

# Εξαμηνιαία Εργασία - Βελτιστοποίηση (70% του τελικού βαθμού)

## ΑΣΚΗΣΗ 6 - Η μέθοδος Bat Algorithm (BA)

Τμήμα Πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών

### 1 Σκοπός και αντικείμενο

Θα προσθέσετε μία νέα καθολική μέθοδο βελτιστοποίησης (Bat Algorithm (BA)) και ένα νέο πρόβλημα (Powell (Sum of Squares)) στο project Optimus. Η μέθοδος θα υλοποιηθεί στα αρχεία METHODS/usermethod.h και METHODS/usermethod.cpp, και το πρόβλημα στα PROBLEMS/userproblem.\*. Όλες οι υπερπαραμέτροι θα δίνονται εξωτερικά (UI/params) - να MHN είναι hard-coded.

### 2 Αναμενόμενες δεξιότητες

1. Υλοποίηση πληθυσμιακής μεθόδου με σαφή διαχωρισμό συναρτήσεων: constructor, init, step, terminated, done.
2. Χρήση υπερπαραμέτρων εξωτερικά (getParameterList/params).
3. Υποστήριξη τουλάχιστον δύο κατανομών (ομοιόμορφη + μία από Gaussian/K-means/Repulsion).
4. Υβριδισμός με τοπική μέθοδο (π.χ. Gradient Descent ή Nelder-Mead).
5. Κανόνες τερματισμού: budget (iters/evals), tolerance (βελτίωση), stagnation (στασιμότητα).
6. Προσθήκη νέας αντικειμενικής (Powell) με αναλυτική ή αριθμητική κλίση.

### 3 Μέθοδος προς υλοποίηση - Bat Algorithm (BA)

#### 3.1 Περιγραφή

1. Μπορείτε να δείτε περιγραφή του αλγορίθμου στον σύνδεσμο [https://en.wikipedia.org/wiki/Bat\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Bat_algorithm) καθώς και στον σύνδεσμο <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/bat-algorithm>.

2. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί συχνότητα/ταχύτητα/παλμό για εξερεύνηση/εκμετάλλευση.
3. Κάνει ενημερώσεις θέσης/ταχύτητας με προσαρμογές loudness & pulse rate.

### 3.2 Παραδοτέα

1. Υλοποίηση της συνάρτησης δημιουργίας και καθορισμός προκαθορισμένων τιμών για τις παραμέτρους ( πχ. popsize, max\_iters, seed, sampling\_mode, p\_local, local\_every\_R, tol, max\_stall, top\_k).
2. Υλοποίηση μεθόδου init(): Ενδεικτικά μπορεί να περιλαμβάνει ανάγνωση παραμέτρων, δέσμευση πληθυσμού, αρχική δειγματοληψία, αξιολόγηση, αποθήκευση best.
3. Υλοποίηση μεθόδου step(): ενημέρωση σύμφωνα με τον κανόνα της μεθόδου, επιβολή ορίων, αξιολόγηση, ενημέρωση best. Προαιρετικά μπορεί να εκτελείται και local optimization στους top-k ανά R επαναλήψεις.
4. Υλοποίηση μεθόδου terminated(): Χρησιμοποιήστε διάφορες τεχνικές τερματισμού που να ορίζονται από σχετική παράμετρο, όπως
  - (α')  $iter \geq itermax$
  - (β')  $|f_{best} - f_{best(old)}| \leq \epsilon$  για  $G$  διαδοχικές επαναλήψεις.
5. Υλοποίηση μεθόδου done(): Εύρεση του καλύτερου σημείου στον πληθυσμό και εφαρμογή σε αυτό μιας τεχνικής τοπικής βελτιστοποίησης (πχ Adam, Gradient Descent κτλ.)

## 4 Υλοποίηση νέου προβλήματος Powell (Sum of Squares)

### 4.1 Περιγραφή

Να υλοποιήστε μέσα στο UserProblem το πρόβλημα Powell (Sum of Squares) που ορίζεται ως ακολούθως:

$$f(x) = \sum_{i=1}^d (x_i - 1)^2$$

με διάσταση  $d$ . Τα όρια κάθε διάστασης είναι στο διάστημα  $[-10, 10]$ .

### 4.2 Παραδοτέα

1. Η μέθοδος δημιουργίας του προβλήματος
2. Η συνάρτηση funmin().
3. Η συνάρτηση gradient().