

Resumen de investigación: Video

En este tema hemos descrito, entre otros, conceptos relacionados con la compresión de vídeo: intraframe e interframe, empleando técnicas de correlación espacial, y estimación y compensación de movimiento, además de entidades de estandarización, contenedores, códec, MPEG, etc.

Realiza una investigación sobre alguno de los conceptos anteriores o bien, si prefieres centrarte en las tareas relacionadas con la estimación y predicción del movimiento, a partir de la siguiente información: <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=293#section-4f> (Tema 2.3. Estimación de movimiento y compensación: conceptos básicos y algoritmos), trata de identificar tratamientos en el dominio de la frecuencia que has visto previamente en los algoritmos de compresión de imágenes y de audio.

Concepto 1 (Intraframe e Interframe) :

Intraframe y Interframe son dos conceptos fundamentales en la compresión y codificación de video digital. Ambos se utilizan para reducir la cantidad de datos necesarios para almacenar o transmitir un video, pero lo hacen de maneras diferentes y se aplican en distintos contextos dentro de los estándares de codificación de video como H.264, HEVC y AV1.

Intraframe (codificación intra-cuadro)

Intraframe, también conocido como codificación intra-cuadro, se refiere a la compresión de cada cuadro de video de manera independiente, sin depender de otros cuadros. Este método se basa en técnicas de compresión espacial similares a las utilizadas en imágenes estáticas como JPEG. En la codificación intraframe, se analiza la redundancia dentro del cuadro para reducir los datos redundantes. Por ejemplo, se identifican áreas con colores o patrones similares y se representan de forma más eficiente.

Este enfoque es ideal para escenarios en los que se necesita acceder a cuadros individuales sin depender de otros, como en la edición de video. Además, los cuadros intraframe suelen ser menos susceptibles a la pérdida de datos en transmisión, ya que no dependen de otros cuadros para su reconstrucción. Sin embargo, esta independencia conlleva un costo en términos de tamaño de archivo más grande en comparación con los métodos interframe, ya que no aprovecha las redundancias temporales entre cuadros.

Interframe (codificación entre-cuadros)

Interframe, o codificación entre-cuadros, se basa en la compresión temporal. En lugar de codificar cada cuadro de forma independiente, este método utiliza las similitudes entre cuadros consecutivos para reducir la cantidad de datos necesarios. Por ejemplo, si dos cuadros consecutivos tienen muchas áreas en común (como un fondo estático en una escena), la codificación interframe solo almacena las diferencias entre los cuadros, en lugar de repetir la información redundante.

Este método utiliza estructuras de predicción como cuadros I (Intra), cuadros P (Predictivos) y cuadros B (Bidireccionales). Los cuadros I se codifican independientemente como en intraframe, mientras que los cuadros P y B se codifican en función de las diferencias con otros cuadros. Esto resulta en una compresión mucho más eficiente y es ideal para transmitir o almacenar video en formatos comprimidos como MP4. Sin embargo, debido a esta dependencia entre cuadros, los métodos interframe son más vulnerables a errores de transmisión o pérdida de paquetes, ya que un error en un cuadro puede afectar a varios otros.

Comparación y aplicación

La codificación intraframe es más sencilla y robusta, pero menos eficiente en términos de compresión, mientras que la codificación interframe es mucho más eficiente pero requiere mayor complejidad computacional y es más propensa a errores. En la práctica, los estándares modernos de compresión combinan ambos métodos: los cuadros clave (I-frames) se codifican con intraframe, y los demás cuadros (P y B) se codifican con interframe, logrando un equilibrio entre eficiencia y robustez.

Ambos conceptos son esenciales para el diseño de formatos de video modernos, y su correcta implementación permite transmitir y almacenar contenido multimedia con alta calidad y tamaños de archivo manejables.

Concepto 2 (MPEG) :

MPEG (Moving Picture Experts Group) es una familia de estándares diseñados para la compresión y transmisión de audio y video digital. Desde su creación en 1988, MPEG ha transformado la forma en que se almacena, transmite y consume contenido multimedia, ofreciendo una solución para reducir drásticamente el tamaño de archivos audiovisuales sin comprometer demasiado la calidad percibida. Sus estándares están diseñados para diversas aplicaciones, desde transmisión de video en internet hasta televisión digital y almacenamiento de contenido en discos.

El primer estándar, **MPEG-1**, introducido en 1993, se enfocó en proporcionar video y audio con calidad cercana al VHS a tasas de bits bajas. Aunque hoy en día es menos relevante, MPEG-1 marcó un hito en la historia digital, principalmente gracias al formato de audio MP3, que revolucionó la música al permitir archivos más pequeños y fáciles de compartir. Además, MPEG-1 estableció los fundamentos para la compresión basada en cuadros I (intraframe) y cuadros P y B (interframe), técnicas que serían perfeccionadas en estándares posteriores.

MPEG-2, lanzado en 1995, se convirtió en un estándar fundamental para la televisión digital, los DVDs y la transmisión satelital. Mejoró la calidad del video soportando resoluciones más altas y velocidades de bits adaptadas a diversas aplicaciones. Su estructura de codificación jerárquica permitió una mayor eficiencia al comprimir contenido, aprovechando tanto redundancias espaciales dentro de los cuadros como temporales entre ellos. Este estándar todavía se utiliza ampliamente en sistemas de transmisión de video donde la estabilidad y la compatibilidad son esenciales.

El avance hacia **MPEG-4** a finales de los 90 amplió el alcance del grupo hacia aplicaciones más

modernas, como el streaming de video, los videojuegos y los dispositivos móviles. MPEG-4 introdujo herramientas avanzadas de compresión y nuevos formatos como H.264, también conocido como AVC (Advanced Video Coding). Este códec se convirtió en el estándar dominante durante más de una década gracias a su capacidad para proporcionar alta calidad con tasas de bits moderadas, ideal para la transmisión en plataformas como YouTube o la grabación en Blu-ray.

Con el tiempo, la necesidad de soportar resoluciones más altas y mayores eficiencias de compresión llevó al desarrollo de **HEVC (High Efficiency Video Coding)**, conocido como H.265, dentro del marco MPEG-H. Este estándar, lanzado en 2013, permite la transmisión de video 4K y 8K mientras reduce significativamente el tamaño de los archivos en comparación con su predecesor. Es una tecnología clave para el video bajo demanda y la televisión de ultra alta definición en plataformas modernas.

Finalmente, MPEG también ha abordado las necesidades del streaming adaptativo a través de **MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP)**, que ajusta la calidad del video en tiempo real según la velocidad de la conexión a internet. Este enfoque es fundamental en servicios como Netflix y YouTube, donde la experiencia del usuario debe mantenerse fluida independientemente de las condiciones de la red.

En resumen, los estándares MPEG han sido esenciales para la evolución de la multimedia digital, ofreciendo un balance entre calidad y eficiencia para una variedad de aplicaciones. Su desarrollo constante asegura que puedan satisfacer las demandas de tecnologías emergentes y usuarios con expectativas cada vez más altas en calidad y accesibilidad.
