

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ (ΔΙ.ΠΑ.Ε.) - ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ,
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΕΡΡΩΝ

Μεταπτυχιακό στην Ρομποτική

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη αλγόριθμου βελτιστοποίησης και αναζήτησης λύσεων με τον
Αλγόριθμο Κοπαδιών Δελφινιών (Dolphin Swarm Algorithm - DSA) και
εφαρμογή σε προβλήματα εύρεσης βέλτιστων διαδρομών αυτόνομων
ρομπότ.

ΜΑΡΙΑΣ ΜΑΣΙΟΥ τ. ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ

Αρ.Μητρώου: 75

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Σπυρίδων Καζαρλής

ΣΕΡΡΕΣ – 2023

Όνοματεπώνυμο και βαθμίδα : **Μαρία Μάσιου τ. Ευαγγέλου**

Επιβλέπων Καθηγητής: **Σπυρίδων Καζαρλής**

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Μαρίας Μάσιου του Ευαγγέλου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση της συγγραφέας/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών του Διεθνές Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Περιεχόμενα

ΕΞΩΦΥΛΛΟ.....	1
ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	4
<u>ABSTRACT</u>	4
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Εύρεση βέλτιστων διαδρομών αυτόνομων ρομπότ.</u>	5
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:Τρόπος ανάπτυξης αλγορίθμου βελτιστοποίησης</u>	7
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:Εισαγωγή για την Εξελικτική Υπολογιστική</u>	9
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συμπεριφορά σμήνους δελφινιών</u>	13
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Περιγραφή του Αλγορίθμου DSA</u>	16
<u>5.1 Βασικοί Ορισμοί:</u>	16
<u>5.2 Φάσεις του DSA:</u>	18
<u>5.2.1 Αρχικοποίηση:</u>	18
<u>5.2.2 Φάση αναζήτησης:</u>	19
<u>5.2.3 Φάση κλήσης:</u>	20
<u>5.2.4 Φάση υποδοχής:</u>	22
<u>5.2.5 Φάση Θήρευσης:</u>	23
<u>5.2.6 Τερματισμός :</u>	30
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Τεχνική ανάλυση κώδικα</u>	31
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Αποτελέσματα από την εκτέλεση του κώδικα.</u>	32
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συμπεράσματα.</u>	71
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Προτάσεις για μελλοντική συνέχεια</u>	72
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	74
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΗΓΑΙΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ</u>	75

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την διπλωματική εργασία θα αναλύσουμε τον Dolphin Swarm Algorithm (DSA) Αλγόριθμος σμήνους δελφινιών. Πρόκειται για έναν αλγόριθμο νοημοσύνης σμήνους ο οποίος μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα προβλήματα βελτιστοποίησης που δεν μπορούν να λυθούν με παραδοσιακό τρόπο. Με άλλα λόγια ο αλγόριθμος σμήνους δελφινιών είναι κατάλληλος για προβλήματα βελτιστοποίησης όπου η αξιολόγηση των δυνητικών λύσεων απαιτεί περισσότερες κλήσεις σε μια φυσική συνάρτηση και ταυτόχρονα ο αριθμός των ατόμων στον πληθυσμό είναι μικρότερος. Αυτό σημαίνει ότι ο αλγόριθμος μπορεί να αντιμετωπίσει περίπλοκα προβλήματα βελτιστοποίησης όπου η αξιολόγηση των πιθανών λύσεων είναι χρονοβόρα και περιορίζεται ο διαθέσιμος αριθμός λύσεων προς αξιολόγηση. Ο αλγόριθμος αξιοποιεί αποδοτικά τις διαθέσιμες πληροφορίες για να συγκλίνει προς τη βέλτιστη λύση ακόμη και όταν δεν είναι εφικτό να εξετάσουμε όλες τις πιθανές λύσεις..

ABSTRACT

In this thesis we will analyze the Dolphin Swarm Algorithm (DSA). It is a swarm intelligence algorithm that can be applied to various optimization problems that cannot be solved in a traditional way. In other words, the dolphin swarm algorithm is suitable for optimization problems where the evaluation of potential solutions requires more calls to a physical function and at the same time the number of individuals in the population is smaller. This means that the algorithm can deal with complex optimization problems where the evaluation of possible solutions is time-consuming and the number of available solutions to evaluate is limited. The algorithm makes efficient use of the available information to converge to the optimal solution even when it is not feasible to consider all possible solutions

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Εύρεση βέλτιστων διαδρομών αυτόνομων ρομπότ.

Οι βέλτιστες διαδρομές αυτόνομων ρομπότ αναφέρονται σε απρόβλεπτα ή μη δομημένα περιβάλλοντα τα οποία ακολουθούν τα ρομπότ κατά την εκτέλεση εργασιών, έτσι ώστε να είναι πιο αποτελεσματικές, ασφαλείς και αποδοτικές ("**Planning Algorithms**" by Steven M. LaValle). Οι βέλτιστες διαδρομές βρίσκουν το τρόπο να ελαχιστοποιούν τον χρόνο εκτέλεσης, να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας ή άλλων πόρων, ενώ παράλληλα αντιδρούν θετικά στις απαιτήσεις και τις δεσμεύσεις του κάθε συγκεκριμένου προβλήματος.

Οι βέλτιστες διαδρομές είναι ιδιαίτερα σημαντικές στον τομέα της ρομποτικής και της αυτονομίας των ρομπότ, καθώς επιτρέπουν στα ρομπότ να εκτελούν αποστολές με ακρίβεια, ασφάλεια και αποδοτικότητα. Για παράδειγμα:

Διασχίζοντας άγνωστο έδαφος: αυτόνομα ρομπότ χρησιμοποιούν αλγόριθμους πλοήγησης για να επιλέξουν τη βέλτιστη διαδρομή πάνω σε άγνωστα εδάφη όπως αποφεύγοντας εμπόδια ή υπολογίζοντας το βέλτιστο μονοπάτι μέσα σε ένα αμμώδες περιβάλλον.

Παρακολούθηση αντικειμένων: Ρομπότ που εκτελούν αποστολές όπως η παρακολούθηση αντικειμένων σε ένα περιβάλλον χρησιμοποιούν βέλτιστες διαδρομές για να διατηρούν αποτελεσματικά την κοντινότερη απόσταση από το αντικείμενο.

Εργασίες σε εργοστάσια: σε βιομηχανικά περιβάλλοντα αυτόνομα ρομπότ πρέπει να βρίσκουν την καλύτερη διαδρομή για τη μετακίνηση μεταξύ διαφόρων σταθμών εργασίας.

Παράδοση και μεταφορά: στην παράδοση και τη μεταφορά εμπορευμάτων αυτόνομα οχήματα πρέπει να επιλέγουν τη βέλτιστη διαδρομή για την αποφυγή κίνησης και τη μείωση του χρόνου παράδοσης.

Οι αλγόριθμοι πλοήγησης και οι τεχνικές μάθησης μηχανής είναι συχνά χρήσιμες εργαλειοθήκες για τη δημιουργία βέλτιστων διαδρομών σε αυτόνομα ρομπότ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τρόπος ανάπτυξης αλγορίθμου βελτιστοποίησης

Η ανάπτυξη ενός αλγορίθμου βελτιστοποίησης και αναζήτησης λύσεων για την επίλυση προβλημάτων εύρεσης βέλτιστων διαδρομών αυτόνομου ρομπότ είναι μια πρόκληση που απαιτεί τη χρήση πολλών στοιχείων της υπολογιστικής νοημοσύνης και της τεχνητής νοημοσύνης("**Introduction to the Design and Analysis of Algorithms**" by Anany Levitin). Παρακάτω προτείνεται ένα στρατηγικό πλαίσιο για την ανάπτυξη αυτού του είδους των αλγορίθμων:

Ορισμός του προβλήματος: Κατανόηση πλήρως του προβλήματος εύρεσης βέλτιστων διαδρομών για αυτόνομα ρομπότ. Αυτό περιλαμβάνει την κατανόηση των περιορισμών, των στόχων και των παραμέτρων που σχετίζονται με το πρόβλημα.

Αναπαράσταση των δεδομένων: Αναπαράσταση των δεδομένων του προβλήματος όπως τον χάρτη του περιβάλλοντος ακόμα τις δυνατότητες θέσης και τις δυνατότητες κατεύθυνσης κίνησης με έναν τρόπο που ο επιλογέας διαδρομής να μπορεί να ερμηνεύσει.

Επιλογή αλγορίθμου βελτιστοποίησης : Επιλογή του κατάλληλου αλγόριθμου βελτιστοποίησης για το πρόβλημα εύρεσης διαδρομών. Γενετικοί αλγόριθμοι και αλγόριθμοι εξελικτικών στρατηγικών μπορεί να είναι κατάλληλοι αλλά μπορεί να υπάρχουν και άλλες επιλογές.

Ορισμός συναρτήσεων κόστους και αξιολόγησης λύσεων : Καθορισμός πώς θα υπολογίζεται το κόστος της κάθε διαδρομής και πώς θα αξιολογούνται οι λύσεις. Αυτό μπορεί να συμπεριλαμβάνει παραμέτρους όπως η απόσταση, η ενέργεια , ο χρόνος και άλλους παράγοντες που σχετίζονται με το πρόβλημα.

Εξέλιξη των διαδρομών: Χρησιμοποίηση του αλγόριθμου βελτιστοποίησης για να εξελίξει τις διαδρομές των ρομπότ. Αυτό συνήθως περιλαμβάνει τη χρήση επιλογής διασταύρωσης και μετάλλαξης και τη δημιουργία νέων διαδρομών.

Επανάληψη και βελτιστοποίηση : Επανάληψη της διαδικασίας εξέλιξης για πολλούς κύκλους αξιολογώντας και βελτιστοποιώντας συνεχώς τις διαδρομές.

Αξιολόγηση και παραμετρική ρύθμιση : Αξιολόγηση της απόδοσης του αλγορίθμου σε πραγματικά σενάρια και πραγματοποίηση παραμετρικής ρύθμισης και τη βελτιστοποίησης των επιδόσεων του.

Υλοποίηση και δοκιμή σε πραγματικό ρομπότ : Μόλις επιτευχθεί ικανοποιητική λύση υλοποίηση του αλγόριθμου στο πραγματικό ρομπότ και δοκιμή του σε πραγματικά σενάρια.

Αυτό το πλαίσιο θα βοηθήσει να αναπτυχθεί ένας αποτελεσματικός αλγόριθμος βελτιστοποίησης και αναζήτησης λύσεων και η εύρεση βέλτιστων διαδρομών αυτόνομου ρομπότ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:Εισαγωγή για την Εξελικτική Υπολογιστική

Η εξελικτική υπολογιστική (Evolutionary Computation) είναι ένα πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης που αναπτύχθηκε με βάση τη φύση και τη θεωρία του Δαρβίνου για τη φυσική επιλογή. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί αλγόριθμους επιλογής, διασταύρωσης και μετάλλαξης για την εξέλιξη πληθυσμών λύσεων σε προβλήματα βελτιστοποίησης και άλλες εφαρμογές.

Το βιβλίο "Adaptation in Natural and Artificial Systems" του John Holland είναι ένα σημαντικό έργο που εισήγαγε την έννοια της προσαρμογής (adaptation) ως βασική αρχή σε φυσικά και τεχνητά συστήματα. Αυτό το βιβλίο προσφέρει μια εισαγωγή σε ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, περιλαμβανομένης της εξελικτικής υπολογιστικής, με έμφαση στην εξέλιξη και την προσαρμογή στη φύση και στην τεχνητή νοημοσύνη.

Ο πατέρας της εξελικτικής υπολογιστικής είναι ο Richard Dawkins. Ο Dawkins είναι ένας βρετανός βιολόγος και συγγραφέας που εισήγαγε τον όρο "εξελικτική υπολογιστική" στο βιβλίο του το 1986 με τον τίτλο "The Blind Watchmaker" (Ο Τυφλός Ωρολογοποιός). Σε αυτό το βιβλίο, περιέγραψε την ιδέα της χρήσης εξελικτικών αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων και την προσομοίωση της εξέλιξης στον τομέα της υπολογιστικής επιστήμης.

Η εξελικτική υπολογιστική είναι ένα πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης που βασίζεται στην επιλογή και τη μετάδοση γενετικής πληροφορίας, παρόμοια με τη διαδικασία της βιολογικής εξέλιξης. Εξομοιώνει την εξέλιξη για να βρει βέλτιστες λύσεις σε προβλήματα βελτιστοποίησης και σχεδιασμού.

Ο Richard Dawkins παρουσίασε την έννοια αυτή στο ευρύ κοινό και συνέβαλε σημαντικά στη δημιουργία και την ανάπτυξη της εξελικτικής υπολογιστικής ως πεδίο έρευνας.

Αναλυτικά ακολουθεί η πιο λεπτομερής περιγραφή :

Δημιουργία αρχικού πληθυσμού: Αρχικά δημιουργείται ένας αρχικός πληθυσμός που αποτελείται από πιθανές λύσεις ή γονίδια για το πρόβλημα που επιλύεται. Αυτές οι λύσεις μπορεί να είναι τυχαίες ή προκύπτουν από προηγούμενες εκτελέσεις του αλγορίθμου.

Αξιολόγηση (Fitness) : κάθε λύση αξιολογείται με βάση μια συνάρτηση Fitness ή οποία μετρά την ποιότητα της λύσης στο πρόβλημα που επιλύεται. Η συνάρτηση Fitness προσδίδει βαθμολογία σε κάθε λύση με υψηλότερες τιμές να υποδεικνύουν καλύτερη ποιότητα.

Επιλογή: οι λύσεις με τις υψηλότερες τιμές Fitness επιλέγονται μεγαλύτερο αριθμό φορές για την αναπαραγωγή. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στις καλύτερες λύσεις να διατηρηθούν στον επόμενο πληθυσμό.

Διασταύρωση (crossover): Δυο ή περισσότερες λύσεις συνδυάζονται με τρόπο που παράγουν νέες λύσεις. Αυτός ο μηχανισμός αντιγράφει γενετικό υλικό από τις γονιδιακές λύσεις.

Μετάλλαξη: κάποιες φορές μικρές τυχαίες αλλαγές εισάγονται στις λύσεις με σκοπό τη διατήρηση της γενετικής ποικιλομορφίας και την εξερεύνηση νέων περιοχών του χώρου λύσεων.

Εξέλιξη: οι νέες λύσεις από τον πληθυσμό επαναλαμβάνουν τη διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής δημιουργώντας έναν νέο πληθυσμό.

Τερματισμός: Οι εξελικτικοί αλγόριθμοι συνεχίζουν να εξελίσσουν γενιές μέχρι να πληρείται ένας όρος τερματισμού. Αυτός ο όρος μπορεί να είναι ένας μέγιστος αριθμός γενεών, ένα συγκεκριμένο επίπεδο επαρκούς καταλληλότητας ή άλλα κριτήρια.

Ρύθμιση παραμέτρων : Η απόδοση των εξελικτικών αλγορίθμων μπορεί να είναι ευαίσθητη στις παραμέτρους όπως το μέγεθος του πληθυσμού, ο ρυθμός μετάλλαξης, ο ρυθμός διασταύρωσης. Αυτές οι παράμετροι μπορεί να χρειαστεί να ρυθμιστούν για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα.

Στόχος της εξελικτικής υπολογιστικής είναι η σύγκλιση προς τη βέλτιστη λύση ή μια πολύ καλή προσέγγιση της, χρησιμοποιώντας μια διαδικασία παραλληλισμού και επιλογής λύσεων με βάση την ποιότητά τους. Αυτή η προσέγγιση έχει εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς συμπεριλαμβανομένης της βελτιστοποίησης, της μηχανικής μάθησης, της ρομποτικής και της αναγνώρισης προτύπων, όπου η αναζήτηση της βέλτιστης λύσης είναι περίπλοκη και πιθανώς μη γραμμική.

Ορισμένοι από τους πιο σημαντικούς εξελικτικούς αλγορίθμους περιλαμβάνουν:

Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms - GAs): Οι GAs αντιπροσωπεύουν την εξέλιξη μιας πληθυσμιακής λύσης μέσω της δημιουργίας νέων γενεών, μετάλλαξης γονιδίων και επιλογής των καλύτερων λύσεων.

Αλγόριθμος γενετικού προγραμματισμού (Genetic Programming - GP): Οι GP επιδιώκουν να εξελίξουν προγράμματα ή δομές δεδομένων που επιλύουν προβλήματα, χρησιμοποιώντας επιλογή, αναπαραγωγή και μετάλλαξη.

Εξελικτικές στρατηγικές (Evolution Strategies - ES): Ένα ακόμη μέλος της οικογένειας των εξελικτικών αλγορίθμων. Οι ES επιδιώκουν τη βελτιστοποίηση μέσω της εξέλιξης ενός πληθυσμού λύσεων μέσω της αναπαραγωγής με βάση μια διακύμανση.

Γραμμικός γενετικός αλγόριθμος (Linear Genetic Programming - LGP): Αντιπροσωπεύει προγράμματα ως γραμμικές αλληλουχίες εντολών και επιδιώκει τη βελτιστοποίηση μέσω γενετικών διαδικασιών.

Γενετικός Προγραμματισμός με Κωδικοποίηση βάσει Γραμματικής (Genetic Programming with Grammar-based Encoding - GPGPE): Οι GPGPE χρησιμοποιούν γραμματικούς κανόνες για τη δημιουργία και

εξέλιξη προγραμμάτων. Οι γραμματικοί κανόνες καθορίζουν τη δομή των λύσεων.

Αυτοί οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της βελτιστοποίησης, της μηχανικής σχεδίασης, της μηχανικής μάθησης και της ρομποτικής. Είναι αποδοτικοί σε προβλήματα όπου οι παραδοσιακοί αλγόριθμοι δυσκολεύονται να βρουν βέλτιστες λύσεις σε μεγάλους χώρους αναζήτησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Συμπεριφορά σμήνους δελφινιών

Η νοημοσύνη των δελφινιών είναι ένα συναρπαστικό και πολυσύνθετο θέμα που έχει επισκιαστεί από την ενδιαφέρουσα συμπεριφορά τους στο φυσικό τους περιβάλλον. Παρακάτω παρέχεται μια εισαγωγή στη νοημοσύνη των δελφινιών:

Κοινωνική Νοημοσύνη: Τα δελφίνια είναι γνωστά για την υψηλή τους κοινωνική νοημοσύνη. Ζουν σε στενές κοινωνικές ομάδες που ονομάζονται "σμήνη" και συνεργάζονται σε διάφορες καθημερινές δραστηριότητες, όπως το κυνήγι τροφής και η προστασία από κινδύνους. Η ικανότητά τους να επικοινωνούν και να συνεργάζονται με άλλα μέλη του σμήνους αποτελεί σημαντικό τμήμα της νοημοσύνης τους.

Παιχνίδι και Διασκέδαση: Τα δελφίνια φαίνεται να απολαμβάνουν το παιχνίδι και τη διασκέδαση. Συχνά εντυπωσιάζονται από τον παίξιμο στο κύμα, το άλμα, την αλληλεπίδραση με άλλα θαλάσσια είδη και ακόμα και το παιχνίδι με αντικείμενα που βρίσκονται στη θάλασσα. Αυτή η συμπεριφορά υποδεικνύει ότι τα δελφίνια έχουν τη δυνατότητα να απολαμβάνουν ποικίλες εμπειρίες.

Επίλυση Προβλημάτων: Τα δελφίνια έχουν επίσης επιδείξει την ικανότητα να επιλύουν προβλήματα. Έχουν παρατηρηθεί να χρησιμοποιούν αντικείμενα, όπως βαλίτσες ή φύλλα, για να προσελκύσουν τα ψάρια ή για να προστατευτούν από τον ήλιο και το κρύο.

Διαπροσωπικές Σχέσεις: Τα δελφίνια διαπραγματεύονται πολύπλοκες διαπροσωπικές σχέσεις. Μελετητές έχουν παρατηρήσει περιπτώσεις αλληλοβοήθειας μεταξύ τους, καθώς και περιπτώσεις υποστήριξης σε άτομα που τραυματίστηκαν ή ασθενούσαν. ("Cooperative rescue and predator avoidance in bottlenose dolphins" ,Michael Krützen, Richard Connor, Sonja Wedekin, Jan Mann, Michael Sherwin, Simon Bejder, 2009).

Η νοημοσύνη των δελφινιών αποτελεί συναρπαστικό θέμα έρευνας και παρέχει ενδιαφέροντες ενισχυτικές πληροφορίες για τον κόσμο της θαλάσσιας ζωής και τη συμπεριφορά των άλλων θαλάσσιων ειδών.

Μία από τις ενδιαφέρουσες ικανότητες των δελφινιών είναι ο ηχοεντοπισμός ("Dolphin Communication and Cognition: Past, Present, and Future" by Denise L. Herzing). Αν και έχουν καλή όραση, χρησιμοποιούν τον ηχοεντοπισμό για να εντοπίσουν θήραμα σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Με αυτήν τη δυνατότητα, καταφέρνουν να υπολογίζουν τη θέση, την απόσταση και ακόμα και το σχήμα του θηράματος με βάση την αντηχητική αντίδραση που λαμβάνουν από τα ηχητικά σήματα που εκπέμπουν. Αυτός ο ηχοεντοπισμός βοηθάει τα δελφίνια να έχουν καλύτερη αντίληψη του περιβάλλοντος τους.

Επίσης, τα δελφίνια είναι γνωστά για τη συνεργασία τους κατά την κυνηγητική δράση. Συχνά, η θηρευτική συμπεριφορά τους δεν μπορεί να επιτευχθεί από ένα μόνο δελφίνι, αλλά απαιτεί τη συνεργασία πολλών δελφινιών. Όταν αντιμετωπίζουν μεγάλα θηράματα, καλούν άλλα δελφίνια για βοήθεια. Επιπλέον, υπάρχει καταμερισμός της εργασίας μεταξύ των δελφινιών, όπου κάθε ομάδα αναλαμβάνει συγκεκριμένο ρόλο κατά τη διάρκεια της κυνηγητικής προσπάθειας.

Τα δελφίνια διακρίνονται για την ικανότητά τους να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Χρησιμοποιούν διάφορες συχνότητες ήχων για να εκφράσουν διάφορες ιδέες και διαθέτουν το δικό τους γλωσσικό σύστημα. Κατά τη διάρκεια της κυνηγητικής δράσης, αυτή η ικανότητα χρησιμοποιείται για να κληθούν άλλα δελφίνια και να μοιραστούν πληροφορίες σχετικά με το θήραμα, βοηθώντας τα να κάνουν καλύτερες ενέργειες για να ολοκληρώσουν με επιτυχία την κυνηγητική δράση.

Συνολικά, η συμπεριφορά των δελφινιών κατά την κυνηγητική τους δράση αποτελείται από τρία στάδια: την ανεξάρτητη ανίχνευση θηραμάτων με ηχοεντοπισμό, την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των δελφινιών και τη συλλογική κυνηγητική προσπάθεια για την επίτευξη του στόχου τους, που είναι η απόκτηση του θηράματος.

Με αυτόν τον τρόπο, τα δελφίνια αποτελούν ένα ενδιαφέρον παράδειγμα προηγμένης συνεργασίας και νοημοσύνης στο ζωικό βασίλειο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Περιγραφή του Αλγορίθμου DSA

Ο αλγόριθμος Dolphin Swarm Algorithm - DSA είναι ένας εξελικτικός αλγόριθμος εμπνευσμένος από τη συμπεριφορά των δελφινιών. Αυτός ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων

βελτιστοποίησης, όπου ο στόχος είναι να βρεθεί η καλύτερη δυνατή λύση σε ένα χώρο αναζήτησης. Αναπτύσσεται με βάση την προσομοίωση της κυνηγετικής συμπεριφοράς των δελφινιών με σκοπό την εύρεση βέλτιστων λύσεων. Ας αναλύσουμε τα κύρια στοιχεία και τις φάσεις του αλγορίθμου:

5.1 Βασικοί Ορισμοί:

Δελφίни : Στον DSA, κάθε δελφίни αντιπροσωπεύει μια εφικτή λύση στο πρόβλημα βελτιστοποίησης. Κάθε δελφίни αναπαρίσταται με ένα D -διάστατο διάνυσμα, όπου D είναι ο αριθμός των διαστάσεων που πρέπει να βελτιστοποιηθούν. Κάθε στοιχείο του διανύσματος αντιπροσωπεύει μια πιθανή τιμή για κάθε διάσταση της λύσης. Το D_{oli} ορίζεται ως $D_{oli} = [x_1, x_2, \dots, x_D]$, ($i=1, 2, \dots, N$), όπου το N είναι ο αριθμός των δελφινιών και το $(j=1, 2, \dots, D)$ αντιπροσωπεύει το στοιχείο κάθε διάστασης που πρέπει να βελτιστοποιηθεί.

Ατομική Βέλτιστη Λύση (L) και Γειτονική Βέλτιστη Λύση (K): Κάθε δελφίни έχει δύο σχετικές μεταβλητές, L_i και K_i , όπου η μεταβλητή L_i αντιπροσωπεύει την ατομική βέλτιστη λύση που βρίσκει το δελφίни μέσα σε ένα χρονικό διάστημα, και η μεταβλητή K_i αντιπροσωπεύει τη γειτονική βέλτιστη λύση που βρίσκει το δελφίни με δικές του προσπάθειες ή από άλλα δελφίниα.

Καταλληλότητα (E): Η καταλληλότητα είναι μια μέτρηση του πόσο καλή είναι μια λύση. Στο DSA, η καταλληλότητα (E) υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση καταλληλότητας, όπου υψηλότερες τιμές αντιπροσωπεύουν καλύτερες λύσεις.

Υπολογισμός Αποστάσεων: Στον αλγόριθμο χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικοί τύποι αποστάσεων. Η πρώτη απόσταση, $DD_{i,j}$, αντιπροσωπεύει την απόσταση μεταξύ δύο δελφινιών D_{oli} και D_{olj} και

χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους. Η δεύτερη είναι η απόσταση μεταξύ D_{oli} και K_i και ονομάζεται DK_i και η τελευταία απόσταση είναι η απόσταση μεταξύ L_i και K_i και ονομάζεται DKL . Αυτές οι αποστάσεις επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δελφίνια κινούνται και συνεργάζονται στη φάση της κυνηγητικής συμπεριφοράς.

5.2 Φάσεις του DSA:

Ο DSA χωρίζεται σε έξι φάσεις:

5.2.1 Αρχικοποίηση:

Η φάση αρχικοποίησης (Initialization Phase) στον αλγόριθμο Σμήνους Δελφινιών (Dolphin Swarm Algorithm - DSA) πραγματοποιεί την αρχική διαμόρφωση του αλγορίθμου, καθώς και των παραμέτρων που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του.

Κατά την αρχική αρχικοποίηση, πρέπει να δημιουργηθεί ένας αριθμός δελφινιών (N) που θα συμμετέχουν στον αλγόριθμο. Τα δελφίνια αυτά θα αντιπροσωπεύουν δυνητικές λύσεις στο πρόβλημα βελτιστοποίησης που επιδιώκουμε να λύσουμε.

Ο αλγόριθμος απαιτεί επίσης την αρχικοποίηση ορισμένων παραμέτρων που επηρεάζουν την λειτουργία του. Αυτές οι παράμετροι περιλαμβάνουν τον αριθμό των διαστάσεων του προβλήματος, τις επαναλήψεις που θα πραγματοποιήσει ο αλγόριθμος, την τιμή της μεταβολής που θα προκληθεί μέσα σε ένα σημείο της λειτουργίας του.

Κατά την φάση της αρχικοποίησης παίρνουν τιμές εντός του πεδίου ορισμού τους όλα τα στοιχεία (μεταβλητές) των διανυσμάτων των δελφινιών, με αυτό τον τρόπο οι αρχικές λύσεις των δελφινιών κατανέμονται ομοιόμορφα επάνω στον χώρο λύσεων του προβλήματος.

Οι αρχικές τιμές αυτών των παραμέτρων πρέπει να επιλεγούν σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρόβλημα βελτιστοποίησης που επιδιώκεται να λυθεί. Η αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη σωστή αρχικοποίηση των παραμέτρων και των δελφινιών.

Η φάση αρχικοποίησης είναι κρίσιμη για τη σωστή λειτουργία του αλγορίθμου, καθώς καθορίζει το πλαίσιο εντός του οποίου τα δελφίνια θα επιδιώξουν να βρουν τις βέλτιστες λύσεις.

5.2.2 Φάση αναζήτησης:

Στην φάση της αναζήτησης κάθε δελφίνι ψάχνει στην περιοχή του κάνοντας ήχους προς τυχαίες κατευθύνσεις με ηχοεντοπισμό. Ο ήχος ορίζεται ως V_i ($i=1, 2, \dots, M$), όπου το M είναι ο αριθμός των ήχων και v_j ($j=1, 2, \dots, D$) είναι οι συνιστώσες κάθε διάστασης. Ο ήχος V_j του $Doli$ ($i=1, 2, \dots, N$) τη στιγμή t θα αναζητήσει μια νέα λύση X_{ijt} , η οποία μπορεί να διατυπωθεί ως:

Η νέα αυτή λύση θα αξιολογηθεί μέσα από την συνάρτηση Fitness η οποία υπολογίζεται ως εξής :

A_{ij}

Τότε η επιμέρους βέλτιστη λύση L_i του $Doli$ καθορίζεται ως:

$A_{ij} >$

τότε το K_i αντικαθίσταται από το L_i . διαφορετικά, ο K_i δεν αλλάζει.

Για κάθε δελφίνι $Doli$ ($i=1, 2, \dots, N$), υπολογίζεται η επίδοσή του στη φάση αναζήτησης με βάση την ευρύτερη περιοχή που εξερευνήθηκε. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται η νέα λύση X_{ijt} που βρέθηκε και η τιμή της

συνάρτησης $Fitness(X_{ijt})$. Εάν η νέα λύση είναι καλύτερη από την τρέχουσα βέλτιστη λύση του δελφινιού (L_i), τότε ενημερώνεται η L_i .

Το K_i είναι η βέλτιστη λύση που το δελφίνι $Doli$ έχει βρει είτε μόνο του είτε από άλλα δελφίνια. Εάν η νέα λύση X_{ijt} είναι καλύτερη από το K_i , τότε το K_i ενημερώνεται. Οι διαδικασίες αυτές βοηθούν τα δελφίνια να βελτιώσουν τις λύσεις τους.

Ο DSA εισέρχεται στην φάση κλήσης.

5.2.3 Φάση κλήσης:

Στη φάση κλήσης (call phase) του αλγορίθμου, κάθε δελφίνι παράγει ήχους για να ενημερώσει τα άλλα δελφίνια σχετικά με τα αποτελέσματα της φάσης αναζήτησης (search phase), συμπεριλαμβανομένου εάν έχει βρει μια καλύτερη λύση και την τοποθεσία αυτής της βελτιστοποίησης. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται η ενημέρωση του πίνακα μετάδοσης χρόνου TS . Αυτή η ενημέρωση γίνεται ως εξής:

Για τα ζεύγη δελφινιών K_i , K_j και τους χρόνους μετάδοσης $TS_{i,j}$, ελέγχεται εάν η $Fitness$ της K_j είναι μεγαλύτερη από τη $Fitness$ της K_i

>

Στη συνέχεια, ελέγχεται η συνθήκη

Αυτή η συνθήκη εξετάζει τη σχέση μεταξύ των δύο δελφινιών, την ταχύτητα του ήχου (speed), και μια σταθερά επιτάχυνσης (A). Σκοπός αυτής της συνθήκης είναι να ελέγξει εάν ο ήχος μπορεί να διαδοθεί γρηγορότερα σε περίπτωση που η ταχύτητα του ήχου είναι αργή, με βάση την επιτάχυνση.

Αν οι παραπάνω συνθήκες ικανοποιούνται, τότε ο χρόνος μετάδοσης $TS_{i,j}$ ενημερώνεται σύμφωνα με τη σχέση:

Όταν ολοκληρωθεί η ενημέρωση όλων των όρων $TS_{i,j}$ ($i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, N$), αν αυτή η ενημέρωση είναι δυνατή, ο αλγόριθμος DSA εισέρχεται στη φάση υποδοχής (reception phase). Σε αυτήν τη φάση, τα δελφίνια θα αξιολογήσουν τις πληροφορίες που έχουν λάβει από τα άλλα δελφίνια και θα λάβουν αποφάσεις για τη συνέχιση της αναζήτησής τους βάσει των νέων δεδομένων που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της φάσης κλήσης.

5.2.4 Φάση υποδοχής:

Στη φάση υποδοχής (reception phase) του αλγορίθμου DSA, το σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των δελφινιών παίρνει χώρα μετά τη φάση κλήσης (call phase). Στον αλγόριθμο DSA, η διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών (περιλαμβανομένων των φάσεων κλήσης και υποδοχής) διαχειρίζεται από έναν πίνακα με διαστάσεις $N \times N$ που ονομάζεται "πίνακας μετάδοσης χρόνου" (transmission time matrix, TS), όπου ο όρος

$T_{Si,j}$ αναπαριστά τον υπολειπόμενο χρόνο για τον ήχο να μετακινηθεί από το δελφίνι D_{0j} στο δελφίνι D_{0i} .

Όταν ο αλγόριθμος DSA εισέρχεται στη φάση υποδοχής, όλοι οι όροι $T_{Si,j}$ ($i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, N$) στον πίνακα μετάδοσης χρόνου μειώνονται κατά ένα για να υποδείξουν ότι οι ήχοι διαδίδονται για μια μονάδα χρόνου. Στη συνέχεια, ο αλγόριθμος DSA ελέγχει κάθε όρο $T_{Si,j}$ στον πίνακα, και αν ισχύει ότι

$$T_{Si,j} = 0$$

αυτό σημαίνει ότι ο ήχος που αποστάλθηκε από το δελφίνι D_{0j} στο δελφίνι D_{0i} μπορεί να ληφθεί από το D_{0i} . Τότε, αντικαθιστούμε τον όρο $T_{Si,j}$ με έναν νέο όρο χρόνου που ονομάζεται "μέγιστος χρόνος μετάδοσης" (maximum transmission time, T_2), για να υποδείξουμε ότι ο αντίστοιχος ήχος έχει ληφθεί.

Στη συνέχεια, γίνεται σύγκριση μεταξύ των δελφινιών K_i και K_j , και αν η Fitness της K_i είναι μικρότερη από τη Fitness της K_j

<

τότε η Fitness της K_i αντικαθίσταται από την Fitness της K_j . Διαφορετικά, η Fitness της K_i δεν αλλάζει.

Αφού όλοι οι όροι στον πίνακα TS ικανοποιούν τη σχέση $T_{Si,j} = 0$ ο αλγόριθμος DSA εισέρχεται στη φάση Θήρευσης "predation phase".

5.2.5 Φάση Θήρευσης:

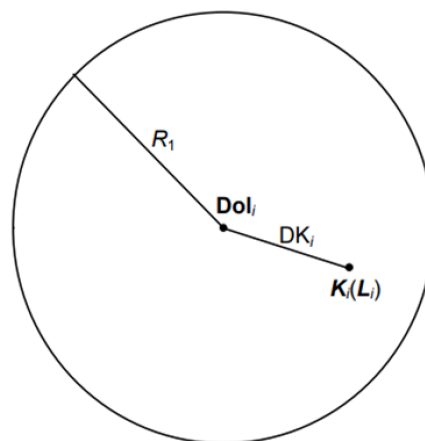
Στη φάση θήρευσης (predation phase) του αλγορίθμου DSA, κάθε δελφίνι πρέπει να υπολογίσει την ακτίνα περιφράξεως R_2 , η οποία καθορίζει την απόσταση μεταξύ της βέλτιστης λύσης στη γειτονιά του δελφινιού και της θέσης του μετά τη φάση θήρευσης. Στη συνέχεια, το δελφίνι λαμβάνει μια νέα θέση. Η γνωστή πληροφορία για κάθε δελφίνι περιλαμβάνει τη θέση του, την ατομική βέλτιστη λύση του (L_i), τη βέλτιστη λύση της γειτονιάς του (K_i), την απόσταση DK από την γειτονική λύση του, και την απόσταση DKL από τη L_i .

Επίσης, η ακτίνα αναζήτησης R_1 , η οποία αντιπροσωπεύει το μέγιστο εύρος αναζήτησης κατά τη φάση αναζήτησης, υπολογίζεται ως εξής:

$$R_1 = T_1 \times \text{speed}$$

Συνολικά, η υπολογιστική ακτίνα περιφράξεως R_2 και η ενημέρωση της θέσης του δελφινιού συζητούνται σε τρία διαφορετικά σενάρια:

- a) Στο πρώτο σενάριο, αν η DK_i (απόσταση από τη L_i προς την K_i) είναι μικρότερη ή ίση με την R_1 , δηλαδή $DK_i \leq R_1$, τότε αυτό σημαίνει ότι η γειτονική βέλτιστη λύση K_i του δελφινιού βρίσκεται εντός της περιοχής αναζήτησης. Σε αυτήν την περίπτωση, ο DSA θεωρεί επίσης την ατομική βέλτιστη λύση L_i ως K_i . Μπορούμε να το δούμε σχηματικά στην παρακάτω Εικόνα 1 (περίπτωση (α) στην φάση θήρευσης).



Εικόνα 1 (περίπτωση (α) στην φάση θήρευσης).

Στη συνέχεια, η ακτίνα περιφράξεως R_2 υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση :

$$R_2 = \left(1 - \frac{2}{e}\right) DK_i, \quad e > 2,$$

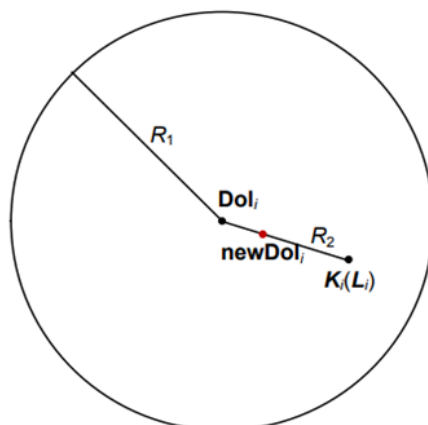
Όπου e είναι ένας σταθερός συντελεστής που ονομάζεται "συντελεστής μείωσης ακτίνας", και συνήθως είναι μεγαλύτερος από δύο, συνήθως τρία ή τέσσερα.

Μπορεί εύκολα να φανεί ότι το R_2 σταδιακά συγκλίνει στο μηδέν.

Αφού λάβουμε την ακτίνα R_2 , μπορούμε να προσδιορίσουμε τη νέα θέση του Dol_i η οποία είναι η $newDol_i$ με τον τύπο:

$$newDol_i = K_i + \frac{Dol_i - K_i}{DK_i} R_2.$$

Αφού υπολογιστεί η ακτίνα περιφράξεως R_2 , το δελφίνι κινείται προς την K_i και σταματά στη θέση που απέχει R_2 από την K_i . Το βλέπουμε στην Εικόνα 2 Αποτέλεσμα μετακίνησης Dol_i 's στην περίπτωση (α).



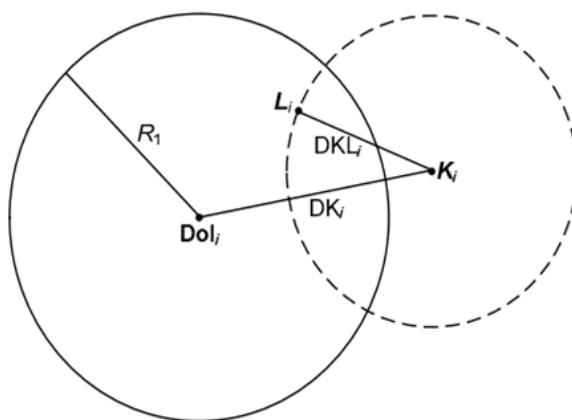
ΜΑΡΙΑ ΜΑΣΙΟΥ

Εικόνα 2 Αποτέλεσμα μετακίνησης Dol_i 's στην περίπτωση (α).

b) Στο δεύτερο σενάριο, αν η DK_i είναι μεγαλύτερη από την R_1 και ταυτόχρονα η DK είναι μεγαλύτερη ή ίση με την DKL δηλαδή

$$\text{and} \quad DK_i > R_1,$$
$$DK_i \geq DKL_i,$$

τότε αυτό σημαίνει ότι το δελφίνι ενημερώνει την K_i λαμβάνοντας πληροφορίες από άλλα δελφίνια και η L_i είναι πιο κοντά στο δελφίνι από ό,τι η K_i . Το βλέπουμε παραστατικά στην Εικόνα 3 Περίπτωση (b) στην φάση θήρευσης.



Εικόνα 3 Περίπτωση (b) στην φάση θήρευσης

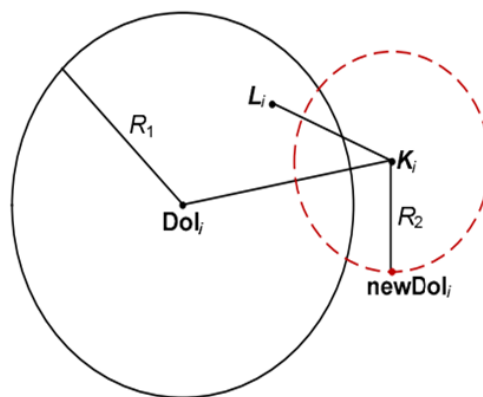
Στην περίπτωση αυτή, η ακτίνα περιφράξεως R_2 υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση :

$$R_2 = \left(1 - \frac{\frac{DK_i}{\text{Fitness}(K_i)} + \frac{DK_i - DK_{L_i}}{\text{Fitness}(L_i)}}{e \cdot DK_i \frac{1}{\text{Fitness}(K_i)}} \right) DK_i, e > 2.$$

Μετά την απόκτηση της ακτίνας R_2 , μπορούμε να προσδιορίσουμε τη νέα θέση του Dol_i με τον τύπο:

$$\text{newDol}_i = K_i + \frac{\text{Random}}{\|\text{Random}\|} R_2.$$

Στη συνέχεια, το δελφίνι μετακινείται σε μια τυχαία θέση που απέχει R_2 από την K_i . Η μετακίνηση φαίνεται παρακάτω στο Εικόνα 4 Αποτέλεσμα μετακίνησης Dol_i 's στην περίπτωση (b).

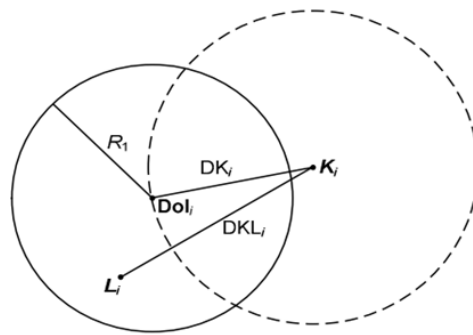


Εικόνα 4 Αποτέλεσμα μετακίνησης Dol_i 's στην περίπτωση (b)

c) Στο τρίτο σενάριο, αν η DK_i είναι μεγαλύτερη από την R_1

και ταυτόχρονα η DK είναι μικρότερη από την DKL

τότε αυτό σημαίνει ότι το δελφίνι ενημερώνει την K_i λαμβάνοντας πληροφορίες από άλλα δελφίνια και η K_i είναι πιο κοντά στο δελφίνι από ό,τι η L_i . Το βλέπουμε παραστατικά στην Εικόνα 5 Περίπτωση (c) στην φάση θήρευσης.



Εικόνα 5 Περίπτωση (c) στην φάση θήρευσης.

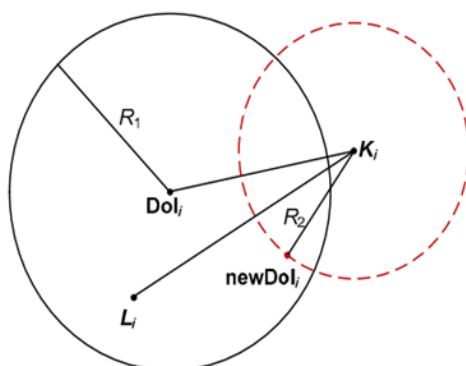
Η ακτίνα περιφράξεως R_2 υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση :

$$R_2 = \left(1 - \frac{\frac{DK_i}{\text{Fitness}(K_i)} - \frac{DKL_i - DK_i}{\text{Fitness}(L_i)}}{e \cdot DK_i \frac{1}{\text{Fitness}(K_i)}} \right) DK_i, \quad e > 2.$$

Αφού λάβουμε την ακτίνα κυκλώματος R_2 , μπορούμε αποκτήστε τη νέα θέση του Doli $newDoli$ από τον τύπο:

$$newDol_i = K_i + \frac{\mathbf{Random}}{\|\mathbf{Random}\|} R_2.$$

Δηλαδή, το δελφίνι Doli μετακινείται σε μια τυχαία θέση που είναι R_2 απόσταση από το K_i . Η μετακίνηση φαίνεται παρακάτω στο Εικόνα 6. Αποτέλεσμα μετακίνησης Doli's στην περίπτωση (c).



Εικόνα 6 Αποτέλεσμα μετακίνησης Doli's στην περίπτωση (c).

Στη συνέχεια, το δελφίνι μετακινείται σε μια τυχαία θέση που απέχει R_2 από την K_i .

Ο αλγόριθμος ελέγχει ως προς την Fitness τους την $newDoli$ και την K_i , και αν $Fitness(newDoli)$ είναι καλύτερη από τη $Fitness$ της K_i

Τότε το K_i θα αντικατασταθεί από το newDoli .

Αφού όλα τα δελφίνια ($i=1, 2, \dots, N$) ενημερώσουν τις θέσεις τους και την K_i (αν μπορεί να ενημερωθεί), ελέγχεται εάν το DSA πληροί την συνθήκη τερματισμού. Εάν η συνθήκη τερματισμού ικανοποιείται, το DSA εισέρχεται στη φάση τερματισμού. Σε διαφορετική περίπτωση, το DSA επιστρέφει στη φάση αναζήτησης.

5.2.6 Τερματισμός :

Φάση Τερματισμού: Η φάση τερματισμού είναι όταν ολοκληρώνονται οι προκαθορισμένες επαναλήψεις . Κατά την διάρκεια αυτών των επαναλήψεων, τα δελφίνια εκτελούν τις φάσεις αναζήτησης, κλήσης και θήρευσης για να βρουν βέλτιστες λύσεις. Αφού τελειώσουν αυτές οι επαναλήψεις, ο αλγόριθμος τερματίζει και επιστρέφει τα αποτελέσματα που έχει βρει. Η ποιότητα της καλύτερης λύσης (βέλτιστου δελφινιού) παρουσιάζεται στην εκτύπωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Τεχνική ανάλυση κώδικα

Ο κώδικας είναι φτιαγμένος σε C++ .Υλοποιήθηκε σε περιβάλλον Dev-C++.

Αποτελείται από 264 σειρές κώδικα.

Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τις βιβλιοθήκες :

```
#include <cstdlib>
#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cmath>
#include <time.h>
```

Το πρόγραμμα αποτελείται από ένα κυρίως πρόγραμμα που είναι η συνάρτηση main.Υπάρχουν ακόμη τέσσερις συναρτήσεις. Παρακάτω παραθέτονται αναλυτικά.

Συναρτήσεις

```
// Συνάρτηση παραγωγής τυχαίων αριθμών στο διάστημα [0..1)
double rnd()
```

Η συνάρτηση παράγει τυχαίους αριθμούς στο διάστημα [0...1)

```
// Υπολογισμός απόστασης ζεύγους δελφινιών με χρήση των τετμημένων τους (x)
float calcDolDis(double posDol1, double posDol2)
```

Η συνάρτηση υπολογίζει την απόσταση μεταξύ δύο δελφινιών χρησιμοποιώντας τις θέσεις τους

```
// Εύρεση του δελφινιού με την καλύτερη ποιότητα
```

```
int findBest ()
```

Η συνάρτηση εντοπίζει το δελφίνι με την καλύτερη ποιότητα αναζητώντας στον πίνακα ποιοτήτων των δελφινιών

```
// Υπολογισμός ποιότητας δελφινιού  
double fitness(double D)
```

Η συνάρτηση υπολογίζει την ποιότητα κάθε δελφινιού χρησιμοποιώντας την θέση του

```
// Κύρια συνάρτηση
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Αποτελέσματα από την εκτέλεση του κώδικα.

Παρακάτω βλέπουμε τα πρώτα αποτελέσματα από την εκτέλεση του αλγορίθμου. Αρχικά έχουμε τη δημιουργία δέκα τυχαίων δελφινιών από το 0 ως το 9 μαζί με τις ποιότητες τους. Ο αλγόριθμος βρίσκει το δελφίνι με την καλύτερη ποιότητα. Στην πρώτη επανάληψη έχουμε την στήλη με τα δελφίνια και δίπλα υπάρχει η στήλη με τους αριθμούς 1 ή 2 ή 3 ανάλογα σε ποια περίπτωση βρίσκεται το δελφίνι στην φάση της θήρευσης. Στην συνέχεια παίρνουμε την παλιά και την νέα θέση του κάθε δελφινιού όπως και τις παλιές και νέες ποιότητες τους. Τέλος έχουμε την στήλη με την αλλαγή ή όχι της κατάστασης του δελφινιού.

Το ζητούμενο είναι να βρεθεί η τιμή ένα η οποία αντιπροσωπεύει την εύρεση του θηράματος δηλαδή της τροφής των δελφινιών.

Στις τέσσερις από τις πέντε εκτελέσεις ο αλγόριθμος βρίσκει την λύση σε δέκα επαναλήψεις ενώ στην τελευταία σε έντεκα επαναλήψεις.

Στην διαγραμματική απεικόνιση μπορούμε εύκολα να δούμε ότι υπάρχει σύγκληση τόσο στην θέση των δελφινιών τα οποία κατευθύνονται προς την βέλτιστη λύση όσο και ως προς την ποιότητα η οποία τείνει στο ένα.

ΠΡΩΤΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

DOLPHIN	X	Y	
	5,403420	-0,770589	
Dolphin #0	5	0	Dolphin #1 has the best quality
	1,544765	0,999661	
Dolphin #1	8	2	
	5,870531	-0,401041	
Dolphin #2	9	4	
	0,208819	0,207305	
Dolphin #3	5	2	
	3,994607	-0,753267	
Dolphin #4	9	0	
	2,853291	0,284324	
Dolphin #5	3	1	
	4,085307	-0,809743	
Dolphin #6	3	4	
	0,138637	0,138194	
Dolphin #7	7	1	
	4,933816	-0,975585	
Dolphin #8	3	0	
	0,512365	0,490240	
Dolphin #9	2	1	

1η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		5,403420	-			
Dolphin #0	3	5	1,2183205	0,9996612	-0,9385209	Not Changed!
		1,544765				
Dolphin #1	1	8	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		5,870531				
Dolphin #2	3	9	3,3077874	0,9996612	-0,1654307	Not Changed!
		0,208819				
Dolphin #3	2	5	0,6513923	0,9996612	0,6062942	Not Changed!
		3,994607				
Dolphin #4	2	9	3,6847177	0,9996612	-0,5168139	Not Changed!
		2,853291				
Dolphin #5	2	3	0,7220902	0,9996612	0,6609546	Not Changed!
		4,085307	-			
Dolphin #6	2	3	0,6331326	0,9996612	-0,5916731	Not Changed!
		0,138637				
Dolphin #7	2	7	0,6045926	0,9996612	0,568427	Not Changed!
		4,933816	-			
Dolphin #8	3	3	0,9525389	0,9996612	-0,8148897	Not Changed!
		0,512365				
Dolphin #9	3	2	2,3499309	0,9996612	0,7115219	Not Changed!
	QK	QL				
	0,999661	-0,555402				
Dolphin #0	2	7				Dolphin #9 has the best quality
	0,999661	0,993081				
Dolphin #1	2	8				
Dolphin #2	0,999661	-0,059564				

	2	8
	0,999661	0,355236
Dolphin #3	2	3
	0,999661	-0,381377
Dolphin #4	2	0
	0,999661	0,640390
Dolphin #5	2	2
	0,999661	-0,443794
Dolphin #6	2	3
	0,999661	0,250728
Dolphin #7	2	9
	0,999661	-0,926308
Dolphin #8	2	1
	0,999661	0,441960
Dolphin #9	2	3

2η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		-1,218320				
Dolphin #0	2	5	3,7229758	0,9996612	-0,5491804	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		3,307787				
Dolphin #2	2	4	0,6189008	0,9996612	0,5801402	Not Changed!
		0,651392				
Dolphin #3	2	3	0,9851581	0,9996612	0,8333595	Not Changed!
		3,684717				
Dolphin #4	2	7	4,1270300	0,9996612	-0,8335138	Not Changed!
		0,722090				
Dolphin #5	2	2	2,0656537	0,9996612	0,8800364	Not Changed!
		-0,633132				
Dolphin #6	2	6	3,3681718	0,9996612	-0,2246454	Not Changed!
		0,604592				
Dolphin #7	2	6	2,1217003	0,9996612	0,8520517	Not Changed!
		-0,952538	-			
Dolphin #8	2	9	0,4582359	0,9996612	-0,4423667	Not Changed!
		2,349930				
Dolphin #9	2	9	1,0681009	0,9996612	0,8762871	Not Changed!

	QK	QL
	0,999661	-0,776602
Dolphin #0	2	4
	0,999661	
Dolphin #1	2	nan
	0,999661	0,290813
Dolphin #2	2	8
	0,999661	0,857419
Dolphin #3	2	3
	0,999661	-0,110558
Dolphin #4	2	1
Dolphin #5	0,999661	0,870907

Dolphin #5 has the best quality

	2	6
	0,999661	-0,355192
Dolphin #6	2	6
	0,999661	0,867116
Dolphin #7	2	9
	0,999661	-0,598234
Dolphin #8	2	3
	0,999661	0,957780
Dolphin #9	2	3

3η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		3,722975				
Dolphin #0	2	8	4,5270954	0,9996612	-0,9828822	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		0,618900				
Dolphin #2	2	8	2,1276609	0,9996612	0,8489164	Not Changed!
		0,985158				
Dolphin #3	2	1	1,2206301	0,9996612	0,9393157	Not Changed!
		-				
Dolphin #4	2	4,12703	0,6127822	0,9996612	-0,5751456	Not Changed!
		2,065653				
Dolphin #5	2	7	1,1998710	0,9996612	0,9319923	Not Changed!
		3,368171				
Dolphin #6	2	8	0,6511986	0,9996612	0,6061402	Not Changed!
		2,121700				
Dolphin #7	2	3	1,8967627	0,9996612	0,9473417	Not Changed!
		-0,458235	-			
Dolphin #8	2	9	0,9876868	0,9996612	-0,8347545	Not Changed!
		1,068100				
Dolphin #9	1	9	1,3064333	0,9996612	0,9652591	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999661	-0,090871	
Dolphin #0	2	0	Dolphin #9 has the best quality
	0,999661		
Dolphin #1	2	nan	
	0,999661	0,837408	
Dolphin #2	2	0	
	0,999661	0,977660	
Dolphin #3	2	1	
	0,999661	-0,509788	
Dolphin #4	2	0	
	0,999661	0,948898	
Dolphin #5	2	4	
	0,999661	0,255923	
Dolphin #6	2	1	
	0,999661	0,972045	
Dolphin #7	2	3	
Dolphin #8	0,999661	-0,089437	

	2	4
	0,999661	0,962736
Dolphin #9	2	2

4η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		4,527095				
Dolphin #0	2	4	3,9484131	0,9999866	-0,7220912	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		2,127660				
Dolphin #2	2	9	1,9491262	0,9999866	0,9292828	Not Changed!
		1,220630				
Dolphin #3	1	1	1,3982980	0,9999866	0,985159	Not Changed!
		-0,612782				
Dolphin #4	2	2	3,7121196	0,9999866	-0,5400756	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,199871	1,3879185	0,9999866	0,9833244	Not Changed!
		0,651198				
Dolphin #6	2	6	0,9579112	0,9999866	0,8179918	Not Changed!
		1,896762				
Dolphin #7	1	7	1,7363643	0,9999866	0,9863249	Not Changed!
		-0,987686				
Dolphin #8	2	8	3,7174344	0,9999866	-0,544541	Not Changed!
		1,306433				
Dolphin #9	1	3	1,4411996	0,9999866	0,9916141	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999986	-0,777506	
Dolphin #0	6	4	Dolphin #9 has the best quality
	0,999661		
Dolphin #1	2	nan	
	0,999986	0,918021	
Dolphin #2	6	0	
	0,999986	0,994142	
Dolphin #3	6	2	
	0,999986	-0,205249	
Dolphin #4	6	0	
	0,999986	0,999986	
Dolphin #5	6	6	
	0,999986	0,773905	
Dolphin #6	6	9	
	0,999986	0,999514	
Dolphin #7	6	1	
	0,999986	-0,513084	
Dolphin #8	6	7	
	0,999986	0,997598	
Dolphin #9	6	9	

5η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
---------	------	---------	---------	-------------	-------------	--------

			3,948413				
Dolphin #0	2	1	3,6476286	0,9999981	-0,4847138	Not Changed!	
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!	
			1,949126				
Dolphin #2	1	2	1,7609416	0,9999981	0,9819768	Not Changed!	
Dolphin #3	1	1,398298	1,4855275	0,9999981	0,9963668	Not Changed!	
			3,712119				
Dolphin #4	2	6	0,1512600	0,9999981	-0,1506838	Not Changed!	
			1,387918				
Dolphin #5	1	5	1,4803377	0,9999981	0,9959114	Not Changed!	
			0,957911				
Dolphin #6	2	2	1,2219078	0,9999981	0,9397532	Not Changed!	
			1,736364				
Dolphin #7	1	3	1,6545607	0,9999981	0,9964938	Not Changed!	
			3,717434				
Dolphin #8	2	4	0,2426893	0,9999981	-0,240314	Not Changed!	
			1,441199				
Dolphin #9	1	6	1,5069783	0,9999981	0,9979643	Not Changed!	

	QK	QL				
Dolphin #0	0,999998	-0,367321	1	9		Dolphin #9 has the best quality
	0,999661					
Dolphin #1	2	nan				
	0,999998	0,998202				
Dolphin #2	1	8				
	0,999998	0,999998				
Dolphin #3	1	1				
	0,999998	-0,379421				
Dolphin #4	1	2				
	0,999998	0,991070				
Dolphin #5	1	6				
	0,999998	0,984062				
Dolphin #6	1	3				
	0,999998	0,976473				
Dolphin #7	1	9				
	0,999998	-0,312151				
Dolphin #8	1	4				
	0,999998	0,986062				
Dolphin #9	1	9				

6η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		3,647628	-			
Dolphin #0	2	6	1,4365770	0,9999981	-0,9910061	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		1,760941				
Dolphin #2	1	6	1,6668493	0,9999981	0,9953905	Not Changed!
		1,485527				
Dolphin #3	1	5	1,5291423	0,9999981	0,9991326	Not Changed!

Dolphin #4	2	-0,15126 1,480337	2,4478650	0,9999981	0,6394077	Not Changed!
Dolphin #5	1	7 1,221907	1,5265474	0,9999981	0,9990212	Not Changed!
Dolphin #6	1	8 1,654560	1,3973324	0,9999981	0,9849928	Not Changed!
Dolphin #7	1	7 -0,242689	1,6136589	0,9999981	0,9990815	Not Changed!
Dolphin #8	3	3 1,506978	2,8862045	0,9999981	0,252621	Not Changed!
Dolphin #9	1	3	1,5398677	0,9999981	0,9995217	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999998 1 0,999661	-0,074267 9	Dolphin #9 has the best quality
Dolphin #1	2 0,999998	nan 0,998931	
Dolphin #2	1 0,999998	3 0,998365	
Dolphin #3	1 0,999998	9 0,228237	
Dolphin #4	1 0,999998	7 0,998682	
Dolphin #5	1 0,999998	1 0,994039	
Dolphin #6	1 0,999998	2 0,993063	
Dolphin #7	1 0,999998	0 -0,295042	
Dolphin #8	1 0,999998	1 0,999873	
Dolphin #9	1	4	

7η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	-1,436577	0,7726335	0,9999981	-0,6980234	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan 1,666849	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
Dolphin #2	1	3 1,529142	1,6198032	0,9999981	0,9987994	Not Changed!
Dolphin #3	1	3	1,5509497	0,9999981	0,9998031	Not Changed!
Dolphin #4	2	2,447865 1,526547	1,0436991	0,9999981	0,8642709	Not Changed!
Dolphin #5	1	4 1,397332	1,5496522	0,9999981	0,9997765	Not Changed!
Dolphin #6	1	4 1,613658	1,4850447	0,9999981	0,9963256	Not Changed!
Dolphin #7	1	9	1,5932080	0,9999981	0,9997489	Not Changed!

Dolphin #8	2	2,886204 5 1,539867	2,4058578	0,9999981	0,6711321	Not Changed!
Dolphin #9	1	7	1,5563124	0,9999981	0,9998951	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,999998 1 0,999661	-0,899471 6				Dolphin #9 has the best quality
Dolphin #1	2	nan				
Dolphin #2	0,999998 1 0,999998	0,995265 2				
Dolphin #3	0,999998 1 0,999998	0,994667 6 0,917036				
Dolphin #4	0,999998 1 0,999998	0,999681 4				
Dolphin #5	0,999998 1 0,999998	0,998892 8				
Dolphin #6	0,999998 1 0,999998	0,999664 0				
Dolphin #7	0,999998 1 0,999998	0,999664 4 0,562413				
Dolphin #8	0,999998 1 0,999998	0,999940 9				
Dolphin #9	1	0				

8η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	-0,772633	0,3925153	0,9999981	-0,3825136	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan 1,619803	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
Dolphin #2	1	2 1,550949	1,5962801	0,9999981	0,9996753	Not Changed!
Dolphin #3	1	7 1,043699	1,5618534	0,9999981	0,99996	Not Changed!
Dolphin #4	2	1 1,549652	1,8959274	0,9999981	0,9476089	Not Changed!
Dolphin #5	1	2 1,485044	1,5612046	0,9999981	0,999954	Not Changed!
Dolphin #6	1	7	1,5289009	0,9999981	0,9991225	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,593208 2,405857	1,5829825	0,9999981	0,9999257	Not Changed!
Dolphin #8	2	8 1,556312	2,0824642	0,9999981	0,8719291	Not Changed!
Dolphin #9	1	4	1,5645347	0,9999981	0,9999804	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,999998	-0,416220				Dolphin #9 has the best quality

	1	0
	0,999661	
Dolphin #1	2	nan
	0,999998	0,981897
Dolphin #2	1	0
	0,999998	0,989560
Dolphin #3	1	5
	0,999998	0,971070
Dolphin #4	1	3
	0,999998	0,984518
Dolphin #5	1	1
	0,999998	0,998876
Dolphin #6	1	1
	0,999998	0,998076
Dolphin #7	1	1
	0,999998	0,915771
Dolphin #8	1	5
	0,999998	0,999981
Dolphin #9	1	5

9η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		-0,392515				
Dolphin #0	2	3	1,4980573	0,9999981	0,9973557	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		1,596280				
Dolphin #2	1	1	1,5845186	0,9999981	0,9999059	Not Changed!
		1,561853				
Dolphin #3	1	4	1,5673052	0,9999981	0,9999939	Not Changed!
		1,895927				
Dolphin #4	1	4	1,7343422	0,9999981	0,9866562	Not Changed!
		1,561204				
Dolphin #5	1	6	1,5669808	0,9999981	0,9999927	Not Changed!
		1,528900				
Dolphin #6	1	9	1,5508290	0,9999981	0,9998007	Not Changed!
		1,582982				
Dolphin #7	1	5	1,5778698	0,9999981	0,999975	Not Changed!
		2,082464				
Dolphin #8	2	2	1,8763522	0,9999981	0,9536799	Not Changed!
		1,564534				
Dolphin #9	1	7	1,5686459	0,9999981	0,9999977	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999998	0,085407	
Dolphin #0	1	2	Dolphin #9 has the best quality
	0,999661		
Dolphin #1	2	nan	
	0,999998	0,992141	
Dolphin #2	1	8	
Dolphin #3	0,999998	0,999955	

	1	7
	0,999998	0,984838
Dolphin #4	1	8
	0,999998	0,988920
Dolphin #5	1	4
	0,999998	0,998717
Dolphin #6	1	5
	0,999998	0,999823
Dolphin #7	1	8
	0,999998	0,979382
Dolphin #8	1	3
	0,999998	0,999583
Dolphin #9	1	0

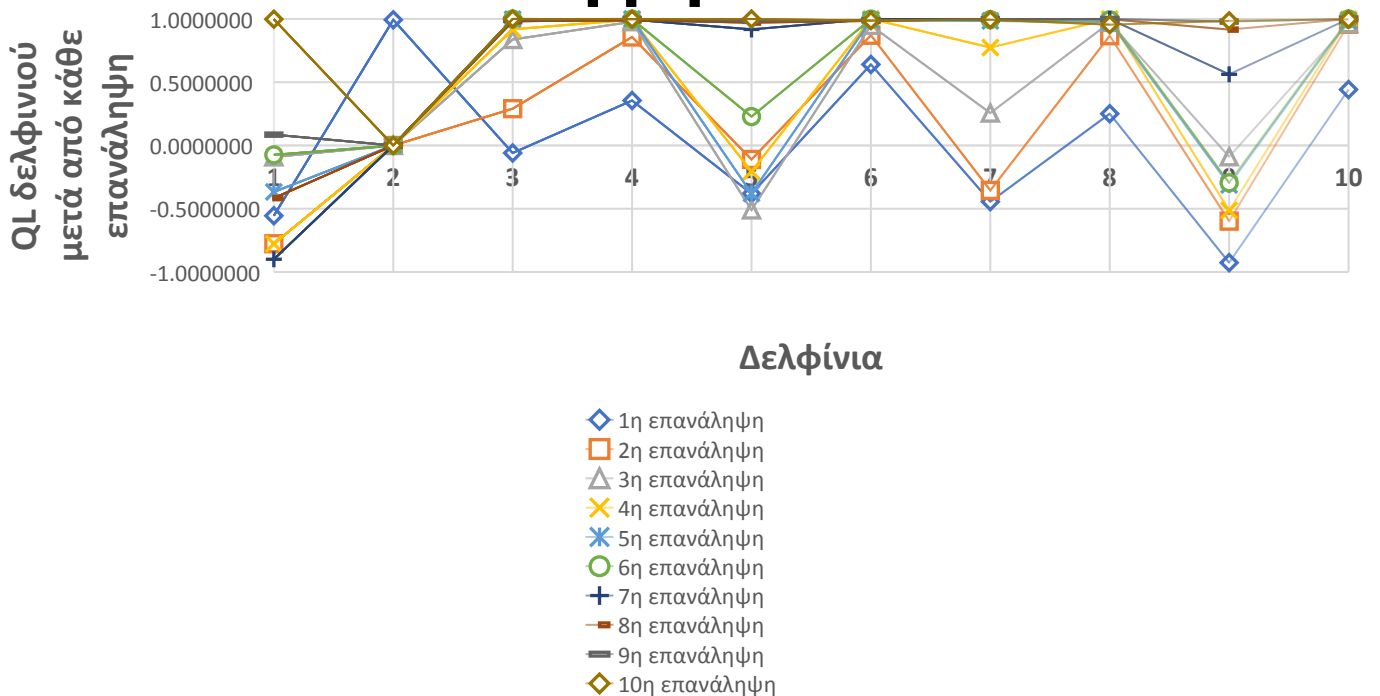
**10η
επανάληψη**

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,498057				
Dolphin #0	1	3	1,5354072	0,9999981	0,9993739	Not Changed!
Dolphin #1	3	nan	nan	0,9996612	nan	Not Changed!
		1,584518				
Dolphin #2	1	6	1,5786378	0,9999981	0,9999693	Not Changed!
		1,567305				
Dolphin #3	1	2	1,5700311	0,9999981	0,9999997	Changed!
		1,734342				
Dolphin #4	1	2	1,6535496	0,9999981	0,9965779	Not Changed!
		1,566980				
Dolphin #5	1	8	1,5698689	0,9999981	0,9999996	Changed!
		1,550829				
Dolphin #6	1	0	1,5617930	0,9999981	0,9999595	Not Changed!
		1,577869				
Dolphin #7	1	8	1,5753134	0,9999981	0,9999898	Not Changed!
		1,876352				
Dolphin #8	1	2	1,7245546	0,9999981	0,9882025	Not Changed!
		1,568645				
Dolphin #9	1	9	1,5707015	0,9999981	1	Changed!

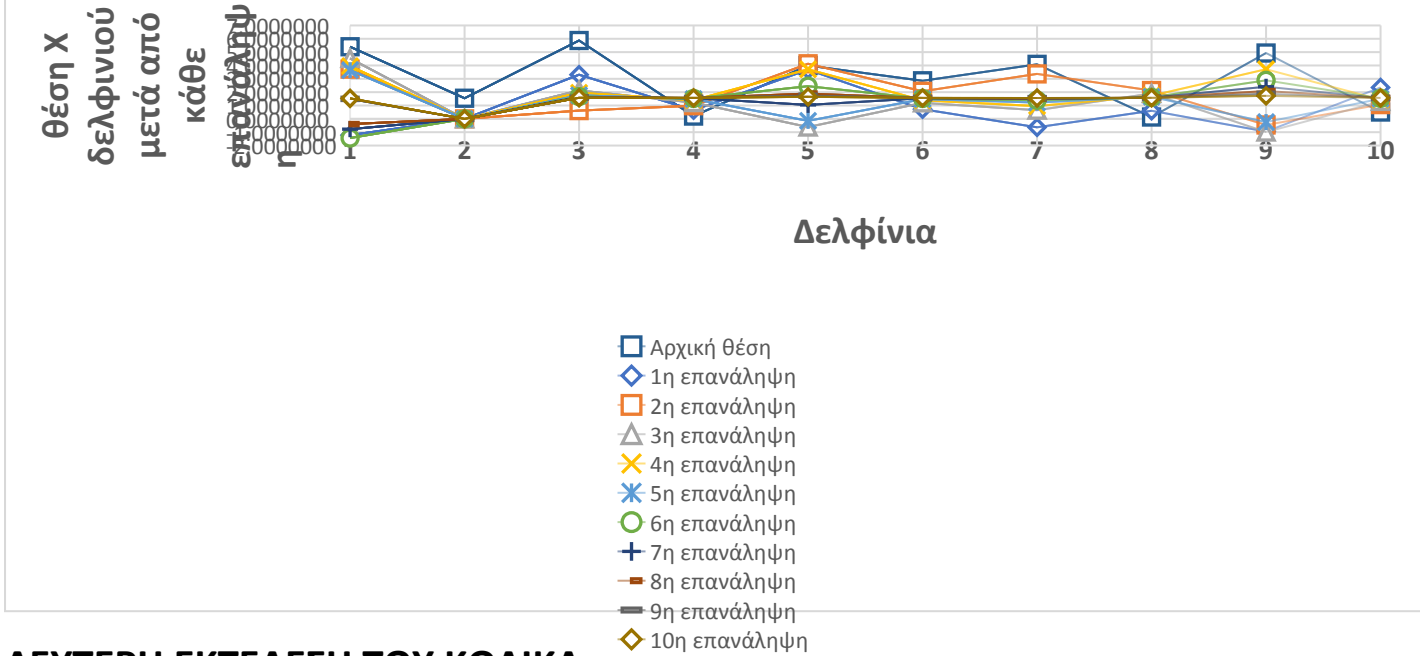
	QK	QL	
	0,999998	0,998079	
Dolphin #0	1	8	Dolphin #9 has the best quality
	0,999661		
Dolphin #1	2	nan	
	0,999998	0,999916	
Dolphin #2	1	6	
	0,999999	0,998509	
Dolphin #3	7	7	
	0,999998	0,999333	
Dolphin #4	1	3	
	0,999999	0,987126	
Dolphin #5	6	2	

Dolphin #6	0,999998	0,993990
	1	0
Dolphin #7	0,999998	0,954806
	1	2
Dolphin #8	0,999998	0,984635
	1	4
Dolphin #9	1,000000	0,997183
	0	1

1η Εκτέλεση: QL δελφινιού / επανάληψη



1η Εκτέλεση: θέση X δελφινιού / επανάληψη



ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

DOLPHIN	X	Y
Dolphin #0	1,378707	0,981607
Dolphin #1	2,495479	0,602087
Dolphin #2	2,306027	0,741676
Dolphin #3	5,330170	-0,815165
Dolphin #4	0,202108	0,200735
Dolphin #5	4,375430	-0,943764
Dolphin #6	1,628370	0,998343
Dolphin #7	5,006107	-0,957174
Dolphin #8	2,073238	0,876409
Dolphin #9	2,018780	0,901322

Dolphin #1 has the best quality

1η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,378707				
Dolphin #0	1	3	1,5035388	0,9983431	0,9977391	Not Changed!
		2,495479				
Dolphin #1	2	4	2,1938755	0,9983431	0,8120855	Not Changed!
		2,306027				
Dolphin #2	2	0	2,0794077	0,9983431	0,8734216	Not Changed!
		5,330170				
Dolphin #3	3	7	4,2978122	0,9983431	-0,9152869	Not Changed!
		0,202108				
Dolphin #4	2	1	0,7164073	0,9983431	0,6566794	Not Changed!
		4,375430		-		
Dolphin #5	2	2	0,5379321	0,9983431	-0,5123613	Not Changed!
		1,628370				
Dolphin #6	1	3	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		5,006107		-		
Dolphin #7	3	3	0,8827152	0,9983431	-0,772466	Not Changed!
		2,073238				
Dolphin #8	1	3	1,8508043	0,9983431	0,9610532	Not Changed!
		2,018780				
Dolphin #9	1	3	1,8235753	0,9983431	0,9682211	Not Changed!

	QK	QL	
	0,998343	0,995401	
Dolphin #0	1	2	Dolphin #0 has the best quality
	0,998343	0,792932	
Dolphin #1	1	6	
	0,998343	0,858498	
Dolphin #2	1	1	
	0,998343	-0,630935	
Dolphin #3	1	2	
	0,998343	0,489396	
Dolphin #4	1	8	
	0,998343	-0,783883	
Dolphin #5	1	5	
	0,998343	0,997116	
Dolphin #6	1	4	
	0,998343	-0,929957	
Dolphin #7	1	2	
	0,998343	0,983947	
Dolphin #8	1	6	
	0,998343	0,924404	
Dolphin #9	1	0	

2η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,503538				
Dolphin #0	1	8	1,5587925	0,9990649	0,999928	Not Changed!
		2,193875				
Dolphin #1	2	5	1,2883062	0,9990649	0,9603643	Not Changed!

Dolphin #2	1	2,079407 7 4,297812	1,8467269	0,9990649	0,9621721	Not Changed!
Dolphin #3	2	0,716407 2	3,7574812	0,9990649	-0,577684	Not Changed!
Dolphin #4	2	3 -0,537932	2,2179315	0,9990649	0,7978143	Not Changed!
Dolphin #5	2	1	0,3885297	0,9990649	-0,3788281	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan -0,882715	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
Dolphin #7	2	2 1,850804	0,5697433	0,9990649	-0,5394159	Not Changed!
Dolphin #8	1	3 1,823575	1,7324252	0,9990649	0,9869665	Not Changed!
Dolphin #9	1	3	1,7188107	0,9990649	0,9890659	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999928 0	0,991980 1	Dolphin #0 has the best quality
Dolphin #1	0,999064 9	0,981169 5	
Dolphin #2	0,999064 9	0,999064 9	
Dolphin #3	0,999064 9	-0,707650 5	
Dolphin #4	0,999064 9	0,807990 6	
Dolphin #5	0,999064 9	-0,209858 2	
Dolphin #6	0,998343 1	nan	
Dolphin #7	0,999064 9	-0,388339 5	
Dolphin #8	0,999064 9	0,998703 9	
Dolphin #9	0,999064 9	0,978381 8	

3η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,558792 5	1,5612633	0,9999751	0,9999546	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,288306 2	1,4260202	0,9999751	0,9895382	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,846726 9	1,7052306	0,9999751	0,9909773	Not Changed!
Dolphin #3	2	3,757481 2	3,8414694	0,9999751	-0,6441234	Not Changed!
Dolphin #4	2	2,217931 5	1,9400146	0,9999751	0,9326097	Not Changed!

			-0,388529			
Dolphin #5	2	7	1,6686254	0,9999751	0,9952186	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
			-0,569743			
Dolphin #7	2	3	4,0202605	0,9999751	-0,7698894	Not Changed!
			1,732425			
Dolphin #8	1	2	1,6480797	0,9999751	0,9970151	Not Changed!
			1,718810			
Dolphin #9	1	7	1,6412725	0,9999751	0,9975176	Not Changed!

	QK	QL				
	0,999975	0,999333				
Dolphin #0	1	8				Dolphin #0 has the best quality
	0,999975	0,998455				
Dolphin #1	1	9				
	0,999975	0,999577				
Dolphin #2	1	0				
	0,999975	-0,174231				
Dolphin #3	1	2				
	0,999975	0,980333				
Dolphin #4	1	8				
	0,999975	0,087584				
Dolphin #5	1	0				
	0,998343					
Dolphin #6	1	nan				
	0,999975	-0,128652				
Dolphin #7	1	7				
	0,999975	0,999975				
Dolphin #8	1	1				
	0,999975	0,999602				
Dolphin #9	1	9				

4η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,561263				
Dolphin #0	1	3	1,5624988	0,9999751	0,9999656	Not Changed!
		1,426020				
Dolphin #1	1	2	1,4948772	0,9999751	0,9971195	Not Changed!
		1,705230				
Dolphin #2	1	6	1,6344824	0,9999751	0,9979727	Not Changed!
		3,841469	-			
Dolphin #3	2	4	0,2145606	0,9999751	-0,2129181	Not Changed!
		1,940014				
Dolphin #4	1	6	1,7518744	0,9999751	0,9836501	Not Changed!
		1,668625				
Dolphin #5	1	4	1,6161798	0,9999751	0,9989703	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		4,020260				
Dolphin #7	2	5	3,4692105	0,9999751	-0,3217885	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,648079	1,6059069	0,9999751	0,9993837	Not Changed!

		7				
		1,641272				
Dolphin #9	1	5	1,6025033	0,9999751	0,9994974	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,999975	0,993048				Dolphin #0 has the best quality
	1	4				
Dolphin #1	0,999975	0,997426				
	1	3				
Dolphin #2	0,999975	0,997908				
	1	7				
Dolphin #3	0,999975	-0,525118				
	1	1				
Dolphin #4	0,999975	0,994980				
	1	9				
Dolphin #5	0,999975	0,999540				
	1	9				
Dolphin #6	0,998343					
	1	nan				
Dolphin #7	0,999975	-0,654496				
	1	8				
Dolphin #8	0,999975	0,998947				
	1	0				
Dolphin #9	0,999975	0,997547				
	1	8				

5η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,562498				
Dolphin #0	1	8	1,5631165	0,9999751	0,9999705	Not Changed!
		1,494877				
Dolphin #1	1	2	1,5293057	0,9999751	0,9991394	Not Changed!
		1,634482				
Dolphin #2	1	4	1,5991083	0,9999751	0,9995992	Not Changed!
		-0,214560				
Dolphin #3	2	6	0,1434541	0,9999751	0,1429626	Not Changed!
		1,751874				
Dolphin #4	1	4	1,6578043	0,9999751	0,9962172	Not Changed!
		1,616179				
Dolphin #5	1	8	1,5899570	0,9999751	0,9998164	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		3,469210				
Dolphin #7	2	5	3,5802051	0,9999751	-0,4246837	Not Changed!
		1,605906				
Dolphin #8	1	9	1,5848206	0,9999751	0,9999017	Not Changed!
		1,602503				
Dolphin #9	1	3	1,5831188	0,9999751	0,9999241	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,999975	0,999962				Dolphin #0 has the best quality

	1	6
	0,999975	0,998753
Dolphin #1	1	6
	0,999975	0,994112
Dolphin #2	1	8
	0,999975	-0,158874
Dolphin #3	1	9
	0,999975	0,999907
Dolphin #4	1	0
	0,999975	0,999860
Dolphin #5	1	5
	0,998343	
Dolphin #6	1	nan
	0,999975	-0,097763
Dolphin #7	1	9
	0,999975	0,998622
Dolphin #8	1	6
	0,999975	0,995457
Dolphin #9	1	0

6η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,563116				
Dolphin #0	1	5	1,5652243	0,999994	0,9999845	Not Changed!
		1,529305				
Dolphin #1	1	7	1,5483189	0,999994	0,9997474	Not Changed!
		1,599108				
Dolphin #2	1	3	1,5832202	0,999994	0,9999228	Not Changed!
		0,143454				
Dolphin #3	2	1	0,6826888	0,999994	0,6308815	Not Changed!
		1,657804				
Dolphin #4	1	3	1,6125682	0,999994	0,9991277	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,589957	1,5786446	0,999994	0,9999692	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		3,580205	-			
Dolphin #7	2	1	4,2206794	0,999994	0,881527	Not Changed!
		1,584820				
Dolphin #8	1	6	1,5760764	0,999994	0,9999861	Not Changed!
		1,583118				
Dolphin #9	1	8	1,5752255	0,999994	0,9999902	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999994	0,995982	
Dolphin #0	0	5	Dolphin #9 has the best quality
	0,999994	0,998007	
Dolphin #1	0	1	
	0,999994	0,989152	
Dolphin #2	0	0	
	0,999994	0,466750	
Dolphin #3	0	0	

	0,999994	0,999994
Dolphin #4	0	0
	0,999994	0,997327
Dolphin #5	0	0
	0,998343	
Dolphin #6	1	nan
	0,999994	-0,024214
Dolphin #7	0	5
	0,999994	0,997577
Dolphin #8	0	9
	0,999994	0,997795
Dolphin #9	0	2

7η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,565224				
Dolphin #0	1	3	1,5662782	0,999994	0,9999898	Not Changed!
		1,548318				
Dolphin #1	1	9	1,5578255	0,999994	0,9999159	Not Changed!
		1,583220				
Dolphin #2	1	2	1,5752762	0,999994	0,99999	Not Changed!
		0,682688				
Dolphin #3	2	8	0,9953506	0,999994	0,8389498	Not Changed!
		1,612568				
Dolphin #4	1	2	1,5899502	0,999994	0,9998166	Not Changed!
		1,578644				
Dolphin #5	1	6	1,5729884	0,999994	0,9999976	Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		-4,220679	-			
Dolphin #7	2	4	2,7382666	0,999994	-0,3924797	Not Changed!
		1,576076				
Dolphin #8	1	4	1,5717043	0,999994	0,9999996	Changed!
		1,575225				
Dolphin #9	1	5	1,5712788	0,999994	0,9999999	Changed!

	QK	QL	
	0,999994	0,995568	
Dolphin #0	0	6	Dolphin #9 has the best quality
	0,999994	0,999836	
Dolphin #1	0	2	
	0,999994	0,999937	
Dolphin #2	0	1	
	0,999994	0,835117	
Dolphin #3	0	8	
	0,999994	0,999986	
Dolphin #4	0	7	
	0,999997	0,999379	
Dolphin #5	6	5	
	0,998343		
Dolphin #6	1	nan	

	0,999994	0,820809
Dolphin #7	0	3
	0,999999	0,999975
Dolphin #8	6	5
	0,999999	0,997879
Dolphin #9	9	3

8η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,566278				
Dolphin #0	1	2	1,5687785	0,9999999	0,999998	Not Changed!
		1,557825				
Dolphin #1	1	5	1,5645522	0,9999999	0,9999805	Not Changed!
		1,575276				
Dolphin #2	1	2	1,5732775	0,9999999	0,9999969	Not Changed!
		0,995350				
Dolphin #3	2	6	1,9206499	0,9999999	0,9394229	Not Changed!
		1,589950				
Dolphin #4	1	2	1,5806145	0,9999999	0,9999518	Not Changed!
		1,572988				
Dolphin #5	1	4	1,5721336	0,9999999	0,9999991	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
		-2,738266				
Dolphin #7	3	6	6,1024172	0,9999999	-0,1797852	Not Changed!
		1,571704				
Dolphin #8	1	3	1,5714915	0,9999999	0,9999998	Not Changed!
		1,571278				
Dolphin #9	1	8	nan	0,9999999	nan	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999999	0,999997	
Dolphin #0	9	1	Dolphin #8 has the best quality
	0,999999	0,986782	
Dolphin #1	9	2	
	0,999999	0,999689	
Dolphin #2	9	4	
	0,999999	0,967435	
Dolphin #3	9	5	
	0,999999	0,997363	
Dolphin #4	9	6	
	0,999999	0,997190	
Dolphin #5	9	8	
	0,998343		
Dolphin #6	1	nan	
	0,999999	0,096158	
Dolphin #7	9	9	
	0,999999	0,997574	
Dolphin #8	9	3	
	0,999999	0,959360	
Dolphin #9	9	0	

9η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,568778 5	1,5700287	0,9999999	0,9999997	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,564552 2	1,5679155	0,9999999	0,9999959	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,573277 5	1,5722782	0,9999999	0,9999989	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,920649 9	1,7459644	0,9999999	0,9846973	Not Changed!
Dolphin #4	1	1,580614 5	1,5759467	0,9999999	0,9999867	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,572133 6	1,5717062	0,9999999	0,9999996	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan 6,102417	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
Dolphin #7	3	2 1,571491	5,4676435	0,9999999	-0,7280971	Not Changed!
Dolphin #8	1	5	1,5713852	0,9999999	0,9999998	Not Changed!
Dolphin #9	3	nan	nan	0,9999999	nan	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999999 9	0,994386 2	Dolphin #8 has the best quality
Dolphin #1	0,999999 9	0,998319 5	
Dolphin #2	0,999999 9	0,998692 5	
Dolphin #3	0,999999 9	0,994756 0	
Dolphin #4	0,999999 9	0,999867 6	
Dolphin #5	0,999999 9	0,999723 4	
Dolphin #6	0,998343 1	nan	
Dolphin #7	0,999999 9	0,183267 9	
Dolphin #8	0,999999 9	0,997456 1	
Dolphin #9	0,999999 9	nan	

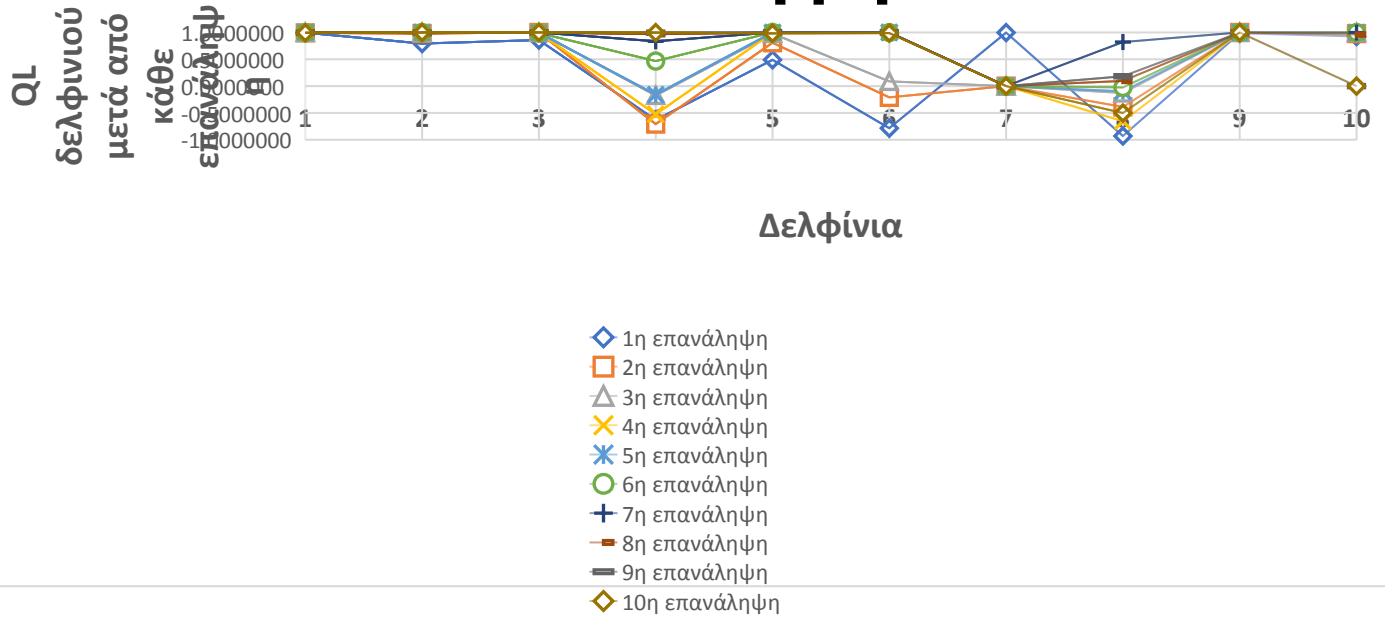
10η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,570028 7	1,5706537	0,9999999	1	Changed!

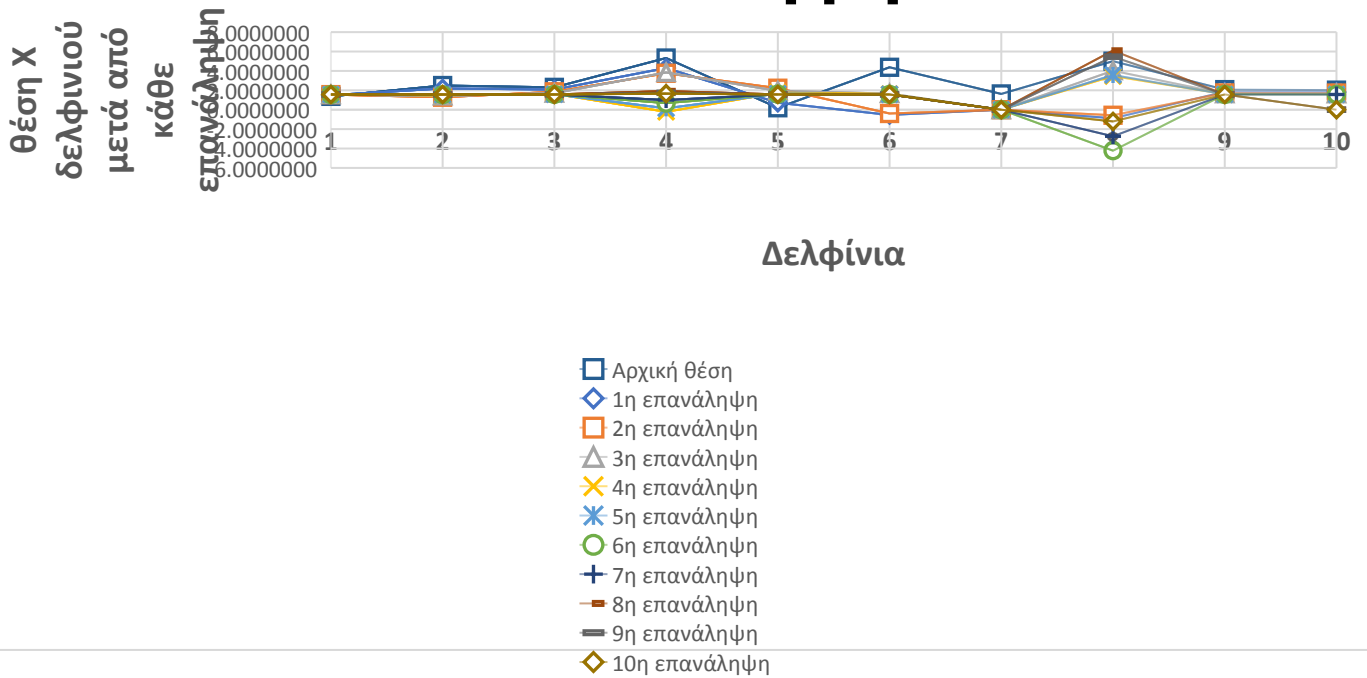
Dolphin #1	1	1,567915 5	1,5695972	0,9999999	0,9999993	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,572278 2	1,5717785	0,9999999	0,9999995	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,745964 4	1,6586216	0,9999999	0,9961458	Not Changed!
Dolphin #4	1	1,575946 7	1,5736127	0,9999999	0,9999996	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,571706 2	1,5714925	0,9999999	0,9999998	Not Changed!
Dolphin #6	3	nan 5,467643	nan	0,9983431	nan	Not Changed!
Dolphin #7	3	5 1,571385	1,2066844	0,9999999	-0,9344404	Not Changed!
Dolphin #8	1	2	1,5713320	0,9999999	0,9999999	Not Changed!
Dolphin #9	3	nan	nan	0,9999999	nan	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	1,000000 0	0,993602 7	Dolphin #0 has the best quality
Dolphin #1	0,999999 9	0,999801 4	
Dolphin #2	0,999999 9	0,999993 7	
Dolphin #3	0,999999 9	0,997421 1	
Dolphin #4	0,999999 9	0,982319 8	
Dolphin #5	0,999999 9	0,988242 2	
Dolphin #6	0,998343 1	nan	
Dolphin #7	0,999999 9	-0,501917 5	
Dolphin #8	0,999999 9	0,999955 6	
Dolphin #9	0,999999 9	nan	

2η Εκτέλεση: QL δελφινιού / επανάληψη



2η Εκτέλεση: θέση X δελφινιού / επανάληψη



ΤΡΙΤΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

DOLPHIN	X	Y
	4,334970	-0,929619
Dolphin #0	3	0
	2,818775	0,317239
Dolphin #1	7	2
	4,402275	-0,952299
Dolphin #2	7	0
	1,596922	0,999658
Dolphin #3	7	7
	3,031813	0,109558
Dolphin #4	8	5
	1,112361	0,896746
Dolphin #5	8	4
	1,983114	0,916194
Dolphin #6	2	4
	4,090101	-0,812547
Dolphin #7	1	0
	4,016659	-0,767586
Dolphin #8	5	4
	2,820693	0,315420
Dolphin #9	3	2

Dolphin #3 has the best quality

1η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		4,334970				
Dolphin #0	2	3	3,7119735	0,9996587	-0,5399527	Not Changed!
		2,818775				
Dolphin #1	2	7	2,3990973	0,9996587	0,6761285	Not Changed!
		4,402275				
Dolphin #2	2	7	3,7971307	0,9996587	-0,6095858	Not Changed!
		1,596922				
Dolphin #3	1	7	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
		3,031813				
Dolphin #4	2	8	0,6655381	0,9996587	0,6174824	Not Changed!
		1,112361				
Dolphin #5	1	8	1,3546423	0,9996587	0,9767295	Not Changed!
		1,983114				
Dolphin #6	1	2	1,7900185	0,9996587	0,9760669	Not Changed!
		4,090101				
Dolphin #7	2	1	3,7386366	0,9996587	-0,5622003	Not Changed!
		4,016659				
Dolphin #8	2	5	3,5665275	0,9996587	-0,4122614	Not Changed!
		2,820693				
Dolphin #9	2	3	0,8342435	0,9996587	0,7407885	Not Changed!

QK

QL

Dolphin #0	0,999658	-0,834861	7	5				Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999658	0,538862	7	4				
Dolphin #2	0,999658	-0,812271	7	6				
Dolphin #3	0,999658	0,998658	7	3				
Dolphin #4	0,999658	0,254254	7	2				
Dolphin #5	0,999658	0,999201	7	0				
Dolphin #6	0,999658	0,977974	7	6				
Dolphin #7	0,999658	-0,446502	7	0				
Dolphin #8	0,999658	-0,523414	7	7				
Dolphin #9	0,999658	0,673607	7	7				

2η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status	
Dolphin #0	2	3,711973	5	3,3641195	0,9996587	-0,2206949 Not Changed!	
Dolphin #1	2	2,399097	3	2,0707348	0,9996587	0,877612 Not Changed!	
Dolphin #2	2	3,797130	7	3,8580678	0,9996587	-0,6567306 Not Changed!	
Dolphin #3	3	nan	nan	0,9996587	nan	Not Changed!	
Dolphin #4	2	0,665538	1	0,9673309	0,9996587	0,8233739 Not Changed!	
Dolphin #5	1	1,354642	3	1,4757825	0,9996587	0,9954896 Not Changed!	
Dolphin #6	1	1,790018	5	1,6934706	0,9996587	0,9924849 Not Changed!	
Dolphin #7	2	3,738636	6	3,4356742	0,9996587	-0,2898609 Not Changed!	
Dolphin #8	2	3,566527	5	2,1704004	0,9996587	0,8255591 Not Changed!	
Dolphin #9	2	0,834243	5	1,1407507	0,9996587	0,9089467 Not Changed!	
	QK	QL					
Dolphin #0	0,999658	-0,327305	7	3			Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999658	0,940259	7	2			
Dolphin #2	0,999658	-0,189961	7	2			

	0,999658	
Dolphin #3	7	nan
	0,999658	0,769321
Dolphin #4	7	9
	0,999658	0,996172
Dolphin #5	7	5
	0,999658	0,998332
Dolphin #6	7	1
	0,999658	-0,306716
Dolphin #7	7	8
	0,999658	0,058978
Dolphin #8	7	2
	0,999658	0,957448
Dolphin #9	7	7

3η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		3,364119				
Dolphin #0	2	5	0,7000596	0,999948	0,6442633	Not Changed!
		2,070734				
Dolphin #1	1	8	1,8258647	0,999948	0,967646	Not Changed!
		3,858067				
Dolphin #2	2	8	3,8240123	0,999948	-0,6306726	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
		0,967330				
Dolphin #4	2	9	1,1871089	0,999948	0,9272906	Not Changed!
		1,475782				
Dolphin #5	1	5	1,5283886	0,999948	0,9991009	Not Changed!
		1,693470				
Dolphin #6	1	6	1,6372326	0,999948	0,9977939	Not Changed!
		3,435674				
Dolphin #7	2	2	1,9849014	0,999948	0,9154768	Not Changed!
		2,170400				
Dolphin #8	3	4	1,1102290	0,999948	0,8958005	Not Changed!
		1,140750				
Dolphin #9	1	7	1,3608727	0,999948	0,9780468	Not Changed!

	QK	QL
	0,999948	0,273779
Dolphin #0	0	6
	0,999948	0,973578
Dolphin #1	0	8
	0,999948	-0,227467
Dolphin #2	0	4
	0,999658	
Dolphin #3	7	nan
	0,999948	0,937816
Dolphin #4	0	4
	0,999948	0,997567
Dolphin #5	0	8

Dolphin #5 has the best quality

Dolphin #6	0,999948	0,999948
	0	0
Dolphin #7	0,999948	0,099791
	0	8
Dolphin #8	0,999948	0,772323
	0	1
Dolphin #9	0,999948	0,911166
	0	6

4η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	0,700059 6 1,825864	1,0199110	0,9999999	0,8520615	Not Changed!
Dolphin #1	1	7 3,824012	1,6981463	0,9999999	0,9919019	Not Changed!
Dolphin #2	2	3	0,5591689	0,9999999	-0,5304819	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan 1,187108	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
Dolphin #4	1	9 1,528388	1,3787683	0,9999999	0,9816192	Not Changed!
Dolphin #5	1	6 1,637232	1,5494082	0,9999999	0,9997713	Not Changed!
Dolphin #6	1	6 1,984901	1,6038302	0,9999999	0,9994544	Not Changed!
Dolphin #7	1	4	1,7776646	0,9999999	0,978679	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,110229 1,360872	1,3403284	0,9999999	0,9735596	Not Changed!
Dolphin #9	1	7	1,4656502	0,9999999	0,9944772	Not Changed!

	QK	QL
Dolphin #0	0,999999	0,870444
	9	1
Dolphin #1	0,999999	0,981825
	9	4
Dolphin #2	0,999999	-0,246534
	9	3
Dolphin #3	0,999658	nan
	7	nan
Dolphin #4	0,999999	0,999520
	9	5
Dolphin #5	0,999999	0,999999
	9	9
Dolphin #6	0,999999	0,999954
	9	2
Dolphin #7	0,999999	0,997591
	9	7
Dolphin #8	0,999999	0,985900
	9	5
Dolphin #9	0,999999	0,999041

Dolphin #5 has the best quality

9 3

5η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	1,019911 1,698146	1,8718321	0,9999999	0,9550299	Not Changed!
Dolphin #1	1	3 -0,559168	1,6342870	0,9999999	0,9979851	Not Changed!
Dolphin #2	2	9	3,6437813	0,9999999	-0,4813451	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan 1,378768	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
Dolphin #4	1	3 1,549408	1,4745981	0,9999999	0,9953765	Not Changed!
Dolphin #5	1	2 1,603830	1,5599180	0,9999999	0,9999408	Not Changed!
Dolphin #6	1	2 1,777664	1,5871290	0,9999999	0,9998666	Not Changed!
Dolphin #7	1	6 1,340328	1,6740462	0,9999999	0,9946745	Not Changed!
Dolphin #8	1	4 1,465650	1,4553781	0,9999999	0,9933467	Not Changed!
Dolphin #9	1	2	1,5180390	0,9999999	0,9986087	Not Changed!

QK	QL
0,999999	0,994224
9	5
0,999999	0,999795
9	1
0,999999	-0,192096
9	3
0,999658	
7	nan
0,999999	0,998529
9	3
0,999999	0,995057
9	0
0,999999	0,995784
9	0
0,999999	0,999611
9	0
0,999999	0,999821
9	4
0,999999	0,994875
9	0

Dolphin #5 has the best quality

6η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,871832 1	1,7211300	0,9999999	0,9887212	Not Changed!

Dolphin #1	1	1,634287 3,643781	1,6023574 -	0,9999999	0,999502	Not Changed!
Dolphin #2	2	3	8,1697150	0,9999999	-0,9505689	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan 1,474598	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
Dolphin #4	1	1	1,5225129	0,9999999	0,9988346	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,559918	1,5651729	0,9999999	0,9999842	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,587129 1,674046	1,5787784	0,9999999	0,9999681	Not Changed!
Dolphin #7	1	2 1,455378	1,6222370	0,9999999	0,9986772	Not Changed!
Dolphin #8	1	1	1,5129030	0,9999999	0,9983246	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,518039	1,5442334	0,9999999	0,9996472	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,9999999 9	0,998120 0	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,9999999 9	0,999430 5	
Dolphin #2	0,9999999 9	-0,014883 8	
Dolphin #3	0,999658 7	nan	
Dolphin #4	0,9999999 9	0,999676 4	
Dolphin #5	0,9999999 9	0,992812 3	
Dolphin #6	0,9999999 9	0,999994 1	
Dolphin #7	0,9999999 9	0,997209 8	
Dolphin #8	0,9999999 9	0,996063 4	
Dolphin #9	0,9999999 9	0,987268 7	

7η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,72113 1,602357	1,6457789	0,9999999	0,9971901	Not Changed!
Dolphin #1	1	4	1,5863926	0,9999999	0,9998784	Not Changed!
Dolphin #2	3	-8,169715	8,7817463	0,9999999	0,5996244	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan 1,522512	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
Dolphin #4	1	9 1,565172	1,5464704	0,9999999	0,9997041	Not Changed!
Dolphin #5	1	9 1,578778	1,5678004	0,9999999	0,9999955	Not Changed!
Dolphin #6	1	4	1,5746031	0,9999999	0,9999928	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,622237	1,5963324	0,9999999	0,999674	Not Changed!

Dolphin #8	1	1,512903 1,544233	1,5416654	0,9999999	0,9995757	Not Changed!
Dolphin #9	1	4	1,5573306	0,9999999	0,9999093	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,9999999	0,998112	9	6		Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,9999999	0,999892	9	9		
Dolphin #2	0,9999999	-0,813371	9	1		
Dolphin #3	0,999658		7	nan		
Dolphin #4	0,9999999	0,997186	9	8		
Dolphin #5	0,9999999	0,998255	9	5		
Dolphin #6	0,9999999	0,999984	9	9		
Dolphin #7	0,9999999	0,999749	9	1		
Dolphin #8	0,9999999	0,992130	9	5		
Dolphin #9	0,9999999	0,990145	9	6		

8η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status	
Dolphin #0	1	1,645778	9	1,6081033	0,9999999	0,9993042	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,586392	6	1,5784102	0,9999999	0,999971	Not Changed!
Dolphin #2	2	8,781746	3	6,8580255	0,9999999	0,5437006	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan	nan	0,9996587	nan		Not Changed!
Dolphin #4	1	1,546470	4	1,5584491	0,9999999	0,9999238	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,567800	4	1,5691141	0,9999999	0,9999986	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,574603	1	1,5725155	0,9999999	0,9999985	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,596332	4	1,5833801	0,9999999	0,9999208	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,541665	4	1,5560466	0,9999999	0,9998912	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,557330	6	1,5638792	0,9999999	0,9999761	Not Changed!

	QK	QL				
Dolphin #0	0,9999999	0,999554				Dolphin #5 has the best quality

	9	2
	0,999999	0,999576
Dolphin #1	9	7
	0,999999	0,875451
Dolphin #2	9	5
	0,999658	
Dolphin #3	7	nan
	0,999999	0,998705
Dolphin #4	9	5
	0,999999	0,978821
Dolphin #5	9	5
	0,999999	0,998672
Dolphin #6	9	2
	0,999999	0,989911
Dolphin #7	9	9
	0,999999	0,995911
Dolphin #8	9	7
	0,999999	0,999036
Dolphin #9	9	8

9η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,608103				
Dolphin #0	1	3	1,5892656	0,9999999	0,9998294	Not Changed!
		1,578410				
Dolphin #1	1	2	1,5744190	0,9999999	0,9999934	Not Changed!
		6,858025				
Dolphin #2	3	5	5,6684379	0,9999999	-0,5767522	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
		1,558449				
Dolphin #4	1	1	1,5644384	0,9999999	0,9999798	Not Changed!
		1,569114				
Dolphin #5	1	1	1,5697709	0,9999999	0,9999995	Not Changed!
		1,572515				
Dolphin #6	1	5	1,5714716	0,9999999	0,9999998	Not Changed!
		1,583380				
Dolphin #7	1	1	1,5769040	0,9999999	0,9999813	Not Changed!
		1,556046				
Dolphin #8	1	6	1,5632372	0,9999999	0,9999714	Not Changed!
		1,563879				
Dolphin #9	1	2	1,5671535	0,9999999	0,9999934	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999999	0,998569	
Dolphin #0	9	2	Dolphin #6 has the best quality
	0,999999	0,999951	
Dolphin #1	9	7	
	0,999999	0,856280	
Dolphin #2	9	4	
Dolphin #3	0,999658	nan	

	7	
Dolphin #4	0,999999	0,999317
	9	0
Dolphin #5	0,999999	0,975565
	9	7
Dolphin #6	0,999999	0,996664
	9	1
Dolphin #7	0,999999	0,999330
	9	8
Dolphin #8	0,999999	0,997815
	9	6
Dolphin #9	0,999999	0,999080
	9	7

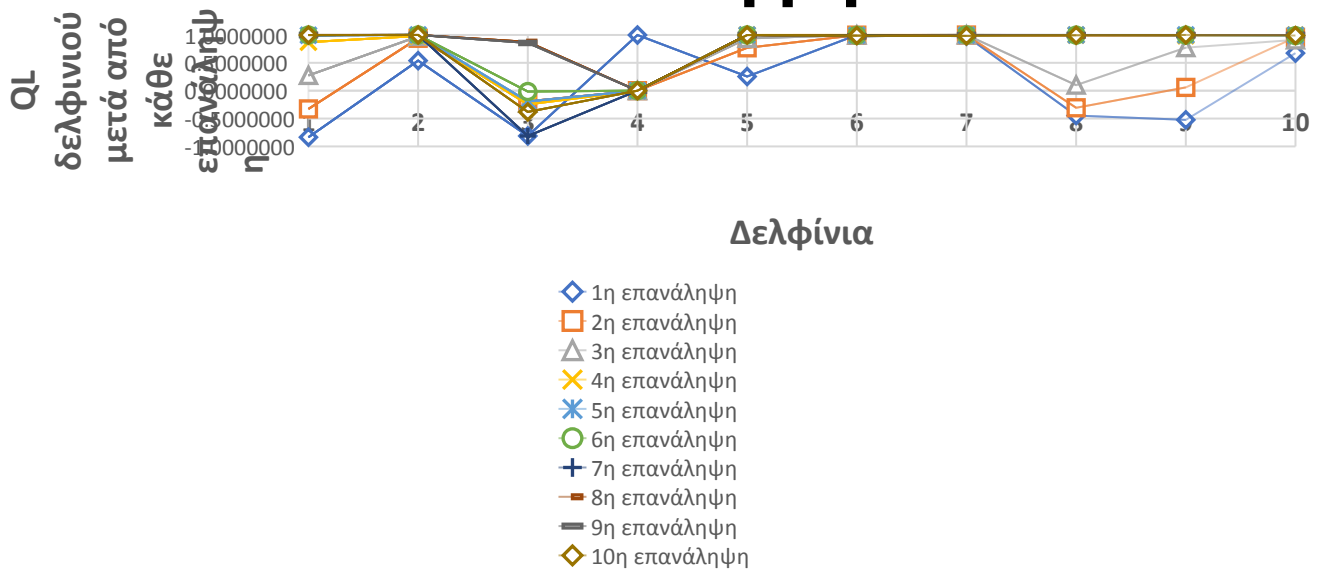
**10η
επανάληψη**

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,589265 6	1,5798467	0,9999999	0,999959	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,574419 0	1,5724234	0,9999999	0,9999987	Not Changed!
Dolphin #2	3	5,668437 9	1,3562158	0,9999999	-0,9770658	Not Changed!
Dolphin #3	3	nan 1,564438	nan	0,9996587	nan	Not Changed!
Dolphin #4	1	1,569770 4	1,5674331	0,9999999	0,9999943	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,571471 9	1,5700994	0,9999999	0,9999998	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,5709497 6	1,5709497	0,9999999	1	Changed!
Dolphin #7	1	1,576904 0	1,5736659	0,9999999	0,9999959	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,563237 2	1,5668325	0,9999999	0,9999921	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,567153 5	1,5687907	0,9999999	0,999998	Not Changed!

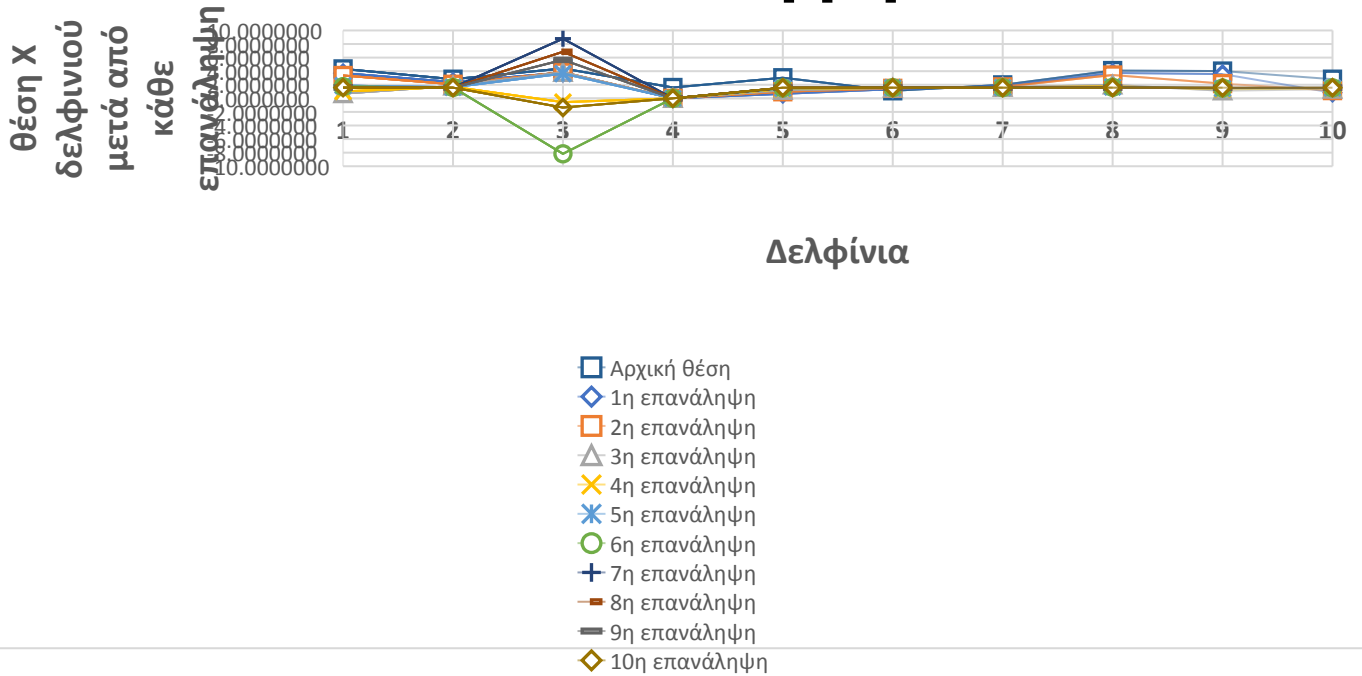
	QK	QL	
Dolphin #0	0,9999999	0,998140	
	9	3	Dolphin #6 has the best quality
Dolphin #1	0,9999999	0,999866	
	9	3	
Dolphin #2	0,9999999	-0,381029	
	9	4	
Dolphin #3	0,999658	nan	
	7	nan	
Dolphin #4	0,9999999	0,998225	
	9	8	
Dolphin #5	0,9999999	0,988171	
	9	1	

	1,000000	0,983490
Dolphin #6	0	4
	0,999999	0,994396
Dolphin #7	9	7
	0,999999	0,999758
Dolphin #8	9	5
	0,999999	0,989528
Dolphin #9	9	3

3η Εκτέλεση: QL δελφινιού / επανάληψη



3η Εκτέλεση: θέση X δελφινιού / επανάληψη



ΤΕΤΑΡΤΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

DOLPHIN	X	Y
	3,803813	-0,614869
Dolphin #0	2	5
	1,832204	0,966027
Dolphin #1	2	1
	2,484549	0,610778
Dolphin #2	5	3
	3,279367	-0,137339
Dolphin #3	5	4
	3,472271	-0,324685
Dolphin #4	5	2
	3,503335	-0,353904
Dolphin #5	5	9
	4,830652	-0,993015
Dolphin #6	9	0
	2,548595	0,558849
Dolphin #7	1	3
	2,119642	0,853127
Dolphin #8	6	0
	3,482242	-0,334099
Dolphin #9	7	8

Dolphin #1 has the best quality

1η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	3,803813 2	3,6455363	0,9999864	-0,4828826	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,832204 2	1,6988917	0,9999864	0,991807	Not Changed!
Dolphin #2	2	2,484549 5	2,1872649	0,9999864	0,8159252	Not Changed!
Dolphin #3	2	3,279367 5	0,6429824	0,9999864	0,5995849	Not Changed!
Dolphin #4	2	3,472271 5	26,330574 8	0,9999864	0,9312519	Not Changed!
Dolphin #5	2	3,503335 5	1,5950677	0,9999864	0,9997055	Not Changed!
Dolphin #6	3	4,830652 9	-0,8506343	0,9999864	-0,7516988	Not Changed!
Dolphin #7	2	2,548595 1	2,1705991	0,9999864	0,8254469	Not Changed!
Dolphin #8	2	2,119642 6	1,2137160	0,9999864	0,9369214	Not Changed!
Dolphin #9	2	3,482242 7	1,0594394	0,9999864	0,8720813	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999986 4	-0,253128 2	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999986 4	0,999986 4	
Dolphin #2	0,999986 4	0,759258 8	
Dolphin #3	0,999986 4	0,317942 1	
Dolphin #4	0,999986 4	-0,003505 1	
Dolphin #5	0,999986 4	0,073369 8	
Dolphin #6	0,999986 4	-0,970198 4	
Dolphin #7	0,999986 4	0,868664 2	
Dolphin #8	0,999986 4	0,953566 0	
Dolphin #9	0,999986 4	0,050286 1	

2η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	3,645536 3	3,2472301	0,9999864	-0,1054411	Not Changed!

Dolphin #1	1	1,698891 7 2,187264	1,6322355	0,9999864	0,9981132	Not Changed!
Dolphin #2	2	0,642982 9	1,9266217	0,9999864	0,9373593	Not Changed!
Dolphin #3	2	0,642982 4 26,33057	2,1403653 20,192055	0,9999864	0,8421335	Not Changed!
Dolphin #4	3	5 1,595067	5	0,9999864	0,9740533	Not Changed!
Dolphin #5	1	7 -0,850634	1,5803235	0,9999864	0,9999546	Not Changed!
Dolphin #6	2	3 2,170599	3,7306465	0,9999864	-0,5555745	Not Changed!
Dolphin #7	3	1	1,1068176	0,9999864	0,8942791	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,213716 1,059439	1,3896476	0,9999864	0,9836374	Not Changed!
Dolphin #9	2	4	1,8749192	0,9999864	0,95411	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999986 4	-0,334535 3	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999986 4	0,999495 2	
Dolphin #2	0,999986 4	0,979196 9	
Dolphin #3	0,999986 4	0,867100 4	
Dolphin #4	0,999986 4	0,986434 3	
Dolphin #5	0,999986 4	0,982185 5	
Dolphin #6	0,999986 4	-0,349591 2	
Dolphin #7	0,999986 4	0,816129 7	
Dolphin #8	0,999986 4	0,995710 8	
Dolphin #9	0,999986 4	0,971756 8	

3η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	3,247230 1	2,4814850	0,9999864	0,6132019	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,632235 5	1,5989074	0,9999864	0,9996049	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,926621 7	1,7461005	0,9999864	0,9846735	Not Changed!
Dolphin #3	2	2,140365 3	1,8906338	0,9999864	0,9492865	Not Changed!

Dolphin #4	3	20,19205 6 1,580323	-12,457260 3	0,9999864	0,108894	Not Changed!
Dolphin #5	1	5 3,730646	1,5729514	0,9999864	0,9999977	Changed!
Dolphin #6	2	5 1,106817	-0,4355458	0,9999864	-0,4219053	Not Changed!
Dolphin #7	1	6 1,389647	1,3361984	0,9999864	0,9726079	Not Changed!
Dolphin #8	1	6 1,874919	1,4776135	0,9999864	0,9956616	Not Changed!
Dolphin #9	1	2	1,7202492	0,9999864	0,9888527	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999986 4	0,287842 2	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999986 4	0,991910 5	
Dolphin #2	0,999986 4	0,999743 5	
Dolphin #3	0,999986 4	0,988741 3	
Dolphin #4	0,999986 4	0,999865 7	
Dolphin #5	0,999997 7	0,999111 6	
Dolphin #6	0,999986 4	-0,233875 2	
Dolphin #7	0,999986 4	0,999954 8	
Dolphin #8	0,999986 4	0,997895 5	
Dolphin #9	0,999986 4	0,999704 7	

4η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	2,481485 1,598907	2,1298704	0,9999996	0,8477466	Not Changed!
Dolphin #1	1	4 1,746100	1,5852704	0,9999996	0,9998953	Not Changed!
Dolphin #2	1	5 1,890633	1,6588670	0,9999996	0,9961243	Not Changed!
Dolphin #3	1	8	1,7311337 11,933835	0,9999996	0,9871735	Not Changed!
Dolphin #4	2	-12,45726 1,572951	2	0,9999996	-0,5911916	Not Changed!
Dolphin #5	1	4 -0,435545	1,5722924	0,9999996	0,9999989	Not Changed!
Dolphin #6	2	8	3,0865901	0,9999996	0,0549748	Not Changed!

Dolphin #7	1	4	1,4539160	0,9999996	0,9931773	Not Changed!
		1,336198				
Dolphin #8	1	5	1,5246235	0,9999996	0,9989342	Not Changed!
		1,477613				
Dolphin #9	1	2	1,6459414	0,9999996	0,9971779	Not Changed!
		1,720249				

	QK	QL			
Dolphin #0	0,999999	0,892773	6	9	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999999	0,982390	6	3	
Dolphin #2	0,999999	0,999653	6	7	
Dolphin #3	0,999999	0,999832	6	6	
Dolphin #4	0,999999	0,289672	6	5	
Dolphin #5	0,999999	0,999006	6	3	
Dolphin #6	0,999999	-0,407701	6	7	
Dolphin #7	0,999999	0,999999	6	6	
Dolphin #8	0,999999	0,999250	6	0	
Dolphin #9	0,999999	0,999677	6	9	

5η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	4	1,8698590	0,9999996	0,9556131	-> Not Changed!
		2,129870				
Dolphin #1	1	4	1,5784520	0,9999996	0,9999707	-> Not Changed!
		1,585270				
Dolphin #2	1	1,658867	1,6152502	0,9999996	0,9990121	-> Not Changed!
		1,731133				
Dolphin #3	1	7	1,6513836	0,9999996	0,9967546	-> Not Changed!
		11,93383				
Dolphin #4	3	5	-5,9742344	0,9999996	0,3040593	-> Not Changed!
		1,572292				
Dolphin #5	1	4	1,5719630	0,9999996	0,9999993	-> Not Changed!
		3,086590				
Dolphin #6	2	1	2,4875277	0,9999996	0,6084174	-> Not Changed!
Dolphin #7	1	1,453916	1,5127747	0,9999996	0,9983172	-> Not Changed!
		1,524623				
Dolphin #8	1	5	1,5481285	0,9999996	0,9997431	-> Not Changed!
		1,645941				
Dolphin #9	1	4	1,6087874	0,9999996	0,9992784	-> Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999999 6	0,996900 1	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999999 6	0,999869 3	
Dolphin #2	0,999999 6	0,999993 5	
Dolphin #3	0,999999 6	0,951946 4	
Dolphin #4	0,999999 6	-0,329081 7	
Dolphin #5	0,999999 6	0,999941 8	
Dolphin #6	0,999999 6	0,380488 7	
Dolphin #7	0,999999 6	0,999793 9	
Dolphin #8	0,999999 6	0,998769 9	
Dolphin #9	0,999999 6	0,999342 6	

6η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,869859	1,7207462	0,9999996	0,9887786	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,578452 1,615250	1,5750427	0,9999996	0,9999991	Not Changed!
Dolphin #2	1	2 1,651383	1,5934419	0,9999996	0,9997436	Not Changed!
Dolphin #3	1	6 -5,974234	1,6115085	0,9999996	0,9991714	Not Changed!
Dolphin #4	2	4	-3,9169515	0,9999996	0,6999724	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,571963 2,487527	1,5717982	0,9999996	0,9999995	Not Changed!
Dolphin #6	2	7 1,512774	0,9777257	0,9999996	0,8292284	Not Changed!
Dolphin #7	1	7 1,548128	1,5422041	0,9999996	0,9995913	Not Changed!
Dolphin #8	1	5 1,608787	1,5598810	0,9999996	0,9999404	Not Changed!
Dolphin #9	1	4	1,5902105	0,9999996	0,9998116	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999999 6	0,989485 3	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	0,999999 6	0,994717 0	
Dolphin #2	0,999999 6	0,991940 7	
Dolphin #3	0,999999	0,998358	

	6	2
	0,999999	0,716149
Dolphin #4	6	3
	0,999999	0,995934
Dolphin #5	6	3
	0,999999	0,818349
Dolphin #6	6	3
	0,999999	0,992995
Dolphin #7	6	0
	0,999999	0,975445
Dolphin #8	6	7
	0,999999	0,998909
Dolphin #9	6	6

7η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,720746				
Dolphin #0	1	2	1,6461899	0,9999996	0,9971593	Not Changed!
		1,575042				
Dolphin #1	1	7	1,5733381	0,9999996	0,9999968	Not Changed!
		1,593441				
Dolphin #2	1	9	1,5825377	0,9999996	0,9999311	Not Changed!
		1,611508				
Dolphin #3	1	5	1,5915710	0,9999996	0,9997842	Not Changed!
		-3,916951				
Dolphin #4	3	5	-2,6678451	0,9999996	-0,4562243	Not Changed!
		1,571798				
Dolphin #5	1	2	1,5717159	0,9999996	0,9999996	Not Changed!
		0,977725				
Dolphin #6	2	7	1,8974371	0,9999996	0,9471256	Not Changed!
		1,542204				
Dolphin #7	1	1	1,5569188	0,9999996	0,9999037	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,559881	1,5657572	0,9999996	0,9999873	Not Changed!
		1,590210				
Dolphin #9	1	5	1,5809220	0,9999996	0,9999487	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999999	0,999956	
Dolphin #0	6	9	Dolphin #5 has the best quality
	0,999999	0,999948	
Dolphin #1	6	6	
	0,999999	0,995503	
Dolphin #2	6	6	
	0,999999	0,991692	
Dolphin #3	6	8	
	0,999999	0,946106	
Dolphin #4	6	7	
	0,999999	0,988882	
Dolphin #5	6	0	
Dolphin #6	0,999999	0,993059	

	6	9
	0,999999	0,988065
Dolphin #7	6	7
	0,999999	0,999730
Dolphin #8	6	2
	0,999999	0,999945
Dolphin #9	6	4

8η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,646189				
Dolphin #0	1	9	1,6089117	0,9999996	0,9992737	Not Changed!
		1,573338				
Dolphin #1	1	1	1,5724858	0,9999996	0,9999986	Not Changed!
		1,582537				
Dolphin #2	1	7	1,5770856	0,9999996	0,9999802	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,591571	1,5816022	0,9999996	0,9999416	Not Changed!
		-2,667845				
Dolphin #4	3	1	-0,8505155	0,9999996	-0,7516205	Not Changed!
		1,571715				
Dolphin #5	1	9	1,5716747	0,9999996	0,9999996	Not Changed!
		1,897437				
Dolphin #6	1	1	1,7345353	0,9999996	0,9866247	Not Changed!
		1,556918				
Dolphin #7	1	8	1,5642761	0,9999996	0,9999787	Not Changed!
		1,565757				
Dolphin #8	1	2	1,5686954	0,9999996	0,9999978	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,580922	1,5762777	0,9999996	0,999985	Not Changed!

	QK	QL
	0,999999	0,971778
Dolphin #0	6	8
	0,999999	0,999914
Dolphin #1	6	0
	0,999999	0,999208
Dolphin #2	6	5
	0,999999	0,999740
Dolphin #3	6	3
	0,999999	-0,117492
Dolphin #4	6	4
	0,999999	0,993605
Dolphin #5	6	2
	0,999999	0,987508
Dolphin #6	6	6
	0,999999	0,995292
Dolphin #7	6	2
	0,999999	0,999997
Dolphin #8	6	4
	0,999999	0,998212
Dolphin #9	6	1

Dolphin #5 has the best quality

9η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,608911				
Dolphin #0	1	7	1,5902726	0,9999996	0,9998103	Not Changed!
		1,572485				
Dolphin #1	1	8	1,5720596	0,9999996	0,9999992	Not Changed!
		1,577085				
Dolphin #2	1	6	1,5743595	0,9999996	0,9999937	Not Changed!
		1,581602				
Dolphin #3	1	2	1,5766179	0,9999996	0,9999831	Not Changed!
		-0,850515				
Dolphin #4	2	5	-0,5150958	0,9999996	-0,4926182	Not Changed!
		1,571674				
Dolphin #5	1	7	1,5716541	0,9999996	0,9999996	Not Changed!
		1,734535				
Dolphin #6	1	3	1,6530844	0,9999996	0,9966162	Not Changed!
		1,564276				
Dolphin #7	1	1	1,5679548	0,9999996	0,9999996	Not Changed!
		1,568695				
Dolphin #8	1	4	1,5701644	0,9999996	0,9999998	Changed!
		1,576277				
Dolphin #9	1	7	1,5739556	0,9999996	0,9999995	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999999	0,991436	
Dolphin #0	6	0	Dolphin #8 has the best quality
	0,999999	0,989761	
Dolphin #1	6	7	
	0,999999	0,999915	
Dolphin #2	6	7	
	0,999999	0,977862	
Dolphin #3	6	9	
	0,999999	-0,403135	
Dolphin #4	6	1	
	0,999999	0,997404	
Dolphin #5	6	6	
	0,999999	0,998111	
Dolphin #6	6	2	
	0,999999	0,999842	
Dolphin #7	6	3	
	0,999999	0,999061	
Dolphin #8	8	6	
	0,999999	0,997416	
Dolphin #9	6	0	

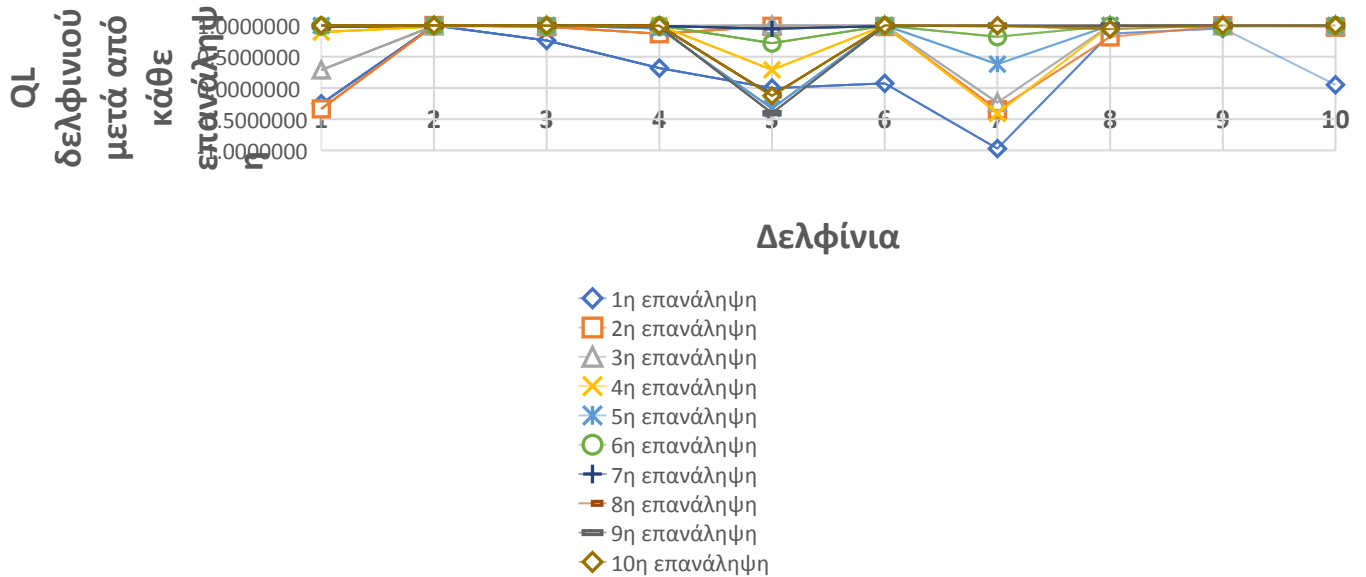
10η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
---------	------	---------	---------	-------------	-------------	--------

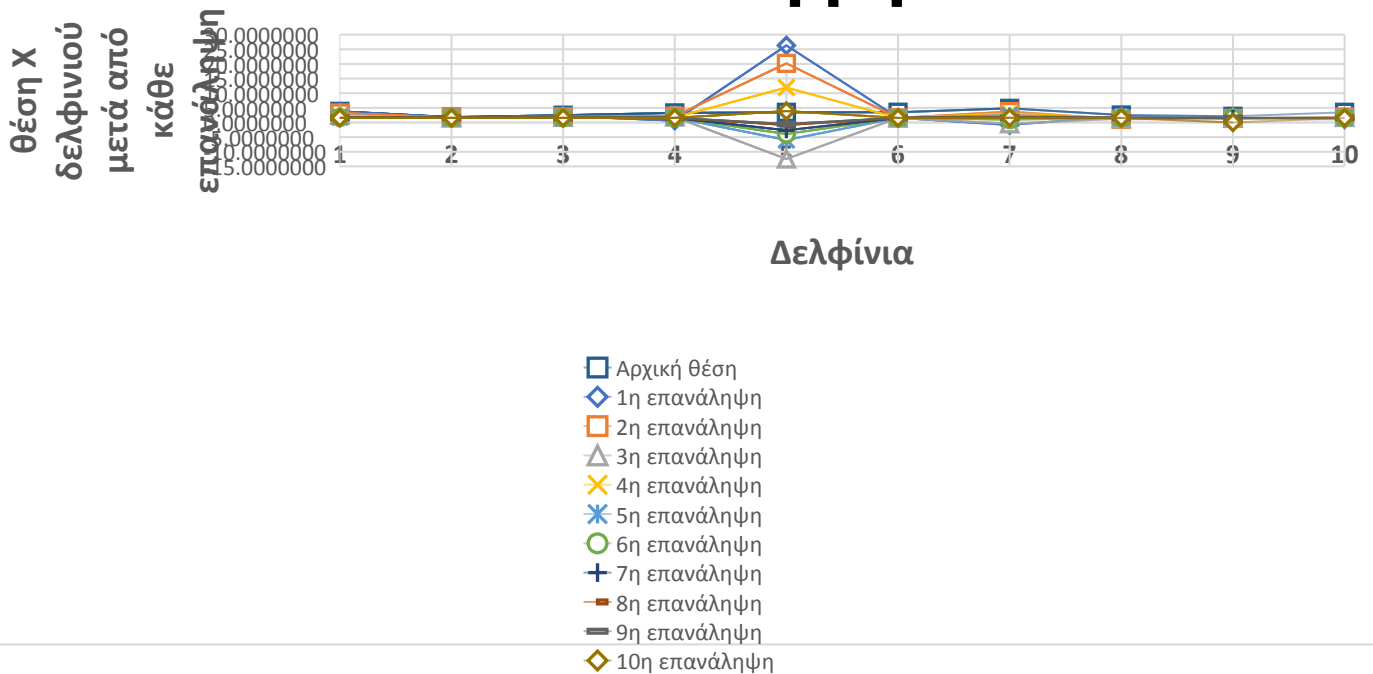
Dolphin #0	1	1,590272 6	1,5802185	0,9999998	0,9999556	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,572059 6	1,5711120	0,9999998	1	Changed!
Dolphin #2	1	1,574359 5	1,5722620	0,9999998	0,9999989	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,576617 9	1,5733911	0,9999998	0,9999966	Not Changed!
Dolphin #4	2	-0,515095 8	3,9069364	0,9999998	-0,6927849	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,571654 1	1,5709092	0,9999998	1	Changed!
Dolphin #6	1	1,653084 4	1,6116244	0,9999998	0,9991667	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,567954 8	1,5690596	0,9999998	0,9999985	Not Changed!
Dolphin #8	1	1,570164 4	nan	0,9999998	nan	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,573955 6	1,5720600	0,9999998	0,9999992	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999999 8	0,999943 4	Dolphin #5 has the best quality
Dolphin #1	1,000000 0	0,999999 1	
Dolphin #2	0,999999 8	0,995986 4	
Dolphin #3	0,999999 8	0,994160 8	
Dolphin #4	0,999999 8	-0,125818 3	
Dolphin #5	1,000000 0	0,999564 0	
Dolphin #6	0,999999 8	0,994867 8	
Dolphin #7	0,999999 8	0,940425 8	
Dolphin #8	0,999999 8	0,999707 0	
Dolphin #9	0,999999 8	0,999942 9	

4η Εκτέλεση: QL δελφινιού / επανάληψη



4η Εκτέλεση: θέση X δελφινιού / επανάληψη



ΠΕΜΠΤΗ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ

DOLPHIN	X	Y	
	5,449441	-0,740452	
Dolphin #0	3	9	Dolphin #1 has the best quality
	1,984840	0,915501	
Dolphin #1	0	5	
	0,662699	0,615247	
Dolphin #2	9	5	
	2,540925	0,565193	
Dolphin #3	0	4	
	4,923078	-0,977887	
Dolphin #4	1	0	
	3,028937	0,112417	
Dolphin #5	5	0	
	2,437761	0,647143	
Dolphin #6	6	1	
	4,006304	-0,760908	
Dolphin #7	8	5	
	3,582146	-0,426440	
Dolphin #8	2	2	
	3,003242	0,137909	
Dolphin #9	5	2	

1η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		5,449441				
Dolphin #0	3	3	4,1102004	0,9999824	-0,8240979	Not Changed!
		1,984840				
Dolphin #1	1	0	1,7807856	0,9999824	0,9780332	Not Changed!
		0,662699				
Dolphin #2	2	9	2,1659504	0,9999824	0,8280621	Not Changed!
		2,540925				
Dolphin #3	2	0	0,9204589	0,9999824	0,7958795	Not Changed!
		4,923078	-			
Dolphin #4	3	1	0,7945261	0,9999824	-0,7135317	Not Changed!
		3,028937				
Dolphin #5	2	5	0,6827349	0,9999824	0,6309172	Not Changed!
		2,437761				
Dolphin #6	2	6	2,1551140	0,9999824	0,8340886	Not Changed!
		4,006304	-			
Dolphin #7	2	8	0,4130671	0,9999824	-0,4014204	Not Changed!
		3,582146	-			
Dolphin #8	2	2	1,3299279	0,9999824	-0,9711312	Not Changed!
		3,003242				
Dolphin #9	2	5	2,4677398	0,9999824	0,6240013	Not Changed!
	QK	QL				
	0,999982	-0,332998				
Dolphin #0	4	2				Dolphin #1 has the best quality

Dolphin #1	0,999982	0,999982
	4	4
Dolphin #2	0,999982	0,832354
	4	6
Dolphin #3	0,999982	0,710946
	4	9
Dolphin #4	0,999982	-0,795296
	4	3
Dolphin #5	0,999982	0,441623
	4	6
Dolphin #6	0,999982	0,794366
	4	6
Dolphin #7	0,999982	-0,503214
	4	7
Dolphin #8	0,999982	-0,066637
	4	1
Dolphin #9	0,999982	0,433884
	4	4

2η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	4,110200	3,6471000	0,9999824	-0,4842514	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,780785	1,6787584	0,9999824	0,9941778	Not Changed!
Dolphin #2	2	2,165950	1,1799594	0,9999824	0,9245905	Not Changed!
Dolphin #3	2	0,920458	1,9607473	0,9999824	0,9249277	Not Changed!
Dolphin #4	2	-0,794526	3,6062264	0,9999824	-0,4480954	Not Changed!
Dolphin #5	2	0,682734	2,1189417	0,9999824	0,8534924	Not Changed!
Dolphin #6	2	2,155114	1,2225535	0,9999824	0,9399738	Not Changed!
Dolphin #7	2	-0,413067	2,7071736	0,9999824	0,4208835	Not Changed!
Dolphin #8	2	-1,329927	3,9139094	0,9999824	-0,6977966	Not Changed!
Dolphin #9	2	2,467739	2,2145776	0,9999824	0,7998319	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999982	-0,556192	
	4	1	Dolphin #1 has the best quality
Dolphin #1	0,999982	0,999439	
	4	4	
Dolphin #2	0,999982	0,908505	
	4	9	
Dolphin #3	0,999982	0,973925	
	4	3	

	0,999982	-0,391074
Dolphin #4	4	4
	0,999982	0,913344
Dolphin #5	4	3
	0,999982	0,961576
Dolphin #6	4	0
	0,999982	0,043521
Dolphin #7	4	8
	0,999982	-0,754800
Dolphin #8	4	4
	0,999982	0,687054
Dolphin #9	4	7

3η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	3,6471 1,678758	0,8379185	0,9999902	-0,7432522	Not Changed!
Dolphin #1	1	4 1,179959	1,6269903	0,9999902	0,9984215	Not Changed!
Dolphin #2	1	4 1,960747	1,3775908	0,9999902	0,9813938	Not Changed!
Dolphin #3	1	3 3,606226	1,7679848	0,9999902	0,9806213	Not Changed!
Dolphin #4	2	4 2,118941	0,1562570	0,9999902	-0,155622	Not Changed!
Dolphin #5	2	7 1,222553	1,2846060	0,9999902	0,9593263	Not Changed!
Dolphin #6	1	5 2,707173	1,3988879	0,9999902	0,9852601	Not Changed!
Dolphin #7	2	6 3,913909	0,8526483	0,9999902	0,7530256	Not Changed!
Dolphin #8	2	4 2,214577	0,5868199	0,9999902	-0,5537157	Not Changed!
Dolphin #9	2	6	1,9565911	0,9999902	0,9264997	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999990 2	-0,113875 1	Dolphin #1 has the best quality
Dolphin #1	0,999990 2	0,998262 1	
Dolphin #2	0,999990 2	0,999874 1	
Dolphin #3	0,999990 2	0,999990 2	
Dolphin #4	0,999990 2	-0,251996 4	
Dolphin #5	0,999990 2	0,996722 6	
Dolphin #6	0,999990	0,991597	

	2	8
	0,999990	0,714212
Dolphin #7	2	8
	0,999990	-0,291783
Dolphin #8	2	2
	0,999990	0,965124
Dolphin #9	2	3

4η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		-0,837918				
Dolphin #0	2	5	3,5255793	0,9999902	-0,3746198	Not Changed!
		1,626990				
Dolphin #1	1	3	1,6011063	0,9999902	0,9995407	Not Changed!
		1,377590				
Dolphin #2	1	8	1,4764065	0,9999902	0,9955486	Not Changed!
		1,767984				
Dolphin #3	1	8	1,6716035	0,9999902	0,9949233	Not Changed!
Dolphin #4	2	-0,156257	0,6644538	0,9999902	0,6166292	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,284606	1,4299141	0,9999902	0,9900925	Not Changed!
		1,398887				
Dolphin #6	1	9	1,4870551	0,9999902	0,9964957	Not Changed!
		0,852648				
Dolphin #7	3	3	1,0271808	0,9999902	0,8558442	Not Changed!
		-0,586819	-			
Dolphin #8	2	9	0,8752797	0,9999902	-0,7677227	Not Changed!
		1,956591				
Dolphin #9	1	1	1,7659067	0,9999902	0,9810263	Not Changed!

	QK	QL	
	0,999990	-0,519319	
Dolphin #0	2	8	Dolphin #1 has the best quality
	0,999990	0,998122	
Dolphin #1	2	5	
	0,999990	0,999415	
Dolphin #2	2	6	
	0,999990	0,994106	
Dolphin #3	2	4	
	0,999990	0,291153	
Dolphin #4	2	3	
	0,999990	0,998809	
Dolphin #5	2	4	
	0,999990	0,995737	
Dolphin #6	2	2	
	0,999990	0,740984	
Dolphin #7	2	7	
	0,999990	-0,135868	
Dolphin #8	2	9	
	0,999990	0,999960	
Dolphin #9	2	2	

5η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	2	3,525579 3	1,9059902	0,9999902	0,9443465	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,601106 3	1,5881643	0,9999902	0,9998492	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,476406 5	1,5258144	0,9999902	0,9989885	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,671603 5	1,6234129	0,9999902	0,9986161	Not Changed!
Dolphin #4	2	0,664453 8	1,0193620	0,9999902	0,8517739	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,429914 1	1,5025682	0,9999902	0,9976734	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,487055 1	1,5311386	0,9999902	0,9992137	Not Changed!
Dolphin #7	2	1,027180 8	1,9013542	0,9999902	0,9458614	Not Changed!
Dolphin #8	2	-0,875279 7	0,5190556	0,9999902	-0,4960604	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,765906 7	1,6705645	0,9999902	0,9950273	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	0,999990 2	0,108899 8	Dolphin #1 has the best quality
Dolphin #1	0,999990 2	0,999617 2	
Dolphin #2	0,999990 2	0,999794 9	
Dolphin #3	0,999990 2	0,992530 9	
Dolphin #4	0,999990 2	0,901486 9	
Dolphin #5	0,999990 2	0,985654 9	
Dolphin #6	0,999990 2	0,999348 8	
Dolphin #7	0,999990 2	0,977698 4	
Dolphin #8	0,999990 2	-0,425202 3	
Dolphin #9	0,999990 2	0,991515 9	

6η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,905990	1,7382987	1	0,9860043	Not Changed!

		2					
		1,588164					
Dolphin #1	1	3	1,5793857	1	0,9999631	Not Changed!	
		1,525814					
Dolphin #2	1	4	1,5482107	1	0,999745	Not Changed!	
		1,623412					
Dolphin #3	1	9	1,5970100	1	0,9996564	Not Changed!	
Dolphin #4	2		1,019362	1	0,9183998	Not Changed!	
			1,502568				
Dolphin #5	1	2	1,5365876	1	0,9994149	Not Changed!	
		1,531138					
Dolphin #6	1	6	1,5508729	1	0,9998015	Not Changed!	
		1,901354					
Dolphin #7	1	2	1,7359806	1	0,9863881	Not Changed!	
		-0,519055					
Dolphin #8	2	6	3,8600246	1	-0,658205	Not Changed!	
		1,670564					
Dolphin #9	1	5	1,6205858	1	0,9987608	Not Changed!	

	QK	QL	
	1,000000	1,000000	
Dolphin #0	0	0	Dolphin #1 has the best quality
	1,000000	0,995077	
Dolphin #1	0	9	
	1,000000	0,989403	
Dolphin #2	0	3	
	1,000000	0,998864	
Dolphin #3	0	9	
	1,000000	0,863256	
Dolphin #4	0	6	
	1,000000	0,993177	
Dolphin #5	0	1	
	1,000000	0,980605	
Dolphin #6	0	2	
	1,000000	0,999697	
Dolphin #7	0	6	
	1,000000	-0,133376	
Dolphin #8	0	0	
	1,000000	0,996737	
Dolphin #9	0	9	

7η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,738298				
Dolphin #0	1	7	1,6544529	1	0,9965028	Not Changed!
		1,579385				
Dolphin #1	1	7	1,5749964	1	0,9999912	Not Changed!
		1,548210				
Dolphin #2	1	7	1,5594089	1	0,9999352	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,59701	1,5838085	1	0,9999153	Not Changed!

Dolphin #4	1	1,977575 8	1,7740914	1	0,9794066	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,536587 6	1,5535974	1	0,9998521	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,550872 9	1,5607400	1	0,9999494	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,735980 6	1,6532939	1	0,996599	Not Changed!
Dolphin #8	2	3,860024 6	3,7322706	1	-0,5569242	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,620585 8	1,5955964	1	0,9996925	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	1,000000 0	0,994775 1	Dolphin #1 has the best quality
Dolphin #1	1,000000 0	0,995662 7	
Dolphin #2	1,000000 0	0,980602 4	
Dolphin #3	1,000000 0	0,999869 4	
Dolphin #4	1,000000 0	0,999758 3	
Dolphin #5	1,000000 0	0,999399 7	
Dolphin #6	1,000000 0	0,999791 2	
Dolphin #7	1,000000 0	0,999944 9	
Dolphin #8	1,000000 0	-0,257521 1	
Dolphin #9	1,000000 0	0,970128 9	

8η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,654452 9	1,6125300	1	0,9991293	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,574996 4	1,5728017	1	0,999998	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,559408 9	1,5650080	1	0,9999832	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,583808 5	1,5772078	1	0,9999794	Not Changed!
Dolphin #4	1	1,774091 4	1,6723493	1	0,9948479	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,553597 4	1,5621022	1	0,9999622	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,56074 1,5656735	1,5656735	1	0,9999869	Not Changed!

Dolphin #7	1	1,653293 9	1,6119505	1	0,9991533	Not Changed!
Dolphin #8	2	3,732270 6	3,3761529	1	-0,2324153	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,595596 4	1,5831018	1	0,9999243	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	1,000000 0	0,991887 2	Dolphin #1 has the best quality
Dolphin #1	1,000000 0	0,996799 8	
Dolphin #2	1,000000 0	0,981308 1	
Dolphin #3	1,000000 0	0,999286 2	
Dolphin #4	1,000000 0	0,978423 2	
Dolphin #5	1,000000 0	0,992845 5	
Dolphin #6	1,000000 0	0,994513 5	
Dolphin #7	1,000000 0	0,992791 6	
Dolphin #8	1,000000 0	-0,336174 8	
Dolphin #9	1,000000 0	0,995226 6	

9η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,61253 1,572801	1,5915685	1	0,9997843	Not Changed!
Dolphin #1	1	7	1,5717044	1	0,9999996	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,565008 1,577207	1,5678075	1	0,9999955	Not Changed!
Dolphin #3	1	8 1,672349	1,5739074	1	0,9999952	Not Changed!
Dolphin #4	1	3 1,562102	1,6214782	1	0,998716	Not Changed!
Dolphin #5	1	2 1,565673	1,5663547	1	0,9999901	Not Changed!
Dolphin #6	1	5 1,611950	1,5681403	1	0,9999965	Not Changed!
Dolphin #7	1	5 3,376152	1,5912788	1	0,9997902	Not Changed!
Dolphin #8	2	9 1,583101	0,7319538	1	0,6683243	Not Changed!
Dolphin #9	1	8	1,5768544	1	0,9999816	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	1,000000	0,983198	Dolphin #1 has the best quality
	0	6	
Dolphin #1	1,000000	0,963737	
	0	3	
Dolphin #2	1,000000	0,997081	
	0	2	
Dolphin #3	1,000000	0,999964	
	0	9	
Dolphin #4	1,000000	0,972636	
	0	1	
Dolphin #5	1,000000	0,998378	
	0	3	
Dolphin #6	1,000000	0,985811	
	0	2	
Dolphin #7	1,000000	0,999989	
	0	0	
Dolphin #8	1,000000	0,222633	
	0	0	
Dolphin #9	1,000000	0,984848	
	0	2	

10η επανάληψη

DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
Dolphin #0	1	1,591568 5	1,5810878	1	0,999947	Not Changed!
Dolphin #1	1	1,571704 4	1,5711557	1	0,9999999	Not Changed!
Dolphin #2	1	1,567807 5	1,5692073	1	0,9999987	Not Changed!
Dolphin #3	1	1,573907 4	1,5722573	1	0,9999989	Not Changed!
Dolphin #4	1	1,621478 2	1,5960426	1	0,9996813	Not Changed!
Dolphin #5	1	1,566354 7	1,5684809	1	0,9999973	Not Changed!
Dolphin #6	1	1,568140 3	1,5693737	1	0,999999	Not Changed!
Dolphin #7	1	1,591278 8	1,5809429	1	0,9999485	Not Changed!
Dolphin #8	2	0,731953 8	1,0716858	1	0,8780087	Not Changed!
Dolphin #9	1	1,576854 4	1,5737308	1	0,9999957	Not Changed!

	QK	QL	
Dolphin #0	1,000000	0,999839	Dolphin #1 has the best quality
	0	1	
Dolphin #1	1,000000	0,997050	
	0	6	

	1,000000	0,996645
Dolphin #2	0	7
	1,000000	0,998754
Dolphin #3	0	5
	1,000000	0,993872
Dolphin #4	0	7
	1,000000	0,999978
Dolphin #5	0	5
	1,000000	0,999932
Dolphin #6	0	6
	1,000000	0,992157
Dolphin #7	0	8
	1,000000	0,939326
Dolphin #8	0	6
	1,000000	0,999913
Dolphin #9	0	1

11η επανάληψη

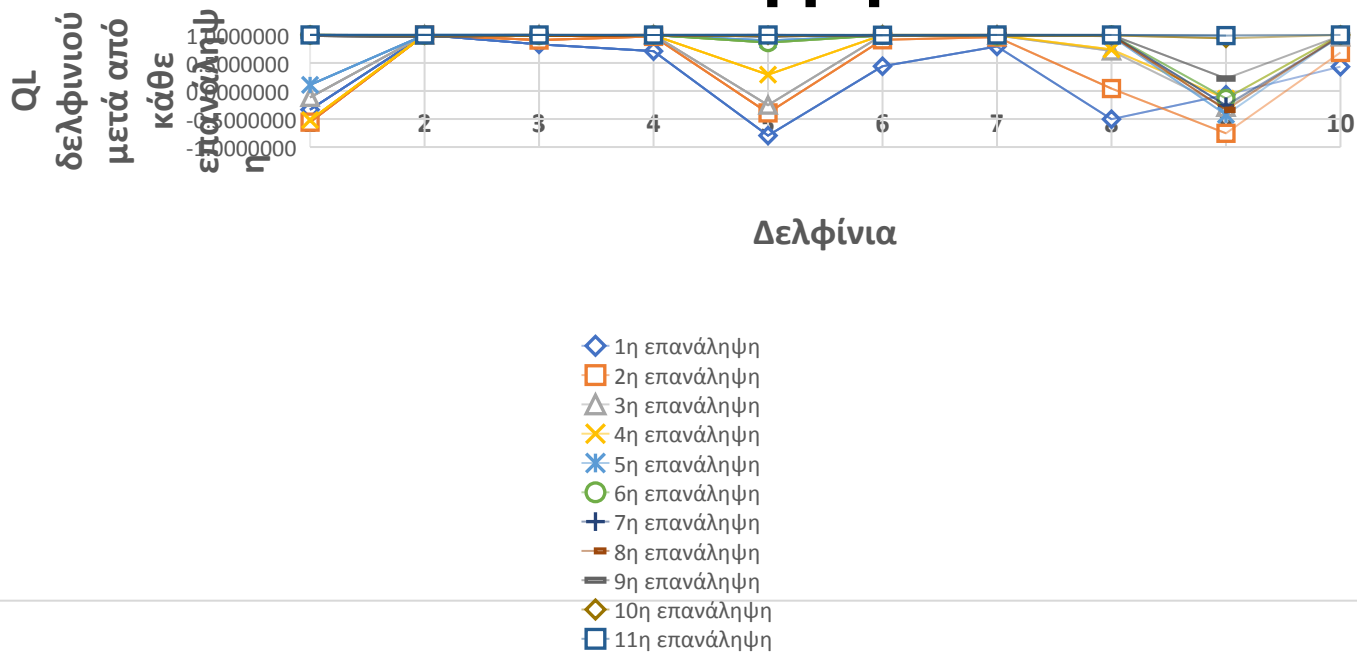
DOLPHIN	CASE	old pos	new pos	old quality	new quality	status
		1,581087				
Dolphin #0	1	8	1,5758474	1	0,9999872	Not Changed!
		1,571155				
Dolphin #1	1	7	1,5708814	1	1	Changed!
		1,569207				
Dolphin #2	1	3	1,5699072	1	0,9999996	Not Changed!
		1,572257				
Dolphin #3	1	3	1,5714322	1	0,9999998	Not Changed!
		1,596042				
Dolphin #4	1	6	1,5833249	1	0,9999215	Not Changed!
		1,568480				
Dolphin #5	1	9	1,5695440	1	0,9999992	Not Changed!
		1,569373				
Dolphin #6	1	7	1,5699904	1	0,9999997	Not Changed!
		1,580942				
Dolphin #7	1	9	1,5757750	1	0,9999876	Not Changed!
		1,071685				
Dolphin #8	1	8	1,3211465	1	0,968999	Not Changed!
		1,573730				
Dolphin #9	1	8	1,5721689	1	0,9999991	Not Changed!

	QK	QL
	1,000000	0,999878
Dolphin #0	0	7
	1,000000	0,999734
Dolphin #1	0	8
	1,000000	0,999595
Dolphin #2	0	1
	1,000000	0,998884
Dolphin #3	0	8
Dolphin #4	1,000000	0,999655

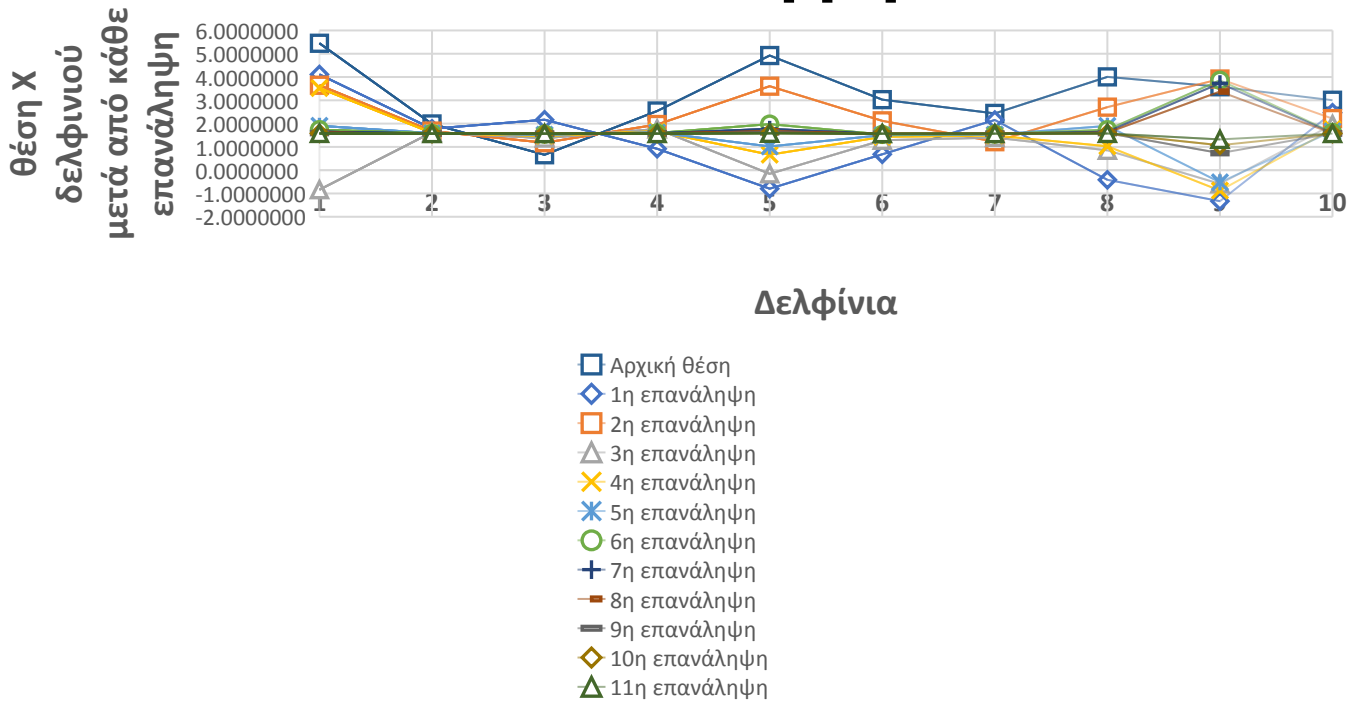
Dolphin #1 has the best quality

	0	0
	1,000000	0,995152
Dolphin #5	0	6
	1,000000	0,999904
Dolphin #6	0	0
	1,000000	0,999361
Dolphin #7	0	5
	1,000000	0,988413
Dolphin #8	0	5
	1,000000	0,999944
Dolphin #9	0	4

5η Εκτέλεση: QL δελφινιού / επανάληψη



5η Εκτέλεση: θέση X δελφινιού / επανάληψη



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συμπεράσματα.

Ο αλγόριθμος Dolphin Swarm Algorithm (DSA) είναι ένας αλγόριθμος που εμπνέεται από τη συμπεριφορά των δελφινιών και χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων βελτιστοποίησης. Μερικά σημαντικά συμπεράσματα από τον αλγόριθμο DSA περιλαμβάνουν τα εξής:

Κοινωνική Συμπεριφορά: Ο DSA μοντελοποιεί την κοινωνική συμπεριφορά των δελφινιών με τη χρήση του πίνακα μετάδοσης χρόνου (TS), καθώς και της ανταλλαγής πληροφοριών και ιδεών μεταξύ τους.

Εξερεύνηση και Εκμετάλλευση: Ο αλγόριθμος εξερευνά τον χώρο των λύσεων μέσω της φάσης αναζήτησης και εκμεταλλεύεται τις βέλτιστες λύσεις που ανακαλύπτει κατά τη φάση κλήσης.

Προσαρμογή: Ο DSA προσαρμόζεται στην εξέλιξη των λύσεων κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, καθώς τροποποιεί τον ρυθμό μετάδοσης των ήχων και τον ακτίνα κύκλωσης κατά τη φάση κλήσης.

Ευαισθησία στην Ποιότητα: Ο DSA είναι ευαίσθητος στην ποιότητα των λύσεων, καθώς αντικαθιστά τις λύσεις με καλύτερες εκδόσεις τους, βοηθώντας έτσι στη σύγκλιση προς τη βέλτιστη λύση.

Συνολικά, ο αλγόριθμος DSA αποτελεί έναν ενδιαφέροντα εξελικτικό αλγόριθμο που εφαρμόζεται με επιτυχία σε προβλήματα βελτιστοποίησης και μπορεί να προσφέρει καλά αποτελέσματα σε διάφορους τομείς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : Προτάσεις για μελλοντική συνέχεια

Ο αλγόριθμος μπορεί να έχει μελλοντικές και εξελικτικές χρήσεις σε πολλούς τομείς. Ορισμένες προτάσεις για τη μελλοντική εξέλιξή του περιλαμβάνουν:

Βελτιστοποίηση Εργασιών:

Ο αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση εργασιών σε ποικίλους τομείς, όπως η βελτιστοποίηση υπολογιστικών διεργασιών, η βελτιστοποίηση δικτύων και η βελτιστοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών.

Ρομποτική:

Στον τομέα της ρομποτικής, ο αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτόνομη πλοήγηση ή τη βελτιστοποίηση δραστηριοτήτων ρομπότ.

Σχεδιασμός Εφαρμογών:

Ο αλγόριθμος μπορεί να εφαρμοστεί στον σχεδιασμό εφαρμογών, όπως παιχνίδια, πολυμέσα, και ψηφιακές τέχνες.

Προβλήματα Επιχειρησιακής Έρευνας:

Ο αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων επιχειρησιακής έρευνας, όπως το πρόβλημα του ταξιδιού του πωλητή και το πρόβλημα ροής στο δίκτυο.

Εξόρυξη Δεδομένων:

Ο αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξόρυξη δεδομένων και την ανακάλυψη προτύπων σε μεγάλα σύνολα δεδομένων.

Μηχανική Μάθηση:

Ο αλγόριθμος μπορεί να ενσωματωθεί σε μοντέλα μηχανικής μάθησης ως μέθοδος βελτιστοποίησης.

Οι παραπάνω προτάσεις αποτελούν μόνο ένα δείγμα των τομέων όπου μπορεί να εφαρμοστεί ο αλγόριθμος. Η εξέλιξή του θα εξαρτηθεί από τις απαιτήσεις και τις ανάγκες συγκεκριμένων εφαρμογών και τον τρόπο που θα προσαρμοστεί σε αυτές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Introduction to Evolutionary Computing Συγγραφείς: A.E. Eiben και J.E. Smith.
2. "Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems" Eric Bonabeau, Marco Dorigo και Guy Theraulaz 1999 "Trends in Ecology & Evolution" .
3. The biological principles of swarm intelligence Simon Garnier · Jacques Gautrais · Guy Theraulaz(2007).
4. Kennedy, J. (2010) Particle Swarm Optimization, Encyclopedia of Machine Learning.
5. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate P Guilloteau 1, L Martin, V Eeckhaut, R Ducatelle, R Zabielski, F Van Immerseel(2010)
6. Paper Persistence and Computer-based Workarounds with the Electronic Health Record in Primary Care Jason J. Saleem¹⁻⁴ , Mindy Flanagan³ , Laura G. Militello⁵ , Nicole Arbuckle⁶ , Alissa L. Russ^{1-3,7}, A. Lucile Burgo-Black^{8,9}, and Bradley N. Doebbeling^{1-3,1}(2011)
7. Review: A particle swarm optimization approach to clustering (January 2012) Tunchan Cura
8. A Genetic Algorithm Tutorial. Statistics and Computing, Whitley, D. (1994)
9. An Introduction to Genetic Algorithms, Mitchell, M. (1998)
10. Particle swarm optimization, Kennedy, J., & Eberhart, R. C. (1995).
11. An analysis of publications on particle swarm optimization applications, Poli, R. (2007a).
12. Dolphin swarm algorithm , Tian-qi WU⁺ , Min YAO, Jian-hua YANG
13. Ant colony optimization, Dorigo, M., & Stützle, T. (2004).

14. Swarm Intelligence ,by Marco Dorigo (Editor), Mauro Birattari (Editor), Gianni A. Di Caro (Editor), René Doursat (Editor), Andries P. Engelbrecht (Editor), Dario Floreano (Editor), Luca Maria Gambardella (Editor), Roderich Gross (Editor), Erol Sahin (Editor), Thomas Stützle (Editor), Hiroki Sayama (Editor) 2 Sept. 2010
15. Ant Colony Optimization based recent research and implementation on several engineering domain ,Authors: Chandra Mohan B ,Baskaran Ramachandran
16. The Blind Watchmaker, Richard Dawkins 1986.
17. **Dolphin Communication and Cognition: Past, Present, and Future** by Denise L. Herzing
18. Planning Algorithms by Steven M. LaValle.
19. **Introduction to the Design and Analysis of Algorithms** by Anany Levitin.
20. Adaptation in Natural and Artificial Systems by John Holland.
21. WIKIPAIDIA

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΗΓΑΙΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

```

#include <cstdlib>
#include <iostream>
#include <cstdio>
#include <cmath>
#include <time.h>
using namespace std;

#define DIM 1          // πλήθος διαστάσεων
#define N 10          // πλήθος δελφινιών
#define LOOPS 50     // πλήθος επαναλήψεων
#define VAR 0.5       // μέγεθος μεταβολής
double D[N];         // πίνακας δελφινιών / x
double Q[N];         // πίνακας ποιοτήτων των δελφινιών / y
double L[N];         // πίνακας βέλτιστων δελφινιών / x
double QL[N];        // πίνακας βέλτιστων ποιοτήτων των δελφινιών / y
double K[N];         // πίνακας βέλτιστων δελφινιών της γειτονιάς / x
double QK[N];        // πίνακας βέλτιστων ποιοτήτων των δελφινιών της
γειτονιάς / y
double TS[N][N];    // transmission time (χρόνοι μετάδοσης)

// Συνάρτηση παραγωγής τυχαίων αριθμών στο διάστημα [0..1]
double rnd()
{
    return (double)rand() / RAND_MAX;
}

```

```

}

// Υπολογισμός απόστασης ζεύγους δελφινιών με χρήση των τειμημένων τους (x)
float calcDolDis(double posDol1, double posDol2)
{
    float dolDis;
    dolDis = posDol1 - posDol2;
    return dolDis;
}

// Εύρεση του δελφινιού με την καλύτερη ποιότητα
int findBest()
{
    int i, dol;
    double max;
    max = Q[0];
    dol = 0;
    for (i=1 ; i<N; i++)
    {
        if (Q[i] > max)
        {
            max = Q[i];
            dol = i;
        }
    }
    return dol;
}

// Υπολογισμός ποιότητας δελφινιού
double fitness(double D)
{
    return sin(D);
}

// Κύρια συνάρτηση
int main(int argc, char *argv[])
{
    // Αρχικοποίηση της γεννήτριας τυχαίων αριθμών με το ρολόι του συστήματος
    srand((unsigned) time(NULL));

    int i, j, l, bestD;
    float V;
    double Dtemp; // νέο προσωρινό δελφίνι
    double Qtemp; // νέα προσωρινή τιμή ποιότητας δελφινιού
    float R1, R2;
    int e;
    double rand100; // τυχαία τιμή από το εύρος τιμών του διαστήματος [-100,
+100]
    double DK[N]; // πίνακας αποστάσεων των τρέχοντων δελφινιών από τα
βέλτιστα
    double DKL[N]; // πίνακας αποστάσεων των τρέχοντων δελφινιών από αυτά
της γειτονιάς
    R1 = VAR;
    e = 4;

    // Step 1: initialize
    // Αρχικοποίηση των δελφινιών και των ποιοτήτων τους

```

```

for (i=0; i<N; i++)
{
    K[i] = L[i]      = D[i]      = rnd() * 2 * M_PI;
    QK[i] = QL[i]    = Q[i]      = fitness(D[i]);
}

// Εκτύπωση των δελφινιών και των ποιοτήτων τους
printf(" DOLPHIN\t      X\t\t\t      Y\n");
printf("-----\n");
for (i=0; i<N; i++)
{
    printf("Dolphin #%d\t%.7f\t%.7f\n", i, D[i], Q[i]);
}

bestD = findBest();
printf("\n\nDolphin #%d has the best quality (%.7lf).\n", bestD, Q[bestD]);

for (l=0; l<LOOPS; l++)
{
    // Step 2.1: search phase
    // Αναζήτηση των δελφινιών στην κοντινή περιοχή
    for (i=0; i<N; i++)
    {
        // Δημιουργία νέου προτεινόμενου δελφινιού και επιλογή του
        // καλύτερου για την αντικατάσταση του εκάστοτε δελφινιού
        // Το νέο προτεινόμενο δελφίνι προκύπτει μετά από 5 επαναλήψεις

        // Λήψη 1ης τυχαίας τιμής από το εύρος τιμών του διαστήματος [-
VAR, +VAR]
        V = rnd() * 2 * VAR - VAR;
        // Δημιουργία του νέου προσωρινού δελφινιού
        Dtemp = D[i] + V;
        // Υπολογισμός 1ης νέας προσωρινής ποιότητας δελφινιού
        Qtemp = fitness(Dtemp);
        // Ενημέρωση των τιμών των δελφινιών και των ποιοτήτων των
δελφινιών
        L[i] = Dtemp;
        QL[i] = Qtemp;

        for (j=1; j<5; j++)
        {
            // Λήψη επόμενης τυχαίας τιμής από το εύρος τιμών του
διαστήματος [-VAR, +VAR]
            V = rnd() * 2 * VAR - VAR;
            // Δημιουργία επόμενου νέου προσωρινού δελφινιού
            Dtemp = D[i] + V;
            // Υπολογισμός επόμενης νέας προσωρινής ποιότητας
δελφινιού
            Qtemp = fitness(Dtemp);
            if (Qtemp > QL[i])
            {
                // Ενημέρωση των τιμών των δελφινιών και των
ποιοτήτων των δελφινιών
                L[i] = Dtemp;
                QL[i] = Qtemp;
            }
        }

        // Ενημέρωση των τιμών των δελφινιών και των ποιοτήτων
// των δελφινιών της γειτονιάς εφόσον οι καλύτερες τιμές

```

```

        // που προέκυψαν παραπάνω είναι μεγαλύτερες από τις αρχικές
        if (QL[i] > QK[i])
        {
            K[i] = L[i];
            QK[i] = QL[i];
        }
    }

    // Step 2.2: call phase
    // Καταχώρηση όλων των αποστάσεων μεταξύ των δελφινιών στον πίνακα TS
    for (i=0; i<N; i++)
    {
        for (j=0; j<N; j++)
        {
            // Πίνακας συντεταγμένων (x, y) ανά ζεύγος δελφινιών
            // Υπολογισμός της απόστασης του ζεύγους των δελφινιών TS
            TS[i][j] = abs(calcDolDis(D[i], D[j]));
        }
    }

    // Step 2.3: reception phase

    float unit_to_reduce = 0.01;
    bool satisfy = false;
    while (!satisfy)
    {
        satisfy = true;
        for (i=0; i<N; i++)
        {
            for (j=0; j<N; j++)
            {
                if ((i != j) && (0 < TS[i][j]))
                {
                    TS[i][j] = TS[i][j] - unit_to_reduce;
                    if (0 >= TS[i][j])
                    {
                        if (QK[j] > QK[i])
                        {
                            K[i] = K[j];
                            QK[i] = QK[j];
                        }
                        else
                        {
                            satisfy = false;
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }

    // Step 2.4: predation phase
    printf("\n");
    for (i=0; i<N; i++)
    {
        DK[i] = fabs(D[i] - K[i]);
        DKL[i] = fabs(K[i] - L[i]);
    }

```

```

    if (DK[i] < R1) {
        printf("DOLPHIN #%d: Case 1 - ", i);
        R2 = (1.0 - 2.0/e) * DK[i];
        // Δημιουργία νέου προσωρινού δελφινιού
        Dtemp = K[i] + ((D[i] - K[i]) / DK[i]) * R2;
    }
    else if (DK[i] > DKL[i]) {
        printf("DOLPHIN #%d: Case 2 - ", i);
        R2 = (1.0 - ((DK[i] / QK[i]) + ((DK[i] - DKL[i]) /
QL[i])) / (e*DK[i]/QK[i])) * DK[i];
        // Λήψη τυχαίας τιμής από το εύρος τιμών του διαστήματος
        [-100, +100]

        rand100 = rnd() * 200 - 100;
        // Δημιουργία νέου προσωρινού δελφινιού
        Dtemp = K[i] + rand100 * R2 / fabs(rand100);
    }
    else {
        printf("DOLPHIN #%d: Case 3 - ", i);
        R2 = (1.0 - ((DK[i] / QK[i]) - ((DKL[i] - DK[i]) /
QL[i])) / (e*DK[i]/QK[i])) * DK[i];
        // Λήψη τυχαίας τιμής από το εύρος τιμών του διαστήματος
        [-100, +100]

        rand100 = rnd() * 200 - 100;
        // Δημιουργία νέου προσωρινού δελφινιού
        Dtemp = K[i] + rand100 * R2 / fabs(rand100);
    }

    // Υπολογισμός νέας προσωρινής ποιότητας δελφινιού
    Qtemp = fitness(Dtemp);

    printf("old pos = %.7lf, new pos = %.7lf, old quality = %.7lf,
new quality = %.7lf -> ", D[i], Dtemp, QK[i], Qtemp);

    // Το δελφίνι μετακινείται στη νέα θέση και λαμβάνει τη νέα
ποιότητα

    D[i] = Dtemp;
    Q[i] = Qtemp;

    // Έλεγχος αν η νέα προσωρινή ποιότητα της νέας θέσης του
δελφινιού

    // είναι καλύτερη της βέλτιστης ποιότητας της γειτονιάς του
τότε

    // η βέλτιστη θέση αντικαθίσταται από την νέα θέση
    // και η βέλτιστη ποιότητα αντικαθίσταται από την νέα ποιότητα
    if (Qtemp > QK[i]) {
        K[i] = Dtemp;
        QK[i] = Qtemp;
        printf("Changed!\n");
    }
    else {
        printf("Not Changed!\n");
    }
}

// Εκτύπωση των τιμών των δελφινιών και
// των ποιότητων των δελφινιών της γειτονιάς
printf("\n\n DOLPHIN\t\t\t QK\t\t\t QL\n");
printf("-----\n");
for (i=0; i<N; i++)
{

```

```
        printf("Dolphin #d\t%.7lf\t%.7lf\n", i, QK[i], QL[i]);
    }
    bestD = findBest();
    printf("\nDolphin #d has the best quality (%.7lf).\n", bestD,
Q[bestD]);
    system("PAUSE");
}

system("PAUSE");
return EXIT_SUCCESS;
}
```