



Π.Μ.Σ. ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΒΡΑΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΜΑΘΗΜΑ : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΧΡΟΝΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ΜΟΝΟΠΑΤΙΟΥ : ΚΙΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ - Α.Μ. 34

## 1.Περιγραφή κλάσεων πηγαίου κώδικα

### Κλάση : create\_new\_txt

Ο χρήστης εισάγει το όνομα του αρχείου που θέλει να δημιουργήσει. Αν αυτό υπάρχει ήδη, η κλάση τερματίζει και του τυπώνει στην κονσόλα να επιλέξει άλλο όνομα. Στην περίπτωση που το όνομα δεν υπάρχει, το δημιουργεί και του ζητά τον αριθμό των κόμβων που θα προσθέσει. Έπειτα του ζητά το όνομα του κόμβου. Αν ο χρήστης πατήσει “ok” χωρίς να συμπληρώσει όνομα η κλάση πάλι τερματίζει. Στην περίπτωση που δοθεί ένα όνομα, το πρόγραμμα αυτόματα μετασχηματίζει το όνομα, έτσι ώστε το πρώτο του γράμμα να είναι κεφαλαίο. Αυτό γιατί τα ονόματα των κόμβων “του google maps” αρχίζουν πάντα με κεφαλαίο γράμμα, οπότε αποφεύγεται η περίπτωση τυπογραφικού σφάλματος από τη μεριά του χρήστη. Ακολούθως, το πρόγραμμα ζητά από το χρήστη την εισαγωγή πρώτα του γεωγραφικού πλάτους και αμέσως μετά την εισαγωγή του γεωγραφικού μήκους. Η διαδικασία εισαγωγής ονόματος- γεωγραφικού πλάτους- γεωγραφικού μήκους επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των κόμβων που πρόσθεσε αρχικά. Η εισαγωγή ονομάτων γίνεται χωρίς περιορισμό για το έλεγχο διπλοτύπων.

### Κλάση : create\_new\_txt\_cities

Ο χρήστης εισάγει το όνομα του αρχείου που θέλει να δημιουργήσει. Αν αυτό υπάρχει ήδη, η κλάση τερματίζει και του τυπώνει στην κονσόλα να επιλέξει άλλο όνομα. Στην περίπτωση που το όνομα δεν υπάρχει, το δημιουργεί και του ζητά τον αριθμό των πόλεων που θα προσθέσει. Έπειτα του ζητά το όνομα της πόλης. Αν ο χρήστης πατήσει “ok” χωρίς να συμπληρώσει όνομα η κλάση πάλι τερματίζει. Στην περίπτωση που δοθεί ένα όνομα, το πρόγραμμα αυτόματα μετασχηματίζει το όνομα, έτσι ώστε το πρώτο του γράμμα να είναι κεφαλαίο. Αυτό γιατί τα ονόματα των πόλεων “του google maps” αρχίζουν πάντα με κεφαλαίο γράμμα, οπότε αποφεύγεται η περίπτωση τυπογραφικού σφάλματος από τη μεριά του χρήστη. Ακολούθως, το πρόγραμμα ζητά από το χρήστη την εισαγωγή πρώτα του γεωγραφικού πλάτους και αμέσως μετά την εισαγωγή του γεωγραφικού μήκους. Η διαδικασία εισαγωγής ονόματος- γεωγραφικού πλάτους- γεωγραφικού μήκους επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των κόμβων που πρόσθεσε αρχικά. Η εισαγωγή ονομάτων γίνεται χωρίς περιορισμό για το έλεγχο διπλοτύπων.

### Κλάση : create\_new\_txt\_roads

Ο χρήστης εισάγει το όνομα του αρχείου που θέλει να δημιουργήσει. Αν αυτό υπάρχει ήδη, η κλάση τερματίζει και του τυπώνει στην κονσόλα να επιλέξει άλλο όνομα. Στην περίπτωση που το όνομα δεν υπάρχει, το δημιουργεί και του ζητά τον αριθμό των δρόμων που θα προσθέσει. Έπειτα του ζητά το όνομα του δρόμου. Αν ο χρήστης πατήσει “ok” χωρίς να συμπληρώσει όνομα η κλάση πάλι τερματίζει. Στην περίπτωση που δοθεί ένα όνομα δρόμου, το πρόγραμμα αυτόματα μετασχηματίζει το όνομα, έτσι ώστε το πρώτο του γράμμα να είναι κεφαλαίο. Αυτό γιατί τα ονόματα των δρόμων “του google maps” αρχίζουν πάντα με κεφαλαίο γράμμα, οπότε αποφεύγεται η περίπτωση τυπογραφικού σφάλματος από τη μεριά του χρήστη. Ακολούθως, το πρόγραμμα ζητά από το χρήστη την εισαγωγή των δύο πόλεων που συνδέει ο δρόμος, την απόσταση σε χιλιόμετρα (km) και το μέσο χρόνο σε λεπτά (min). Ο μετασχηματισμός του ονόματος ισχύει και για τις δύο πόλεις που θα εισαχθούν. Η διαδικασία εισαγωγής ονόματος- αρχικής πόλης-τελικής πόλης-απόστασης-χρόνου επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσος είναι ο αριθμός των δρόμων που πρόσθεσε αρχικά. Η εισαγωγή ονομάτων γίνεται χωρίς περιορισμό για το έλεγχο διπλοτύπων.

### Κλάση : FileMerge

Ο χρήστης καλείται να εισάγει τρία ονόματα αρχείων. Τα πρώτα δύο ονόματα είναι αυτά που θα συγχωνευθούν και το τρίτο αυτό που θα έχει τελικά το περιεχόμενο και των δύο. Τα δύο πρώτα αρχεία δε διαγράφονται. Το τρίτο περιέχει πρώτα το περιεχόμενο του πρώτου αρχείου, το οποίο πρέπει να είναι το αρχείο που περιέχονται οι πόλεις, αν ενώνουμε αρχείο πόλεων με αρχείο δρόμων. Στην περίπτωση που ο χρήστης δώσει ονόματα για τα δύο πρώτα αρχεία, που δεν υπάρχουν ή τρίτο όνομα που υπάρχει ήδη, το πρόγραμμα σταματά και του ζητά να δώσει διαφορετικά ονόματα.

### Κλάση : delete\_file

Η κλάση αυτή ζητά από το χρήστη να δώσει ένα όνομα αρχείου, το οποίο είναι προς διαγραφή. Έπειτα ακολουθεί μια ερώτηση επιβεβαίωσης ή όχι της διαγραφής. Αν το όνομα του αρχείου δεν υπάρχει ή ο χρήστης στην επόμενη ερώτηση επιβεβαίωσης πληκτρολογήσει “n” το αρχείο τελικά δε θα διαγραφεί. Συνεπώς, το αρχείο διαγράφεται μόνο όταν ο χρήστης πληκτρολογήσει “y” στην ερώτηση επιβεβαίωσης.

### Κλάση : split\_file

Ο χρήστης καλείται να εισάγει το όνομα του αρχείου, που θα διαιρεθεί σε δύο κομμάτια. Το πρώτο κομμάτι θα περιέχει τις πόλεις και το δεύτερο τους δρόμους. Για αυτό το λόγο, η κλάση “FileMerge” μας ζήτησε πρώτα το όνομα του αρχείου με τις πόλεις και δεύτερο το όνομα του αρχείου με τους δρόμους. Τα δύο αρχεία που θα δημιουργηθούν θα έχουν το όνομα του αρχείου που δόθηκε ως πρώτο συνθετικό ενωμένο με τους χαρακτήρες “\_1.txt” και “\_2.txt”. Αν για παράδειγμα δοθεί όνομα αρχείου “a”, θα δημιουργηθούν τα “a\_1.txt” και “a\_2.txt”. Στην περίπτωση που ο χρήστης δώσει όνομα αρχείου και υπάρχει ένα τουλάχιστον από τα παράγωγά του (“\_1.txt” ή “\_2.txt”) το πρόγραμμα τερματίζει και του ζητά να δώσει διαφορετικό όνομα.

### Κλάση : replace\_line\_in\_file

Αρχικά, ο χρήστης δηλώνει το όνομα του αρχείου που επιθυμεί. Στη συνέχεια, αν το αρχείο υπάρχει θα του ζητηθεί το όνομα του στοιχείου το οποίο θέλει να αντικαταστήσει και το όνομα του στοιχείου που θα υπάρχει στη θέση του πρώτου. Η αντικατάσταση γίνεται σε όλα τα στοιχεία που υπάρχουν.

### Κλάση : append\_to\_file

Η κλάση αυτή είναι υπεύθυνη για την εισαγωγή νέων στοιχείων στο τέλος ενός αρχείου και ταυτόχρονα την ενημέρωση του συνολικού αριθμού των στοιχείων του νέου αρχείου που θα δημιουργηθεί. Το αρχικό αρχείο δε διαγράφεται αυτόματα και γίνεται έλεγχος αν το νέο αρχείο υπάρχει ήδη. Αν ο χρήστης επιθυμεί να το διαγράψει μπορεί να κάνει χρήση της κλάσης “delete\_file”. Η εισαγωγή νέων στοιχείων διακρίνεται σε τέσσερις περιπτώσεις και ο χρήστης καλείται να επιλέξει μια από αυτές :

- Εισαγωγή μιας μόνο πόλης στο τέλος ενός αρχείου με πόλεις.
- Εισαγωγή ενός μόνο δρόμου στο τέλος ενός αρχείου με δρόμους.
- Εισαγωγή πολλαπλών πόλεων στο τέλος ενός αρχείου με πόλεις.
- Εισαγωγή πολλαπλών δρόμων στο τέλος ενός αρχείου με δρόμους.

Αρχικά το πρόγραμμα ζητά από το χρήστη να του δώσει το όνομα του αρχείου στο οποίο θέλει να προσθέσει νέα στοιχεία. Αν το αρχείο υπάρχει, το πρόγραμμα ρωτά το χρήστη να διαλέξει μια περίπτωση από τις τέσσερις πατώντας “1”, “2”, “3” ή “4” αντίστοιχα. Στην πρώτη περίπτωση του ζητά επιπλέον το όνομα του αρχείου προορισμού, το όνομα της πόλης που θα προσθέσει, το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος της. Στη δεύτερη περίπτωση του ζητά το όνομα του αρχείου προορισμού, το όνομα του δρόμου που θα προσθέσει, το όνομα της πόλης εκκίνησης, το όνομα της πόλης τερματισμού, την απόσταση σε χιλιόμετρα (km) και τη μέση διάρκεια ταξιδιού σε λεπτά (min). Στην τρίτη περίπτωση, αρχικά του ζητά τον αριθμό των πόλεων που θέλει να προσθέσει, το όνομα του αρχείου προορισμού και ακολούθως μέσα σε μια επαναληπτική διεργασία του ζητά να προσθέσει το όνομα της πόλης, το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος της. Στην τέταρτη περίπτωση, αρχικά του ζητά τον αριθμό των δρόμων που θέλει να προσθέσει, το όνομα του αρχείου προορισμού και ακολούθως μέσα σε μια επαναληπτική διεργασία του ζητά να προσθέσει το όνομα του δρόμου, το όνομα της πόλης εκκίνησης, το όνομα της πόλης τερματισμού, την απόσταση σε χιλιόμετρα (km) και τη μέση διάρκεια ταξιδιού σε λεπτά (min). Στις περιπτώσεις που ο χρήστης ζητά να προσθέσει πόλη ή δρόμο που υπάρχει ήδη στο αρχικό αρχείο το πρόγραμμα τερματίζει και του τυπώνει στην κονσόλα να δοκιμάσει ξανά με άλλο όνομα.

### Κλάση : show\_file\_contents

Ο χρήστης με αυτή την κλάση μπορεί να δει τα περιεχόμενα ενός αρχείου στην κονσόλα, αφού πρώτα ερωτηθεί για το όνομα του αρχείου που θέλει να εξετάσει. Υπάρχει η δυνατότητα αναζήτησης τόσο μιας πόλης και των επιμέρους στοιχείων της (όνομα, latitude και longitude), όσο και ενός δρόμου και των επιμέρους στοιχείων του (όνομα, πόλη εκκίνησης, πόλη τερματισμού, απόσταση και μέσος χρόνος). Αν το αρχείο δεν υπάρχει, θα του επιστραφεί μήνυμα στην κονσόλα που να δηλώνει την έλλειψη του αρχείου.

### Κλάση : latitude\_longitude

Εδώ, εμπεριέχονται δύο υποκλάσεις με ονόματα “ lat\_long\_to\_euclidean ” και “ find\_lat\_long\_within\_file ”. Η πρώτη χρησιμεύει στον υπολογισμό της ευθείας μεταξύ δύο σημείων της γης, δοσμένων των γεωγραφικών μηκών και πλατών τους. Η δεύτερη, είναι υπεύθυνη για την εύρεση μιας πόλης σε ένα αρχείο και την επιστροφή των γεωγραφικών συντεταγμένων της. Συνδυαστικά μπορούμε να ζητήσουμε από το χρήστη δύο ονόματα πόλεων με τη δεύτερη κλάση και δίνοντας τις εξόδους της στην πρώτη, να μας επιστραφεί στην κονσόλα το μήκος της Ευκλείδειας απόστασης τους.

### Κλάση : City

Η κλάση “City”, είναι η βασική κλάση που περιέχει τη δομή των αντικειμένων των πόλεων.

### Κλάση : Road

Η κλάση “Road”, είναι η βασική κλάση που περιέχει τη δομή των αντικειμένων των δρόμων.

### Κλάση : Node

Η κλάση “Node”, είναι η βασική κλάση υπεύθυνη για την περιγραφή των κόμβων του προβλήματος, όπου περιγράφονται οι ακολουθίες των πόλεων μέχρι το τρέχον σημείο της αναζήτησης, μαζί με το πραγματικό και το ευριστικό κόστος. Το πραγματικό κόστος αφορά τις πραγματικές αποστάσεις ή τους μέσους χρόνους ενός δρόμου. Το ευριστικό κόστος, μπορεί να είναι είτε η απόσταση σε ευθεία μεταξύ δύο πόλεων, είτε η πραγματική απόσταση διαιρεμένη με την ταχύτητα ταξιδιού (130 km/h) (ευριστικός χρόνος).

### Κλάση : Path

Η κλάση “ Path”, είναι μια επέκταση της κλάσης “Road”, με επιπλέον συναρτήσεις για την δυνατότητα αναζήτησης μονοπατιού με κριτήριο την απόσταση, αλλά και το χρόνο.

### Κλάση : Astar

Η κλάση “ Astar”, περιλαμβάνει την υλοποίηση του αλγορίθμου αναζήτησης “A star”, ο οποίος χρησιμοποιεί την ελάχιστη τιμή του κόστους που επιλέξαμε (απόσταση ή χρόνος) αθροιστικά με την ευριστική συνάρτηση απόστασης (Ευκλείδεια ευθεία), για την επιλογή του νέου κόμβου αναζήτησης.

### Κλάση : Greedy

Η κλάση “ Greedy”, “”, περιλαμβάνει την υλοποίηση του αλγορίθμου αναζήτησης “Greedy Best First Search”, ο οποίος χρησιμοποιεί την ελάχιστη τιμή του κόστους που επιλέξαμε (απόσταση ή χρόνος), για την επιλογή του νέου κόμβου αναζήτησης.

## Κλάση : select\_file

Ο χρήστης μπορεί μέσω αυτής της κλάσης να επιλέξει ένα αρχείο το οποίο βρίσκεται στη μορφή :

Αριθμός πόλεων

Όνομα πόλης 1

Γεωγραφικό πλάτος πόλης 1

Γεωγραφικό μήκος πόλης 1

Όνομα πόλης 2

Γεωγραφικό πλάτος πόλης 2

Γεωγραφικό μήκος πόλης 2

...

Αριθμός δρόμων

Όνομα δρόμου 1

Όνομα πόλης εκκίνησης δρόμου 1

Όνομα πόλης τερματισμού δρόμου 1

Απόσταση πόλης εκκίνησης-πόλης τερματισμού (km)

Μέση διάρκεια ταξιδιού (min)

Όνομα δρόμου 2

Όνομα πόλης εκκίνησης δρόμου 2

Όνομα πόλης τερματισμού δρόμου 2

Απόσταση πόλης εκκίνησης-πόλης τερματισμού (km)

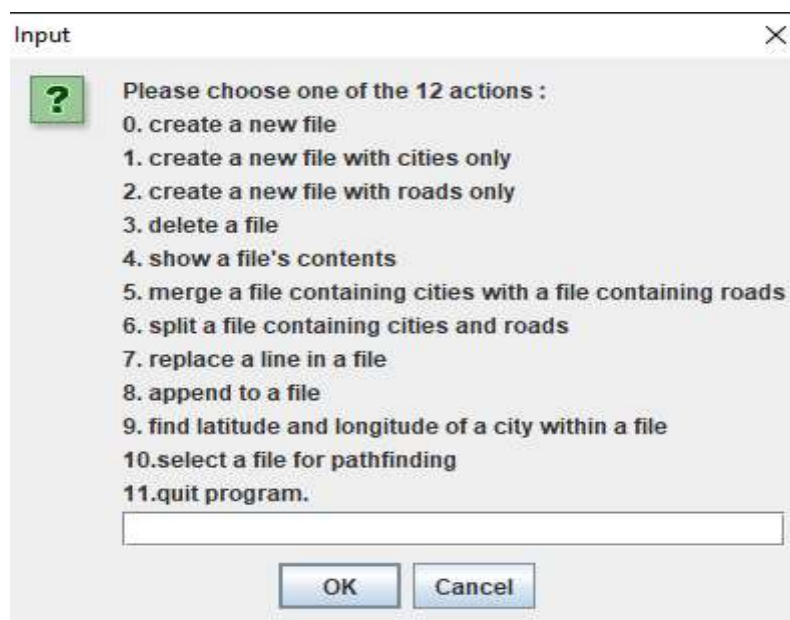
Μέση διάρκεια ταξιδιού (min)

...

Μέσω αυτού του αρχείου θα μπορέσει να κάνει αναζήτηση του μονοπατιού από μία πόλη εκκίνησης σε μια πόλη τερματισμού. Αρχικά, του ζητείται να επιλέξει μεταξύ των δύο υλοποιημένων αλγορίθμων αναζήτησης ("A star" ή "Greedy Best First Search"). Στη συνέχεια, επιλέγει τις δύο πόλεις και τέλος, καλείται να επιλέξει με βάση ποιο κριτήριο επιθυμεί να γίνει η αναζήτηση ("απόσταση" ή "χρόνος").

## 2.User Interface

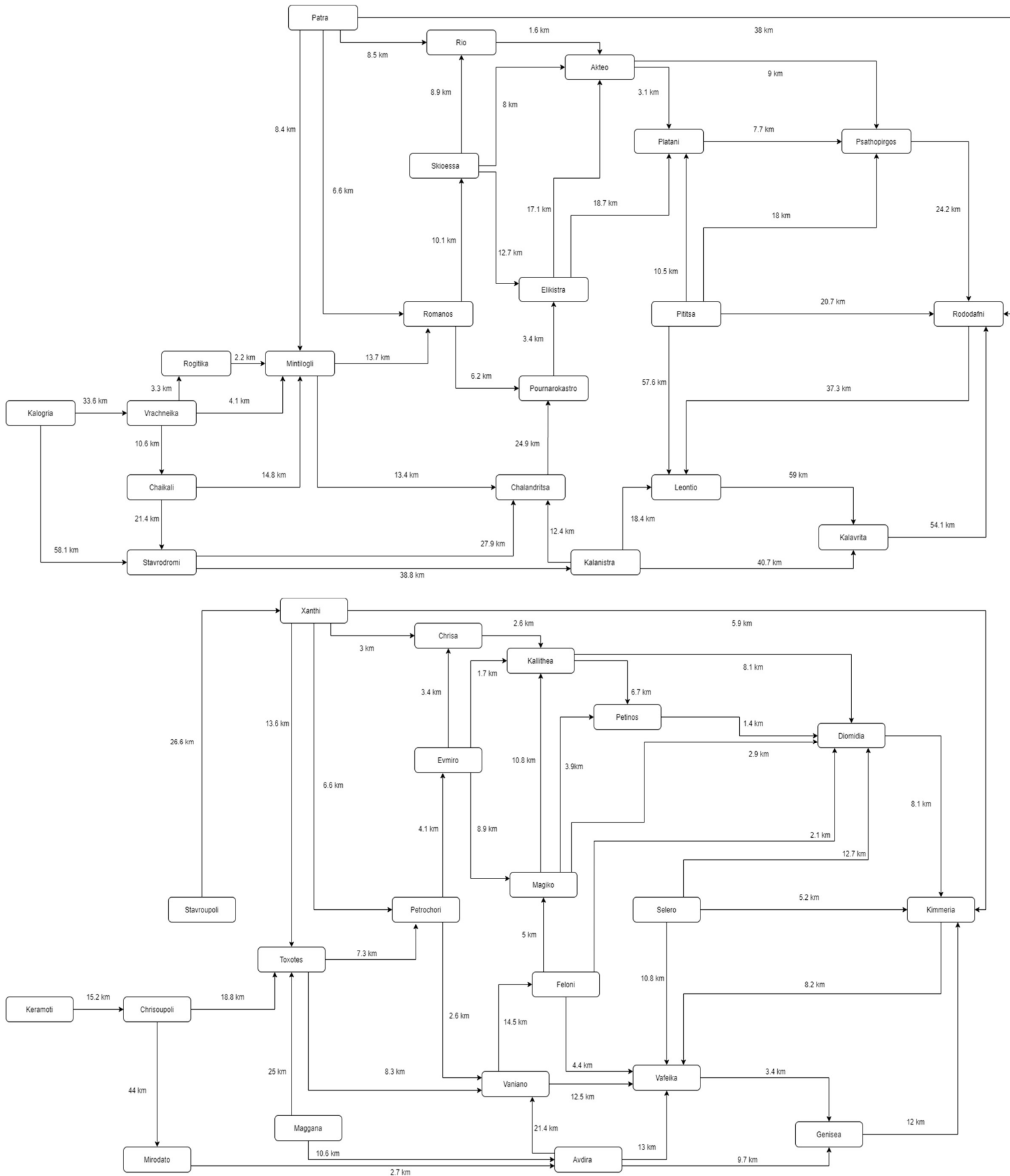
Ο χρήστης ελέγχει πλήρως τις παραπάνω κλάσεις, μέσω ενός διαδραστικού περιβάλλοντος, το menu του οποίου απεικονίζεται ακολούθως. Με την επιλογή του κατάλληλου αριθμού, εκτελείται και το αντίστοιχο τμήμα του κώδικα.



Εικόνα 1. Menu προγράμματος.

### 3. Δεδομένα περιφερειακών ενοτήτων Αχαΐας και Ξάνθης

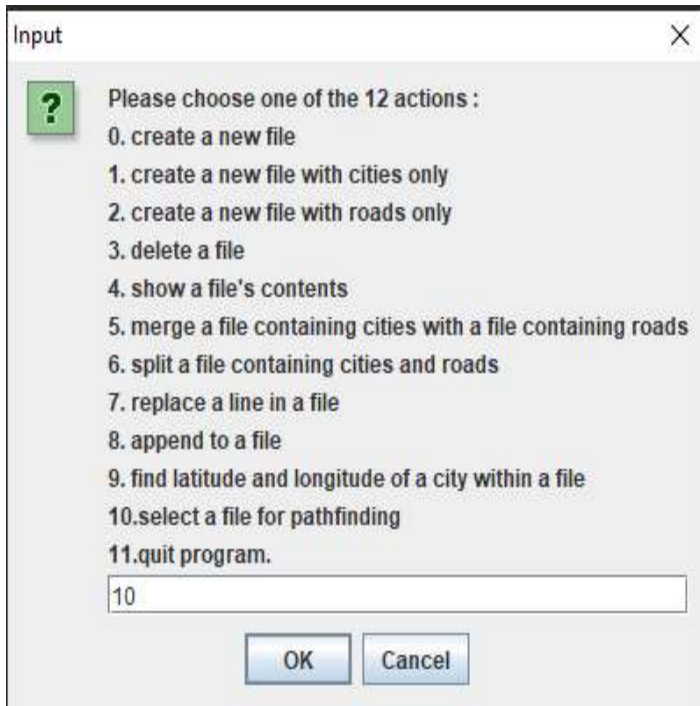
Οι δύο χάρτες που ακολουθούν, απεικονίζουν τα ονόματα των πόλεων και των δρόμων που επιλέχθηκαν.





Συνολικά, επιλέχθηκαν 42 πόλεις/χωριά από τις περιφερειακές ενότητες Αχαΐας και Ξάνθης και 80 δρόμοι που τις συνδέουν. Η εύρεση των γεωγραφικών συντεταγμένων των πόλεων, έγινε μέσω της εφαρμογής “google maps”, από την οποία είναι δυνατή η εξαγωγή τους με δεξί κλικ στο όνομα της πόλης και επιλογή της εντολής “Τι υπάρχει εδώ;”. Επίσης, στο σύνολο των δεδομένων, έπρεπε να εισαχθούν οι πραγματικές αποστάσεις των δρόμων που συνδέουν τις πόλεις αλλά και οι μέσοι χρόνοι ταξιδιού από τη μια πόλη στην άλλη. Η επιλογή “Οδηγίες” της εφαρμογής “google maps”, έκανε δυνατή τη συλλογή και αποθήκευσή τους.

#### 4. Συγκριτικά παραδείγματα εφαρμογής για κριτήριο χρόνου και απόστασης



Input

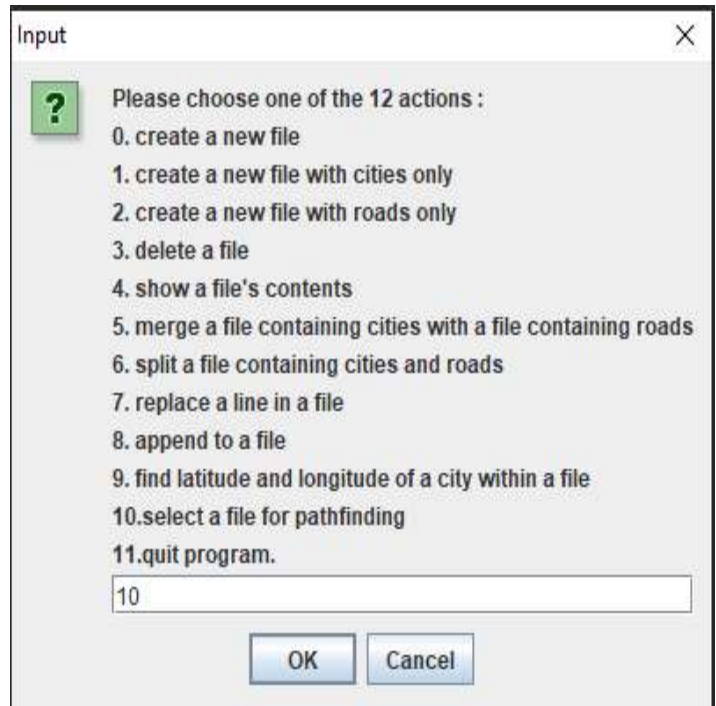
?

Please choose one of the 12 actions :

0. create a new file
1. create a new file with cities only
2. create a new file with roads only
3. delete a file
4. show a file's contents
5. merge a file containing cities with a file containing roads
6. split a file containing cities and roads
7. replace a line in a file
8. append to a file
9. find latitude and longitude of a city within a file
10. select a file for pathfinding
11. quit program.

10

OK Cancel



Input

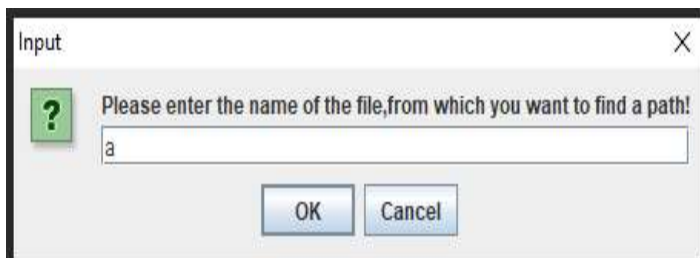
?

Please choose one of the 12 actions :

0. create a new file
1. create a new file with cities only
2. create a new file with roads only
3. delete a file
4. show a file's contents
5. merge a file containing cities with a file containing roads
6. split a file containing cities and roads
7. replace a line in a file
8. append to a file
9. find latitude and longitude of a city within a file
10. select a file for pathfinding
11. quit program.

10

OK Cancel



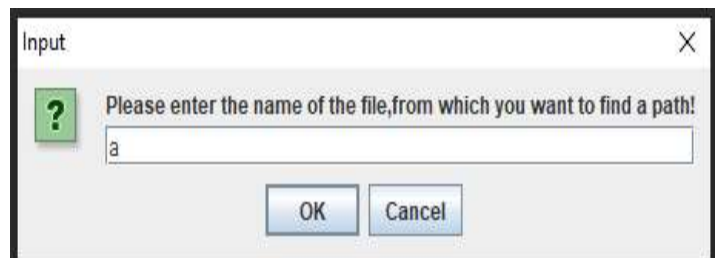
Input

?

Please enter the name of the file, from which you want to find a path!

a

OK Cancel



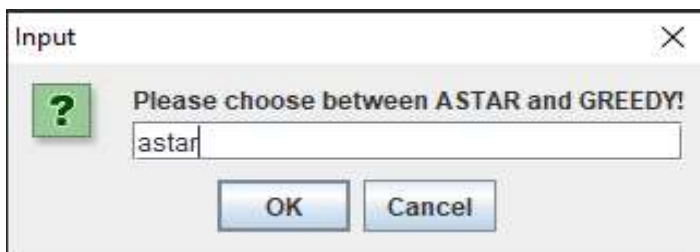
Input

?

Please enter the name of the file, from which you want to find a path!

a

OK Cancel



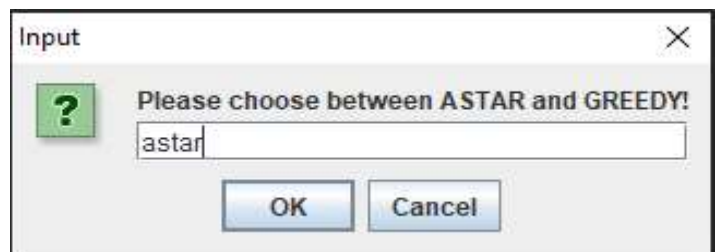
Input

?

Please choose between ASTAR and GREEDY!

astar

OK Cancel



Input

?

Please choose between ASTAR and GREEDY!

astar

OK Cancel



Input

?

Please choose a starting city!

Athens

OK Cancel



Input

?

Please choose a starting city!

Athens

OK Cancel

Input ✕

 Please choose a destination city!

Xanthi

OK Cancel


Input ✕

 Please choose a destination city!

Xanthi

OK Cancel


Input ✕

 Please choose between TIME and DISTANCE,for the algorithm to optimize!

time

OK Cancel


Input ✕

 Please choose between TIME and DISTANCE,for the algorithm to optimize!

distance


OK Cancel

Message ✕

 Total Nodes Expanded by  $A^*$  = 12  
Path generated by  $A^*$ : Athens,Lamia,Larisa,Thessaloniki,Kavala,Xanthi  
Path length generated by  $A^*$ : 6  
Cost of  $A^*$ : 498.0

OK

Message ✕

 Total Nodes Expanded by  $A^*$  = 21  
Path generated by  $A^*$ : Athens,Thiva,Vourla,Lamia,Farsala,Larisa,Thessaloniki,Kavala,Xanthi  
Path length generated by  $A^*$ : 9  
Cost of  $A^*$ : 676.9999999999999

OK