



Πολυτεχνείο Κρήτης Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

Μάθημα: Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη

Διδάσκων: Στέλιος Τσαφάρáκης, Αικατερίνη-Αντωνία Γιαννακάκη

Δεκέμβριος 2020, Πειραιάς

Αλέξανδρος Ρασούλης, 2015010123

Εργασία 1: Global Optimization Toolbox, Genetic Algorithms

Εισαγωγή

Η πρώτη εργασία του εργαστηρίου του μαθήματος με τίτλο, ‘Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη’, του Πολυτεχνείου Κρήτης αφορά την εύρεση **ελάχιστου** και **μέγιστου**, για δυο διαφορετικές συναρτήσεις, με την χρήση γενετικών αλγορίθμων του εργαλείου βελτιστοποιήσεις του προγράμματος MATLAB.

Τύποι συναρτήσεων:

- $$f_A(X) = \sum_{i=1}^n x_i^2, \text{ για } n = 1 \text{ \& } x_i \in [-\infty, \infty], x_i \in \mathbb{R}, \text{ εύρεση ελάχιστου}$$
- $f_B(X) = \sin(x_1) \left[\sin\left(\frac{x_1^2}{\pi}\right) \right]^n + \sin(x_2) \left[\sin\left(\frac{2x_2^2}{\pi}\right) \right]^n \text{ για } n = 20 \text{ \& } x_1, x_2 \in \mathbb{R} \text{ με όρια } -1 \leq x_1 \leq 12 \text{ \& } 0 \leq x_2 \leq 6, \text{ εύρεση μέγιστου}$

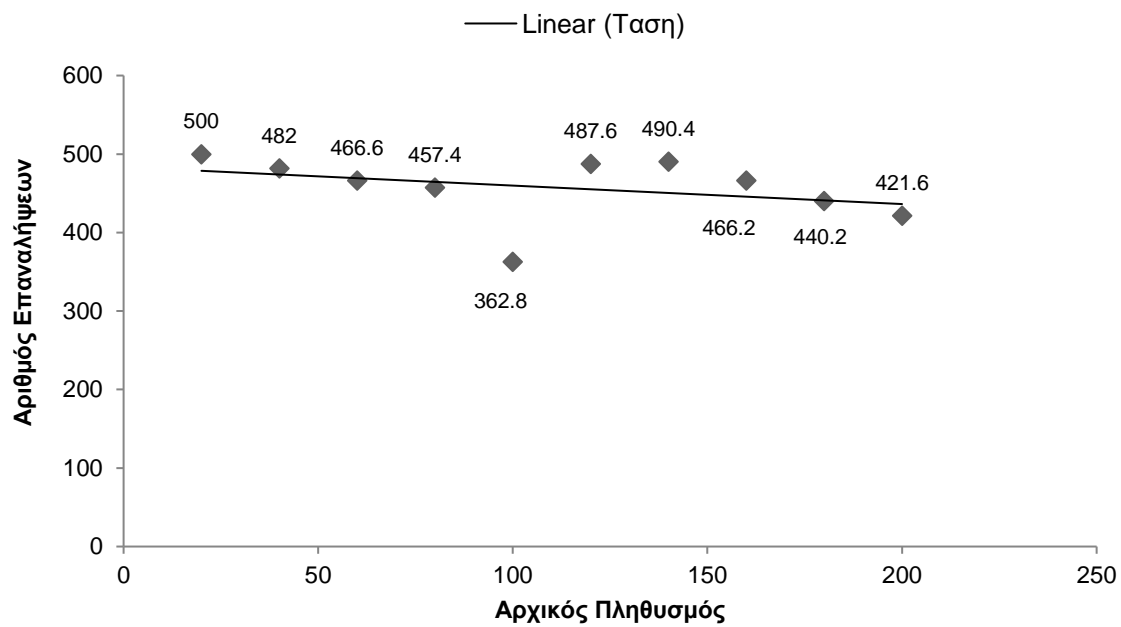
Σκοπός της εργασίας είναι να εντοπισθούν οι τιμές των δύο μεταβλητών x στα αντίστοιχα ελάχιστα και μέγιστα της κάθε συνάρτησης χρησιμοποιώντας της κατάλληλες επιλογές των γενετικών αλγορίθμων (ga) του optimization toolbox. Στις παραπάνω συναρτήσεις οι επιλογές που ζητήθηκαν να αλλαχτούν από τις προκαθορισμένες επιλογές ήταν το μέγεθος του πληθυσμού, το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη καθώς και τα κριτήρια τερματισμού. Προφανώς οι τιμές των παραπάνω επιλογών τροποποιούντουσαν αντίστοιχα με τα δεδομένα της κάθε περίπτωσης τα οποία καταχωρήθηκαν σε αρχείο excel με όνομα ‘results2015010123’.

Συνάρτηση: f_A

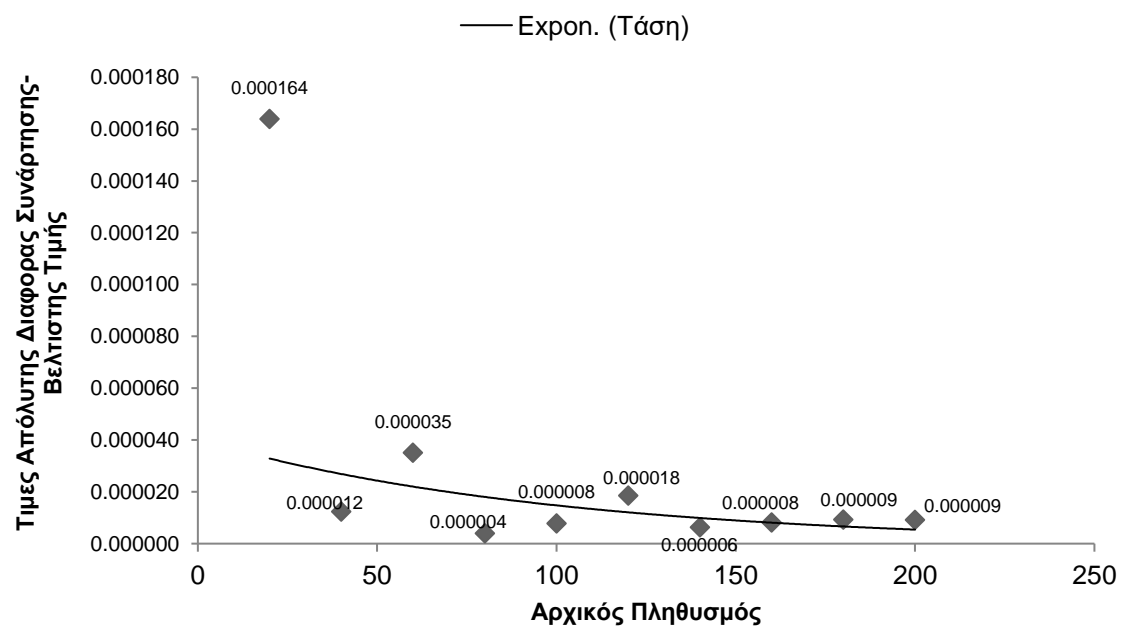
Αρχικοποίηση

Ο τύπος της συγκεκριμένης συνάρτησης είναι αρκετά απλός. Αποτελείται από το άθροισμα 2 μεταβλητών όπου η κάθε μία είναι ξεχωριστά υψωμένη στο τετράγωνο συνεπώς πρόκειται για μια συνάρτηση που έχει πάντα θετικό αποτέλεσμα και εννοείται πως για $x_1 = 0$ & $x_2 = 0$ η f_A παρουσιάζει ελάχιστο το 0 οπότε τα αποτελέσματα των μεταβλητών του αλγορίθμου αναμένονται να πλησιάζουν το 0.

Αρχικά, πληκτρολογήθηκε η αντικειμενική συνάρτηση στην μορφή: $@(x) x(1)^2 + x(2)^2$, εισάχθηκε στην κατάλληλη θέση και έπειτα ο αριθμός των μεταβλητών. Στο επόμενο βήμα, ενημερώθηκαν οι επιλογές του αλγορίθμου ανάλογα με τα δεδομένα και μόνο τα κριτήρια τερματισμού παρέμειναν ίδια σε όλη την διαδικασία. Αφού αλγόριθμος ήταν σε θέση για να υπολογίζει τα ζητούμενα αποτελέσματα ξεκίνησαν τα ‘τρεξίματα’ με κάθε αποτέλεσμα να εισχωρείτε στο αρχείο excel.



Γράφημα 1



Γράφημα 2

Έλεγχοι Αποτελεσμάτων

Από τα παραπάνω γραφήματα προκύπτουν κάποια συμπεράσματα. Αναλυτικότερα, ακολουθώντας τις γραμμές της γραμμικής τάσης και της εκθετικής τάσης στα γραφήματα διασπορών 1 & 2 αντίστοιχα, επιβεβαιώνετε ο ισχυρισμός πως με την αύξηση του αρχικού πληθυσμού μειώνεται η ταχύτητα του αλγορίθμου και αυξάνεται η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του. Παρόλα αυτά, η συγκεκριμένη παρατήρηση δεν αποτελεί και κανόνα, δηλαδή είναι πιο πιθανόν το γεγονός πως τα μεγαλύτερα μεγέθη αρχικού πληθυσμού να συγκλίνουν ταχύτερα ή με μεγαλύτερη ακρίβεια στη βέλτιστη λύση. Εάν ο παραπάνω ισχυρισμός αποτελούσε κανόνα τότε το δείγμα πληθυσμού ίσο με 100 δεν θα ήταν το ταχύτερο ούτε και το ακριβέστερο.

Ανάλυση αποτελεσμάτων με διάφορα ποσοστά απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη

Μετά της εκτέλεση των βημάτων του της εργασίας για διάφορα ποσοστά απογόνων, προέκυψαν τα ακόλουθα δεδομένα :

Ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη	M.O. Αριθμού επαναλήψεων	M.O. Διαφορών
5%	500	0.007307
20%	500	0.000581
50%	500	0.000228

Πίνακας 1

Το ποσοστό απογόνων είναι εμφανές πως δεν επηρεάζει τον αριθμό των επαναλήψεων του αλγορίθμου αλλά βελτιώνει σημαντικά την ακρίβεια της λύσης. Αυτό συμβαίνει διότι, η μετάλλαξη αυξάνει την ποικιλομορφία ενός πληθυσμού και έτσι αυξάνει την πιθανότητα ο αλγόριθμος να δημιουργήσει λύσης πλησιέστερες στην βέλτιστη, συνεπώς ήταν αναμενόμενο να αυξηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων αυξάνοντας το ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη.

Συνάρτηση: f_B

Αρχικοποίηση

Σε πρώτο στάδιο, δημιουργήθηκε κατάλληλο αρχείο συνάρτησης σε γλώσσα προγραμματισμού MATLAB το οποίο έπειτα θα χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση του γενετικού αλγόριθμου. Το συγκεκριμένο αρχείο εμπεριέχει την συνάρτηση f_B , ωστόσο είναι γνωστό ότι ο γενετικός αλγόριθμος του optimization tool υπολογίζει πάντα το ελάχιστο μιας συνάρτησης, άρα δημιουργήθηκε μια συνάρτηση $f = -f_B$ για τον εντοπισμό του μέγιστου. Πιο ειδικά, υπολογίζοντας την αρνητική τιμή της συνάρτησης f_B ο αλγόριθμος εντοπίζει τα χρωμοσώματα-λύση που ικανοποιούν και τη μέγιστη τιμή της συνάρτησης. Σαν πιο γενική μορφή μπορεί κάποιος να το φανταστεί την f_B σε απόλυτο ($|f_B|$) και ο αλγόριθμος αναζητάει το μέγιστο στα όρια της εργασίας της $-f_B$. Με αποτέλεσμα η αντικειμενική συνάρτηση θα έχει μόνο αρνητικές τιμές, άρα κατά την εγγραφή τους στο αρχείο excel θα πρέπει να μετατατούν σε θετικές.

Το optimization tool ρυθμίστηκε κατάλληλα σύμφωνα με τις εντολές της εκφώνησης για την ορθή λειτουργία του. Καταρχάς, αυτή τη φορά στη θέση της αντικειμενικής συνάρτησης ήταν το όνομα του αρχείου της συνάρτησης $-f_B$, δηλ @myFitFuncB. Πάλι η συνάρτηση που μελετάται αποτελείται από 2 μεταβλητές με κάτω και άνω όρια ίσα με [-1 0] & [12 6] αντίστοιχα.

Μετά την εκτέλεση των βημάτων για την λειτουργία του γενετικού αλγορίθμου, προέκυψαν τα ακόλουθα δεδομένα :

Ποσοστό απογόνων που προκύπτουν από μετάλλαξη	Μ.Ο. Αριθμού επαναλήψεων	Μ.Ο. Διαφορών
5%	200	0.066821
50%	200	0.00707

Πίνακας 2

Όπως στην συνάρτηση f_a έτσι και σε αυτή την περίπτωση η ακρίβεια για υψηλότερα ποσοστά απογόνων είναι υψηλότερη. Πιο συγκεκριμένα, από τα συμπεράσματα που προέκυψαν στο πρώτο μέρος της εργασίας το υψηλότερο ποσοστό απογόνων που συμβάλει στην μεγέθυνση της ποικιλομορφία ενός πληθυσμού και έτσι αυξάνετε η πιθανότητα του αλγόριθμου να δημιουργήσει λύσης πλησιέστερες στην βέλτιστη, χωρίς όμως να υπολογίζει μεγαλύτερη ή ίση τιμή με αυτή της βέλτιστης.

-
- Έκδοση MATLAB: '9.4.0.813654 (R2018a)'
 - Επεξεργαστής: Intel Core i5-8400, 2.80 GHz