

Χώρας αειχώρος

ΚΕΙΜΕΝΑ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΤΟΜΟΣ 3
VOLUME 3

ΤΕΥΧΟΣ 2
ISSUE 2

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2004
NOVEMBER 2004



ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ - Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
*Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης*

ΚΟΚΚΩΣΗΣ ΧΑΡΗΣ
ΜΠΕΡΙΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΠΕΤΡΑΚΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΓΟΥΣΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ
ΔΕΦΝΕΡ ΑΛΕΞΗΣ
ΨΥΧΑΡΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΣΥΝΤΑΞΗΣ

Αραβαντινός Αθανάσιος	- ΕΜΠ
Ανδρικόπουλος Ανδρέας	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Βασενχόβεν Λουδοβίκος	- ΕΜΠ
Γιαννακούρου Τζίνα	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Γιαννιάς Δημήτρης	- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Δελλαδέτσιμας Παύλος	- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
Δεμαθιάς Ζαχαρίας	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Ιωαννίδης Γιάννης	- Tufts University, USA
Καλογήρου Νίκος	- ΑΠΘ
Καρυίδης Δημήτρης	- ΕΜΠ
Κοσμόπουλος Πάνος	- ΔΠΘ
Κουκλέλη Ελένη	- University of California, USA
Λαμπριανίδης Λόης	- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Λουκάκης Παύλος	- Πάντειο Πανεπιστήμιο
Λουρή Ελένη	- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Μαντουβάλου Μαρία	- ΕΜΠ
Μελαχροινός Κώστας	- University of London, Queen Mary, UK
Μοδινός Μιχάλης	- Εθν. Κέντρο Περιβ. και Δειφ. Ανάπτυξης (ΕΚΠΙΑΑ)
Μπριασούλη Ελένη	- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παπαθεοδώρου Ανδρέας	- University of Surrey, UK
Παπτάς Βασίλης	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Πρεβελάκης Γεώργιος-Στυλ.	- Universite de Paris I, France
Φωτόπουλος Γιώργος	- Πανεπιστήμιο Πατρών
Χαστάογλου Βίλμα	- ΑΠΘ

Διεύθυνση:

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας
και Περιφερειακής Ανάπτυξης
Περιοδικό ΔΕΙΧΩΡΟΣ

Πεδίον Άρεως, 38334 ΒΟΛΟΣ

<http://www.prd.uth.gr/aeihoros> e-mail: aeihoros@prd.uth.gr

τηλ.: 24210 – 74456 fax: 24210 – 74380



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ειδικό τεύχος - Αφιέρωμα
Γεωπληροφορική

Επιμέλεια

Μαρίνος Κάβουρας
Ελευθερία Καρνάβου

Επιστημονικό Περιοδικό

αιχλώρος



Επιμέλεια έκδοσης : Άννα Σαμαρίνα — Παναγιώτης Πανταζής
Λαγούτ : Παναγιώτης Πανταζής
Σχεδιασμός εξωφύλλου : Γιώργος Παρασκευάς
Εκτύπωση : Αλέκος Ξουράφας
Κεντρική διάθεση : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	4
Κόκλα Μ., Κάβουρας Μ.	8
Προσδιορισμός σημασιολογικών ιδιοτήτων και σχέσεων για την επίλυση οντολογικής ετερογένειας	
Τομαή Ε., Κάβουρας Μ.	24
Απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη Θεματικών Γεωγραφικών Οντολογιών	
Γραϊκούσης Γ., Φώτης Γ. και Κουτσόπουλος Κ.	40
Χωροχρονική πρόβλεψη σημειακών προτύπων ζήτησης στοχαστικών χωροθετικών προβλημάτων με χρήση Νευρωνικών Δικτύων	
Παντελέλης Μ., Σουλακέλλης Ν.	62
Διαχείριση και ανάλυση χωροχρονικών δεδομένων αέριας ρύπανσης αστικών περιοχών: Η περίπτωση της Αττικής	
Μανέτος Π., Φώτης Γ.	76
Εφαρμογή μεθόδων εξαγωγής χωρικής γνώσης για τον προσδιορισμό και την απόδοση Χωρικών Προτύπων	
Μελιδόνη Μ., Χατζηχρήστος Θ.	94
Σχεδιασμός και ανάπτυξη περιβάλλοντος διεπαφής με το χρηστή για την ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου" σε περιβάλλον ΓΣΠ	
Σαραφίδης Δ., Παρασχάκης Ι.	112
Ένα χρηστικό περιβάλλον επικοινωνίας για την διάθεση των κτηματολογικών δεδομένων στο διαδίκτυο	
Ντόκου Αικ.	134
Χωρικές διαδικασίες τεκμηρίωσης τρισδιάστατης πληροφορίας ιδιοκτησιακών αντικειμένων	
Καμαριανάκης Γ., Κοντός Δ.	154
Ταξινόμηση των δήμων της Ελλάδας σύμφωνα με τα κοινωνικά και οικονομικά χαρακτηριστικά τους όπως προκύπτουν από την Απογραφή του 2001	

Σχεδιασμός και ανάπτυξη περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη για την ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου" σε περιβάλλον ΓΣΠ

Μαρία Μελιδόνη

Γεωγράφος M.sc, Υποψήφια Διδάκτορας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Θωμάς Χατζηχρήστος

Δρ. Αγρονόμος - Τοπογράφος Μηχανικός, ΕΕΔΙΠ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περίληψη

Η περιγραφή και ανάλυση των χωρικών σημειακών προτύπων αποτελεί βασικό γεωγραφικό πρόβλημα. Τα χωρικά πρότυπα συνδέονται με αντίστοιχες χωρικές διαδικασίες. Οι διαδικασίες αυτές μπορούν να περιγραφούν με τη θεωρία των πιθανοτήτων και να αποδοθούν με γνωστές στατιστικές κατανομές. Μια από τις βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των χωρικών προτύπων σημείων είναι η "Ανάλυση Καννάβου". Σκοπός της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) για την ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων με την τεχνική της "Ανάλυσης Καννάβου", με έναν όσο το δυνατό πιο φιλικό και εύχρηστο τρόπο. Γι αυτό το σκοπό αναφέρονται οι βασικές αρχές της θεωρίας των χωρικών προτύπων σημειακών κατανομών καθώς και οι βασικές αρχές σχεδιασμού διεπαφής με το χρήστη που πρέπει να χαρακτηρίζουν όλες τις επιφάνειες εργασίας των διαφόρων πληροφοριακών συστημάτων, όπως και τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Λέξεις-κλειδιά

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ), περιβάλλον διεπαφής, ανάλυση χωρικών σημειακών προτύπων, σημειακές κατανομές, ανάλυση καννάβου.

User interface design and development for point pattern analysis using the technique "Quadrat Analysis" in a GIS environment

The description and analysis of the spatial pattern of point distributions constitutes a significant geographical problem. Spatial patterns are connected with relevant spatial procedures. These procedures can be described through the utilization of statistical tools. One of the most widespread spatial analysis techniques that are used for point pattern analysis is "Quadrat Analysis". The aim of this paper is the design and development of a user interface in a Geographical Information System, which will be able to detect the spatial patterns from point distributions, through the use of the technique "Quadrat Analysis". The user interface has been designed and developed in order to be integrated, flexible, friendly and easy to use. For this purpose, the basic principles of the theory of point pattern analysis are presented, as well as the basic principles of the development of a user interface that should characterize the user interface of all information systems.

Keywords

Geographical Information Systems (GIS), user interface, point pattern analysis, point distributions, quadrat analysis.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, τα ΓΣΠ αποδεικνύονται το πιο ισχυρό και κατάλληλο εργαλείο για την ανάλυση του χώρου. Μέθοδοι χωρικής στατιστικής ανάλυσης είναι δυνατό να ενσωματωθούν στο περιβάλλον των ΓΣΠ μέσα από την ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη (User Interface). Στόχος της εργασίας αυτής είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός περιβάλλοντος διεπαφής, ώστε με ευέλικτο και ολοκληρωμένο τρόπο, να προσθέτει σε ένα λογισμικό ΓΣΠ όλα τα απαραίτητα στατιστικά εργαλεία που οδηγούν στη διεξαγωγή της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου" (Quadrat Analysis). Η "Ανάλυση Καννάβου" εξειδικεύεται στην αναγνώριση και ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων, δηλαδή προτύπων που δημιουργούν δραστηριότητες ή φαινόμενα σε οριοθετημένη περιοχή μελέτης και αποτυπώνονται στο χάρτη με τη μορφή σημείων, βάση της επιλεγμένης κλίμακας. Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε το λογισμικό ArcGIS, στο οποίο αναπτύχθηκε κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού, Visual Basic. Η εφαρμογή σχεδιάστηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Στο δεύτερο και τρίτο υποκεφάλαιο αναφέρονται οι βασικές αρχές της θεωρίας των χωρικών προτύπων σημειακών κατανομών, καθώς και οι βασικές αρχές της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου", ενώ στο τέταρτο και πέμπτο υποκεφάλαιο αναφέρονται οι αρχές και οι μέθοδοι σχεδιασμού διεπαφής με το χρήστη, οι οποίες πρέπει να χαρακτηρίζουν

την επιφάνεια εργασίας όλων των πληροφοριακών συστημάτων, όπως και τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Στο έκτο υποκεφάλαιο περιγράφεται ο σχεδιασμός και υλοποίηση της ανάλυσης σημειακών χωρικών προτύπων με την τεχνική "Ανάλυση Καννάβου", ενώ το έβδομο υποκεφάλαιο αποτελούν τα τελικά συμπεράσματα.

ΧΩΡΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ

Σύμφωνα με τους Bailey και Gatrell (1995: 75) "με τον όρο "πρότυπο σημείων" εννοείται ένα σύνολο δεδομένων τα οποία αποτελούνται από μια συστοιχία σημειακών θέσεων ή τοποθετήσεων (s_1, s_2, s_3, \dots) σε συγκεκριμένη περιοχή μελέτης R , στην οποία συγκεντρώνονται-συμβαίνουν γεγονότα ενδιαφέροντος (events)". Ο όρος "γεγονός" ("event") αφορά ένα πλήθος χωρικών φαινομένων τα οποία είναι δυνατό να θεωρηθεί ότι "συμβαίνουν" σε σημειακές τοποθετήσεις.

Από τον παραπάνω ορισμό, προκύπτει, καταρχήν, ότι η διαδικασία ανάλυσης των χωρικών προτύπων σημειακών κατανομών βασίζεται στις συντεταγμένες των σημείων, δηλαδή στη θέση των σημείων στο χώρο και κατ'επέκταση στο χάρτη, με βάση το σύστημα συντεταγμένων που χρησιμοποιείται. Διαφορετικές θέσεις συνιστούν διαφορετικές σημειακές κατανομές.

Εκτός από τη θέση των σημείων, άλλοι καθοριστικοί παράγοντες στη διαδικασία ανάλυσης των χωρικών προτύπων σημειακών κατανομών είναι η έκταση και τα όρια της περιοχής μελέτης, καθώς, επίσης, το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Η έκταση της περιοχής μελέτης επηρεάζει σημαντικά ορισμένες τεχνικές ανάλυσης, όπως εκείνες που έχουν τη βάση τους σε κανναβικές μεθόδους, με πιο γνωστή την "Ανάλυση Καννάβου" (Lee και Wong, 2001: 59-60).

Τα χωρικά πρότυπα σημειακών κατανομών είναι αποτέλεσμα συγκεκριμένων χωρικών διαδικασιών. Στην επιστήμη της Γεωγραφίας διακρίνονται τρεις βασικές χωρικές διαδικασίες, οι οποίες παράγουν ισάριθμες χωρικές κατανομές και αντίστοιχα χωρικά πρότυπα. Πρόκειται για τις *τυχαίες (random)*, *ομοιόμορφες (regular)* και *ομαδοποιημένες (clustered)* χωρικές διαδικασίες.

Στην περίπτωση της τυχαίας χωρικής διαδικασίας παράγονται τυχαία χωρικά πρότυπα, σαν αποτέλεσμα της τυχαίας κατανομής των σημείων στο δοσμένο χώρο. Στην περίπτωση της ομοιόμορφης (ή ανταγωνιστικής) χωρικής διαδικασίας παράγονται ομοιόμορφα χωρικά πρότυπα σαν αποτέλεσμα της ομοιόμορφης κατανομής των σημείων (ίση πυκνότητα των σημείων στο χώρο). Τα φαινόμενα-δραστηριότητες τοποθετούνται στο χώρο με τέτοιο τρόπο ώστε να απέχουν όσο το δυνατό περισσότερο το ένα από το άλλο. Τέλος, στην περίπτωση της ομαδοποιημένης (ή ελκυστικής) χωρικής διαδικασίας δημιουργείται μια ομαδοποιημένη χωρική κατανομή, με τα σημεία να τείνουν να είναι το ένα κοντά στο άλλο και παράγεται ένα ομαδοποιημένο ή συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο.

Η ελκυστική διαδικασία εμφανίζεται στις περιπτώσεις που κάποια ιδιότητα μεταδίδεται μεταξύ των σημείων με τέτοιο τρόπο ώστε η μετάδοση αυτή να διευκολύνεται από τις μικρές αποστάσεις μεταξύ των σημείων (Κουτσόπουλος, 2002: 230-233).

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΕΚΦΡΑΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

Η απλή οπτική παρατήρηση ενός χάρτη με συγκεντρώσεις σημείων αρκεί για να μας οδηγήσει στη διαπίστωση ότι η πυκνότητα των σημείων διαφοροποιείται στο χώρο. Αυτό αποτελεί μια *ποιοτική* παρατήρηση σχετικά με το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο χάρτη. Εντούτοις, όπως αναφέρει ο Ripley (1981: 148) "*το ανθρώπινο μάτι (και ο εγκέφαλος) είναι αρκετά ικανό στο να ταξινομεί πρότυπα σημείων, αλλά εύκολα ξεγελιέται*". Συχνά, η οπτική παρατήρηση οδηγεί σε λανθασμένη αναγνώριση του υφιστάμενου προτύπου, ειδικότερα σε περιπτώσεις που το χωρικό πρότυπο δεν είναι τόσο "άμεσα" αναγνωρίσιμο (λ.χ.: *απόλυτα ομοιόμορφο-perfectly regular*, ή *απόλυτα ομαδοποιημένο-perfectly clustered*). Με τη χρήση της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου" παρέχεται η δυνατότητα στατιστικής ανάλυσης της συχνότητας εμφάνισης των σημείων σε διαφορετικές θέσεις, ούτως ώστε, οι απλές *ποιοτικές* παρατηρήσεις να μετατρέπονται σε *ποσοτικές* εκφράσεις του χωρικού προτύπου σημείων που παρουσιάζεται σε ένα χάρτη (Κουτσόπουλος, 2002: 230).

Στο πλαίσιο της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου" γίνεται η παραδοχή ότι τα χωρικά σημειακά πρότυπα και οι χωρικές διαδικασίες που τα παράγουν αντιστοιχούν σε τρεις γνωστές *θεωρητικές κατανομές πιθανοτήτων*, την κατανομή Poisson, τη Διωνυμική κατανομή (Binomial Distribution) και την Αρνητική Διωνυμική κατανομή (Negative Binomial Distribution) (Κουτσόπουλος, 2002: 230-4). Πιο αναλυτικά:

- Αν μια σημειακή χωρική κατανομή συμπίπτει με την *κατανομή Poisson*, τότε το χωρικό πρότυπο των σημείων αυτών είναι *τυχαίο* (Κουτσόπουλος, 2002: 231). Η κατανομή Poisson δίδεται από τη σχέση:

$$P_r = e^{-\lambda} \cdot \lambda^r / r! \quad (r=0,1,2,\dots) \quad (\text{Κουτσόπουλος, 2002: 231}) \quad (3.1)$$

όπου: r = τα σημεία στο φατνίο του καννάβου
 λ = η άγνωστη παράμετρος που εκτιμάται

- Αν μια σημειακή χωρική κατανομή συμπίπτει με τη *Διωνυμική Κατανομή*, τότε το χωρικό πρότυπο των σημείων αυτών είναι *ομοιόμορφο* (Κουτσόπουλος, 2002:233). Η Διωνυμική κατανομή δίδεται από τη σχέση:

$$P_r = \binom{n}{r} p^r q^{n-r} \quad (\text{Κουτσόπουλος, 2002: 232}) \quad (3.2)$$

όπου: r = τα σημεία στο φατνίο του καννάβου
 n = ο συνολικός αριθμός των σημείων
 p = η άγνωστη παράμετρος που εκτιμάται.

- Αν μια σημειακή χωρική κατανομή συμπίπτει με την *Αρνητική Διωνυμική Κατανομή*, τότε το χωρικό πρότυπο των σημείων αυτών είναι *ομαδοποιημένο* (Κουτούπουλος, 2002: 233). Η Αρνητική Διωνυμική κατανομή δίδεται από τη σχέση:

$$P_r = \binom{k+r-1}{r} \cdot \left(\frac{m}{m+k}\right)^r \cdot \left(\frac{k}{m+k}\right)^k \quad (\text{Rogers, 1969: 60}) \quad (3.3)$$

όπου: r = τα σημεία στο φατνίο του καννάβου

m = η μέση τιμή

K = η άγνωστη παράμετρος που εκτιμάται

Με τη χρήση των ανωτέρω στατιστικών εργαλείων και θεωρητικών παραδοχών, στο πλαίσιο της "Ανάλυσης Καννάβου", καθίσταται εφικτή η ποσοτική έκφραση του χωρικού προτύπου σημείων που παρουσιάζεται σε ένα χάρτη.

Σκοπός της εργασίας, όπως αναφέρθηκε, είναι η ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη σε ένα ΓΣΠ για την ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων με την τεχνική της "Ανάλυσης Καννάβου", με έναν όσο το δυνατό πιο φιλικό και εύχρηστο τρόπο. Γι αυτό το σκοπό, στη συνέχεια αναφέρονται οι βασικές αρχές ανάπτυξης και υλοποίησης διεπαφής με το χρήστη που πρέπει να χαρακτηρίζουν όλες τις επιφάνειες εργασίας των διαφόρων πληροφοριακών συστημάτων, καθώς και τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΗΣΤΗ

Η αναζήτηση σαφών στόχων βοηθά τους σχεδιαστές να τους επιτύχουν. Προσπερνώντας την αόριστη αναζήτηση για φιλικά στο χρήστη συστήματα, οι σχεδιαστές μπορούν να επικεντρωθούν σε συγκεκριμένους στόχους, οι οποίοι περιλαμβάνουν ένα καλά μηχανικά ορισμένο σύστημα και αντικειμενικά μετρήσιμους ανθρώπινους παράγοντες.

Αρχικά πρέπει να καθοριστεί η λειτουργικότητα που θα έχει το σύστημα, οι εργασίες και οι υπο-εργασίες που θα διεξάγονται με τη χρήση του. Οι βασικές εργασίες είναι εύκολο να καθοριστούν. Το δύσκολο είναι να προβλεφθούν οι διάφορες εργασίες πέρα από τις τυποποιημένες που μπορεί να προκύψουν ξαφνικά ανάλογα με την εφαρμογή ή οι εργασίες που σχετίζονται με τα λάθη στη χρήση του συστήματος. Εάν η λειτουργικότητα του συστήματος είναι ανεπαρκής, δεν έχει σημασία πόσο καλά σχεδιασμένη είναι μια επιφάνεια διεπαφής. Από την άλλη, η υπερβολική λειτουργικότητα είναι, επίσης, επικίνδυνη και αποτελεί το πιο κοινό λάθος των σχεδιαστών, οι οποίοι στην προσπάθειά τους να το επιτύχουν αυτό περιπλέκουν ακόμη περισσότερο το σύστημα με αποτέλεσμα να κάνουν την υλοποίηση, τη συντήρηση, την εκμάθηση, και τη χρήση πιο δύσκολη.

Ο εσωτερικός σχεδιασμός μιας επιφάνειας διεπαφής πρέπει να είναι έτσι διαμορφωμένος ώστε να μπορεί να αποτραπεί ή να αντιμετωπιστεί οποιοδήποτε ενδεχόμενο εισαγωγής λάθους. Οι σχεδιαστές οφείλουν να υποστηρίζουν την ασφάλεια, και την ακεραιότητα των δεδομένων. Η προστασία οφείλει να παρέχεται για αποφυγή αναρμόδιας εισόδου, αθέλητης καταστροφής των δεδομένων, ή κακεντρεχών πειραμάτων.

Ένας επιπλέον καθοριστικός παράγοντας της επιτυχίας ενός συστήματος είναι η αρμονική συνύπαρξη και χρήση των ίδιων εντολών, χρωμάτων, layout, κ.λπ. για εργασίες της εφαρμογής που σχετίζονται ή είναι ίδιες μεταξύ τους και εφαρμόζονται κατά την διάρκεια της εφαρμογής που θέλουμε να εκτελέσουμε. Ο σχεδιαστής πρέπει να επιδιώκει τη συμβατότητα μεταξύ των προγραμμάτων.

Ο ανθρώπινος παράγοντας στον υπολογιστή και τα πληροφοριακά συστήματα είναι κάτι πολύ ουσιαστικό (Shneiderman, 1998), γεγονός που αποδεικνύουν πολλά πετυχημένα προϊόντα, τα πλεονεκτήματα των οποίων στηρίζονται στις επιμελώς ανεπτυγμένες επιφάνειες διεπαφής. Είναι πολύ σημαντικό να μπορεί ο σχεδιαστής να καταλάβει τις φυσικές, πνευματικές και προσωπικές διαφορές ανάμεσα στους χρήστες και όλη αυτή την πολυπλοκότητα να τη λαμβάνει υπόψη του κατά τη σχεδίαση της εφαρμογής που καλείται να αναπτύξει κάθε φορά (Wickens, 1992).

Υπάρχουν πέντε μετρήσιμοι ανθρώπινοι παράγοντες που αποτελούν τα κριτήρια αξιολόγησης ενός συστήματος:

1. *Η ώρα της μάθησης:* Πόσο χρονικό διάστημα χρειάζονται τα τυπικά μέλη της ομάδας χρηστών να μάθουν πως να χρησιμοποιούν τις εντολές σχετικά με ένα σύνολο καθηκόντων.
2. *Η ταχύτητα εκτέλεσης:* Πόσο χρονικό διάστημα χρειάζεται να εκτελεστούν οι δοκιμαστικές δραστηριότητες.
3. *Ο ρυθμός των λαθών από τους χρήστες:* Ποσά και τι είδους λάθη κάνουν οι άνθρωποι κατά την εκτέλεση τα δοκιμαστικών εργασιών;
4. *Η συγκράτηση της γνώσης:* Πόσο καλά μπορούν οι χρήστες να διατηρήσουν αυτή τη γνώση μετά από μια ώρα, μια μέρα ή μια εβδομάδα;
5. *Η υποκειμενική ικανοποίηση:* Πόσο αρέσει στους χρήστες να χρησιμοποιούν τις διάφορες λειτουργίες του συστήματος; Η απάντηση μπορεί να προκύψει από συνεντεύξεις ή από γραπτές έρευνες που περιλαμβάνουν κλίμακες ικανοποίησης και χώρο για ελεύθερα σχόλια (Shneiderman, 1982).

Κάθε σχεδιαστής θα επιθυμούσε να επιτύχει σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες, αλλά συχνά πρέπει να λαμβάνει υπόψη του εναλλακτικά σενάρια. Εάν οι χρήστες είχαν εκτενή μάθηση, τότε ο χρόνος εκτέλεσης της δραστηριότητας θα μειωνόταν με τη χρήση πολύπλοκων συντομεύσεων, macros, και σύντομων διαδρομών. Εάν ο ρυθμός των λαθών

κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα, τότε θα πρέπει να θυσιαστεί η ταχύτητα της απόδοσης. Σε μερικές περιπτώσεις, η υποκειμενική ικανοποίηση αποτελεί το καθοριστικό κλειδί της επιτυχίας, σε άλλες όμως κυριαρχούν ο χρόνος γρήγορης μάθησης ή η ταχύτητα απόδοσης. Τα στελέχη του έργου και οι σχεδιαστές του, οφείλουν να γνωρίζουν αυτές τις εναλλακτικές λύσεις όταν κάνουν τις επιλογές τους.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΔΙΕΠΑΦΗΣ

Μετά τον καθορισμό του προφίλ των χρηστών ο σχεδιαστής καλείται να καθορίσει τη σειρά με την οποία θα εκτελούνται οι εντολές στο πρόγραμμα. Το στάδιο αυτό του σχεδιασμού πρέπει να προηγηθεί της σχεδίασης του συστήματος, γεγονός που συμβαίνει ελάχιστα φορές αφού σχεδόν πάντα ο σχεδιαστής θα προσθέσει κάποια εντολή ενδιάμεσα με την πρόθεση πάντα να βοηθήσει το χρήστη. Οι πολύ σύνθετες εντολές μπορούν να υποδιαιρεθούν σε πολλές απλούστερες. Η επιλογή του κατάλληλου συνόλου επιλογών είναι δύσκολη εργασία. Στην περίπτωση που είναι λίγες, ο χρήστης θα συνηθίσει και θα απογοητευθεί όταν χρειασθεί να εκτελέσει περισσότερες προκειμένου να κάνει δουλειά υψηλότερου επιπέδου. Εάν πάλι είναι περισσότερες και πολύπλοκες, ο χρήστης θα χρειαστεί να αποφασίσει ανάμεσα σε ειδικές επιλογές ή, στη χειρότερη περίπτωση, δε θα μπορέσει να πάρει αυτό που του προσφέρει το σύστημα. Όταν ολοκληρωθεί η ανάλυση των εργασιών και καθορισθούν τα αντικείμενα εργασίας και οι επιλογές, ο σχεδιαστής, για να κάνει την παρουσίαση και εκτέλεση των εντολών ανάλογα πάντα με την εφαρμογή και το επίπεδο των χρηστών, επιλέγει ανάμεσα στα παρακάτω αλληλεπιδρώντα μοντέλα:

- επιλογή εντολών από menu,
- συμπλήρωση φόρμας,
- γλώσσα εντολών,
- απλή γλώσσα,
- κατευθείαν χειρισμός.

Έτσι π.χ. τα συστήματα "επιλογή από μενού" και "κατευθείαν χειρισμού" διαφέρουν από τις γλώσσες εντολών. Στις δύο πρώτες περιπτώσεις, οι χρήστες βλέπουν τις επιλογές και ακούν προκαθορισμένα μηνύματα, ενώ στη δεύτερη καλούνται να απομνημονεύσουν εντολές και να τις εκτελέσουν πληκτρολογώντας. Έτσι, ενώ υπάρχουν χιλιάδες χρήστες που χρησιμοποιούν γλώσσες προγραμματισμού, η ανάπτυξή τους παραμένει στάσιμη ή προχωράει με αργούς ρυθμούς, εξαιτίας της τάσης που υπάρχει ως προς τις επιφάνειες "κατευθείαν χειρισμού" και "επιλογή από μενού" (Bailey, 1996).

Κάθε ενέργεια του χρήστη πρέπει να ακολουθείται από ένα αποτέλεσμα που προκύπτει μετά από την επεξεργασία του συστήματος. Για επιλογές που χρησιμοποιούνται συχνά, το αποτέλεσμα πρέπει να είναι απλό και εύκολα αντιληπτό, ενώ για επιλογές που έχουν

ειδική χρήση, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι κάτι πιο σύνθετο. Η οπτική αναπαράσταση των αντικειμένων που μας ενδιαφέρουν δημιουργεί ένα φιλικό και άνετο περιβάλλον για να φανούν με σαφήνεια οι αλλαγές (μοντέλο "κατευθείαν χειρισμού"). Όταν πρόκειται για την εκτέλεση μίας σύνθετης εντολής, η ακολουθία των διαλόγων πρέπει να είναι οργανωμένη σε ομάδες με κάποια αρχή, μέση και τέλος.

Η σχεδίαση ενός σωστά σχεδιασμένου συστήματος πρέπει να γίνεται έτσι ώστε οι χρήστες να αποφεύγουν τα σοβαρά λάθη. Για παράδειγμα, να προτιμάται η λύση του μοντέλου "κατευθείαν χειρισμού" από αυτό της συμπλήρωσης φόρμας και να μην επιτρέπεται η γραφή αλφαβητικών χαρακτήρων μέσα σε πλαίσια εισαγωγής αριθμών. Το σύστημα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει το λάθος του χρήστη και αμέσως να προτείνει οδηγίες διόρθωσης (Kantowitz κ.ά., 1983). Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί τη γλώσσα εντολών, για να ενεργοποιήσει μια εντολή και κάνει λάθος στη σύνταξη, δεν χρειάζεται να πληκτρολογήσει ξανά όλη την εντολή παρά μόνο να διορθώσει το λάθος κομμάτι. Επίσης, ο χρήστης κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος πρέπει να έχει την δυνατότητα να ακυρώσει κάποιες από τις ενέργειες που έχει κάνει. Αυτό το χαρακτηριστικό του προγράμματος μειώνει το άγχος, αφού ο χρήστης γνωρίζει ότι οποιοδήποτε λάθος είναι αναστρέψιμο, ενώ παράλληλα τον ενθαρρύνει να ερευνήσει και να ανακαλύψει καινούργιες ενέργειες. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ακυρώσει μία μεμονωμένη πράξη, όπως είναι η εισαγωγή μιας πληροφορίας ή μία ολόκληρη ομάδα από ενέργειες, όπως η εισαγωγή ονόματος, διεύθυνσης κ.λπ.

Οι έμπειροι χειριστές έχουν πάντα έντονη την επιθυμία να ορίζουν αυτοί το σύστημα και το σύστημα να ανταποκρίνεται σε κάθε τους ενέργεια. Για ένα συχνό χρήστη, οι μακροχρόνιες ακολουθίες εισαγωγής δεδομένων, η αδυναμία ή η δυσκολία να αποκομίσουν τις πληροφορίες που χρειάζονται, καθώς και η αδυναμία να εκτελέσουν την πράξη που επιθυμούν προκαλούν δυσαρέσκεια και άγχος. Σε ένα επιτυχημένο πρόγραμμα, ο χρήστης είναι ο δημιουργός κάθε ενέργειας και όχι ο αποδέκτης αυτής.

Τέλος, η σωστή λειτουργία ενός προγράμματος γίνεται χωρίς να επιφορτίζεται η μνήμη του χρήστη με περιττή πληροφορία. Αυτό συνεπάγεται ότι τα παράθυρα απεικονίσεων είναι απλά διαμορφωμένα, οι πολλές σελίδες απεικονίσεων συγχωνεύονται, η εναλλαγή των παραθύρων κίνησης ελαττώνεται και ο χρόνος εκμάθησης πρέπει να κατανέμεται ώστε να είναι επαρκής για την κωδικοποίηση, απομνημόνευση, και ακολουθία των ενεργειών (Fernandes, 1995).

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ "ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΝΝΑΒΟΥ"

Ο καθορισμός του προβλήματος αποτελεί το πρώτο στάδιο σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και σε κάθε εργασία. Στην προκειμένη εφαρμογή, το πρόβλημα που τίθεται είναι, με βάση τις αρχές και τις τεχνικές σχεδιασμού περιβάλλοντος διεπαφής που περιγράφηκαν παραπάνω, να σχεδιαστεί και να αναπτυχθεί ένα περιβάλλον διεπαφής, με τη χρήση του οποίου θα υλοποιούνται, κατά τρόπο φιλικό, γρήγορο και εύχρηστο, όλες οι απαραίτητες διαδικασίες που οδηγούν στην ανίχνευση του χωρικού προτύπου που παρουσιάζει μια κατανομή σημείων σε ένα χάρτη, όπως αυτές υπαγορεύονται από το θεωρητικό πλαίσιο της "Ανάλυσης Καννάβου". Το περιβάλλον διεπαφής σχεδιάστηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς και απευθύνεται στους φοιτητές της σχολής Τοπογράφων Μηχανικών του Ε.Μ.Π.

Στη βάση της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου" πραγματοποιείται:

1. Έλεγχος των χωρικών κατανομών με βάση τις θεωρητικές κατανομές: Κατανομή Poisson, Διωνυμική Κατανομή και Αρνητική Διωνυμική Κατανομή. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με το κριτήριο χ^2 .
2. Έλεγχος των χωρικών κατανομών με το δείκτη Διασποράς/Μέσης τιμής.

Τα δεδομένα που απαιτούνται είναι δύο ειδών: ένα *πολυγωνικό* επίπεδο, το οποίο απεικονίζει την περιοχή μελέτης και ένα *σημειακό* επίπεδο, το οποίο απεικονίζει τη δραστηριότητα ή το φαινόμενο που μελετάται.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές που τέθηκαν παραπάνω και τις βασικές αρχές που διέπουν το μεθοδολογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε, έγινε μια προσπάθεια σχεδιασμού και υλοποίησης της επιφάνειας διεπαφής με το χρήστη, για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Η επιφάνεια διεπαφής σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic, έτσι ώστε να ενεργοποιείται μέσα από το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού ArcGIS. Αποτελείται από μια γραμμή εργαλείων (Quadrat Analysis) με 7 πλήκτρα, με τα οποία διεξάγονται όλες οι απαραίτητες διαδικασίες για την εφαρμογή της τεχνικής "Ανάλυση Καννάβου" στο πλαίσιο που προαναφέρθηκε. Οι διαδικασίες αυτές είναι :

1. Υπολογισμός μεγέθους φατνίου.
2. Υπολογισμός εμπειρικών κατανομών συχνοτήτων-κατασκευή πίνακα συχνοτήτων.
3. Εκτίμηση κατανομής Poisson.
4. Εκτίμηση Διωνυμικής κατανομής.
5. Εκτίμηση Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής.
6. Υπολογισμός κριτηρίου χ^2 .
7. Υπολογισμός δείκτη s^2/M .

Σχήμα 1: Το Toolbar του προγράμματος



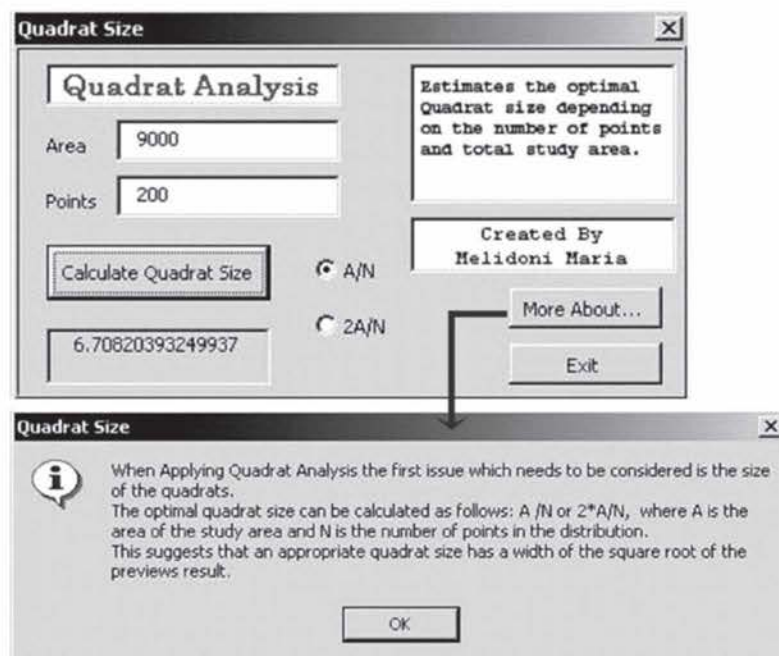
Η τεχνική της "Ανάλυσης Καννάβου" διεκπεραιώνεται μέσα από μια σειρά διαδοχικών βημάτων που περιγράφονται παρακάτω.

A. Υπολογισμός μεγέθους φατνίου

Η περιοχή μελέτης χωρίζεται σε μια σειρά ισομεγεθών και πανομοιότυπα σχηματισμένων περιοχών, τα φατνία (quadrats). Ο χωρισμός της περιοχής σε φατνία συνηθέστερα γίνεται στη βάση ενός τετραγωνικού πλέγματος (square grid), δηλαδή στη βάση ενός καννάβου, οπότε και προκύπτει ένα σύστημα ορθογωνίων φατνίων ίσου μεγέθους (Lee και Wong, 2001: 63-64). Το μέγεθος των φατνίων είναι πολύ σημαντικό και καθορίζεται από τον εμπειρικό τύπο A/n ή $2*A/n$ (Κουτσόπουλος, 2002: 234).

όπου: A = η έκταση της περιοχής μελέτης
 n = ο συνολικός αριθμός των σημείων

Σχήμα 2: Υπολογισμός μεγέθους φατνίου



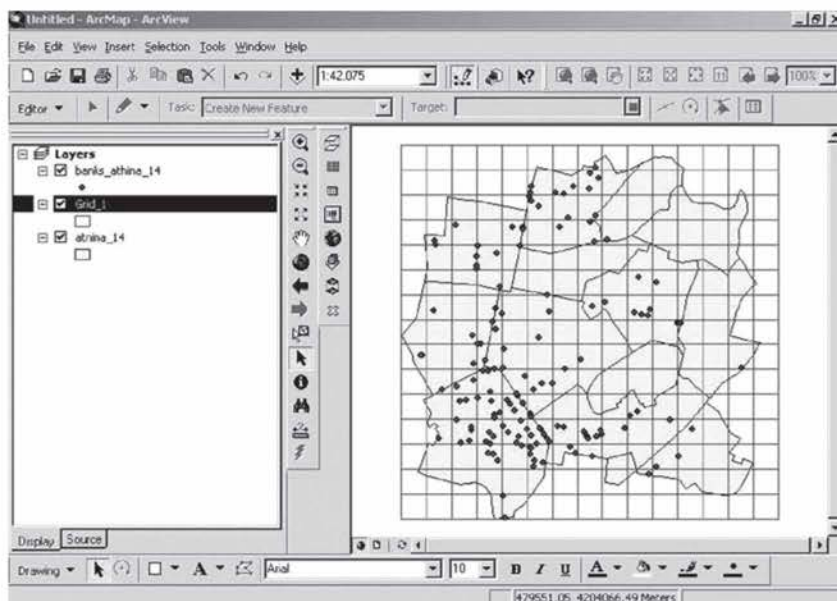
Στην πρώτη οθόνη του προγράμματος (σχήμα 2), ο χρήστης καλείται να υπολογίσει το μέγεθος των φατνίων του καννάβου, οπότε ορίζει στα αντίστοιχα πεδία την έκταση (Area) και το συνολικό αριθμό των σημείων (points). Η επιφάνεια διεπαφής σχεδιάστηκε έτσι ώστε να δίδει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στους δύο εμπειρικούς τύπους A/n και $2*A/n$. Ο χρήστης καλείται να αποφασίσει και να επιλέξει τον τύπο που θα δώσει το βέλτιστο μέγεθος του φατνίου με βάση τις ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής του. Το αποτέλεσμα (output) που λαμβάνει είναι η επιφάνεια της πλευράς του φατνίου, δηλαδή το x και το y , εφόσον τα φατνία του καννάβου που επιθυμεί να κατασκευάσει είναι τετράγωνα.

Καθώς, η εφαρμογή αναπτύχθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς, κρίθηκε σκόπιμη η προσθήκη του πλήκτρου "More About", προκειμένου ο χρήστης να ενημερώνεται σε κάθε του βήμα για τις διαδικασίες ακριβώς που πραγματοποιεί (σχήμα 2).

B. Κατασκευή καννάβου

Επόμενο στάδιο της εφαρμογής είναι η κατασκευή του καννάβου. Ο κάνναβος πρέπει να κατασκευαστεί με βάση το μέγεθος του φατνίου που εκτιμήθηκε πρωτύτερα και τα όρια της περιοχής μελέτης. Για την κατασκευή του καννάβου χρησιμοποιείται το λογισμικό Point Grid Wizard (Tchoukanski I., 2002). Ο κάνναβος αποθηκεύεται σε ένα shapefile αρχείο πολυγωνικού τύπου και εμφανίζεται αυτόματα στο περιβάλλον εργασίας του λογισμικού ArcMap ArcGIS, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.

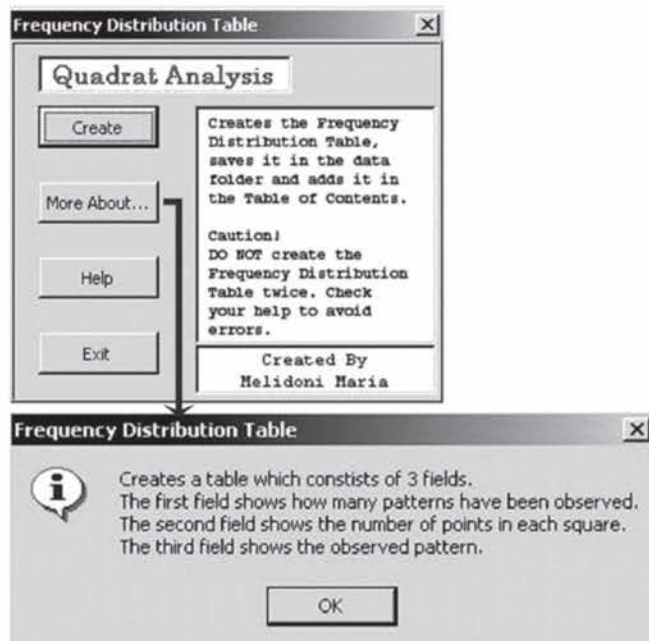
Σχήμα 3: Κατασκευή καννάβου



Γ. Εκτίμηση εμπειρικών κατανομών συχνοτήτων

Έπειτα από την κατασκευή του καννάβου και το χωρισμό της περιοχής μελέτης σε φατνία, το επόμενο βήμα της "Ανάλυσης Καννάβου" είναι η εκτίμηση των εμπειρικών κατανομών συχνοτήτων. Οι εμπειρικές κατανομές συχνοτήτων δίνουν τη συχνότητα εμφάνισης των σημείων σε κάθε φατνίο. Ουσιαστικά, μετρώνται τα σημεία που βρίσκονται εντός της περιοχής κάθε φατνίου και κατασκευάζεται ένας πίνακας συχνοτήτων.

Σχήμα 4: Κατασκευή πίνακα εμπειρικών συχνοτήτων



Το περιβάλλον διεπαφής σχεδιάστηκε έτσι ώστε να δίδει τη δυνατότητα στο χρήστη, αφενός να εκπληρώνει με ταχύτητα τις απαραίτητες διαδικασίες για την κατασκευή του πίνακα εμπειρικών συχνοτήτων, ενώ παράλληλα να μπορεί με τη χρήση των πλήκτρων "More About" και "Help", όπως φαίνεται στο σχήμα 4, να ενημερώνεται για τις διαδικασίες που πραγματοποιεί (πλήκτρο "More About") και να αποφεύγει ενέργειες που μπορεί να τον οδηγήσουν σε λάθος αποτελέσματα (πλήκτρο Help).

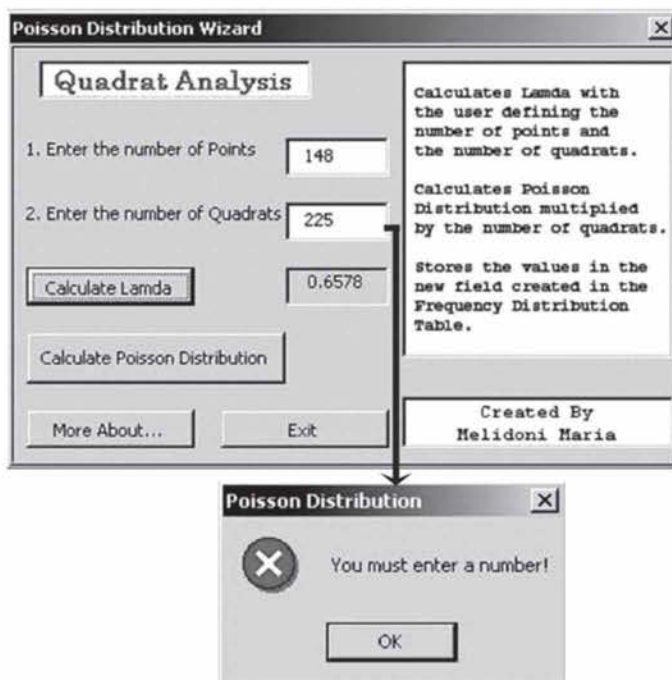
Δ. Υπολογισμός συχνοτήτων θεωρητικών κατανομών

Έπειτα από τον υπολογισμό των εμπειρικών συχνοτήτων, ο χρήστης καλείται να υπολογίσει τις θεωρητικές συχνότητες της κατανομής Poisson, της Διωνυμικής κατανομής και της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής, με τη χρήση των συναρτήσεων υπολογισμού που

αναφέρθηκαν πρωτύτερα. Για την εκτίμηση των άγνωστων παραμέτρων τους χρησιμοποιούνται ικανοί εκτιμητές, βάση της θεωρίας της τεχνικής της "Ανάλυσης Καννάβου" (Κουτούπουλος, 2002: 234-5). Στο πλαίσιο αυτό, σχεδιάστηκαν αντίστοιχες επιφάνειες διεπαφής: το Poisson Distribution Wizard, το Binomial Distribution Wizard και το Negative Binomial Distribution Wizard.

Στο σχήμα 5 φαίνεται η πρώτη οθόνη του wizard που θα οδηγήσει το χρήστη στην εκτίμηση των συχνοτήτων της κατανομής Poisson. Ένα πρώτο ζητούμενο στο σχεδιασμό του περιβάλλοντος διεπαφής ήταν η χρήση των ίδιων εντολών, χρωμάτων, layout, κ.λπ. για τις εργασίες της εφαρμογής που σχετίζονται ή είναι ίδιες μεταξύ τους, και εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της εφαρμογής. Για το λόγο αυτό, με παρόμοιου τύπου οθόνες, (όπως στο σχήμα 5) σχεδιάστηκαν τα wizard που θα οδηγήσουν το χρήστη στην εκτίμηση των συχνοτήτων της Διωνυμικής και της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής.

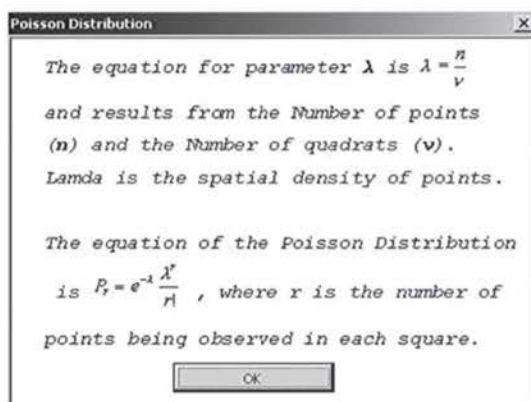
Σχήμα 5: Εκτίμηση συχνοτήτων της κατανομής Poisson



Τα πλήκτρα "Calculate Lamda" και "Calculate Poisson Distribution" αρχικά εμφανίζονται απενεργοποιημένα και δεν ενεργοποιούνται παρά μόνο αν ο χρήστης συμπληρώσει σωστά τα πεδία 1 και 2 (πεδία εισαγωγής αριθμών). Στην περίπτωση που τα πεδία

1 και 2 συμπληρωθούν λανθασμένα με αλφαβητικούς χαρακτήρες, είτε δε συμπληρωθούν καθόλου, ο χρήστης ενημερώνεται με αντίστοιχα μηνύματα που εμφανίζονται στην οθόνη του Η/Υ, (σχήμα 5) καθώς δεν είναι δυνατό να διεξαχθούν οι επόμενες διαδικασίες της εφαρμογής και να διεκπεραιωθούν οι αριθμητικές πράξεις για τον υπολογισμό των συχνοτήτων της κατανομής Poisson.

Σχήμα 6: Συνάρτηση υπολογισμού της κατανομής Poisson



Με την επιλογή του πλήκτρου "More About" ο χρήστης λαμβάνει χρήσιμες πληροφορίες αναφορικά με τη συνάρτηση που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των τιμών της κατανομής Poisson, όπως φαίνεται στο σχήμα 6. Με παρόμοιες οθόνες περιγράφονται οι συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των τιμών της Διωνυμικής και της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής.

Με την ολοκλήρωση των ανωτέρω διαδικασιών, ο πίνακας συχνοτήτων έχει πάρει την ακόλουθη μορφή (σχήμα 7). Περιλαμβάνει πεδία με τις εμπειρικές (πεδίο Cnt_Count) και τις θεωρητικές συχνότητες (πεδία Poisson, Binomial, Negative) της χωρικής κατανομής των σημείων.

Σχήμα 7: Πίνακας Κατανομών Συχνοτήτων

Attributes of frequency_Distribution							
DID	Count	Cnt_Count	poisson	binomial	negative	S2	
0	0	67	138.341	86.4771	22.0498	240.4232	
1	1	23	72.712	86.2686	34.4961	18.3951	
2	2	5	19.1087	42.8441	29.9872	0.0559	
3	3	2	3.3478	14.1236	19.119	2.4451	
4	4	2	0.4399	3.4766	9.9745	8.8679	
5	5	1	0.0462	0.6816	4.5104	9.6453	

Ε. Στατιστικός έλεγχος

Απομένει να πραγματοποιηθεί Στατιστικός Έλεγχος στη βάση καθορισμένου κριτηρίου. Στόχος είναι να ελεγχθεί κατά πόσο η εμπειρική κατανομή ακολουθεί-προσαρμόζεται σε μια από τις τρεις γνωστές θεωρητικές κατανομές. Συνηθέστερα πραγματοποιείται έλεγχος με το τεστ χ^2 καλής προσαρμογής, ή το τεστ Kolmogorov-Smirnov (K-s test). Είναι δυνατό, όμως, να χρησιμοποιηθούν και απλούστεροι δείκτες, ενδεικτικοί της τάσης που παρουσιάζει μια χωρική κατανομή σημείων, όπως ο δείκτης s^2/M (Διασπορά/ Μέση τιμή).

Ο στατιστικός έλεγχος ξεκινάει με τη διατύπωση της μηδενικής και της εναλλακτικής υπόθεσης. Η μηδενική υπόθεση που εξετάζεται είναι ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ της παρατηρούμενης και της αναμενόμενης κατανομής με βάση το κριτήριο που επιλέγεται σε κάθε περίπτωση. Με άλλα λόγια, ότι η εμπειρική κατανομή των σημείων προέρχεται από πληθυσμό που ακολουθεί-προσαρμόζεται στην εκάστοτε θεωρητική κατανομή (κατανομή Poisson, Διωνυμική κατανομή ή Αρνητική Διωνυμική κατανομή).

Η επιφάνεια διεπαφής που σχεδιάστηκε δίδει τη δυνατότητα εκτίμησης του δείκτη s^2/M και πραγματοποίησης στατιστικού ελέγχου με το τεστ χ^2 . Ο στατιστικός έλεγχος πραγματοποιείται χωριστά για κάθε μια από τις τρεις θεωρητικές κατανομές συχνοτήτων. Ο χρήστης, αρχικά, καλείται να επιλέξει το πεδίο του πίνακα συχνοτήτων από το οποίο θα αντλεί τις τιμές της εκάστοτε κατανομής και την αντίστοιχη κατανομή για την οποία επιθυμεί να υπολογίσει την τιμή του κριτηρίου χ^2 . Για το λόγο αυτό, αναδιπλούμενες λίστες προστέθηκαν στην οθόνη του "Chi-Square test" (σχήμα 8), προκειμένου ο χρήστης να μπορεί να επιλέγει κάθε φορά μια από τις τρεις κατανομές και να πραγματοποιεί τον υπολογισμό της τιμής του κριτηρίου.

Η τιμή του κριτηρίου χ^2 υπολογίζεται από τα δεδομένα των εμπειρικών και των θεωρητικών κατανομών συχνοτήτων και δίδεται από τη σχέση:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\Pi_r - A_r)^2}{A_r} \quad (\text{Κουτσόπουλος, 2002: 235}) \quad (6.1)$$

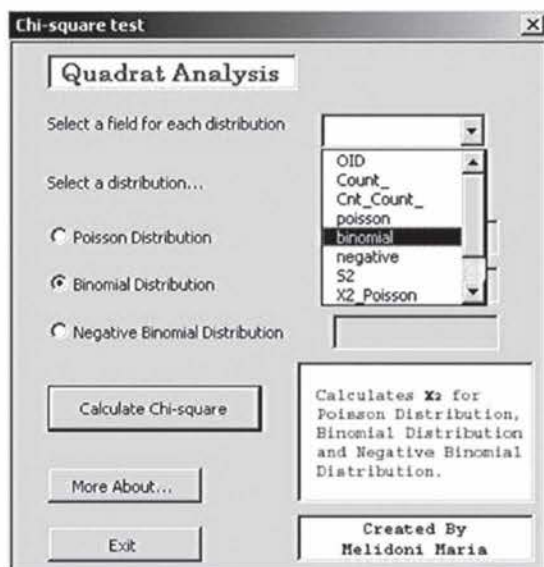
όπου: Π_r = ο παρατηρούμενος αριθμός των φατνίων με r σημεία, δηλαδή οι παρατηρούμενες συχνότητες.

A_r = ο αναμενόμενος αριθμός των φατνίων με r σημεία, δηλαδή οι θεωρητικές συχνότητες.

Στη συνέχεια, η τιμή του κριτηρίου χ^2 που εκτιμήθηκε, συγκρίνεται με την κριτική τιμή $\chi_{\nu, \alpha}^2$, την οποία αναζητούμε σε στατιστικούς πίνακες της κατανομής χ^2 με βάση τους βαθμούς ελευθερίας και το επίπεδο εμπιστοσύνης που έχουμε ορίσει (συνηθέστερα στο 95% ή 99%). Αν η παρατηρούμενη τιμή του κριτηρίου χ^2 είναι μεγαλύτερη της κριτικής τιμής $\chi_{\nu, \alpha}^2$ στο επίπεδο εμπιστοσύνης που επιλέξαμε, τότε βρισκόμαστε στην απορριπτική περιοχή $R = \{ \chi^2 > \chi_{n-1, \alpha}^2 \}$, επομένως η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται (Κολυβά-Μαχαίρα και Μπόρα-Σέντα, 1996: 260). Έτσι, αν λόγου χάρι απορριφθεί η μηδενική υπόθεση για την περίπτωση της Διωνυμικής κατανομής και της Αρνητικής Διωνυμικής κατανομής, αλλά γίνει δεκτή στο στατιστικό έλεγχο της κατανομής Poisson, συμπεραίνουμε ότι η εμπειρική μας κατανομή προέρχεται από πληθυσμό που ακολουθεί την κατανομή Poisson.

Με βάση τα αποτελέσματα που θα δώσει ο στατιστικός έλεγχος, αναγνωρίζουμε το χωρικό πρότυπο. Αν η εμπειρική κατανομή των σημείων ακολουθεί την κατανομή Poisson τότε το χωρικό τους πρότυπο είναι τυχαίο, αν ακολουθεί τη Διωνυμική κατανομή είναι ομοιόμορφο, ενώ, αν ακολουθεί την Αρνητική Διωνυμική κατανομή είναι ομαδοποιημένο.

Σχήμα 8: Εκτίμηση της τιμής του κριτηρίου χ^2



Εφαρμογή σε πραγματικά δεδομένα-αξιολόγηση

Προκειμένου να διαπιστωθεί, καταρχήν, η αξιοπιστία και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του περιβάλλοντος διεπαφής που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε όπως περιγράφηκε παραπάνω, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή της "Ανάλυσης Καννάβου" σε πραγματικά δεδομένα, για την αναγνώριση του χωρικού προτύπου που παρουσιάζουν οι τράπεζες, που λειτουργούν το έτος 1996 σε 14 γειτονιές του Δήμου Αθηναίων. Στο πλαίσιο αυτό, υπολογίστηκαν οι εμπειρικές και οι θεωρητικές κατανομές συχνοτήτων και πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος με τη χρήση του τεστ χ^2 , ενώ επιπρόσθετα υπολογίστηκε ο δείκτης s^2/M , για μια πρώτη εκτίμηση των υφιστάμενων τάσεων. Συμπληρωματικά, (εκτός διεπαφής) εφαρμόστηκε το τεστ Kolmogorov-Smirnov.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της "Ανάλυσης Καννάβου" συμπίπτουν και στις τρεις περιπτώσεις με την *Αρνητική Διωνυμική κατανομή*, επομένως, το χωρικό πρότυπο εμφανίζεται *ομαδοποιημένο*. Το γεγονός ότι λαμβάνουμε το ίδιο αποτέλεσμα με δύο διαφορετικούς στατιστικούς ελέγχους και με ένα τρίτο δείκτη, επιβεβαιώνει την αξιοπιστία του περιβάλλοντος διεπαφής που αναπτύχθηκε.

Η επιχειρησιακή αξιολόγηση της διεπαφής θα πραγματοποιηθεί αρχικά, στο πλαίσιο της διδασκαλίας του μαθήματος "Γεωγραφία και Ανάλυση χώρου", του 6^{ου} εξαμήνου, της Σχολής Τοπογράφων Μηχανικών του ΕΜΠ. Η διεπαφή θα αξιολογηθεί με ένα τεστ χρησι-

μότητας και ένα ερωτηματολόγιο αποδοχής. Κατά τη διάρκεια του τεστ χρησιμότητας οι φοιτητές έρχονται σε επαφή με διεπαφή της εφαρμογής, οι αντιδράσεις τους παρακολουθούνται και αξιολογούνται από τους διδάσκοντες οι οποίοι με συζήτηση καταλήγουν στα συμπεράσματα τους.

Το ερωτηματολόγιο αποδοχής δίνει έμφαση στην υποκειμενική ικανοποίηση, το χρόνο ανταπόκρισης του συστήματος, την τεκμηρίωση, την ελκυστικότητα των γραφικών κ.λπ. Τα ερωτηματολόγια θα συμπληρωθούν από τους φοιτητές και τα συμπεράσματα θα χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της εφαρμογής.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η περιγραφή και ανάλυση των χωρικών σημειακών προτύπων αποτελεί βασικό γεωγραφικό πρόβλημα. Μια από τις βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των χωρικών προτύπων σημείων είναι η "Ανάλυση Καννάβου". Σκοπός της εργασίας, ήταν η ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος διεπαφής με το χρήστη σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (ΓΣΠ) για την ανάλυση σημειακών χωρικών προτύπων με την τεχνική της "Ανάλυσης Καννάβου", σύμφωνα με τις κατάλληλες αρχές σχεδιασμού διεπαφής με το χρήστη, για εκπαιδευτική κυρίως χρήση.

Η λειτουργικότητα του συστήματος ήταν ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια στο σχεδιασμό της διεπαφής μιας και τα συστήματα με ανεπαρκή λειτουργία καταβάλλουν το χρήστη και συχνά απορρίπτονται η δεν αξιοποιούνται κατάλληλα.

Η έννοια της τυποποίησης ήταν επίσης πολύ σημαντική. Μια διεπαφή σχεδιασμένη σύμφωνα με αυτό το κριτήριο είναι ιδιαίτερα φιλική και οικεία στο χρήστη. Επομένως, ο σπουδαστής αφιερώνεται στην εκπαίδευση και δε σπαταλά χρόνο για να μάθει μια πρωτότυπη και πολύπλοκη διεπαφή.

Όσον αφορά στο μοντέλο αλληλεπίδρασης, επιλέχθηκε, όσες φορές ήταν εφικτό, το μοντέλο της επιλογής εντολών από μενού, το οποίο είναι το πιο ενδεδειγμένο μια και ελαχιστοποιεί το περιθώριο λάθους.

Το πιο δύσκολο τμήμα στην ανάπτυξη της διεπαφής ήταν η πρόβλεψη των πιθανών λαθών, ιδίως από αρχάριους χρήστες. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα προκύψουν προβλήματα, τα οποία καλείται ο σχεδιαστής να τα επιλύσει σε επόμενα στάδια.

Η αξιολόγηση της εφαρμογής μέσα από το τεστ χρησιμότητας και το ερωτηματολόγιο αποδοχής θα τονίσει τους παράγοντες οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό της διεπαφής σε εκπαιδευτικές διαδικασίες.

Βιβλιογραφία

- Bailey T. και Gatrell A. (1995) *Interactive Spatial Data Analysis*, UK: Longman.
- Bailey T. και Robert W. (1996) *Human Performance Engineering: Using Human Factors/ Ergonomics to Achieve Computer Usability*, Third Edition, NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Fernandes T. (1995) *Global Interface Design: A Guide to Designing International User Interfaces*, Boston, MA: Academic Press Professional.
- Kantowitz, Barry H. και Sorkin, Robert D. (1983) *Human Factors: Understanding People-System Relationships*, New York: John Wiley and Sons.
- Κολυβά-Μαχαίρα Φ. και Μπόρα-Σέντα Ε. (1996) *Στατιστική. Θεωρία, εφαρμογές, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.*
- Κουτοόπουλος Κ. (2002) *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Lee J. και Wong D. (2001) *Statistical Analysis with ArcView G.I.S.*, Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Ripley B. (1981) *Spatial Statistics*, Canada: John Wiley & Sons Inc.
- Rogers, A. (1969) "Quadrat analysis of urban dispersion: Theoretical technique", *Environment and Planning*, A(1): 47-80.
- Schiff, W. (1980) *Perception: An Applied Approach*, New York: Houghton Mifflin.
- Shneiderman B. (1982) "System message design: Guidelines and experimental results", στο Badre A. και Shneiderman B. (επ.) *Directors in Human-Computer Interaction*, Ablex, Norwood, NJ.
- Shneiderman B. (1998) *Designing the User Interface, Strategies for Effective Human-Computer Interaction* (Third Edition), The University of Maryland.
- Tchoukanski I. (2002) *Λογισμικό ET Geo Wizard: Point Grid Wizard*, www.ian-ko.com
- Wickens, Christopher D. (1992) *Engineering Psychology and Human Performance* (Second Edition), New York: HarperCollins.

Μελιδόνη Μαρία

Μαυρομαχάλη 49, 10680 Αθήνα, e-mail: mmel@in.gr

Χατζηχρήστος Θωμάς

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών.

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, 15780 Ζωγράφου, Αθήνα, e-mail: thomasx@survey.ntua.gr