



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΒΕΣ 04: ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Ακαδημαϊκό Έτος 2006 - 2007, Χειμερινό Εξάμηνο

Διδάσκων Καθ.: Νίκος Τσαπατούλης

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

Το τρέχον έγγραφο αποτελεί υπόδειγμα τελικής εξέτασης. Αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο περιλαμβάνει ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και βαθμολογείται με **45** μονάδες. Κάθε ερώτηση έχει μόνο **μία ορθή απάντηση** και οι ορθές απαντήσεις πρέπει να μεταφερθούν στον πίνακα που σας δίνεται στην τελευταία σελίδα. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει έξι ασκήσεις / θεωρητικές ερωτήσεις, **από τις οποίες πρέπει να απαντήσετε δύο**, και βαθμολογείται με **55** μονάδες.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε περίπτωση απάντησης περισσότερων από δύο ασκήσεων θα ληφθούν υπόψη οι δύο με τη χειρότερη βαθμολογία.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 2 ΩΡΕΣ

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΟΙΤΗΤΙΚΗΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ:

ΕΞΑΜΗΝΟ:

	ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ
ΜΕΡΟΣ Α	
ΜΕΡΟΣ Β	
ΣΥΝΟΛΟ	

Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006

ΜΕΡΟΣ Α: ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Ερώτηση 1

Ποιο από τα παρακάτω «εμπόδια» στην επικοινωνία μπορεί να θεωρηθεί σημασιολογικός θόρυβος:

- (Α) Παράσιτα στο τηλεοπτικό σήμα
- (Β) Ο ήχος του κινητού στην αίθουσα όπου γίνεται μια διάλεξη
- (Γ) Η έλλειψη μεταφραστή σε ένα συνέδριο
- (Δ) Το «μπλέξιμο» των γραμμών σε μια τηλεφωνική κλήση.

Ερώτηση 2

Δειγματοληψία ενός αναλογικού σήματος με συχνότητα μικρότερη από αυτή που υποδεικνύει το θεώρημα του Nyquist δημιουργεί στο δειγματοληπτημένο σήμα συχνότητες αναδίπλωσης (δηλαδή συχνότητες οι οποίες δεν υπήρχαν στο αρχικό αναλογικό σήμα). Ένα ηχητικό σήμα $f(t)$ περιγράφεται από τη σχέση $f(t) = A_1 \cos(2\pi f_1 t + \phi_1)$. Το σήμα δειγματοληπτείται με συχνότητα δειγματοληψίας $f_s = 4\text{kHz}$ (4000 samples/sec). Αν $f_1 = 2.5\text{kHz}$ τότε η συχνότητα του δειγματοληπτημένου σήματος θα είναι ίση με:

- (Α). 1.5kHz
- (Β). 2.5kHz
- (Γ). 4kHz
- (Δ). 5.5kHz

Ερώτηση 3

Η κάρτα ήχου που έχω στον παλιό μου υπολογιστή είναι μια SoundBlaster 16bit. Τα 16bit αναφέρονται:

- (Α). Στα bit που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των ψηφιακών δειγμάτων ήχου
- (Β). Στην ενσωματωμένη μνήμη αποθήκευσης της κάρτας
- (Γ). Στα bit που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση της συχνότητας δειγματοληψίας
- (Δ). Στο μέγεθος του διαύλου επικοινωνίας με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)

Ερώτηση 4

Ο βέλτιστος λόγος σήματος προς θόρυβο κβαντισμού (σφάλμα κβαντισμού) SQNR που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της κάρτας ήχου της ερώτησης 3 είναι περίπου:

- (Α). 16 db
- (Β). 32 db
- (Γ). 64 db
- (Δ). 96 db

Ερώτηση 5

Οι σύγχρονες συσκευές τηλεομοιοτυπίας (fax) σαρώνουν τα έγγραφα σε κάθετη ανάλυση 7.7 γραμμές ανά mm και οριζόντια ανάλυση 8 pixels ανά mm. Αν χρησιμοποιείται βάθος χρώματος 1 bit/pixel τι απαιτήσεις μνήμης δημιουργεί η ανάγκη για αποστολή μιας σελίδας A4 (297 mm x 210 mm);

- (Α). 7796 bytes
- (Β). 62370 bytes
- (Γ). 480249 bytes
- (Δ). 3841992 bytes

Ερώτηση 6

Στην περίπτωση της ερώτησης 5 αν υπάρχει η απαίτηση για χρόνο μετάδοσης μιας σελίδας A4, μέσα από κανάλια εύρους ζώνης 56 kbps, μικρότερο από 30 sec απαιτείται συμπίεση τουλάχιστον:

- (Α). 1:1 (δεν απαιτείται συμπίεση)
- (Β). 2.29:1
- (Γ). 3.45:1
- (Δ). 18.3:1

Ερώτηση 7

Ποιο από τα παρακάτω format εικόνας περιλαμβάνει ειδική μορφή συμπίεσης για ψηφιοποιημένα έγγραφα (π.χ. Fax documents);

- (Α). BMP
- (Β). GIF
- (Γ). TGA
- (Δ). TIFF

Ερώτηση 8

Τι από τα παρακάτω ισχύει σε μια εικόνα δεικτοδοτημένου χρώματος (indexed color);

- (Α) Η ανάλυση της εικόνας είναι 256 dpi
- (Β) Το βάθος χρώματος είναι 8 bit
- (Γ) Η πληροφορία χρώματος του κάθε εικονοστοιχείου (pixel) αποτελεί δείκτη προς ένα πίνακα χρωμάτων (παλέτα)
- (Δ) Η πληροφορία χρώματος του κάθε εικονοστοιχείου αποτελείται από 3 byte σύμφωνα με το μοντέλο RGB

Ερώτηση 9

Πρακτικά, η εντροπία ενός ψηφιακού αρχείου αποτελεί μέτρο ...:

- (Α) ... του βαθμού συμπίεσης που χαρακτηρίζει τα δεδομένα στο αρχείο
- (Β) ... του bit rate που προκύπτει κατά τη μετάδοση των ψηφιακών δεδομένων
- (Γ) ... της πλεονάζουσας πληροφορίας στο αρχείο
- (Δ) ... της αταξίας που χαρακτηρίζει την εμφάνιση των λογικών «0» και «1» στο αρχείο

Ερώτηση 10

Ποια από τις παρακάτω κατηγορίες τεχνικών συμπίεσης δεν χρησιμοποιείται στο πρότυπο JPEG;

- (Α). Διανυσματικός κβαντισμός
- (Β). Μετασχηματισμού
- (Γ). Μήκους διαδρομής
- (Δ). Στατιστική

Ερώτηση 11

Ένα μονοφωνικό σήμα μουσικής δειγματοληπτείται με συχνότητα $f_s = 22,05$ kHz και τα δείγματα κωδικοποιούνται με 16 bits / δείγμα. Το bit rate του ψηφιοποιημένου σήματος είναι:

- (Α). 176 kbps
- (Β). 352 kbps
- (Γ). 704 kbps
- (Δ). 1.411 Mbps

Ερώτηση 12

Για την αποθήκευση 60 λεπτών ψηφιοποιημένης μουσικής της ερώτησης 11 στο σκληρό δίσκο ενός υπολογιστή θα χρειαστεί χώρος (μνήμη) περίπου:

- (Α). 2.53 MB (Mega Bytes)
- (Β). 76 MB
- (Γ). 152 MB
- (Δ). 1216 MB

Ερώτηση 13

Η βασική συχνότητα (pitch) σε ένα σήμα ομιλίας είναι η:

- (Α). Ελάχιστη συχνότητα που περιέχεται στο σήμα
- (Β). Μέγιστη συχνότητα που περιέχεται στο σήμα
- (Γ). Σύνθεση όλων των αρμονικών συχνοτήτων που περιέχονται στο σήμα
- (Δ). Συχνότητα με τη μεγαλύτερη ισχύ (πλάτος)

Ερώτηση 14

Ποιο από τα παρακάτω δεν συμβολίζει σήμα video τύπου component:

- (Α). CMYK.
- (Β). RGB.
- (Γ). YCrCb.
- (Δ). YUV.

Ερώτηση 15

Ποιο από τα παρακάτω είναι το βασικό μοντέλο χρωμάτων στους διάφορους τύπους (format) ψηφιακού βίντεο (π.χ. SIF, CIF, HDTV);

- (A). CMYK (B). HSV (Γ). RGB (Δ). YCrCb.

Ερώτηση 16

Ποιο από τα παρακάτω *δεν είναι* πρότυπο αναλογικού βίντεο:

- (A). DVB (B). NTSC (Γ). PAL (Δ). SECAM

Ερώτηση 17

Το σχήμα δειγματοληψίας χρώματος που χρησιμοποιείται στις ερασιτεχνικές ψηφιακές κάμερες (format DV) είναι:

- (A). 4:4:4 (B). 4:2:2 (Γ). 4:2:0 (Δ). 4:1:1

Ερώτηση 18

Ο τύπος σήματος βίντεο που μεταφέρεται από τη κεραία στη τηλεόραση σας είναι:

- (A). Composite Analog (B). Component Analog
 (Γ). Composite Digital (Δ). Component Digital

Ερώτηση 19

Το κυρίαρχο format για επεξεργασία / αποθήκευση αναλογικού βίντεο σε επαγγελματικό επίπεδο (τηλεοπτικά στούντιο) είναι το:

- (A). Betacam SP (B). DV (Γ). VHS (Δ). S-VHS

Ερώτηση 20

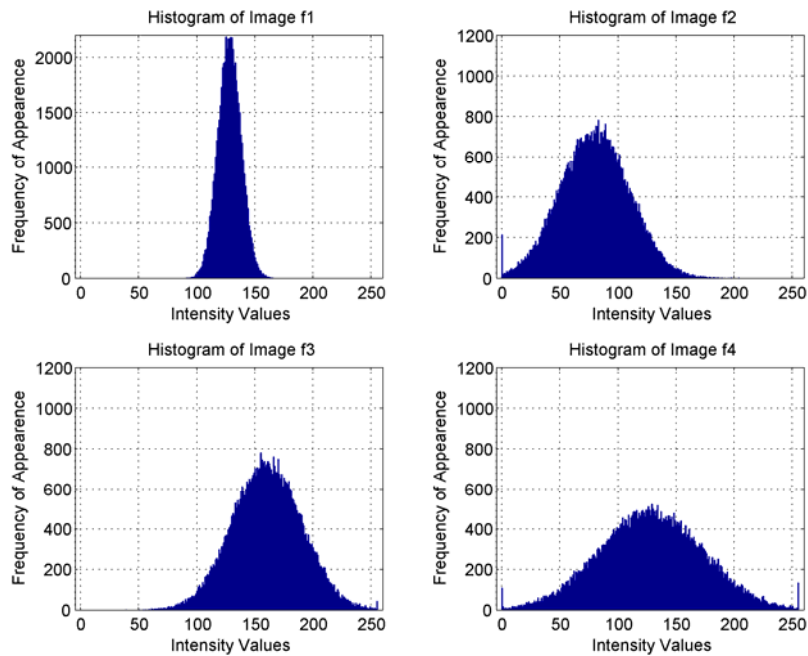
Ποιο από τα παρακάτω πρότυπα συμπίεσης ψηφιακού βίντεο χρησιμοποιεί το λογισμικό τηλεδιάσκεψης NetMeeting;

- (A). H263 (B). MJPEG (Γ). MPEG-2 (Δ). Real Media

Ερώτηση 21

Στο επόμενο σχήμα δίνονται τα ιστογράμματα 4 εικόνων (f_1, f_2, f_3, f_4) αποχρώσεων του γκρι.

Συμπίεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006



Η εικόνα που μπορεί να συμπιεστεί σε μεγαλύτερο βαθμό με στατιστική κωδικοποίηση (π.χ. Huffman) είναι η:

- (A). f_1 (B). f_2 (Γ). f_3 (Δ). f_4

Ερώτηση 22

Με τα δεδομένα της ερώτησης 21 η μέση φωτεινότητα της εικόνας f_2 είναι περίπου:

- (A). 128 (B). 80 (Γ). 160 (Δ). 750

Ερώτηση 23

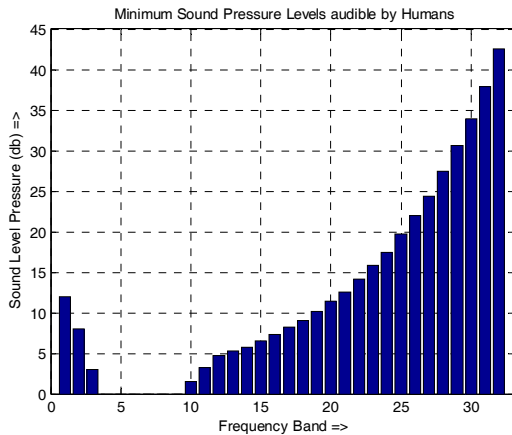
Με τα δεδομένα της ερώτησης 21 η εντροπία της εικόνας f_1 θα είναι:

- (A). Μικρότερη από 8 bit / pixel (B). Μεγαλύτερη από 8 bit / pixel
 (Γ). Μικρότερη από τη τιμή φωτεινότητας 150 (Δ). Μικρότερη από 2200 εμφανίσεις

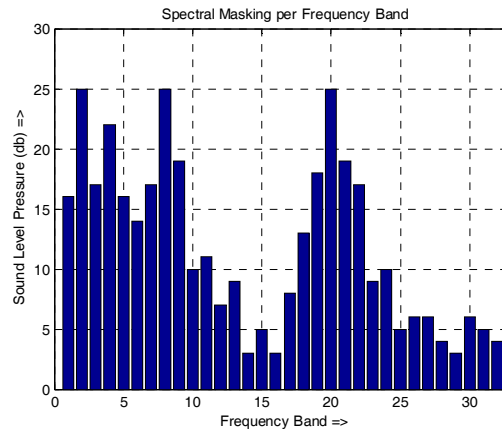
Ερώτηση 24

Στο Σχήμα 3 δίνονται τα ελάχιστα επίπεδα ακουστικής ικανότητας των ανθρώπων ανά ζώνη συχνοτήτων εύρους 500 Hz. Στο Σχήμα 4 δίνεται η φασματική κάλυψη για ένα πλαίσιο 1152 (36x32) δειγμάτων ενός ηχητικού σήματος δειγματοληπτημένου στα 32000 δείγματα ανά δευτερόλεπτο ενώ στο Σχήμα 5 δίνεται το φάσμα συχνοτήτων του εν λόγω σήματος (εκτιμημένο με βάση τα 1152 δείγματα).

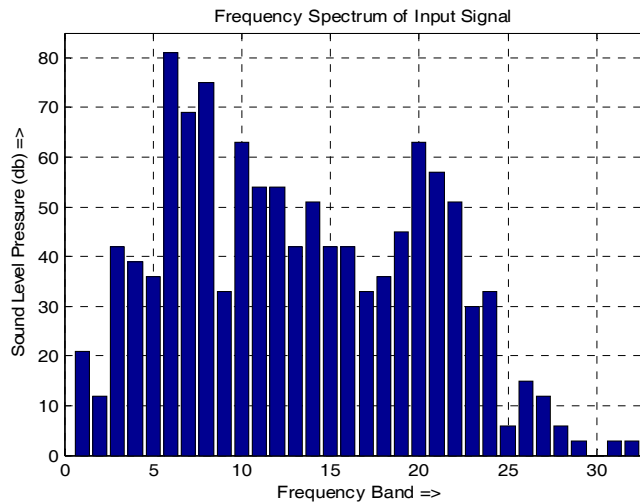
Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006



Σχήμα 3



Σχήμα 4



Σχήμα 5

Η μέγιστη συχνότητα που μπορεί να περιέχεται στο παραπάνω σήμα είναι:

- (Α). 3 kHz
 (Β). 6 kHz
 (Γ). 16 kHz
 (Δ). 32kHz

Ερώτηση 25

Το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24 θα είναι αντιληπτό από το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα συνολικά σε (ζώνες συχνότητων):

- (Α). 12 ζώνες
 (Β). 22 ζώνες
 (Γ). 24 ζώνες
 (Δ). 31 ζώνες

Ερώτηση 26

Η μεγαλύτερη ισχύς που γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα (για το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24) εμφανίζεται στη ζώνη συχνότητων:

- (Α). 2
 (Β). 6
 (Γ). 8
 (Δ). 32

Ερώτηση 27

Η αντιληπτή ισχύς (για το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24) στην 11^η ζώνη συχνότητων θα είναι:

Διδάσκων

- (A). 7 db (B). 12 db (Γ). 19 db (Δ). 40 db

Ερώτηση 28

Για τη κωδικοποίηση των δειγμάτων (για το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24) στην 8^η ζώνη συχνοτήτων σύμφωνα με το πρότυπο MPEG-1, layer II θα χρειαστούν:

- (A). 6 bits (B). 7 bits (Γ). 8 bits (Δ). 9 bits

Ερώτηση 29

Τα πρώτα 12 ψηφία του πεδίου bit allocation (για το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24) στο MPEG-1, Layer II frame θα είναι:

- (A). 0000 0000 0000 (B). 0000 0000 0100
 (Γ). 0100 0011 0100 (Δ). 0100 0100 0100

Ερώτηση 30

Το συνολικό μέγεθος του πεδίου scale factors (για το ηχητικό σήμα της ερώτησης 24) στο MPEG-1, Layer II frame θα είναι:

- (A). 88 bits (B). 128 bits (Γ). 132 bits (Δ). 192 bits

Ερώτηση 31

Ποιο από τα παρακάτω είδη δικτύων είναι καταλληλότερο για εφαρμογές VoD (Video on Demand);

- (A). B-ISDN (B). Ethernet (Γ). PSTN (Δ). X25

Ερώτηση 32

Σε ποιο από τα παρακάτω είδη δικτύων (στη βασική τους μορφή) δεν χρησιμοποιείται μεταγωγή (switching);

- (A). B-ISDN (B). Ethernet (Γ). PSTN (Δ). X25

Ερώτηση 33

Ποιο από τα παρακάτω πρωτόκολλα χρησιμοποιείται για τη διαπραγμάτευση των παραμέτρων ποιότητας εφαρμογής (AQoS – Application Quality of Service);

- (A). RSVP (B). RTCP (Γ). RTP (Δ). RTSP

Ερώτηση 34

Σε εφαρμογές Διαδικτυακής βιντεοδιάσκεψης (Video Conference over IP) τα δεδομένα ήχου και βίντεο μεταδίδονται με χρήση του πρωτοκόλλου :

- (A). RSVP (B). RTCP (Γ). RTP (Δ). RTSP

Ερώτηση 35

Το πακέτα RTP μεταφέρονται με ενθυλάκωση σε πακέτα:

- (A). H220 (RAS) (B). T120 (Γ). TCP (Δ). UDP

Ερώτηση 36

Σε εφαρμογές Διαδικτυακής τηλεφωνίας (Internet Telephony) η σηματοδότηση επιτυγχάνεται με χρήση του πρωτοκόλλου:

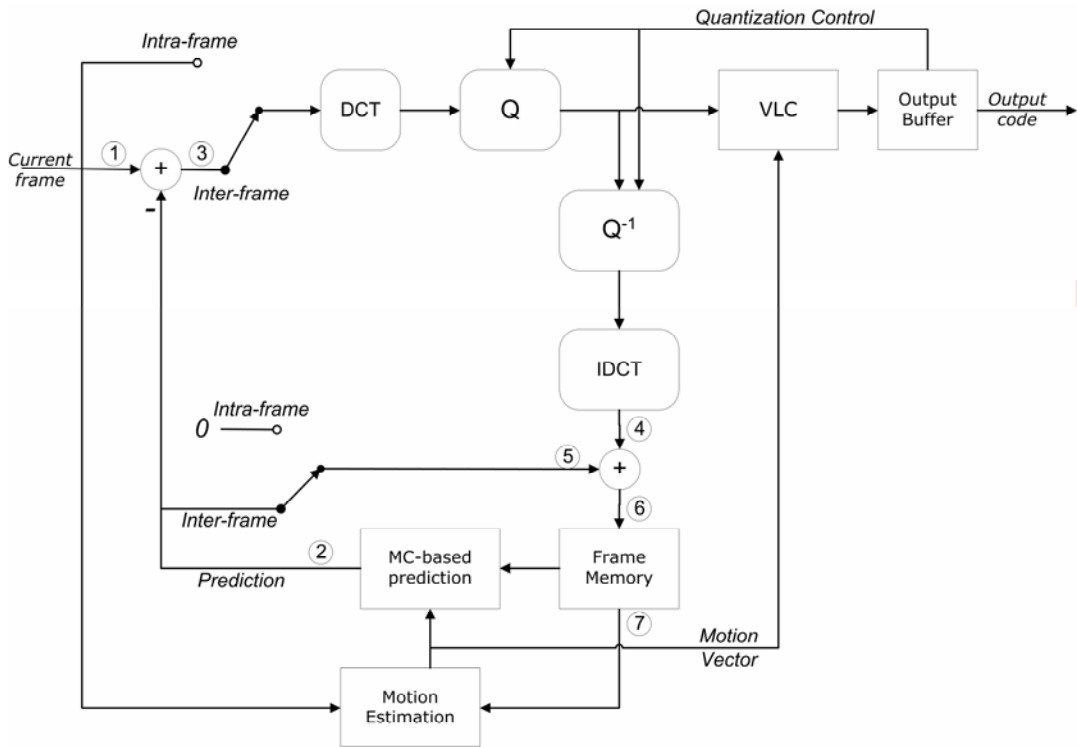
- (A). H220 (RAS) (B). SIP (Γ). RTCP (Δ). T120

Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006

ΜΕΡΟΣ Β: ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Άσκηση 1 (25 μονάδες):

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το μπλοκ διάγραμμα ενός κωδικοποιητή H261. Έστω ότι έχουμε τα frames F_1, F_2, F_3 (με πρώτο στη σειρά άφιξης το F_1) τα οποία θα κωδικοποιηθούν ως I, P και P αντίστοιχα. Με \hat{F}_i συμβολίζουμε την πρόβλεψη για το frame F_i ($i=1,2,3$) με βάση την αντιστάθμιση κίνησης, με \tilde{F}_i συμβολίζουμε το i -στο ($i=1,2,3$) frame όπως προκύπτει από τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης, με $D_i = |F_i - \hat{F}_i|$ το σφάλμα πρόβλεψης για το i -στο ($i=1,2,3$) frame με βάση την αντιστάθμιση κίνησης και με \tilde{D}_i το αποκωδικοποιημένο σφάλμα πρόβλεψης για το i -στο ($i=1,2,3$) frame.



Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας με τα δεδομένα (π.χ. $\hat{F}_1, \tilde{D}_2, \tilde{F}_2, \dots$, κλπ) στα σημεία παρατήρησης (1)-(7) σε κάθε περίπτωση.

ΛΥΣΗ

Current Frame	Observation Point						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
F_1	F_1	-	-	\tilde{F}_1	0	\tilde{F}_1	0
F_2	F_2	\hat{F}_2	D_2	\tilde{D}_2	\hat{F}_2	\tilde{F}_2	\tilde{F}_1
F_3	F_3	\hat{F}_3	D_3	\tilde{D}_3	\hat{F}_3	\tilde{F}_3	\tilde{F}_2

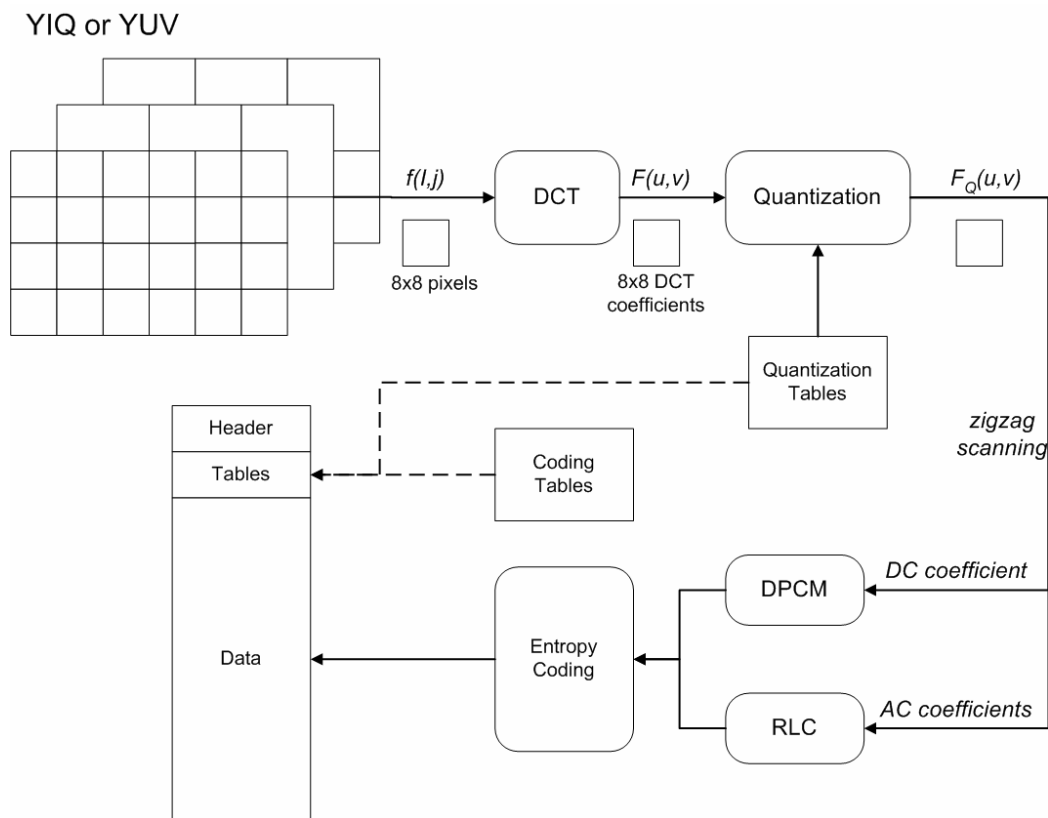
Άσκηση 2 (25 μονάδες):

A. Να δώσετε τα βασικά χαρακτηριστικά για τρία format εγγραφής και αποθήκευσης βίντεο καθώς και την κυρίαρχη χρήση καθενός από αυτά - 9 μονάδες.

Λύση:

Βλέπε διάλεξη 9, αρχείο mm09.pdf.

B. Να εξηγήσετε τη διαδικασία κωδικοποίησης μιας έγχρωμης εικόνας (μοντέλο RGB) σύμφωνα με το πρότυπο JPEG με βάση το παρακάτω σχήμα - 16 μονάδες.

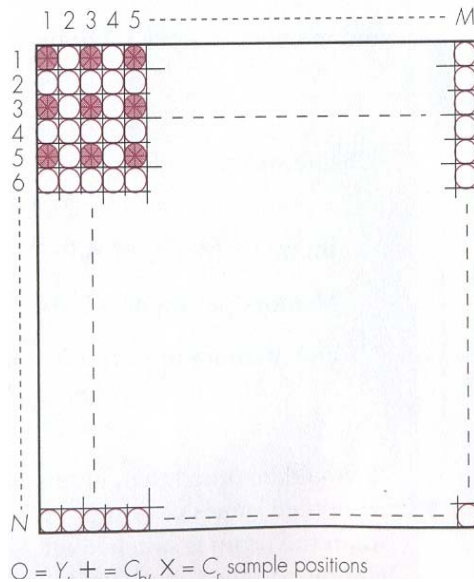


Λύση:

Βλέπε διάλεξη 6, αρχείο mm06.pdf.

Άσκηση 3 (25 μονάδες):

Σας δίνεται το παρακάτω σχήμα το οποίο περιγράφει ένα πρότυπο χρωματικής δειγματοληψίας.



(a) Ποιο πρότυπο χρωματικής δειγματοληψίας αναπαρίσταται;

4:2:0

(b) Δώστε τη κυρίαρχη χρήση (εφαρμογή) αυτού του προτύπου χρωματικής δειγματοληψίας (π.χ. αποθήκευση και επεξεργασία ψηφιακού βίντεο από studio, μετάδοση ψηφιακού βίντεο, καταγραφή βίντεο σε ερασιτεχνικές ψηφιακές κάμερες κλπ)

Μετάδοση Ψηφιακού Βίντεο, Πρότυπο MPEG-2

(c) Να υπολογίσετε το bit rate ενός βίντεο με την παρακάτω χρωματική δειγματοληψία αν έχουμε μετάδοση 25 frames /sec interlaced (σύνολο 50 fields ανά sec). Θεωρείστε ότι το ψηφιακό σήμα βίντεο προέκυψε από ψηφιοποίηση ενός αναλογικού σήματος PAL και ότι χρησιμοποιούμε βάθος χρώματος 8 bit/pixel.

Θα έχουμε μετάδοση 50 fields ανά sec. Το πρώτο field σε κάθε frame θα περιέχει τις περιττές γραμμές και το δεύτερο τις άρτιες.

Ψηφιοποίηση αναλογικού PAL σήματος επομένως έχουμε για κάθε frame 576 γραμμές και 720 στήλες. Με δεδομένη τη χρωματική δειγματοληψία 4:2:0 το bit rate που αντιστοιχεί σε κάθε field θα είναι:

1^ο field (περιττές γραμμές)

Κανάλι Φωτεινότητας Y:

$$288 \text{ γραμμές} \times 720 \text{ στήλες} \times 8 \text{ bit /pixel} \times 25 \text{ field/sec} = 41.472 \text{ Mbps}$$

Χρωματικό κανάλι Cr:

$$288 \text{ γραμμές} \times 360 \text{ στήλες} \times 8 \text{ bit /pixel} \times 25 \text{ field/sec} = 20.736 \text{ Mbps}$$

Χρωματικό κανάλι Cb:

$$288 \text{ γραμμές} \times 360 \text{ στήλες} \times 8 \text{ bit /pixel} \times 25 \text{ field/sec} = 20.736 \text{ Mbps}$$

2^ο field (άρτιες γραμμές)

Κανάλι Φωτεινότητας Y:

$$288 \text{ γραμμές} \times 720 \text{ στήλες} \times 8 \text{ bit /pixel} \times 25 \text{ field/sec} = 41.472 \text{ Mbps}$$

Χρωματικό κανάλι Cr:

-

Χρωματικό κανάλι Cb:

-

Συνολικό bit rate: 124.416 Mbps

(d) Αν στο ερώτημα (c) διαγράψουμε το δεύτερο πεδίο (field) σε κάθε frame ποιο σχήμα χρωματικής δειγματοληψίας θα προκύψει;

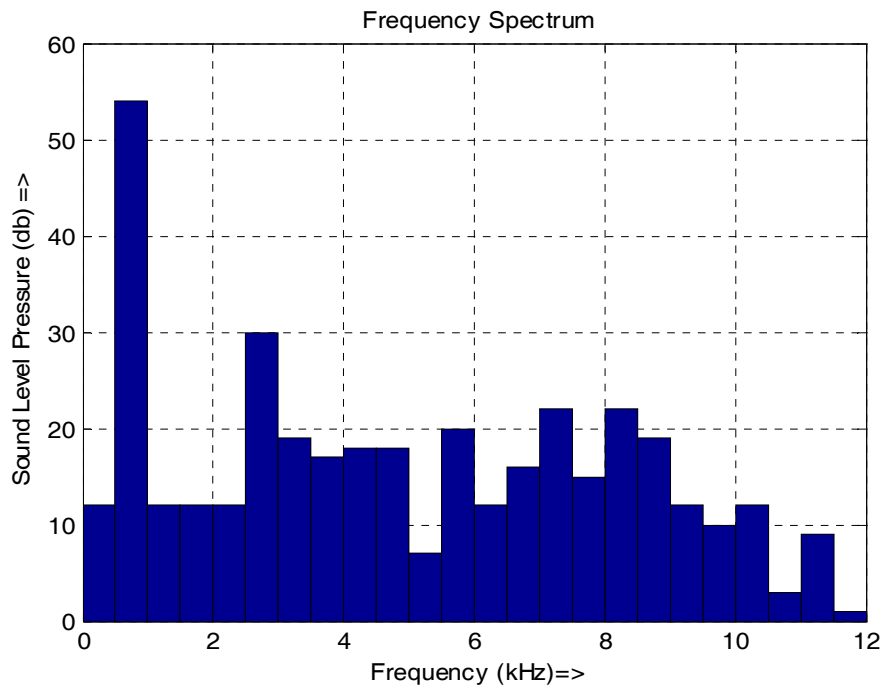
4:2:2

(e) Πόσο είναι το bit rate για το ψηφιακό βίντεο του ερωτήματος (d);

Όσο αντιστοιχεί στο 1^ο field δηλαδή: 82.944 Mbps

Άσκηση 4 (30 μονάδες):

Το διάγραμμα του φάσματος συχνοτήτων ενός ηχητικού σήματος δίνεται στο επόμενο σχήμα.



(a) Να υποδείξετε την ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας, για την ψηφιοποίηση του σήματος, σύμφωνα με το θεώρημα του Nyquist. (1 μονάδα)

$$f_{\max} = 12 \text{ kHz} \Rightarrow f_{s, \min} = 2 * 12 \text{ kHz} = 24 \text{ 000 samples/sec}$$

(b) Να υπολογίσετε το προκύπτον bit rate αν τελικά επιλέξουμε συχνότητα δειγματοληψίας 1.2 φορές μεγαλύτερη από την υποδεικνυόμενη από το θεώρημα Nyquist και κωδικοποίηση PCM 8 bits ανά δείγμα. (2 μονάδες)

$$f_s = 1.2 * f_{s,min} = 1.2 * 24\,000 \text{ samples/sec} = 28\,800 \text{ samples/sec}$$

$$\text{bit rate} = 28\,800 \text{ samples/sec} * 8 \text{ bits/sample} = 230\,400 \text{ bps.}$$

- (c) Να υπολογιστεί ο μέγιστος αριθμός των bits ανά δείγμα, σε κωδικοποίηση σταθερού μήκους λέξης, ώστε το δειγματοληπτημένο (με τη συχνότητα που έχετε υπολογίσει στο (b)) σήμα να μπορεί να μεταδοθεί ζωντανά (streaming) μέσω του Διαδικτύου σε ακροατές με ISDN συνδέσεις 128kbps. (2 μονάδες)

$$f_s * n_{max} < 128\,000 \text{ bits/sec} \Rightarrow n_{max} = 4 \text{ bits/sample}$$

- (d) Υποθέτοντας ότι το σήμα μας (ηλεκτρική μορφή μετά από μετατροπή με χρήση μικροφώνου) έχει δυναμικό εύρος ζώνης $D=34.7\text{db}$ και μέγιστη τιμή $V_{max}=1630\text{mv}$ να υπολογίσετε το σηματοθορυβικό λόγο (σε db) για την περίπτωση του ερωτήματος (c). (6 μονάδες)

$$D = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{max}}{V_{min}} \right) \Rightarrow V_{min} = \frac{V_{max}}{10^{\frac{D}{20}}} = 30 \text{ mv}$$

$$e_{max} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2^{n+1}} = \frac{1630 - 30}{2^{4+1}} = 50 \text{ mv}$$

$$SNR_{min} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{min}}{e_{max}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{30}{50} \right) = -4.44 \text{ db}$$

- (e) Για την περίπτωση του ερωτήματος (d) να υπολογίσετε τον ελάχιστο αριθμό των bits ανά δείγμα που απαιτούνται ώστε να έχουμε ελάχιστο σηματοθορυβικό λόγο μεγαλύτερο από 3 db. (6 μονάδες)

$$SNR_{min} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{min}}{e_{max}} \right) \Rightarrow e_{max} = \frac{V_{min}}{10^{\frac{SNR_{min}}{20}}} \approx 21 \text{ mv}$$

$$e_{max} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2^{n+1}} \Rightarrow n = \left\lceil \log_2 \left(\frac{V_{max} - V_{min}}{e_{max}} \right) \right\rceil - 1 = 6 \text{ bits/sample}$$

- (f) Να υπολογίσετε το bit rate που προκύπτει για την περίπτωση του ερωτήματος (e) (ισχύει η συχνότητα δειγματοληψίας του ερωτήματος (b)). (1 μονάδα)

$$\text{bit rate} = 28\,800 \text{ samples/sec} * 6 \text{ bits/sample} = 172\,800 \text{ bps.}$$

- (g) Οι παρακάτω είναι οι πρώτες 30 τιμές δειγμάτων του σήματος (σε mv):

100 160 240 310 350 430 500 580 630 710 800 890 940 1010 1080 1120 1210 1300 1380 1450 1520 1580 1490 1430 1380 1320 1270 1200 1140 1050.

Να υπολογίσετε τον ελάχιστο αριθμό bits ανά δείγμα που απαιτούνται για την κωδικοποίηση με την τεχνική DPCM των παραπάνω δειγμάτων ώστε το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού να είναι μικρότερο από 20 mv.

Το DPCM σήμα είναι:

100 60 80 70 40 80 70 80 50 80 90 90 50 70 70 40 90 90 80 70 70 60 -90 -60 -50 -60 -50 -70 -60 -90.

Το εύρος τιμών για το DPCM σήμα είναι $V_{max} - V_{min} = 100 - (-90) = 190$.

$$e_{max} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2^{n+1}} \Rightarrow n = \left\lceil \log_2 \left(\frac{V_{max} - V_{min}}{e_{max}} \right) \right\rceil - 1 = 3 \text{ bits/ DPCM sample}$$

- (h) Ποιος είναι ο βαθμός συμπίεσης που επιτυγχάνεται με την κωδικοποίηση DPCM (ερώτημα (h)) σε σχέση με την κωδικοποίηση PCM (ερώτημα (f));

DPCM => 3 bits/sample, PCM=> 6 bits/sample => Συμπίεση 2:1

- (i) Με βάση την απάντηση του ερωτήματος (g) και θεωρώντας ότι η μέγιστη και ελάχιστη τιμή του σήματος DPCM είναι $V_{max} = 120\text{ mV}$ $V_{min} = -120\text{ mV}$ αντίστοιχα να υποδείξετε τις στάθμες κωδικοποίησης και τις αντίστοιχες κωδικές λέξεις. (5 μονάδες)

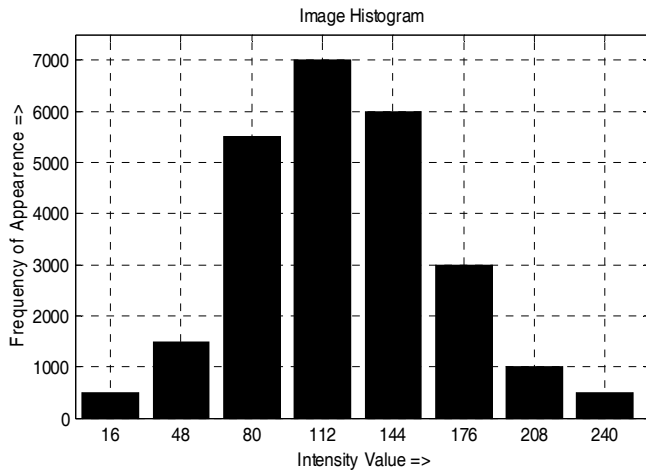
Έχουμε 3 bits/sample, άρα 8 στάθμες. Το εύρος του σήματος DPCM είναι $V_{max} - V_{min} = 240\text{ mV}$ άρα το εύρος q κάθε στάθμης θα είναι 30mV. Επομένως οι προτεινόμενες στάθμες και μια πιθανή κωδικοποίηση θα είναι:

-105 mV => 000, -75 mV => 001, -45 mV => 010, -15 mV => 011,

15 mV => 100, 45 mV => 101, 75 mV => 110, 105 mV => 111,

Άσκηση 5 (30 μονάδες):

Μια εικόνα αποχρώσεων του γκρι και διαστάσεων 125 x 200 pixel έχει κωδικοποιηθεί κατά PCM με βάθος χρώματος 3 bits / pixel. Οι τιμές φωτεινότητας που έχουν κωδικοποιηθεί, μαζί με τη συχνότητα εμφάνισης τους στην εικόνα, δίνονται στο ιστόγραμμα του Σχήματος 1 αλλά και στον Πίνακα 1. Στον ίδιο πίνακα δίνονται και οι κωδικές λέξεις PCM που χρησιμοποιήθηκαν για την κωδικοποίηση των τιμών φωτεινότητας.



Σχήμα 1

Τιμή Φωτεινότητας	Συχνότητα Εμφάνισης	Κωδική λέξη PCM
16	500	000
48	1500	001
80	5500	010
112	7000	011
144	6000	100
176	3000	101
208	1000	110
240	500	111

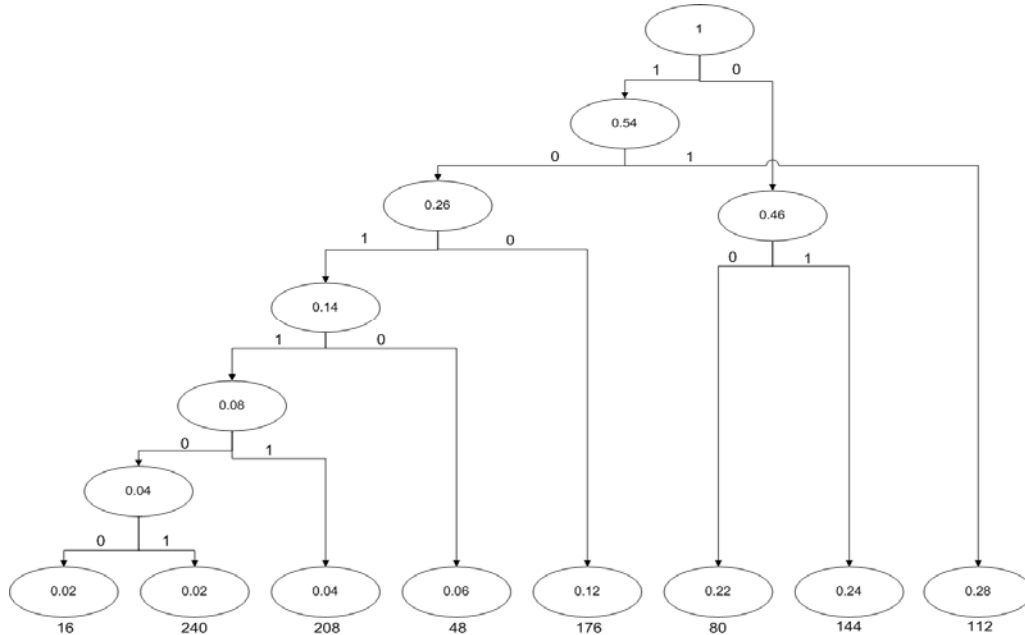
Πίνακας 1

- (a) Να υπολογίσετε το μέγεθος της παραπάνω εικόνας σε bytes. (1 μονάδα)
 $125 \times 200 \times 3 = 75000\text{ bits} = 9375\text{ bytes}$
- (b) Με βάση τη συχνότητα εμφάνισης να υπολογίσετε τις πιθανότητες εμφάνισης των τιμών φωτεινότητας τις εικόνας. (2 μονάδες)
 $p(16)=0.02, p(48)=0.06, p(80)=0.22, p(112)=0.28,$
 $p(144)=0.24, p(176)=0.12, p(208)=0.04, p(240)=0.02$
- (c) Χρησιμοποιώντας την απάντηση του (b) υπολογίστε την εντροπία της εικόνας. (2 μονάδες)
 $H=2.51\text{ bits / pixel},$

- (d) Θέλουμε να συμπίεσουμε τη συγκεκριμένη εικόνα εφαρμόζοντας την κωδικοποίηση Huffman. Με βάση τις πιθανότητες εμφάνισης που υπολογίσατε στο (b) υπολογίστε τις κωδικές λέξεις Huffman και το μέσο μέγεθος κωδικής λέξης (7 μονάδες).

16 => 101100, 240 => 101101, 208 => 10111, 48 => 1010, 176 => 100, 80 => 00, 144 => 01, 112 => 11

$$\begin{aligned} \text{Μέσο κωδικό μήκος λέξης} &= 6 \times (0.02 + 0.02) + 5 \times 0.04 + 4 \times 0.06 + 3 \times 0.12 + 2 \times (0.22 + 0.24 + 0.28) = \\ &= 2.52 \text{ bits /codeword} \end{aligned}$$



- (e) Υπολογίστε το μέγεθος της συμπίεσμένης κατά Huffman εικόνας. (1 μονάδες)

$$125 \times 200 \times 2.52 = 63000 \text{ bits} = 7875 \text{ bytes}$$

- (f) Κατά την αποκωδικοποίηση της συμπίεσμένης κατά Huffman εικόνας ο αποκωδικοποιητής λαμβάνει την επόμενη ακολουθία από bits: 11 11 11 00 00 01 100 00 100.

Ποιες τιμές φωτεινότητας αντιστοιχούν στην ακολουθία αυτή; (3 μονάδες)

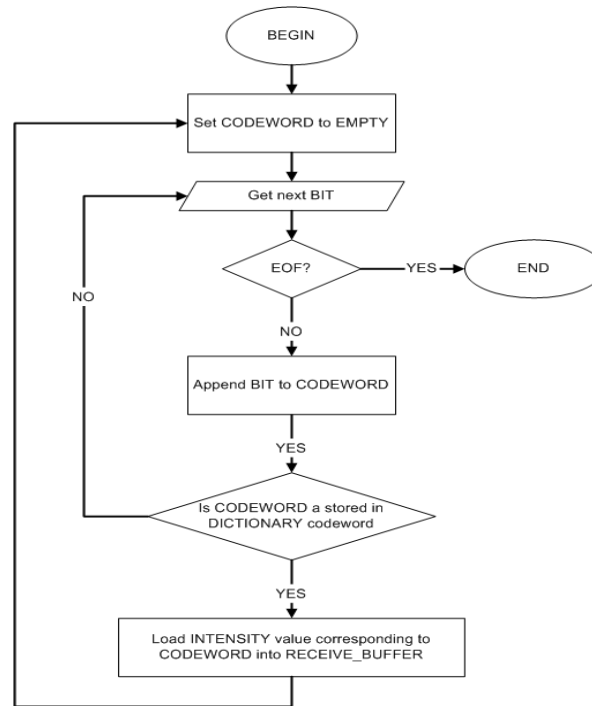
Εξαρτάται από τις κωδικές λέξεις της κωδικοποίησης που έχει προηγηθεί.

Με βάση την προηγούμενη κωδικοποίηση οι τιμές φωτεινότητας θα είναι:

$$112 \ 112 \ 112 \ 80 \ 80 \ 144 \ 176 \ 80 \ 176$$

- (g) Κατασκευάστε το διάγραμμα ροής (ή γράψτε το ψευδοκώδικα) για την αποκωδικοποίηση των ακολουθιών Huffman (υποθέστε ότι το λεξικό των κωδικών λέξεων είναι γνωστό στο δέκτη). (9 μονάδες)

Συμπίεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006



Άσκηση 6 (36 μονάδες):

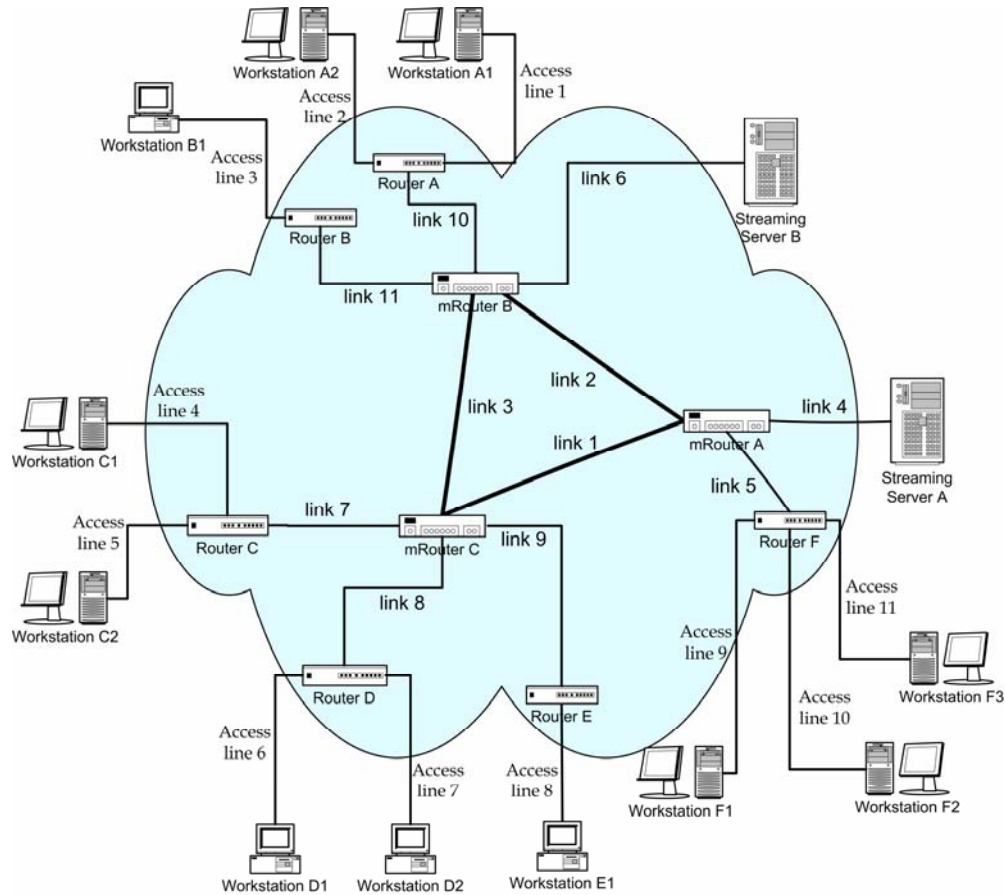
Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται ένα δίκτυο διανομής πολυμεσικής πληροφορίας. Ο Streaming Server Β μεταδίδει ψηφιακό βίντεο κωδικοποιημένο κατά MPEG-4 (ψηφιακή τηλεοπτική εκπομπή) σε ρυθμό μετάδοσης 512 Kbps. Ο Streaming Server Α ψηφιακό ήχο (ψηφιακή ραδιοφωνική εκπομπή) κωδικοποιημένο κατά MPEG-1, layer III (mp3) σε ρυθμό μετάδοσης 128 Kbps. Το δίκτυο είναι packet switched connection oriented (μεταγωγή πακέτου με χρήση εικονικών κυκλωμάτων - virtual circuits) και αποτελείται από 3 δρομολογητές που υποστηρίζουν multicasting (mRouters) και 6 απλούς δρομολογητές. Οι δρομολογητές και οι Streaming Servers είναι συνδεδεμένοι μέσω 11 γραμμών επικοινωνίας (links) όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα χαρακτηριστικά των γραμμών αλλά και των συνδέσεων των σταθμών εργασίας (access lines) περιγράφονται στους πίνακες που ακολουθούν:

Access line no	Type	Upstream bandwidth (Kbps)	Downstream bitrate (Kbps)
1	ADSL	128	384
2	ADSL	256	768
3	ADSL	128	384
4	POTS	48	48
5	ADSL	256	768
6	ADSL	256	768
7	ADSL	256	768
8	POTS	48	48
9	ADSL	128	384
10	ADSL	256	768
11	ADSL	256	768

Link no	Bandwidth (kbps)	Type
1	2048	E1
2	2048	E1
3	8448	E2
4	2048	E1
5	2048	E1
6	8448	E2
7	2048	E1
8	8448	E2
9	2048	E1
10	2048	E1
11	2048	E1

- (a) Να βρεθεί ποιοι σταθμοί εργασίας μπορούν να παρακολουθήσουν
- την τηλεοπτική εκπομπή (Απ.: A2,C2,D1,D2,F2,F3)
 - τη ραδιοφωνική εκπομπή (Απ.: A1,A2,B1,C2,D1,D2, F1,F2,F3)
 - και τις δύο εκπομπές ταυτόχρονα. (Απ.: A2,C2,D1,D2,F2,F3)

(3 μονάδες)



Σχήμα Β6.1

- (b) Έστω ότι την τηλεοπτική εκπομπή παρακολουθεί το multicast group Β που απαρτίζεται από τους σταθμούς εργασίας A2, D1, D2, F2, F3 και την ραδιοφωνική εκπομπή το multicast group Α που απαρτίζεται από τους σταθμούς εργασίας A1, A2, C2, D2, F1, F2. Τα σχετικά εικονικά κυκλώματα περιγράφονται από τον παρακάτω πίνακα:

Σταθμός Εργασίας	Εικονικό Κύκλωμα Τηλεοπτικής Εκπομπής	Εικονικό Κύκλωμα Ραδιοφωνικής Εκπομπής
A1		SSA-mRouterA-mRouterB-routerA-A1
A2	SSB-mRouterB-routerA-A2	SSA-mRouterA-mRouterB-routerA-A2
C2		SSA-mRouterA-mRouterC-routerC-C2
D1	SSB-mRouterB- mRouterC-routerD-D1	
D2	SSB-mRouterB- mRouterC-routerD-D2	SSA-mRouterA- mRouterC-routerD-D2
F1		SSA-mRouterA-routerF-F1

Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006

F2	SSB-mRouterB- mRouterA-routerF-F2	SSA-mRouterA-routerF-F2
F3	SSB-mRouterB- mRouterA-routerF-F3	

- Να υπολογίσετε τους ρυθμούς μετάδοσης σε όλες τις γραμμές (link 1 - link 11) στη περίπτωση multicasting μετάδοσης (22 μονάδες)
- Να υπολογίσετε το **απαιτούμενο bandwidth** (Kbps) σε όλες τις γραμμές (link 1 - link 11) στη περίπτωση unicasting μετάδοσης (11 μονάδες)

(Σημείωση: Θεωρήστε ότι οι γραμμές είναι full duplex. Επομένως μια γραμμή 2048 Kbps έχει 2048 Kbps 'upstream' και 2048 Kbps 'downstream')

Απ.:

Multicasting:

Σχηματίζουμε τον κάτωθι πίνακα και για κάθε σταθμό εργασίας που απαιτεί κάποια υπηρεσία (τηλεοπτική ή ραδιοφωνική μετάδοση) και προσθέτουμε τη σχετική 'φόρτιση' του καναλιού (U = Upstream, D = downstream):

Client Request	Link No (All figures in Kbps)																						
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	
A2 (TV)																					512		
D1 (TV)						512										512							
D2 (TV)						-										512							
F2 (TV)				512						512													
F3 (TV)				-						512													
A1 (Ra)			128																		128		
A2 (Ra)			-																		128		
C2 (Ra)		128												128									
D2 (Ra)		-														128							
F1 (Ra)										128													
F2 (Ra)										128													
TOTAL	000	128	128	512	000	512	128	000	000	1280	512	000	000	512	000	1152	000	000	000	768	000	000	

Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων
Ερωτήσεις Επανάληψης: Δεκέμβριος 2006

Unicasting:

Σχηματίζουμε τον κάτωθι πίνακα και για κάθε σταθμό εργασίας που απαιτεί κάποια υπηρεσία (τηλεοπτική ή ραδιοφωνική μετάδοση) και προσθέτουμε τη σχετική 'φόρτιση' του καναλιού (U = Upstream, D = downstream):

Client Request	Link No (All figures in Kbps)																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D	U	D
A2 (TV)											512									512		
D1 (TV)						512					512					512						
D2 (TV)						512					512					512						
F2 (TV)				512						512	512											
F3 (TV)				512						512	512											
A1 (Ra)			128				128													128		
A2 (Ra)			128				128													128		
C2 (Ra)		128					128							128								
D2 (Ra)		128					128									128						
F1 (Ra)							128			128												
F2 (Ra)							128			128												
TOTAL	000	256	256	1024	000	1024	768	000	000	1280	2560	000	000	512	000	1152	000	000	000	768	000	000

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

$$H = -\sum_{i=1}^n p(s_i) \cdot \log_2(p(s_i)), \quad ACL = \sum_{i=1}^n N(s_i) \cdot p(s_i),$$

$$D = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\max}}{V_{\min}} \right), \quad SNR_{\min} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\min}}{e_{\max}} \right), \quad e_{\max} = \frac{q}{2} = \frac{\left(\frac{V_{\max} - V_{\min}}{2^n} \right)}{2} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2^{n+1}}$$

Header (32)	CRC (0,16)	Bit allocation (128-256)	Scale factors (0-384)	Samples	Ancillary data
----------------	---------------	--------------------------------	--------------------------	---------	-------------------

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

Ερώτηση	A	B	Γ	Δ
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				