

IMPLEMENTACIÓN DE UN FORMATO EFICIENTE PARA COMPRESIÓN DE IMÁGENES Y VIDEO MEDIANTE LA TRANSFORMADA WAVELET EN FPGA

Carlos Minchola Guardia, Marlon Aucallanchi Dávila, Gonzalo Cucho Padín

Grupo de Procesamiento Digital de Señales e Imágenes-Pontificia Universidad Católica del Perú.
Av. Universitaria Cdra. 18 S/N Lima, Perú
{minchola.ce, a20012016, g.cucho}@pucp.edu.pe

ABSTRACT

The digital data compression reduces the number of bits necessary for the storage of the information. The techniques of images compression used at the present time are based on mathematics algorithms, as the Cosine Discret Transformed, which is employee for the JPEG and MPEG formats. The Wavelet Transformed is a form of data compression well suited for image compression (also used for audio and video). This work has for objective to develop a Compression System in Wavelet applications, and it is based in two algorithms the EZW (Embedded Zerotree Wavelet) and the SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees). The system was implemented in the FPGA FLEX 10KE100 using grayscale images of 256x256 pixels and on C++ compilers for images of 512x512 pixels. For the storage of the data were used the EEPROM AT28C512 64KB memories and the interaction with the PC was carried out for the port USB developing an interface with the PIC16C745.

1. INTRODUCCION

En los últimos años el uso del Internet se ha expandido de manera significativa y con ello el desarrollo de sistemas multimedia, que utilizan múltiples medios de comunicación para una mejor presentación de la información e interacción con los usuarios. En este sentido, la navegación por la web prescinde de un mayor contenido de imágenes y video, en otras palabras, existe una gran cantidad de información a procesar que alcanza el orden de los MBytes. El principal problema del procesamiento radica en la lentitud de la transferencia de este tipo de archivos por la red. Es así que surgen los estándares de compresión de imágenes y video que permiten reducir la cantidad de data a transmitir. En la actualidad, gran parte de las imágenes que encontramos en Internet utilizan el formato JPEG/JPEG2000. El presente trabajo propone una alternativa a los formatos existentes que consigue mejorar la compresión de imágenes, sin sacrificar la calidad en su reconstrucción en comparación con el estándar JPEG. La transformación permite reducir el

rango dinámico de la señal para eliminar la información redundante y obtener una representación eficiente de la imagen. Se trabaja con la DWT (Transformada Wavelet Discreta), la cuál representa la imagen original en varias escalas de resolución ajustada a requerimientos del usuario. Por todo lo mencionado, el trabajo se concentra en la etapa del codificador de compresión, para lo cual, se realizaron pruebas objetivas y subjetivas a fin de determinar la eficiencia del sistema. Las pruebas objetivas se basaron en medidas cuantificadas que fueron resultados de comparar la imagen original con su similar descomprimida.

2. ALGORITMO DE LA TRANSFORMACIÓN WAVELET

La compresión se basa en la técnica Codificación y Transformación (Transform Coding, [1]). Se propone el siguiente esquema de la figura 2:

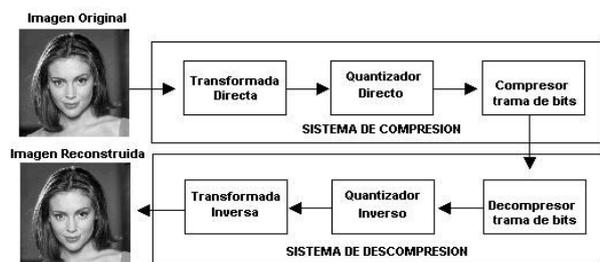


Figura 2: Esquema de compresión bajo la Técnica transformación y codificación

Transformación: La Wavelet descompone la señal original en una suma de señales (aproximaciones y detalles) o bloques fundamentales llamados Wavelets y que se define matemáticamente como:

$$C(\tau, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\psi_{\tau, s}(t).dt \quad \psi_{\tau, s}(t) = \frac{1}{\sqrt{|s|}}\Psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right)$$

$\Psi_{t,s}(t)$ es la Wavelet Madre (función escala o filtro pasa baja) y $C(t,s)$ es la Transformada Wavelet (detalles o filtro pasa altas) de $f(t)$ [2]. Al tratar la imagen y proyectarla sobre bases Wavelet en la forma 2D se generan cuatro sub bandas independientes (Fig. 3).

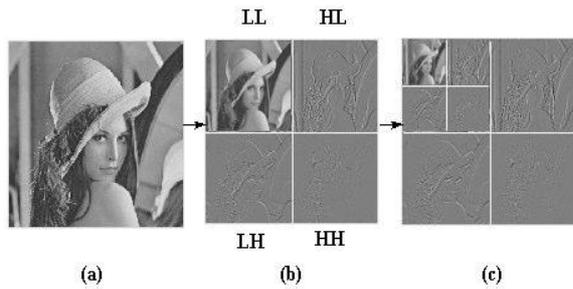


Figura 3: Descomposición Wavelet 2D: (a) Imagen original, (b) Descomposición escala 2 y (c) Descomposición escala 3.

Cuantizador: Se basó en el codificador SPIHT (Set Partitioning in Hierarchical Trees, [3]) basado en estructuras jerárquicas de imágenes que es una técnica efectiva y de simple cálculo.

Compresión: La idea es minimizar la cantidad de códigos presentados en la etapa de cuantización.[17]

$$\langle \varphi_{2k}, \varphi_{2l} \rangle = \langle g_0(n-2k), h_0(2l-n) \rangle = \sum_n g_0(n-2k)h_0(2l-n) = \delta_{k,l}$$

Las pruebas se basaron en los filtros Wavelets Daubechies 9/7, presenta menos pérdida de información en comparación a otros coeficientes wavelets.

3. ARQUITECTURA PROPUESTA

El circuito está basado en una máquina de estado que controla todo el procesamiento según la figura 4.

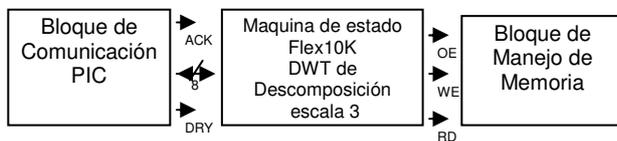


Figura 4: Arquitectura Propuesta

El bloque de comunicación PICUSB utiliza señales de control DRY y ACK que permiten realizar una transmisión de datos de 8 bits de manera eficaz. El bloque de Manejo de memoria utiliza las señales básicas especificadas dentro de la memoria EEPROM de Atmel. La máquina de estados implementada en la FLEX10K permite realizar la transformada Wavelet con un valor de escalamiento de 3.

4. RESULTADOS

En la figura 5 se muestran los resultados obtenidos para diferentes valores de PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) y MSE (Mean Square Error). En ambas pruebas se percibe que la compresión SPIHT presenta mayor semejanza a la imagen original que la compresión JPEG a la misma tasa de compresión. En la imagen SPIHT se observa la imagen original difuminada, con pérdida de información en los contornos. En la imagen JPEG vemos la imagen original con mayores pérdidas, menos

resolución en escala de grises por lo tanto se pierde claridad en los contornos. También notamos que las medidas de calidad presentan mayor PSNR en la compresión SPIHT y mayor pérdida MSE en la compresión JPEG, lo que garantiza cuantitativamente la eficiencia del sistema desarrollado.



Figura 5: (a) Imagen Original, (b) Compresión SPIHT con medidas de PSNR=26 MSE=148, y (c) Compresión con medidas JPEG PSNR=22 MSE=402

Dispositivo	Elementos lógicos	Frecuencia de Operación
Flex10K	2038 (87%)	25.7Mhz
Cyclone II	4904(26%)	74.59 Mhz
Stratix II	3024(32%)	132.25Mhz

Figura 6: Resultados y simulaciones para otros dispositivos

En la figura 6 se presentan los resultados de la implementación tanto para el Flex10k como para otros dispositivos.

5. CONCLUSIONES

- El trabajo propone un nuevo formato de imagen, las medidas de calidad (MSE y PSNR) le otorgan superioridad sobre el JPEG. A la misma medida de calidad el formato propuesto comprime 40 % más, valor que se obtuvo al realizar pruebas con imágenes de rostros.
- El algoritmo ha sido publicado e investigado desde el año 1998. Investigadores han realizado pruebas estadísticas mostrando la efectividad del algoritmo, los resultados se han publicado en revistas, congresos, conferencias etc.

6. REFERENCIAS

[1] Vivek K Goyal, Theoretical Foundations of Transform Coding, IEEE Signal Processing Magazine, September 2001.

[2] Stephane g. Mallat. A theory for multiresolution signal decomposition : the Wavelet representation, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 11, July 1989.

[3] A. Said and W. A. Pearlman. A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees. IEEE Trans. on Circ.and Syst. for Video Tech., vol. 6, no. 3, pp. 243-250, June 1996.

[4] Ian H. Witten, Radford M. Neal, and John G. Cleary. Arithmetic coding for data compression. Communications of the ACM, June 1987.