

## **Introducción**

En los últimos años han ido apareciendo nuevas aplicaciones en el mundo de las telecomunicaciones, que requieren una continua mejora de los equipos terminales y de los canales de comunicación. El desarrollo y la explotación de nuevos sistemas de comunicación como la videoconferencia o la videotelefonía, deben tratar de compaginarse con la necesidad de aprovechar canales de transmisión de baja capacidad, que en un principio fueron diseñados para transmitir voz o texto. La necesidad anterior ha impulsado el diseño de técnicas de codificación que permitan trabajar con unas tasas de transmisión restringidas, manteniendo una *calidad aceptable*.

Una de las características más importantes de las señales de vídeo es que presentan una gran redundancia espacial y temporal. El objetivo de las técnicas de compresión de vídeo es reducir esa redundancia para disminuir así el ancho de banda necesario para transmitir la señal.

La redundancia espacial se da dentro de una misma imagen y supone que el valor de cada píxel está muy relacionado con el de sus píxeles vecinos. Las imágenes naturales están compuestas básicamente por áreas limitadas por contornos. Estas áreas suelen ocupar la mayor parte de la imagen, y tienen la característica de que al recorrer sus píxeles, el color y la iluminación cambian muy suavemente. Actualmente se emplea la DCT (*Discrete Cosine Transform*) para reducir la redundancia espacial. La redundancia temporal se refiere a la fuerte correlación que hay entre píxeles vecinos a lo largo del tiempo. En una secuencia se lleva a cabo un muestreo temporal, que debe cumplir el criterio de Nyquist para que el observador no detecte dicho muestreo. Esto supone que la diferencia entre dos cuadros consecutivos de una secuencia sea muy baja, existiendo a veces áreas que no cambian en toda la secuencia. Además, los cambios entre cuadros suelen obedecer más al movimiento de los objetos de la imagen, que a la aparición de nuevos contenidos. Las técnicas de estimación y compensación de movimiento son las que tratan de reducir la redundancia temporal.

## **Compensación del Movimiento**

El objetivo de la compensación de movimiento es la reconstrucción del cuadro en proceso, empleando el cuadro de referencia y la información de movimiento.

Una vez hecha esa definición, se puede establecer una clasificación de los sistemas de compensación de movimiento en los siguientes grupos:

- Compensación de movimiento basada en bloques.
- Sistemas avanzados:
  - Compensación de movimiento con solapamiento de bloques.
  - Modelos de deformación de mallas.

Puede hablarse también de un tercer grupo, que serían los sistemas de compensación de movimiento basados en regiones.

En la compensación de movimiento hay un aspecto que debe considerarse a la hora de aplicarla: el sentido de la compensación.

- La compensación hacia delante.
- La otra posibilidad para realizar la construcción de la imagen en proceso, es hacer la compensación hacia atrás.

---

<sup>1</sup> Magister en Informática Claudia Cecilia Russo Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva, Facultad de Informática, U.N.L.P. E-mail: crusso@lidi.info.unlp.edu.ar



## Estimación del Movimiento

La estimación de movimiento es uno de los problemas fundamentales en el tratamiento de vídeo digital. El objetivo de ésta, será calcular el campo de vectores que describe el movimiento aparente entre dos cuadros de una secuencia. Es importante hablar de movimiento aparente, porque no hay que olvidar que las señales de imagen en movimiento son la proyección en el plano, en instantes discretos de tiempo, de escenas tridimensionales. Esto supone una pérdida de información que hace necesario distinguir entre el movimiento real que se proyecta sobre el plano y el movimiento aparente que, junto con su velocidad, es lo que el observador percibe mediante la variación del contenido visual de las imágenes de la secuencia. Una consecuencia de lo anterior es que, en situaciones en las que hay cambios en la iluminación o existe una ausencia del suficiente gradiente espacial en la imagen, el movimiento real y el flujo óptico (velocidad aparente) no tienen por qué coincidir.

Continuando con los métodos de estimación, existen varios criterios para la clasificación de éstos. Por ejemplo considerando la información que se emplea para el cálculo de los vectores, se puede distinguir entre aquellos métodos que emplean la imagen en proceso, y los que no la emplean. Entre estos últimos, están las técnicas recursivas, basadas de forma directa en la ecuación de flujo óptico y que poseen la ventaja de que no necesitan transmitir ninguna información de movimiento (dado que la información necesaria para la estimación se encuentra por igual en codificador y decodificador); el precio que pagan dichas técnicas, es una predicción con un error mayor que el que se obtiene con el otro grupo de técnicas. Por otro lado, las técnicas que emplean para realizar la estimación información sobre el propio cuadro en proceso, necesitan transmitir información de movimiento al decodificador, pero consiguen una predicción mucho mejor que las anteriores, por lo que el análisis se ajustará a éstas.

Otra posible clasificación de los métodos de estimación, se realiza de acuerdo a si llevan a cabo una estimación del movimiento del plano de la imagen (movimiento 2D) o bien una estimación del movimiento de objetos (movimiento 3D, donde el tiempo es la tercera dimensión):

- Movimiento 2D
  - Métodos basados en la ecuación de flujo óptico.
  - Métodos recursivos.
  - Métodos bayesianos.
  - Métodos basados en bloques.
- Movimiento 3D
  - Métodos que emplean correspondencias entre puntos.
  - Métodos basados en el flujo óptico.
  - Segmentación de movimiento.
  - Trayectoria de movimiento.

Se suele dedicar especial interés a los modelos basados en bloques. Existen distintas propuestas entre los métodos basados en bloques, algunas de las cuales son:

- Método de correlación de fase. Es un método que se apoya en los efectos que los desplazamientos en el dominio espacial ocasionan en el dominio de la frecuencia.
- *Ajuste de bloques* o *block-matching*, y una de sus variantes de *ajuste de píxeles* o *pixel-matching*.
- Ajuste o búsqueda hexagonal o *hexagonal-matching*.

Ya se ha dicho antes que la estimación de movimiento trata de obtener los vectores que describen el movimiento aparente entre dos cuadros de una secuencia. Al igual que en la compensación, existen dos posibilidades para su aplicación:

- La estimación hacia delante.
- La estimación hacia atrás.

## **Ajuste de bloques**

El método de block-matching es uno de los más populares para la estimación de movimiento, debido a su baja complejidad computacional, aunque es conocido que su eficiencia como estimador del movimiento real de los objetos de una escena es inferior a otros métodos empleados por los investigadores del campo de la visión artificial.

Este método presenta una serie de grados de libertad que determinan el proceso:

- 1 - Criterios de similitud entre bloques**
- 2 - Ventana y estrategia de búsqueda**
- 3 - Tamaño de bloque**
- 4 - Coste computacional**

## **Líneas de Investigación**

Actualmente se esta trabajando en los siguientes puntos:

- Desarrollos de métodos adaptivos para elegir en cada instante el algoritmo de estimación en relación al tipo de secuencia de imagen que se va a codificar.
- El estudio de las secuencias de movimiento rápidas.
- El estudio de la eficiencia de la compensación en imágenes captadas con ruido.
- El estudio del uso de filtros pasa bajos a la hora de aplicar la selección en la estimación por ajuste de bloques.

En un futuro se analiza la paralelización de los algoritmos y su implementación en tiempo real.

## **Bibliografía**

- [Say96] Introduction to Data Compression. Khalid Sayood, Morgan Kaufmann 1996.
- [Jah97] Digital Image Processing, Bernd Jahne, Springer 1997.
- [Pit95] Digital Image Processing Algorithms, Ioannis Pitas, Prentice Hall 1995.
- [Tek95] Digital Video Processing, A. Murat Tekalp, Prentice Hall Signal Processing Series 1995.
- [Cla95] Digital Compression of Still Images and Video, R. J. Clake, Academic Press 1995.
- [Ort98] Image and Video Compression, Antonio Ortega and Kannan Ramchandran, IEEE Signal Processing Nov. 1998.
- [Sul98] Video Compression, Gary J. Sullivan and Thomas Wiegand, IEEE Signal Processing Nov. 1998.
- [Stl99] Estimating Motion in Image Sequences, Christoph Stiller and Januz Konrad, IEEE Signal Processing, July. 1999.
- [Red99] Correspondence Estimation in Image Pairs, Andre Redert, Emile Hendricks and Jan Biemond, IEEE Signal Processing, May 1999.