



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE HEVC

**Hernán Hernández Larzábal<sup>1</sup>, Ariel Echavarría Díaz<sup>1</sup>, José. Amador Fundora<sup>1</sup>,  
Mario L. Castañeda Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fac. de Ing. Eléctrica, CUJAE, Calle 114 s/n, Marianao, La Habana 11500, Cuba

<sup>2</sup>RadioCuba, Calle Habana 406 e/ Obispo y Obrapía, La Habana 10100, Cuba

<sup>1</sup>e-mail: [larzabal119088@gmail.com](mailto:larzabal119088@gmail.com), [amador@electronica.cujae.edu.cu](mailto:amador@electronica.cujae.edu.cu)

### RESUMEN

Dado el desarrollo de los formatos de ultra alta definición, los cuales son conocidos como 8kx4k y 4kx2k, el equipo de colaboración conjunta de la VCEG de la UIT-T y del MPEG de la ISO/IEC diseñaron un nuevo estándar de codificación de video conocido como H.265/HEVC (HEVC).

HEVC significa, de acuerdo a su acrónimo en inglés, codificación de video de alta eficiencia. Un contenido de video de ultra alta definición en 4k sin comprimir de 1 minuto requiere de un almacenamiento en memoria de 48.5 GB. Si se comprime este flujo con el estándar de codificación de video H.264/MPEG-4 AVC la velocidad de bits resultante es de aproximadamente 12 Mbps. El objetivo principal de HEVC es lograr un incremento del 50% en la compresión y una disminución en la velocidad de bits con respecto a su estándar predecesor AVC. Además persigue los objetivos de integración al sistema de transporte y flexibilidad ante las pérdidas de datos, así como la posibilidad de implementación empleando arquitecturas de procesamiento paralelo.

**PALABRAS CLAVES:** HEVC, AVC, 4k, compresión.

## HEVC HIGHLIGHTS

### ABSTRACT

With the development of ultra-high definition formats, known as 8kx4k and 4kx2k, the teams of VCEG of ITU and MPEG of ISO/IEC designed a new standard of video codec known as H.265/HEVC (HEVC). HEVC means High Efficiency Video Coding. A one minute long 4K video content without compression requires 48.5 GB of memory storage. If this bitrate is encoded using H.264/MPEG-4 AVC (AVC) the resultant bandwidth will be 12 Mbps. The target of HEVC is to achieve an increase of 50 % in compression efficiency with respect to the AVC standard. Besides, this standard seeks integration with the transport system, flexibility regarding data losses, and the possibility of implementation using a parallel architecture.

**KEY WORDS:** HEVC, AVC, 4k, codec.



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



## 1. NUEVA UNIDAD BÁSICA DE CODIFICACIÓN

En los estándares previos el macrobloque fue el núcleo de la capa de codificación, conteniendo bloques de muestras de luminancia de  $16 \times 16$ , en el caso habitual de muestreo de color de 4:2:0, con dos bloques correspondientes a las muestras de croma de  $8 \times 8$ ; mientras que en HEVC la estructura análoga es la unidad de codificación en árbol (CTU, por sus siglas en inglés), el cual tiene un tamaño seleccionado por el codificador y puede ser mayor que un macrobloque tradicional.

El CTU consta de un bloque decodificación en árbol (CTB, por sus siglas en inglés) de luminancia, de las correspondientes CTBs de croma y de los elementos de sintaxis. El tamaño  $L \times L$  de los CTB de luminancia se escogen para valores de  $L = 16, 32$  o  $64$  muestras, las dimensiones más grandes posibilitan generalmente una mejor compresión. HEVC soporta la partición de los CTBs en pequeños bloques usando una estructura en árbol y una señalización de tipo quadtree [1].

## 2. ESTRUCTURA EN BLOQUES DE HEVC

La sintaxis de quadtree de la CTU especifica el tamaño y la posición de sus bloques de codificación (CBs, por sus siglas en inglés) de luminancia y de croma. Un CB de luminancia y dos CBs de croma ordinarios forman una unidad de codificación (CU, por sus siglas en inglés). Un CTB puede contener solo un CU o puede ser separado en múltiples CUs.

La decisión para codificar un área de la imagen ya sea usando inter o intrapredicción de imagen se hace a nivel de la CU. Dependiendo de la decisión que se tome para el tipo de predicción básica, los CBs de luminancia y de croma se pueden dividir aún más en cuanto a tamaño, y ser predichos a partir de bloques de predicción (PBs, por sus siglas en inglés) de luminancia y de croma. HEVC soporta tamaños variables de PB que van desde muestras de  $64 \times 64$  hasta  $4 \times 4$ .

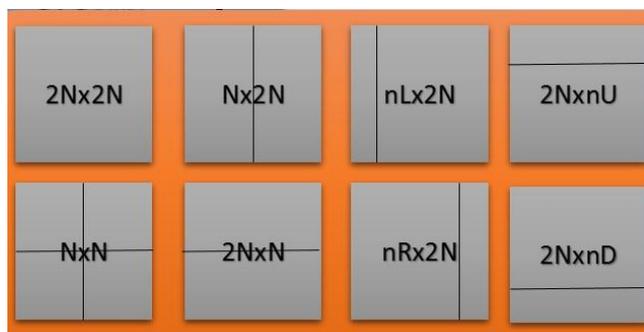
El residuo de la predicción se codifica mediante transformadas. El residuo del CB de luminancia puede ser idéntico al bloque de transformada (TB, transform block, por acrónimo en inglés) de luminancia o puede dividirse en TBs de luminancia aún más pequeños. De forma similar este principio se aplica a los TBs de croma. Para los tamaños de TB cuadrados de  $4 \times 4, 8 \times 8, 16 \times 16$ , y  $32 \times 32$ , se definen funciones base enteras similares a la DCT [2].

## 3. COMPENSACIÓN DE MOVIMIENTO

Comparado con los CBs intra-codificados, HEVC soporta más formas de división de PBs para los CBs inter-codificados. Los modos de división PARTE  $2N \times 2N$ , PARTE  $2N \times N$  y PARTE  $N \times 2N$  indican los casos en que el CB no está dividido, dividido horizontalmente en dos PBs iguales y dividido verticalmente en dos PBs iguales, respectivamente. PARTE  $N \times N$  especifica que el CB está dividido en cuatro PBs de igual tamaño, pero este modo solo se acepta cuando el tamaño del CB es el menor permitido. Además, existen cuatro tipos de división que soportan la separación del CB en dos PBs que tienen diferentes tamaños: PARTE  $2N \times nU$ , PARTE  $2N \times nD$ , PARTE  $nL \times 2N$  y PARTE  $nR \times 2N$  [2]. Estos últimos tipos son conocidos como divisiones de movimiento asimétricas. Estas divisiones pueden observarse en la figura 1.



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



**Figura 1: División en bloques para la compensación de movimiento.**

Para los vectores de movimiento se sigue utilizando una precisión de  $\frac{1}{4}$  de muestra. La interpolación de muestra fraccionaria para muestras de luminancia en HEVC emplea una aplicación separable de un filtro de 8 pasos para las posiciones de media muestra y un filtro de 7 pasos para las posiciones de un cuarto de muestra.

Esto contrasta con el proceso utilizado en AVC, el cual aplicaba un proceso de dos interpolaciones, generando primero los valores de una o dos muestras vecinas en posiciones de media muestra usando filtrado 6- tap, redondeando el resultado intermedio, y entonces promediando dos valores en posiciones enteras o de media muestra. HEVC en su lugar, usa un proceso sencillo de interpolación separable y consistente para generar todas las posiciones fraccionarias sin operaciones de redondeo intermedias el cual mejora la precisión y simplifica la arquitectura de la interpolación fraccionaria de muestras. Por cada PB pueden transmitirse tanto uno como dos vectores de movimiento, dando como resultado una codificación de uni-predicción o de bi-predicción respectivamente [3].

#### **4. INTRA-PREDICCIÓN DE IMAGEN**

Cuando no se realiza compensación de movimiento las muestras decodificadas de los bordes de los bloques adyacentes se utilizan como datos de referencia para la predicción espacial en regiones PB. La intra-predicción soporta 33 modos direccionales (en AVC solo se soportaban 8 modos direccionales), modos de predicción plana (adecuación de superficie) y de DC. Los modos de intra-predicción seleccionados se codifican obteniendo los más probables (por ejemplo, las direcciones de predicción) basados en los PBs vecinos previamente decodificados. La predicción direccional soporta tamaños de bloques de predicción que van desde  $4 \times 4$  hasta  $32 \times 32$ , para los otros dos modos de predicción se soportan tamaños de  $64 \times 64$ . La partición de bloques en el caso de la intra-predicción soporta las divisiones PARTE  $2N \times 2N$  y PARTE  $N \times N$ , similar a la compensación de movimiento estas divisiones significan que no habrá división o que se dividirá en cuatro bloques de predicción, esta última sólo se permite para los tamaños de bloques mínimos [3, 4,5].

#### **5. BLOQUE DE TRANSFORMADA**

Para lograr sencillez, se especifica sólo una matriz entera para la longitud de 32 puntos, y se usan para otros tamaños versiones sub-muestreada de la misma. La matriz de transformada de longitud 16 se muestra en la figura 2.



$$H = \begin{bmatrix} 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 & 64 \\ 90 & 87 & 80 & 70 & 57 & 43 & 25 & 9 & -9 & -25 & -43 & -57 & -70 & -80 & -87 & 90 \\ 89 & 75 & 50 & 18 & -18 & -50 & -75 & -89 & -89 & -75 & -50 & -18 & 18 & 50 & 75 & 89 \\ 87 & 57 & 9 & -43 & -80 & -90 & -70 & -25 & 25 & 70 & 90 & 80 & 43 & -9 & -57 & -87 \\ 83 & 36 & -36 & -83 & -83 & -36 & 36 & 83 & 83 & 36 & -36 & -83 & -83 & -36 & 36 & 83 \\ 80 & 9 & -70 & -87 & -25 & 57 & 90 & 43 & -43 & -90 & -57 & 25 & 87 & 70 & -9 & -80 \\ 75 & -18 & -89 & -50 & 50 & 89 & 18 & -75 & -75 & 18 & 89 & 50 & -50 & -89 & -18 & 75 \\ 70 & -43 & -87 & 9 & 90 & 25 & -80 & -57 & 57 & 80 & -25 & -90 & -9 & 87 & 43 & -70 \\ 64 & -64 & -64 & 64 & 64 & -64 & -64 & 64 & 64 & -64 & -64 & 64 & 64 & -64 & -64 & 64 \\ 57 & -80 & -25 & 90 & -9 & -87 & 43 & 70 & -70 & -43 & 87 & 9 & -90 & 25 & 80 & -57 \\ 50 & -89 & 18 & 75 & -75 & -18 & 89 & -50 & -50 & 89 & -18 & -75 & 75 & 18 & -89 & 50 \\ 43 & -90 & 57 & 25 & -87 & 70 & 9 & -80 & 80 & -9 & -70 & 87 & -25 & -57 & 90 & -43 \\ 36 & -83 & 83 & -36 & -36 & 83 & -83 & 36 & 36 & -83 & 83 & -36 & -36 & 83 & -83 & 36 \\ 25 & -70 & 90 & -80 & 43 & 9 & -57 & 87 & -87 & 57 & -9 & -43 & 80 & -90 & 70 & -25 \\ 18 & -50 & 75 & -89 & 89 & -75 & 50 & -18 & -18 & 50 & -75 & 89 & -89 & 75 & -50 & 18 \\ 9 & -25 & 43 & -57 & 70 & -80 & 87 & -90 & 90 & -87 & 80 & -70 & 57 & -43 & 25 & -9 \end{bmatrix}$$

**Figura 2: Matriz de transformada de longitud 16.**

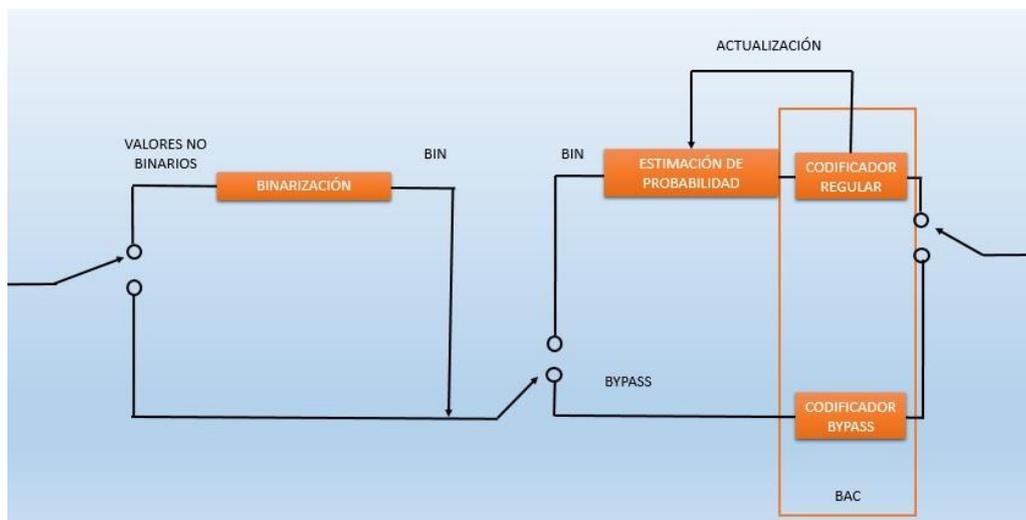
Para la transformada de 4x4 de los residuos de la intra-predicción de imagen, se especifica de manera alternativa una transformada entera que se deriva de una forma de transformada de seno discreto (DST, por sus siglas en inglés), en términos de complejidad, la transformada del tipo DST de 4x4 no demanda muchos más recursos que la transformada del tipo DCT de 4x4, y provee aproximadamente una reducción del flujo de bits de un 1 por ciento en codificación intra-predictiva. En la figura 3 puede observarse la matriz de transformada de la DST [5].

$$H = \begin{bmatrix} 29 & 55 & 74 & 84 \\ 74 & 74 & 0 & -74 \\ 84 & -29 & -74 & 55 \\ 55 & -84 & 74 & -29 \end{bmatrix}$$

**Figura 3: Matriz de transformada de 4x4 de la DST.**

## 6. CODIFICACIÓN DE ENTROPÍA

El CABAC se utiliza para realizar la codificación por entropía. Este es similar al esquema de CABAC utilizado en AVC, pero tiene varias mejoras experimentales que aumentan la velocidad del procesamiento total (especialmente para arquitecturas de procesamiento en paralelo), el rendimiento de compresión, además reducen sus requerimientos de memoria. En la figura 4 se puede observar el diagrama en bloques del CABAC.



**Figura 4: Diagrama en bloques del CABAC.**

Antes de explicar que cambios experimentales lograron una mayor velocidad de procesamiento total es adecuado primero conocer de forma general como funciona el CABAC.

El primer proceso que realiza el CABAC es el de la binarización, ya que la estrategia de codificación de CABAC se basa en encontrar un método de codificación eficiente utilizando un esquema binario como un tipo de pre-procesado para los pasos posteriores. En el proceso de binarización, cuando entra un elemento no binario, éste se pone en una secuencia binaria de longitud variable (bin-string), este nuevo dígito se llama bin. Con este paso se consigue la conversión a binario del elemento. Entonces cuando entra un valor binario no se necesita ningún tipo de conversión y, por lo tanto, se puede saltar el paso de binarización. De esta manera, los símbolos de entrada para el codificador aritmético son siempre valores binarios.

El otro paso en CABAC es la estimación de probabilidad a través de un modelo de probabilidad para uno o más bins del símbolo binarizado. Este modelo se puede escoger entre una selección de modelos disponibles en función de las estadísticas de la información de los símbolos recientemente codificados. Existen dos tipos de modos: el regular o el bypass. El modo bypass se escoge cuando la distribución de los bins es uniforme, permitiendo saltarse todo el proceso de codificación binario-aritmético (BAC), dado que la probabilidad de que el valor del bin sea 0 ó 1 es prácticamente la misma. En cambio, en el modo regular es necesario conocer con que probabilidad se obtendrá un 0 ó un 1. Por consiguiente, será necesario crear un modelo de contexto, ya que un modelo de contexto almacena la probabilidad de que cada bin sea '0' o '1'. Este modo de decisión se aplica a los bins observados con más frecuencia. Finalmente, el valor del bin, con su probabilidad, se envía al codificador binario aritmético.

Por último CABAC realiza la codificación aritmética en la cual cada valor del bin entra en el codificador binario aritmético, ya sea a través del modo regular o bypass. La codificación de los bins que entran por el modo bypass es mucho más rápida, ya que la complejidad del algoritmo de codificación es mucho más reducida. Mientras que la codificación de los bins entrados por el modo regular depende del modelo de probabilidad asociado a ese bin. El codificador, por lo tanto, codifica cada bin dependiendo del modelo de probabilidad seleccionado y finalmente, actualiza el modelo de probabilidad seleccionado en función del valor real del bin codificado [6].

Con respecto a las mejoras realizadas, la primera de ellas es una reducción en el número total de bins. Por ejemplo para representar la diferencia entre los pasos de cuantificación la utilización de bins se redujo de 53 a 15 bins en comparación con AVC. Además para el caso de bloques de tamaño de 16x16 pixeles se



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



redujo la cantidad de bins en un factor de un 1,5. Otra mejora importante es la reducción de los bins que son tratados por el codificador regular, en general para bloques de 16x16 se redujo en un factor de 8 en comparación con AVC. La tabla 1 muestra algunos ejemplos [7].

Tabla 1: Número de bins tratados por el codificador regular según el tipo de elemento.

Elementos	AVC	HEVC
<b>Vector de movimiento</b>	9	2
<b>Índice de referencia</b>	31	2
<b>Diferencia del paso de cuantificación</b>	53	5

## 7. FILTRADO ANTIBLOQUES

En el lazo de inter-predicción de imagen se opera un filtro de antibloques similar al usado en AVC. Sin embargo, el diseño se simplifica en interés de los procesos de filtrado y de toma de decisiones, y se hace más compatible con el procesamiento en paralelo. El filtro antibloques se aplica a todas las muestras adyacentes a un límite de un PU o al de un TU excepto en el caso cuando este límite también es el límite de la imagen. A diferencia de AVC, donde el filtro antibloques se aplica en una base de la rejilla de muestras de 4x4, en HEVC sólo se aplica a los bordes alineados en una rejilla de muestras de 8x8, tanto para las muestras de luminancia como para las de croma. Esta restricción es de mucha ayuda para reducir la complejidad computacional del peor caso, sin provocar una notable degradación de la calidad visual de la imagen. Esto también mejora las operaciones de procesamiento en paralelo previniendo interacciones en cascada entre operaciones de filtrado cercanas. En HEVC, el orden de procesamiento del filtro antibloques está definido de la siguiente manera: primero se realiza el filtrado horizontal para los bordes verticales para toda la imagen, luego tiene lugar el filtrado vertical para los bordes horizontales. Este orden específico posibilita que tanto uno como otro, (los procesos múltiples de filtrado horizontal o vertical) puedan aplicarse en paralelo.

## 8. DESPLAZAMIENTO ADAPTATIVO DE MUESTRA

Después del filtro antibloques se introduce un mapeo de amplitud no lineal en el lazo de interpredicción de imagen. El objetivo es lograr una mejor reconstrucción de las amplitudes de la señal original usando una tabla de búsqueda que se describe por unos pocos parámetros adicionales que pueden determinarse por un análisis de histograma en el lado del codificador.

## 9. HERRAMIENTAS PARA PROCESAMIENTO EN PARALELO

En HEVC se introducen nuevas características para mejorar la capacidad de procesamiento en paralelo o modificar la estructura de los datos de los slices para los propósitos del empaquetamiento. Cada uno de ellos puede tener beneficios en contextos de aplicaciones en particular, y depende usualmente del que implementa un codificador o un decodificador si se toma ventajas de esas características y cómo hacerlo. La primera de estas herramientas son las losas las cuales son regiones rectangulares con las cuales se dividen las imágenes. El objetivo principal de las losas es incrementar la capacidad del procesamiento en paralelo antes que de proveer adaptabilidad a los errores. Las losas son regiones de una imagen que son independientemente decodificables y se codifican con alguna información de cabecera compartida. Por consiguiente, se pueden utilizar adicionalmente para el propósito de acceso aleatorio a regiones locales en las imágenes de video. Una configuración típica de las losas de una imagen consiste en la segmentación de la imagen en regiones rectangulares con aproximadamente igual número de CTUs en cada losa. Las losas proveen paralelismo a un nivel más grueso (imagen/sub-imagen) de granularidad y no es necesaria ninguna sincronización refinada para su uso. Otra herramienta para el procesamiento en paralelo es el Procesamiento en paralelo de frente de onda. Cuando se activa el Procesamiento Paralelo de Frente de Onda (WPP, por sus siglas en inglés), un slice se divide en filas de CTUs. La primera fila se procesa de forma ordinaria, la segunda fila puede comenzar a procesarse después de solo unas pocas decisiones tomadas en la primera fila, la tercera fila puede comenzar a ser procesada después de solo unas pocas



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



decisiones tomadas en la segunda fila y este mismo procedimiento continúa con las demás filas. Los modelos de contexto del codificador por entropía en cada fila se deducen de las filas precedentes con pequeñas demoras de procesamiento fijas. El WPP provee una forma de procesamiento en paralelo para niveles más bien finos de granularidad, es decir, dentro de un slice. El WPP puede a menudo ofrecer un mejor rendimiento de compresión que las losas (y evitar algunos efectos visuales que pueden ser inducidos por las losas). Por último se define una estructura conocida como “slices dependientes”, le permite a los datos asociados con un punto de entrada particular de un frente de onda o con una losa, que se transporten en una unidad NAL separada y de este modo se logra que los datos disponibles al sistema para el empaquetamiento fragmentado tengan menor latencia que si hubiesen sido codificados todos juntos en un slice. Un slice dependiente para un punto de entrada de un frente de onda se puede decodificar solo después de que al menos una parte del proceso de decodificación de otro slice se haya realizado. Los slices dependientes son principalmente útiles en la codificación de bajo retardo, donde otras herramientas en paralelo pueden afectar el rendimiento de la compresión.

## **10. PERSPECTIVAS, DESAFÍOS Y ACTUALIDAD DE HEVC**

Existen algunas razones para afirmar que la implementación en tiempo real de la codificación HEVC vendría más rápido que para AVC, aun cuando la complejidad a nivel de bloque se incrementa significativamente. La primera de estas razones es el CABAC, en AVC la codificación por entropía conocida como CABAC fue una herramienta nueva y muy compleja comparada con los métodos simples de codificación de entropía que eran usados anteriormente en MPEG-2 y ha sido un verdadero cuello de botella para la rápida implementación del estándar. La codificación por entropía CABAC ha sido reutilizada en HEVC y optimizada principalmente con respecto a AVC, por lo que la implementación es de forma directa.

La capa de encapsulación NAL del flujo de video HEVC se mantiene igual a la de AVC, lo cual significa que el flujo de HEVC puede ser mapeado dentro de las capas de transporte utilizadas para la radiodifusión (Trama de transporte de MPEG-2). HEVC también ofrece herramientas de paralelización, las cuales pueden facilitar la implementación de software sobre un procesador multi-núcleo sin degradar el rendimiento de la compresión. Esto es, por supuesto, un fuerte argumento dado que los procesadores multi-núcleos se usan masivamente en la actualidad. Estas herramientas permitirán una implementación en tiempo real para la codificación en Ultra HD en un período más corto [8].

La adopción de HEVC para servicios móviles en tablets y en teléfonos inteligentes puede ocurrir muy rápidamente por la rápida renovación de los dispositivos de decodificación (dos años como promedio) en este tipo de aplicación, haciendo posible el cambio de estándar. Está demostrado que la implementación de HEVC HD en tiempo real funciona sobre los dispositivos móviles. La capacidad de ofrecer servicios en HD sobre las redes de celulares, gracias a la mejora en el rendimiento de la velocidad de bit con respecto a AVC y al aumento de la resolución en dispositivos móviles. Para aplicaciones de IPTV, el bajo ancho de banda requerido por HEVC, extenderá las posibilidades de los abonados de elegir servicios en HD [8].

Entre los principales desafíos de HEVC se encuentran las aplicaciones por cable, ya que no tienen el mismo ancho de banda que es utilizado en los servicios de IPTV. Ahí está el por qué la compresión MPEG-2 todavía se utiliza en muchos países, de lo que se deduce la existencia masiva de STBs para la decodificación de este estándar, lo cual dificulta una migración hacia un nuevo estándar de compresión. Sin embargo, los formatos Ultra HD, que brindan un contenido más inmersivo, pudieran ser un diferenciador interesante en las ofertas de los operadores de cable en comparación con otros medios, y pudiera ser un fuerte incentivo para el despliegue de los nuevos STBs en 2016. De todo esto se desprende que HEVC es claramente la respuesta correcta para la implementación de los formatos de Ultra HD [8].

Para las aplicaciones de televisión digital terrestre donde los decodificadores se integran a los televisores, el reemplazo de los TV constituye claramente un asunto de vital importancia, que debe ser tratado como una consecuencia del desarrollo tecnológico. En adición a la decodificación de HEVC, la cuestión de la



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA

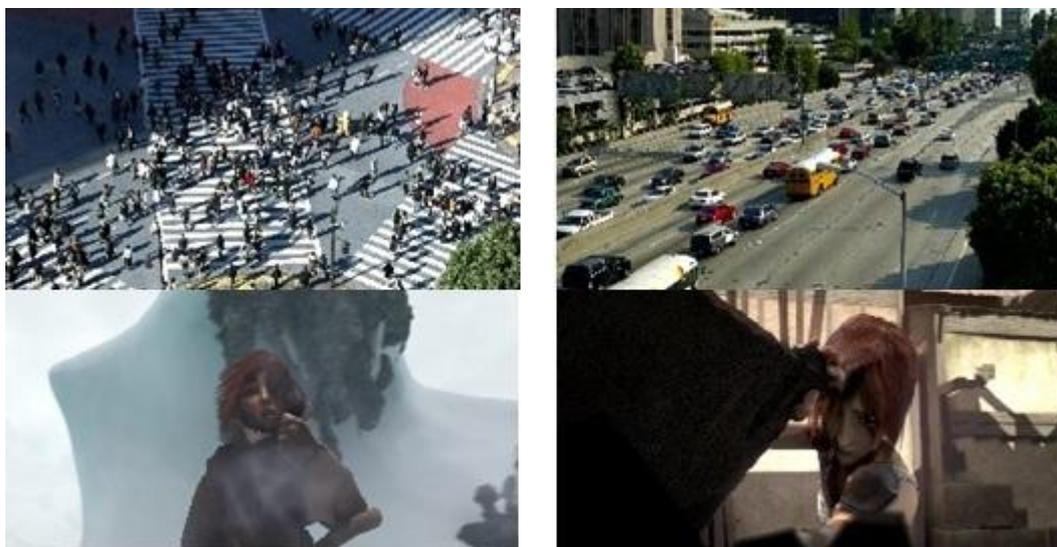


migración de la modulación DVB-T2 es otro asunto a tratar para todos los países que usan todavía DVB-T. Unos pocos países Europeos han tomado recientemente algunas iniciativas para resolver este inconveniente, tan pronto como sea posible, obligando que los receptores soporten tanto el estándar DVB-T2 como el HEVC, para poder lanzar los servicios entre los años 2015 y 2016. El primer canal experimental Ultra HD puede ser también lanzado sobre esta fecha. En Francia, el “perro guardián” de la televisión, el Consejo Superior de los Audiovisuales (CSA, por sus siglas en francés) considera que un canal de televisión de Ultra HD (UHDTV, por sus siglas en inglés) puede ser lanzado en 2018[8].

## 11. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO DE HEVC VERSUS H.264/MPEG-4 AVC

En esta sección se presentan los detalles y resultados de una evaluación de calidad subjetiva para los estándares de compresión de video HEVC y AVC utilizando videos con resolución 4K/ Quad Full High Definition (QFHD), la cual se realizó con un monitor de referencia LCD profesional de alto rendimiento con resolución 4K/QFHD. Esta comparación fue realizada en Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Suiza, en el marco de la European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services– QUALINET del Programa Internacional de Cooperación Europea en el Campo de la Investigación Científica y Técnica (COST, por sus siglas en inglés) en su versión IC1003[9].

La disponibilidad de datos de video (no comprimido de alta calidad) 4K gratis para propósitos investigativos es muy limitada, sólo dos contenidos están disponibles para el grupo JCT-VC: PeopleOnStreet y Traffic. Para cubrir un escenario de aplicaciones más amplio, se incluyó contenido sintético del cortometraje Sintel, del cual se escogieron dos escenas diferentes una para las pruebas (Sintel2) y otra para el entrenamiento (Sintel39). En la figura 5 puede verse una muestra de estos videos.



**Figura 5: Videos para la prueba subjetiva.**

En la figura 6 puede observarse una muestra de la información espacial (SI, por sus siglas en inglés) y de la información temporal (TI, por sus siglas en inglés) de las secuencias de video utilizadas en la prueba.



17 del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



Figura 6: Información espacial y temporal de las secuencias de video.

Para cada contenido y codificador, se seleccionaron 5 velocidades de bits diferentes. Debido a las distintas características espacio-temporales de los contenidos y a la presencia de dos tipos de materiales (natural o sintético), se decidió seleccionar por separado las velocidades de bits escogidas para cada contenido [9].

En la figura 7 se pueden observar los resultados de PSNR (Relación Señal a Ruido de Cresta) contra la velocidad de bits y se puede apreciar el incremento de la eficiencia de codificación de HEVC con respecto a AVC, el cual es aproximadamente de 3 dB, lo cual equivale a un 50%. Salta a la vista que cuando se trata del contenido de video Sintel2 se aumenta la eficiencia en casi un 70%, esto es producto de las características de información espacial y temporal del propio contenido. Al tener tan poca información espacial y tanta temporal, se puede anticipar que en el contenido de Sintel2 deben existir movimientos de objetos grandes, tales como paneo de cámaras o enfoques estáticos, dadas estas características HEVC, debido a su nueva unidad básica de codificación, que va a permitir tamaños de bloques de 64x64 hasta 4x4, sea quien saque mayor provecho. Para que se entienda la idea, por cada bloque que HEVC decida codificar con un tamaño de 64x64, AVC debe codificar 16 bloques de 16x16, lo cual representa una clara ventaja.

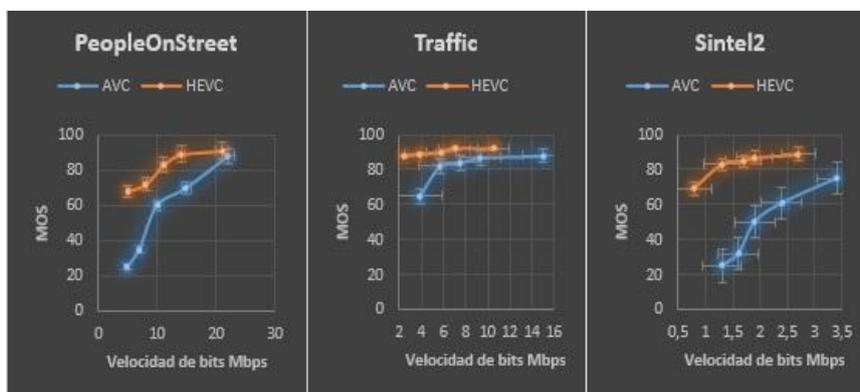


Figura 7: PSNR contra velocidad de bits.

Los resultados de las pruebas subjetivas se pueden usar como una base para evaluar que tan bien el PSNR estima la calidad percibida. Para esto se usa la Calificación de Opinión Media (MOS, Mean Opinion Score, por sus siglas en inglés) y la relación entre los valores medios estimados de una muestra de la población (es decir, los sujetos que tomaron parte en la prueba) y los valores medios verdaderos de la



población en general que está dada por el intervalo de seguridad (CI, por sus siglas en inglés) de los promedios estimados. Estos resultados pueden observarse en la figura 8.



**Figura 8: Resultados MOS/CI.**

Se puede notar que la diferencia en sigue siendo de aproximadamente un 50% en PeopleOnStreet y en Traffic, al igual que la diferencia sigue siendo de un 70% en Sintel2.

## 12. CONCLUSIONES

El estándar emergente HEVC ha incluido mejoras significativas en la codificación de video, como son una mayor flexibilidad en los tamaños de bloques, que permite tamaños de hasta 16x16, además de un incremento de las predicciones direccionales, y llega a soportar 33 modos direccionales. Un avance importante también ha sido la implementación de cambios experimentales que dieron como resultados una velocidad de procesamiento total mayor en la codificación aritmética CABAC. Todas estas mejoras lograron que el estándar tenga una eficiencia que supera en un 50% al anterior estándar AVC para una misma calidad de video.

## REFERENCIAS

1. H. Samet, "The quadtree and related hierarchical data structures," Comput. Surv. 16 (1984), pp. 187-260
2. Gary J. Sullivan, Jens-Rainer Ohm, Woo-Jin Han, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard"
3. Frank Bassen, Benjamin Bross, "HEVC Complex and Implementation Analysis".
4. Jens-Rainer Ohm, Gary J. Sullivan "Comparison of the Efficiency of Video Coding Standards".
5. ITU-T Recommendation ITU-T H.264
6. Detlev Marpe, "Video compression using context-based adaptive arithmetic coding".
7. Vivienne Sze, "A comparison of CABAC throughput for HEVC/H.265 vs. AVC/H.264".
8. Xavier Ducloux, "Perspectives and Challenges for HEVC encoding solutions".
9. Philippe Hanhart, Martin Rerabek, "Subjective quality evaluation of the upcoming HEVC video compression standard"



**17** del 24 al 28 de noviembre de 2014  
**CONVENCIÓN CIENTÍFICA  
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
PALACIO DE CONVENCIONES DE LA HABANA



## **SOBRE LOS AUTORES**

**Hernán Hernández Larzábal.** Nació el 1 de junio de 1990 en La Habana. Recibió el título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica de la Facultad de Eléctrica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría en el año 2014.



**Ariel Echevarría Díaz.** Nació el 7 de mayo de 1990 en La Habana. Recibió el título de Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica de la Facultad de Eléctrica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría en el año 2014.



**José Ángel Amador Fundora.** Ingeniero Electricista (1979) Máster en Ciencias en Sistemas de Radiocomunicaciones (2003), Profesor Auxiliar (1995) del Departamento de Telecomunicaciones y Telemática, CUJAE. Imparte la asignatura Radioelectrónica 1, que cubre temas de generación y síntesis de frecuencias, modulación y amplificadores de potencia, Sistemas de Radiocomunicaciones, Radiodifusión y Televisión. Ha sido proyectista, diseñador de equipos electrónicos y especialista de desarrollo del ICRT de 1979 a 1994. Es miembro de la Comisión Técnica para la implantación de la TDT, MINCOM, Cuba.



**Mario Luis Castañeda Pérez.** Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica. Jefe de Grupo de Transporte de Señales, Radiocuba