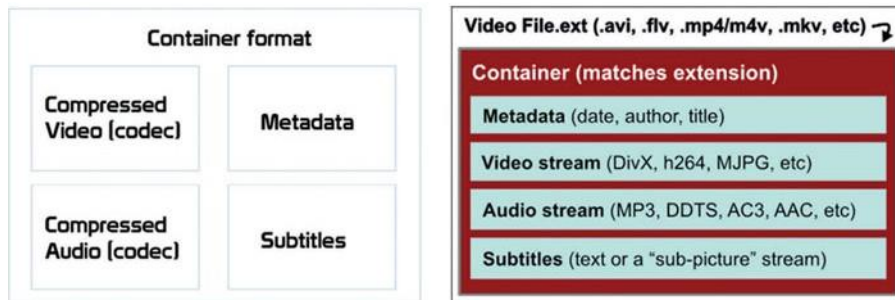


Κεφάλαιο 7ο - Βίντεο

7.1 Τύποι αρχείων βίντεο και κωδικοποιητές – Τεχνικές συμπίεσης. Containers και Codecs

Η δομή των αρχείων βίντεο είναι πολύπλοκη γιατί συνδυάζουν πολλά διαφορετικά είδη πληροφορίας (π.χ. ροή βίντεο, ροή ήχου, μεταδεδομένα, υπότιτλους κ.α.).

Ενώ η επέκταση ενός αρχείου στατικής εικόνας μας δίνει πληροφορία για το είδος του περιεχομένου, δεν συμβαίνει το ίδιο και με τις επεκτάσεις των αρχείων βίντεο. Ο μορφότυπος αρχείου βίντεο (π.χ. MOV) είναι απλά ένα "δοχείο" (container), που θα μπορούσε να περιέχει ένα πολύ χαμηλής ποιότητας web βίντεο, ή ένα πολύ-υψηλής ποιότητας 3-D βίντεο και υψηλής ποιότητας πεντακάναλο ήχο.



Παραδείγματα μορφότυπων αρχείων βίντεο: **.mov, .wmv/.asf, .mkv, .ogg, .avi, .flv, .mp4**

Μέσα σε κάθε **container** αρχείου βίντεο υπάρχουν τα δεδομένα ροής βίντεο και ήχου. Τα δεδομένα αυτά δημιουργούνται από μικρά προγράμματα που ονομάζονται **κωδικοποιητές (codecs)** τα οποία κωδικοποιούν - αποκωδικοποιούν (Encode - Decode) ή συμπιέζουν - αποσυμπιέζουν (Compress - Decompress) ψηφιακές ροές δεδομένων. Λόγω του μεγάλου όγκου δεδομένων που απαιτεί το βίντεο συνήθως οι κωδικοποιητές χρησιμοποιούν συμπίεση ώστε να επιτύχουν ελάττωση του όγκου δεδομένων. Μπορείτε να σκεφτείτε τα codecs σαν μικρές βοηθητικές εφαρμογές που χρησιμοποιεί ένα πρόγραμμα ή το λειτουργικό σύστημα για αναπαραγωγή ή δημιουργία αρχείων βίντεο. Κωδικοποιούν και συμπιέζουν ροές δεδομένων για αποθήκευση και μεταφορά ή αποσυμπιέζουν ροές δεδομένων για αναπαραγωγή και επεξεργασία.

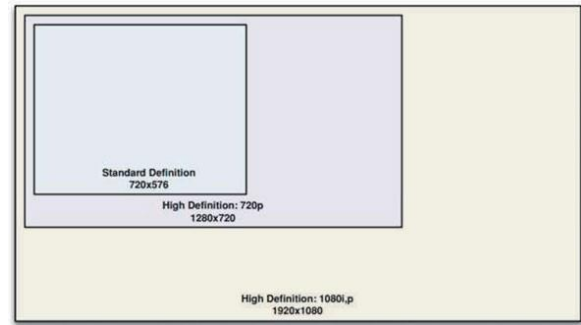
Επομένως ο **μορφότυπος ενός αρχείου βίντεο (container)** - όπως για παράδειγμα **.MOV, .AVI, .MP4** - είναι ένας τρόπος για να πακεταριστούν τα δεδομένα για αποθήκευση. Ο **κωδικοποιητής (codec)** - όπως για παράδειγμα **H.264** - είναι η μέθοδος για κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση του βίντεο στο εσωτερικό του "πακέτου" (container).

Ανατομία ενός αρχείου βίντεο

- 1 **Container:** **.MOV, .AVI, .MP4, ...**
- 2 **Σήμα βίντεο και ήχου (video and audio signal):** τα δεδομένα βίντεο και ήχου που έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά
- 3 **Κωδικοποιητής (Codec):** αναφέρεται στο λογισμικό που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση του σήματος βίντεο. Οι εφαρμογές για επεξεργασία και αναπαραγωγή βίντεο χρησιμοποιούν κωδικοποιητές που μπορεί να είναι ενσωματωμένοι στο πρόγραμμα, ή εγκαθίστανται ξεχωριστά.

Χαρακτηριστικά ενός σήματος βίντεο

- **Μέγεθος του πλαισίου (Frame size):** το ύψος και πλάτος (σε pixels) για κάθε πλαίσιο (frame). Στο SD (Standard definition) βίντεο, το μέγεθος του πλαισίου είναι γενικά 720x576 pixels, δηλαδή 414.720 pixels συνολικά ανά πλαίσιο. Αντίστοιχα στο FHD (Full High Definition) βίντεο οι διαστάσεις είναι 1920x1080, δηλαδή 2,07 megapixels ανά πλαίσιο και στο 4K UHD (Ultra High Definition) οι διαστάσεις είναι 3840x2160, δηλαδή 8,29 megapixels.
- **Λόγος διαστάσεων (aspect ratio):** είναι η αναλογία του πλάτους προς ύψος. Για παράδειγμα 4:3 (standard Video), 16:9 (widescreen)
- **Ρυθμός αναπαραγωγής πλαισίου ανά δευτερόλεπτο (frame rate, fps) :** Αριθμός πλαισίων που προβάλλονται ανά δευτερόλεπτο ώστε να δίνεται η αίσθηση της κίνησης. Το frame rate μετριέται συνήθως σε frames per second (π.χ. 15 fps, 24 fps, 25 fps, 30 fps, ...).
- **Βάθος χρώματος (Color Depth):** Ο αριθμός των bits που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του χρώματος για κάθε pixel. (Με τιμή χρωματικού βάθους 24 bit έχουμε ένα βίντεο με πραγματικό χρώμα).
- **Ρυθμός μετάδοσης ή Ρυθμός δεδομένων βίντεο (Bitrate):** Ο ρυθμός δεδομένων ενός αρχείου βίντεο είναι το μέγεθος της ροής δεδομένων κατά την αναπαραγωγή του βίντεο και μετριέται σε kilobits ή megabits ανά δευτερόλεπτο (**Kbps** ή **Mbps**). Είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό του αρχείου, καθώς καθορίζει τις ελάχιστες δυνατότητες της ταχύτητας μεταφοράς του σκληρού δίσκου ή σύνδεσης στο Διαδίκτυο που απαιτούνται για την αναπαραγωγή ενός βίντεο χωρίς διακοπή.
Για μη συμπιεσμένο βίντεο που δεν περιέχει ήχο:
 - Ρυθμός δεδομένων βίντεο (Uncompressed bitrate) (bps) = Μέγεθος Πλαισίου (ύψος x πλάτος - σε pixels) x Ρυθμός αναπαραγωγής πλαισίου (frames per second) x Βάθος Χρώματος (bits per pixel)
 - Μέγεθος αρχείου (bytes) = [Μέγεθος Πλαισίου (ύψος x πλάτος - σε pixels) x Ρυθμός αναπαραγωγής πλαισίου (frames per second) x Βάθος Χρώματος (bits per pixel) x Διάρκεια (sec)] / 8 bit per byte
- **Δειγματοληψία του ήχου (audio sample rate)**



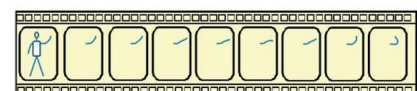
Συμπίεση βίντεο – Τεχνικές Συμπίεσης

Οι τεχνικές συμπίεσης video (compress/decompress, codec) που χρησιμοποιούνται είναι οι:
Χωρική συμπίεση (Ενδοπλαισιακή, Intraframe) αναλαμβάνει τη συμπίεση κάθε πλαισίου (frame) ξεχωριστά.



Intraframe compression
Every frame is encoded individually

Χρονική συμπίεση (Διαπλαισιακή, Interframe) εφαρμόζεται σε μια ακολουθία πλαισίων με κωδικοποίηση των διαφορών ανάμεσα σε αυτά και στηρίζεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες πληροφορίες παραμένουν σταθερές από το ένα πλαίσιο στο άλλο. Εκμεταλλεύεται δηλαδή τις ομοιότητες μεταξύ των διαδοχικών πλαισίων (**χρονικός πλεονασμός**). Για παράδειγμα, όταν κινείται ένα αντικείμενο τα διαδοχικά πλαίσια μοιάζουν σε μεγάλο βαθμό, καθώς κάποια τμήματα των πλαισίων δεν επηρεάζονται καθόλου από την κίνηση ενώ κάποια άλλα πιθανόν να αλλάζουν απλώς θέση με μικρή αλλαγή του περιεχομένου τους.



Interframe compression
Only the differences between frames are encoded for each group of frames

7.3 Κωδικοποίηση – Διανομή – Αποστολή βίντεο

Ο όρος "**native**", ο οποίος χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μορφή που η κάμερα καταγράφει και αποθηκεύει τα ψηφιακά δεδομένα. Μερικές φορές όμως, η "*πρωτογενής*" συμπίεση δεν είναι η βέλτιστη, γιατί συνήθως τα δεδομένα είναι τεράστια σε μέγεθος για να μπορέσει ο υπολογιστής να τα επεξεργαστεί, σε ταχύτητες που να εξασφαλίζουν συνεχή ροή. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να μετατραπούν ή να συμπιεστούν σε χαμηλότερο ρυθμό δεδομένων (**bitrate**). Η συμπίεση (κωδικοποίηση) βίντεο είναι η διαδικασία μετατροπής του ψηφιακού βίντεο σε μορφή κατάλληλη για μετάδοση ή αποθήκευση. Το **ασυμπίεστο "Raw" ψηφιακό βίντεο** απαιτεί συνήθως ένα μεγάλο bitrate, (για παράδειγμα, περίπου 216 Mbits για 1 δευτερόλεπτο ασυμπίεστου βίντεο Standard Definition) και η συμπίεση είναι απαραίτητη για την αποθήκευση και μετάδοσή του.

Ο **ρυθμός δεδομένων (bitrate κωδικοποιημένου βίντεο)** αναφέρεται στην ποσότητα των bit που χρησιμοποιούνται ανά μονάδα χρόνου αναπαραγωγής βίντεο μετά τη συμπίεση (κωδικοποίηση). Μετριέται σε kilobits ή megabits ανά δευτερόλεπτο (Kbps ή Mbps) και επηρεάζει το μέγεθος του αρχείου και την ποιότητα του βίντεο. Με υψηλότερο bitrate, ένας συγκεκριμένος κωδικοποιητής υποστηρίζει μεγαλύτερο μέγεθος πλαισίου, υψηλότερο ρυθμό αναπαραγωγής πλαισίου, λιγότερη συμπίεση ανά πλαίσιο, περισσότερα δεδομένα ήχου ή συνδυασμό όλων αυτών των χαρακτηριστικών. Στην αντίθετη περίπτωση (μείωση του bitrate), ένα ή περισσότερα από τα χαρακτηριστικά του σήματος βίντεο θα πρέπει να υποβαθμιστούν. **Καθώς όμως η τεχνολογία κωδικοποίησης προχωράει, ελαττώνεται το bitrate που απαιτείται για μια συγκεκριμένη ποιότητα.**

Η συμπίεση ενός αρχείου για μελλοντική χρήση γίνεται είτε με συμπίεση δεδομένων χωρίς απώλεια (**lossless data compression**) είτε με συμπίεση δεδομένων με απώλεια (**lossy data compression**). Υπάρχουν πολλές εφαρμογές που διατίθενται για τη συμπίεση δεδομένων βίντεο και ήχου για μελλοντική χρήση. Σχεδόν όλα τα λογισμικά επεξεργασίας βίντεο, διαθέτουν εργαλεία συμπίεσης που επιτρέπουν τη δοκιμή μιας ποικιλίας από codecs.

Οικογένεια MPEG

MPEG-4 (1998) και επέκταση **Advanced Video Coding MPEG-4 AVC (H.264)**: Πολύ ευέλικτο πρότυπο που προσφέρει υψηλή ποιότητα με μεγάλη συμπίεση (ίδια ποιότητα στο μισό σχεδόν bit rate σε σχέση με το MPEG-2). Όταν χρησιμοποιείται με υψηλό bitrate, παρέχει εξαιρετική ποιότητα (για παράδειγμα Blu-ray disc). Σχεδιάστηκε ώστε να αποτελέσει ένα αποδοτικό σχήμα συμπίεσης για εφαρμογές Διαδικτύου (τηλεδιάσκεψη, βιντεοτηλεφωνία). Χρησιμοποιείται ευρέως από Διαδικτυακές πηγές ροής δεδομένων (για παράδειγμα Vimeo, Youtube), Web λογισμικό (για παράδειγμα Adobe Flash Player, Microsoft Silverlight) και στην ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV).

High Efficiency Video Coding HEVC (H.265) (2013): Νέο πρότυπο συμπίεσης βίντεο. Αναπτύχθηκε με στόχο να παρέχει συμπίεση διπλάσιας αποτελεσματικότητας σε σχέση με το προηγούμενο πρότυπο H.264 / AVC. Η αποτελεσματικότητα της κωδικοποίησης έγκειται στη δυνατότητα να κωδικοποιήσει (encode) το βίντεο στο χαμηλότερο δυνατό bitrate, διατηρώντας παράλληλα ένα ορισμένο επίπεδο ποιότητας. Αν και η απόδοση της συμπίεσης ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του περιεχομένου και των ρυθμίσεων του κωδικοποιητή, το HEVC, είναι συνήθως σε θέση να συμπιέσει το βίντεο δύο φορές πιο αποτελεσματικά από το AVC. Μπορεί να υποστηρίξει 8K UHD (Ultra High Definition Television) και ανάλυση πλαισίου μέχρι 7680x4320 pixels. Αποτελεί ένα αποδοτικό σχήμα συμπίεσης για ροή δεδομένων υψηλής ποιότητας βίντεο (streaming high-quality video) και θα οδηγήσει στην παροχή περιεχομένου 4K για τις νέες Ultra HD οθόνες.

7.4 Μετάδοση βίντεο στο Διαδίκτυο

Ο όρος πολυμεσική ροή (streaming media) στο Διαδίκτυο αφορά σε μία ροή πακέτων δικτύου που περιέχουν πολυμεσικά δεδομένα, δηλαδή βίντεο ή/και ήχο. Η πολυμεσική ροή προέρχεται από ένα **εξυπηρετητή μετάδοσης ροών (media streaming server)** και κατευθύνεται προς ένα τελικό χρήστη ο οποίος λαμβάνει συνεχώς και αναπαράγει στον τοπικό του υπολογιστή πολυμεσικό περιεχόμενο. Ο χρήστης απαιτείται να έχει εγκατεστημένο ένα λογισμικό αναπαραγωγής ροής (plugin στο πρόγραμμα πλοήγησης στο Διαδίκτυο ή αυτόνομο λογισμικό) με το οποίο συνδέεται με τον εξυπηρετητή.

Οι τεχνολογίες ροών χρησιμοποιούνται για την ακρόαση ραδιοφώνου και την παρακολούθηση τηλεόρασης μέσω Διαδικτύου (IPTV), την αναμετάδοση εκδηλώσεων, καθώς και για την παρακολούθηση βίντεο κατόπιν αιτήσεως (video on-demand).

Ροή κατά απαίτηση (On demand Streaming): Ο τελικός χρήστης όχι μόνο επιλέγει αλλά ακούει ή βλέπει το περιεχόμενο –που είναι αποθηκευμένο στον εξυπηρετητή - οποτεδήποτε το ζητήσει (on demand). Επιπλέον, μπορεί να παγώσει τη μετάδοση και να συνεχίσει αργότερα, να προχωρήσει ή να επιστρέψει σε άλλο σημείο του περιεχομένου.

Ζωντανή μετάδοση ροών (Live Streaming): Μετάδοση σε πραγματικό χρόνο γεγονότων στο Διαδίκτυο με την μορφή πολυμεσικής ροής. Η ροή προέρχεται από ένα **σύστημα παραγωγής ροών**, το οποίο μεταδίδει τη ροή στον εξυπηρετητή, ο οποίος και αναμεταδίδει τη ροή στους τελικούς χρήστες. Το σύστημα παραγωγής ροών αναλαμβάνει τη ψηφιοποίηση των αναλογικών σημάτων βίντεο και ήχου όταν οι πηγές είναι αναλογικές, την κωδικοποίηση (συμπίεση) του βίντεο και ήχου σε κατάλληλη μορφή για μετάδοση πάνω από το Διαδίκτυο και τέλος τη μετάδοση των ροών στον εξυπηρετητή μετάδοσης.