

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Εργαστήριο Σχεδιασμού & Ανάπτυξης Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων
(ΕΡΓΑ.Σ.Υ.Α)

Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη (ΜΠΔ306)

Χειμερινό εξάμηνο 2020-2021

Εργαστηριακός βοηθός: Γιαννακάκη Κατερίνα

ΕΡΓΑΣΙΑ 1^η

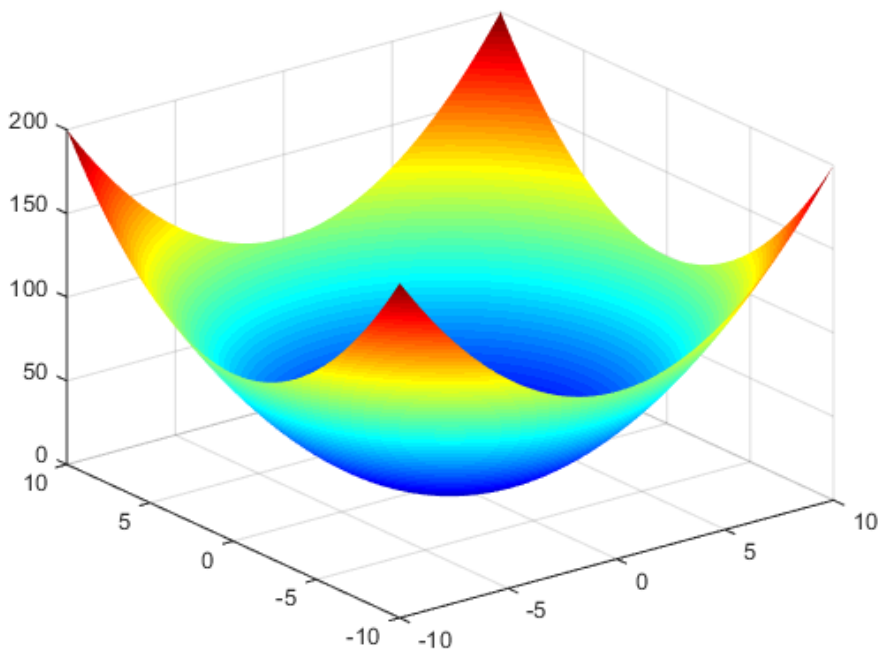
Στόχος της εργασίας είναι να χρησιμοποιηθεί το *Global Optimization Toolbox* του MATLAB για την εύρεση της βέλτιστης λύσης προβλημάτων με χρήση Γενετικών Αλγορίθμων.

Ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα και συντάξτε μια αναφορά στην οποία θα περιγράφετε συνοπτικά και ουσιαστικά τις ενέργειες που πραγματοποιήσατε και θα απαντάτε στις ερωτήσεις που θα συναντήσετε παρακάτω.

A. Δίνεται η παρακάτω συνάρτηση:

$$f_A(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2$$

για $n = 2$ και $x_i \in [-\infty, \infty]$, $x_i \in \mathbb{R}$



1. Με χρήση του *Global Optimization Toolbox* εφαρμόστε Γενετικούς Αλγορίθμους για να βρείτε τη λύση στο πρόβλημα **ελαχιστοποίησης** της συνάρτησης f_A . Θα πρέπει να τρέξετε τον αλγόριθμο για διάφορους συνδυασμούς παραμέτρων (αναφέρονται παρακάτω) και να συμπληρώσετε το αρχείο excel “resultsXXXXXXXXXX.xlsx” που συνοδεύει την εργασία (**αντικαταστήστε τα Χ με τον αριθμό μητρώου σας**). Για κάθε διαφορετική τιμή παραμέτρου θα πρέπει να κάνετε 5 “τρέξιματα” του αλγορίθμου.

Τιμές παραμέτρων που θα μείνουν σταθερές για όλα τα τρεξίματα:

- Κριτήρια τερματισμού:
 - όταν φτάσει στην 500^η γενιά
 - όταν η καλύτερη τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας ανά γενιά γίνει μικρότερη ή ίση του 10^{-5}
 - όταν η μεταβολή στην τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας για 500 γενιές είναι μικρότερη από 10^{-6}
 - στα υπόλοιπα κριτήρια τερματισμού αφήστε τις default τιμές

Για τις υπόλοιπες παραμέτρους θα χρησιμοποιείτε τις default τιμές, εκτός από μια παράμετρο που θα αλλάζει κάθε φορά (κάθε φορά = “κάθε 5άδα τρεξιμάτων”):

- **Μέγεθος πληθυσμού:** 20 μέχρι 200 χρωμοσώματα με βήμα +20
- **Ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη:** 5%, 20%, 50%

Δηλαδή στα πρώτα 5 “τρέξιματα” του αλγορίθμου τα κριτήρια τερματισμού θα έχουν τις τιμές που δίνονται παραπάνω, όλες οι υπόλοιπες παράμετροι θα έχουν τις default τιμές εκτός από το μέγεθος πληθυσμού που θα έχει τιμή 20. Στα 5 επόμενα “τρέξιματα” τα κριτήρια τερματισμού θα έχουν τις τιμές που δίνονται παραπάνω, όλες οι υπόλοιπες παράμετροι θα έχουν τις default τιμές εκτός από το μέγεθος πληθυσμού που θα έχει τιμή 40 κ.ο.κ.. Όταν θα έχετε τρέξει 5 φορές τον αλγόριθμο για μέγεθος πληθυσμού 200 χρωμοσώματα, στα 5 επόμενα “τρέξιματα” τα κριτήρια τερματισμού θα έχουν τις τιμές που δίνονται παραπάνω, το μέγεθος πληθυσμού που θα την default τιμή, όλες οι υπόλοιπες παράμετροι θα έχουν τις default τιμές εκτός από το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη που θα έχει τιμή 5% κ.ο.κ..

2. Συμπληρώστε τον πίνακα του αρχείου excel (ερώτημα 2^ο) με τα αποτελέσματα που είχατε σε κάθε “τρέξιμο”, δηλαδή πόσες επαναλήψεις έκανε ο αλγόριθμος μέχρι να τερματίσει (το βρίσκετε στο “Current iteration” κάτω από το “Start”), το χρωμόσωμα-λύση που βρήκε, την τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας για αυτό το χρωμόσωμα-λύση, την απόλυτη τιμή της διαφοράς της τιμής αυτής από τη βέλτιστη τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας που είναι 0, καθώς και τον μέσο όρο του αριθμού επαναλήψεων και τον μέσο όρο των διαφορών για κάθε πεντάδα “τρεξιμάτων”. Για τις τιμές του χρωμοσώματος χρησιμοποιήστε ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων, για τις διαφορές χρησιμοποιήστε ακρίβεια 6 δεκαδικών ψηφίων.

Δημιουργήστε 2 γραφήματα που θα ενσωματώσετε στην αναφορά σας: στο ένα να φαίνεται η μεταβολή του μέσου αριθμού επαναλήψεων που χρειάστηκε ο αλγόριθμος για να τερματίσει σε συνάρτηση του μεγέθους του αρχικού πληθυσμού και στο άλλο να φαίνεται η μεταβολή της μέσης απόλυτης διαφοράς σε συνάρτηση του μεγέθους του αρχικού πληθυσμού.

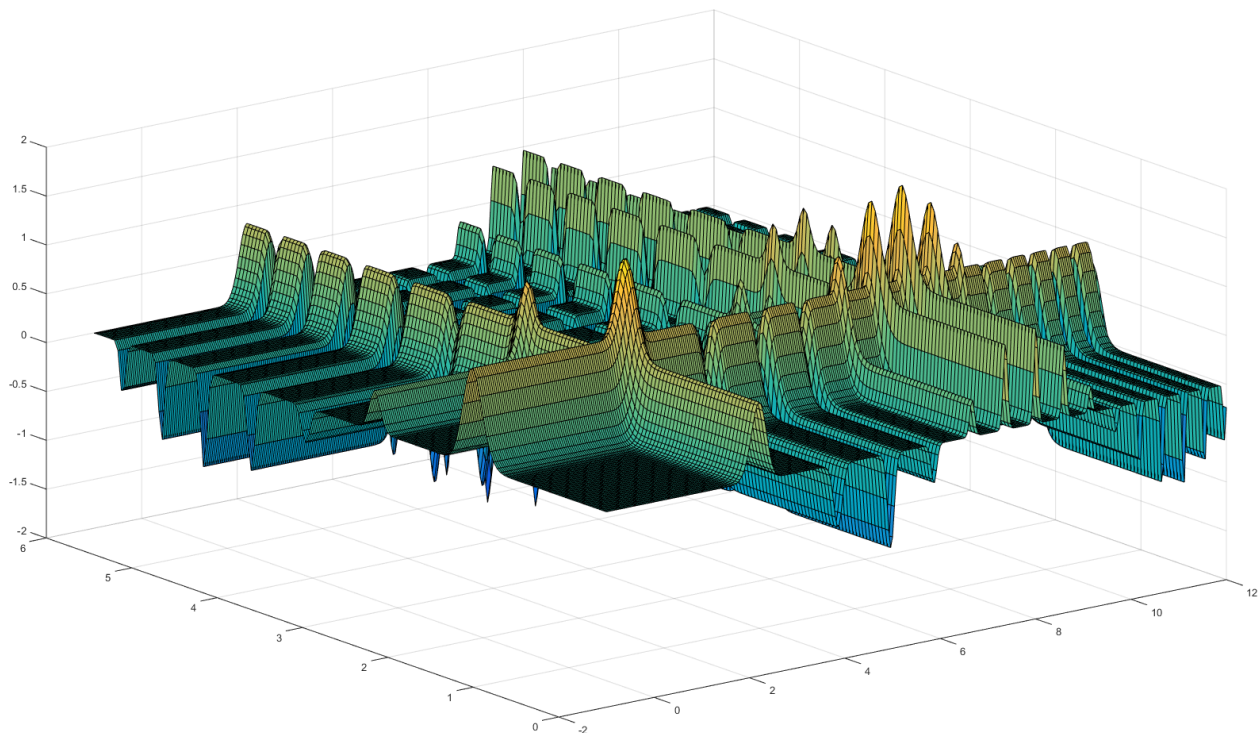
3. Το μέγεθος του αρχικού πληθυσμού επηρεάζει την ταχύτητα σύγκλισης του αλγορίθμου; (Όταν ο αλγόριθμος χρειάζεται λίγες επαναλήψεις για να τερματίσει λέμε ότι συγκλίνει πιο γρήγορα, διαφορετικά ότι συγκλίνει πιο αργά). Το μέγεθος του αρχικού πληθυσμού επηρεάζει την απόδοση του αλγορίθμου; Να κάνετε ποιοτική σύγκριση, όχι μόνο ποσοτική.
4. Το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη επηρεάζει την απόδοση του αλγορίθμου;

B. Δίνεται η παρακάτω συνάρτηση:

$$f_B(\mathbf{x}) = \sin(x_1) \left[\sin\left(\frac{x_1^2}{\pi}\right) \right]^n + \sin(x_2) \left[\sin\left(\frac{x_2^2}{\pi}\right) \right]^n$$

$$\text{για } n = 20 \text{ και } x_1 \in [-1,12], x_2 \in [0,6], x_1, x_2 \in \mathbb{R}$$

Επίσης δίνεται η πληροφορία ότι το ολικό μέγιστο της συνάρτησης βρίσκεται στο σημείο (8,009 , 1,571) και η τιμή της συνάρτησης σε αυτό το σημείο είναι 1,9879514059321428.



5. Δημιουργήστε στο MATLAB μια συνάρτηση με όνομα “myFitFuncB” η οποία θα υλοποιεί την παραπάνω συνάρτηση f_B , δηλαδή θα δέχεται ως είσοδο το διάνυσμα $\mathbf{x}$ και θα επιστρέφει ως έξοδο την τιμή της συνάρτησης για το διάνυσμα $\mathbf{x}$.
6. Με χρήση του *Global Optimization Toolbox* εφαρμόστε Γενετικούς Αλγορίθμους με σκοπό να βρείτε τη λύση στο πρόβλημα **μεγιστοποίησης** της συνάρτησης f_B . Θα πρέπει να τρέξετε τον αλγόριθμο για τους συνδυασμούς παραμέτρων που αναφέρονται

παρακάτω και να συμπληρώσετε το αρχείο excel “resultsXXXXXXXXXX.xlsx” (όπου έχετε αντικαταστήσει τα X με τον αριθμό μητρώου σας).

7. Δώστε τις παρακάτω τιμές στα κριτήρια τερματισμού:

- όταν φτάσει στην 200^η γενιά
- όταν η συνάρτηση καταλληλότητας ανά γενιά φτάσει την βέλτιστη τιμή της με ακρίβεια 6 δεκαδικών ψηφίων
- όταν η μεταβολή στην τιμή της συνάρτησης καταλληλότητας για 200 γενιές είναι μικρότερη από 10^{-6}
- στα υπόλοιπα κριτήρια τερματισμού αφήστε τις default τιμές

Το μέγεθος του πληθυσμού να είναι 100 χρωμοσώματα.

Το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη να είναι 5%.

Για τις υπόλοιπες παραμέτρους χρησιμοποιήστε τις default τιμές.

8. Τρέξτε τον αλγόριθμο 10 φορές και συμπληρώστε τον πίνακα του αρχείου excel (ερώτημα 8^ο) με τα αποτελέσματα που είχατε σε κάθε “τρέξιμο”. Για τις τιμές του χρωμοσώματος χρησιμοποιήστε ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων, για τις διαφορές χρησιμοποιήστε ακρίβεια 8 δεκαδικών ψηφίων.

9. Αφήστε ίδιες τις τιμές στα κριτήρια τερματισμού και στις υπόλοιπες παραμέτρους και αλλάξτε μόνο το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη σε 50%. Τρέξτε τον αλγόριθμο 10 φορές και συμπληρώστε τον πίνακα του αρχείου excel (ερώτημα 9^ο) με τα αποτελέσματα που είχατε σε κάθε “τρέξιμο”. Για τις τιμές του χρωμοσώματος χρησιμοποιήστε ακρίβεια 3 δεκαδικών ψηφίων, για τις διαφορές χρησιμοποιήστε ακρίβεια 8 δεκαδικών ψηφίων.

10. Τι παρατηρείτε συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του 8^{ου} και 9^{ου} ερωτήματος; Σε ποιο από τα δυο παρατηρείτε βελτιωμένη απόδοση και γιατί;

11. Αποθηκεύστε το πρόβλημα και τις παραμέτρους που χρησιμοποιήσατε στο Ερώτημα 9, συμπεριλαμβανομένης όποιας πληροφορίας χρειάζεται για να ξανατρέξει ο αλγόριθμος, σε αρχείο .mat με όνομα “ProblemParameters9”

Η άσκηση είναι **ατομική** και **υποχρεωτική**.

Να παραδώσετε μέσω eclass ένα συμπιεσμένο αρχείο (π.χ. .rar ή .zip) το οποίο να περιέχει:

- την αναφορά σας
- το αρχείο “resultsXXXXXXXXXX.xlsx” συμπληρωμένο (όπου XXXXXXXXXXXX ο αριθμός μητρώου σας)
- το αρχείο “myFitFuncB.m” και
- το αρχείο “ProblemParameters9.mat”.

Το όνομα του συμπιεσμένου αρχείου να είναι το επίθετό σας με λατινικούς χαρακτήρες, ο αριθμός μητρώου σας και η λέξη “ai01”, στη μορφή: PAPADAKIS_2018000000_ai01.rar