Text

Description automatically generated with low confidence

*ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ*

*ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ*

*ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ*

**ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ**

**ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2022

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ**: ΑΥΓΕΡΙΝΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ**: Π19020

**EMAIL**: xristoskitharistas@gmail.com

Contents

[Περιγραφή Προβλήματος 2](#_Toc105421718)

[Αναπαράσταση Υποψήφιων Λύσεων(κωδικοποίηση) 3](#_Toc105421719)

[Δημιουργία τυχαίου αρχικού πληθυσμού 4](#_Toc105421720)

[Βαθμολόγηση μέσω συνάρτηση καταλληλόλητας(fitness function) 5](#_Toc105421721)

[Διαδικασία Επιλογής Γονέων 6](#_Toc105421722)

[Αναπαραγωγή με τροποποιημένη τεχνική διασταύρωσης 7](#_Toc105421723)

[Μερική Ανανέωση Πληθυσμού 9](#_Toc105421724)

[Μετάλλαξη ψηφίου 10](#_Toc105421725)

[Τερματισμός Αλγορίθμου 11](#_Toc105421726)

[Παράδειγμα λειτουργίας 12](#_Toc105421727)

[Προγραμμα 15](#_Toc105421728)

# Περιγραφή Προβλήματος

Αναπτύξτε πρόγραμμα επίλυσης του Traveling Salesman Problem με χρήση γενετικών αλγορίθμων και γλώσσα προγραμματισμού της επιλογής σας. Ο γράφος αποτελείται από πλήρως διασυνδεδεμένες πόλεις όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

A picture containing text, watch

Description automatically generated

Χρησιμοποιείστε τυχαίο αρχικό πληθυσμό με πλήθος της δικής σας επιλογής. Χρησιμοποιείστε συνάρτηση καταλληλόλητας και διαδικασία επιλογής γονέων σας της δικής σας επιλογής, επίσης. Χρησιμοποιείστε αναπαραγωγή με διασταύρωση ενός σημείου. Επιλέξτε αν θέλετε να κάνετε και μερική ανανέωση πληθυσμού σε κάποιο ποσοστό π.χ. 30% και μετάλλαξη ενός ψηφίου π.χ. στο 10% του πληθυσμού. Παραδοτέα της εργασίας είναι μία σύντομη αναφορά που να περιλαμβάνει τον τρόπο δράσης του υπολογιστή σύμφωνα με τον αλγόριθμο επίλυσης και παραδείγματα εκτέλεσης του προγράμματος που αναπτύξατε.

# Αναπαράσταση Υποψήφιων Λύσεων(κωδικοποίηση)

Text

Description automatically generated

Προκειμένου να εκφράσουμε τις 5 πόλεις μετατρέψαμε (κωδικοποιήσαμε) την κάθε μια στην αντίστοιχη δυαδική με 3 bits προκειμένου να διευκολυνθούμε στην αναπαράσταση την υποψήφιων λύσεων όπου η κάθε μια θα είναι μια δυαδική συμβολοσειρά(bit-strings) δηλαδή ένα χρωμόσωμα.

Text

Description automatically generated

Επίσης ορίσαμε όλες τις πιθανές διαδρομές που μπορεί να κάνει μια πόλη προς μια άλλη βάση του σχήματος της εκφώνησης με τα ανάλογα κόστη.

# Δημιουργία τυχαίου αρχικού πληθυσμού

Text

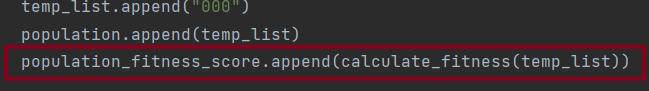
Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Δημιουργούμε έναν τυχαίο πληθυσμό από χρωμοσώματα σε πλήθος ίσο με αυτό που ορίζουμε στην αρχή του προγράμματος με την βοήθεια της συνάρτησης **create\_chromosome** που ανακατεύει όλες τις πόλεις εκτός της αρχικής και τελικής που παραμένει η Α καθώς είναι η αφετηρία και ο τερματισμός του πλανόδιου πωλητή.

# Βαθμολόγηση μέσω συνάρτηση καταλληλόλητας(fitness function)



Text

Description automatically generated

Η συνάρτηση **calculate\_fitness** δέχεται σαν είσοδο ένα χρωμόσωμα και επιστρέφει το κόστος του από όλες τις διαδρομές που κάνει δηλαδή το άθροισμα του κόστους της μεταφοράς του πλανόδιου πωλητή από την μια πόλη στην άλλη μέχρι της τερματική πόλη(Α).

Με την βοήθεια αυτής της συνάρτησης βρίσκουμε τα κόστη όλων των χρωμοσωμάτων του τυχαίου πληθυσμού που παράξαμε.

Text

Description automatically generated

Βέβαια όπως βλέπουμε πρέπει να αντιστρέψουμε τα κόστη του κάθε χρωμοσώματος που βρήκαμε μιας και ο γενετικός αλγόριθμος δουλεύει σαν πρόβλημα μεγιστοποίησης.

# Διαδικασία Επιλογής Γονέων

Συνάρτηση **select\_parents**

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Στη **main**



Στην συνάρτησηselect\_parentsχρησιμοποιούμε **την Τεχνική της ρουλέτας** όπου όλα τα χρωμοσώματα έχουν πιθανότητες να επιλεχθούν αλλά τα πιο ικανά με μεγαλύτερο fitness έχουν περισσότερες. Συγκεκριμένα:

1. Δέχεται σαν όρισμα το άθροισα ***fitness\_sum*** όλων των τιμών αξιολόγησης των υποψηφίων λύσεων.
2. Επιλέγεται ένας τυχαίος αριθμός **rand**, από το 0 µέχρια το fitness\_sum, χρησιμοποιώντας συνάρτηση ομοιόμορφης κατανομής για τη δημιουργία των τυχαίων αριθμών.
3. Επαναληπτικά εξετάζεται κάθε υποψήφια λύση και η τιμή της προστίθεται σε έναν καταχώρηση **temp\_sum**.
4. Αν η τιμή του temp\_sum γίνει µμεγαλύτερη ή ίση του **rand**, η τελευταία λύση επιλέγεται προσθέτοντας την στην δεξαμενή ζευγαρώματος(**mating pool**) και η βοηθητική μεταβλητή **temp\_sum** µηδενίζεται. Στην αντίθετη περίπτωση εκτελείται πάλι το 3.
5. Αν δεν έχει επιλεγεί ικανοποιητικός αριθμός υποψηφίων λύσεων εκτελείται το 2, αλλιώς ο αλγόριθμος τερματίζει.

# Αναπαραγωγή με τροποποιημένη τεχνική διασταύρωσης

Text

Description automatically generated

Για το ζευγάρωμα χρησιμοποιούμε μια τροποποιημένη τεχνική διασταύρωσης καθώς με τους πιο συνηθισμένους τελεστές διασταύρωσης μπορεί να προκύψουν μη έγκυρα χρωμοσώματα.

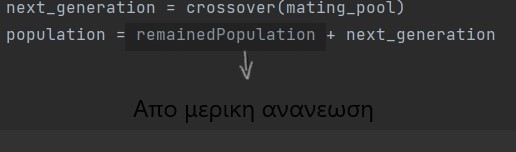
Έτσι ο κάθε απόγονος προκύπτει από την εξής διαδικασία:

* Η αρχική και τελική πόλη παραμένει προφανώς ιδιά(Α).
* Στην μέση μπαίνουν οι δυο πόλεις από τον γονέα 1.
* Στη συνέχεια συνεχίζουμε πηγαίνοντας στον γονέα 2 από τα δεξιά προς τα αριστερά συμπληρώνοντας τις πόλεις που δεν βρίσκονται ήδη στον απόγονο με έλεγχο εγκυρότητας.
* Τέλος αν δεν έχουν συμπληρωθεί όλες οι πόλεις στο χρωμόσωμα επανερχόμαστε στην γονέα 1 και συμπληρώνουμε όσες πόλεις λείπουν.

Text

Description automatically generated

Η νέα γενια-πληθυσμος προκύπτει παίρνοντας Ν/2 ζευγάρια από τη δεξαμενή ζευγαρώματος την οποία δεχόμαστε ως όρισμα. Παράδειγμα: Το 1ο ζευγάρι είναι στην θέση matingPool[0] και matingPool[1] ,το 2ο στην θέση matingPool[2] και matingPool[3] κλπ.



# Μερική Ανανέωση Πληθυσμού

Συνάρτηση **partial\_renewal**

Text

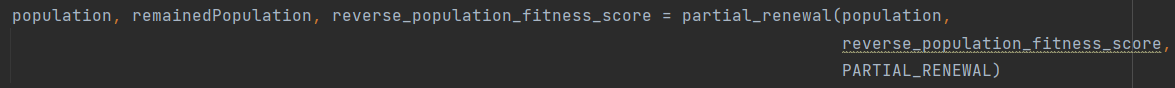
Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Στη **main**





Μπορούμε να επιλέξουμε τον βαθμό κατά τον οποίο γίνεται η δημιουργία απογόνων μέσω της μεταβλητής **PARTIAL\_RENEWAL**. Συγκεκριμένα ένα ποσοστό του πληθυσμού(1-**PARTIAL\_RENEWAL**) παραμένει ατόφιο από την προηγουμένη γενιά ενώ στο υπόλοιπο γίνεται ανανεωση.Στο δικό μας παράδειγμα το 20% παραμένει ίδιο σε κάθε επανάληψη ενώ το 80% παράγεται από ανανέωση πληθυσμού.

# Μετάλλαξη ψηφίου

Συνάρτηση **mutate\_population**

Text

Description automatically generated

Στη **main**





Στο σημείο αυτό επιλέγεται τυχαία ένα ποσοστό **mutationRate** του πληθυσμού αυτού στο οποίο θα συμβούν τυχαίες μεταλλάξεις. Συγκεκριμένα:

Παράγουμε έναν τυχαίο αριθμό και αν αυτός είναι μικρότερος από την μεταβλητή **mutationRate** ανταλλάζουμε δυο πόλεις από το χρωμόσωμα τυχαία με έλεγχο βέβαια ότι αυτές οι δυο πόλεις δεν είναι η πρώτη η η τελευταία.

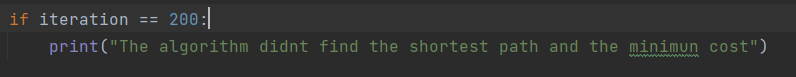
Αυτή η διαδικασία έχει επίσης σκοπό της βελτίωση του προγράμματος και τον αποτελεσμάτων.

# Τερματισμός Αλγορίθμου

Η όλη διαδικασία τερματίζει σε μια από τις δυο περιπτώσεις:

1. Oταν ο πληθυσμός αρχίζει να συγκλίνει δηλαδή όταν έχουμε επικράτηση ενός χρωμοσώματος ή µικρων παραλλαγών του, σε μεγάλο ποσοστό στον πληθυσμό (95% στο παράδειγμα μας). Text

   Description automatically generated
2. Όταν μετα από πολλές επαναλήψεις (200 στο παράδειγμα μας) ο αλγόριθμος δεν έχει συγκλίνει προς κάποια τιμή.



# Παράδειγμα λειτουργίας

**1η επανάληψη**

Text

Description automatically generated

Graphical user interface, text

Description automatically generated

[Text

Description automatically generated](../../../Videos/2022-06-05%2013-48-33.mkv)

Text

Description automatically generated with medium confidence

**Τελευταία επανάληψη(34η)**

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

# Προγραμμα

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated

Text

Description automatically generated