



ΒΕΣ 04:  
Συμπίεση και Μετάδοση Πολυμέσων

Βίντεο (Video)

---

---

---

---

---

---

---

---



Περιεχόμενα

- Εισαγωγή
- Βίντεο και πολυμεσικές εφαρμογές
- Αναπαράσταση Βίντεο
- Πρότυπα αναλογικού βίντεο
- Ψηφιακό βίντεο
  - Πρότυπα ελεγκτών αναπαράστασης ψηφιακού βίντεο
- Σύλληψη βίντεο

---

---

---

---

---

---

---

---



Βιβλιογραφία

- Καγιάφας [2000]: Κεφάλαιο 5, [link]
- Halsall [2001]: Chapter 2, pp. 96-113
- Vaughan [2004]: Chapter 8
- Chapman [2004]: Chapter 7
- Motion Picture Processing, notes by Theodore Hong, IC, in [pdf]

---

---

---

---

---

---

---

---

## Εισαγωγή

- "... Since multimedia gives you the ability to present information in a variety of ways, let the content drive the selection of media for each chunk of information to be presented.
  - Use traditional text and graphics where appropriate;
  - Add animation when "still life" won't get your message across;
  - Add audio when further explanation is required;
  - Resort to video only when all other methods pale by comparison ..."

[David Ludwig, *Interactive Learning Designs*]

---

---

---

---

---

---

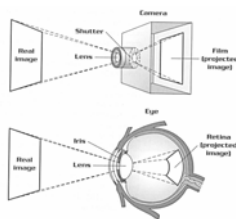
---

---

## Αναπαράσταση Βίντεο

### ■ Βασικές έννοιες

- Πλαίσια και γραμμές σάρωσης
- Αίσθηση του «βάθους»
- Φωτεινότητα (luminance) και Χρώμα (chrominance)
- Η διάσταση του χρόνου (διακοπή φωτός ανάμεσα σε frames - κινηματογράφος, σάρωση οθόνης - τηλεόραση, οθόνη υπολογιστή)
- Συνέχεια της κίνησης
- «Τρεμόπαιγμα» (flickering)




---

---

---

---

---

---

---

---

Αναπαράσταση Βίντεο =>

## Αναλογικό Βίντεο

### ■ Δομή σήματος

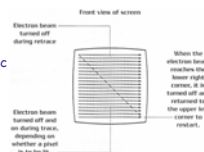
- Αποτελείται από πλαίσια
- Κάθε πλαίσιο αποτελείται από έναν αριθμό οριζόντιων γραμμών σάρωσης
- Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης χρωμάτων

### ■ Ρυθμός πλαισίων

- Ο αριθμός των πλαισίων που παράγονται από ένα σήμα βίντεο ανά sec
- Τυπικές τιμές: 25-75 πλαίσια/sec
- Όχι τρεμόπαιγμα όταν > 40 πλαίσια/sec
- Ελάχιστο όριο για ανθρώπινο μάτι: 15 πλαίσια/sec

### ■ Πλήθος γραμμών σάρωσης

- Σταθερό για όλα τα πλαίσια.
- Ρυθμός σάρωσης (scan gate):
  - (αριθμός γραμμών σάρωσης) \* (ρυθμός πλαισίων)




---

---

---

---

---

---

---

---

Αναπαράσταση Βίντεο =>

## Χαρακτηριστικά

- **Aspect ratio**
  - Πλάτος προς ύψος οθόνης
  - Τυπικές τιμές:
    - 4:3 (TV), 16:9 (widescreen TV)
    - 2:1 (κινηματογράφος)
- **Σύμπλεξη (Interlacing)**
  - Τεχνική για μείωση των προβλημάτων που προκύπτουν από χαμηλό ρυθμό πλαισίων
  - Τα πλαίσια χωρίζονται υποπλάσια (fields). Τα μισά αποτελούνται από τις «μονές» γραμμές σάρωσης και τα άλλα από τις «ζυγές»
  - Κατά την παρουσίαση, πρώτα παρουσιάζεται στην οθόνη η πρώτη ομάδα, ακολουθούμενη από τη δεύτερη. Αυτό δίνει την εντύπωση ότι η ανανέωση (refresh) της οθόνης γίνεται σε διπλάσιο από τον πραγματικό ρυθμό.
  - Ο παραπάνω ρυθμός σύμπλεξης λέγεται 2:1 (λόγω των δύο μερών στα οποία χωρίζεται ένα πλαίσιο) και είναι ο πιο συνηθισμένος

---

---

---

---

---

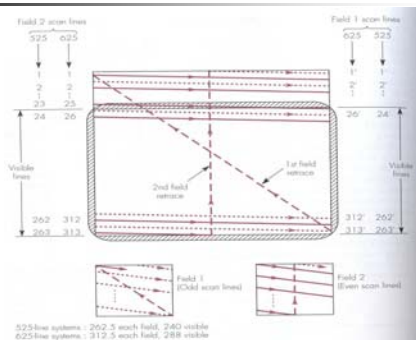
---

---

---

Αναπαράσταση Βίντεο =>

## Αναπαραγωγή στην οθόνη interlaced σήματος



---

---

---

---

---

---

---

---

Αναπαράσταση Βίντεο =>

## Μοντέλα Χρωμάτων

- **Κωδικοποίηση χρώματος σε ένα σήμα βίντεο**
  - Διάφορα μοντέλα (βλέπε μοντέλα χρωμάτων σε εικόνες)
  - Component Vs. Composite signal
  - Περιπτώσεις μετάδοσης
    - Ένα σήμα φωτεινότητας - luminance: brightness of pixel
    - Δύο σήματα χρώματος - chrominance: color (hue) and depth of color (saturation) for a pixel
- **Βασικά μοντέλα**
  - RGB (Red-Green-Blue) σήμα => CRT displays
  - $Y_C C_C$  μοντέλο
    - Το ανθρώπινο μάτι είναι πιο ευαίσθητο στην φωτεινότητα παρά στο χρώμα. Αντί να διαχωρίζουμε χρώματα (δηλ. RGB), διαχωρίζουμε πληροφορία σχετική με τη φωτεινότητα (luminance channel Y) από εκείνη που σχετίζεται με το χρώμα (chrominance channels  $C_r$ ,  $C_b$ )
  - YIQ και YUV μοντέλα
    - Προέρχονται από το μοντέλο  $Y_C C_C$  και χρησιμοποιούνται το μεν YIQ στο NTSC πρότυπο μετάδοσης και το YUV στα πρότυπα PAL, SECAM

---

---

---

---

---

---

---

---

## Πρότυπα αναλογικού βίντεο

- **NTSC (National Television Systems Committee)**
  - Αμερικάνικο πρότυπο
  - Χρωματικό μοντέλο ΥΙQ
  - 525 γραμμές σάρωσης, 30 πλαίσια/sec
  - Κάθε πλαίσιο χωρίζεται σε 2 πεδία (σύμπλεξη) από 262,5 γραμμές, από τις οποίες 45 χρησιμοποιούνται για πληροφορίες ελέγχου
  - Επομένως, το οπτικό πεδίο αποτελείται από μόνο 480 γραμμές σάρωσης
- **PAL (Phase Alternation Line)**
  - Ευρωπαϊκό πρότυπο
  - Χρωματικό μοντέλο ΥUV
  - 625 γραμμές σάρωσης (576 ορατές γραμμές εικόνα), 25 πλαίσια/sec
  - Κάθε πλαίσιο χωρίζεται σε 2 πεδία (σύμπλεξη) από 312,5 γραμμές
  - 20% περισσότερες γραμμές σάρωσης σε σχέση με το NTSC
- **SECAM (Sequential Couleur Avec Memoire)**
  - Γαλλικό πρότυπο
  - Όπως το PAL, αλλά βασισμένο σε frequency (και όχι amplitude) modulation

---

---

---

---

---

---

---

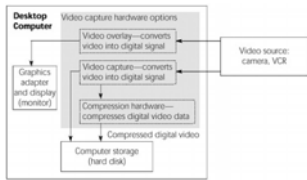
---

---

---

## Ψηφιακό βίντεο

- **Video overlay board:**
  - Ψηφιοποίηση και απεικόνιση στην οθόνη του υπολογιστή (ταύτιση τιμών φωτεινότητας / χρώματος με τα αντίστοιχα ριxel της οθόνης, μετατροπή γραμμών σε ύψος οθόνης σε ρixels κλπ).
- **Video capture board:**
  - Μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό με συγκεκριμένο ρυθμό δειγματοληψίας γραμμής (13,5 εκατομμύρια samples per second) και αναπαραγωγή των τιμών φωτεινότητας / χρώματος κάθε ρixel με συγκεκριμένο αριθμό bits (1 to 24 bit quality).




---

---

---

---

---

---

---

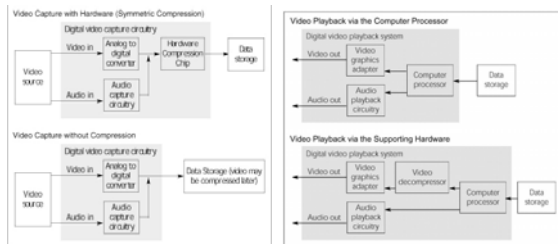
---

---

---

Ψηφιακό βίντεο =>

## Σύλληψη και αναπαραγωγή βίντεο σε PC




---

---

---

---

---

---

---

---

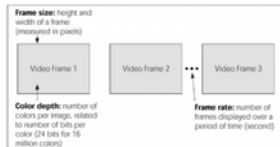
---

---



## Χαρακτηριστικά

- **Frame Rate**
  - Αριθμός πλαισίων που προβάλλονται ανά δευτερόλεπτο ώστε να δίνεται η αίσθηση της κίνησης.
  - Το frame rate μετριέται σε συνήθως σε frames per second (fps).
- **Frame Size:**
  - Το ύψος και πλάτος (σε pixels) για κάθε πλαίσιο (frame).
- **Color Depth or Resolution**
  - Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση της φωτεινότητας / χρώματος για κάθε pixel.



---

---

---

---

---

---

---

---



## Ρυθμός μετάδοσης

- **Υπολογισμός ρυθμού δεδομένων Ψηφιακού Βίντεο**
  - Οι παρακάτω παράμετροι χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων:
    - $f$  = frame size (width \* height - σε pixels)
    - $r$  = frame rate (frames per second)
    - $c$  = color depth (in bits/pixel)
    - $t$  = time in seconds
  - Ρυθμός μετάδοσης =  $f * r * c * t$  (σε bps)
- **Ρυθμός δεδομένων**
  - Υψηλός (επαγγελματική επεξεργασία, σχεδόν καθόλου συμπίεση)
  - Χαμηλός (εφαρμογές με διάδραση ή / και μετάδοση σε μεγάλες αποστάσεις, χρήση τεχνικών συμπίεσης)

---

---

---

---

---

---

---

---



## Πρότυπα ψηφιακού βίντεο

- Το χρωματικό μοντέλο  $YCbCr$  χρησιμοποιείται σε όλα τα παρακάτω πρότυπα.
- **Πρότυπα:**
  - CCIR-601 (CCIR: Consultative Committee for International Radio-communications):
  - DVB (Digital Video Broadcasting)
  - HDTV (High Definition TeleVision)
  - SIF (Source Intermediate Format)
  - CIF (Common Interchange Format)
  - QCIF (Quarter CIF)

---

---

---

---

---

---

---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

### CCIR-601

- Διαδομένο **format** για τηλεοπτική στούντιο
- Δειγματοληψία 4:2:2
  - Ανά τέσσερα pixels έχουμε 4 τιμές φωτεινότητας (Y channel) και από 2 τιμές για τα κανάλια χρώματος (Cr, Cb)
  - 720 στήλες
  - Non-interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL,SECAM:
  - 50 frames
  - Y= 576 x 720 pixels (αριθμός γραμμών x αριθμός στηλών)
  - Cr = 576 x 360, Cb = 576 x 360 pixels
- Για ψηφιοποίηση NTSC
  - 60 frames
  - Y= 480 x 720 pixels
  - Cr = 480 x 360, Cb = 480 x 360 pixels

$Q = Y + C_r + C_b$ ,  $X = C_r - C_b$  sample positions  
525-line system: M = 720, N = 480, 60Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 480, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 360 x 480  
625-line system: M = 720, N = 576, 50Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 576, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 360 x 576

---

---

---

---

---

---

---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

### DVB

- Διαδομένο **format** για τηλεοπτική μετάδοση
- Δειγματοληψία 4:2:0
  - Ανά τέσσερα pixels έχουμε 4 τιμές φωτεινότητας (Y channel) και από 1 τιμή για τα κανάλια χρώματος (Cr, Cb)
  - 720 στήλες
  - Interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL,SECAM:
  - 50 frames (Interlaced)
  - Y= 576 x 720 pixels
  - Cr = 288 x 360, Cb = 288 x 360 pixels
- Για ψηφιοποίηση NTSC
  - 60 frames (Interlaced)
  - Y= 480 x 720 pixels
  - Cr = 240 x 360, Cb = 240 x 360 pixels

$Q = Y + C_r + C_b$ ,  $X = C_r - C_b$  sample positions  
525-line system: M = 720, N = 480, 60Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 480, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 240 x 480  
625-line system: M = 720, N = 576, 50Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 576, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 240 x 576

---

---

---

---

---

---

---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

### HDTV

- Διαδομένο **format** για τηλεοπτική μετάδοση υψηλής ευκρίνειας
- Δειγματοληψία 4:2:0
  - Ανά τέσσερα pixels έχουμε 4 τιμές φωτεινότητας (Y channel) και από 1 τιμή για τα κανάλια χρώματος (Cr, Cb)
  - 720 στήλες
  - Interlaced
- Aspect ratio 4:3
  - Y= 1152 x 1440 pixels
  - Cr = 576 x 720, Cb = 576 x 720 pixels
- Aspect ratio 16:9
  - Y= 1152 x 1920 pixels
  - Cr = 576 x 960, Cb = 576 x 960 pixels

$Q = Y + C_r + C_b$ ,  $X = C_r - C_b$  sample positions  
525-line system: M = 720, N = 480, 60Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 480, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 240 x 480  
625-line system: M = 720, N = 576, 50Hz refresh rate (interlaced)  
Y = 720 x 576, C<sub>r</sub> = C<sub>b</sub> = 240 x 576

---

---

---

---

---

---

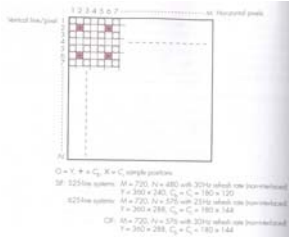
---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

## SIF

- Διαδεδωμένο για ψηφιοποίηση και αποθήκευση αναλογικών κασετών VHS
- DV format
- Δειγματοληψία 4:1:1
  - Χωρική υποδειγματοληψία
  - 360 στήλες
  - non-interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL,SECAM:
  - Χρονική υποδειγματοληψία, 25 frames (non-interlaced)
  - $Y = 288 \times 360$  pixels
  - $Cr = 144 \times 180, Cb = 144 \times 180$  pixels
- Για ψηφιοποίηση NTSC
  - Χρονική υποδειγματοληψία, 30 frames (non-interlaced)
  - $Y = 240 \times 360$  pixels
  - $Cr = 120 \times 180, Cb = 120 \times 180$  pixels



---

---

---

---

---

---

---

---

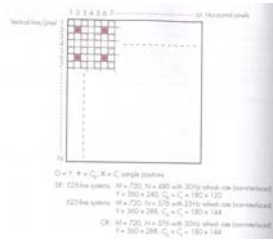
---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

## CIF

- Διαδεδωμένο για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης
- Δειγματοληψία 4:1:1
  - Χωρική υποδειγματοληψία
  - 360 στήλες
  - non-interlaced
  - Χρονική υποδειγματοληψία, 30 frames
  - $Y = 288 \times 360$  pixels
  - $Cr = 144 \times 180, Cb = 144 \times 180$  pixels



---

---

---

---

---

---

---

---

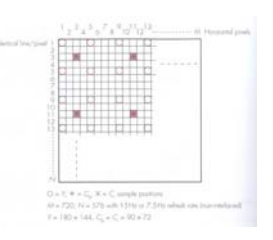
---

---

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

## QCIF

- Διαδεδωμένο για εφαρμογές τηλεπικοινωνιακών καναλιών χαμηλού εύρους ζώνης (ISDN)
- Δειγματοληψία 4:1:1
  - Διπλή χωρική υποδειγματοληψία
  - 180 στήλες
  - non-interlaced
  - Διπλή χρονική υποδειγματοληψία 15 frames (ακόμη και 7.5 frames)
  - $Y = 144 \times 180$  pixels
  - $Cr = 72 \times 90, Cb = 72 \times 90$  pixels



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Ψηφιακό Βίντεο =>

## Πρότυπα ελεγκτών αναπαράστασης ψηφιακού βίντεο

- **CGA (Color Graphics Adapter)**
  - Ανάλυση 200 x 320 pixels, ταυτόχρονη παρουσία 4 χρωμάτων
  - Storage capacity per image:
    - $(200 \times 320 \text{ pixels}) \times (2 \text{ bits/pixel}) / (8 \text{ bit/byte}) = 16 \text{ Kbytes}$
- **EGA (Enhanced Graphics Adapter)**
  - Ανάλυση 350 x 640 pixels, ταυτόχρονη παρουσία 16 χρωμάτων
  - Storage capacity per image:
    - $(350 \times 640 \text{ pixels}) * (4 \text{ bits/pixel}) / (8 \text{ bit/byte}) = 112 \text{ Kbytes}$
- **VGA (Video Graphics Array)**
  - Ανάλυση 480 x 640 pixels, ταυτόχρονη παρουσία 256 χρωμάτων
  - Storage capacity per image:
    - $(480 \times 640 \text{ pixels}) * (8 \text{ bits/pixel}) / (8 \text{ bit/byte}) = 307,2 \text{ Kbytes}$
- **SVGA (Super VGA)**
  - Ανάλυση 768 x 1024 pixels, 24 bits/pixel για χρώμα
  - Storage capacity per image:
    - $(768 \times 1024 \text{ pixels}) * (24 \text{ bits/pixel}) / (8 \text{ bit/byte}) = 2,36 \text{ Mbytes}$

---

---

---

---

---

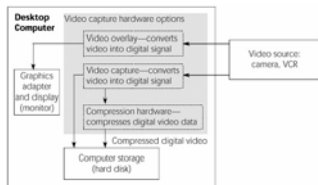
---

---

---

## Σύλληψη Βίντεο

- άμεσα από κάμερα
- έμμεσα από συσκευή εγγραφής video (Video Tape Recorder, VTR)
- από σταθμό εκπομπής (broadcasting)



---

---

---

---

---

---

---

---