

# Compresión de video en Streaming usando transformadas Wavelet y DCT<sup>1</sup>

Coy V. Lyna<sup>2</sup>  
Orjuela G. Laura<sup>3</sup>  
Jiménez L. Fabián<sup>4</sup>

## Resumen

En este artículo fue evaluado el desempeño de las transformadas Wavelet Discreta y Coseno Discreta como técnicas actuales de compresión de video para la transmisión en streaming. Se comparó la eficiencia de compresión de las técnicas valorando los parámetros de Relación Señal a Ruido Pico, Error cuadrático Medio y Relación de Compresión, utilizando las transformadas Wavelet Discreta y Coseno Discreta en el procesamiento de video e imágenes. Los algoritmos se implementaron en MATLAB para calcular los parámetros de evaluación mencionados. Como resultado de la evaluación se estableció que la Transformada Wavelet Discreta presentó un mejor desempeño como técnica de compresión debido a que su relación señal a Ruido Pico, relación de compresión y error cuadrático medio, superaron el rendimiento de la Transformada Coseno.

Palabras clave: Compresión, Error Cuadrático Medio, Frame, Relación de Compresión, Relación señal a ruido pico, Streaming, Transformada Coseno Discreta, Transformada Wavelet Discreta, Video

---

<sup>1</sup> Este trabajo es presentado como requisito de grado para el programa de especialización en Telecomunicaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia.

<sup>2</sup> L. A. Orjuela, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia. Ella es estudiante de especialización en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de la UPTC, Colombia (e- mail: lauraangelica.orjuela@uptc.edu.co).

<sup>3</sup> L. M. Coy, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia. Ella es estudiante de especialización en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de la UPTC, Colombia (e- mail: lyna.coy@uptc.edu.co).

<sup>4</sup> F. R. Jiménez. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Ingeniero Electrónico, MSc. en Ingeniería. Docente Escuela de Ingeniería Electrónica, UPTC, Colombia (fabian.jimenez02@uptc.edu.co)

## I. INTRODUCCIÓN

con los avances en el mundo digital, el sistema de videoconferencia se ha convertido en una parte integral de la sociedad moderna que ofrece muchas facilidades [1]. A pesar del rápido desarrollo en densidad de almacenamiento masivo, velocidad del procesador y rendimiento de sistemas de comunicación digital, la demanda de almacenamiento, capacidad y el ancho de banda de transmisión de datos superan la capacidad de las tecnologías multimedia disponibles, por tanto el interés en la transmisión y la capacidad de gran volumen de datos multimedia, se ha ampliado drásticamente [2] [3]. El propósito principal de la compresión de imagen y video es representar (o codificar) una imagen digital o secuencia de imágenes (video) utilizando muy pocos bits para mantener su apariencia visual. La compresión se puede lograr fácilmente minimizando las redundancias espaciales y temporales presentes en el video. La herramienta que se utiliza ampliamente para minimizar la redundancia espacial es la Transformada Wavelet. La codificación basada en Wavelet proporciona mejoras sustanciales en la calidad de la imagen. [4]

Todo esto comprende un conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes para almacenarlas o transmitir las de manera eficiente, entre las cuales se destacan la Transformada Wavelet Discreta (DWT) y Transformada Coseno Discreta (DCT)[5]. Estos métodos son ampliamente utilizados en procesamiento multimedia. En compresión de vídeo de muy baja tasa de bits, además Wavelet permite alcanzar altos índices de compresión y reducir el efecto fantasma al mismo tiempo [6]. En sistemas de visión humana las estructuras basadas en Wavelet en etapas de cuantificación y codificación, han permitido realizar nuevos experimentos psico-visuales que proporcionan un modelo que especifica los umbrales de contraste para detectar distorsiones [7]. Estudios recientes sugieren métodos que combinan las transformadas DCT y DWT, que tienden a explotar la redundancia temporal relevante en el video para mejorar la eficiencia de solidez con una complejidad de procesamiento mínima [8]. Se han propuesto también algoritmos de compresión de baja velocidad binaria, que introducen un nuevo enfoque que utiliza tanto DCT como DWT para mejorar la fase de predicción del estándar H.264 / AVC [9]. Se ha aplicado la DWT en diferentes algoritmos basados en bloques de estimación de movimiento, apoyándose en la teoría de la compresión Wavelet de la imagen, en las características de la transformación y en la aplicación de la tecnología combinando software y hardware, obteniendo una relación de compresión mayor [10].

En este trabajo se muestra la evaluación de las técnicas de compresión de video en streaming aprovechando las cualidades de las transformadas DCT y DWT por medio del diseño de un algoritmo en MATLAB [11], para determinar que método es más efectivo teniendo en cuenta el cálculo los parámetros Relación Señal a Ruido Pico (PSNR), Error Cuadrático Medio (MSE) y Relación de Compresión (CR).

## II. METODOLOGÍA

Con el ánimo de evaluar las técnicas de compresión de imágenes DCT y DWT en esta investigación se planteó un procedimiento general como se muestra en la Fig. 1, posteriormente se describen las diferentes etapas del proceso.

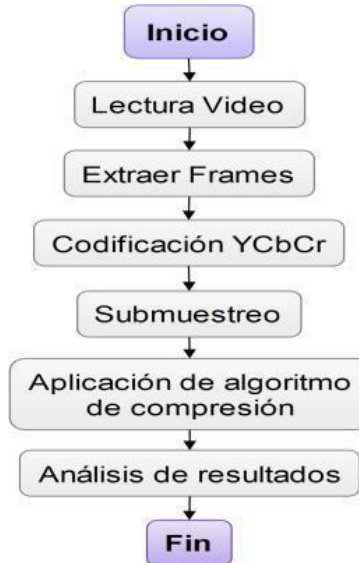


Fig. 1. Flujograma del proceso diseñado para la compresión de video

### A. Codificación

Se adquirió la señal de video de muestra en formato RGB, capturando sus frames y codificando cada imagen de entrada con 24 bits por pixel, es decir 8 bits por cada componente o canal. Estas imágenes se transformaron a un espacio de color YCbCr; la componente Y es la imagen en escala de grises, las componentes Cb y Cr, respectivamente diferencia del azul y diferencia del rojo, ambas señales son conocidas como crominancia (información de color).

### B. Submuestreo

Dado que la visión humana es más sensible a los cambios en el nivel de intensidad de luz en lugar de los cambios en el color, se puede aprovechar este principio para optimizar la compresión, dedicando más ancho de banda para la luminancia (Y) y menos a la diferencia de los componentes cromáticos (Cb y Cr) [12].

### C. Transformada Wavelet Discreta DWT

La Transformada Wavelet descompone una señal en un conjunto de funciones base, las cuales son llamadas wavelets. Las wavelets se obtienen a partir de una única wavelet prototipo  $j(t)$  conocida como Wavelet madre dada por dilataciones y desplazamientos. En el caso de la DWT la extensión para dos dimensiones se obtiene con la aplicación sucesiva de

dos pasos de la DWT en una dimensión [13], [14]. En general la DWT es expresada en la ecuación (1), donde  $f(x)$  es una función de una dimensión con  $N$  muestras, representa la función wavelet, la cual es dilatada o contraída por el factor entero  $j$  y trasladada en el tiempo por el factor.

$$W(j, n) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} f\left(\frac{x-n}{2^j}\right) \quad (1)$$

Una imagen es una señal de dos dimensiones representada con  $m$  número de filas y  $n$  columnas. Para la compresión de una imagen se aplica la DWT a filas seguidas de columnas. La señal discreta pasa a través de un filtro pasa bajas  $L$  y pasa altas  $H$ , luego se muestrea con un factor de dos y se completa la Transformada Wavelet hacia adelante. Los valores de salida del filtro de paso alto se llaman coeficientes de detalle y los valores de salida del filtro de paso bajo son llamados coeficientes aproximados. Los valores de los coeficientes de detalle son menos significativos en la reconstrucción de la imagen [15]. En la Fig. 2 se muestra la arquitectura general del algoritmo DWT aplicado a imágenes.

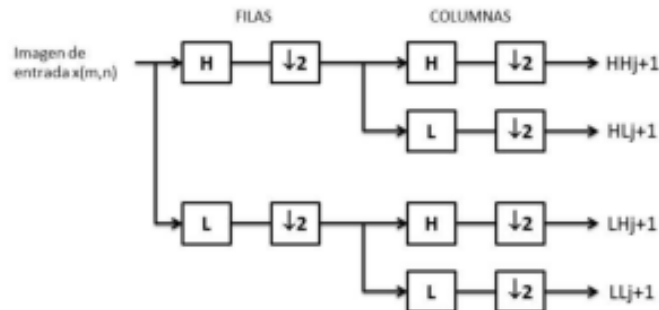


Fig. 2. Arquitectura general para el algoritmo de DWT para compresión de imágenes [4]

#### D. Transformada DCT

La Transformada Discreta del Coseno (DCT) se utiliza habitualmente para la compresión de imágenes y vídeo. Es una transformada basada en la Transformada de Fourier Discreta (DFT), pero utiliza únicamente las componentes cosinusoidales [16]. La DCT bidimensional aplicable a imágenes puede llevarse a cabo computando dos transformadas monodimensionales gracias a que la transformada es separable. Por tanto, la ecuación de análisis o transformada directa se define como:

$$C(u, v) = a(u)a(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \left[ \frac{(2x+1)\pi u}{2N} \right] \cos \left[ \frac{(2y+1)\pi v}{2N} \right] \quad (2)$$

La DCT concentra la mayor cantidad de información en los primeros coeficientes, por lo que se pueden aplicar técnicas para reducir la cantidad de datos en el dominio transformado sin perder información relevante que lleve a una pérdida notable de calidad de la imagen en el dominio espacial [17].

*E. Parámetros PSNR, MSE Y CR*

Para la evaluación de desempeño de las técnicas de compresión de video se tuvieron en cuenta los parámetros de la Relación Señal a Ruido Pico (PSNR), Error Medio Cuadrático (MSE) y Relación de Compresión (CR).

PSNR es la medida de la calidad del frame descomprimido. Este muestra cuanta calidad pierde el video después de la compresión y la descompresión. Es calculado entre el frame original y el reconstruido. Se define como la relación entre el tamaño máximo del frame (R) y el MSE, como se muestra en la ecuación (3). El MSE es un promedio del error cuadrático acumulado, expresado en la ecuación (4), donde I1(m,n) es el dato del frame original e I2(m,n) es el dato del frame comprimido [18]. El CR se define como la proporción de tamaño del Original con el tamaño del video, en donde n1 y n2 indican el número de bits en imágenes originales y comprimidas, respectivamente y CR puede expresarse mediante la ecuación (5) [19].

$$PSNR = 10 \log \frac{255^2}{MSE} \quad (3)$$

$$MSE = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (I_1(m,n) - I_2(m,n))^2}{M * N} \quad (4)$$

$$CR = \frac{n_1}{n_2} \quad (5)$$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El algoritmo diseñado se simuló en MATLAB . Para la DWT se experimentó con tres diferentes filtros Wavelet, seleccionando el Haar, ya que se obtuvieron los valores de PSNR más altos y MSE más bajos, es decir que la compresión permitió almacenar más información y menos

ruido y el tiempo de procesamiento del algoritmo fue el más rápido. Se observó que los frames comprimidos presentan una pérdida de calidad casi imperceptible al ojo humano, como se muestra en la Fig. 3. Se tomaron los coeficientes horizontal, vertical y diagonal resultado del filtro Haar de la DWT, donde se concentra la mayor cantidad de información y posteriormente se realizó la compresión.

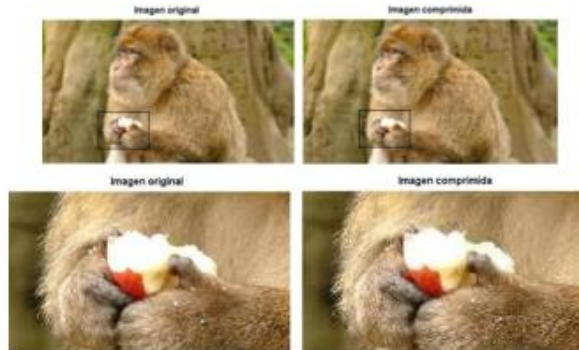


Fig. 3. Comparación entre frame original (izquierda) y comprimido (derecha) al aplicar la DWT al video de muestra Ape.mp4

Se hizo la medición del parámetro PSNR en la totalidad de los frames que constituían el video, como se muestra en la Fig. 4, se calculó el promedio de estos valores, ya que para cada frame es distinto y se determinó que el PSNR total fue de 316.18 dB. Se realizó el mismo cálculo del promedio de la totalidad de valores de MSE que fue de 0.15637e-27 % y CR de 37.6659% las gráficas de estas mediciones se muestran en la Fig. 4.

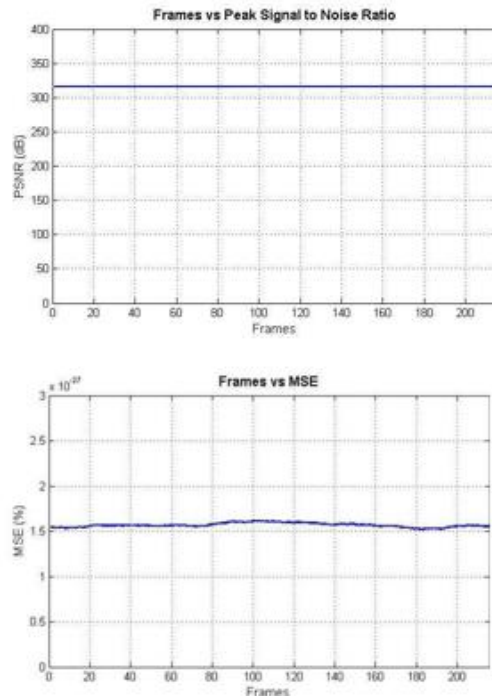


Fig. 4. Gráficas entre frames y PSNR, MSE y CR para establecer sus valores promedio del video de muestra al aplicar la DWT

Con la DCT, se buscó reducir la cantidad de información conservando solo los primeros coeficientes de la matriz donde se concentra la mayor cantidad de energía de la señal y eliminar los coeficientes de baja energía. En la Fig. 5 se observa un frame original y comprimido, se aprecia que la imagen comprimida pierde calidad, sobre todo en niveles de energía altos, pero no afecta considerablemente la imagen en general.



Fig. 5. Comparación entre frame original (izquierda) y comprimido (derecha) al aplicar la DCT al video de muestra

Se determinaron los parámetros de rendimiento para el video de muestra con la aplicación de la técnica DCT, como se muestra en la Fig. 6. Se midieron los valores promedio obteniendo un PSNR de 39.1039 dB, MSE de 8% y un CR igual a 25%.

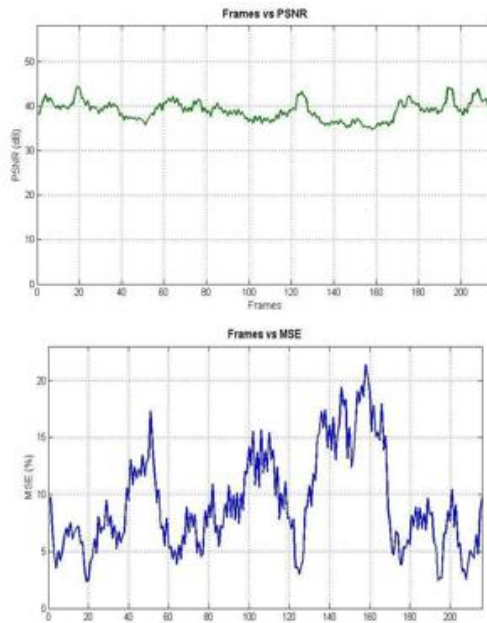


Fig. 6. Gráficas entre frames y PSNR, MSE y CR para establecer sus valores promedio del video de muestra al aplicar la DCT

Para evaluar cual método de compresión fue más efectivo se compararon los valores promedio calculados de los parámetros PSNR, MSE y CR, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Se evidencia que la DWT al tener un PSNR tan alto presenta una alta calidad de reconstrucción de la imagen y un MSE muy bajo lo que indicó que hay muy baja distorsión en la imagen de video.

TABLA I  
COMPARACIÓN ENTRE LAS TÉCNICAS DWT Y DCT PARA COMPRESIÓN DE VIDEO EN STREAMING DEL VIDEO DE MUESTRA

Parámetro	DCT	DWT
PSNR	39.1039 dB	316.18 dB
MSE	8 %	1.5637e-27 %
CR	25%	37.6659%

#### IV. CONCLUSIÓN

Las técnicas de DWT y DCT implementadas permitieron concentrar en coeficientes la información más relevante del video de manera óptima al obtener valores de PSNR altos, lo que significó pérdidas de calidad del video sin mayor relevancia. Las etapas de codificación y submuestreo permitieron reducir el tamaño de los frames para que la aplicación de las transformadas DCT y DWT fuera más rápida y se evitara tomar información redundante de las imágenes a procesar. La DWT logró una mayor adaptación de los datos de video, manteniendo una mejor calidad en las imágenes y obteniendo un porcentaje de error en la reconstrucción cercano a cero. La DCT, en comparación con la DWT, presenta un desempeño inferior en términos de PSNR, MSE y CR, pero no indican un rendimiento del todo negativo, en términos subjetivos de calidad de imagen presenta un desempeño aceptable para la aplicación. La compresión alcanzada en los frames del video con la DWT, demostró que es posible aplicar este tipo de técnica a la transmisión de video en streaming, ahorrando ancho de banda y costo computacional, adicionalmente, las pérdidas en resolución no son perceptibles visualmente por el usuario.

#### REFERENCIAS

- [1] C. B. Kumar, A. Potnis, and S. Gupta, "Video Conferencing System For Distance Education," IEEE, 2015.
- [2] S. Fernando, "Selection of Wavelet Compression or Seam Carving Technique based on Image Type."
- [3] H. Hakami, Z. Chaczko, and E. Hanadiahakamistudentutseduau, "Improve Data Compression Performance Using Wavelet Transform Based On HVS," IEEE, 2016.
- [4] P. S. Hage, "Discrete Wavelet Transform Based Video Signal Processing," IEEE 2014 Int. Conf. Adv. Commun. Comput. Technol. (ICACACT 2014), pp. 1–4, 2014.



- [5] D. Nora, L. Serna, M. Luzmila, P. Concepción, L. Carlos, and Y. Durán, "Compresión de imágenes : Fundamentos , técnicas y formatos," pp. 21–29.
- [6] Z. Gao and Y. F. Zheng, "Motion Optimized Spatial-Temporal Video Coding Based on Wavelet Transform," pp. 1718–1722, 2015.
- [7] C. Technology, "Perceptual Video Coder Incorporating Wavelet Based Intra Frame Coder," pp. 188–193, 2010.
- [8] J. K. Sunkara, E. Navaneethasagari, D. Pradeep, and E. N. Chaithanya, "A New Video Compression Method using DCT / DWT and SPIHT based on Accordion Representation," MECS, no. May, pp. 28–34, 2012.
- [9] T. Elarabi, A. Sammoud, X. Li, and M. Bayoumi, "HYBRID WAVELET - DCT INTRA PREDICTION FOR H . 264 / AVC INTERACTIVE ENCODER The Center for Advanced Computer Studies ( CACS ), University of Louisiana at Lafayette ( UL Lafayette ), LA USA," IEEE, pp. 281–285, 2014.
- [10] Z. Shu and M. Lei, "A New Wavelet Transform Video Compression Algorithm," 2011.
- [11] G. Fonseca, E. Avendaño, and A. Araque, "Supervisión de ph redox y turbidez en una plata de tratamiento de agua utilizando wsn (Wireless sensor networks) con tecnología zigbee," Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 14 no. 1, pp. 17-21, Enero 2014. DOI: <https://doi.org/10.19053/1900771X.4046>
- [12] A. Sciences, "Multimedia y Compresión de Datos," no. June, 2016.
- [13] J. R. González Arboleda, "Transformadas wavelet impacto fundamental en procesamiento de señales y compresión de imágenes," Universidad y Tecnológica de Pereira, 2014.
- [14] J. Ramirez Montoya, G. Martinez Flórez, "Comparación de estimadores no paramétricos frente a los paramétricos para la función de confiabilidad," Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo, vol. 15, no. 2, pp. 15-24, Julio 2015. DOI: <https://doi.org/10.19053/1900771X.4246>
- [15] K. Sureshraj and P. Sreekanth, "Image and Video Compression using Discrete Wavelet Transform Matlab Results," vol. 3, no. 10, pp. 682–685, 2014.
- [16] "Compresión de imágenes optimizada en consumo energético para redes inalámbricas," 2013.
- [17] A. Alexis, "Series de Fourier : Métodos de compresión mediante las DCT," 2014.
- [18] A. Srivastava and P. Sharma, "Implementation of Adaptive Video Compression using Hybridized Wavelet Transform," vol. 4, no. 6, pp. 1338–1343, 2015.
- [19] S. Fernando and R. Wijesiriwardana, "Selection of wavelet compression or seam carving technique based on image type," 9th Int. Conf. Ind. Inf. Syst. ICIIS 2014, 2015.