

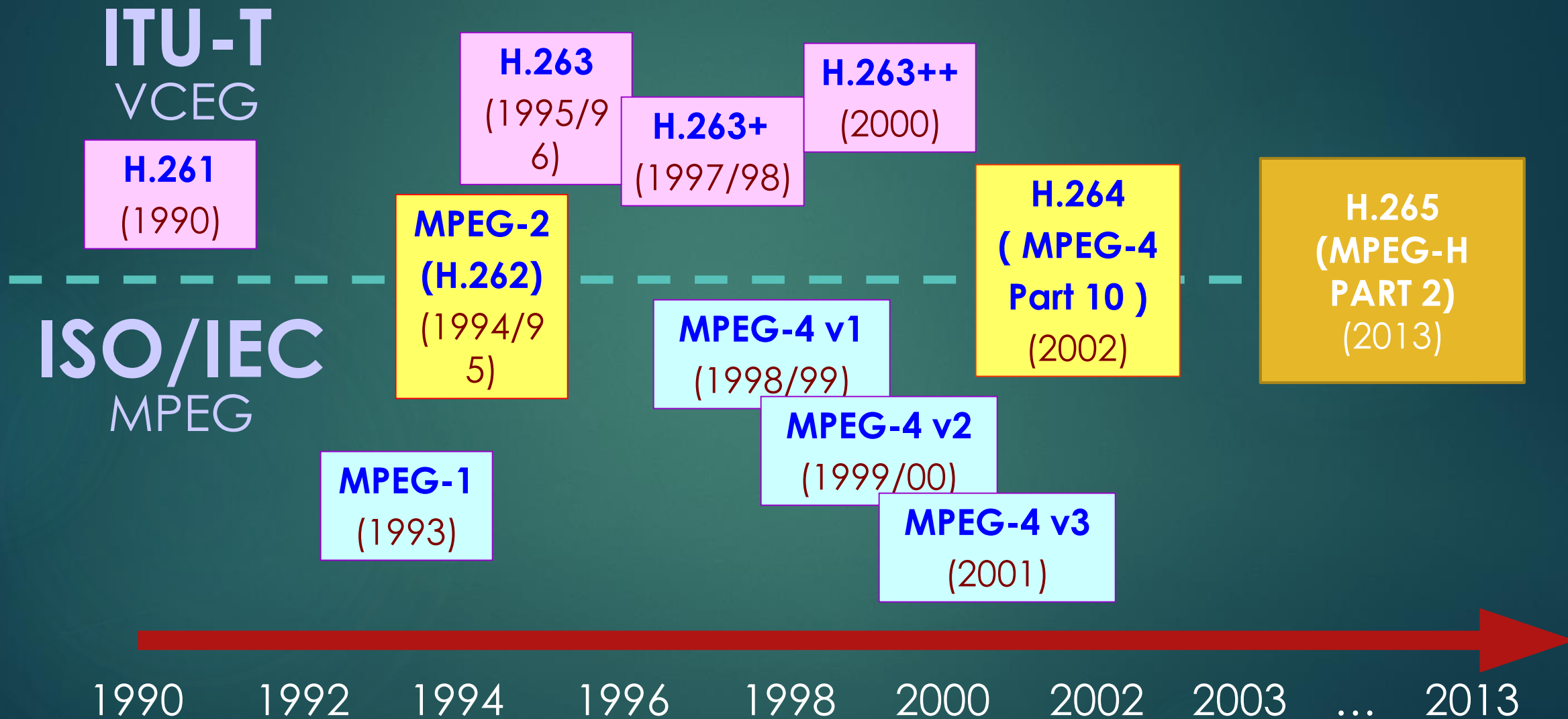
Συμπίεση Δεδομένων

2013-2014

Κωδικοποιητές εικονοροής (Video)

Κωδικοποιητές Εικονοροών

Δ11
Δ12



Βασικά χαρακτηριστικά κωδικοποιητών

- ▶ MPEG-1 (1993)
 - ▶ Βασικός στόχος μέγιστου ρυθμού : 1.5 Mbps (λόγω περιορισμού δικτύων και μέσων αποθήκευσης)
 - ▶ Τυπικό πρότυπο εικόνας : CIF (352 x 288), με προοδευτική εναλλαγή
 - ▶ Υποστηριζόμενοι ρυθμοί : 24 ... 30 fps
 - ▶ Κύρια Εφαρμογή: Αποθήκευση εικονοροών για πολυμέσα (π.χ. CD)
- ▶ MPEG-2 Standard (1995)
 - ▶ Επέκταση για πεπλεγμένη εναλλαγή, βελτιστοποιήσεις για τηλεοπτική μετάδοση (NTSC: 704 x 480 εικονοστοιχεία)
 - ▶ Ποιότητα εικόνας : Παρόμοια με NTSC, PAL/SECAM με ρυθμό 4 - 8 Mbps
 - ▶ Υποστηριζόμενα πρωτόκολλα: HDTV με ρυθμό 20 Mbps
- ▶ MPEG-4 (2002-2009)
 - ▶ Κωδικοποίηση με βάση αντικείμενα
 - ▶ Εφαρμογές : Πληθώρα εφαρμογών με επιλογές για αλληλεπίδραση, ανάκαμψη από σφάλματα, επεκτασιμότητα, κάλυψη τρισδιάστατων εικονοροών κ.α.
 - ▶ Υποστήριξη χαμηλών αλλά και υψηλών ρυθμών μετάδοσης

Βασικά χαρακτηριστικά κωδικοποιητών

- ▶ MPEG-H/ H.265 (2013)
 - ▶ Υποστηριζόμενα πρότυπα εικόνας : Όλα όσα υποστηρίζουν οι προηγούμενες γενιές και επιπλέον 4k, 8k
 - ▶ Υποδιπλασιασμός ρυθμού για την ίδια ποιότητα σε σχέση με το H.264
 - ▶ Αντικατάσταση της έννοιας του μακρομπλόκ

H.261

H.261: Βασικά χαρακτηριστικά

- ▶ Υποστηρίζει εκτίμηση και αντιστάθμιση κίνησης
- ▶ Σχεδιάστηκε με γνώμονα την παροχή πολυμεσικού περιεχομένου (π.χ. τηλεδιάσκεψη) επάνω από το πρωτόκολλο ISDN
- ▶ Οι ρυθμοί μετάδοσης που υποστηρίζονται από τον κωδικοποιητή είναι $p \times 64$ kbps, με $p=1..30$.
- ▶ Η μέγιστη καθυστέρηση που εισάγει ο κωδικοποιητής όπως ορίζεται από το πρότυπο πρέπει να είναι μικρότερη από 150ms για αμφίδρομη τηλεδιάσκεψη

Η.261: Υποστηριζόμενες Αναλύσεις Εικονοπλαισίων

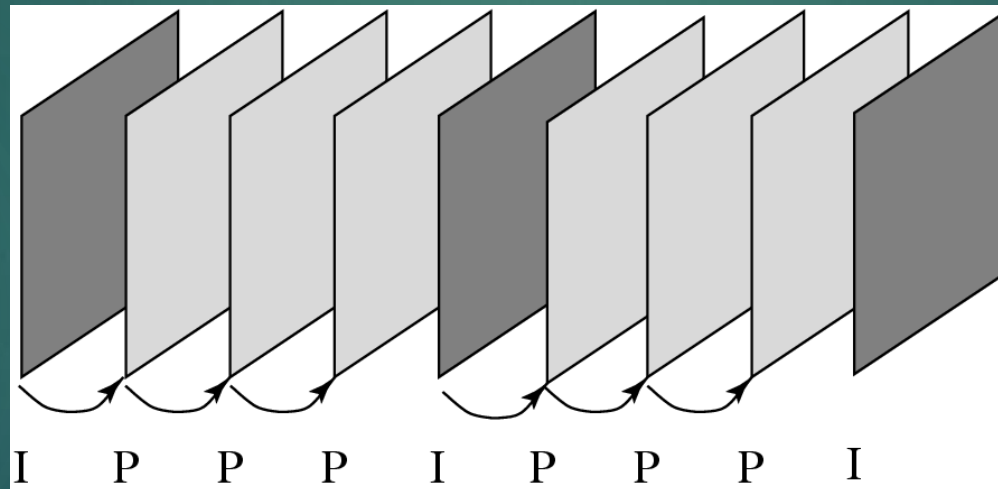
- ▶ Υποστηριζόμενες αναλύσεις εικονοπλαισίων (YCbCr: 4:2:0) για υλοποιήσεις H.261

Τύπος εικονοπλαισίου	Ανάλυση καναλιού Y	Ανάλυση καναλιών Cb,Cr	Ρυθμός ασυμπίεστης εικονοροής@30fps (Mbps)	Υποστήριξη Υλοποιήσεων H.261
QCIF	176x144	88x72	9,1	Υποχρεωτική
CIF	352x288	176x144	36,5	Προαιρετική

H.261: Κωδικοποίηση Εικονοπλαισίων

- ▶ Υποστηριζόμενοι τύποι εικονοπλαισίων
 - ▶ Υποστηρίζονται μόνο εικονοπλαίσια I,P

- ▶ Τυπική ομαδοποίηση εικονοπλαισίων:



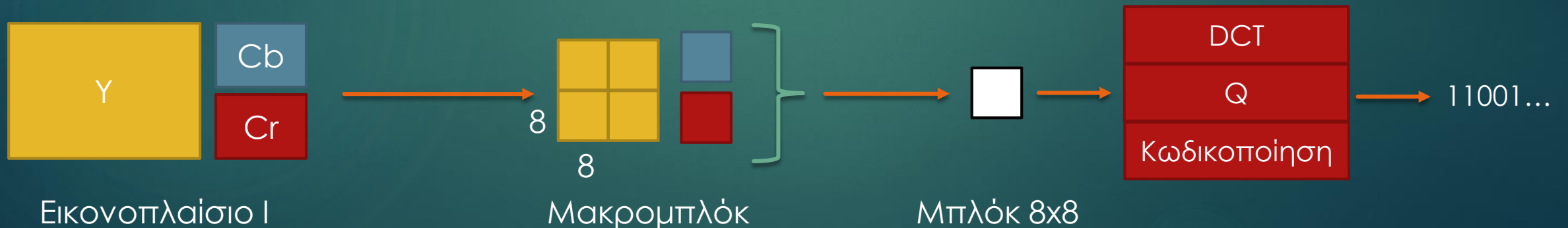
H.261: Κωδικοποίηση I Εικονοπλαισίων

Δ11
Δ12

- ▶ Τα εικονοπλαίσια **I** κωδικοποιούνται αυτόνομα με πρότυπο παρόμοιο με το JPEG
- ▶ Τα εικονοπλαίσια **P** εξαρτώνται είτε από προηγούμενα **I** είτε από προηγούμενα **P** (πρόγνωση προς μία κατεύθυνση μόνο)
- ▶ Στα εικονοπλαίσια **I** πραγματοποιείται αφαίρεση του χωρικού πλεονασμού μέσω του μετασχηματισμού
- ▶ Στα εικονοπλαίσια **P** πραγματοποιείται αφαίρεση και του χρονικού πλεονασμού.
- ▶ Για την αποφυγή διάδοσης σφαλμάτων τοποθετούνται ανα τακτά χρονικά διαστήματα εικονοπλαίσια τύπου **I**.
- ▶ Η απόσταση μεταξύ των εικονοπλαισίων τύπου **I** είναι μεταβλητή και καθορίζεται από τον κωδικοποιητή (Τυπική τιμή: 2 εικονοπλαίσια **I** /δευτερόλεπτο.
- ▶ Για τα διανύσματα κίνησης χρησιμοποιείται ακρίβεια ακέραιων εικονοστοιχείων και η περιοχή για την εκτίμηση κίνησης ορίζεται με παράμετρο $p=15$ εικονοστοιχεία ($[x_0-15, x_0+15], [y_0-15, y_0+15]$)

H.261: Κωδικοποίηση I Εικονοπλαϊσίων

- ▶ Τα εικονοπλαϊσια I κωδικοποιούνται αυτόνομα με πρότυπο παρόμοιο με το JPEG
- ▶ Κάθε Y συνιστώσα χωρίζεται σε 16x16 εικονοστοιχεία
- ▶ Κάθε Cb, Cr συνιστώσα χωρίζεται σε 8x8 εικονοστοιχεία
- ▶ Κάθε μακρομπλόκ αποτελείται από τέσσερα 8x8 μπλόκ Y και ένα μπλόκ 8x8 για κάθε χρωματική συνιστώσα
- ▶ Κάθε μπλόκ 8x8 μετασχηματίζεται με 2D DCT, κβαντίζονται και αναδιατάσσονται οι συντελεστές του και κωδικοποιούνται με κωδικοποιητή εντροπίας

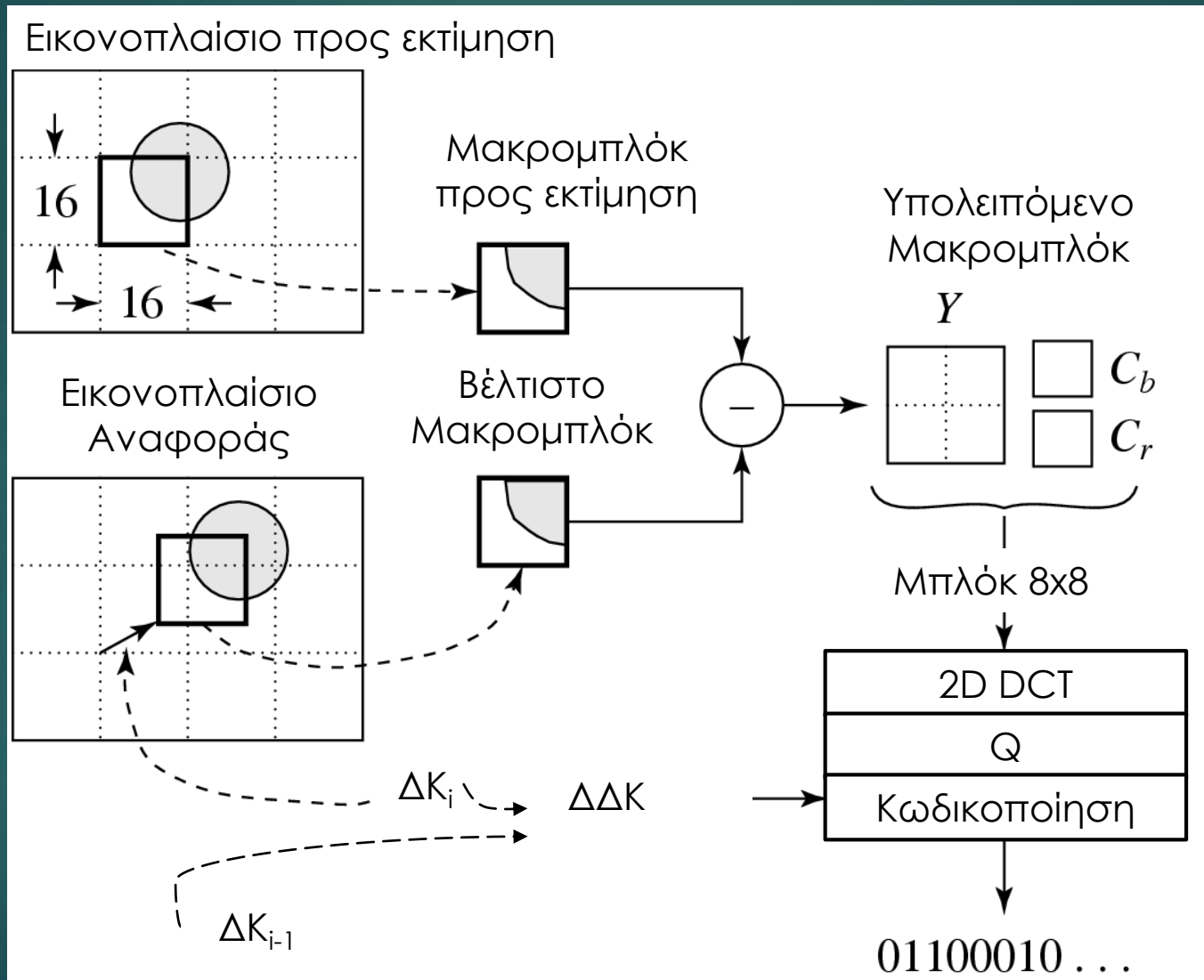


H.261: Κωδικοποίηση Ρ Εικονοπλαισίων

- ▶ Για κάθε μακρομπλόκ στο εικονοπλαίσιο προς εκτίμηση υπολογίζεται με βάση το εικονοπλαίσιο αναφοράς ένα ΔK
- ▶ Μετά την εκτίμηση υπολογίζεται το υπολειπόμενο μακρομπλόκ το οποίο αφού χωριστεί σε μπλόκ μεγέθους 8×8 μετασχηματίζεται με 2D DCT, κβαντίζονται και αναδιατάσσονται οι συντελεστές του και κωδικοποιούνται με κωδικοποιητή εντροπίας
- ▶ Στην περίπτωση που το μακρομπλόκ έχει μεγάλο σφάλμα κωδικοποιείται ως μακρομπλόκ που ανήκει σε εικονοπλαίσιο I
- ▶ Τα ΔK κωδικοποιούνται αφαιρώντας το ΔK ενός μακρομπλόκ από το προηγούμενο ($\Delta\Delta K$):

$$\Delta\Delta K = \Delta K_t - \Delta K_{t-1}$$

H.261: Κωδικοποίηση Ρ Εικονοπλαισίων



H.261: Κβάντιση συντελεστών DCT

- ▶ Δεν χρησιμοποιείται ο πίνακας κβάντισης του JPEG
- ▶ Οι DC συντελεστές των I εικονοπλαισίων κβαντίζονται με βάση τη σχέση

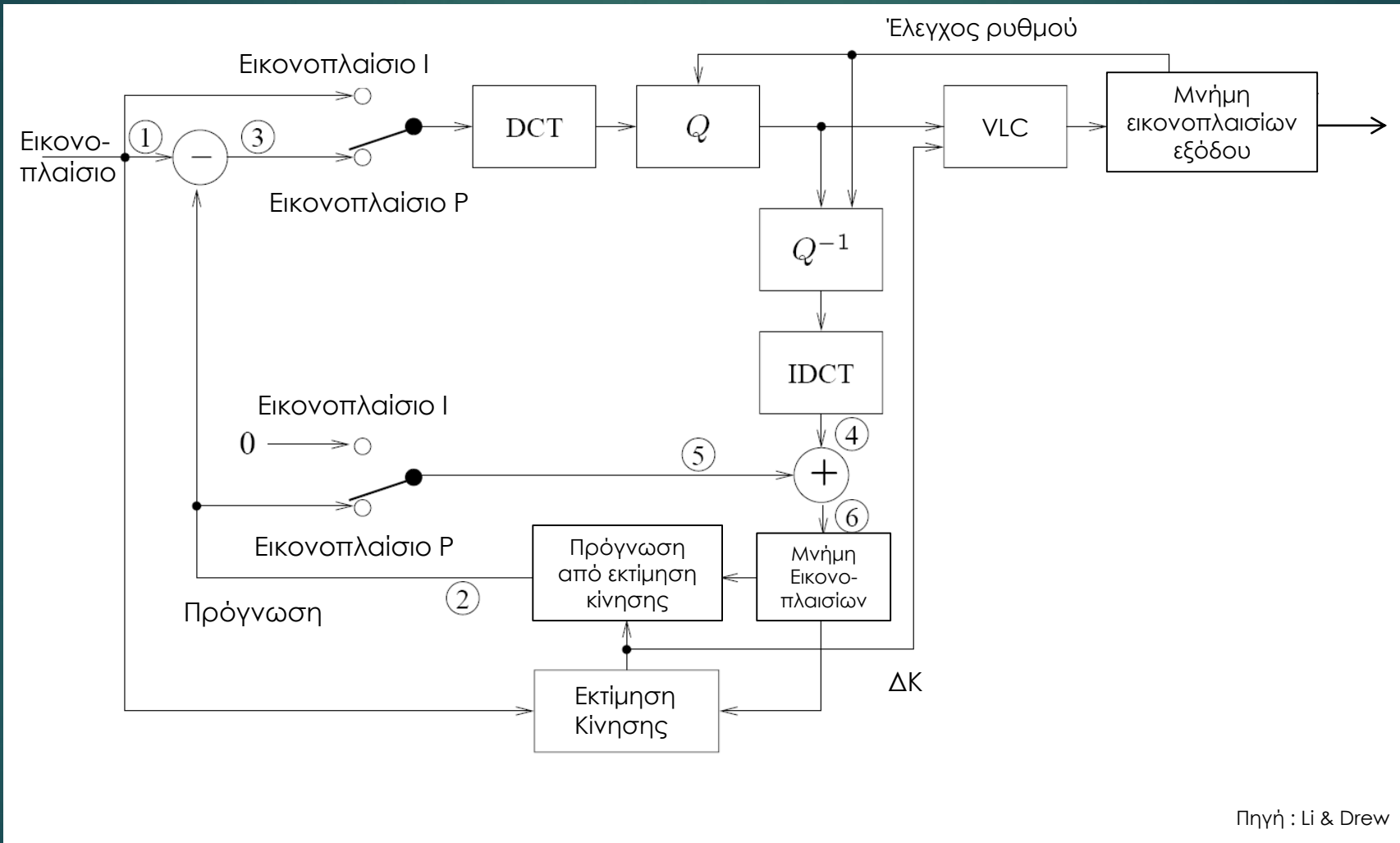
$$DC_q = \text{round} \left(\frac{DC}{8} \right)$$

- ▶ Όλοι οι υπόλοιποι συντελεστές I και P εικονοπλαισίων κβαντίζονται με βάση τη σχέση

$$Coeff_q = \left\lfloor \frac{Coeff}{2 \cdot sc} \right\rfloor, sc \in [1,31]$$

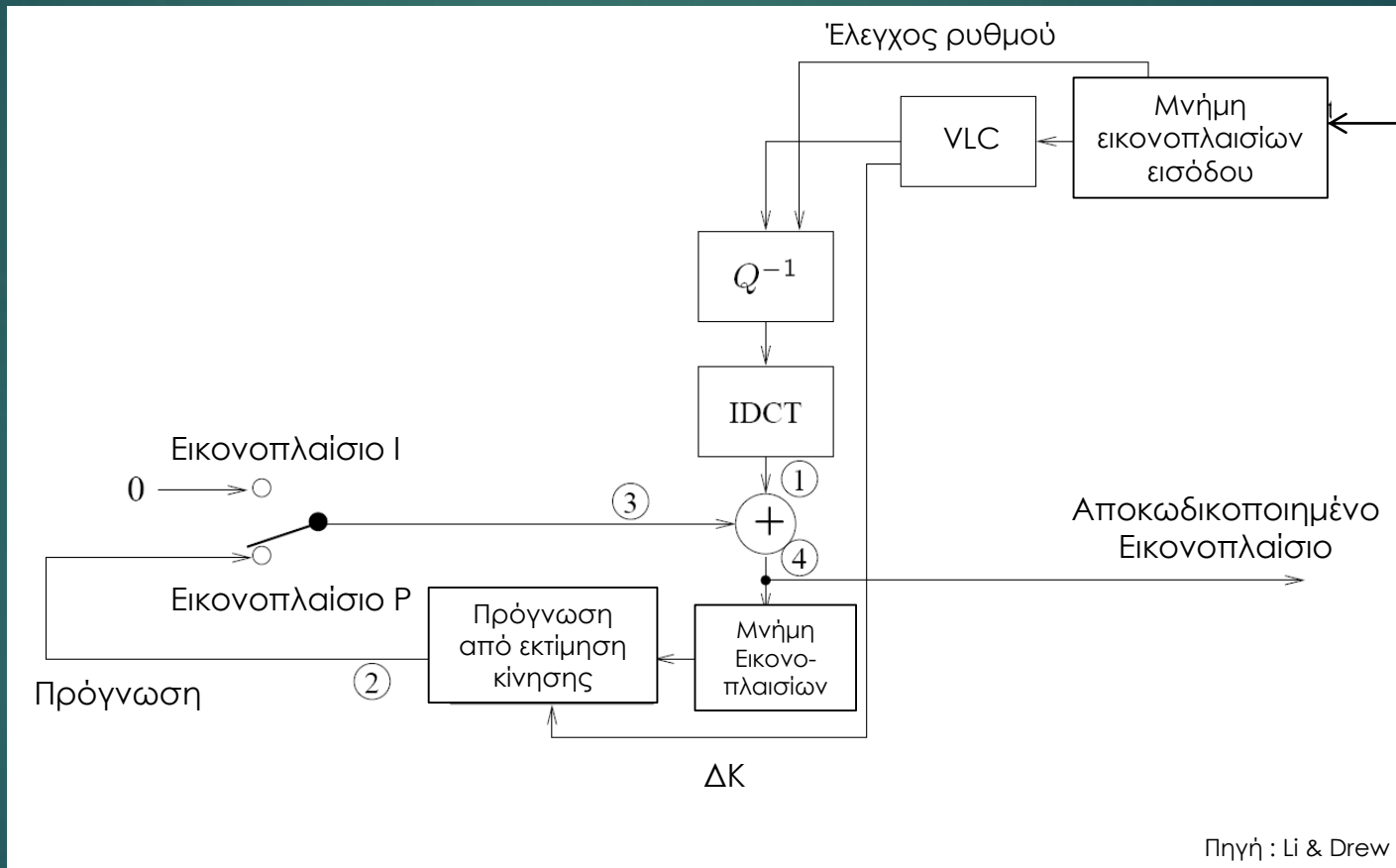
- ▶ Ποια η διαφορά μεταξύ των 2 σχέσεων κβάντισης;

H.261: Κωδικοποιητής



Πηγή : Li & Drew

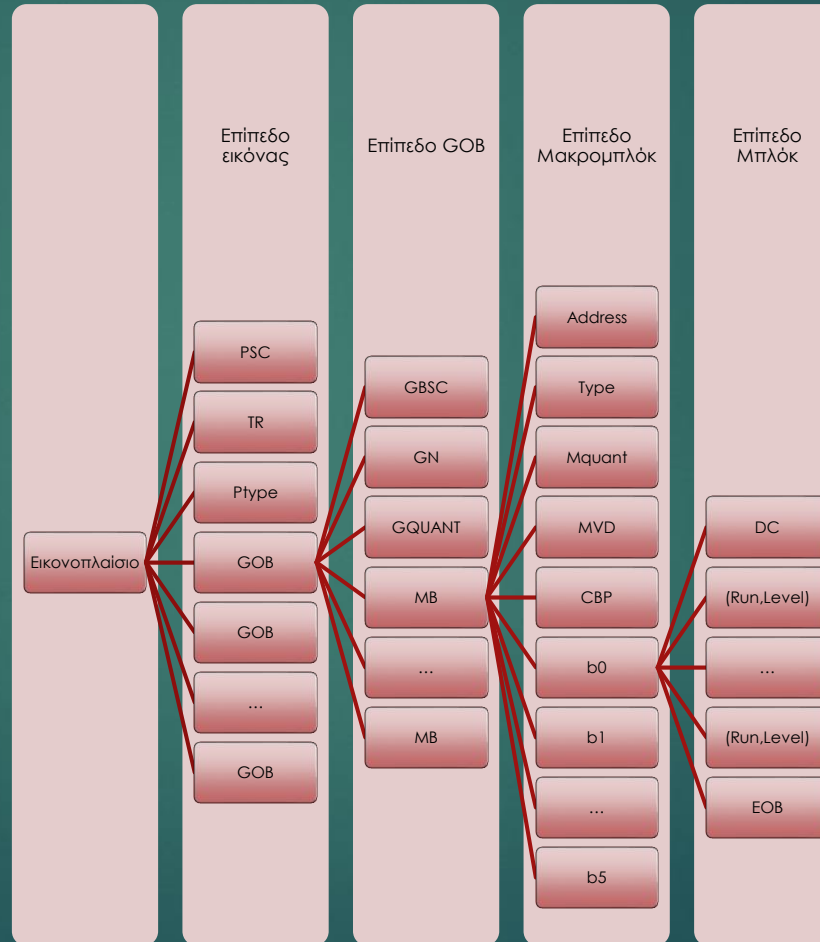
H.261: Αποκωδικοποιητής



H.261: Δομή κωδικοποιημένης εικονοροής

- ▶ Η δομή δεδομένων εξόδου για ένα εικονοπλαίσιο χωρίζεται σε 4 επίπεδα:
 - ▶ Επίπεδο εικόνας
 - ▶ Επίπεδο Ομάδας Μπλόκ (GOB)
 - ▶ Επίπεδο Μακρομπλόκ
 - ▶ Επίπεδο μπλόκ

H.261: Δομή κωδικοποιημένης εικονοροής

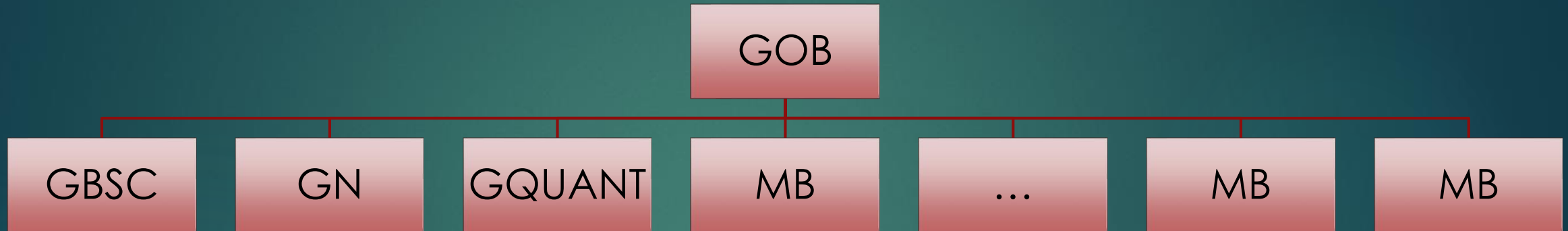


H.261: Επίπεδο εικόνας



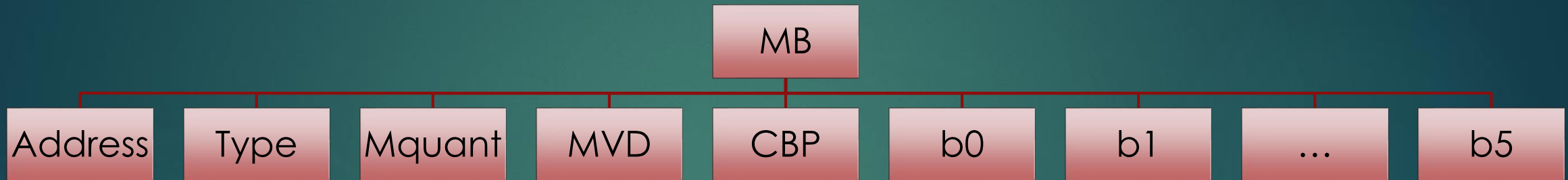
- ▶ **PSC**: Ορίζει την έναρξη μιας εικόνας ώστε να μπορούν να διαχωριστούν διαδοχικές εικόνες
- ▶ **TR**: Δείκτης χρονικού συγχρονισμού ώστε να μπορεί να γίνει χρονικός συγχρονισμός εικόνας με ήχο στην περίπτωση απώλειας εικόνων/μείωση αριθμού εκπεμπόμενων εικονοπλαισίων
- ▶ **Ptype**: Τύπος εικόνας (π.χ. CIF, QCIF)
- ▶ **GOB**: Κάθε εικόνα διαιρείται σε ομάδες από 33 μακρομπλόκ, (π.χ. για το κανάλι Υ CIF: 6x2 GOBs και QCIF 3x1 GOBs)

H.261: Επίπεδο GOB



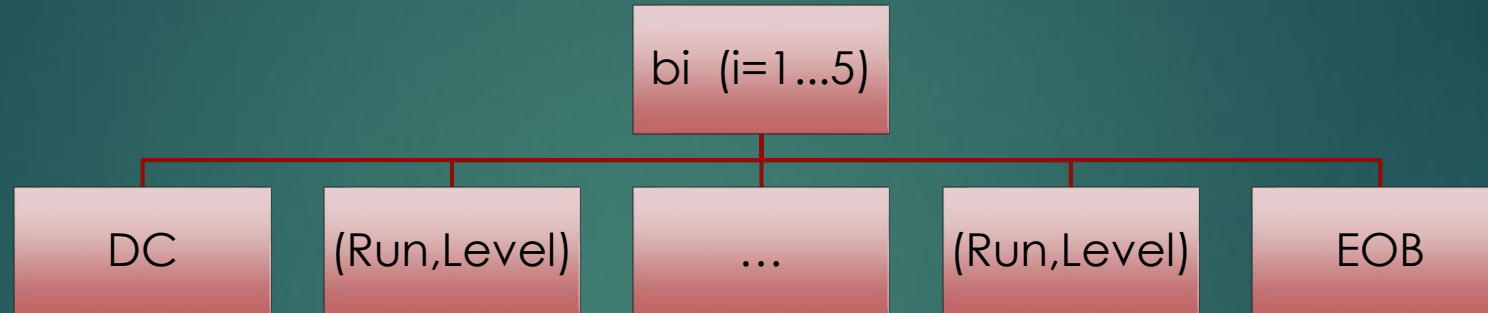
- ▶ **GBSC**: Ορίζει την έναρξη ενός GOB και είναι μοναδικό ώστε να μπορεί να ανακτηθεί η ροή από το πρώτο αναγνωρίσιμο GBSC μετά από σφάλμα
- ▶ **GN**: Δείκτης τοποθεσίας ομάδας εντός της εικόνας
- ▶ **GQUANT**: Ορίζει το κοινό βήμα κβάντισης που θα χρησιμοποιηθεί εφόσον δεν ορίζεται βήμα κβάντισης σε χαμηλότερο επίπεδο
- ▶ **MB**: Τα μακρομπλόκ που περιέχονται σε ένα GOB

H.261: Επίπεδο μακρομπλόκ



- ▶ **Address:** Ορίζει τη θέση του MB εντός του GOB
- ▶ **Type:** τύπος κωδικοποίησης του MB (I,P)
- ▶ **Mquant:** Ορίζει το κοινό βήμα κβάντισης που θα χρησιμοποιηθεί για το παρόν και τα επόμενα MB εφόσον δεν ξαναοριστεί
- ▶ **MVD:** Το ΔΔΚ (διαφορά διανύσματος κίνησης από το προηγούμενο)
- ▶ **CBP:** Δείκτης των μπλόκ (6 μπλόκ) εντός του μακρομπλόκ τα οποία έχουν έστω και ένα συτελεστή που θα μεταδοθεί
- ▶ **b0-b5:** Μπλόκ

H.261: Επίπεδο μπλόκ



- ▶ **DC**: Τιμή της DC συνιστώσας ενός 8x8 μπλόκ
- ▶ **Run**: Πλήθος συνεχόμενων μηδενικών (εύρος τιμών 0...63)
- ▶ **Level**: τιμή μη μηδενικού συντελεστή (τιμές -127...127 εκτός του μηδενός)
- ▶ **EOB**: Ορίζει το τέλος του μπλόκ

H.263

H.263: Βασικά Χαρακτηριστικά

- ▶ Περιέχει βελτιώσεις σε σχέση με το H.261 για τη μετάδοση (αμφίδρομης) εικονοροής σε δίκτυα PSTN
- ▶ Κύριος στόχος είναι η επίτευξη χαμηλών ρυθμών (<64 kbps)
- ▶ Χρησιμοποιεί εκτίμηση κίνησης για τη μείωση του χρονικού πλεονασμού και μετασχηματισμούς για τη μείωση του χωρικού πλεονασμού

Η.263: Υποστηριζόμενες αναλύσεις εικονοπλαισίων

Τύπος εικονοπλαισίου	Ανάλυση καναλιού Υ	Ανάλυση καναλιών Cb,Cr	Ρυθμός ασυμπιεστης εικονοροής@30fps (Mbps)
sub-QCIF	128x96	64x8	4,4
QCIF	176x144	88x72	9,1
CIF	352x288	176x144	36,5
4CIF	704x576	352x288	146
16CIF	1408x1152	704x576	583,9

H.263: Υποστήριξη GOB

- ▶ Υποστηρίζονται ομάδες μακρομπλόκ (GOB) οι οποίες υποχρεωτικά ξεκινούν στην αριστερή πλευρά της εικόνας και τελειώνουν στην δεξιά χωρίς να είναι απαραίτητο να έχουν σταθερό μέγεθος (πλήθος από μακρομπλόκ)
- ▶ Στο QCIF κάθε κανάλι Υ περιέχει 9 GOB και κάθε GOB περιέχει 11x1 Μακρομπλόκ (176x16 εικονοστοιχεία) ενώ το 4CIF περιέχει 18 GOBs όπου το καθένα περιέχει 44x2 Μακρομπλόκ (704x32 pixels).

H.263: Εκτίμηση-Αντιστάθμιση κίνησης

- ▶ Οι οριζόντιες και κάθετες συνιστώσες των διανυσμάτων κίνησης των ΔΚ υπολογίζονται με πρόγνωση από τις ενδιάμεσες τιμές των αντίστοιχων συνιστωσών γειτονικών Μακρομπλόκ
- ▶ Για το μακρομπλόκ με $\Delta K(u,v)$ η πρόγνωση υπολογίζεται από τις σχέσεις

$$u_{\pi} = \text{median}(u_1, u_2, u_3)$$

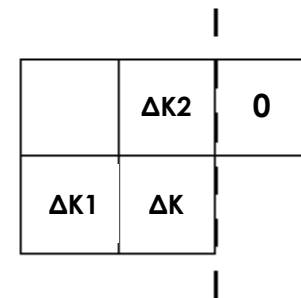
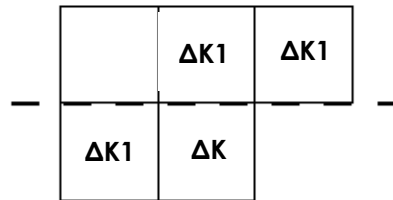
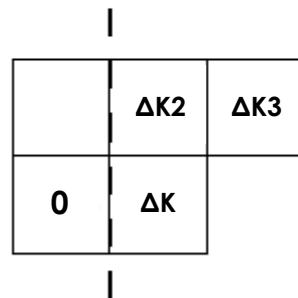
$$v_{\pi} = \text{median}(v_1, v_2, v_3)$$

- ▶ Κωδικοποιείται η διαφορά του $\Delta K(u,v)$ και του $\Delta K(u_{\pi},v_{\pi})$

H.263: Εκτίμηση-Αντιστάθμιση κίνησης



ΔK: ΔK για Μακρομπλόκ προς εκτίμηση
ΔK1: ΔK Προηγούμενου από αριστερά
ΔK2: ΔK Προηγούμενου από πάνω
ΔK3: ΔK Προηγούμενου επάνω και δεξιά



--- Όριο εικόνας

H.263: Εκτίμηση-Αντιστάθμιση κίνησης

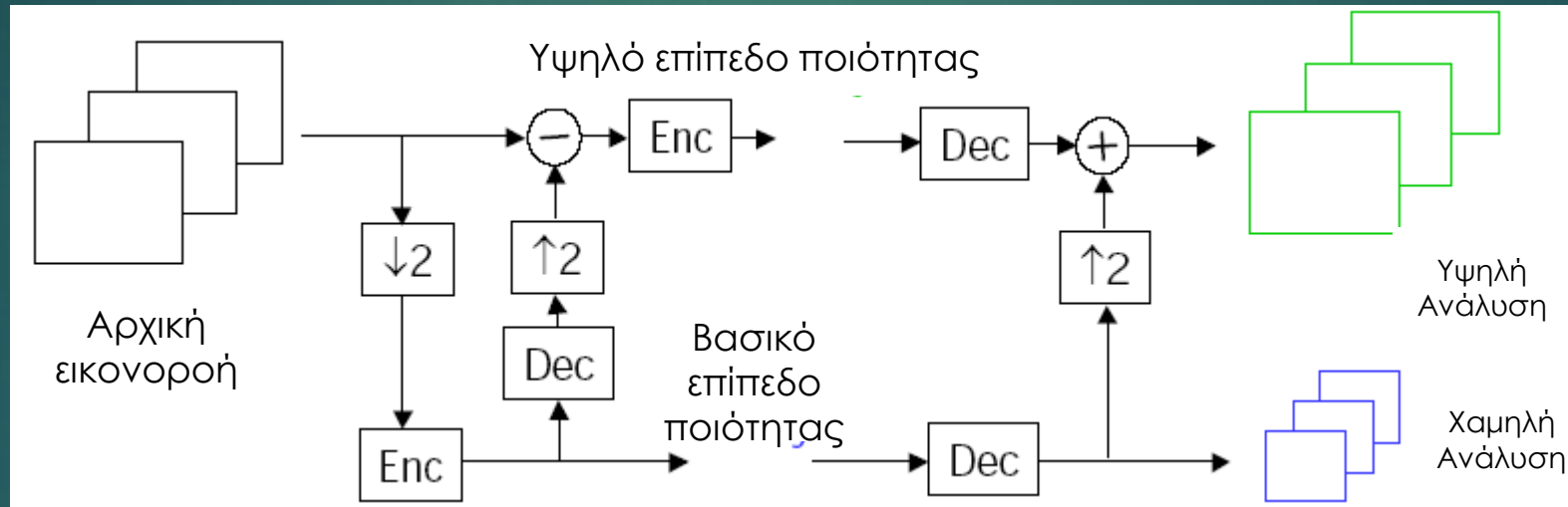
- ▶ Για τη μείωση του σφάλματος πρόγνωσης υποστηρίζεται η χρήση ημιακέραιων τιμών για τις συντεταγμένες των εικονοστοιχείων σε αντίθεση με το H.261
- ▶ Η περιοχή αναζήτησης για τα ΔK είναι η $[-16, 15.5]$.
- ▶ Για την εύρεση των ενδιάμεσων τιμών των εικονοστοιχείων χρησιμοποιείται η μέθοδος της διγραμμικής παρεμβολής

H.263: Επιπλέον χαρακτηριστικά (+,++)

- ▶ Υποστηρίζονται μακρομπλόκ μεγέθους 8x8 εκτός από 16x16
- ▶ Υποστήριξη περιοχών (slices) αντί για GOB
- ▶ Υποστήριξη στρωμάτωσης με βάση την ποιότητα την ανάλυση κ.α.
- ▶ Χρησιμοποιούνται φίλτρα για τη μείωση του φαινομένου μπλόκ

H.263: Στρωμάτωση ανάλυσης

Δ11
Δ12



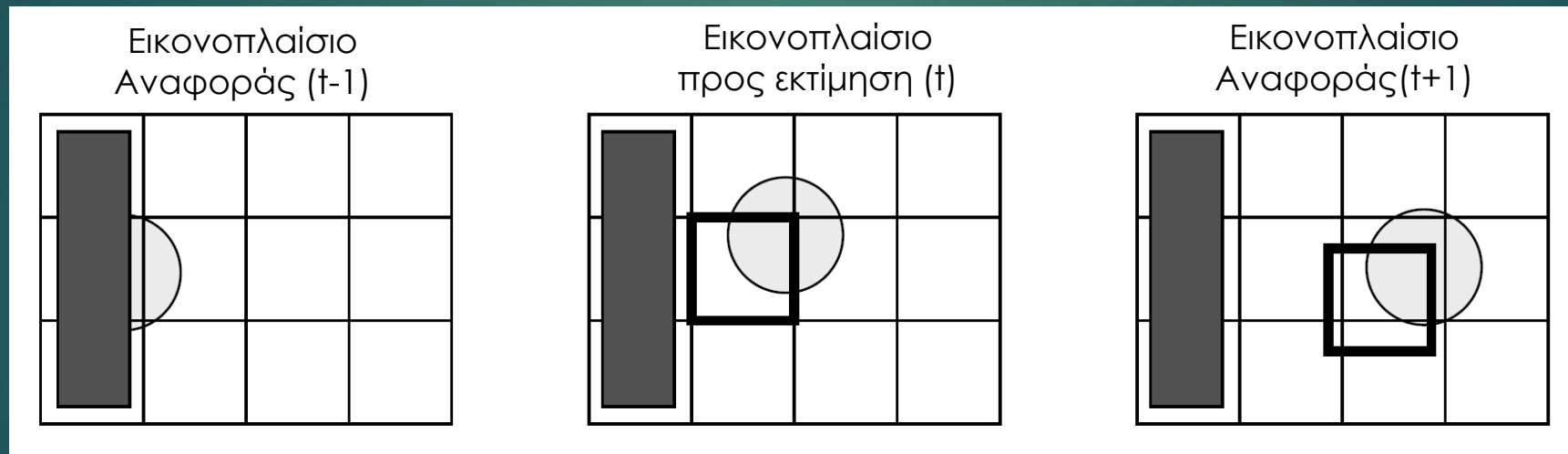
MPEG 1

MPEG-1: Βασικά Χαρακτηριστικά

- ▶ Ορίζεται η δομή του κωδικοποιημένου αρχείου
- ▶ Οι αλγόριθμοι για τους κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές καθορίζονται από τους κατασκευαστές
- ▶ Αναπτύχθηκε για υποστήριξη ρυθμών έως 1.5Mbps (1.2Mbps εικόνα και 256Kbps για ήχο – Ποιότητα: VHS - CD audio)
- ▶ Υποστηρίζει μόνο προοδευτική σάρωση
- ▶ Υποστηρίζει αναλύσεις 352x240 @30fps(NTSC) και 352x288@25 fps (PAL) και άλλες με βάση ορισμένους περιορισμούς
- ▶ Χρησιμοποιεί μετασχηματισμό χρώματος YCbCr 4:2:0

ΜΡΕG-1: Κωδικοποίηση εικονοπλαισίων

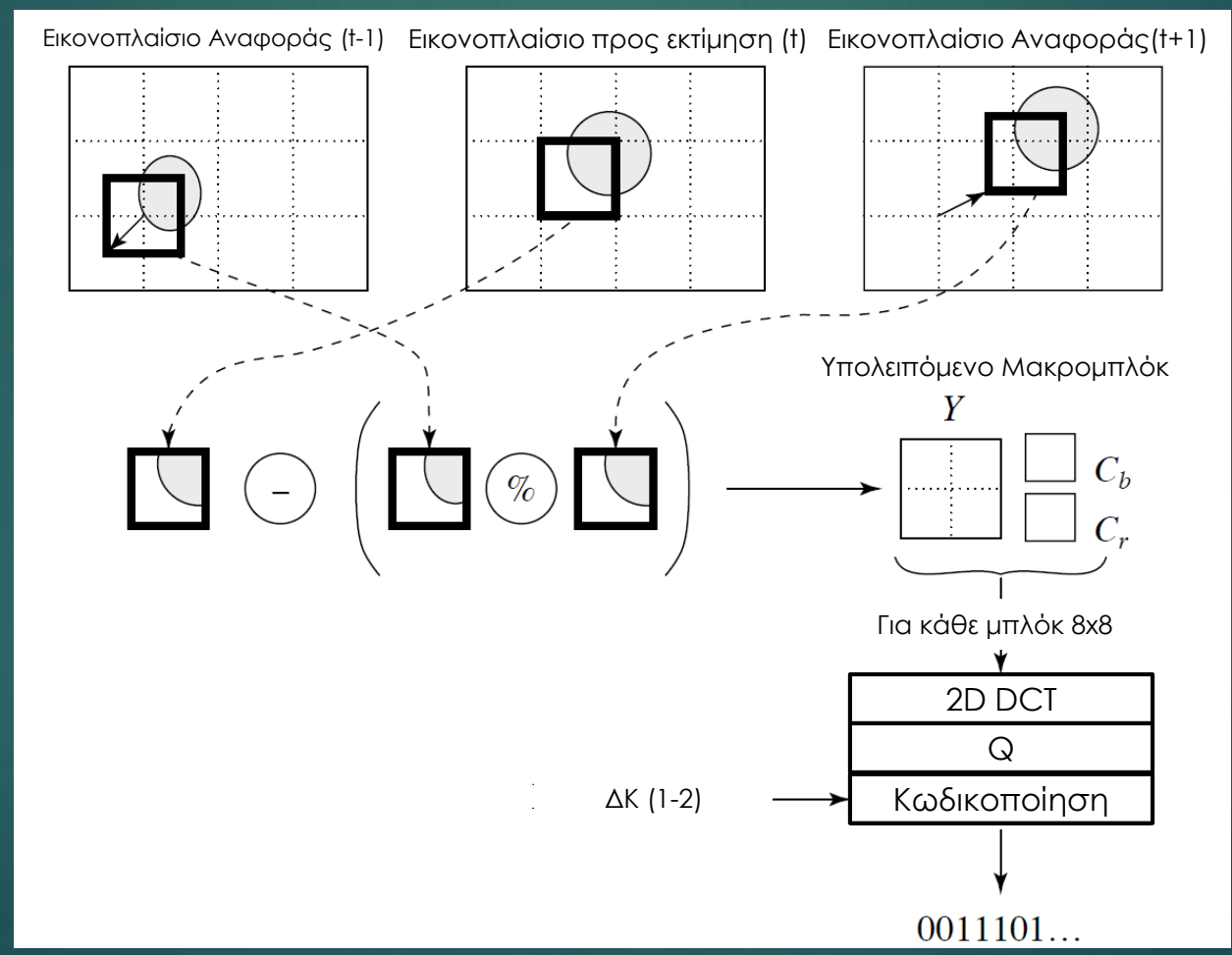
- ▶ Υποστηρίζονται τρεις τύποι εικονοπλαισίων I,P,B
- ▶ Υποστηρίζεται πρόγνωση από προηγούμενα και επόμενα χρονικά εικονοπλαίσια
- ▶ Επιτυγχάνεται σε μεγάλο βαθμό καλύτερη πρόγνωση



ΜΡΕG-1: Κωδικοποίηση εικονοπλαϊσίων

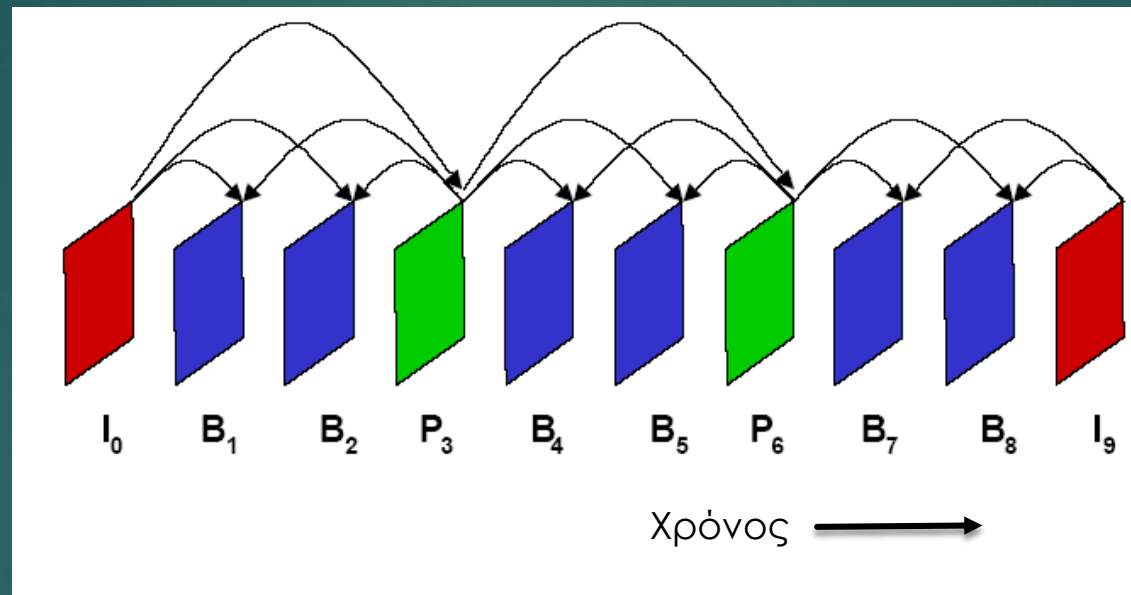
- ▶ Διαδικασία πρόγνωσης δύο κατευθύνσεων για τα εικονοπλαϊσια τύπου B
- ▶ Κάθε Μακρομπλόκ από ένα εικονοπλαϊσιο B μπορεί να έχει **έως** 2 ΔΚ ένα από κάθε κατεύθυνση (προηγούμενο ή επόμενο I/P)
- ▶ Σε περίπτωση επιτυχίας πρόγνωσης και από τις δύο κατευθύνσεις κωδικοποιούνται 2 ΔΚ και υπολογίζεται ο μέσος όρος των δύο εκτιμήσεων ο οποίος συγκρίνεται με το προς εκτίμηση Μακρομπλόκ και υπολογίζεται το υπολειπόμενο Μακρομπλόκ
- ▶ Σε περίπτωση καλής πρόγνωσης από μόνο ένα εικονοπλαϊσιο γίνεται εκτίμηση με βάση αυτό και κωδικοποιείται μόνο το ένα ΔΚ.

MPEG-1: Κωδικοποίηση εικονοπλασίων



MPEG-1: Μετάδοση εικονοπλαισίων

Δ11
Δ12



- ▶ Σειρά κωδικοποίησης-αποκωδικοποίησης

- ▶ $I_0, P_3, B_1, B_2, P_6, B_4, B_5, I_9, B_7, B_8$

- ▶ Σειρά προβολής

- ▶ $I_0, B_1, B_2, P_3, B_4, B_5, P_6, B_7, B_8, I_9$

ΜΡΕG-1: Βαθμοί συμπίεσης

Τύπος	Μέγεθος (kB)	Λόγος συμπίεσης
I	18	7:1
P	6	20:1
B	2.5	50:1
Μέση Τιμή	4.8	27:1

ΜΡΕG-1: Κβάντιση συντελεστών

- ▶ Χρησιμοποιούνται πίνακες κβάντισης
- ▶ Οι πίνακες είναι διαφορετικοί για τα I μακρομπλόκ από ότι για τα υπολειπόμενα μακρομπλόκ

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

Πίνακας Μακρομπλόκ I (Q1)

16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16

Πίνακας υπολειπόμενου
Μακρομπλόκ (Q2)

ΜΡΕG-1: Κβάντιση συντελεστών

- ▶ Οι συντελεστές των I εικονοπλαισίων κβαντίζονται με βάση τη σχέση

$$Coeff_q(i, j) = \text{round} \left(\frac{8 \cdot Coeff(i, j)}{sc \cdot Q1(i, j)} \right), sc \in [1, 31]$$

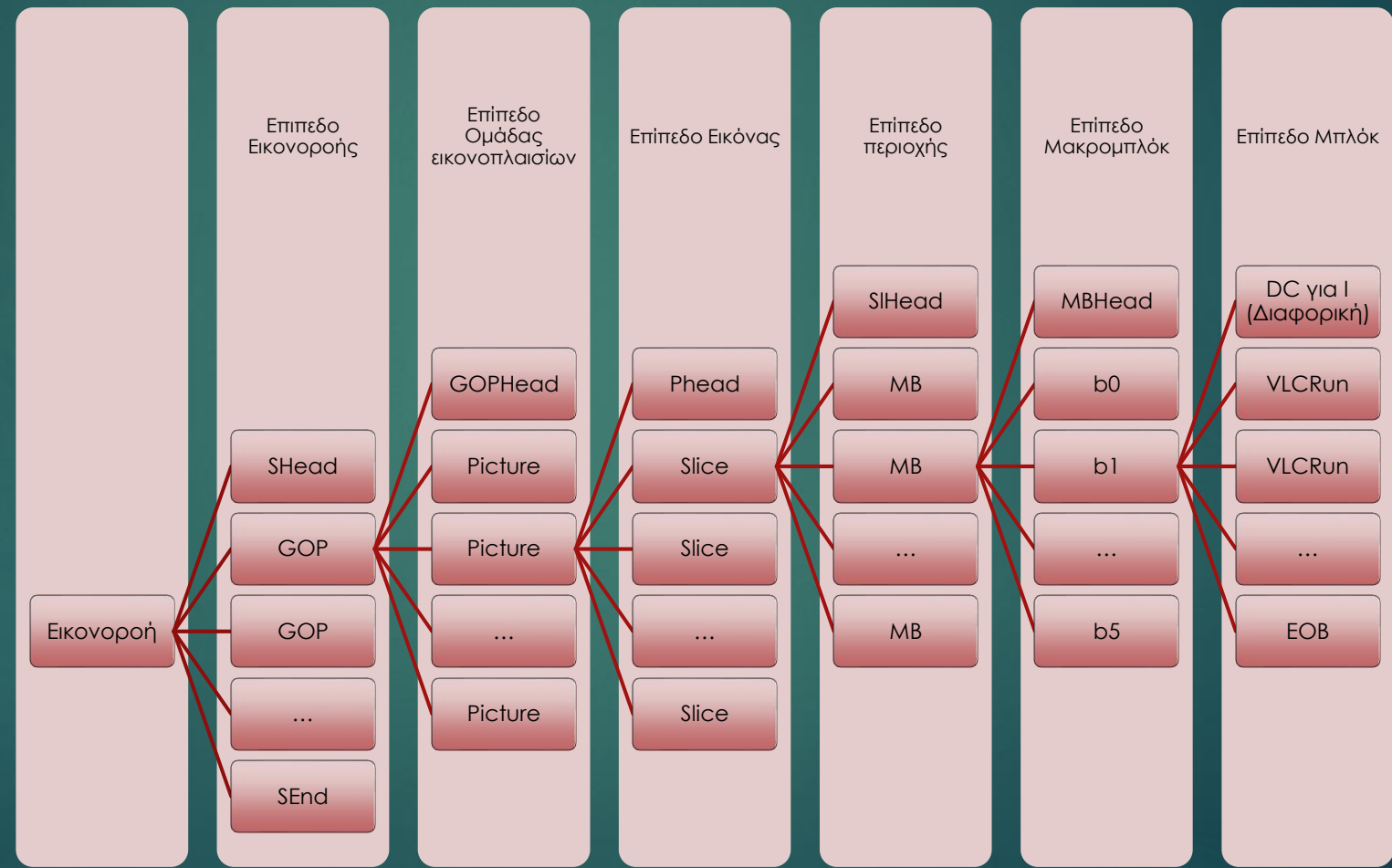
- ▶ Οι συντελεστές των υπολειπόμενων εικονοπλαισίων κβαντίζονται με βάση τη σχέση

$$Coeff_q(i, j) = \left\lfloor \frac{8 \cdot Coeff(i, j)}{sc \cdot Q2(i, j)} \right\rfloor, sc \in [1, 31]$$

MPEG-1: Εκτίμηση – Αντιστάθμιση Κίνησης

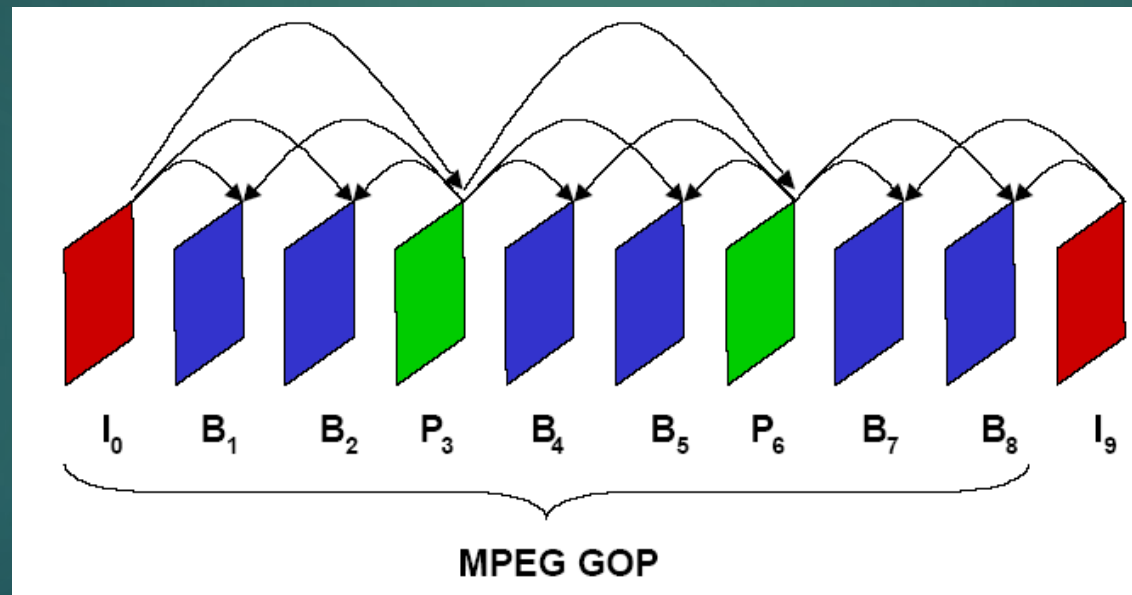
- ▶ Υποστηρίζονται ημιακέραια εικονοστοιχεία (1/2) με τεχνική διγραμμικής παρεμβολής
- ▶ Υποστηρίζονται περιοχές αναζήτησης $[-512, 511.5]$ για ημιακέραια και $[-1024, 1023]$

MPEG-1: Δομή κωδικοποιημένης εικονοροής



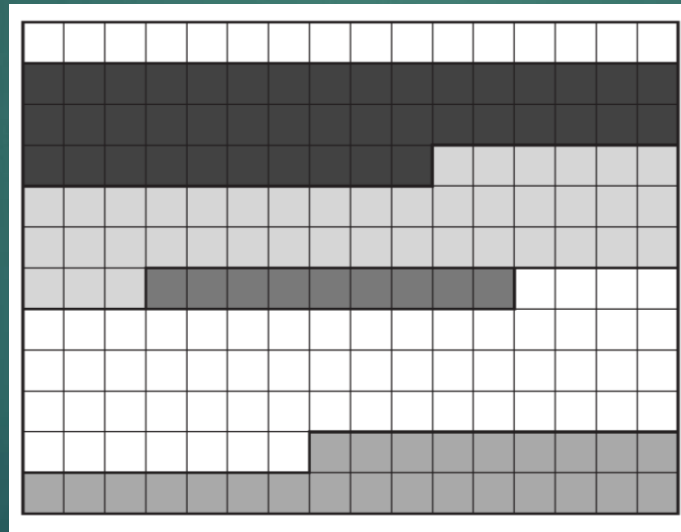
MPEG-1: Ομάδες εικονοπλαισίων

- ▶ Μια ομάδα περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα εικονοπλάισια
- ▶ Επιτρέπει την τυχαία προσπέλαση στην εικονοροή



MPEG-1: Περιοχές (Slices)

- ▶ Αντικατάσταση των GOB από περιοχές
- ▶ Μπορούν να ξεκινούν και να τελειώνουν οπουδήποτε εντός του εικονοπλαισίου
- ▶ Μπορούν να έχουν μεταβλητό αριθμό από μακρομπλόκ
- ▶ Κωδικοποιούνται αυτόνομα
- ▶ Αποτελούν σημεία για την ανάκτηση της εικονοροής από σφάλματα



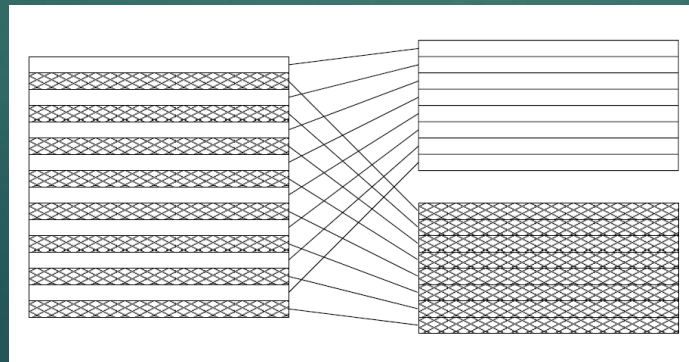
ΜΡΕG-1: Βαθμοί συμπίεσης

Τύπος	Μέγεθος (kB)	Λόγος συμπίεσης
I	18	7:1
P	6	20:1
B	2.5	50:1
Μέση Τιμή	4.8	27:1

MPEG-2

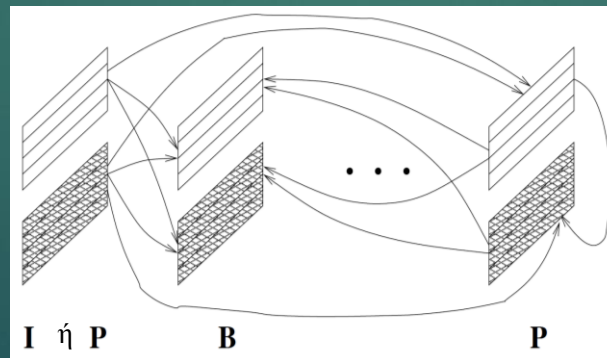
MPEG-2: Βασικά Χαρακτηριστικά

- ▶ Υποστηρίζει ρυθμούς μεγαλύτερους από 4 Mbps
- ▶ Ορίζει 7 διαφορετικά προφίλ για χρήση σε διαφορετικές εφαρμογές
- ▶ Υποστηρίζει αναλύσεις έως 1920x 1152 @ 60fps
- ▶ Υποστηρίζει πεπλεγμένη σάρωση
 - ▶ Οι γραμμές σάρωσης μπορούν να πολυπλεχθούν σε ένα ή να παραμείνουν σε δύο εικονοπλαίσια



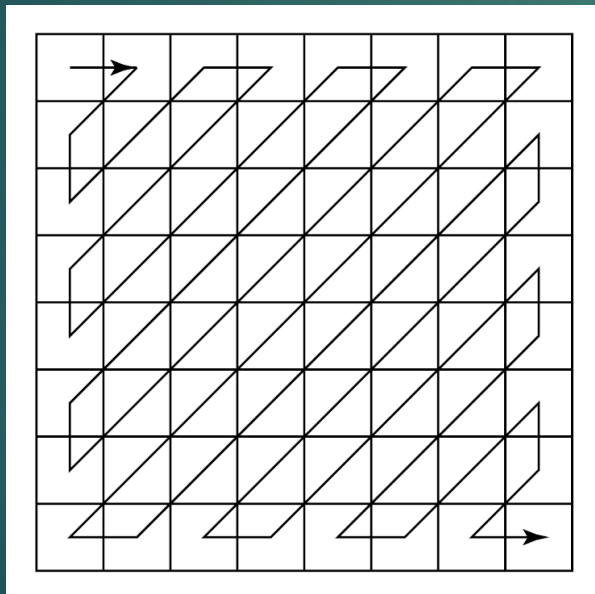
MPEG-2: Εκτίμηση αντιστάθμιση κίνησης

- ▶ Υποστηρίζονται περισσότεροι τύποι πρόγνωσης
 - ▶ MPEG-1 για πεπλεγμένα εικονοπλαίσια
 - ▶ Μεταξύ πεδίων για μη πεπλεγμένα εικονοπλαίσια
 - ▶ Συνδυασμοί των προηγούμενων
 - ▶ ...
- ▶ Παράδειγμα (πεπλεγμένα εικονοπλαίσια)

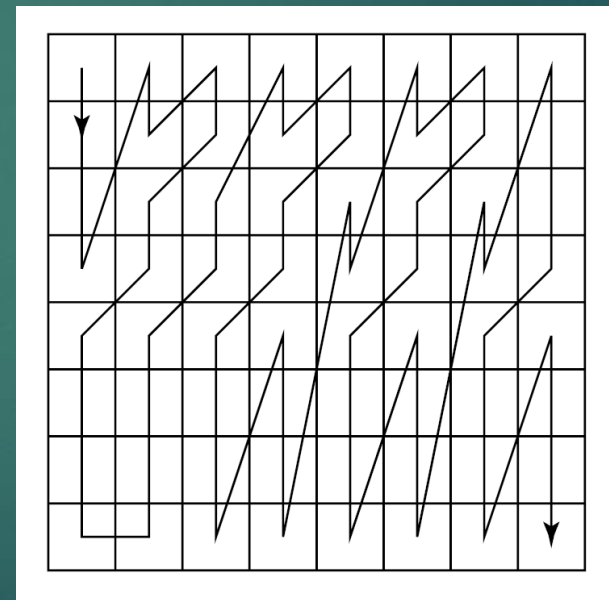


MPEG-2: Κβάντιση

- ▶ Χρησιμοποιούνται οι ίδιοι πίνακες με το MPEG-1
- ▶ Αλλάζει ο τρόπος σάρωσης των συντελεστών στην περίπτωση των πεπλεγμένων πεδίων οπότε αντικαθίσταται το zig-zag



zig-zag



Πεπλεγμένα πεδία

MPEG-2: Επιπλέον χαρακτηριστικά

- ▶ Υποστηρίζει στρωμάτωση διαφόρων τύπων
- ▶ Υποστηρίζει επιλογή μόνο ορισμένων συντελεστών στις χαμηλές συχνότητες για τη μετάδοση μέσα από ενθόρυβα κανάλια
- ▶ Υποστηρίζει YCbCr στις μορφές 4:2:2 και 4:4:4
- ▶ Υπάρχει περιορισμός του ορισμού των περιοχών εντός της ίδιας γραμμής από μακρομπλόκ