



Free and Open Source Software Communities Meeting

Εργαστήριο Χωρικής Ανάλυσης Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών & Τηλεπισκόπησης
Τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστημίου Αιγαίου
(SAGISRS)

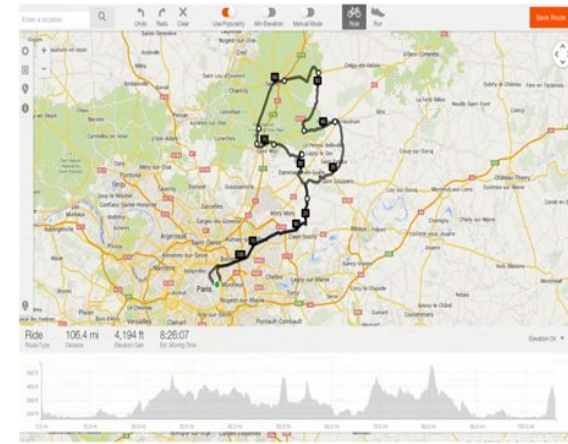
“Ανάλυση Χωρικών Δικτύων με τη χρήση ΣΓΠ και μεθόδων Χωρικής Ανάλυσης.”

Παναγιώτης Αγουρόγιαννης*, Δημήτρης Καβρουδάκης**,
Υποψήφιος Διδάκτορας*, Τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Επίκουρος Καθηγητής**, Τμήματος Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

geod17010@geo.aegean.gr



- Εύρεσης βέλτιστων διαδρομών σε ένα γεωγραφικό δίκτυο μεγάλης έκτασης βάση τοπολογικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών.
- **Ανάπτυξη δείκτη ομοιότητας μονοπατιών (Similarity of Paths)** σε γεωγραφικά δίκτυα τα οποία δεν βρίσκονται στην ίδια περιοχή, τηρώντας αναλογίες και περιορισμούς γεωμετρικής φύσεως.
- **Ανάπτυξη μαθηματικού αλγορίθμου εύρεσης διαδρομών σε χωρικά δίκτυα**
- **Συγκερασμός πολλών μεταβλητών** με μεθόδους πολυμεταβλητής στατιστικής
- **Ανάπτυξη εφαρμογής αυτοματοποιημένης εύρεσης όμοιων διαδρομών σε χωρικό δίκτυο με τεχνολογίες διαδικτύου και χωρικών βάσεων δεδομένων**



Επιστημονική Βιβλιογραφία

Θεωρία Γράφων (**Graph Theory**)
Χωρική Ανάλυση Δικτύων (**Spatial Networks**)
Ομοιότητα Διαδρομών (**Similarity of Paths**)

Δεδομένα και Εργαλεία Ανάλυσης

Οδικό δίκτυο (Road Network)
Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DEM)
Σημεία Ενδιαφέροντος (POI)

GIS

- Qgis

Βάση Δεδομένων

- PostgreSQL, PgRouting, PostGis

Ανάλυση

- Γλώσσα προγραμματισμού R

Αλγόριθμοι

- Shortest Path Dijkstra
- Driving Distance

Open Spatial Data		
Lesvos Road Network	Spatial	OSM
Lesvos DEM	Spatial	Copernicus
Lesvos Settlements	Spatial	OSM
Lesvos Cultural sites	Spatial	OSM
Lesvos Tourism business	Spatial	OSM

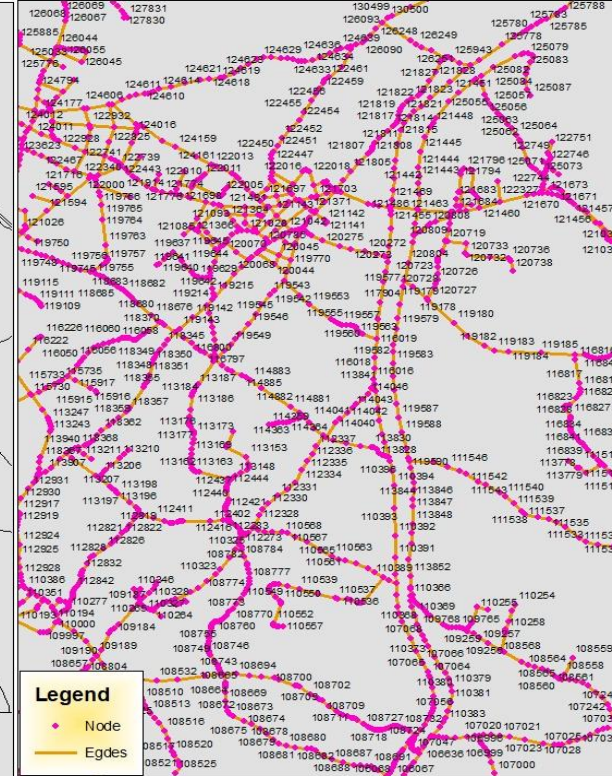


pgRouting



Διαχείριση Χωρικών Δεδομένων με χρήση εργαλείων Γεωπληροφορικής

- Μετατροπή του δικτύου σε γράφο
Δημιουργία κόμβων και ενώσεων (Edges/Nodes)
- Σύνδεση της R με τη Βάση Δεδομένων και με τα plugins PostGis//PgRouting.
- Εισαγωγή χωρικών χαρακτηριστικών στους κόμβους του χωρικού δικτύου.
Υψομετρική πληροφορία στους κόμβους.
Υπολογισμός της Απόστασης των κόμβων από σημεία ενδιαφέροντος (POI)
- Δημιουργία Distance Matrix όλων των μετρικών και γεωγραφικών χαρακτηριστικών του δικτύου



The screenshot displays the pgAdmin III interface. On the left, the Object browser shows a tree view of the database structure for PostgreSQL 9.5 (localhost:5432). The tree includes Servers, Databases, Schemas, and various database objects like Tables, Functions, and Sequences. The 'public' schema is expanded, showing tables such as 'roadnet' and 'net', and functions like 'pgr_createTopology' and 'pgr_dijkstra'.

The main window shows the SQL Editor with a query titled 'Query - phd2020 on postgres@localhost:5432 *'. The query content is as follows:

```
1. Initialize
-----
CREATE EXTENSION POSTGIS;
CREATE EXTENSION postgis_topology;
CREATE EXTENSION pgrouting;
SELECT pgr_version();

--SET search_path = topology,public;

2. Add "source" and "target" and column
-----

ALTER TABLE net2 ADD COLUMN "source" integer;
ALTER TABLE net2 ADD COLUMN "target" integer;

3. Add Length Column
-----

ALTER TABLE net ADD COLUMN leng double precision;
UPDATE net SET cost = ST_Length(geom);

4. Create Topology
-----

SELECT pgr_createTopology('net2', 0.00001, 'geom', 'auto');

5. Add "Cost" Column
-----

ALTER TABLE net ADD COLUMN "cost" double precision;
UPDATE net SET cost = ST_Length(geom);

6.Path dijkstra (1)
-----

SELECT * FROM pgr_dijkstra(
  'SELECT gid as id, source, target, cost, cost FROM roads',
  ARRAY[2,11], ARRAY[5,18], false );
```



```

5
6 #####Connect with POSTGRES-POSTGIS and find the shortest used Dijkstra Algorithm#####
7 library(RPostgreSQL)
8 library(postGIStools)
9
10
11 con = dbConnect(drv=PostgreSQL(), dbname = "phd2020", user="postgres",
12               password = "agouro", host = "localhost")
13
14
15 roads = get_postgis_query(con, "SELECT * FROM splitpath ", geom_name = "geom")
16 nodes = get_postgis_query(con, "SELECT * FROM splitpath_vertices_pgr ", geom_name = "the_geom")
17
18
19 # Roads
20 plot(roads)
21 head(roads@data)
22
23 # Nodes
24 #plot(nodes)
25 plot(nodes, add=T, col="green", cex=0.3, pch=10)
26 head(nodes@data, n=40)
27
28
29 # Shortest Path
30 q="SELECT * FROM pgr_dijkstra('SELECT gid as id, source::int4, target::int4, cost FROM splitpath',1, 311, false, false )"
31 test2 = get_postgis_query(con, q )
32 head(test2)
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Global Environment

Data

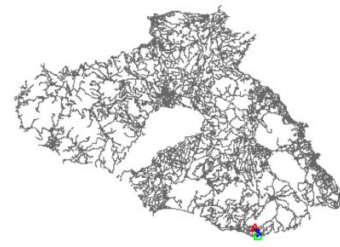
- con: Formal class PostgreSQLConnection
- nodes: Large SpatialPointsDataFrame (189661 elements, 11.6 Mb)
- roads: Large SpatialLinesDataFrame (192587 elements, 394.5 Mb)
- test2: 213 obs. of 4 variables

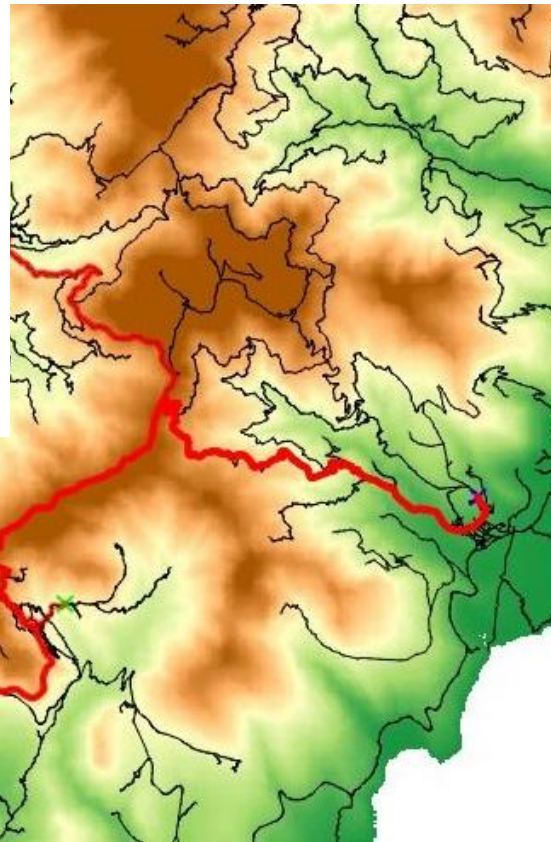
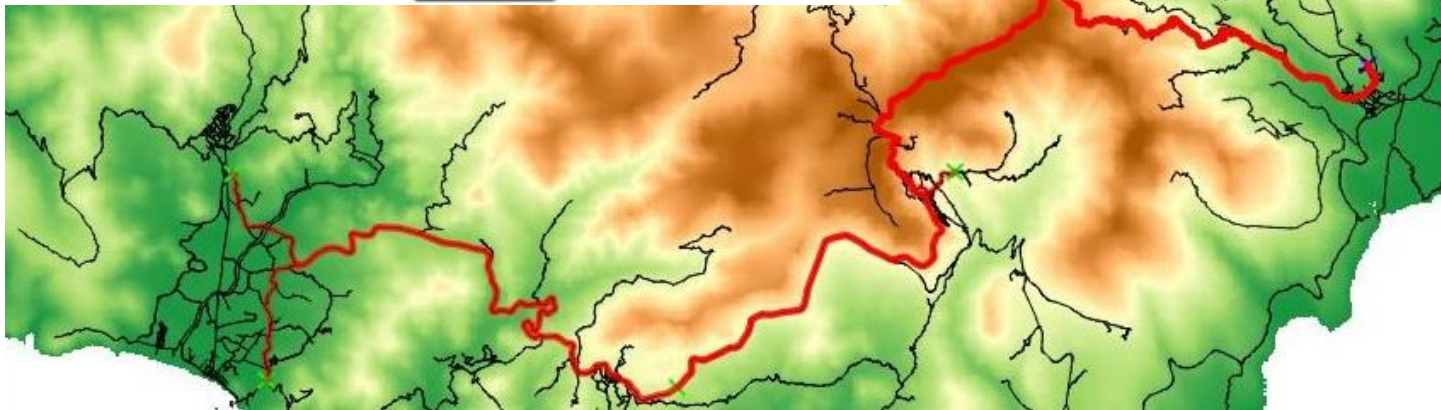
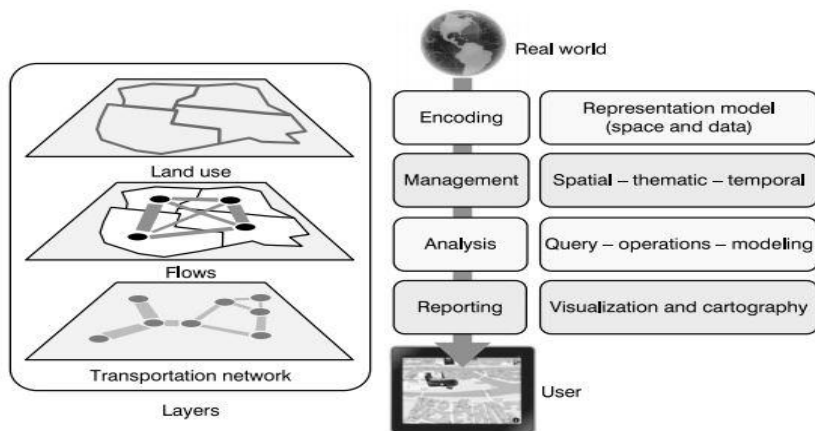
Values

q: "SELECT * FROM pgr_dijkstra('SELECT gid as id, source::int4, t...

Files Plots Packages Help Viewer

Zoom Export Publish





pgRouting Layer

Database: phd

Function: dijkstra

sql

edge_table: splitpath

geometry: geom

BBOX

id: gid

source: source

target: target

cost: cost

reverse_cost: reverse_cost

Arguments

source_ids: 88518

target_ids: 80508,105357,12429

directed

Preview Clear preview

Export Export merged

Αλγόριθμος εύρεσης διαδρομών σε χωρικά δίκτυα με την χρήση Χωρικών Ερωτημάτων

The screenshot displays the PostgreSQL 9.5 interface. On the left, the 'Object browser' shows the database structure for 'public' schema, including tables like 'splitpath' and 'splitpath_vertices_pgr'. The main window shows the 'Properties' of the 'splitpath_vertices_pgr' table, listing attributes like Name, OID, Owner, Tablespace, ACL, and Primary key. Below this, two 'Edit Data' windows are open, showing query results for 'splitpath' and 'splitpath_vertices_pgr'.

Table 1: splitpath

pid	name	source	target	cost	double	precision
1	1	0102000020340800000200000080508BFA1FA42541423EE9FD17765041	1	2	26.9327481901062	
2	2	01020000203408000002000000A067B3EA01A42541423EE9FD17765041	2	3	17.26339808593314	
3	3	0102000020340800000200000039014D2421A42541423EE9FD17765041	3	4	21.66493948347301	
4	4	01020000203408000002000000B37FE215A42541423EE9FD17765041	4	5	13.4203766214955	
5	5	01020000203408000002000000F83CD517A42541423EE9FD17765041	5	6	16.4153656216182	
6	6	0102000020340800000200000085A6F91FA42541423EE9FD17765041	6	7	30.4231257205507	
7	7	01020000203408000002000000304850723A42541423EE9FD17765041	7	8	21.3596458889475	
8	8	01020000203408000002000000C64AE028A42541423EE9FD17765041	8	9	21.7033292594608	
9	9	0102000020340800000200000040AD691E30A42541423EE9FD17765041	9	10	15.561309484601	
10	10	01020000203408000002000000E85A623CA42541423EE9FD17765041	10	11	12.855215352113	
11	11	010200002034080000020000004596384AA42541423EE9FD17765041	11	12	20.3645379701928	
12	12	0102000020340800000200000030772D0162A42541423EE9FD17765041	12	13	40.3535727460777	
13	13	0102000020340800000200000005B20191A32614E87871FB28765041	13	14	27.8431466123	

Table 2: splitpath_vertices_pgr

cnt	bigserial	integer	integer	integer	integer	the_geom	altitude	distpoa	distpoib	distpoic	newid	distpojd
1	01010000203408000000B0508BFA1FA42541423EE9FD17765041	26	262	7662	1259	1	987					
2	01010000203408000000A067B3EA01A42541423EE9FD17765041	20	236	7649	1243	2	999					
3	0101000020340800000039014D2421A42541423EE9FD17765041	20	244	7635	1250	3	982					
4	01010000203408000000B37FE215A42541423EE9FD17765041	20	228	7620	1251	4	985					
5	01010000203408000000F83CD517A42541423EE9FD17765041	13	222	7608	1252	5	983					
6	0101000020340800000085A6F91FA42541423EE9FD17765041	20	218	7592	1255	6	977					
7	01010000203408000000304850723A42541423EE9FD17765041	20	209	7564	1257	7	974					
8	01010000203408000000C64AE028A42541423EE9FD17765041	14	207	7544	1240	8	970					
9	0101000020340800000040AD691E30A42541423EE9FD17765041	10	207	7523	1244	9	966					
10	01010000203408000000E85A623CA42541423EE9FD17765041	10	213	7508	1271	10	960					
11	010100002034080000004596384AA42541423EE9FD17765041	10	220	7495	1279	11	953					
12	0101000020340800000030772D0162A42541423EE9FD17765041	11	232	7475	1291	12	942					

- Εφαρμογή χωρικών κριτηρίων για την εύρεση path.
- Τα κριτήρια εφαρμόζονται ως χωρικά ερωτήματα στη βάση ανάλογα τις γεωγραφικές και γεωμετρικές προδιαγραφές του path που ζητάμε.

Κριτήρια

- Επιλογή βάσει του **ID**
- Επιλογή βάσει της **απόστασης**
- Επιλογή βάσει της **υψομετρικής τιμής** των κόμβων.
- Επιλογή βάσει της **απόστασης από POI**

	Spatial Queries	Found Candidate Results
1	Total length of 41km (with a deviation of +/- 1000m)	2500
2	Find ID<1500 with Total length of 41km	2000
3	Start-End altitude diff of 60m	1400
4	Find paths with mean distance in the settlements	908
5	Find paths with mean distance in the cultural sites	67
6	Find paths with mean distance in the tourism business	1

Αποτελέσματα : Εύρεση βέλτιστης διαδρομής βάση Χωρικών Ερωτημάτων

The screenshot shows the QGIS Data Panel with a list of layers and a 'Values' table. The 'apantisi2' layer is highlighted with a red box. The 'Values' table displays the results of a query for the 'apantisi2' layer, showing various attributes and their values.

Name	Type	Value
apantisi	List of 13	
apantisi2	List of 1	
con	Formal class PostgreSQLConnection	
dem	Formal class RasterLayer	
myrow	1 obs. of 3 variables	
nodes	Large SpatialPointsDataFrame (189661 elements, 11.6 Mb)	
ola	List of 0	
roads	Large SpatialLinesDataFrame (192587 elements, 394.5 Mb)	
test2	77254 obs. of 3 variables	
ThisList	Large list (20 elements, 622.4 Kb)	
thisPath	1835 obs. of 6 variables	

Name	Type	Value
allAltitudes	num [1:1850]	20 28 20 13 20 20 14 10 10 10 ...
allNodes	num [1:1835]	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ...
DistanceToA	num [1:1850]	236 244 228 222 218 209 207 207 213 220 ...
DistanceToB	num [1:1850]	7649 7635 7620 7608 7592 ...
DistanceToC	num [1:1850]	1243 1258 1251 1252 1255 ...
DistanceToD	num [1:1850]	999 982 985 983 977 974 970 966 960 953 ...
endAltitude	Named num 80	
meanAlt		179.318378378378
meanDisttoA		1464.98324324324
meanDisttoB		4507.1
meanDisttoC		3467.9172972973
meanDisttoD		1215.49243243243
q		"SELECT * FROM pgr_dijkstraCostMatrix(\n 'SELECT gid as id, so...
q2		"SELECT * FROM pgr_dijkstra('SELECT gid as id, source::int4, t...
startAltitude	Named num 20	
uniqueNodes	num [1:1835]	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 ...

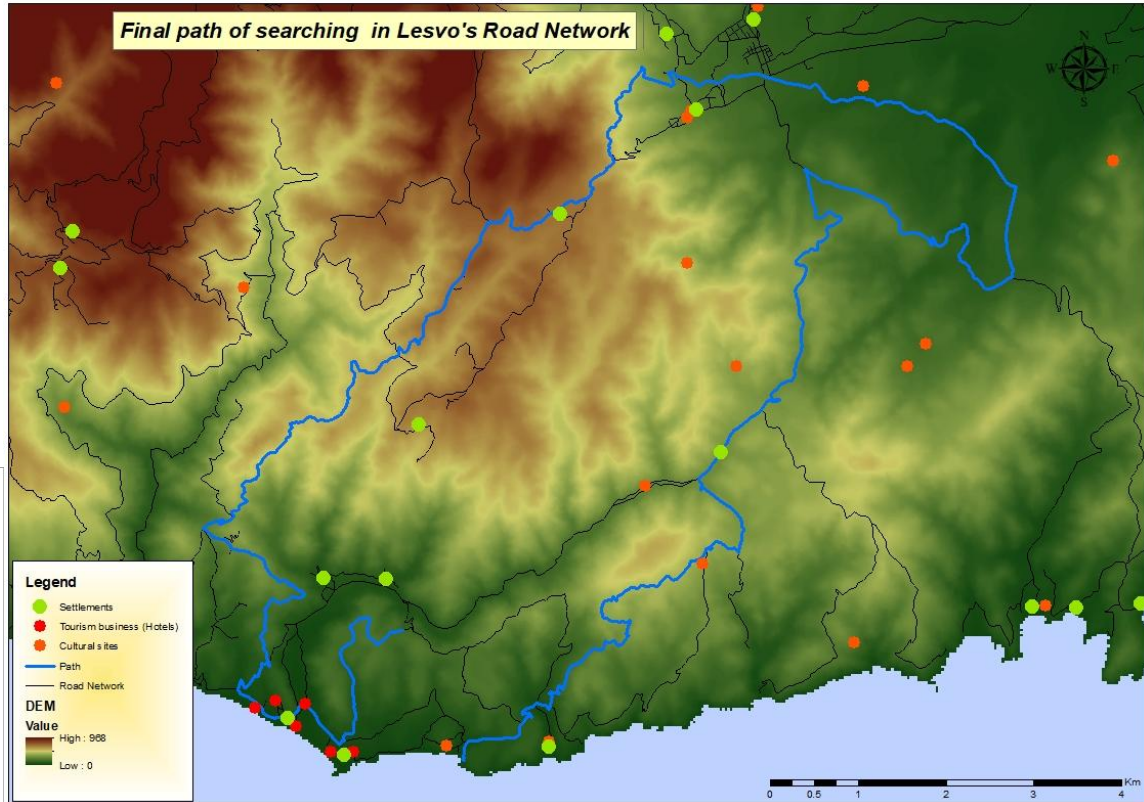
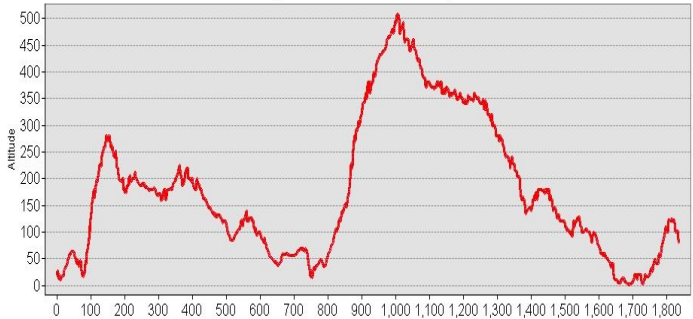
- Η Εύρεση της τελικής διαδρομής οφείλεται στην **διαδοχική και ιεραρχική** εφαρμογή των χωρικών κριτηρίων.

Name	Type	Value
apantisi2	list [1]	List of length 1
[[1]]	list [12]	List of length 12
onoma	character [1]	'Monopati 13: 1 -> 311'
MeanAlt	double [1]	179.4924
AllAltitudes	double [1846]	26 20 28 20 13 20 ...
allIDS	double [1846]	1 2 3 4 5 6 ...
StartNode	double [1]	1
EndNode	double [1]	311
MeanDisttoA	double [1]	1464.536
meanDisttoB	double [1]	4502.81
meanDisttoC	double [1]	3472.14
meanDisttoD	double [1]	1216.942
StartAltitude	double [1]	26
EndAltitude	double [1]	85

Χαρτογραφική απεικόνιση βέλτιστης διαδρομής

- **Εξαγωγή αποτελεσμάτων.**
Χαρτογραφική απεικόνιση χωρικού δικτύου καθώς και της τελικής διαδρομής με τις γεωγραφικές και μετρικές σχέσεις που καταγράφονται ως τιμές σε κόμβους και ακμές.
- **Ομοιότητα** μεταξύ της τελικής διαδρομής και των κριτηρίων ευρεσης.

Profile plot of altitude of the Solution path



Ομοιότητα (Similarity of Paths)

- Η διαδρομή προορισμού (**table1**) περιγράφει την αρχική διαδρομή μετά την ανάλυση, δίνοντάς μας τα κριτήρια και τις τιμές που θα χρησιμοποιήσουμε για να βρούμε τη διαδρομή αντιγραφής.
- Η εφαρμογή των κριτηρίων στο υπό εξέταση χωρικό δίκτυο δείχνει τον αριθμό των διαδρομών που θα συγκριθούν με την αρχική διαδρομή (**table 3**), έτσι ώστε να επιλεγεί στο τέλος η βέλτιστη διαδρομή βάση του επιπέδου ομοιότητας που προκύπτει από τον αλγόριθμο.

Table 1: Target path criteria values

	Name	Value
Criterion 1	Total Length	10
Criterion 2	Beginning Altitude	10
Criterion 3	Ending Altitude	10

Table 2: Target path criteria weights

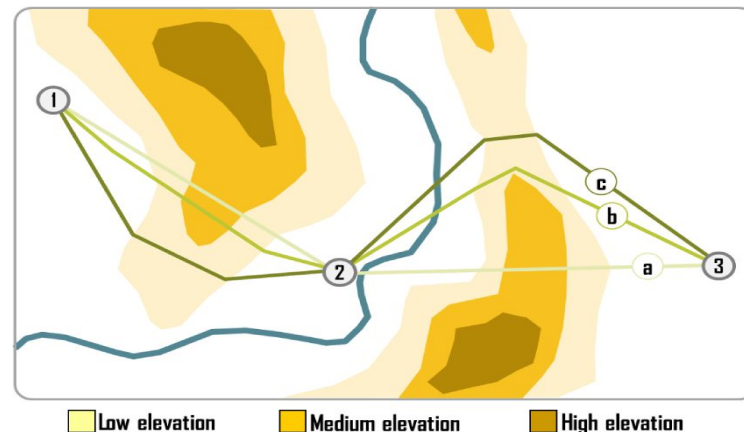
	Weight Name	Weight Value
Criterion 1	Total Length	50%
Criterion 2	Beginning Altitude	30%
Criterion 3	Ending Altitude	20%
		100%

Table 3: Weighted Similarity of the three solutions

	Solution 1	Solution 2	Solution 3	Sol 1 WS	Sol 2WS	Sol 3 WS
Total Length	10	9	12	50.00%	45.00%	60.00%
Beginning Alt	10	9	11	30.00%	30.00%	33.00%
Ending Alt	10	9	11	20.00%	20.00%	22.00%
	100.00%	90.00%	85.00%			

Η λειτουργία λογισμικών Γεωπληροφορικής ανοικτού κώδικά και η χρήση ανοικτών χωρικών δεδομένων συνέβαλαν :

- Νέα μέθοδος χωρικής ανάλυσης πολλαπλών μεταβλητών για σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων με βάση τη χωρική αλληλεπίδραση του χωρικού δικτύου και των σημείων ενδιαφέροντος, δίνοντας έμφαση στις χωρικές διαφορές και ανισότητες (υψόμετρο, απόσταση, γη χρήση, κ. λ.π.) που εισάγονται ως πληροφορίες στους κόμβους και τις ακμές του χωρικού δικτύου
- Εφαρμογή σε οποιοδήποτε **Χωρικό Δίκτυο (μεταφορές, περιβάλλον, ενέργεια, τουρισμός, αθλητισμός)** που περιγράφεται από τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά του, λαμβάνοντας υπόψη όλα τα είδη γεωγραφικών ζητημάτων.
- Δημιουργία ενός **πολυπαραγοντικού δείκτη που υπολογίζει την ομοιότητα των χωρικών δικτύων**, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, ωστόσο παρουσιάζουν κοινά χωρικά χαρακτηριστικά.



- Αγουρόγιαννης Π., Τάταρης Γ., (2016) “Η Χαρτογραφία ως εργαλείο καθορισμού και χάραξης αθλητικών διαδρομών μεγάλων αποστάσεων. Η περίπτωση ημιμαραθωνίου στη Λέσβο” στο 14ο Εθνικό Συνέδριο Χαρτογραφίας, Θεσσαλονίκη, 2-4 Νοεμβρίου.
- Agourogianis P., Lepeniotis C., Tataris G., Kavroudakis D., (2018). “Geographical Analysis of Road Networks for the Identification of Similar Routes : The Case of Long Race Athletic Events.” In 11th International Conference of the Hellenic Geographical Society, 1–7. Lavrion.
- Agourogianis P., Kavroudakis D., Kalloniatis C., (2018), “Smart Spatial Network Paths: The case of cultural routes”, In 1st International Conference on the Cultural Informatics, Communication & Media Studies, 3-4 May Kusadasi, Turkey.
- Agourogianis P. , Batsaris M., (2019), “Web based Geographical Information System for cultural routes”, 2nd International Conference on Cultural Informatics, Communication & Media Studies 13-15 June, Mytilini.
- Kavroudakis D., Agourogianis P., Vaitis M., Kavroudakis E., Kouloumentas P., (2019) Similarity of paths in spatial networks: The case of long-distance athletic events, 22nd AGILE Conference, June 2019, Limassol, Cyprus
- Αγουρόγιαννης Π., (2021) "Χωρική Βελτιστοποίηση για εύρεση όμοιων διαδρομών σε Γεωγραφικά Δίκτυα: η περίπτωση της εύρεσης διαδρομών μεγάλων αποστάσεων", Επιστημονικό Συνέδριο Γεωγραφίας, (Μυτιλήνη, 02-04 Ιουνίου 2021)

Παναγιώτης Αγουρόγιαννης

Υποψ. Διδάκτορας, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου



geod17010@geo.aegean.gr