fig. 5 muestra el impacto en la red de las demoras de los paquetes para tres diferentes escenarios GGG, AGG y PGG. Se observa que las demoras pueden variar entre G (bueno), A (aceptable) y P (pobre) y son casi imperceptibles para el usuario y en el impacto en la red siempre y cuando se mantenga el jitter y las perdidas en nivel G (bueno).

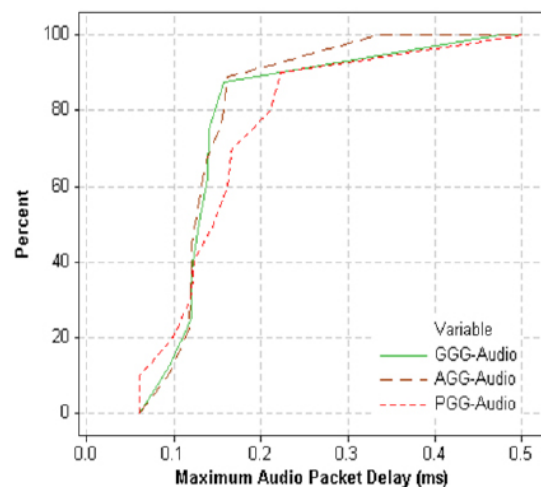


Fig. 5. Distribución acumulada de las máximas demoras de los paquetes

#### 4. VOZ EN REDES ATM A TRAVES DE REDES NEURONALES (NN)

La CCITT ha recomendado [15] Asynchronous Transfer Mode (ATM) como vehículo de transporte en redes Broadband Integrated Service Digital Networks (B-ISDN) las cuales proveen servicios multimedia como video, voz y datos. En las redes ATM la información de multimedia es empaquetada en pequeñas unidades llamadas celdas.

El tráfico se caracteriza por ser en ráfagas y se ha encontrado que el tiempo de arribo es el cuadrado del coeficiente de las variaciones [15]. El tráfico puede ser caracterizado por un proceso complejo no-renovado [16]. Es esencial en redes ATM proveer un control eficiente de admisión para evitar problemas de congestión. Se requiere de un conocimiento bastante bueno del comportamiento y de las estadísticas que lo soportan [17], [18]. Parámetros como velocidad de bit pico, velocidad de bit promedio y longitud de la ráfaga (explicada como la duración de la velocidad de bit pico), son parámetros usados para caracterizar el tráfico multimedia [18], [19]. Modelos matemáticos como Cadenas de Markov de tiempo continuo (CTMC), procesos modulados semi-markov (SMMP), y procesos de poisson modulados Markov (MMPP) [20] son usados para caracterizar y modelar el tráfico. Las redes neuronales (NN) presentan un excelente potencial como descriptores de tráfico a través del algoritmo Usage Parameter Control (UPC) que se usa para controlar la admisión y condicionar que el tráfico mantenga ciertas condiciones dentro de las redes ATM [15]. El desempeño de esta función puede ser mejorada usando parámetros que administran las políticas de la función de distribución de probabilidad (PDF) sobre las fuentes de la velocidad de bit [21], [22]. En algunos casos no es posible describir la PDF a través de modelos matemáticos conocidos [15]. Las redes neuronales (NN) pueden predecir las variaciones de velocidad de bit dentro de un proceso estocástico complejo usando

parámetros simples como la velocidad de bit instantánea la cual es medida por el número de paquetes recibidos dentro de un cierto periodo de tiempo. La predicción de tráfico es llevada a cabo a través del aprendizaje que hace la NN del PDF actual del tráfico. Muy interesante es que los resultados han mostrado que con una arquitectura NN apropiada, el tráfico puede ser caracterizado exactamente y descrito con parámetros simples. Las ventajas de hacerlo a través de NN que sobre otros algoritmos [23], [24] es la simplicidad de la implementación de la función UPC (Usage Parameter Control) que tiene la habilidad de caracterizar y predecir las variaciones del tráfico de bit así como de las políticas. Las redes neuronales fueron propuestas [25], [26] para resolver problemas de control.

#### 5. TRAFICO DE VIDEO DIGITAL VBR

Hoy día los sistemas de comunicación de datos, especialmente la multimedia, se centran en la transmisión de video, esencialmente en Internet, en este capítulo se presentarán las características de tráfico de vídeo VBR (tasa de bits variable) en la WWW [8].

Las restricciones que se presentan habitualmente en la transmisión de video digital, van desapareciendo con el desarrollo de las redes LAN, el crecimiento de las redes de fibra óptica y el empleo de sistemas como ADSL que permiten mejores anchos de banda. Otros aspectos que contribuyen con la transmisión de video son los estándares de comprensión de video como por ejemplo el MPEG, esto y otros aspectos mas hacen pronosticar que la información que fluye con imágenes en movimiento será una fuente de tráfico de primer orden en las redes de datos [8].

La transmisión de video digital sin un proceso de compresión a pesar de los avances en conmutación actuales es difícil, por su demanda en ancho de banda. Por ejemplo si se desea enviar una señal con las siguien-

tes características:

VGA  
640x480 pixeles  
25 fotogramas por segundo  
8 bit de codificación por cada color primario rojo, verde y azul, RGB).

Para este caso se exige una velocidad de:

$$640 \cdot 480 \cdot 25 \cdot 24 = 184.32 \text{Mbps}$$

En ATM con un enlace esta velocidad SONET OC-3 a 155.52 Mbps se saturaría con facilidad.

Para este caso se aprovecha la abundancia espacial y temporal que presentan las señales de video que permiten comprimir estas velocidades sin una pérdida apreciable al ojo humano. La abundancia o redundancia espacial, es la existencia de una fuerte correlación entre pixeles adyacentes dentro de la misma imagen o fotograma, y la redundancia temporal se presenta entre pixeles situados en la misma posición en fotogramas contiguos [8].

Resulta de gran interés la redundancia o abundancia temporal en el proceso de modelamiento de tráfico de video en Internet, donde se debe tener en cuenta el grado de información de una señal de audio que varía en la medida que lo hacen la complejidad de la imagen y la movilidad de los objetos y por otro lado, los mecanismos impuestos por el propio algoritmo de compresión [8].

En la modelación del video se toman por separado los dos factores, dadas sus propiedades estadísticas que influyen en el flujo digital, estableciendo unas características propias de un proceso aleatorio estocástico, al comprimir se reflejan la estructura determinista de un proceso de secuenciación fija de los distintos de fotogramas, que se ve con claridad en el formato MPEG con unos niveles espaciales claramente defini-

dos [10].

Se pueden definir las características más importantes de tráfico de una señal de vídeo, como se señala en [11]:

1. La velocidad de información variable VBR, entregada por la red, que es causada por variabilidad de la complejidad y el movimiento de la imagen, se puede detectar analizando la función de densidad de probabilidad (PDF). En el caso contrario de CBR, donde el volumen de información emitido por unidad de tiempo es constante y, por tanto, la PDF tiende a un delta ubicado en ese valor de velocidad constante, la variabilidad de una señal VBR impone en la densidad estadística del tráfico generado una forma mucho más abierta.
2. La redundancia temporal que no se pudo extraer de la señal, causa en el flujo de datos una relación acorto plazo o SRD (Short Range Dependence) que puede detectarse estadísticamente por los altos valores que presenta en los primeros retrasos de los coeficientes de auto-correlación de la señal.
3. En aplicaciones de vídeo como la TV y películas, la señal de audio y video viene determinada, en una escala de tiempo más alta, debido a su evolución a través de largos periodos de actividad y la complejidad de imagen estos debido a diferentes planos, escenas o escenarios o incluso por el grado de movimiento medio que impone el propio argumento de la transmisión, establece una correlación a largo plazo o LRD (Long Range Dependence) dentro de la señal, la cual puede llevar a un decaimiento lento o sub exponencial de la función de auto-correlación, la cual alcanza valores significativos para retrasos superiores a varios minutos.

La clasificación de los modelos de tráfico de vídeo VBR, se pueden observar en la siguiente Fig. 6.

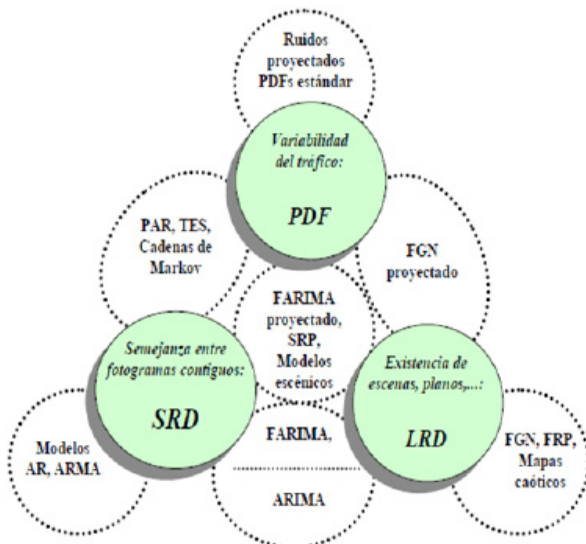


Fig. 6. Clasificación de los modelos de tráfico de video VBR. [11]

Como se puede observar en la Fig. 6, los círculos representan los tres métodos estadísticos PDF, SRD y LRD. De la misma forma los círculos con líneas discontinuas muestran los modelos empleados, por medio de estos modelos estructurales se captura la LRD limitando la estructura interna que la provoca, es decir, la existencia de escenas o planos. De este modo se dividen el tráfico y así, analizar por separado el flujo perteneciente a cada tipo de escena, de esta manera se definen dos capas, un capa superior que modela la duración y cambios de la escena y una capa inferior que imita el tráfico que se genera dentro de cada escena.

En la norma MPEG con doble compresión espacial-temporal, se define tres tipos de fotogramas con codificaciones distintas:

1. Fotogramas tipo I (Intraframe): Mediante la transformada discreta del coseno (DCT), suprimen únicamente la redundancia espacial presente en ellos mismos.
2. Fotogramas tipo P (Predictive): a través de la técnicas que incluyen la definición de vectores de movimiento (Motion-Vectors), se añade a la codificación I la eliminación de la redundancia temporal existente con el fotograma I o P anterior.

3. Fotogramas B (Bidirectional): Similar a los fotogramas P, la diferencia radica que en cada caso la compensación de movimiento se hace en ambos sentidos, es decir, con fotograma I o P previo y el fotograma I o P siguiente.

En el tráfico de MPEG [7], los fotogramas I transportan más tráfico que los P y estos, más que los B, debido al distinto nivel de compresión de cada uno. La distribución del GOP (el orden habitualmente de los fotogramas en secuencias fijas, Group of Pictures) impone, picos periódicos de tráfico provocados por la transmisión de un fotograma I, así como picos menores provocados por la transmisión de P. La manera de modelar estos picos en MPEG sin olvidar los efectos a niveles superiores es dividir el tráfico con un modelo a nivel de GOP de acuerdo con la propia secuencia del formato y al peso de cada tipo de fotograma.

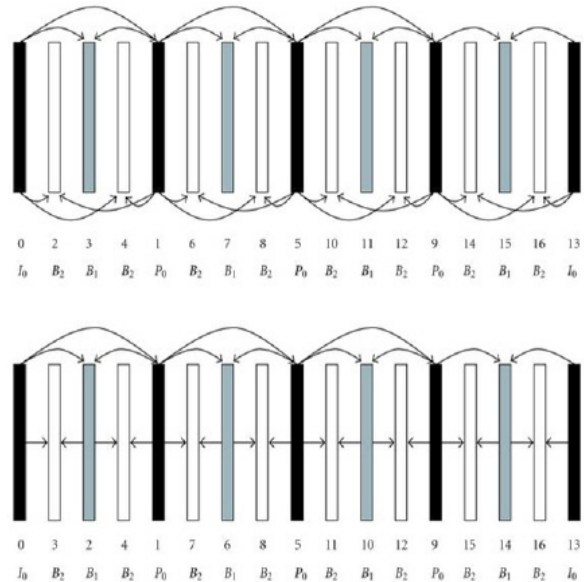


Fig. 7. Estructura de una secuencia MPEG [9]

Hoy día realizar un modelo de tráfico de video en Internet no tiene sentido por su continua evolución, pero si se logra escalar se podrá lograr determinar las características que presenta dicho tráfico a futuro. Para lograr dicha escalabilidad se debe diseñar un modelo en el que sus parámetros tengan un



claro significado físico. Lamentablemente, entre los parámetros que definen la LRD se tiene la autocorrelación y el parámetro de Hurst, los cuales no poseen significado físico evidente. Pero si todos los parámetros del modelo tienen significado físico, se puede diseñar un modelo que estime las características del tráfico futuro.

También se debe tener en cuenta el modelado de tráfico de datos de las características de la red. Como son los protocolos sobre los que se soportan las aplicaciones de Internet que deben disponer de controles de flujo y de corrección de errores mediante retransmisiones. Esto hace que el tráfico que está generando un usuario no dependa únicamente de sus acciones, sino también de las características de la red.

Los anteriores argumentos apoyan la decisión de usar modelos estructurales de tráfico de la WEB, que deben inspirarse en el comportamiento de los usuarios. Es razonable usar una estructura jerárquica multinivel:

Nivel de Sesión: trabaja con la WWW de un usuario.

Nivel de Página: visita a una página Web

Nivel de Conexión: transferencia de un archivo, Conexión TCP.

Nivel de Paquete: transmisión de un paquete IP

De esta forma, los parámetros que se necesitan definir son los que se muestran en la los de la tabla 1 [11].

**Tabla 1.** Parámetros de un modelo estructural de tráfico WWW.

NIVEL	PARÁMETROS
Nivel de sesión	Tiempo entre sesiones
	Número de páginas por sesión
Nivel de página	Tiempo entre páginas
	Número de conexiones por página
Nivel de conexión	Tiempo entre inicios de conexiones
	Tamaño del fichero transmitido
Nivel de paquete	Tiempo entre paquetes
	Tamaño del paquete

Vale la pena destacar que el tamaño de los

archivos transmitidos, en cada conexión se ajusta muy bien a una distribución de Pareto con varianza infinita. Esto puede ser la causa de la autosemejanza detectada por muchos autores.

## 6. DIMENSIONES DE LA QOE PARA EL TRÁFICO DE VIDEO

Por dimensiones de QoE (Quality of Experience) debe entenderse los diferentes aspectos que son aceptados por los usuarios finales del servicio de video. Incluye todos los efectos del sistema como el cliente, el terminal, la red, el servicio de infraestructura y es influenciada por las expectativas de los usuarios y su entorno. Esto trae como consecuencia que la QoE se mida de forma subjetivamente y pueda diferir de un usuario a otro.

Existe una amplia gama de servicios de video, como por ejemplo, la difusión de video en vivo o Broadcast Television (BTV), los Videos bajo demanda o Video on Demand (VoD), las Video llamadas o Video conferencia y los circuitos cerrados de vigilancia.

Esta diversidad de servicios genera que la QoE por parte del usuario final cambie, sin embargo, las dimensiones como el Plano de datos y el plano de control son las mismas entre todos los servicios de video:

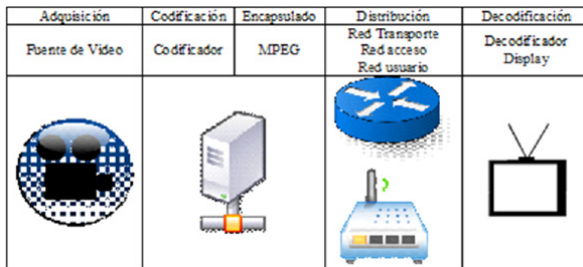
- Plano de Datos
  - Calidad del video
  - Calidad de sonido
- Plano de Control
  - Interactividad en la respuesta
  - Retardo en el cambio de canal
  - Respuesta en las funcionalidades de video-grabador
- Otras
  - Usabilidad
  - Confiabilidad y disponibilidad
  - Seguridad y privacidad

Las arquitecturas condicionan como deben ser medidas las dimensiones en los diferentes servicios de video, estas arquitecturas

se pueden clasificar en:

- Video digital por cable y satélite
- IPTV
- MobileTV
- Internet TV y P2PTV

En el plano de datos la arquitectura se descompone en cinco etapas como lo sugiere [8]; adquisición, codificación, encapsulado, distribución, y decodificación (Fig. 8).



**Fig. 8.** Arquitectura genérica de redes de distribución de video.

En la tabla 2 se muestran los componentes involucrados en cada arquitectura y en tabla 3 se detallan los protocolos y los estándares más utilizados en cada una de las arquitecturas.

**Tabla 2.** Componentes de las redes de distribución de video.

Adquisición	Codificador	Encapsulado	Distribución	Decodificador
Fuente de Video	Codificador	MPEG	Red transporte Red acceso Red usuario	Decodificador Display
Internet TV P2PTV	Internet P2PTV Servidores PC	Internet TV P2PTV	Internet TV P2PTV	Internet Tv P2PTV
IPTV	IPTV	IPTV	IPTV	IPTV
Mobile TV	Mobile TV	Mobile TV	Mobile TV	Terminales PDA
Cable Digital Satellite	Cable Digital Satellite	Amplificadores CMTS	Cable Digital Satellite	Cable Digital Satellite
Almacenamiento digital Antenas Satellite Grabaciones Analoga y digital	Hardware Codificador	Switches Router Antenas Gateway		

**Tabla 3.** Protocolos y estándares involucrados en las redes de distribución de video.

Adquisición	Codificación	Encapsulado	Distribución			Decodificación
Fuente de Video	Codificador	MPEG	Red Transporte	Red acceso	Red usuario	Decodificador display
Internet TV P2TV	Internet TV P2TV, MPEG-2, MPEG-4, ASP, MPEG-4, AVC, WMV9, Real video, theora, NSV	Internet TV P2TV MPEG-TS, MPEG-PS, MOV, rm, AVI/ASF, OGC.FLV, RTP, UDP, TCP, HTTP, MMS.	Internet TV P2TV IP pública P2P	Internet TV P2TV Ethernet, ADSL, WMax	Internet TV P2TV Cobre, Par, Fibra óptica, Ethernet, Wi-Fi.	Internet TV P2TV
IPTV	IPTV	IPTV, MPEG-TS, AVI/ASF, RTP, UDP, MMS	IPTV MPLS/IP, ATM		IPTV Ethernet, Wi-Fi	IPTV
Mobile TV	Mobile TV Codificadores 3GPP, H263, MPEG-4, WMV9	Mobile TV MPEG-TS RTP	Mobile TV MPLS/IPv6	Mobile TV WCDMA, CDMA, GPR, LTE, DVB, ISDB	Mobile TV	Terminales PDA
Cable Digital Satellite	Cable Digital Satellite	Cable Digital Satellite MPEG-TS	Cable Digital Satellite QAM, PSQK	Cable Digital Satellite Coaxial, Fibra óptica, DVB-C, DVB-S	Cable Digital Satellite Coaxial	Cable Digital Satellite
	MPEG-2 MPEG-4 AVC					

## 7. CONCLUSIONES

En este documento, están contenidos experimentos diseñados para obtener información de tráfico de Voz y Video sobre diferentes redes. Los resultados obtenidos muestran el impacto que elementos como el jitter, las demoras y la pérdida de paquetes tienen sobre la calidad del servicio. Otro modelo caracteriza el tráfico a un tipo de cola específico SM/D/D que prediga un comportamiento para así mismo ajustar los tipos y características de los equipos que darán soporte al tráfico.

El objetivo de la caracterización de la voz es que al transportarla se logre una recepción con claridad, volumen y oportunidad, para el caso del video; con nitidez, color y contraste. Esto se logra controlando fenómenos como el jitter, los retardos y la pérdida

de paquetes.

Al observar los resultados que se obtienen al realizar la caracterización del tráfico y teniendo en cuenta la distribución del tamaño de los paquetes, se ve que es importante como el sistema maneja dichos paquetes y como debería manejarlos ya que con estas características se puede determinar importantes requerimientos que se deberían cumplir en un nivel de aplicación

Como fuente de futuros trabajos de investigación se puede tener en cuenta los tres métodos estadísticos que son PDF (Densidad de probabilidad), SRD (Relación a corto plazo) y LRD (Correlación a largo plazo), empleados en el tráfico de video, especialmente en ATM con la velocidad de información variable VBR.

### Referencias Bibliográficas

- [1] Chong IYoung, Jang Chul-Woon, "Voice Traffic Characterization Models in VoIP Transport Network". Dept of information and Communications Eng., Hankuk Univ of FS Seoul, Korea, 2006.
- [2] B Kim, "Analytical Approach in Discrete-Time System". McGraw Hill, 1992.
- [3] D. Anick, D. Mitra, M.M Soundhi, Stochastic theory of a data-handling system with multiple sources, Bell System technical journal, vol 61, N°8 October 1982.
- [4] C. Prasad, L. Chang-Gun, Characterizing voice and video traffic behavior over Internet, Department of Electrical and Computer Engineering, The Ohio State, 2005.
- [5] J. Mullin, L. Smallwood, New techniques for assessing audio and video quality in real-time interactive communications, IHM little IHC, 2001.
- [6] P. Seeling, M. Reisslein, B. Kulapala, Network performance evaluation using frame size quality traces of single-layer and two-layer video: A tutorial, Arizona State University, 2008.
- [7] G. Auwera, D. Prasant, M. Reisslein, Traffic and quality characterization of single-layer video streams encoded with the H.264/MPEG-4 advanced video coding standard and scalable video coding extension, IEEE transactions on broadcasting, Vol.54, N°3, 2008.
- [8] S. Galmes, R. Puigamer, On the capabilities of on-off models to capture arbitrary ATM source, university of the Balearic Islands, 2002.
- [9] E. casilari, A. Lecuona, A. Diaz, F. Sandobal, Caracterización de tráfico de video y tráfico Internet, Dpto Tecnología Electrónica E.T.S.I, Universidad de Malaga, 2001.
- [10] [10] ITU-T Recommendation H.323, Infrastructure of audiovisual services-system and terminal equipment

- for audiovisual services, 1999.
- [11] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg, SIP: Session initiation Protocol, IETF, RFC 2543, 1999.
- [12] [12] Megaconferences: world's largest Internet conferences [en línea]. Consultado en Octubre 20 de 2010 disponible en: <http://www.megaconference.org>.
- [13] A. Tarraf, W. Habib, N. Saadawi, characterization of packetized voice traffic ATM networks using neural network, *Globeconm'93*.
- [14] H. Heffes, D. Lucantoni, A Markov modulated characterization packetized voice and data traffic related statistical multiplexer performance, *IEEE Jsc*, Vol 9, N°3, 1991.
- [15] H. Yamada, S. Sumita, A traffic measurement method and its application for cell loss probability estimation in ATM networks, *IEEE Jsc*, Vol 9, N°3, 1991.
- [16] I. Habit, T. Saadawi, Multimedia traffic characteristic in broadband networks, *IEEE Communications Magazine*, 1992.
- [17] [K. Siriram, D. Lucantoni, Traffic smoothing effects bit dropping in packet voice multiplexer, *IEEE Transaction Communications*, Col 37, N°7, 1989.
- [18] E. Rathgeb, Modeling and performance comparison of policing mechanisms for ATM networks, *IEEE Jsc*, Vol 9, N°3, 1991.
- [19] F. Denissen, E. Desmet, G. Petit, The policing function in ATM networks, *Digital Communications*, 1990.
- [20] H. Satio, H. Yamada, Analysis of statistical multiplexing in ATM transport network, *IEEE Jsc*, Vol 9, N° 3, 1989.
- [21] A. Baiocchi, Loss performance analysis of an ATM multiplexer loaded with high-speed on-off sources, *IEEE Jsc*, Vol 9, N° 3, 1991.
- [22] Special section on neural network, *IEEE Control System Magazine*, 1989.
- [23] B. Soucek, Neural and concurrent real-time systems, *The sixth generation*, John Wiley and sons, 1989.