

Τελική εργασία μαθήματος – Μέρος 2^ο

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα χρησιμοποιήσετε τα προγράμματα που γράψατε στο πρώτο μέρος ως βάση για προσομοίωση μετάδοσης σε κανάλι Rayleigh.

Ο θόρυβος θα θεωρηθεί AWGN. Στη μετάδοση θα χρησιμοποιηθεί αστερισμός BPSK. Η διάλειαση θα ακολουθεί το μοντέλο Rayleigh 1 tap (flat fading). Δηλαδή, το κανάλι είναι μιγαδικό (2 διαστάσεις). Επομένως, ο δέκτης χρησιμοποιεί δύο διαστάσεις. Συνεπώς, θα θεωρήσουμε κανάλι της μορφής, $y[m] = h[m]x[m] + n[m]$, όπου οι $x[m]$ παίρνουν αντιδιαμετρικές τιμές και οι $y[m]$, $n[m]$ και $h[m]$ είναι μιγαδικές ποσότητες. Επίσης, θα θεωρήσουμε ότι οι τιμές των taps $h[m]$ στο χρόνο είναι πλήρως αποσυσχετισμένες, δηλαδή ότι $E[h[m]h[m+n]] = 0$ για όλα τα n (ισοδύναμα, η ταχύτητα Doppler τείνει στο άπειρο). Τέλος, υποθέτουμε ότι ο δέκτης γνωρίζει το κανάλι σε κάθε χρονική στιγμή m . Εάν προτιμάτε, αντί για BPSK μπορείτε να χρησιμοποιήσετε QPSK.

2α) Προσομοιώστε μετάδοση BPSK στο κανάλι Rayleigh 1-tap και σχεδιάστε την καμπύλη του BER ως συνάρτηση του SNR. Συγκρίνετε με την αντίστοιχη καμπύλη για μετάδοση σε κανάλι AWGN (χωρίς fading) από το πρώτο μέρος της εργασίας. Βεβαιωθείτε ότι η ισχύς του θορύβου ανά διάσταση είναι ίδια με αυτήν που χρησιμοποιήσατε στο 1^ο μέρος της εργασίας. Επίσης, συγκρίνετε με τη θεωρητική έκφραση για την P_e της BPSK σε κανάλι Rayleigh (π.χ. Tse & Viswanath 3.1.2 – προσοχή στο πώς ορίζεται ο SNR).

2β) Θεωρήστε, τώρα, 2 κανάλια Rayleigh 1-tap τα οποία είναι *ανεξάρτητα* μεταξύ τους. Δηλαδή, τόσο τα h_i , όσο και τα n_i είναι ανεξάρτητα. Και στα δύο κανάλια μεταδίδεται το ίδιο σύμβολο x (ένα σενάριο που μπορεί να περιγραφεί με αυτό το μοντέλο είναι ένα σύστημα Multiple-Input Single-Output (MISO)). Θεωρούμε ότι ο δέκτης συνδυάζει τα λαμβανόμενα σήματα y_1 και y_2 με χρήση της μεθόδου Maximal Ratio Combining (MRC) ως εξής:

$$y[m] = \frac{h_1^*[m]y_1[m] + h_2^*[m]y_2[m]}{\sqrt{|h_1[m]|^2 + |h_2[m]|^2}}. \text{ Εξομοιώστε και πάλι μετάδοση BPSK και σχεδιάστε την καμπύλη του}$$

BER ως συνάρτηση του SNR. Μπορείτε να επαληθεύσετε τα αποτελέσματά σας συγκρίνοντάς τα με τη βιβλιογραφία (π.χ. κεφάλαιο 3.2.1 των Tse & Viswanath).

2γ) (προαιρετικό) Επαναλάβετε το ερώτημα 2β για περισσότερα κανάλια (π.χ. έως 5) και σχεδιάστε τις καμπύλες.

Παραδοτέα

- Παράδοση το αργότερο 2 εβδομάδες μετά την ημερομηνία εξέτασης του μαθήματος για την εξεταστική στην οποία θέλετε να βαθμολογηθείτε (Ιούλιος ή Σεπτέμβριος 2009).
- Επιτρέπεται (και ενθαρρύνεται) η συνεργασία, αλλά όχι η αντιγραφή ή ο καταμερισμός της εργασίας. Ο καθένας πρέπει να γράψει το δικό του κώδικα και να παραδώσει τη δική του αναφορά. Επίσης, ενθαρρύνεται η επικοινωνία με το διδάσκοντα για οποιαδήποτε βοήθεια χρειαστείτε.

Π1 (ενσωμάτωση του κώδικα που γράψατε για το 2^ο μέρος σε αυτόν του 1^{ου} μέρους). Το πρόγραμμα προσομοίωσης σε ηλεκτρονική μορφή. Ο χρήστης θα πρέπει να καλεί ένα πρόγραμμα (π.χ. simulator.exe ή simulator.m) το οποίο, με τη σειρά του, θα καλεί τις συναρτήσεις δημιουργίας ψευδοτυχαίων bits, mapping, δημιουργίας και προσθήκης AWGN, δημιουργίας καναλιού, slicing/demapping, υπολογισμού BER κλπ. Θα πρέπει να δώσετε αρκετές πληροφορίες (είτε σε συνοδευτικό κείμενο ή με σχόλια στον κώδικα) ώστε κάποιος χρήστης να μπορέσει να τρέξει και να καταλάβει σχετικά γρήγορα τον κώδικά σας. Στις πληροφορίες θα πρέπει να περιλαμβάνονται συνοπτικές οδηγίες χρήσης και περιγραφή του τι κάνει όχι μόνο ο simulator, αλλά και κάθε συνάρτηση ξεχωριστά. Συνιστάται η παράδοση ενός αρχείου zip με όλα τα απαραίτητα αρχεία για να «τρέξει» το πρόγραμμα. Καλό είναι να αποφύγετε χρήση συναρτήσεων οι οποίες χρειάζονται συγκεκριμένους compilers/βιβλιοθήκες για να τρέξουν.

Π4. Γραφική παράσταση (plot) του BER ως συνάρτηση του SNR για τιμές του SNR από -10 έως 40 dB για κανάλι Rayleigh 1-tap. Δε χρειάζεται να κάνετε προσομοιώσεις για πάρα πολλά σημεία της γραφικής παράστασης, αρκεί να χρησιμοποιήσετε τόσα ώστε να έχετε μια καλή προσέγγιση. Πριν παραδώσετε τη γραφική παράσταση (εκτυπωμένη ή σε αρχείο) συγκρίνετε με τη βιβλιογραφία για να βεβαιωθείτε ότι τα αποτελέσματά σας είναι σωστά.

Π5. Γραφική παράσταση για 2 κανάλια με χρήση MRC στο δέκτη. Προαιρετικά, γραφικές παραστάσεις για περισσότερα κανάλια.