

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

## ΑΣΚΗΣΗ 4 - Η μέθοδος Sine-Cosine Algorithm (SCA)

Τμήμα Πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών

### 1 Σκοπός και αντικείμενο

Θα προσθέσετε μία νέα καθολική μέθοδο βελτιστοποίησης (Sine-Cosine Algorithm (SCA)) και ένα νέο πρόβλημα (Qing) 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 ΜΗΝ 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 (Qing) με αναλυτική ή αριθμητική κλίση.

### 3 Μέθοδος προς υλοποίηση - Sine-Cosine Algorithm (SCA)

#### 3.1 Περιγραφή

1. Μπορείτε να δείτε περιγραφή του αλγορίθμου στον σύνδεσμο <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705115005043> καθώς και στον σύνδεσμο [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-9722-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-9722-8_2).

2. Η SCA ενημερώνει θέσεις με ημιτονοειδείς/συνημιτονοειδείς μετατοπίσεις γύρω από στοχοθετημένες λύσεις.

### 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 Qing

### 4.1 Περιγραφή

Να υλοποιήστε μέσα στο UserProblem το πρόβλημα Qing που ορίζεται ως ακολούθως:

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

με διάσταση  $d$ . Τα όρια κάθε διάστασης είναι στο διάστημα  $[-100, 100]$ .

### 4.2 Παραδοτέα

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