



VIDEO E IMAGEN DIGITAL
PARA APLICACIONES DE VIGILANCIA

WHITE PAPER

Técnicas de compresión

Índice

1.- Introducción a las técnicas de compresión	2
2.- Dos estándares básicos: JPEG y MPEG	2
3.- Reducción de datos de imágenes	3
4.- Visión general de las técnicas de compresión	4
5.- Comparación MPEG	7
6.- Conclusiones- Imágenes estáticas	8
7.- Conclusiones- Imágenes en movimiento	8
8.- Acrónimos	9
9.- Acerca de Axis	10

1.- Introducción a las técnicas de compresión

JPEG, Motion JPEG y MPEG son tres acrónimos bien conocidos y usados para describir diferentes tipos de formatos de compresión de imágenes. Pero, qué significan y por qué son tan importantes en el creciente mercado actual de la vigilancia?. Este whitepaper describe las diferencias y espera ofrecer algunas respuestas de porque son tan importantes y se adaptan tan bien a las aplicaciones de vigilancia.

Cuando se está desarrollando una aplicación de vídeo-vigilancia digital los programadores consideran inicialmente los siguientes factores:

- ¿Son necesarias imágenes estáticas o en movimiento?
- ¿Cuál es el ancho de banda de la red?
- ¿que nivel de degradación de imágenes debido a la compresión resulta aceptable-*artifacts*?
- ¿A cuanto asciende el presupuesto para el sistema?

Cuando se digitaliza una secuencia de vídeo analógica de acuerdo al estándar CCIR 601 puede consumir aproximadamente 165 Mbps (Megabites por segundo), es decir 165 millones de bits cada segundo. Aunque la mayoría de las aplicaciones de vigilancia rara vez comparte la red con otras aplicaciones intensivas en datos, es realmente infrecuente encontrar este ancho de banda disponible. Para solventar este problema una serie de técnicas, denominadas **técnicas de compresión** de vídeo e imágenes, han sido creadas para reducir este elevado ratio de bits. Su capacidad para realizar esta tarea se cuantifica por el **ratio de compresión**, es decir, el menor consumo de ancho de banda que consigue. En todo caso hay que pagar un precio por esta compresión ya que el aumento de la compresión genera una mayor degradación de la imagen. A esto se le denomina *artifacts*.

Pero hay un dilema: la técnica de compresión más sofisticada y empleada es la más compleja y la más costosa para el sistema. Esto hace generalmente que una compresión sofisticada sea restrictiva en términos de mantener bajos los costes del sistema.

Al describir el amplio uso de las diferentes técnicas de compresión, este documento presenta las ventajas y desventajas asociadas a cada una, dejando al lector la capacidad de tomar decisiones basadas en los hechos y no en rumores.

2.- JPEG y MPEG, dos estándares básicos

Los dos estándares de compresión básicos son **JPEG** y **MPEG**. En términos generales JPEG está asociado a imágenes digitales estáticas, mientras que el MPEG está dedicado a las secuencias de vídeo. Sin embargo esos formatos de imágenes tradicionales **JPEG** y **JPEG 2000** también tienen variantes que resultan apropiadas para vídeo igualmente; los formatos **Motion JPEG** y **Motion JPEG 2000**.

El grupo de estándares MPEG que incluye los formatos **MPEG-1**, **MPEG-2** y **MPEG-4** comparten muchas similitudes, así como notables diferencias:

Una cosa en común es que todos han sido establecidos como estándares Internacionales por la ISO (Organización Internacional para la Estandarización) y la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional), con contribuciones desde los EE.UU., Europa y Japón, entre otros. También son recomendaciones propuestas por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones, que

ha ayudado a establecerlas como estándares *de facto* globalmente aceptados para la codificación de imágenes digitales estáticas y vídeo.

La base de estos estándares se inició a mediados de los ochenta cuando de formó un grupo denominado **Joint Photographic Experts Group** (JPEG, Grupo de Expertos Fotográficos Unidos). Su misión era desarrollar un estándar para la compresión de imágenes en color y la primera contribución pública del grupo fue la presentación de la primera parte del estándar JPEG, en 1991. Desde entonces, el grupo JPEG ha continuado trabajando tanto en el estándar JPEG original como en su último sucesor: el estándar JPEG 2000.

A finales de los 80, se formó el Motion Picture Expert Group (MPEG, Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento) con el propósito de definir un estándar para la codificación de imágenes en movimiento y audio. Desde entonces ha producido los estándares para MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4. El trabajo actual del grupo está centrado en la próxima generación de estándares, denominada MPEG-7 y MPEG-21. Debido a que estos estándares no están relacionados con la compresión de vídeo no hay explicaciones posteriores de los mismos.

3.- Reducción de datos en imágenes

Como se ha mencionado previamente, una secuencia de vídeo digitalizada puede ocupar 165 Mbps de datos. Para reducir las sobrecargas del medio en la distribución de esas secuencias y con el fin de conseguir la reducción deseada de los datos de las imágenes se emplean los siguientes criterios:

- Reducir matices de color en la imagen
- Reducir la resolución de color respecto a la intensidad de luz predominante
- Reducir partes pequeñas, invisibles de la imagen
- En el caso de una secuencia de vídeo, las partes de una imagen que no cambian se dejan como están.

Todas estas técnicas están basadas en un conocimiento preciso y exhaustivo de cómo el cerebro y los ojos trabajan en combinación para formar el complejo sistema visual humano.

Como resultado de estas sutiles modificaciones se produce una reducción significativa del tamaño del fichero para secuencias de vídeo sin prácticamente ningún efecto para la calidad visual. La posibilidad de que esas modificaciones sean apreciables por el ojo humano depende típicamente del grado de la técnica de compresión que se utilice.

4.- Visión general de las técnicas de compresión



Figura 1: La imagen original

4.1 JPEG

El estándar JPEG, ISO/IEC 10918, es sencillamente el formato de compresión actual más ampliamente utilizado. Ofrece la flexibilidad para seleccionar una imagen de alta calidad con un ratio de compresión razonablemente alto o conseguir un ratio de compresión muy alto con menor calidad de imagen. Se pueden crear sistemas como cámaras y visualizadores de forma económica dada la baja complejidad de la técnica.

Los artifacts muestran bloques como se puede apreciar en la Figura 2. Comparada con la imagen original en la figura 1 los bloques aparecen cuando se fuerza un ratio de compresión demasiado alto. En su uso normal una imagen comprimida con JPEG no muestra una diferencia visual con la imagen original sin comprimir.

La compresión de imágenes JPEG contiene una serie de técnicas avanzadas. La principal, la que hace la compresión real de la imagen es la denominada Discrete Cosine Transform (DCT) seguida por una cuantificación que elimina la información redundante (las partes “invisibles”).

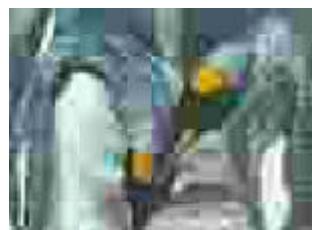


Figura 2: Una imagen comprimida con JPEG

4.2 Motion JPEG

Una secuencia de video puede ser representada como una serie de imágenes JPEG. Las ventajas son las mismas que con imágenes estáticas JPEG- flexibilidad tanto en términos de calidad como en ratios de compresión.

La principal desventaja del Motion JPEG (también conocido como MJPEG) es que sólo utiliza una serie de imágenes estáticas sin hacer uso de técnicas de compresión de vídeo. El resultado es un ratio de compresión ligeramente inferior para secuencias de vídeo en comparación con las técnicas reales de compresión de vídeo.

4.3 JPEG 2000

Recientemente, el sucesor del exitoso estándar de compresión JPEG ha visto la luz. La base ha sido la incorporación de los nuevos avances en la investigación de la compresión de imágenes en un estándar internacional. En vez de realizar la transformación DCT, JPEG 2000, ISO/ECT 15444, utiliza la **transformación Wavelet**.

La ventaja de JPEG 2000 es que los bloques de JPEG se eliminan y se remplazan con una imagen generalmente más difusa, como se puede apreciar en la figura 3.



Figura 3: Una imagen comprimida con JPEG 2000

Mientras que esta difusión de JPEG 2000 es preferible frente a los bloques de JPEG, en general es un asunto de preferencia personal. En cualquier caso el ratio de compresión de JPEG 2000 es más alto. Para ratios de compresión moderados, JPEG 2000 produce imágenes típicamente un 25% inferiores en tamaño de fichero que JPEG con igual calidad de imagen. El precio a pagar es trabajar con una técnica de compresión mucho más compleja.

4.4 Motion JPEG 2000

Al igual que JPEG y Motion JPEG, JPEG 2000 puede ser utilizado para representar una secuencia de vídeo. Las ventajas son las mismas que con JPEG 200, un ratio de compresión ligeramente superior comparado con JPEG y con el inconveniente de la complejidad.

Esta desventaja reaparece con Motion JPEG. Dado que es una técnica de compresión de imágenes estáticas no incorpora ninguna de las ventajas de la compresión de vídeo. El resultado es un ratio de compresión inferior comparado con las técnicas reales de compresión de vídeo.

4.5 H.261/H.263

El H.261 y el H.263 no son Estándares Internacionales sino recomendaciones de la ITU. Ambos están basados en la misma técnica que los estándares MPEG y pueden ser interpretados como versiones simplificadas de la compresión de vídeo MPEG.

Fueron diseñados originalmente para video conferencia sobre líneas telefónicas con poco ancho de banda. En cualquier caso es un poco contradictorio que muestren carencia de alguna de las técnicas MPEG más avanzadas para ofrecer realmente un uso eficiente del ancho de banda.

La conclusión es que H.261 y H.263 no se adecuan al uso de codificación de vídeo digital general.

4.6 MPEG-1

El primer estándar público del comité MPEG fue el MPEG-1, ISO/IEC 11172, cuya primera parte fue publicada en 1993. La compresión de vídeo MPEG-1 está basada en la misma técnica que se usó para JPEG. Además incluye técnicas para la codificación eficiente de una secuencia de vídeo.

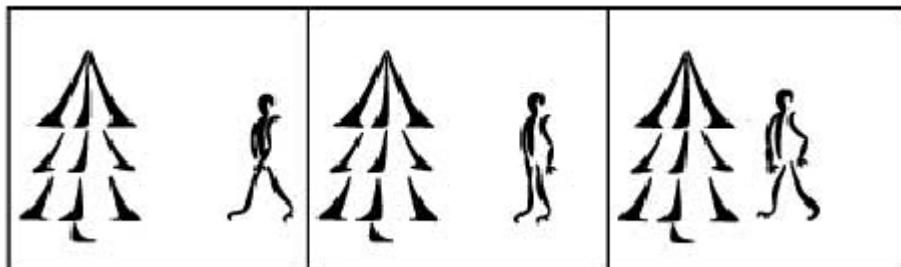


Figura 4: Una secuencia de vídeo JPEG de tres imágenes

Considere la secuencia de vídeo mostrada en la Figura 4. La imagen de la izquierda es la primera imagen en la secuencia seguida por la imagen del medio y después la imagen de la derecha. Cuando se muestra, la secuencia de vídeo muestra a un hombre caminando de derecha a izquierda con un árbol que permanece estático.

En Motion JPEG/Motion JPEG 2000 cada imagen de la secuencia se codifica como una única imagen separada ofreciendo como resultado una secuencia igual a la original.

En MPEG video sólo las partes de la secuencia de vídeo se incluye junto con la información de las partes que ofrecen movimiento. La secuencia de vídeo de la Figura 4 aparecerá entonces como se muestra en la Figura 5. Sin embargo esto es sólo real durante la transmisión de la secuencia de vídeo para limitar el consumo de ancho de banda. Cuando se visualice aparecerá nuevamente como la secuencia de vídeo original.

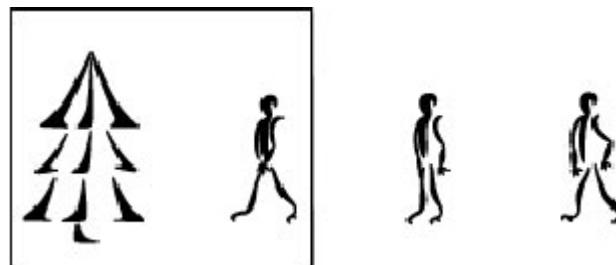


Figura 5: Una secuencia de vídeo MPEG de tres imágenes.

MPEG-1 está centrado en streams de bits de aproximadamente 1,5 Mbps y originalmente para el almacenamiento de vídeo digital en CD's. El foco está en el ratio de compresión más que en la calidad de las imágenes. Puede ser considerado como la calidad tradicional del VCR pero en formato digital.

4.7 MPEG-2

El proyecto MPEG-2 se centró en la ampliación de la técnica de compresión MPEG-1 para cubrir imágenes más grandes y mayor calidad con un menor ratio de compresión y por consiguiente mayor uso de ancho de banda.

MPEG-2, ISO/IEC 13818, también ofrece técnicas más avanzadas para mejorar la calidad del vídeo con el mismo ratio de bits. El inconveniente es la necesidad de un equipamiento más complejo. En cualquier caso estas características no suelen adaptarse a su uso en aplicaciones de vigilancia en tiempo real.

A nivel anecdótico, las películas en DVD están comprimidas utilizando las técnicas MPEG-2.

4.8 MPEG-4

También la tercera generación de MPEG está basada en la misma técnica. Una vez más, el nuevo proyecto se enfocó en los usos de nuevas aplicaciones.

Las características nuevas más importantes de MPEG-4, ISO/IEC 14496, relacionadas con la compresión de vídeo son el soporte de aplicaciones con menor consumo de ancho de banda, por ejemplo: unidades móviles, y, por otro lado, para aplicaciones con una calidad extremadamente alta y sin casi limitación de ancho de banda. La realización de películas de estudio es sólo un ejemplo.

La mayoría de las diferencias entre MPEG-2 y MPEG-4 son características no relacionadas con codificación de vídeo y por tanto no relacionadas con las aplicaciones de vigilancia.

5. Comparación MPEG

Todos los estándares MPEG ofrecen compatibilidad hacia atrás. Esto significa que una secuencia de vídeo MPEG-1 también puede ser “empaquetada” como vídeo MPEG-2 o MPEG-4. Del mismo modo, MPEG-2 puede ser “empaquetada” como una secuencia de vídeo MPEG-4.

La diferencia entre un vídeo MPEG-4 real y una secuencia MPEG-1 “empaquetada” como MPEG-4 es que los estándares más antiguos no hacen uso de las mejoras y nuevas características de los más actuales.

Dado que tanto MPEG-2 como MPEG-4 cubren una amplia variedad de tamaños de imágenes, ratios de imágenes y uso de ancho de banda, el MPEG-2 introdujo un concepto denominado *Profile@Level*. Fue creado para hacer posible las capacidades de comunicación entre aplicaciones. Por ejemplo, el profile Studio de MPEG-4 no se adapta a un PDA y viceversa.

La comparación de los MPEGs aparece en la Tabla 1, contiene el MPEG-1 con su limitación más utilizada (Constrained Paramenters Bitstream, CPB), MPEG-2 con su Main Profile at Main Level (MP@ML), y MPEG-4 con Main Profile at Level 3.

MPEG	1	2	3
Máx. ratio de bits (<i>Mbps</i>)	1,86	15	15
Ancho de imagen (<i>píxeles</i>)	352	720	720
Alto de imagen (<i>píxeles</i>)	288	576	576
Ratio de imágenes (<i>fps</i>)	30	30	30

Tabla 1: *Comparación de MPEGs*

Ni Motion JPEG ni Motion JPEG 2000 especifica el tamaño máximo de imagen ni el ratio de bits ni el ancho de banda.

6. Conclusión – Imágenes estáticas

Para imágenes estáticas tanto JPEG como JPEG 2000 ofrecen bastante flexibilidad en términos de calidad de imagen y ratio de compresión. Mientras JPEG 2000 comprime ligeramente mejor que JPEG, especialmente a ratios de compresión muy altos, el momento de la ventaja comparada con el precio a pagar por la complejidad extra hace que hoy no sea la elección más habitual.

Para decirlo de otra forma; la ventaja de JPEG 2000 está en la compresión a un ratio muy alto. Sin embargo las imágenes contienen muy poca información y por tanto no se adapta a las particularidades de la vigilancia.

Las ventajas de JPEG en términos de equipamiento económico tanto para codificación como para visualización lo convierten en la selección idónea para compresión de imágenes estáticas.

7. Conclusión – Imágenes en movimiento

Especialmente Motion JPEG es una buena elección cuando se utilizan múltiples aplicaciones debido a su simplicidad. Esto asegura un equipamiento económico y un consumo de ancho de banda ligeramente superior. Para un uso más eficiente del ancho de banda se recomienda el uso de alguno de los estándares de compresión de imágenes en movimiento.

MPEG-1 puede ser más efectivo que MJPEG, sin embargo por un precio ligeramente superior, MPEG-2 proporciona algunas ventajas y mayor calidad de imagen, comprimiendo el ratio de imágenes y la resolución, aunque tiene un mayor consumo de ancho de banda y es una técnica mucho más compleja. MPEG-4 está desarrollado para ofrecer una técnica de compresión para aplicaciones que necesitan menor calidad de imagen y ancho de banda. También permite compresión de vídeo similar a MPEG-1 y MPEG-2, mayor calidad de imagen con un mayor consumo de ancho de banda.

Dado que las recomendaciones H.261/H.263 no son estándares internacionales y que no ofrecen ninguna mejora de compresión en relación a los MPEG, no tienen ningún interés real.

8. Acrónimos

A continuación incluimos una lista de los acrónimos usados en este documento:

Interlaced- Es una técnica utilizada en los sistemas de televisión antiguos donde la imagen se divide en dos medias imágenes que contienen cada una las líneas de la otra. Cuando se muestran en pantalla aparecen primero las líneas pares y después las líneas impares seguidas de las líneas pares de la siguiente imagen y así sucesivamente. Esto es lo opuesto al *Progressive Scan*.

Progressive Scan- Cada imagen en la secuencia de vídeo es la imagen completa mostrada de una vez. Es lo opuesto a *Interlaced*.

PAL- Phase Alternating Line. Este es el estándar para el formato de televisión analógica usado en Europa con 625 líneas a 50 medias imágenes por segundo.

NTSC- National Televisión Standard Comité. Este es el estándar para el formato de televisión analógica usado en los Estados Unidos con 525 líneas a casi 60 imágenes por segundo.

CCIR 601- Un estándar de vídeo digital para un tamaño de imágenes de 720x485 a 60 imágenes interlaced por segundo o de 720x576 a 50 imágenes interlaced por segundo.

CIF- Common Intermediate Format. Vídeo para un tamaño de imagen de 352x288 a 30 imágenes por segundo.

QCIF- Quarter CIF. Vídeo para un tamaño de imagen de 176x144 a 30 imágenes por segundo.

HDTV- High Definition Television. Un estándar de televisión para un tamaño de imagen de 1920x1044 a 30 imágenes por segundo.

DVD- Digital Versatile Disc. Un estándar para almacenar audio y/o vídeo digital en un disco del tamaño de un CD.

MPEG- Motion Picture Experts Group. El comité responsable para el desarrollo de los estándares MPEG. <http://www.mpeg.telecomitalialab.com>.

JPEG- Joint Photographic Experts Group. El comité responsable para el desarrollo de los estándares JPEG y JPEG 2000. <http://www.jpeg.org>.

ISO. International Standard Organization. Una Federación mundial de cuerpos de estandarización nacionales de más de 140 países. <http://www.iso.com>.

IEC- International Electrotechnical Comisión. Un cuerpo internacional de conformidad y estandarización para todos los campos de tecnologías electrónicas. <http://www.iec.ch>.

ITU- Internaciona Telecommunications Union. Una organización Internacional dentro del sistema de Naciones Unida en donde los gobiernos y el sector privado coordinan las redes y los servicios de telecomunicaciones globales. <http://www.uit.int>.

9.- Acerca de Axis

Axis desarrolla soluciones para comunicaciones sencillas y seguras a través de redes con cables e inalámbricas. La compañía es líder del mercado mundial de conectividad de redes, con productos para la oficina e instalaciones empresariales e industriales. Axis fue fundada en 1984 y cotiza en la bolsa de Suecia. Con más de 300 empleados y oficinas en 14 países, Axis opera globalmente a través de su red de distribuidores y de fabricantes de equipos originales (OEM) en más de 70 países. Más del 95% de las ventas de la compañía provienen de mercados externos al sueco. Si desea más información sobre Axis puede encontrarla en Internet en la dirección <http://www.axis.com/es>.