



ΒΕΣ 04:
Συμπίεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Βίντεο και Πολυμεσικές Εφαρμογές



Περιεχόμενα

- Περιορισμοί
 - Από υπολογιστή σε τηλεόραση
 - Επεξεργασία στον υπολογιστή
- Φορμά (format) εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο
- Βασικές αρχιτεκτονικές streaming
- Καταγραφή και επεξεργασία βίντεο
- Πρότυπα συμπίεσης



Βιβλιογραφία

- Καγιάφας [2000]: Κεφάλαιο 5, [link]
- Halsall [2001]: Chapter 4, pp. 193-235
- Vaughan [2004]: Chapter 8
- Chapman [2004]: Chapter 7
- Hillman [1997]: Chapter 7

Περιορισμοί

- Κατά τη χρήση βίντεο σε πολυμεσικές εφαρμογές υπάρχουν διάφοροι περιορισμοί που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι οποίοι σχετίζονται με:
 - Την πλατφόρμα στην οποία θα εκτελείται η εφαρμογή
 - Αμιγώς ψηφιακές πλατφόρμες (Web, CD-ROM, DVD, HDTV)
 - Αναλογικές πλατφόρμες (τηλεοπτική μετάδοση, set-top-boxes: π.χ. SEGA, Sony Playstation, Nintendo)
 - Τις απαιτήσεις σε υλικό (κυρίως) που προϋποθέτει η επεξεργασία βίντεο για χρήση σε πολυμεσικές εφαρμογές
 - Επικοινωνία βιντεοκάμερας - υπολογιστή
 - Αποθήκευση
 - Επεξεργασία

Περιορισμοί =>

Από υπολογιστή σε τηλεόραση

- Παρόλο που πλέον αυξάνεται συνεχώς η παραγωγή βίντεο για χρήση σε καθαρά ψηφιακές πλατφόρμες οι αναλογικοί τηλεοπτικοί δέκτες αποτελούν την κυρίαρχη τεχνολογία μέσω της οποίας παρακολουθούμε βίντεο
- Υπάρχουν πολλές πολυμεσικές εφαρμογές οι οποίες χρειάζεται να προβληθούν (και) σε τηλεοπτικούς δέκτες με σημαντικότερη από αυτές την παραγωγή ταινιών επιστημονικής φαντασίας στις οποίες αναμειγνύεται βίντεο με κινούμενα γραφικά
- Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται η κατανόηση των τεχνολογιών τηλεοπτικής μετάδοσης (πρότυπα αναλογικού βίντεο) ώστε να κατανοήσουμε τους περιορισμούς που συνεπάγεται η εκτέλεση πολυμεσικών εφαρμογών σε αναλογικούς τηλεοπτικούς δέκτες. Οι κυριότεροι περιορισμοί είναι:
 - Μεταβολή χρώματος
 - Σύμπλεξη (interlacing)
 - Overscan και safe title area

Περιορισμοί => Από υπολογιστή σε τηλεόραση =>

Μεταβολή χρώματος

- Οι οθόνες υπολογιστών χρησιμοποιούν component video με τα χρωματικά κανάλια R,G,B και δυνατότητα απεικόνισης εκατομμυρίων χρωμάτων
- Οι τηλεοπτικοί δέκτες χρησιμοποιούν τα χρωματικά κανάλια Y,Cr, Cb και παλέτα χρωμάτων
- Μια πολυμεσική εφαρμογή η οποία περιλαμβάνει βίντεο με χρώματα τα οποία δεν μπορούν να αναπαρασταθούν από τους αναλογικούς τηλεοπτικούς δέκτες απλά δεν θα εκτελεστεί!
- Υπάρχουν φίλτρα μετατροπής χρωμάτων σε λογισμικό επεξεργασία εικόνας και βίντεο μέσω των οποίων αντιμετωπίζεται το παραπάνω πρόβλημα
- Με δεδομένη τη χρήση παλέτας στους τηλεοπτικούς δέκτες είναι χρήσιμο κατά την ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών να χρησιμοποιείται το TV-out της κάρτας γραφικών για σύνδεση με τηλεοπτικό δέκτη και έλεγχο (διόρθωση) χρωμάτων

Περιορισμοί => Από υπολογιστή σε τηλεόραση =>

Σύμπλεξη (Interlacing effects)

- Η αναπαράσταση του σήματος αναλογικού βίντεο σε τηλεοπτικούς δέκτες γίνεται με *interlaced scanning* για την απεικόνιση ενός *frame* από τα δύο πεδία (*fields*).
- Το παραπάνω γεγονός θέτει κάποιους περιορισμούς για την εκτέλεση πολυμεσικών εφαρμογών που δημιουργούνται σε υπολογιστή:
 - Πρέπει να αποφεύγονται πολύ λεπτές οριζόντιες γραμμές (οι οποίες εξαιτίας του *interlaced scanning* θα εμφανίζουν τρεμόπαιγμα - *flickering*)
 - Πρέπει να αποφεύγονται απότομες μεταβολές σε χρώματα και συγκεκριμένοι χρωματικοί συνδυασμοί (π.χ. χρήση μαύρων γραμμών σε λευκό φόντο, αντίθετα συνίσταται το αντίστροφο)
 - Πρέπει να αποφεύγεται πυκνή γραφή λέξεων (μικρό *kerning*) και μικρή απόσταση ανάμεσα σε γραμμές κείμενου (μικρό *leading*)
 - Να αποφεύγεται η χρήση γραμματοσειρών *serif* σε τίτλους

Περιορισμοί => Από υπολογιστή σε τηλεόραση =>

Overscan και safe title area

- Τα πρότυπα αναλογικού βίντεο (PAL, SECAM, NTSC) προβλέπουν τη μετάδοση εικόνων μεγαλύτερων σε διαστάσεις από αυτές που μπορούν να απεικονισθούν από τους τηλεοπτικούς δέκτες (για παράδειγμα από τις 625 γραμμές ανά *frame* στα συστήματα PAL, SECAM μόνο 576 προβάλλονται στην οθόνη), τεχνική η οποία ονομάζεται *overscan*.
- Αντίθετα στις οθόνες υπολογιστών απεικονίζονται μικρότερες εικόνες από αυτές που μπορούν να αναπαρασταθούν (υπάρχει ένα μικρό μαύρο πλαίσιο στα όρια της οθόνης), τεχνική *underscan*.
- Συνέπεια των παραπάνω είναι η χρήση μόνο μικρού μέρους της οθόνης του υπολογιστή για την ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών που ενδέχεται να εκτελεστούν και σε αναλογικούς τηλεοπτικούς δέκτες
 - Να μην χρησιμοποιείται το εξωτερικό 15% (οριζόντια και κάθετα) της οθόνης

Περιορισμοί =>

Επεξεργασία στον υπολογιστή

- Η επεξεργασία βίντεο, το οποίο έχει καταγραφεί αναλογικά ή είναι σε κατευθείαν σε ψηφιακή μορφή με βιντεοκάμερα, απαιτεί ειδικό εξοπλισμό:
 - Καλώδιο επικοινωνίας βιντεοκάμερας υπολογιστή
 - S-Video, TV-in (αναλογικό βίντεο)
 - USB, FireWire (IEEE 1394, i.Link) - ψηφιακό βίντεο
 - Κάρτα σύλληψης (*frame grabber card*) για ψηφιοποίηση ή λογισμικό ψηφιοποίησης (περίπτωση αναλογικού βίντεο)
 - Ισχυρός επεξεργαστής με ενδεχόμενη δυνατότητα επεξεργασίας πολυμεσικών εφαρμογών
 - Μεγάλη χωρητικότητα μνήμης RAM
 - Ταχύς σκληρός δίσκος με μεγαλύτερη χωρητικότητα
 - Βίντεο σε *format DV* (*mini DV, digital 8*) έχει ρυθμό μετάδοσης 3.6 Mbytes /second το οποίο απαιτεί ταχύτητα σκληρού δίσκου περίπου 8 MB / second και περίπου 13GB χωρητικότητα για βίντεο διάρκειας μιας ώρας.
 - Για την επεξεργασία του παραπάνω βίντεο χρειάζεται αποθηκευτικός χώρος περίπου πενταπλάσιος (65 GB)

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο

- Το βασικό μέσο αποθήκευσης ψηφιακού βίντεο υπήρξε ανέκαθεν η μαγνητική ταινία (κασέτα) για λόγους χωρητικότητας αλλά και συμβατότητας. Οι μαγνητικές ταινίες διαφέρουν σε σχέση με το εύρος τους (πλάτος ταινίας):
 - $\frac{1}{2}$ inch,
 - $\frac{3}{4}$ inch (19mm),
 - 8mm
- Υπάρχουν διάφορα format (πρότυπα) εγγραφής σε μαγνητικές ταινίες τα οποία διαφέρουν ως προς τον τύπο της κασέτας και τον τύπο του σήματος βίντεο (ψηφιακό, αναλογικό - composite, component)

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο =>

Τύποι σήματος βίντεο

- **Composite analog**
 - Συνδυασμός των χρωματικών συνιστωσών και φωτεινότητας (όπως στην περίπτωση τηλεοπτικής μετάδοσης)
 - Τυπικά format: Betamax, VHS (Video Home System)
- **Component analog**
 - Διαχωρισμός των χρωματικών συνιστωσών και της φωτεινότητας όπως στις περιπτώσεις S-Video (Y/C - φωτεινότητα Y, χρώμα C => τυπικά format S-VHS, Hi-8), YCrCb (τυπικά format => Betacam, Betacam SP)
- **Composite digital**
 - Ψηφιοποιημένο composite analog video
 - Τυπικά format: D-2, D-3)
- **Component digital**
 - Ψηφιακό σήμα με χρωματικά κανάλια R,G,B
 - Ψηφιοποιημένο component analog video
 - Τυπικά format: Digital Betacam, DV, Digital 8

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο =>

Μερικά διαδεδομένα format

- **VHS (Video Home System ή Video Helican Scan - 1976)**
 - Μορφή σήματος: Αναλογικό
 - Τύπος σήματος: Composite
 - Μέγεθος κασέτας: $\frac{3}{4}$ inch
 - Ανάλυση: 300 γραμμές ανά πεδίο
 - Βασική χρήση: Κλασικές βιντεοκασέτες (υπάρχουν και κασέτες σε μικρότερο μέγεθος VHS-C)
- **Betacam SP (1986):**
 - Μορφή σήματος: Αναλογικό
 - Τύπος σήματος: Component
 - Μέγεθος κασέτας: $\frac{3}{4}$ inch
 - Ανάλυση: 360 γραμμές ανά πεδίο
 - Βασική χρήση: Κυρίαρχο πρότυπο για επεξεργασία / αποθήκευση αναλογικού βίντεο σε επαγγελματικό επίπεδο (τηλεοπτικά στούντιο)

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο =>



Μερικά διαδεδομένα format (II)

- S-VHS (Super VHS - 1988)
 - Μορφή σήματος: Αναλογικό
 - Τύπος σήματος: Component (μορφή S-Video Y/C)
 - Μέγεθος κασέτας: $\frac{1}{2}$ inch
 - Ανάλυση: 480 γραμμές ανά πεδίο
 - Βασική χρήση: Βελτιωμένη μορφή των βιντεοκασετών VHS, overlay αναλογικού σήματος βίντεο σε οθόνες υπολογιστή
- Hi-8 (1989):
 - Μορφή σήματος: Αναλογικό
 - Τύπος σήματος: Component (μορφή S-Video Y/C)
 - Μέγεθος κασέτας: 8 mm
 - Ανάλυση: 415 γραμμές ανά πεδίο
 - Βασική χρήση: Κυρίαρχο πρότυπο για (μη επαγγελματικές) αναλογικές βιντεοκάμερες (παρόμοια ποιότητα με S-VHS, μικρότερο μέγεθος κασέτας)

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο =>



Μερικά διαδεδομένα format (III)

- D-3 (1991)
 - Μορφή σήματος: Ψηφιακό (δειγματοληψία αναλογικού βίντεο)
 - Τύπος σήματος: Composite
 - Μέγεθος κασέτας: $\frac{1}{2}$ inch
 - Ανάλυση: 450 γραμμές ανά πεδίο, 8-bits / sample
 - Βασική χρήση: Ψηφιοποιημένη μορφή για αποφυγή των απωλειών που προκύπτουν από δημιουργία αναλογικών αντιγράφων από αναλογικές κασέτες (generation loss)
- Digital Betacam:
 - Μορφή σήματος: Ψηφιακό
 - Τύπος σήματος: Component (μορφή YCrCb)
 - Μέγεθος κασέτας: 8 mm
 - Ανάλυση: Δειγματοληψία φωτεινότητας - χρωματικών καναλιών 4:2:2, 10 bits /sample, μικρή συμπίεση περίπου 2:1
 - Βασική χρήση: Κυρίαρχο πρότυπο για επεξεργασία / αποθήκευση ψηφιακού βίντεο σε επαγγελματικό επίπεδο (τηλεοπτικά στούντιο)

Format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο =>



Μερικά διαδεδομένα format (IV)

- DV (1995):
 - Μορφή σήματος: Ψηφιακό
 - Τύπος σήματος: Component (μορφή YCrCb)
 - Μέγεθος κασέτας: $\frac{1}{2}$ inch
 - Ανάλυση: Δειγματοληψία φωτεινότητας - χρωματικών καναλιών 4:1:1, 8 bits /sample, συμπίεση περίπου 5:1
 - Βασική χρήση: Κυρίαρχο πρότυπο για σύγχρονες ψηφιακές (μη επαγγελματικές) βιντεοκάμερες. Το miniDV δεν είναι διαφορετικό πρότυπο απλά χρησιμοποιεί μικρότερη κασέτα (στην ουσία αποτελεί αντικατάσταση των αναλογικών S-VHS και Hi-8)
- Digital 8 (1999):
 - Μορφή σήματος: Ψηφιακό
 - Τύπος σήματος: Component (μορφή YCrCb)
 - Μέγεθος κασέτας: 8 mm
 - Ανάλυση: Δειγματοληψία φωτεινότητας - χρωματικών καναλιών 4:1:1, 8 bits /sample
 - Βασική χρήση: Κυρίαρχο πρότυπο για σύγχρονες ψηφιακές (μη επαγγελματικές) βιντεοκάμερες. (προς τα πίσω συμβατό με το πρότυπο Hi-8)

Βασικές αρχιτεκτονικές ψηφιακού βίντεο

- Μια αρχιτεκτονική ψηφιακού βίντεο καθορίζεται από:
 - Ένα πρότυπο (standard) για την κωδικοποίηση (συμπίεση) και αποσυμπίεση βίντεο
 - Λογισμικό (player) το οποίο αναγνωρίζει αναπαράγει τα αρχεία που έχουν δημιουργηθεί με το συγκεκριμένο πρότυπο
- Οι τρεις πιο διαδεδομένες αρχιτεκτονικές βίντεο είναι
 - QuickTime (Apple - τύπος αρχείου .mov)
 - Windows Media Format (Microsoft - τύπος αρχείου .avi Audio Video Interleaved)
 - Real Media (Real Networks - τύπος αρχείου .rm)
- Σε αρκετές περιπτώσεις ο player μιας αρχιτεκτονικής μπορεί να αναπαράγει και αρχεία άλλων αρχιτεκτονικών
- **Codecs (coder/decoder) είναι ένα σχήμα συμπίεσης βίντεο (αλγόριθμοι συμπίεσης και αποσυμπίεσης).**
 - Codecs μπορούν να ενσωματωθούν σε αρχιτεκτονικές
 - Υπάρχουν codecs βελτιστοποιημένοι για τα διαφορετικά είδη μεταφοράς (delivery), π.χ. για βίντεο σε DVD, CD-ROM, σκληρό δίσκο, Web, κλπ.

Βασικές αρχιτεκτονικές βίντεο =>

Streaming vs Downloading

- **Streaming (μετάδοση βίντεο σε πραγματικό χρόνο και αναπαραγωγή χωρίς αποθήκευση)**
 - **Εύρος ζώνης (bandwidth):** Ίσο με το bitrate του βίντεο μετά από συμπίεση.
 - **Αποθήκευση (storage):** Δεν χρειάζεται αποθήκευση (ενόσω υπάρχει αρκετή RAM)
 - **Καθυστερήση για αναπαραγωγή:** Μικρή (έως ότου συμπληρωθεί ένα αυτόνομο τμήμα για αποκωδικοποίηση)
 - **Ανάλυση:** Εξαρτάται από το διαθέσιμο εύρος ζώνης
- **Downloading (Video on Demand):**
 - **Εύρος ζώνης (bandwidth):** Μπορεί να είναι πάρα πολύ μικρό (από dial-up σύνδεση 56kbps έως LAN 100 Mbps).
 - **Αποθήκευση (storage):** Τόσο όσο να μπορεί να αποθηκευτεί ολόκληρο το αρχείο βίντεο.
 - **Καθυστερήση για αναπαραγωγή:** Ίσο με το χρόνο που χρειάζεται για να γίνει download ολόκληρο το αρχείο
 - **Ανάλυση:** Εξαρτάται από το διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο

Καταγραφή και επεξεργασία βίντεο

- **Shooting = λήψη από κάμερα**
- **Footage = απόσπασμα (τμήμα) κινηματογραφημένου βίντεο**
- Υπάρχουν κάποιες σημαντικές παράμετροι για επιτυχή καταγραφή (recording) βίντεο:
 - **Σταθερότητα κάμερας**
 - Συνίσταται η χρήση τρίποδα
 - Για αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά τη λήψη από κινούμενη κάμερα οι σύγχρονες βιντεοκάμερες έχουν ένα ειδικό χαρακτηριστικό το steady cam το οποίο προσπαθεί να αντισταθμίσει την κίνηση της κάμερας
 - **Φωτισμός**
 - Ο καλός φωτισμός είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό για την λήψη βίντεο υψηλής ποιότητας
 - Πολλές φορές η διαφορά ανάμεσα σε μια επαγγελματική και μια απλή κάμερα είναι η διαφορά στη δυνατότητα τους να καταγράψουν αποτελεσματικά βίντεο σε συνθήκες ελλιπούς φωτισμού



Chroma Key

- Το chroma key είναι μια τεχνική η οποία μας επιτρέπει να ορίσουμε ένα χρώμα ή μια σειρά από χρώματα τα οποία θεωρούνται διάφανα (seen "through")
- Είναι πολύ σύνθετες το μπλε να επιλέγεται ως διάφανο χρώμα με αποτέλεσμα η τεχνική να είναι γνωστή και ως blue screen
- Μια κινηματογράφηση π.χ. ενός ηθοποιού σε μπλε φόντο επιτρέπει την τοποθέτηση του «πάνω» σε μια άλλη σκηνή:
 - Δελτίο καιρού
 - Ο/Η παρουσιαστής / παρουσιάστρια κινηματογραφείται σε μπλε φόντο
 - Ως φόντο χρησιμοποιείται ο χάρτης τον οποίο ο παρουσιαστής χειρίζεται μέσω ενός τηλεχειριστηρίου
 - Ταινίες επιστημονικής φαντασίας
 - Το φόντο δημιουργείται από λογισμικό δημιουργίας τρισδιάστατων γραφικών



Πρότυπα συμπίεσης

- Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι και πρότυπα συμπίεσης τα οποία έχουν σχεδιαστεί για βέλτιστη απόδοση σε ορισμένα μέσα μετάδοσης. Μερικά από τα πιο γνωστά πρότυπα είναι:
 - H261:
 - Πρότυπο για συμπίεση βίντεο με στόχο τη μεταφορά του μέσω γραμμών ISDN χαμηλού εύρους ζώνης (p x 64 kbps)
 - Συμμετρική πολυπλοκότητα (ίδιος χρόνος συμπίεσης και αποσυμπίεσης)
 - Παράδειγμα: Video Telephony
 - H263
 - Βασίζεται στο H261 αλλά έχει σχεδιαστεί για μετάδοση μέσω του πρωτοκόλλου IP
 - Συμμετρική πολυπλοκότητα (ίδιος χρόνος συμπίεσης και αποσυμπίεσης)
 - Παράδειγμα: Λογισμικό τηλεδιάσκεψης (π.χ. NetMeeting)



Πρότυπα συμπίεσης (II)

- Real Media:
 - Πρότυπο για streaming και video on demand μέσω του πρωτοκόλλου IP
 - Υποστηρίζονται διάφοροι ρυθμοί μετάδοσης
 - Ασύμμετρη πολυπλοκότητα (μεγαλύτερος χρόνος για συμπίεση από αυτόν για αποσυμπίεση)
 - Παράδειγμα: Real Video
- MJPEG (Motion JPEG)
 - Πρότυπο συμπίεσης στο οποίο τα διάφορα frames ενός βίντεο συμπιέζονται με την τεχνική JPEG (ως ανεξάρτητες εικόνες)
 - Ασύμμετρη πολυπλοκότητα
 - Παράδειγμα: Video CD



Πρότυπα συμπίεσης (III)

- Σειρά MPEG (Moving Pictures Expert Group):
 - MPEG-1
 - Πρότυπο για αποθήκευση βίντεο ποιότητας VHS σε CD-ROM
 - Bit rate: 1.2 Mbps για το βίντεο και 250 kbps για τον ήχο
 - MPEG-2
 - Πρότυπο για αποθήκευση βίντεο ποιότητας DV (αλλά και HDTV) σε DVD-ROM
 - Χρησιμοποιείται επίσης για τηλεοπτική μετάδοση ψηφιακού βίντεο
 - Bit rate: Δορυφορικά συνδρομητικά κανάλια (π.χ. Nova)
 - MPEG-4
 - Σχεδιάστηκε για να επιτρέπει εκτός από συμπίεση και χειρισμό υπερμέσων (ανάκληση με βάση το περιεχόμενο, πλοήγηση, hyperlinking, δεικτοδότηση κλπ).
 - Επιτρέπει συνδυασμό φυσικού και συνθετικού βίντεο (κινούμενα γραφικά)
 - 3D -video (παρακολούθηση από διαφορετικές οπτικές γωνίες -views)
