

Γεωγραφική Ανάλυση

2 - Χωρικά Δεδομένα

Δρ. Δημήτρης Καβρουδάκης
Αν. Καθηγητής Γεωγραφικής Ανάλυσης
dimitrisk@aegean.gr

www.dimitrisk.gr

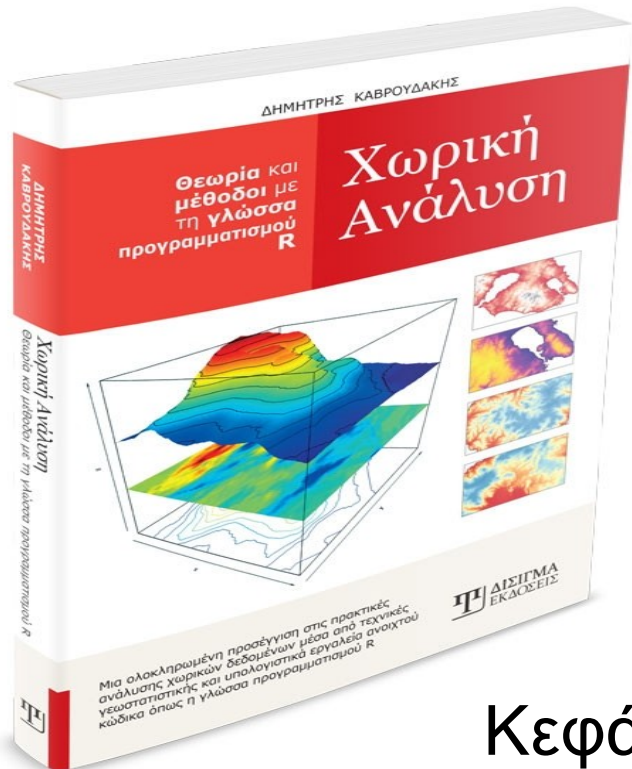


Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Τμήμα Γεωγραφίας

SAG*i*SRS
ΧΑ-ΣΓΠ-ΤΗ

Spatial Analysis, Geographical Information Systems and Remote Sensing
Ερευνητική ομάδα Χωρικής Ανάλυσης, Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών και Τηλεπισκόπησης

Δημήτρης Καβρουδάκης (2020) Χωρική Ανάλυση Εκδόσεις ΔΙΣΙΓΜΑ, ISBN13: 978-618-202-021-0



Κεφάλαιο: 2
Σελίδες: 39 - 54



- Στόχος κεφαλαίου:
 - Επισκόπηση των τύπων χωρικών δεδομένων
 - Παρουσίαση του ρόλου της χωρικής στατιστικής/ανάλυσης
- Χωρικά δεδομένα:
 - “Γεω-αναφερόμενα” ή “Γεω-δεδομένα” (georeferenced measurements): Δεδομένο ή μέτρηση → σχετίζεται με θέση, σημείο, περιοχή ή οντότητα στο γεωγραφικό ή σε άλλο χώρο
- Κλίμακα μέτρησης
 - Συνεχής ή διακριτή
- Θέσεις
 - Κανονική ή μη κανονική κατανομή στο χώρο
- Χώρος (υποστήριγμα – support)
 - Σημείο, κελί (εικονοστοιχείο – pixel), πολύγωνο, voxel κ.α.
 - Χρονική διάσταση

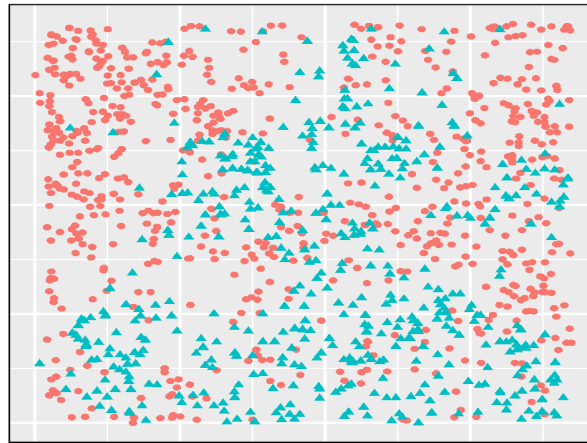


- Ανάλυση χωρικών δεδομένων περιλαμβάνει στάδια όπως: οπτικοποίηση, περιγραφή, ανίχνευση και συμπερασματολογία
 - Στατιστική ανάλυση → διερεύνηση τιμών χωρικής μεταβλητής (αν είναι τυπικές ή αναμενόμενες) με βάση κάποιο στατιστικό μοντέλο
 - Χωρικά μοντέλα → μαθηματικά μοντέλα που αξιοποιούν χωρικά δεδομένα
- 2 στάδια ανάλυσης χωρικών δεδομένων
 - **Διερευνητική Ανάλυση** → εύρεση χωρικών προτύπων/σχέσεων μεταξύ μεταβλητών
 - Προσεγγίσεις περιγραφικού χαρακτήρα (Περιγραφική Στατιστική)
 - Διερευνήσεις υπο-πληθυσμών, ασυνήθιστων τιμών, ροπών, συσχετίσεων
 - **Επαγωγική Ανάλυση** → κατασκευή μοντέλων χωρικών διεργασιών (από χωρικά πρότυπα) και εκτίμηση παραμέτρων του μοντέλου

Τυπολογία χωρικών μεταβλητών:

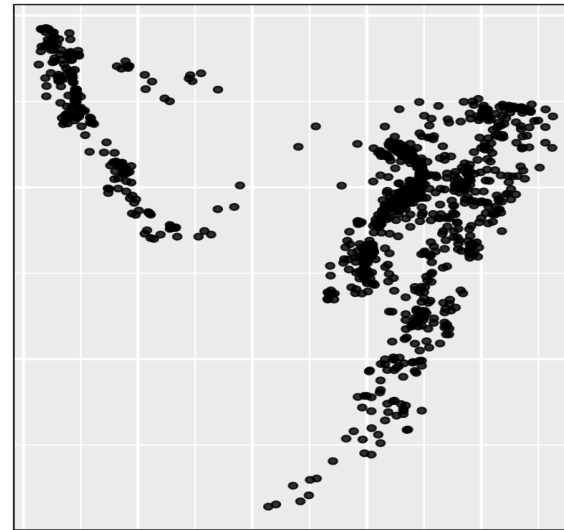
- **Χωρικό σημειακό πρότυπο** → σύνολο θέσεων με καταγεγραμμένα συμβάντα
- Ονομάζεται σημαδεμένο όταν σε κάθε θέση έχει μετρηθεί κάποιο χαρακτηριστικό πχ τύπος δέντρου, μέγεθος σεισμού

Θέσεις δέντρων



• hickory ▲ maple

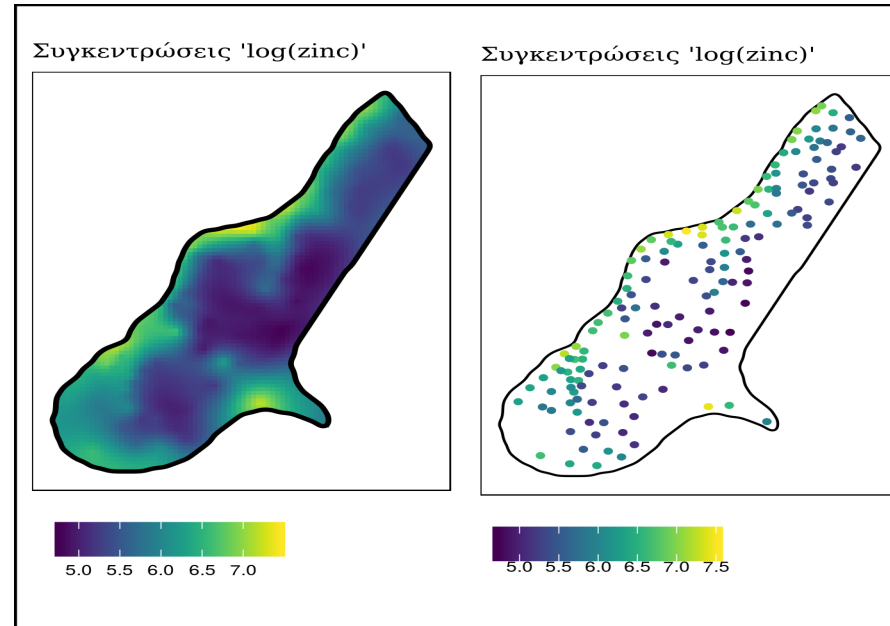
Θέσεις σεισμών > 4.0Rh



• Μπορεί να και

Τυπολογία χωρικών μεταβλητών:

- **Συνεχούς χωρικής κατανομής** → τιμές οι οποίες κατανέμονται συνεχώς στο χώρο:
 - θερμοκρασία, υψόμετρο, πληθυσμιακή πυκνότητα



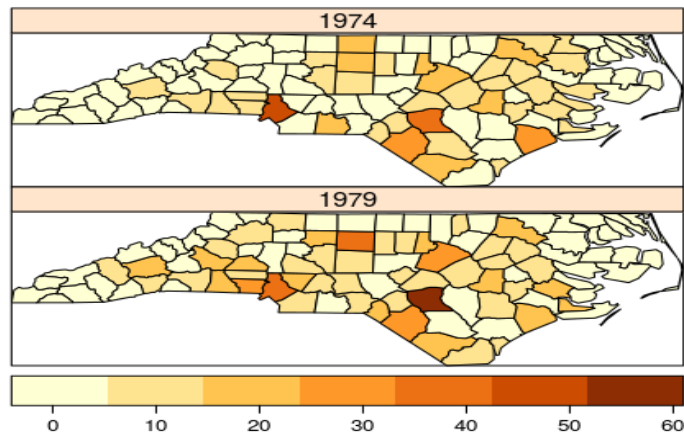
Επίπεδο μέτρησης

- αναλογικό (θερμοκρασία) ή ονομαστικό (χρήσεις Γης)

Τυπολογία χωρικών μεταβλητών:

- **Διακριτής Χωρικής Κατανομής** (Πολύγωνα) → τιμές σε πεπερασμένο αριθμό επιφανειών ή ζωνών (διοικητικές περιοχές)

SIDS (sudden infant death syndrome) in North Carolina



- Επίπεδο μέτρησης

- αναλογικό (μέση τιμή ρύπων) ή ονομαστικό (κατηγορία εδάφους)

- Δεν είναι πάντα σαφής ο διαχωρισμός μεταξύ μεταβλητών συνεχούς και διακριτής χωρικής κατανομής, ειδικά όταν οι τελευταίες αποτελούν συν-άθροισμα (spatial aggregation) των προηγούμενων

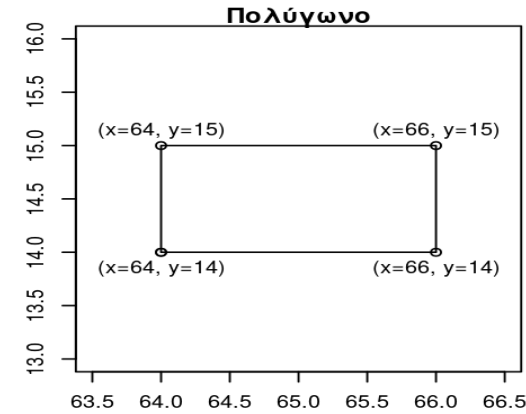
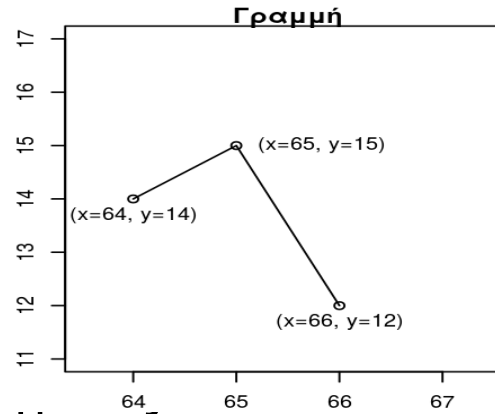
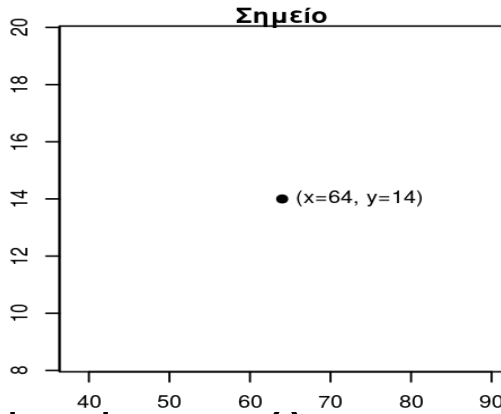
Τυπολογία χωρικών μεταβλητών:

- **Χωρικής Αλληλεπίδρασης** (Spatial Interaction) → ζεύγη σημείων ή περιοχών (ροές από αφετηρίες σε προορισμούς) πχ δρομολόγια ασθενοφόρων
- Αναπαράσταση → δομές δεδομένων πχ δίκτυα
 - Ορισμός ακόμα και άυλων ροών πχ ροή πληροφοριών στο διαδίκτυο

Ονομασίες χωρικών μεταβλητών

- Δεδομένα σημειακών προτύπων → συμβάντα
- Δεδομένα συνεχούς χωρικής κατανομής → πεδία
- Δεδομένα επιφανειών → αντικείμενα
- Δεδομένα χωρικής αλληλεπίδρασης → ροές

- Τα γεωχωρικά δεδομένα έχουν τιμές και θέσεις γεωμετρικής αναπαράστασης
 - Σημείο, Γραμμή, Πολύγωνο

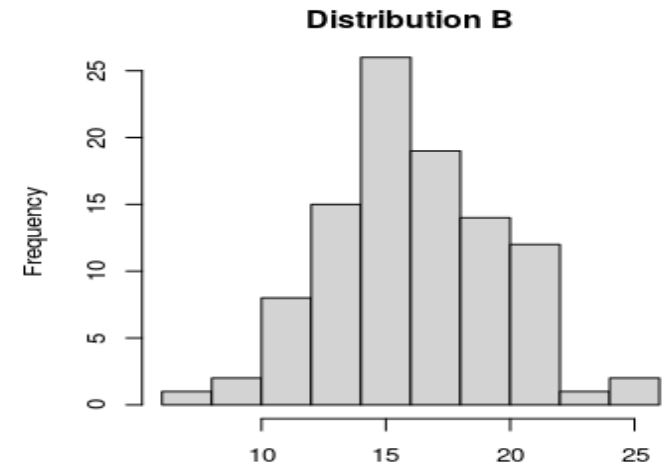
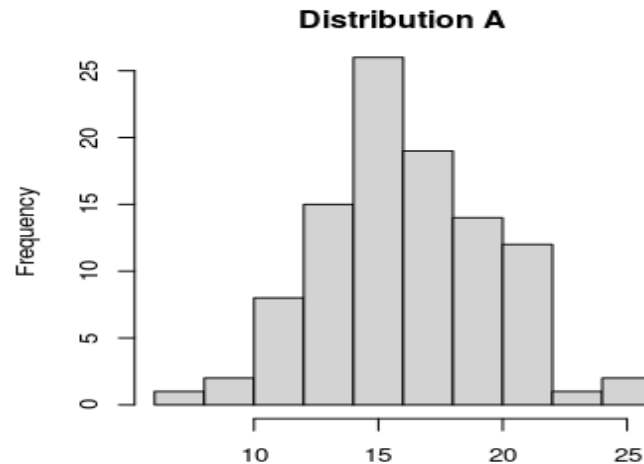
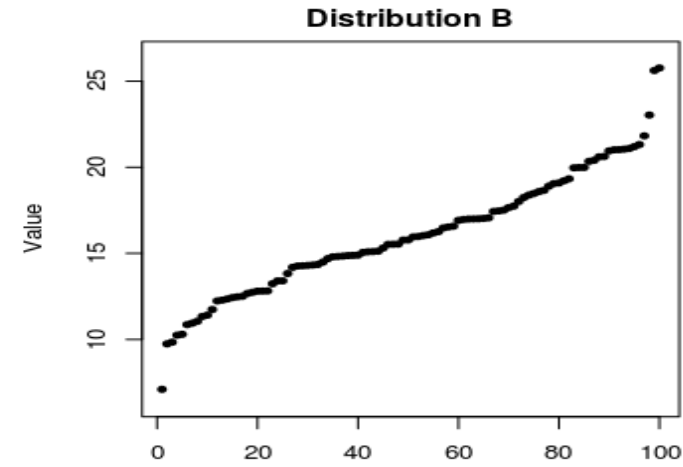
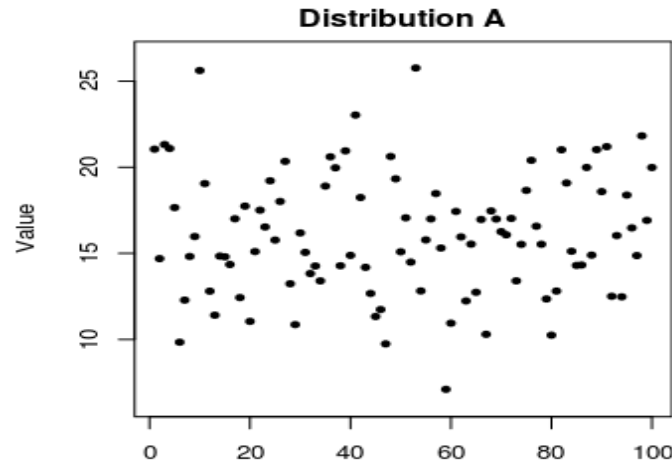


Σημείο

- $(x, y) \rightarrow 2$ διαστάσεις
- $(x, y, z) \rightarrow 3$ διαστάσεις
- Γραμμή** μπορεί να είναι δύο ζεύγη συντεταγμένων (ή περισσότερα) $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots$
- Πολύγωνο:** σύνολο γραμμικών στοιχείων όπου η αρχή του πρώτου, συμπίπτει με το τέλος του τελευταίου

- Δύο μονοδιάστατες κατανομές με ίδιο ακριβώς:

- ιστόγραμμα
- μέσο όρο
- πλήθος
- τυπική απόκλιση



- Μονομεταβλητή ανάλυση δεν επαρκεί για να ποσοτικοποιήσει και να περιγράψει τα χωρικά πρότυπα (spatial patterns)
- Η χωρική διάταξη βοηθά στην κατανόηση κρυφών δυναμικών των δεδομένων και των τιμών τους που δεν είναι εμφανείς
- Μέθοδοι Χωρικής Ανάλυσης που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις διαθέσιμες μεταβλητές
 - Χωρικά σημειακά πρότυπα (spatial point patterns)
 - Ανίχνευση συγκέντρωσης (clustering)
 - Ανίχνευση κανονικότητας (regularity)
 - Διερεύνηση σχέσεων με τις πηγές (sources – σε περίπτωση ανίχνευσης συγκέντρωσης)
 - Μεταβλητές συνεχούς χωρικής κατανομής
 - Μοντελοποίηση χωρικής κατανομής από σημειακά δεδομένα και εκτίμηση τιμών σε θέσεις χωρίς μετρήσεις (με χρήση βοηθητικών δεδομένων από άλλες μεταβλητές)
 - Για δεδομένα επιφάνειας
 - Διερεύνηση χωρικών προτύπων και τάσεων (trends) ή σχέσεων με άλλες μεταβλητές

- Η σχέση Κλασικής και Χωρικής Στατιστικής → συμπληρωματική
- Διαφορές:
 - Τα **δεδομένα** στη Χωρική Στατιστική δεν είναι ανεξάρτητη πηγή πληροφορίας
 - προέρχονται από χωρικά ή χωροχρονικά εξαρτημένες μεταβλητές με πιθανώς διαφορετική στατιστική κατανομή
 - Η **χωρική συσχέτιση** λαμβάνεται υπόψιν στον προσδιορισμό διαστημάτων εμπιστοσύνης και στους στατιστικούς ελέγχους
 - Δεν αναιρεί τη θέση της κλασικής στατιστικής στη χωρική ανάλυση
 - Χωρική Στατιστική → μεθοδολογικό πλαίσιο **πολυμεταβλητής** στατιστικής για τη στατιστική ανάλυση χωρικών μεταβλητών
 - Λαμβάνει υπόψιν τη χωρική αυτοσυσχέτιση για την ποσοτικοποίηση της αβεβαιότητας στις προβλέψεις των μοντέλων



2.6 Λογισμικά Πακέτα για Χωρική Ανάλυση

- Σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) παρέχουν έτοιμες λύσεις χωρικής ανάλυσης δεδομένων
 - ESRI ArcGIS
 - QGIS
- Για πιο εκτεταμένες, παραμετροποιήσιμες και προχωρημένες μεθόδους χωρικής ανάλυσης απαραίτητη η χρήση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού:
 - R (<https://www.r-project.org/>)
 - Πληθώρα έτοιμων μεθόδων με επαρκή βιβλιογραφία και παραδείγματα
 - Απλός κώδικας σε απλή και κατανοητή μορφή
 - σημαντικό για την ανάπτυξη νέας έρευνας και τεχνολογίας



2.7 Ιδιαιτερότητες Χωρικών Δεδομένων

- Τα χωρικά δεδομένα διαφέρουν από τα δεδομένα χρονοσειρών
 - Μπορεί να μην είναι αποτέλεσμα μη-κανονικής δειγματοληψίας
 - Δεν είναι απαραίτητο να έχουν δεικτοδότηση (indexing)
 - Μπορεί να υπάρχει αυτο/ετερο-συσχέτιση
- Προέρχονται από πολλαπλές πηγές με διαφορετική χωρικής (ή και χρονική) διακριτική ικανότητα (resolution)
- Αφορούν αθροίσματα σημειακών τιμών (ατομικών) σε αυθαίρετα ορισμένες περιοχές (διοικητικά όρια)
- Τα χωρικά στατιστικά αθροιστικών δεδομένων διαφέρουν από τα στατιστικά των ατομικών τιμών λόγω 2 γνωστών προβλημάτων:
 - Πρόβλημα μεταβαλλόμενης χωρικής μονάδας (Modifiable Area Unit Problem – MAUP) → σχετίζεται με τη σχέση μεταξύ αθροιστικών μετρήσεων και των ορίων των οντοτήτων που εξετάζονται
 - Πρόβλημα οικολογικής συμπερασματολογίας (Ecological Inference Problem – EIP) → σχετίζεται με την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις μονάδες που απαρτίζουν το σύνολο, με μοναδική πηγή τη συναθροισμένη τιμή του συνόλου

2.7 Ιδιαιτερότητες Χωρικών Δεδομένων

- Κάθε συμπέρασμα Χωρικής Ανάλυσης είναι συνδεδεμένο με μία συγκεκριμένη **κλίμακα** παρατήρησης (χωρικές μονάδες μέτρησης)
- Επίδραση ορίων → οι μετρήσεις εντός ή εκτός μάς περιοχής μελέτης μπορεί να επηρεάζονται από διαφορετικές διεργασίες
- Στα μοντέλα χωρικών διεργασιών γίνεται διαχωρισμός μεταξύ πρώτου και δεύτερου βαθμού:
 - **Επιδράσεις πρώτου βαθμού** → η χωρική κατανομή κατανομή μιας μεταβλητής εξηγείται από περιβαλλοντικούς (ή εξωγενείς)
 - **Περιβαλλοντικές επιδράσεις**
 - **Επιδράσεις δεύτερου βαθμού** → εξηγείται από αλληλεπίδραση ή ενδογενείς παράγοντες
 - **Επιδράσεις αλληλεπίδρασης**



- 10 μετεωρολογικοί σταθμοί οι με τιμές βροχόπτωσης

```
# κλειδί τυχαιότητας
set.seed(0)

# Κατασκευή σημειακών δεδομένων βροχόπτωσης
name = LETTERS[1:10]
lon = c(-116.7, -120.4, -116.7, -113.5, -115.5, -120.8, -119.5, -113.7, -113.7, -
110.7)
lat = c(45.3, 42.6, 38.9, 42.1, 35.7, 38.9, 36.2, 39, 41.6, 36.9)

n = length(lat)
precip = (runif(n)*10)^3
stations = data.frame(name, lon, lat, precip)
```

```
stations
name    lon    lat      precip
A   -116.7  45.3    721.003613
B   -120.4  42.6    18.716993
C   -116.7  38.9    51.530302
D   -113.5  42.1    187.988119
E   -115.5  35.7    749.127376
```

2.8 Παράδειγμα

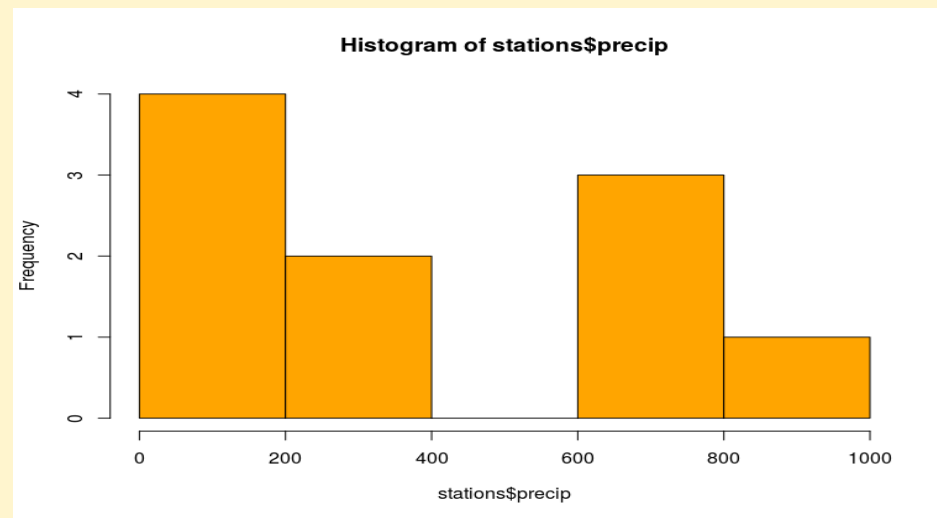
```
# Ιστογράμμα συχνοτήτων βροχόπτωσης
hist(stations$precip, col="orange")

# Κλάση data.frame του 'stations'
class(stations)
"data.frame"

# Μετατροπή σε κλάση SpatialPointsDataFrame
coordinates(stations) = ~lon + lat
proj4string(stations) = CRS('+proj=longlat
+datum=WGS84')

# νέα κλάση του 'stations'
class(stations)
"SpatialPointsDataFrame"
attr("package")
"sp"

# Οπτικοποίηση με τη βιβλιοθήκη 'sp'
library(sp)
library(RColorBrewer)
```



2.8 Παράδειγμα

```
# Οπτικοποίηση της θέσης των σημείων
spplot(stations, zcol="precip", scales=list(draw=TRUE),
       col.regions=mypallete, cuts= quantile(stations$precip), nch=19, cex=nsize,
       key.space = list(space = "left", height = 0.5) )
```

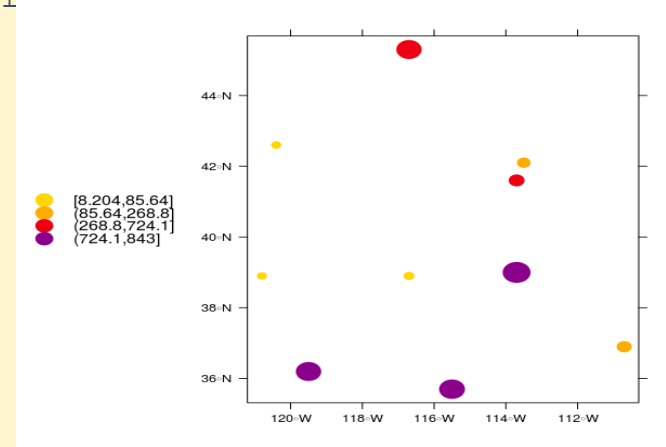
```
# Έστω πως διαθέτουμε δεδομένα ενός συνεχούς φαινομένου
# το οποίο έχει καταγραφεί σε δεδομένα raster
# Επεξεργασία Raster δεδομένων
library(raster)
```

```
# Διάβασμα αρχείου raster από εξωτερικό αρχείο
r = raster("raster.tif")
```

```
# Εξαγωγή raster σε αρχείο .tif στο σκληρό δίσκο.
writeRaster(r, "raster.tif")
```

```
# Κατασκευή ενός raster με 100 κελιά (10*10) και 100 τυχαίες τιμές από το 1 έως το 5.
```

```
r = raster(matrix(sample(1:5, 100, replace = TRUE), 10, 10))
```



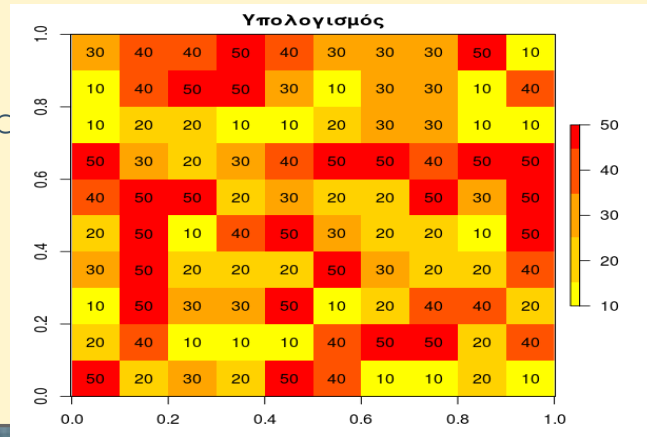
2.8 Παράδειγμα

```
# Οπτικοποίηση αρχικών δεδομένων
plot(r, breaks=breaks, col=cols, main="Αρχικά δεδομένα")
text(r)
```

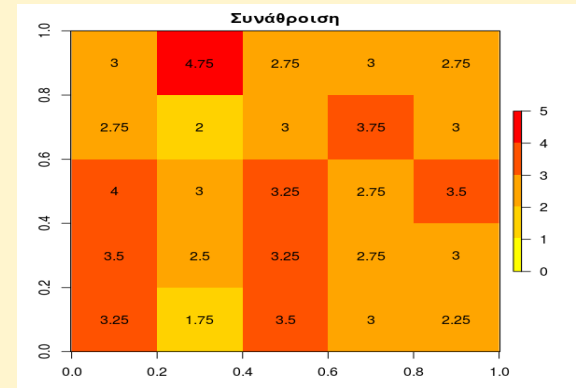
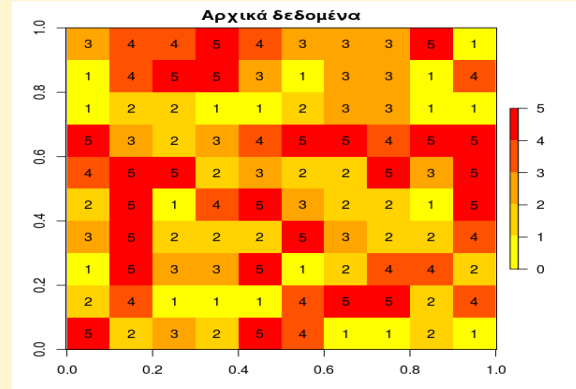
```
# Συνάθροιση κελιών ανά 4 κελιά (2x2)
r_agg = aggregate(r, fact=2, fun=mean)
plot(r_agg, breaks=breaks, col =cols, main="Συνάθροιση")
text(r_agg, labels=round(r_agg[, 2])
```

```
# Υπολογισμοί raster
myCustomFunction = function(x){
  x * 10
}
```

```
r_mul = calc
plot(r_mul,
text(r_mul)
```



μός")

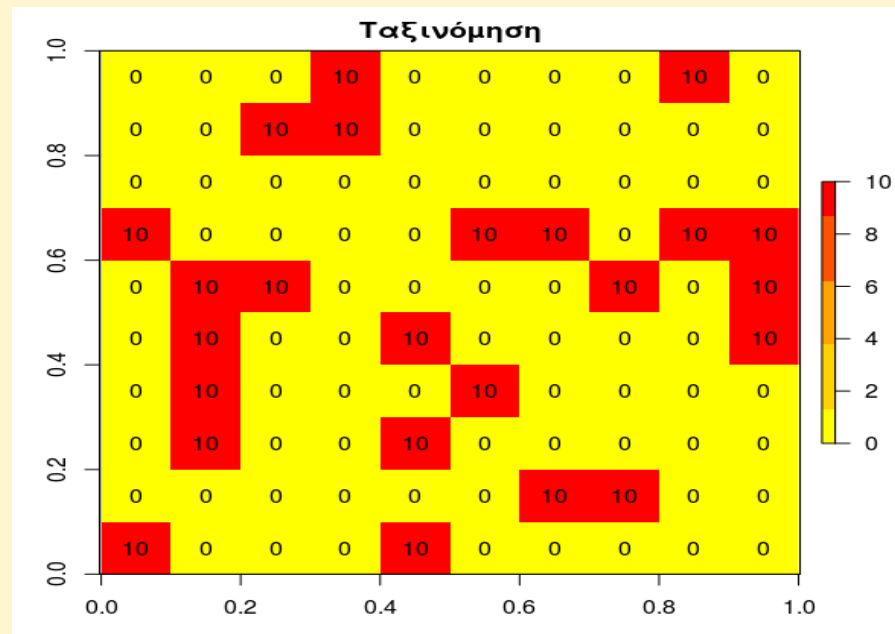


```
# Επανα-Ταξινόμηση τιμών σε raster
m = cbind(
  from      = c(0,4),
  to        = c(4,5),
  becomes   = c(0,10)
)
```

```
m

from      to becomes
0         4         0
4         5         10
```

```
r_reclass = reclassify(r, m)
plot(r_reclass, col=cols, main="Ταξινόμηση")
text(r_reclass )
```





dimitrisk@aegean.gr

facebook

Dimitris Kavroudakis



Dimitris Kavroudakis



dimitris_k



Instagram

d_kavroudakis



dimitriskavroudakis

Δρ. Δημήτρης Καβρουδάκης
Αν. Καθηγητής Γεωγραφικής
Ανάλυσης

www.dimitrisk.gr

