



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Συμπύεση και Μετάδοση Πολυμέσων

2^η Φροντιστηριακή Σειρά Ασκήσεων – Ψηφιοποίηση Σήματος

Αντικείμενο Άσκησης:

Αντικείμενο της εργασίας είναι η κατανόηση των εννοιών ψηφιοποίηση πληροφορίας, δειγματοληψία, κβαντισμός, μέγεθος δείγματος, σφάλμα κβαντισμού, κωδικοποίηση και ρυθμός μετάδοσης δεδομένων.

Περιγραφή:

Άσκηση 1

Θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε αναλογικό συνεχές ηχητικό σήμα ποιότητας CD. Θεωρούμε ότι η συχνότητα αποκοπής (cut-off frequency) του σήματος είναι $f_c=20\text{kHz}$ (άνω όριο για τις συχνότητες που γίνονται αντιληπτές από το ανθρώπινο αυτί).

1. Να εκτιμηθεί η συχνότητα δειγματοληψίας f_s . Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Αν τα δείγματα κωδικοποιούνται με 24bits να υπολογιστεί ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων.
3. Αν η συνολική διάρκεια του ηχητικού σήματος είναι 4 min να υπολογιστεί το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου.

Άσκηση 2

Θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε αναλογικό συνεχές ηχητικό σήμα με τιμές που κυμαίνονται από 250mV έως 2150mV. Το σήμα δειγματοληπτείται με συχνότητα $f_s = 8 \text{ kHz}$, ενώ τα δείγματα κωδικοποιούνται με: (α) 2 bits / δείγμα, (β) 4 bits / δείγμα, (γ) 8 bits / δείγμα, (δ) 12 bits / δείγμα, (ε) 16 bits / δείγμα. Θεωρήστε γραμμικό κβαντιστή.

1. Για τις περιπτώσεις (α) - (ε) να υπολογιστεί ο ρυθμός μετάδοσης και να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση του ρυθμού μετάδοσης (bitrate) συναρτήσει του μεγέθους δείγματος n ($\text{bitrate} = f(n)$).
2. Για τις περιπτώσεις (α) - (ε) να υπολογιστεί το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού e_{\max} και να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση του μέγιστου σφάλματος κβαντισμού συναρτήσει του μεγέθους δείγματος n ($e_{\max} = f(n)$).
3. Για τις περιπτώσεις (α) - (ε) να υπολογιστεί ο λόγος PSNR_{dB} και να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση του λόγου PSNR_{dB} συναρτήσει του μεγέθους δείγματος n ($\text{PSNR}_{\text{dB}} = f(n)$).
4. Για τις περιπτώσεις (α) - (ε) να υπολογιστεί ο ελάχιστος σηματοθρομβικός λόγος SNR_{min} (σε dB) και να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση του λόγου SNR_{min} συναρτήσει του μεγέθους δείγματος n ($\text{SNR}_{\text{min}} = f(n)$).
5. Αν η συνολική διάρκεια του ηχητικού σήματος είναι 2.5 min, για τις περιπτώσεις (α) - (ε) να υπολογιστεί το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου FileSize και να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση του FileSize συναρτήσει του μεγέθους δείγματος n ($\text{FileSize} = f(n)$).

Άσκηση 3

Θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε αναλογικό συνεχές ηχητικό σήμα με τιμές που κυμαίνονται από 200mV έως 1800mV. Το σήμα δειγματοληπτείται με συχνότητα $f_s = 16 \text{ kHz}$.

1. Αν το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού είναι $e_{\max}=3.5\text{mV}$.

- a. Να υπολογιστεί το διάστημα κβαντισμού q και το μέγεθος δείγματος n . Πόσα bits απαιτούνται για την κωδικοποίηση των δειγμάτων;
 - b. Να υπολογιστεί ο μέγιστος και ο ελάχιστος σηματοθορυβικός λόγος.
 - c. Να υπολογιστεί ο ρυθμός μετάδοσης του σήματος.
2. Αν ο ελάχιστος σηματοθορυβικός λόγος δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 72dB.
 - a. Να υπολογιστεί το διάστημα κβαντισμού q και το μέγεθος δείγματος n . Πόσα bits απαιτούνται για την κωδικοποίηση των δειγμάτων;
 - b. Να υπολογιστεί ο ρυθμός μετάδοσης του σήματος.

Άσκηση 4

Θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε την φωτεινότητα (luminance) μιας εικόνας διαστάσεων 20X20cm. Η φωτεινότητα σε κάθε σημείο της εικόνας δίνεται από την σχέση $\text{lum} = 5 + X + 10 \cdot Y$, όπου X και Y η θέση (σε cm) του σημείου στον άξονα X και Y αντίστοιχα. Θεωρούμε ως αρχή των αξόνων την πάνω αριστερή γωνία της εικόνας (X : οριζόντιος άξονας, Y : κάθετος άξονας). Η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 10 δείγματα/cm στον οριζόντιο και κάθετο άξονα.

1. Να υπολογιστεί η ανάλυση της δειγματοληπτημένης εικόνας (pixelsXpixels) ($1 \text{ pixel} = 1 \text{ δείγμα}^2$)
2. Αν το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού $e_{\max} < 0.47$, να υπολογιστεί το μέγεθος δείγματος n . Να υπολογιστεί το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου.
3. Να υπολογιστεί ο μέγιστος και ο ελάχιστος σηματοθορυβικός λόγος
4. Διαχωρίζουμε την εικόνα σε δύο ίσα μέρη στον άξονα Y , οπότε προκύπτουν δύο εικόνες διαστάσεων 20X10cm
 - a. Για τις δύο ξεχωριστές εικόνες να υπολογιστούν το μέγεθος δείγματος n και το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου, ώστε να διατηρηθεί το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού $e_{\max} < 0.47$.
 - b. Συγκρίνετε το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου πριν και μετά το διαχωρισμό. Τι παρατηρείται και γιατί;
5. Διαχωρίζουμε την εικόνα σε δύο ίσα μέρη στον άξονα X , οπότε προκύπτουν δύο εικόνες διαστάσεων 10X20cm
 - a. Για τις δύο ξεχωριστές εικόνες να υπολογιστούν το μέγεθος δείγματος n και το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου, ώστε να διατηρηθεί το μέγιστο σφάλμα κβαντισμού $e_{\max} < 0.47$.
 - b. Συγκρίνετε το συνολικό μέγεθος του ψηφιακού αρχείου πριν και μετά το διαχωρισμό. Τι παρατηρείται και γιατί;