



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Τμήμα ΗΜΜΥ. Τομέας Ηλεκτρονικής

Τεχνικές Βελτιστοποίησης

---

## 3η Εργαστηριακή Άσκηση

### Μέθοδος Μέγιστης Καθόδου με Προβολή

---

Συντάκτης:  
Χρήστος Χουτουρίδης  
ΑΕΜ:8997  
[cchoutou@ece.auth.gr](mailto:cchoutou@ece.auth.gr)

Διδάσκοντες:  
Γ. Ροβιθάκης  
[rovithak@auth.gr](mailto:rovithak@auth.gr)

Θ. Αφορόζη  
[taforozi@ece.auth.gr](mailto:taforozi@ece.auth.gr)

## 1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αφορά το πρόβλημα της ελαχιστοποίησης μιας δοσμένης συνάρτησης πολλών μεταβλητών  $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  χωρίς περιορισμούς. Για το σκοπό αυτό κάνουμε χρήση τριών μεθόδων. Της μεθόδου μέγιστης καθόδου (Steepest Descent), της μεθόδου Newton, και της Levenberg-Marquardt. Ακόμα για κάθε μία από αυτές θα υλοποιήσουμε τρεις διαφορετικές τεχνικές υπολογισμού βήματος.

## 2. Παραδοτέα

Τα παραδοτέα της εργασίας αποτελούνται από:

- Την παρούσα αναφορά.
- Τον κατάλογο **scripts/**, που περιέχει τον κώδικα της MATLAB.
- Το **σύνδεσμο** με το αποθετήριο που περιέχει όλο το project με τον κώδικα της MATLAB, της αναφοράς και τα παραδοτέα.

## 3. Προγραμματιστική προσέγγιση

Για τον προγραμματισμό και εκτέλεση των μεθόδων της παρούσας εργασίας έγινε χρήση της MATLAB. Στον κατάλογο **scripts**, περιέχονται όλες οι μέθοδοι και οι τεχνικές υπολογισμού βημάτων με τη μορφή συναρτήσεων καθώς και scripts που τις καλούν. Για κάθε μία μέθοδο (ένα θέμα της εργασίας), υπάρχει το αντίστοιχο script που περιέχει τους υπολογισμούς, τις κλήσεις των μεθόδων και τη δημιουργία των διαγραμμάτων. Για το πρώτο θέμα το αρχείο Script\_1\_Plots.m για το δεύτερο το Script\_2\_Steepest\_descent.m και ούτω καθεξής. Στην παρούσα εργασία η υλοποίηση του κώδικα ακολουθεί την τεχνική της προηγούμενης εργασίας και “ομαδοποιεί” αρκετές λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα.

### 3.1. Symbolic expression functions

Μία ακόμη προγραμματιστική τεχνική που ακολουθήθηκε είναι η χρήση **symbolic expression** για την αναπαράσταση των διαφορετικών αντικειμενικών συναρτήσεων. Ο λόγος που επιλέχθηκε είναι η **δυνατότητα εξαγωγής ενός symbolic expression που αναπαριστά την κλίση  $\nabla f$  και τον Εσσιανό  $\nabla^2 f$  μιας συνάρτησης** από την MATLAB, κάνοντας χρήση των εντολών *gradient()* και *hessian()*. Αν αντίθετα χρησιμοποιούσαμε απλές συναρτήσεις, πολυώνυμα ή lambdas για την αναπαράσταση των αντικειμενικών συναρτήσεων, τότε για τον υπολογισμό της κλίσης και του Εσσιανού θα έπρεπε:

- Είτε να υπολογίζαμε αριθμητικά τις παραγώγους gradient και hessian μέσα στις μεθόδους, κάτι που θα εισήγαγε **αχρείαστο αριθμητικό σφάλμα**.
- Είτε να κάναμε χρήση δύο επιπλέον συναρτήσεων (ή πολυωνύμων) για την αναπαράστασή τους, κάτι που ουσιαστικά θα δημιουργούσε **πλεονασμό πληροφορίας εισόδου** και άρα μεγαλύτερη πιθανότητα να κάνουμε λάθος.

Η αναπαράσταση όμως με χρήση symbolic expression είναι πιο “βαριά” όταν χρειάζεται να υπολογίσουμε την τιμή μιας συνάρτησης σε κάποιο σημείο (*subs(expr, number)*). Αυτό είναι κάτι που χρειάζεται εκτενώς στον κώδικά μας. Για το λόγο αυτό, ενώ η συνάρτηση δίνεται ως symbolic expression, μέσω αυτής υπολογίζονται αυτόματα η κλίση, ο Εσσιανός αλλά και οι “κανονικές” συναρτήσεις MATLAB που τις υλοποιούν. Έτσι έχουμε την ακριβή αναπαράσταση της κλίσης και του Εσσιανού ως συναρτήσεις χωρίς να πληρώνουμε το κόστος της *subs()*.