



Συμπίεση Δεδομένων: Συμπίεση Ψηφιακού Βίντεο



Αλέξανδρος Ελευθεριάδης

Αναπ. Καθηγητής & Marie Curie Chair

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

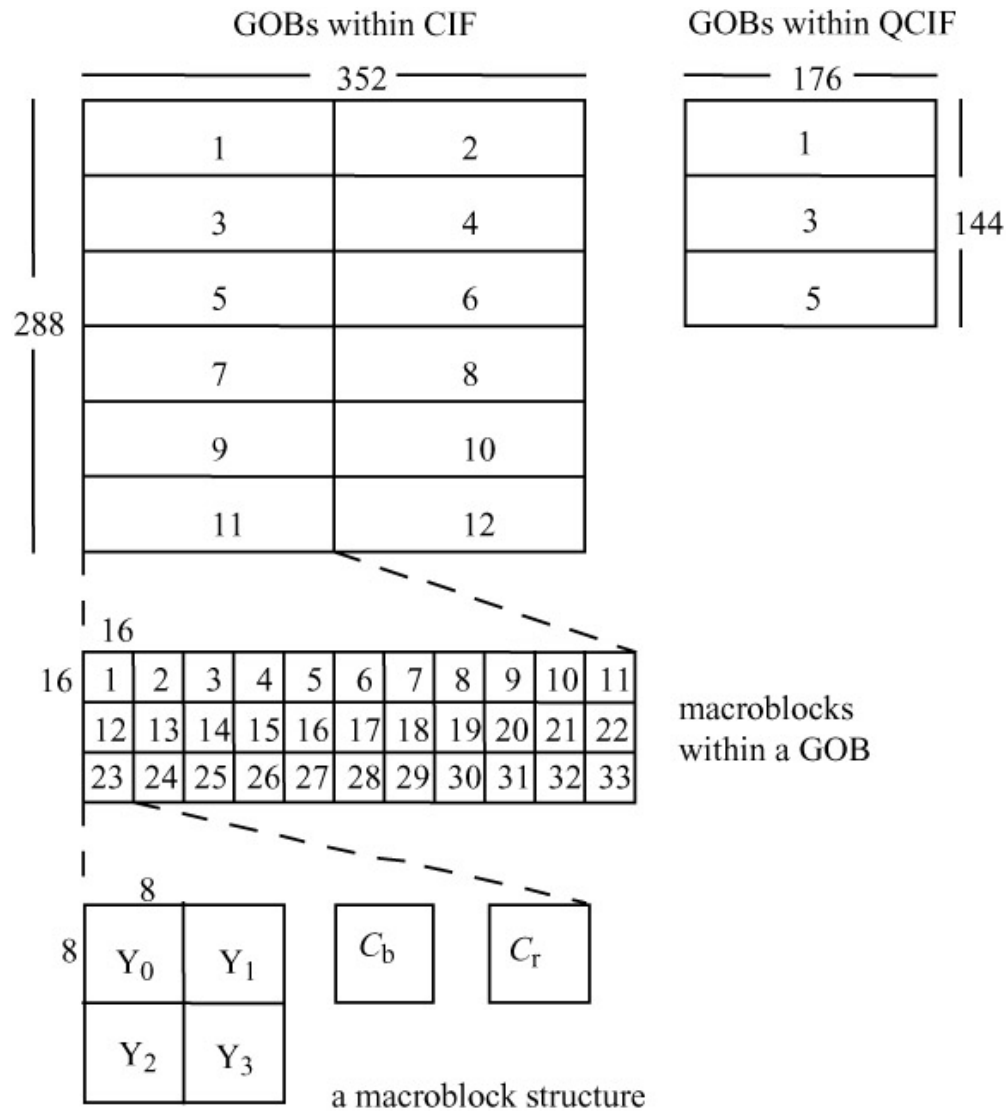
eleft@di.uoa.gr, (210) 727-5210

[Διάλεξη 3^η]

H.261

- “Video codec for audiovisual services at $p \times 64$ kbit/s”
- Κωδικοποίηση για μετάδοση από κανάλια ψηφιακής τηλεφωνίας (64 kbit/s) - $1 \leq p \leq 30$
Σημείωση:
30 κανάλια είναι η χωρητικότητα E1 γραμμής (με 2 ακόμα κανάλια για framing/signaling)
- Διαθέσιμο: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.261/en>
- Τρέχουσα έκδοση 3/93, 25 σελίδες
- Θα το δούμε λεπτομερώς, σελίδα-σελίδα.

Οργάνωση της εικόνας

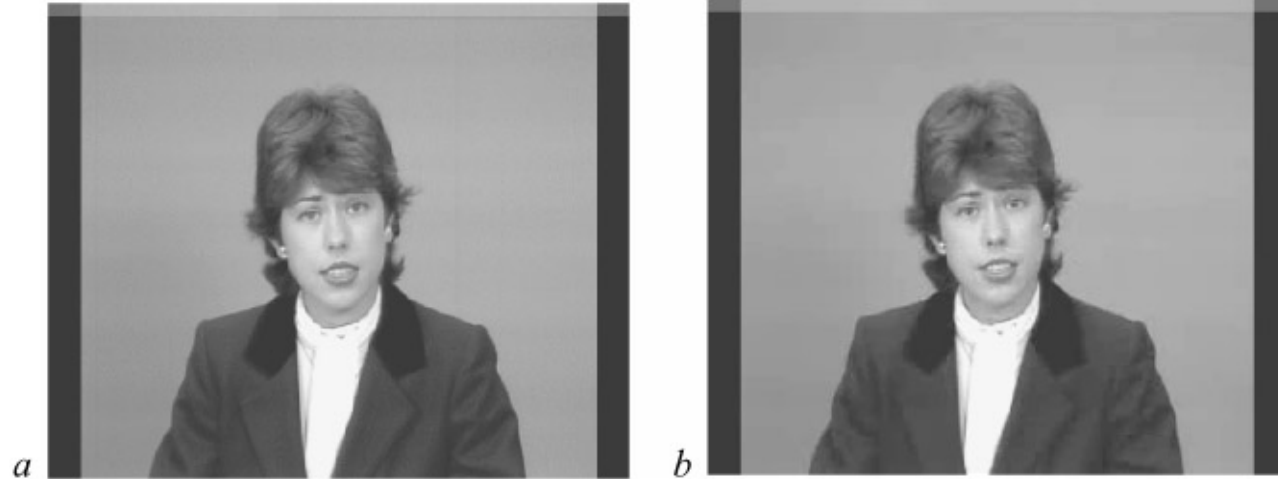


Παρουσίαση από το κείμενο του H.261

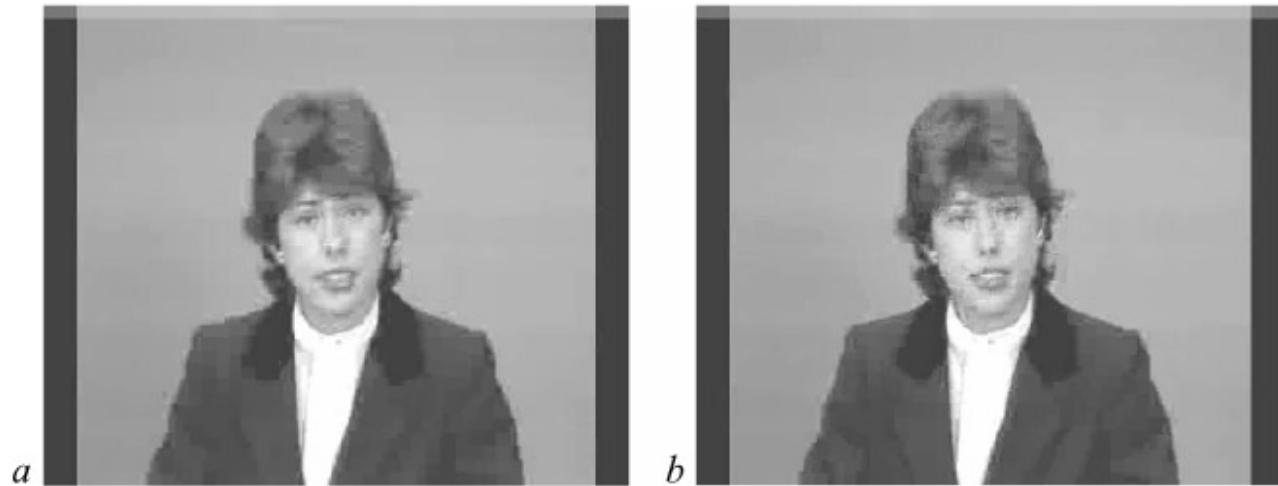
Οι διαφάνειες 6-14 (μέχρι την «Κωδικοποιητής» χρησιμοποιούνται επεξηγηματικά για το κείμενο του H.261)

Loop Filter

- a - αρχική, b - 256 Kbps (χωρίς loop filter)

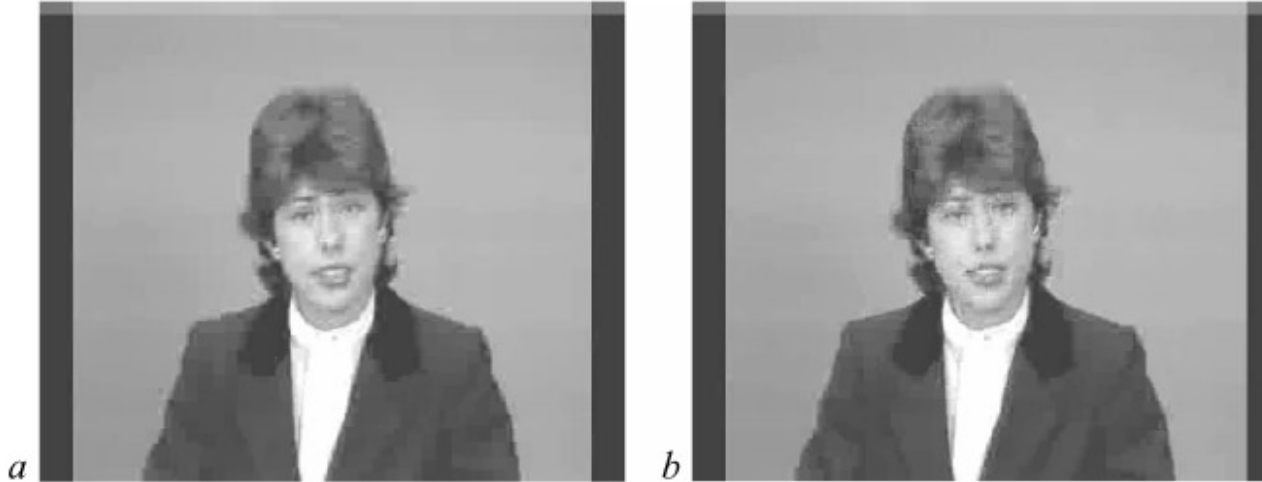


- a - 128 Kbps, b - 64 Kbps (χωρίς loop filter)



Loop Filter (2)

- a - 128 Kbps, b - 64 Kbps (χωρίς loop filter)



- a - 128 Kbps, b - 64 Kbps (με loop filter)

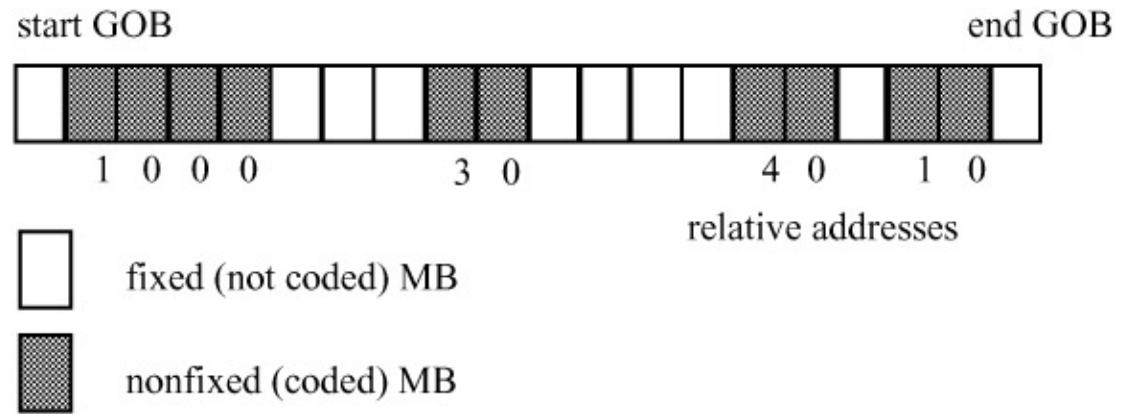


Loop Filter (3)

- $\{1/4, 1/2, 1/4\}$ - 2D separable
- Στα άκρα της εικόνας γίνεται $\{0, 1, 0\}$
- Το βιβλίο έχει λάθος φίλτρα στα άκρα (Σχήμα 6.16):

9	3							
3	1							
			1	2	1			
			2	4	2			
			1	2	1			
			1	2	1			
			3	6	3			

MB Addressing



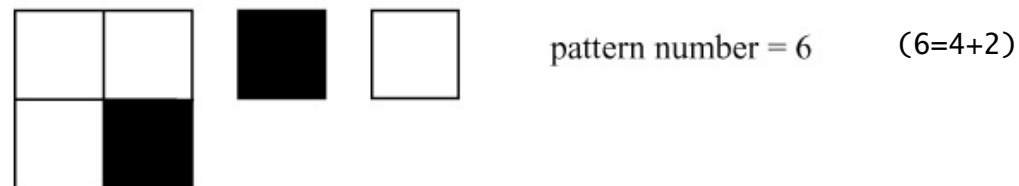
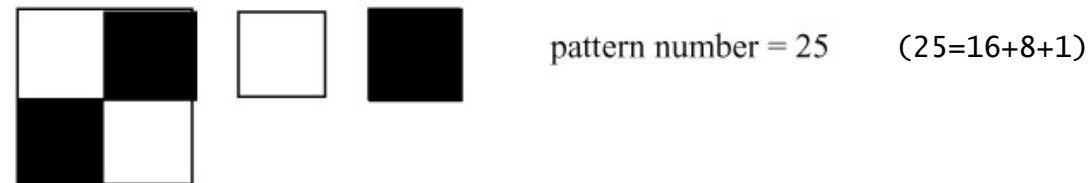
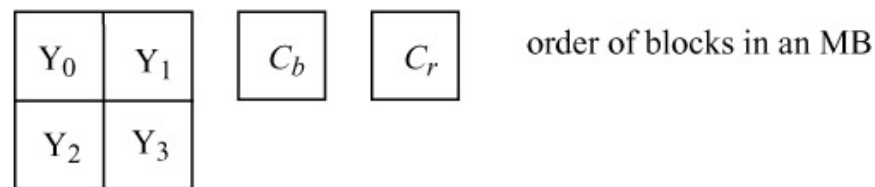
Motion Vector

- Εύρος [-15, +15]
- MVDs κωδικοποιούνται με VLC διπλών τιμών
- Predictor reset όταν:
 - Αρχή γραμμής σε GOB
 - Μετά από skipped MB
 - Μετά από MB χωρίς MV

Block Addressing

- Coded Block Pattern (CBP), VLC-encoded

$$pattern_number = 32Y_0 + 16Y_1 + 8Y_2 + 4Y_3 + 2C_b + C_r$$



Κβαντισμός

- Intra DC - Βήμα 8 (χωρίς dead zone)
- Όλοι οι άλλοι - μεταβλητός (1-31) με dead zone

For all coefficients other than the INTRA dc one, the reconstruction levels (REC) are in the range -2048 to 2047 and are given by clipping the results of the following formulS:

$$\left. \begin{array}{l} \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} + 1); \text{level} > 0 \\ \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} - 1); \text{level} < 0 \end{array} \right\} \text{QUANT} = \text{"odd"}$$
$$\left. \begin{array}{l} \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} + 1) - 1; \text{level} > 0 \\ \text{REC} = \text{QUANT} \cdot (2 \cdot \text{level} - 1) + 1; \text{level} < 0 \end{array} \right\} \text{QUANT} = \text{"even"}$$

$$\text{REC} = 0; \text{level} = 0$$

NOTE - QUANT ranges from 1 to 31 and is transmitted by either GQUANT or MQUANT.

Παραδείγματα:

QUANT=1: 0, ±3, ±5, ±7, ...

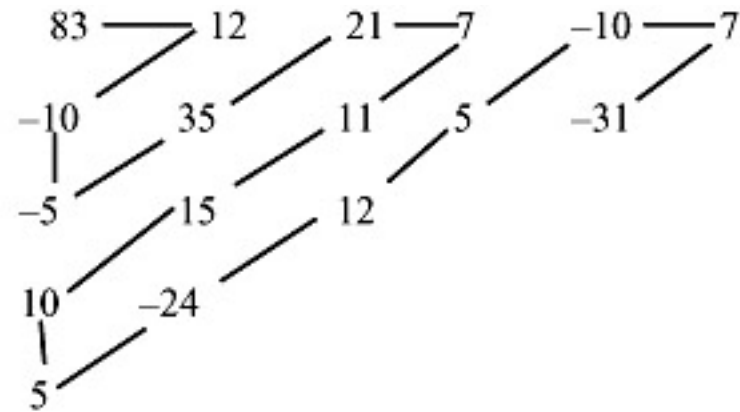
QUANT=2: 0, ±5, ±9, ±13, ...

QUANT=3: 0, ±9, ±15, ±21, ...

- Το βιβλίο έχει λάθος - δεν μεταδίδεται το Th (Κεφ. 6.4, Σχήμα 6.3)

Παράδειγμα Κωδικοποίησης Κβαντισμένων Συντελεστών DCT

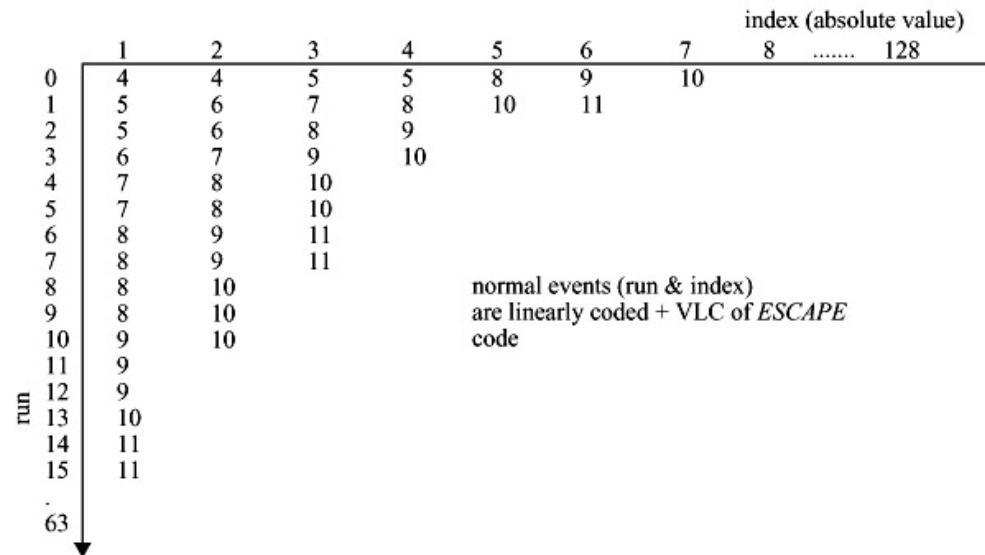
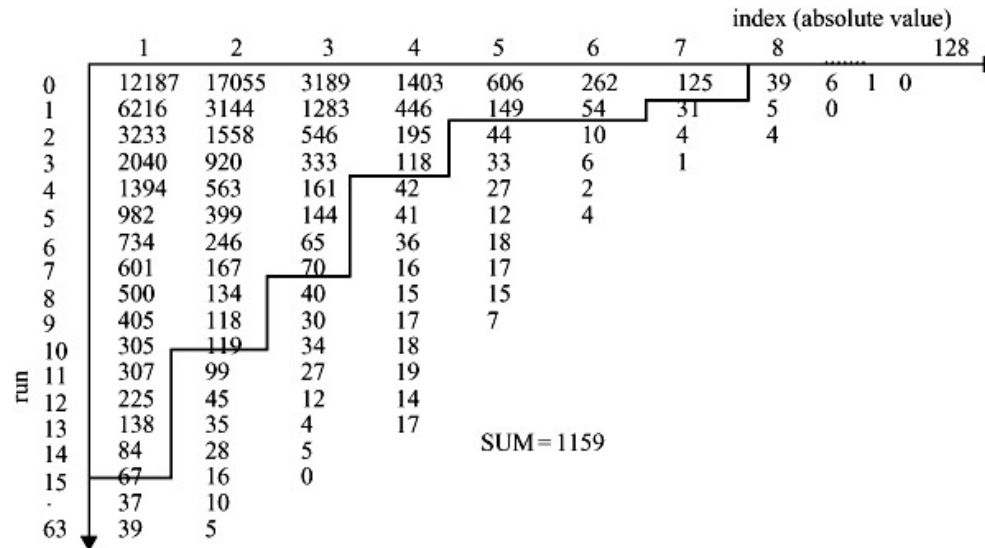
- Σημείωση: Λάθος βιβλίου - τα quantized values είναι κατά 1 μικρότερα (H.261, σελ. 17, quant even)



QUANT=8

raw coefficients	83	12	-10	-5	35	21	7	11	15	10	5	-24	12	5	-10	7	-31
new coefficients (κατωφλίωση)	83	0	0	0	35	21	0	0	0	0	0	-24	0	0	0	0	-31
quantised values	88	0	0	0	40	24	0	0	0	0	0	-24	0	0	0	0	-24
index	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
events to be transmitted: (run, index)	(0,5) (3,2) (0,1) (5,-1) (4,-1)																

Παράδειγμα 2-D VLC (“Claire”)



Κωδικοποιητής

- ΔΕΝ περιγράφεται από το πρότυπο
- Δυνατότητα για διαφοροποίηση/καινοτομία του σχεδιαστή
- Ανάπτυξη «εργαστηριακού» κωδικοποιητή που χρησιμοποιείται κατά την ανάπτυξη του προτύπου:
 - Reference Model (RM) – H.261
 - Test Model (TM) – MPEG-2/H.262
 - Verification Model (VM) – MPEG-4
 - Test Model Near-term (TMN) – H.263
 - Joint Model (JM) – H.264
 - Joint Software Verification Model (JSVM) – H.264 SVC
 - HM (Test Model under Consideration – TMuC) - HEVC

H.261 RM8 (1989)

- Απλός κωδικοποιητής που υλοποιεί βασικούς αλγορίθμους για coder control (για κάθε MB)

COMP - a comparator for deciding the inter/intra coding mode for an MB

Th - threshold, to extend the quantisation range

P - picture memory with motion compensated variable delay

F - loop filter

p - flag for inter/intra

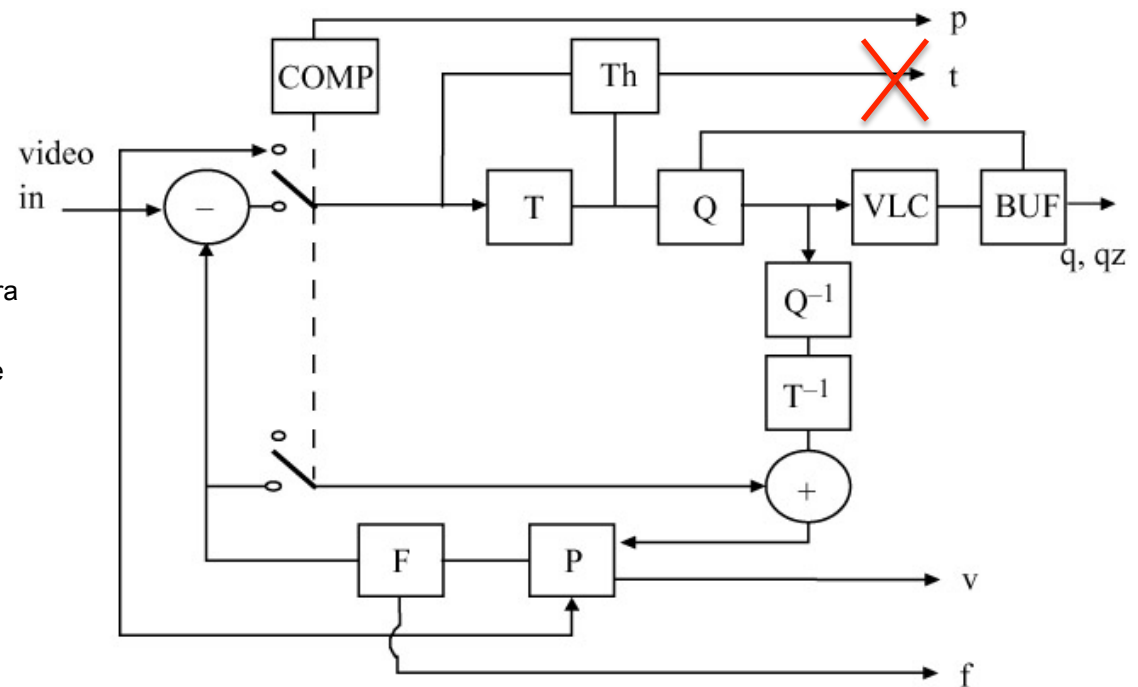
t - flag for transmitted or not

q - quantisation index for transform coefficients

qz - quantiser indication

v - motion vector information

f - switching on/off of the loop filter

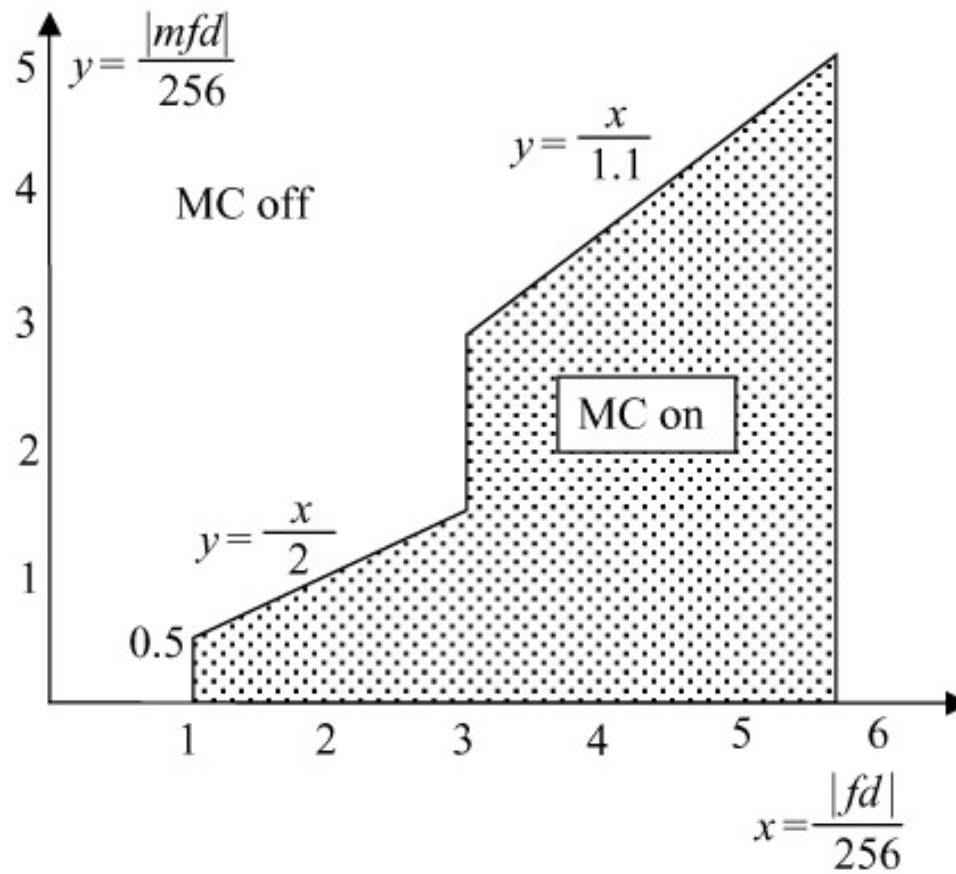


RM8 Prediction

- Πρόβλεψη χωρίς *MV*
- Πρόβλεψη με *MV*:
 - ΜΕ σε luma μόνο, full search (± 15 pixels)

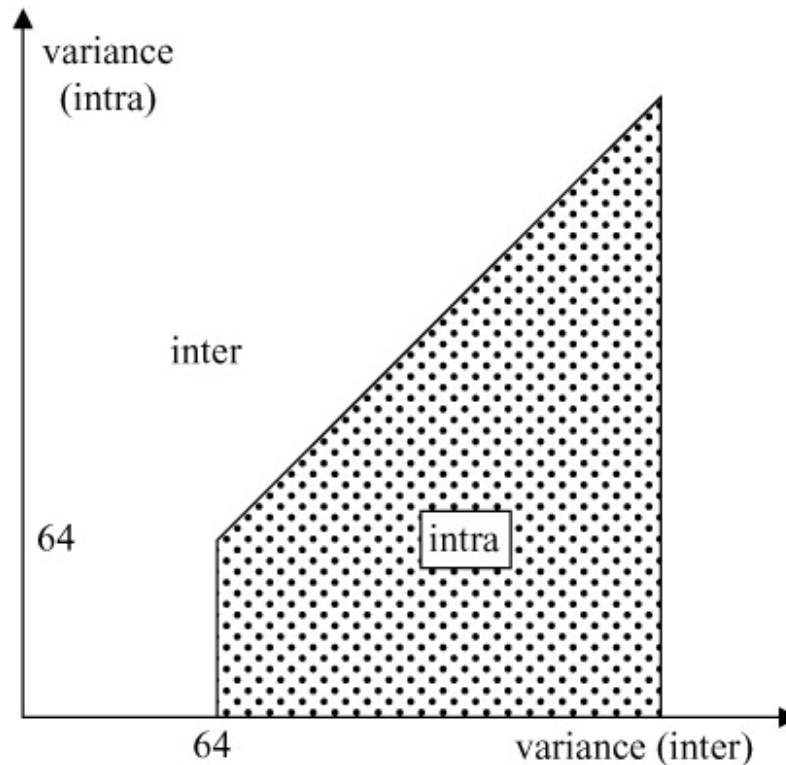
RM8 MC/NO_MC Decision

- Σύγκριση μέσου σφάλματος με και χωρίς MC (άθροισμα απολύτων τιμών διαφορών, δια $16 \times 16 = 256$ pixels)
- «Προτίμηση» σε NO_MC λόγω κόστους των MVs.

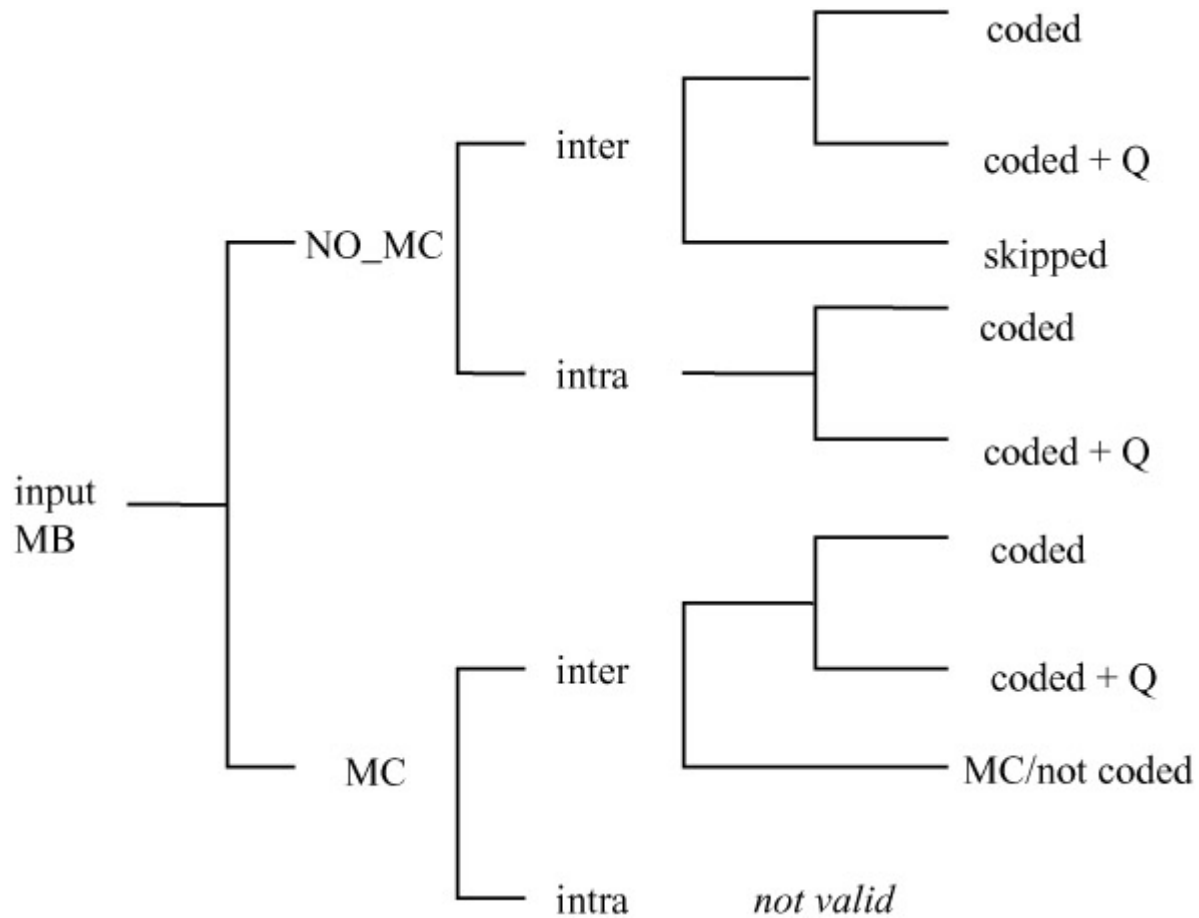


RM8 Inter/Intra Decision

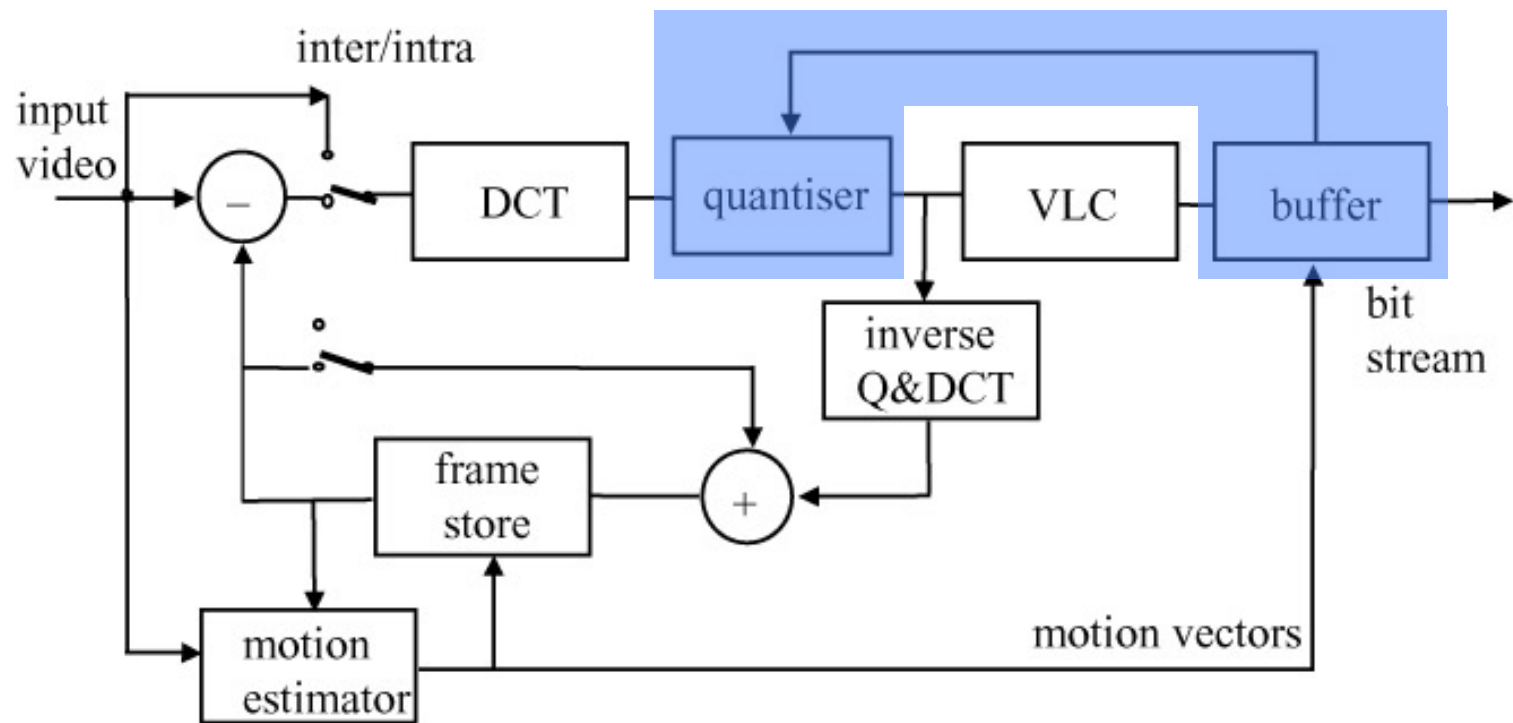
- Σύγκριση της διακύμανσης (variance) μεταξύ:
 - Intra
 - Inter (με ή χωρίς MV)
- “Forced updating”: intra κάθε 132 εικόνες λόγω DCT mismatch



Κατηγορίες MB



RM8 Rate Control



RM8 Rate Control (2)

- Μέγεθος buffer $B_{\max} = 6400\rho$, όπου ρ από το ρ_{x64}
- Κωδικοποίηση πρώτης I picture με $Q_p = 16$
- Χωρητικότητα buffer B αρχικοποιείται στο 50%
- Προσαρμογή Q_p σε κάθε GOB σύμφωνα με:

$$Q_{p_i} = \min \left\{ 31, \left\lfloor \frac{B_i}{B_{\max}/32} \right\rfloor + 1 \right\}$$

- Σε περίπτωση:
 - Overflow – forced skipped MBs
 - Underflow – bit stuffing (filler data)

Εργασία (1/2)

- Κωδικοποίηση συνθετικής εικόνας κατά H.261 με Matlab

Το βίντεο x που θα επεξεργαστείτε έχει διαστάσεις QCIF (176×144) και περιγράφεται από την ακόλουθη συνάρτηση:

$$x_k[i,j] = \min\{30 + 2|i + j - 2u(2 - k)|, 255\}, \quad 0 \leq i \leq 175, 0 \leq j \leq 143$$

όπου $x_k[i,j]$ είναι η τιμή του luminance για το pixel στη θέση (i, j) της εικόνας k ($i=0, 1, \dots$), και u είναι σταθερά που καθορίζει την ταχύτητα μετακίνησης σε pixels/εικόνα. Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν την εικόνα που παράγεται για $k=0$ και $k=10$ όταν $u=3$. (Μπορείτε να δείτε την εικόνα στο Matlab με τις συναρτήσεις `image` ή `imshow`).



x_0



x_{10}

Εργασία (2/2)

Ο στόχος μας είναι να κωδικοποιήσουμε τα luminance blocks του πρώτου macroblock (MB) της εικόνας $k = 2$, υποθέτοντας ότι η αμέσως προηγούμενη εικόνα που έχει κωδικοποιηθεί είναι η $k = 0$. Η κωδικοποίηση συνίσταται στην παραγωγή των bits της εικόνας από την αρχή της μέχρι και το τέλος του πρώτου MB, όπως θα παραγόνουσαν από έναν κωδικοποιητή H.261 (δηλ. ξεκινώντας από το picture start code και τελειώνοντας στο EOB του τελευταίου κωδικοποιημένου block του MB).