



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Εφαρμοσμένη

Γεωγραφία και Διαχείριση του Χώρου"

Μάθημα "Εφαρμογές Γεωπληροφορικής στη Διαχείριση

Καταστροφών"

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ "WEIGHT OF EVIDENCE"

Χρήστος Πολυκρέτης, Υποψ. Διδάκτορας

e-mail: chpolycretis@hua.gr

Αθήνα, Μάϊος 2017

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Διμεταβλητή στατιστική μέθοδος η οποία βασίζεται στο θεώρημα του Μπέυζ (Bayes) με στόχο την εκτίμηση στατιστικώς της σημαντικότητας ενδεικτικών μοτίβων (Bonham-Carter, 1994).
- Κύριο πλεονέκτημά της η δυνατότητα ενσωμάτωσης του όρου της "αβεβαιότητας (uncertainty)".
- Βασικές έννοιες η "εκ των προτέρων πιθανότητα (prior probability)" και η "εκ των υστέρων πιθανότητα (posterior probability)".

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

1) Εκ των προτέρων πιθανότητα:

Εκφράζεται ως ο λόγος της κατολισθείσας έκτασης, $N\{L\}$, προς τη συνολική έκταση της περιοχής μελέτης, $N\{T\}$:

$$P\{L\} = \frac{N\{L\}}{N\{T\}}$$

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2) Εκ των υστέρων πιθανότητα:

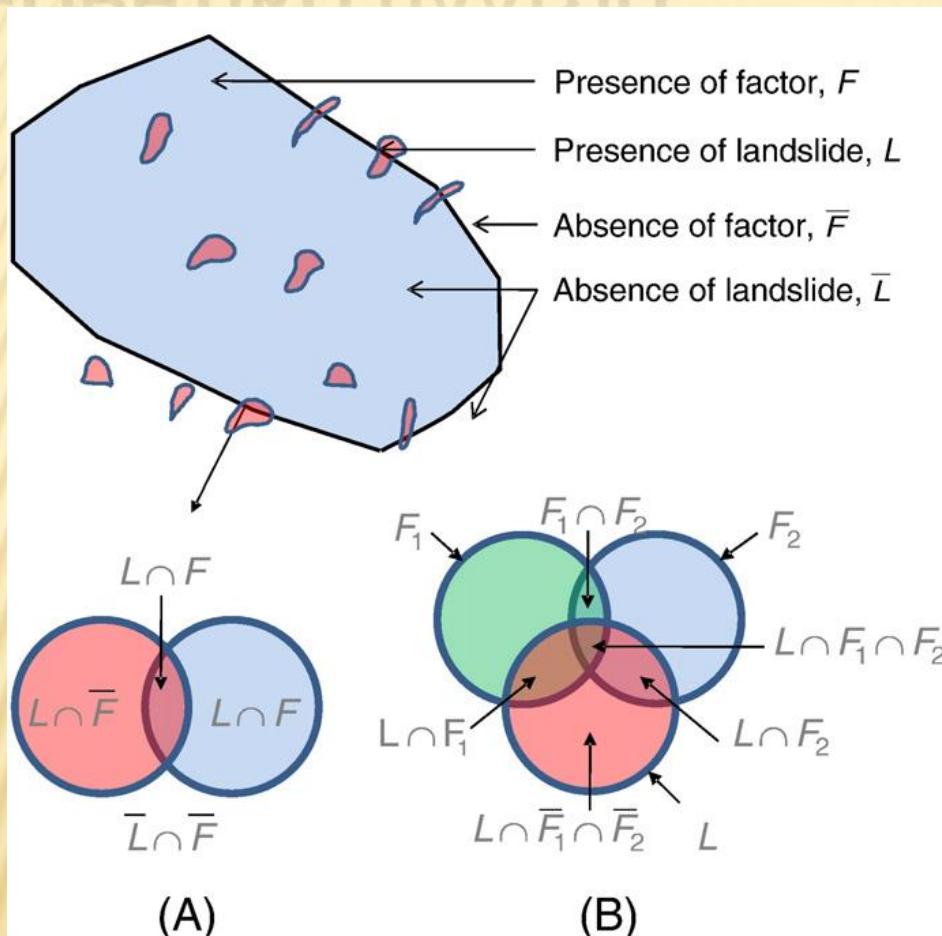
Προκύπτει από την ενσωμάτωση στην "εκ των προτέρων πιθανότητα" των παραγόντων που επιδρούν στην εκδήλωση του φαινομένου, "ενδείξεις (evidences)".

Εκφράζει την πιθανότητα ένα κατολισθητικό γεγονός (L) να συμβεί υπό την παρουσία (B) ή την απουσία ($\bar{B}$) μιας ένδειξης:

$$P\{L|B\} = \frac{P\{L \cap B\}}{P\{B\}} = P\{L\} \frac{P\{B|L\}}{P\{B\}}$$

$$P\{L|\bar{B}\} = \frac{P\{L \cap \bar{B}\}}{P\{\bar{B}\}} = P\{L\} \frac{P\{\bar{B}|L\}}{P\{\bar{B}\}}$$

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ



(A) Οι σχέσεις μεταξύ ενός κατολισθητικού γεγονότος και ενός παράγοντα.

(B) Οι σχέσεις μεταξύ ενός κατολισθητικού γεγονότος και δύο παραγόντων.

Πηγή: Regmi et al., 2010

- Υπολογισμός ενός συνόλου στατιστικών δεικτών για κάθε κατηγορία ενός παράγοντα:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Συντελεστές βαρύτητας W^+ και W^- :

$$W^+ = \ln \frac{P\{B|L\}}{P\{B|\bar{L}\}} = \ln \left(\frac{\frac{A_1}{A_1 + A_2}}{\frac{A_3}{A_3 + A_4}} \right)$$

$$W^- = \ln \frac{P\{\bar{B}|L\}}{P\{\bar{B}|\bar{L}\}} = \ln \left(\frac{\frac{A_2}{A_1 + A_2}}{\frac{A_4}{A_3 + A_4}} \right)$$

A_1 και A_3 = πλήθος ψηφίδων κατολίσθησης και μη-κατολίσθησης σε μια δεδομένη κατηγορία

A_2 και A_4 = πλήθος ψηφίδων κατολίσθησης και μη-κατολίσθησης στις υπόλοιπες κατηγορίες

Εάν L και B συσχετίζονται θετικά, τότε W^+ είναι θετικό και W^- αρνητικό.

Εάν L και B συσχετίζονται αρνητικά, τότε W^+ είναι αρνητικό και W^- θετικό.

Εάν $W^+ = W^- = 0$, τότε prior = posterior (η πιθανότητα εκδήλωσης μιας κατολίσθησης δεν επηρεάζεται από την παρουσία ή την απουσία της κατηγορίας) (Dahal et al., 2008).

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Contrast (αντίθεση), C :

$$C = W^+ - W^-$$

Υποδεικνύει το είδος (θετική ή αρνητική) της χωρικής συσχέτισης μεταξύ μιας δεδομένης κατηγορίας και της εκδήλωσης του φαινομένου.

- Variance of C (διακύμανση της αντίθεσης), $S^2(C)$:

$$S^2(C) = S^2(W^+) + S^2(W^-)$$

$$S^2(W^+) = 1/A_1$$

$$S^2(W^-) = 1/A_2$$

- Studentized contrast (τυποποιημένη αντίθεση), $C/S(C)$:

Καταδεικνύει τη σημαντικότητα της χωρικής συσχέτισης.

Μ' ένα 95% επίπεδο εμπιστοσύνης (*confidence level*), οι τιμές στο εύρος $-1.96 - 1.96$ δεν υποδεικνύουν σημαντικότητα της χωρικής συσχέτισης.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Έλεγχος ανεξαρτησίας των παραγόντων:

Υπάρχουν διάφοροι τύποι στατιστικών μεθόδων, ωστόσο η βασισμένη στο χ^2 ανά ζεύγος σύγκριση (*chi-square-based pairwise comparison*) χρησιμοποιείται ευρέως.

Απαιτεί τη δημιουργία ενός πίνακα συνάφειας (*contingency table*) για κάθε ένα ζεύγος παραγόντων ο οποίος καταγράφει τον αριθμό κατολισθητικών γεγονότων που παρατηρούνται για μια δεδομένη επικάλυψη των κατηγοριών τους.

Factor 2	Factor 1			Total
	Class 1	...	Class n	
Class 1	$N[\text{Class 1 of Factor 1} \cap \text{Class 1 of Factor 2} \cap D]$	...	$N[\text{Class } n \text{ of Factor 1} \cap \text{Class 1 of Factor 2} \cap D]$	$N[\text{Class 1 of Factor 2} \cap D]$
$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	
Class n	$N[\text{Class 1 of Factor 1} \cap \text{Class } n \text{ of Factor 2} \cap D]$	...	$N[\text{Class } n \text{ of Factor 1} \cap \text{Class } n \text{ of Factor 2} \cap D]$	$N[\text{Class } n \text{ of Factor 2} \cap D]$
Total	$N[\text{Class 1 of Factor 1} \cap D]$	...	$N[\text{Class } n \text{ of Factor 1} \cap D]$	$N[D]$

Πηγή: Oh and Lee, 2011

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(f_{oi} - f_{ei})^2}{f_{ei}}$$

f_{oi} οι παρατηρούμενες συχνότητες

f_{ei} οι αναμενόμενες συχνότητες

v	0.10	0.05	0.025	0.01	0.001
1	2.706	3.841	5.024	6.635	10.828
2	4.605	5.991	7.378	9.210	13.816
3	6.251	7.815	9.348	11.345	16.266
4	7.779	9.488	11.143	13.277	18.467
5	9.236	11.070	12.833	15.086	20.515
6	10.645	12.592	14.449	16.812	22.458
7	12.017	14.067	16.013	18.475	24.322
8	13.362	15.507	17.535	20.090	26.125
9	14.684	16.919	19.023	21.666	27.877
10	15.987	18.307	20.483	23.209	29.588
11	17.275	19.675	21.920	24.725	31.264
12	18.549	21.026	23.337	26.217	32.910
13	19.812	22.362	24.736	27.688	34.528
14	21.064	23.685	26.119	29.141	36.123
15	22.307	24.996	27.488	30.578	37.697
16	23.542	26.296	28.845	32.000	39.252
17	24.769	27.587	30.191	33.409	40.790
18	25.989	28.869	31.526	34.805	42.312
19	27.204	30.144	32.852	36.191	43.820
20	28.412	31.410	34.170	37.566	45.315

Λαμβάνοντας υπόψη τους βαθμούς ελευθερίας (v) και το επίπεδο εμπιστοσύνης, οι εκτιμώμενες τιμές χ^2 που είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη θεωρητική τιμή υποδεικνύουν ότι οι παράγοντες των συγκεκριμένων ζευγών δεν είναι μεταξύ τους ανεξάρτητοι, και συνεπώς πρέπει ν' αποκλειστούν.

$$v = (row - 1) * (column - 1)$$

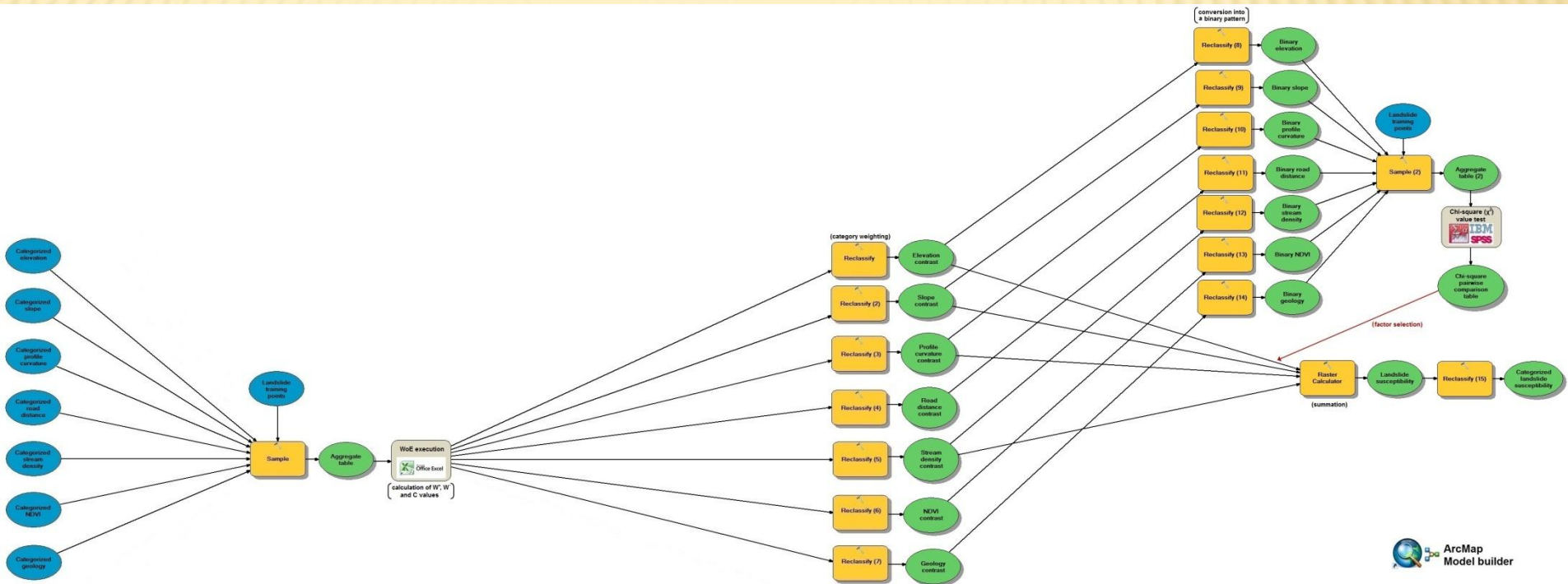
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

- Υπολογισμός επιδεκτικότητας κατολισθήσεων:

$$LS = \sum_{i=1}^n C_{i,j}$$

όπου $C_{i,j}$ είναι η τιμή αντίθεσης για την κατηγορία j του παράγοντα i , και n είναι ο αριθμός των («εγκεκριμένων» από τον έλεγχο ανεξαρτησίας) παραγόντων.

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ



ΕΝΔΕΔΕΙΓΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ Bonham-Carter GF (1994) Geographic Information Systems for Geoscientists: Modeling with GIS. Pergamon Press, Canada
- ❖ Dahal RK, Hasegawa S, Nonomura A, Yamanaka M, Masuda T, Nishino K (2008) GIS-based weights-of-evidence modelling of rainfall-induced landslides in small catchments for landslide susceptibility mapping. Environmental Geology 54:311–324
- ❖ Oh H-J, Lee S (2011) Landslide susceptibility mapping on Panaon Island, Philippines using a geographic information system. Environmental Earth Sciences 62:935–951
- ❖ Regmi NR, Giardino JR, Vitek JD (2010) Modeling susceptibility to landslides using the weight of evidence approach: Western Colorado, USA. Geomorphology 115:172–187