

PROPUESTA PARA EVALUACIÓN OBJETIVA DE CALIDAD DE VIDEO DE DEFINICIÓN ESTÁNDAR

Ing. Luis Miguel Alvarez Ramos¹, Ing. Osmany Yaunner Núñez²

LACETEL, Instituto de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones, Ave. Independencia No.34515, Km 14½, Reparto 1^{ro} de Mayo, Boyeros, La Habana.

¹e-mail: luis.alvarez@lacetel.cu

²e-mail: osmany@lacetel.cu

RESUMEN

En los sistemas de procesamiento y transmisión de video digital la señal siempre está expuesta a degradaciones, distorsiones, pérdidas de cuadros y otros efectos indeseables que afectan la calidad de la imagen percibida por los usuarios. Lo anterior se pone de manifiesto en el esquema actual de implementación de la Televisión Digital en Cuba, en el cual se aprecian diferencias de calidad de video entre transmisiones simultáneas de distintos programas con el mismo contenido y existe una elevada inconformidad de los usuarios con respecto a la calidad de imagen en los programas de definición estándar. Las herramientas de evaluación objetiva de calidad de video digital son de gran utilidad para los operadores de servicio y generadores de contenido, dado que permiten caracterizar la degradación que experimenta la imagen recibida. En este artículo se propuso una herramienta software que permite evaluar calidad de video en sistemas de generación y transmisión de video digital de definición estándar utilizando un método de estimación de calidad de video de referencia completa. Además, se llevaron a cabo pruebas para validar la utilización de la herramienta en la caracterización de la degradación introducida en el esquema actual de la televisión digital en Cuba.

PALABRAS CLAVE: calidad, degradación, evaluación, software, video.

ABSTRACT

In digital video transmission and processing systems the signal is always exposed to degradation, distortions, frame dropping and others undesirable effects that affect the image quality perceived by users. This is manifested in the current implementation scheme of Digital Television in Cuba, in which are noticed video quality differences between simultaneous transmissions of different programs with the same content and there is a great unconformity among the users regarding the image quality in the standard definition programs. The tools for objective evaluation of digital video quality are very useful to service operators and content generators, given that they allow to characterize the degradation experimented by the received image. In this paper was proposed a software tool that allows standard definition video quality assessment in digital video generation and transmission systems using a complete reference video quality assessment. Also, were carried out tests to validate the use of the tool in the video quality in the characterization of the degradation introduced in the current implementation scheme of the Digital Television in Cuba.

KEYWORDS: degradation, evaluation, quality, software, video.

INTRODUCCIÓN

Actualmente Cuba se encuentra en el proceso de asimilación y despliegue de la Televisión Digital Terrestre. Gran parte del territorio nacional cuenta con cobertura de la señal digital, siendo así, la masificación de los receptores el factor clave para lograr el llamado apagón analógico. Hasta el momento gran cantidad de usuarios pueden disfrutar de las ventajas de este servicio, y poco a poco la penetración de los receptores va en aumento.

Entre otras bondades, esta tecnología, en el país, ofrece a los usuarios una calidad uniforme en la recepción para todos los programas digitales. Además, permite el acceso a nuevos servicios, donde se cuentan, los servicios de Guía Electrónica de Programa, Radiodifusión de Datos, posibilidad de grabación del programa mientras se visualiza otro, posibilidad de pausar y luego continuar la recepción mediante la grabación y la presentación de la información como procesos independientes, todo en tiempo real. También son multiplexados en las transmisiones de televisión, o TV, algunos programas de radio.

Resulta importante para los proveedores de servicio y los generadores de contenido utilizar herramientas que les permitan conocer la calidad de video de la señal que reciben sus usuarios con el objetivo de optimizar la infraestructura disponible para brindar el mejor servicio posible.

En el esquema actual de implementación de la Televisión Digital en Cuba se manifiestan diferencias apreciables de calidad de video entre transmisiones simultáneas de distintos programas con el mismo contenido y existe una elevada inconformidad de los usuarios con respecto a la calidad de imagen en los programas de definición estándar o SD, por sus siglas en inglés, Standard Definition.

Debido a lo mencionado anteriormente, en el presente artículo se propone una herramienta software que permite evaluar, de forma objetiva, calidad de video de SD en el esquema actual de implementación de la Televisión Digital en Cuba.

Métodos objetivos de evaluación de Calidad de Video

Los métodos objetivos pueden evaluar la calidad de un video mediante el cálculo de algún parámetro de distorsión y/o transmisión, o de las diferencias físicas entre la imagen original y la modificada (ya sea degradada, restaurada, etc.) e interpretan los resultados ya sea en el dominio espacial o frecuencial. De forma genérica, los métodos objetivos de medida de calidad pueden clasificarse según si lo analizado es el propio video (el medio o contenido) o los parámetros de codificación y transmisión. [1]

Los Métodos Paramétricos se basan en analizar los parámetros de codificación y transmisión, entre los que se encuentran: bitrate, frecuencia de cuadros, pérdida de paquetes, resolución de la imagen y formato de compresión. Estos son fáciles de implementar pero tienen baja precisión de estimación de calidad de video percibida y son diseñados para sistemas específicos. En cambio los métodos basados en el Análisis de Contenido basan su funcionamiento en la inspección del propio video, y típicamente buscan degradaciones de diversa índole (efecto de bloque, borrosidad, etc.). Son computacionalmente más complejos pero con mayor precisión de estimación de calidad de video percibida, por lo cual fueron los seleccionados en este trabajo. [2, 3]

Métodos de Análisis de Contenido

Dentro de esta categoría, como se puede ver en la figura 1, los métodos a su vez se clasifican según la disponibilidad: total o FR, por sus siglas en inglés Full Reference, parcial o RR, por sus siglas en inglés, Reduced Reference y ninguna o NR, por sus siglas en inglés, No Reference, de la señal original. [3]

Los métodos NR tienen la ventaja de que solo necesitan el video decodificado para realizar la evaluación pero tienen poca precisión debido a que se les hace difícil discernir entre el contenido original del video y las distorsiones que pueda tener. En cambio, los métodos de RR necesitan algunas características del video original, transmitidas a través de un canal auxiliar, que le permiten mayor precisión. Finalmente, los métodos de referencia completa tienen total dependencia del video original para realizar la evaluación pero son los que realizan mejor la estimación de calidad percibida, por lo cual se tomaron en cuenta solo las herramientas softwares que implementaran estos métodos. [1]

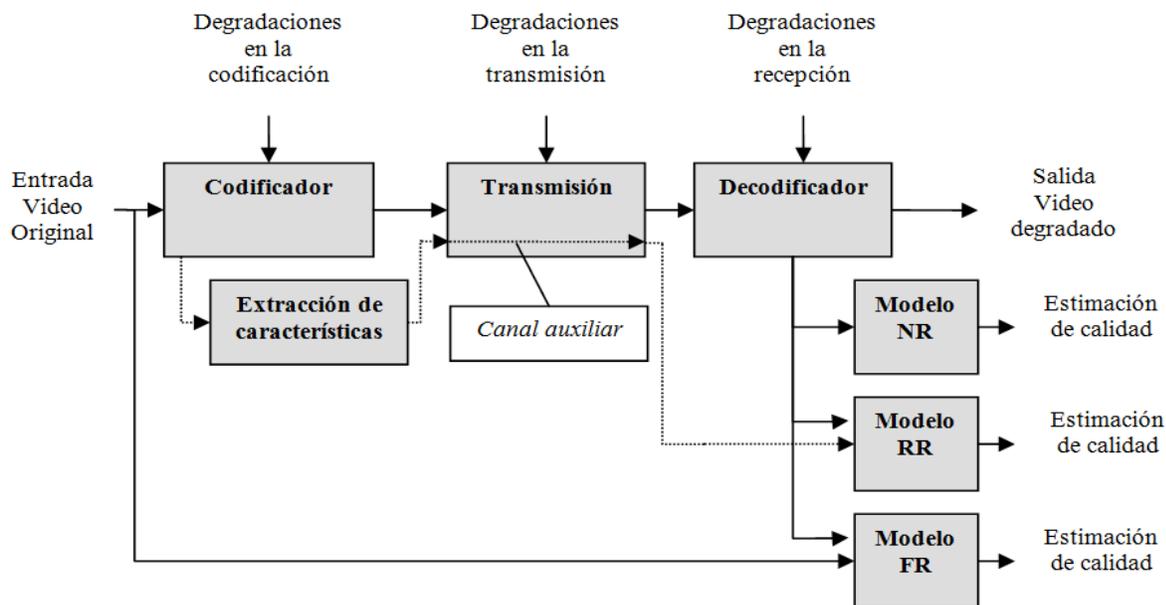


Figura 1: Tipos de métodos de Análisis de Contenido. Tomada de [1].

HERRAMIENTA PROPUESTA.

Para la selección de la herramienta se tomaron en cuenta solo software que realizaran modelación del Sistema Visual Humano, utilizando métodos de FR, con la más alta correlación con las evaluaciones realizadas por observadores humanos, puesto que los métodos subjetivos son los más confiables para medir calidad de video. [1]

En pruebas de desempeño en la evaluación de videos de SD realizadas a modelos de Referencia Completa en [4, 5], los algoritmos que estimaron con mayor exactitud calidad de video fueron MOVIEy MS-SSIM, tomados de [6], y BVQM, tomado de [7]. Los autores de estos proveen el código fuente y el permiso para modificarlo siempre que no sea con fines comerciales. Para la selección de uno de los tres se utilizaron los criterios de realización de Temporal, el soporte de Múltiples Formatos de Video y la presencia de Interfaz Gráfica. La Alineación Espacial y Temporal es extremadamente importante en un software de evaluación de calidad de video de Referencia Completa pues los

PROPUESTA PARA EVALUACIÓN OBJETIVA DE CALIDAD DE VIDEO DE DEFINICIÓN ESTÁNDAR

videos originales y degradados se comparan cuadro a cuadro por lo cual si hubiera algún tipo de desfasaje entre los videos se introducirían errores indeseables en la medición [1]. El soporte de Múltiples Formatos de Video evita la introducción de degradaciones debido a la conversión entre formatos [8]. Finalmente se tomó la Interfaz Gráfica como criterio para facilitar el uso de la herramienta. Como se puede ver en la tabla 1, el software BVQM fue el que cumplió con más requisitos, por lo cual fue el seleccionado.

Tabla 1. Cumplimiento de requisitos de los software.

Software	Alineación espacial y temporal	Múltiples formatos de Video	Interfaz gráfica
MOVIE	No	No	No
MS-SSIM	No	No	No
BVQM	Si	No	Si

BVQM

Este software fue desarrollado por NTIA/ITS, y está incluido en la recomendación UIT-R BT.1683. Tiene la capacidad de realizar el procesamiento en lote de múltiples videos lo que permite evaluar todos los videos deseados en una sola corrida del software. Permite escoger entre varios modelos de evaluación optimizados para distintos escenarios, el escogido en este artículo fue el modelo general por ser el más robusto. Devuelve los resultados en forma de gráficos, archivos de texto y hojas de cálculo. Solo soporta AVI sin compresión y YUV, lo cual se solucionó apoyándose en los software FFmpeg y Virtualdub para la conversión de los formatos de video. El resultado que devuelve tras la evaluación es un número de 0 a 1, siendo 0, los videos original y degradados, idénticos y 1, degradación máxima. Este valor se puede multiplicar por 100 obteniéndose de esta forma la estimación del DMOS, por sus siglas en inglés, Degradation Mean Opinion Score. [9, 10]

DMOS

Este no es más que el resultado de las evaluaciones realizadas por observadores humanos, en las cuales a cada persona se le muestran dos videos de forma independiente y vota en una en escala de 0 a 100 por cada video, en la figura 2 puede verse un ejemplo de votación. Promediándose luego, la diferencia entre las evaluaciones con el resto de las personas obteniéndose el DMOS utilizando la ecuación (1). Este valor no indica de forma absoluta la calidad de un video pero indica qué tanto se degradó con respecto al original, siendo menor la degradación a menor DMOS. [11, 12]

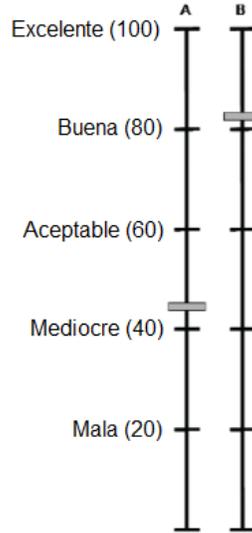


Figura 2. Ejemplo de escala DMOS.

$$DMOS = \frac{A - B}{\text{Total de Personas}}$$

EVALUACIONES DE CALIDAD DE VIDEO REALIZADAS

Para validar la utilización de la herramienta BVQM, en la caracterización de la degradación introducida en el esquema actual de la televisión digital en Cuba, se realizaron diferentes pruebas. La primera prueba consistió en la evaluación de calidad de video en función de la variación de bitrate mientras que la segunda consistió en la evaluación de la degradación de calidad debido al proceso de “transfer” realizado en Canal Educativo 2 del ICRT.

Prueba 1: Evaluación de calidad de video en función de la variación de bitrate.

Esta se realizó con el objetivo de determinar la variación de calidad de video en función del bitrate de transmisión. Se esperó como resultado de la prueba que con la disminución del bitrate debía disminuir la calidad de video. Se utilizaron cinco videos escogidos de acuerdo a la cantidad de información espacial y temporal, o sea, se seleccionaron videos con diferentes cantidades de movimiento (información temporal) y diferentes cantidades de detalles (información espacial). Los bitrates utilizados fueron 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0 Mb/s, estos se escogieron de acuerdo a los utilizados en [10].

Como se puede ver en la figura 3, los distintos videos de referencia empleados fueron generados en una computadora y transmitidos hacia el codificador HD/SD H.264 mediante un adaptador HDMI-SDI. La interfaz ASI del codificador se conectó al Modulador DTMB, del cual se transmitió una señal RF hacia la caja decodificadora. El codificador H.264 y el Modulador DTMB se configuraron teniendo en cuenta las mismas características de la transmisión SD del esquema actual de implementación de la Televisión Digital en Cuba. Entre el modulador DTMB y la caja decodificadora se conectó un atenuador variable de 0-69 dB para ajustar el nivel de potencia a la entrada de la caja decodificadora a -53 dBm, en el cual finalmente, se obtuvieron los videos de prueba mediante la opción de grabación de este dispositivo.

PROPUESTA PARA EVALUACIÓN OBJETIVA DE CALIDAD DE VIDEO DE DEFINICIÓN ESTÁNDAR

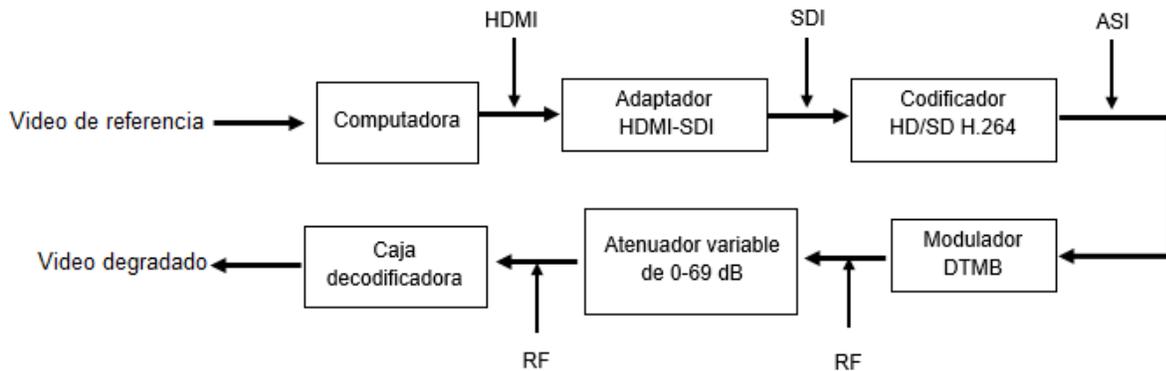


Figura 3. Diagrama en bloques de la Prueba 1.

En la figura 4 se graficó el DMOS promedio de los 5 videos para cada bitrate. En esta se puede ver el comportamiento decreciente no lineal del DMOS, lo cual representa que la diferencia entre el video original y el degradado disminuyeron a medida que aumentó el bitrate. Como se observa en la gráfica la pendiente de la curva es más abrupta para bitrate menores a 2 Mb/s, que con los bitrates mayores a este. Lo que significa que en el rango de 0.8 a 2 Mb/s el incremento de calidad es superior al rango de 2 a 5 Mb/s.

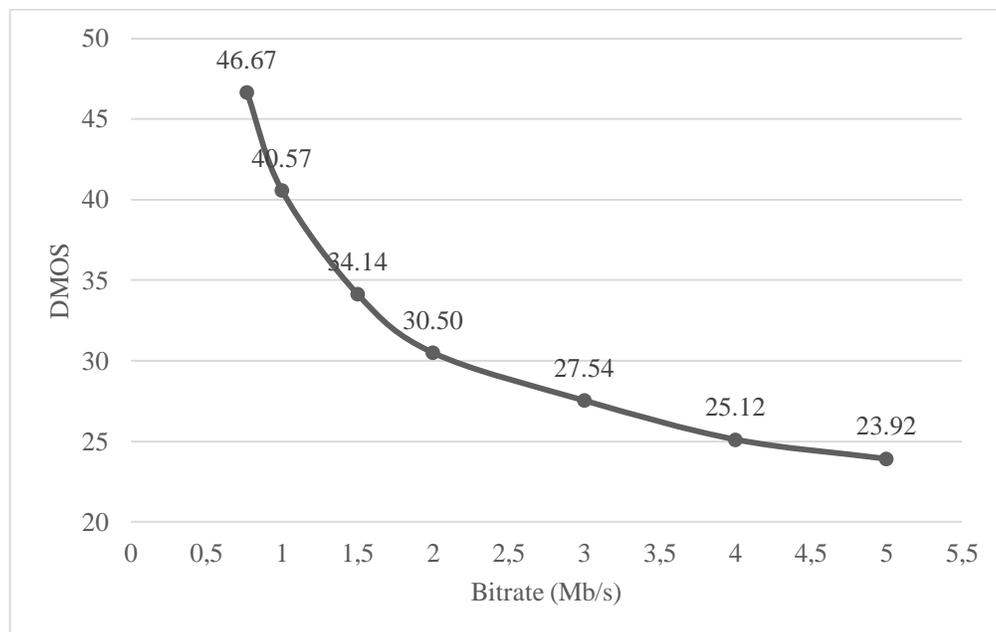


Figura 4. Valores de DMOS promedio de las videos evaluados para cada bitrate.

En estos momentos, en el esquema actual de implementación de la Televisión Digital en Cuba se transmite cada programa de SD a aproximadamente 2 Mb/s, y se puede observar como el DMOS disminuye solo un 7% al aumentarse el bitrate a 5 Mb/s, siendo despreciable con respecto al 16% que se obtiene al aumentar a 2 Mb/s desde 0.8 Mb/s.

Prueba 2: Evaluación de la degradación de calidad debido a proceso de “transfer” realizado en el Canal Educativo 2 del ICRT.

Esta se realizó con el objetivo de cuantificar la degradación que introduce el proceso de transfer en el Canal Educativo 2 del ICRT. Se esperó como resultado de la prueba que el proceso de transfer introdujera pérdidas de calidad de video. Para esta se utilizaron los mismos cinco videos de la Prueba 1.

El proceso de transfer no es más que la utilización de un equipo llamado DVCPRO que utiliza una variante de casetes de video digital desarrollada por Panasonic, para realizar la transferencia de video digital almacenado en un casete hacia y desde una computadora.

En la figura 5 se puede apreciar el diagrama en bloques de la prueba realizada en el Canal Educativo 2 del ICRT. Los videos fueron reproducidos en una computadora y a partir del proceso de transfer fueron almacenados en un casete al cual se le aplicó nuevamente el proceso de transfer obteniéndose los videos degradados en una estación de captura.

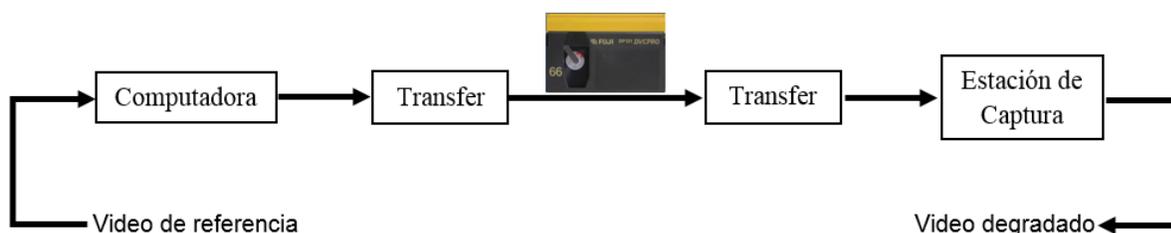


Figura 5. Diagrama en bloques de la Prueba 2.

Se graficó el DMOS estimado para cada video y se puede observar cómo el transfer no afecta de igual forma a todos los videos, sino que depende del contenido de los mismos. Tuvo como promedio 34.6, superior al 30.5 obtenido para codificación y transmisión a 2Mb/s, significando que sin importar el bitrate que se utilice luego para la transmisión, los videos ya cuentan como promedio con una degradación de 1/3 de su calidad original (Figura 6).

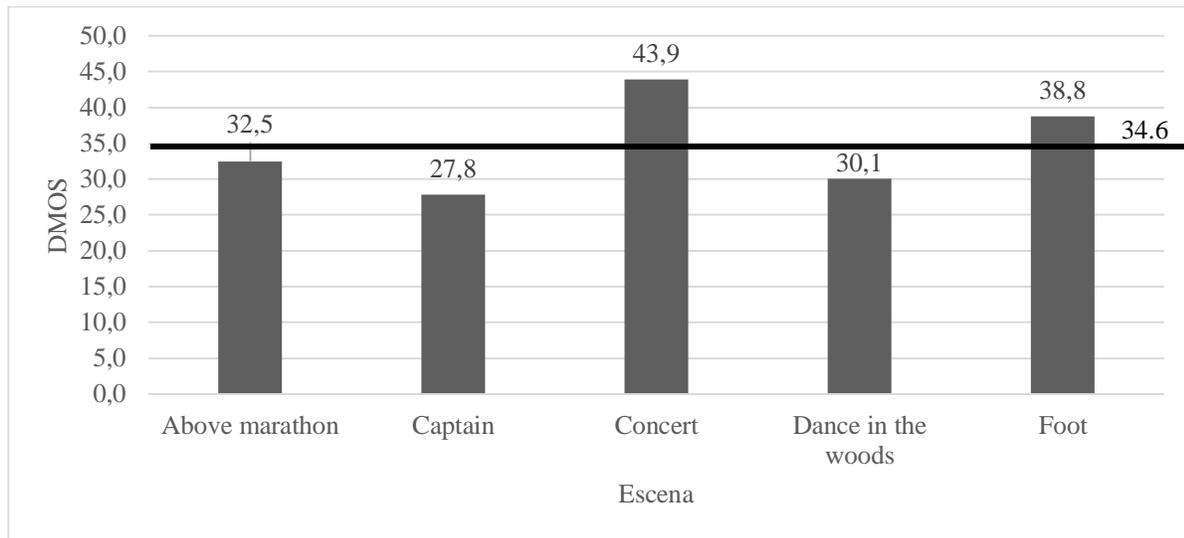


Figura 6. Valores de DMOS de los videos obtenidos del proceso de transfer.

CONCLUSIONES.

El método propuesto para la evaluación objetiva de la calidad de video digital consistió en la comparación del análisis del contenido del video original y degradado a través de la simulación del sistema visual humano. Este método es el más exacto y permite realizar pruebas para cuantificar la degradación insertada por un sistema de procesamiento digital de video.

La herramienta software propuesta como implementación de este método fue BVQM. Esta se encuentra en la recomendación UIT-R BT.1683. Además, logra evaluar calidad de video con un alto índice de correlación con respecto a las evaluaciones subjetivas y es fácil su utilización debido a su interfaz gráfica. Además, posee calibración automática, flexibilidad con los formatos de video que acepta, y reporte de evaluación lo que incrementa de forma notable su utilidad.

Las pruebas realizadas permitieron poner en práctica la funcionalidad y potencialidades de la herramienta en la caracterización de la degradación introducida en el esquema actual de la Televisión Digital en Cuba. Estas también arrojaron como resultado que el aumento de bitrate de 2 a 5 Mb/s en Televisión Digital de SD no aporta un aumento de Calidad de Video significativo, la Calidad de Video depende del Contenido de Video y el proceso de transfer introduce más degradación que la propia codificación y transmisión a 2 Mb/s.

REFERENCIAS.

1. JOSKOWICZ, J. and R. SOTELO, *Advances in video quality estimation models: An Overview*. Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina), 2013. 11(6): p. 1279-1285.
2. JOSKOWICZ, J., R. SOTELO, and J. ARADO. *Comparison of parametric models for video quality estimation: Towards a general model*. in *Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2012 IEEE International Symposium on*. 2012. IEEE.
3. JOSKOWICZ, J. and R. SOTELO, *Modelo de Estimación de Calidad de Video: Video Quality Experts Groups*. Memoria de Trabajos de Difusión Científica y Técnica, 2012(10): p. 7-17.
4. SESHADRINATHAN, K., et al., *Study of subjective and objective quality assessment of video*. Image Processing, IEEE transactions on, 2010. 19(6): p. 1427-1441.
5. CHIKKERUR, S., et al., *Objective video quality assessment methods: A classification, review, and performance comparison*. Broadcasting, IEEE Transactions on, 2011. 57(2): p. 165-182.
6. LIVE, S.R., <http://live.ece.utexas.edu/research/Quality/index.htm>.
7. VQM, http://www.its.bldrdoc.gov/n3/video/VQM_software.php.
8. WINKLER, S., *Digital video quality: vision models and metrics*. 2005: John Wiley & Sons.
9. PINSON, M.H. and S. WOLF, *Batch Video Quality Metric (BVQM) User's Manual*. NTIA Handbook HB-11-441d, 2011.
10. Recomendación, UIT-R, and BT.1683, *Técnicas de medición objetiva de la calidad de vídeo perceptual para la radiodifusión de televisión digital de definición convencional en presencia de una referencia completa*. 2004.
11. PINSON, M.H. and S. WOLF, *A New Standardized Method for Objectively Measuring Video Quality*. IEEE Transactions on Broadcasting, 2004. 50.
12. Recomendación, UIT-R, and BT.500-13, *Metodología para la evaluación subjetiva de la calidad de las imágenes de televisión*. Unión Internacional de Telecomunicaciones. 2012.