

# El estándar de codificación de vídeo H.264/AVC

---

## Claves para una codificación híbrida más potente (II)

Fernando Díaz de María y Manuel de Frutos López  
Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones  
Universidad Carlos III de Madrid

# Codificación de vídeo con H.264

---

- Algoritmos de reducción de complejidad
    - Decisión de modo Intra
    - Estimación de movimiento
    - Decisión de modo Inter
    - Selección de referencia
  
  - Control de tasa en codificación H.264
    - Problemática del RC en H.264
    - Escenarios CBR y VBR
  
  - Protección frente a errores
  
  - Más allá de H.264
    - SVC (Scalable Video Coding)
    - MVC (Multi-view Video Coding)
    - RVC (Reconfigurable Video Coding)
-

## Codificación de tramas Intra(I)

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Decisión de modo Intra en un MB

- 5 modos 16x16
- 16 bloques x (9 modos 4x4)

$$J_{MB} = D_{MB} + \lambda_{mode} R_{MB}$$

SSD del bloque reconstruido

Bits totales del MB en el bitstream (residuo, modo, ...)

## Codificación de tramas Intra(II)

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Basados en costes
  - Costes altos => modos pequeños (4x4)
  - Costes bajos => modos grandes (16x16)

- Basados en medidas direccionales
  - Típicamente máscaras de gradiente

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

0	-1	-1	0
1	0	0	1

- Ejemplo: [1] usa gradientes de Sobel para limitar el conjunto de modos a evaluar

## Codificación de tramas Inter

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Mas allá de H.264

- Coste de realizar una EM
  - Área de búsqueda -> máximo MVD
  - Hasta 16 imágenes de referencia almacenadas
  - Precisión ¼ de píxel -> Interpolación
  - Evaluación de la función de coste para el bloque i:

$$J_i = D_i + \lambda_{motion} R_i$$

SAD de error de predicción

Información de movimiento (MVD, RefIdx)

## Codificación de tramas Inter

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Mas allá de H.264

- Número de EM para todo el MB
  - Búsqueda en *list0* (Ps) o en ambas listas (Bs)
  - Cada subMB comparte *RefIdx*
  - EMs por SubMB: 4+2+2+1 = 9
  - EMs totales:

$$1 \times (16 \times 16) + 2 \times (16 \times 8) + 2 \times (8 \times 16) + 4 \times (8 \times 8) = 41$$

- Decisión de modo

$$J_{MB} = D_{MB} + \lambda_{mode} R_{MB}$$

SSD del bloque reconstruido

Bits totales del MB en el bitstream (residuo, modo, ...)

## Búsqueda local ligera

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Reducción de complejidad por distintas vías:
  - Cálculo de la Predicción inicial
    - Algoritmos "center biased"
    - Reducen complejidad y evitan caer en mínimos locales
  - Patrón de búsqueda
    - Mínimo número de puntos a evaluar
    - Estudiados ya en estándares previos
    - Búsqueda jerárquica, de píxel entero a 1/4 de píxel
  - Adaptatividad
    - Adecuación del algoritmo a las características propias de la secuencia a codificar
  - Decisión conjunta con modo o referencia
  - ...

## Búsqueda local ligera. Predicción Inicial

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Ejemplo: Algoritmo EPZS [2]
  - MVpred (mediana)
  - (0,0)
  - MV de vecinos espaciales
  - Predictores temporales: MV del bloque "cosituado" y sus vecinos
  - Predictor cosituado acelerado
  - MVs de vecinos a otras referencias
  - Predictor *Uplayer*
  - Predictores fijos

# Búsqueda local ligera. Patrones de búsqueda (I)

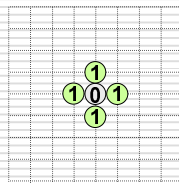
**Algoritmos de  
reducción de  
complejidad**

Control de tasa  
en codificación  
H.264

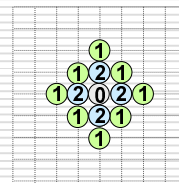
Protección  
frente a errores

Mas allá de  
H.264

- Ejemplo: MVS [3], 4 patrones
- **ES** (*Early Stop*)
- **SDSP** (*Small Diamond Search Pattern*)
- **LDSP** (*Large Diamond Search Pattern*)
- **ELSP** (*Exhaustive Logarithmic Search Pattern*)



SDSP



LDSP

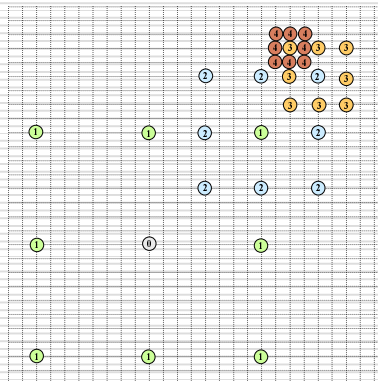
# Búsqueda local ligera. Patrones de búsqueda (II)

**Algoritmos de  
reducción de  
complejidad**

Control de tasa  
en codificación  
H.264

Protección  
frente a errores

Mas allá de  
H.264



ELSP

## Estimación de movimiento ligera. Adaptatividad

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Mas allá de H.264

- Numerosos patrones y predicciones iniciales => Coste computacional elevado
- Solución: **Adaptatividad**
- FAME [4] selecciona patrones pesados o ligeros según la disparidad de vectores vecinos
- MCS [3] emplea clasificadores lineales para decidir entre sus 4 patrones basándose en parámetros relativos al coste, información sobre los vecinos, magnitud del MVpred, ...

## Selección de modo

### Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Mas allá de H.264

- Probabilidad de modo/referencia

	16x16	16x8	8x16	8x8	Intra
A/B	73/90	04/65	04/65	17/34	02/07

A: % del modo correspondiente explorando una referencia

B: % de ocasiones en que el modo no cambia si exploramos mas referencias

- MD ligera: Diversas estrategias
  - Homogeneidad y estacionariedad
  - Potenciación del modo SKIP
  - Evaluación escalonada de modos
  - Métodos de partición y mezcla
  - Métodos basados en costes

# Selección de Referencia

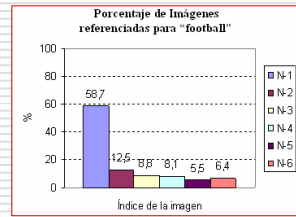
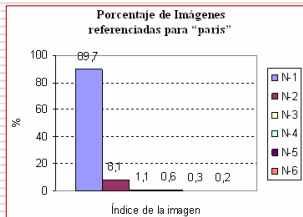
## Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

### Probabilidad de referencia



### Estrategias

- Adaptatividad a la secuencia
- Decisión ligada al modo

# Control de tasa en H.264

## Concepto general

Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

### Asignación de recursos a la secuencia

- Reparto de bits

### Dos escenarios diferenciados

- Constant Bit Rate (CBR)
- Variable Bit Rate (VBR)

# Control de tasa en H.264

## Dilema del huevo y la gallina

Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Modelo que obtiene QP de Bits y MAD

$$R_i = MAD_i \left( \frac{a}{QP_i} + \frac{b}{QP_i^2} \right)$$

- MAD es la media del residuo de predicción
  - Depende de MD y ME
- Las decisiones óptimas de modo y MV dependen de QP a través de  $\lambda$
- La QP se obtiene a partir de ...



# Control de tasa en H.264.

## CBR

Algoritmos de reducción de complejidad

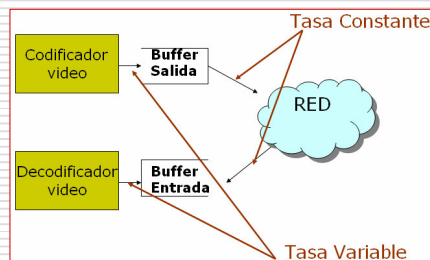
Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Constant Bit Rate

- RC conforma el tráfico de ráfagas (30 fps, por ejemplo) a la tasa de la red
- Buffer virtual en codificador





## Control de tasa en H.264. VBR (I)

---

Algoritmos de  
reducción de  
complejidad

Control de tasa  
en codificación  
H.264

Protección  
frente a errores

Mas allá de  
H.264

- Variable Bit Rate
- Sin restricción estricta de tasa
  - Ejemplo de aplicación: Almacenamiento
- Objetivo: Calidad constante desde el punto de vista perceptual
- Otras restricciones del escenario:
  - Tasa media
  - Tasa máxima instantánea
  - Tasa máxima en exceso

## Control de tasa en H.264. VBR (II)

---

Algoritmos de  
reducción de  
complejidad

Control de tasa  
en codificación  
H.264

Protección  
frente a errores

Mas allá de  
H.264

- Soluciones de más de una pasada
  - Preanálisis.  $QP = cte$
  - Medida de complejidad.  
 $X = QP \cdot Bits$
  - Reparto de recursos en la secuencia
- Soluciones de una sola pasada
  - Predicción de complejidad
    - Movimiento y textura
    - Parecido con la referencia
    - ...
- Corrección perceptual
  - Medidas objetivas de calidad subjetiva
  - Enmascaramiento

# Protección frente a errores en H.264

Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- MBs Intra en planos Inter
  - Propagación de errores en planos Inter
  - Codificación Intra de un cierto número de MBs escogidos aleatoriamente
- Tiras redundantes
  - Se emplean en condiciones de baja fiabilidad de la red
  - Para regiones “importantes”
- Separación en tiras
  - La independencia entre tiras evita propagaciones Intra, pero no Inter

# Scalable Video Coding. SVC (I)

Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

Más allá de H.264

- Origen en la demanda de los terminales

Escalabilidad

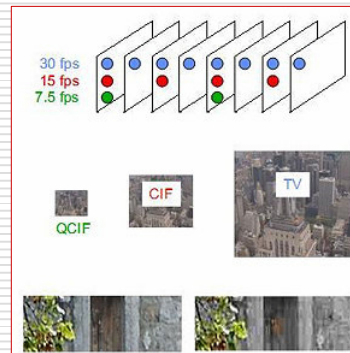
Temporal

Escalabilidad

Espacial

Escalabilidad en

Calidad



# Scalable Video Coding. SVC (II)

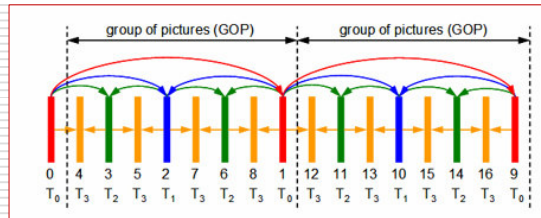
Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

**Mas allá de H.264**

- Se evita una transcodificación que adapte el bitstream al terminal
- Jerarquía de capas
  - Las capas inferiores sirven como referencia
  - Predicción Inter-capas



# Multi-view Video Coding. MVC

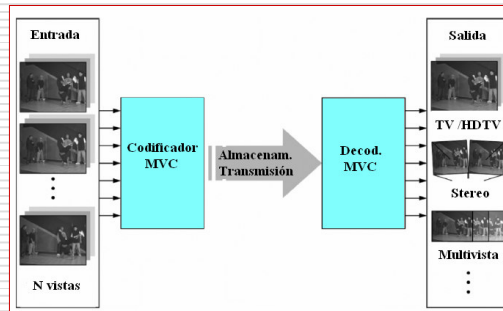
Algoritmos de reducción de complejidad

Control de tasa en codificación H.264

Protección frente a errores

**Mas allá de H.264**

- Extensión para sistemas multi-visual
- Escenario:



# Reconfigurable Video Coding. RVC

---

Algoritmos de  
reducción de  
complejidad

Control de tasa  
en codificación  
H.264

Protección  
frente a errores

**Mas allá de  
H.264**

- Origen: plataformas multi-estándar
    - Blueray
  - Componentes
    - Librería de Unidades Funcionales (FUs)
    - Arquitectura de interconexión de módulos
    - Sintaxis de información de reconfiguración
  - La definición del decodificador se transmite junto con la secuencia codificada
  - Posibilidad de reconfiguración sobre la marcha -> Adaptación a la secuencia
- 

## Referencias

---

- [1] Pan, F. et al. "Fast intra mode decision algorithm for H.264-AVC video coding". International Conference on Image Processing (ICIP) 2004, vol.2, no.pp.781-784, 24-27 October 2003
  - [2] Tourapis, H.-Y.C.; Tourapis, A.M., "Fast motion estimation within the H.264 codec," Multimedia and Expo, 2003. ICME '03. Proceedings. 2003 International Conference on , vol.3, no.pp. III- 517-20 vol.3, 6-9 July 2003.
  - [3] Ahmad, I.; Weiguo Zheng; Jiancong Luo; Ming Liou "A fast adaptive motion estimation algorithm"; IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Volume 16, Issue 3, March 2006 Page(s):420 – 438
  - [4] González-Díaz, I., Díaz-de-María, F. "Adaptive multi-pattern fast block-matching algorithm based on Motion Classification Techniques", IEEE Trans. On circuits and systems for Video Technology. [In press]
-