

Εφαρμογές Υπολογιστικής Φυσικής

1. Δημιουργείστε ένα πρόγραμμα που να υπολογίζει τον μέσο όρο N τυχαίων αριθμών που να προκύπτουν από μια ομαλή κατανομή τυχαίων αριθμών και που να βρίσκονται στο διάστημα $[0,1]$. Το πρόγραμμα πρέπει να τρέξει για $N = 10, 100, 1000, 10000, 100000, 1000000$ τυχαίους αριθμούς. Κάντε την γραφική παράσταση του μέσου όρου ως συνάρτηση του N (ο άξονας των N θα πρέπει να είναι σε λογαριθμική κλίμακα). Περιγράψτε τι συμπεράσματα βγάζετε από τα αποτελέσματα σας. Ως αρχικό seed χρησιμοποιείστε τον αριθμό μητρώου σας (όπως και σε όλες τις επόμενες ασκήσεις).
2.
 - a. Δημιουργείστε ένα πρόγραμμα στο οποίο ένα σωματίδιο θα εκτελεί μια τυχαία διαδρομή για $N=1000$ βήματα για τις δυο ακόλουθες περιπτώσεις: (α) σε ένα μονοδιάστατο σύστημα (β) σε ένα διδιάστατο σύστημα. Το πρόγραμμα θα πρέπει να υπολογίζει την τετραγωνική μετατόπιση R^2 . Τρέξτε το πρόγραμμα για 100000 πραγματοποιήσεις (runs) και βρείτε την μέση τετραγωνική μετατόπιση $\langle R^2 \rangle$.
 - b. Απαντήστε στα ίδια ερωτήματα, μόνο που αυτή τη φορά θεωρείστε το χώρο διδιάστατο και συνεχή. Το σωματίδιο θα έχει τη δυνατότητα να κινηθεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση με διακριτότητα μίας μοίρας (πχ. σε κάθε βήμα, επιλέγεται τυχαία μια ακεραία τιμή στο $[0, 360)$). Οι θέσεις να έχουν ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων (π.χ. 25.32, 44.76). Συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά του διακριτού χώρου και αναλύστε τα συμπεράσματα σας. (βλ. “Aspects and applications of the random walk”, G.H. Weiss, North Holland, 1994)
3. Δημιουργείστε ένα πρόγραμμα στο οποίο ένα σωματίδιο θα εκτελεί μια τυχαία διαδρομή για $t=1000$ βήματα για τις δυο ακόλουθες περιπτώσεις: (α) σε ένα μονοδιάστατο σύστημα (β) σε ένα διδιάστατο σύστημα. Το πρόγραμμα θα πρέπει να υπολογίζει το $\langle S \rangle$ όπου S ο αριθμός των πλεγματικών θέσεων που το σωματίδιο επισκέφτηκε τουλάχιστον μια φορά. Θα πραγματοποιήσετε 10.000 προσομοιώσεις και θα βρείτε 10 σημεία (ένα κάθε 100 βήματα, από 0 μέχρι 1000), τα οποία θα είναι οι μεσοί όροι των 10.000 προσομοιώσεων. Κάνετε την γραφική παράσταση του $\langle S \rangle$ ως συνάρτηση του χρόνου t .
4. Δημιουργείστε ένα δίκτυο Erdos-Renyi με $N=10.000$ κόμβους. Αυτά είναι δίκτυα με τυχαίο αριθμό συνδέσεων. Εφαρμόσετε τον κανόνα ότι μεταξύ δυο κόμβων υπάρχει μια πιθανότητα $p=0.12$ να υπάρχει σύνδεση. Βρείτε τον αριθμό συνδέσεων k κάθε κόμβου. Κάντε την γραφική παράσταση της κατανομής των k , $P(k)$ σε συνάρτηση με το k και υπολογίστε την μέση τιμή του k . Τα αποτελέσματα θα πρέπει να είναι μέσοι όροι από 1000 προσομοιώσεις.