

Συστήματα και Αλγόριθμοι Πολυμέσων

Ιωάννης Χαρ. Κατσαβουνίδης

Ομιλία #7: Διεθνή στάνταρντ
συμπίεσης ψηφιακού βίντεο
MPEG1/2

14 Νοεμβρίου 2005

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Μηχ. Η/Υ, Τηλεπ. & Δικτύων

Επανάληψη

- Βασικές τεχνικές (αρχές) επεξεργασίας πολυμέσων
- Πειραματική μέτρηση απόδοσης και βελτιστοποίηση λογισμικού
 - Συμπίεση και αποσυμπίεση βίντεο είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες διεργασίες
 - Αποσυμπίεση βίντεο MPEG2: $8*B + 66*W*H*f$ cycles/sec
 - DVD (720x480x30x8.0): 748M cycles/sec

Επανάληψη - Βελτιστοποίηση λογισμικού (2)

- Τεχνικές βελτιστοποίησης
 - Αλγοριθμικά, π.χ. η χρήση FDCT αντί για τον ορισμό του (πολλαπλασιασμός πίνακα με διάνυσμα)
 - Μείωση στο ελάχιστο δυνατό της χρήσης μνήμης και μεγιστοποίηση της επανα-χρησιμοποίησης ενδιάμεσων αποτελεσμάτων σε καταχωρητές
 - Χρήση εξειδικευμένων εντολών, όπως η οικογένεια των εντολών Μονή-Εντολή-Σε-Πολλαπλά-Δεδομένα (SIMD – MMX/SSE/SSE2)
 - Χρήση επιπρόσθετου υλικού, όπως η κάρτα γραφικών, για την επιτάχυνση ορισμένων κομματιών του αλγόριθμου

Επανάληψη - Βελτιστοποίηση λογισμικού (3)

- Συλλογή στοιχείων: “profiling”
 - Windows-Linux/Intel (PC): VTune
 - Εξουθενωτικά (Call graph)
 - Δειγματοληπτικά (Sampling)
 - Με τη βοήθεια του ρολογιού του συστήματος
 - Με τη βοήθεια εσωτερικών καταχωρητών/μετρητών του μικρο-επεξεργαστή
- Βελτιστοποίηση επιτυγχάνεται μέσω
 - Μείωσης του αριθμού κύκλων
 - Μείωσης του αριθμού εκτελέσιμων εντολών
 - Ελαχιστοποίησης των προσβάσεων μνήμης (RAM)

Άσκηση #7

- Να μεταφέρετε το πρόγραμμα αναφοράς αποκωδικοποίησης βίντεο MPEG2 (“MPEG2DEC”) σε περιβάλλον Windows/.NET 2003
- Να μετατρέψετε την έξοδο του προγράμματος κατά τρόπο που να δημιουργεί ένα ενιαίο αρχείο εξόδου .YUV
- Να επιτρέψετε την εκτέλεση του προγράμματος τόσο με δημιουργία αρχείου εξόδου (π.χ. Με τη χορήγηση των παραμέτρων “-b Dantes_2_00M_cut.m2v -f -g -o0 Dantes_2_00M_cut.yuv”), όσο και χωρίς τη δημιουργία αρχείου εξόδου
- Να αναφέρετε το συνολικό αριθμό καρέ που αποκωδικοποιήθηκαν, το χρόνο εκτέλεσης και την ταχύτητα αποκωδικοποίησης (frames per sec, fps)

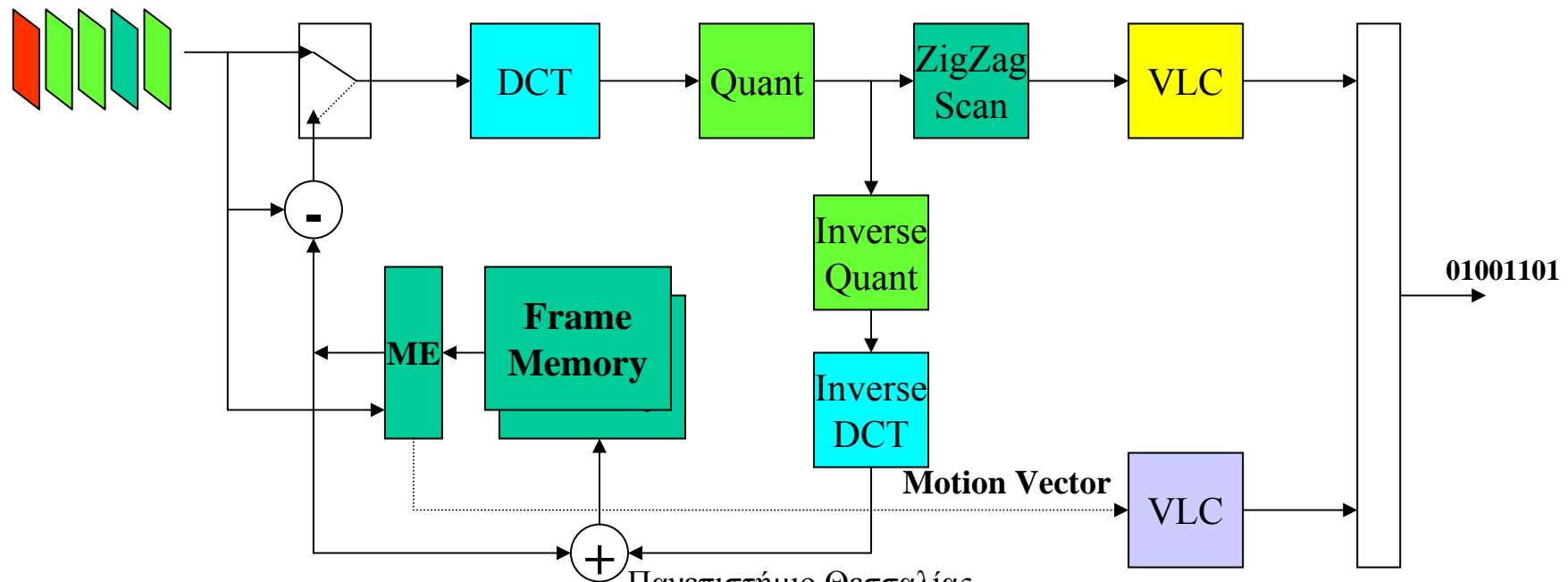
Άσκηση #7 (συνέχεια)

- Να δοκιμάσετε τις διάφορες επιλογές βελτιστοποίησης κατά τη διαδικασία μεταγλωττισμού που σας δίνει το περιβάλλον .NET 2003
- Να αντικαταστήσετε το μεταγλωττιστή Microsoft VC7 με τον μεταγλωττιστή Intel Compiler 9.0 (IC9) και να δοκιμάσετε τις διάφορες επιλογές βελτιστοποίησης
- Να αναφέρετε την μεγαλύτερη ταχύτητα εκτέλεσης που επιτυγχάνετε από το VC7 και το (IC9)
- Να συλλέξετε δεδομένα με το πρόγραμμα VTune για αυτή την εφαρμογή

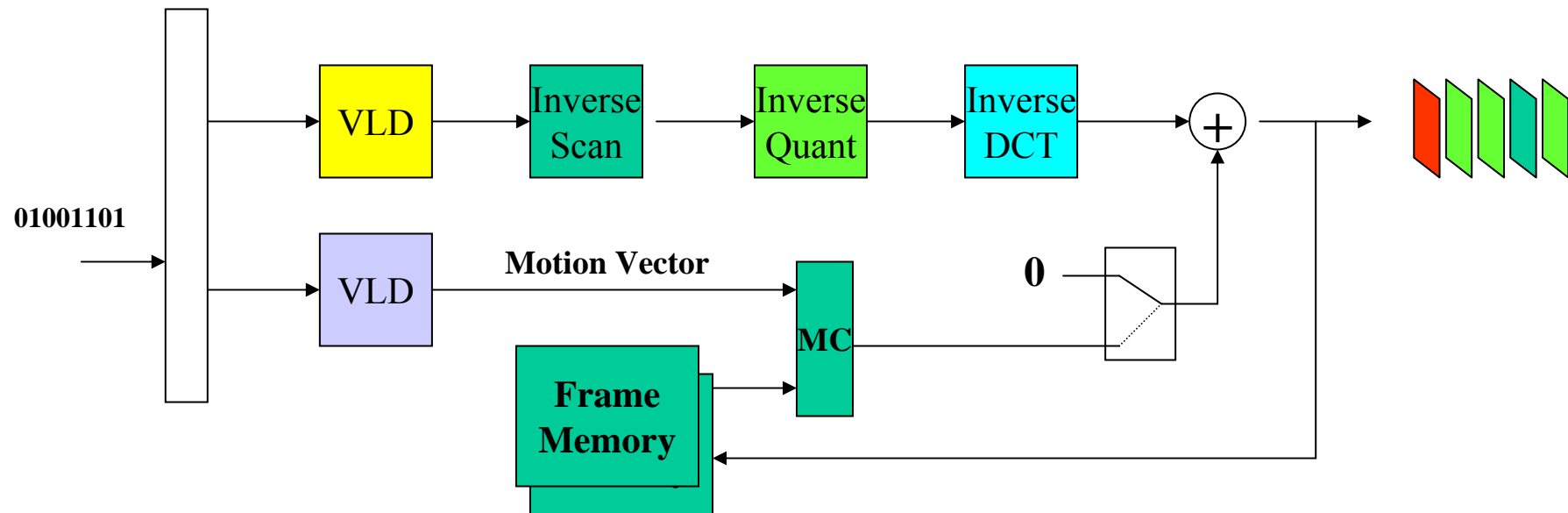
Δομή του μαθήματος

- Εισαγωγή στο MPEG
 - Βασικές έννοιες/δομή συστήματος
 - Σύνταξη και σημασία όρων του στάνταρ
- Μελέτη και υλοποίηση διαφόρων κομματιών του MPEG1 & 2
 - Εκτίμηση και διόρθωση κίνησης, παρεμβολή διανυσμάτων κίνησης
 - Μετασχηματισμός DCT
 - Κωδικοποίηση μεταβλητού μήκους

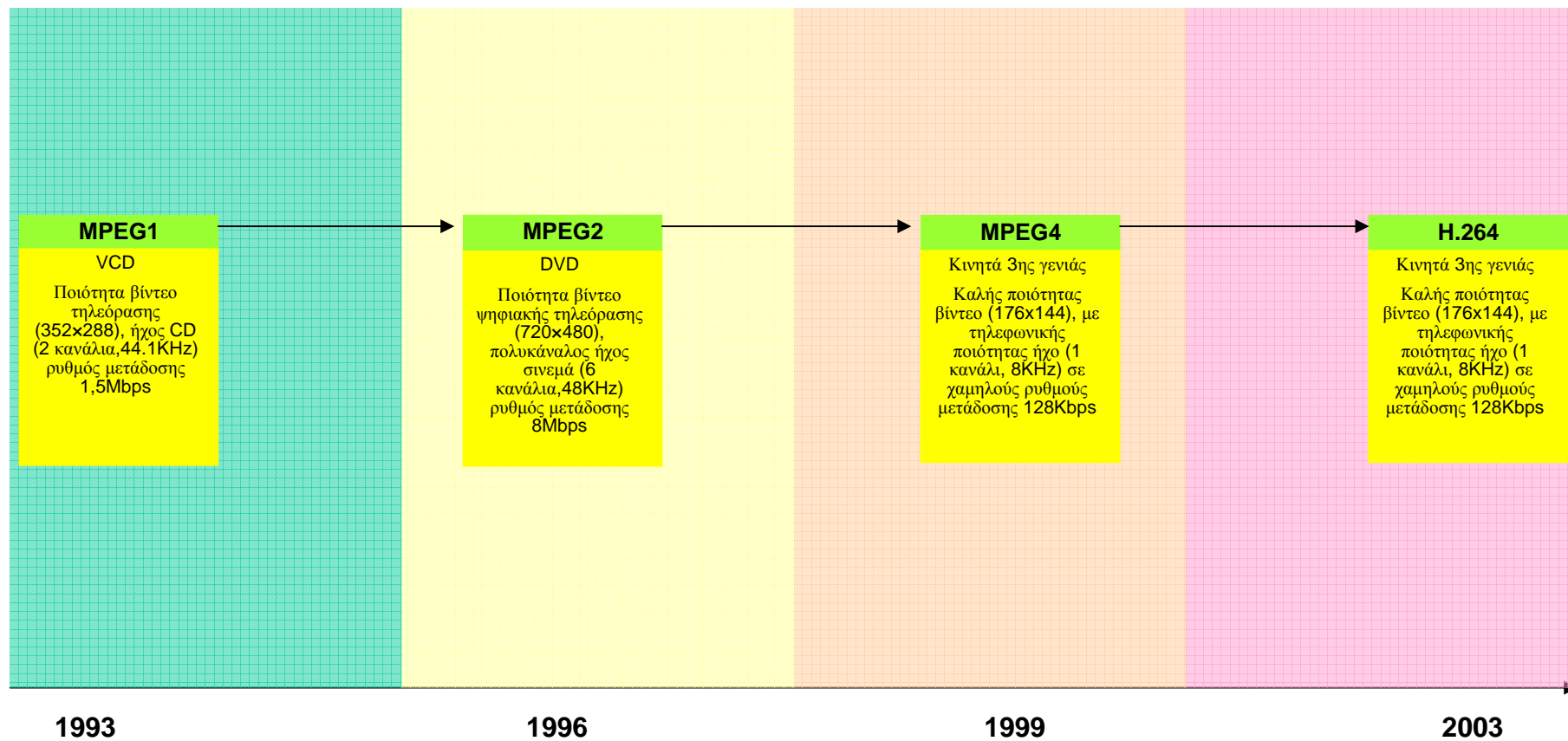
Encoder Structure



Decoder Structure



Χρονοδιάγραμμα MPEG



Historical overview of MPEG1

- MPEG1: ISO/IEC 11172
 - International standard since 1993
 - 5 parts: Systems (with 2 Corrigenda), Video (with 2 Corrigenda), Audio (with 1 Corrigendum), Conformance Testing and Software simulation
 - Targets medium bitrate (~1Mbps, up to 1.5Mbps) progressive video with high quality audio (stereo); video is approximately 352 x 288 resolution, 24-30Hz frame rate; audio at 32kHz, 44.1kHz or 48kHz sampling frequency
 - Applications: digital storage media with CBR of up to 1.5Mbps (Video CD, DAT, computer storage)

Historical overview of MPEG2

- MPEG2: ISO/IEC 13818
 - International standard since 1996
 - Systems: ITU-T H.222.0, Video: ITU-T H.262 (1995)
 - 9 parts: Systems (with 4 Amendments & 1 Corrigendum), Video (with 4 Amendments), Audio, Conformance Testing (with 1 Amendment & 1 Corrigendum), Software simulation (with 1 Amendment), Extensions for DSM and CC, AAC, Extension for real time interface for system decoders, Conformance testing for DSM and CC

Historical overview of MPEG2- cont'd

- Targets high bitrate (~5Mbps, up to 15Mbps) progressive & interlaced video with high quality audio (multi-channel); video is SD (720x480) or HD (1920x1080); audio at various sampling frequencies
- Applications: digital storage media VBR (DVD), digital TV broadcasting (DVB, DTV)

Technology overview of MPEG1/2

- Basic unit of processing is a **picture**
- Each picture is coded as **I** (intra), **P** (predictive), **B** (bi-directionally predictive) or **D** (MPEG1 only)
- Each picture consists of an array of **pixels**; for each pixel, we associate one integer value (usually 8-bit) called **luminance** and for each 2x2 block of pixels we associate two **chrominance** values, called Cb/Cr or U/V – also called YUV 4:2:0 format. YUV 4:2:2 and 4:4:4 are also supported (MPEG2 only).

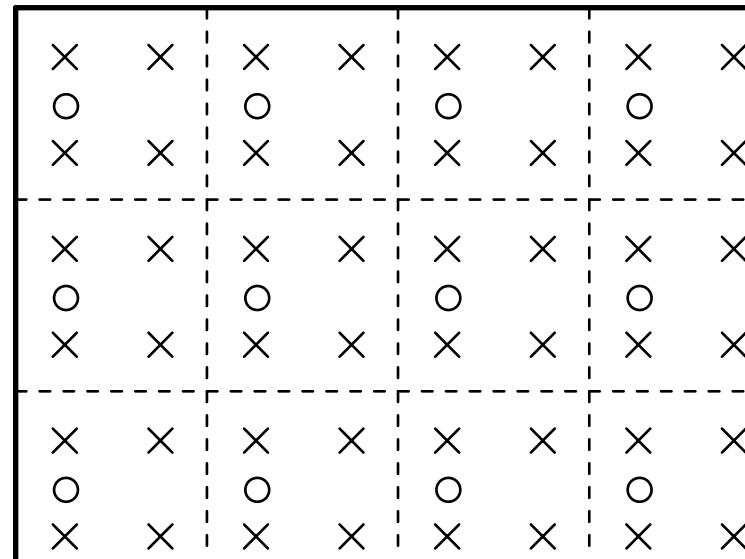
Technology overview of MPEG1/2 – cont'd

- Each picture is subdivided in **Macroblocks** (MB), each macroblock contains 16x16 (luminance) pixels.
- Each macroblock is subdivided in 8x8 **blocks**; for YUV 4:2:0 pictures, there are 6 such blocks – 4 luminance (Y) and 2 luminance (1 Cb, 1 Cr)

Technology overview of MPEG1/2 – cont'd

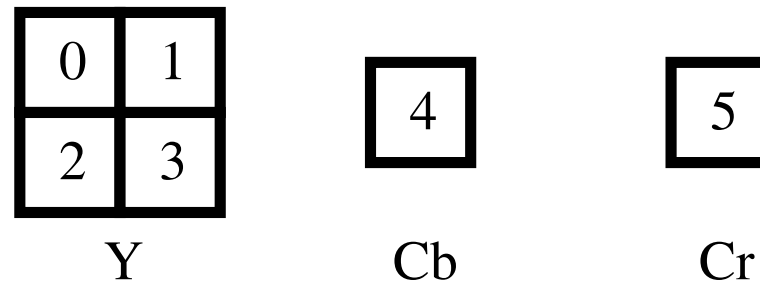
- Key MPEG ingredients:
 - **Motion vectors**, allows for (temporally) differential coding of pixel values
 - Discrete Cosine Transform (**DCT**) allows for energy compaction of residuals after motion compensation
 - **Quantization** of DCT coefficients of residuals
 - Entropy coding of quantized DCT coefficients through Variable Length Coding (**VLC**)

MPEG1/2 – YUV 4:2:0 format



- × Represent luminance samples
- Represent chrominance samples

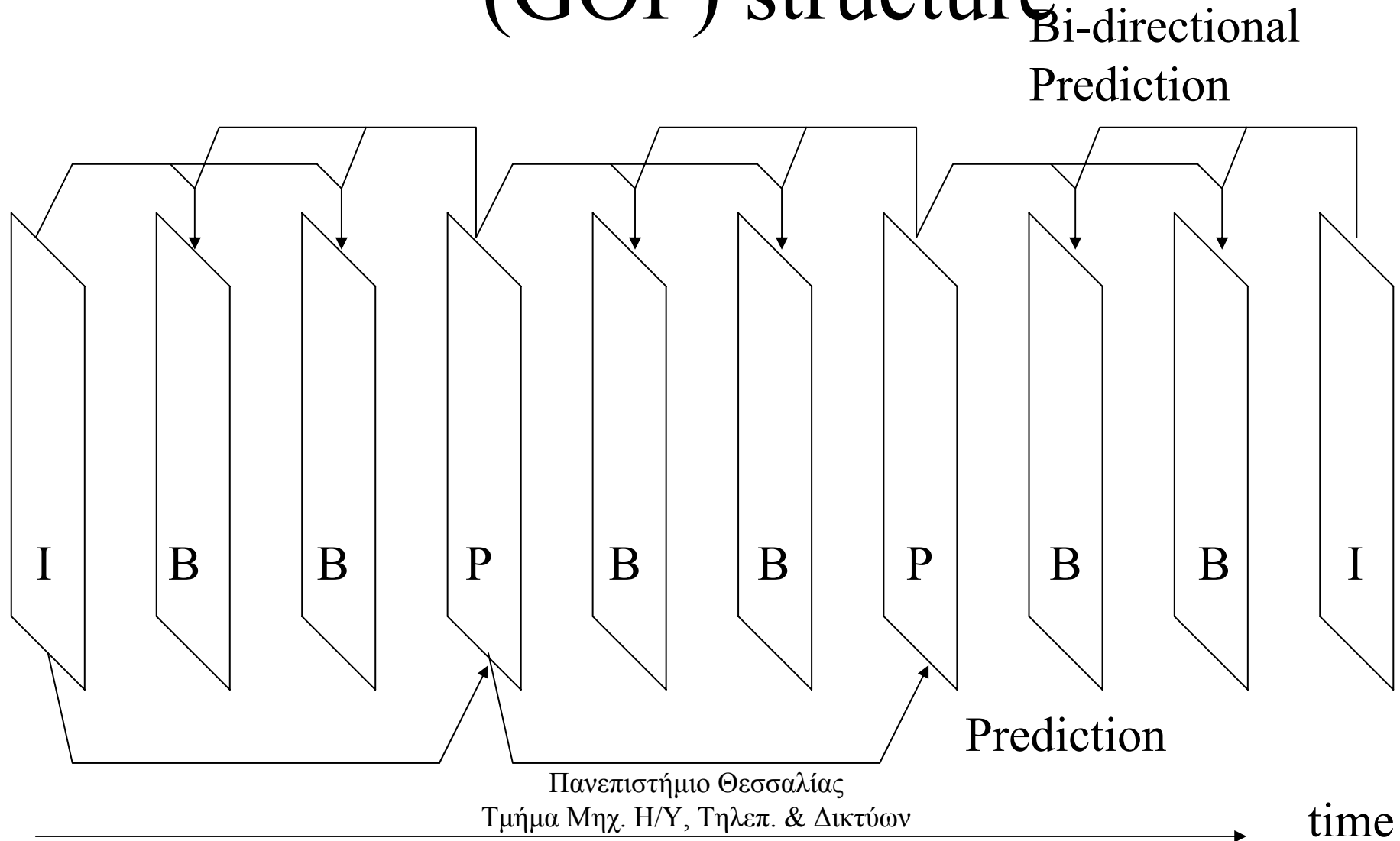
YUV4:2:0 Macroblock structure



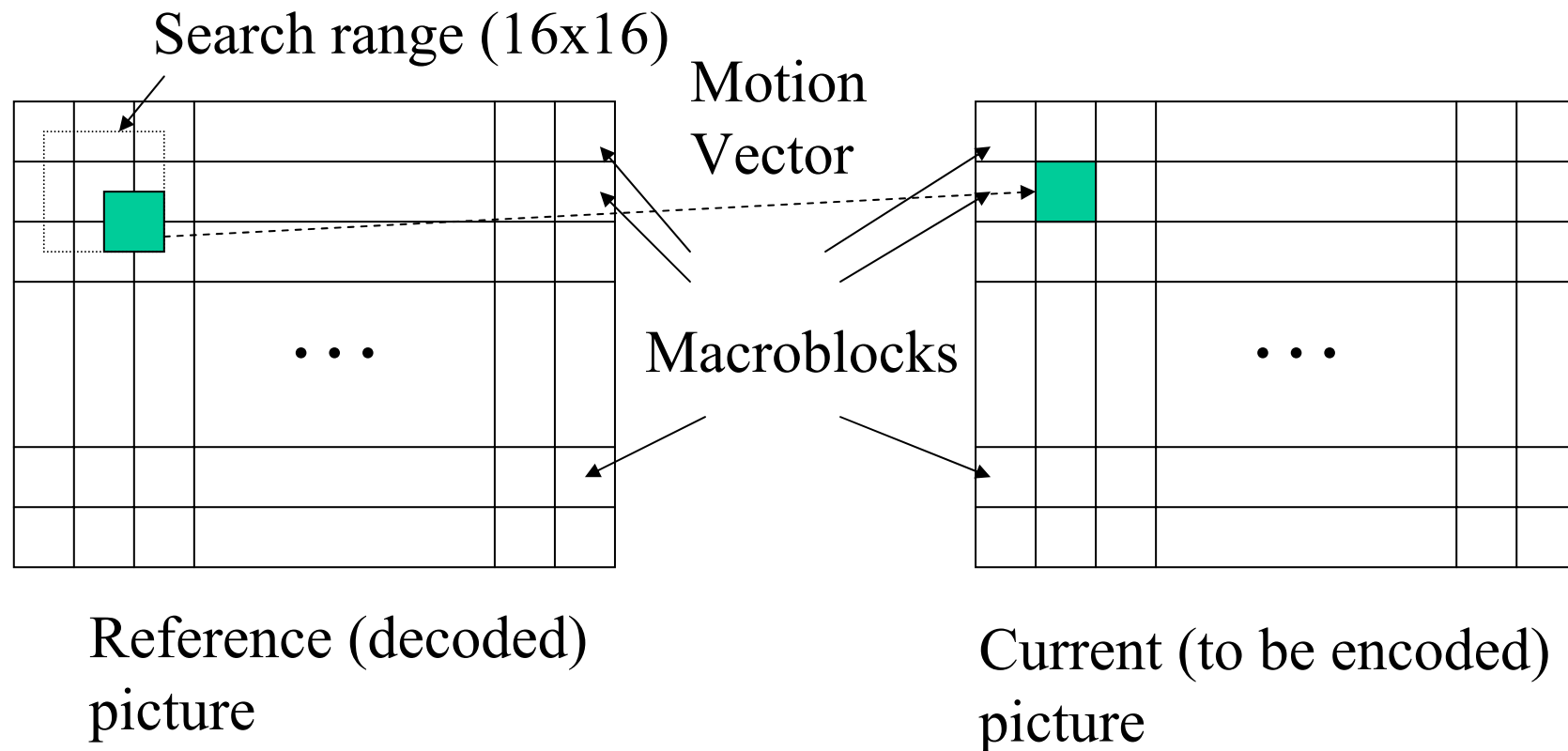
Y (luminance) is 16x16 pixels

Cb/Cr (chrominance) is 8x8 pixels

MPEG1/2 Group Of Pictures (GOP) structure

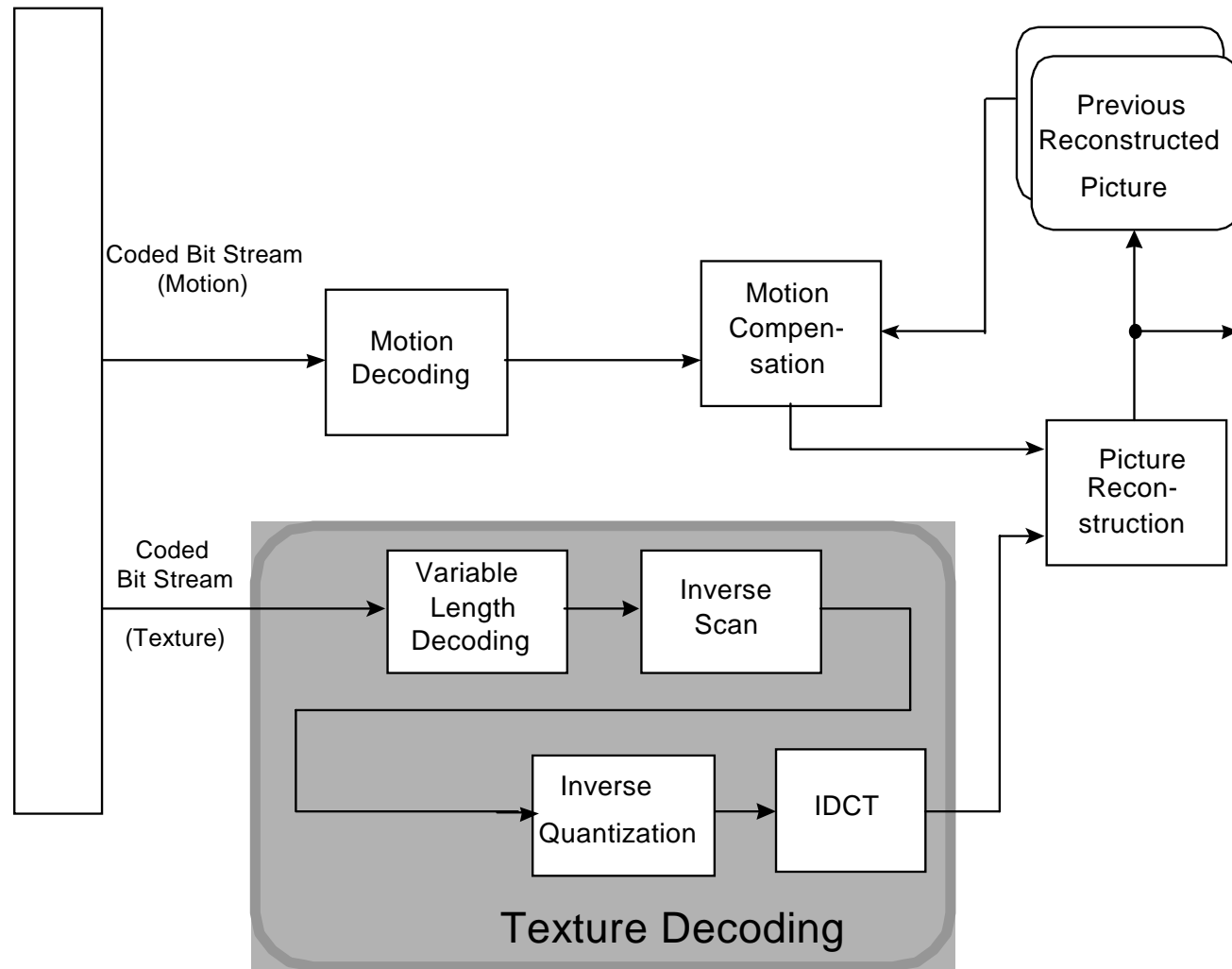


Motion estimation



- SAD (sum of absolute differences) of luminance pixel values is used
- Half-pixel locations are searched using linear interpolation

MPEG1/2 decoding process



MPEG1 – MPEG2 differences

M P E G 1	Progressive Pictures Only; chrominance position at center	YUV 4:2:0 Color format	8-bit Intra DC prediction; D- pictures; zig- zag scan only	IDCT mismatch for each coeff.; 8-bit ESC code	Linear Quantization Scale only; half- pel motion optional
M P E G 2	Progressive & interlaced Pictures; chrominance position at left	YUV 4:2:0, 4:2:2 & 4:4:4	10-bit Intra DC; no D-pictures; alternate scan	IDCT mismatch for AC[7][7] only; 12-bit ESC	Linear & non- linear quantization scale; half-pel motion standard