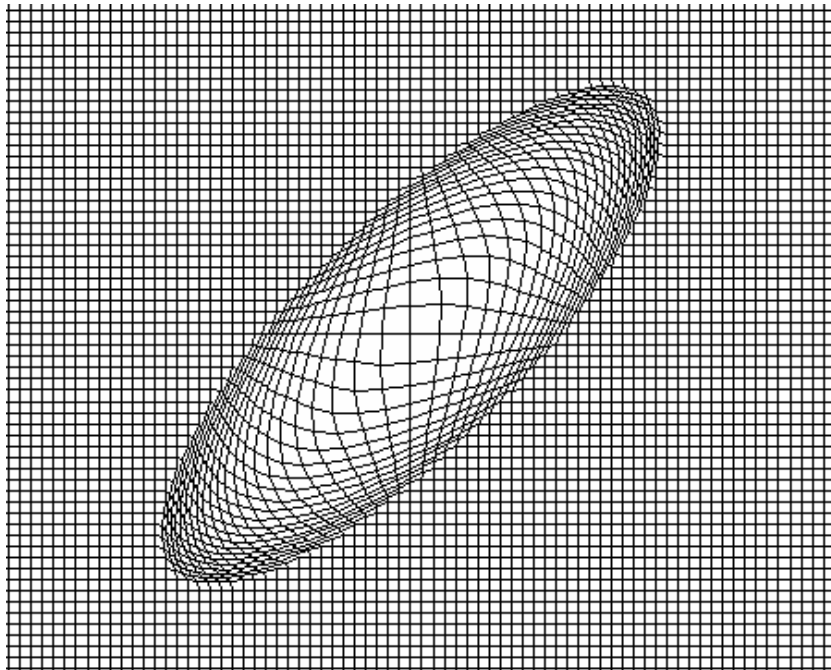




**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

---

## Εστιακή Απεικόνιση για Ελλειπτική Ζώνη Επιρροής



Διπλωματική Εργασία  
**ΦΙΛΙΠΠΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

---

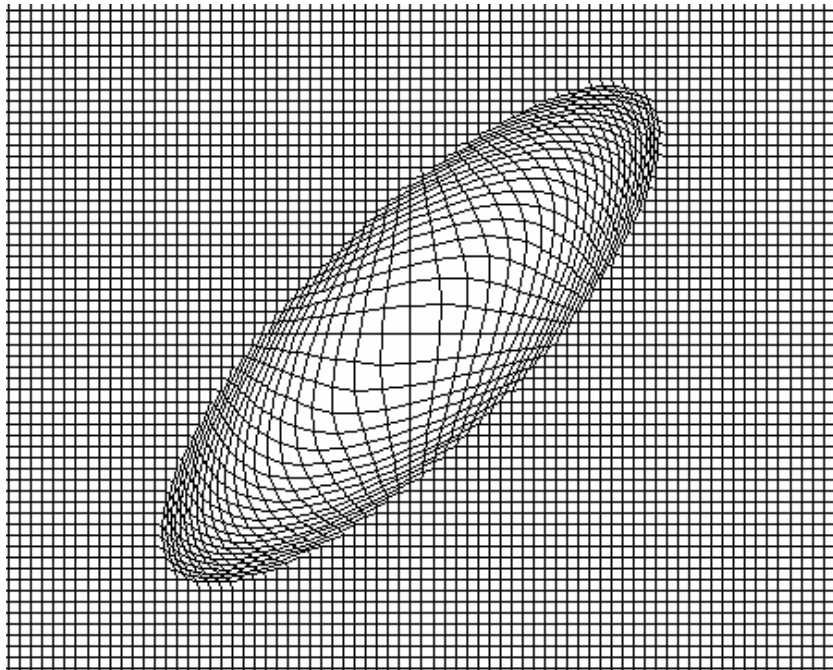
Αθήνα, 2005



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

---

## **Εστιακή Απεικόνιση για Ελλειπτική Ζώνη Επιρροής**



**Διπλωματική Εργασία**  
**ΦΙΛΙΠΠΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ**

**Επιβλέπων: Β. Νάκος**

---

**Αθήνα, 2005**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## Ευχαριστίες

### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Γενικά	1
1.2 Στόχοι	2
1.3 Μεθοδολογία	2
1.4 Δομή	3

### Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανάλυση

2.1 Γενικά	5
2.2 Χάρτες με τοπολογικές απεικονίσεις, χαρτόγραμμα	5
2.3 Εστιακές απεικονίσεις γενικά	7
2.4 Μελετητές και ορολογία	10
2.5 Γραμμικοί και μη γραμμικοί μετασχηματισμοί μεγέθυνσης	11
2.5.1 Γραμμικοί μετασχηματισμοί	11
2.5.2 Μη γραμμικοί μετασχηματισμοί	11
2.5.3. Σύνθετοι μετασχηματισμοί	13
2.5.4 Σύνθετοι πολυεστιακοί μετασχηματισμοί	14
2.6 Οριοθετημένοι και μή οριοθετημένοι μετασχηματισμοί	14
2.7 Εφαρμογές εστιακών απεικονίσεων	15

### Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

3.1: Εστιακή απεικόνιση με σημειακή εστία	19
3.2: Αναλυτικές σχέσεις μετασχηματισμού	20
3.3: Ελλειψοειδής εστιακή απεικόνιση	23

### Κεφάλαιο 4: Δομή του αλγορίθμου

4.1: Γενικά	27
4.2: Ανάλυση του κώδικα	28
4.3 Κώδικας μετασχηματισμού σε Visual Basic	30

### Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή του αλγορίθμου

5.1: Γενικά	32
5.2 Παραδείγματα εφαρμογής του αλγορίθμου	33
5.2.1 Κυκλική εστιακή απεικόνιση	34
5.2.2 Ελλειψοειδής εστιακή απεικόνιση	36

### Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και προτάσεις

6.1 Συμπεράσματα	42
6.2 Προτάσεις και εφαρμογές	42
6.3 Ένταξη αλγορίθμου σε υπάρχοντα προγράμματα	43

## Βιβλιογραφία

## Παράρτημα

## **Ευχαριστίες**

Η εκπόνηση αυτής της εργασίας δε θα ήταν εφικτή χωρίς τη βοήθεια δύο ανθρώπων. Θέλω σε αυτό το σημείο να ευχαριστήσω τον κ. Τάκη Πουρναρά, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε στην συγγραφή του κώδικα και φυσικά τον κ. Βύρωνα Νάκο για την καθοδήγηση και την υπομονή του. Ένα εκ βαθέων ευχαριστώ και στους δύο.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## Εισαγωγή

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1 Γενικά

Ο χάρτης είναι ένα γραφικό μέσο αναπαράστασης του πραγματικού χώρου. Είναι γενική απαίτηση η αναπαράσταση αυτή να γίνεται με όσο το δυνατόν καλύτερη ακρίβεια και τις ελάχιστες δυνατές παραμορφώσεις. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί ειδικές γεωδαιτικές προβολές, οι οποίες μπορεί να έχουν μόνο τοπική εφαρμογή, με πολύπλοκους υπολογισμούς ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή ακρίβεια και να εξαλείφονται οι παραμορφώσεις. Παράλληλα όμως, με την ανάπτυξη της χαρτογραφίας έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για την παραγωγή θεματικών χαρτών, στους οποίους η χωρική πληροφορία δεν έχει τον πρώτο ρόλο.

Στους θεματικούς χάρτες αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η καλύτερη απεικόνιση φαινομένων τα οποία εμφανίζονται μέσα στο γεωγραφικό χώρο, με τρόπο που ο χρήστης του χάρτη να αντιλαμβάνεται την ποιοτική και την ποσοτική διάκριση των φαινομένων. Υπάρχουν εφαρμογές, στις οποίες η γεωγραφική πληροφορία μπορεί να δράσει αρνητικά επηρεάζοντας τον χρήστη με τρόπο που να αντιληφθεί λάθος τις παραπάνω διακρίσεις, όταν δηλαδή συγχέεται το μέγεθος της περιοχής στην οποία εμφανίζεται ένα φαινόμενο, με την τιμή του φαινομένου. Οι χάρτες αυτοί ονομάζονται χαρτογράμματα και είναι μια από τις περιπτώσεις που η γεωμετρική ακρίβεια είναι εμπόδιο στη σωστή αντίληψη.

Μια πιο γενική κατηγορία χαρτών που η γεωμετρία δεν παίζει τον κύριο ρόλο, είναι χάρτες στους οποίους θέλουμε να απεικονίσουμε πολύ μεγάλη ποσότητα πληροφορίας και η πυκνότητά της δυσχεραίνει την αποτελεσματική απόδοση. Για αυτές τις περιπτώσεις έχει αναπτυχθεί η κατηγορία των εστιακών απεικονίσεων, χαρτών δηλαδή που έχουν υποστεί κάποιου είδους παραμόρφωση είτε συνολικά είτε τοπικά. Στους χάρτες αυτούς προσπαθούμε να αποδώσουμε μεγεθυμένη την πληροφορία μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο διατηρώντας τις τοπολογικές σχέσεις και δίνοντας στον χρήστη μια εποπτική αντίληψη του χώρου που μελετάει.

## **1.2 Στόχοι της εργασίας**

Αρχικός στόχος της εργασίας αυτής, είναι η μελέτη και ανάλυση της έρευνας που έχει γίνει μέχρι τώρα στο θέμα των εστιακών απεικονίσεων, καθώς επίσης και των χρήσεων που έχουν, ώστε να εντοπιστούν ορισμένα θέματα στο πλαίσιο αυτό, που χρειάζονται περισσότερη διερεύνηση. Από τη μελέτη αυτή προέκυψε ότι η μέχρι τώρα έρευνα, δεν έχει ασχοληθεί σχεδόν καθόλου με την ανάπτυξη ενός μετασχηματισμού ο οποίος να εισάγει στρεβλή μεγέθυνση των χωρικών δεδομένων, οι οποίες να είναι μεταξύ τους ανεξάρτητες. Ως στόχος της εργασίας λοιπόν μπήκε η διαμόρφωση των σχέσεων για ένα μετασχηματισμό εστιακής απεικόνισης, που χρησιμοποιεί ως περιοχή επιρροής μια έλλειψη γύρω από την εστία, η οποία παρέχει στρεβλή μεγέθυνση, καθώς επίσης και την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου, ο οποίος θα υλοποιεί αυτόν το μετασχηματισμό. Ο αλγόριθμος υλοποιήθηκε στο περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic 6 και εφαρμόστηκε σε ψηφιακό αρχείο δεδομένων που αναπαριστά το κέντρο της Αθήνας σε μεγάλη κλίμακα. Στη διπλωματική εργασία αναπτύσσεται ο αλγόριθμος και να αξιολογείται το αποτέλεσμα του.

## **1.3 Μεθοδολογία**

Η επίτευξη των παραπάνω στόχων ξεκίνησε αρχικά με την ανάπτυξη και απόδειξη των αναλυτικών μαθηματικών σχέσεων που διέπουν την μεγέθυνση μιας κυκλικής περιοχής γύρω από σημειακή εστία, με γραμμική μεταβολή της κλίμακας. Στη συνέχεια, αυτές οι σχέσεις γενικεύθηκαν, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση που η περιοχή επίδρασης του μετασχηματισμού αντί να περικλύει κυκλικά την εστία να είναι έλλειψη.

Οι σχέσεις αυτές κωδικοποιήθηκαν σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic και το πρόγραμμα που προέκυψε χρησιμοποιήθηκε σε ένα ψηφιακό αρχείο δεδομένων του κέντρου της Αθήνας. Ελέγχθηκε η λειτουργικότητα του αλγορίθμου και η ορθότητα των αποτελεσμάτων του.

## **1.4 Δομή**

Η εργασία αυτή αποτελείται από 6 κεφάλαια και παράρτημα. Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση της δομής των κεφαλαίων αυτών.

**Κεφάλαιο 1:** Το παρόν κεφάλαιο που αναφέρει εισαγωγικά στοιχεία της εργασίας.

**Κεφάλαιο 2:** Σε αυτό γίνεται μια αναφορά στη βιβλιογραφία που υπάρχει πάνω στο αντικείμενο των εστιακών απεικονίσεων και αναλύεται το θεωρητικό πλαίσιο που τις διέπει. Εξετάζονται οι διάφορες κατηγορίες μετασχηματισμών και οι αρχές λειτουργίας τους. Εξετάζεται επίσης η χρησιμότητα των εστιακών απεικονίσεων και η χρήση τους στη δημιουργία τοπολογικών απεικονίσεων μετασχηματισμού του χώρου.

**Κεφάλαιο 3:** Παρουσιάζονται οι αναλυτικές σχέσεις για την παραγωγή του αλγορίθμου. Στα πρώτα μέρη του κεφαλαίου παρατίθενται οι γενικές σχέσεις και μετά μελετάται η διαμόρφωση μιας έλλειψης ως περιοχή επίδρασης. Τέλος αναλύονται τα πλεονεκτήματα της μεθόδου που αναπτύσσεται.

**Κεφάλαιο 4:** Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η δομή του προγράμματος που δημιουργήθηκε και παρουσιάζεται ο κώδικάς του σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic που συντάχθηκε για την υλοποίηση του αλγορίθμου

**Κεφάλαιο 5:** Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται και σχολιάζεται μια εφαρμογή του αλγορίθμου σε χάρτη μεγάλης κλίμακας του κέντρου της Αθήνας. Παρουσιάζονται οι παρατηρήσεις σχετικές με τη λειτουργικότητα του μετασχηματισμού και προτάσεις για την καλύτερη χρήση του.

**Κεφάλαιο 6:** Στο κεφάλαιο αυτό σχολιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του αλγορίθμου και γίνεται μια αναφορά στις εφαρμογές που μπορεί να έχει.



## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### Βιβλιογραφική Ανάλυση

## **Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανάλυση**

### **2.1 Γενικά**

Ο χάρτης είναι ένα μέσο που αποσκοπεί, κατα βάση, στη μετάδοση χωρικής πληροφορίας. Με την ανάπτυξη της χαρτογραφίας και παράλληλα με συγγενή επιστημονικά πεδία, αναπτύχθηκε η ανάγκη της εμφάνισης μέσα στο χάρτη ενός ευρύτερου συνόλου πληροφοριών, γενικότερου ενδιαφέροντος. Συνέπεια αυτού είναι η ανάπτυξη θεματικών χαρτών που αποσκοπούν στο να απεικονίζουν πληροφορίες για φαινόμενα που εμφανίζουν μια συσχέτιση με το γεωγραφικό χώρο και θέλουμε να τα αποδώσουμε μέσα σε αυτό το χώρο (Νάκος 1992). Από τους τοπογραφικούς χάρτες υψηλής ακρίβειας έως τους χάρτες απεικόνισης οποιουδήποτε φαινομένου, υπάρχει ένα κριτήριο “επιτυχίας” του χάρτη στη μετάδοση πληροφορίας στο χρήστη. Το κριτήριο αυτό είναι το πόσο εύκολα και αποτελεσματικά μπορεί ο χρήστης να κατανοήσει την πληροφορία. Ως εύκολη κατανόηση εννοούμε την άμεση αφομοίωση των τοπολογικών σχέσεων που εμφανίζονται, ακόμα κι από χρήστες οι οποίοι δεν έχουν εξοικείωση με χρήση χαρτών. Η πληροφορία που μεταφέρεται από τους χάρτες έχει άμεση σχέση με τις παραμέτρους οπτικοποίησης σε αυτούς, συνεπώς όταν μιλάμε για αποτελεσματική κατανόηση εννοούμε την απόδοση των φαινομένων με τέτοιο τρόπο που ο χρήστης να αντιλαμβάνεται την ποιοτική ιδιότητα ή την ποσοτική τιμή του φαινομένου.

### **2.2 Χάρτες με τοπολογικές απεικονίσεις, χαρτόγραμμα**

Οι περισσότεροι χάρτες κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάζουν τις ελάχιστες δυνατές παραμορφώσεις στα γεωμετρικά τους στοιχεία, για να αντιλαμβάνεται ο χρήστης σωστά το γεωγραφικό χώρο. Παράλληλα με αυτούς τους χάρτες, υπάρχει μια μεγάλη κατηγορία χαρτών στην οποία η ακριβής γεωμετρία δεν είναι ο κύριος στόχος της απεικόνισης. Οι θεματικοί χάρτες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και χρήσεων και στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν ακριβείς γεωμετρικές σχέσεις, υπάρχουν όμως περιπτώσεις που η διατήρηση της γεωμετρίας οδηγεί σε εσφαλμένη κατανόηση φαινομένων, εξ’ατίας της αλληλοσυσχέτισης του φαινομένου με τη γεωμετρία του χώρου μέσα στον οποίο αυτό εμφανίζεται, όπως οι θεματικοί χάρτες που απεικονίζουν φαινόμενα επιφανικού χαρακτήρα. Ένα πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου χάρτη είναι η απόδοση αποτελεσμάτων των



Παρατηρώντας τον χάρτη συμπεραίνουμε ότι ο πρόεδρος Bush κέρδισε με τεράστια διαφορά τον αντίπαλο του, κάτι το οποίο είναι ανακόλουθο με το πραγματικό αποτέλεσμα που ήταν οριακό. Αυτό συμβαίνει διότι ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται ως τιμή του φαινομένου την έκταση της περιοχής στην οποία αυτό απεικονίζεται και δεν μπορεί να αντιληφθεί τη διαφορά της πυκνότητας πληθυσμού σε δύο διαφορετικές περιοχές. Στο σχήμα 2.2 απεικονίζονται τα ίδια ακριβώς δεδομένα μετασχηματίζοντας όμως το εμβαδό κάθε πολιτείας ανάλογα με το πόσους κατοίκους έχει, ώστε παράλληλα με τη χωρική έκταση του φαινομένου να αποδίδεται και η τιμή του πληθυσμού ανάλογα με το εμβαδό. Το αποτέλεσμα του δεύτερου χάρτη είναι σαφώς αποτελεσματικότερο από του πρώτου διότι αποδίδει το φαινόμενο χωρίς η χωρική διασπορά, ή συγκέντρωση, του πληθυσμού να επηρεάζεται από τα γεωγραφικά στοιχεία της περιοχής. Και στους δύο χάρτες διατηρούνται αναλλοίωτες οι τοπολογικές σχέσεις με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να μπορεί εύκολα να προσανατολιστεί και να αντιληφθεί το χώρο ακόμα κι όταν αυτός έχει παραμορφωθεί. Η τεχνική αυτή που ονομάζεται χαρτόγραμμα είναι ένα υβρίδιο χάρτη και διαγράμματος (Dwellely 1989). Στο χαρτόγραμμα, ο χώρος χάνει την συμβατική του απεικόνιση, αλλά όχι τις τοπολογικές του ιδιότητες, προκειμένου να αποδοθεί στη θέση του κάποιο άλλο φαινόμενο και να γίνεται αντιληπτή από το χρήστη η αριθμητική τιμή αυτού του φαινομένου. Η συσχέτιση του χώρου με το φαινόμενο αυτό, το οποίο προφανώς έχει επιφανειακό χαρακτήρα, γίνεται διατηρώντας περίπου τη θέση των περιοχών μέσα στις οποίες εμφανίζεται το φαινόμενο και αλλάζοντας το σχήμα και το μέγεθος τους ανάλογα με μια κλίμακα που υπαγορεύεται από την τιμή του φαινομένου. Στην περίπτωση που φτιάξουμε περισσότερους χάρτες, της ίδιας περιοχής για διαφορετικά φαινόμενα, μπορούμε να αντιληφθούμε τη σχέση μεταξύ των φαινομένων αυτών.

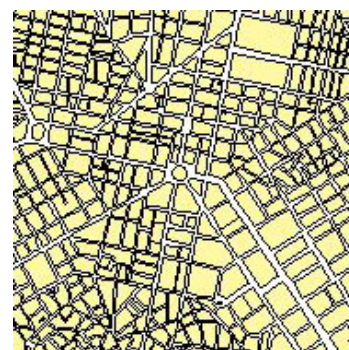
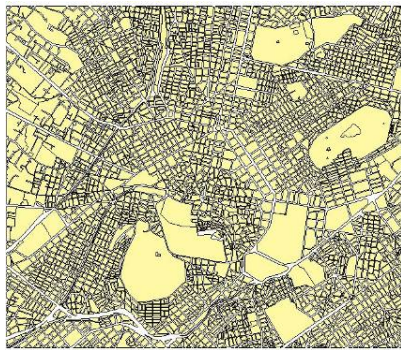
Η παραγωγή τέτοιων χαρτών είναι αρκετά δύσκολη και δεν γίνεται πλήρως αυτοματοποιημένα. Την αναφέρουμε γιατί το αντικείμενο αυτής της εργασίας και γενικά των εστιακών απεικονίσεων μπορεί να δώσει λύσεις σε αυτή την κατεύθυνση. Η σύνδεση αυτή θα φανεί στην εξέλιξη της εργασίας.

### **2.3 Εστιακές απεικονίσεις γενικά**

Η ανάγνωση ενός χάρτη από οποιονδήποτε χρήστη συνεπάγεται τη δημιουργία ενός μοντέλου του χώρου στο μυαλό του, μέσα στο οποίο προσανατολίζεται και αντιλαμβάνεται το χώρο. Η εποπτική αντίληψη του χώρου είναι προφανές ότι βοηθάει

στην καλύτερη κατανόηση των χωρικών σχέσεων, τι γίνεται όμως την περίπτωση που ο όγκος της πληροφορίας είναι τέτοιος που η πυκνότητα της δεν επιτρέπει στον χρήστη τη σωστή ανάγνωσή της; Στους “αναλογικούς” χάρτες το πρόβλημα λύνεται αποκλειστικά χρησιμοποιώντας μεγαλύτερη κλίμακα με πιο αραιά δεδομένα και συνεπώς πιο ευανάγνωστους, αλλά με σημαντικά μεγαλύτερο μέγεθος χάρτες. Σε χάρτες που εμφανίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές το πρόβλημα της πυκνότητας τίθεται σε μια διαφορετική βάση. Ο όγκος των δεδομένων που μπορούμε να έχουμε αποθηκευμένα σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι τεράστιος αλλά το μέγεθος του χάρτη που βλέπουμε εξαρτάται από το μέγεθος της οθόνης του υπολογιστή και της ανάλυσής της. Το πρόβλημα αυτό ονομάζεται στη βιβλιογραφία “Screen real-estate problem” κι έχουν αναπτυχθεί πολλοί τρόποι αντιμετώπισής του.

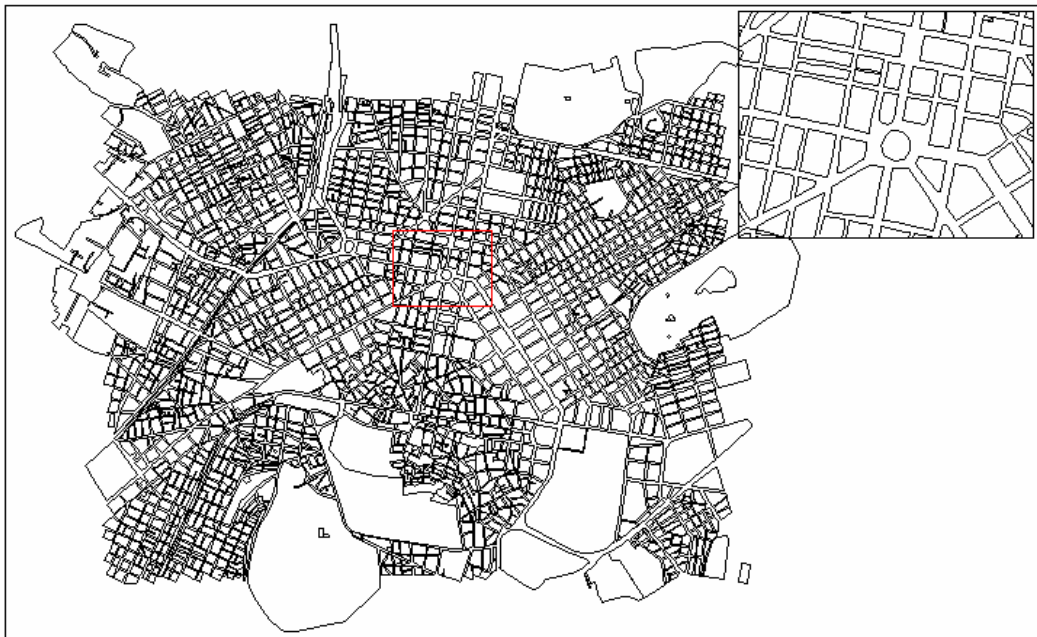
Μια πρώτη μεθοδολογία για την αντιμετώπιση του προβλήματος είναι τα εργαλεία εστίασης (zoom tool), τα οποία είτε είναι δυναμικά είτε όχι. Τα εργαλεία αυτά δεν λύνουν το πρόβλημα με βέλτιστο τρόπο. Η λειτουργία αυτών των εργαλείων έγκειται ουσιαστικά στην αλλαγή της κλίμακας του χάρτη, προκειμένου να εστιάσουμε σε μια περιοχή που μας ενδιαφέρει, με αποτέλεσμα να βλέπουμε μικρότερη περιοχή, απομονωμένη από το ευρύτερο θεματικό πλαίσιο και συνεπώς με μια δυσκολία στον προσανατολισμό. Στα σχήματα 2.3 και 2.4 φαίνεται η λειτουργία του εργαλείου εστίασης σε έναν χάρτη του κέντρου της Αθήνας.



Σχήματα 2.3 και 2.4 Χάρτης και μεγέθυνση με το εργαλείο zoom

Είναι προφανές από τα παραπάνω σχήματα (2.3 & 2.4) ότι χρειάζεται προσπάθεια για να προσανατολιστούμε ως προς τη θέση της πλατείας Ομονοίας, που βλέπουμε στο σχήμα 2.4, στο κέντρο της Αθήνας στο σχήμα 2.3. Λόγω της χαμηλής ανάλυσης του σχήματος είναι σχεδόν αδύνατο να πούμε αν το δεύτερο σχήμα είναι μέρος του πρώτου.

Μια δεύτερη μεθοδολογία είναι η δημιουργία ενός παραθύρου μέσα στην οθόνη, στο οποίο απεικονίζεται μεγεθυμένη η υποπεριοχή που έχουμε επιλέξει χωρίς να χάνουμε το θεματικό πλαίσιο. Αυτή η λύση επίσης δε μας εξυπηρετεί πολύ καλά, διότι απαιτεί από το χρήστη μια προσπάθεια σύνδεσης των δύο (ή περισσότερων) παραθύρων για να αντιληφθεί τις τοπολογικές σχέσεις μεταξύ τους. Στο σχήμα 2.5 φαίνεται ένας χάρτης του κέντρου της Αθήνας με ένα παράθυρο μεγέθυνσης στην πλατεία Ομονοίας. Η σύνδεση με τον χάρτη είναι πιο εύκολη σε αυτή την περίπτωση, αλλά και πάλι όχι απόλυτα ικανοποιητική.



Σχήμα 2.5 Παράθυρο μεγέθυνσης

Η τρίτη μεθοδολογία έχει να κάνει με το αντικείμενο αυτής της εργασίας και είναι η μόνη που δίνει τη δυνατότητα της παρουσίασης της λεπτομέρειας μέσα στο θεματικό πλαίσιο (Detail-in-context). Η αρχή λειτουργίας των εστιακών απεικονίσεων γενικά, συνίσταται στον καθορισμό ενός σημείου, το οποίο θα λειτουργήσει ως εστιακό κέντρο, στον ορισμό της περιοχής που θέλουμε να μεγεθύνουμε γύρω από το σημείο και τελικά τη μεγέθυνση των σημείων μέσα σε αυτή την περιοχή στη νέα τους κλίμακα. Στο σχήμα 2.6 βλέπουμε μια εστιακή απεικόνιση εφαρμοσμένη σε μια αεροφωτογραφία (Carpendale *et al.* 2004). Μπορούμε να παρατηρήσουμε την ευκολία αντίληψης της τοπολογίας στη δεύτερη φωτογραφία, αφού η μεγένθυση εμφανίζεται πάνω στο χάρτη, καθώς επίσης και τη βελτίωση της λεπτομέρειας που μπορούμε να αναγνωρίσουμε μέσα

στην περιοχή επίδρασης της απεικόνισης. Η εστιακή απεικόνιση μπορεί να εφαρμοστεί στα δεδομένα ενός χάρτη ή μιας φωτογραφίας μετασχηματίζοντας τις συνταγμένες των σημείων ή των εικονοψηφίδων. Οι αναλυτικές σχέσεις για την παραγωγή της παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3.



Σχήμα 2.6 Αεροφωτογραφία και μεγέθυνση περιοχής σε αυτήν

#### 2.4 Μελετητές και ορολογία

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλοί που έχουν ασχοληθεί με τις εστιακές απεικονίσεις, δίνοντας διαφορετικούς ορισμούς για το ίδιο αντικείμενο. Σε αυτή την εργασία θα χρησιμοποιείται ο όρος εστιακής απεικόνιση κάνοντας εδώ μια αναφορά σε μελετητές και ορισμούς που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί

- **Μη γραμμικός μετασχηματισμός** (non-linear transformation), από τον Keahey (1994)
- **Fish-eye view**. Είναι ένας πολύ διαδεδομένος όρος και αναφέρεται στην παραμόρφωση που επιφέρουν οι υπερευρυγώνιοι φακοί.
- **Detail-in-context**. Ο όρος αναφέρεται στην απόδοση της λεπτομέρειας μέσα στο ευρύτερο θεματικό πλαίσιο. (Carpendale, *et al.* 2001).
- **Distortion oriented presentation techniques**. Πρόκειται για όρο που χρησιμοποιούν οι Leung και Apperley (1994) σε μια εργασία ταξινόμησης όλων των μεθόδων. Στην εργασία τους αναφέρεται και ο όρος **perspective wall**.
- **Magnifying-glass map projection**. Ο όρος χρησιμοποιείται από τους Snyder (1987) και Wang *et al.* (1995).

- **Variable scale map projection.** Ο όρος χρησιμοποιείται από τους Taylor και Fairbairn (1994).

## **2.5 Γραμμικοί και μη γραμμικοί μετασχηματισμοί μεγέθυνσης**

Η ανάλυση που περιγράφεται στην ενότητα αυτή βασίζεται στην εργασία του T.A. Keahey (Keahey 1994).

### **2.5.1 Γραμμικοί μετασχηματισμοί**

Οι γραμμικοί μετασχηματισμοί είναι το αποτέλεσμα της ομοιόμορφης μεγέθυνσης της περιοχής που έχουμε επιλέξει να απεικονίσουμε και παρουσιάζουν τρία βασικά μειονεκτήματα:

- 1) Ο χρήστης καλείται να αντιφθεί την σχέση εικόνων σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης με αποσπασματικό τρόπο βλέποντας είτε τη συνολική εικόνα είτε τη μεγέθυνση. Αυτό απαιτεί μια προσπάθεια σύνδεσης των δύο εικόνων που μπορεί να οδηγήσει σε αποπροσανατολισμό.
- 2) Στην περίπτωση που η μεγενθυμένη εικόνα εμφανίζεται σε κάποιο διαφορετικό τμήμα της οθόνης ο χρήστης καλείται αφ' ενός να αντιληφθεί και να κατανοήσει τη διαφορετική ανάλυση των δύο εικόνων, αφ' ετέρου να κατανοήσει τη χωρική συσχέτιση των δύο εικόνων.
- 3) Εφαρμόζοντας ένα γραμμικό μετασχηματισμό σε μια εικόνα και εμφανίζοντας τη μεγένθυση πάνω σε αυτή, δημιουργούμε ένα πρόβλημα επικάλυψης της αρχικής εικόνας, αφού η μεγένθυση έχει εξ ορισμού μεγαλύτερες διαστάσεις.

### **2.5.2 Μη γραμμικοί μετασχηματισμοί**

1) **Μονοδιάστατοι μετασχηματισμοί:** Εφαρμόζονται στην περίπτωση που μας ενδιαφέρει να αραιώσουμε τις πληροφορίες που έχουμε κατά μια διάσταση όπως πχ. μια επιμηκημένη ονοματολογία.

2) **Δισδιάστατοι μετασχηματισμοί:** Είναι μετασχηματισμοί που εφαρμόζονται σε δύο διαστάσεις και από αυτούς μπορούμε να δημιουργήσουμε διάφορων ειδών απεικονίσεις.



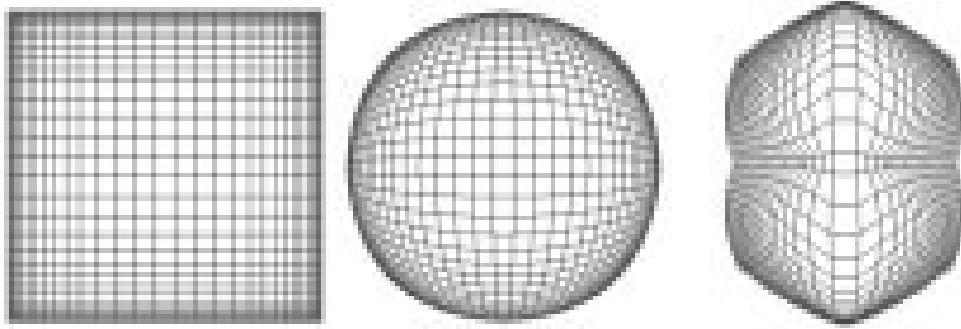
**3) Ορθογωνικός:** Πρόκειται για την εφαρμογή ενός μετασχηματισμού μιας διάστασης σε κάθε μια από τις δύο συντταγμένες  $x$  και  $y$ , με αποτέλεσμα τον έλεγχο της μεγένθυσης ανεξάρτητα σε κάθε διεύθυνση. Ο μετασχηματισμός αυτός διατηρεί την καθετότητα των στοιχείων, αλλάζει όμως την γωνία των σημείων ως προς το εστιακό κέντρο. Με τη χρήση αυτού του μετασχηματισμού μπορούμε να πετύχουμε μεγέθυνση δύο ανεξάρτητων παραμέτρων, κατά  $X$  και κατά  $Y$ , έχουμε όμως έντονες παραμορφώσεις στα σχήματα.

**4) Ακτινικός (Fish-eye):** Είναι ένας μετασχηματισμός σχεδιασμένος να διατηρεί τις γωνίες ως προς το εστιακό κέντρο με τα σημεία να εμφανίζονται σε διαφορετικές κλίμακες ανάλογα με την απόστασή τους από αυτό. Ο μετασχηματισμός αυτός έχει μόνο μια παράμετρο μεγένθυσης και είναι ίδια σε όλες τις διευθύνσεις. Σε δεδομένα τα οποία έχουν μεγάλη πυκνότητα γύρω από εστίες μπορεί να δώσει ικανοποιητική μεγέθυνση για την καλύτερη αναγνώρισή τους

**5) Δι-ακτινικός:** Είναι μια σύνθεση του ακτινιού και του ορθογωνικού μετασχηματισμού, που διατηρεί τις γωνίες ως προς το εστιακό κέντρο και δίνει μια σχετική ανεξαρτησία στη μεγένθυση κατά  $x$  και κατά  $y$ . Προκύπτει διατηρώντας τη γωνία διεύθυνσης και δίνοντας μια νέα κλίμακα ανάλογα με την οριζόντια και την κάθετη απόσταση του σημείου από το εστιακό κέντρο. Ο μετασχηματισμός αυτός μπορεί να μεγεθύνει περιοχές εκατέρωθεν μιας γραμμής, η οποία όμως θα είναι είτε κάθετη είτε παράλληλη με τους άξονες.

Πρέπει εδώ να σημειώσουμε πως το αντικείμενο αυτής της εργασίας δίνει μια νέα διάσταση σε αυτό το θέμα, δίνοντας τη δυνατότητα να διατηρήσουμε τη γωνία διεύθυνσης ως προς το εστιακό κέντρο, αλλά και τη δυνατότητα δύο παραμέτρων στη μεγένθυση των σημείων διαφορετική κατά  $x$  και κατά  $y$ .

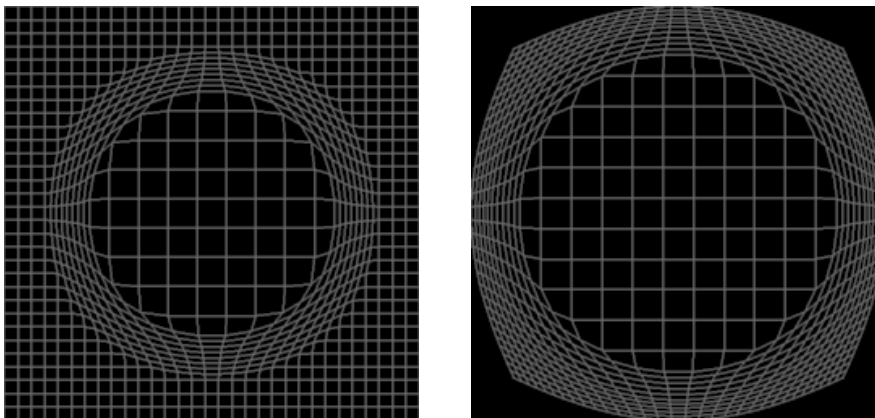
Στο σχήμα 2.7 φαίνονται παραδείγματα των μετασχηματισμών που αναφέρθηκαν παραπάνω, εφαρμοσμένα σε τετραγωνικό κάναβο ώστε να γίνουν άμεσα αντιληπτές οι παραμορφώσεις που επιφέρουν



Σχήμα 2.7 Ορθογωνικός, Ακτινικός και Διακτινικός μετασχηματισμός

### 2.5.3. Σύνθετοι μετασχηματισμοί:

Οι μη γραμμικοί μετασχηματισμοί έχουν το μειονέκτημα ότι απεικονίζουν όλα τα δεδομένα γύρω από το εστιακό κέντρο παραμορφωμένα λόγω της μεγέθυνσης. Ένα άλλο είδος μετασχηματισμών που θα μπορούσαμε να τους αποκαλέσουμε σύνθετους, προκύπτει σαν μια υβριδική μορφή γραμμικών και μη γραμμικών μετασχηματισμών. Σε αυτούς τους μετασχηματισμούς η περιοχή που μας ενδιαφέρει μεγενθύνεται γραμμικά ενώ μια ευρύτερη περιοχή συμπυκνώνεται προκειμένου να απεικονιστεί ολόκληρο το θεματικό πλαίσιο. Στο σχήμα 2.8 βλέπουμε δύο μετασχηματισμούς αυτού του είδους.



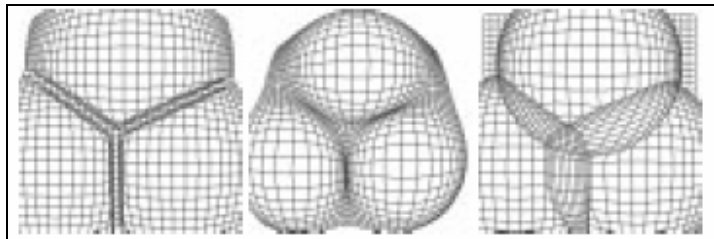
Σχήμα 2.8 Σύνθεση γραμμικών και μη γραμμικών μετασχηματισμών

#### **2.5.4 Σύνθετοι πολυεστιακοί μετασχηματισμοί**

Η εξέλιξη στους μετασχηματισμούς εστιακής απεικόνισης οδήγησε σε περιπτώσεις που αντί για μια εστία χρησιμοποιούμε περισσότερες. Μπορούμε να χωρήσουμε τον τρόπο επίδρασης των πολυεστιακών μετασχηματισμών σε τρεις κατηγορίες (Keahey 1994):

- 1) Οριοθετημένες έτσι ώστε να μην υπάρχουν σε ένα σημείο επιδράσεις από περισσότερες από μια εστίες. Ο μετασχηματισμός αυτός προκύπτει τμηματοποιώντας το πεδίο εφαρμογής και εφαρμόζοντας σε κάθε τμήμα μετασχηματισμό ανάλογα με την εστία που επιδρά σε αυτό.
- 2) Ολικής επίδρασης (globally combining) στα δεδομένα, δηλαδή μια σύνθεση όλων των επιδράσεων. Εφαρμόζουμε κάθε μετασχηματισμό σε όλα τα σημεία και η τελική μορφή προκύπτει από μια μέση τιμή των επιδράσεων σε κάθε σημείο.
- 3) Διαδοχικής επίδρασης. Κάθε μετασχηματισμός εφαρμόζεται διαδοχικά και προκύπτει το τελικό προϊόν.

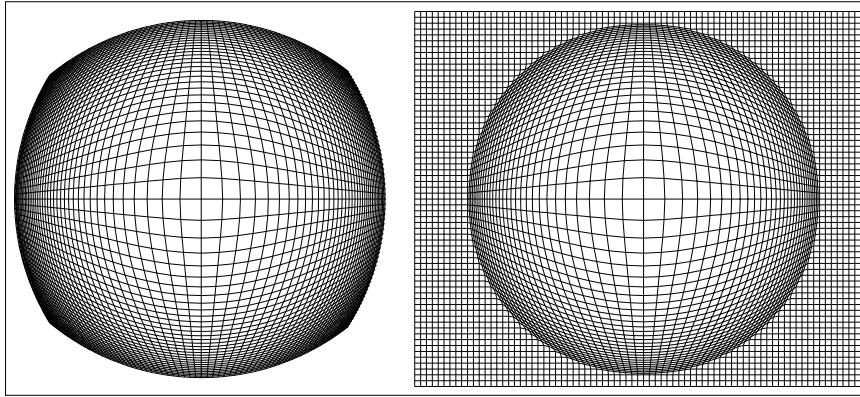
Στο σχήμα 2.9 παρουσιάζονται παραδείγματα των τριών αυτών περιπτώσεων.



Σχήμα 2.9 Οριοθετημένη, ολική και διαδοχικής επίδρασης πολυεστιακή απεικόνιση

#### **2.6 Οριοθετημένοι και μή οριοθετημένοι μετασχηματισμοί**

Όλοι οι μετασχηματισμοί που αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούν να εφαρμοστούν συνολικά σε ένα χάρτη ή απομονωμένα σε μια περιοχή του. Στο σχήμα 2.10 φαίνεται η εφαρμογή ενός ακτινικού μετασχηματισμού σε έναν τετραγωνικό κάναβο. Στο αριστερό σχήμα η επίδραση του μετασχηματισμού γίνεται γύρω από ένα σημείο σε όλο τον κάναβο, ενώ στο δεξιό σχήμα ο μετασχηματισμός έχει επιδράσει σε μια κυκλική μόνο περιοχή.



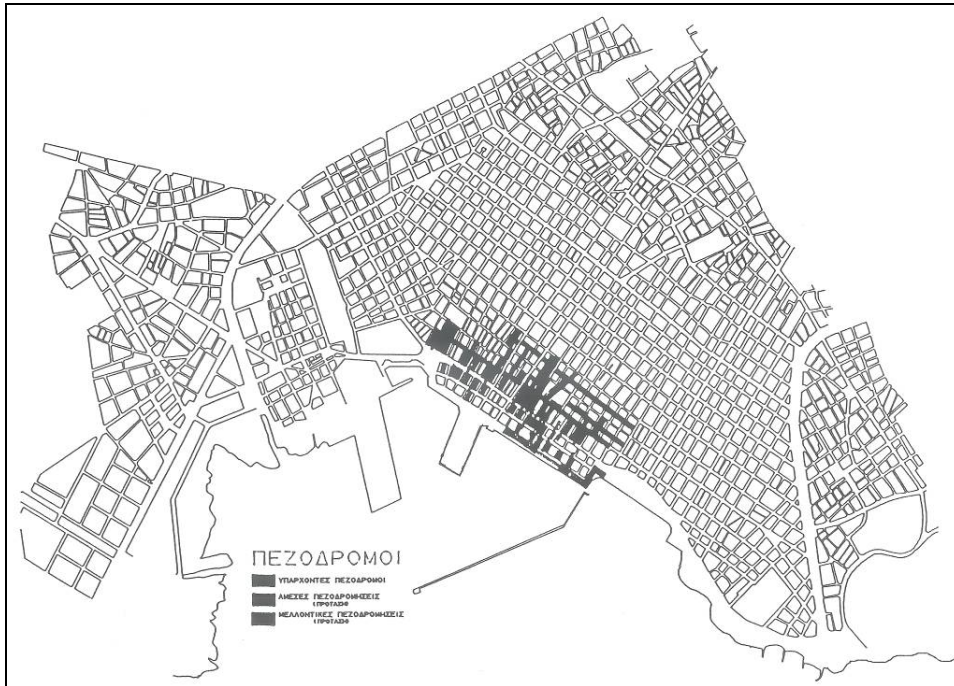
Σχήμα 2.10 Μη οριοθετημένος (αριστερά) και οριοθετημένος (δεξιά) μετασχηματισμός

## **2.7 Εφαρμογές εστιακών απεικονίσεων**

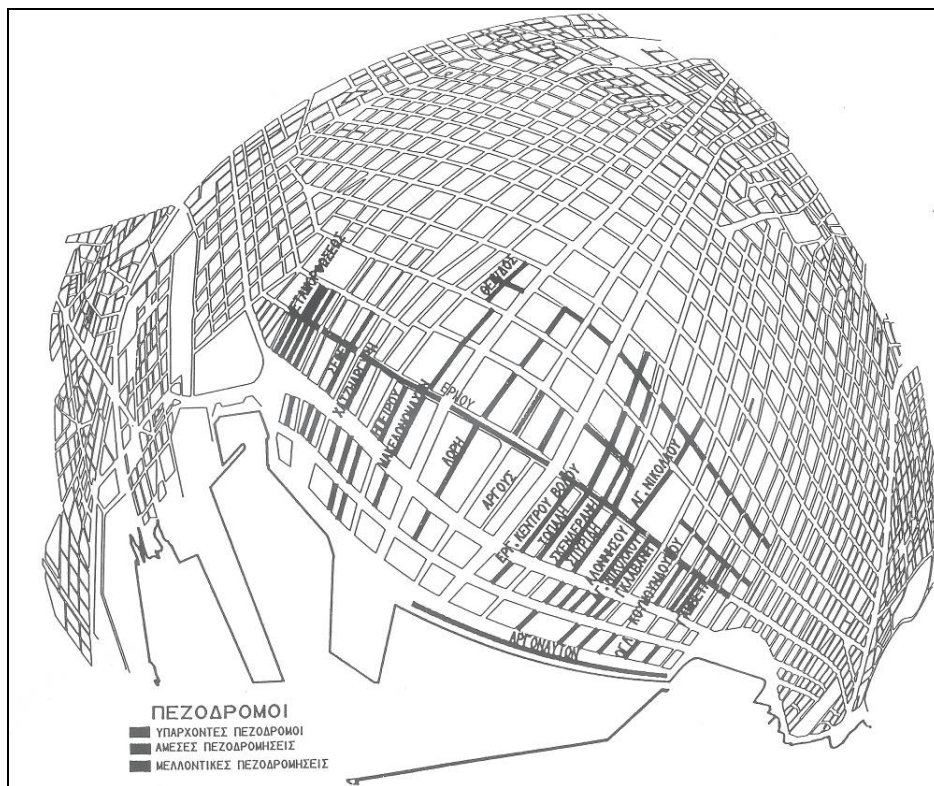
Η ιδιότητα των εστιακών απεικονίσεων, να αποδίδουν τη λεπτομέρεια μέσα στο ευρύτερο θεματικό πλαίσιο, τις κάνει ιδιαίτερα χρήσιμα εργαλεία στην παραγωγή πολλών ειδών χαρτών, όπως πχ. τουριστικούς χάρτες, ή χάρτες ειδικών χρήσεων για συγκοινωνίες κλπ. Είναι εξαιρετικά σημαντικό το γεγονός ότι ο χαρτογράφος μπορεί να επιλέξει το σημείο, ή τα σημεία, στα οποία θα δοθεί έμφαση κατά τη δημιουργία του χάρτη. Μια εφαρμογή που έχει γίνει και αποδεικνύει τη χρησιμότητα των εστιακών απεικονίσεων είναι αυτή στο χάρτη του κέντρου του Βόλου που απεικονίζεται στο σχήμα 2.212 (Μπούτουρα 1994).

Ο χάρτης του σχήματος 2.11 απεικονίζει το κέντρο του Βόλου καθώς επίσης και τους υπάρχοντες και μελλοντικούς πεζοδρόμους σε πλάγια αιμουθιακή ισαπέχουσα απεικίνιση (προβολή Hatt). Στο χάρτη αυτό δεν μπορούν να φανούν ούτε τα ονόματα των δρόμων στην κλίμακα απόδοσης και σχεδόν δεν είναι διακριτά τα οικοδομικά τετράγωνα σε περιοχές με πυκνή πεζοδρόμηση. Στο σχήμα 2.12 φαίνεται η ίδια περιοχή μετασχηματισμένη σε λογαριθμική αξιμουθιακή απεικόνιση. Είναι ξεκάθαρη και πολύ έντονη η διαφορά των δύο χαρτών και μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι ο δεύτερος χάρτης αντίθετα με τον πρώτο εκπληρώνει το στόχο του, δηλαδή την αποτελεσματική μετάδοση της πληροφορίας.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε στο σχήμα 2.12 ότι εκτός από την περιοχή που εμφανίζονται οι πεζοδρομίσσεις, οι οποίες είναι ευανάγνωστες, αντιλαμβανόμαστε τη συνολική έκταση του χώρου. Η παραμόρφωση του χάρτη μπορεί να προκαλέσει μια λάθος αντίληψη για το χώρο και χάνουμε την πληροφορία στα άκρα του χάρτη, όμως ο κύριος στόχος πραγματοποιείται με αποτελεσματικότητα.



Σχήμα 2.11 Συμβατικός χάρτης με πεζοδρομώσεις στο κέντρο του Βόλου



Σχήμα 2.12 Χάρτης της ίδιας περιοχής σε λογαριθμική εστιακή απεικόνιση

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.2 μια πολύ χρήσιμη εφαρμογή είναι το χαρτόγραμμα, αλλά η κατασκευή του είναι αρκετά δύσκολη. Οι πολυεστιακές απεικονίσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία χαρτογραμμάτων, αν η περιοχή επίδρασης κάθε εστίας οροθετηθεί με χωρικές ενότητες στις οποίες εμφανίζεται το φαινόμενο που θέλουμε να απεικονίσουμε. Δίνοντας στη μεγέθυνση την έννοια της αριθμητικής τιμής του φαινομένου μπορούμε να πετύχουμε την αυτόματη κατασκευή του. Η μέχρι τώρα έρευνα περιορίζεται σε κυκλικές περιοχές επίδρασης ή σε γραμμικές εστίες (Υψηλάντη 2003), αν όμως επεκταθεί σε τυχαία πολύγωνα τότε θα έχουμε ένα πολύ καλό εργαλείο για αυτοματοποιημένη δημιουργία χαρτογραμμάτων.

Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

Μεθοδολογία

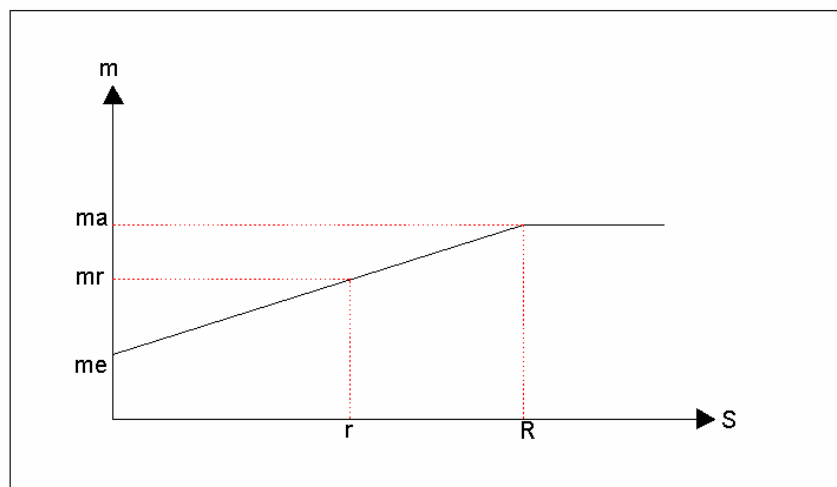
## Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία

### 3.1: Εστιακή απεικόνιση με σημειακή εστία

Η πιο απλή εστιακή απεικόνιση είναι, η μεγένθυση μιας κυκλικής περιοχής γύρω από ένα σημείο. Η μεταβολή της κλίμακας μέσα στην περιοχή επίδρασης του μετασχηματισμού μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, χρησιμοποιώντας κατάλληλες συναρτήσεις (παραβολική, λογαριθμική κ.ο.κ.). Η απλούστερη μεταβολή είναι η γραμμική και με αυτήν θα μελετήσουμε το μετασχηματισμό για να γίνει κατανοητή η λειτουργία του.

Έστω ένας χάρτης κλίμακας  $\frac{1}{m_a}$  και έστω το σημείο  $O(x_0, y_0)$  πάνω σε αυτόν. Για

λόγους απλοποίησης των υπολογισμών θεωρούμε  $(x_0, y_0) = (0, 0)$ . Η εφαρμογή του νόμου μας θα γίνει σε μια κυκλική περιοχή με ακτίνα  $R$  γύρω από το σημείο  $O$ . Τα σημεία που βρίσκονται μέσα στην περιοχή επίδρασης του νόμου θα απεικονίζονται, μετά την εφαρμογή του, σε διαφορετικές κλίμακες, ανάλογα με την απόστασή τους από το εστιακό κέντρο.



Σχήμα 3.1 Γραφική αναπαράσταση της μεταβολής της κλίμακας

Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζεται γραφικά η λειτουργία του νόμου. Ο άξονας των τετημένων απεικονίζει την απόσταση των σημείων από το εστιακό κέντρο, ενώ ο άξονας των τεταγμένων απεικονίζει τον παρονομαστή της κλίμακας των σημείων. Το διάγραμμα εκφράζει τη μεταβολή της κλίμακας στον χάρτη. Η κλίμακα στο εστιακό



κέντρο είναι  $\frac{1}{m_e}$  ενώ η κλίμακα έξω από την περιοχή επίδρασης, δηλαδή για αποστάσεις μεγαλύτερες από R από την εστία, είναι η αρχική κλίμακα του χάρτη  $\frac{1}{m_a}$ . Τα σημεία που απέχουν από το εστιακό κέντρο απόσταση μικρότερη από R, θα έχουν κλίμακα εξαρτώμενη από την απόστασή τους από το εστιακό κέντρο. Από το σχήμα βλέπουμε ότι ισχύουν οι αναλογίες:

$$\frac{m_a - m_e}{R} = \frac{m_r}{r} \quad (3.1.1)$$

ή

$$m_r = \frac{r(m_a - m_e)}{R} \quad (3.1.2)$$

Η κλίμακα  $\frac{1}{m_r}$  είναι η νέα κλίμακα για κάθε σημείο εντ'ος της περιοχής εφαρμογής της εστιακής απεικόνισης.

### **3.2: Αναλυτικές σχέσης μετασχηματισμού**

Έστω ένα σημείο P(x<sub>i</sub>,y<sub>i</sub>) του χάρτη. Αν θεωρήσουμε τις συντεταγμένες (x<sub>0</sub>,y<sub>0</sub>) του εστιακού κέντρου, τότε η ακτινική απόσταση του P από το κέντρο σύμφωνα με το 2<sup>ο</sup> θεμελιώδες πρόβλημα της γεωδαισίας δίνεται από την σχέση:

$$r_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \quad (3.2.1)$$

Οι συντεταγμένες του σημείου P ως προς τις συντεταγμένες του εστιακού κέντρου θα δίνονται από τις σχέσεις του 1<sup>ου</sup> θεμελιώδους προβλήματος της γεωδαισίας:

$$x_i = x_0 + r_i \sin\varphi' \quad (3.2.2)$$

$$y_i = y_0 + r_i \cos\varphi' \quad (3.2.3)$$

όπου φ' η γωνία διεύθυνσης της ευθείας που ορίζεται από το σημείο P και το εστιακό κέντρο. Δηλαδή:

$$\varphi' = \arctan \frac{x_i}{y_i} \quad (3.2.4)$$

Μετά την εφαρμογή του μετασχηματισμού κάθε σημείο P του χάρτη με συντεταγμένες  $(x_i, y_i)$  απεικονίζεται σε μια νέα θέση P' με συντεταγμένες  $(x_i', y_i')$ . Οι νέες αυτές συντεταγμένες, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη μετασχηματισμένη ακτινική απόσταση  $r'$ , καθώς και τη διατήρηση της γωνίας διεύθυνσης, δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$x_i' = x_0 + r_i' \sin\varphi \quad (3.2.5)$$

$$y_i' = y_0 + r_i' \cos\varphi \quad (3.2.6)$$

Ο προσδιορισμός της γωνίας διεύθυνσης γίνεται με βάση τη διερεύνηση των προσήμων των  $\Delta x = x_i' - x_0$  και  $\Delta y = y_i' - y_0$ , ως εξής:

1. Αν  $\Delta x \geq 0$  και  $\Delta y \geq 0$ , τότε  $\varphi = \varphi'$
2. Αν  $\Delta x \geq 0$  και  $\Delta y < 0$ , τότε  $\varphi = 200^g + \varphi'$
3. Αν  $\Delta x < 0$  και  $\Delta y < 0$ , τότε  $\varphi = 200^g + \varphi'$
4. Αν  $\Delta x < 0$  και  $\Delta y > 0$ , τότε  $\varphi = 400^g + \varphi'$

Η νέα απόσταση  $r'$  θα είναι το γινόμενο της απόστασης  $r$  επί τον λόγο της κλίμακας  $m_a$  προς την κλίμακα  $m_r$ , δηλαδή  $r'$ :

$$r' = r \frac{m_a}{m_r} \quad (3.2.7)$$

Αντικαθιστώντας στην σχέση (3.1.2) έχουμε:

$$r' = r \frac{m_a}{\frac{r(m_a - m_e)}{R}} \quad (3.2.8)$$

και τελικά:

$$r' = \frac{R m_a}{m_a - m_e} \quad (3.2.9)$$

Μπορούμε να κάνουμε και μια ακόμη αντικατάσταση για να διευκολύνουμε τις πράξεις μας. Αντί της αρχικής κλίμακας και της κλίμακας του εστιακού κέντρου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το λόγο τους, ο οποίος μας απαλλάσει από την ανάγκη να γνωρίζουμε την κλίμακα ενός χάρτη. Έτσι:

$$\lambda = \frac{\frac{1}{m_e}}{\frac{1}{m_a}}$$

ή:

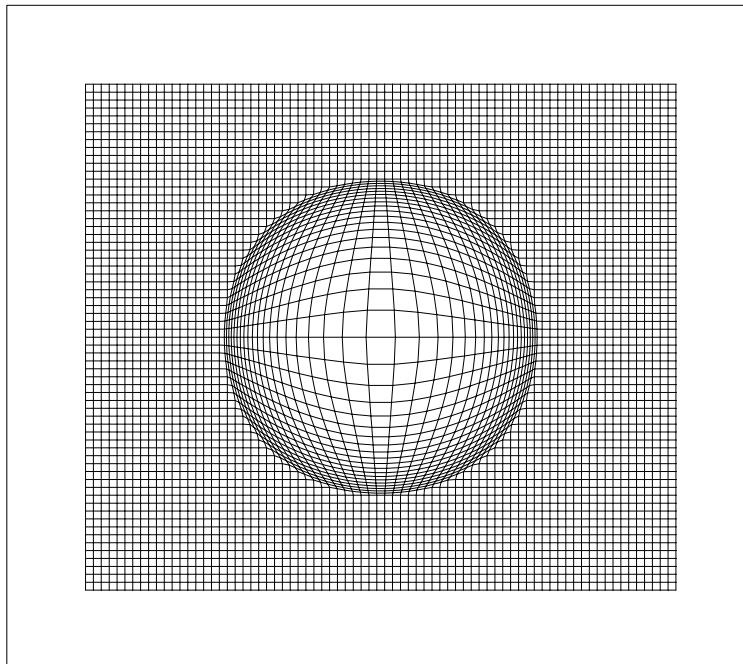
$$m_e = \lambda m_a \quad (3.2.10)$$

Η σχέση (3.2.9) γίνεται τελικά:

$$r' = \frac{R\lambda}{\lambda - 1}. \quad (3.2.11)$$

Αντικαθιστώντας στις σχέσεις (3.2.5) και (3.2.6) βρίσκουμε την νέα θέση του σημείου.

Εφαρμόζοντας το μετασχηματισμό σε ένα τετραγωνικό κάναβο καταλήγουμε στο σχήμα 3.2



Σχήμα 3.2 Εστιακή απεικόνιση εφαρμοσμένη σε τετραγωνικό κάναβο

Στο σχήμα 3.2 βλέπουμε πολύ καθαρά την επίδραση του μετασχηματισμού. Ο λόγος της κλίμακας στο εστιακό κέντρο προς την κλίμακα του χάρτη είναι 4:1. Τα σημεία του χάρτη τα οποία απέχουν από το εστιακό κέντρο απόσταση μικρότερη από R απεικονίζονται στην νέα τους κλίμακα, ενώ αυτά που βρίσκονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις απεικονίζονται στην αρχική τους κλίμακα.

### 3.3: Ελλειψοειδής εστιακή απεικόνιση

Τα δεδομένα του χάρτη δεν έχουν απαραίτητα ομοιόμορφη κατανομή, τουναντίον η μορφή τους είναι συνήθως ακανόνιστη. Προκειμένου να χρησιμοποιήσουμε τις εστιακές απεικονίσεις για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή τους, μπορούν να αναπτυχθούν μετασχηματισμοί για μη “ισότροπες” κατανομές δεδομένων. Έχουν γίνει εργασίες πάνω σε αυτό το θέμα με ανάπτυξη παραδείγματος χάρη αλγορίθμου απεικόνισης κατά μήκος γραμμής (Υψηλάντη 2003). Στην εργασία αυτή αναπτύσσεται ένας αλγόριθμος ελλειψοειδούς εστιακής απεικόνισης, για την απεικόνιση δεδομένων γύρω από ένα κέντρο, τα οποία όμως παρουσιάζουν μεγαλύτερη επιμήκυνση κατά μια διεύθυνση.

Για τη δημιουργία του αλγορίθμου πρέπει να γίνει κατανοητή η έννοια της έλλειψης ως περιοχή επίδρασης. Τα φυσικά χαρακτηριστικά της έλλειψης είναι ο μικρός και ο μεγάλος ημιάξονας,  $\beta$  και  $\alpha$  αντίστοιχα, και η επιπλάτυνση  $f = \frac{\alpha - \beta}{\alpha}$ . Όπως είδαμε στην περιγραφή της εστιακής απεικόνισης, η κλίμακα κάθε σημείου εξαρτάται από την απόστασή του από το εστιακό κέντρο και με μια γραμμική παρεμβολή πάνω στην ακτίνα  $R$  μπορούμε να την υπολογίζουμε εύκολα. Στην περίπτωση της έλλειψης όμως, αν ορίσουμε το ανάλογο της ακτίνας ως την απόσταση από το σημείο τομής του μικρού και του μεγάλου ημιάξονα (κέντρο έλλειψης και εστιακό κέντρο) με την περιφέρεια, παρατηρούμε ότι αυτή δεν έχει σταθερή τιμή αλλά κυμαίνεται από  $\beta$  έως  $\alpha$ . Συνεπώς για τον υπολογισμό της κλίμακας  $m_r$ , κάθε σημείου, πρέπει να υπολογίζουμε την αντίστοιχη επιβατική του ακτίνα. Αυτή η σχέση της κλίμακας του σημείου με τη θέση του είναι απόρροια του νόμου των παραμορφώσεων και του θεωρήματος Tissot, με μέγιστη κλίμακα γραμμικής παραμόρφωσης κατά τη διεύθυνση του μεγάλου ημιάξονα και ελάχιστη κλίμακα γραμμικής παραμόρφωσης παράλληλη με το μικρό ημιάξονα.

Για την ανάπτυξη των αναλυτικών σχέσεων της απεικόνισης χρησιμοποιούμε την ίδια μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε και στην απλή περίπτωση. Έστω και πάλι σημείο  $P(x_i, y_i)$  του χάρτη. Ορίζουμε τώρα ως  $R$  την επιβατική ακτίνα του σημείου  $P$  και ορίζουμε και τη γωνία διεύθυνσης  $\varphi$ , η οποία είναι ίδια για το διάνυσμα της απόστασης  $r$  του σημείου από το κέντρο της έλλειψης και για την ακτίνα  $R$ . Η σχέση (3.2.11) δεν μας ικανοποιεί πλέον διότι η ακτίνα  $R$  σύμφωνα με τα παραπάνω δεν είναι σταθερή. Ο

υπολογισμός της ακτίνας  $R$  γίνεται εύκολα από την εξίσωση της έλλειψης και τις πολικές συντεταγμένες του σημείου  $(x_R, y_R)$  στην περιφέρεια της έλλειψης:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{\beta^2} = 1 \quad (3.3.1)$$

$$x_R = R \sin \phi \quad (3.3.2)$$

$$y_R = R \cos \phi \quad (3.3.3)$$

έχουμε:

$$\frac{R^2 \sin^2 \phi}{a^2} + \frac{R^2 \cos^2 \phi}{\beta^2} = 1$$

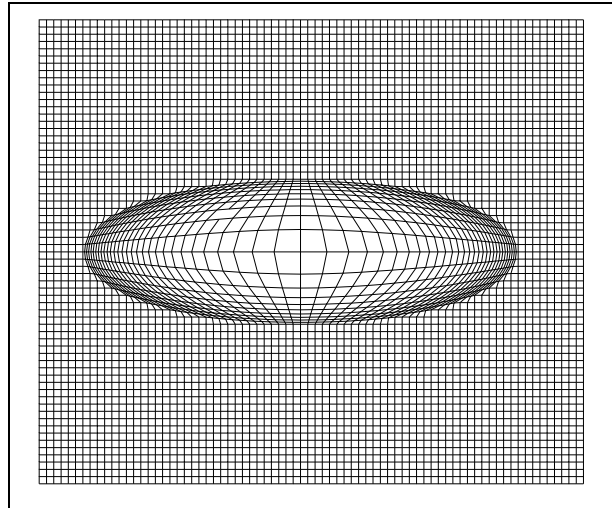
και τελικά:

$$R = \frac{a\beta}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + \beta^2 \sin^2 \phi}} \quad (3.3.4)$$

Η γωνία  $\phi$  που εμφανίζεται στις παραπάνω σχέσεις είναι, όπως αναφέραμε, η γωνία διεύθυνσης της ευθείας που ενώνει το κέντρο της έλλειψης με το σημείο P. Η γωνία αυτή διατηρείται σταθερή μετά τον μετασχηματισμό οπότε με την ίδια διερεύνηση που χρησιμοποιήσαμε και στην προηγούμενη ενότητα μπορούμε να καταλήξουμε στην τελική σχέση για την νέα απόσταση  $r'$  που θα έχει το σημείο P:

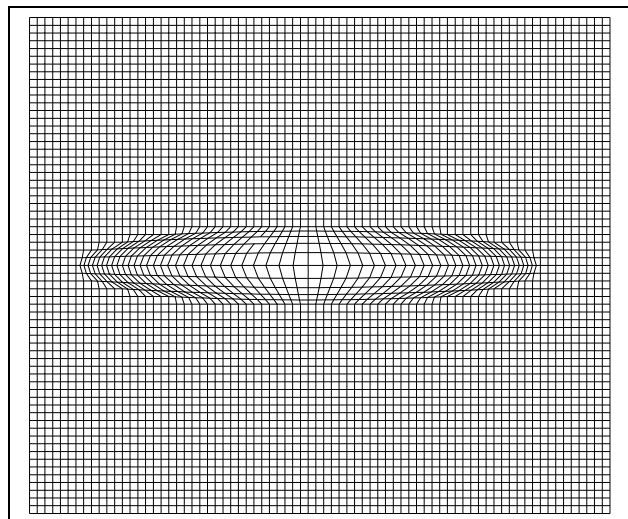
$$r' = \frac{\lambda a \beta}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + \beta^2 \sin^2 \phi} (\lambda - 1)} \quad (3.3.5)$$

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα εφαρμογής της απεικόνισης σε τετραγωνικό κানাβο για διαφορετικούς λόγους κλιμάκων.



Σχήμα 3.3

Στο σχήμα 3.3 ο λόγος των κλιμάκων είναι 4:1 και οι ημιάξονες της έλλειψης έχουν τιμές 3 και 1. Η ισοδιάσταση του κανάβου είναι 0,1. Τα σημεία κοντά στην εστία απεικονίζονται καθαρά και στις δύο διευθύνσεις ενώ κοντά στην περιφέρεια της έλλειψης είναι δυσδιάκριτα.



Σχήμα 3.4

Στο σχήμα 3.4 ο λόγος των κλιμάκων είναι πάλι 4:1 αλλά οι άξονες έχουν τιμές 3 και 0,5. Συγκρίνοντας τα δύο σχήματα βλέπουμε ότι για μεγαλύτερη επιπλάτυνση της έλλειψης γίνονται πιο έντονες οι διαφορές στην απεικόνιση των σημείων κατά τις δύο διευθύνσεις. Τα σημεία με “οριζόντια” διεύθυνση εμφανίζονται καλύτερα απ’ ό,τι αυτά με “κατακόρυφη”, κάτι το οποίο γίνεται πιο έντονο στο αριστερό και στο δεξιό τμήμα της έλλειψης.

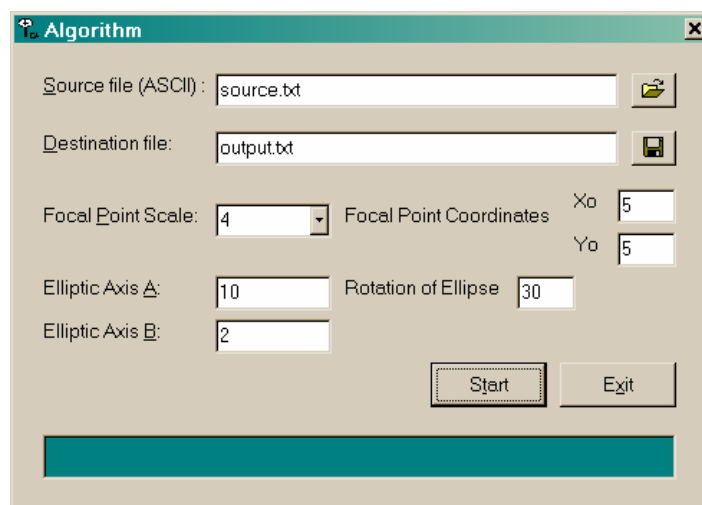
## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### Δομή του Αλγορίθμου

## Κεφάλαιο 4: Δομή του αλγορίθμου

### 4.1 Γενικά

Οι αναλυτικές σχέσεις που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελούν το υπόβαθρο για τη δημιουργία ενός προγράμματος που θα εφαρμόζει τον αλγόριθμο αυτοματοποιημένα σε ψηφιακά αρχεία. Η σύνταξη του κώδικα έγινε σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic 6 και η φόρμα του προγράμματος που δημιουργήθηκε, φαίνεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1 Φόρμα προγράμματος εστιακής απεικόνισης

Τα πεδία που πρέπει να συμπληρωθούν από το χρήστη είναι τα εξής:

**Source file:** Αφορά στο αρχείο στο οποίο θέλουμε να εφαρμόσουμε το μετασχηματισμό. (Πρέπει να έχει τη μορφή ASCII).

**Destination file:** Ορίζουμε το αρχείο εξόδου του προγράμματος. (Επίσης σε μορφή ASCII).

**Focal point scale:** Ορίζουμε το λόγο της κλίμακας στο εστιακό κέντρο προς την αρχική κλίμακα του χάρτη.

**Elliptic axis A:** Ορίζουμε το μεγάλο ημιάξονα της έλλειψης.

**Elliptic axis B:** Ορίζουμε το μικρό ημιάξονα της έλλειψης.

**Xo:** Ορίζουμε την τετμημένη του εστιακού κέντρου.

**Yo:** Ορίζουμε την τεταγμένη του εστιακού κέντρου.



**Rotation of ellipse:** Ορίζουμε τη στροφή της έλλειψης ως προς τον άξονα  $X'X$ .

#### 4.2 Ανάλυση του κώδικα

Ο κώδικας που συντάχθηκε μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία υπάγονται οι ρουτίνες που ελέγχουν τη λειτουργία της φόρμας, ενώ στη δεύτερη κατηγορία υπάγεται η ρουτίνα που εφαρμόζει το μετασχηματισμό.

Αναλυτικότερα στην πρώτη κατηγορία υπάρχουν οι εξής ρουτίνες:

- Ελέγχου των αρχείων που ανοίγει και σώζει το πρόγραμμα.
- Ελέγχου των δεδομένων που εισάγει ο χρήστης, απαγορεύοντας δεδομένα που αποτελούν παράλογες τιμές πχ. την εισαγωγή αρνητικού αριθμού στο πεδίο που αφορά το λόγο των κλιμάκων.
- Μια ρουτίνα για τη δημιουργία μιας μπάρας προόδου του προγράμματος.
- Μια ρουτίνα, η οποία μορφοποιεί το αρχείο εισόδου ώστε τα δεδομένα του να είναι επεξεργάσιμα από το πρόγραμμα.

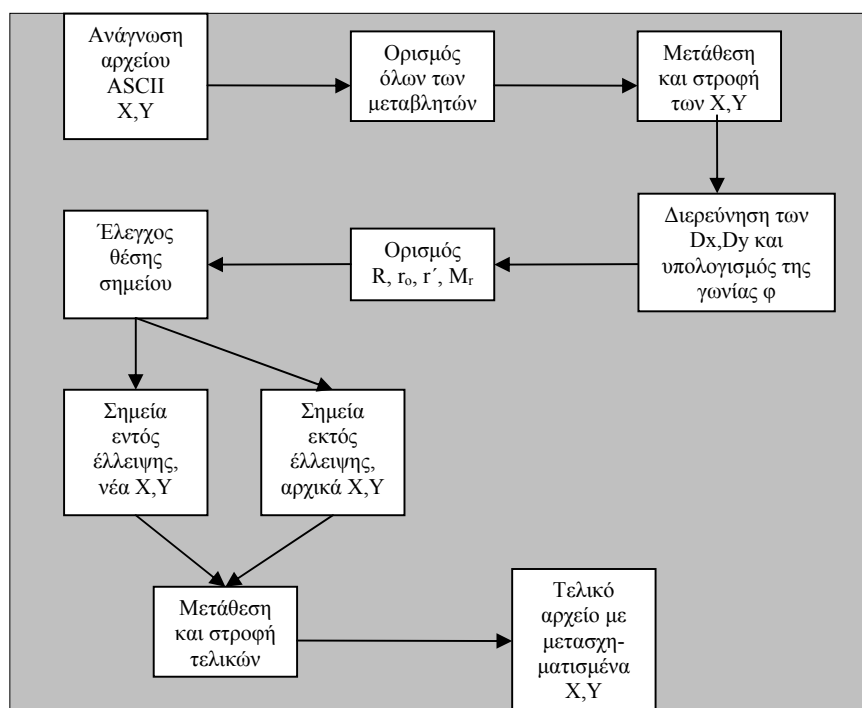
Στη δεύτερη κατηγορία έχουμε ουσιαστικά την υλοποίηση του αλγορίθμου. Στο σχήμα 4.2 φαίνεται το διάγραμμα ροής της ρουτίνας αυτής, ενώ στο σχήμα 4.3 φαίνεται αναλυτικότερα το διάγραμμα ροής της διερεύνησης του πρ'ωτου θεμελιώδους προβλήματος της γεωδαισίας.

Κατά την εισαγωγή του αρχείου, το οποίο είναι σε μορφή ASCII (δηλαδή X,Y,i), δημιουργούνται από το πρόγραμμα τρεις πίνακες. Ο πρώτος αφορά την πρώτη στήλη του αρχείου και είναι ο πίνακας των τετμημένων. Ο δεύτερος αφορά τη δεύτερη στήλη και είναι ο πίνακας των τεταγμένων, ενώ ο τρίτος είναι ο πίνακας με τον κωδικό αριθμό κάθε σημείου. Ο τρίτος πίνακας παραμένει αμετάβλητος από το πρόγραμμα.

Ο ορισμός των μεταβλητών στο πρόγραμμα έχει να κάνει με όλες τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται, όσον αφορά την ποσότητα μνήμης που καταλαμβάνει κάθε μια. Λόγω των περιορισμών της γλώσσας προγραμματισμού Basic, ο αριθμός των σημείων που μπορεί να επεξεργαστεί το πρόγραμμα είναι περίπου 32000.

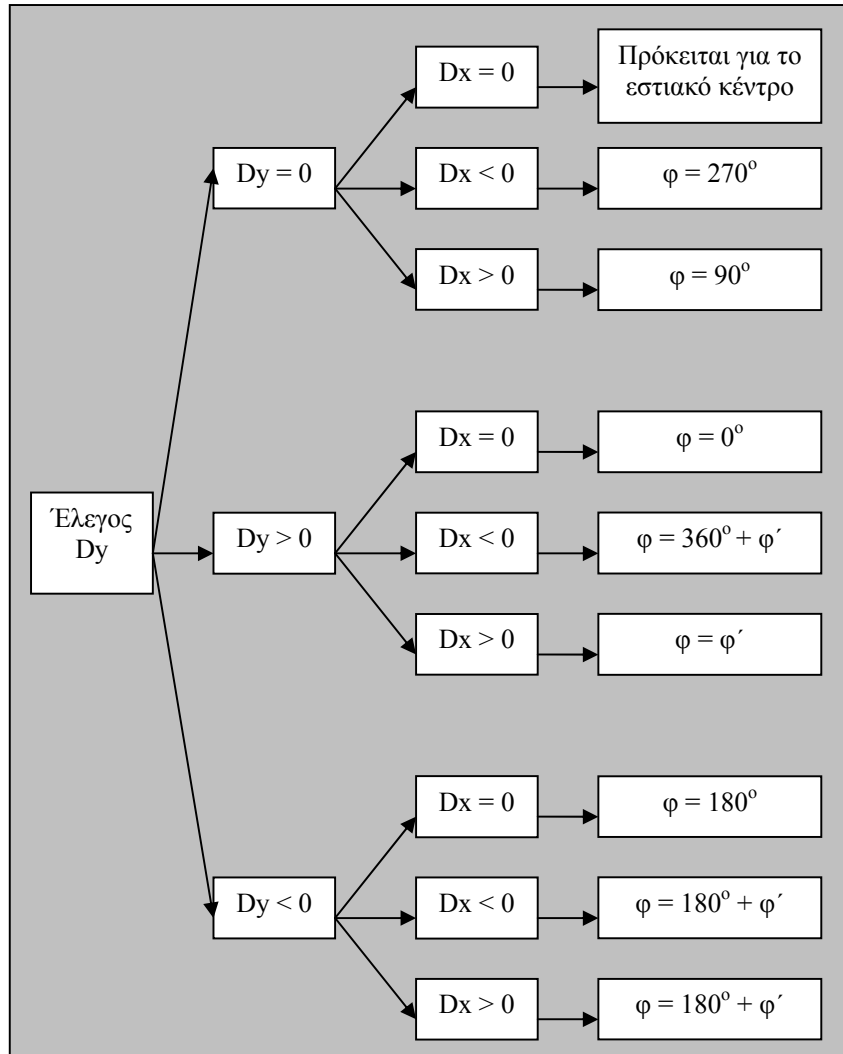
Η στροφή και η μετάθεση των συντεταγμένων γίνεται για απλοποίηση των υπολογισμών, αν έχουμε στροφή της έλλειψης και εστιακό κέντρο διάφορο του  $(X_0, Y_0)$ .

Η διερεύνηση της γωνίας διεύθυνσης γίνεται ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί το 1<sup>ο</sup> θεμελιώδες.



Σχήμα 4.2 Διάγραμμα ροής αλγορίθμου

Ο έλεγχος της θέσης του κάθε σημείου γίνεται για να διαχωριστούν τα σημεία τα οποία επιρεάζονται από το μετασχηματισμό και πραγματοποιείται με τη σύγκριση της απόστασης κάθε σημείου από το κέντρο της έλλειψης και της αντίστοιχης ακτίνας της. Τα σημεία που βρίσκονται εκτός έλλειψης διατηρούν τις αρχικές (μετά τη μετάθεση και τη στροφή) συντεταγμένες. Τα σημεία εντός της έλλειψης παίρνουν τις νέες τους συντεταγμένες σύμφωνα με τις σχέσεις που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τέλος όλα τα σημεία μετατίθενται και στρέφονται αντίστροφα για να επανέλθουν στις αρχικές τους θέσεις. Σώζοντας αυτές τις συντεταγμένες προκύπτει το τελικό αρχείο σε μορφή ASCII.



Σχήμα 4.3 Διερεύνηση γωνίας διεύθυνσης

#### **4.4 Κώδικας μετασχηματισμού σε γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic 6**

Στην ενότητα αυτή παρατίθεται ο κώδικας που αναπτύχθηκε. Το πλήρες κείμενο του κώδικα βρίσκεται στο παράρτημα.

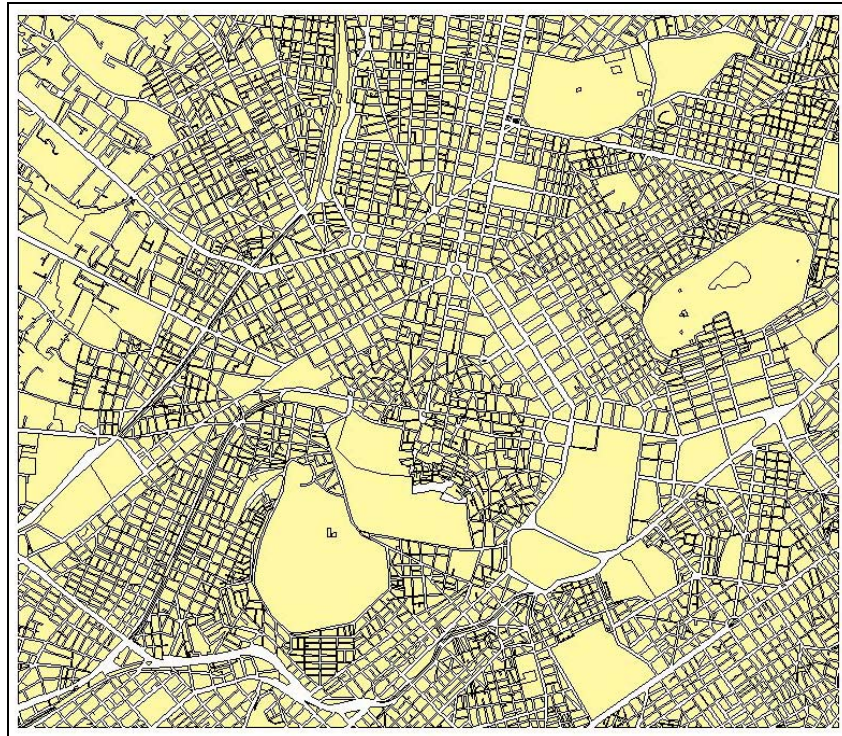
## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### Εφαρμογή του Αλγορίθμου

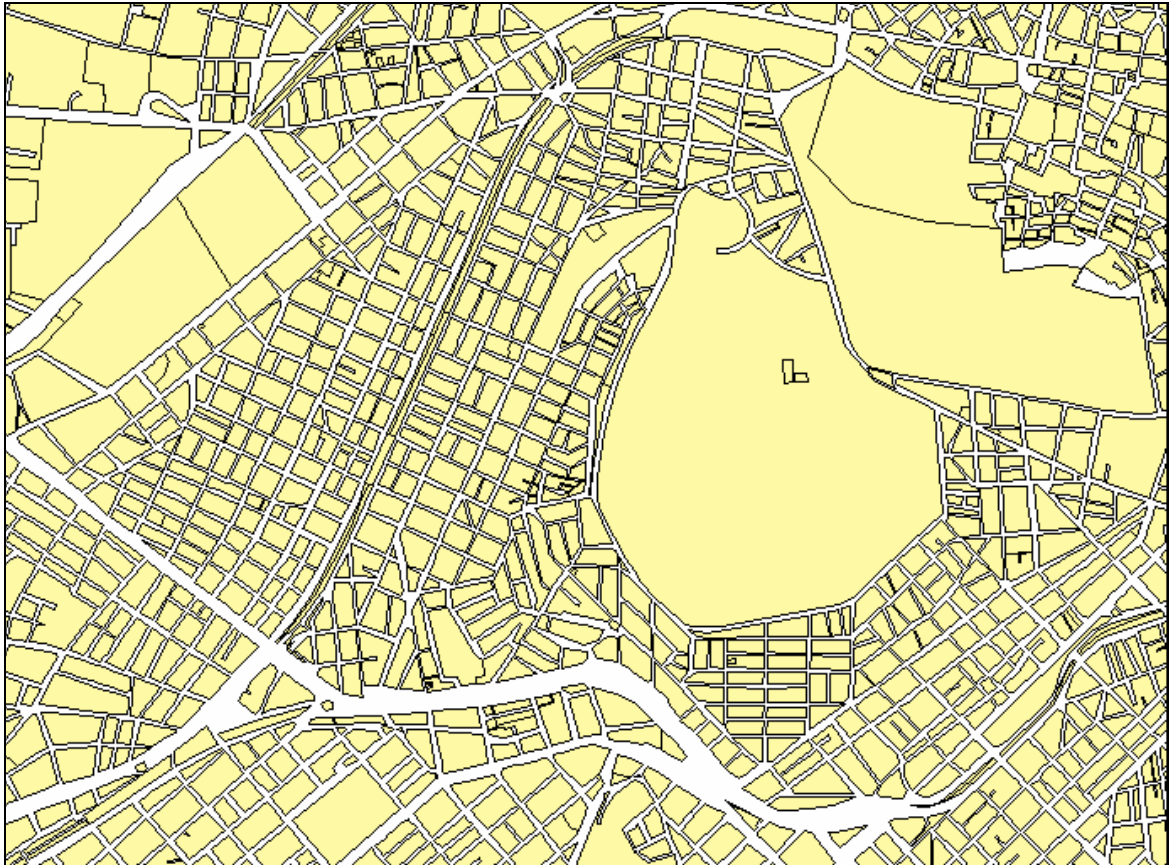
## Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή του αλγορίθμου

### 5.1: Γενικά:

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η εφαρμογή του αλγορίθμου σε ένα τμήμα χάρτη στο κέντρο της Αθήνας (σχήμα 4.1). Ο χάρτης απεικονίζει οικοδομικά τετράγωνα και δρόμους στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87 και αποτελεί μια αντιπροσωπευτική εφαρμογή για να παρουσιαστεί μια εστιακή απεικόνιση. Για την εφαρμογή επιλέχθηκε ένα τμήμα της περιοχής των Πετραλώνων, στο οποίο διακρίνεται η σιδηροδρομική γραμμή του ΗΣΑΠ (κάτω αριστερά στο σχήμα 5.1) η οποία έχει αζιμούθιο 68 μοίρες. Επιλέχθηκε σαν εστιακό κέντρο ένα σημείο πάνω στη γραμμή περίπου στο μέσο της και έλλειψη στράφηκε κατά 68 μοίρες ώστε ο μεγάλος άξονάς της να είναι παράλληλος με τη σιδηροδρομική γραμμή. Εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο για διάφορες τιμές των αξόνων της έλλειψης και διάφορους λόγους κλιμάκων δημιουργήθηκαν έξι εφαρμογές τα σχήματα των οποίων παρουσιάζονται ως παραδείγματα, στη συνέχεια της ενότητας . Για κάθε μια από τις έξι εφαρμογές σχολιάζονται τα αποτελέσματα



Σχήμα 5.1: Χάρτης του κέντρου της Αθήνας



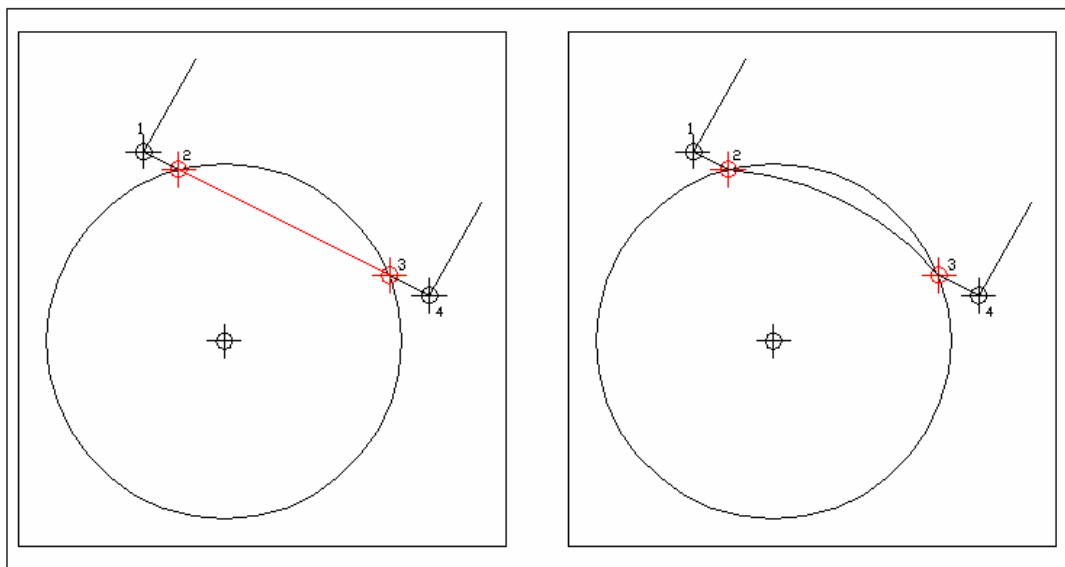
Σχήμα 5.2 λεπτομέρεια του σχήματος 5.1

Για την επεξεργασία του χάρτη, έγινε μετατροπή του υποβάθρου σε μορφή dxf και αυτή η μορφή μετατράπηκε σε ASCII με τη βοήθεια του προγράμματος DM του Εργαστηρίου Χαρτογραφίας. Το υπόβαθρο παραχωρήθηκε από το Εργαστήριο Χαρτογραφίας και προέρχεται από το ψηφιακό αρχείο του ΕΑΧΑ.

## **5.2 Εφαρμογές του αλγορίθμου**

Ένα μειονέκτημα που παρουσιάζεται σε όλα τα παραδείγματα και οφείλεται στον τρόπο λειτουργίας του προγράμματος, είναι αυτό που απεικονίζεται στο σχήμα 5.4. Στο αριστερό σχήμα φαίνεται το όριο ενός οικοδομικού τετραγώνου, το οποίο επηρεάζεται μερικά από το μετασχηματισμό. Το σχεδιαστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε αντιλαμβάνεται τη γραμμή του ορίου ως ένα ευθύγραμμο τμήμα με άκρα τα 1 και 4, οι συντεταγμένες των οποίων βρίσκονται εκτός της περιοχής επίδρασης. Συνεπώς πριν και μετά το μετασχηματισμό το ευθύγραμμο τμήμα παραμένει αναλλοίωτο, αφού τα άκρα του

παραμένουν τα ίδια. Στο δεξί σχήμα φαίνεται η σωστή εφαρμογή του μετασχηματισμού. Για να μπορέσει να προκύψει ένα τέτοιο αποτέλεσμα θα έπρεπε το σχεδιαστικό πακέτο να αναγνωρίζει τοπολογικές σχέσεις, ώστε στη συγκεκριμένη περίπτωση να δημιουργηθούν τα σημεία 2 και 3, τα οποία αποτελούν τα σημεία τομής του ορίου του οικοδομικού τετραγώνου με το όριο της περιοχής επίδρασης του μετασχηματισμού. Θα έπρεπε επίσης το σχεδιαστικό πακέτο να αντιλαμβάνεται το ευθύγραμμο τμήμα σα μια αλληλουχία σημείων, ώστε να επηρεαστούν από τον αλγόριθμο και να μεταβληθούν οι συντεταγμένες τους. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να διορθωθεί χειροκίνητα. Στα παρακάτω δε θα το αναλύσουμε ξανά.

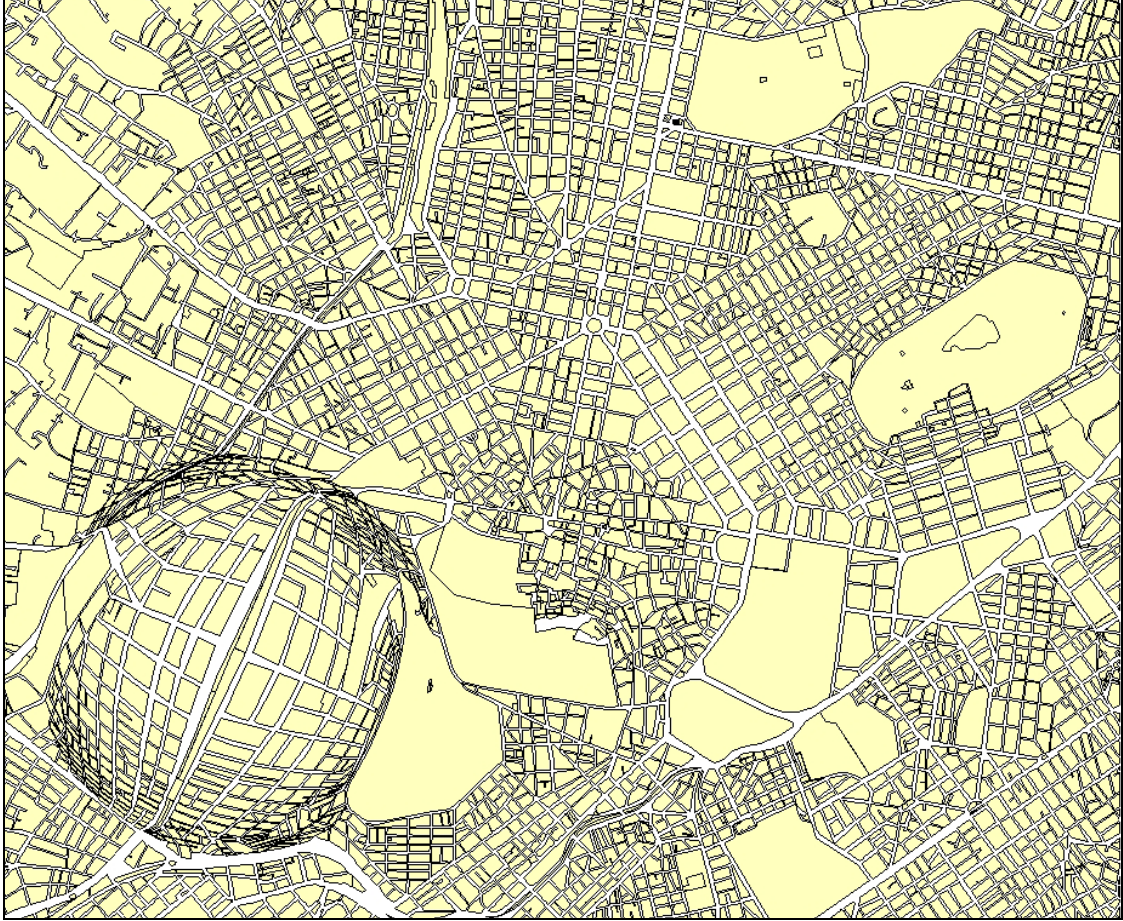


Σχήμα 5.4 Μεινέκτημα εφαρμογής του αλγορίθμου στην τομή κύκλου και ευθυγράμμου τμήματος

### **5.2.1 Κυκλική εστιακή απεικόνιση:**

Στο σχήμα 5.5 παρουσιάζεται η υλοποίηση του αλγορίθμου στην περιοχή μελέτης με κυκλική περιοχή εφαρμογής. Ο λόγος των κλιμάκων, δηλαδή η μεγέθυνση, στο εστιακό κέντρο είναι ίσος με 4, ενώ η ακτίνα της περιοχής επίδρασης είναι 850m. Είναι προφανές από το σχήμα ότι η απεικόνιση δεν είναι τόσο αποτελεσματική. Κερδίζοντας στην περιοχή γύρω από το εστιακό κέντρο σε μεγέθυνση, χάνουμε την επιμήκυνση που

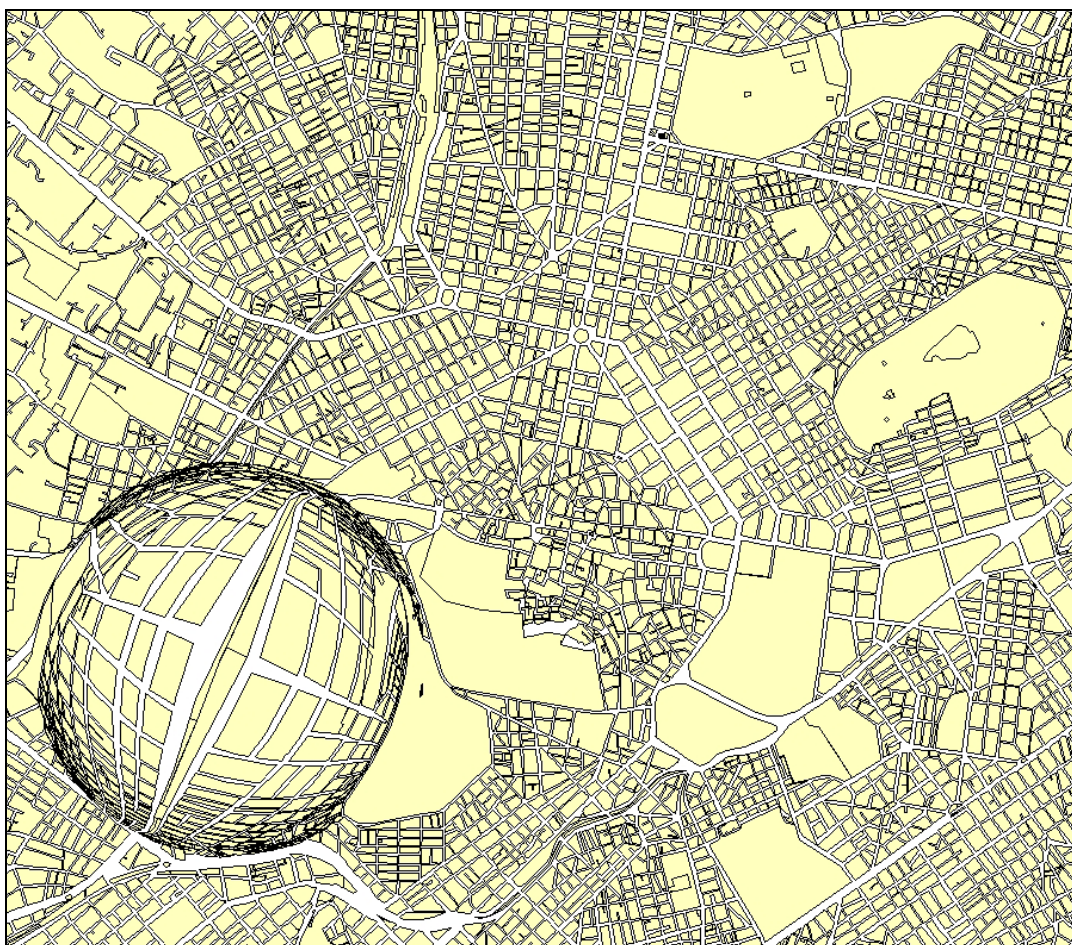
έχει η σιδηροδρομική γραμμή ως χωρική οντότητα. Ο προσανατολισμός σε σχέση με τον υπόλοιπο χάρτη είναι πολύ απλός.



Σχήμα 5.5  $R = 850m$ , 4x μεγέθυνση

Στο σχήμα 5.6 εφαρμόζουμε το μετασχηματισμό για την ίδια ακτίνα, αλλά για μεγέθυνση 8x. Το αποτέλεσμα τώρα είναι μειονεκτεί σε σχέση με την προηγούμενη εφαρμογή. Η έννοια της επιμήκυνσης της γραμμής χάνεται, όπως επίσης χάνονται και πολλές λεπτομέρειες για τα οικοδομικά τετράγωνα σε κάποια απόσταση γύρω από τη γραμμή. Στα όρια της περιοχής δεν έχουμε ευδιάκριτα αποτελέσματα. Παρατηρώντας το χάρτη βλέπουμε ότι χάνουμε την έννοια της συνέχειας μέσα και έξω από τον κύκλο, γεγονός που είναι ανεπιθύμητο.





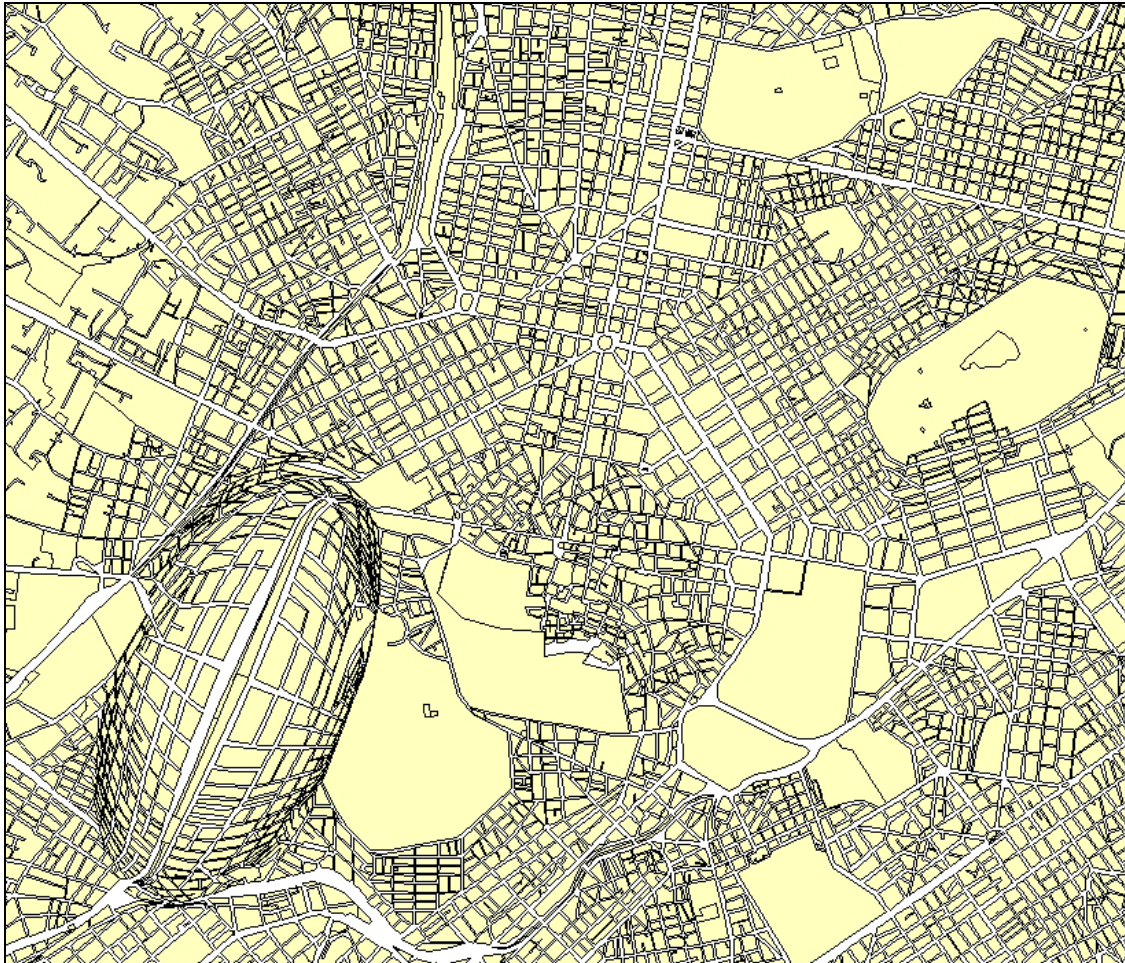
Σχήμα 5.6  $R = 850\text{m}$ , 4x μεγέθυνση

### **5.2.2 Ελλειψοειδής εστιακή απεικόνιση:**

Θα αναλυθούν τέσσερα παραδείγματα εφαρμογής του μετασχηματισμού στα οποία δημιουργήθηκαν για δύο διαφορετικές ακτίνες έλλειψης και δύο διαφορετικούς λόγους κλιμάκων.

Στο σχήμα 5.7 φαίνεται η περιοχή μας χρησιμοποιώντας τις τιμές 1000m και 500m για το μεγάλο και το μικρό ημιάξονα αντίστοιχα. Η έλλειψη είναι στραμμένη κατά  $68^\circ$  και ο λόγος των κλιμάκων είναι ίσος με 4.

Από το σχήμα είναι προφανές ότι έχουμε πετύχει αρκετά καλύτερα το στόχο μας. Η μεγάλη διαφορά φαίνεται στα οικοδομικά τετράγωνα ένθεν και ένθεν της σιδηροδρομικής γραμμής, τα οποία είναι αρκετά ευδιάκριτα σχεδόν σε όλο το μήκος της.



Σχήμα 5.7  $\alpha = 1000\text{m}$ ,  $\beta = 500\text{m}$ , 4x μεγέθυνση

Από το σχήμα 5.7 διαπιστώνουμε εύκολα ότι διατηρείται αρκετά καλά η συνέχεια του χάρτη, καθώς επίσης ότι τα όρια της έλλειψης επιφέρουν μια παραμόρφωση στα οικοδομικά τετράγωνα, η οποία όμως δεν είναι τόσο έντονη ώστε να τα καθιστά τελείως μη αναγνωρίσιμα.

Στο σχήμα 5.8 κρατάμε τις ίδιες τιμές για τους ημιάξονες και αλλάζουμε το λόγο των κλιμάκων σε 8. Παρατηρώντας το σχήμα, βλέπουμε ότι έχουμε ξεφύγει από το επιθυμητό αποτέλεσμα. Οι παραμορφώσεις στα άκρα της έλλειψης είναι τόσο έντονες που δεν μπορούμε να πούμε με ασφάλεια πόση πληροφορία χάνουμε. Παρ'όλα αυτά στην κεντρική περιοχή της παραμόρφωσης έχουμε αρκετά αποτελεσματική απεικόνιση των δεδομένων, σε βαθμό που η προσθήκη συμβόλων πάνω στα οικοδομικά τετράγωνα είναι δυνατή. Συνολικά, ο χάρτης που προέκυψε έχει ορισμένες περιορισμένες

βελτιώσεις σε σχέση με τον αρχικό. Εφαρμόζοντας το συγκεκριμένο μετασχηματισμό δεν προσφέρει την καλύτερη επιλογή.



Σχήμα 5.8  $\alpha = 1000\text{m}$ ,  $\beta = 500\text{m}$ , 8x μεγέθυνση

Στα σχήματα 5.9 και 5.10 εφαρμόζουμε το μετασχηματισμό με διαφορετικές παραμέτρους στους άξονες της έλλειψης αλλά διατηρούμε τους λόγους των κλιμάκων 4 και 8. Οι νέες τιμές των ημιαξόνων είναι 1300m για το μεγάλο και 800m για το μικρό.

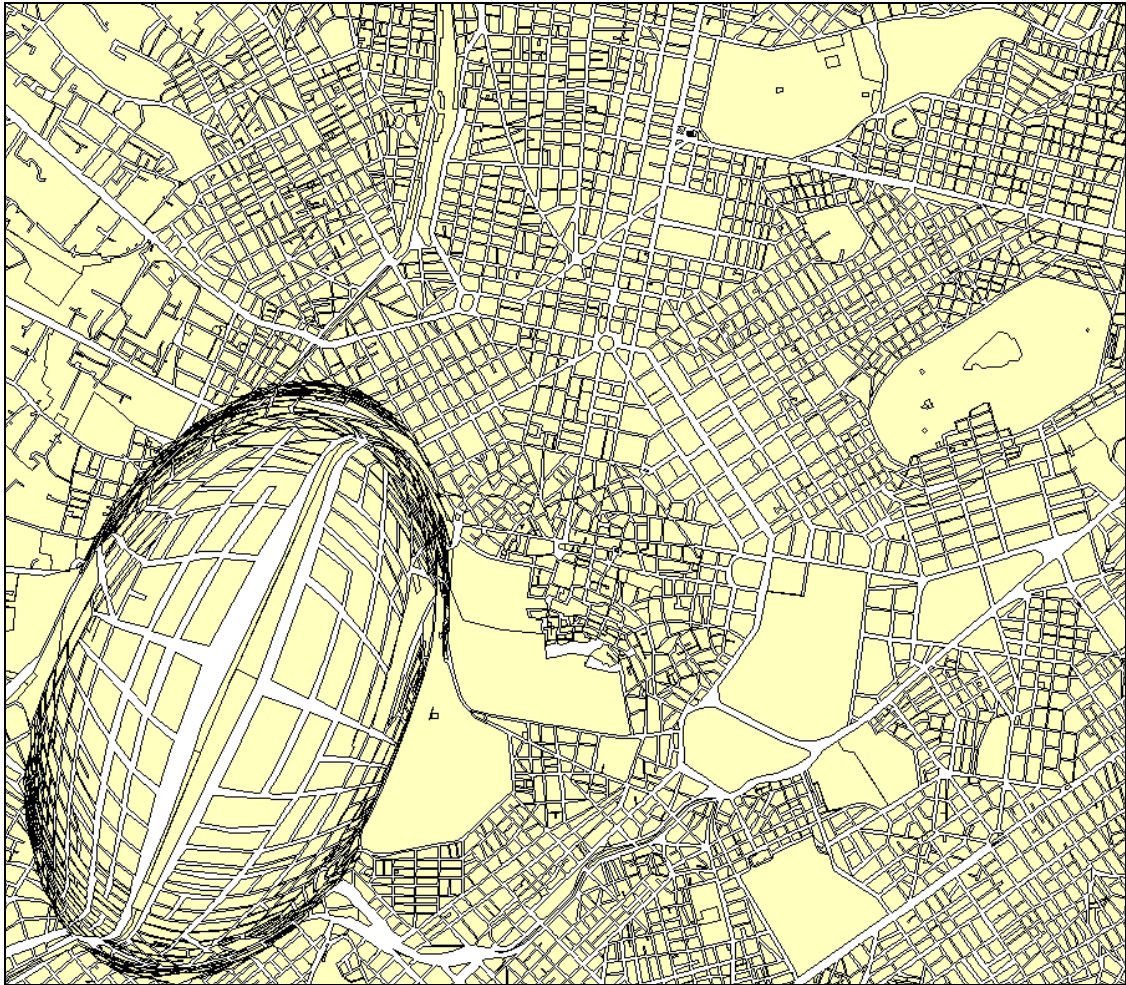
Για τα δύο αυτά σχήματα μπορούν να γίνουν ανάλογες παρατηρήσεις όπως έγιναν στα προηγούμενα αλλά πρέπει να προστεθεί και η διαπίστωση ενός νέου προβλήματος. Το μέγεθος της έλλειψης έχει ξεπεράσει την περιοχή στην οποία οι γραμμές ακολουθούν περίπου την γωνία που της έχουμε δώσει, με αποτέλεσμα να έχουμε μια οπτική σύγκληση της περιοχής στα άκρα της. Το αποτέλεσμα αυτό ομοιάζει με αυτό που επιφέρει η

εφαρμογή μετασχηματισμού με κυκλική περιοχή επιρροής, που σχολιάσαμε στα προηγούμενα ότι χάνει την επιμήκυνσή της η γραμμή.



Σχήμα 5.9  $\alpha = 1300\text{m}$ ,  $\beta = 800\text{m}$ , 4x μεγέθυνση

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι ο λόγος των κλιμάκων λειτουργεί αντίστροφα σε σχέση με τις δύο προηγούμενες εφαρμογές. Στο σχήμα 5.10, το οποίο έχει τη μεγαλύτερη μεγέθυνση, χάνεται η λεπτομέρεια στα άκρα της έλλειψης με αποτέλεσμα το πρόβλημα που αναφέραμε να μην είναι ορατό. Στο σχήμα 5.9 όμως το φαινόμενο είναι έντονο και αλλοιώνει το επιθυμητό αποτέλεσμα.



Σχήμα 5.10  $\alpha = 1300\text{m}$ ,  $\beta = 800\text{m}$ , 8x μεγέθυνση

## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>

Συμπεράσματα και προτάσεις

## **Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και προτάσεις**

### **6.1 Συμπεράσματα**

Το αντικείμενο των εστιακών απεικονίσεων είναι αρκετά ευρύ και ενώ έχει γίνει αρκετή έρευνα πάνω σε αυτό, υπάρχουν περιθώρια ευρύτερης ανάπτυξης του. Είδαμε πως η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει στην παραγωγή χαρτογραμμάτων, αλλά περισσότερο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται σε θεματικούς χάρτες, δίνοντας τη δυνατότητα στο χαρτογράφο να επιλέξει αυτός πια σημεία ή ιδιότητες θέλει να τονίσει. Μπορούμε να πούμε πως με τις εστιακές απεικονίσεις αδρανοποιείται η απαίτηση για ελάχιστες παραμορφώσεις στους χάρτες, διότι όπως είδαμε είναι δυνατόν οι παραμορφώσεις να τους κάνουν πιο εύχρηστους και αποτελεσματικούς. Ο σκοπός του θεματικού χάρτη δεν είναι σε όλες τις περιπτώσεις η αποκόμιση μετρητικής πληροφορίας, αλλά η κατανόηση εμφάνισης φαινομένων μέσα στο χώρο. Αν αυτό δεν μπορεί να γίνει διατηρώντας τη γεωμετρία αναλλοίωτη τότε ο χάρτης δεν μπορεί να εκπληρώσει το στόχο του.

Όσον αφορά στην χρήση μετασχηματισμών για την απεικόνιση δεδομένων, είναι σαφές ότι πρέπει να υπάρχει μια κριτική ανάλυση πριν την εφαρμογή τους. Οι εστιακές απεικονίσεις επιφέρουν μεγέθυνση σε σημεία του χάρτη, αλλά δεν αποτελούν λύση σε όλα τα προβλήματα. Το ποσοστό της μεγέθυνσης είναι κάτι που επηρεάζει πάρα πολύ το αποτέλεσμα που επιδιώκουμε και πρέπει να δοκιμάζονται διάφορες λύσεις πριν επιλεγθούν οι κατάλληλες παράμετροι. Μεγάλες τιμές των παραμέτρων μπορεί να οδηγήσουν σε αποπροσανατολισμό το χρήστη και να καθιστούν το χάρτη αναποτελεσματικό, ενώ αντίθετα, μικρότερες τιμές να μην επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η σύνταξη του χάρτη διέπεται από κάποιους κανόνες, αλλά βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με την αισθητική.

### **6.2 Προτάσεις και εφαρμογές**

Οι εφαρμογές των εστιακών απεικονίσεων είναι πολλές. Η ανάλυση που έγινε στην εργασία περιλαμβάνει τη χρήση τους στην παραγωγή χαρτών τοπολογικών απεικονίσεων, καθώς επίσης και τη χρήση τους στη μεγέθυνση δεδομένων σε χάρτες.

Ένα μεγάλο κεφάλαιο εφαρμογών εντάσσεται στη δημιουργία δυναμικών εστιακών απεικονίσεων στο πλαίσιο συστημάτων πλοήγησης με δορυφορικούς δέκτες. Τέτοιου είδους συστήματα εμφανίζονται πλέον σε εξοπλισμό αυτοκινήτων και περιλαμβάνουν χάρτες πόλεων, οι οποίοι απεικονίζουν μεγάλης πυκνότητας πληροφορία. Η χρήση εστιακών απεικονίσεων σε αυτά τα συστήματα μπορεί να δώσει λύση στο πρόβλημα απεικόνισης μεγάλων περιοχών με όλα τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες.

Μια ακόμη εφαρμογή, επίσης δυναμική, είναι η χρήση εστιακών απεικονίσεων σε τουριστικούς χάρτες, ή χάρτες που απεικονίζουν τις γραμμές και τους σταθμούς συγκοινωνίας. Η τοποθέτηση τέτοιων χαρτών στις πόλεις, στους οποίους ο χρήστης θα δημιουργεί την απεικόνιση επιλέγοντας την περιοχή που τον ενδιαφέρει και τη μεγέθυνση που τον εξυπηρετεί, μπορεί να διευκολύνει τουρίστες αλλά και πολίτες στις μετακινήσεις και τον προσανατολισμό τους μέσα στην πόλη.

### **6.3 Ένταξη αλγορίθμου σε υπάρχοντα προγράμματα**

Ο αλγόριθμος που αναπτύχθηκε είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην απεικόνιση δεδομένων. Η ενσωμάτωσή του σε κάποιο σχεδιαστικό πακέτο, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί σε πραγματικό χρόνο να μεγεθύνει περιοχές του χάρτη ή της εικόνας που βλέπει σε πραγματικό χρόνο, θα ήταν κάτι εξαιρετικά χρήσιμο. Το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε σε αυτήν την εργασία έχει τέτοια δυνατότητα, διότι μπορεί να επεξεργαστεί συντεταγμένες. Η ένταξη του σε κάποιο λογισμικό πακέτο όπως το *ArcMap* είναι σχετικά απλή, λόγω του ότι το πακέτο μπορεί να δεχθεί προγραμματισμό σε γλώσσα Visual Basic. Το θεωρητικό κομμάτι της εφαρμογής αυτής καλύφθηκε από το αντικείμενο της εργασίας.



## Βιβλιογραφία

## **Βιβλιογραφία**

- Boutoura, Ch. “Logarithmic Urban Thematic Mapping in MIS Environment”.  
Cartographica, Vol. 31, No. 1, 1994
- Carpendale, Sh., Light, J. and Pattison, E. “Achieving Higher magnification in context”,  
Santa Fe, 2004
- Fairbairn, D., and Taylor, G. “Developing a variable scale map projection for urban  
areas”. Computers and Geosciences, Vol 21, No 9, 1995, pp. 1053-1064
- Keahey, A. “Techniques for Non-Linear Magnification Transformations”, Proceedings of  
IEEE Visualization, Information Visualization Symposium, 1996
- Keahey, A. “Area –Normalized Thematic Views”. Proceedings of 19<sup>th</sup> International  
Cartographic Conference, International Cartographic Association, Ottawa, 1999,  
pp.859-868.
- Keahey, A. “The Generalized Detail–in–context Problem”. In G. Wills and J. Dill, (Ed.),  
Proceedings of the IEEE Conference on Visualization, 1998, pp. 19-25. IEEE  
Computer Society Press.
- Leung, Y.K., and Apperley, M.D. “A Review and Taxonomy of Distortion-Oriented  
Presentation Techniques”, ACM Transactions on Computer-Human Interaction,  
Vol 1, No. 2, 1994
- Νάκος Β. “Αναλυτική Χαρτογραφία”, Τ.μήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών,  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2000
- Νάκος Β. και Β. Φιλιππακοπούλου, “Γενική Χαρτογραφία”, Τ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π. Αθήνα,  
1993
- Νάκος Β. και Β. Φιλιππακοπούλου, “Θεματική Χαρτογραφία”, Τ.Α.Τ.Μ., Ε.Μ.Π.  
Αθήνα, 1992
- Petroutsos, E. “Mastering Visual Basic 5”, Εκδόσεις Sybex, 1997
- Υψηλάντη Α. “Μέθοδος δημιουργίας συνεχούς εστιακής απεικόνισης κατά μήκους  
γραμμών”, Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, 2003
- Snyder, J.P. ““Magnifying-glass” Azimuthal Map projectins”. The American  
Cartographer, Vol.14, No. 1, 1987, pp. 61-68
- Wang, Q. etal. “A kind of adjustable map projection with “Magnifying glass” effect”.  
Proceedings of 17<sup>th</sup> International Cartographic Conference, ICA, 1995, Vol. 1, pp.  
128-134

**Διευθύνσεις στο Διαδίκτυο (URL)**

<http://www.cscs.umich.edu/~crshalizi/election/>

<http://www.col-ed.org/cur/sst/sst122.txt>

<http://ftp.cs.indiana.edu/pub/database/infovis.96.pdf>

<http://citeseer.ist.psu.edu/keahey97nonlinear.html>

Παράρτημα

```

Option Explicit
Dim myPoints() As Double
Private Const Ma As Double = 1
Private pi As Double
Private Sub cmbScale_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub cmbScale_LostFocus()
    cmbScale.Text = ExamineNumber(cmbScale.Text)
End Sub
Private Sub cmdExit_Click()
    End
End Sub
Private Sub cmdOpen_Click()
    Dim sOpen As SelectedFile
    Dim Count As Integer
    Dim FileList As String
    On Error GoTo e_Trap
    FileDialog.sFilter = "Point Files (*.pnt)" & Chr(0) &
"*.*" & Chr(0) & "Text Files (*.txt)" & Chr$(0) & "*.txt"
& Chr$(0) & "All Files (*.*)" & Chr$(0) & "*.*"
    ' See Standard CommonDialog Flags for all options
    FileDialog.flags = OFN_EXPLORER Or OFN_FILEMUSTEXIST
    FileDialog.sDlgTitle = "Select source file"
    sOpen = ShowOpen(Me.hWnd)
    If Err.Number <> 32755 And sOpen.bCanceled = False Then
        FileList = "Directory : " & sOpen.sLastDirectory &
vbCr
        For Count = 1 To sOpen.nFilesSelected
            txtSource.Text = sOpen.sFiles(Count)
        Next Count
    End If
    Exit Sub
e_Trap:
    Exit Sub
    Resume
End Sub
Private Sub cmdSave_Click()
    Dim sSave As SelectedFile
    Dim Count As Integer
    Dim FileList As String
    On Error GoTo e_Trap
    FileDialog.sFilter = "Point Files (*.pnt)" & Chr(0) &
"*.*" & Chr(0) & "Text Files (*.txt)" & Chr$(0) & "*.txt"
& Chr$(0) & "All Files (*.*)" & Chr$(0) & "*.*"
    ' See Standard CommonDialog Flags for all options
    FileDialog.flags = OFN_HIDEREADONLY

```

```

        FileDialog.sDlgTitle = "Select output file"
        sSave = ShowSave(Me.hWnd)
If Err.Number <> 32755 And sSave.bCanceled = False Then
        FileList = "Directory : " & sSave.sLastDirectory &
vbCr
        For Count = 1 To sSave.nFilesSelected
            txtDestination.Text = sSave.sFiles(Count)
        Next Count
    End If
    Exit Sub
e_Trap:
    Exit Sub
    Resume
End Sub
Private Sub cmdStart_Click()
    ' Read the source file and put results into myPoints
array
    If Not ReadSourceFile Then Exit Sub
        Dim i As Integer
        Dim x As Double, y As Double, z As Double
        Dim Dx As Double, Dy As Double, Xtel As Double, Ytel As
Double
        Dim f As Double, r0 As Double, r1 As Double, R As
Double, Mr As Double
        Dim myScale As Double
        myScale = CDb1(cmbScale.Text)
        Dim elA As Double, elB As Double, Xo As Double, Yo
As Double, rot As Double, rotation As Double
        elA = CDb1(txtAxisA.Text)
        elB = CDb1(txtAxisB.Text)
        Xo = CDb1(TxtXo.Text)
        Yo = CDb1(TxtYo.Text)
        rotation = CDb1(txtRotation.Text)
        For i = 1 To UBound(myPoints, 2)
            Progress CDb1(i) * CDb1(100) \ CDb1(UBound(myPoints,
2))
                DoEvents
                rot = rotation * pi / 180
                x = myPoints(0, i)
                y = myPoints(1, i)
                z = myPoints(2, i)
                Dx = ((x - Xo) * Cos(rot) + (y - Yo) * Sin(rot))
                Dy = ((x - Xo) * (-Sin(rot)) + (y - Yo) * Cos(rot))
                If Dy = 0 And Dx = 0 Then
                    f = 0
                    r1 = 0
                Else

```

```

Select Case Dy
  Case 0
    Select Case Dx
      Case Is > 0
        f = pi / 2
      Case Is < 0
        f = 3 * pi / 2
    End Select
  Case Is > 0
    Select Case Dx
      Case 0
        f = 0
      Case Is > 0
        f = Atn(Dx / Dy)
      Case Is < 0
        f = 2 * pi + Atn(Dx / Dy)
    End Select
  Case Is < 0
    Select Case Dx
      Case 0
        f = pi
      Case Is > 0
        f = pi + Atn(Dx / Dy)
      Case Is < 0
        f = pi + Atn(Dx / Dy)
    End Select
End Select
r0 = Sqr(Dx ^ 2 + Dy ^ 2)
R = elA * elB / Sqr(elB ^ 2 * Sin(f) ^ 2 + elA
^ 2 * Cos(f) ^ 2)
Mr = Ma * (R + (r0 * myScale) - r0) / (myScale
* R)
r1 = r0 / Mr
End If
If r0<=R Then
  Xtel = (r1 * Sin(f))
  Ytel = (r1 * Cos(f))
Else
  Xtel = x
  Ytel = y
End if
myPoints(0, i) = (Xtel * Cos(rot)) - (Ytel *
Sin(rot)) + Xo
myPoints(1, i) = (Xtel * Sin(rot)) + (Ytel *
Cos(rot)) + Yo
Next
SaveTargetFile

```

```

End Sub
Private Sub Form_Load()
    Me.Move (Screen.Width - Me.Width) \ 2, (Screen.Height -
Me.Height) \ 2
    txtDestination = App.Path & "\output.pnt"
    pi = Atn(1) * 4
End Sub
Function FileExists(filename As String) As Boolean
    On Error GoTo FileExists_Error
    Dim k As Integer
    k = FreeFile
    Open filename For Input As k
    Close
    FileExists = True
FileExists_Continue:
    Exit Function
FileExists_Error:
    On Error GoTo 0
    Resume FileExists_Continue
End Function
Private Sub Progress(k As Integer)
    picProgress.Line (0, 0)-(picProgress.Width * k / 100,
picProgress.Height), picProgress.ForeColor, BF
End Sub
Private Function ReadSourceFile() As Boolean
    ReadSourceFile = False
    picProgress.Cls
    Dim SourceFile As String
    SourceFile = txtSource.Text
    If Not FileExists(SourceFile) Then
        MsgBox "The file '" & SourceFile & "' cannot be
opened.", vbCritical
        Exit Function
    End If
    Dim k As Integer
    k = FreeFile
    ReDim myPoints(2, 0)
    On Error GoTo ReadSourceFile_Error
    Open SourceFile For Input As k
    Dim a As String, b() As String, w As Integer, x As
Integer
    While Not EOF(k)
        ' read a line from source
        Line Input #k, a$
        ' split the columns according to space ("
")
        b = Split(Trim(a$), " ")

```



```

        If UBound(b) >= LBound(b) + 2 Then
            ' increase our array holder by one
            ReDim Preserve myPoints(2, UBound(myPoints, 2)
+ 1)
            ' start from 1st column (arrays go
from 0!)
            x = 0
            ' search each element of array b
            For w = LBound(b) To UBound(b)
                ' if an element is empty
                If Trim(b(w)) <> "" Then
                    ' if we are at column 4 or more, raise
an error
                    If x > 2 Then
                        Err.Raise 32700, , "Source file has
too many columns at line " & UBound(myPoints, 2) & "."
                    End If
                    ' assign column to our array
                    myPoints(x, UBound(myPoints, 2)) =
Cdbl(b(w))
                    x = x + 1
                End If
            Next
            If x <> 3 Then
                Err.Raise 32701, , "Source file doesn't
have exactly 3 columns at line " & UBound(myPoints, 2) &
"."
            End If
        End If
    Wend
    ' close source file
    Close
    ReadSourceFile = True
    ReadSourceFile_Continue:
    Exit Function
ReadSourceFile_Error:
    MsgBox "An error has occurred while processing the
file." & vbCrLf _
        & "Error: " & Err.Number & " - " & Err.Description,
vbCritical
    On Error GoTo 0
    Resume ReadSourceFile_Continue
End Function
Private Sub SaveTargetFile()
    Dim TargetFile As String
    TargetFile = txtDestination.Text

```

```

    If FileExists(TargetFile) Then
        If MsgBox("Destination file exists. Overwrite?",
vbYesNo + vbDefaultButton1 + vbQuestion) = vbNo Then
            Exit Sub
        End If
    End If
    On Error Resume Next
    Kill TargetFile
    On Error GoTo SaveTargetFile_Error
    Dim k As Integer, w As Integer, a$
    k = FreeFile
    Open TargetFile For Output As k
    For w = 1 To UBound(myPoints, 2)
        a$ = myPoints(0, w) & " " & myPoints(1, w) & " " &
myPoints(2, w)
        Print #k, a$
    Next
    ' close source file
    Close
    MsgBox "Conversion completed succesfully.",
vbInformation
SaveTargetFile_Continue:
    Exit Sub
SaveTargetFile_Error:
    MsgBox "An error has occured while writing to the file " &
TargetFile & "." & vbCrLf _
        & "Error: " & Err.Number & " - " & Err.Description,
vbCritical
    On Error GoTo 0
    Resume SaveTargetFile_Continue:
End Sub
Private Sub SelectText(myText As TextBox)
    myText.SelStart = 0
    myText.SelLength = Len(myText.Text)
End Sub
Private Sub txtAxisA_GotFocus()
    SelectText txtAxisA
End Sub
Private Sub txtAxisA_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub txtAxisA_LostFocus()
    txtAxisA.Text = ExamineNumber(txtAxisA.Text)
End Sub
Private Sub txtAxisB_GotFocus()
    SelectText txtAxisB
End Sub

```

```

Private Sub txtAxisB_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub txtAxisB_LostFocus()
    txtAxisB.Text = ExamineNumber(txtAxisB.Text)
End Sub
Private Sub txtDestination_GotFocus()
    SelectText txtDestination
End Sub
Private Sub txtRotation_GotFocus()
    SelectText txtRotation
End Sub
Private Sub txtRotation_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub txtRotation_LostFocus()
    txtRotation.Text = ExamineNumber(txtRotation.Text)
End Sub
Private Sub txtSource_GotFocus()
    SelectText txtSource
End Sub
Private Function ExamineNumber(Source As String) As String
    Dim k As Integer, z As Integer
    Dim tmp As String
    tmp = Source
    k = InStr(tmp, ",")
While k > 0
    tmp = left(tmp, k - 1) & "." & Right(tmp, Len(tmp)
- k)
    k = InStr(tmp, ",")
Wend
    ExamineNumber = CDBl(tmp)
End Function
Private Function ExamineKey(oldkey As Integer) As Integer
    Select Case oldkey
        Case vbKey0 To vbKey9
        Case vbKeyDelete
        Case vbKeyBack
        Case 44 ' comma
        Case 45 '-'
        Case Else
            oldkey = 0
            Beep
    End Select
    ExamineKey = oldkey
End Function
Private Sub TxtXo_GotFocus()

```

```
SelectText TxtXo
End Sub
Private Sub TxtXo_KeyPress(KeyAscii As Integer)
KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub TxtXo_LostFocus()
TxtXo.Text = ExamineNumber(TxtXo.Text)
End Sub
Private Sub TxtYo_GotFocus()
SelectText TxtYo
End Sub
Private Sub TxtYo_KeyPress(KeyAscii As Integer)
KeyAscii = ExamineKey(KeyAscii)
End Sub
Private Sub TxtYo_LostFocus()
TxtYo.Text = ExamineNumber(TxtYo.Text)
End Sub
```