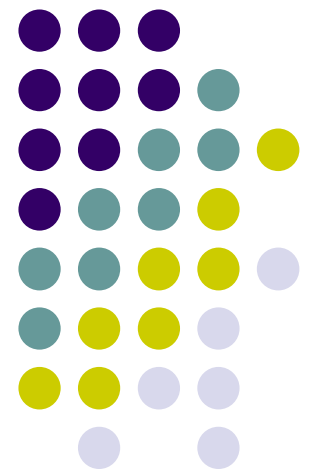


# Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων: Συμπύεση Βίντεο



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Τμήμα Επιστήμης & Τεχνολογίας  
Τηλεπικοινωνιών

Ευάγγελος Α. Κοσμάτος



# Εισαγωγή



- Κατά τη συμπίεση βίντεο αναζητείται μια κατάσταση ισορροπίας (χρυσή τομή) ανάμεσα στην ποιότητα του τελικού βίντεο και το εύρος ζώνης.
- Πολλές φορές βασίζεται σε υποκειμενικές μετρήσεις που γίνονται σε άτομα που θεωρούνται ικανά «δείγματα» πάνω στην εκτίμηση της κινούμενης εικόνας.
  - Αν η εμπειρία τους δεν τους επιτρέπει να αντιληφθούν σημαντικές διαφορές στην ποιότητα του κωδικοποιημένου ήχου από τον αρχικό και συγχρόνως θεωρούν ανεκτές τις ατέλειες (artifacts) της εικόνας μετά από κάποιο ποσοστό συμπίεσης, η μέθοδος και το ποσοστό αυτό θεωρούνται αποδεκτά και τυποποιούνται.
- Να σημειωθεί εδώ ότι ενώ ο ήχος προσφέρεται για μεγάλα ποσοστά συμπίεσης χωρίς να μπορεί να γίνει αισθητή υποβάθμιση στην ποιότητά του, στον τομέα της εικόνας τα πράγματα είναι λίγο πιο δύσκολα και οι όποιες ατέλειες είναι ορατές, απλά γίνεται προσπάθεια να μην γίνονται ενοχλητικές για το θεατή.



# Αρχές συμπίεσης βίντεο

- Η βασική αρχή πάνω στην οποία στηρίζονται όλες οι μέθοδοι ψηφιακής συμπίεσης είναι το γεγονός ότι το σήμα εμπεριέχει ένα ποσοστό πλεονασμού (redundancy).
  - Με τον όρο αυτό εννοούμε την πληροφορία που είτε μπορεί να παραληφθεί, είτε να κωδικοποιηθεί με λιγότερη ακρίβεια, χωρίς αυτό να έχει αξιοσημείωτη επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα.
- Υπάρχουν δύο είδη πλεονασμού σε ένα σήμα βίντεο:
  - Χωρικός πλεονασμός (Spatial Redundancy):
    - Ανάλογα με το περιεχόμενο της εικόνας το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ανεχτεί ένα ποσοστό παραμόρφωσης ή αλλοίωσης ορισμένων παραμέτρων της εικόνας χωρίς αυτό να γίνει αντιληπτό. Π.χ. είναι γνωστό ότι η ανθρώπινη όραση είναι γενικά πολύ πιο ευαίσθητη στη φωτεινότητα της εικόνας παρά στα χρώματα.
    - Ο υποκειμενικός πλεονασμός και οι ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης όρασης έχουν αξιοποιηθεί στις τεχνικές συμπίεσης ακίνητων εικόνων (π.χ. πρότυπο JPEG).



# Αρχές συμπίεσης βίντεο

- Χρονικός Πλεονασμός (Temporal Redundancy):
  - Οι τιμές φωτεινότητας και χρώματος μπορούν σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή να προϋπολογιστούν από τις προηγούμενες τιμές τους, γιατί οι τιμές δειγμάτων της εικόνας σε μεγάλο ποσοστό σχετίζονται μεταξύ τους.
    - Για παράδειγμα στα δελτία ειδήσεων ένα μεγάλο κομμάτι της εικόνας (φόντο) παραμένει αμετάβλητο και μόνο το κομμάτι της εικόνας που καταλαμβάνει ο παρουσιαστής μεταβάλλεται ελαφρά (κινήσεις των χειλιών, των βλεφάρων κτλ).
  - Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε ένα τμήμα της εικόνας από μία προηγούμενη και να προσθέσουμε απλά τις διαφορές που έχουν προκύψει χωρίς να χρειάζεται να κωδικοποιούμε σε κάθε πλαίσιο (frame) την πλεονάζουσα πληροφορία.



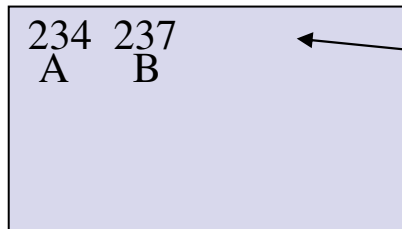
# Αρχές συμπίεσης βίντεο

- **Ενδοπλαισιακή (χωρική) συμπίεση** (spatial / intra-frame compression)
  - Κάθε πλαίσιο συμπιέζεται αυτόνομα ως χαρτογραφική εικόνα (μορφή συμπίεσης JPEG)
  - Η συμπίεση μπορεί να είναι με ή χωρίς απώλειες (lossy or lossless). Η συμπίεση με απώλειες οδηγεί σε απώλεια ποιότητας όταν έχουμε διαδοχικές συμπίεσεις και αποσυμπίεσεις
- **Διαπλαισιακή (χρονική) συμπίεση** (temporal / inter-frame compression)
  - Η συμπίεση εφαρμόζεται σε ακολουθίες από πλαίσια με κωδικοποίηση των διαφορών ανάμεσα σε αυτά
  - Πλαίσια κλειδιά (Key Frames) κωδικοποιούνται μόνο χωρικά
    - Σε αρκετές περιπτώσεις η απόσταση ανάμεσα σε πλαίσια κλειδιά είναι σταθερή (π.χ. Κάθε 12 πλαίσια ένα πλαίσιο κλειδί)
  - Οι διαφορές ανάμεσα στα πλαίσια κωδικοποιούνται χωρικά (λογική JPEG)
- Σε όλες τις περιπτώσεις έχουμε κάποια μορφή συμπίεσης εξαιτίας της δειγματοληψίας φωτεινότητας /χρωματικών καναλιών.



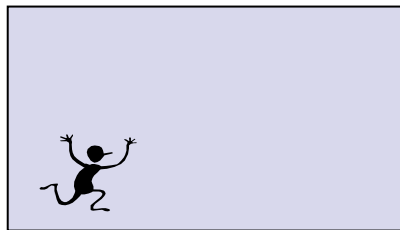
# Αρχές συμπίεσης βίντεο

## Χωρική Συμπίεση (spatial)

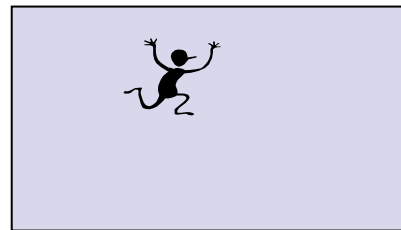


Χρήση του A για την κωδικοποίηση του B

## Χρονική Συμπίεση (temporal)



A  
Πλαίσιο N-1

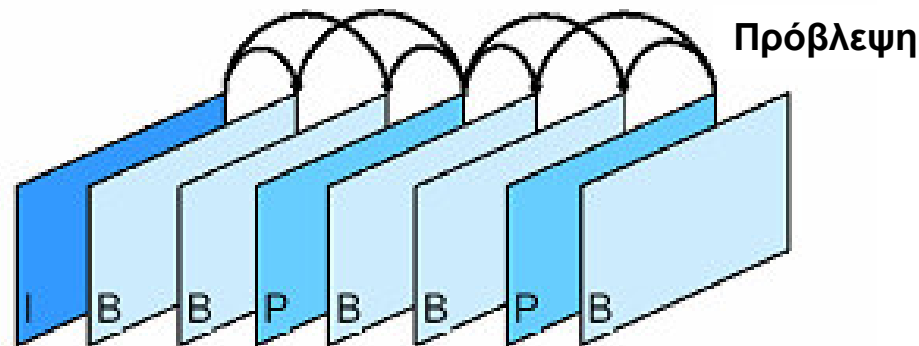


B  
Πλαίσιο N



# Τύποι πλαισίων βίντεο

- I-πλαίσια (intracoded frames)
  - Αυτόνομα κωδικοποιημένα frame (κωδικοποιημένα ως εικόνες)
- P-πλαίσια (predictive frames)
  - Κωδικοποιημένα με βάση προβλεπτική κωδικοποίηση από άλλα προηγούμενα P ή I frames
- B-πλαίσια (intercoded frames)
  - Παρεμβαλλόμενα (Interpolation) frames ανάμεσα σε P και I frames





# Πλαίσια I (Intra frames)

- Το είδος αυτό των πλαισίων κάνει χρήση του intra frame-coding (ενδοπλαισιακή κωδικοποίηση). Τα πλαίσια τύπου I είναι τα μόνα που είναι κωδικοποιημένα στο σύνολό τους και η αποκωδικοποίηση μπορεί να γίνει χωρίς αναφορά σε κάποιο άλλο.
- Αποτελούν σημεία αναφοράς κατά την τυχαία προσπέλαση ενός σήματος. Επειδή η παρουσία τους είναι απαραίτητη σαν σημείο χρονικής αναφοράς και για να αποφευχθεί η διάδοση των σφαλμάτων που δημιουργούν τα P πλαίσια επιβάλλεται να μεταδίδονται ανά τακτά χρονικά πλαίσια. Έτσι υπάρχει ένα I πλαίσιο τουλάχιστον κάθε 15 πλαίσια (δηλαδή δύο φορές το δευτερόλεπτο αν η συχνότητα είναι 30 Hz).
- Η διαδικασία της κωδικοποίησης ενός I πλαισίου βασίζεται στη λογική του προτύπου JPEG.
  - Το πλαίσιο χωρίζεται σε macroblocks και για κάθε block ξεχωριστά εφαρμόζεται DCT, Κβαντοποίηση, Zig-Zag Scanning, Run-Length-Encoding και Huffman Encoding.





# Πλαίσια P (Predicted frames)

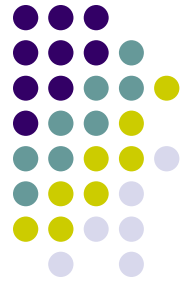
- Τα πλαίσια τύπου P είναι βασισμένα σε ένα προηγούμενο I ή P πλαίσιο και κωδικοποιούνται με διαπλαισιακές μεθόδους.
- Με τη βοήθεια της τεχνικής αντιστάθμισης κίνησης (motion compensation) προβλέπουν τη νέα θέση των macroblocks που έχουν μετακινηθεί και κωδικοποιούν τον αριθμό του macroblock, ένα διάνυσμα κίνησης και τη διαφορά (σφάλμα πρόβλεψης).
- Με τη σειρά τους τα P πλαίσια μπορούν να αποτελέσουν και αυτά σημείο αναφοράς για επόμενα πλαίσια και αυτός είναι και ο λόγος που συμβάλλουν στην εισαγωγή και διάδοση σφαλμάτων, αφού η διαδικασία της πρόβλεψης κίνησης δεν μπορεί να είναι 100% ακριβής.
- Δεν έχουν το μέγεθος των I πλαισίων γιατί δεν έχουν περιγραφεί με την ίδια ακρίβεια, δηλαδή παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό συμπίεσης.

# Πλαίσια B (Bi-directional frames)



- Τα πλαίσια τύπου B είναι πλαίσια που δημιουργούνται με βάση την αντιστάθμιση κίνηση από ένα προηγούμενο και ένα επόμενο πλαίσιο I ή P (ένα από το κάθε είδος).
- Κωδικοποιούνται με ενδοπλαισιακές τεχνικές
- Δε συντελούν τόσο πολύ στη διάδοση των σφαλμάτων
  - δεν χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς
  - μειώνουν σημαντικά το σφάλμα παίρνοντας το μέσο όρο από δύο πλαίσια.
- Ο «κύκλος της ζωής» τους περιορίζεται μόνο σε αυτά και δεν επεκτείνεται με το να κληροδοτούν πληροφορίες σε άλλα πλαίσια, κάτι που πολλές φορές σε συνδυασμό και με την υπολογιστική πολυπλοκότητα που απαιτούν για την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση τα κάνει μη επιθυμητά από τους κατασκευαστές.

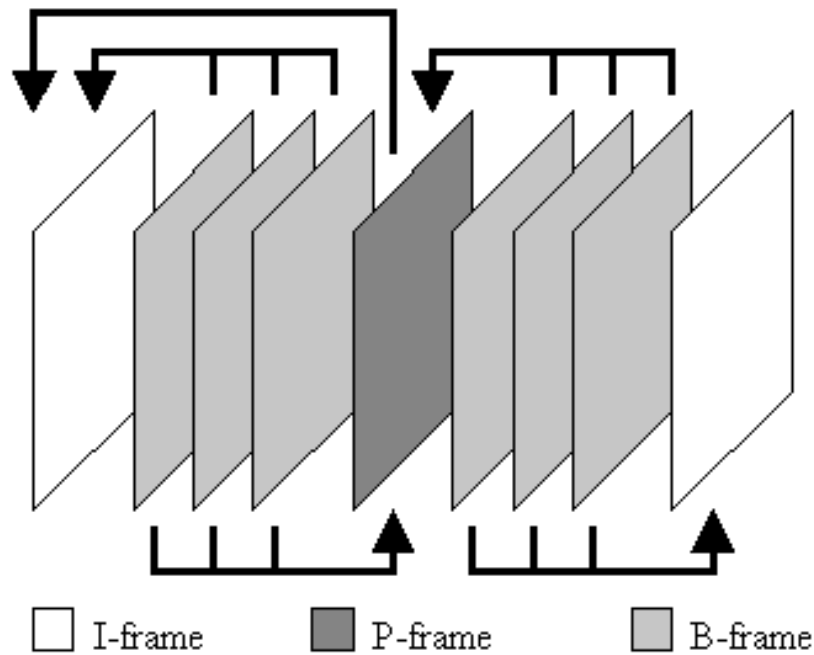
# Πλαίσια B (Bi-directional frames)



- Η διαδικασία της κωδικοποίησης περιλαμβάνει συνδυασμό των αντίστοιχων macroblocks που παρουσιάζουν μικρές διαφορές με τα αντίστοιχα των πλαισίων αναφοράς (προηγούμενο και επόμενο) δηλαδή αφαίρεση του μέσου όρου των άλλων δύο από το τρέχον πλαίσιο, συνδυασμό των διανυσμάτων κίνησης των πλαισίων αναφοράς (που συνδυάζονται όπως και τα αντίστοιχα macroblocks, δηλαδή λαμβάνεται ο μέσος όρος τους) και στη συνέχεια την ίδια διαδικασία με τα I και P πλαίσια για την κωδικοποίηση του macroblock που προκύπτει.
- Ένα πλαίσιο-B αναδημιουργείται (αποκωδικοποιείται) λαμβάνοντας υπόψη και τα πλησιέστερα I και P πλαίσια (πριν και μετά).

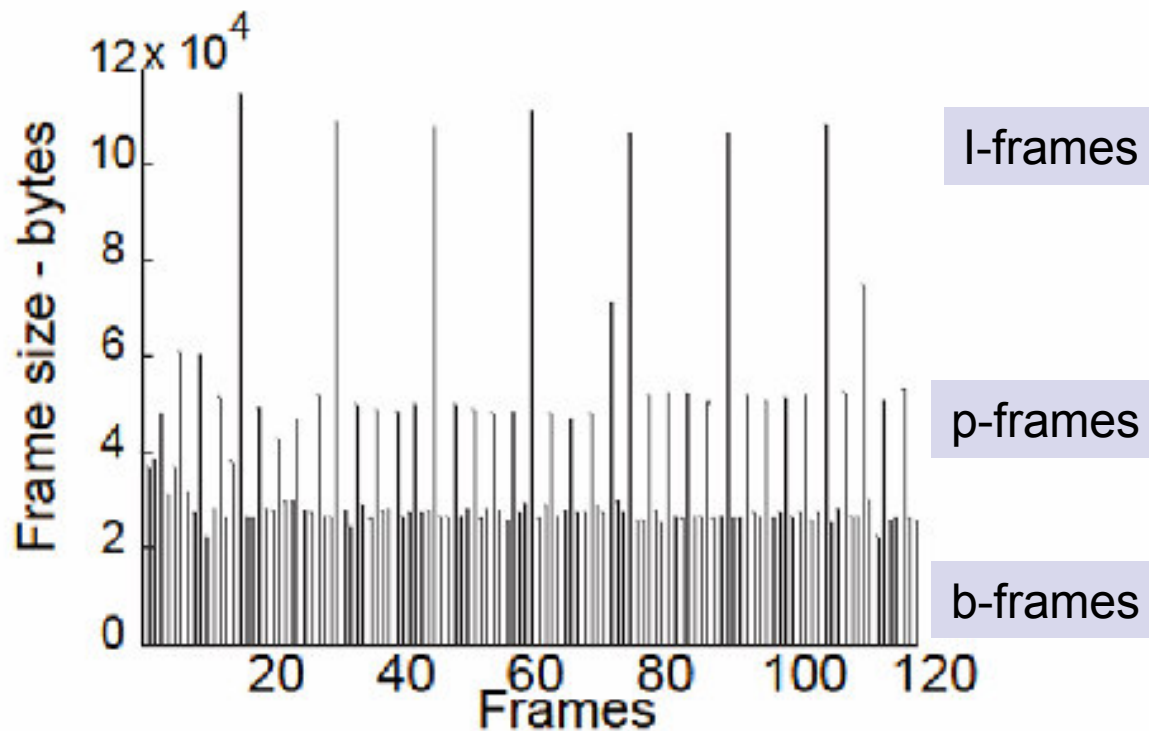


# Αλληλουχία Πλαισίων



- I-frame: πλαίσιο αναφοράς
  - μόνο ενδοπλαισιακή κωδικοποίηση
- P-frame: βασίζεται σε ένα προηγούμενο I ή P πλαίσιο
  - διαπλαισιακή κωδικοποίηση
- B-frame: βασίζεται σε προηγούμενα/επόμενα πλαίσια
  - διαπλαισιακή κωδικοποίηση διπλής κατεύθυνσης

# Μέγεθος πλαισίων



- I-frame: μεγάλο μέγεθος πλαισίου
- P-frame: μικρό μέγεθος πλαισίου
- B-frame: πολύ μικρό μέγεθος πλαισίου



# Αντιστάθμιση κίνησης

- Ένας τρόπος με τον οποίο μπορούμε να περιγράψουμε πιο αποτελεσματικά εικόνες με κίνηση είναι η τμηματική πρόβλεψη κίνησης. Με τη βοήθεια αυτής της μεθόδου μπορούμε να εκτελέσουμε τη διαπλαισιακή (inter-frame) κωδικοποίηση και να περιγράψουμε την αλληλουχία εικόνων ως σειρά ομοιοτήτων και διαφορών.
- Εναλλακτικά με το να κωδικοποιήσουμε ανεξάρτητα τα δύο πλαίσια μπορούμε να περιγράψουμε τη δεύτερη εικόνα με το να τη χωρίσουμε σε ίσα τμήματα και να φτιάξουμε ένα πίνακα που να περιέχει τμήματα που έχουν μείνει ίδια και διανύσματα που να δείχνουν τη νέα θέση των τμημάτων που άλλαξαν θέση (εκτίμηση κίνησης). Έτσι αν έχουμε ήδη αποστείλει την πρώτη εικόνα μπορούμε να στείλουμε τη δεύτερη σαν ένα πίνακα διανυσμάτων και ορισμένων σταθερών τμημάτων, που προφανώς έχει πολύ μικρότερο μέγεθος.



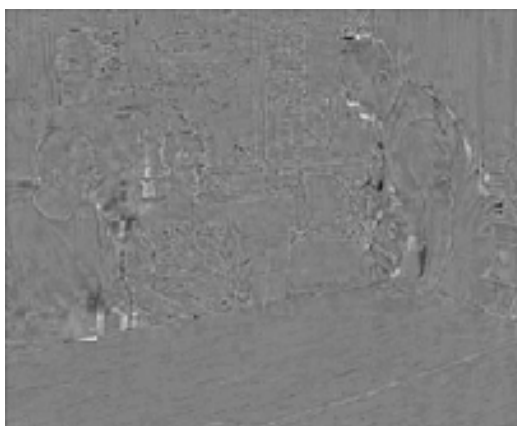
# Αντιστάθμιση κίνησης

- Το προηγούμενο είναι μία καλή προσέγγιση της μεθόδου αλλά στην πραγματικότητα οι πραγματικές εικόνες δεν είναι τόσο όμοιες μεταξύ τους. Θα έχουν κάποια κοινά τμήματα που αλλάζουν θέση από πλαίσιο σε πλαίσιο αλλά θα υπάρχουν και τμήματα που αλλάζουν θέση διατηρώντας το σχήμα τους αλλά μεταβάλλεται το χρώμα τους, καθώς και άλλα που δεν υπάρχουν σε προηγούμενο πλαίσιο αλλά εμφανίζονται σε κάποιο για πρώτη φορά.
- Για την κάλυψη αυτών των περιπτώσεων κωδικοποιείται το σφάλμα πρόβλεψης (prediction error) δηλαδή η διαφορά της αντισταθμισμένης εικόνας (αντιστάθμιση κίνησης) από την πραγματική.

# Αντιστάθμιση κίνησης



Αρχικό Πλαίσιο



Σφάλμα Πρόβλεψης



Διανύσματα κίνησης



Ανακατασκευασμένο Πλαίσιο



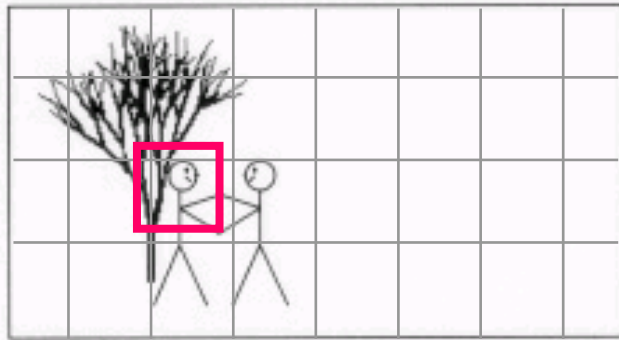


# Εκτίμηση κίνησης

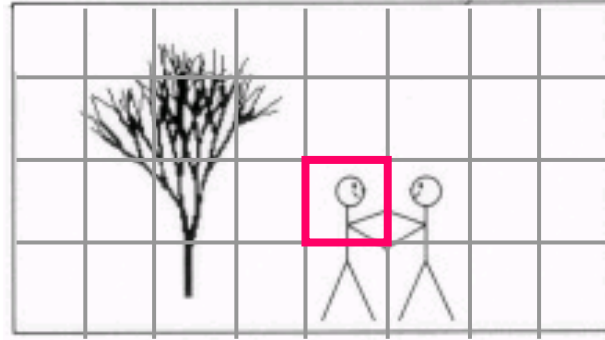
- Συχνά στα διαδοχικά πλαίσια η διαφορά δημιουργείται από ένα αντικείμενο που κινείται.
- Αλγόριθμος εκτίμησης κίνησης:
  - Διαίρεση πλαισίου σε macroblocks (16x16 pixels)
  - Αναζήτηση των macroblocks που:
    - είτε δεν μεταβάλλονται από το ένα πλαίσιο στο άλλο
    - είτε μεταβάλλονται μόνον κινούμενα (δηλ. αλλάζει η σχετική τους θέση μέσα στο πλαίσιο).
  - Αν εντοπιστούν τέτοια macroblocks υπολογίζεται τότε το διάνυσμα κίνησής τους (motion vector) δηλ. ένα ζευγάρι αριθμών (πχ. 0,0, ή 7, 9 ή -16, 5) που δηλώνει τη κίνηση του macroblock μέσα στο πλαίσιο



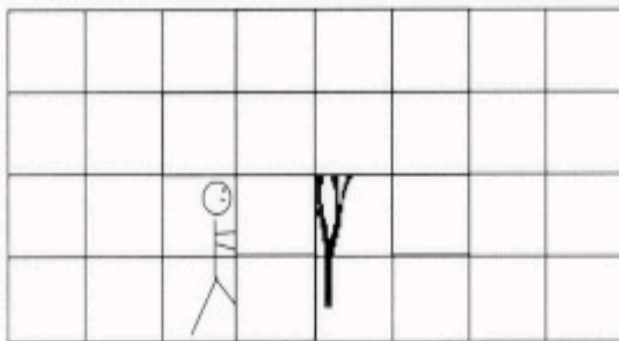
# Εκτίμηση κίνησης



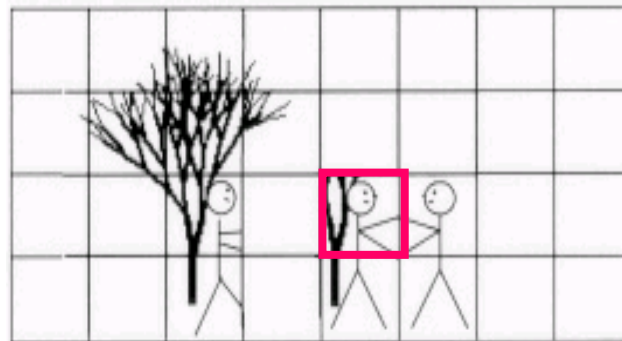
Πλαίσιο 1



Πλαίσιο 2



Σφάλμα πρόβλεψης



Αποτέλεσμα εκτίμησης



# Εκτίμηση κίνησης

- Με τη βοήθεια της εκτίμησης κίνησης συμπιέζονται τα P & B πλαίσια μειώνοντας τον χρονικό πλεονασμό
  - Βελτιώνεται η συμπίεση κατά ένα παράγοντα  $\sim 3$  σε σύγκριση με την απλή ενδοπλαισιακή συμπίεση
- Κατά τη συμπίεση με εκτίμηση κίνησης στο συμπιεσμένο αρχείο αποθηκεύονται:
  - Το διάνυσμα κίνησης (motion vector) (2 συντεταγμένες,  $x, y$ ) της μετατόπισης του macroblock από την αρχική θέση (στο πλαίσιο αναφοράς) στη τελική θέση (στο πλαίσιο που κωδικοποιείται)
  - Τη διαφορά περιεχόμενης πληροφορίας (error terms) μεταξύ του macroblock αναφοράς και του macroblock που κωδικοποιείται

# Κωδικοποίηση με βάση την εκτίμηση κίνησης



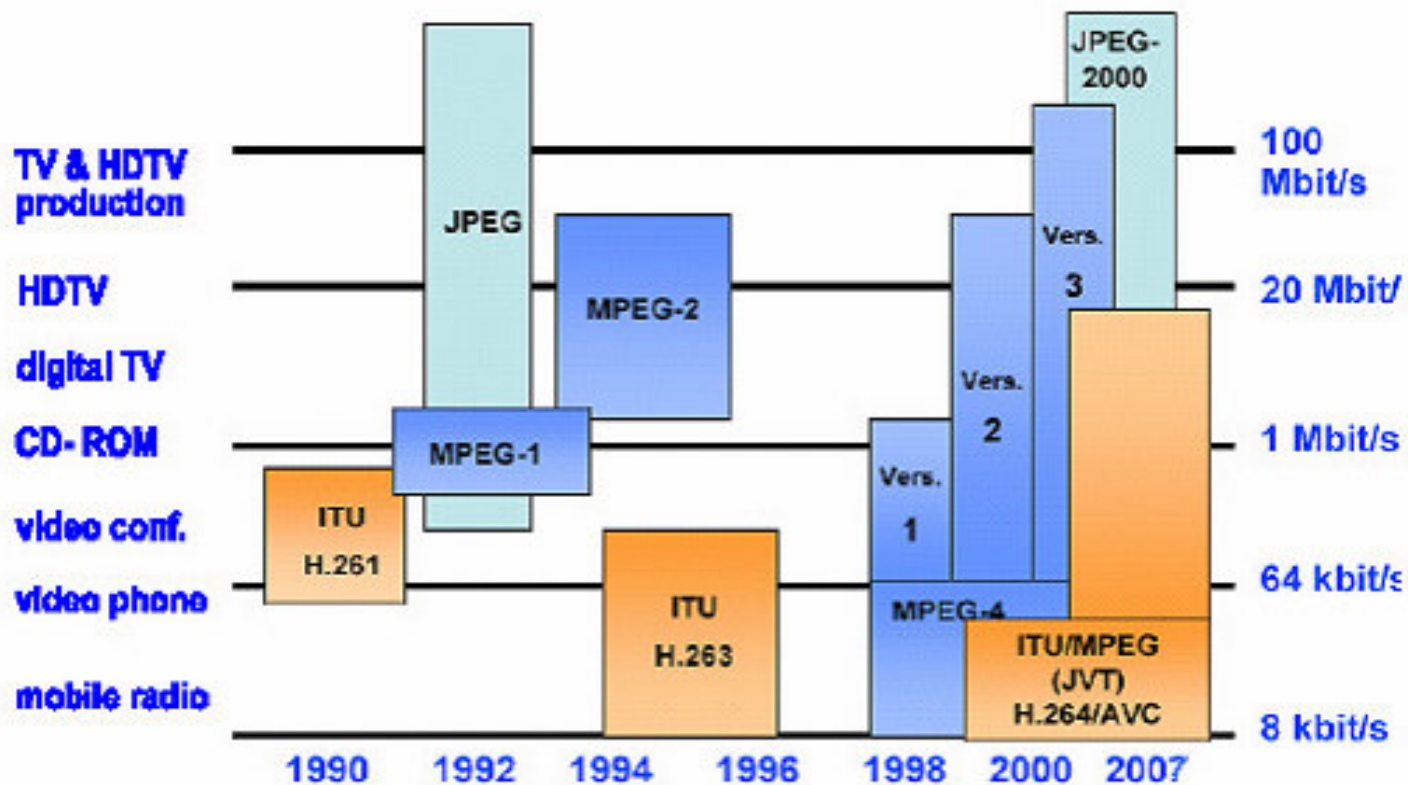
- Κωδικοποίηση πλαισίων I
  - Χρήση της μεθόδου JPEG
- Κωδικοποίηση πλαισίων P
  - Αν τα συγκρινόμενα macroblock είναι όμοια τότε αποστέλλεται μόνο η διεύθυνση του macroblock προβλεψης στο προηγούμενο frame
  - Αν τα συγκρινόμενα macroblock είναι παρόμοια τότε εκτός από τη διεύθυνση του macroblock πρόβλεψης κωδικοποιείται και το διάνυσμα κίνησης και το σφάλμα πρόβλεψης
  - Αν τα συγκρινόμενα macroblock είναι εντελώς ανόμοια τότε το τρέχον macroblock κωδικοποιείται αυτόνομα (όπως στα I frames)

# Διαδεδομένα πρότυπα συμπίεσης βίντεο



- Τα πιο διαδεδομένα πρότυπα συμπίεσης βίντεο στηρίζονται στη λογική του χαρακτηρισμού των πλαισίων ως I, B, P και τη χρήση της ανάλογης μεθοδολογίας (ενδοπλαισιακή ή διαπλαισιακή)
- Οι κύριες διαφορές τους είναι στο ποια είδη πλαισίων υποστηρίζουν (για σκοπούς μείωσης πολυπλοκότητας), ποιες τεχνικές εφαρμόζουν για την εκτίμηση και αντιστάθμιση κίνησης, τι μέγεθος πλαισίου χρησιμοποιούν.
- Τα πιο διαδεδομένα πρότυπα συμπίεσης είναι τα:
  - H.263
  - MPEG-1
  - MPEG-2
  - MPEG-4

# Διαδεδομένα πρότυπα συμπίεσης βίντεο





# Πρότυπο H.263

- Βασίζεται στο H.261 αλλά έχει σχεδιαστεί για μετάδοση μέσω του πρωτοκόλλου IP
- Χρησιμοποιεί πλαίσια I, P και B για επίτευξη μεγαλύτερης συμπίεσης
  - Το H.261 χρησιμοποιεί μόνο I και P
- Digitization Format= QCIF ελαφρά τροποποιημένο:
  - Y=>176x144 (αντί 180x144) ώστε να έχουμε ακέραιο αριθμό από macroblock (11x9),
  - Cr=>88x72, Cb=>88x72,
  - 15 ή 7.5 fps (frame per second)
- Συμμετρική πολυπλοκότητα (ίδιος χρόνος συμπίεσης και αποσυμπίεσης)
- Παράδειγμα: Λογισμικό τηλεδιάσκεψης (π.χ. NetMeeting)

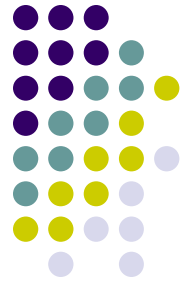


# Πρότυπα MPEG

- Τα πρότυπα δημιουργήθηκαν από τον οργανισμό προτυποποίησης ISO και από την ομάδα ερευνητών (Moving Picture Experts Group)
- Η σειρά προτύπων MPEG περιλαμβάνει:
  - MPEG-1 (στόχος η διανομή σε CD-ROM οπότε ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης είναι περίπου 1.41Mbps)
  - MPEG-2 (στόχος η χρήση σε DVD και ψηφιακή τηλεοπτική μετάδοση - broadcast)
  - MPEG-4 (στόχος η χρήση σε πολυμεσικές εφαρμογές χαμηλού εύρους ζώνης - bitrate multimedia)
- Στα πρότυπα MPEG δεν είναι υποχρεωτική η χρήση όλων των προδιαγραφών
- Τα profiles ορίζουν υποσύνολα χαρακτηριστικών του προτύπου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν
- Τα Levels ορίζουν τις τιμές παραμέτρων όπως το μέγεθος πλαισίου αλλά και ο επιθυμητός ρυθμός μετάδοσης (data rate)
- Κάθε profile μπορεί να υλοποιηθεί σε ένα ή περισσότερα επίπεδα
- Συμβολισμός: profile@level, π.χ. MP@ML



# Κωδικοποίηση MPEG



1. Αναλύεται το αρχείο video για να καθοριστεί το ποια πλαίσια θα κωδικοποιηθούν ως πλαίσια I, ποια ως πλαίσια P και ποια ως πλαίσια B.
2. Το αρχείο βίντεο μετατρέπεται από RGB σε YCbCr ενώ ταυτόχρονα γίνεται και υποδειγματοληψία χρώματος.
3. Τα πλαίσια διαιρούνται σε macroblocks (16x16 pixels)
4. Εφαρμόζεται η τεχνική εκτίμησης κίνησης σε κάθε πλαίσιο P και B.
5. Σε κάθε πλαίσιο I, P και B τα macroblocks συμπιέζονται κατά JPEG.
6. Εφαρμόζεται συμπίεση κατά Huffman (entropy coding) στις τελικές τιμές

# Σειρά αποκωδικοποίησης στο MPEG



- Η σειρά με την οποία τα διάφορα πλαίσια προβάλλονται δεν είναι κατ' ανάγκη η ίδια με αυτή που αποκωδικοποιούνται (ή μεταδίδονται)
- π.χ. Για να αποκωδικοποιηθεί ένα πλαίσιο B πρέπει να προηγηθεί η αποκωδικοποίηση των πλαισίων P ή I που περιέχουν πληροφορίες για την αποκωδικοποίησή του

## Σειρά Παρουσίασης



## Σειρά Αποκωδικοποίησης





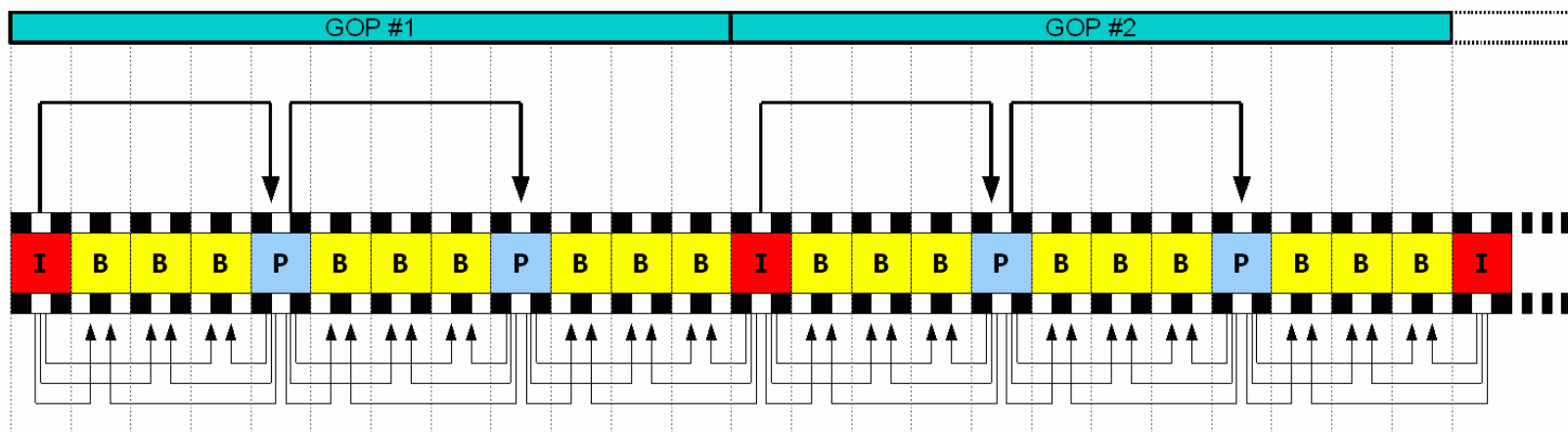
# Πρότυπο MPEG-1

- Πρότυπο για αποθήκευση βίντεο ποιότητας VHS σε CD-ROM
- Bit rate: 1.2 Mbps για το βίντεο και 250 kbps για τον ήχο
- Χωρική συμπίεση: τεχνική JPEG
- Χρονική συμπίεση βασισμένη στην αντιστάθμιση κίνησης (motion compensation)
  - Διάνυσμα μετατόπισης σε σχέση με το προηγούμενο I ή P frame και κωδικοποίηση της διαφοράς ανάμεσα στη πρόβλεψη (macroblock στο προηγούμενο frame) και τα πραγματικά δεδομένα (τρέχον macroblock)
- I-frames: αμιγής JPEG κωδικοποίηση
  - Δεν υπάρχει εξάρτηση από προηγούμενα frames
- P-frames: κωδικοποίηση της διαφοράς πρόβλεψης
  - Η πρόβλεψη βασίζεται σε macroblocks από προηγούμενα I ή P frames
- B-frames: αμφίδρομη πρόβλεψη ('bi-directionally predictive') και κωδικοποίηση της διαφοράς πρόβλεψης από τα πραγματικά δεδομένα
  - Η πρόβλεψη βασίζεται σε macroblocks από το αμέσως προηγούμενο I ή P frame σε συνδυασμό με το αμέσως επόμενο I ή P frame .

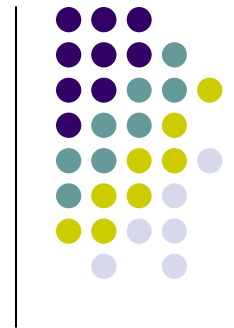


# Πρότυπο MPEG-1

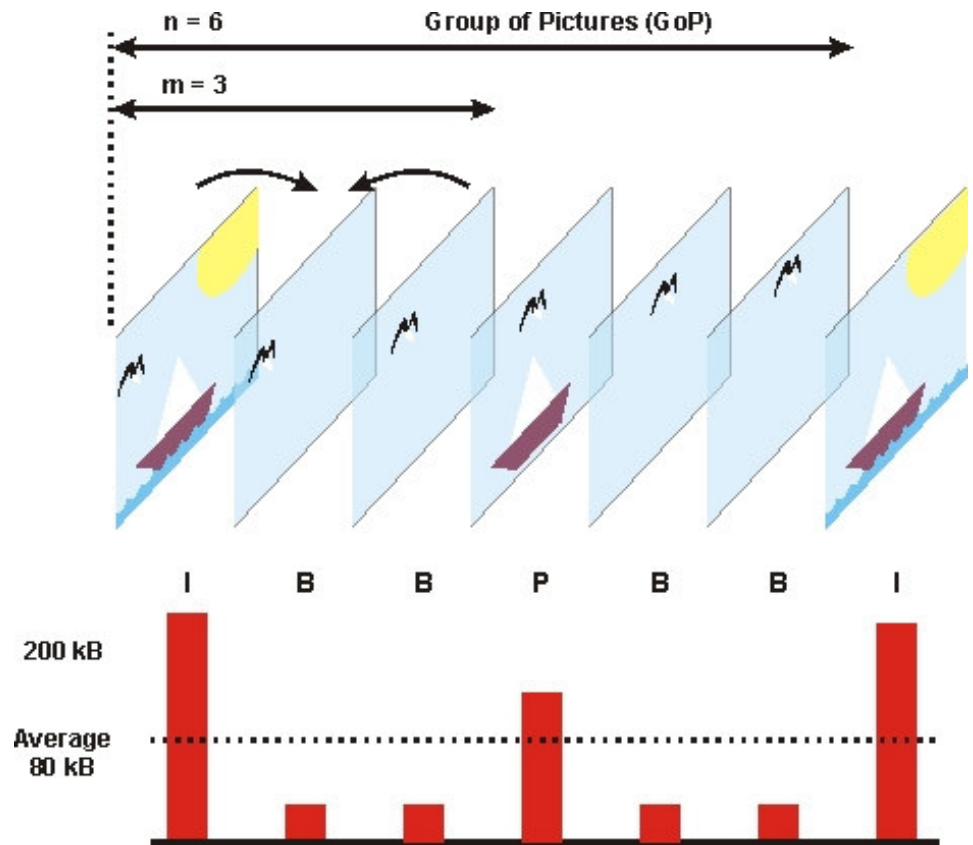
- Group of Pictures (GOP)
  - Επαναλαμβανόμενες ακολουθίες από I-, P- και B-frames
  - Αρχίζουν πάντα με I- frame και καταλήγουν σε B ή P frame μετά από τα οποία ακολουθεί υποχρεωτικά I- frame (GOP=απόσταση ανάμεσα σε δύο διαδοχικά I-frames)
  - Σειρά προβολής (Display order): Η σειρά με την οποία τα frames προβάλλονται τελικά για να σχηματιστεί το βίντεο
  - Σειρά μετάδοσης και αποκωδικοποίησης (Bitstream order): Αναδιάταξη των πλαισίων ώστε κάθε P- ή B-frame να μεταδίδεται μετά από frames από τα οποία εξαρτάται η ανακατασκευή του (frames από τα οποία έχουν προβλεφθεί τα περιεχόμενα του)



# Πρότυπο MPEG-1



- Παράδειγμα
  - GoP = 6
  - Μέγιστη απόσταση πρόβλεψης = 3
  - Μέσος ρυθμός μετάδοσης = 80Kbps
  - Βαθμός συμπίεσης
    - Πλαίσια I = 5:1
    - Πλαίσια P = 10:1
    - Πλαίσια B = 35:1





# Πρότυπο MPEG-2

- Πρότυπο για αποθήκευση βίντεο ποιότητας DV (αλλά και HDTV) σε DVD-ROM
- Χρησιμοποιείται επίσης για τηλεοπτική μετάδοση ψηφιακού βίντεο:
  - Δορυφορικά συνδρομητικά κανάλια (π.χ. Nova)
  - Επίγεια ψηφιακά κανάλια (π.χ. EPT ψηφιακή - CinePlus )
- Bit rate: 4-50 Mbps
- MPEG-2 Main Profile at Main Level (MP@ML) used for DVD video
  - CCIR 601 scanning
  - 4:2:0 υποδειγματοληψία χρώματος
  - Frame size: 720x576, 25 frame per second για PAL ή 720x576, 30 frame per second για NTSC
  - Αντί για progressive scan όπως το MPEG-1 χρησιμοποιείται interlaced scan
  - 15 Mbits per second
  - Αποτελεί την πλέον σύνθετη και επεξεργασμένη αναπαράσταση του προτύπου MPEG-2



# Πρότυπο MPEG-4

- Σχεδιάστηκε για υποστήριξη πολυμεσικών εφαρμογών με ρυθμούς μετάδοσης από 10kbps έως και μεγαλύτερους από 1.8Mbps
- Εφαρμογές:
  - Από κινητά τηλέφωνα έως τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV)
- Δημοφιλείς codecs (αλγόριθμοι συμπίεσης-αποσυμπίεσης) για χρήση στο Διαδίκτυο:
  - QuickTime, RealMedia και DivX
- Το πρότυπο υποστηρίζει τη δημιουργία ροών δεδομένων από μια ποικιλία αντικειμένων /δομών
  - video, ακίνητες εικόνες, ακίνητα και κινούμενα γραφικά animation, 3-D μοντέλα
- Στα πιο σύνθετα profiles κάθε σκηνή συντίθεται από τυχαία βιντεοαντικείμενα (VOP=Video Object Plane) τα οποία έχουν τυχαίο σχήμα και μπορούν να μεταδοθούν ανεξάρτητα. Η σκηνή συντίθεται στο δέκτη ο οποίος συνδυάζει τα data streams των επιμέρους αντικειμένων
- Στα profile SP (Simple Profile) και ASP (Advanced Simple Profile) περιοριζόμαστε σε ορθογώνια βιντεοαντικείμενα τα οποία συνήθως είναι τα ίδια τα πλαίσια (frames) ολόκληρα.



# Πρότυπο MPEG-4

- Βελτιωμένη συμπίεση σε σχέση με MPEG-1
  - Βελτίωση στην αντιστάθμιση κίνησης (motion compensation)
    - καλύτερη ποιότητα σε σχέση με το MPEG-1 για το ίδιο bit rate
- Simple Profile
  - Χρησιμοποιούνται μόνο I και P-frames
  - Αποτελεσματική αποσυμπίεση κατάλληλη για χρήση σε υλικό περιορισμένων δυνατοτήτων (π.χ. PDAs)
- Advanced Simple Profile (ASP)
  - Χρησιμοποιούνται I, B και P-frames
  - Ολική αντιστάθμιση κίνησης (Global Motion Compensation) στην οποία μοντελοποιούνται κάποιες συγκεκριμένες κινήσεις της κάμερας (π.χ. Pan, zoom).





# Πρότυπο MPEG-4

- Στα σύνθετα profiles κάθε σκηνή συντίθεται από βιντεοαντικείμενα (VOP=Video Object Plane) τυχαίου σχήματος που μπορούν να μεταδοθούν ανεξάρτητα. Η σκηνή συντίθεται στο δέκτη ο οποίος συνδυάζει τις ροές δεδομένων των επιμέρους αντικειμένων



Original



Binary Segmentation Mask



Background Layer VOP



Foreground Layer VOP



Τελικό Αποτέλεσμα