

ΒΕΣ 04:

Συμπύεση 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

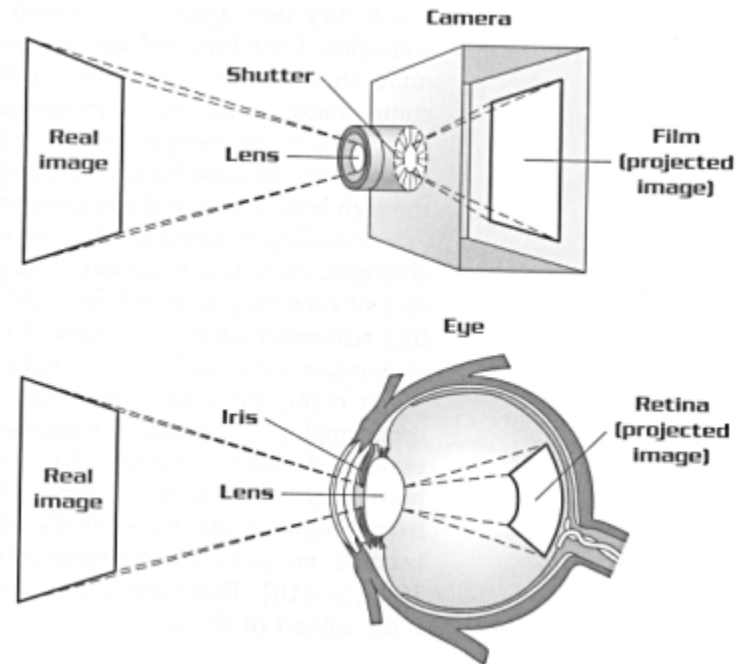
- “ ... Since multimedia gives you the ability to present information in a variety of ways, let the content drive the selection of media for each chunk of information to be presented.
 - Use traditional text and graphics where appropriate;
 - Add animation when “still life” won’t get your message across;
 - 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)



Αναλογικό Βίντεο

■ Δομή σήματος

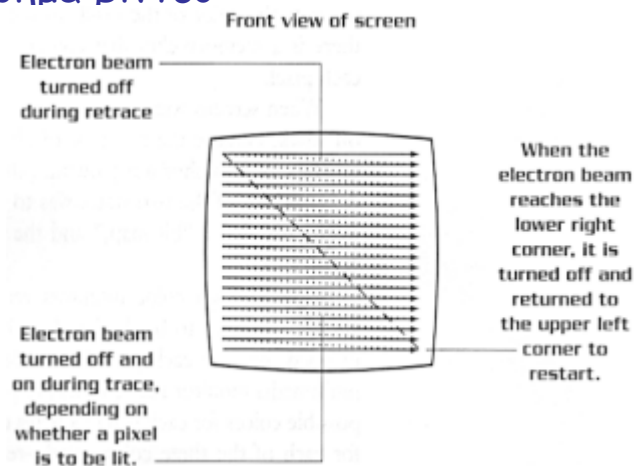
- Αποτελείται από πλαίσια
- Κάθε πλαίσιο αποτελείται από έναν αριθμό οριζόντιων γραμμών σάρωσης
- Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης χρωμάτων

■ 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 rate):



Χαρακτηριστικά

■ Aspect ratio

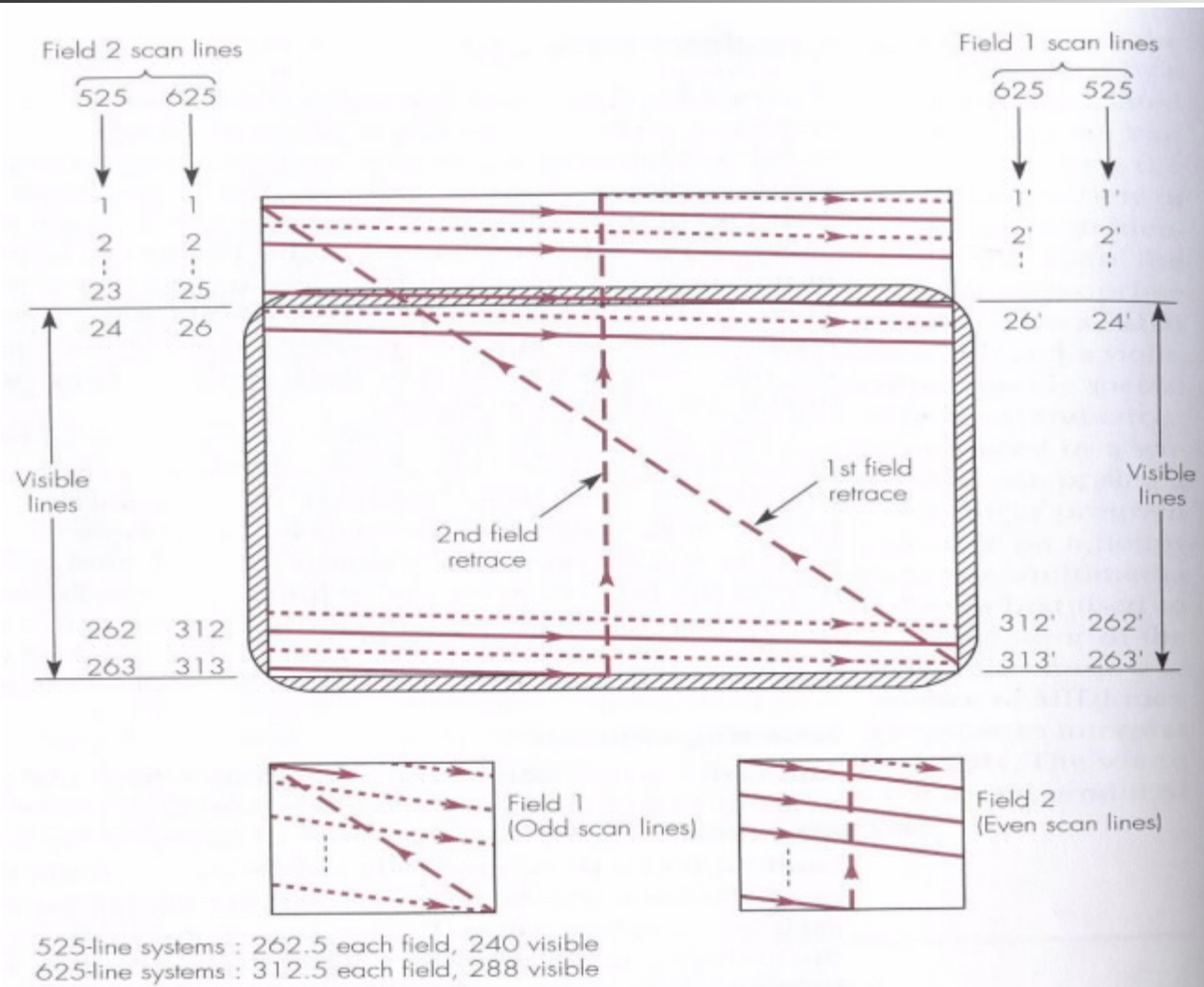
- Πλάτος προς ύψος οθόνης
- Τυπικές τιμές:
 - 4:3 (TV), 16:9 (widescreen TV)
 - 2:1 (κινηματογράφος)

■ Σύμπλεξη (Interlacing)

- Τεχνική για μείωση των προβλημάτων που προκύπτουν από χαμηλό ρυθμό πλαισίων
- Τα πλαίσια χωρίζονται υποπλαίσια (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



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
 - $Y C_r C_b$ μοντέλο
 - Το ανθρώπινο μάτι είναι πίο ευαίσθητο στην φωτεινότητα παρά στο χρώμα. Αντί να διαχωρίζουμε χρώματα (βλ. 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



Πρότυπα αναλογικού βίντεο

- **NTSC (National Television Systems Committee)**
 - Αμερικάνικο πρότυπο
 - Χρωματικό μοντέλο YIQ
 - 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 YUV
 - 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

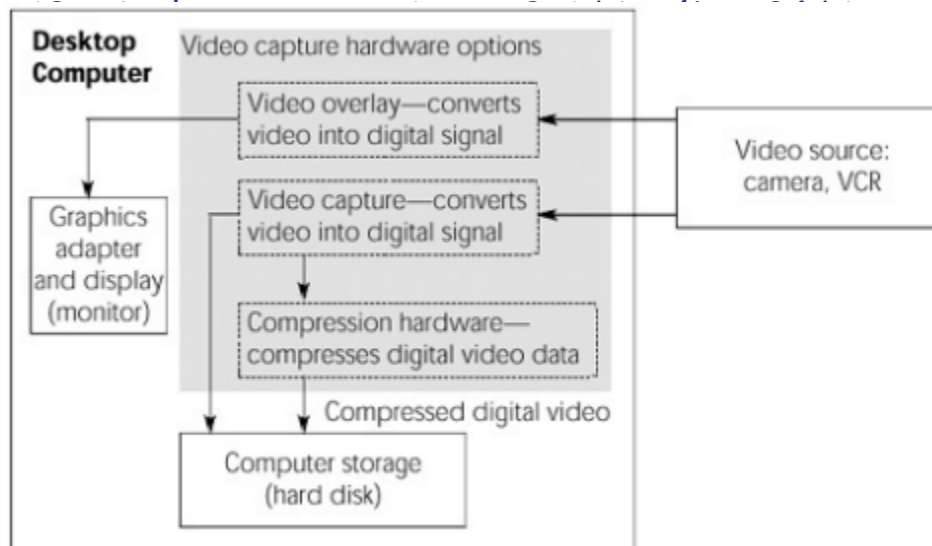
Ψηφιακό βίντεο

- **Video overlay board:**

- Ψηφιοποίηση και απεικόνιση στην οθόνη του υπολογιστή (ταύτιση τιμών φωτεινότητας / χρώματος με τα αντίστοιχα pixels της οθόνης, μετατροπή γραμμών σε ύψος οθόνης σε pixels κλπ).

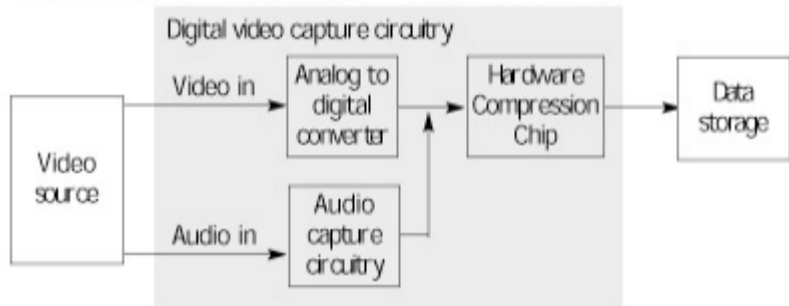
- **Video capture board:**

- Μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό με συγκεκριμένο ρυθμό δειγματοληψίας γραμμής (13,5 εκατομμύρια samples per second) και αναπαράσταση των τιμών φωτεινότητας / χρώματος (luminance and chrominance).

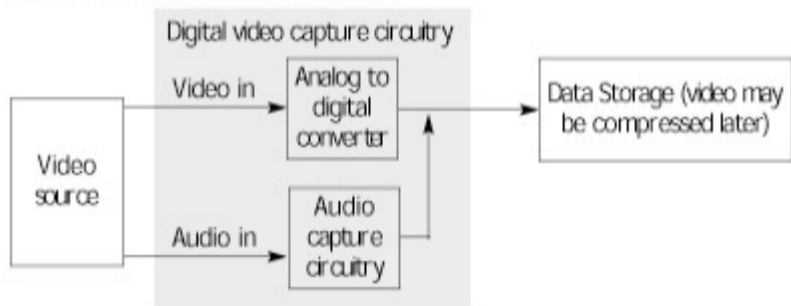


Σύλληψη και αναπαραγωγή βίντεο σε PC

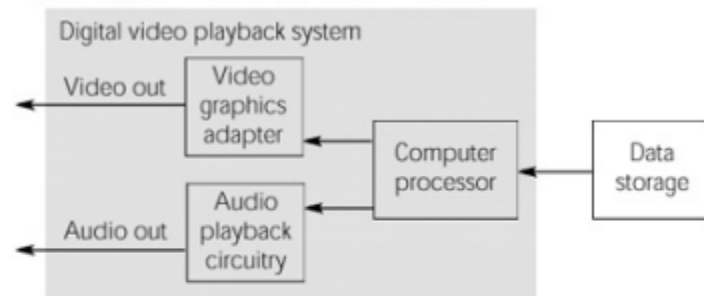
Video Capture with Hardware (Symmetric Compression)



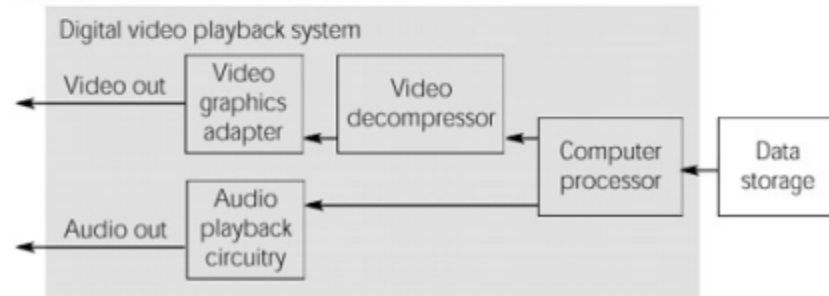
Video Capture without Compression



Video Playback via the Computer Processor



Video Playback via the Supporting Hardware



Χαρακτηριστικά

■ Frame Rate

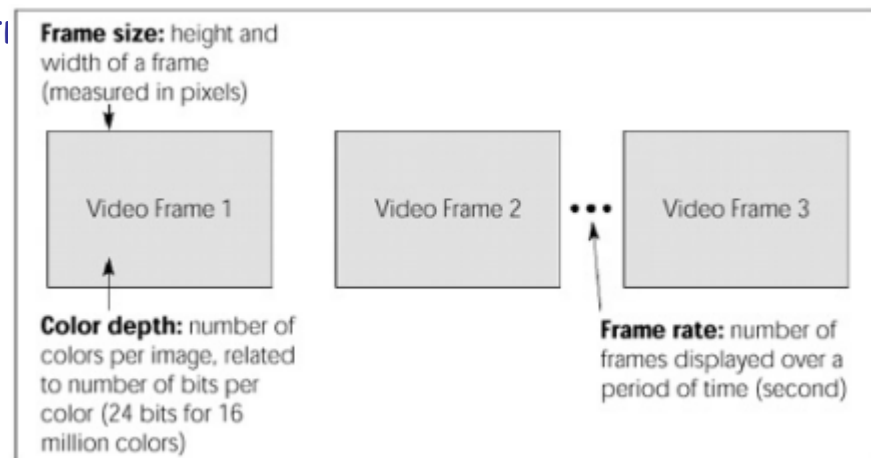
- Αριθμός πλαισίων που προβάλλονται ανά δευτερόλεπτο ώστε να δίνεται η αίσθηση της κίνησης.
- Το frame rate μετριέται σε συνήθως σε frames per second (fps).

■ Frame Size:

- Το ύψος και πλάτος (σε pixels) για κάθε πλαίσιο (frame).

■ Color Depth or Resolution

- Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιούνται / χρώματος για κάθε pixel.



ητας

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)

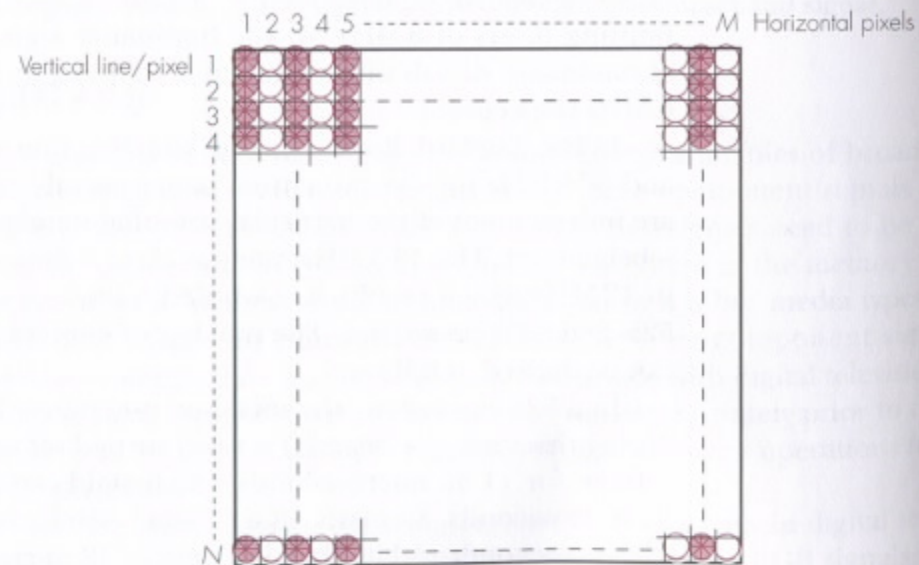
Πρότυπα ψηφιακού βίντεο

- Το χρωματικό μοντέλο YC_rC_b 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

- Διαδεδομένο format για τηλεοπτικά 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
 - Interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL, SECAM:
 - 50 frames
 - $Y = 576 \times 720$ pixels (αριθμός γραμμών x αριθμός στηλών)
 - $C_r = 576 \times 360$, $C_b = 576 \times 360$ pixels
- Για ψηφιοποίηση NTSC
 - 60 frames
 - $Y = 480 \times 720$ pixels



O = Y, + = C_b, X = C_r sample positions

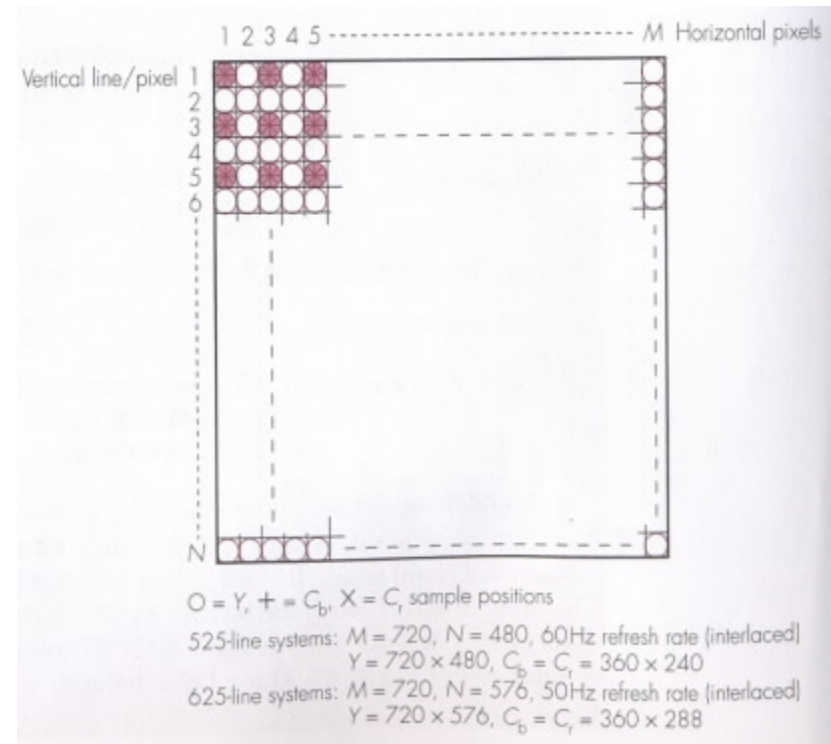
525-line systems: $M = 720$, $N = 480$, 60Hz refresh rate (interlaced)
 $Y = 720 \times 480$, $C_b = C_r = 360 \times 480$

625-line systems: $M = 720$, $N = 576$, 50Hz refresh rate (interlaced)
 $Y = 720 \times 576$, $C_b = C_r = 360 \times 576$

Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

DVB

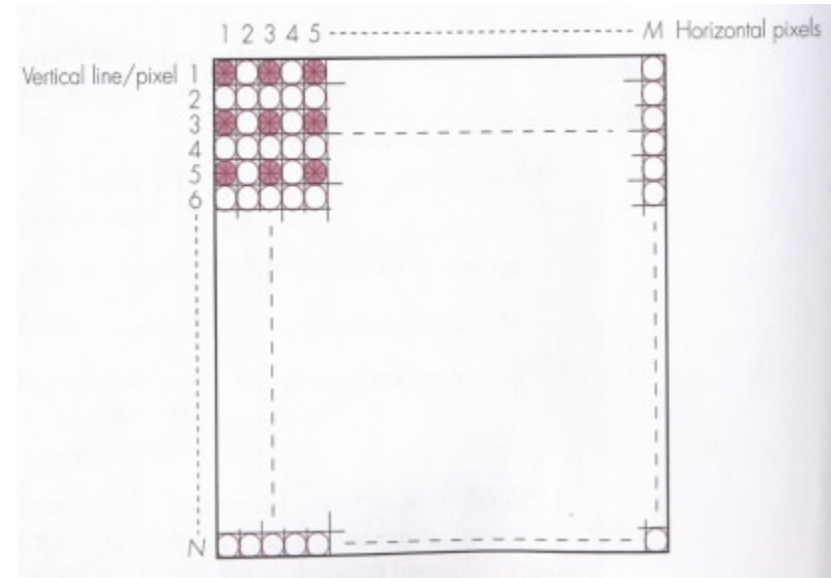
- Διαδεδομένο format για τηλεοπτική μετάδοση
- Δειγματοληψία 4:2:0
 - Ανά τέσσερα pixels έχουμε 4 τιμές φωτεινότητας (Y channel) και από 1 τιμή για τα κανάλια χρώματος (Cr, Cb)
 - 720 στήλες
 - Interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL, SECAM:
 - 50 frames (Interlaced)
 - $Y = 576 \times 720$ pixels
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



Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

HDTV

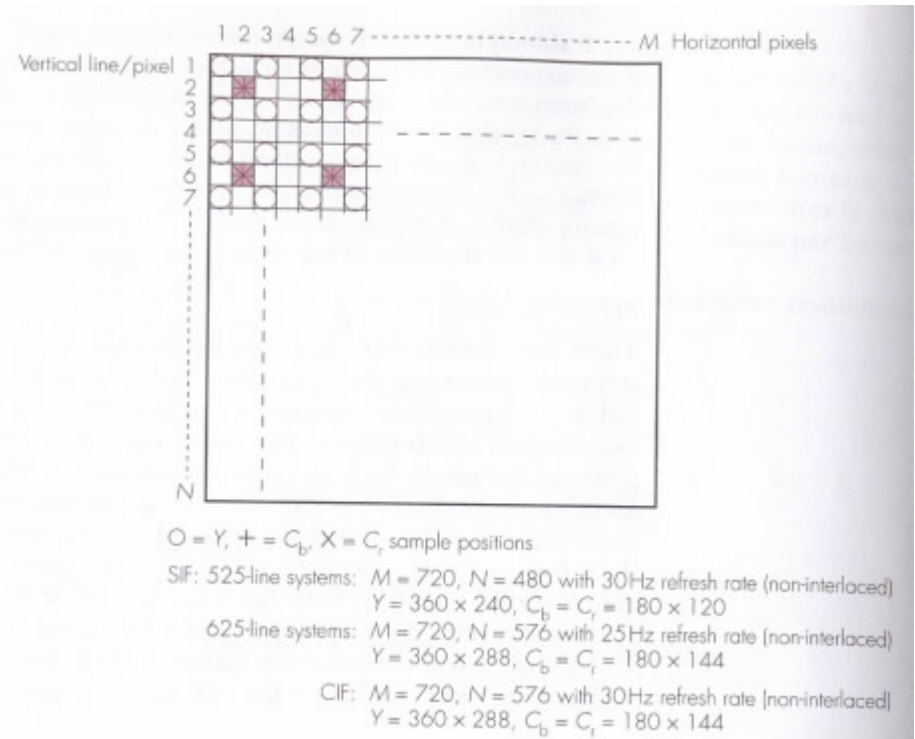
- Διαδεδομένο format για τηλεοπτική μετάδοση υψηλής ευκρίνειας
- Δειγματοληψία 4:2:0
 - Ανά τέσσερα pixels έχουμε 4 τιμές φωτεινότητας (Y channel) και από 1 τιμή για τα κανάλια χρώματος (Cr, Cb)
 - 1152 γραμμές για PAL και 960 γραμμές για NTSC
 - Interlaced
- Aspect ratio 4:3
 - Y= 1152 x 1440 pixels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



Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

SIF

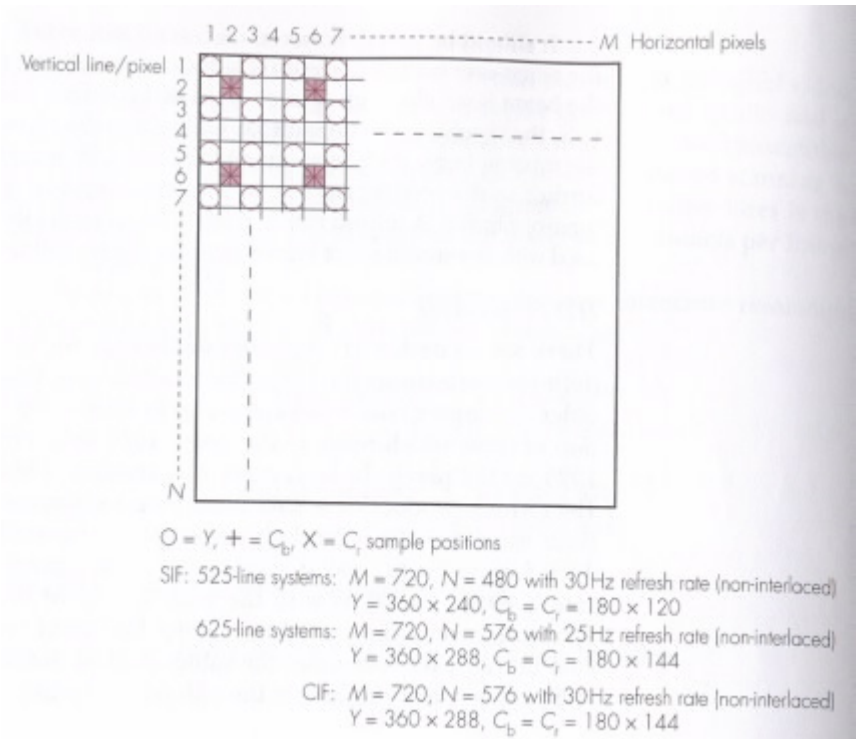
- Διαδεδομένο για ψηφιοποίηση και αποθήκευση αναλογικών κασετών VHS
- DV format
- Δειγματοληψία 4:1:1
 - Χωρική υποδειγματοληψία
 - 360 στήλες
 - non-interlaced
- Για ψηφιοποίηση σήματος PAL, SECAM:
 - Χρονική υποδειγματοληψία, 25 frames (interlaced)
 - $Y = 288 \times 360$ pixels
 - $Cr = 144 \times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



Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

CIF

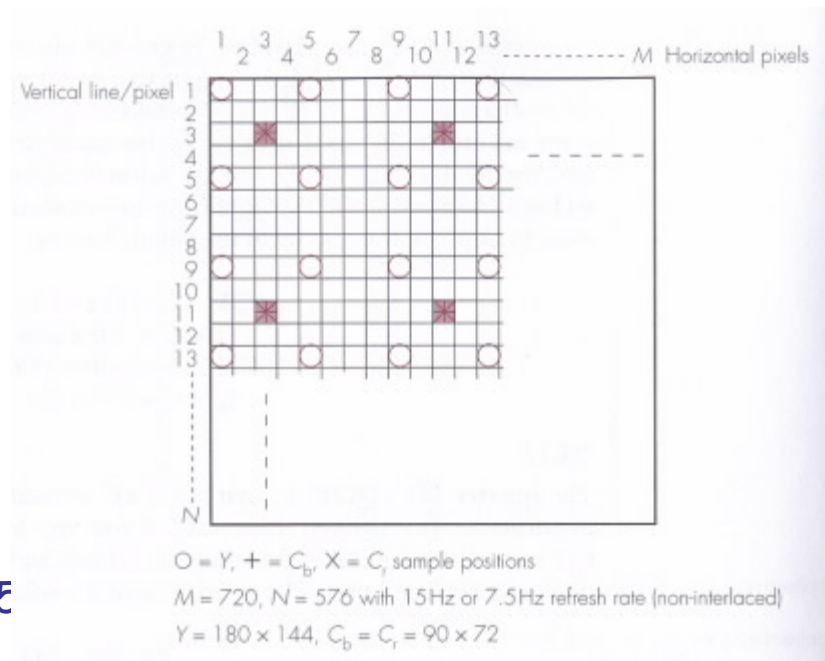
- Διαδεδομένο για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης
- Δειγματοληψία 4:1:1
 - Χωρική υποδειγματοληψία
 - 360 στήλες
 - non-interlaced
 - Χρονική υποδειγματοληψία, 30 frames
 - $Y = 288 \times 360$ pixels
 - $C_r = 144 \times 180, C_b = 144 \times 180$ pixels



Ψηφιακό Βίντεο => Πρότυπα ψηφιακού βίντεο =>

QCIF

- Διαδεδομένο για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης με χρήση 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



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

Σύλληψη Βίντεο

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

