

Εξαμηνιαία Εργασία - Βελτιστοποίηση (70% του τελικού βαθμού)

ΑΣΚΗΣΗ 10- Η μέθοδος Gravitational Search Algorithm (GSA)

Τμήμα Πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών

1 Σκοπός και αντικείμενο

Θα προσθέσετε μία νέα καθολική μέθοδο βελτιστοποίησης (Gravitational Search Algorithm (GSA) και ένα νέο πρόβλημα (Sum of Different Powers) 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 (Sum of Different Powers) με αναλυτική ή αριθμητική κλίση.

3 Μέθοδος προς υλοποίηση - Gravitational Search Algorithm (GSA)

3.1 Περιγραφή

1. Μπορείτε να δείτε περιγραφή του αλγορίθμου στον σύνδεσμο <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025509001200> κα-

θώς και στον σύνδεσμο https://ahmetcevahircinar.com.tr/wp-content/uploads/2017/04/GSA_A_Gravitational_Search_Algorithm.pdf.

2. Η GSA μοντελοποιεί μάζες που έλκονται βαρυτικά ανάλογα με την καταλληλότητα.

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 Sum of Different Powers

4.1 Περιγραφή

Να υλοποιήστε μέσα στο UserProblem το πρόβλημα Sum of Different Powers που ορίζεται ως ακολούθως:

$$f(x) = \sum_{i=1}^d |x_i|^{(i+1)}$$

με διάσταση d . Τα όρια κάθε διάστασης είναι στο διάστημα $[-1, 1]$.

4.2 Παραδοτέα

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