

[Επιλογή ημερομηνίας]



Γεωαναφορά Δορυφορικών Εικόνων και Αεροφωτογραφιών

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή Εργασία

Σπουδαστής: Καμπερογιάννης Κλεάνθης

Εισηγητής: Δρ. Ιωάννης Καπαγερίδης

Γεωαναφορά Δορυφορικών Εικόνων και Αεροφωτογραφιών

Πτυχιακή Εργασία Καμπερογιάννη Κλεάνθη, Σπουδαστή Τμήματος Γεωτεχνολογίας
και Περιβάλλοντος

Εισηγητής: Δρ. Ιωάννης Καπαγερίδης

Ημερομηνία Εισήγησης:.....

Ημερομηνία Εξέτασης:.....

Βαθμός:.....

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1.....

2.....

3.....

Πρόλογος

Η εργασία είναι αφιερωμένη στους γονείς μου Ιωάννη και Γιαννούλα για την στήριξη τους, τόσο οικονομική όσο και ψυχολογική μέχρι την απόκτηση του πτυχίου μου. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον κ. Καπαγερίδη Ιωάννη για την βοήθεια του στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	3
Εισαγωγή.....	6
1. Η Εικόνα και η Γεωμετρία της.....	8
Ψηφιακές Εικόνες.....	8
Παράθυρα Ψηφίδων	10
Ιστόγραμμα Εικόνας	10
Ποιότητα Ψηφιακής Εικόνας.....	12
Format Εικόνων	13
Επιδράσεις στη Γεωμετρία της Εικόνας	14
Επιδράσεις της Περιστροφής της Γης.....	16
2. Βελτιώσεις και Μετασχηματισμοί Εικόνας	18
Βελτίωση Αντίθεσης με το Ιστόγραμμα	18
Α) Γραμμική Διόρθωση	20
Β) Τμηματική και γραμμική διόρθωση.....	22
Γ) Μη – γραμμική διόρθωση	22
Δ) Εξίσωση ιστογράμματος.....	23
3. Γεωαναφορά Εικόνας	28
Τι είναι η Γεωαναφορά εικόνας;	28
Σχετικά θέματα γεωαναφοράς.....	28
Ευθυγράμμιση των raster.....	28
4. Παρουσιάζοντας το Google Earth.....	30
Google Earth Επισκόπηση.....	30
Αποκτώντας την εφαρμογή	30
Google Earth Features	32

Βασική λειτουργικότητα	33
Overlays Απλή	37
Σημεία Ενδιαφέροντος	39
Διαδρομές και Μονοπάτια	39
Ανάγλυφο (Terrain) και Υψόμετρο	41
Κτίρια	43
5. Μελέτη Παραδείγματος	45
6. Βιβλιογραφία	54

Εισαγωγή

Τα Σαρωμένα σύνολα δεδομένων χαρτών δεν περιέχουν συνήθως αναφορά χωρικών πληροφοριών (είτε ενσωματωμένα στο αρχείο ή ως ένα ξεχωριστό αρχείο). Οι αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικών εικόνες, μερικές φορές οι πληροφορίες που παρέχουν αυτές είναι συχνά ανεπαρκής, και τα δεδομένα δεν ευθυγραμμίζονται σωστά με άλλα στοιχεία που μπορεί να έχετε. Έτσι, για να χρησιμοποιήσουμε ορισμένες σειρές δεδομένων raster σε συνδυασμό με άλλα χωρικά δεδομένα, συχνά χρειάζεται η γεωαναφορά σε ένα χάρτη ώστε να συμβαδίζει με αυτά.

Στο κείμενο που ακολουθεί θα αναλύσουμε την διαδικασία γεωαναφοράς δορυφορικών εικόνων σε ένα ψηφιακού μοντέλου εδάφους της ευρύτερης περιοχής Κοζάνης. Απαραίτητη είναι η χρήση Η/Υ και την εφαρμογή Google earth, καθώς και του πακέτου τρισδιάστατης μοντελοποίησης Vulcan.

Ειδικότερα στο πρώτο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για την εικόνα και την γεωμετρία της και θα απαντηθούν τα ερωτήματα για το τι είναι : ψηφιακή εικόνα, παράθυρο ψηφίδων και ιστόγραμμα εικόνας πως ορίζονται η ποιότητα μιας ψηφιακής εικόνας και το format της καθώς και ποιες είναι οι επιδράσεις στην γεωμετρία της εικόνας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τις βελτιώσεις και τους μετασχηματισμούς της εικόνας. Για την βελτίωση της αντίθεσης με το ιστόγραμμα, την γραμμική διόρθωση την τμηματική και γραμμική διόρθωση, την μη-γραμμική διόρθωση και θα δούμε και την εξίσωση του ιστογράμματος.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην γεωαναφορά της εικόνας για το τι είναι θα αναφέρουμε κάποια σχετικά θέματα γεωαναφοράς και θα μιλήσουμε για την ευθυγράμμιση των raster.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί το Google earth. Θα αναφέρουμε πως αποκτάς την εφαρμογή, την βασική της λειτουργία της καθώς και για τις επικαλύψεις που έχει όπως είναι οι δρόμοι τα κτήρια το υψόμετρο και τα στοιχεία εγκληματικότητας που περιλαμβάνονται σε μια εικόνα του Google earth.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο θα γίνει το παράδειγμα μελέτης. Θα δούμε τα βήματα που θα ακολουθηθούν για να πάρουμε την γεωαναφερόμενη δορυφορική εικόνα σε τρισδιάστατη μορφή.

1. Η Εικόνα και η Γεωμετρία της

Οι εικόνες δεν είναι χάρτες. Ωστόσο ζητείται οι πληροφορίες που περιέχονται σε εικόνες Τηλεπισκόπησης να συσχετιστούν με κάποιον χάρτη της περιοχής ή να ενταχθούν σε ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (Geographic Information System, GIS). Ο μετασχηματισμός μιας εικόνας ώστε να διαθέτει αυτή τις γεωμετρικές ιδιότητες και το σύστημα αναφοράς συντεταγμένων μιας χαρτογραφικής προβολής, ονομάζεται γεωμετρική διόρθωση της εικόνας.

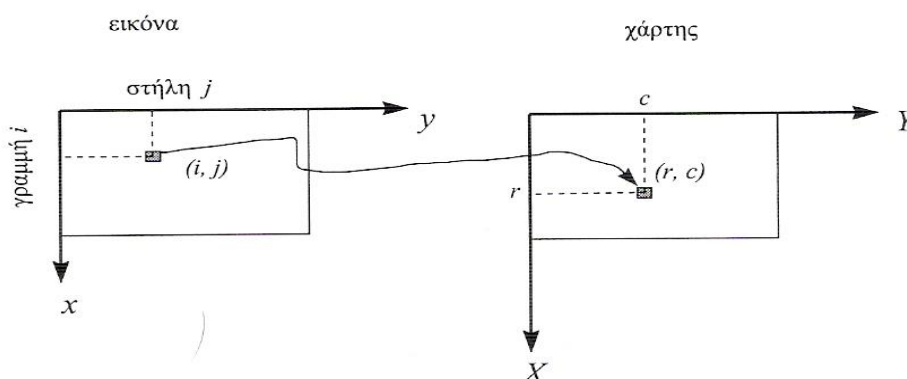
Το ταίριασμα μιας εικόνας πάνω σε μια άλλη ονομάζεται εγγραφή της εικόνας (image registration). Για παράδειγμα, δυο εικόνες Landsat συγκεκριμένης περιοχής μπορεί να έχουν ληφθεί σε διαφορετική ημερομηνία και ο αναλυτής να επιθυμεί να καθορίσει τις μεταβολές που επήλθαν στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο λήψεων. Τότε απαιτείται εγγραφή των δύο εικόνων με διαφορετικές ημερομηνίες λήψης.

Η γεωμετρική διόρθωση, ή η εγγραφή, απαιτεί (1) τον καθορισμό της σχέσης ανάμεσα στο σύστημα αναφοράς των συντεταγμένων της εικόνας και στον χάρτη (ή την άλλη εικόνα, σε περίπτωση εγγραφής) (2) τον καθορισμό ενός συνόλου σημείων με βάση τα κέντρα των ψηφίδων (pixel) στη συνορθωμένη εικόνα, τα οποία σημεία θα αποτελέσουν τον νέο κάρναβο της χαρτογραφικής προβολής και τέλος (3) τον εκ νέου προσδιορισμό των τιμών του γκρι στις νέες θέσεις των ψηφίδων από τις αρχικές τιμές DN της αδιόρθωτης εικόνας (επανάληψη δειγματοληψίας).

Ψηφιακές Εικόνες

Για λόγους απλοποίησης των υπολογισμών, το σύστημα συντεταγμένων μιας ψηφιακής εικόνας επιλέγεται με τους άξονες όπως φαίνονται στο σχήμα 7.1. Κάθε ψηφίδα (pixel) της εικόνας έχει συντεταγμένες (x,y) , στο σύστημα της εικόνας, με διακριτές τιμές (I,j) , που αντιστοιχούν σε δειγματοληψία του χώρου της γήινης επιφάνειας. Οι τιμές της κλίμακας του γκρι $g(x,y)$ των ψηφίδων προσδιορίζονται από την μέση τιμή της έντασης της ακτινοβολίας της επιφάνειας. Η τιμή της κάθε ψηφίδας ονομάζεται φωτεινότητα και αντιστοιχεί στο επίπεδο διαβάθμισης του

γκρι (δυναμικό εύρος). Στην πολυφασματική εικόνα μια ψηφίδα διαθέτει περισσότερες από μία τιμές φωτεινότητας (ή επίπεδα διαβάθμισης του γκρι).



Σχήμα 1.1 Το σύστημα συντεταγμένων μιας ψηφιακής εικόνας.

Κάθε τιμή φωτεινότητας $g_q(x,y)$ αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη φασματική ζώνη q ($q= 1,2,3,\dots,p$) και όλα τα επίπεδα του γκρι μπορούν να θεωρηθούν ως ένα διάνυσμα g των τιμών της φωτεινότητας της ψηφίδας.

Στην ψηφιακή εικόνα υπάρχουν δύο έννοιες που είναι σημαντικές: ο χώρος της εικόνας (image space) και ο χώρος των γνωρισμάτων της (feature space). Ο χώρος της εικόνας αναφέρεται στις χωρικές συντεταγμένες της εικόνας, συμβολίζεται με $I(x,y)$, και περιέχει $m \times n$ στοιχεία, όπου m και n είναι ο αριθμός των γραμμών i και των στηλών j της εικόνας αντίστοιχα. Επομένως, τα στοιχεία στον χώρο της εικόνας είναι:

$$I(x,y)=I(i,j), i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \quad (7.1)$$

Ο χώρος αυτός $I(x,y)$ αντιπροσωπεύει τις μονάδες της χωρικής δειγματοληψίας, σε κάθε μια από τις οποίες καταγράφηκε η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ή άλλα φαινόμενα. Όλες οι πιθανές τιμές $g(x,y)$ της φωτεινότητας των ψηφίδων συνιστούν τον χώρο V των γνωρισμάτων της εικόνας. Αν υπάρχουν p φασματικές ζώνες, τότε δημιουργείται ο χώρος V , p διαστάσεων. Κάθε στοιχείο g συνόλου V είναι τότε ένας υπέρ-κύβος (κύβος πολλαπλών διαστάσεων), οι συντεταγμένες του οποίου είναι το διάνυσμα:

$$g=(g_1,g_2,\dots,g_p)^T$$

όπου ο εκθέτης T δείχνει ανάστροφο. Κάθε ψηφίδα (x,y) στον χώρο της εικόνας διαθέτει ένα και μόνο ένα διάνυσμα g στο χώρο των γνωρισμάτων. Διαφορετικές ψηφίδες μπορεί να έχουν το ίδιο διάνυσμα στον χώρο των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

Στον χώρο των γνωρισμάτων της εικόνας μπορούν να επιτελεστούν διάφορες επεξεργασίες, όπως αυτή της ταξινόμησης. Ταξινόμηση είναι η διαδικασία εκείνη η οποία ομαδοποιεί διανύσματα g παρόμοιων ή όμοιων επιπέδων του γκρι και τα καταχωρεί στην ίδια ομάδα (γνωρίσματα) (π.χ., νερό, αστική περιοχή κλπ.). Η απόφαση για την ταξινόμηση λαμβάνεται για κάθε ψηφίδα (x,y) της εικόνας στον χώρο της εικόνας $I(x,y)$. Η εικόνα που προκύπτει αποτελεί θεματική πληροφορία.

Παράθυρα Ψηφίδων

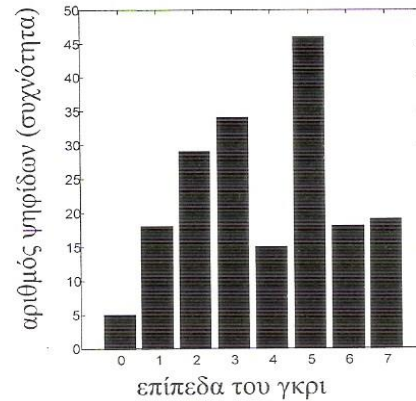
Ένα παράθυρο ψηφίδων (pixel window) ορίζεται στον χώρο $I(x,y)$ της εικόνας ως μια περιοχή γειτονικών ψηφίδων. Για λόγους υπολογιστικής απλότητας, επιλέγονται παράθυρα τετραγωνικής μορφής με κέντρο την ψηφίδα (I,j) κατά μήκος της πλευράς l ($l=1,2,3,\dots$). Για να διασφαλιστεί ότι η ψηφίδα (I,j) θα βρίσκεται στο κέντρο του παραθύρου, είναι αναγκαίο το μήκος της πλευράς του τετραγώνου l να είναι περιττός αριθμός. Το ελάχιστο μέγεθος του παραθύρου μπορεί να είναι το κέντρο της ψηφίδας (όπου $l=1$) και το μέγιστο μπορεί να είναι ολόκληρη η εικόνα, εφόσον ο αριθμός των γραμμών της ισούται με τον αριθμό των στηλών της,

Ιστογράμμα Εικόνας

Ιστογράμμα εικόνας είναι μια γραφική παράσταση του αριθμού των ψηφίδων που εμφανίζονται στην εικόνα και διαθέτουν συγκεκριμένο επίπεδο της κλίμακας του γκρι. Όταν χρησιμοποιείτε ολόκληρη η εικόνα για την κατασκευή του ιστογράμματος, τότε το ιστογράμμα συμβολίζεται με $f(I)$. Όταν το ιστογράμμα κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο παράθυρο της εικόνας, τότε συμβολίζεται με $f_1(I,j)$. Κατά κανόνα για τον υπολογισμό του ιστογράμματος χρησιμοποιείτε ο μονοδιάστατος χώρος των γνωρισμάτων V της εικόνας και τότε το

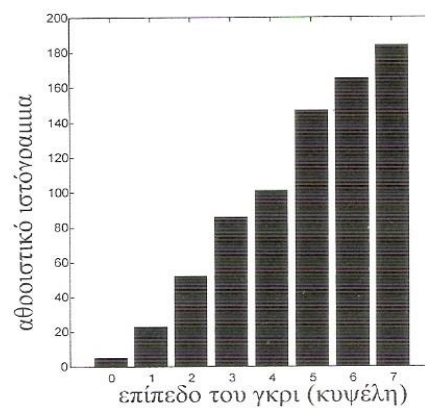
ιστόγραμμα είναι η γραφική παράσταση ενός πίνακα όπου σε κάθε επίπεδο του γκρι αντιστοιχεί ο αριθμός (ή η συχνότητα εμφάνισης) των ψηφίων της μιας εικόνας.

Επίπεδο του γκρι g	Συχνότητα (Αριθμός ψηφίων ανά κυψέλη)
0	5
1	18
2	29
3	34
4	15
5	46
6	18
7	19



Σχήμα 1.2 Ένα παράδειγμα μιας ψηφιακής εικόνας 8 επιπέδων διαβάθμισης του γκρι.

Επίπεδο του γκρι g	Κατανομή
0	5
1	23
2	52
3	86
4	101
5	147
6	165
7	184



Σχήμα 1.3 Η συνάρτηση κατανομής της προηγούμενης ψηφιακής εικόνας 8 επιπέδων του γκρι.

Το σχήμα 7.2 απεικονίζει ένα ιστόγραμμα εικόνας με $k=8$ επίπεδα διαβάθμισης του γκρι και τον αντίστοιχο πίνακα των συχνοτήτων, Σε κάθε επίπεδο του γκρι g_i αντιστοιχεί η συχνότητα εμφάνισης του στην εικόνα $f(g_i)$, $i=0,1,2,\dots,k$, όπου k είναι ο αριθμός των επιπέδων του γκρι μιας εικόνας.

Από κάθε ιστόγραμμα μπορούμε να προσδιορίσουμε το αθροιστικό ιστόγραμμα ή την συνάρτηση κατανομής $F(g_i)$, $i= 0,1,2,\dots,k$ αθροίζοντας για κάθε επίπεδο του γκρι (κυψέλη) όλες Τι προηγούμενες συχνότητες τα επίπεδα των οποίων δεν είναι υψηλότερα από το συγκεκριμένο επίπεδο διαβάθμισης g_i . Σε μαθηματική μορφή η συνάρτηση κατανομής, ή αθροιστικό ιστόγραμμα, γράφεται:

$$F(g_i) = \text{Prob}[G \leq g_i] = \sum_{j=0}^i f(g_j)$$

$$i=0,1,2,\dots,k \quad (1.4)$$

όπου G είναι η τυχαία μεταβλητή που αντιστοιχεί στο g , και το $\text{Prob}[\]$ συμβολίζει πιθανότητα.

Ποιότητα Ψηφιακής Εικόνας

Για συγκεκριμένο σύστημα λήψης, ύψος πτήσης και για συγκεκριμένη φασματική ζώνη, δύο παράμετροι καθορίζουν την ποιότητα μιας εικόνας Τηλεπισκόπησης: η χωρική διαχωριστική ικανότητα (χωρική ανάλυση) και η ραδιομετρική διαχωριστική ικανότητα (ραδιομετρική ανάλυση). Η χωρική ανάλυση αναφέρεται σε ένα μέτρο που περιγράφει το πόσο λεπτομερείς είναι μια εικόνα στον χώρο, και κατά συνέπεια καθορίζει τον αριθμό των ψηφίδων της εικόνας στον χώρο $I(x,y)$. Η ραδιομετρική ανάλυση εκφράζει ένα άλλο μέτρο για το πόσες λεπτομέρειες υπάρχουν κατά την καταγραφή του σήματος της έντασης της ακτινοβολίας και επομένως αντιστοιχεί στον αριθμό του επιπέδου των διαβαθμίσεων του γκρι. Όσο πιο λεπτομερείς είναι οι δύο αυτές διαχωριστικές ικανότητες, τόσο καλύτερα προσεγγίζεται ο πραγματικός κόσμος της επιφάνειας της γης.

Το μέγεθος του χώρου της εικόνας $S(I)$ (ή ο αριθμός των ψηφίδων) εκφράζεται από μια εκθετική σχέση με την χωρική ανάλυση R_s (space resolution). Το ίδιο συμπεριφέρεται και ο αριθμός των διανυσμάτων g στον χώρο $S(V)$ των γνωρισμάτων της εικόνας με την ραδιομετρική ανάλυση R_r (radiometric resolution) και τον αριθμό p των φασματικών διαύλων. Οι σχέσεις είναι οι ακόλουθες:

$$S(I) \quad \left(\frac{1}{R_s}\right)^2$$

$$S(V) \quad \left(\frac{1}{R_r}\right)$$

όπου p είναι ο αριθμός των φασματικών διαύλων καταγραφής. Για παράδειγμα, κάθε φασματική ζώνη καταγραφής του Landsat TM και του SPOT HRV κβαντοποιείται σε 8 bits και επομένως κάθε εικόνα διαθέτει 256 πιθανά επίπεδα

διαβαθμίσεων του γκρι. Όταν υπάρχει ένα κανάλι φασματικής καταγραφής, τότε $p=1$ και $S(V) = 256$, όταν $p = 3$, τότε $S(V) = (256)^3 = 16.772.216$ ψηφίδες. Αν κατασκευαστεί, για παράδειγμα, το ιστόγραμμα μιας τέτοιας πολυφασματικής εικόνας τριών καναλιών φασματικής καταγραφής, και επομένως μιας εικόνας τριών διαστάσεων, τότε απαιτείται περίπου τετραπλάσιος αποθηκευτικός χώρος (64 Mbytes) για να γίνει σωστά η επεξεργασία της εικόνας. Επομένως για συγκεκριμένες ψηφιακές αναλύσεις, οι διαστάσεις στον χώρο των φασματικών γνωρισμάτων της εικόνας επιβάλλεται να μειωθούν για λόγους υπολογιστικής ευχέρειας.

Format Εικόνων

Κάθε εικόνα Τηλεπισκόπησης απαιτεί μεγάλο χώρο αποθήκευσης δεδομένων στους υπολογιστές ή σε άλλα μέσα καταγραφής. Για τον λόγο αυτό έχουν επινοηθεί και υιοθετηθεί διάφοροι τρόποι αποθήκευσης στοιχείων της εικόνας. Οι πιο δημοφιλείς είναι τα Format **BSQ** (Band Sequential), **BIL** (Band Interleaved) και **PIL** (Pixel Interleaved). Τα διαφορετικά είδη Format αποθήκευσης και καταγραφής στοιχείων των εικόνων Τηλεπισκόπησης μπορούν να περιγραφούν με το παράδειγμα μιας εικόνας που καταγράφεται σε τρεις διαφορετικές φασματικές ζώνες (αριθμός διαύλων $p=3$), όπως:

	Δίαυλος $p=1$	Δίαυλος $p=2$	Δίαυλος $p=3$
γραμμή i	AAA	BBB	CCC
γραμμή $i+1$	AAA	BBB	CCC

Η καταγραφή ή αποθήκευση στοιχείων στο Format BSQ έχει την ακόλουθη μορφή :

Δίαυλος 1	Δίαυλος 2	Δίαυλος 3
AAA AAA	BBB BBB	CCC CCC

και είναι κατάλληλη για ταίριασμα διαφορετικών εικόνων, για συσχέτιση εικόνων κλπ.

Το Format BIL χρησιμοποιείται κυρίως από το πρόγραμμα του συστήματος Landsat και έχει την μορφή :

Γραμμή i			Γραμμή i+1		
AAA	BBB	CCC	AAA	BBB	CCC

Το Format BIL είναι κατάλληλο για την μεταφορά δεδομένων εικόνας από τον ανιχνευτή (δέκτη) μέχρι τον σταθμό εδάφους. Δεν απαιτείται ρυθμιστική μνήμη (buffer) για αποθήκευση στοιχείων στον δορυφόρο, αν ο σταθμός εδάφους είναι σε αμοιβαία ορατότητα με τον δορυφόρο.

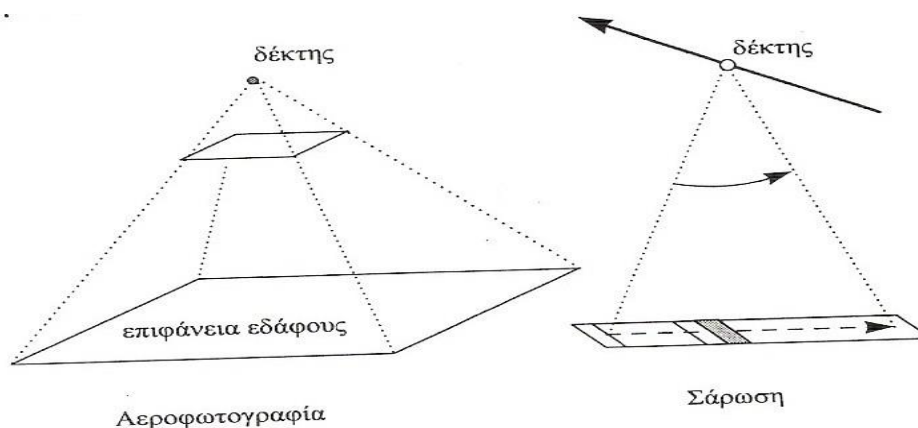
Τέλος το Format PIL χρησιμοποιείται κυρίως από τα προγράμματα της εταιρείας PCI, έχει την μορφή :

ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC
-----	-----	-----	-----	-----	-----

και είναι κατάλληλο για διαδικασίες επεξεργασίας που απαιτούν πράξεις με τις ψηφίδες της εικόνας, ή για πολυφασματική ανάλυση.

Επιδράσεις στη Γεωμετρία της Εικόνας

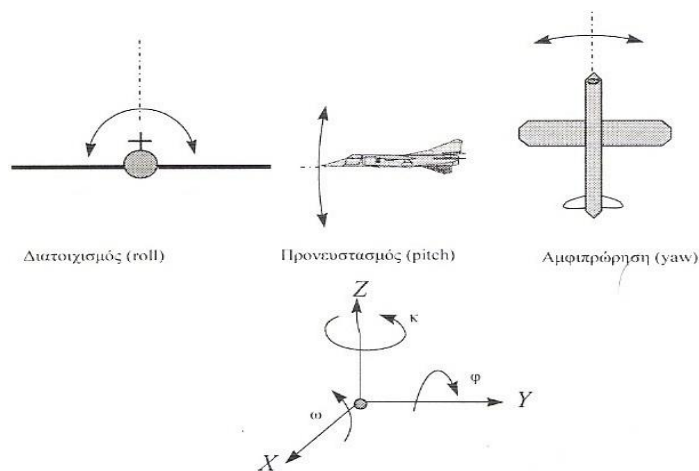
Στην Τηλεπισκόπηση υπάρχουν τρεις τύποι γεωμετρίας και απεικονίσεων: (1) η αεροφωτογραφία, (2) η σάρωση και (3) το ωστικό σάρωθρον ή διανυσματική απεικόνιση (push broom). Η γεωμετρία των τριών αυτών τύπων φαίνεται στο σχήμα 1.4



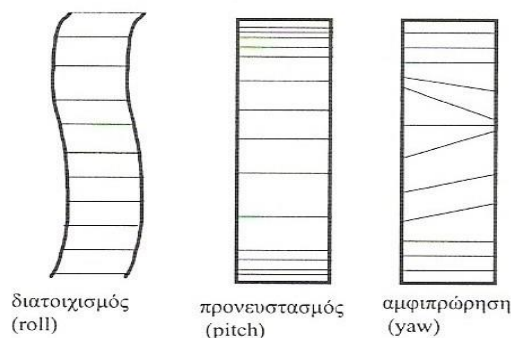
Σχήμα 1.4 Είδη γεωμετρίας των καταγραφών εικόνων Τηλεπισκόπησης

Για την αεροφωτογραφία η γεωμετρία της απεικόνισης είναι κεντρική προοπτική προβολή. Στη γραμμική σάρωση κάθε ψηφίδα έχει τον δικό της κεντρικό προοπτικό σημείο και στην διανυσματική απεικόνιση (ωστικό σάρωθρον) κάθε γραμμή έχει το δικό της προοπτικό σημείο. Είναι προφανές ότι είναι αρκετά δύσκολο να διορθωθούν γεωμετρικά εικόνες που έχουν ληφθεί με την διαδικασία της σάρωσης ή με την διαδικασία της διανυσματικής καταγραφής (push broom).

Η θέση και ο προσανατολισμός της πλατφόρμας λήψης μπορεί να προσδιοριστεί και να περιγραφεί από έξι παραμέτρους, που όλες επηρεάζουν τη γεωμετρία της εικόνας. Οι παράμετροι αυτές είναι οι καρτεσιανές συντεταγμένες (X, Y, Z) της θέσης της πλατφόρμας και οι γωνίες στροφής της (ω, ϕ, κ) (Σχήμα 1.5).



Σχήμα 1.5 Οι γωνίες στροφής μιας πλατφόρμας λήψης εικόνων



Σχήμα 1.6 Οι γεωμετρικές παραμορφώσεις που προκαλούνται σε παράλληλες και ισοδιάστατες γραμμές στο έδαφος όπως εμφανίζονται στην εικόνα λόγω των γωνιών στροφής της πλατφόρμας

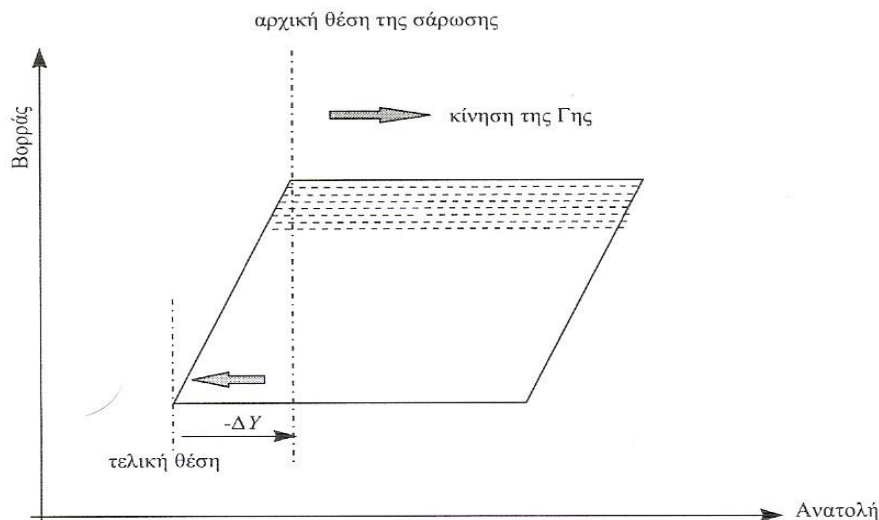
Οι επιδράσεις των γωνιών του διατοιχισμού (roll), του προνευστασμού (pitch) και της αμφιπρόσθιας (yaw) μιας δορυφορικής πλατφόρμας ή ενός αεροσκάφους στη γεωμετρική παραμόρφωση της εικόνας, φαίνονται στο Σχήμα 1.6.

Πέραν των ανωτέρω παραγόντων, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη γεωμετρία της εικόνας, όπως η ταχύτητα της πλατφόρμας, οι ατμοσφαιρικές διαταράξεις και το ανάγλυφο του εδάφους. Για τους δορυφόρους οι παράγοντες που επιδρούν στη γεωμετρία των εικόνων έχουν να κάνουν με την περιστροφή της γης και με τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών (επηρεάζουν την τροχιά).

Κατά κανόνα, οι διάφορες πηγές γεωμετρικών παραμορφώσεων των εικόνων μπορούν να συνοψιστούν: στην περιστροφή της γης κατά τη διάρκεια της λήψης στην πεπερασμένη ταχύτητα σάρωσης (μερικών ανιχνευτών), στο ευρύ οπτικό πεδίο (ορισμένων ανιχνευτών), στην καμπυλότητα της γης, στα σφάλματα των ανιχνευτών, στις μεταβολές των γωνιών στροφής, του ύψους και της ταχύτητας της πλατφόρμας, και στις πανοραμικές παραμορφώσεις. Εξετάζουμε κάθε μία από αυτές τις πηγές ξεχωριστά, κυρίως για τους δορυφόρους Landsat, αν και εύκολα τα στοιχεία που θα αναφέρουμε επεκτείνονται και σε άλλους ανιχνευτές.

Επιδράσεις της Περιστροφής της Γης

Ηλεκτροπτικοί ανιχνευτές γραμμικής σάρωσης, όπως οι MSS και TM του Landsat και ο AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometric) του δορυφόρου NOAA, απαιτούν πεπερασμένο χρόνο για την λήψη και καταγραφή των δεδομένων της εικόνας. Το ίδιο όμως συμβαίνει και για τους άλλους τύπους συστημάτων διανυσματικής καταγραφής, όπως στο HRV του δορυφόρου SPOT.



Σχήμα 1.7 Οι γεωμετρικές παραμορφώσεις που προκαλούνται στην εικόνα λόγω της περιστροφής της γης.

Κατά την διάρκεια του χρόνου λήψης της εικόνας και ενώ ο δορυφόρος κινείται στο επίπεδο της τροχιάς του, η γη περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της με κατεύθυνση από δυτικά προς ανατολικά. Έτσι, η τελευταία γραμμή σάρωσης της εικόνας έχει μετατοπιστεί και καλύψει μια περιοχή της επιφάνειας της γης που βρίσκεται δυτικά σε σχέση με τη θέση που βρισκόταν όταν άρχισε η σάρωση κατά την κατιούσα τροχιά των δορυφόρων (Σχήμα 1.7)

Για να αποδοθεί η σωστή γεωμετρική θέση των ψηφίδων της εικόνας στο έδαφος, είναι αναγκαίο να μετατοπιστεί το κάτω μέρος της εικόνας δυτικά, σε μέγεθος ίσο με την μετακίνηση που υπέστη το έδαφος σε σχέση με την δορυφορική τροχιά κατά την διάρκεια της λήψης. Η μετατόπιση αυτή είναι η συνάρτηση των σχετικών ταχυτήτων του δορυφόρου ως προς την θέση σημείων της επιφάνειας της γης και των διαστάσεων του πλάτους της λωρίδας της εικόνας που κατεγράφη.

2. Βελτιώσεις και Μετασχηματισμοί Εικόνας

Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει του ραδιομετρικούς μετασχηματισμούς που εφαρμόζονται σε σύνολα πολυφασματικών εικόνων, οι οποίες μπορεί να αποτελούνται είτε από μια εικόνα πολλών φασματικών ζωνών είτε από ένα σύνολο εικόνων της ίδιας περιοχής αλλά με διαφορετικές ημερομηνίες λήψης (διαχρονικές εικόνες).

Βελτίωση της εικόνας μπορεί να καθοριστεί είτε αντικειμενικά, για παράδειγμα, αυξάνοντας τον λόγο του σήματος της εικόνας προς τον θόρυβο, είτε υποκειμενικά, κάνοντας κάποια χαρακτηριστικά της εικόνας πιο ευδιάκριτα με τροποποίηση των χρωμάτων ή της έντασης της ακτινοβολίας. Εδώ θα ασχοληθούμε κυρίως με τον δεύτερο ορισμό της βελτίωσης της εικόνας αποσκοπώντας στην καλύτερη εμφάνιση της. Σκοπός είναι να τονιστούν επιλεγμένες λεπτομέρειες της εικόνας, όπως διαφορές στην βλάστηση ή στο έδαφος, ώστε να επιτευχθεί ταχύτερη και ακριβέστερη ερμηνεία σε σχέση με την αρχική εικόνα.

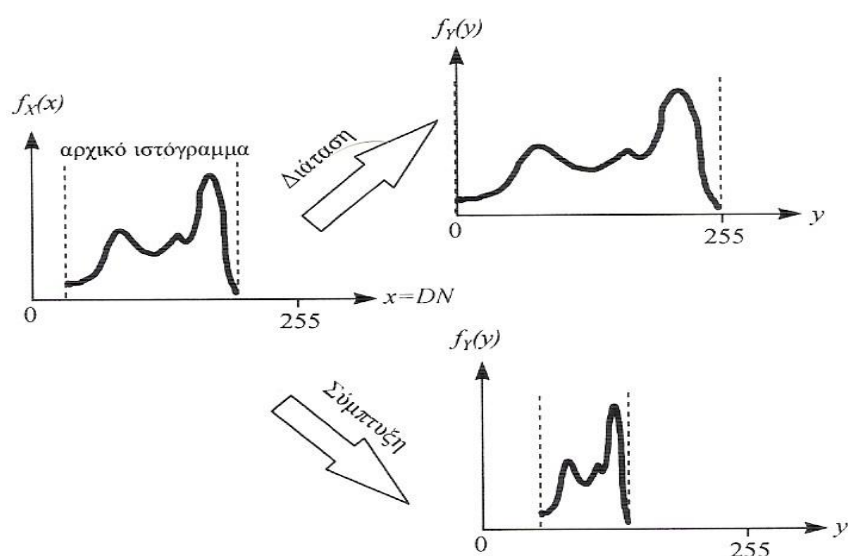
Ο όρος μετασχηματισμός εικόνας αναφέρεται στις αριθμητικές πράξεις της πρόσθεσης, της αφαίρεσης, του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης των ψηφιακών εικόνων. Οι αριθμητικές αυτές πράξεις επιτρέπουν την δημιουργία μιας νέας σύνθετης εικόνας, η οποία μπορεί να έχει τέτοιες ιδιότητες που να την κάνουν καταλληλότερη για ερμηνεία. Οι τεχνικές βελτίωσης και οι μετασχηματισμοί που περιγράφονται σε αυτό το κεφάλαιο εφαρμόζονται απευθείας στα δεδομένα της εικόνας, γι' αυτό και ονομάζονται τεχνικές του χώρου της εικόνας.

Βελτίωση Αντίθεσης με το Ιστόγραμμα

Όταν το ιστόγραμμα μιας εικόνας είναι συγκεκριμένο, π.χ., στην περιοχή 0-65 της κλίμακας του γκρι, αυτό σημαίνει ότι η εικόνα είναι πολύ σκοτεινή. Αντίστοιχα, αν το ιστόγραμμα είναι στην περιοχή 180-240, τότε η εικόνα είναι πολύ φωτεινή. Στις περιπτώσεις αυτές οι αντιθέσεις μεταξύ των τιμών των εικονοστοιχείων είναι πολύ μικρές και οι υφιστάμενες διαφορές δυσδιάκριτες. Το ανθρώπινο μάτι, για παράδειγμα, μπορεί να διακρίνει καλά μέχρι περίπου 64 επίπεδα διακύμανσης της

κλίμακας του γκρι. Για τον λόγο αυτό εφαρμόζονται οι τεχνικές διόρθωσης του ιστογράμματος, οι οποίες αποσκοπούν στη βελτίωση των αντιθέσεων της εικόνας.

Βελτίωση της αντίθεσης της εικόνας είναι μια απεικόνιση από τον χώρο των πρωτογενών δεδομένων $x = DN$ (Digital Numbers) της εικόνας στον χώρο των στοιχείων $y = GL$ (Gray Levels) της προβολής τους σε οθόνη ή σε εκτυπωτή. Ο σκοπός της βελτίωσης της αντίθεσης της εικόνας είναι να μετασχηματιστεί το αρχικό εύρος διακύμανσης των τιμών $x = DN$ του γκρι της εικόνας σε κάποιο άλλο εύρος είτε με διαστολή είτε με συστολή του ιστογράμματος της. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ενίσχυση ή βελτίωση της αντίθεσης της εικόνας (contrast enhancement).



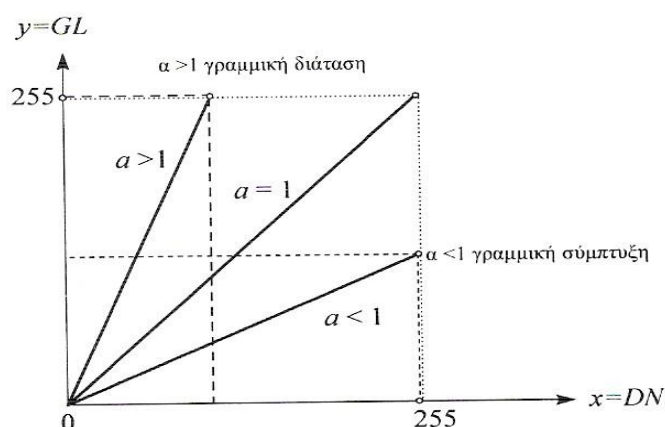
Σχήμα 2.1 Τρόποι βελτίωσης της αντίθεσης της εικόνας με διάταση και σύμπτυξη του ιστογράμματος μιας εικόνας.

Η βελτίωση της αντίθεσης της εικόνας μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με (1) διάταση (τέντωμα) του ιστογράμματος (histogram stretching) είτε με (2) σύμπτυξη του (histogram compression) (Σχήμα 9.1). Και οι δύο διαδικασίες, της διάτασης και της σύμπτυξης του εύρους διακύμανσης των τιμών του επιπέδου του γκρι στο ιστογράμμα της εικόνας, μπορούν να επιτευχθούν ή με γραμμικούς ή με μη – γραμμικούς μετασχηματισμούς, οι οποίοι ωστόσο διατηρούν τη διάταξη των τιμών των εικονοστοιχείων και είναι πάντοτε αντιστρέψιμοι.

Με τους μετασχηματισμούς αυτούς δημιουργείται μια νέα τιμή $y = GL$ του επιπέδου του γκρι από τις ήδη υπάρχουσες $x = DN$ (αρχικές). Οι γειτονικές ψηφίδες δεν έχουν καμία επιρροή στο αποτέλεσμα υπολογισμού της νέας τιμής $y = GL$ του γκρι και επομένως οι τεχνικές αυτές είναι τεχνικές σημειακής επεξεργασίας της εικόνας.

A) Γραμμική Διόρθωση

Μέρος του εύρους της διακύμανσης των τιμών του επιπέδου του γκρι της αρχικής εικόνας μετασχηματίζεται γραμμικά και καταλαμβάνει ένα διαφορετικό εύρος (π.χ. 256 επίπεδα της κλίμακας του γκρι).



Σχήμα 2.2 Η γραμμική διόρθωση της αντίθεσης της εικόνας

Το τροποποιημένο ιστογράμμο $f_Y(y)$ της εικόνας δίδεται από μια σχέση της μορφής (βλέπε παράγραφο δ της "εξίσωσης ιστογράμματος") :

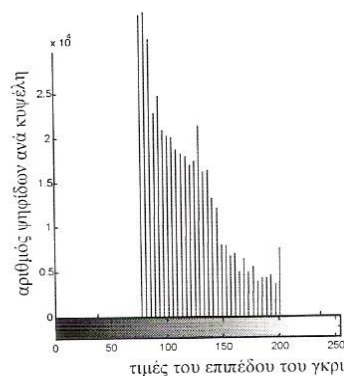
$$f(y) = \frac{1}{a} f_x \left(\frac{y - b}{a} \right) \quad (2.1)$$

εφόσον εφαρμόστηκε ο γραμμικός μετασχηματισμός :

$$y = ax + b \quad (2.2)$$

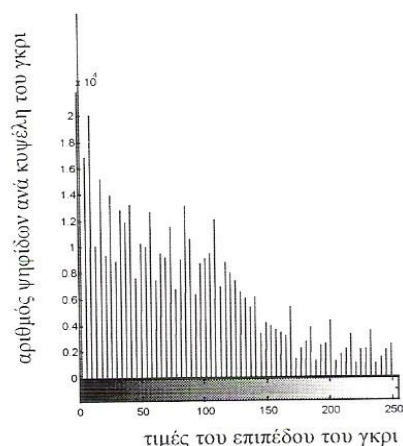
όπου $x = DN$ είναι οι αρχικές τιμές του επιπέδου του γκρι, $y = GL$ είναι οι τροποποιημένες τιμές του γκρι, και οι a και b είναι σταθερές. Ο συντελεστής a παίζει τον ρόλο της διάτασης όταν $a > 1$, και της σύμπτυξης του ιστογράμματος όταν

$\alpha < 1$ (βλέπε Σχήμα 9.2). Μια γραμμική βελτίωση της αντίθεσης μπορεί μερικές φορές να εφαρμοστεί για να μειωθεί το εύρος των αντιθέσεων της εικόνας, όπως, για παράδειγμα, στον AVHRR (10 – bits/pixel), στα εικονοληπτικά φασματόμετρα (12 - bits/pixel), και στα εικονοληπτικά Radar.



Σχήμα 2.3 Μια αεροφωτογραφία με το αντίστοιχο ιστόγραμμα της. Παρατηρείται ότι η κλίμακα του επιπέδου του γκρι έχει ένα εύρος από 77 μέχρι 204 και επομένως δεν καλύπτει όλο το εύρος των τιμών του γκρι από 0 μέχρι 255.

Η ιδέα της βελτίωσης της αντίθεσης της εικόνας είναι η απεικόνιση του εύρους των ψηφιακών τιμών της κλίμακας του γκρι της αρχικής εικόνας σε ένα νέο εύρος τιμών. Για παράδειγμα, αν απεικονίζεται η εικόνα του Σχήματος 2.3, αυτή εμφανίζεται σκοτεινή εξαιτίας του γεγονότος ότι η πλειονότητα των τιμών του επιπέδου του γκρι είναι μικρότερες από $DN = 204$ και μεγαλύτερες από $DN = 77$.



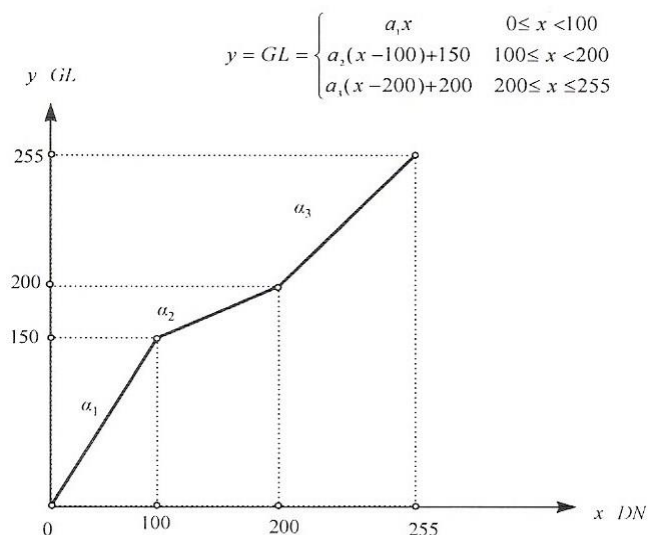
Σχήμα 2.4 Η ίδια προηγούμενη αεροφωτογραφία και το αντίστοιχο ιστόγραμμα της μετά την γραμμική ενίσχυση.

Κατά αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να “τεντώσουμε” γραμμικά το ιστόγραμμα, ώστε να μετασχηματίσουμε το εύρος των τιμών του επιπέδου του γκρι από $DN = 77$ έως

204 σε νέα εικόνα της οποίας το δυναμικό εύρος να είναι από $GL = 0$ έως 255 (Σχήμα 2.4).

Β) Τμηματική και γραμμική διόρθωση

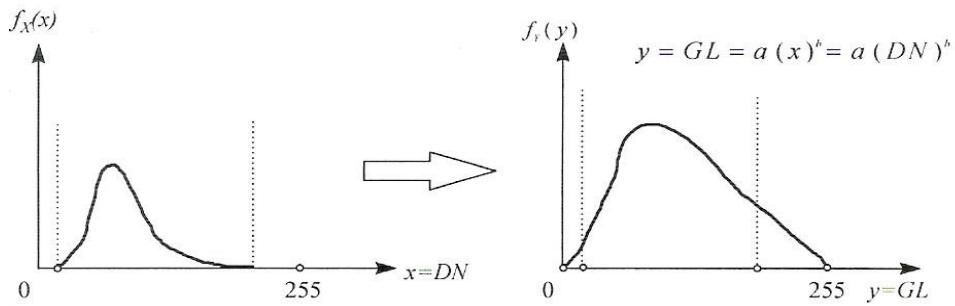
Μια ιδιαίτερα χρήσιμη διαδικασία είναι η τμηματική και γραμμική βελτίωση των αντιθέσεων της εικόνας (piecewise linear contrast enhancement) που χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό σημείων καμπής και διαφορετικών κλίσεων των γραμμικών μετασχηματισμών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.5. Τα σημεία αυτά της καμπής καθορίζονται από τον χρήστη ανάλογα με την περίπτωση.



Σχήμα 2.5 Η τμηματική γραμμική διόρθωση της αντίθεσης της εικόνας

Γ) Μη – γραμμική διόρθωση

Μη γραμμικές απεικονίσεις εφαρμόζονται για την ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας ώστε να τονισθούν σκοτεινά και φωτεινά τμήματα της εικόνας. Οι συναρτήσεις μετασχηματισμού είναι συνήθως μαθηματικές εκφράσεις, όπως λογαριθμική, εκθετική κ.ά.



Σχήμα 2.6 Τρόποι βελτίωσης της αντίθεσης της εικόνας με μη – γραμμικούς μετασχηματισμούς.

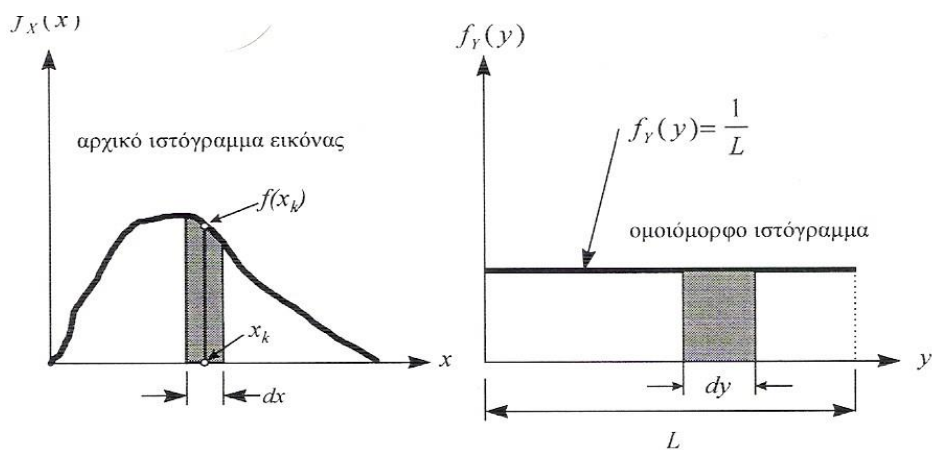
Για το παραπάνω ιστόγραμμα εικόνας του Σχήματος 2.6 μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε, για παράδειγμα, τον μη – γραμμικό μετασχηματισμό της μορφής :“

$$y = GL = \alpha x^b = 16\sqrt{DN} \quad \text{με } \alpha = 16, \quad b = 1 / 2$$

Άλλες μη – γραμμικές συναρτήσεις μπορεί να είναι λογαριθμικές ή ακόμα και οι ημιτονοειδείς.

Δ) Εξίσωση ιστογράμματος

Η αποστολή της εξίσωσης (ή εξισορρόπησης) του ιστογράμματος (histogram equalization) είναι να μετατρέψει το σχήμα $f_x(x)$ του ιστογράμματος μιας εικόνας σε κάποιο άλλο $f_y(y)$ μιας ομοιόμορφης κατανομής που να διαθέτει την ίδια συχνότητα εμφάνισης για κάθε ψηφιακή τιμή του επιπέδου του γκρι.



Σχήμα 2.7 Εξίσωση του ιστογράμματος της εικόνας.

Τούτο επιτυγχάνεται με την εξίσου κατανομή του αθροιστικού ιστογράμματος $F_x(x)$ της αρχικής εικόνας σε 255 τμήματα (κυψέλες), όταν φυσικά η κλίμακα του γκρι

είναι από $DN = 0$ μέχρι $DN = 255$. Κάθε κυψέλη θα αντιστοιχεί σε έναν ψηφιακό αριθμό $y = GL$ στη διορθωμένη για την αντίθεση εικόνα. Η διαδικασία της εξίσωσης του ιστογράμματος μπορεί να θεωρηθεί ως ταίριασμα δύο ιστογραμμάτων (Gonzalez and Woods, 1992). Εδώ προσπαθούμε να ταυριάσουμε το αρχικό αθροιστικό ιστόγραμμα της αρχικής εικόνας $F_x(x)$ με εκείνο της ομοιόμορφης κατανομής $F_y(y)$.

Πιο αναλυτικά : Ας υποθέσουμε ότι $f_x(x)$ είναι το ιστόγραμμα της αρχικής εικόνας και $f_y(y)$ είναι το επιδιωκόμενο ιστόγραμμα της ομοιόμορφης κατανομής. Αν στην εικόνα υπάρχουν N ψηφίδες και L επίπεδα της κλίμακας του γκρι, τότε κάθε ψηφίδα στο επιδιωκόμενο ιστόγραμμα της ομοιόμορφης κατανομής θα πρέπει να έχει πιθανότητα εμφάνισης ίση με :

$$P_Y (Y = y_k) = f_y(y_k) = \frac{1}{L}, \quad k = 0,1,2,\dots,(L-1) \quad (2.4)$$

Η αρχική μεταβλητή x αντιστοιχεί στο επίπεδο της κλίμακας του γκρι της εικόνας που πρόκειται να βελτιωθεί. Σε διακριτή μορφή οι τιμές της μεταβλητής x κυμαίνονται στο διάστημα $[0,L-1]$. Σε πολλές περιπτώσεις το διάστημα $[0,L-1]$ κανονικοποιείται για να μεταβάλλεται στο $[0,1]$. Έτσι για οποιαδήποτε τιμή x του διαστήματος $[0,L-1]$ ζητούμε να προσδιορίσουμε τον μετασχηματισμό T :

$$y = T(x) \text{ και } x = T^{-1}(y) \quad (2.5)$$

που θα δημιουργήσει το επίπεδο y για κάθε τιμή x του επιπέδου του γκρι της αρχικής εικόνας. Σε μια συγκεκριμένη διακριτή τιμή x_k και αντιστοιχεί μέσω της (9.5) μια τιμή y_k . Σύμφωνα με το Σχήμα 9.8 επιζητούμε για τις τιμές αυτές του επιπέδου του γκρι η αντίστοιχη στοιχειώδης πιθανότητα dP να είναι :

$$dP = \Pr[y_k \leq Y \leq y_k + dy] = \Pr[x_k \leq X \leq x_k + dx] \quad (2.6)$$

όπου, σύμφωνα με τα προηγούμενο Σχήμα 9.7 των συναρτήσεων της κατανομής, προκύπτει ότι :

$$dP = f_y(Y_k)dy = f_x(x_k)dx, \quad (2.7)$$

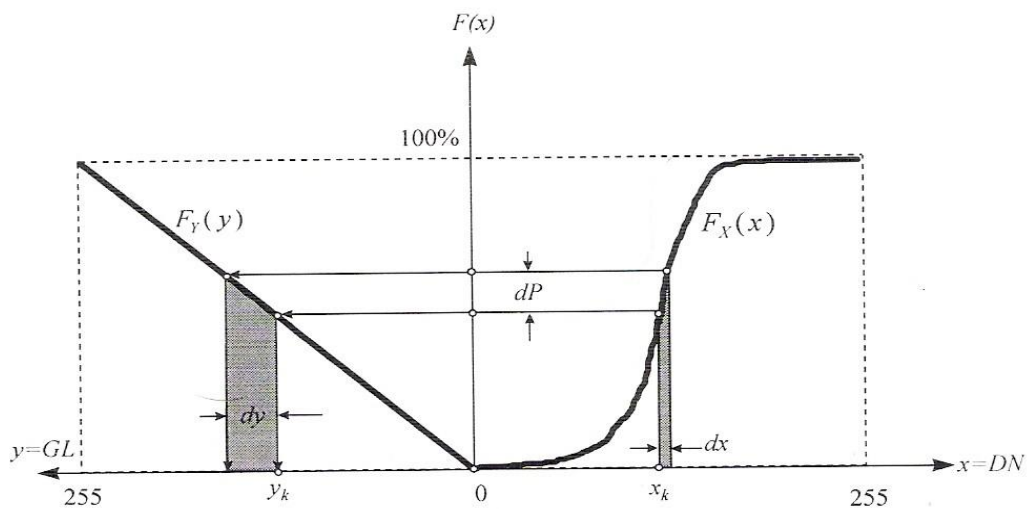
ή μετά την ολοκλήρωση :

$$y_k = \int_0^{y_k} dy = \frac{1}{f_Y(Y_k)} \int_0^{X_k} f_X(x) dx = LF_X(X = x_k), \quad k = 0, 1, 2, (L - 1). \quad (2.8)$$

Στην περίπτωση των διακριτών τιμών των παραπάνω συναρτήσεων έχουμε :

$$y_k = T(x_k) = (L-1) \sum_{j=0}^k \left(\frac{n_j}{N} \right) = (L-1) \sum_{j=0}^k [f_X(x_j)], \quad 0 \leq x_k \leq (L-1) \quad (2.9)$$

όπου n_j είναι ο αριθμός των ψηφίδων στην κυψέλη του επιπέδου του γκρι j . Σημειώστε ότι στην παραπάνω σχέση (2.9) ο παράγοντας από L έγινε $(L-1)$, επειδή η τελευταία τιμή του επιπέδου του γκρι είναι η $(L-1)$ ($=7$), και όχι η L ($=8$) (βλέπε το παράδειγμα που ακολουθεί).



Σχήμα 2.8 Η διαδικασία της εξίσωσης του ιστογράμματος στη βελτίωση της αντίθεσης της εικόνας.

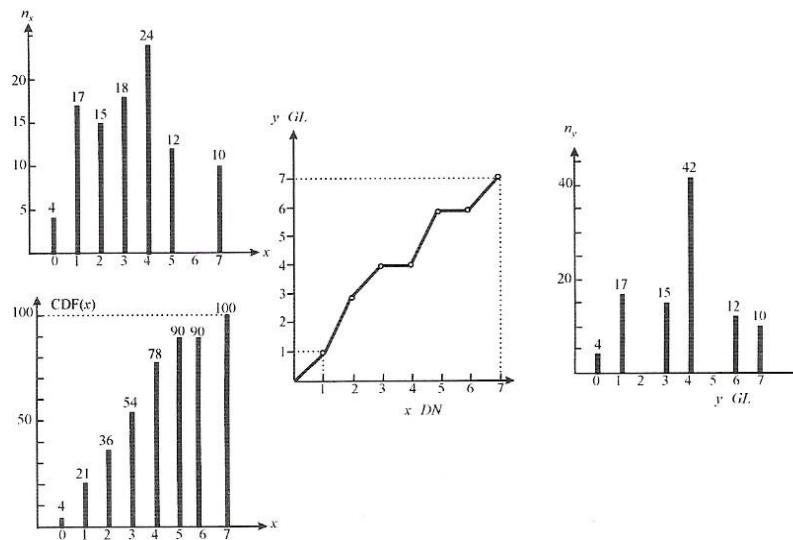
Η συχνότητα n_i μετατρέπεται σε πιθανότητα και έτσι μπορεί να κατασκευαστεί η συνάρτηση κατανομής $P(X \leq x_i)$. Χρησιμοποιώντας την αθροιστική συνάρτηση του ιστογράμματος CDF (Cumulative Distribution Function), μπορούμε να μετατρέψουμε τα αρχικά επίπεδα $x = DN$ του γκρι σε επίπεδα $y = GL$ της ενισχυμένης εικόνας.

Το παράδειγμα του Πίνακα 9.1 και το αντίστοιχο Σχήμα 2.9 παρουσιάζουν την εξίσωση του ιστογράμματος μιας υποθετικής εικόνας με 8 επίπεδα του γκρι $x = DN$.

Επίπεδο γκρι $DN=x_i$	Ψηφίδες ανά κυψέλη n_i	Πιθανότητα $P(X = x_i)$	$N P(X \leq x_i)$	CDF	$DN_{out} =$ $(2^3-1)(CDF)$	Τελικά $GL=y_i$
0	4	0,04	4	0,04	0,28	0
1	17	0,17	21	0,21	1,47	1

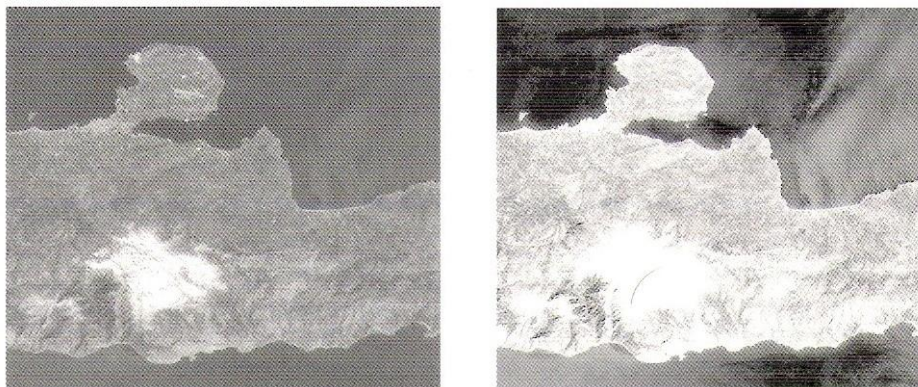
2	15	0,15	36	0,36	2,52	3
3	18	0,18	54	0,54	3,78	4
4	24	0,24	78	0,78	4,46	4
5	12	0,12	90	0,90	6,3	6
6	0	0	90	0,90	6,3	6
7	10	0,10	100	1,00	7	7

Πίνακας 2.1 Παράδειγμα υπολογισμού της ενίσχυσης της αντίθεσης της εικόνας με την μέθοδο της εξίσωσης του ιστογράμματος.



Σχήμα 2.9 Η διαδικασία της εξίσωσης του ιστογράμματος του Παραδείγματος 2.1.

Το Σχήμα 2.10 δείχνει τη βελτίωση των αντιθέσεων της εικόνας SPOT από την Κρήτη με την μέθοδο της εξίσωσης του ιστογράμματος.



Σχήμα 2.10 Η διαδικασία της εξίσωσης του ιστογράμματος μιας εικόνας του δορυφόρου SPOT από την Κρήτη. Η αριστερή εικόνα είναι η αρχική εικόνα και η δεξιά είναι η εικόνα της οποίας έχει βελτιωθεί η αντίθεση με την μέθοδο της εξίσωσης του ιστογράμματος.

Εικόνες με εκτεταμένες και ομοιογενείς περιοχές, όπως για παράδειγμα καταγραφές υδάτινων μαζών στο υπέρυθρο, εμφανίζουν συγκεντρώσεις στις τιμές αυτές του γκρι στο ιστόγραμμα. Επειδή η τεχνική της εξίσωσης του ιστογράμματος δημιουργεί ένα ομοιόμορφο ιστόγραμμα, δεν είναι ο κατάλληλος μετασχηματισμός για τέτοιες εικόνες, γιατί η προκύπτουσα εικόνα έχει κατά κανόνα φτωχή αντίθεση με μικρές λεπτομέρειες. Για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων καλό θα είναι να εφαρμόζεται μετασχηματισμός για την ενίσχυση της αντίθεσης της εικόνας σε υποσύνολα της και όχι σε όλη την εικόνα.

3. Γεωαναφορά Εικόνας

Τι είναι η Γεωαναφορά εικόνας;

Η γεωαναφορά είναι η διαδικασία ευθυγράμμισης των χωρικών δεδομένων σε ένα αρχείο εικόνας, όπως ένα ιστορικό χάρτη, μια δορυφορική εικόνα, ή μια αεροφωτογραφία. Το κείμενο αυτό περιγράφει τα βασικά βήματα για την γεωαναφορά μιας εικόνας

Σχετικά θέματα γεωαναφοράς

Τα Raster δεδομένα που λαμβάνονται συνήθως από τη σάρωση χαρτών ή συλλογή αεροφωτογραφιών και δορυφορικών εικόνων. Τα Σαρωμένα σύνολα δεδομένων χαρτών δεν περιέχουν συνήθως αναφορά χωρικών πληροφοριών (είτε ενσωματωμένα στο αρχείο ή ως ένα ξεχωριστό αρχείο). Οι αεροφωτογραφίες και οι δορυφορικών εικόνες, μερικές φορές οι πληροφορίες που παρέχονται σε αυτές είναι συχνά ανεπαρκής, και τα δεδομένα δεν ευθυγραμμίζονται σωστά με άλλα στοιχεία που μπορεί να έχετε. Έτσι, για να χρησιμοποιήσουμε ορισμένες σειρές δεδομένων raster σε συνδυασμό με άλλα χωρικά δεδομένα, συχνά χρειάζεται η γεωαναφορά σε ένα χάρτη ώστε να συμβαδίζει με αυτά. Όταν γεωαναφέρεται ένα σύνολο δεδομένων raster, θα καθορίσει τη θέση του με συντεταγμένες του χάρτη. Η γεωαναφορά δεδομένων raster επιτρέπει να αναλύονται με άλλα γεωγραφικά δεδομένα.

Ευθυγράμμιση των raster

Σε γενικές γραμμές, θα γεωαναφέρονται σύνολα δεδομένων raster που χρησιμοποιούν τα υπάρχοντα χωρικά δεδομένα. Αυτό προϋποθέτει ότι υπάρχουν χαρακτηριστικά σε χωρικά δεδομένα που είναι επίσης ορατά στο raster-για παράδειγμα, δρόμοι ή λίμνες. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τον προσδιορισμό μιας σειράς σημείων ελέγχου επί του εδάφους που έχουν γνωστές x , y συντεταγμένες που συνδέουν το σύνολο δεδομένων raster με τοποθεσίες στα

αναφερόμενα χωρικά δεδομένα. για το σύνολο δεδομένων raster με τοποθεσίες στο αναφερόμενο χωρικά δεδομένα. Η σύνδεση μεταξύ ενός σημείου ελέγχου για το σύνολο δεδομένων raster και το αντίστοιχο σημείο ελέγχου για την ευθυγράμμιση των δεδομένων καλείται μια σύνδεση. Ο αριθμός των συνδέσεων που χρειάζεστε για να δημιουργήσετε εξαρτάται από την πολυπλοκότητα του πολυωνύμου μετασχηματισμού που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε για να μετατραπεί το σύνολο δεδομένων raster με συντεταγμένες του χάρτη. Ωστόσο, η προσθήκη περισσότερων συνδέσεων δεν θα είναι απαραίτητη η καλύτερη απόδοση εγγραφής. Αν είναι δυνατόν, θα πρέπει να απλώνεται πάνω από τους συνδέσμους όλη τη δέση raster από τη συγκέντρωσή τους σε μία περιοχή. Τυπικά, με τουλάχιστον έναν σύνδεσμο κοντά σε κάθε γωνιά του και μερικά σε ολόκληρο το εσωτερικό παράγει τα καλύτερα αποτελέσματα. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η επικάλυψη μεταξύ του συνόλου δεδομένων raster και δεδομένων στόχων, τόσο καλύτερη είναι η ευθυγράμμιση. Για παράδειγμα, εάν τα δεδομένα στόχος σας απασχολούν μόνο το ένα τέταρτο της επιφάνειας του συνόλου δεδομένων raster, τα σημεία που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ευθυγράμμιση του συνόλου δεδομένων raster θα πρέπει να περιορίζεται σε εκείνη την περιοχή της επικάλυψης. Έτσι, οι περιοχές εκτός της επικάλυψης είναι πιθανόν να μην είναι σωστά ευθυγραμμισμένες. Λάβετε υπόψη ότι η γεωγραφική αναφορά των δεδομένων σας είναι τόσο ακριβής όσο και τα δεδομένα στα οποία έχει εναρμονιστεί. Κατά να ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων, θα πρέπει να γεωαναφέρονται τα δεδομένα που είναι στην υψηλότερη ανάλυση και μεγαλύτερη κλίμακα για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων.

4. Παρουσιάζοντας το Google Earth

Το Google Earth δεν έχει περιορισμούς σχετικά με τη διασύνδεση και τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με τα στοιχεία του Google Earth. Το Google Earth είναι μια desktop εφαρμογή διαθέσιμη για Windows και Mac OS X που επιτρέπει να περιηγηθείς στο Google Earth image σε ένα πιο δυναμικό περιβάλλον. Χρησιμοποιώντας το Google Earth μπορείς να μετακινηθείς από τη γη σε 3D, μετακινείσαι και χειρίζεσαι στοιχεία του Google Earth σε πραγματικό χρόνο. Αυτό παρέχει πρόσθετες πληροφορίες που θα ήταν δύσκολο να εκπροσωπούν κατά την διασύνδεση Google Maps, όπως η "κλίση" της γης, ώστε να μπορείτε να δείτε το σχετικό ύψος των διαφόρων περιοχών της γης.

Το κεφάλαιο αυτό εξετάζει τρόπους με τους οποίους μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το Google Earth και το πώς να δημιουργήσει ορισμένα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται κατά την αίτηση για επέκταση των πληροφοριών και τη λειτουργικότητα της εφαρμογής.

Google Earth Επισκόπηση

Η πιο κρίσιμη διαφορά μεταξύ των Google Maps και Google Earth είναι το περιβάλλον. Το Google Earth είναι μια αυτόνομη εφαρμογή που είναι διαθέσιμη για περιορισμένο αριθμό βημάτων. Έχει σχεδιαστεί ως ένα πρόγραμμα περιήγησης της γης για την προβολή δορυφορικών εικόνων της επιφάνειας της γης σε ένα διαδραστικό, 3D περιβάλλον. Οι δορυφορικές εικόνες και τα δεδομένα των αντιγράφων ασφαλείας (όπως τοπικές επιχειρήσεις) στο Google Earth είναι οι ίδιες με εκείνες στο Google Maps σε λειτουργία δορυφόρων. Η διαφορά είναι στον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες μπορούν να προβληθούν και να χρησιμοποιηθούν.

Αποκτώντας την εφαρμογή

Το Google Earth μπορείτε να το κατεβάσετε από την αρχική σελίδα του Google Earth ([http://earth . google.com](http://earth.google.com)). Υπάρχουν τρεις εκδοχές της εφαρμογής Google Earth:

_ **Google Earth** : είναι δωρεάν για προσωπική χρήση και ενσωματώνει τις δορυφορικές εικόνες που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια της γης. Η ελεύθερη

εφαρμογή παρέχει επίσης πρόσβαση σε όλες τις διαφορετικές Google Local-υποστηρίζεται βάσεις δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με θέσεις, τοπικές επιχειρήσεις, και την εύρεση διαδρομής. Το Google Earth ενσωματώνει επίσης την τεχνολογία για την παραγωγή και την παρουσίαση των πληροφοριών με βάση την Keyhole Markup Language (KML). Αυτή είναι η έκδοση που περιγράφεται σε όλο το υπόλοιπο του παρόντος κεφαλαίου.

_ **Google Earth Plus** : είναι ένα προαιρετικό (και χαμηλού κόστους) για την αναβάθμιση της ελεύθερης εφαρμογής που εκτείνεται η λειτουργικότητα του Google Earth να περιλαμβάνει διασυνδέσεις με συσκευές GPS, υψηλότερη ανάλυση για εκτύπωση εικόνων (υψηλότερο από ό, τι στην οθόνη), παρατάθηκαν σχόλια και εργαλεία σχεδίασης, και ο εισαγωγέας των δεδομένων που θα διαβάσει τα αρχεία σε μορφή CSV. Το Google Earth Plus υποστηρίζεται μόνο σε Windows (κατά το χρόνο της γραφής).

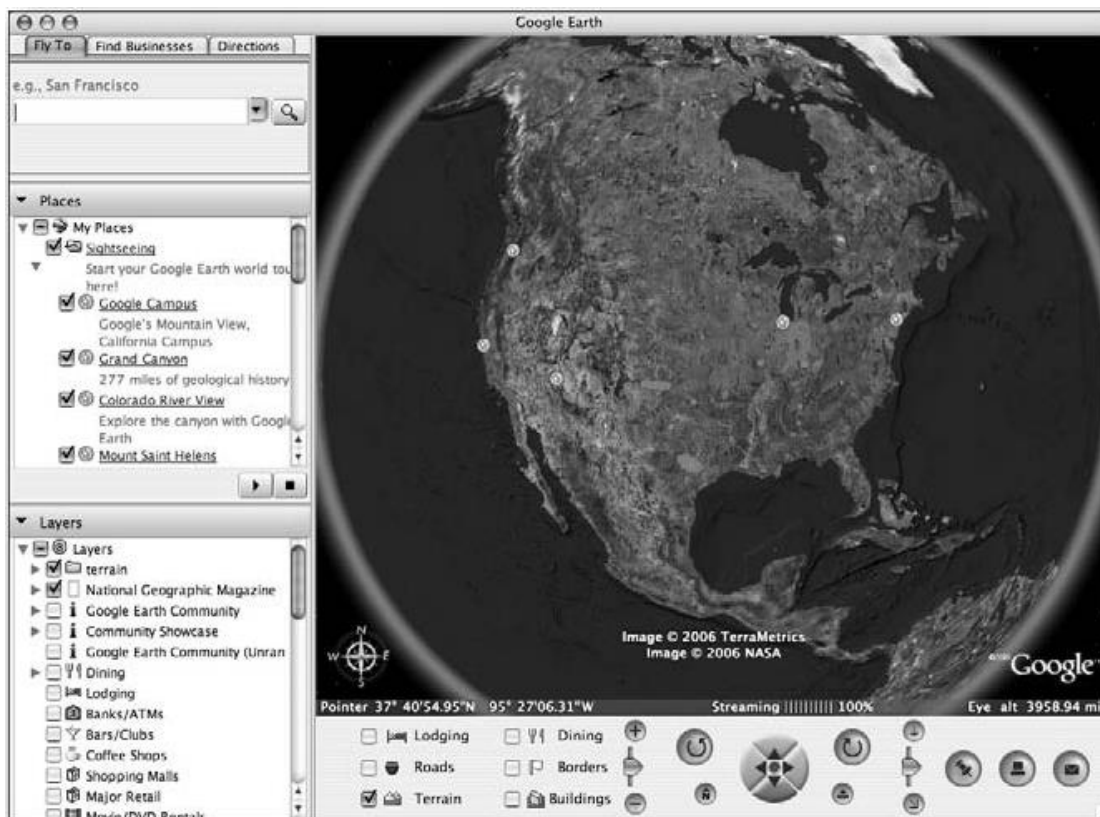
_ **Google Earth Pro** : είναι ένα επαγγελματικό προϊόν και ως εκ τούτου πολύ πιο ακριβό από το Google Earth Plus. Ενσωματώνει πολλές φορές ταχύτερη λήψη και ροή δεδομένων, παρατείνει στρώματα, υποστήριξη επικάλυψης, και βελτιώσεις στο σχολιασμό συστήματος που επιτρέπουν να αναπτυχθούν πολύ πιο λεπτομερείς overlays άμεσα εντός της εφαρμογής Google Earth. Το Google Earth Pro υποστηρίζεται μόνο στα Windows (κατά το χρόνο της γραφής). Το Google Earth Pro υποστηρίζει επίσης μια σειρά από ενότητες επέκτασης, συμπεριλαμβανομένων αυτών για την κατασκευή ταινίας (από το "φέρουν" μέσω των δεδομένων του Google Earth), υψηλής ευκρίνειας μονάδα εκτύπωσης, καθώς και μονάδες που περιλαμβάνουν τα δεδομένα κίνησης και τα δεδομένα αγοράς.

Για τις τρεις εφαρμογές, το Google Earth είναι απλώς η επιφάνεια εργασίας σχετικά με τα δεδομένα των διακομιστών της Google Earth. Μπορείτε πρώτα να κατεβάσετε την εφαρμογή που σας επιτρέπει να δείτε να αλληλεπιδρούν τα δεδομένα. Στη συνέχεια, μπορείτε να συνδεθείτε στο Internet για να αποκτήσετε και να κατεβάσετε τις εικόνες που εμφανίζονται στην οθόνη.

Υπάρχει μια τέταρτη εφαρμογή Google Earth, Το Google Earth Enterprise, η οποία έχει σχεδιαστεί για να παρέχει το Google Earth, σε συνδυασμό με βαριά προσαρμοσμένες πληροφορίες στο πλαίσιο μιας επιχείρησης για το περιβάλλον. Το Google Earth Enterprise είναι τεχνικά μια σειρά από εφαρμογές που συνεργάζονται για τα δεδομένα στο Google Earth, σε συνδυασμό με τις δικές σας πληροφορίες, όπως στατιστικά και δεδομένα των πελατών.

Google Earth Features

Η εφαρμογή του Google Earth παρέχει ένα περιβάλλον για τις δορυφορικές εικόνες του Google, και γιατί δεν περιορίζεται από τη διεπαφή διαθέσιμες μέσω ενός web browser και JavaScript, εκεί είναι πολύ μεγαλύτερη ευελιξία και διαθλαστικότητα κατά την εφαρμογή Google Earth. Ορισμένες από τις βασικές διαφορές είναι λεπτομερείς και σύντομες. Πρώτον, εξετάζει Σχήμα 4.1, το οποίο δείχνει τη βασική διασύνδεση των Google Earth εφαρμογών.



Εικόνα 4.1: Η βασική διασύνδεση.

Το περιβάλλον εργασίας χωρίζεται σε τρία τμήματα. Η ομάδα στα αριστερά παρέχει τα σημεία δεδομένων, επικαλύψεις, και μηχανή αναζήτησης που σας επιτρέπουν να προσθέσετε στοιχεία και να μετακινούνται με το χάρτη της πόλης, και άλλες αναφορές σημείο πληροφοριών. Ο πίνακας στο κάτω μέρος του παραθύρου της εφαρμογής παρέχει μια διεπαφή για τη μετακίνηση και εργάζονται γύρω από τη γη. Το μεγαλύτερο, κύριο πάνελ είναι το παράθυρο του Google Earth εικόνες δορυφόρου.

Βασική λειτουργικότητα

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ των Google Maps και Google Earth είναι ο τρόπος με τον οποίο οι δορυφορικές εικόνες μπορούν να προβληθούν και να χρησιμοποιηθούν. Οι δορυφορικές εικόνες είναι οι ίδιες με το Google Maps, αλλά ο τρόπος με τον οποίο τα δεδομένα που εμφανίζονται διαφέρουν ως προς το ότι είναι ελαφρώς πιο ρευστά από το Google Maps.

Για παράδειγμα, η τυχαία θέση εκκίνησης είναι ψηλά πάνω από τις Ηνωμένες

Πολιτείες. Με το Google Earth, μπορείτε να πει ακριβώς πόσο ψηλά. Οι πληροφορίες αμέσως κάτω από την εικόνα του Google Earth προβλέπει, από αριστερά προς τα δεξιά :

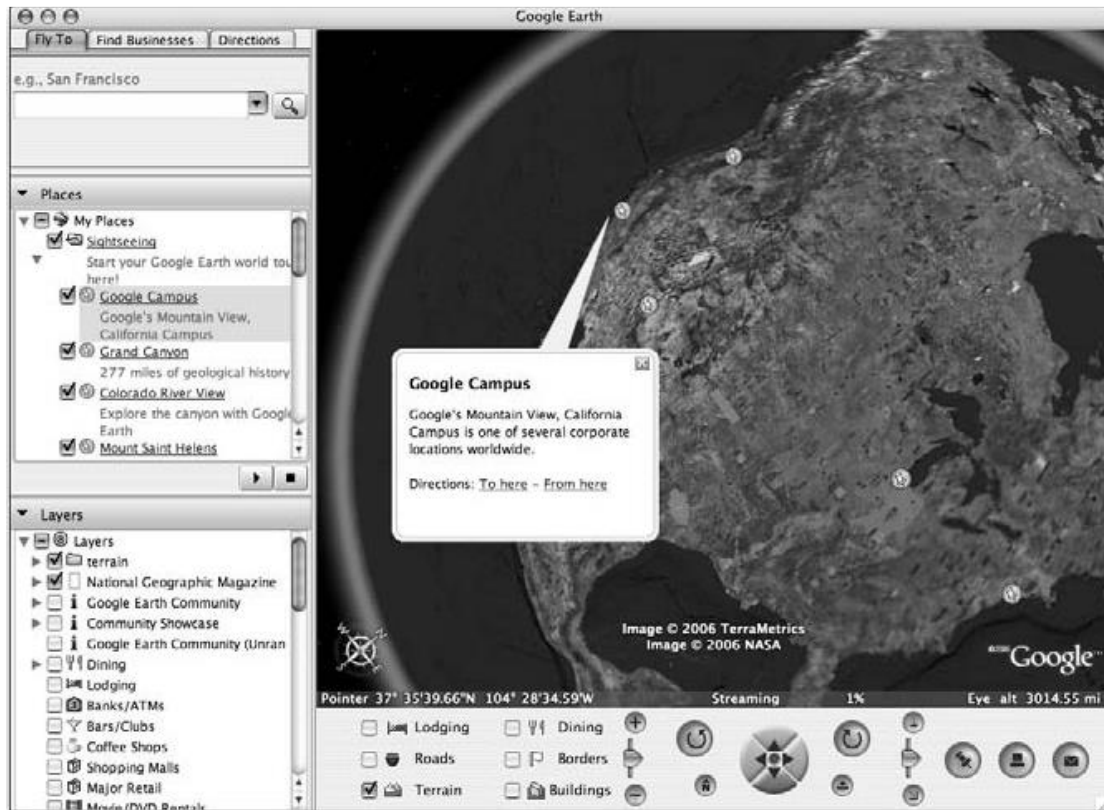
_ Το γεωγραφικό μήκος / πλάτος του τρέχοντος κεντρικό σημείο του χάρτη (που ονομάζεται Pointer).

_ Το υψόμετρο (ύψος πάνω από τη θάλασσα) του εν λόγω σημείου.

_ Το καθεστώς των δορυφορικών εικόνων πληροφοριών που μεταδίδονται με την αίτηση.

_ Το ύψος της τρέχουσας άποψης. Ότι είναι, το ύψος (πάνω από τη θάλασσα) από την οποία βλέπετε πληροφορίες.

Μπορείτε να δείτε, από το Σχήμα 4.1, πόσο ψηλά θα πρέπει να είναι για να δούμε τις ίδιες πληροφορίες. Εάν κάνετε διπλό κλικ σε ένα από τα σημεία στα αριστερά, ας πούμε, το Google Campus, θα "πετάξει" στο Google Campus, με τις δορυφορικές εικόνες ρέουν παρελθόν, μέχρις ότου τα κέντρα χάρτη για την Google Campus. Αυτό είναι σχεδόν αδύνατο να αντιπροσωπευτούν σε ένα βιβλίο, αλλά Αριθμητικά 4.2 μέσω 4.4 δείχνουν κάποια διάμεσες εικόνες από το σημείο εκκίνησης στο Σχήμα 4.1 για να σας δώσει κάποια ιδέα.



Εικόνα 4.2: Ξεκινώντας την πτήση.



Εικόνα 4.3: Almost there



Εικόνα 4.4: Το Google campus

Σε καμία στιγμή δεν είναι περιοχές του χάρτη που λείπουν, ενώ το Google Earth φορτώνει τα δεδομένα εικόνας δορυφόρου. Αντ 'αυτού το Google Earth ρέει τις απαραίτητες πληροφορίες από τους διακομιστές της Google για την βαθμιαία φόρτωση των δεδομένων εικόνας καθώς κάνετε μεγέθυνση μέσω των διαφόρων επιπέδων.

Αυτή η ακολουθία είναι αυτόματη και πολύ περισσότερο οπτική ακόμη και από την επιλογή που προβλέπεται panning εντός του Google Maps interface. Για τις χειροκίνητες κινήσεις γύρω από το χάρτη, υπάρχει μια σειρά από διαθέσιμες επιλογές :

_ **Κάντε κλικ και σύρετε:** Η ίδια βασική μέθοδος που είναι διαθέσιμη εντός του Google Maps. Κάντε κλικ οπουδήποτε στο χάρτη, σύρετε το χάρτη προς την κατεύθυνση που θέλετε, και στη συνέχεια, αφήστε το ποντίκι. Θα προχωρήσουμε στη νέα θέση.

_ **Κλειδιά Δρομέας:** Τα πρότυπα πλήκτρα δρομέα στο πληκτρολόγιό σας να μετακινήσετε το χάρτη προς την κατεύθυνση που επιλέξατε.

_ **χειριστήριο:** Υπάρχει μια ενσωματωμένη στο «χειριστήριο» στο κέντρο του πίνακα ελέγχου για το χάρτη. Κάντε κλικ στα διάφορα βέλη του χειριστηρίου και κινήστε τον χάρτη.

_ **Κάντε κλικ και μετακίνηση:** Εάν κάνετε κλικ στο ποντίκι και μετακινήστε το χάρτη γρήγορα και στη συνέχεια το αφήσετε, ο χάρτης θα αρχίσει να μετακινείται προς την κατεύθυνση που κινήθηκε το ποντίκι. Για να σταματήσει η κύλιση, κάντε κλικ στο κόκκινο κουμπί στη μέση του joystick ή πατήστε μία φορά στο χάρτη με το ποντίκι.

Από προεπιλογή ο χάρτης σας θα είναι πάντα να προσανατολισμένος στο βορά. Μπορείτε να περιστρέψετε τον χάρτη με τα δύο κουμπιά στην κορυφή αριστερά και δεξιά του χειριστηρίου, το οποίο περιστρέφεται η αριστερόστροφα η δεξιόστροφα. Μπορείτε να πείτε πάντα τον τρέχον προσανατολισμό, χρησιμοποιώντας την ενσωματωμένη πυξίδα στο κάτω αριστερό μέρος του χάρτη. Μπορείτε να επαναφέρετε χρησιμοποιώντας το "N" κουμπί στο κάτω μέρος αριστερά. Τέλος, μπορείτε να κάνετε μεγέθυνση και σμίκρυνση του χάρτη χρησιμοποιώντας τον τροχό κύλισης.

Overlays Απλή

Πολυάριθμες ενσωματωμένες επικαλύψεις παρέχονται με την εφαρμογή. Για να τις δείτε σε δράση, μετακινηθείτε στο Σηάτλ πληκτρολογώντας Σηάτλ στο πλαίσιο αναζήτησης και κάνοντας κλικ στο κουμπί αναζήτησης. Θα πρέπει να πάρετε ένα παράθυρο όπως φαίνεται στο Σχήμα 15-5. Από τον πίνακα Στρώματα στα αριστερά, επιλέξτε "Στατιστικά του εγκλήματος" και στη συνέχεια σμίκρυνση λίγο και θα δείτε τα στατιστικά στοιχεία του εγκλήματος για το 2000 για ορισμένους νομούς σε όλη

την περιοχή του Σηάτλ, όπως φαίνεται στον Σχήμα 4.6.



Εικόνα 4.5: Σηάτλ



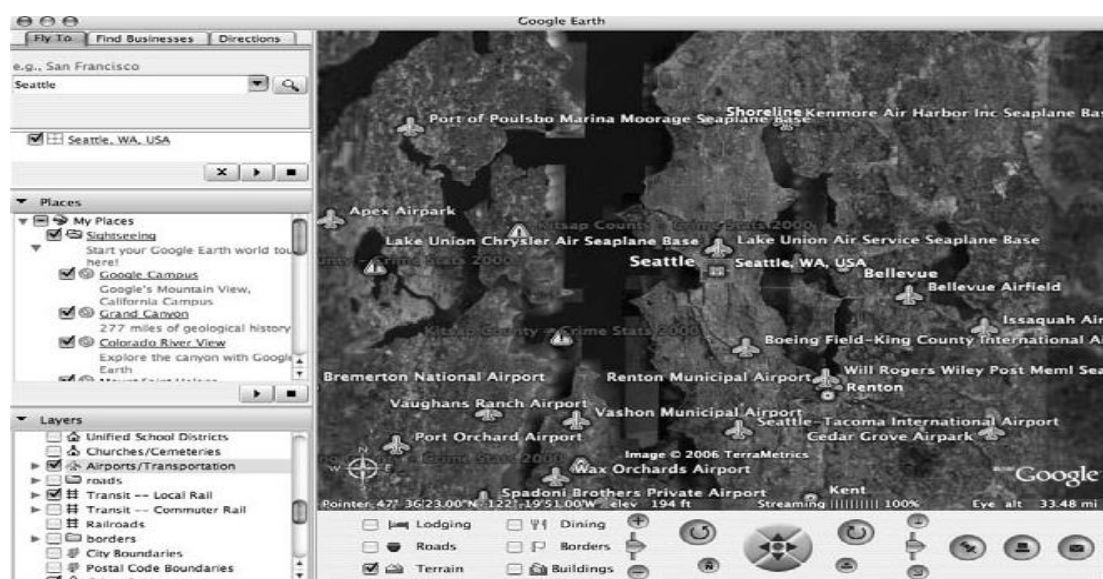
Εικόνα 4.6 : Στατιστικά στοιχεία εγκλήματος

Κάθε εικονίδιο είναι ένα παράδειγμα ενός σημείου δεδομένων, το ισοδύναμο της GMarker αντικείμενο που χρησιμοποιούνται στην Google Maps για να υπογραμμίσω ένα μόνο σημείο στο χάρτη.

Σημεία Ενδιαφέροντος

Εκτός από τον εντοπισμό των βασικών σημείων στο χάρτη, μπορεί επίσης να επικαλύψει και να στραφεί προς τα βασικά σημεία ενδιαφέροντος για το χάρτη. Τα κεντρικά γραφεία της Google ήταν ένα παράδειγμα αυτού, καθώς και ένας τεράστιος αριθμός άλλα παραδείγματα υπάρχουν σε ολόκληρη την εφαρμογή Google Maps. Είναι πάρα πολλά και συνεχή στην ενημέρωση. Μεγάλο μέρος του περιεχομένου είναι US-centric προς το παρόν, αλλά περισσότερα δεδομένα προστίθεται όλη την ώρα.

Μπορείτε να προσθέσετε όσες από αυτές τις επικαλύψεις του χάρτη, όπως σας αρέσει. Δεν υπάρχει όριο, αν και η εφαρμογή θα επιβραδυνθεί καθώς προσθέτετε όλο και περισσότερα σημεία και τα τοποθετείτε στο χάρτη. Τα δεδομένα και οι πληροφορίες επικάλυψης μπορεί να είναι εκτεταμένα και ενδιαφέροντα. Για παράδειγμα, σχήμα 4.7 δείχνει τα αεροδρόμια και τους σιδηροδρομικούς σταθμούς στο Σηάτλ.



Εικόνα 4.7: Προσθήκη στοιχείων αεροδρόμιων και των σιδηροδρομικών σταθμών.

Διαδρομές και Μονοπάτια

Συνδέσεις για πληροφορίες και τις θέσεις εργασίας ακριβώς το ίδιο όπως και στο Google Maps. Εσύ μπορείς να μετακινηθείς απευθείας σε μια διεύθυνση και επίσης να βρεις δρομολόγια μεταξύ δύο διαφορετικών σημείων. Αν όλοι εσείς θέλετε να δείτε μια επικάλυψη των δρόμων, επιλέξτε το "roads (δρόμοι)" από τον πίνακα

Layers. Αυτό παρέχει μια προβολή παρόμοια με το Hybrid view στο Google Maps, όπου οι δρόμοι είναι σε υπέρθεση άμεσα στην κορυφή των δορυφορικών εικόνων. Μπορείτε να δείτε αυτό σαφέστερα στο Σχήμα 4.8, όπου οι δρόμοι επικάλυψης έχουν προστεθεί στο νότιο άκρο του Μανχάταν.



Εικόνα 4.8: Οδοί στο Google Earth.

Ακριβώς όπως με το Google Local, μπορείτε να καθορίσετε μια διαδρομή δύο σημείων από την αναζήτηση για το πρώτο σημείο και με το pop-up πάνελ για να επιλέξετε τον προορισμό. Σχήμα 4.9 δείχνει μια διαδρομή μεταξύ Ambleside και Whitehaven στο Lake District στο Ηνωμένο Βασίλειο.



Εικόνα 4.9: Διαδρομή για το Whitehaven στο Google Earth

Μέχρι στιγμής, η δρομολόγηση δεν δείχνει τίποτα το διαφορετικό από ό, τι μπορείτε να φανταστείτε στο Google Maps. Υπάρχει, ωστόσο, μια ελαφρώς διαφορετική άποψη της διαδρομής διαθέσιμη εντός του Google Earth.

Ανάγλυφο (Terrain) και Υψόμετρο

Το Google Earth περιλαμβάνει πληροφορίες για το ύψος στο σύνολο της γης. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να πάρουν μια αρκετά ακριβή ιδέα για το ύψος του συγκεκριμένου σημείου στο Google Earth. Το Google έχει κάνει ωστόσο, ένα βήμα παραπέρα για να προβλέπεται η δυνατότητα να εμφανίζονται οι πληροφορίες αυτές διαδραστικά στον χάρτη. Αν επιλέξετε το πλαίσιο ελέγχου Terrain στο κάτω αριστερό μέρος του πίνακα ελέγχου, θα δείτε τον χάρτη να προσαρμόζει ελαφρώς, αλλά πιθανώς ανεπαίσθητα.

Όμως, η αλλαγή της στάσης (ή της κλίσης) της άποψης σας, γίνεται φανερή. Για την προσαρμογή της κλίσης, χρησιμοποιήστε το χειριστήριο στον πίνακα ελέγχου. Προχωρώντας το ρυθμιστικό κάτω γέρνει αυτόματα τον χάρτη έτσι ώστε η κορυφή να περιστρέφεται οριζόντια, μετακινείτε η προοπτική πιο κοντά στο έδαφος.

Μπορείτε να δείτε το ύψος των διαφόρων περιοχών του χάρτη και τη διαδρομή, και το Google Earth δείχνει τώρα την πορεία μέσα από μερικά από τα χαμηλότερα

βουνά που βρίσκονται στο Περιοχή των Λιμνών (βλ. Σχήμα 4.10). Για μια άλλη αναπαράσταση, θα προσπαθήσουμε να πάμε στο Sorrento. Επισκέφθηκα το Sorrento και χτυπήθηκε αμέσως από τα κοντινά βουνά, πράγμα που φαίνεται να κυριαρχούν στον ορίζοντα του άνω Βεζούβιου. Το τι πρέπει να έχω κάνει, βεβαίως, γρήγορα ελέγχετε από το Google Earth για να δείτε την ωτοκία της γης, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.11, η οποία δείχνει τα βουνά αμέσως προς τα δεξιά και πίσω από το ξενοδοχείο. Ο Βεζούβιος δεν μπορεί να φανεί σε αυτό το πλάνο, αλλά η άποψη του είναι αμέσως αριστερά.



Εικόνα 4.10 : Διαδρομή για το Whitehaven με υψόμετρο.



Εικόνα 4.11 :To Sorrento και το βουνά

Κτίρια

Οι γεωλογικές πτυχές του Google Earth είναι ασφαλώς σημαντικές, αλλά ο άνθρωπος είχε σημαντικές επιπτώσεις για το πώς διαφορετικές τοποθεσίες σε όλο τον κόσμο εμφανίζονται λόγω των κτιρίων και κατασκευών που έχει δημιουργήσει. Για την πληρότητα, το Google Earth περιλαμβάνει ορισμένες τεχνητές κατασκευές στον χάρτη του Google Earth. Αν επισκεφθείτε το Σηάτλ και κάντε κλικ στο κουτάκι Κτίρια, το Google Earth εμφανίζει τα διάφορα κτίρια στο Σηάτλ στο χάρτη (βλ. Σχήμα 4.12).

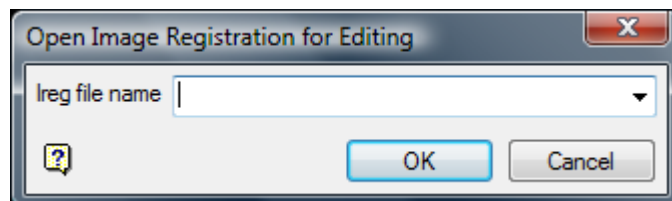


Εικόνα 4.12: Κτίρια στο Σηάτλ στο Google Earth.

Το αποτέλεσμα δείχνει την εμφανή έλλειψη πολύ ψηλών ουρανοξυστών, το οποίο δημιουργεί την εντύπωση του χώρου και την υπαίθρια αίσθηση που ανακαλύψαμε στο Σηάτλ σε σύγκριση με τη Νέα Υόρκη.

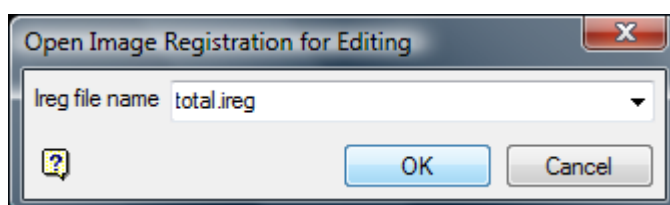
5. Μελέτη Παραδείγματος

1. Από το μενού model επιλέγουμε το δευτερεύον μενού Image Registration και έπειτα Create or open και εμφανίζεται το παράθυρο



Εικόνα 5.1: Παράθυρο εισαγωγής ονόματος αρχείου.

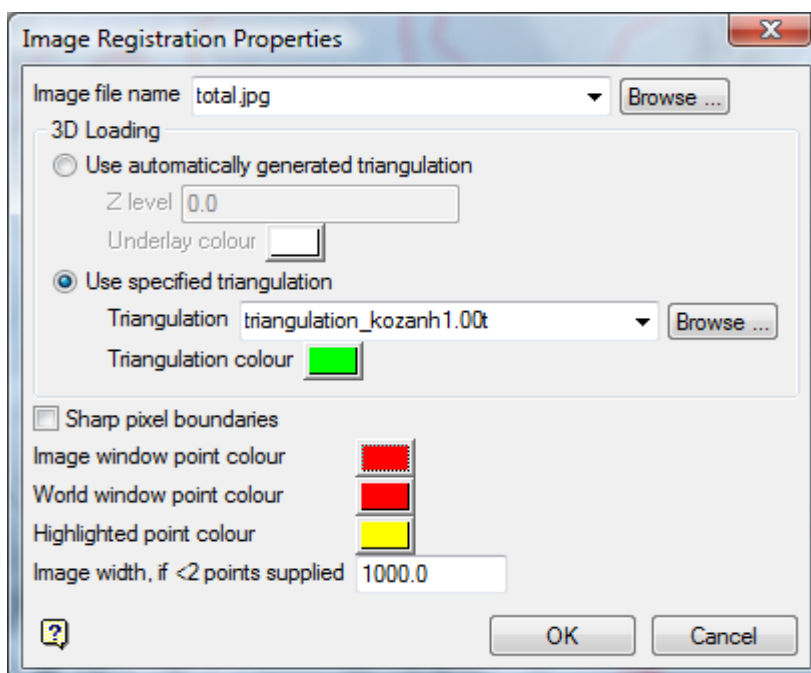
Δίνουμε ένα όνομα στο αρχείο π.χ. total.ireg



Εικόνα 5.2: Εισαγωγή ονόματος.

Πατάμε OK

2. Εμφανίζεται το παράθυρο Image Registration Properties

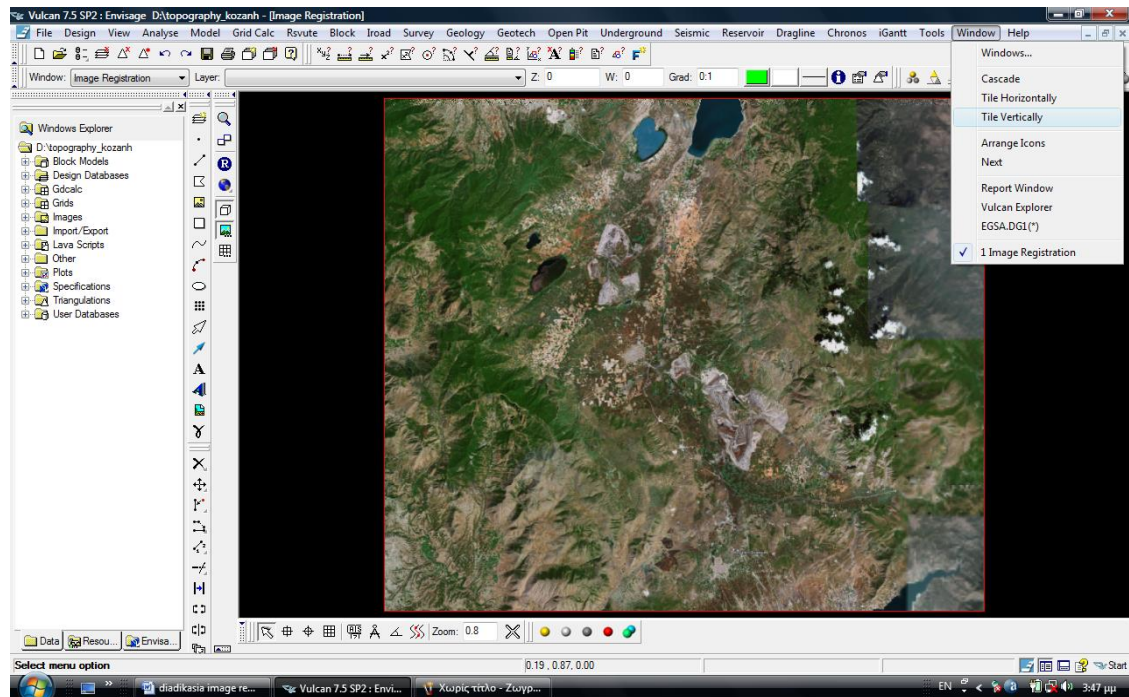


Εικόνα 5.3: Παράθυρο Image Registration Properties.

Στο image file name πατάμε Browse και επιλέγουμε το αρχείο jpeg που θέλουμε. Στην προκειμένη περίπτωση total.jpg. Τσεκάρουμε το Use specified triangulation και πατώντας Browse επιλέγουμε τον τριγωνισμό triangulation_kozanh1.00t.

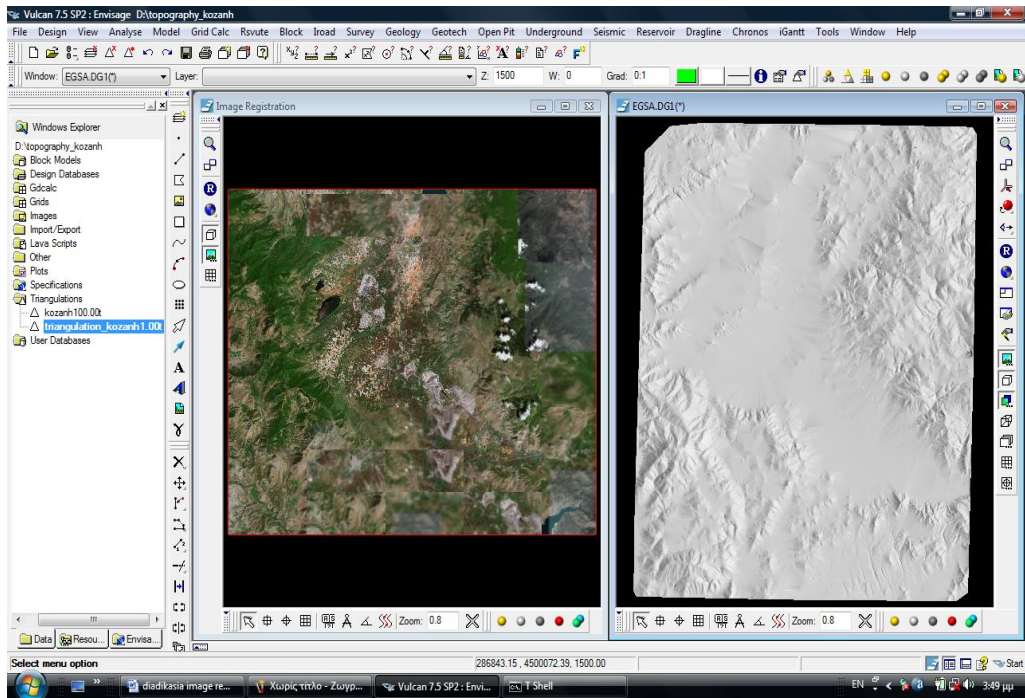
Πατάμε OK.

3. Εμφανίζετε η παρακάτω εικόνα



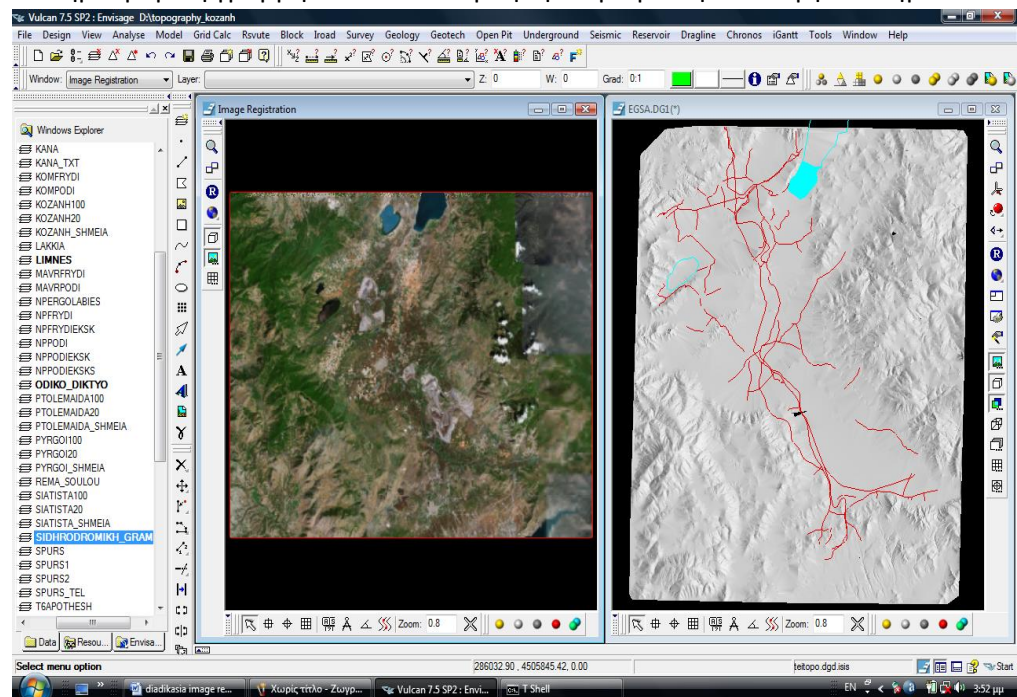
Εικόνα 5.4 : Η εικόνα jpeg φορτωμένη.

Από το μενού window επιλέγουμε το the vertically και εμφανίζετε ένα δεύτερο παράθυρο στο οποίο θα φορτώσουμε τον τριγωνισμό triangulation_kozani.1.00t



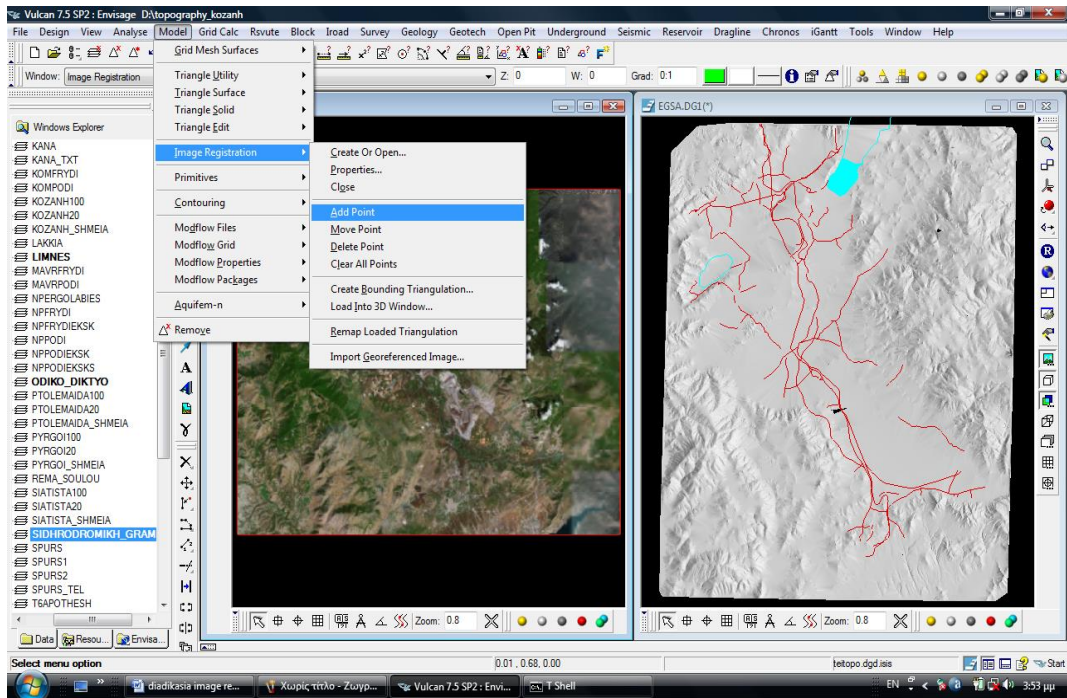
Εικόνα 5.5 : Φορτωμένη η εικόνα jpeg και ο τριγωνισμός triangulation-kozani.1.00t

4. Έπειτα από τον φάκελο Design Database και τον υποφάκελο teitopo.dgd.isis θα φορτώσουμε στο ψηφιακό μοντέλο τις λίμνες το οδικό δίκτυο και την σιδηροδρομική γραμμή έτσι ώστε να βοηθηθούμε για την επιλογή των σημείων.



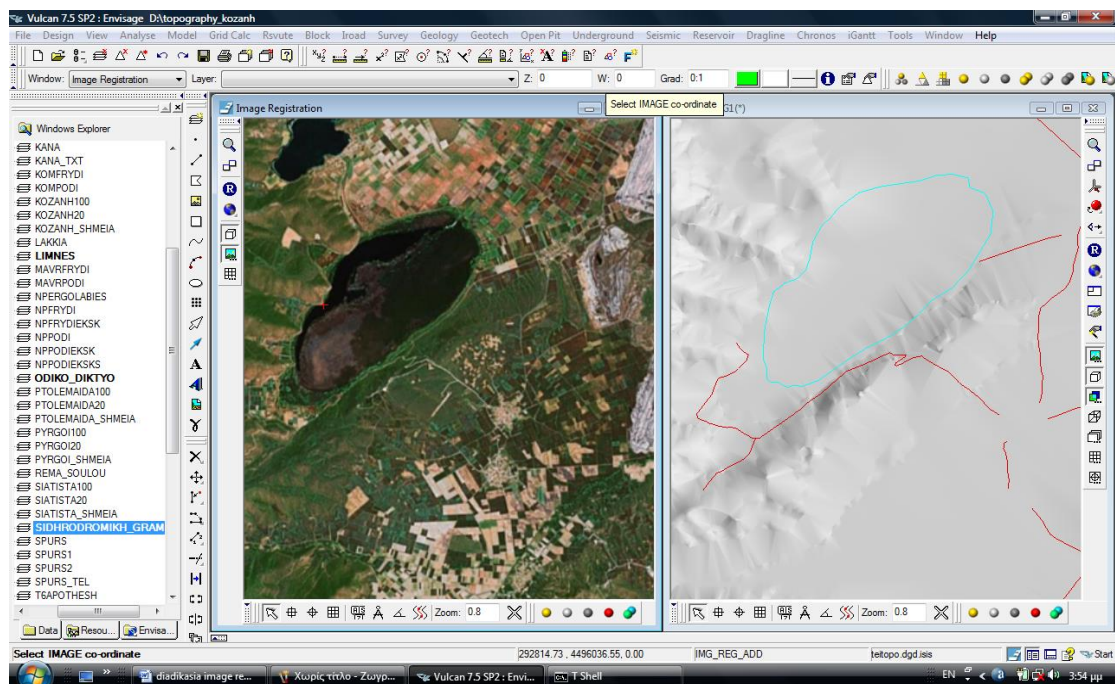
Εικόνα 5.6 : Φόρτωση λιμνών, οδικού δικτύου και σιδηροδρομικής γραμμής στον τριγωνισμό.

5. Μετά από το μενού model επιλέγουμε το δευτερεύον μενού Image Registration και έπειτα Add point.



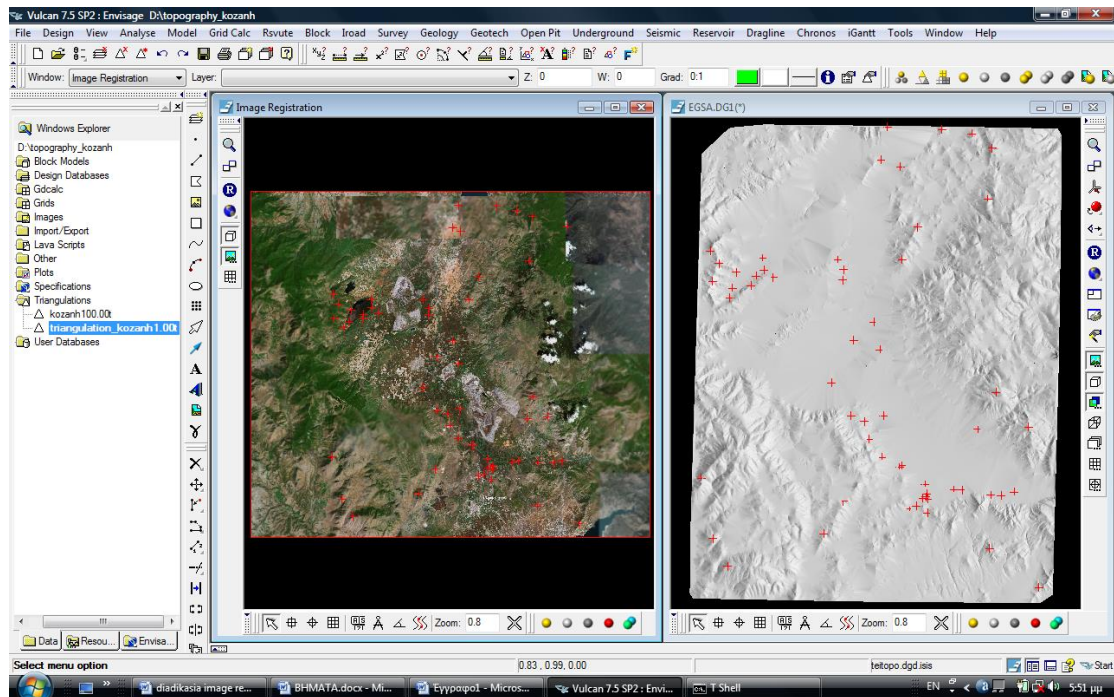
Εικόνα 5.7 : Επιλογή του Add Point για να ξεκινήσουμε την επιλογή σημείων.

Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε σημεία στην εικόνα και τα αντίστοιχα τους στο ψηφιακό μοντέλο έτσι ώστε να γίνει η γεωανοφορά της εικόνας. Προσπαθούμε να επιλέγουμε σημεία που καλύπτουν όλο το εύρος της εικόνας αλλά και αυτά τα σημεία που θα επιλέξουμε να μην είναι πολύ κοντά μεταξύ τους



Εικόνα 5.8 : Μεγέθυνση και επιλογή του αντίστοιχου σημείου στην εικόνα και τον τριγωνισμό.

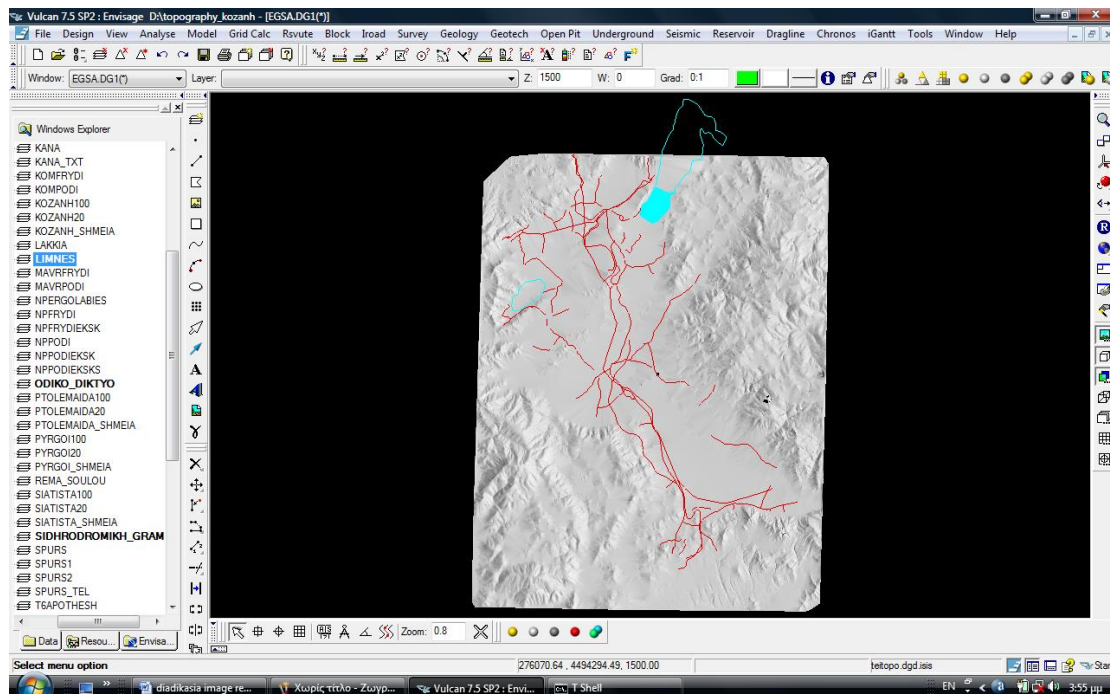
Το αποτέλεσμα θα είναι κάπως έτσι :



Εικόνα 5.9 : Ολοκλήρωση επιλογής σημείων.

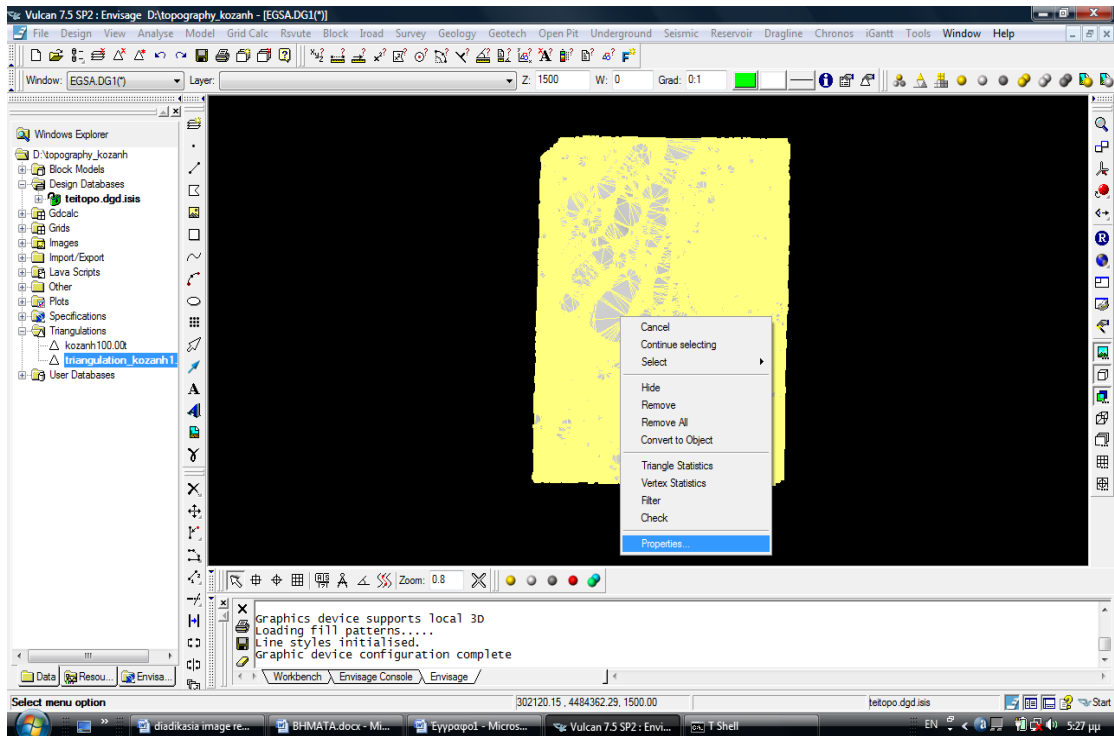
Κάτι άλλο που μπορούμε να κάνουμε κατά την επιλογή των σημείων είναι από το μενού model επιλέγουμε το δευτερεύον μενού Image Registration και είτε την επιλογή Move Point αν θέλουμε να μετακινήσουμε ένα ή περισσότερα σημεία στην εικόνα, είτε την επιλογή Delete Point αν θέλουμε να σβήσουμε κάποιο σημείο από την εικόνα, είτε την Clear All Points αν θέλουμε να διαγράψουμε όλα τα σημεία από την εικόνα.

6. Όταν επιλέξουμε αρκετά σημεία έτσι ώστε να είναι ικανά για να γίνει η γεωαναφορά τότε από το μενού model επιλέγουμε το δευτερεύον μενού Image Registration και έπειτα Close. Αυτό αφήνει ανοιχτό το παράθυρο με το ψηφιακό μοντέλο με φορτωμένα τις λίμνες, το οδικό δίκτυο και την σιδηροδρομική γραμμή.



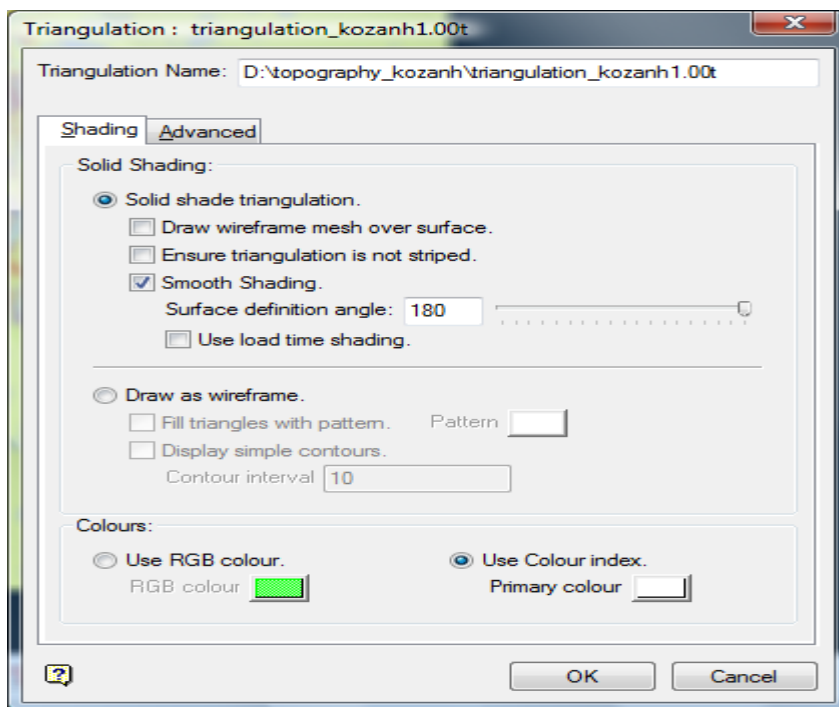
Εικόνα 5.10 : Τριγωνισμός μετά το κλείσιμό της εικόνας

7. Το επόμενο βήμα είναι να κάνουμε δεξί κλικ επάνω στο ψηφιακό μοντέλο και τότε θα εμφανιστεί ένα μενού από το οποίο επιλέγουμε Properties.



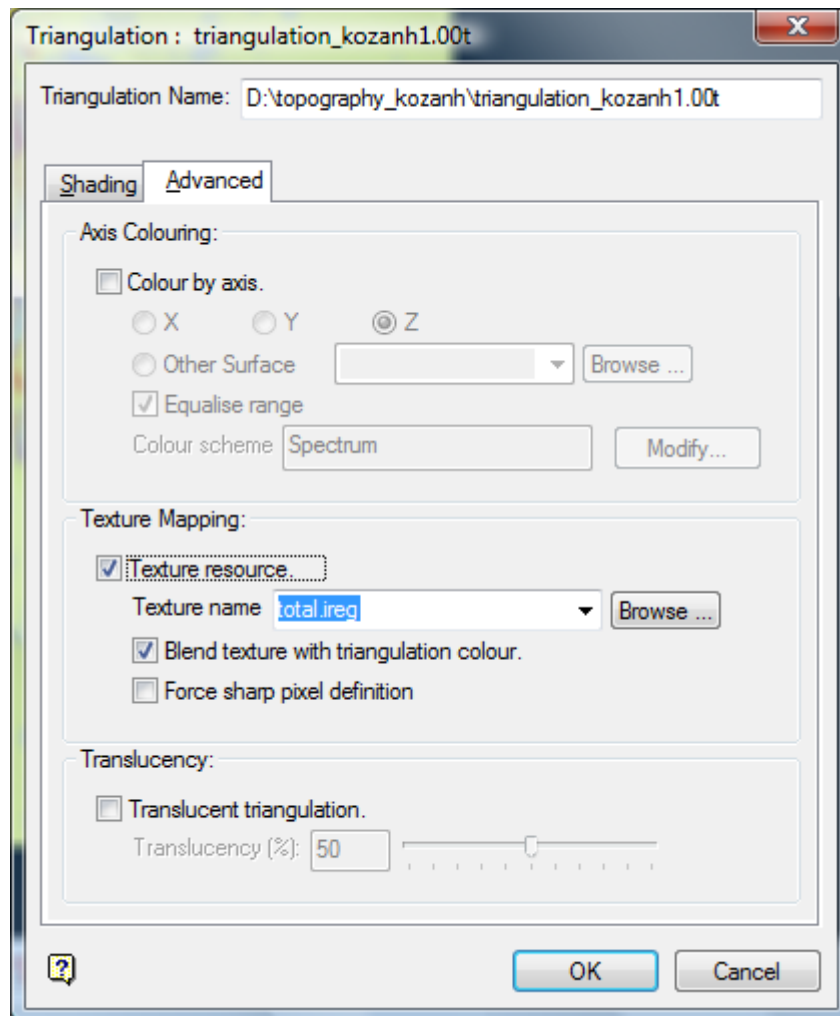
Εικόνα 5.11 : Κλικ στην επιλογή Properties.

Εμφανίζετε το εξής παράθυρο :



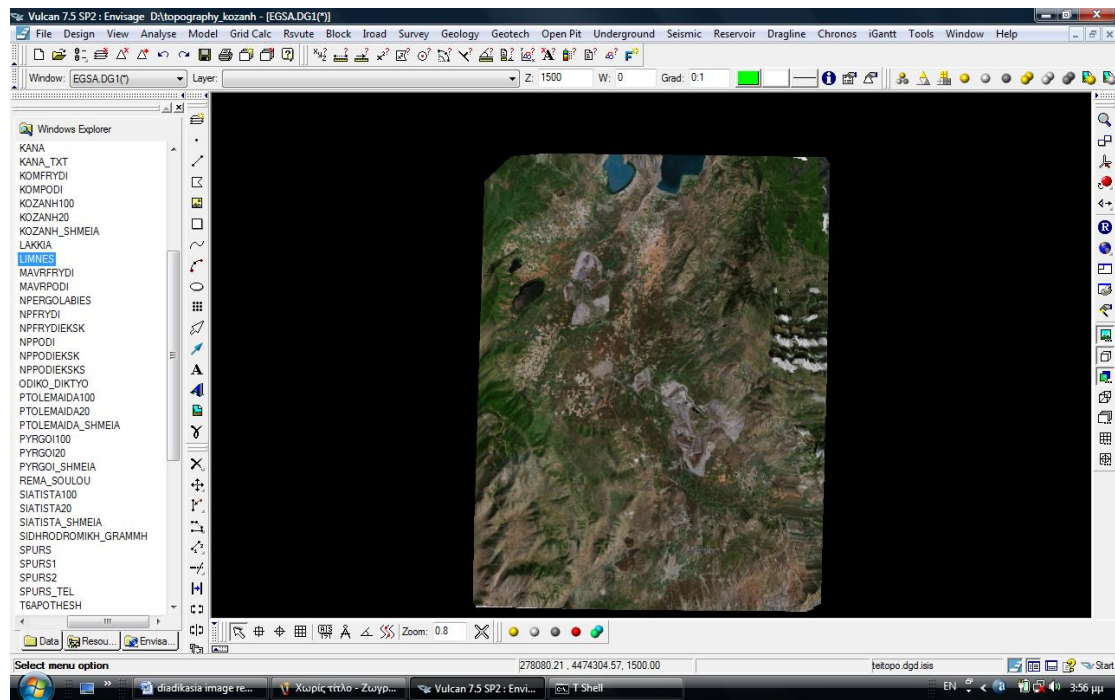
Εικόνα 5.12 : Παράθυρο της επιλογής properties.

Επιλέγουμε την στήλη Advanced και τσεκάρουμε από το texture mapping την επιλογή Texture resource και στο παράθυρο Texture name επιλέγουμε το αρχείο total.ireg και πατάμε OK.

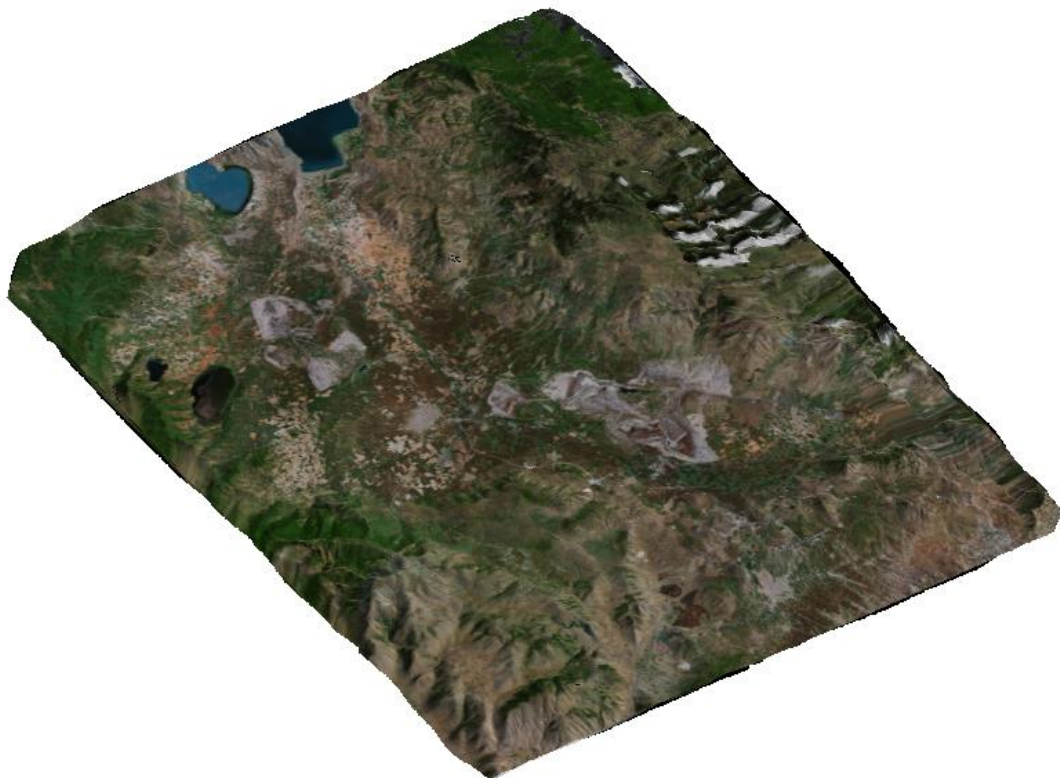


Εικόνα 5.13 : Παράθυρο Properties με επιλεγμένη την εντολή Advance.

Αυτό θα εμφανίσει την εικόνα εγγεγραμμένη επάνω στο ψηφιακό μοντέλο σε 3D μορφή.



Εικόνα 5.14 : Τελική εικόνα Γεωαναφοράς.



Εικόνα 5.15 : Ψηφιακό μοντέλο εδάφους σε περιστροφή έπειτα από την γεωαναφορά.

6. Βιβλιογραφία

- Maptek Pty Ltd, Vulcan 3D software Version 7.5 online help, 2008.
- Μερτίκας, Σ.Π., Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας, Εκδόσεις ΙΩΝ, 1999, 449 σελ.
- Brown, M.C., Hacking Google Maps and Google Earth, Wiley, 2006, 406 σελ.