
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ASTER ΓΙΑ
ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

ASTER

Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Αγγελοπούλου Ευαγγελία

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Δρ. Α. Σαρρής

Χανιά

Νοέμβριος 2003

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ASTER ΓΙΑ
ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

Αγγελοπούλου Ευαγγελία

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Δρ. Α. Σαρρής

Χανιά
Νοέμβριος 2003

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική συμπαράσταση καθ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ.Α. Σαρρή για την ουσιαστική βοήθειά του, παρέχοντας για όλη τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας την δυνατότητα να δουλεύω στο χώρο του Ινστιτούτου Μεσογειακών Σπουδών – ΙΤΕ και για την οικονομική βοήθεια για την απόκτηση των δεδομένων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ	1
1.1	Ορισμός και Ιστορική αναδρομή	1
1.2	Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα	2
1.3	Φασματικές ιδιότητες αντικειμένων	4
1.4	Δορυφορικές εικόνες	4
1.5	Διακριτική ικανότητα	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ LANDSAT ΚΑΙ SPOT	9
2.1	Σύστημα Landsat	9
2.1.1	Πολυφασματικός σαρωτής MSS	10
2.1.2	Θεματικός χαρτογράφος TM	11
2.2	Σύστημα Spot	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.	ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ASTER	15
3.1	Εισαγωγή	15
3.2	Όργανο ASTER	16
3.3	Δεδομένα ASTER επιπέδου-1	21
3.3.1	Δεδομένα ASTER επιπέδου-1A	24
3.3.2	Δεδομένα ASTER επιπέδου-1B	27
3.4	Προϊόντα ASTER υψηλότερου επιπέδου	30
3.5	Ραδιομετρική απόδοση ASTER	31
3.6	Γεωμετρική απόδοση ASTER	35
3.7	Παγκόσμιο σύστημα αναφοράς ASTER (WRS)	38
3.8	Στρατηγική απόκτησης στοιχείων	39
3.9	Επιστημονικά αντικείμενα	42
3.10	Εφαρμογές δεδομένων ASTER	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΗΙΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER (GDS)	55
4.1	Βασική αρχή	55
4.2	Χαρακτηριστικά GDS	55
4.3	Διαμόρφωση ASTER GDS	56
4.4	Παρατηρητικοί μέθοδοι ASTER	57
4.5	Έλεγχος αξιοπιστίας	58
4.6	Ιστορικά στοιχεία συστήματος γήινων δεδομένων ASTER (GDS)	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER	72
6.1	Import	72
6.2	Rectification - Διόρθωση	79
6.3	Συνεχή και θεματικά Raster Layers	106
6.4	Τρόποι μετατροπής ιστογράμματος	111
6.5	Mask	116
6.6	Δημιουργία Φωτομωσαϊκού Δορυφορικών εικόνων	119
6.7	Αριθμητικές πράξεις μεταξύ διαύλων καταγραφής	125
6.8	Χωρική Επεξεργασία Εικόνας	130
6.9	Ταξινόμηση εικόνας	138
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		168
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι		169
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ		184
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ		193
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV		212

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

1.1 Ορισμός και Ιστορική αναδρομή

Η λέξη Τηλεπισκόπηση συντίθεται από το αρχαίο επίρρημα «τήλε» (=μακρόθεν, από μακριά), ως πρώτο συνθετικό της, και το ρήμα «επισκοπέω - ώ»που σημαίνει εξετάζω, βλέπω από ψηλά, επιθεωρώ. Τηλεπισκόπηση (REMOTE SENSING), επομένως, σημαίνει αντίληψη αντικειμένων ή φαινομένων από απόσταση. Ορίζεται ως η επιστήμη που ασχολείται με την συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση, και ερμηνεία της πληροφορίας γύρω από έναν στόχο για την αναγνώριση και μέτρηση των ιδιοτήτων του, εξετάζοντας τις αλληλεπιδράσεις του με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, χωρίς στην πραγματικότητα να έρθουμε σε απευθείας επαφή με αυτόν.

Τα στοιχεία Τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται σήμερα για παρακολούθηση κλιματολογικών μεταβολών, παρατήρηση ωκεανών, ανίχνευση ορυκτών πόρων, μελέτη βλάστησης αλλά επίσης και καταγραφή κτηματικής περιουσίας για τη φορολόγηση της, στο κτηματολόγιο, στην κατασκοπία, κλπ. Επίσης, ο στόχος ή το αντικείμενο της Τηλεπισκόπησης μπορεί να είναι είτε πολύ μεγάλο, όπως η Γη, ή η Σελήνη και οι άλλοι πλανήτες, είτε πολύ μικρό, όπως τα βιολογικά κύτταρα, που ερευνούνται με μικροσκόπια στην ιατρική και στη βιολογία.

Μερικές από τις ιστορικές χρονολογίες της Τηλεπισκόπησης είναι επιγραμματικά οι ακόλουθες:

1826. Η Τηλεπισκόπηση ξεκινάει με την ανακάλυψη της φωτογραφίας. Στη συνέχεια αναπτύσσονται νέοι τύποι φιλμ ώστε να γίνεται καταγραφή φωτογραφιών και σε ζώνες εκτός του ορατού φάσματος.

1939. Αναπτύσσεται η υπέρυθη φωτογραφία και το Radar κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου πολέμου.

1960. Δίδεται μεγάλη ώθηση στην Τηλεπισκόπηση από τον ανταγωνισμό στις διαστημικές και δορυφορικές έρευνες κατά τη διάρκεια του ψυχρού πολέμου και από τη δημιουργία της Αμερικανικής Αεροναυτικής και Διαστημικής Υπηρεσίας NASA (National Aeronautics and Space Administration).

1970. Εκτοξεύονται δορυφόροι, όπως ο αμερικανικός δορυφόρος Landsat-1 (1972), για την παρατήρηση της επιφάνειας της γης.

1982. Κατασκευάζεται η δεύτερη γενιά δεκτών και δορυφόρων Landsat με θεματικό χαρτογράφο TM (thematic mapper).

1980. Άλλοι δορυφόροι Τηλεπισκόπησης εκτοξεύονται από χώρες όπως η Ινδία (IRS-1a, IRS-1b), η Ιαπωνία (MOS-1, MOS-1b), και η Ρωσία.

1986. Εκτοξεύεται ο γαλλικός δορυφόρος SPOT-1.

1986. Αναπτύσσονται τα εικονοληπτικά φασματόμετρα (Imaging Spectrometers), όπως τα Geoscan II (32 κανάλια), MONITEQ (288 κανάλια), CASI (288 κανάλια) της Intres Research, το MEIS FM (64 κανάλια) του καναδικού κέντρου Τηλεπισκόπησης (Canadian Centre for Remote Sensing), AVIRIS, κ.ά.

1990. Δημιουργείται το EOS (Earth Observing Systems) στις ΗΠΑ για την παροχή δεδομένων στην παρακολούθηση παγκόσμιων μεταβολών, το Radarsat στον Καναδά και ο Ευρωπαϊκός δορυφόρος Earth Resources Satellite (ERS-1) με συσκευές Radar του τύπου SAR (Synthetic Aperture Radar).

1.2 Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

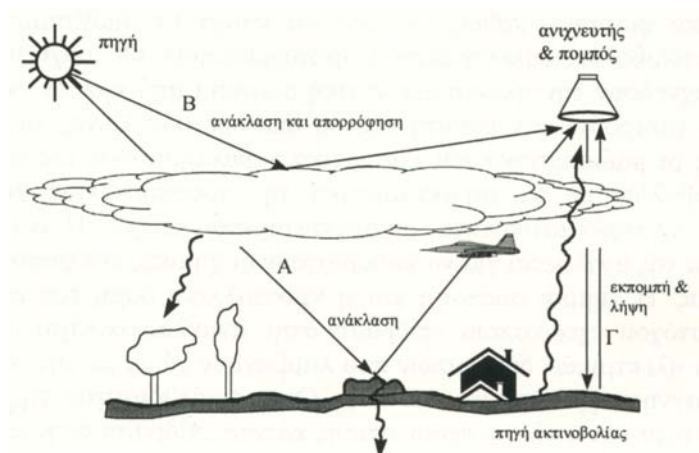
Ως ηλεκτρομαγνητικό φάσμα θεωρούμε τη ταξινόμηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σύμφωνα με το μήκος κύματος ή σύμφωνα με τη συχνότητα ή την ενέργεια.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε ζώνες που παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά και εκτείνεται από τις ακτίνες γάμμα (μικρό μήκος κύματος και υψηλή ενέργεια), μέχρι τα ραδιοκύματα (μεγάλο μήκος κύματος και χαμηλή ενέργεια). Οι φασματικές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος χωρίζονται, σύμφωνα με το μήκος κύματος, στον παρακάτω πίνακα 1.1.

ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (λ)
Ακτίνες γάμμα	<0,03 nm
Ακτίνες Χ	0,03nm – 300nm
Υπεριώδης ακτινοβολία	0,30μm – 0,38μm
Ορατό	0,38μm – 0,72μm
Υπέρυθρος	
Εγγύς υπέρυθρο	0,72μm – 1,30μm
Μέσο υπέρυθρο	1,30μm – 3,00μm
Άνω υπέρυθρο	7,00μm – 15μm
Μικροκύματα	0,3cm – 30cm
Ραδιοκύματα	≥30cm

Πίνακας 1.1 Οι φασματικές ζώνες του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος του Ηλίου (Μερτίκας, 1999)

Για την Τηλεπισκόπηση, το πιο σημαντικό τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος είναι εκείνο που δημιουργείται από την ακτινοβολία του Ηλίου.



Σχήμα 1.1 Απλοποιημένο διάγραμμα πρωτογενούς συστήματος Τηλεπισκόπησης. (Μερτίκας, 1999)

Πυρηνικές αντιδράσεις στον Ήλιο παράγουν ένα πλήρες φάσμα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας, το οποίο διαδίδεται στο διάστημα χωρίς μεγάλες αλλαγές στον χαρακτήρα του. Καθώς αυτή η ακτινοβολία πλησιάζει τη Γη, διέρχεται από την ατμόσφαιρα και τελικά καταλήγει στη γήινη επιφάνεια. Τμήμα αυτής της ακτινοβολία ανακλάται από τη γήινη επιφάνεια (π.χ., Α στο Σχήμα 1.1).

Η ανακλώμενη αυτή ακτινοβολία είναι εκείνη στην οποία βασίζεται η λήψη των συμβατικών φωτογραφιών. Επίσης, τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης και επανεκπέμπεται ως θερμική πλέον ακτινοβολία (π.χ., Γ στο Σχήμα 1.2). Η θερμική αυτή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχηματίζει ειδικές απεικονίσεις Τηλεπισκόπησης, που, όμως, διαφέρουν σημαντικά από τις αεροφωτογραφίες που δημιουργούνται από ανακλώμενη ενέργεια. Τέλος για την Τηλεπισκόπηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης τεχνητή ακτινοβολία, όπως αυτή που παράγεται από τα Radar. Οι αρχές του πρωτογενούς συστήματος Τηλεπισκόπησης φαίνονται στο Σχήμα 1.1.

1.3 Φασματικές ιδιότητες αντικειμένων

Χρησιμοποιώντας την θεωρία της Τηλεπισκόπησης, μπορούμε να μελετήσουμε τα αντικείμενα με τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα εξετάζοντας την ακτινοβολία που ανακλάται ή εκπέμπεται από αυτά. Χρησιμοποιώντας λοιπόν φωτογραφικές μηχανές, οπτικομηχανικούς σαρωτές, Radar, εικονοληπτικά φασματόμετρα και άλλα όργανα Τηλεπισκόπησης, μπορούμε να μελετήσουμε τη φασματική απόκριση των αντικειμένων σε διάφορα μήκη κύματος.

Κάθε υλικό παρουσιάζει ξεχωριστή κατανομή της ανακλώμενης εκπεμπόμενης ή απορροφούμενης ακτινοβολίας σε σχέση με το μήκος κύματος λ . Η μελέτη της φασματικής αυτής απόκρισης μας επιτρέπει τη διάκριση ενός αντικειμένου από κάποιο άλλο ή την αξιολόγηση της πληροφορίας σχετικά με το σχήμα, το μέγεθος, τις φυσικές ή χημικές ιδιότητες των αντικειμένων ή φαινομένων. Η μορφή της καμπύλης της φασματικής απόκρισης ενός αντικειμένου ή φαινομένου σε σχέση με το μήκος κύματος λ ονομάζεται **φασματική ταυτότητα** ή **φασματική υπογραφή** του αντικειμένου ή του φαινομένου και είναι μοναδική για κάθε αντικείμενο. (Μερτίκας, 1999)

1.4 Δορυφορικές εικόνες

Οι δέκτες των δορυφόρων συλλέγουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που ανακλάται ή εκπέμπεται από τα διάφορα αντικείμενα στη γη. Τα δεδομένα αυτά μέσω συστημάτων τηλεπικοινωνίας των δορυφόρων με τους σταθμούς στη γη, συγκεντρώνονται και καταγράφονται ψηφιακά σε κατάλληλες μαγνητικές ταινίες ή άλλα αποθηκευτικά μέσα μεγάλης χωρητικότητας ώστε να μπορούν να διατεθούν σε κάθε ενδιαφερόμενο.

Η δορυφορική εικόνα περιγράφεται από τη συνάρτηση $f(x,y)$ όπου τα x,y συμβολίζουν συντεταγμένες και η τιμή της συνάρτησης f είναι ανάλογη της φωτεινότητας (ένταση ακτινοβολίας) της εικόνας στη θέση (x,y) .

Για να είναι δυνατή η επεξεργασία της εικόνας στους υπολογιστές πρέπει η συνάρτηση f να μετατραπεί από συνεχή σε διακριτή μορφή, δηλαδή να ψηφιοποιηθεί. Η ψηφιακή εικόνα είναι πίνακας αποτελούμενος από ψηφιακούς αριθμούς, που απεικονίζουν τη χωρική κατανομή συγκεκριμένου πεδίου ή παραμέτρου. Η παράμετρος μπορεί να είναι η ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η εκπομπή αυτής, η θερμοκρασία του σώματος, δεδομένα τοπογραφικού ανάγλυφου κ.λ.π .

Κάθε σημείο στην εικόνα αντιπροσωπεύεται από στοιχεία του πίνακα και αντιστοιχεί στην τιμή του τόνου του γκριζου. Τα στοιχεία του πίνακα ονομάζονται εικονοστοιχεία ή ψηφίδες εικόνας (pixel). Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μια νέα συνάρτηση $DN(i,,j)$ όπου οι συντεταγμένες (x,y) μετατράπηκαν σε ακέραιες τιμές $(i,,j)$ και η ένταση f είναι συνάρτηση με ακέραια τιμή του τόνου του γκριζου.

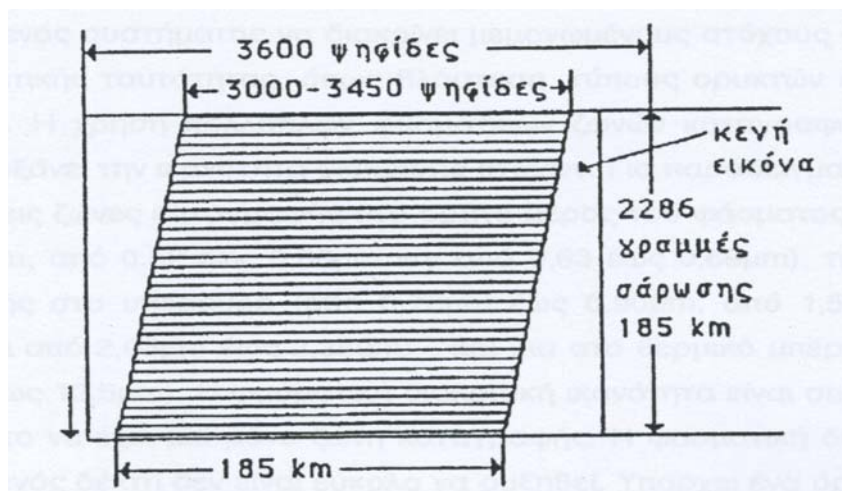
Η διαδικασία της ψηφιοποίησης πραγματοποιείται σε δύο στάδια: τη δειγματοληψία (sampling) και την κωδικοποίηση. Κατά το στάδιο της δειγματοληψίας επιλέγονται οι μετρήσεις σε κάθε ψηφίδα. Στο στάδιο της κωδικοποίησης χρησιμοποιούνται μόνο τα ψηφία 0 και 1 (δυναμικό σύστημα), για να παρασταθούν οι τιμές των μετρήσεων δηλαδή είναι: $DN=2^m$ όπου το DN είναι ο αριθμός των διαβαθμίσεων του τόνου του γκριζου, m ο αριθμός των δυαδικών αριθμών.

Κάθε εικονοστοιχείο έχει ψηφιακή τιμή (DN), που καταγράφεται από σειρά δυαδικών αριθμών. Συγκεκριμένα τα συστήματα καταγραφής χρησιμοποιούν 8-bits δηλαδή $2^8=256$ διαβαθμίσεις του τόνου του γκριζου. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αναπαραχθούν είτε σε φωτογραφική μορφή είτε σε ψηφιακή σε συμβατά μέσα αποθήκευσης.

Τα 8-bits αναφέρονται αποκλειστικά σε θέμα καταγραφής και αποθήκευσης των δεδομένων και όχι επεξεργασίας αυτών. Έτσι οι διαθέσιμες δορυφορικές εικόνες είναι καταγραμμένες σε μορφή 8-bits, δηλαδή οι τιμές που λαμβάνουν τα εικονοστοιχεία αυτών βρίσκονται στο εύρος 0 έως 255 (256 ακέραιες τιμές). Οι εικόνες που λαμβάνουμε από τους δορυφόρους είναι ασπρόμαυρες. Η χαμηλότερη ένταση έχει τιμή $DN=0$ η οποία αντιστοιχεί στο μαύρο (ελάχιστη φωτεινότητα) και η υψηλότερη ένταση έχει τιμή $DN=255$ η οποία αντιστοιχεί σε λευκό (μέγιστη φωτεινότητα).

Οι περισσότερες ψηφιακές εικόνες δημιουργούνται από τις γραμμές σάρωσης. Κάθε γραμμή σάρωσης αποτελείται από το πλήθος επί μέρους ψηφιδών. Οι διαστάσεις της καταγραφόμενης περιοχής εξαρτώνται από το στιγμιαίο οπτικό πεδίο του συστήματος σάρωσης που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη της εικόνας.

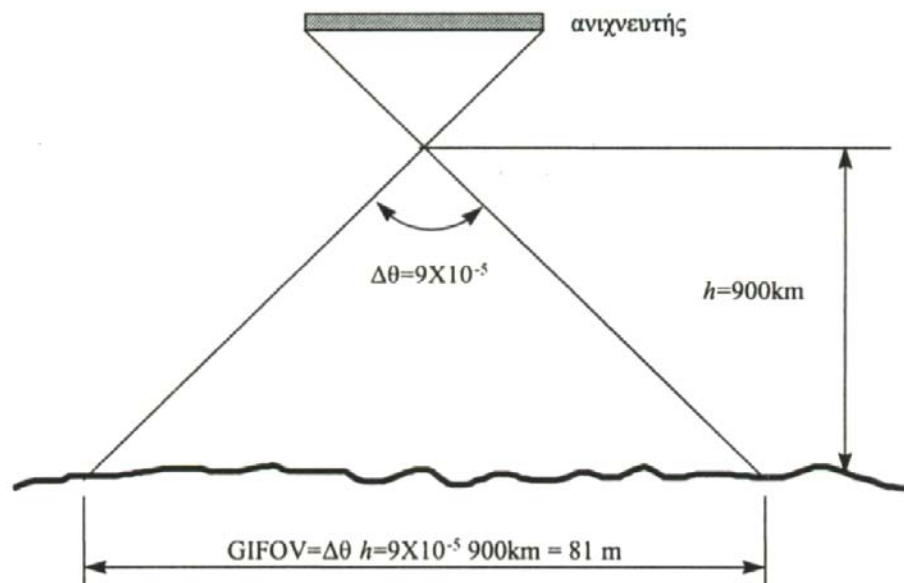
Λόγω της κίνησης των δορυφόρων (σχεδόν κάθετα στον ισημερινό για της πολικής τροχιάς δορυφόρους) και της κίνησης της γης οι εικόνες που λαμβάνουμε ύστερα από τη σάρωση έχουν τη μορφή του σχήματος 1.2. Η κίνηση του δορυφόρου γίνεται από το Βορρά προς το Νότο την ημέρα και από το Νότο προς το Βορρά τη νύχτα (ανιούσα φορά). Οι δέκτες, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στην ανακλώμενη ηλιακή ενέργεια, λαμβάνουν δεδομένα μόνο κατά την κατιούσα φορά. Τα radar όμως και οι δέκτες θερμικής ακτινοβολίας λαμβάνουν δεδομένα ανεξάρτητα του ηλιακού φωτισμού και συνεπώς μπορούν να συλλέγουν δεδομένα κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύκτας. (Μερτίκας, 1999)



Σχήμα 1.2 Λεπτομέρεια ενός διαύλου της πολυφασματικής ψηφιακής εικόνας MSS του Landsat (Αραμπέλος, 1991)

Το εμβαδόν της γήινης επιφάνειας από την οποία καταγράφεται η ακτινοβολία ορίζεται ως **στιγμιαίο οπτικό πεδίο εδάφους GIFOV** του ανιχνευτή. Αυτό εξαρτάται: από α) τις διαστάσεις του ανιχνευτή, β) τη γραμμική ταχύτητα της πλατφόρμας του αισθητήρα, γ) το ύψος πτήσης της πλατφόρμας, δ) τη συχνότητα ταλάντωσης του κατόπτρου, και ε) τη συχνότητα δειγματοληψίας του σήματος που προέρχεται από τον ανιχνευτή.

Το **στιγμαίο οπτικό πεδίο εδάφους GIFOV** μετρείται σε ακτίνια (rad) και αναφέρεται στην επίκεντρο γωνία $\Delta\theta$ κύκλου με κέντρο τον ανιχνευτή και με ακτίνα το ύψος πτήσης h και η οποία βαίνει του στοιχείου της γήινης επιφάνειας. Από αυτήν τη γωνιακή τιμή $\Delta\theta$ και το ύψος της πτήσης h της πλατφόρμας μπορεί να καθορισθεί το **GIFOV** του ανιχνευτή στο έδαφος (σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3 Ένα παράδειγμα της γεωμετρίας του GIFOV στους δορυφόρους Τηλεπισκόπησης (Μερτίκας, 1999).

1.5 Διακριτική Ικανότητα

Η διακριτική ικανότητα (Resolution) αναφέρεται στη μέγιστη ανάλυση μέτρησης και σχετίζεται με την ικανότητα συστήματος καταγραφής να διακρίνει αντικείμενα. Διακρίνεται σε φασματική, ραδιομετρική, χωρική και διαχρονική.

Η **φασματική διακριτική ικανότητα (spectral resolution)**, καθορίζει την ικανότητα ενός συστήματος να διακρίνει μεμονωμένους στόχους διαφορετικής φασματικής ταυτότητας, όπως η βλάστηση, τύπους ορυκτών και πετρωμάτων κλπ. Η χρήση πολλαπλών φασματικών ζωνών καταγραφής, μικρού εύρους, αυξάνει την ικανότητα διάκρισης στόχων. Η φασματική διακριτική ικανότητα ενός δέκτη δεν είναι εύκολο να αυξηθεί. Υπάρχει ένα όριο.

Η υψηλή φασματική διακριτική ικανότητα μειώνει το λόγο σήματος-θορύβου που λαμβάνουμε, επειδή ο λόγος αυτός είναι ανάλογος της αύξησης ή μείωσης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο δέκτη. Η μείωση της φασματικής ζώνης συνεπάγεται μείωση της καταγραφόμενης ακτινοβολίας στο δέκτη και αύξηση θορύβου.

Το σήμα είναι η πληροφορία που θέλουμε να λάβουμε, ενώ ο θόρυβος είναι τα ανεπιθύμητα σήματα τυχαία ή συστηματικά και προκαλείται από τα μηχανικά ή ηλεκτρονικά συστήματα του οργάνου καταγραφής.

Η **ραδιομετρική διακριτική ικανότητα (radiometric resolution)** ή δυναμικό εύρος του οργάνου, αναφέρεται στον αριθμό των διαβαθμίσεων που χρησιμοποιούνται για την ψηφιοποίηση της έντασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ο αριθμός των διαβαθμίσεων εκφράζεται από τον αριθμό των ψηφιακών τιμών (bits) που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της μέγιστης τιμής. Γενικά όσοι περισσότεροι είναι τα επίπεδα διαβαθμίσεων τόσο πιο μεγάλη είναι η ευκρίνεια της εικόνας που λαμβάνουμε.

Η **χωρική διακριτική ικανότητα (spatial resolution)**, αναφέρεται στη μέτρηση του μικρότερου αντικειμένου στη Γη που μπορεί να παρατηρηθεί από τον ανιχνευτή. Εξαρτάται από το μέγεθος των ψηφιδών της εικόνας και αντιστοιχεί στην ικανότητα ενός συστήματος να διακρίνει αντικείμενα στη γεωμετρική τους διάσταση. Η χωρική διακριτική ικανότητα, περιγράφεται επίσης από το στιγμιαίο οπτικό πεδίο ενός δέκτη (GIFOV).

Τέλος, η **διαχρονική διακριτική ικανότητα (temporal resolution)**, αναφέρεται στο πόσο συχνά μπορεί να επαναληφθεί η λήψη εικόνων μιας περιοχής. Για παράδειγμα ο δορυφόρος Landsat επιστρέφει πάνω από την ίδια περιοχή της γήινης επιφάνειας και καταγράφει εικόνες διαστάσεων 185Km x 185Km κάθε 18 ημέρες (Landsat-1,2 και 3) ή κάθε 16 ημέρες (Landsat 4/5, Landsat 7 183Km x 170Km, Aster 60Km x 60Km). Ο γαλλικός δορυφόρος SPOT επαναλαμβάνει την κάλυψη της ίδιας περιοχής κάθε 26 ημέρες. Άρα η διαχρονική ανάλυση του Landsat και ASTER είναι σαφώς καλύτερη από του SPOT, αν και ο SPOT έχει τη δυνατότητα καθημερινής κάλυψης, αν του ζητηθεί. **(Μερτίκας, 1999)**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ LANDSAT ΚΑΙ SPOT

2.1 Σύστημα Landsat

Το πρώτο δορυφορικό σύστημα Τηλεπισκόπησης ήταν το Landsat και αναπτύχθηκε από την αμερικανική NASA. Προοριζόταν για την παροχή παγκόσμιας σχεδόν κάλυψης της γήινης επιφάνειας σε τακτή βάση. Αποτελεί το κατεξοχήν μέσο λήψης εικόνων Τηλεπισκόπησης και θεωρείται το σύστημα βάσει του οποίου αναπτύχθηκαν και ελέχθησαν όλα τα μετέπειτα δορυφορικά προγράμματα. Έξι δορυφόροι έχουν τεθεί μέχρι σήμερα σε τροχιά επιτυχώς. Ο Landsat-1 εκτοξεύθηκε το 1972, ο Landsat-2 το 1975, ο Landsat-3 το 1978, ο Landsat-4 το 1982, ο Landsat-5 το 1984 και ο Landsat-7 το 1999. Κάθε δορυφόρος Landsat έχει ένα σύστημα σάρωσης γραμμών το οποίο καταγράφει εικόνες της γης σε ψηφιακή μορφή και τις μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς.

Οι πρώτοι δορυφόροι Landsat-1, 2, 3 ήταν σχεδιασμένοι να φέρουν δύο συστήματα δεκτών για την καταγραφή εικόνων Τηλεπισκόπησης: τη συσκευή Return Beam Vidicon (RBV) και τον πολυφασματικό σαρωτή (MSS). Το RBV ήταν όργανο που έμοιαζε πολύ με φωτογραφική μηχανή. Παρείχε τη δυνατότητα υψηλής γεωμετρικής αλλά και χαμηλής φασματικής και ραδιομετρικής ανάλυσης. Δηλαδή, οι γεωμετρικές θέσεις των διαφόρων χαρακτηριστικών της γης αντιπροσωπεύονταν με ακρίβεια, αλλά χωρίς λεπτομέρεια όσον αφορά το χρώμα και τη φωτεινότητα τους. Αντίθετα, το όργανο MSS ήταν σχεδιασμένο να παρέχει "υψηλή ακρίβεια" για τα φασματικά επιφανειακά χαρακτηριστικά της γης, αλλά μικρότερη ακρίβεια εντοπισμού. Εξαιτίας τεχνικών προβλημάτων, η χρήση του RBV περιορίστηκε και ο κύριος δέκτης για τους δορυφόρους Landsat έγινε η συσκευή MSS.

Η νέα γενιά δορυφόρων Landsat 4 και 5 διέφερε σημαντικά από τους πρώτους Landsat, επειδή περιελάμβανε βελτιώσεις στην τεχνολογία των δεκτών και στις παραμέτρους της τροχιάς. Οι Landsat 4 και 5 είναι εφοδιασμένοι με μια νέα βελτιωμένη έκδοση του MSS που ονομάζεται "θεματικός Χαρτογράφος". Σε αυτούς τους δορυφόρους υπάρχουν και τα δύο συστήματα MSS και TM. Το TM έχει τη δυνατότητα να παρέχει καλύτερη χωρική ανάλυση, μεγαλύτερη ραδιομετρική λεπτομέρεια και λεπτομερή φασματική πληροφορία. Στις 5 Οκτωβρίου του 1993, εκτοξεύθηκε ο νέος δορυφόρος Landsat-6. Δυστυχώς όμως η εκτόξευση απέτυχε και δεν κατέστη δυνατό να τεθεί ο δορυφόρος στην κατάλληλη θέση στην τροχιά του.

Ο νέος δορυφόρος Landsat-7 εκτοξεύθηκε το πρώτο τρίμηνο του 1999 και κατασκευάστηκε για λογαριασμό της αμερικανικής NASA, ενώ η λειτουργία του ελέγχεται από την εθνική υπηρεσία ωκεανών και ατμόσφαιρας των ΗΠΑ. Ο Landsat-7 καταγράφει 8 φασματικές ζώνες με καλύτερη χωρική ανάλυση (π.χ 15 m στην παγχρωματική, 30 m στην πολυφασματική και 60 m στη θερμική) από τους δύο προηγούμενους δορυφόρους Landsat-4 και Landsat-5. Η καταγραφή γίνεται με ένα όργανο ονομάζεται ETM+, που θεωρείται βελτιωμένη μορφή του TM του Landsat-5.

2.1.1 Πολυφασματικός σαρωτής MSS

Το σύστημα MSS είναι ένα όργανο σάρωσης που χρησιμοποιείται από όλους τους δορυφόρους Landsat. Χρησιμοποιεί επίπεδο περιστρεφόμενο κάτοπτρο για να σαρώσει την επιφάνεια γης με κατεύθυνση από δυτικά έως ανατολικά. Η ταχύτητα περιστροφής του κατόπτρου είναι 13.6 Hz, ενώ η γραμμική ταχύτητα του ίχνους του δορυφόρου στο έδαφος είναι 6,47 Km/s. Ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία κατευθύνεται από το κάτοπτρο προς ένα όργανο (παρόμοιο με τηλεσκόπιο) που εστιάζει την ενέργεια πάνω σε μια σειρά οπτικών ινών τοποθετημένων στο εστιακό επίπεδο του κατόπτρου. Οι οπτικές ίνες μεταφέρουν κατόπιν την ενέργεια σε ανιχνευτές ευαίσθητους σε τέσσερις φασματικές ζώνες, οι οποίες είναι :

Κανάλι 4 : 0.5 - 0.6 μm (πράσινο). Στις εικόνες αυτού του καναλιού μπορούν να παρατηρηθούν οι κινήσεις των ιζημάτων του νερού και να σχεδιαστούν περιοχές ρηχών νερών, υφάλων, κλπ.

Κανάλι 5 : 0.6 - 0.7 μm (ερυθρό). Μπορούν να παρατηρηθούν και να σχεδιαστούν οι ανθρώπινες κατασκευές, π.χ αστικών περιοχών.

Κανάλι 6 : 0.7 - 0.8 μm (εγγύς υπέρυθρο). Μπορούν να διακριθούν και να σχεδιαστούν τα είδη βλάστησης, τα σύνορα μεταξύ εδάφους και νερού και οι σχηματισμοί εδάφους.

Κανάλι 7 : 0.8-1.1 μm (εγγύς υπέρυθρο). Είναι η περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος όπου επιτυγχάνεται η καλύτερη διαπερατότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας μέσα από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα λήψεις με έμφαση στη βλάστηση, στα σύνορα νερού και εδάφους, σχηματισμούς του εδάφους και στη Γεωλογία.

Στους Landsat 4 και 5, τα κανάλια 4, 5, 6 και 7 των Landsat 1, 2 και 3 έχουν μετονομαστεί σε κανάλια 1, 2, 3, 4 αντίστοιχα.

2.1.2 Θεματικός χαρτογράφος TM

Ο σαρωτής TM σχεδιάστηκε να σαρώνει σε επτά φασματικές περιοχές (κανάλια), με διακριτική ικανότητα 30m x 30m εκτός από το κανάλι 6, στο οποίο σαρώνει με διακριτική ικανότητα 120m x 12m.

Κανάλι 1 : 0.45 - 0.52 μm (Ιώδες - Πράσινο). Στο κανάλι αυτό η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη διαπερατότητα στο νερό και τα δεδομένα του χρησιμοποιούνται κυρίως στην ανάλυση χρήσεων γης και χαρακτηριστικών βλάστησης.

Κανάλι 2 : 0.63 - 0.69 μm (Πράσινο). Τα δεδομένα αυτού του καναλιού για τη μέτρηση της ορατής πράσινης ανακλώμενης ακτινοβολίας από τις κορυφές της βλάστησης, η οποία είναι βοηθητική στην εκτίμηση ασθενειών βλάστησης.

Κανάλι 3 : 0.63 - 0.69 μm (Ερυθρό). Στο κανάλι αυτό η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει σημαντική απορρόφηση από τη χλωροφύλλη και τα δεδομένα του χρησιμοποιούνται για τη διάκριση τύπων βλάστησης.

Κανάλι 4 : 0.76 - 0.90 μm (εγγύς υπέρυθρο). Στην περιοχή αυτή, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία έχει μεγάλη απορρόφηση από το νερό, πράγμα που την κάνει χρήσιμη για τον προσδιορισμό της βιομάζας που περιέχεται στο νερό και τη σχεδίαση των υδάτινων περιοχών.

Κανάλι 5 : 1.55 - 1.75 μm (μέσο υπέρυθρο). Είναι ενδεικτικό για την περιεχόμενη υγρασία στη βλάστηση και στο έδαφος. Επίσης είναι χρήσιμο, στη διάκριση του χιονιού από τα σύννεφα.

Κανάλι 6 : 10.40 - 12.50 μm (θερμικό υπέρυθρο). Είναι το θερμικό κανάλι του θεματικού χαρτογράφου και το μοναδικό με διακριτική ικανότητα 120m * 120m. Είναι χρήσιμο στην ανάλυση βλάστησης, στη διάκριση υγρασίας του εδάφους και στη θερμική σχεδίαση.

Κανάλι 7: 2.08 – 2.35 μm (μέσο υπέρυθρο). Είναι χρήσιμο στη διάκριση των τύπων των πετρωμάτων και στην υδροθερμική σχεδίαση.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Landsat 1	Landsat 2	Landsat 3	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 7
Χαρακτηριστικά τροχιάς						
Ημερ.εκτόξευσης	1972	1975	1978	1982	1984	1999
Παύση λειτουργίας	6/178	25/2/82	7/9/83	2/83(TM)	-	-
Ύψος τροχιάς (Km)	900	900	900	705	705	705
Τροχιές / ημέρα	14	14	14	14	14	14
Επανάληψη	18	18	18	16	16	16
Χρόνος περάσματος από ισημερινό	9:42	9:42	9:42	9:45	9:45	10:00-10:15
Χαρακτηριστικά του RBV						
Φασματικές περιοχές καταγραφής	3	3	2	-	-	-
Διακριτική ικανότητα (m)	80	80	30	-	-	-
Χαρακτηριστικά MSS						
Φασματικές περιοχές καταγραφής	4	4	5	4	4	-
Διακριτική ικανότητα (m)	79	79	79	79	79	-
Χαρακτηριστικά TM						

Φασματικές περιοχές καταγραφής	-	-	-	7	7	-
Διακριτική ικανότητα (m)						-
Κανάλια 1,2,3,4,5,7	-	-	-	30	30	-
Κανάλι 6	-	-	-	120	120	-
Χαρακτηριστικά ETM						
Διακριτική ικανότητα (m)	-	-	-	-	-	60
Κανάλι 6	30					

Πίνακας 2.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά δορυφόρων Landsat
(http://eosims.cr.usgs.gov:5725/DATASET_DOVS/landsat_dataset.html)

2.2 Σύστημα SPOT

Το γαλλικό πρόγραμμα Τηλεπισκόπησης Spot ξεκίνησε το 1977. ο πρώτος δορυφόρος εκτοξεύθηκε στις 21 Φεβρουαρίου του 1986 και σχεδιάστηκε από το Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) στην Τουλούζη, σε συνεργασία με άλλα ευρωπαϊκά κέντρα. Το σύστημα Spot σχεδιάστηκε για μελέτες χρήσεων γης για εκτίμηση των ανανεώσιμων φυσικών διαθεσίμων, για ανίχνευση ορυκτών και για χαρτογραφικές μελέτες σε κλίμακες 1:50.000 και 1:100.000. Οι συσκευές Spot αποτελούνται από δύο πανομοιότυπους δέκτες (HRV), έναν πομπό και μαγνητικούς καταγραφείς.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με την προηγούμενη συμβατική τεχνολογία του Landsat είναι η απουσία μετακινούμενων οργάνων, που στην ουσία θα πρέπει να δώσουν μεγαλύτερη αξιοπιστία στον Spot, μεγαλύτερη ταχύτητα σάρωσης κατά μήκος της λωρίδας σάρωσης, μεγαλύτερη σταθερότητα του δορυφόρου και κατά συνέπεια υψηλή γεωμετρική ακρίβεια.

Το σύστημα HRV μπορεί να λειτουργεί με δύο τρόπους και να καλύπτει εικόνες : στην πανχρωματική (P) και στην πολυφασματική ζώνη (XS). Στην πανχρωματική κάλυψη, ο δέκτης είναι ευαίσθητος για καταγραφές στη ζώνη του φάσματος από $P=0,51-0,73 \mu\text{m}$. Απεικονίζει μια λωρίδα πλάτους 60Km με 6,000 ψηφίδες ανά γραμμή σάρωσης με χωρική ανάλυση 10m x 10m. Σε αυτή την πανχρωματική εικόνα, το σύστημα HRV έχει υψηλή χωρική ανάλυση αλλά καταγράφει μια ευρεία περιοχή του φάσματος. Στην πολυφασματική κάλυψη, το σύστημα HRV καταγράφει τρεις ζώνες του φάσματος : Δίαυλος 1($X\Delta-1 =0,5-0,59 \mu\text{m}$, πράσινο), Δίαυλος 2($X\Delta-2=0,61-0,68 \mu\text{m}$,ερυθρό) και Δίαυλος 3($X\Delta-3=0,79-0,89 \mu\text{m}$, εγγύς υπέρυθρο). Και εδώ ο δέκτης απεικονίζει λωρίδα πλάτους 60Km, χρησιμοποιώντας 3.000 ψηφίδες για κάθε γραμμή σάρωσης με χωρική ανάλυση 20m x 20m. Οι τρεις εικόνες από διαφορετικούς διαύλους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχηματίσουν ψευδο-χρωματική εικόνα όπως και στο Landsat.

Ο δορυφόρος Spot είναι σε ηλιο-σύγχρονη τροχιά γύρω στα 832Km, διασχίζοντας τον ισημερινό στις 10:30 π.μ. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των δορυφόρων Spot φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

SPOT	ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΤΙΜΕΣ
HRV	Ύψος	832Km
	Επαναληπτικότητα	26 ημέρες
	Τροχιά	Ηλιο-σύγχρονη 10:30 π.μ
ΠΟΛΥΦΑΣΜΑΤΙΚΗ(XS)	0,50 – 0,59 μm (XS1)	GIFOV = 20m * 20 m
	0,61 – 0,68 μm (XS2)	
	0,79 – 0,89 μm (XS3)	
ΠΑΝΧΡΩΜΑΤΙΚΗ (P)	0,51 – 0,73 μm (P)	GIFOV =10m * 10m
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΥΡΟΣ	8-bit	
ΠΛΑΤΟΣ ΑΝΑ HRV	60 Km	

Πίνακας 2.2 Χαρακτηριστικά στοιχεία δορυφόρου SPOT (Μερτίκας, 1999)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ASTER

3.1 Εισαγωγή

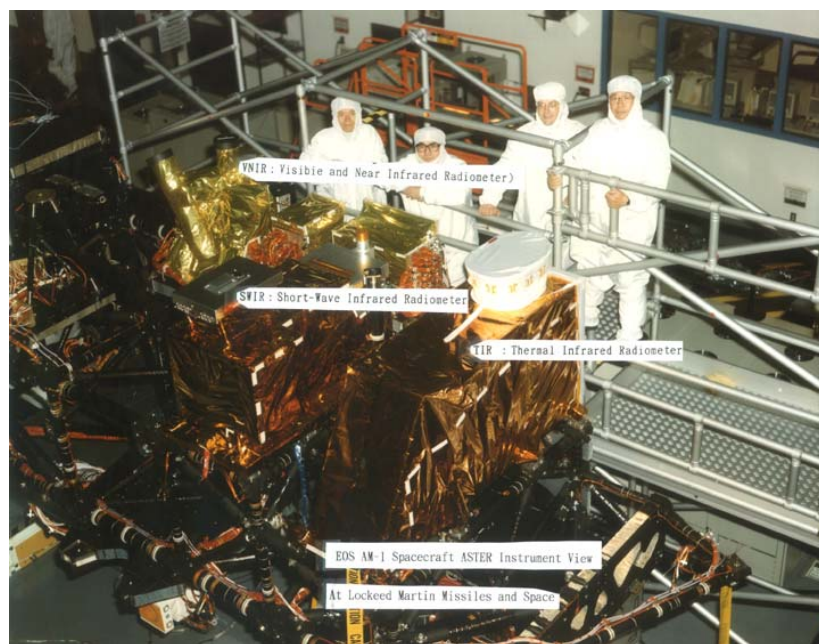
Η διεθνής υπηρεσία βιομηχανίας (MITI) εκτόξευσε το 1992 έναν Ιαπωνικό δορυφόρο (JERS-1), με κύριο σκοπό, να ερευνήσει και να συλλέξει πληροφορίες για τη γη. Τον JERS-1 τον χρησιμοποιούσαν γεωλόγοι και για αυτό η MITI αναπτυσσόταν όλο και περισσότερο. Αυτό το πετύχαινε διότι εξασφάλιζε όλο και περισσότερο λεπτομερή γεωλογικά στοιχεία που βοηθούσαν στην καλύτερη κατανόηση φαινομένων όπως ηφαιστειακές δραστηριότητες, το οποίο θα μπορούσαν να επιδράσουν σημαντικά στο παγκόσμιο περιβάλλον. Αντίθετη αντίδραση υπήρξε για την ανάπτυξη και εξέλιξη του ASTER. Ο TERRA εκτοξεύθηκε τον Δεκέμβριο του 1999 ενώ ο ASTER βρισκόταν επί της πλακέτας στο πρώτο σχέδιο εκτόξευσης του σχεδίου EOS. Η υπηρεσία MITI είναι ένα Ιαπωνικό σύστημα παρακολούθησης πληροφοριών (JAROS) για την αξιοποίηση του αισθητήρα ανίχνευσης και ανάλυση κέντρου δορυφορικών δεδομένων (ERSDAC) για αξιοποίηση των στοιχείων εφαρμογής και των γήινων επεξεργασμένων δεδομένων.

Η επιστημονική ομάδα ASTER αρχικά καθόρισε το σκοπό σχεδίασης του, σύστημα επεξεργασίας γήινων στοιχείων και τη λειτουργία του αισθητήρα ανίχνευσης. Από τότε που το σχέδιο ASTER είναι μέρος του σχεδίου EOS, το σχέδιο ASTER διευθύνεται κάτω από το κλειστό συντονισμό της Ιαπωνίας και των Η.Π.Α. Η συνεισφορά της Ιαπωνίας είναι στον τομέα ανάπτυξης του αισθητήρα ανίχνευσης, δημιουργώντας το πιο κατάλληλο σχέδιο παρακολούθησης. Επίσης η Ιαπωνία έχει αναλάβει την επεξεργασία δεδομένων από ακατέργαστα στοιχεία με αναγνωρισμένη διάταξη και τέλος την δυνατότητα απόκτησης δεδομένων για χρήστες ASTER.

Ο Aster καλύπτει μια ευρεία φασματική περιοχή με 14 μπάντες από το ορατό στο θερμικό υπέρυθρο με υψηλή χωρική ανάλυση και ραδιομετρική ανάλυση. Επίσης, η επιπλέον κοντινή υπέρυθρη ζώνη παρέχει στερεοσκοπική κάλυψη. Η χωρική ικανότητα ποικίλει ανάλογα με το μήκος κύματος : 15m στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο (VNIR), 30m στο υπέρυθρο μικρού κύματος (SWIR) και 90m στο θερμικό υπέρυθρο (TIR). Κάθε εικόνα Aster καλύπτει περιοχή 60 x 60 Km.

Ο Aster μπορεί να αποκτήσει στοιχεία από όλη τη γη με μέσο κύκλο καθήκοντος 8% ανά τροχιά. Αυτό σημαίνει απόκτηση 650 εικόνων ανά ημέρα, οι οποίες επεξεργάζονται σε επίπεδο 1A και από αυτές 150 σε επίπεδο 1B. Οι εικόνες 1A και 1B μεταφέρονται σε αρχεία του συστήματος πληροφοριών (EOSDIS) και υποβάλλονται σε διαδικασίες για παραγωγή υψηλότερου επιπέδου προϊόντα. Όλα τα στοιχεία, αρχεία Aster αποθηκεύονται και διανέμονται σε μορφή HDF-EOS.

3.2 Όργανο Aster

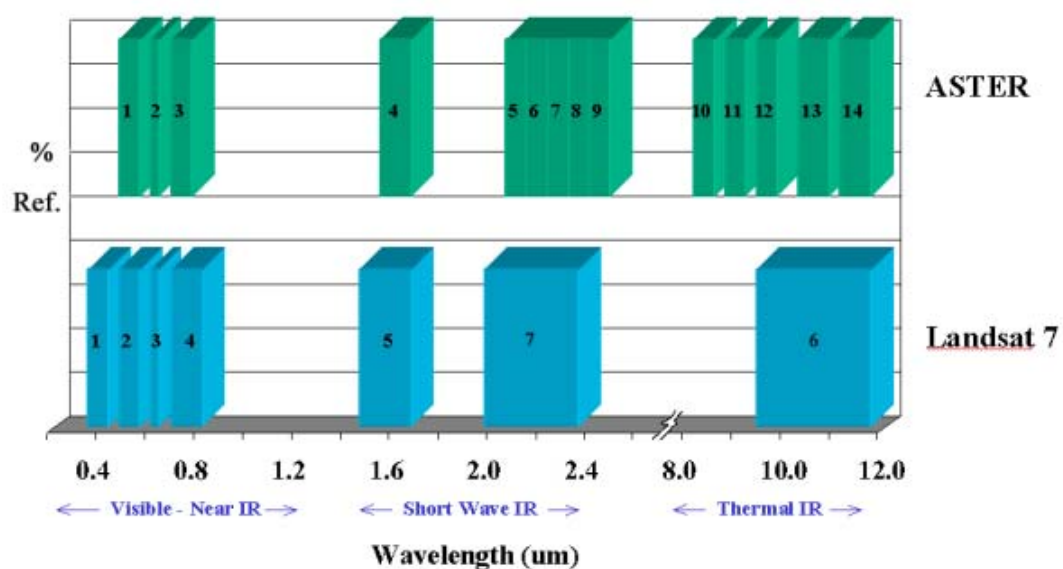


Εικόνα 3.1 Το όργανο Aster πριν την εκτόξευση (Aster User Handbook, 2002)

Ο Aster αποτελείται από τρία διαφορετικά υποσυστήματα (εικόνα 3.2): το ορατό και κοντινό υπέρυθρο (VNIR) έχει τρεις ζώνες με χωρική ανάλυση 15 μ , και ένα πρόσθετο τηλεσκόπιο για στερεοσκοπικό, την υπέρυθρη ακτίνα μικρού κύματος (SWIR) όπου έχει 6 ζώνες με χωρική ανάλυση 30 μ και το θερμικό υπέρυθρο (TIR) όπου έχει 5 ζώνες με χωρική ανάλυση 90 μ . Κάθε υποσύστημα αναπτύσσει δραστηριότητες σε μια διαφορετική φασματική περιοχή, με το δικό του τηλεσκόπιο(α). Τα φασματικά διαπερατά φίλτρα παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1, και μια σύγκριση των διαπερατών φίλτρων με θεματικό χάρτη Landsat παρουσιάζεται στην εικόνα 3.3. Ένα επιπλέον τηλεσκόπιο χρησιμοποιείται στο κοντινό υπέρυθρο (ζώνη 3B) για τη στερεοσκοπική απεικόνιση.

Subsystem	Band No.	Φασματική απόσταση (μm)	Χωρική ανάλυση, m	Quantization Levels
VNIR	1	0.52-0.60	15	8 bits
	2	0.63-0.69		
	3N	0.78-0.86		
	3B	0.78-0.86		
SWIR	4	1.60-1.70	30	8 bits
	5	2.145-2.185		
	6	2.185-2.225		
	7	2.235-2.285		
	8	2.295-2.365		
	9	2.360-2.430		
TIR	10	8.125-8.475	90	12 bits
	11	8.475-8.825		
	12	8.925-9.275		
	13	10.25-10.95		
	14	10.95-11.65		

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά των 3 αισθητήρων ανίχνευσης του Aster (Aster User Handbook, 2002)



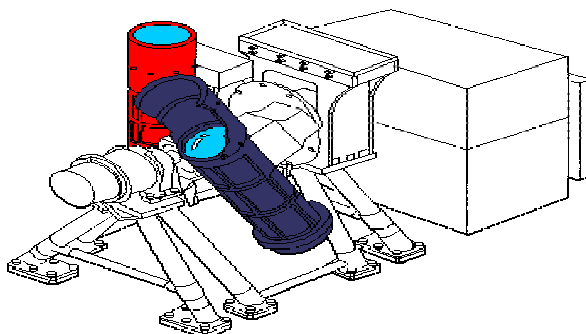
Εικόνα 3.2 Σύγκριση φασματικών ζωνών μεταξύ Aster και θεματικού χάρτη του Landsat-7. (Aster User Handbook, 2002)

Υποσύστημα VNIR

Το υποσύστημα VNIR αποτελείται από δύο ανεξάρτητα τηλεσκόπια για να έχουμε ελαχιστοποίηση σφαλμάτων στην εικόνα (εικόνα 3.3). οι ανιχνευτές για κάθε μία ζώνη αποτελούνται από 5.000 στοιχείου πυριτίου. Μόνο 4.000 από αυτά χρησιμοποιούνται οποιαδήποτε στιγμή. Κατά τη διάρκεια της περιόδου περιστροφής της γης μετατοπίζεται το κέντρο της εικόνας. Το υποσύστημα VNIR εξάγει αυτόματα τα 4000 pixels βασισμένα στη θέση της τροχιάς που παρέχεται από τον EOS.

Το τηλεσκόπιο στο πίσω μέρος του αεροσκάφους περιέχει μια ενιαία σειρά ανιχνευτών και χρησιμοποιεί ένα φίλτρο για διάκριση μήκους κύματος. Το τηλεσκόπιο και οι ανιχνευτές διατηρούνται σε θερμοκρασία $296\pm 3K$ χρησιμοποιώντας θερμικό έλεγχο και ψύξη από την παροχή πλατφόρμας. Η βαθμονόμηση των δύο τηλεσκοπίων στο υποσύστημα VNIR ολοκληρώνεται με καθένα από δύο ανεξάρτητες συσκευές βαθμονόμησης για κάθε τηλεσκόπιο. Η πηγή ακτινοβολίας είναι ένας λαμπτήρας αλογόνου. Εισάγεται μια ακτίνα απόκλισης από τον λαμπτήρα γεμίζοντας έτσι το μέρος υποσυστημάτων των τηλεσκοπίων. Τα στοιχεία ανιχνευτών ακτινοβολούνται ομοιόμορφα από αυτή την ακτίνα. Σε κάθε συσκευή βαθμονόμησης, 2 φωτοδιόδοι πυριτίου χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν την ακτινοβολία του λαμπτήρα. Η πρώτη φωτοδίοδος ελέγχει την ίνα άμεσα και η δεύτερη ελέγχει την ακτίνα βαθμονόμησης ακριβώς μπροστά από το οπτικό στοιχείο του τηλεσκοπίου. Οι θερμοκρασίες του λαμπτήρα και οι φωτοδιόδοι ελέγχονται και παρακολουθούνται.

Το σύστημα επίσης ελέγχεται για θόρυβο. Η ακρίβεια είναι περίπου στο 4% ή καλύτερα το υποσύστημα VNIR παράγει τα υψηλότερα ποσοστά στοιχείων από τα τρία υποσυστήματα. Με τις τέσσερις ζώνες που λειτουργούν το ποσοστό στοιχείων συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων εικόνας, συμπληρώνεται με πληροφορίες και μηχανικά δεδομένα 62Mbps.

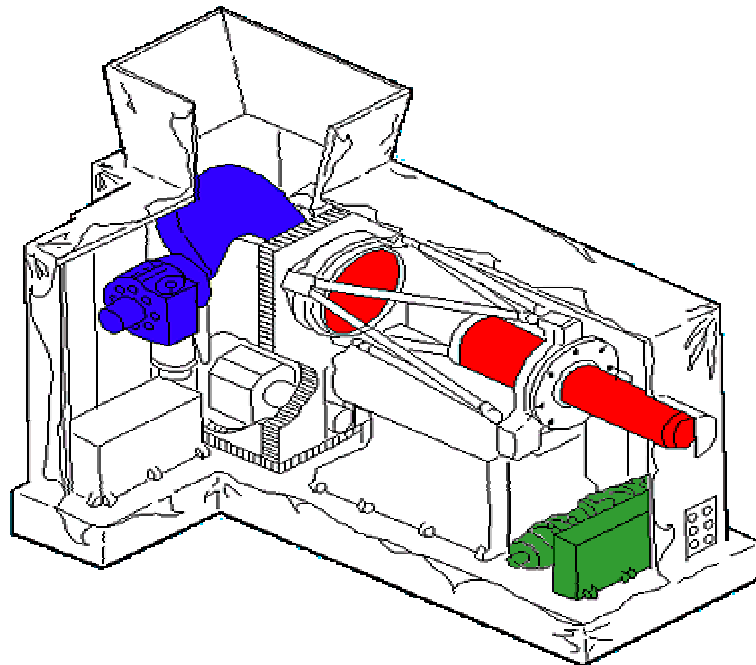


Εικόνα 3.3 Σχεδιασμός υποσυστήματος VNIR (Aster User Handbook, 2002)

Υποσύστημα SWIR

Το υποσύστημα SWIR χρησιμοποιεί ένα ενιαίο σφαιρικό τηλεσκόπιο διάθλασης (εικόνα 3.4). Ο ανιχνευτής σε κάθε μία από τις έξι ζώνες είναι μία ένωση πυριτίου και λευκόχρυσου όπου εμποδίζει την ψύξη στους 80K. Η ψύξη παρέχεται από συμπιεστές και ενεργό ισορροπιστή για αντιστάθμιση του αποσυμπιεστή. Η διάρκεια ζωής του δοχείου είναι 50.000 ώρες. Αν και ο ASTER λειτουργεί με χαμηλό κύκλο καθήκοντος (8% μέσος χρόνος συλλογής δεδομένων), η παροχή ψύξης λειτουργεί συνεχώς γιατί ο χρόνος σταθεροποίησης είναι μεγάλος. Ακόμα καμία παροχή ψύξης δεν έχει δείξει αυτό το μήκος απόδοσης και η ανάπτυξη αυτής της μεγάλης διάρκειας ψύξης ήταν μια πρόκληση για την ομάδα ASTER.

Έξι οπτικά διαπερατά φίλτρα χρησιμοποιούνται για παροχή φασματικού διαχωρισμού. Μια συσκευή βαθμονόμησης παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιείται στο VNIR χρησιμοποιείται και στην εν-πτήση βαθμονόμηση. Η εξαίρεση είναι ότι το υποσύστημα SWIR έχει μόνο μία τέτοια συσκευή.



Εικόνα 3.4 Σχεδιασμός υποσυστήματος SWIR (Aster User Handbook, 2002)

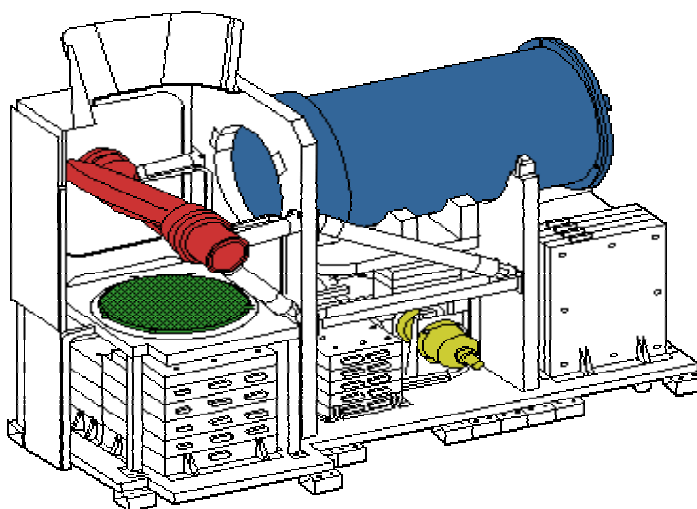
Υποσύστημα TIR

Το υποσύστημα TIR χρησιμοποιεί ένα καταδιοπτρικό σύστημα με μη σφαιρικό κάτοπτρο και φακούς για διόρθωση της παρέκκλισης (εικόνα 3.5). Αντίθετα με τα τηλεσκόπια στα υποσυστήματα VNIR και SWIR, το τηλεσκόπιο στο υποσύστημα TIR είναι σταθερό μαζί με τον καθορισμό σημείων και σάρωση που ανιχνεύει μέσω κατόπτρου. Κάθε ζώνη χρησιμοποιεί δέκα ανιχνευτές υδραργύρου-καδμίου-τελούριου (HgCdTe) σε μια κλιμακωτή περιοχή με οπτικές ζώνες και διαπερατά φίλτρα πέρα από κάθε στοιχείο ανιχνευτών. Κάθε ανιχνευτής έχει το δικό του ενισχυτή.

Όπως το υποσύστημα SWIR, το TIR χρησιμοποιεί ένα μηχανικό διασπασμένο δοχείο ψύξης (Stirling) για τη διατήρηση ανιχνευτών στους 80K. Σε αυτή την περίπτωση, δεδομένου ότι το δοχείο ψύξης καθορίζεται, η θερμότητα των αποβλήτων που παράγει αφαιρείται χρησιμοποιώντας στην πλατφόρμα μια ψυχρή πλάκα.

Το κάτοπτρο ανίχνευσης λειτουργεί για τη σάρωση. Στον τρόπο σάρωσης το κάτοπτρο ταλαντώνεται με συχνότητα 7Hz. Για βαθμονόμηση, το κάτοπτρο σάρωσης στρέφεται 180^ο από τη θέση ναδίρ. Το σύστημα περιέχει και σύστημα για τον έλεγχο και παρακολούθηση της θερμοκρασίας μέσω δέσμης φωτός.

Το συνολικό ποσοστό στοιχείων στο TIR, περιλαμβάνει συμπληρωματική τηλεμετρία και εφαρμοσμένη μηχανική τηλεμετρία, όπου είναι 4,2 Mbps. Επειδή το υποσύστημα TIR μπορεί να επιστρέψει χρήσιμα στοιχεία για ημέρα και νύχτα, ο κύκλος καθήκοντος τίθεται σε 16%.



Εικόνα 3.5 Σχεδιασμός υποσυστήματος TIR (ASTER User Handbook, 2002)

3.3 Δεδομένα ASTER επιπέδου-1

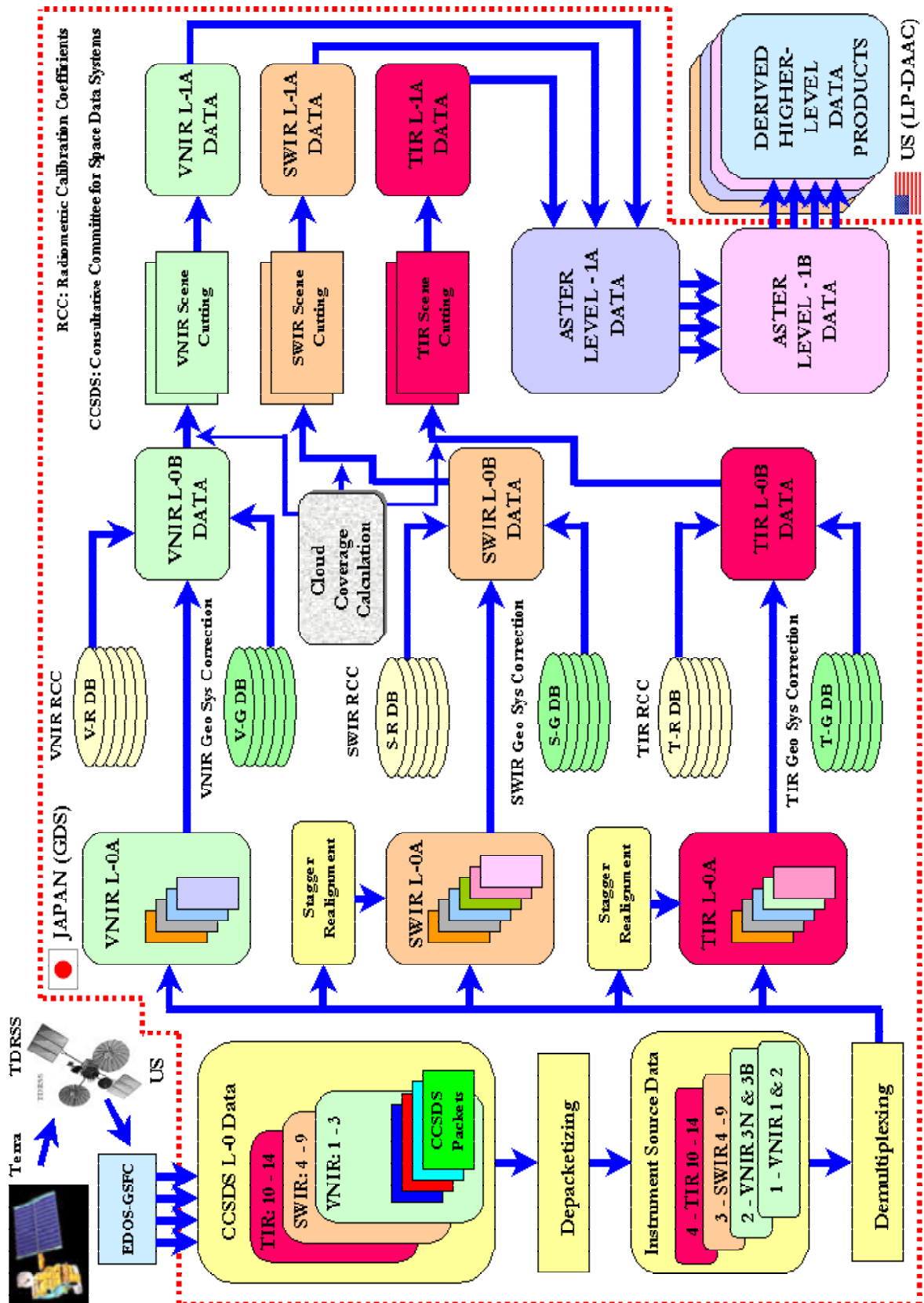
Το όργανο ASTER παράγει δύο τύπους δεδομένων επιπέδου-1: Επίπεδο -1A (L1A) και επίπεδο -1B (L1B). Τα δεδομένα ASTER L1A ορίζονται τυπικά ως τα αναδημιουργημένα, μη επεξεργασμένα στοιχεία οργάνων σε πλήρης ανάλυση. Αποτελούνται από τα δεδομένα εικόνας, τους ραδιομετρικούς συντελεστές, τους γεωμετρικούς συντελεστές και άλλα βοηθητικά στοιχεία χωρίς εφαρμογή των συντελεστών στα δεδομένα εικόνας, διατηρώντας κατά συνέπεια τις αρχικές τιμές των δεδομένων. Τα L1B δεδομένα παράγονται με την εφαρμογή αυτών των συντελεστών για τη ραδιομετρική βαθμονόμηση και τη γεωμετρική λήψη δείγματος.

Όλα τα επίκτητα στοιχεία εικόνας υποβάλλονται σε επεξεργασία L1A. Οι επί του σκάφους περιορισμοί αποθήκευσης στο διαστημικό σκάφος περιορίζουν την απόκτηση του ASTER σε περίπου 650 L1A εικόνες ανά ημέρα. Ένας μέγιστος αριθμός 310 εικόνων ανά ημέρα υποβάλλεται σε επεξεργασία L1B βασισμένος στην κάλυψη από νέφη. Η παράλληλη ροή των στοιχείων, από καθημερινά προγράμματα στην αρχειοθέτηση στο LP-DAAC, παρουσιάζεται στην εικόνα 3.6. Τα σημαντικότερα βήματα που περιλαμβάνονται στην επεξεργασία δεδομένων επιπέδου-1 μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Το ημερήσιο πρόγραμμα αποκτήσεων παράγεται στην Ιαπωνία στον ASTER GDS με τις εισαγωγές και από τις ΗΠΑ και από την Ιαπωνία, και στέλνεται στο κέντρο διαδικασιών του EOS (EOC) όπου βρίσκεται στο κέντρο διαστημικής πτήσης Goddard (GSFC).
- Το ημερήσιο πρόγραμμα αποκτήσεων είναι σε Terra, και τα στοιχεία αποκτώνται αναλόγως.
- Το Terra διαβιβάζει τα δεδομένα επιπέδου-0 μέσω του συστήματος δορυφόρων ηλεκτρονόμων καταδίωξης και στοιχείων (TDRSS), για να στηρίξει τους λαμβάνοντες σταθμούς στις White Sands, New Mexico στις ΗΠΑ.
- Αυτά τα στοιχεία στέλνονται σε ταινία στο σύστημα διαδικασιών στοιχείων EOS (EDOS) στο GSFC.
- Το EDOS, μετά από κάποια ελάχιστη προεπεξεργασία, στέλνει τα στοιχεία όσον αφορά τις ταινίες (αεροπορικώς) στον Aster GDS στο Τόκιο της Ιαπωνίας.

-
- Το GDS επεξεργάζεται δεδομένα επιπέδου-0 και επιπέδου-0A περιλαμβάνοντας τα ακόλουθα:

- **Δεδομένα επιπέδου-0:** Μια λειτουργία για να ανακτήσει τα στοιχεία πηγής οργάνων. Τα πακέτα για κάθε ομάδα χρησιμοποιούν έναν διαδοχικό μετρητή, τις σημαίες στην αρχική επιγραφή, και τις χρονικές ετικέτες στη δευτεροβάθμια επιγραφή. Οι φασματικές πληροφορίες ζωνών στα στοιχεία πηγής οργάνων πολλαπλασιάζονται με την εικόνα στη ζώνη που παρεμβάλλεται από pixel (BIP).
- **Αποδιαύλωση δεδομένων πηγής οργάνου:** Μια λειτουργία αποδιαύλωσης στα χωριστά στοιχεία εικόνας στις φασματικές ζώνες σε format BSQ. Τα στοιχεία πηγής οργάνων αποδιαυλώνονται στα χωριστά στοιχεία εικόνας για κάθε φασματική ζώνη σε format BSQ. Κάθε (επίπεδο- 0A), ομάδα στοιχείων (VNIR, SWIR, & TIR) περιέχει τα δεδομένα εικόνας, τα συμπληρωματικά στοιχεία οργάνων, και τα βοηθητικά στοιχεία διαστημικών σκαφών.
- **Δεδομένα εικόνας από υποσυστήματα SWIR και TIR ευθυγραμμίζονται:** Δεδομένα εικόνας από υποσυστήματα SWIR και TIR ευθυγραμμίζονται εκ νέου για να αντισταθμίσουν μια περίπλοκη διαμόρφωση. Το λάθος παράλλαξης στο SWIR προκαλείται από την εξισορρόπηση στην ευθυγράμμιση ανιχνευτών στη διαμήκη κατεύθυνση. Η διόρθωση παράλλαξης γίνεται με έναν συνδυασμό ταιριάζοντας μεθόδου συσχετισμού εικόνας και DEM.
- **Γεωμετρική διόρθωση συστημάτων:** Ο μετασχηματισμός συντεταγμένων της γραμμής διανύσματος που χρησιμοποιεί τις βοηθητικές πληροφορίες από τα συμπληρωματικά στοιχεία οργάνων και τα βοηθητικά στοιχεία διαστημικών σκαφών για να προσδιορίσει την παρατήρηση δείχνει στις συντεταγμένες γεωγραφικού πλάτους / γεωγραφικού μήκους στη γήινη επιφάνεια που καθορίζεται από το γήινο WGS84 πρότυπο.
- Οι **ραδιομετρικοί συντελεστές** παράγονται χρησιμοποιώντας τις πραγματικές τιμές θερμοκρασίας στα συμπληρωματικά στοιχεία οργάνων.
- Ο ASTER GDS στέλνει τα τελικά δεδομένα Aster L1A και L1B όσον αφορά τις ταινίες (αεροπορικώς) σε LP-DACC για την αρχειοθέτηση, διανομή, και επεξεργασία για προϊόντα πιο υψηλού επιπέδου.



Εικόνα 3.6 Διαδικασία Επεξεργασίας δεδομένων ASTER μεταξύ US και Ιαπωνίας (Aster User Handbook, 2002)

3.3.1 Δεδομένα ASTER επιπέδου – 1A

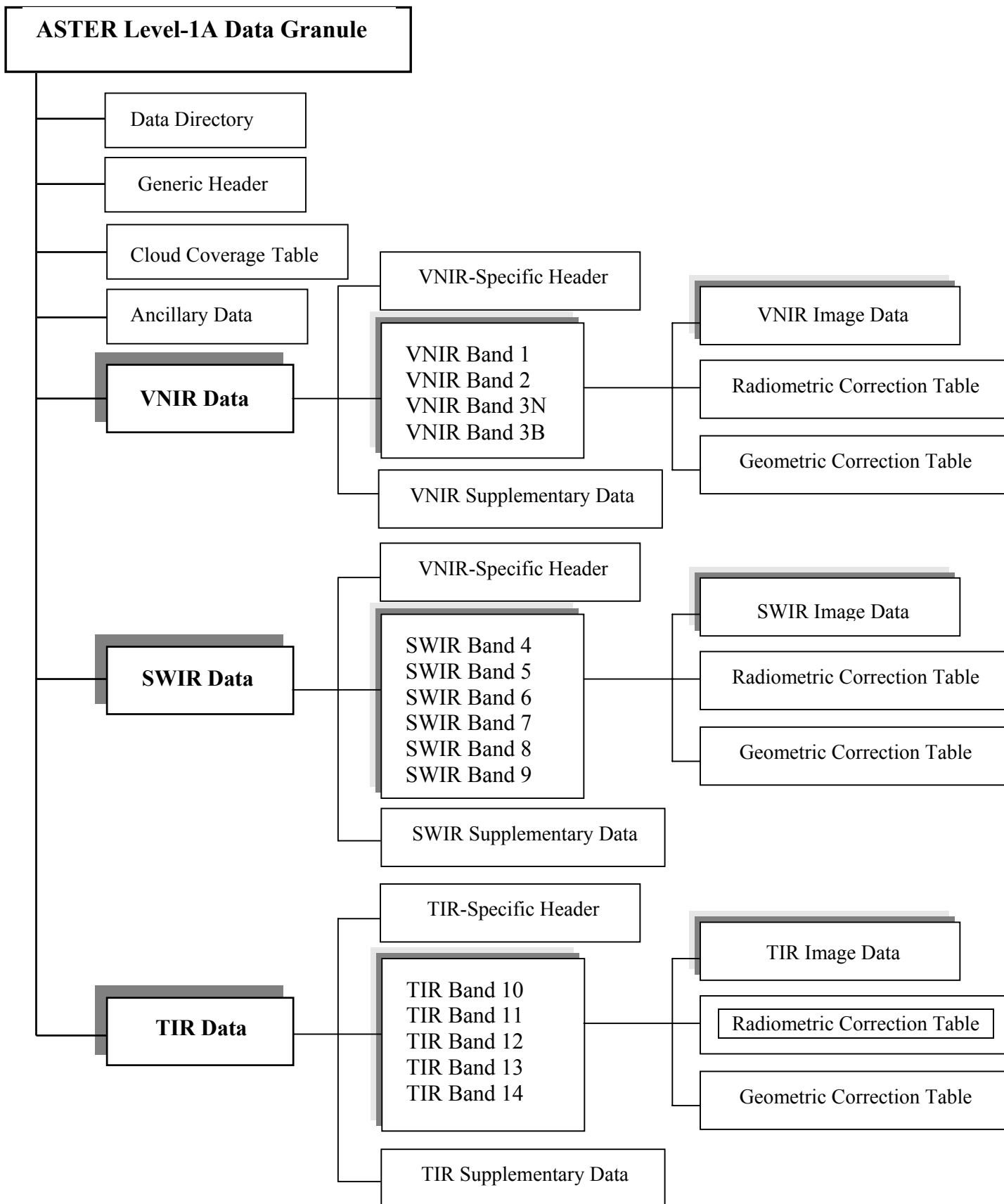
Τα μη επεξεργασμένα δεδομένα ASTER επιπέδου-1A δημιουργούνται από δεδομένα επιπέδου-0, και είναι μη επεξεργασμένες ψηφιακές αριθμήσεις οργάνων. Αυτό το προϊόν περιέχει, αποδιαλυμένα και ευθυγραμμισμένα εκ νέου στοιχεία εικόνας οργάνων με τους γεωμετρικούς συντελεστές διορθώσεων και τους ραδιομετρικούς συντελεστές βαθμονόμησης επισυναπτόμενους αλλά που δεν εφαρμόζονται. Αυτοί οι συντελεστές περιλαμβάνουν τη διόρθωση παράλλαξης στο SWIR καθώς επίσης και καταγραφή τηλεσκοπίων. (Το λάθος παράλλαξης στο SWIR προκαλείται από την αντιστάθμιση στην ευθυγράμμιση ανιχνευτών στη διαμήκη κατεύθυνση και εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ του διαστημικού σκάφους και της παρατηρούμενης γήινης επιφάνειας. Για τις ζώνες SWIR οι διορθώσεις παράλλαξης πραγματοποιούνται με την τεχνική εικόνας ή τη βάση δεδομένων DEM, ανάλογα με την κάλυψη των νεφών). Τα στοιχεία εφαρμοσμένης μηχανικής βοηθημάτων και οργάνων διαστημικών σκαφών συμπεριλαμβάνονται επίσης. Οι ραδιομετρικοί συντελεστές βαθμονόμησης, που αποτελούνται από την αντιστάθμιση και τις πληροφορίες ευαισθησίας, παράγονται από μια βάση δεδομένων για όλους τους ανιχνευτές, και ενημερώνονται περιοδικά. Η γεωμετρική διόρθωση είναι ο ισότιμος μετασχηματισμός για την καταγραφή με τη μέθοδο band-to-band. Τα δεδομένα από το VNIR και SWIR είναι 8-bit και έχουν μεταβλητά κέρδη. Τα δεδομένα από το υποσύστημα TIR είναι 12-bit με ένα ενιαίο κέρδος. Η δομή των στοιχείων μέσα σε ένα επίπεδο-1A είναι διευκρινισμένη στην εικόνα 3.7. Αυτό είναι η μορφή των δεδομένων HDF-EOS.

Αναζήτηση Δεδομένων Aster επιπέδου-1A

Το επίπεδο-1A του Aster επίσης περιέχει αναζήτηση εικόνων για κάθε έναν από τους τρεις αισθητήρες. Αναζητώντας προϊόν που περιέχει μία εικόνα βασισμένη στο επίπεδο-1A στοιχεία με ραδιομετρικές διορθώσεις και τις διορθώσεις καταγραφής που εφαρμόζονται στα δεδομένα επιπέδου-1B. Όλα τα στοιχεία εικόνας (VNIR, SWIR, TIR) είναι συμπιεσμένες JPEG εικόνες 24-bit που αποθηκεύονται σε ένα αρχείο HDF στα αντικείμενα RIS24. Ο ακόλουθος πίνακας (πίνακας 3.2) παρέχει τα κύρια χαρακτηριστικά του επιπέδου-1A αναζητώντας εικόνες.

Telescope	Διαστάσεις (pixel x line)	Compression Method	Σταθερός όρος	Blue	Green	Red
VNIR	224x208	JPEG	50	Band 1	Band 2	Band 3N
SWIR	224x208	JPEG	50	Band 4	Band 5	Band 9
TIR	224x208	JPEG	50	Band 10	Band 12	Band 14

Πίνακας 3.2 Προδιαγραφές αναζήτησης προϊόντων Aster επιπέδου-1A (Aster User Handbook, 2002)

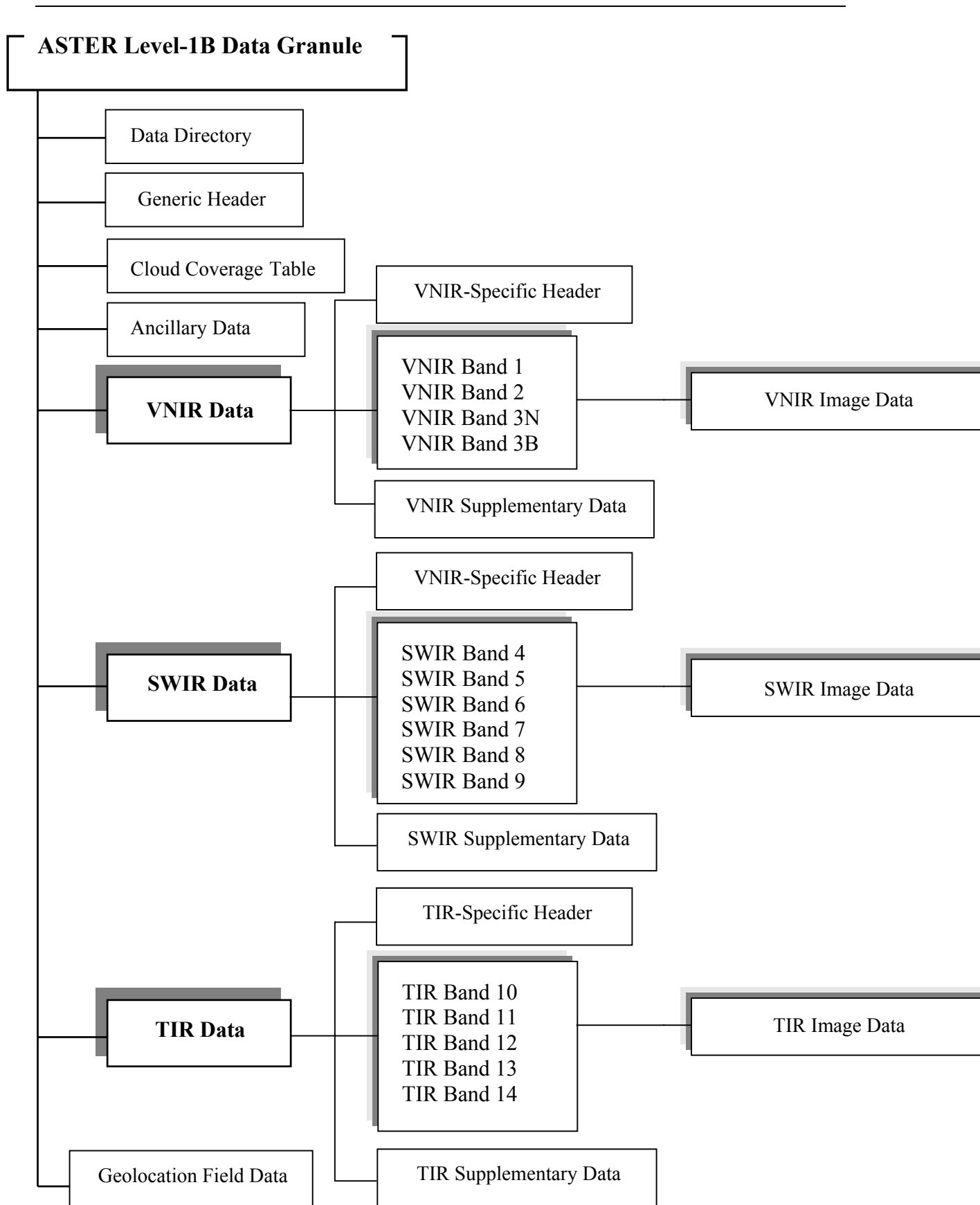


Εικόνα 3.7 Σύνθεση Δεδομένων ASTER επιπέδου-1A (Aster User Handbook, 2002)

3.3.2 Δεδομένα ASTER επιπέδου-1B

Τα δεδομένα ASTER επίπεδο-1B είναι L1A δεδομένα με τους ραδιομετρικούς και γεωμετρικούς συντελεστές που εφαρμόζονται. Όλα αυτά τα στοιχεία αποθηκεύονται μαζί με τα μεταδεδομένα σε ένα αρχείο HDF. Η L1B εικόνα προβάλλεται επάνω σε έναν χάρτη (που περιστρέφεται στη "προσανατολισμένη προς την πορεία" συντεταγμένη) στην πλήρη ανάλυση οργάνων. Η παραγωγή δεδομένων επιπέδου-1B περιλαμβάνει επίσης την καταγραφή του SWIR και των TIR στοιχείων στα στοιχεία VNIR. Και επιπλέον, για υποσύστημα SWIR ειδικότερα, τα λάθη παράλλαξης λόγω των χωρικών θέσεων των ζωνών του διορθώνονται. Τα στοιχεία του επιπέδου-1B καθορίζουν ένα κέντρο εικόνας δεδομένου ότι το γεωδαιτικό κέντρο της εικόνας που λαμβάνεται από L1A χαρακτηριστικά που ονομάζονται "Scene Center" στο HDF-EOS χαρακτηρίζονται "προϊόντα μετά-δεδομένων .0". Ο καθορισμός του κέντρου εικόνας L1B είναι το πραγματικό κέντρο στις στρεφόμενες συντεταγμένες (L1B συντεταγμένες) όχι όπως στα δεδομένα L1A.

Η δομή των δεδομένων L1B παρουσιάζεται σχηματικά στην εικόνα 3.9. Αυτή η απεικόνιση είναι για το προϊόν που παράγεται όταν χρησιμοποιείται το όργανο στον πλήρη τρόπο (όλα τα συστήματα είναι ανοικτά).



Εικόνα 3.8 Σύνθεση Δεδομένων ASTER επιπέδου-1B (Aster User Handbook, 2002)

Αναζήτηση Δεδομένων Aster επιπέδου-1B

Τα σύνολα δεδομένων ASTER επιπέδου-1B δεν έχουν δικιά τους αναζήτηση εικόνων. Αναζητούν χάρτες συνδέσεων μέσω δεδομένων επιπέδου-1A. Περιστασιακά, υπάρχουν περιπτώσεις όταν αναζητάμε L1B δεδομένα η σύνδεση να είναι ανενεργή. Αυτό συμβαίνει κάτω από δύο περιπτώσεις :πρώτον, το L1B σύνολο στοιχείων να σταλεί από GDS σε LP-DAAC μπροστά από το L1A, ή δεύτερον, το αρχείο LP-DAAC δεν έχει λάβει ακόμα τους αντίστοιχους L1A δημιουργούς .

Το L1B σε μια διαφορετική μέθοδο προβολής ή / και λήψης δείγματος μπορεί να παραχθεί κατόπιν αιτήσεως από GDS στην Ιαπωνία (πίνακας 3.3).

Resampling methods	Προβολές χαρτών
Nearest Neighbor (NN)	Geographic (EQRECT)
Cubic Convolution (CC)	Lambert Conformal Conic (LAMCC)
Bi-Linear (BL)	Space Oblique Mercator (SOM)
	Polar Stereographic (PS)
	Universal Transverse Mercator (UTM)

Πίνακας 3.3: Μέθοδοι και προβολές λήψης δείγματος διαθέσιμες για την παραγωγή των προϊόντων επιπέδου-1B (Aster User Handbook, 2002).

Κάθε εικόνα περιέχει τις γεωγραφικές πληροφορίες της τοποθεσίας που αποθηκεύονται σε σειρές. Υπάρχει ένα σύνολο γεωγραφικών πληροφοριών ανά τηλεσκόπιο στο ναδίρ. Κάθε σειρά γεωγραφικών πληροφοριών έχει μέγεθος 11 x 11 στοιχείων, με το πάνω αριστερό στοιχείο (0,0) στην εικόνα για τις απόψεις ναδίρ. Το VNIR στο ναδίρ και οι εικόνες VNIR προς τα πίσω-εξέτασης χρησιμοποιούν την ίδια σειρά γεωγραφικού πλάτους / γεωγραφικού μήκους, εκτός από την προς τα πίσω-εξέταση η εικόνα αντισταθμίζεται όσον αφορά την εικόνα ναδίρ.

(ASTER User Handbook,2002)

3.4 Προϊόντα ASTER υψηλότερου επιπέδου

Ο πίνακας 3.4 απαριθμεί κάθε ένα από τα υψηλότερου επιπέδου τυποποιημένα προϊόντα ASTER και μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Οι πιο λεπτομερείς περιγραφές αυτών των προϊόντων στοιχείων δίνονται στο παράρτημα III.

Short Name	επίπεδο	Parameter Name	Production Mode	μονάδα	Απόλυτη ακρίβεια	Σχετική ακρίβεια	Οριζόντια ανάλυση (m)
AST_06_V	2	Decorrelation stretch -VNIR	routine	none	N/A	N/A	15
AST_06_S	2	Decorrelation stretch -SWIR	routine	none	N/A	N/A	30
AST_06_T	2	Decorrelation stretch -TIR	routine	none	N/A	N/A	90
AST_04	2	Brightness temperature	on-demand	degrees C	1-2 C	0.3 C	90
AST_07	2	Surface reflectance VNIR,SWIR	on- demand	none	4%	1%	15, 30
AST_09	2	Surface radiance -VNIR, SWIR	on- demand	W/m ² /sr /μm	2%	1%	15, 30
AST_09_T	2	Surface radiance -TIR	on- demand	W/m ² /sr /μm	2%	1%	90
AST_05	2	Surface emissivity	on- demand	none	0.05-0.1	0.005	90
AST_08	2	Surface kinetic temperature	on- demand	degrees K	1-4 K	0.3 K	90
AST13F OL	2	Polar surface and cloud classification	on- demand	none	3%	3%	15, 30, 90
AST14E EM	3	Digital elevation model (DEM)	on- demand	m	>= 7 m	>= 10 m	30

Πίνακας 3.4 Προϊόντα ASTER υψηλότερου επιπέδου
(Aster User Handbook ,2002)

3.5 Ραδιομετρική απόδοση ASTER

Ραδιομετρικό σήμα ροής : Μια σημαντική ραδιομετρική πηγή σφαλμάτων είναι το σποραδικό φως από το γήινο δίσκο. Στο VNIR και SWIR το ηλεκτρικό ρεύμα πηγαίνει ολοκληρωμένο στον ανιχνευτή μεταξύ περιοδικών δειγματοληψιών που μετασχηματίζουν το ηλεκτρικό φορτίο. Το ηλεκτρικό ρεύμα ή το ηλεκτρικό φορτίο είναι ο μετατροπέας της ηλεκτρικής τάσης επιτυγχάνοντας ενίσχυση μαζί με μεταβλητό κέρδος και εν συνεχεία ψηφιοποίηση από AD μετατροπείς. Ανιχνευτές στο TIR λαμβάνουν την ακτινοβολία όχι μόνο από το στόχο αλλά και από την κατασκευή αυτού. Το αρχικό στάδιο από την ηλεκτρονική τροχιά στο TIR είναι AC, μια εφαρμογή για την αποφυγή αποτελεσμάτων λόγω της μεγάλης μετατόπισης. Το σήμα DC αποκαθιστά το προηγούμενο κύριο τμήμα μετά από ειδική ηλεκτρονική επεξεργασία.

Εισερχόμενη ακτινοβολία: Η εισερχόμενη ακτινοβολία είναι μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους για σχεδιασμό οργάνων. Υπάρχουν συγκεκριμένες τιμές οι οποίες είναι απαραίτητες για την πιο αποτελεσματική χρησιμοποίηση του DN και βοηθά στην αποφυγή ραδιομετρικών σημάτων κορεσμού γύρω από το ακτινοβολημένο στόχο. Η εισερχόμενη ακτινοβολία είναι υπολογισμένη από την επιστημονική ομάδα του ASTER.

Για μήκος κύματος στην περιοχή VNIR και SWIR, η ακτινοβολία πάνω από την ατμόσφαιρα είναι υπολογισμένη με δύο είδη υπολογιστικών κωδικών. Ο ένας ο LOWTRAN-7 και ο άλλος είναι του Μετεωρολογικού Ινστιτούτου Ερευνών MRI. Σε κάθε περίπτωση απαραίτητο είναι να είναι υπολογισμένες οι συνθήκες μέτρησης της περιοχής όπου γίνεται η μέτρηση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Οι παράμετροι τροχιάς λαμβάνονται σε τοπική ώρα 10:30 am στον ισημερινό, ηλιοσύγχρονης τροχιάς που συγκλίνει και γωνία κλίσης 98,2 deg.

Κώδικας MRI (για VNIR, μπάντες 1-3):

- Ατμοσφαιρική κατανομή σε 5 στρώματα (0-2Km, 2-5Km, 5-13Km, 13-25Km, 25-100Km).
- Δεν επιτρέπονται λεπτά στερεά μέσα σε αέρια.
- Rayleigh η ακτίνα σάρωσης είναι υπολογισμένη από με τη βοήθεια του LOWTRAN-6 για μεσαία γεωγραφικά πλάτη το καλοκαίρι.
- Πλήρης διαχεόμενος στόχος με ανάκλαση 70%.
- Κατά το θερινό ηλιοστάσιο σε γεωγραφικό πλάτος 45 deg βόρεια έχουμε γωνία 24,5 deg.

Κώδικας LOWTRAN-7 (για SWIR, μπάντες 4-9):

- Υπολογισμένο ατμοσφαιρικό μοντέλο για 1976 US.
- Μοντέλο για αποφυγή λεπτών στερεών μέσα από τα αέρια.
- Πλήρης διαχεόμενος στόχος με ανάκλαση 70%.
- Κατά την αέρινη ισημερία η γωνία σε σχέση με τον ισημερινό είναι 20,7deg.

Στο VNIR για μπάντες 1-3, ο κώδικας MRI δίνει μεγάλη ακτινοβολία από το LOWTRAN-7. Η διαφορά είναι στην απόδοση μεταξύ ατμόσφαιρας και επιφάνειας της γης που δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό από τον κώδικα αυτό.

Στην περιοχή VNIR για μπάντες 4-9, ο κώδικας LOWTRAN-7 δίνει μικρή αύξηση ακτινοβολίας σε σχέση με τον κώδικα MRI. Η μικρή διαφορά είναι χαρακτηριστικό της ατμοσφαιρικής σάρωσης.

Στην περιοχή TIR για μπάντες 10-14, η εισερχόμενη ακτινοβολία είναι καθορισμένη από τη θερμοκρασία σώματος που απορροφά την ακτινοβολία αυτή.

Τα δεδομένα ASTER επιπέδου-1B προσφέρονται από την άποψη της κλιμακούμενης ακτινοβολίας. Για να μετατρέψουν από DN στην ακτινοβολία στον αισθητήρα, χρησιμοποιούνται οι συντελεστές μετατροπής μονάδων (που ορίζονται ως η ακτινοβολία ανά 1 DN). Η ακτινοβολία (φασματική ακτινοβολία) εκφράζεται στη μονάδα $W/(m^2 * \text{του } SR * \mu m)$. Η σχέση μεταξύ των τιμών DN και των ακτινοβολιών παρουσιάζεται κατωτέρω:

- (i) τιμή DN ίση με μηδέν προσδιορίζει τα τεχνικά pixel
- (ii) τιμή DN ίση με ένα προσδιορίζει την μηδενική ακτινοβολία
- (iii) τιμή DN ίση με 254 προσδιορίζει τη μέγιστη ακτινοβολία για τις ζώνες VNIR και SWIR
- (iv) τιμή DN ίση με 4094 προσδιορίζει τη μέγιστη ακτινοβολία για τις ζώνες στο TIR
- (v) τιμή DN ίση με 255 προσδιορίζει τα κορεσμένα pixel για τις ζώνες VNIR και SWIR
- (vi) τιμή DN ίση με 4095 προσδιορίζει τα κορεσμένα pixel για τις ζώνες TIR

Κέρδος : Τα υποσυστήματα VNIR και SWIR έχουν ανεξάρτητο κέρδος διακοπής λειτουργίας. Η ακρίβεια του κέρδους είναι καθορισμένη στο $\pm 1\%$ ή λιγότερο.

Το υψηλό κέρδος είναι απαραίτητο για την κατανομή μεγάλου DN στην έξοδο και για χαμηλή ανάκλαση στην είσοδο. Το χαμηλό κέρδος-1 είναι προετοιμασμένο να δώσει περίσσεια για υψηλούς στόχους ανάκλασης. Ειδικά προετοιμασμένο χαμηλό κέρδος-2 στο SWIR χρησιμοποιείτε για παρακολούθηση υψηλών θερμοκρασιών όπως στην περίπτωση της λάβας. Η υψηλότερη αισθητή θερμοκρασία για τον στόχο μας είναι γύρω στους 650K σχετικά με τον κορεσμό εισερχόμενης ακτινοβολίας $130W (m^2 \times sr \times \mu m)$ από CCD γραμμικής παράταξης. **(ASTER User's Guide, March 2001)**

Ο πίνακας 3.5 δείχνει μετρημένες τιμές από κέρδη στο VNIR, SWIR και TIR φασματικών καναλιών. Το κέρδος σε μερικές μπάντες έχει διαφορετικές τιμές για ασυνήθιστα και επίπεδα ρίxel, από ότι στην έξοδο. Αυτό συμβαίνει γιατί είναι μια διαδικασία για διαφορετικές ηλεκτρονικές τροχιές. Στο υποσύστημα TIR δεν υπάρχει κέρδος λειτουργίας γιατί είναι 12bit σύστημα.

Οι μέγιστες ακτινοβολίες εξαρτώνται και από τις φασματικές ζώνες και από τις τοποθετήσεις κέρδους (πίνακας 3.5).

Band No.	Μέγιστη ακτινοβολία ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$)			
	High gain	Normal Gain	Low Gain 1	Low gain 2
1	170.8	427	569	N/A
2	179.0	358	477	
3N	106.8	218	290	
3B	106.8	218	290	
4	27.5	55.0	73.3	73.3
5	8.8	17.6	23.4	103.5
6	7.9	15.8	21.0	98.7
7	7.55	15.1	20.1	83.8
8	5.27	10.55	14.06	62.0
9	4.02	8.04	10.72	67.0
10	N/A	28.17	N/A	N/A
11		27.75		
12		26.97		
13		23.30		
14		21.38		

Πίνακας 3.5 Τιμές μέγιστης ακτινοβολίας για όλες τις μπάντες Aster και όλα τα κέρδη. (Aster User Handbook, 2002)

Η ακτινοβολία μπορεί να ληφθεί από τις τιμές DN ως εξής:

$$\text{ακτινοβολία} = (\text{DN συντελεστής} - 1) * \text{συντελεστής μετατροπής}$$

Band No.	Coefficient (W/(m ² *sr*μm)/DN)			
	High gain	Normal Gain	Low Gain 1	Low Gain 2
1	0.676	1.688	2.25	N/A
2	0.708	1.415	1.89	
3N	0.423	0.862	1.15	
3B	0.423	0.862	1.15	
4	0.1087	0.2174	0.290	0.290
5	0.0348	0.0696	0.0925	0.409
6	0.0313	0.0625	0.0830	0.390
7	0.0299	0.0597	0.0795	0.332
8	0.0209	0.0417	0.0556	0.245
9	0.0159	0.0318	0.0424	0.265
10	N/A	6.822 x 10 ⁻³	N/A	N/A
11		6.780 x 10 ⁻³		
12		6.590 x 10 ⁻³		
13		5.693 x 10 ⁻³		
14		5.225 x 10 ⁻³		

Πίνακας 3.6 Συντελεστές μετατροπής μονάδων κάθε ζώνης (Σημείωση: αυτές οι τιμές δίνονται στα τηλεσκόπιο-συγκεκριμένα μεταδεδομένα, Παράρτημα III) (Aster User Handbook, 2002)

Ραδιομετρική ευαισθησία : Οι παράμετροι των εργαλείων για την ραδιομετρική ανάλυση είναι ένα σήμα θορύβου με λόγο (S/N) ή αλλιώς NEΔρ όπως φαίνεται και στον πίνακα 3-2. Συνεπώς το NEΔρ είναι μετασχηματισμένο σε S/N χρησιμοποιώντας τη σχέση S/N= ανάκλαση / NEΔρ. Το 70% της ανάκλασης ασχολείται με τον υπολογισμό της εισερχόμενης ακτινοβολίας η οποία χρησιμοποιείται και για την μετατροπή του NEΔρ σε S/N. Για μπάντες στο TIR η ραδιομετρική ανάλυση είναι καθορισμένη κατευθείαν από το χρήστη.

Η ραδιομετρική ανάλυση για χαμηλό επίπεδο ακτινοβολίας είναι καθορισμένη ακόμα και αν δεν είναι απαίτηση του χρήστη. Η μείωση της διάδοσης φωτονίων για χαμηλά επίπεδα εισερχόμενης ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη. Η συνολική διάδοση είναι αναμενόμενη

και έτσι έχουμε μείωση του 70% στο VNIR και του 80% στο SWIR εάν συγκρίνουμε με την διάδοση σε υψηλό επίπεδο εισερχόμενης ακτινοβολίας σε αυτή την προδιαγραφή.

Για μπάντες στο TIR το ΝΕΔρ είναι καθορισμένο στα 2,5K ή 1,5K όταν εξαρτάτε από μπάντες που απαιτούν ακρίβεια στα 3K. Η εισερχόμενη ακτινοβολία για μπάντες 10-12 έχει πολύ χαμηλή απορροφητικότητα 200K.

(ASTER User Handbook, 2002)

3.6 Γεωμετρική απόδοση ASTER

Διαμόρφωση εστιακού επιπέδου : Ο ανιχνευτής διάταξης είναι συμπιεσμένος από τη βάση αποτύπωσης του στη γη σε σχέση με την κατεύθυνση πτήσης του διαστημοπλοίου. Τα νούμερα στο εστιακό επίπεδο δείχνουν την διαμόρφωση γιατί τα μεγέθη πάνω στη γη εξαρτώνται από το ύψος του αεροσκάφους. Αυτά τα μεγέθη είναι προμελετημένα έτσι ώστε να ικανοποιούν μια βασική γραμμή για την χωρική ανάλυση δημιουργώντας ακρίβεια από το εστιακό μήκος όταν το ύψος του αεροσκάφους είναι 705Km.

Στα υποσυστήματα SWIR και TIR απασχολείται ο ανιχνευτής κατά σειρά παράταξης διασχίζοντας την τροχιά κατά μήκος. Ο ανιχνευτής χρησιμοποιεί την μέθοδο pixel-to-pixel και έτσι καθορίζει την Nyquist χωρική ανάλυση. Εντούτοις, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το μεγαλύτερο μέγεθος ανιχνευτή το προσφέρει το MTF. Τα μεγέθη ανιχνευτών στο SWIR είναι 20μm με διεύθυνση αντίθετη και 17 μm κατά μήκος της τροχιάς. Η απόσταση pixel με pixel είναι 16,5μm αντίθετα με την διεύθυνση και 33μm κατά μήκος. Το μέγεθος ανιχνευτή στο TIR είναι 50μm x 50μm τα οποία εξισώνονται με την απόσταση pixel με pixel κατά μήκος του ανιχνευτή.

Στα υποσυστήματα VNIR και SWIR, έχουμε μια πηγή πληροφοριών από την απεικόνιση δεδομένων από όλες τις μπάντες με κατεύθυνση αντίθετη της τροχιάς. Η δειγματοληψία των δεδομένων λειτουργεί σε παράταξη ανιχνευτή CCD. Για υποσύστημα TIR τα δεδομένα τα αποκτούν σειριακά σύμφωνα με τη γρήγορη σάρωση από το κάτοπτρο. Η κλίση γωνίας είναι 0,3°, η οποία είναι αμετάβλητη για να έχουμε εξισορρόπηση της περιστροφής της γης και σάρωση έτσι ώστε να ευθυγραμμιστεί η ζώνη τροχιάς κατά τη δεξιά γωνία πτήσης του αεροσκάφους.

Ακρίβεια σχηματισμού : Η ηλεκτρονική πρωτοβάθμια παράταξη ανιχνευτή στο VNIR και SWIR είναι διευθετημένο για μια γραμμική παράταξη για κάθε μπάντα που επικρατεί μια γραμμική βάση δεδομένων με αντίθετη κατεύθυνση για κάθε περίοδο σάρωσης. Για υποσυστήματα στο TIR υπάρχουν 10 ανιχνευτές εξασφαλίζοντας 10 τροχιές σε αντίθετη

κατεύθυνση για κάθε περίοδο σάρωσης. Η απόκλιση και η σταθερότητα μεταξύ ανιχνευτών εστιακού επιπέδου είναι καθορισμένη όπως φαίνεται και τον πίνακα 3-9.

Η κλίση είναι αμετάβλητη από σωστές καταχωρήσεις μπάντα προς μπάντα. Εκτός από τα υποσυστήματα στο TIR η επαναδειγματοληψία είναι απαραίτητη για πιο ακριβή καταγραφή ακόμα και για το ίδιο ραδιόμετρο. Η σταθερότητα επίσης είναι καθορισμένη έτσι ώστε να διατηρείται εσωτερικά 0,2 pixels για κάθε μπάντα και χρησιμοποιείται πάντα πριν από την πτήση για τη διαμόρφωση του εστιακού επιπέδου. Για υποσυστήματα στο VNIR η απόκλιση της κλίσης κατά μήκος της κατεύθυνσης είναι καθορισμένη από την αντίθετη κατεύθυνση διατηρώντας την ακρίβεια γύρω από τα 0,2 pixels χωρίς καμιά εξουδετέρωση από την περιστροφή της γης.

Χωρική ανάλυση : Η χωρική ανάλυση ή το μέγεθος των pixel είναι καθορισμένο από τη βάση Nyquist σύμφωνα με το θεώρημα της δειγματοληψίας.

Οι βασικές παράμετροι για την χωρική ανάλυση σε αντίθετη κατεύθυνση είναι η διάταξη των pixel (κέντρο με κέντρο) από την γραμμική παράταξη των ανιχνευτών στο VNIR και SWIR. Η απόσταση των δεδομένων δειγματοληψίας από υποσυστήματα στο TIR περιγράφεται με την γωνία IFOV κατά μήκος. Συνεπώς, η χωρική ανάλυση στη γη εξαρτάται όχι μόνο από το ύψος του αεροσκάφους αλλά και από τη γωνία πτήσης. Οι γωνίες χωρικής ανάλυσης είναι καθορισμένες για ύψος αεροσκάφους στα 705Km.

Οι βασικές παράμετροι για την χωρική ανάλυση σε κατεύθυνση κατά μήκος είναι η περίοδος σάρωσης που είναι ορισμένη από δεδομένα δειγματοληψίας για κάθε γραμμική ζώνη. Επομένως, η χωρική ανάλυση στη γη εξαρτάται από το ύψος και το γεωγραφικό πλάτος. Η περίοδος σάρωσης είναι καθορισμένη έτσι ώστε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις το αεροσκάφος να είναι σε ύψος 705Km.

Χαρακτηριστικά λειτουργίας : Τα χαρακτηριστικά σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της πτήσης είναι καθορισμένα όπως και η γωνία σύμφωνα με την διεύθυνση του σκάφους. Διαφορετικά όμως είναι τα καθορισμένα χαρακτηριστικά για την εγκατάσταση σταθμών σε κάθε υποσύστημα και εφαρμόζονται μόνο για $\pm 8,55^\circ$. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι καθορισμένα για σφαιρική κάλυψη σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της πτήσης. Η ολική κάλυψη είναι 272Km με σφάλμα ± 20 Km για τις απαιτήσεις του χρήστη (232Km).

Η επαναληψιμότητα των χαρακτηριστικών και η ακρίβεια είναι σημαντικοί παράμετροι για καταχώρηση μπάντας με μπάντα μεταξύ διαφορετικών τηλεσκοπίων. Η σταθερότητα

είναι καθορισμένη έτσι ώστε να διατηρείται εσωτερικά 0,1 pixels για κάθε μπάντα μεταξύ 8 λεπτών αντίστοιχα τότε αποκτούμε τα μέγιστα δεδομένα για κάθε τροχιά.

(ASTER User's Guide, March 2001)

Η γεωμετρική διόρθωση συστημάτων του ASTER περιλαμβάνει πρώτον την περιστροφή και το μετασχηματισμό της γραμμής διανυσμάτων των ανιχνευτών στο ισότιμο σύστημα της γης. Αυτό γίνεται ως μέρος του ASTER επιπέδου-1 με επεξεργασία σε GDS χρησιμοποιώντας τα στοιχεία εφαρμοσμένης μηχανικής από το όργανο (αποκαλούμενο συμπληρωματικά στοιχεία) και τα παρόμοια στοιχεία από την πλατφόρμα διαστημικών σκαφών (αποκαλούμενη βοηθητικά στοιχεία). Η γεωμετρική διόρθωση των στοιχείων ASTER έχει εξελιχθεί μέσω των επιμελημένων διαδικασιών και πριν την πτήση και βαθμονόμηση μετά-έναρξης.

Βαθμονόμηση πριν την πτήση

Αυτό είναι μη απευθείας σύνδεση διαδικασία για να παράγει τις γεωμετρικές παραμέτρους όπως η γραμμή διανυσμάτων (Los) των ανιχνευτών και της υπόδειξης των πληροφοριών αξόνων που αξιολογούνται προς την αναφορά βάσεων ναυσιπλοΐας (NBR) του διαστημικού σκάφους που κρίνεται για να απεικονίσει με την ακρίβεια και τη σταθερότητα οργάνων. Αυτά τα στοιχεία αποθηκεύονται στη γεωμετρική βάση δεδομένων όπου διορθώνονται.

Βαθμονόμηση μετά την πτήση

Μετά από την εκτόξευση του ASTER, αυτές οι παράμετροι διορθώνονται μέσω της επικύρωσης χρησιμοποιώντας τα σημεία επίγειου ελέγχου (GCPs) και ταιριάζοντας με τεχνικές εικόνες δια-ταινιών. Η γεωμετρική διόρθωση συστημάτων στη φάση αυτή συνεπάγεται τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Υπόδειξη της διόρθωσης
- Ισότιμος μετασχηματισμός από τις συντεταγμένες διαστημικών σκαφών στις τροχιακές συντεταγμένες
- Ισότιμος μετασχηματισμός από τις τροχιακές συντεταγμένες στις γήινες αδρανείς συντεταγμένες
- Ισότιμος μετασχηματισμός από τις γήινες αδρανείς συντεταγμένες στις συντεταγμένες του Γκρήνουιτς
- Η βελτίωση της ακρίβειας καταγραφής με τη μέθοδο band-to-band μέσω ισοδύναμων εικόνων περιλαμβάνει 2 διαδικασίες:
- Διόρθωση παράλλαξης στο SWIR

- Διαδικασία εγγραφής διά-τηλεσκοπίων

Με βάση την τρέχουσα γνώση, οι γεωμετρικές παράμετροι απόδοσης του ASTER συνοψίζονται στον πίνακα 3.7.

Parameter		Version 2.1 Geometric Db
Intra-Telescope Registration	VNIR	< 0.1 pixel
	SWIR	< 0.1 pixel
	TIR	< 0.1 pixel
Inter-Telescope Registration	SWIR/VNIR	< 0.2 pixel
	TIR/VNIR	< 0.2 pixel
Stereo Pair System Error	Band 3B/3N	< 10 m
Pixel Geolocation Knowledge	Relative	< 15 m
	Absolute	< 50 m

Πίνακας 3.7 Γεωμετρική απόδοση των δεδομένων ASTER επιπέδου-1 (βασισμένα στην έκδοση V2.1 της γεωμετρικής βάσης δεδομένων διορθώσεων). (Aster User Handbook, 2002)

Σύστημα Γεωμετρικής Διόρθωσης Δεδομένων

Υπάρχει μια εξελισσόμενη βάση δεδομένων γεωμετρικής διόρθωσης συστημάτων που διατηρείται σε GDS. Αυτή η βάση δεδομένων παρέχει τους γεωμετρικούς συντελεστές διορθώσεων που εφαρμόζονται για να παραγάγουν τα στοιχεία επιπέδου-1B. Η γεωμετρική αναφορά διορθώσεων σε δεδομένα ASTER επιπέδου-1 παρέχεται και στα μεταδεδομένα HDF και ECS. Στο αρχείο HDF, αυτό είναι παρόν ως αξία GeometricDBVersion στο φραγμό Product Metadata.0. (ASTER User Handbook, 2002)

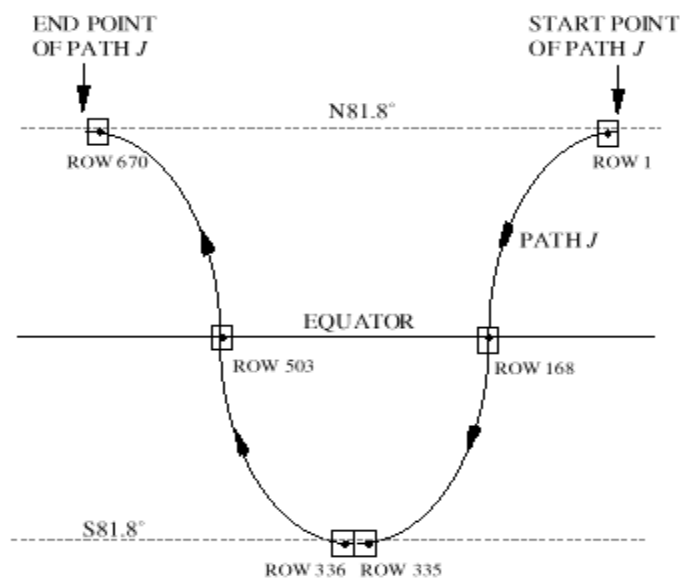
3.7 Παγκόσμιο σύστημα αναφοράς ASTER (WRS)

Σημαντικά χαρακτηριστικά : Το WRS χρησιμοποιείται για τον καθορισμό κάποιας κατάστασης στην επιφάνεια της γης σε συνδυασμό με την τροχιά. Σημαντικά χαρακτηριστικά του ASTER στο WRS είναι τα παρακάτω:

1. Καθορισμένη τροχιά.
2. Η απόσταση των κέντρων των γειτονικών περιοχών είναι μικρότερη από 60Km.
3. Η γωνία κλίσης είναι 98,2⁰.
4. Η περίοδος πτήσης του αεροσκάφους είναι σταθερή.

5. Η βορειότερη θέση (N81,8°) και η νοτιότερη (S81,8°) αντιστοιχούν σε οριακές καταστάσεις.
 6. Σε κάθε κομβικό σημείο του ισημερινού πάντα αντιστοιχεί το κέντρο της περιοχής.
 7. Η αριθμητική πορεία αυξάνεται σε διεύθυνση κατά μήκος από ανατολικά προς δυτικά (64,6°) η οποία αντιστοιχεί στον πρώτο κόμβο της βόρειας Αμερικής.
 8. Για να περιγράψουμε το ελλειψοειδές της γης χρησιμοποιείται το WGS-84.
- (ASTER User Guide, March 2001)**

Στην εικόνα 3.9 απεικονίζονται τα πιο σημαντικά σημεία.



ΕΙΚΟΝΑ 3.9 ROW NUMBER κυριότερων σημείων (ASTER User Guide, March 2001)

3.8 Στρατηγική απόκτησης στοιχείων

Ο ASTER δεν σχεδιάστηκε για να αποκτήσει συνεχώς τα στοιχεία, και ως εκ τούτου οι αποκτήσεις στοιχείων κάθε ημέρας πρέπει να σχεδιαστούν και να δοθούν σε προτεραιότητα. Η ομάδα επιστήμης ASTER έχει αναπτύξει μια στρατηγική απόκτησης στοιχείων για να χρησιμοποιήσει τους διαθέσιμους πόρους. Τα αιτήματα απόκτησης διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες: τοπικές παρατηρήσεις, περιφερειακός έλεγχος, και σφαιρικός χάρτης.

Τοπικές παρατηρήσεις

Οι τοπικές παρατηρήσεις γίνονται ως απάντηση στα αιτήματα απόκτησης στοιχείων από τους εξουσιοδοτημένους χρήστες ASTER. Οι τοπικές παρατηρήσεις να περιλαμβάνουν, παραδείγματος χάριν, τις εικόνες για την ανάλυση της χρήσης εδάφους, της ενεργειακής ισορροπίας επιφάνειας, ή των τοπικών γεωλογικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

Ένα υποσύνολο των τοπικών παρατηρήσεων αποτελείται από τις εικόνες τέτοιων εφήμερων γεγονότων όπως τα ηφαίστεια, τις πλημμύρες, ή τις πυρκαγιές. Τα αιτήματα για τις "επείγουσες παρατηρήσεις" τέτοιων φαινομένων πρέπει να εκπληρωθούν στα μικρά χρονικά διαστήματα (μερικών ημερών). Αυτά τα αιτήματα λαμβάνουν τον ειδικό χειρισμό.

Περιφερειακά δεδομένα παρακολούθησης

Τα περιφερειακά σύνολα δεδομένων περιέχουν τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάλυση μιας μεγάλης περιοχής (συχνά πολλές περιοχές που διασκορπίζονται γύρω από τη γη) ή μιας περιοχής που απαιτεί την πολλαπλή χρονική ανάλυση. Ένα σύνολο στοιχείων "τοπικής παρατήρησης" και ένα σύνολο στοιχείων "περιφερειακού ελέγχου" διακρίνονται από το ποσό εξέτασης των πόρων που απαιτούνται για να ικανοποιήσουν το αίτημα, όπου οι μικρότερες απαιτήσεις ορίζονται ως οι τοπικές παρατηρήσεις και οι μεγαλύτερες απαιτήσεις ορίζονται ως ο περιφερειακός έλεγχος. Η επιστημονική ομάδα ASTER έχει επιλέξει ήδη διάφορους περιφερειακούς στόχους ελέγχου. Μεταξύ του σημαντικότερου είναι τρία που περιλαμβάνουν την επαναλαμβανόμενη απεικόνιση μιας κατηγορίας στόχων επιφάνειας:

1. Οι παγετώνες παγκόσμιων βουνών,
2. Τα παγκόσμια ενεργά και κοιμισμένα ηφαίστεια, και
3. Οι μακροπρόθεσμες οικολογικές περιοχές ερευνητικών (LTER) τομέων.

Σφαιρικός χάρτης

Το σφαιρικό σύνολο στοιχείων θα χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές για να υποστηρίξει την έρευνά τους. Η υψηλή χωρική ανάλυση του σφαιρικού χάρτη ASTER θα συμπληρώσει τα χαμηλότερα στοιχεία ανάλυσης που αποκτιούνται συχνότερα από άλλα

όργανα EOS. Αυτό το σύνολο στοιχείων θα περιλάβει τις εικόνες της επιφάνειας εδάφους ολόκληρης γης, σε όλες τις φασματικά ζώνες ASTER..

Σε κάθε περιοχή της γης έχει δοθεί προτεραιότητα από την επιστημονική ομάδα ASTER για την παρατήρηση σε τμήμα του σφαιρικού χάρτη. Αυτήν την περίοδο τα ακόλουθα χαρακτηριστικά έχουν προσδιοριστεί για τις εικόνες σε σύνολο δεδομένων:

- Στιγμαία κάλυψη
- Υψηλή γωνία ηλίου
- Βέλτιστο κέρδος για την τοπική επιφάνεια εδάφους
- Ελάχιστη κάλυψη χιονιού και πάγου
- Ελάχιστη κάλυψη βλάστησης, και
- Κάλυψη σύννεφων λιγότερο από 20%

Κατανομή επιστημονικών δεδομένων

Αυτή την περίοδο, αναμένεται ότι περίπου 25% των πόρων του ASTER θα διατεθούν στις τοπικές παρατηρήσεις, 50% στον περιφερειακό έλεγχο, και 25% στο σφαιρικό χάρτη. Δεδομένα χαρτών έχουν υποδιαιρεθεί περαιτέρω μεταξύ των περιοχών υψηλής προτεραιότητας που διατίθενται αυτήν την περίοδο 25%, των μέσων τομέων προτεραιότητας που διατίθενται αυτήν την περίοδο 50%, και των χαμηλών τομέων προτεραιότητας που διατίθενται αυτήν την περίοδο 25%,

Τα περιφερειακά δεδομένα παρακολούθησης και ο σφαιρικός χάρτης θα αποκτηθούν από τον ASTER ως απάντηση στα αιτήματα απόκτησης που υποβάλλονται από την ομάδα επιστήμης ASTER που ενεργεί εξ ονόματος της κοινότητας επιστήμης. Αυτά τα αιτήματα απόκτησης της επιστημονικής ομάδας (STARs) υποβάλλονται άμεσα στο σύστημα επίγειων δεδομένων ASTER στην Ιαπωνία. Κάτω από τις περιορισμένες περιστάσεις, STARs για τις τοπικές παρατηρήσεις μπορεί επίσης να υποβληθεί από την επιστημονική ομάδα.

STARs για τον περιφερειακό έλεγχο τα στοιχεία υποβάλλονται από την ομάδα επιστήμης ASTER μόνο αφού έχει υποβληθεί μια πρόταση για τον περιφερειακό στόχο ελέγχου και έχει γίνει αποδεκτή. Αυτές οι "προτάσεις του STAR" θα αξιολογηθούν από τις ομάδες εργασίας επιστήμης του ASTER.

Ένας ήδη-εξουσιοδοτημένος χρήστης ASTER, που θέλει να αποκτήσει πολύ περισσότερα στοιχεία από αυτά που διατίθεται, μπορεί να υποβάλει μια πρόταση του STAR στην ομάδα επιστήμης. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η διαδικασία είναι χρονοβόρα.

Πολύ λιγότερες προτάσεις του STAR θα εγκριθούν σχετικά με αυτές των χρηστών ASTER που κατατέθηκαν.

(ASTER User Handbook, 2002)

3.9 Επιστημονικά αντικείμενα

Σκοπός του σχεδίου ASTER είναι η συνεισφορά στην παροχή πληροφοριών για τοπικά και περιφερειακά φαινόμενα στην επιφάνεια της γης και στην ατμόσφαιρα. Ο τελικός στόχος έχει σαν επακόλουθο τα παρακάτω :

1. Προώθηση της έρευνας γεωλογικών φαινομένων σε τεκτονικές πλάκες. Η γεωλογική ιστορία δίνει πληροφορίες για την τοπογραφία της γης και των γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης ο στόχος περιλαμβάνει και την συνεισφορά της έρευνας στην Τηλεπισκόπηση.
2. Κατανόηση της διανομής και αλλαγής της βλάστησης.
3. Κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ επιφάνειας γης και ατμόσφαιρας από χάρτες θερμοκρασίας επιφάνειας.
4. Αποτίμηση της σύγκρουσης εκπομπής ηφαιστειακών αερίων στην ατμόσφαιρα παρακολουθώντας ηφαιστειακές δραστηριότητες.
5. Κατανόηση των χαρακτηριστικών των στερεών στην ατμόσφαιρα και ταξινόμηση σύννεφων.
6. Κατανόηση του ρόλου των κοραλλιογενών υφάλων στον άνθρακα εξαιτίας της ταξινόμησης κοραλλιών και παγκόσμια διανομή κοραλλιών σε χάρτες.

(ASTER User Guide, March 2001)

3.10 Εφαρμογές δεδομένων ASTER

Τα δεδομένα ASTER έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- Υψηλή χωρική ανάλυση
- Ευρεία φασματική έκταση στο ορατό, κοντινό υπέρυθρο, κύματα μικρής περιόδου στο υπέρυθρο και θερμικό υπέρυθρο.
- Στερεοσκοπικό σύστημα απεικόνισης στην ίδια τροχιά περιστροφής.

Ο TERRA επίσης έχει και άλλους αισθητήρες όπως ο MODIS, MISR, CERES και MOPITT οι οποίοι έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον ASTER. Ο συνδυασμός δεδομένων ASTER και δεδομένων από άλλους αισθητήρες μπορούν να εξασφαλίσουν καλύτερες ατμοσφαιρικές διορθώσεις και επιτρεπτή βαθμονόμηση. Το πολλαπλάσιο

ωφέλιμο φορτίο του TERRA βοηθάει στην παρακολούθηση αυτών των στοιχείων που δεν είναι ορατά με έναν αισθητήρα.

Προτεινόμενες μελέτες εφαρμογής δεδομένων ASTER είναι οι ακόλουθες:

1. Εδαφική περιοχή

- Παρακολούθηση από ηφαιστειακές δραστηριότητες και παρακολούθηση εκρήξεων.
- Παρακολούθηση παραλιακής διάβρωσης και ιζηματοποίηση στον U.S Atlantic και γεωλογική εξέταση από κατακρημνίσματα Αφρικής, Νότιου Μεξικού και από Άνδης.
- Παρακολούθηση βλάστησης σε τροπικά δάση.
- Παρακολούθηση βάλτων και ελών.
- Εκτίμηση γήινης επιφάνειας από ροή ενέργειας.
- Δημιουργία ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM) για τοπογραφία στην Νότια-Ανατολική Ασία.

2. Θαλάσσιες και λιμναίες περιοχές

- Χαρτογράφηση και εγκατάσταση βάσης δεδομένων κοραλλιογενών υφάλων στον Δυτικό Ειρηνικό ωκεανό.
- Παρακολούθηση της θολούρας και υδρόβιας βλάστησης.
- Ανάλυση θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας και τις ακτές

3. Χιόνι και πάγος

- Χαρτογράφηση κίνησης παγετώνων στην Ανταρκτική ακτή.
- Ανάλυση κλίματος από παρακολούθηση παγετώνων την Κεντρική Ασία.
- Ανάλυση της διανομής πάγου στην θάλασσα και της θερμοκρασίας του παγόβουνου.

4. Ατμόσφαιρα

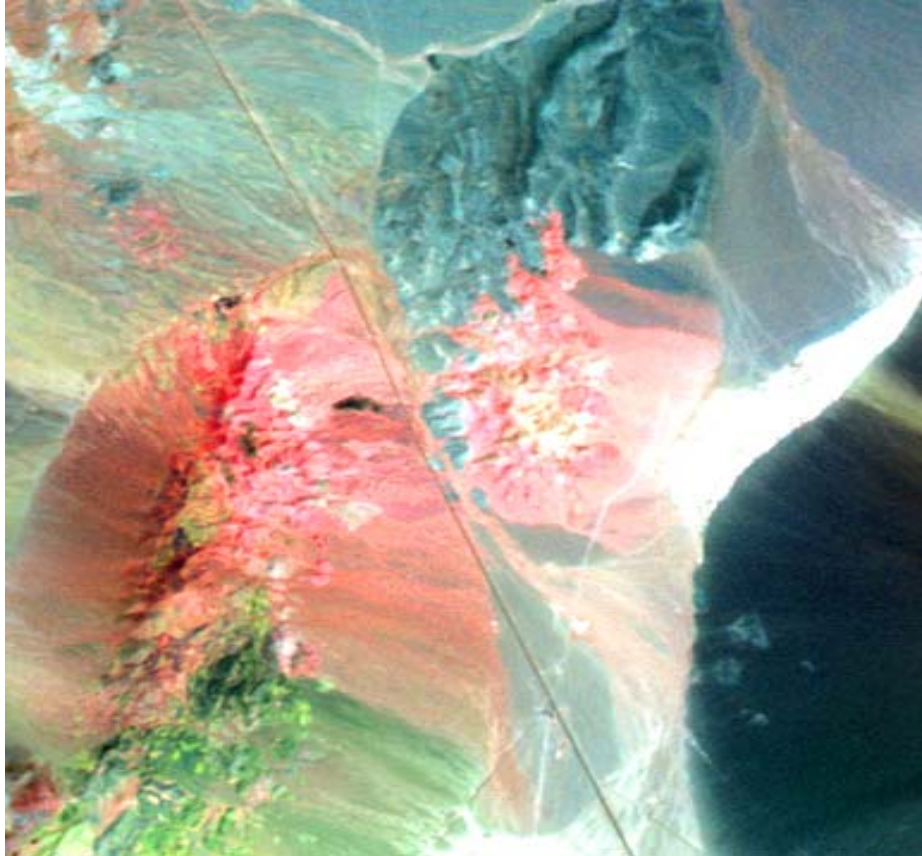
- Ταξινόμηση νεφών
- Παρακολούθηση νεφών και πάγου στις πολικές περιοχές.

(ASTER User Guide, March 2001)

Εφαρμογή στην περιοχή Cuprite

Η περιοχή Cuprite που βρίσκεται κεντροδυτικά στη Νεβάδα και είναι ένα από διάφορα κέντρα αλλαγής που εξερευνούνται για τα πολύτιμα μέταλλα. Ιζηματώδεις βράχους και καινοζωικοί ηφαιστειακοί βράχοι άλλαξαν υδροθερμικά από όξινο-θειικό άλας σε ρηχό

βάθος Miocene, και μπορούν να χαρτογραφηθούν: 1) οι βράχοι που περιέχουν χαλαζία και καολινίτη 2) οι βράχοι που περιέχουν οπάλιο, καολινίτη, αλουνίτη 3) αργιλοποιημένοι βράχοι που περιέχουν καολινίτη και τον αιματίτη. Μια γενική εικόνα της αλλαγής παρουσιάζεται στην εικόνα 3.10, που συνδυάζει τις ζώνες 4,6 και 8 στο RGB και υποβάλλεται σε επεξεργασία για να αυξήσει τον κορεσμό χρώματος.



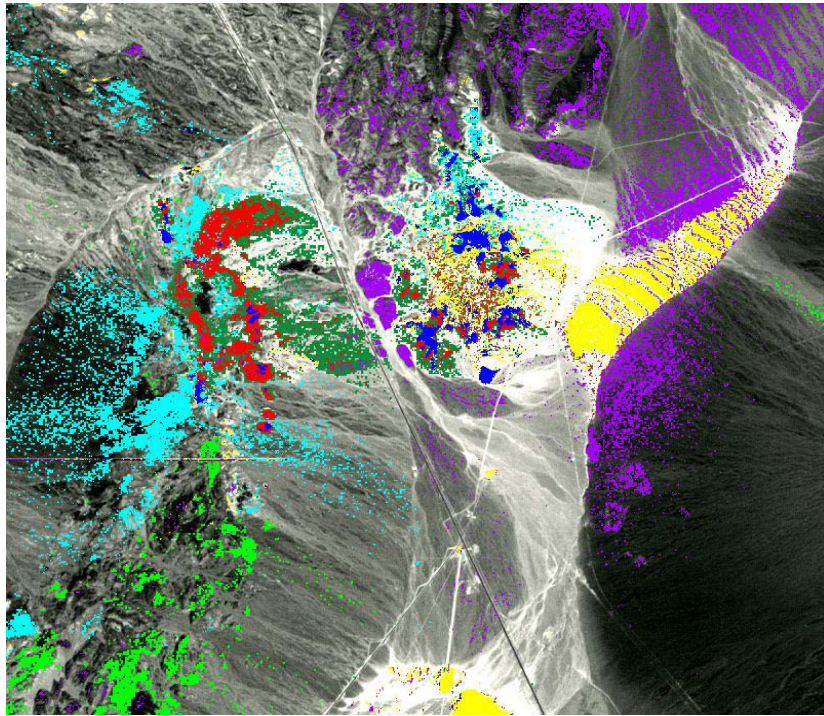
Εικόνα 3.10 Περιοχή Cuprite, που επιδεικνύει τις ζώνες 4-6-8 στο SWIR ως σύνθεση RGB (ASTER User Handbook, 2002)

(Σημείωση: η περιοχή που απεικονίζεται είναι 15 x 20Km)

Το κόκκινο-ρόδινο σημάδι της περιοχής απεικονίζει βράχους με καολινίτη ή / και αλουνίτη, η άσπρη περιοχή είναι πέτρινος τοίχος Playa, οι πράσινες περιοχές είναι ασβεστόλιθοι, και οι μπλε-γκρίζες περιοχές είναι αμετάβλητα ηφαίστεια.

Τα στοιχεία από το υποσύστημα SWIR υποβλήθηκαν σε επεξεργασία στο συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας από Lp-daac και τα φάσματα εικόνας εξετάστηκαν για τους γνωστούς στόχους. Τα στοιχεία της SWIR ήταν προφανή, καθιστώντας τα στοιχεία δύσκολα να χρησιμοποιηθούν για τη φασματική ανάλυση που χρησιμοποιεί τις άμεσες συγκρίσεις με τα φάσματα βιβλιοθηκών ή τομέων. Τα φάσματα συντάχθηκαν για τα μεταλλεύματα που ήταν γνωστά για να εμφανίζονται σε περιοχή Cuprite λήφθηκαν ως

δείγμα εκ νέου έπειτα στα μήκη κύματος του ASTER στο SWIR. Αυτά τα φάσματα χρησιμοποιήθηκαν με έναν εποπτευμένο αλγόριθμο ταξινόμησης, φασματικό χάρτη γωνίας, για να χαρτογραφήσουν τα παρόμοια φασματικά περιστατικά στα δεδομένα SWIR. Το αποτέλεσμα αυτής της ταξινόμησης παρουσιάζεται στην εικόνα 3.11.



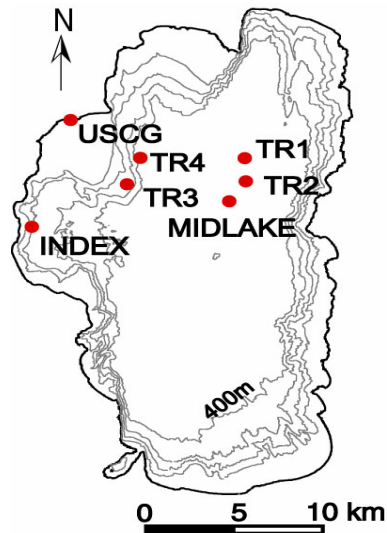
Εικόνα 3.11 Φασματικός χάρτης ταξινόμησης δεδομένων από την περιοχή Cuprite (ASTER User Handbook, 2002)

(Σημείωση: μπλε = καολινίτης, κόκκινο = αλονίτης, ανοικτό πράσινο = ασβεστίτης, σκούρο πράσινο = καολινίτης και αλονίτης, κυανό = ορυκτό montmorillonite, πορφυρό = αμετάβλητος, κίτρινο = πυρίτιο ή dickite)

Εφαρμογή στην λίμνη Tahoe

Η λίμνη Tahoe είναι μια μεγάλη λίμνη που τοποθετείται σε έναν γρανίτη κοντά στο λόφο της οροσειράς Νεβάδα στα σύνορα Καλιφόρνιας - Νεβάδα, σε 39° N, 120° W. Το επίπεδο λιμνών είναι περίπου 1898 μ επάνω από MSL.

Η λίμνη είναι κατά προσέγγιση σχήματος οβάλ με έναν σημαντικό άξονα NS (33Km μήκος, 18 Km πλάτος), και έχει μια έκταση επιφάνειας 500 Km² (εικόνα 3.12).

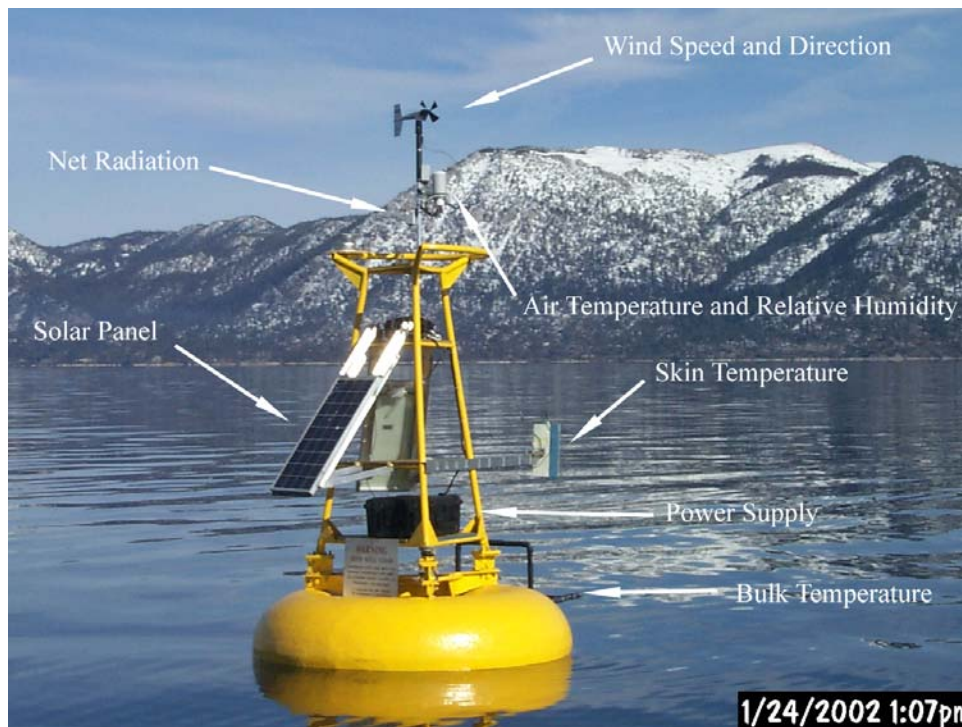


Εικόνα 3.12 Περίγραμμα χάρτη της λίμνης Tahoe, CA/NV
(ASTER User Handbook, 2002)

Η μερίδα εδάφους του υδροκρίτη έχει μια έκταση 800 Km². Η λίμνη Tahoe είναι μια από τις βαθύτερες λίμνες, 11η στον κόσμο, με ένα μέσο βάθος 330 m, το μέγιστο βάθος 499 m, και έναν συνολικό όγκο 156 Km³. Το στρώμα επιφάνειας της λίμνης Tahoe εμβαθύνει κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η πλήρης κάθετη μίξη εμφανίζεται μόνο κάθε λίγα χρόνια. Λόγω της μεγάλης θερμικής μάζας της, η λίμνη Tahoe δεν παγώνει το χειμώνα. Υπάρχουν περίπου 63 ρεύματα που ρέουν στη λίμνη και μόνο έναν ποταμό που ρέει έξω της λίμνης. Η λίμνη Tahoe είναι διάσημη για την υψηλή διαύγεια ύδατός της. Εντούτοις, η διαύγεια ύδατος έχει μειωθεί σταθερά από ένα μέγιστο βάθος 35 μ στη δεκαετία του '60 στην τρέχουσα αξία των 20 μέτρων. Κατά πανεπιστήμιο Καλιφόρνιας (UC), ο Davis έχει προσδιορίσει ότι η πτώση είναι εν μέρει λόγω της αυξανόμενης φυκώδους αύξησης που διευκολύνεται από μια αύξηση στο ποσό αζώτου και φωσφόρου που εισάγουν τη λίμνη και, εν μέρει, λόγω της συσσώρευσης των μικρών ανασταλμένων ανόργανων μορίων που προέρχονται από την επιταχυνόμενη λεκάνη-ευρεία διάβρωση και τις ατμοσφαιρικές εισαγωγές.

Προκειμένου να επικυρωθούν τα στοιχεία από τα όργανα MODIS και ASTER, το αεριωθούμενο εργαστήριο προώθησης (JPL) και UC Davis (UCD) διατηρούν αυτήν την περίοδο τέσσερις σταθμούς δειγματοληψίας επιφάνειας στη λίμνη Tahoe. Οι τέσσερις σταθμοί (σύνολα / σημαντήρες) αναφέρονται ως TR1, TR2, TR3 και TR4 (εικόνα 3.12). Κάθε σύνολο έχει ένα ενιαίο ραδιόμετρο βαθμονόμησης για τη μέτρηση της θερμοκρασίας δερμάτων και διάφορων μαζικών αισθητήρων θερμοκρασίας.

Το ραδιόμετρο τοποθετείται σε έναν πόλο περίπου 1m επάνω από την επιφάνεια του ύδατος που επεκτείνεται πέρα από το σύνολο (εικόνα 3.13).



Εικόνα 3.13 Μετρήσεις (ASTER User Handbook, 2002)

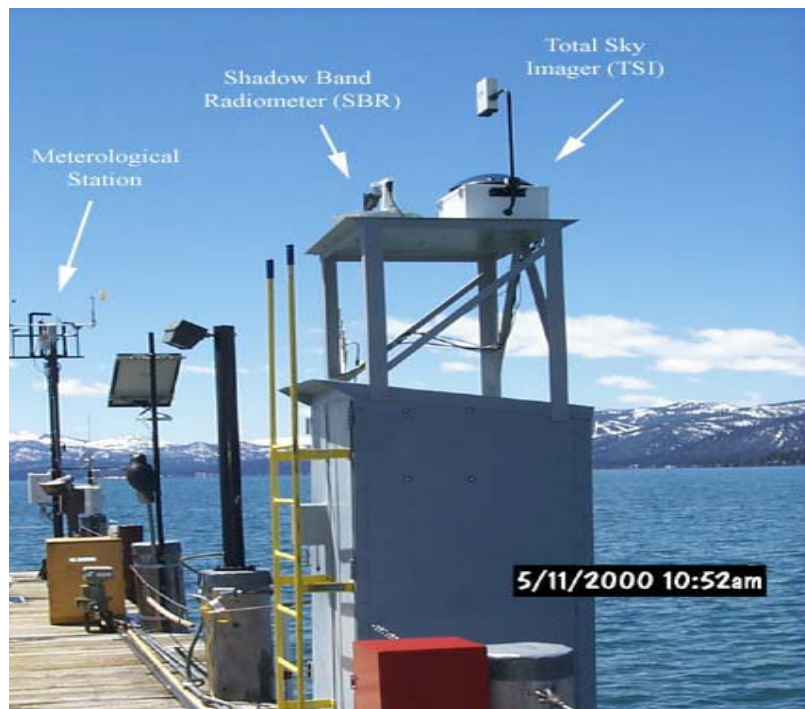
Το ραδιόμετρο είναι προσανατολισμένο έτσι ώστε μετρά τη θερμοκρασία του ύδατος άμεσα κάτω από αυτό. Το ραδιόμετρο έχει περιληφθεί σε ένα ενιαίο κιβώτιο που είναι 13 εκατ. πλάτος, 43 εκατ. μήκος και 23 εκατ. ύψος (εικόνα 3.13). Ο αισθητήρας που χρησιμοποιείται στο ραδιόμετρο είναι ένα θερμοστοιχείο ανιχνευτής με έναν γερμανικό φακό που ενσωματώνεται σε μια θερμική δεξαμενή χαλκού. Ο αισθητήρας περνά την ακτινοβολία με τα μήκη κύματος μεταξύ 7,8 και 13,6 μm . Η μονάδα είναι απολύτως ανεξάρτητη και έχει έναν επί του σκάφους υπολογιστή και μια μνήμη που λειτουργεί αυτόνομα. Η μονάδα μπορεί να αποθηκεύσει τα στοιχεία επί του σκάφους γιατί αργότερα φορτώνει ή διαβιβάζει αυτόματα τα στοιχεία σε ένα εξωτερικό όργανο. Η μονάδα μπορεί να τροφοδοτηθεί για τις μικρές χρονικές περιόδους (αρκετές ώρες) με την εσωτερική μπαταρία της, ή μπορεί να τροφοδοτηθεί για τις πιο μεγάλες περιόδους με την εξωτερική δύναμη. Σε αυτήν την μελέτη το ραδιόμετρο τροφοδοτείται εξωτερικά και τα στοιχεία μεταφέρονται σε έναν εξωτερικό όργανο. Το ραδιόμετρο χρησιμοποιεί μαύρο σώμα κώνων για τη βαθμονόμηση και έχει ακρίβεια $\pm 0,1$ K. Η ακρίβεια των ραδιομέτρων επιβεβαιώθηκε σε έναν πρόσφατο πείραμα σύγκρισης με διάφορα άλλα ιδιαίτερα ακριβή ραδιόμετρα και σε μια δοκιμή θάλασσας και στις εργαστηριακές συγκρίσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι το τρέχον σχέδιο και των δύο ραδιομέτρων δεν περιλαμβάνει άποψη ουρανού και επομένως η διόρθωση για την απεικονισμένη ακτινοβολία ουρανού γίνεται χρησιμοποιώντας ένα πρότυπο ακτινοβολίας μεταφοράς (MODTRAN).

Η μαζική θερμοκρασία ύδατος μετريέται με διάφορους αισθητήρες θερμοκρασίας που τοποθετούνται σε ένα επιπλέον σώμα που δένεται πίσω από το σημαντήρα. Το επιπλέον σώμα χτίστηκε με μορφή ενός γράμματος χ και είναι 203 εκατ. μακρύ και 70 εκατ. ευρύ. Στο τέλος κάθε σημείου της επιστολής το χ είναι ένα κοντό πόδι κάθετα στο επιπλέον σώμα και οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι συνδεδεμένοι με το τέλος του ποδιού περίπου 2cm κάτω από την επιφάνεια. Οι πολλαπλάσιοι αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν την διαγώνιο-επαλήθευση και κάθε επιπλέον σώμα έχει μέχρι τους αισθητήρες 12 θερμοκρασιών όλοι στο ίδιο βάθος. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας χρησιμοποιούμενοι περιλαμβάνουν τους οπτικούς υπέρ θερμοκρασίας Hobo και διαθέσιμους από την εταιρία αρχής (<http://www.onsetcomp.com/>) και ένα σύστημα TempLine διαθέσιμο από Arprise τις τεχνολογίες (<http://www.apprisetech.com/>). Οι οπτικοί ανιχνευτές θερμοκρασίας περιλαμβάνουν και τον αισθητήρα και το λογισμικό σε μια ενιαία σφραγισμένη μονάδα με ένα μέγιστο λάθος κατασκευαστή $\pm 0,25$ °C. Το σύστημα γραμμής θερμοκρασίας (TempLine) αποτελείται από τους αισθητήρες 4 θερμοκρασιών που ενσωματώνονται στις διαφορετικές θέσεις κατά μήκος ενός καλωδίου που είναι συνδεδεμένο με ένα λογισμικό. Το σύστημα TempLine έχει ένα διευκρινισμένο λάθος κατασκευαστή $\pm 0.1^\circ$ γ. Σημειώστε ότι όλοι οι αισθητήρες τοποθετούνται στο ίδιο βάθος που εξασφαλίζει τον πλεονασμό και την διαγώνιο ως επαλήθευση. Η ακρίβεια βαθμονόμησης των αισθητήρων θερμοκρασίας ελέγχθηκε χρησιμοποιώντας ένα ανιχνεύσιμο λουτρό ύδατος NIST.

Τα στοιχεία που συλλέγονται από το εξωτερικό λογισμικό (ραδιόμετρο και σύστημα TempLine) μπορούν να μεταφορτωθούν αυτόματα μέσω του κυψελοειδούς τηλεφώνου. Αυτήν την περίοδο τα στοιχεία από λογισμικό μεταφορτώνονται καθημερινά μέσω του κυψελοειδούς τηλεφωνικού διαμορφωτή σε JPL επιτρέποντας κοντά στο σε πραγματικό χρόνο έλεγχο. Ένα πλήρες σύνολο μετρήσεων γίνεται κάθε 2 λεπτά. Εντούτοις, οι μονάδες που συνδέονται με τον εξωτερικό λογισμικό μπορούν να επαναπρογραμματιστούν εάν ένα διαφορετικό διάστημα δειγματοληψίας επιδιώκεται. Τα αρχικά σύνολα αντικαθίστανται αυτήν την περίοδο από τους σημαντήρες όπως απεικονίζονται επάνω και περιλαμβάνουν επίσης έναν μετεωρολογικό σταθμό που παρέχει την ταχύτητα αέρα, κατεύθυνση αέρα, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία και ακτινοβολία (εικόνα 3.13).

Οι πρόσθετοι ατμοσφαιρικοί συλλέκτες απόθεσης UCD βρίσκονται στα TR2 και TR3. Και το JPL και το UCD διατηρούν τον πρόσθετο εξοπλισμό στον αμερικανική σταθμό ακτοφυλακής που παρέχει τις ατμοσφαιρικές πληροφορίες (εικόνα 3.14).

Αυτό περιλαμβάνει έναν πλήρη μετεωρολογικό σταθμό (ταχύτητα αέρα, κατεύθυνση αέρα, θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία), τον πλήρη σταθμό ακτινοβολίας (και την ακτινοβολία μικροκύματος πάνω-κάτω), ένα ραδιόμετρο ζωνών και μια φωτογραφική μηχανή ουρανού. Το ραδιόμετρο ζωνών παρέχει τις πληροφορίες για το συνολικό οπτικό βάθος υδρατμού και αερολύματος.



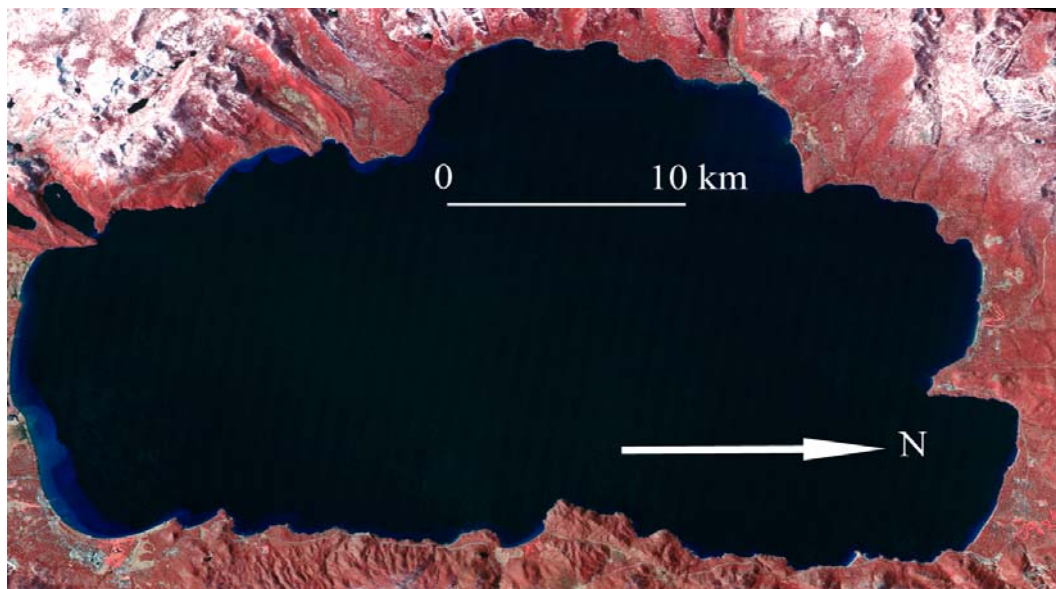
Εικόνα 3.14 Μετρήσεις από την αμερικανική ακτοφυλακή (ASTER User Handbook, 2002)

Μετρήσεις του φυκώδους ποσοστού αύξησης που χρησιμοποιεί 14 C, θρεπτικές ουσίες (N,P), η χλωροφύλλη, το φυτοπλαγκτόν, ζωοπλαγκτόν, το φως, η θερμοκρασία και η διαφάνεια δίσκων secchi γίνονται επίσης κάθε τρεις μήνες στο σταθμό δεικτών και τα μηνιαία δείγματα για όλα τα συστατικά εκτός από τη φυκώδη αύξηση και το φως γίνονται στο σταθμό που υπάρχει στη λίμνη. Πολλά δείγματα λαμβάνονται ετησίως γύρω από τη λεκάνη Tahoe για να εξετάσουν τη χημεία ρευμάτων, το χιόνι και τα ατμοσφαιρικά συστατικά απόθεσης.

Αυτήν την περίοδο η πτώση ύδατος στη λίμνη Tahoe μετριέται χρησιμοποιώντας έναν δίσκο secchi, ένας άσπρος δίσκος που χαμηλώνουν στο νερό έως ότου δεν είναι πλέον ορατός. Η ερευνητική ομάδα UC Davis Tahoe έχει κάνει τις μετρήσεις δίσκων secchi από τη δεκαετία του '60 σε δύο θέσεις στη λίμνη.

Τέτοιες μετρήσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για να ελέγξουν την πτώση ύδατος στη λίμνη από ένα μέγιστο 35 μ όταν άρχισαν οι μετρήσεις, στο ρεύμα χαμηλό 20 μ. Αυτές οι μετρήσεις είναι κρίσιμες για τον έλεγχο των χρονικών αλλαγών στην πτώση ύδατος στη λίμνη αλλά παρέχουν λίγες πληροφορίες για τις χωρικές παραλλαγές πέρα από και γύρω από τη λίμνη. Η γνώση των χωρικών παραλλαγών θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη στον προσδιορισμό των περιοχών της υψηλού θρεπτικής ουσίας ή του ιζήματος που εισήχθη στη λίμνη.

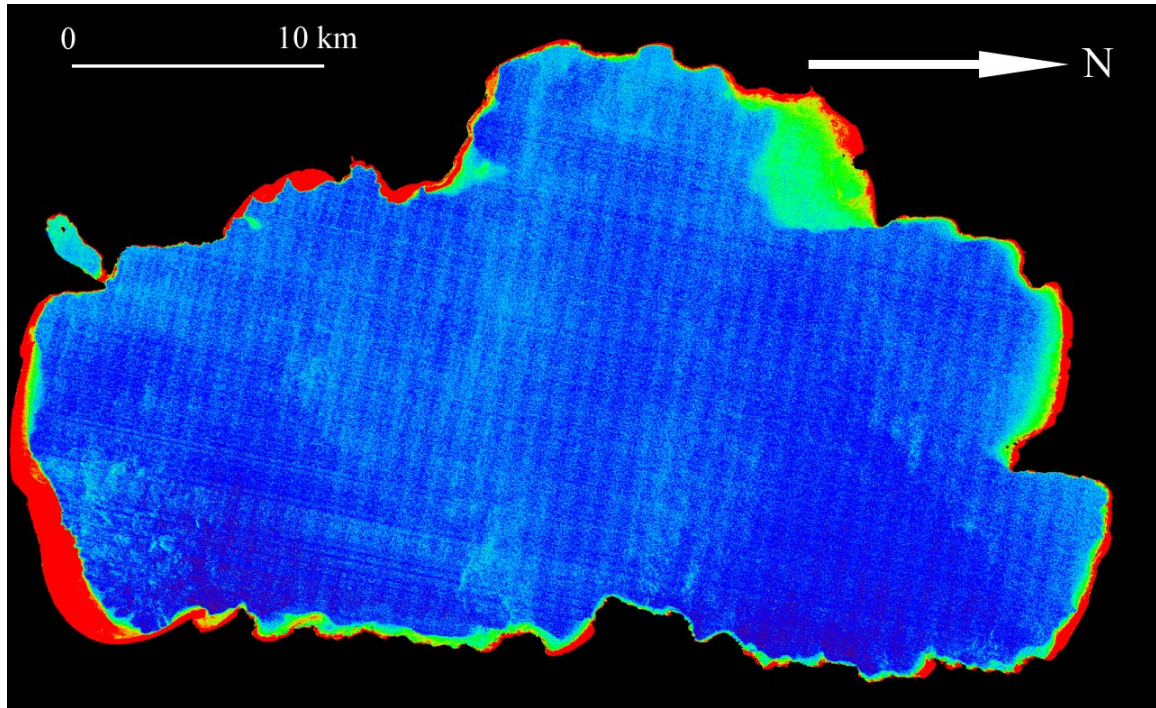
Η εξέταση μιας υπέρυθρης σύνθετης εικόνας χρώματος προήλθε από τον ASTER για τη λίμνη Tahoe (εικόνα 3.15) δείχνει το κατώτατο σημείο της λίμνης όπου είναι ορατό για κάποια απόσταση από την ακτή.



Εικόνα 3.15 Υπέρυθρο σύνθετο χρώμα από τις μπάντες 3,2,1 του ASTER, R-G-B αντίστοιχα (ASTER User Handbook, 2002)

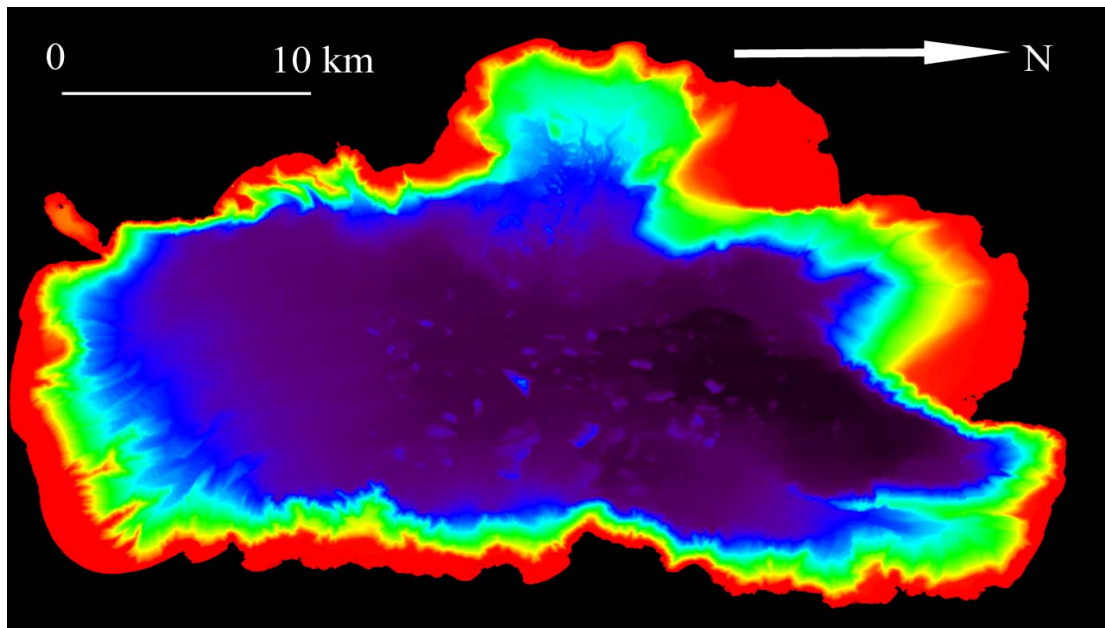
(Οι κόκκινες περιοχές δείχνουν τη βλάστηση και οι άσπρες περιοχές το χιόνι)

Το κατώτατο σημείο της λίμνης για να είναι ορατό εμφανίζεται σκούρο μπλε, παραδείγματος χάριν το νότιο περιθώριο της λίμνης. Το κατώτατο σημείο μπορεί να φανεί για τη μέγιστη απόσταση από την ακτή στη ζώνη 1 ASTER και αυτή η ζώνη μπορεί να είναι κωδικοποιημένη δια χρώματος για να παρουσιάσει παραλλαγές στην ένταση του κατώτατου συντελεστή ανάκλασης (εικόνα 3.16).



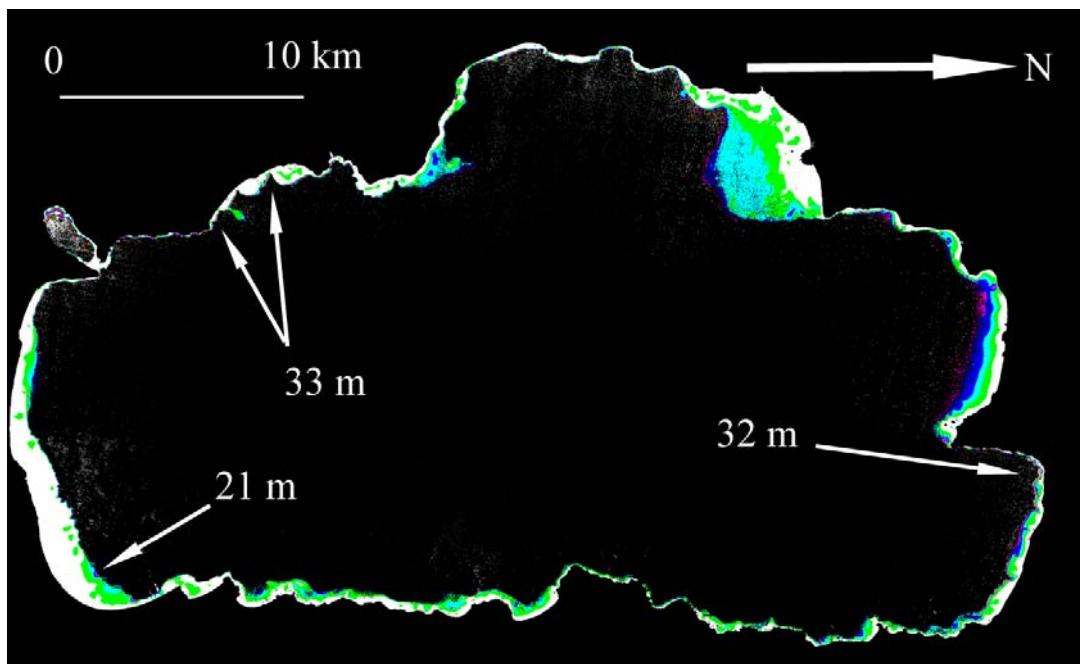
Εικόνα 3.16 Ζώνη-1 του ASTER (0,52 – 0,60 μm), κωδικοποιημένο δια χρώματος για να παρουσιάσει παραλλαγές στην ένταση του κατώτατου συντελεστή ανάκλασης. (ASTER User Handbook, 2002)

Σε αυτήν την εικόνα, οι περιοχές όπου το κατώτατο σημείο είναι ορατό είναι χρωματισμένο με κόκκινο και πράσινο (ο μεγαλύτερος κατώτατος συντελεστής ανάκλασης παρουσιάζεται στο κόκκινο). Όπου η λίμνη είναι μπλε το κατώτατο σημείο δεν μπορεί να φανεί. Το βάθος στο οποίο το κατώτατο σημείο είναι ορατό ποικίλλει ανάλογα με τη σαφήνεια του ύδατος. Προκειμένου να ερευνηθεί αυτό περαιτέρω, ένας ακριβής χάρτης απεικόνισης βάθους καταχωρήθηκε στα στοιχεία ASTER. Η ακρίβεια του βαθυμετρικού χάρτη είναι ~0.5% του βάθους ύδατος. Ο βαθυμετρικός χάρτης παρουσιάζεται στην εικόνα 3.17 που κωδικοποιείται με τα μεγαλύτερα βάθη που παρουσιάζονται σε μπλε και πιο ρηχά βάθη που παρουσιάζονται στο κόκκινο.



Εικόνα 3.17 Βαθυμετρικός χάρτης λίμνης Tahoe (ASTER User Handbook, 2002)

Μόλις καταχωρηθεί ο χάρτης απεικόνισης βάθους στην εικόνα ASTER, το βάθος στο οποίο το κατώτατο σημείο δεν είναι πλέον ορατό μπορεί να καθορισθεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παράγει έναν κοντινό χάρτη σαφήνειας ακτών που παρουσιάζεται στην εικόνα 3.18.



Εικόνα 3.18 Χάρτης σαφήνειας κοντινών ακτών που προέρχεται από τα δεδομένα ASTER και ένα βαθυμετρικό χάρτη (ASTER User Handbook, 2002)

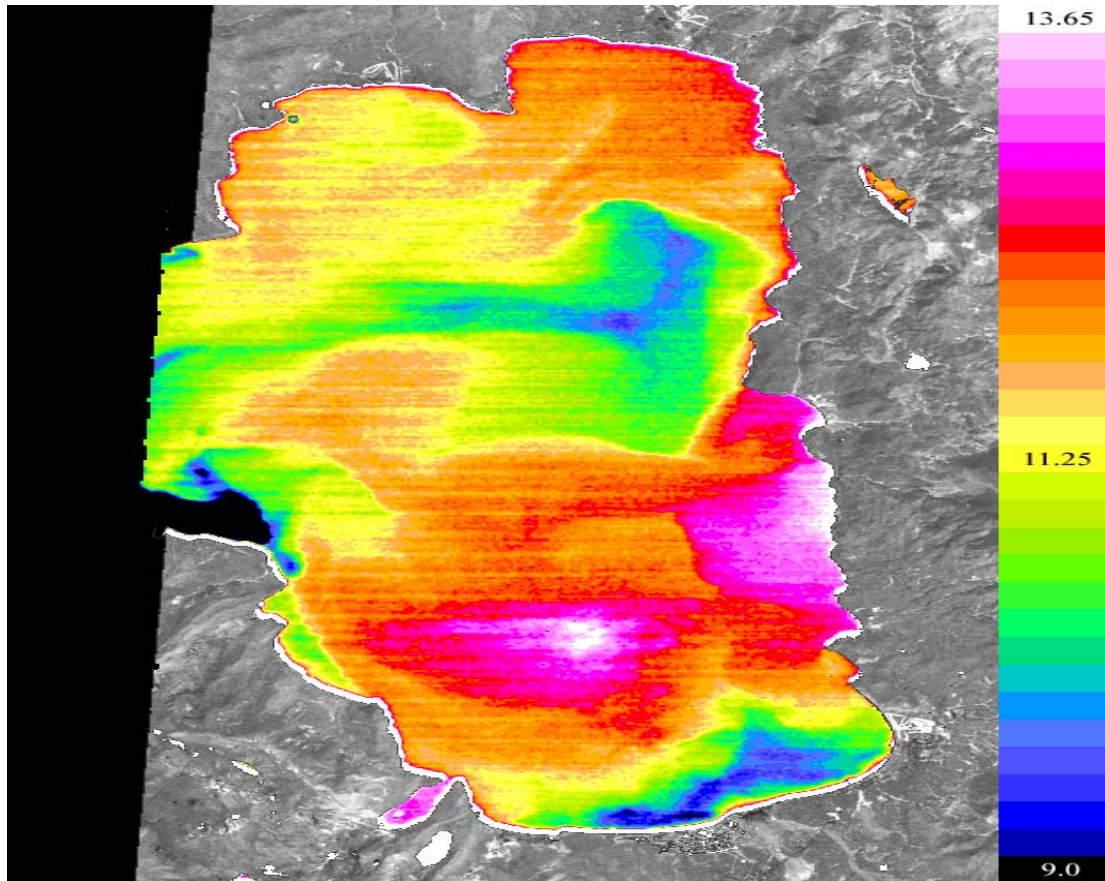
Η εξέταση της εικόνας 3.18 δείχνει μερικές θέσεις όπου η λίμνη είναι εξαιρετικά καθαρή και άλλες περιοχές όπου είναι λιγότερο. Παραδείγματος χάριν οι περιοχές στο νοτιοδυτικό σημείο και τα βορειοανατολικά είναι ιδιαίτερα καθαρές ενώ περιοχή στο νοτιοανατολικό σημείο είναι λιγότερο. Υπάρχει λίγο ίζημα που εισάγεται στο νοτιοδυτικό σημείο και τα βορειοανατολικά ενώ ο ανώτερος ποταμός Truckee ρέει μέσα από το νότο και έχει επιπτώσεις έντονα στο νοτιοανατολικό σημείο. Η περαιτέρω εργασία είναι εν εξελίξει για να επικυρώσει την ακρίβεια αυτού του χάρτη και να ψάξει τις εποχιακές αλλαγές στην καθαρότητα καθώς επίσης αλλάζει κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Εκτός από την παραγωγή των μετρήσεων στις απεικονισμένες υπέρυθρες ακτίνες, το όργανο ASTER μετρά επίσης την ακτινοβολία που εκπέμπεται στο θερμικό υπέρυθρο μέρος του φάσματος. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν τη θερμοκρασία επιφάνειας και να παράγουν τους χάρτες της θερμοκρασίας επιφάνειας λιμνών. Τέτοιοι χάρτες είναι πολύτιμοι στην κατανόηση ποικίλων διαδικασιών λιμνών, όπως προκληθέντα γεγονότα ανεβάσματος των νερών λόγω αέρα και τα γεγονότα μεταφοράς ύδατος επιφάνειας.

Προκειμένου να προσδιοριστεί η θερμοκρασία επιφάνειας είναι απαραίτητο να διορθωθούν τα στοιχεία για τα ατμοσφαιρικά αποτελέσματα. Δύο προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται συνήθως για να διορθώσουν τα στοιχεία. Η πιο κοινή προσέγγιση είναι ένας αλγόριθμος διάσπασης - ανοιγμάτων. Στον αλγόριθμο διάσπασης - ανοιγμάτων ακτινοβολίες - αισθητήρων παλινδρομούν ενάντια στις ταυτόχρονες επίγειες μετρήσεις για να παράγουν ένα σύνολο συντελεστών που μπορεί έπειτα να χρησιμοποιηθεί για να διορθώσει άλλα σύνολα δεδομένων χωρίς επίγειες μετρήσεις. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια προσέγγιση που συνδέει ένα πρότυπο θερμοκρασίας και ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας με ένα πρότυπο ακτινοβολίας μεταφοράς. Η ομάδα ASTER έχει αναπτύξει μια προσέγγιση για την εξαγωγή της θερμοκρασίας και της ικανότητας ακτινοβολίας και ένας χρήστης μπορεί να διατάξει είτε μια θερμοκρασία επιφάνειας (AST_08) είτε το προϊόν ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας (AST_05).

Η εικόνα 3.19 παρουσιάζει εικόνα θερμοκρασίας φωτεινότητας-αισθητήρων για τη λίμνη Tahoe από τα θερμικά στοιχεία ASTER που αποκτιούνται τη νύχτα στις 3 Ιουνίου 2001, εξέταση της εικόνας δείχνουν ένα ισχυρό κρύο λοφίο του ύδατος που δημιουργείται στη δύση, που ταξιδεύει πέρα από τη λίμνη στην ανατολική ακτή, διαδίδοντας ο έπειτα Βορράς και νότος. Αυτό το κρύο λοφίο είναι το αποτέλεσμα ενός αέρα που προκλήθηκε λόγω ανεβάσματος των νερών στη δύση. Το ανέβασμα των νερών προκαλείται από τους ισχυρούς, επίμονους ανέμους από το νοτιοδυτικό σημείο που κινούν το ύδωρ επιφάνειας προς την ανατολή.

Οι εικόνες θερμοκρασίας από τον ASTER μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να χαρτογραφήσουν αυτές τις θρεπτικές διαβάσεις που με βοήθεια εξηγεί τη διανομή της οργανικής ουσίας και των λεπτών ιζημάτων γύρω από τη λίμνη.



Εικόνα 3.19 Εικόνα φωτεινότητας θερμοκρασίας από την ζώνη-13 του ASTER, της λίμνης Tahoe (3 Ιουνίου 2001). (ASTER User Handbook, 2002)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .

ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΗΙΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER (GDS)

4.1 Βασική Αρχή

Το ASTER GDS είναι ένα γήινο σύστημα υπεύθυνο για την λειτουργία του ASTER, την επεξεργασία δεδομένων, για το αρχείο δεδομένων και τη διανομή τους.

Η λειτουργία του αισθητήρα περιορίζεται στο 8% του θερμοθετημένου κύκλου και 60Km από το κομβικό σημείο παρατήρησης. Για τα δύο αυτά μειονεκτήματα, το ASTER GDS εκτελεί ένα σημαντικό ρόλο στο χειρισμό του αισθητήρα και στην επεξεργασία δεδομένων γι'αυτό υπάρχει συνεργασία με NASA. Επίσης, δέχεται και δεδομένα από χρήστες.

Το σύστημα GDS αυτό είναι εγκατεστημένο στην Ιαπωνία. Είναι ένα επίγειο σύστημα που ασχολείται με τα δεδομένα από το τηλεσκόπιο και την ανάπτυξη αυτών κάτω από την εποπτεία ενός χρήστη καλύτερα από ένα σύστημα ανάπτυξης αυτών.

4.2 Χαρακτηριστικά GDS

Τα χαρακτηριστικά του ASTER GDS είναι τα ακόλουθα:

1. Δικαίωμα χρήσης: αυτό απασχολεί χρήστη γραφικής αλληλεπίδρασης (GUI) και είναι ικανό να λαμβάνει σύνθετες αναζητήσεις χρηστών.
2. Ο γενικός σκοπός UNIX βασίζεται σε ένα ανοιχτό αρχιτεκτονικό σύστημα. Είναι σχεδιασμένο ανεξάρτητα από σχεδιασμένα υπολογιστικά εξαρτήματα.
3. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους.
4. Είναι ένα σύστημα κατανομής το οποίο σε κάθε τμήμα και υποσύστημα έχει υψηλή ανεξαρτησία και αυτονομία. Τα τμήματα και υποσυστήματα είναι αποτελεσματικά καλύπτοντας το δίκτυο.
5. Υπάρχει δυνατότητα αύξησης της χωρητικότητας προόδου στο λογισμικό και στα τεχνολογικά εξαρτήματα του υπολογιστή.
6. Έχει υψηλή αξιοπιστία και πολλές δυνατότητες.
7. Υπάρχει ειδική εξωτερική σύνδεση LAN για χρήστες από US για πρόσβαση στα δεδομένα ASTER GDS.
8. Η μεταφορά δεδομένων από NASA EOSDIS είναι πολύ μεγάλη, περίπου 780 εικόνες την ημέρα.
9. Υπάρχει τεχνολογία συμπίεσης στοιχείων για αποτελεσματικότερη αποθήκευση δεδομένων.

4.3 Διαμόρφωση ASTER GDS

Η διάταξη ASTER GDS περιέχει 3 τμήματα, όπου καθένα από αυτά έχει το δικό του υποσύστημα.

A.Λειτουργία συστήματος ASTER (AOS)

AOS για τον ASTER είναι ο λειτουργικός αισθητήρας όπου περιέχει και τα ακόλουθα 2 υποσυστήματα.

- 1) Εργαλεία κεντρικού ελέγχου (ICC). Το ICC λαμβάνει δεδομένα από τον αισθητήρα ASTER και εξασφαλίζει περιοδικές αναλύσεις κα συντήρηση.
- 2) Όργανα θερμικής υποστήριξης (IST). Με αυτά γίνεται η παρακολούθηση, ο έλεγχος, η ανάλυση θέσης των δεδομένων και η ανάλυση ημερήσιας σύγκρουσης για κάθε ανύψωση.

B. Τμήμα επιστημονικής διαδικασίας δεδομένων (SDPS)

Αυτό το τμήμα είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των δεδομένων, τη διανομή, την αρχειοθέτηση και λογαριθμική ανάπτυξη. Το SDPS περιέχει τα 4 ακόλουθα τμήματα.

- 1) Αρχαιοθέτηση δεδομένων και διανομή (DADS). Αυτό λαμβάνει δεδομένα από US σε επίπεδο μηδέν και διατηρεί και διευθύνει το επίπεδο 1-4.
- 2) Δημιουργία προϊόντων υποσυστήματος (PGS). Αυτό δημιουργεί επίπεδα 1-4 και αυτά τα συσχετίζει με δεδομένα του DADS. Είναι μια υψηλή ποσότητα δεδομένων επεξεργασμένων που περιλαμβάνουν μισό-καταγεγραμμένες διορθώσεις. Η επεξεργασία του 1A επιπέδου είναι 780 εικόνες την ημέρα όπου 40% από αυτές μπορούν να επεξεργαστούν στο επίπεδο 1B.
- 3) Υλοποίηση λογισμικού Συντήρησης υποσυστήματος (SISS). Αυτό συντηρεί αλγοριθμικά και εφαρμόζει προγράμματα ανάπτυξης όπου βαθμονομείτε και εφαρμόζεται από επιστήμονες.
- 4) Πληροφορίες και Διαχείριση υποσυστήματος (IMS). Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να εισχωρούν στα επιστημονικά δεδομένα και στο λειτουργικό χρονοδιάγραμμα.

Γ. Επικοινωνία (CSMS)

Το CSMS είναι δίκτυο ολοκληρωτικής διαχείρισης του ASTER GDS και περιλαμβάνει τα ακόλουθα 2 υποσυστήματα.

- 1) Γήινο σύστημα Διαχείρισης υποσυστήματος (CSMS). Εδώ περιλαμβάνεται η διαχείριση συνολικού χρονοδιαγράμματος, οι συντεταγμένες μεταξύ τμημάτων, εκτέλεση χρονοδιαγράμματος, διαχείριση ολόκληρου του συστήματος και ασφάλεια του συστήματος.
- 2) Δίκτυο δεδομένων ASTER (APN). Αυτό εξασφαλίζει και διαχειρίζεται δεδομένα επικοινωνίας δικτύου για εξωτερικά και εσωτερικά υποσυστήματα.

4.4 Παρατηρητικοί μέθοδοι ASTER

Για κάθε παρατηρητική μέθοδο έχουμε διαφορετικό συνδυασμό τηλεσκοπίων και αντίστοιχα καταγράφονται διαφορετικά δεδομένα. Παράγονται δεδομένα από το VNIR στα 560nm (κανάλι 1) και 660nm (κανάλι 2), ενώ καταγράφονται δεδομένα στα 810nm για τα κανάλια 3N και 3B. Τα τηλεσκόπια και τα κανάλια τα οποία καταγράφουν για κάθε παρατηρητική μέθοδο περιγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΜΕΘΟΔΟΣ	TIR	SWIR	VNIR(1,2)	VNIR(3N/B)	ΣΤΟΧΟΙ
<i>full</i>	on	on	on	on	νερά ακτών(ημέρα)
<i>S+T</i>	on	on	off	off	ηφαίστεια,φωτιές
<i>TIR</i>	on	off	off	off	ωκεανοί(νύχτα)
<i>VNIR</i>	off	off	on	on	βλάστηση
<i>Stereo</i>	off	off	off	on	παγετώνες

Πίνακας 4.1 (ASTER User Guide, June 2001)

4.5 Έλεγχος αξιοπιστίας

Τα ακόλουθα βήματα είναι μελετημένα για την επιβεβαίωση ακρίβειας και την ορθότητα :

1. Ισοδύναμες αναβαθμολογήσεις από λάθη σχεδιασμού VC
2. Αντίστροφες συγκρίσεις VC από προβλέψεις TOA φασματικών ακτινοβολιών σε συνδυασμό με πεδία
3. Αντίστροφες συγκρίσεις βασισμένες στην ανάκλαση και ακτινοβολία
4. Σύγκριση αποτελεσμάτων ανιχνευτή προς ανιχνευτή
5. Σύγκριση με βαθμονομημένα προϊόντα του επιπέδου 2 όπου έχουν υψηλή ευαισθησία.

(ASTER User Guide, June 2001)

4.6 Ιστορικά στοιχεία συστήματος γήινων δεδομένων ASTER (GDS)

September 1999

Η NASA και η ιαπωνική πλευρά διενεργούν τις τελικές προσαρμογές. Ο Terra έχει την ίδια τροχιά με LANDSAT-7 που είναι ήδη επί τροχιάς, διαβιβάζοντας επιτυχώς τα στοιχεία στο έδαφος. Ο ASTER GDS αναπομονεί να λάβει τα στοιχεία σύντομα. Ο ASTER GDS σχεδιάζεται για να έχει έναν αρχικό χρόνο ελέγχων που θα διαρκέσει για περίπου τέσσερις μήνες μετά από την έναρξη. Κατόπιν, ένα πραγματικό άνοιγμα στο κοινό σχεδιάζεται. Από τώρα μέχρι τότε, μια εισαγωγική αρχική σελίδα στη λειτουργία του ASTER GDS ανοίγει στο κοινό.

Major events from January 9th evening to January 10th morning (1/ 11/2000)

- Η θερμοκρασία του ανιχνευτή στο θερμικό υπέρυθρο (TIR) έχει πάει επιτυχώς σε 80.649K.
- Η περιστροφή καθρεφτών σχεδιάζεται.
- Η κανονική λειτουργία επιβεβαιώθηκε από κάθε υποσύστημα. Η εντολή και η τηλεμετρία λειτουργούν καλά. Το υποσύστημα μικρού κύματος (SWIR) μεταστρέφεται τώρα στον τρόπο παρατήρησης και κάτω από την κανονική λειτουργία.
- Πήρε 22m6s για SWIR και 22m57s για TIR (η επίγεια δοκιμή ήταν περίπου 23 λεπτά). Η ενδεχόμενη θερμοκρασία ήταν 76.98K για SWIR και 80.65K για TIR.

27 January, 2000

11:00pm postscript (μέθοδος περιγραφής εικόνων):

Σήμερα είναι μια ημέρα που όλοι θα ελπίσουμε να ξεχάσουμε σύντομα. Ήταν μια από εκείνες τις ημέρες που βεβαίως δεν πήγαν όπως είχαμε ελπίσει. Τέσσερις ευκαιρίες προγραμματίστηκαν να εκτελέσουν δύο σύνολα πυρκαγιών ενός προωθητή δευτερολέπτου. Στο τέλος της ημέρας, αναγκαστήκαμε να απομακρύνουμε του κυματισμούς σε τρεις από τις τέσσερις προσπάθειες, με την τέταρτη προσπάθεια μερικώς επιτυχή, εντούτοις με μια μη σχεδιασμένη πρόωρη λήξη. Ο πρώτος κυματισμός προκλήθηκε από ένα σχηματισμό της σύνδεσης comm link. Το τελευταίο κύμα προκλήθηκε από το γεγονός ότι είχαμε μια αποτυχία σε μια από τις γραμμές εντολής στις White Sands, και δεν είχαμε για αυτό καμία συνοδευτική γραμμή. Και στις δύο από τις περιπτώσεις, το συνετό πράγμα που κάνει ήταν κυματισμός, δεδομένου ότι δεν επρόκειτο να συνεχίσουμε με μια δοκιμή όπως μια πυρκαγιά προωθητών, με τίποτα λιγότερο από 100% της ικανότητας επικοινωνιών μας διαθέσιμη. Ο δεύτερος κυματισμός εμφανίστηκε αφότου βάλαμε φωτιά στο πεντηκοστό όγδοο δευτερόλεπτο πυρκαγιών ενός προωθητή. Ένα κατώτατο όριο ποσοστού τοποθέτησης που σχεδιάστηκε για τον κανονικό ήρεμο τρόπο επιστήμης ξεπεράστηκε όταν εμφανίστηκε η πέμπτη πυρκαγιά προωθητών. Το κατώτατο όριο πρέπει να έχει αυξηθεί από τον 0,02 βαθμό / Sec σε 0,09 βαθμό / Sec, για να αποτελέσει τα ποσοστά που θα προκαλούνταν από τις πυρκαγιές. Κατά συνέπεια, τα λάθη τοποθέτησης και ποσοστού κατά τη διάρκεια του κλεισίματος ήταν εξαιρετικά μικρά. Ο έλεγχος επανεγκαθιδρύθηκε πίσω υπό κανονικό έλεγχο SCC σε λιγότερο από τρεις ώρες. Ο τρίτος κυματισμός απαραίτητος για να ανακτήσει το όριο ποσοστού, και για να προγραμματίσει την τέταρτη προσπάθεια, η οποία απορρίφθηκε στη συνέχεια λόγω της έλλειψης μιας περιπτής γραμμής εντολής στο έδαφος. Εν γένει, ολοκληρώσαμε μόνο ένα μέρος αυτού που καθορίσαμε να ολοκληρώσουμε, ενώ χρησιμοποιήσαμε σημαντικά περισσότερη προσπάθεια. Η ολοκλήρωση της μερικώς ολοκληρωμένης πυρκαγιάς προωθητών προγραμματίζεται για αύριο. Το δεύτερο σύνολο πυρκαγιών ενός προωθητή δευτερολέπτου θα αναβληθεί για τώρα. (Kevin Grady)

February 11, 2000

Το Terra συνεχίζει να αποδίδει εξαιρετικά καλά δεδομένου ότι ολοκληρώνει την τροχιά της όγδοης εβδομάδας του.

Η πρώτη μιας σειράς οκτώ ελιγμών του δέλτα-V εκτελέστηκε επιτυχώς αυτή και την προηγούμενη εβδομάδα, χρησιμοποιώντας τους προωθητές. Είναι αυτή η νέα μήτρα ένωσης που αποτελεί τη διάδοση των προωθητών στην ηλιακή σειρά Terra.

Η απόδοση του διαστημικού σκάφους κατά τη διάρκεια του ελιγμού ήταν σε άριστη συμφωνία με την απόδοση που προβλέφθηκε από τον προσομοιωτή.

Οι ελιγμοί θα εκτελεσθούν τώρα στις 24 Φεβρουαρίου, όπου το σημείο Terra θα είναι στην ήλιος-σύγχρονη τροχιά, πετώντας στο σχηματισμό με Landsat. Συγχαρητήρια σε ολόκληρη ομάδα που σε αυτήν την αόριστη ανωμαλία στο έδαφος, το σύστημα αντεπεξήλθε.

Το όργανο καταγραφής συνεχίζει τώρα σε στερεότυπη βάση μέσω της Ku-band. Η λειτουργία επανάλυσης στερεάς κατάστασης οργάνων καταγραφής έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς από την αναδιανομή της μνήμης οργάνων καταγραφής. Αυτή η αναδιανομή εκτελέστηκε για να αποτρέψει την επανάληψη των στοιχείων επιστήμης στα όρια διοικητικών μονάδων. Θα συνεχίσουμε να ελέγχουμε την απόδοση επανάλυσης για οποιοδήποτε επανεμφάνιση της ανωμαλίας που παρατηρείται δύο εβδομάδες πριν.

Η ομάδα CERES συνεχίζει την έρευνά τους για την ανωμαλία που εμφανίστηκε στο πρόσθιο όργανο. Με τον αναρτήρα αζιμουθίου που στάθμευσαν, η θέση κωδικοποιητών πήδησε σε μια διαφορετική θέση προς στιγμήν, και επέστρεψε έπειτα στη σωστή θέση. Φυσικά ο αναρτήρας δεν θα μπορούσε να έχει κινήσει αυτό γρήγορα. Η πρώτη φάση συγχρονίζει την δοκιμή που εκτελέστηκε αυτή η εβδομάδα, χωρίς να επανεμφανίσει το άλματος κωδικοποιητών.

Kevin Grady

24 Μαρτίου ..2000

Όλα τα συστήματα συνεχίζουν να λειτουργούν κανονικά όπως ο Terra στον τέταρτο μήνα της τροχιάς τους. Οι προετοιμασίες για ένα ζευγάρι διαστημικού σκάφους ολοκληρώθηκαν αυτή η εβδομάδα, και δεδομένου ότι αυτή η έκθεση στελνόταν, ο πρώτος ελιγμός ήταν εκτελεσμένος επιτυχώς, ο δεύτερος ελιγμός που προγραμματίστηκε για αργότερα αυτό το απόγευμα. Οι ελιγμοί αυτοί εκτελούνται κάθε μήνα για MODIS στο ίδιο σημείο στο σεληνιακό κύκλο. Αυτό το πρώτο σύνολο ελιγμών χρησιμεύει επίσης ως ένας ελιγμός βαθμολόγησης για την αδρανή μονάδα μέτρησης ρόλων.

Η κατεύθυνση παρεχόταν από το HQ αυτή η εβδομάδα στο πώς να συνεχίσει με την άμεση υπηρεσία ραδιοφωνικής μετάδοσης MODIS. Η άμεση υπηρεσία ραδιοφωνικής μετάδοσης θα περιοριστεί στη Χαβάη, την Αυστραλία και την ανατολική ακτή της Βόρειας Αμερικής για τον επόμενο μήνα.

Τα σχέδια γίνονται για να εξετάσουν τη σε πραγματικό χρόνο άμεσες συνδέσεις με τον ASTER την πρώτη εβδομάδα του Απριλίου. Τα 105 mbrps θα ληφθούν στην ταινία και θα σταλούν στην Ιαπωνία για την επεξεργασία.

Kevin Grady

(Aster GDS History)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Το EOSDIS στο LP-DAAC αρχειοθετεί και διανέμει δεδομένα ASTER επιπέδου-1A, και επιπέδου-1B, δεδομένα συσχέτισης και προϊόντα DEM. Όλα τα άλλα προϊόντα παράγονται μετά από απαίτηση. Τα βήματα για να έχουμε πρόσβαση στο δίκτυο για τα αρχειοθετημένα δεδομένα EOS (EDG), και ένα σεμινάριο στο πώς να χρησιμοποιήσουν αυτά περιγράφονται κατωτέρω. Τμήματα πιο υψηλού επιπέδου παρέχονται κατόπιν παραγγελίας. Υπάρχει επίσης ένα άλλο σε απευθείας σύνδεση σεμινάριο που είναι διαθέσιμο για δεδομένα EOS για τους χρήστες αρχικά: <http://edcdaac.usgs.gov/tutorial/>

1. Αναζήτηση και παραγγελία

Μπαίνουμε στην σελίδα δεδομένων του EOS για να αρχίσει η αναζήτηση και παραγγελία. (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>)

Οι νέοι χρήστες μπορούν να εισέλθουν ως "φιλοξενούμενοι" (εικόνα 5.1). Εάν είστε εγγεγραμμένος χρήστης, μπορείτε να συνεχίσετε ως "εγγεγραμμένος χρήστης" όπως πριν. Εάν επιθυμούμε να συνδεθούμε "ως εγγεγραμμένος χρήστης" ακολουθούμε τις υπαγορεύσεις εγγραφής. Αυτό θα σας πάει την σελίδα "αρχικής αναζήτησης στοιχείων". Η καταχώρηση θα επιτρέψει στο σύστημα για να θυμηθεί τις πληροφορίες που του έχετε δώσει. Δεν είναι απολύτως απαραίτητο να καταχωρήσει προκειμένου να ψάξει και να παραγγείλετε.

EOS Data Gateway Welcome - Microsoft Internet Explorer

Address: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>

Land Processes Distributed Active Archive Center

Scheduled Down Time (CST)
Thursdays 4-8pm

Important Information from EDC

NSIDC:
NSIDC DAAC will not be able to accept requests for inventory or orders of our Terra/MODIS or NISE data holdings between the hours of 10:00 and 19:00 EDT on Tuesday, 30 April 2002. We apologize for any inconvenience this may cause our customers.

GSFCS:
Wed, 01 May 2002 10:00:00 UT to Wed, 01 May 2002 22:00:00 UT:
The Goddard DAAC ECS is unavailable on 01 May 2002, due to system maintenance. The approximate down time is from 06:00 until 18:00. "MODIS data can not be ordered during this time".

Notice: If you are new to the EOS Data Gateway, or are having difficulties placing an order, please refer to the [quick-start tutorial](#) for assistance. For questions and answers please visit the LP DAAC's [customer support center](#).

Earth Observing System Data Gateway

Search for and order earth science data products from NASA and affiliated centers

- [Enter as guest](#)
- [Enter as a registered user](#)
- [Enter through Terra Products Page](#)
- [Become a registered user](#)
- [Forgot my password](#)
- [Other Data Gateway Sites](#)

What's New (May 1, 2002)
[New Data Sets](#)
[Data Gateway News](#)
[EOS Program News](#)

How-to
[User Support](#)
[FAQ](#)
[Tutorial](#)
[Browser check-out](#)

More ...
[Sample data](#)
[Related links](#)
[Outreach and education](#)
[Information for data providers](#)

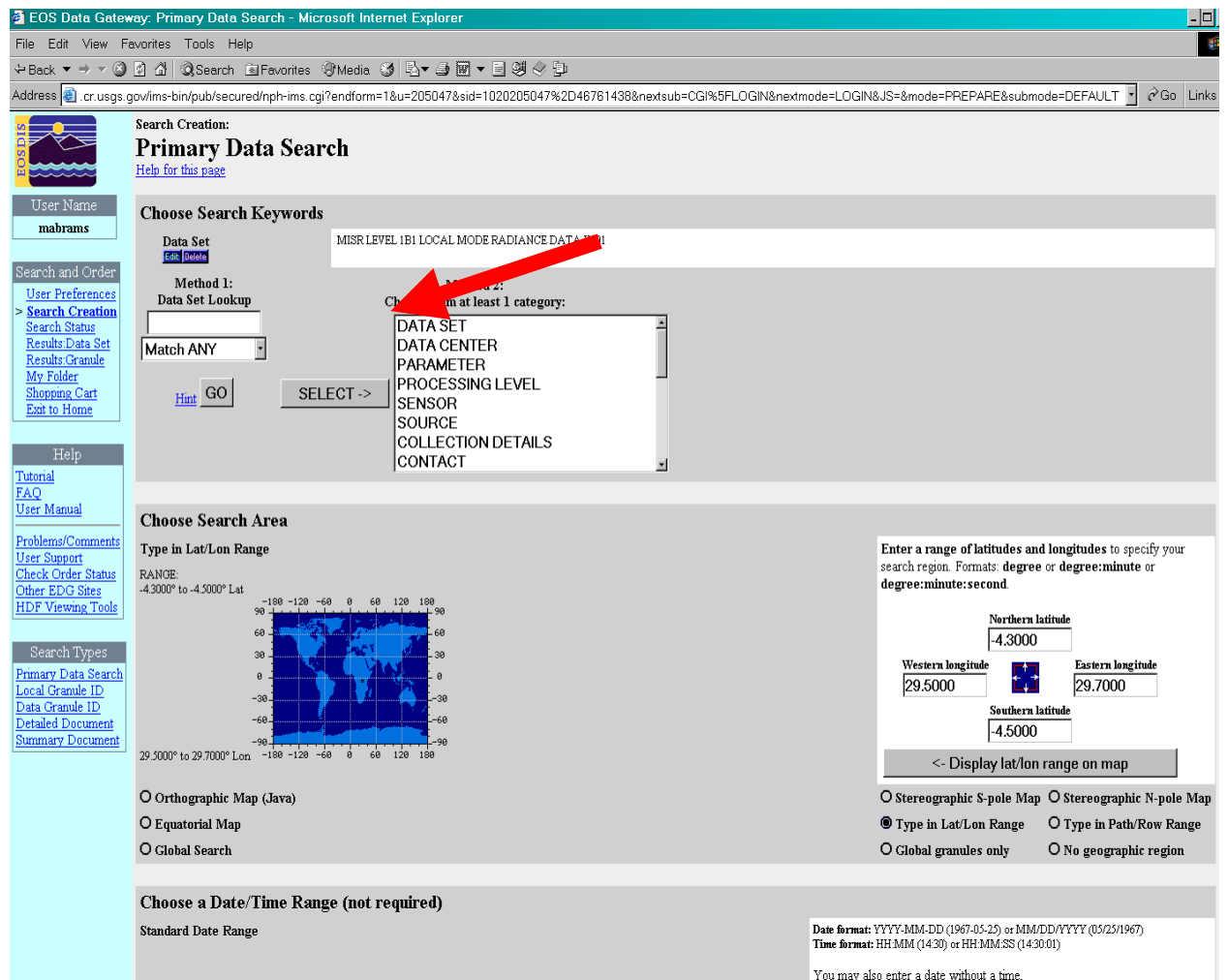
Use of this site constitutes an agreement to US Government [security policy](#) and US Government [privacy policy](#).

Comments, Questions, or Problems? [Email us](#)
Created by EOS Data Gateway, Version 3.2.1
NASA Task Representative: Robin Pfister (Mail Code 423, NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771)

Εικόνα 5.1 Αρχική σελίδα των δεδομένων EOS (ASTER Users Handbook)

2. Αναζήτηση βασικών δεδομένων – Λέξεις κλειδιά

Επιλέγουμε “DATA SET” και πατάμε το κουμπί “ SELECT” (εικόνα 5.2). Αυτό θα σας καταχωρήσει την επιλογή σας. Ένας κατάλογος από διαθέσιμα δεδομένα αποκαλύπτεται στην "λίστα καταλόγου 1". Δίνουμε έμφαση στα δεδομένα που μας ενδιαφέρουν και πατάμε “OK”.



Εικόνα 5.2 Επιλογή εντολής “DATASET” (ASTER Users Handbook)

Υπάρχουν 2 λίστες διαθέσιμες με δεδομένα ASTER επιπέδου-1 από το LP-DAAC. Επομένως, πρέπει να επιλέξουμε "δεδομένα ASTER L1A αναδημιουργημένα, μη επεξεργασμένα V002 & V003" και "δεδομένα ASTER L1B με καταχωρημένη ακτινοβολία στον αισθητήρα V002 & V003". Η άλλη επιλογή είναι εικόνες που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με γρήγορο τρόπο. Αυτά αποθηκεύονται προσωρινά για μόνο 30 ημέρες στο αρχείο, και αντικαθίστανται στη συνέχεια από το τυποποιημένο επεξεργασμένο προϊόν που φθάνει από GDS της Ιαπωνίας.

3. Αρχική αναζήτηση στοιχείων – Επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τη σκιαγράφιση της περιοχής ενδιαφέροντος (εικόνα 5.3). Η μέθοδος προεπιλογής για να καθορίσει τον τομέα αναζήτησής σας δηλαδή γεωγραφικό πλάτος και γεωγραφικό μήκος είναι "Type in Lat/Lon Range". Εάν ξέρουμε το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος, εισάγουμε τις συντεταγμένες.

Για να καθορίσουμε τη γεωγραφική περιοχή σε έναν χάρτη, επιλέγουμε το κουμπί δίπλα στο χάρτη επιλογής σας και σκιαγραφούμε την περιοχή επιλέγοντας πάνω στο χάρτη.

The screenshot shows the search interface of the ASTER Users Handbook. It includes a navigation menu on the left, search methods (Method 1 and Method 2), a 'Choose Search Area' section with a world map and input fields for latitude and longitude, and a list of map type options. Two red arrows highlight the 'Type in Lat/Lon Range' radio button and the map selection area.

Εικόνα 5.3 Επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος (ASTER Users Handbook)

4. (προαιρετικά) Αρχική αναζήτηση στοιχείων – Επιλογή χρονικής σειράς (δεν απαιτείται)

Μπορούμε τώρα να εισάγουμε την ημερομηνία. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είτε μια τυποποιημένη σειρά ημερομηνίας είτε την ιουλιανή σειρά ημερομηνίας (εικόνα 5.4). Να είμαστε βέβαιοι ότι εισάγουμε την ημερομηνία και το χρόνο με την ακολουθία του σχήματος περιεχομένου. Για να φάξουμε εποχιακά, επιλέγουμε το κουμπί δίπλα "Annually Repeating".

Εικόνα 5.4 Επιλογή ημέρας / χρόνου (ASTER Users Handbook)

5. Αρχική αναζήτηση στοιχείων - Αναζήτηση έναρξης!

Είμαστε τώρα έτοιμοι να εκτελέσουμε την αναζήτησή μας. Πατάμε "start search".

6. Αποτελέσματα : Λίστα δεδομένων

Εάν τρέξουμε μια αναζήτηση για περισσότερα από ένα σύνολα δεδομένων (όπως επίπεδο-1A και επίπεδο-1B), τα αποτελέσματα θα επιδειχθούν, μαζί με τον αριθμό επιστρεφόμενων (εικόνα 5.5). Για να δούμε τον κατάλογο, πατάμε στο παράθυρο "Select" στη στήλη για ένα ή περισσότερα σύνολα δεδομένων και πατήστε "List Data granules".

Address: http://edgimsswww.cr.usgs.gov/ims-bin/pub/secured/nph-ims.cgi?endform=1&u=205741&sid=mabrams&mode=SEARCH&submode=COMMTRACE

Results: Data Set Listing
[Help for this page](#)

User Name: mabrams

List data granules | Add data granules to cart | Add data granules to folder for data sets selected on all pages

No items are currently selected.
[Customize this table](#) - change columns, sort order, number of rows, etc. [Text only version](#) - for printing or import into a spread sheet.

Select	Options...	Data set	Number of Granules	Sources	Sensors
<input type="checkbox"/>	Data set attributes Other links Summary document Detailed document	ASTER L1A RECONSTRUCTED UNPROCESSED INSTRUMENT DATA V002	100 (more are known)	TERRA	ASTER
<input type="checkbox"/>	Data set attributes Other links Summary document Detailed document	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002	50 (of 50)	TERRA	ASTER

The last search you submitted was for...

- Data Set:** ASTER L1A RECONSTRUCTED UNPROCESSED INSTRUMENT DATA V002, ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
- Geographic Region:** 36.0000° to 33.0000° Lat, -116.0000° to -113.0000° Lon

If you [save this query to your machine](#), you can restore it later into the search form by entering its URL into the special field at the bottom of the search form.

Comments, Questions, or Problems? [Email us](#)
 Created by EOS Data Gateway version 3.2.1
 NASA Task Representative: Robin Pfister (Mail Code 423, NASA/GSFC, Greenbelt, MD 20771)

Εικόνα 5.5 Αποτελέσματα λίστας δεδομένων (ASTER Users Handbook)

7. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματά μας φαίνονται εδώ (εικόνα 5.6). Για να δούμε την εικόνα της επιλογής σας, πατάμε το κουμπί "View Image". Κοιτάζτε την εικόνα που θα δώσει μια καλή αντιπροσώπευση των ανωμαλιών ή της κάλυψης σύννεφων στην εικόνα. Για αναλυτικές πληροφορίες για έναν ιδιαίτερο σημείο, πατάμε "Granule attributes".

Για να παραγγείλουμε δεδομένα, πατάμε το κουμπί "Select" για τις επιθυμητές εικόνες. Στη συνέχεια, πατάμε "Add to cart".

Results: Granule: Listing

User Name: mabrams

data granules selected on all pages

No items are currently selected.
Customize this table - change columns, sort order, number of rows, etc. Text only - for printing or import into a spreadsheet.

Select	Options...	Granule	Special Processing Links	Start Date	Stop Date	Center Point	Data Set
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2002055849	Order higher-level product	11 May 2000, 05:57:36	11 May 2000, 05:57:36	36 11° Lat, - 115 27° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2004249952	Order higher-level product	19 May 2000, 18:48:16	19 May 2000, 18:48:16	35 75° Lat, - 114 86° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2004249519	Order higher-level product	19 May 2000, 18:48:25	19 May 2000, 18:48:25	35 22° Lat, - 115 01° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2001880415	Order higher-level product	04 Jun 2000, 18:48:29	04 Jun 2000, 18:48:29	35 82° Lat, - 115 33° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2001880416	Order higher-level product	04 Jun 2000, 18:48:38	04 Jun 2000, 18:48:38	35 28° Lat, - 115 48° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2002055854	Order higher-level product	12 Jun 2000, 05:57:21	12 Jun 2000, 05:57:21	36 11° Lat, - 115 29° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2001936732	Order higher-level product	02 Oct 2000, 05:56:07	02 Oct 2000, 05:56:07	36 11° Lat, - 115 30° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2002204536	Order higher-level product	17 Oct 2000, 18:53:01	17 Oct 2000, 18:53:01	36 12° Lat, - 115 19° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2002816746	Order higher-level product	26 Mar 2001, 18:49:45	26 Mar 2001, 18:49:45	36 29° Lat, - 116 31° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002
<input type="checkbox"/>	Granule attributes Granule Pricing View image Request sample	SC.AST_L1B.002.2005894700	Order higher-level product	26 Mar 2001, 18:49:45	26 Mar 2001, 18:49:45	36 29° Lat, - 116 31° Lon	ASTER L1B REGISTERED RADIANCE AT THE SENSOR V002

You are currently viewing items 1 through 10 out of 50 total.


1 - 10 | 11 - 20 | 21 - 30 | 31 - 40 | 41 - 50

Εικόνα 5.6 Λίστα αποτελεσμάτων (ASTER Users Handbook)

8. Κάρτα αγορών - βήμα 1: επιλογές παραγγελίας

Πατάμε το κουμπί "Order Options" και επιλέγουμε τις επιλογές σας (εικόνα 5.7). Θα έχουμε την επιλογή είτε να εφαρμόσουμε τις επιλογές μας και τις παραμέτρους επεξεργασίας σε όλες τις εικόνες είτε σε μόνο μία περιοχή. Πατάμε "OK" και δεχόμαστε την επιλογή & την επιστροφή με το κουμπί "shopping card" για να προχωρήσετε.

Θα πρέπει να επαναλάβουμε αυτό για κάθε εικόνα εάν παραγγείλουμε δεδομένα από περισσότερα από ένα σύνολα δεδομένων, ή εάν δεν εφαρμόσουμε τις επιλογές παραγγελίας σε όλους τις εικόνες. Όταν τελειώσουμε με τις παραμέτρους επεξεργασίας σας, πατάμε "Go to step 2: Order form".



User Name
mabrams

Search and Order
[User Preferences](#)
[Search Creation](#)
[Search Status](#)
[Results Data Set](#)
[Results Granule](#)
[My Folder](#)
> Shopping Cart
[Exit to Home](#)

Help
[Tutorial](#)
[FAQ](#)
[User Manual](#)
[Problems/Comments](#)
[User Support](#)
[Check Order Status](#)


Shopping Cart:
Step 1: Choose Ordering Options
[Help for this page](#)


You selected a total of **1** data granule.



- Your selection was **added** to your shopping cart.

There is currently **1** item in your shopping cart, **0** items are ready to be ordered.

Before you can go to **Step 2: Order Form** you must choose ordering options using the **Order Options** button next to each item that needs it.

Remove ALL items from shopping cart: 

Check Order Status  of a previous order.

Options...	Remove	Item	Start Date	Stop Date	Center Point
		SC:AST_LIB.002:2004249952	19 May 2000, 18:48:16	19 May 2000, 18:48:16	35.75° Lat, - 114.86° Lon

Εικόνα 5.7 Επιλογές παραγγελιών (ASTER Users Handbook)

9. Κάρτα αγορών - Βήμα 2: Έντυπο παραγγελίας


Εισάγουμε την κατάλληλη διεύθυνσή μας στους τομείς διευθύνσεων επαφών (εικόνα 5.8). Πρέπει να παρέχουμε τις πληροφορίες στους κόκκινους τομείς. Εάν είστε εγγεγραμμένος χρήστης, αυτή η σελίδα θα ολοκληρωθεί για σας. Όταν τελειώνουμε, επιλέγουμε το κουμπί "Go to step 3: Review Order Summary".

EOS Data Gateway: Step 2: Order Form - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Home Search Favorites Media Print Copy Paste

Address http://edcimswww.cr.usgs.gov/ims-bin/pub/secured/hph-ims.cgi/u206586



User Name
mabrams

Search and Order

- [User Preferences](#)
- [Search Creation](#)
- [Search Status](#)
- [Results Data Set](#)
- [Results Granule](#)
- [My Folder](#)
- > [Shopping Cart](#)**
- [Exit to Home](#)

Help

- [Tutorial](#)
- [FAQ](#)
- [User Manual](#)

Problems/Comments

- [User Support](#)
- [Check Order Status](#)
- [Other EDG Sites](#)
- [HDF Viewing Tools](#)

Search Types

- [Primary Data Search](#)
- [Local Granule ID](#)
- [Data Granule ID](#)
- [Detailed Document](#)
- [Summary Document](#)

Shopping Cart:
Step 2: Order Form
[Help for this page](#)

Please fill out the **user, shipping, and billing information** on the form below, then click on the **Go to Step 3: Review Order Summary** button at the bottom of the page. place it if you are satisfied.

Required fields in the form below are starred ***Like This**.

Your Contact Address:

Title: ***First Name:** **Initial:** ***Last Name:**

Organization: ***Internet E-Mail Address:**

***Street Address:**

***City:**

***Select State (US only):** **Or Enter State/Province:**

ALABAMA
ALASKA
AMERICAN SAMOA
To enter a state/province, select None from the selection menu and enter state/province above.

Zip/Postal Code:

***Select Country:** **Or Enter Country:**

ABU DHABI
ADMIRALTY ISLANDS
AFGHANISTAN
To enter a country, select None from the selection menu and enter country above.

***Telephone:** **Fax:**

Shipping Address: Same as contact address (above)
Billing Address: Same as contact address (above)

Εικόνα 5.8 Έντυπο παραγγελίας (ASTER Users Handbook)

10. Κάρτα αγορών: - Βήμα 3: Περίληψη παραγγελίας

Αναθεωρούμε την περίληψη παραγγελίας. Εάν όλες οι πληροφορίες είναι σωστές, πατάμε "Go to step 4:Submit Order".

11. Υποβληθείσα παραγγελία

Η παραγγελία μας έχει υποβληθεί τώρα. Θα λάβουμε μέσω email την επιβεβαίωση της παραγγελία μας. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο EDC θα συνοψίσει την παραγγελία μας και θα παράσχει τις πληροφορίες για τους τρόπους πληρωμής. Η πληρωμή πρέπει να παραληφθεί προτού να μπορέσει να αρχίσει η επεξεργασία παραγγελίας. Καλύτερα να έρθετε σε επαφή με το LP-DAAC για να τακτοποιήσετε την πληρωμή.

(ASTER Users Handbook, 2002)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTER

6.1 IMPORT

Raster data

Υπάρχει μεγάλος αριθμός δεδομένων τα οποία είναι διαθέσιμα για τη χρησιμοποίηση σε GIS σήμερα. Επίσης, υπάρχουν δορυφορικά και αεροπορικά στοιχεία, δεδομένα raster που περιλαμβάνουν ψηφιακές χ-ακτίνες, σόναρ, μικροσκοπικά στοιχεία, τηλεσκοπικά και ψηφιακά δεδομένα και πολλές άλλες πηγές.

Εξαιτίας της μεγάλης αφθονίας από format δεδομένων, το Erdas Imagine εξασφαλίζει δύο επιλογές για εισαγωγή δεδομένων.

- Εισαγωγή για συγκεκριμένα format
- Εισαγωγή για γενικά format

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει μερικά raster format τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για import.

ΤΥΠΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	IMPORT
ADRG	•
ADRI	•
ARCGEN	•
ARCINFO	•
ARC INTERCHANGE	•
ASCII	•
AVHRR (NOAA)	•
AVHRR (DUNDEE FORMAT)	•
AVHRR (SHARP)	•
BIL, BIP, BSQ	•
CADRG	•
CIB	•
DAEDALUS	•
USGS DEM	•
DOQ	•
DOQ (JPEQ)	•

DTED	•
ERS (I - PAF CEOS)	•
ERS (CONAE - PAF CEOS)	•
ERS (TEL AVIV – PAF CEOS)	•
ERS (D – PAF CEOS)	•
ERS (UK – PAF CEOS)	•
GENERIC BINARY	•
GEOTIFF	•
GIS (ERDAS 7.X)	•
GRASS	•
GRID	•
GRID STACK	•
GRD (SURFER ASCII / BINARY)	•
IRS-1C (EOSAT FAST FORMAT C)	•
IRS-1C (EUROMAP)	•
JFIF (GPEG)	•
LANDSAT-7 FAST-L7A ACRES	•
LANDSAT-7 FAST-L7A EROS	•
LAN (ERDAS 7.X)	•
MSS LANDSAT	•
NCAPS DATA FORMAT	•
PCX	•
RADARSAT	•
RADARSAT (ACRES CEOS)	•
RASTER PRODUCT FORMAT	•
SDTS	•
ORB VIEW	•
SHAPEFILE	•
SPOT	•
SPOT (CRS)	•
SPOT (GEOSPOT)	•
SPOT SICORP METRO VIEW	•
SUN RASTER	•
TIFF	•
TM LANDSAT ACRES FAST FORMAT	•
TM LANDSAT ACRES STANDARC FORMAT	•
TM LANDSAT EOSAT FAST FORMAT	•
TM LANDSAT EOSAT STANDARC FORMAT	•
TM LANDSAT ESA FAST FORMAT	•

TM LANDSAT ESA STANDART FORMAT	•
TM LANDSAT IRS FAST FORMAT	•
TM LANDSAT STANDARC FORMAT	•
TM LANDSAT-7FAST-L7A ACRES	•
TM LANDSAT-7 FAST-L7A EROS	•
TM LANDSAT RADARSAT FAST FORMAT	•
TM LANDSAT RADARSAT STANDARD FORMAT	•

Η λειτουργία import μετατρέπει δεδομένα raster σε format του Erdas Imagine (.img) ή σε άλλα format ομοίως μέσα από το Erdas. Η λειτουργία import εισάγει τιμές δεδομένων διορθώνοντας την raster εικόνα. Για παράδειγμα όταν ο χρήστης εισάγει δεδομένα Landsat το Erdas επίσης εισάγει δεδομένα με γεωγραφικές συντεταγμένες για την εικόνα.

NITFS

Το NITFS συμβολίζει την Εθνική Μεταφορά Στοιχείων μέσω Αναγνωρισμένων Format. Το NITFS είναι σχεδιασμένο από μια δέσμη πολυάριθμων σύνθετων εικόνων μαζί με πλήρη σχόλια και εγχειρίδιο πιστότητας.

Το NITFS είναι μη ταξινομημένο format και βασίζεται στο ISO/IEC 12087-5, θεμελιώδης ανταλλαγή format (BIIF). Το NITFS επίσης υλοποιείται από το BIIF τεκμηριωμένο από U.S., στρατιωτικά αναγνωρίσιμο 2500B, επαληθεύει αναγνωρίσιμα format για ψηφιοποίηση. Πρώτη φορά παρουσιάστηκε το 1990 και χρησιμοποιήθηκε από την κυβέρνηση και εταιρίες.

Κάποια βασικά χαρακτηριστικά του NITFS είναι τα ακόλουθα :

- Εξασφάλιση κοινής βάσης για αποθήκευση και ψηφιακή ανταλλαγή εικόνων, σύνδεση δεδομένων μεταξύ υπαρχόντων και μελλοντικών συστημάτων.
- Απαίτηση ελάχιστων προ-επεξεργασιών και μετα-επεξεργασιών από πομπούς δεδομένων.
- Επιβεβαίωση μεταβλητών μεγεθών εικόνας και ανάλυση.

-
- Εξασφάλιση γενικών χαρακτηριστικών και λειτουργιών χωρίς απαίτηση όμοιου hardware ή λογισμικού.

Επιπλέον, τα NITFS αρχεία επιβεβαιώνουν και τα ακόλουθα :

- πολλαπλές εικόνες
- σχολιασμός σε εικόνες
- ASCII εγχειρίδιο και σχολιασμός
- Δεδομένα επεξεργασίας

Η διαδικασία μετατροπής NITFS αρχείων είναι μια διαδικασία αντίστροφη. Στο Erdas Imagine, το IMAGINE NITF™ λειτουργικό δέχεται τέτοιες πληροφορίες και συναρμολογεί αυτές μέσα σε ένα αρχείο στο καθορισμένο format NIFT.

(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

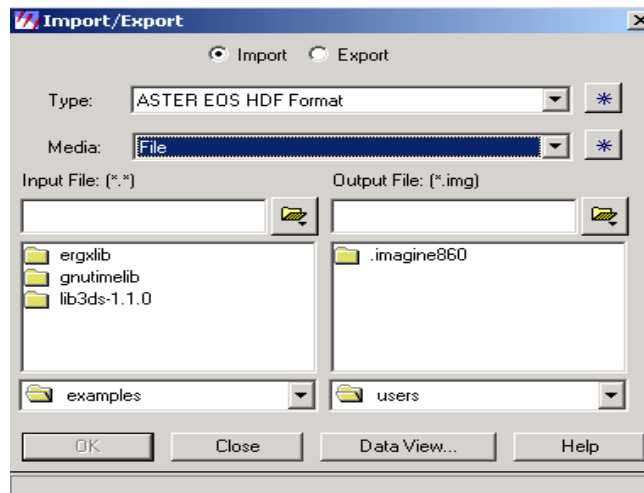
Πειραματική Διαδικασία

Πριν την εισαγωγή των δεδομένων από εξωτερική διάταξη, όπως δισκέτα ή CD πρέπει να σχηματίσεις τη διάταξη στο Erdas Imagine 8.6.

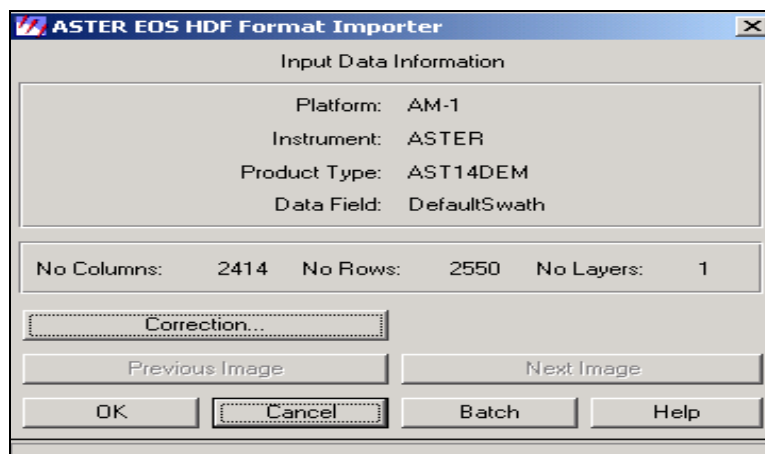
1. Εάν το Session Log δεν είναι ανοιχτό, επιλέγουμε **Session / Session Log** από το μενού του Erdas. Το Session Log φανερώνει τι πραγματικά συμβαίνει γύρω από την διαδικασία import.
2. Πατάμε το κουμπί Import από το πίνακα του Erdas.



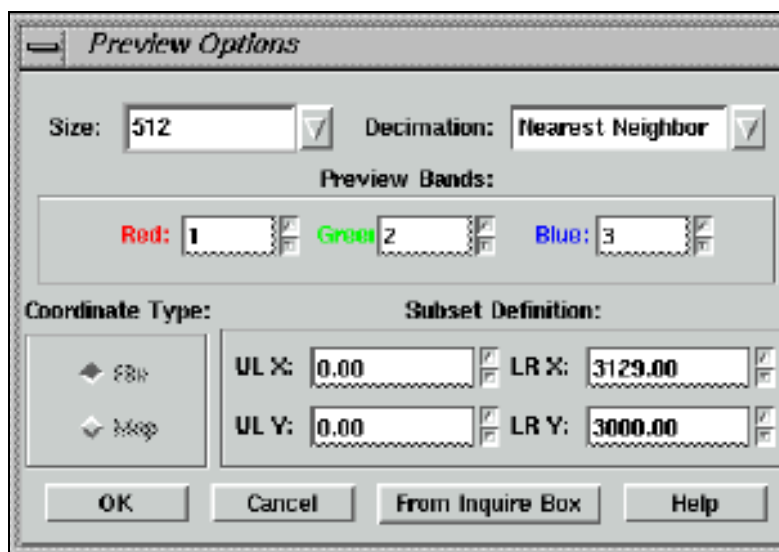
Τότε ανοίγει το παράθυρο **Import/Export**.



3. Στο κουτί **Type** επιλέγουμε τον τύπο **import** που μας ενδιαφέρει. Συγκεκριμένα εμείς χρησιμοποιήσαμε **ASTER EOS HDF FORMAT**.
4. Στο κουτί **Media** επιλέγουμε **file** ή **CD** ανάλογα με το που έχουμε το αρχείο μας.
5. Στη συνέχεια πατάμε το **Data View** για να επιλέξουμε την διάταξη που επιθυμούμε.
6. Κάτω από το **Output file** πληκτρολογούμε το όνομα που θέλουμε να έχει το καινούργιο αρχείο μας.
7. Πατάμε **OK** στο παράθυρο **Import/Export**.
8. Τότε ανοίγει το παράθυρο **ASTER EOS HDF Format Information**.



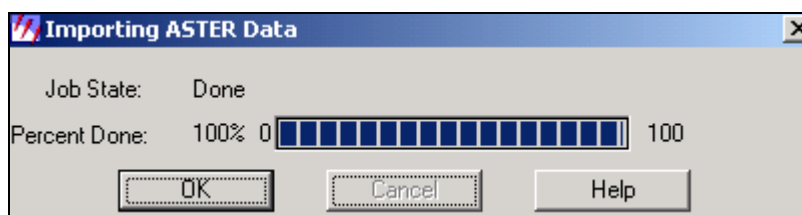
Ελέγχουμε το **Preview Options** και στη συνέχεια πατάμε **OK**.



Το **Preview Options** επιτρέπει το import σε οποιαδήποτε έκδοση του αρχείου. Το Preview Options έχει τις εξής δυνατότητες :

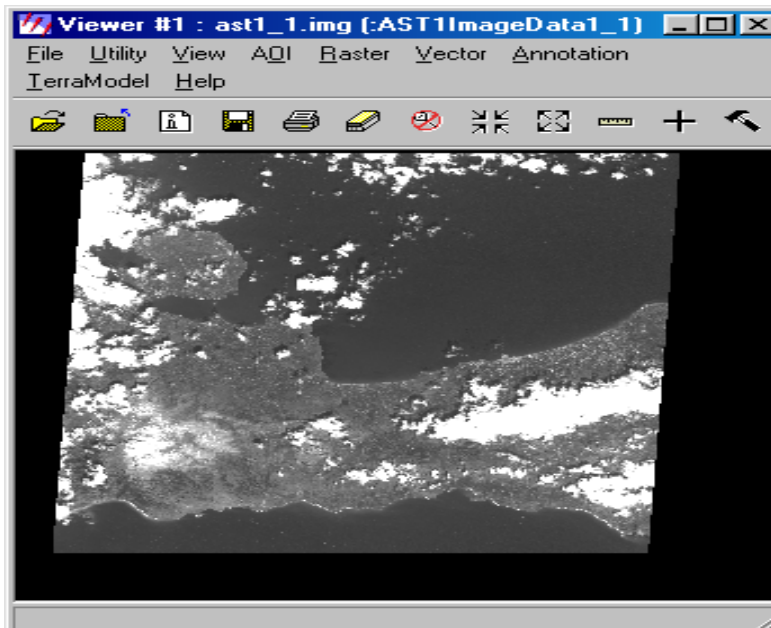
- Μέγεθος της εικόνας έως 512*512 ή 1024*1024.
- Αποδεκάτισμα – Nearest Neighbor (εξασφαλίζει γρηγορότερη απεικόνιση της εικόνας αν και αυτό μπορεί να εμφανίσει εμπόδιο) – Average Pixel (μέσο όρο του συνόλου των pixel, το οποίο εξασφαλίζει επίπεδη εικόνα).
- Προεπισκόπηση μπάντων (Preview Bands) : Οι μπάντες στην εικόνα είναι προσδιορισμένες στο RGB.
- Τύπος Συντεταγμένων : ο τύπος συντεταγμένων που χρησιμοποιείται είναι καθορισμένος. Εάν δεν υπάρχουν πληροφορίες από χάρτη στην αρχική εικόνα τότε μόνο συντεταγμένες αρχείου είναι διαθέσιμες.

9. Τέλος πατάμε **OK** στο **Preview Options** και **Preview** στο **Importing ASTER Data**. Η λειτουργία διαδικασίας αρχίζει.



Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί, δηλαδή φτάσει το 100% πατάμε **OK**.

10. Τώρα μπορούμε να δούμε σε ένα Viewer την εικόνα μας.



(ERDAS IMAGINE 8.6, TOUR GUIDE)

6.2 RECTIFICATION –Διόρθωση

Εισαγωγή

Η χωρίς επεξεργασία αυτόματη ανίχνευση δεδομένων εικόνας αυξάνεται από δορυφόρους και διαστημόπλοια. Είναι μια απεικόνιση από ανώμαλες επιφάνειες της γης. Ακόμη και εικόνες από φαινομενικά επίπεδες περιοχές είναι στραμμένες από καμπυλώσεις της γης και από τον αισθητήρα ανίχνευσης που χρησιμοποιείται.

Το σύστημα σχεδίασης χάρτη, είναι ένα σύστημα που σχεδιάζει απεικονίσεις της επιφάνειας από σφαίρα ή σφαιροειδές στο επίπεδο. Εκεί υπάρχουν ένας αριθμός από μεθόδους διαφορετικές για σχεδίαση χαρτών. Πριν επιπεδοποιήσουμε την σφαίρα, το επίπεδο είναι η αφορμή για την στρόφη της επιφάνειας, έτσι κάθε σύστημα σχεδιασμού χάρτη συμβιβάζει ακρίβεια μεταξύ προκαθορισμένων ιδιοτήτων, όπως διατήρηση απόστασης, γωνίας, περιοχής. Για παράδειγμα, περιοχή σε χάρτη σχεδίασης με καθορισμένη διάμετρο αναπαριστάται με την ίδια ολική περιοχή. Αυτό είναι χρήσιμο για σύγκριση εδαφών χρησιμοποιώντας περιοχές, πυκνότητα και άλλες εφαρμογές.

Στον χάρτη υπάρχει ένας αριθμός συντεταγμένων για τον καθορισμό τοποθεσίας στην εικόνα. Αυτό το σύστημα συντεταγμένων συμμορφώνεται σε πλέγμα και δηλώνει τα X, Y (γραμμές, στήλες). Έτσι κάθε σχεδιαστικό σύστημα χάρτη είναι συνδεδεμένο με σύστημα συντεταγμένων.

Η διόρθωση είναι μια διαδικασία μετασχηματισμού δεδομένων από ένα σύστημα πλέγματος σε κάποιο άλλο χρησιμοποιώντας γεωμετρικό μετασχηματισμό. Τα pixel στο καινούργιο πλέγμα μπορεί όμως να μην ευθυγραμμίζονται με τα pixel στο κανονικό πλέγμα γι' αυτό χρησιμοποιούμε την διαδικασία resampled. Resampling είναι η διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος για τις τιμές δεδομένων στο καινούργιο πλέγμα με βάση τις αρχικές.

Registration – Καταγραφή

Σε πολλές περιπτώσεις έχουμε εικόνες από μια περιοχή, οι οποίες όμως ανήκουν σε διαφορετικά αρχικά δεδομένα. Το πρόβλημα εντοπίζεται όταν πρέπει να χρησιμοποιηθούν μαζί. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να κάνουμε σύγκριση αυτόνομων εικόνων με τη μέθοδο pixel με pixel, διότι τα πλέγματα από κάθε εικόνα πρέπει να συμμορφωθούν με τις άλλες εικόνες στη βάση δεδομένων. Τα εργαλεία για

διόρθωση εικόνων χρησιμοποιούνται για το μετασχηματισμό ανόμοιων εικόνων στο ίδιο σύστημα συντεταγμένων. Καταγραφή είναι η διαδικασία κατασκευής εικόνας με βάση κάποια άλλη.

Το σύστημα συντεταγμένων δεν είναι απαραίτητα σύνθετο. Για παράδειγμα αν έχουμε εικόνα Α διορθωμένη και εικόνα Β μη-διορθωμένη, τότε η Β μπορεί να διορθωθεί με βάση την Α.

Georeferencing

Το Georeferencing είναι μια διαδικασία προσδιορισμού συντεταγμένων με βάση τα δεδομένα εικόνας. Τα δεδομένα μπορεί ήδη να έχουν σχεδιαστεί σε επιθυμητό επίπεδο αλλά χωρίς σύστημα συντεταγμένων. Η καταχώρηση εικόνας με εικόνα περιλαμβάνει το georeferencing μόνο αν η εικόνα είναι georeferenced. Επίσης με αυτή την διαδικασία μπορούμε να αλλάξουμε τις συντεταγμένες στο αρχείο της εικόνας και το πλέγμα να μην αλλάξει.

Γεω-κωδικοποιημένα δεδομένα είναι εικόνες, οι οποίες έχουν διορθωθεί από ειδικό χάρτη και συνήθως έχει εφαρμοσθεί ραδιομετρική διόρθωση. Είναι πιθανό από την αγορά δεδομένων εικόνας να είναι γεω-κωδικοποιημένα. Τέτοια δεδομένα μπορούν να διορθωθούν μόνο εάν πρέπει να συνδεθούν με διαφορετικό σύστημα σχεδίασης ή καταγραφή άλλων διορθωμένων δεδομένων.

Γεωγραφικό πλάτος / Γεωγραφικό μήκος (Latitude / Longitude)

Γεωγραφικό πλάτος και μήκος είναι ένα σύστημα συντεταγμένων το οποίο δεν είναι συνδεδεμένο με το χάρτη σχεδίασης. Επίσης, δηλώνει τοποθεσίες σε σχέση με το σφαιροειδές και όχι το επίπεδο.

Orthorectification

Orthorectification είναι μια μορφή διόρθωσης για εκτόπισμα γεωγραφικών περιοχών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο αν υπάρχει ένα DEM από μελετημένη περιοχή. Αυτό βασίζεται στη συγγραμικότητα εξισώσεων, τα οποία μπορούν να παράγουν από τη χρησιμοποίηση 3D GCP. Σχετικά με τις επίπεδες περιοχές το orthorectification δεν είναι απαραίτητο, αλλά μόνο σε περιοχές με βουνά όπου ο υψηλός βαθμός ακρίβειας είναι απαιτούμενος το orthorectification συνιστάται.

Βασικά στοιχεία για τη Διόρθωση

Η διόρθωση είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις όπου το πλέγμα των pixel της εικόνας πρέπει να αλλάξει εναρμονίζοντας το με το σύστημα χάρτη σχεδίασης ή την αναφερόμενη εικόνα. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για διόρθωση δεδομένων, όπως :

- Σύγκριση θέσης pixel με θέση εφαρμογών, όπως αλλαγή ανακάλυψης ή θερμική αδράνεια (μέρα και νύχτα).
- Ανάπτυξη δεδομένων GIS βασισμένα στο μοντέλο GIS.
- Προσδιορισμός ταυτότητας πάνω σε δείγματα σύμφωνα με τις συντεταγμένες χάρτη πριν την ταξινόμηση.
- Δημιουργία ακριβής κλίμακας αεροφωτογραφίας.
- Επικάλυψη εικόνας με διανυσματικά δεδομένα, όπως στο ArcInfo.
- Σύγκριση εικόνων σε διαφορετικές κλίμακες.
- Ακριβής υπολογισμός απόστασης και διαστάσεων περιοχής.
- Εικόνες για δημιουργία μωσαϊκού.
- Εκτέλεση άλλων αναλύσεων απαιτώντας ακριβής γεωγραφικές τοποθεσίες.

Πριν την διόρθωση δεδομένων, πρέπει να καθορίσεις κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων για τη βάση δεδομένων. Επιλέγουμε κατάλληλο χάρτη σχεδίασης και σύστημα συντεταγμένων. Εάν κάποιος φτιάχνει κυβερνητικό σχέδιο, η σχεδίαση μπορεί να είναι προκαθορισμένη. Πριν όμως επιλέξουμε χάρτη σχεδίασης μελετάμε τα ακόλουθα :

- Πόσο μικρή ή μεγάλη είναι η περιοχή στο χάρτη. Υπάρχουν διαφορετικοί σχεδιασμοί για διαφορετικά μεγέθη περιοχών.
- Σημείο πάνω στη υδρόγειο που δείχνει την περιοχή που ερευνούμε. Πολικές περιοχές και περιοχές του ισημερινού απαιτούν διαφορετικούς τρόπους σχεδίασης για μέγιστη ακρίβεια.
- Πρέπει επίσης να γνωρίζουμε την ένταση της περιοχής που ερευνούμε. Κυκλική, Βόρεια-Νότια, Ανατολικά-Δυτικά και κεκλιμένες περιοχές μπορεί όλες να απαιτούν διαφορετικό σύστημα σχεδίασης.

Βασικά στοιχεία για το Georeference

Η διόρθωση δεν είναι απαραίτητη εάν δεν υπάρχει στροφή στην εικόνα. Για παράδειγμα, εάν μια εικόνα παράγεται από σάρωση ή ψηφιοποίηση χάρτη αυτό είναι το επιθυμητό σύστημα σχεδίασης, τότε και η εικόνα είναι εντελώς επίπεδη και δεν απαιτεί διόρθωση εφόσον δεν υπάρχει λοξότητα ή περιστροφή.

Η σάρωση και η ψηφιοποίηση παράγει επίπεδες εικόνες αλλά δεν περιέχουν κανένα χάρτη με σύστημα συντεταγμένων. Τέτοιες εικόνες χρειάζονται μόνο Georeference, το οποίο είναι μια απλή διαδικασία.

Σε πολλές περιπτώσεις, στο πάνω μέρος της εικόνας βλέπουμε ότι έχει ενημερωθεί από ένα καινούργιο χάρτη με πληροφορίες συντεταγμένων. Σε αυτή την περίπτωση περιλαμβάνει επανεξέταση :

- Των συντεταγμένων του χάρτη στην πάνω αριστερή γωνία της εικόνας.
- Μέγεθος κελιών (η περιοχή προσδιορίζεται από κάθε pixel).

Αυτή η πληροφορία είναι συνήθως ίδια για κάθε layer αν και μπορεί να διαφέρει. Για παράδειγμα, το μέγεθος κελιών της μπάντας 6 του TM Landsat είναι διαφορετικό από τις άλλες μπάντες.

Μειονεκτήματα Διόρθωσης

Κατά τη διάρκεια της διόρθωσης οι τιμές δεδομένων από τα διορθωμένα pixel πρέπει να υποστούν την διαδικασία resample για να εναρμονιστούν με το καινούργιο πλέγμα. Αν και μερικοί από τους αλγόριθμους υπολογίζουν αυτές τις τιμές, μερικά από τα φασματικά δεδομένα μπορεί να χαθούν κατά τη διάρκεια της διόρθωσης. Εάν οι συντεταγμένες του χάρτη ή μονάδες χαρτών δεν χρειάζονται στην εφαρμογή τότε μπορείς να πάρεις πληροφορίες χωρίς διόρθωση της εικόνας. Μια μη-διορθωμένη εικόνα είναι περισσότερο φασματικά διορθωμένη από τη διόρθωση εικόνας.

Βήματα διόρθωσης

Συνήθως, διόρθωση είναι η μετατροπή συντεταγμένων σε δεδομένα σε άλλα πλέγματα και άλλο σύστημα συντεταγμένων. Η διόρθωση και η καταγραφή δεδομένων περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα, ανεξάρτητα από την εφαρμογή :

- Εντοπισμός GCP
- Υπολογισμός και δοκιμασία μετασχηματισμού
- Δημιουργία εικόνας με καινούργιες συντεταγμένες. Τα pixel πρέπει να περάσουν την διαδικασία resample για να εναρμονισθούν με το καινούργιο πλέγμα.

Οι εικόνες μπορεί να διορθωθούν σε ένα Viewer και να δούμε το αποτέλεσμα στο viewer ή σε ένα αρχείο στο δίσκο. Επίδειξη διόρθωσης στο viewer είναι προσωρινή αλλά διόρθωση στο δίσκο μόνιμη, γιατί το καινούργιο αρχείο είναι δημιουργημένο. Η διόρθωση δίσκου περιλαμβάνει :

- Επαναπροσδιορισμός των pixel της εικόνας σε καινούργιο πλέγμα, το οποίο συμμορφώνεται σε επίπεδο στον καινούργιο χάρτη σχεδίασης και σύστημα συντεταγμένων.
- Εισαγωγή καινούργιων πληροφοριών στο αρχείο όπως στην πάνω αριστερή γωνία του χάρτη και επαναπροσδιορισμός περιοχής για κάθε pixel.

Επίγεια Σημεία Ελέγχου (GCP)

GCP είναι ειδικά pixel στην εικόνα για τα οποία ο χάρτης συντεταγμένων είναι γνωστός. Το GCP βασίζεται σε X, Y ζεύγος συντεταγμένων :

- Αρχή συντεταγμένων, όπου συνήθως οι συντεταγμένες δεδομένων στην εικόνα είναι διορθωμένες.
- Επιθυμητές συντεταγμένες.

Ο όρος συντεταγμένες χάρτη μερικές φορές χρησιμοποιείται αόριστα στην εφαρμογή συντεταγμένων και διορθωμένων συντεταγμένων. Για παράδειγμα, στην καταγραφή εικόνα με εικόνα, οι συντεταγμένες χάρτη δεν είναι απαραίτητες .

Κάθε εικόνα στο Erdas Imagine μπορεί να έχει 1 GCP αμετάβλητο συνδεδεμένο με αυτό. Το αμετάβλητο GCP αποθηκεύεται στην εικόνα κατά μήκος με το raster layer. Εάν το GCP υπάρχει για το ανώτατο αρχείο, όπου φαίνεται στο viewer, τότε το GCP μπορεί και φαίνεται όταν η εργαλειοθήκη του GCP ανοίγει. Στο cellarray στα δεδομένα GCP, φανερώνεται το GCP Tool, όπου μια στήλη δείχνει το ID από κάθε GCP. Το σημείο ID είναι το όνομα που δίνεται στο GCP σε διακοπτόμενα αρχεία που απεικονίζουν όμοιες γεωγραφικές τοποθεσίες. Η αλληλουχία προκαθορισμένων σημείων ID εξασφαλίζεται, αλλά μπορείς να δημιουργήσεις και δικιά σου.

Ακριβή GCP είναι απαραίτητα για σωστή και ακριβή διόρθωση. Από GCP, οι διορθωμένες συντεταγμένες για διαφορετικά σημεία μας βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Όσο περισσότερα και πιο διασκορπισμένα είναι τα GCP στην εικόνα τόσο πιο αξιόπιστη θα είναι η διόρθωση. Σαν GCP μπορεί να είναι διατομές από δύο δρόμους, διαδρόμους αεροσκαφών, πύργους ή κτίρια για μεγάλη κλίμακα.

Για μικρή κλίμακα χρησιμοποιούμε μεγαλύτερα χαρακτηριστικά όπως αστικές περιοχές ή γεωλογικά χαρακτηριστικά. Όρια δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται γιατί μπορεί να έχουν διαφοροποιηθεί.

Οι αρχικές και επιθυμητές συντεταγμένες από GCP μπορούν να εισχωρήσουν με τους ακόλουθους τρόπους :

- Χρησιμοποιώντας ποντίκι επιλέγουμε *pixel* από την εικόνα στο viewer. Μαζί με την πηγή και τον προορισμό τα viewer ανοίγουν, εισάγουμε τις αρχικές και επιθυμητές συντεταγμένες για εικόνα με εικόνα καταχώρηση.
- Χρησιμοποιούμε πίνακα ψηφιοποίησης για καταγραφή εικόνας σε χάρτη *hardcopy*.

Εάν το GCP είναι ψηφιοποιημένο από *hardcopy* χάρτη και έχουμε και ψηφιοποίηση πίνακα, πρέπει να συλλεγούν ακριβής χάρτες. εμείς καλούμαστε να δοκιμάσουμε να ταιριάξουμε ανάλυση από τα στοιχεία με κλίμακα και σχεδίαση από αρχικό χάρτη. Για παράδειγμα 1: 24000 κλίμακα USGS τετράγωνα φτιάχνουν καλή βάση χαρτών για διόρθωση Landsat TM και SPOT. Αποφεύγουμε να χρησιμοποιήσουμε χάρτες πάνω από 1: 250000 εάν είναι δυνατόν.

Αυτοματοποίηση GCP καθιστά δυνατή την επιλογή GCP σε σύστημα συντεταγμένων και αυτόματα εντοπισμό σημείου σε άλλο σύστημα συντεταγμένων βασισμένο σε σύγχρονο μετασχηματισμό συντεταγμένων. Η αυτόματη εναρμόνιση είναι ένα βήμα πέρα από την πρόβλεψη του GCP.

Πολυωνυμικός Μετασχηματισμός

Πολυωνυμικές εξισώσεις χρησιμοποιούνται για το μετασχηματισμό των συντεταγμένων για διόρθωση του χάρτη. Ο βαθμός μετασχηματισμού είναι ο βαθμός του πολυωνύμου που χρησιμοποιείται στον μετασχηματισμό. Το Erdas Imagine επιτρέπει τον 1-n βαθμό μετασχηματισμού, συνήθως όμως χρησιμοποιείται ο 1^{ος} και ο 2^{ος}.

Γραμμικός Μετασχηματισμός

Ο 1^{ος} βαθμός μετασχηματισμού είναι γραμμικός. Αυτό μπορεί να αλλάξει :

- Θέση του X και / ή του Y
- Κλίμακα του X και / ή του Y
- Λοξότητα του X και / ή του Y
- Περιστροφή

Ο 1^{ος} βαθμός μετασχηματισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό μη-επεξεργασμένων στοιχείων σε επίπεδο χάρτη σχεδίασης, μετασχηματίζοντας τον επίπεδο χάρτη σε άλλο επίπεδο, όπου μπορεί να διορθωθεί από μια μικρή περιοχή της εικόνας. Σε ένα viewer μπορείς να παρουσιάσεις έναν απλό γραμμικό μετασχηματισμό σε μια εικόνα ή έναν μετασχηματισμό ανάγλυφου. Οι γραμμικοί μετασχηματισμοί απαιτούνται πριν επιλέξεις το GCP στην εικόνα. Μπορεί ακόμη να προσανατολίσεις ασύμμετρα δεδομένα, να γίνει περιστροφή σάρωσης σύμφωνα με τη γωνία απόκλισης και επίσης περιστροφή εξαγόμενων δεδομένων έτσι ώστε ο βορράς να είναι πάνω.

Ο 1^{ος} βαθμός μετασχηματισμού μπορεί επίσης να χρησιμοποιεί και δεδομένα που είναι σχεδιασμένα στο επίπεδο. Για παράδειγμα, ο SPOT και Landsat επίπεδο-1B δεδομένα, είναι μετασχηματισμένα σε επίπεδο, αλλά ίσως να μην μπορούν να διορθωθούν σε επιθυμητό χάρτη σχεδίασης. Όταν φτιάχνουμε τέτοιο τύπο διόρθωσης δεν είναι συνεπές στην αύξηση του βαθμού μετασχηματισμού εάν συμβεί υψηλό RMS σφάλμα. Εξετάζοντας άλλους παράγοντες πρώτα όπως αρχικό GCP και διανομή ψάχνουμε για συστηματικά σφάλματα.

Το Erdas Imagine εξασφαλίζει τις ακόλουθες επιλογές για 1^ο βαθμό μετασχηματισμού :

- Κλίμακα
- Μετατόπιση
- Περιστροφή
- Αντιστροφή αξόνων

Κλίμακα (scale) :Η κλίμακα είναι το ίδιο με τη μεγέθυνση, επιλογή στο viewer, εκτός από το ότι εσύ μπορείς να έχεις διαφορετικούς παράγοντες κλίμακας X, Y.

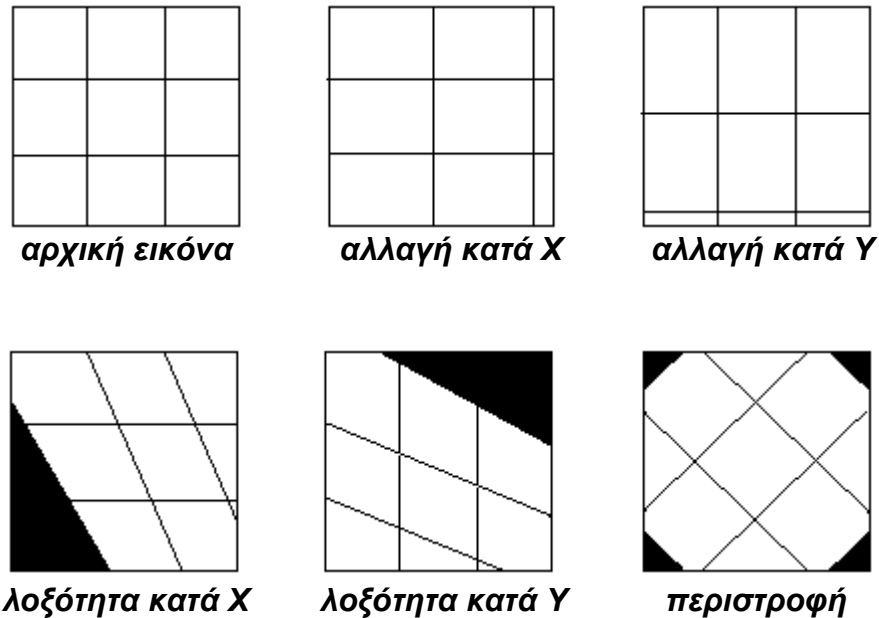
Μετατόπιση (offset):Μετατόπιση, κινεί την εικόνα από χρήστη, σε διευθύνσεις X, Y.

Περιστροφή (rotation) :Για περιστροφή μπορείς να καθορίσεις κάθε θετικό ή αρνητικό αριθμό από βαθμούς για δεξιόστροφη και αριστερόστροφη περιστροφή. Η περιστροφή συμβαίνει γύρω από ένα κεντρικό pixel της εικόνας.

Αντιστροφή αξόνων (reflection):Η επιλογή αντανάκλασης κάνει δυνατή την εκτέλεση των ακόλουθων εργασιών :

- Αριστερά προς δεξιά αντανάκλαση
- Πάνω προς κάτω αντανάκλαση
- Αριστερά προς δεξιά και πάνω προς κάτω αντανάκλαση.

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε πως τα δεδομένα αλλάζουν με γραμμικούς σχηματισμούς.



Εικόνα 6.1 Γραμμικοί σχηματισμοί (Erdas Imagine 8.6, field guide)

Η βάση του σχηματισμού για 1^{ου} βαθμού μετασχηματισμό αποτελείται από 6 συντελεστές, 3 για κάθε συντεταγμένη X και Y.

$$\begin{array}{ccc} a_0 & a_1 & a_2 \\ b_0 & b_1 & b_2 \end{array}$$

Οι συντελεστές χρησιμοποιούνται για 1^{ου} βαθμού πολυώνυμο, όπως τα ακόλουθα:

$$X_o = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y_o = b_0 + b_1x + b_2y$$

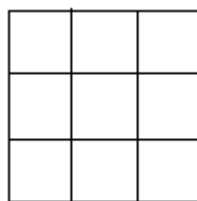
Όπου :

X και y αρχικές συντεταγμένες

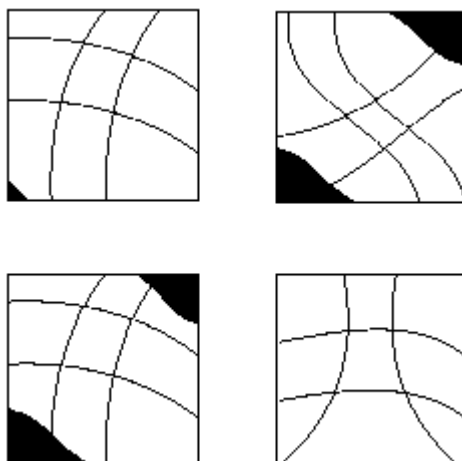
X_o και Y_o διορθωμένες συντεταγμένες

Μη γραμμικοί σχηματισμοί

Μετασχηματισμοί 2^{ου} βαθμού ή υψηλότερου είναι μη γραμμικοί. Αυτοί οι μετασχηματισμοί μπορούν να πραγματοποιηθούν με μη γραμμικές διαστρώσεις. Η διαδικασία αυτής της διόρθωσης είναι επίσης γνωστή και ως rubber sheeting. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τα αποτελέσματα από μερικούς μη γραμμικούς μετασχηματισμούς.



αρχική εικόνα



μερικές δυνατές αποδόσεις

Εικόνα 6.2 Μη γραμμικοί μετασχηματισμοί(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Οι 2^{ου} βαθμού μετασχηματισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μετατροπή γεωγραφικού πλάτους / γεωγραφικού μήκους στα δεδομένα με επίπεδη σχεδίαση, που καλύπτουν μια μεγάλη περιοχή και μαζί με στραμμένα δεδομένα (π.χ λόγω στροφής φακού κάμερας). Οι 3^{ου} βαθμού μετασχηματισμοί χρησιμοποιούνται μαζί με στραμμένες αεροφωτογραφίες, όπου έχουν αναλυθεί από χάρτες και εικόνα radar. Οι 4^{ου} βαθμοί μετασχηματισμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αεροφωτογραφίες που έχουν υποστεί σε μεγάλο βαθμό στροφή.

Η βάση του μετασχηματισμού για ένα μετασχηματισμό t, περιέχει βαθμό από συντελεστές :

$$2 \sum_{i=1}^{t+1} i$$

Είναι πολλαπλασιασμός από 2 ομάδες συντελεστών για X και Y. Ένας ευκολότερος τρόπος να φτάσεις στο ίδιο αποτέλεσμα είναι :

$$(t+1)*(t+2)$$

Το μέγεθος του μετασχηματισμού αυξάνει με το βαθμό μετασχηματισμού.

Υψηλότεροι βαθμοί Πολυωνύμων

Οι πολυωνυμικές εξισώσεις για βαθμό t μετασχηματισμό έχουν αυτή τη μορφή:

$$x_o = \left(\begin{array}{c} t \\ \Sigma \\ i = 0 \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} i \\ \Sigma \\ j = 0 \end{array} \right) a_k \times x^{i-j} \times y^j$$

$$y_o = \left(\begin{array}{c} t \\ \Sigma \\ i = 0 \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} i \\ \Sigma \\ j = 0 \end{array} \right) b_k \times x^{i-j} \times y^j$$

όπου :

t = βαθμός πολυωνύμου

a_k και b_k : συντελεστές

και

$$k = \frac{i \cdot i + j}{2} + j$$

Αποτελέσματα

Ο υπολογισμός και η απόδοση από υψηλότερων βαθμών πολυωνυμικών εξισώσεων είναι περισσότερο πολύπλοκες από χαμηλού βαθμού εξισώσεις. Επομένως, υψηλότερου βαθμού πολυώνυμα χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν περισσότερο πολύπλοκες διορθώσεις. Η κατανόηση διαφορετικών βαθμών μετασχηματισμού για διόρθωση εικόνας, βοηθά στην απεικόνιση από διαφορετικούς βαθμούς πολυωνύμων.

Το επόμενο παράδειγμα χρησιμοποιεί μόνο μία συντεταγμένη x αντί 2 (x, y). Αυτό κάνει δυνατό να απεικονίσει 2-διαστατικά γραφήματα που αυτό επεξηγεί τον τρόπο, πως λειτουργούν οι υψηλού βαθμού μετασχηματισμοί.

Συντελεστές, όπως αυτοί που δείχνουν σε αυτό το παράδειγμα, μπορούν γενικά να υπολογιστούν από τη μέθοδο παλινδρόμησης. Προϋπόθεση GCP είναι η εισαγωγή αυτών των X συντεταγμένων.

ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X	ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X
1d	17
2	9
3	1

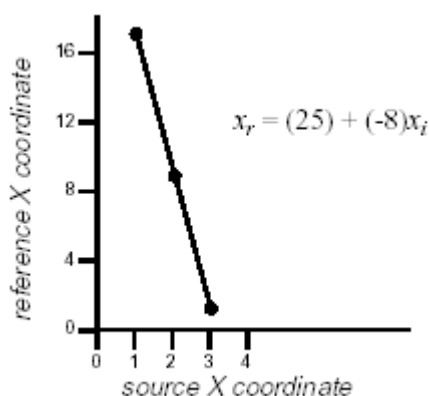
Αυτό το GCP επιτρέπει 1^{ου} βαθμού μετασχηματισμό από X συντεταγμένες, οι οποίες ικανοποιούνται από την εξίσωση $X_r = 25 + (-8)X_i$

Όπου :

X_r = επιθυμητή συντεταγμένη X

X_i = αρχική συντεταγμένη X

Αυτή η εξίσωση αναλαμβάνει στο ίδιο format όπως η εξίσωση γραμμής ($y=mx+b$). με μαθηματικούς όρους, ο 1^{ος} βαθμός πολυωνύμου είναι γραμμικός. Επομένως, ο 1^{ος} βαθμός μετασχηματισμού είναι επίσης γνωστός ως γραμμικός. Αυτή η εξίσωση απεικονίζεται παρακάτω:

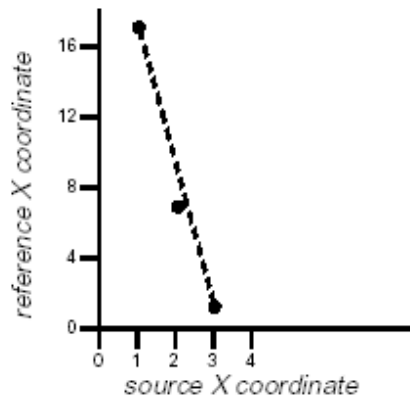


Εικόνα 6.3 Παράδειγμα μετασχηματισμού 1^{ου} βαθμού.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Επομένως, τι θα ήταν το αποτέλεσμα αν το 2^ο GCP αλλάζει ακολούθως;

ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X	ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X
1	17
2	7
3	1

Αυτά τα σημεία είναι σχεδιασμένα απέναντι το ένα στο άλλο (εικόνα 6.4).

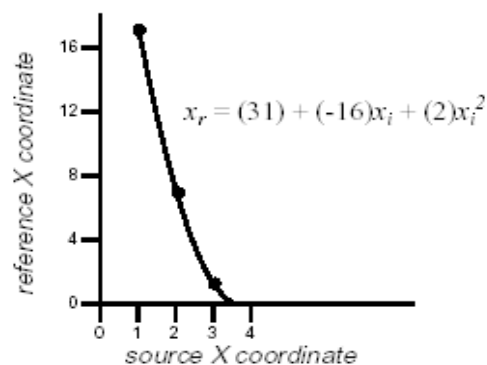


Εικόνα 6.4 Παράδειγμα μετασχηματισμού 2^{ου} βαθμού – αλλαγή GCP.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Η γραμμή δεν μπορεί να συνδέσει αυτά τα σημεία, τα οποία εξηγούν ότι αυτά είναι συμπιεσμένα. Σε αυτή την περίπτωση, η εξίσωση 2^{ου} βαθμού αντιπροσωπεύει αυτά τα σημεία:

$$X_r = 31 + (-16)X_i + 2(X_i)^2$$

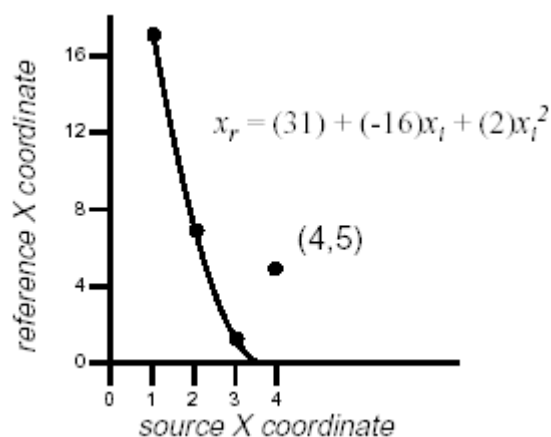
Πολυώνυμα 2^{ου} βαθμού ή υψηλότερου είναι μη γραμμικά. Το γράφημα τέτοιας καμπύλης φαίνεται στην εικόνα 6.5



Εικόνα 6.5 Παράδειγμα μετασχηματισμού 2^{ου} βαθμού.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

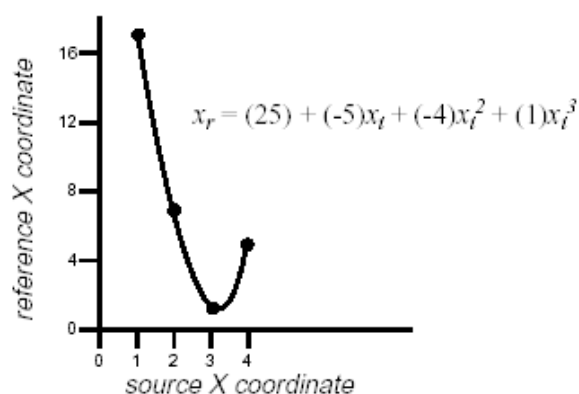
Τι αποτέλεσμα θα είχαμε όμως αν περισσότερα από 1 GCP προσθέτονταν στη λίστα;

ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X	ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X
1	17
2	7
3	1
4	5



Εικόνα 6.6 Παράδειγμα μετασχηματισμού – πρόσθεση 4^{ου} GCP.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Όπως εξηγεί η εικόνα 6.6, αυτό το 4^ο GCP δεν ανήκει στην καμπύλη εξίσωσης 2^{ου} βαθμού. Αυτό επιβεβαιώνει ότι όλα τα GCP που ανήκουν, ο βαθμός μετασχηματισμού τους μπορεί να αυξηθεί σε 3.

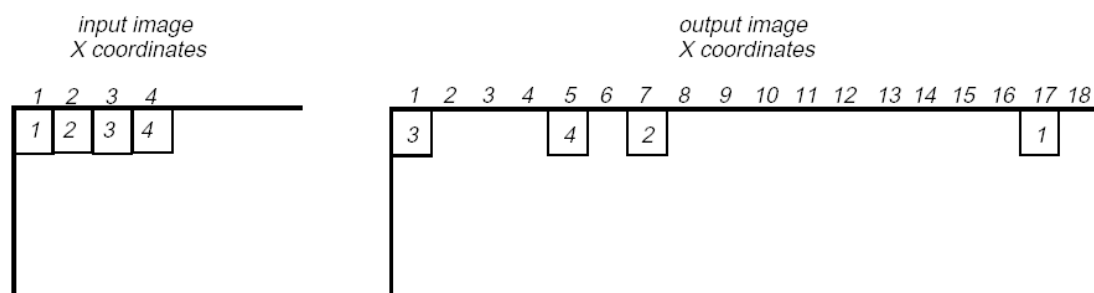


Εικόνα 6.7 Παράδειγμα μετασχηματισμού – 3^{ου} βαθμού.

(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Στην εικόνα 6.7 απεικονίζεται ο μετασχηματισμός 3^{ου} βαθμού. Ωστόσο, αυτή εξίσωση μπορεί να μην είναι απαραίτητα πολύπλοκη. Εκτελώντας το μετασχηματισμό συντεταγμένων με αυτή την εξίσωση μπορεί να είναι αιτία για ανεπιθύμητες κλίσεις στην τελική εικόνα με σκοπό την βελτίωση. Σε αυτό το παράδειγμα, ο 3^{ος} βαθμός μετασχηματισμού πιθανά να είναι υψηλός, γιατί τα pixels στην έξοδο μπορούν να διατεθούν σε διαφορετικό βαθμό από τα pixels στην είσοδο, σε διεύθυνση X.

ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X	ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ X
1	Xo(1)=17
2	Xo(2)=7
3	Xo(3)=1
4	Xo(4)=5

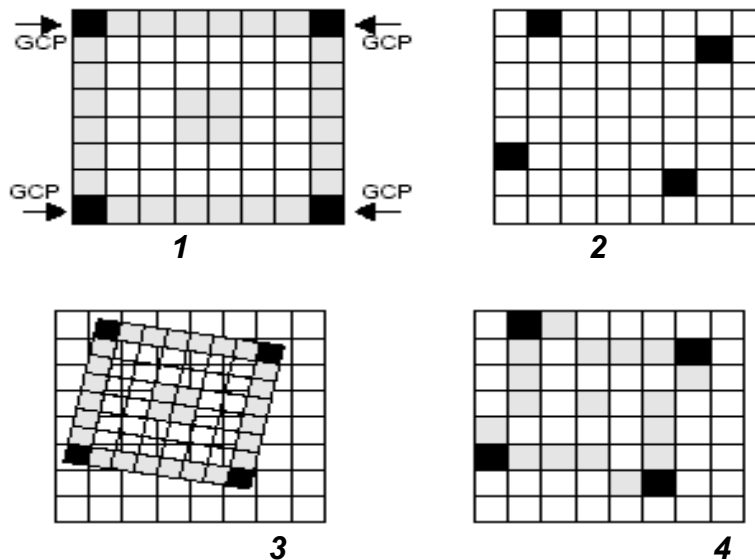


Εικόνα 6.8 Αποτέλεσμα 3^{ου} βαθμού μετασχηματισμού.

(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Resampling Methods

Το επόμενο βήμα μετά την διόρθωση είναι η δημιουργία αρχείου εξόδου. Το πλέγμα με τα pixel της εικόνας σπάνια ταιριάζει με το πλέγμα της καθορισμένης εικόνας.



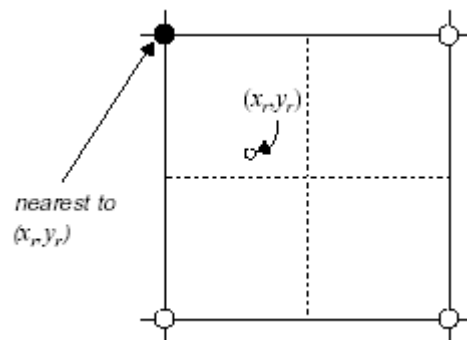
1. Εισερχόμενη εικόνα με GCP
2. Πλέγμα στην έξοδο με γνώσεις GCP
3. Σύγκριση δύο πλεγμάτων, η εισερχόμενη εικόνα είναι με γραμμές γύρω από το πλέγμα εξόδου, επίσης GCP των δύο πλεγμάτων.
4. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Resampling, οι τιμές των pixel της εισερχόμενης εικόνας είναι προσδιορισμένα από τα pixel των εξερχόμενων pixel.

Εικόνα 6.9 Resampling
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Οι ακόλουθες μέθοδοι Resampling υποστηρίζονται από το Erdas Imagine.

A. Nearest Neighbor

Χρησιμοποιεί τιμές από κλειστά pixel που καθορίζονται στην έξοδο. Ο καθορισμός των pixel εξόδου με τη μέθοδο nearest neighbor, δηλαδή η διόρθωση συντεταγμένων (X_0, Y_0) από pixel που είναι ανασχηματισμένα πίσω από την πηγή του συστήματος συντεταγμένων, γίνεται χρησιμοποιώντας αντίστροφο μετασχηματισμό. Ο ξανά-μετασχηματισμός των συντεταγμένων (X_r, Y_r) χρησιμοποιεί διγραμμική παρεμβολή και κυβική συστροφή. Τα pixel τα οποία είναι κοντά στις καινούργιες συντεταγμένες (X_r, Y_r) είναι nearest neighbor. Οι τιμές δεδομένων για τα pixel γίνονται από τις τιμές δεδομένων των pixel της εικόνας εξόδου.



Εικόνα 6.10 Nearest Neighbor.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Πλεονεκτήματα:

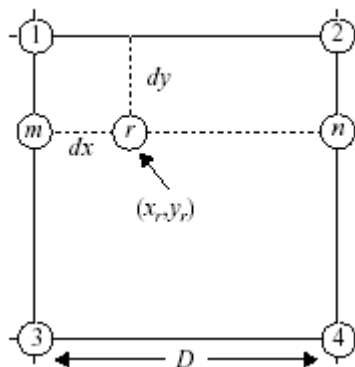
1. Μετακινούμενα πραγματικές τιμές δεδομένων χωρίς μέσο όρο αυτών, όπως με άλλους μεθόδους, τα ακραία και λεπτότατα από τις τιμές δεδομένων είναι χαμένα. Αυτό είναι μια σημαντική μελέτη όταν διαφορικός μεταξύ τύπων βλάστησης, συσχέτισμο πλευρών με χαρακτηριστικά ή καθορισμός διαφορετικών επιπέδων από θολότητα ή θερμοκρασίες σε λίμνη.
2. Κατάλληλο για χρήση πριν την ταξινόμηση.
3. Η ευκολότερη από τις τρεις μεθόδους για υπολογισμό και η πιο γρήγορη.
4. Κατάλληλο για θεματικά αρχεία, το οποίο μπορεί να έχει τιμές δεδομένων βασισμένες σε ποιοτικό σύστημα. Ο υπολογισμός του μέσου όρου είναι εκτέλεση με διαγραμμική παρεμβολή και κυβική συστροφή.

Μειονεκτήματα :

1. Όταν η μέθοδος χρησιμοποιείται για Resample από μεγαλύτερα ή μικρότερα μεγέθη πλεγμάτων, συνήθως δημιουργούνται διαγώνιες γραμμές και καμπύλες.
2. Τιμές δεδομένων μπορεί να μειωθούν, ενώ άλλες να διπλασιαστούν.
3. Χρησιμοποιώντας γραμμικά θεματικά δεδομένα (δρόμοι, ποταμοί,..) μπορεί να έχουν αποτέλεσμα, σπάσιμο ή ρήγματα στο δίκτυο γραμμικών δεδομένων.

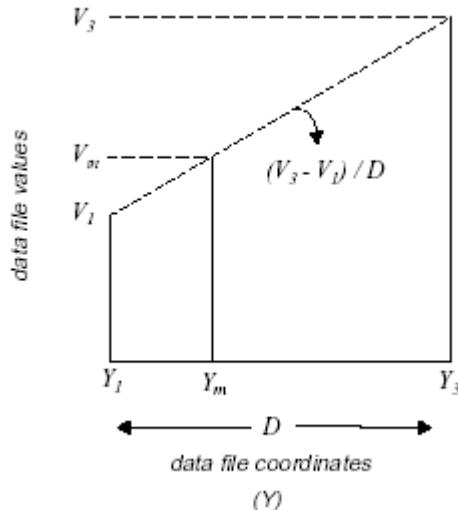
B. Γραμμική παρεμβολή (Bilinear Interpolation)

Χρησιμοποιεί δεδομένα, τιμές από τέσσερα ρixel σε παράθυρο 2*2 για τον υπολογισμό τιμών εξόδου για διαγραμμική λειτουργία. Στη συγκεκριμένη μέθοδο οι τιμές δεδομένων από διορθωμένα ρixel βασίζονται πάνω σε αποστάσεις μεταξύ επανασηματισμένων συντεταγμένων (X_r, Y_r) και τεσσάρων κοντινών ρixel, τα οποία στην παρακάτω εικόνα είναι αριθμημένα με 1,2,3,4. δίνοντας τιμές δεδομένων από αυτά τα τέσσερα ρixel, το ζητούμενο είναι να υπολογιστούν οι τιμές δεδομένων για $r(V_r)$, όπου r είναι η θέση από τις καινούργιες συντεταγμένες.



Εικόνα 6.11 Διαγραμμική παρεμβολή.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Ο υπολογισμός V_r' , V_m και V_n είναι σημαντικός. Από την παρεμβολή των V_m και V_n' εσύ μπορείς να εκτελέσεις γραμμική παρεμβολή, η οποία είναι μια εύκολη διαδικασία. Εάν τα δεδομένα είναι σχεδιασμένα σε γράφημα σχετικά με τα διαστήματα τους από ένα άλλο, τότε η παραστατική γραμμική παρεμβολή είναι προφανής. Οι τιμές δεδομένων από $m(V_m)$ είναι μια λειτουργία αλλαγής τιμών δεδομένων μεταξύ ρixel 3 και 1 (V_3-V_1).



Εικόνα 6.12 Υπολογισμός τιμών δεδομένων όπως η λειτουργία χωρικών διαστημάτων μεταξύ δύο pixel.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Πλεονεκτήματα :

1. Περισσότερο ακριβής χωρική ανάλυση σχετικά με τη Nearest Neighbor.
2. Αυτή η μέθοδος είναι συχνά χρησιμοποιημένη όταν αλλάζει το μέγεθος των κελιών, όπως στον SPOT/TM όπου απορροφά μαζί με 2*2 Resampling όριο ύλης.

Μειονεκτήματα :

Πριν γίνει ο μέσος όρος των pixel, η διαγραμμική παρεμβολή είναι αποτελεσματική για χαμηλής συχνότητας περιέλιξη. Οι πλευρές είναι επίπεδες και μερικές τιμές έχουν χαθεί.

Γ. Κυβική Περιέλιξη (Cubic Convolution)

Χρησιμοποιεί τιμές από δεκαέξι pixel σε παράθυρο 4*4 για τον υπολογισμό των τιμών εξόδου.

Η κυβική περιέλιξη είναι όμοια με την διαγραμμική παρεμβολή εκτός από:

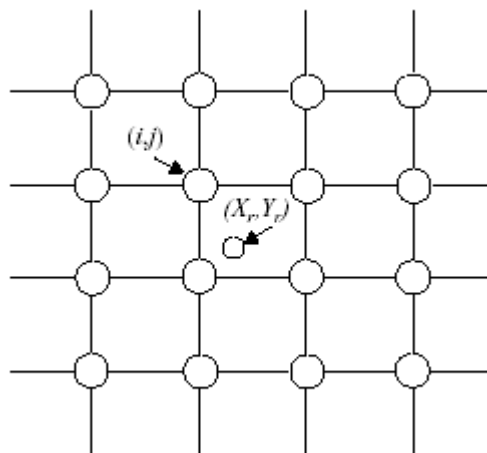
- Σετ από 16 pixel σε περιοχή 4*4, είναι το μέσο όρο για τον καθορισμό των τιμών εξόδου.
- Η προσέγγιση της κυβικής λειτουργίας, είναι καλύτερη από τη γραμμική διότι έχουμε εφαρμογή σε 16 pixel.

Ο προσδιορισμός των 16 pixel, σχετικά με τις επανασηματισμένες συντεταγμένες (X_r, Y_r) , χρησιμοποιεί το pixel (i, j) ως εξής:

$$i = \text{int}(X_r)$$

$$j = \text{int}(Y_r)$$

Το (X_r, Y_r) είναι εκφρασμένο σε pixel. Αυτά τα pixel γύρω από το (i, j) , μετατρέπουν σε 4*4 πλέγμα από εισερχόμενα pixel, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 6.13 Cubic convolution.
(Erdas Imagine 8.6, field guide)

Πλεονεκτήματα :

1. Χρησιμοποιεί 4*4 Resampling. Σε περισσότερες περιπτώσεις, το μέσο όρο και η σταθερή απόκλιση των pixel εξόδου είναι όμοια περισσότερο από κάθε άλλη μέθοδο.
2. Το αποτέλεσμα από την κυβική καμπύλη weighting μπορεί μαζί να εντείνει την εικόνα και να την κάνει επίπεδη, χωρίς θόρυβο. Τα πραγματικά αποτελέσματα εξαρτώνται από τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται.
3. Αυτή η μέθοδος συστήνεται όταν έχουμε δραματικές αλλαγές στο μέγεθος των κελιών, όπως απορροφήσεις αεροφωτογραφιών.

Μειονεκτήματα :

1. Οι τιμές δεδομένων μπορούν να μετατραπούν.
2. Ο πιο ακριβής υπολογισμός και συνεπώς ο πιο αργός.

(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

Πειραματική Διαδικασία

1. Ανοίγουμε δύο viewer πατώντας δύο φορές το **Viewer** από τον πίνακα του Erdas.

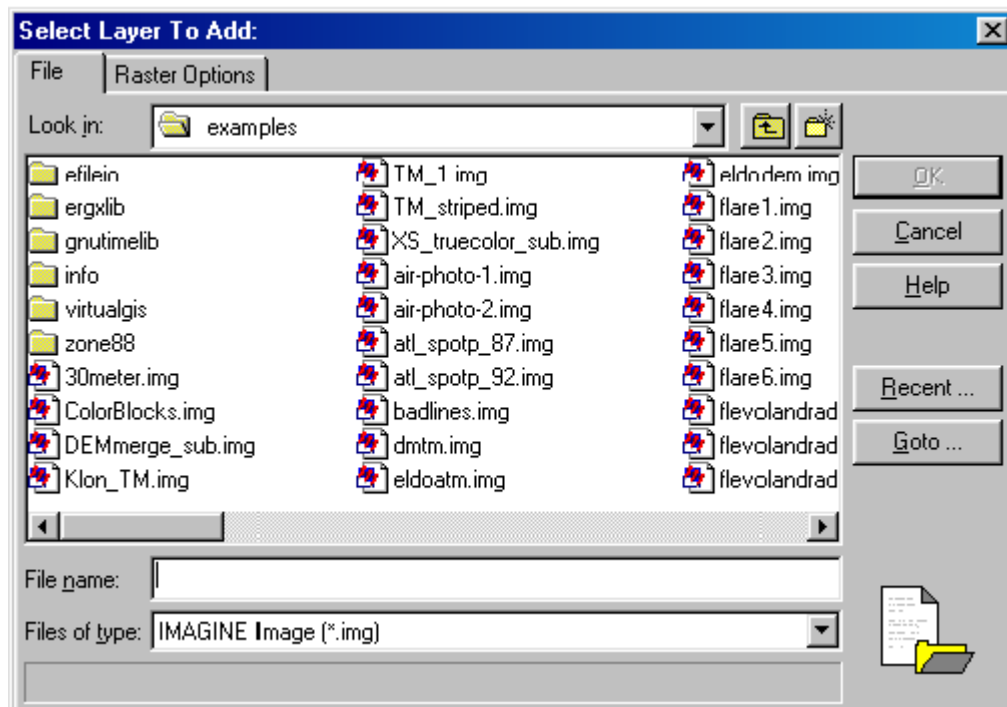


2. Από το μενού του Erdas πατάμε **Session/Tile Session** για να βρεθούν τα viewer το ένα δίπλα στο άλλο.

3. Στο πρώτο viewer επιλέγουμε File/Open/Raster layer ή το αντίστοιχο κουμπί.

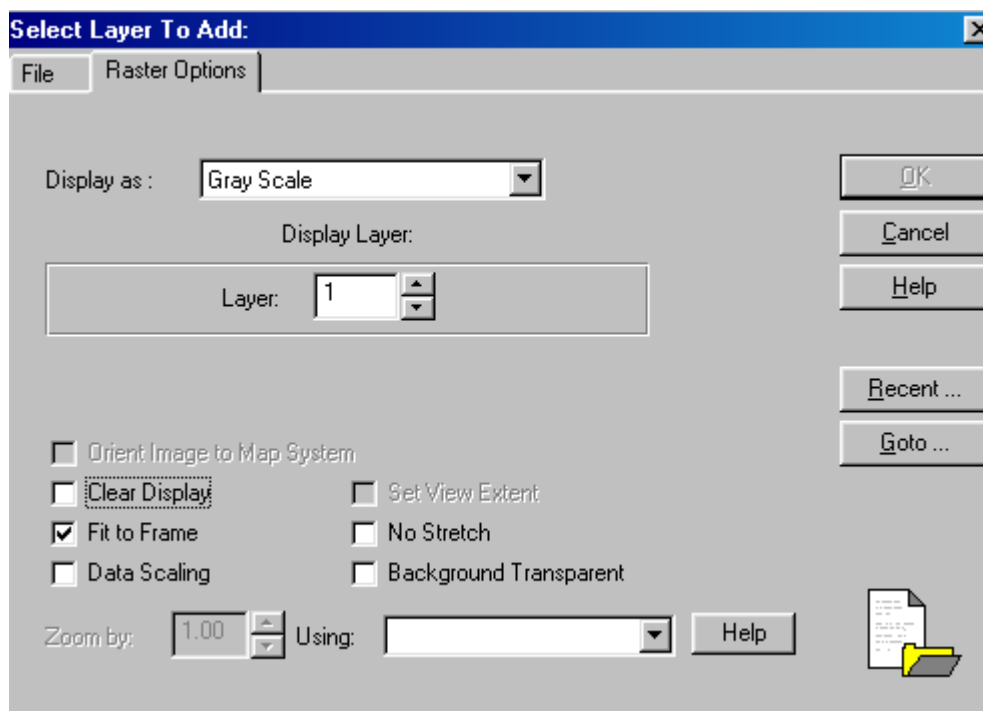


Τότε ανοίγει το παράθυρο «Select Layer To Add» για να επιλέξουμε την εικόνα που επιθυμούμε.



4. Επιλέγουμε την εικόνα την οποία θέλουμε να διορθώσουμε. Για παράδειγμα επιλέγουμε την **ASTER1.img**.

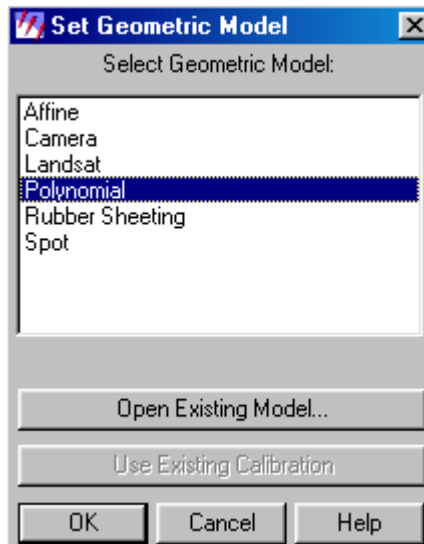
5. Στο προηγούμενο παράθυρο πατάμε **Raster Options**.



6. Στο **Display As** επιλέγουμε **Gray Scale**.
7. Τσεκάρουμε το **Fit to frame**, για να είναι ορατή η εικόνα στο viewer.
8. Τέλος πατάμε **OK**, και εμφανίζεται η εικόνα στο viewer.
9. Ομοίως στο δεύτερο viewer, με τον ίδιο τρόπο, επιλέγουμε την διορθωμένη εικόνα, συγκεκριμένα στην **ORTHO.img**.

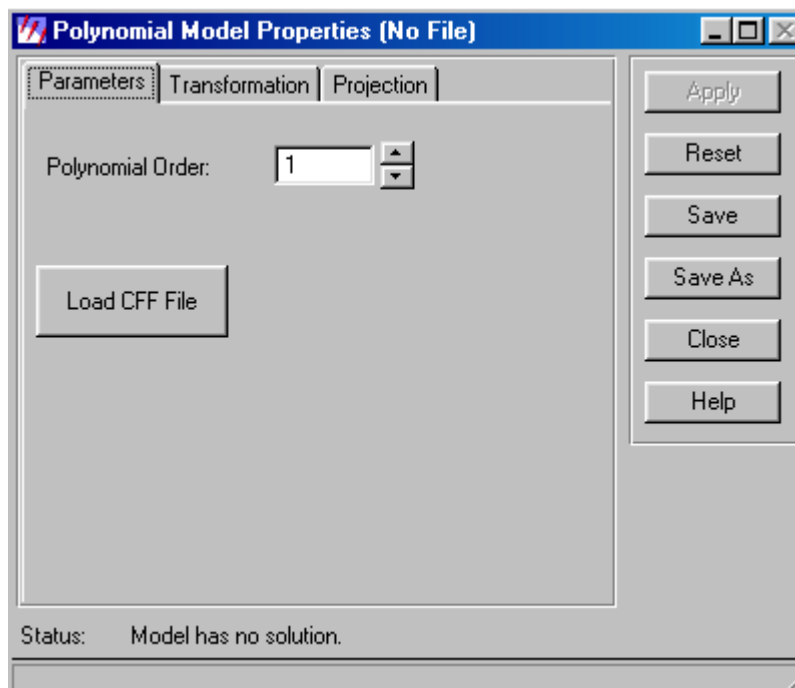
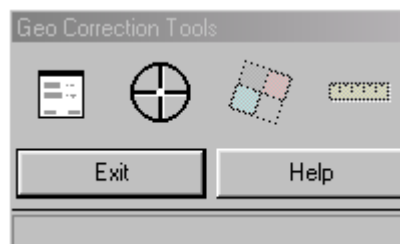
Τώρα θα αρχίσει η γεωμετρική διόρθωση της εικόνας στο 1^ο viewer.

10. Επιλέγουμε **Raster / Geometric Correction** από το μενού του Erdas στο 1^ο viewer. Τότε ανοίγει παράθυρο «**Set Geometric Model**».

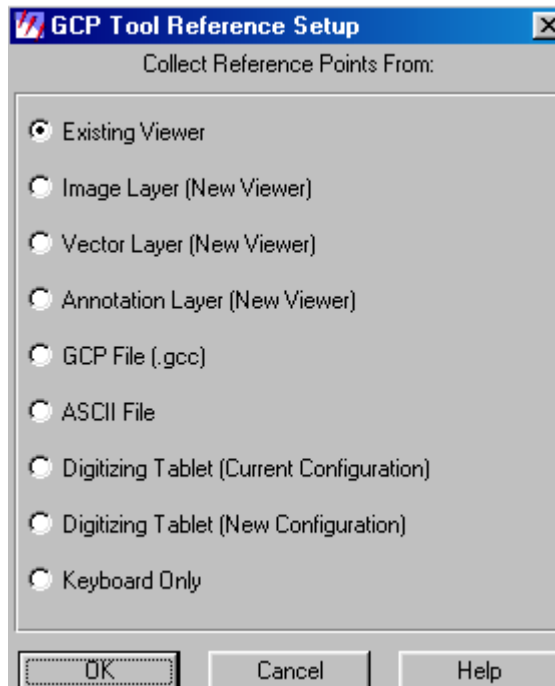


11. Επιλέγουμε **Polynomial** και στη συνέχεια **OK**.

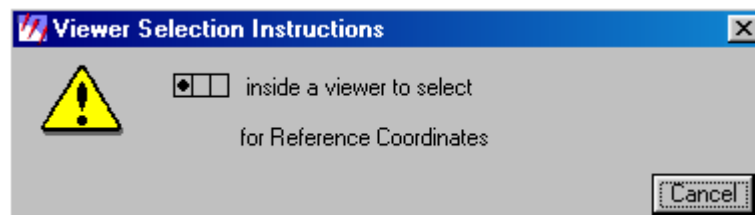
Τότε ανοίγει παράθυρο «**Geocorrection Tool**» μαζί με το «**Polynomial Model Properties**»



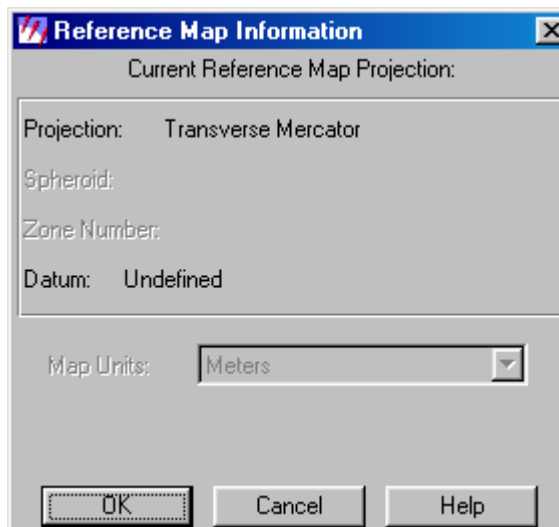
12. Πατάμε **Close** και τότε ανοίγει «**GCP Tool Reference Setup**», από το οποίο θα επιλέξουμε τις παραμέτρους.



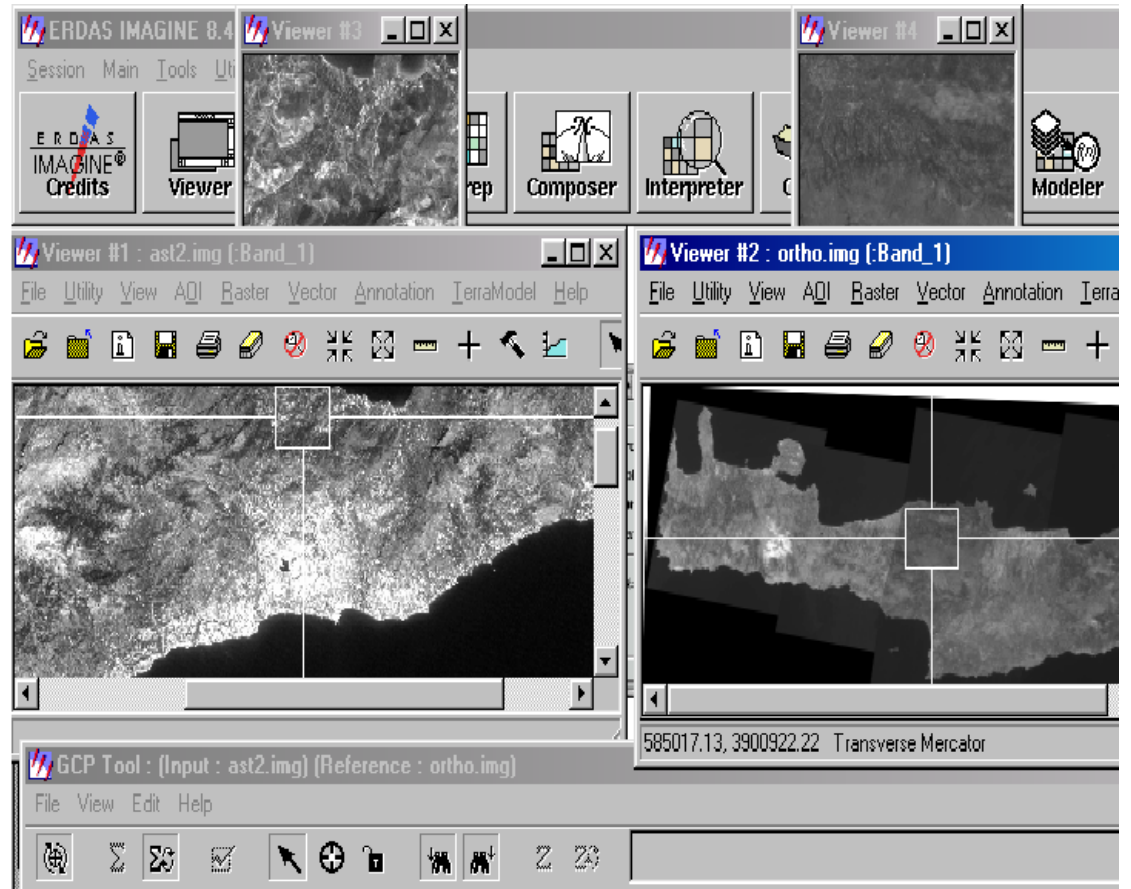
13. Επιλέγουμε **Existing Viewer** και στη συνέχεια πατάμε **OK**. Τότε ανοίγει παράθυρο το οποίο θέλει να επιλέξουμε την εικόνα με τις διορθωμένες συντεταγμένες.




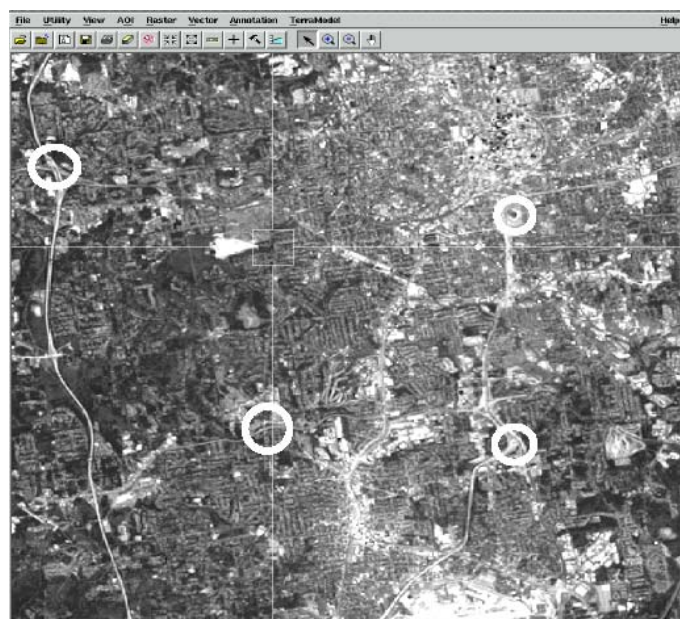
14. Κάνοντας κλικ στο δεύτερο Viewer, ανοίγει το «**Reference Map Information**» το οποίο μας δίνει πληροφορίες για το χάρτη.




15. Πατάμε OK και τότε ανοίγουν **viewer 3,4** και **GCP Tool**.

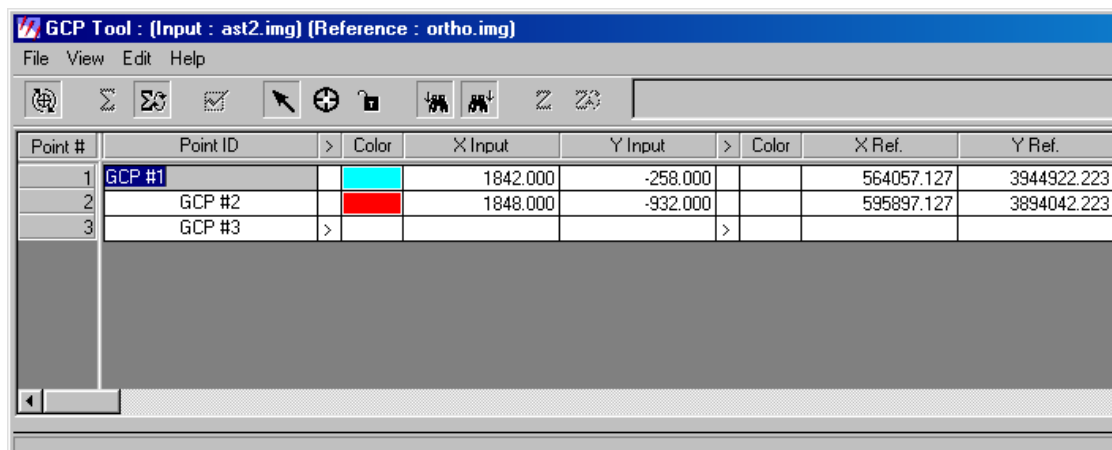




16. Πατώντας το κουμπί , σημειώνονται με κύκλους κάποια διακριτά σημεία στις 2 εικόνες.



17. Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας το , επιλέγουμε τα κοινά σημεία των δύο εικόνων, μέσα στα viewer 3,4. Τότε τα σημεία αυτά σημειώνονται με μαύρο χρώμα μέσα στην εικόνα.


18. Τα σημεία φαίνονται αναλυτικά και στο «**GCP Tool**», με τις συντεταγμένες τους και χρώματα.

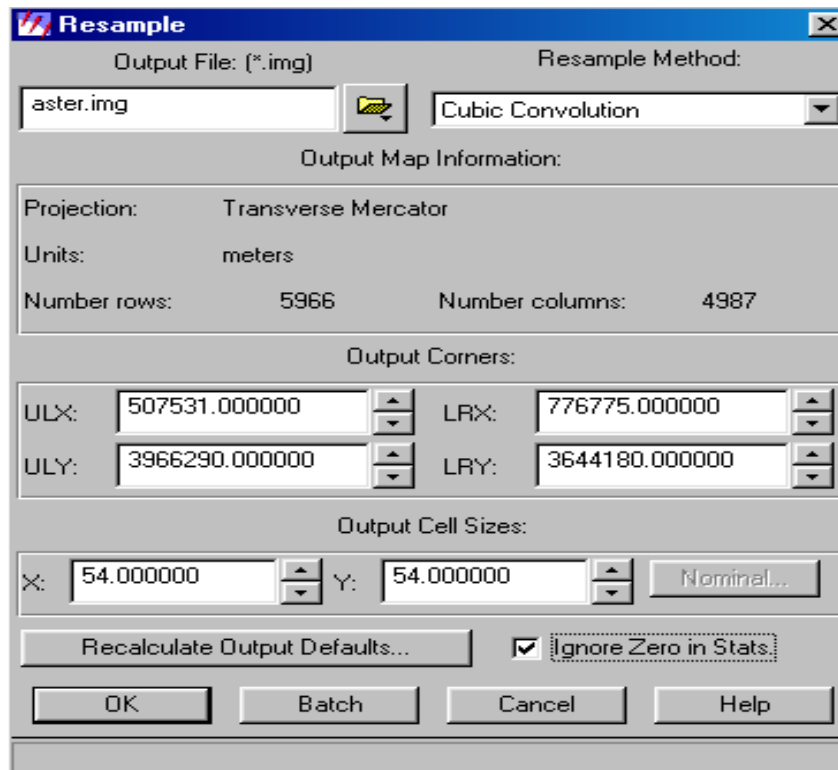


Point #	Point ID	Color	X Input	Y Input	Color	X Ref.	Y Ref.
1	GCP #1		1842.000	-258.000		564057.127	3944922.223
2	GCP #2		1848.000	-932.000		595897.127	3894042.223
3	GCP #3						

19. Αλλάζοντας το χρώμα, αλλάζει και το χρώμα του σημείου που φαίνεται στην εικόνα. Έτσι τα σημεία μπορεί να είναι πιο διακριτά.

20. Τα X Input και Y Input συμβολίζουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες της εικόνας που είναι για διόρθωση. Αντίστοιχα το X Ref και Y Ref συμβολίζει τις συντεταγμένες της διορθωμένης εικόνας.

21. Εφόσον επιλέξουμε 3 αντιπροσωπευτικά κοινά σημεία, προχωράμε στην διαδικασία Resampling. Πατάμε το εικονίδιο . Τότε ανοίγει παράθυρο «**Resample**».

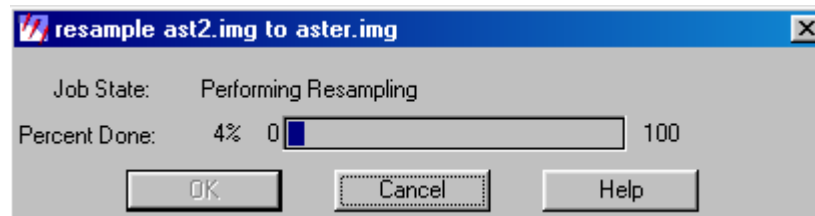


22. Κάτω από το **Output File** πληκτρολογούμε το όνομα που επιθυμούμε να έχει η τελική διορθωμένη εικόνα.

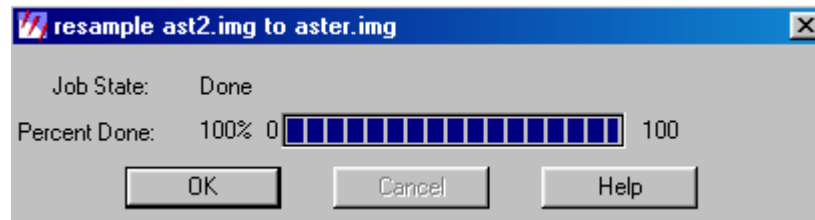
23. Κάτω από το **Resample Method**, επιλέγουμε την μέθοδο που επιθυμούμε. Εμείς χρησιμοποιούμε την **Cubic Convolution**, διότι είναι η πιο ακριβής μέθοδος.

24. Τσεκάρουμε στο τέλος του παραθύρου το **Ignore Zero in Stats**, για να μην ληφθούν υπόψη τα pixels με τιμή μηδέν.

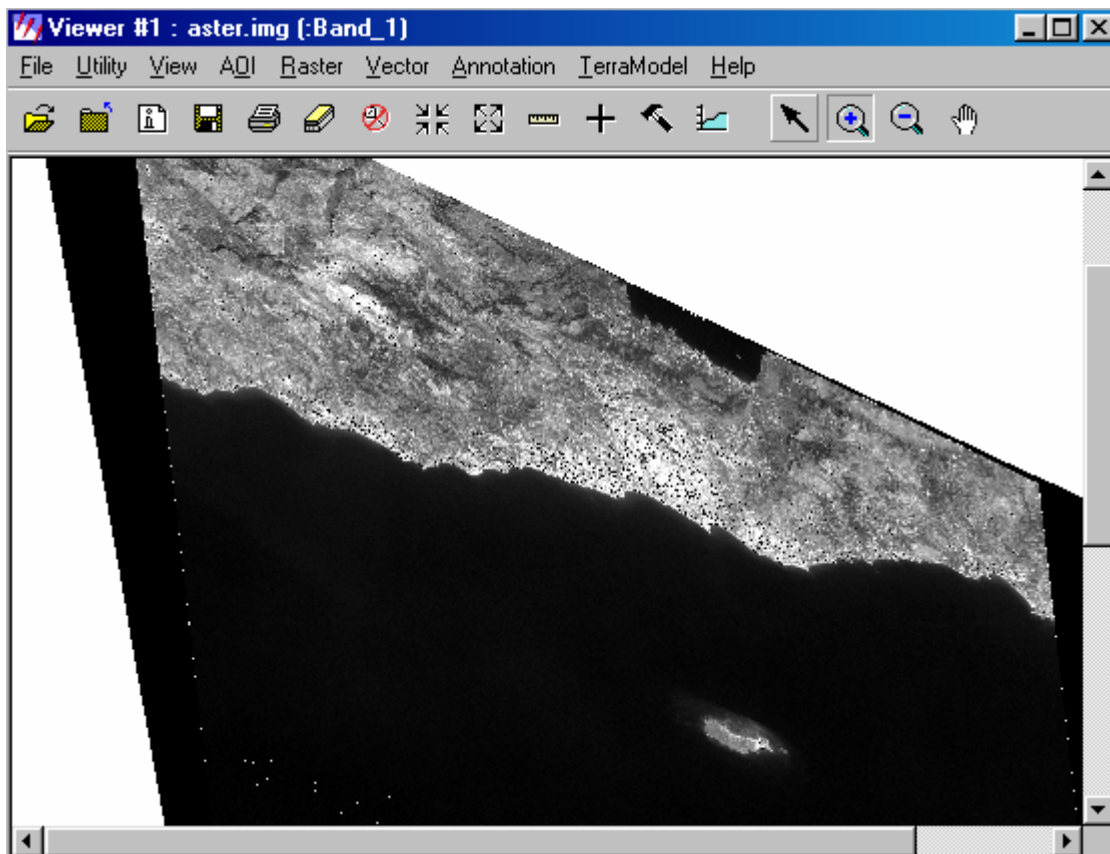
25. Στη συνέχεια πατάμε **OK** και έτσι αρχίζει η διαδικασία διόρθωσης.



26. Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί, φτάσει δηλαδή το **100%** πατάμε **OK**. Τώρα μπορούμε να ανοίξουμε ένα Viewer και να δούμε το αποτέλεσμα της διόρθωσης.



27. Έτσι βλέπουμε το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή την αρχική μας εικόνα όμως με διορθωμένες συντεταγμένες.



(ERDAS IMAGINE 8.6, TOUR GUIDE)

6.3 ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΙΚΑ RASTER LAYERS

Στο Erdas Imagine τα αρχεία εικόνων (.img) είναι αρχεία raster. Υπάρχουν δύο είδη αρχείων raster :

- Συνεχή (continuous)
- Θεματικά (thematic)

Continuous Raster Layer

Τα συνεχή raster layer είναι ποσοτικά, έχουν συνεχείς τιμές και μπορεί να έχουν πολλές ή μία μπάντα (π.χ SPOT στο πανγχρωματικό). Φωτογραφίες δορυφόρων, αεροφωτογραφίες, υψομετρικά δεδομένα, χάρτες σάρωσης και άλλα συνεχή raster layer μπορούν να μπουν σε μια βάση δεδομένων με αποτέλεσμα να παρέχουν ποικιλία πληροφοριών.

Ένα αρχείο εικόνας (.img) μπορεί να περιλαμβάνει αρκετά συνεχή raster layer, επομένως κάθε pixel μπορεί να έχει πολλαπλές τιμές δεδομένων. Οι τιμές δεδομένων για κάθε layer εισέρχονται σε προσδιορισμένη βάση χρωμάτων. Οι πιο χρήσιμοι συνδυασμοί χρωμάτων είναι αυτοί που επιτρέπουν μια εύκολη εξήγηση της εικόνας. Για παράδειγμα :

- Φυσικά χρώματα (True color), προσεγγίζουν τα χρώματα εκείνα που βοηθούν στην ευκολότερη ανθρώπινη παρατήρηση.
- Υπέρυθρα χρώματα (Infrared color), όπου εμφανίζεται ένα κάλυμμα υπέρυθρου χρώματος, το οποίο είναι παρόμοιο με πολλά συστήματα ανάλυσης.

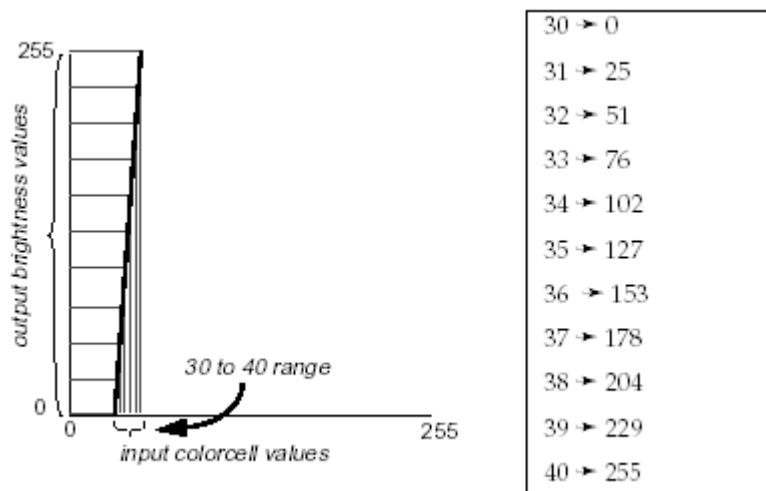
Ο προσδιορισμός μπάντων είναι συχνά δηλωμένος στην τάξη R,G,B. Για παράδειγμα, ο προσδιορισμός 4,2,1 σημαίνει ότι η μπάντα 4 προσδιορίζεται από το κόκκινο χρώμα, η μπάντα 2 από το πράσινο και η μπάντα 1 από το μπλε.

Contrast table

Όταν ανοίξουμε μια εικόνα το Erdas αυτόματα δημιουργεί ένα πίνακα σύγκρισης για συνεχή raster layer. Οι τιμές των τριών χρωμάτων αποθηκεύονται σε αυτό τον πίνακα. Τα επίπεδα pixel αναπαριστούν τις σχέσεις τιμών και χρωμάτων. Για παράδειγμα, ένα επίπεδο pixel το οποίο έχει χρώμα έντονο κόκκινο, σημαίνει ότι εδώ έχουμε και την υψηλότερη τιμή δεδομένων.

Contrast Stretch:

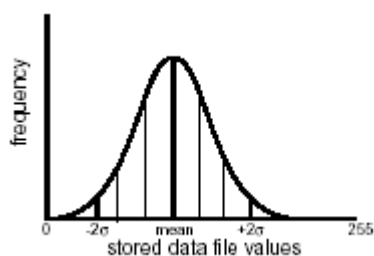
Η απόσταση για κάθε χρώμα κυμαίνεται από 0 έως 255. επειδή οι τιμές δεδομένων σε ένα συνεχές raster layer συχνά αντιπροσωπεύουν μη-επεξεργασμένα δεδομένα, η απόσταση αυτών των τιμών συχνά δεν είναι ίδια. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε layer με τιμές από 30 έως 40. Όταν αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται για τιμές χρωμάτων, τότε η σύγκριση είναι φτωχή. Η σύγκριση αποστάσεων είναι απλά η απόσταση μεταξύ χαμηλότερης και υψηλότερης τιμής και έτσι οι υψηλές τιμές αντιστοιχούν σε υψηλές φωτεινότητες και οι χαμηλές σε χαμηλές φωτεινότητες. Για το λόγο αυτό οι τιμές 30 έως 40, προεκτείνονται από 0 έως 255. τέτοιους είδους προέκταση ονομάζεται γραμμική.



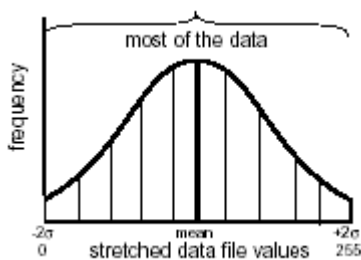
Εικόνα 6.14 Προέκταση τιμών (contrast stretch).
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

Στατιστική Εκτίμηση:

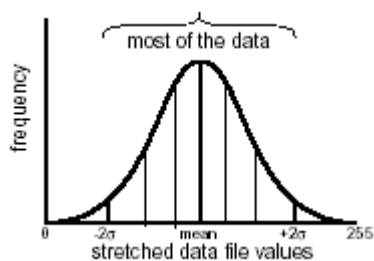
Στην εκτέλεση προέκτασης τα στατιστικά είναι απαραίτητα, όπως η μέση και κανονική απόκλιση των τιμών για κάθε layer. Συνήθως δεν χρησιμοποιούνται όλες οι τιμές δεδομένων για τους υπολογισμούς της προέκτασης. Οι ελάχιστες και οι μέγιστες τιμές για κάθε μπάντα είναι συχνά επαρκής για να έχουμε καλά αποτελέσματα. Στην περίπτωση όμως που η ελάχιστη και μέγιστη τιμή είναι εντελώς διαφορετικές με τη βάση δεδομένων, τότε η πλειονότητα των τιμών δεν προεκτείνονται κατά μήκος μεγάλης έκτασης και έτσι έχουμε χαμηλή σύγκριση.



Αρχικό ιστόγραμμα



Κανονική απόκλιση προέκτασης



Προέκταση με βάση την Ελάχιστη και Μέγιστη τιμή

Εικόνα 6.15 Προέκταση (Stretching)
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

Η ελάχιστη και η κανονική απόκλιση των τιμών για κάθε μπάντα χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό της πλειονότητας τιμών. Ο αριθμός των κανονικών αποκλίσεων πάνω και κάτω του μέσου μπορεί να εισαχθεί και προσδιορίζει την απόσταση των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για προέκταση.

Thematic Raster Layer

Θεματικά δεδομένα είναι τυπικά προσδιορισμένα από πληροφορίες που αποθηκεύονται στην εικόνα από ένα layer και περιλαμβάνουν ξεχωριστές κλάσεις. Οι κλάσεις είναι απλά κατηγορίες pixel, οι οποίες προσδιορίζουν τις ίδιες συνθήκες. Παράδειγμα θεματικού layer είναι η ταξινόμηση βλάστησης με ξεχωριστές κλάσεις προσδιορίζοντας κωνοφόρα δάση, φυλλοβόλα δάση, εδάφη με μεγάλη υγρασία, γεωργία, αστικές περιοχές κλπ.

Ένα θεματικό layer μερικές φορές θεωρείται μεταβλητό, διότι προσδιορίζει ένα από πολλά χαρακτηριστικά σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Συνήθως χρησιμοποιείται η κλίμακα pseudo διότι βοηθά στην καλύτερη οπτική πληροφορία. Για παράδειγμα, μπλε συνήθως συμβολίζονται χαρακτηριστικά νερού, πράσινο η υγιής βλάστηση, κλπ.

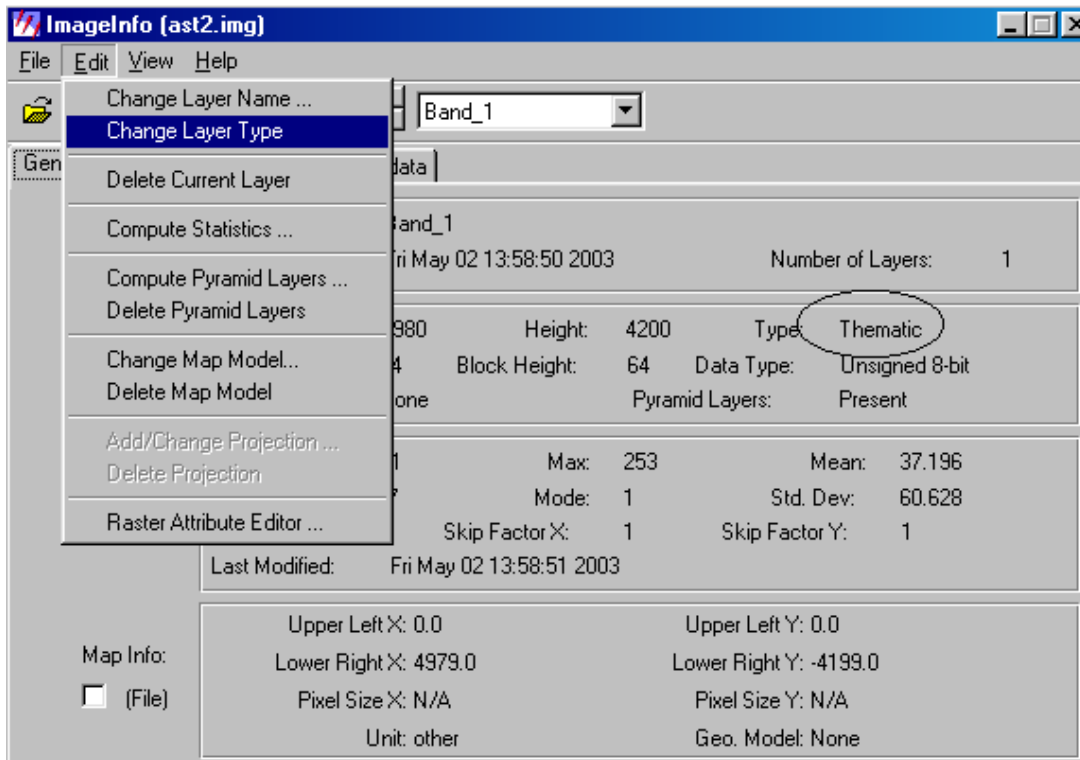
Τα θεματικά raster layer περιέχουν pixel τα οποία έχουν ταξινομηθεί. Κάθε τιμή δεδομένων είναι τιμή μίας κλάσης. Ένα θεματικό raster layer αποθηκεύεται στην εικόνα .img. Για κάθε pixel αποθηκεύεται μόνο μια τιμή. Οι τιμές των κλάσεων δεν είναι απαραίτητα συνδεδεμένες, η διαβάθμιση είναι πιθανά φυσικών χρωμάτων (true color), ενώ δεν συνηθίζεται τα ψεύτικα χρώματα (pseudo color).

(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

Πειραματική Διαδικασία

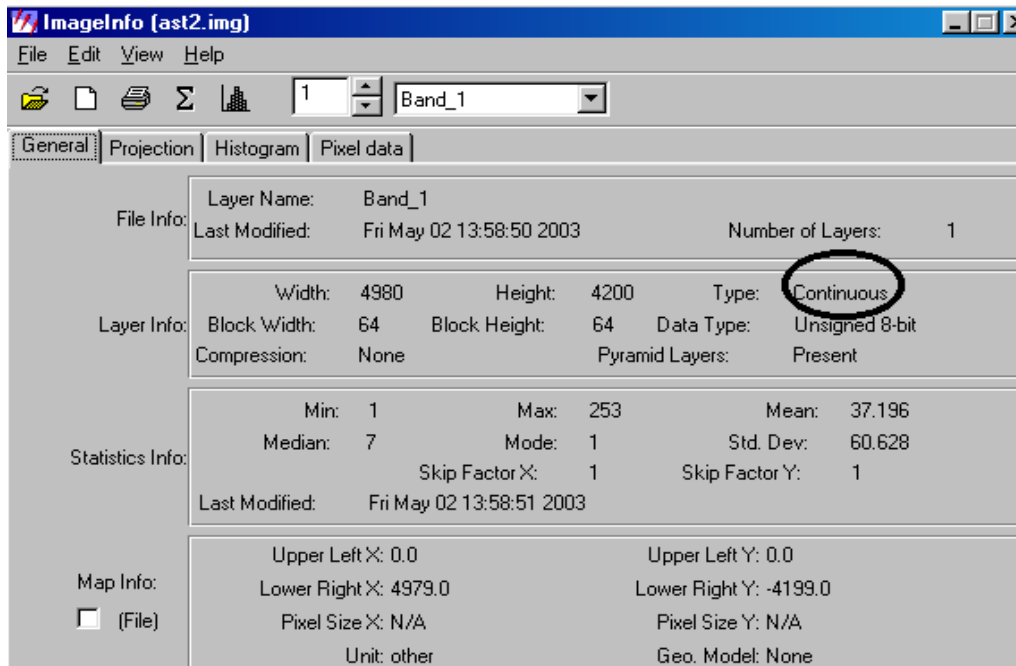
Για την επεξεργασία των δεδομένων ASTER χρειαζόμαστε Continuous Raster Layer. Έτσι έπρεπε να τα μετατρέψουμε από thematic σε continuous. Η διαδικασία μετατροπής έχει ως εξής:

1. Ανοίγουμε σε ένα **Viewer** την εικόνα που επιθυμούμε να μετατρέψουμε.
2. Από το μενού του viewer επιλέγουμε **Utility / Layer Info**. Τότε ανοίγει παράθυρο «**Image Info**».



Παρατηρούμε ότι ο τύπος της εικόνας μας είναι **Thematic**. Για να αλλάξουμε τον τύπο και να τον κάνουμε Continuous επιλέγουμε **Edit / Change Layer Type**.

3. Αυτόματα αλλάζει ο τύπος σε **Continuous** και αποθηκεύεται στην εικόνα.



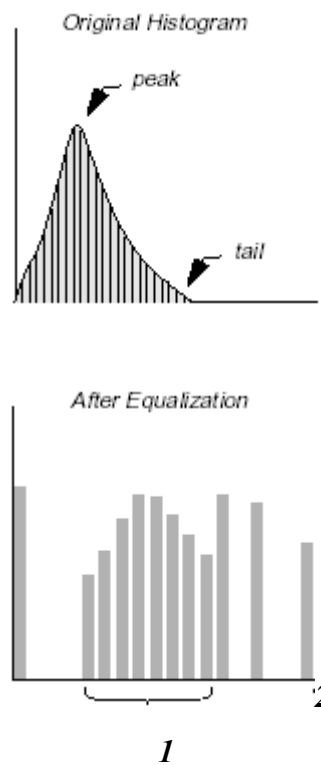
(ERDAS IMAGINE 8.6, TOURGUIDE)

6.4 Τρόποι μετατροπής ιστογράμματος

Εξίσωση Ιστογράμματος (Histogram Equalization)

Η εξίσωση ιστογράμματος είναι μια μη γραμμική ανακατανομή τιμών των pixel, έτσι ώστε να υπάρχει περίπου ίδιος αριθμός pixel μέσα σε μια συγκεκριμένη απόσταση. Η διαφορά είναι στην αύξηση της κορυφής του ιστογράμματος και την μείωση της ακολουθίας.

Η εξίσωση ιστογράμματος μπορεί επίσης να διαχωρίσει τα pixel σε ξεχωριστές ομάδες, εάν υπάρχουν αρκετές τιμές εξόδου γύρω από την ευρύ περιοχή. Αυτό μπορεί να έχει οπτικά αποτελέσματα από μη επεξεργασμένη ταξινόμηση.



1. Τα pixel στην κορυφή ανοίγουν χωριστά και η αντίθεση αυξάνεται.
2. Τα pixel της ακολουθίας είναι ομαδοποιημένα και η αντίθεση μειώνεται.

Εικόνα 6.16 Εξίσωση ιστογράμματος

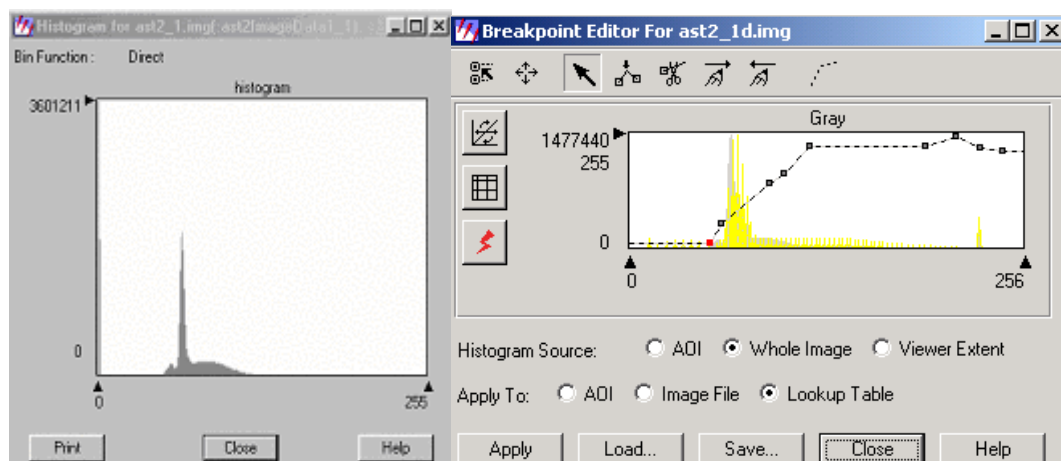
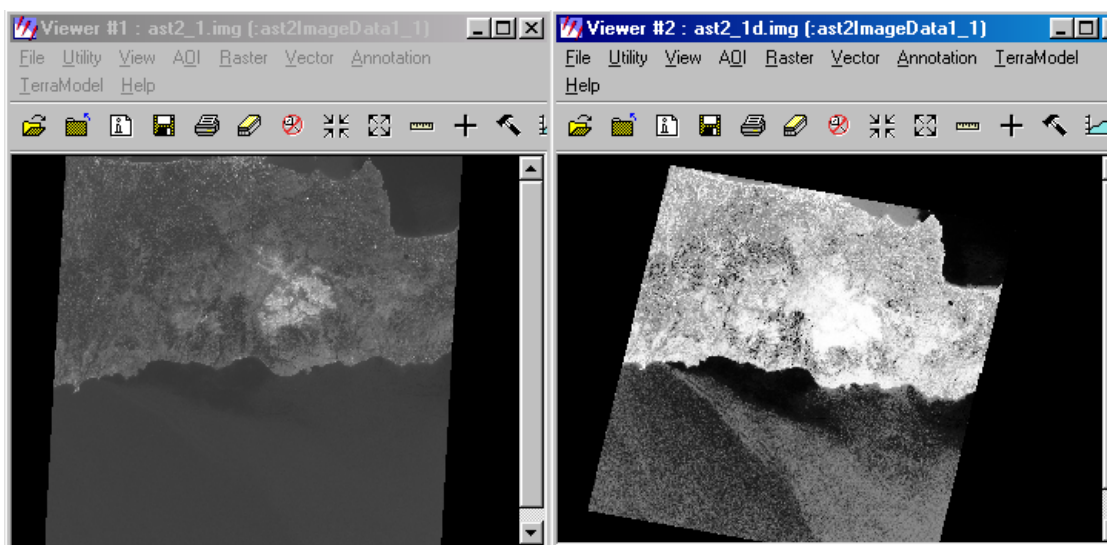
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

Πειραματική διαδικασία

1. Ανοίγουμε **Viewer** με την εικόνα που επιθυμούμε.
2. Από το μενού του Viewer επιλέγουμε **Raster / Contrast / Histogram Equalize** και αλλάζει αυτόματα το ιστόγραμμα.

Παρακάτω παρατηρούμε την διαφορά στην εικόνα και το ιστόγραμμα πριν και μετά την εξίσωση ιστογράμματος.



(ERDAS IMAGINE 8.6, TOUR GUIDE)

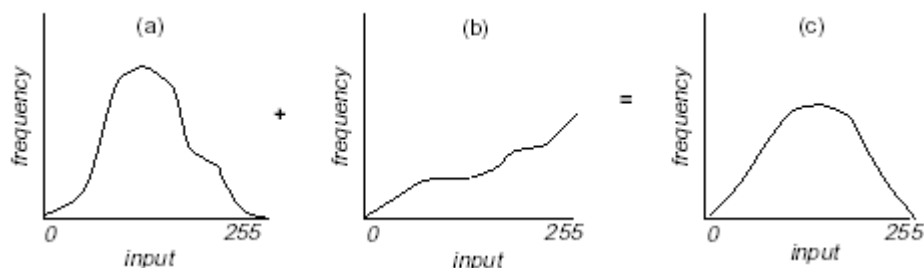
Εναρμόνιση Ιστογράμματος (Histogram Matching)

Εναρμόνιση ιστογράμματος είναι η διαδικασία προσδιορισμού πίνακα, ο οποίος μετασχηματίζει το ιστόγραμμα της εικόνας να μοιάζει με μία άλλη. Είναι χρήσιμο για εναρμόνιση δεδομένων από διπλανές περιοχές. Αυτό επίσης είναι πολύ χρήσιμο για δημιουργία μωσαϊκού.

Τα αποτελέσματα με τη μέθοδο αυτή είναι πολύ καλά όταν οι δύο εικόνες έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά όπως :

- Το γενικό σχήμα της καμπύλης ιστογράμματος είναι παρόμοιο.
- Σκοτεινές περιοχές και φωτεινά χαρακτηριστικά να είναι ίδια.

Τέλος εάν μία από τις δύο εικόνες έχει νέφη τότε πρέπει να απομακρυνθούν πριν την εναρμόνιση ιστογράμματος. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας την λειτουργία AOI, δηλαδή να σχεδιάσουμε τις περιοχές που έχουν νέφη και να τις αφαιρέσουμε.



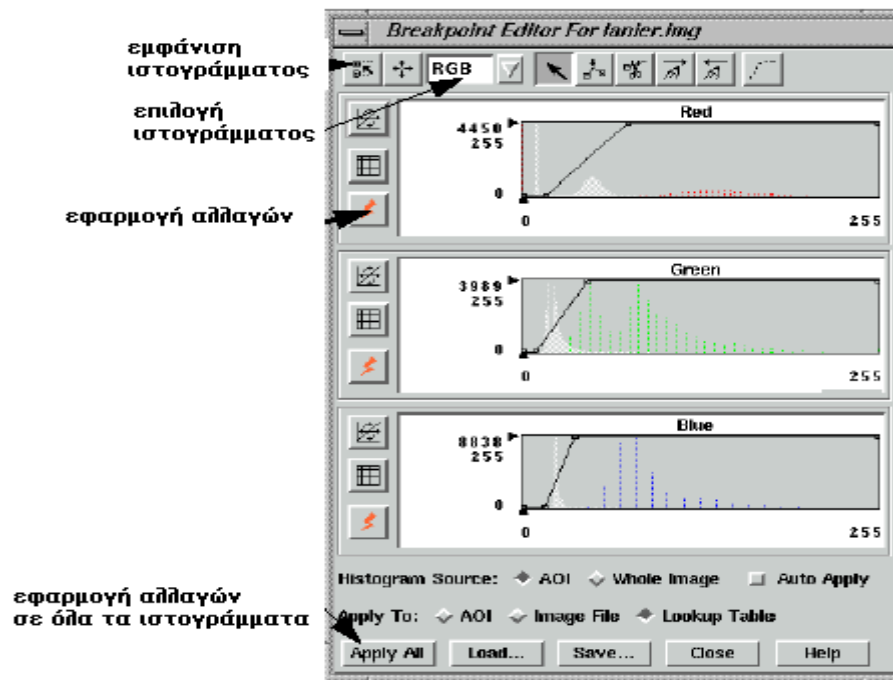
- a) Αρχικό ιστόγραμμα
b) Χαρτογράφηση από πίνακα
c) Προσέγγιση μοντέλου ιστογράμματος

Εικόνα 6.17 Εναρμόνιση Ιστογράμματος
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

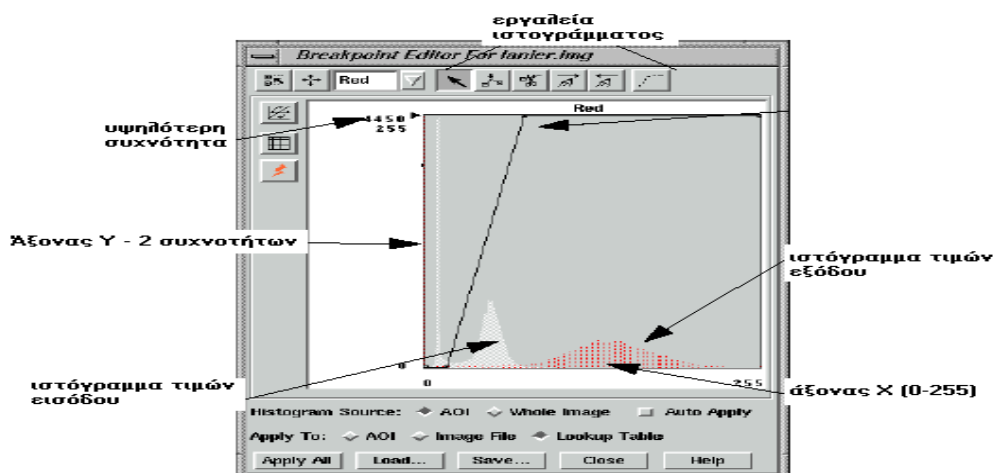
(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

Πειραματική Διαδικασία

1. Στο μενού του Viewer επιλέγουμε **Raster / Contrast / Breakpoints**. Τότε ανοίγει παράθυρο « **Breakpoint Editor**»



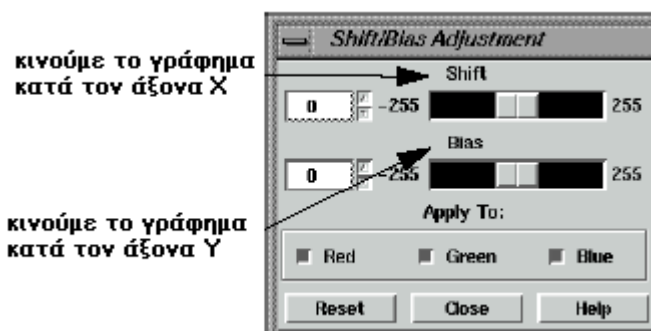
2. Πάνω στο παράθυρο επιλέγουμε το χρώμα κόκκινο. Κάθε από τα 3 ιστογράμματα στο παράθυρο μπορεί να εμφανισθεί σε μεγάλο μέγεθος επιλέγοντας το κατάλληλο ιστόγραμμα από το μενού. Τα μέρη του ιστογράμματος φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



3. Επιλέγεις **RGB**, ώστε και τα τρία διαγράμματα να φαίνονται σε ένα.
4. Πατάμε **Apply All** για να δούμε τα αποτελέσματα της εικόνας.
5. Στη συνέχεια στο παράθυρο «Breakpoint Editor» πατάμε το κουμπί **Shift/Bias**.



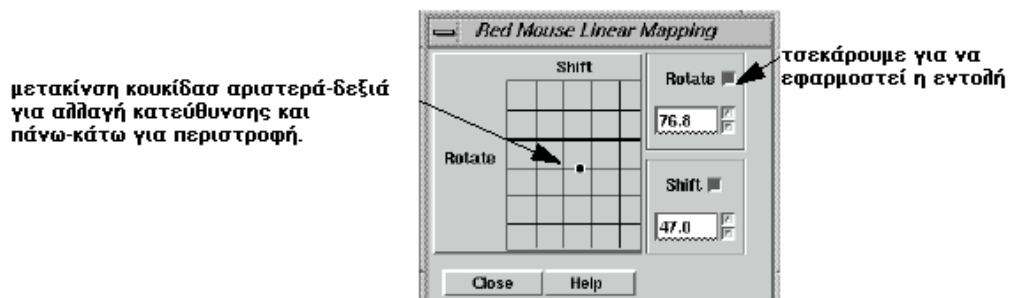
Τότε ανοίγει παράθυρο « **Shift/Bias Adjustment**»



6. Τέλος, πατάμε το κουμπί «Red Mouse Linear Mapping».



Τότε ανοίγει το παρακάτω παράθυρο, με το οποίο δίνουμε τη τελική μορφή του ιστογράμματος.



(ERDAS IMAGINE 8.6, TOUR GUIDE)

6.5 Mask

Η διαδικασία MASK χρησιμοποιείται για αρχεία .img, επιλέγοντας ειδικές περιοχές από αντίστοιχα αρχεία raster και χρησιμοποιώντας αυτές τις περιοχές για δημιουργία καινούργιου αρχείου. Η περιοχή για MASK είναι επιλεγμένη από μη-μηδενικές τιμές.

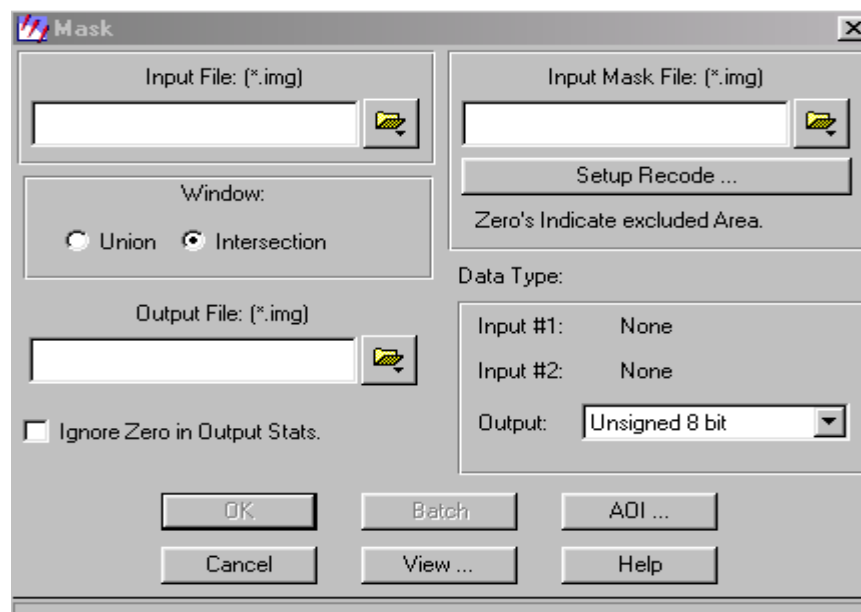
Η λειτουργία αυτή υποθέτει ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα αρχείο .img, στο οποίο θα απομονώσουμε μια περιοχή δίνοντας τιμές μηδέν. Έτσι κάθε περιοχή που προσδιορίζεται από την τιμή μηδέν δεν περιλαμβάνεται στην έξοδο.

(ERDAS IMAGINE 8.6, FIELD GUIDE)

Πειραματική Διαδικασία

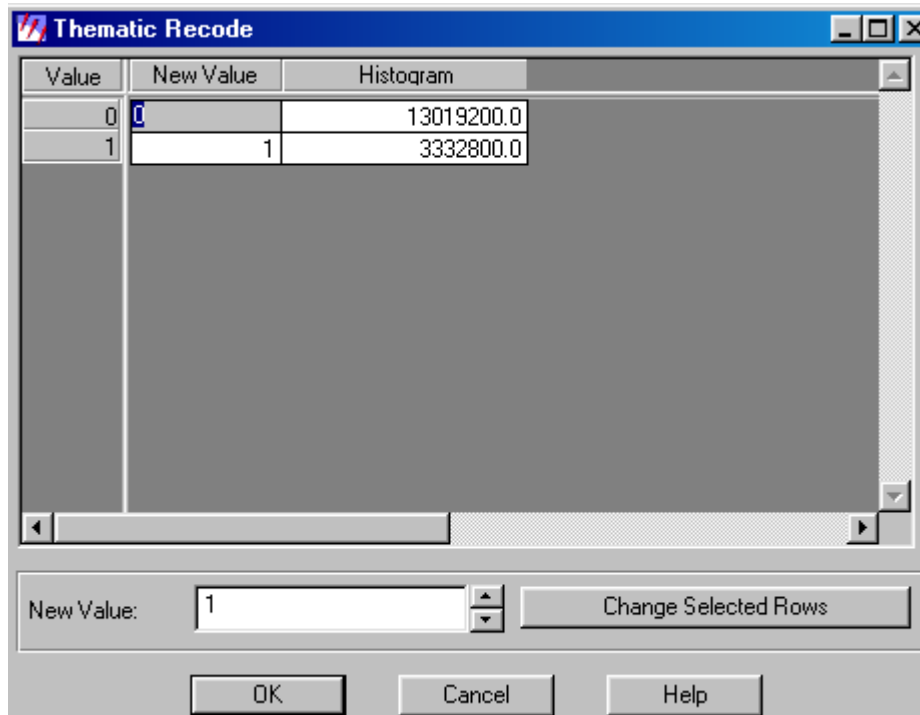
1. Από το μενού του Erdas Imagine επιλέγουμε **Image Interpreter / Utilities / Mask**.

Τότε ανοίγει παράθυρο «**Mask**».



2. Κάτω από το **Input File** επιλέγουμε το όνομα του εισαγόμενου αρχείου .img .

3. Κάτω από το **Input Mask File**, επιλέγουμε το αρχείο .img που θα χρησιμοποιήσουμε για Mask.
4. Πατώντας το **Setup Recode** ανοίγει παράθυρο « **Thematic Recode**».



Εδώ επιτρέπεται η κωδικοποίηση των raster τιμών ή των κλάσεων της εικόνας. Όλα τα διαθέσιμα χαρακτηριστικά του επιλεγμένου raster, ανοίγουν σε αυτή την περιοχή. Στην περιοχή **New Value** εισάγεις το καινούργιο raster για τον προσδιορισμό σειρών στην επιλεγμένη περιοχή. Στη συνέχεια πατάμε το **Change Selected Rows** για εφαρμογή των αλλαγών στον πίνακα. Τέλος πατάμε **OK** για χρησιμοποίηση αυτών των τιμών.

5. Επιστρέφοντας στο παράθυρο «Mask» κάτω από την περιοχή Window επιλέγουμε Union ή Intersection.

Union – ένωση: Για τη χρήση περιοχής από 2 εισαγόμενα αρχεία.

Intersection – Διασταυρώσεις: Για κοινές περιοχές αρχείων.

6. Κάτω από **Output File** πληκτρολογείς το όνομα του αρχείου μετά την επεξεργασία.

7. Ο τύπος των δεδομένων raster καθορίζει τον τύπο των αριθμών και της απόστασης των τιμών που μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα raster layer.

Έτσι στην περιοχή **Data Type**:

Input#1: δείχνει τον τύπο δεδομένων του αρχείου #1

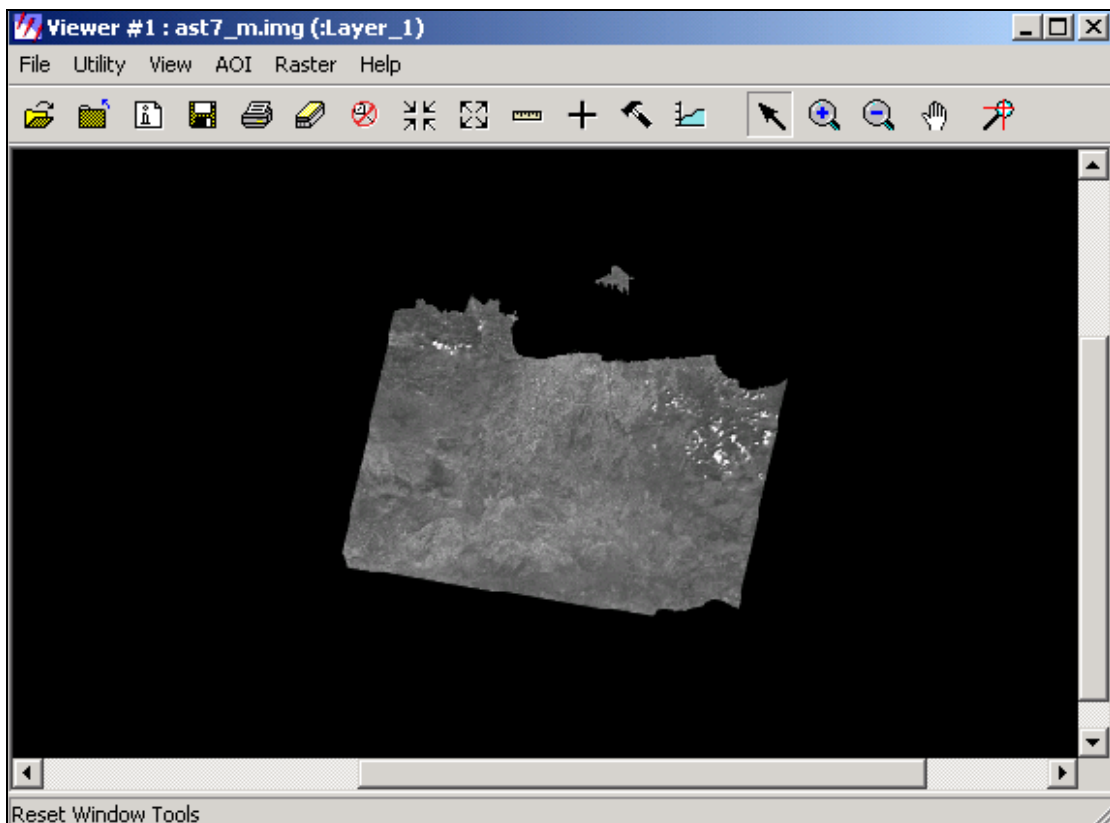
Input#2: δείχνει τον τύπο δεδομένων του αρχείου #2

Output: δείχνει τον τύπο δεδομένων στο αρχείο εξόδου.

8. Τσεκάρουμε το **Ignore Zero In Stats**.

9. Πατάμε **OK** και αρχίζει και τρέχει το πρόγραμμα. Όταν φτάσει 100% η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια εικόνα που η θάλασσα θα έχει μηδενιστεί, όπως φαίνεται παρακάτω.



6.6 Δημιουργία Φωτομωσαϊκού Δορυφορικών Εικόνων

Η διαδικασία δημιουργίας mosaic αποβλέπει στην ένωση χαρτών με αποτέλεσμα έναν ενιαίο χάρτη.

Αρχικά μπορούμε να δούμε ένα προσωρινό αποτέλεσμα του μωσαϊκού που πρόκειται να δημιουργήσουμε μέσα από το viewer, ως εξής.

1. Ανοίγουμε την 1^η εικόνα από **File-open-raster layer** στο παράθυρο του Viewer.
2. Επιλέγουμε **Raster Options** το layer όπου επιθυμούμε και απενεργοποιούμε το **Clear Display**.

Clear Display: όταν είναι ενεργοποιημένη αυτή η εντολή και μία καινούργια εικόνα είναι φορτωμένη, η εικόνα που υπάρχει ήδη στο viewer αφαιρείται. Έτσι το απενεργοποιούμε για να κάνουμε επικόλληση της καινούργιας εικόνας.

3. Τσεκάρουμε το **Background Transparent** και το **Fit to frame**.

Background Transparent: χρησιμοποιείται για να φτιάξουμε φόντο από κλίμακα του γκρι,

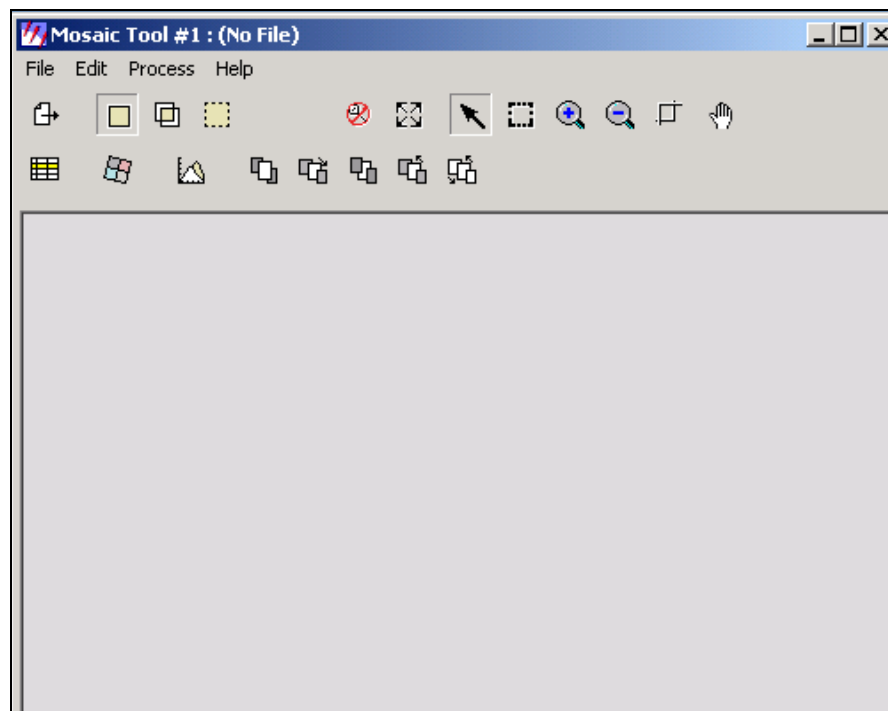
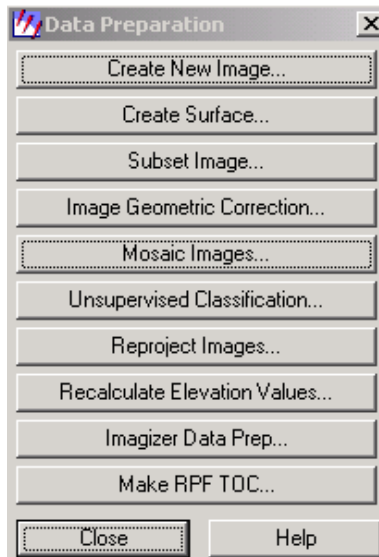
Pseudo color και true color της καθαρής περιοχής. Το φόντο της περιοχής αυτόματα διαφανές σε θεματικά layers.


Fit to frame: όταν είναι ενεργοποιημένη αυτή η εντολή, η εικόνα μεγεθύνεται ή ελαττώνεται ανάλογα τις διαστάσεις του viewer.

Τελικά ανοίγει η 1^η εικόνα στο viewer και με τον ίδιο τρόπο ανοίγουμε την 2^η και έτσι έχουμε μία άποψη του mosaic.

4. Στη συνέχεια πατάμε **Dataprep**, επιλέγουμε **Mosaic Image** και ανοίγει ο καμβάς.

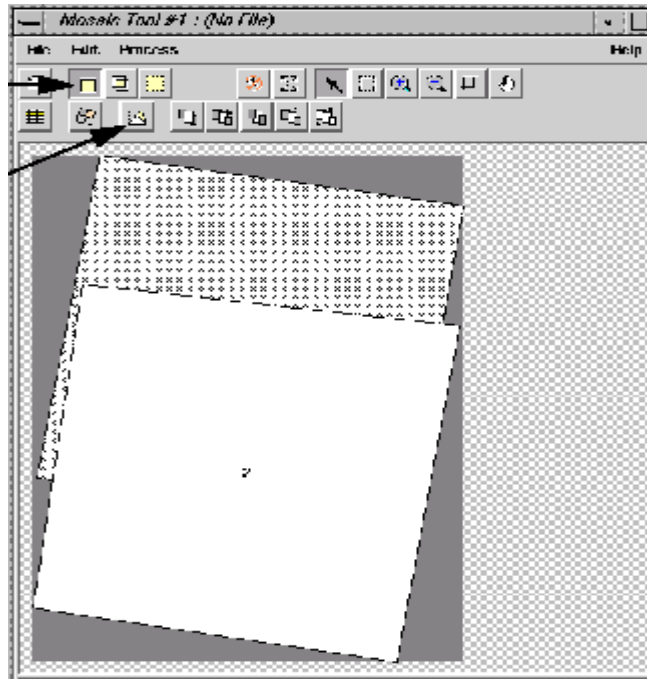




5. Επιλέγουμε **Add Images** , τσεκάρουμε **Use Entire Image**, επιλέγουμε τις εικόνες που θέλουμε και πατάμε **Add**.

Use Entire Image: τσεκάρουμε για να χρησιμοποιηθεί ολόκληρη ορθογώνια περιοχή για την εικόνα που επιλέγουμε.

6. Στη συνέχεια πρέπει να φαίνονται και οι 2 εικόνες στον καρβιά.



7. Έπειτα επιλέγουμε **Edit-Image Options** και τσεκάρουμε **No matching** και **pixel value**.



No matching: όχι εναρμόνιση ιστογράμματος μεταξύ εικόνων

For All Images: εναρμόνιση ιστογράμματος για όλες τις εικόνες

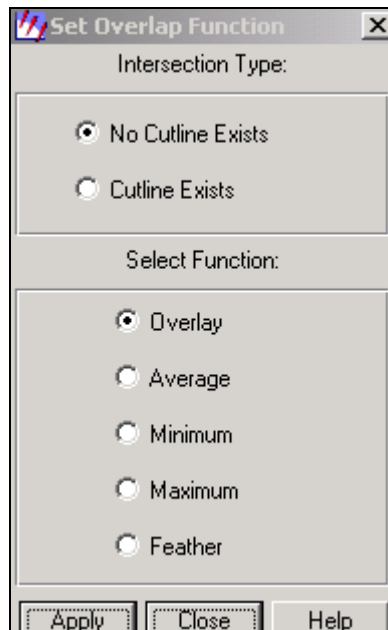
Overlap Areas: εναρμόνιση ιστογράμματος μόνο για την κοινή περιοχή

Pixel Value: εφαρμογή στα pixel εικόνας

Contrast Table: εφαρμογή στον πίνακα ιστογράμματος

Use external Reference: τσεκάρουμε την εντολή αυτή όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε άλλη εικόνα για να καθορίσουμε το ιστόγραμμα.

8. Επίσης επιλέγουμε τις παραμέτρους του μωσαϊκού από **Edit-Set Overlap Options**.



No Outline Exists: τσεκάρουμε όταν δεν υπάρχουν λεζάντες για επιλεγμένες διασταυρώσεις.

Outline Exist: τσεκάρουμε όταν υπάρχει λεζάντα.

Overlay: η τελευταία εικόνα που ανοίγεται είναι και η τελευταία στην περιοχή επικάλυψης.

Average: οι τιμές pixel της κοινής περιοχής αντικαθίσταται από μέσο όρο τιμών pixel των εικόνων.

Minimum: οι τιμές pixel της κοινής περιοχής αντικαθίσταται από τη μικρότερη τιμή pixel και των εικόνων.

Maximum: οι τιμές pixel της κοινής περιοχής αντικαθίσταται από τη μεγαλύτερη τιμή pixel των εικόνων.

Feather: η κοινή περιοχή αντικαθίσταται από γραμμική παρεμβολή των pixels σε αυτή την περιοχή.

Εφόσον κάνουμε όλα τα παραπάνω η διαδικασία του μωσαϊκού είναι έτοιμη να αρχίσει.

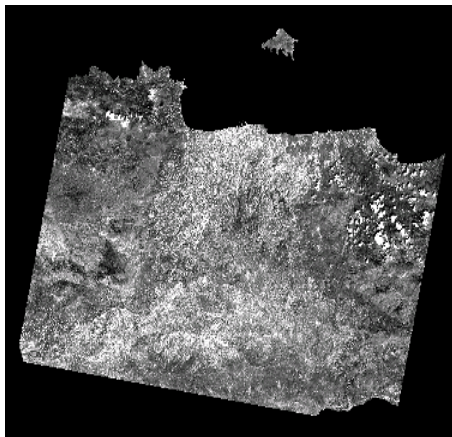
9. Από το Mosaic Tool Viewer επιλέγουμε **Process-Run Mosaic**.

10. Πληκτρολογούμε το όνομα που επιθυμούμε να έχει το τελικό αποτέλεσμα του μωσαϊκού και πατάμε **ok**.

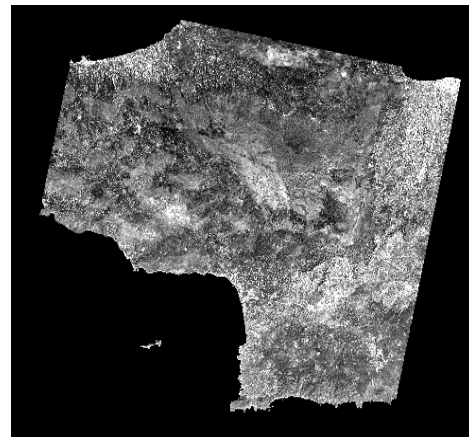
11. Όταν η διαδικασία ολοκληρωθεί και φτάσει το 100% μπορούμε από το viewer να δούμε το αποτέλεσμα.

Συγκεκριμένα εμείς εργαστήκαμε με 2 εικόνες(Aster1, Aster2) από την περιοχή της Κρήτης και το τελικό αποτέλεσμα του μωσαϊκού για το layer_1 ήταν το παρακάτω.

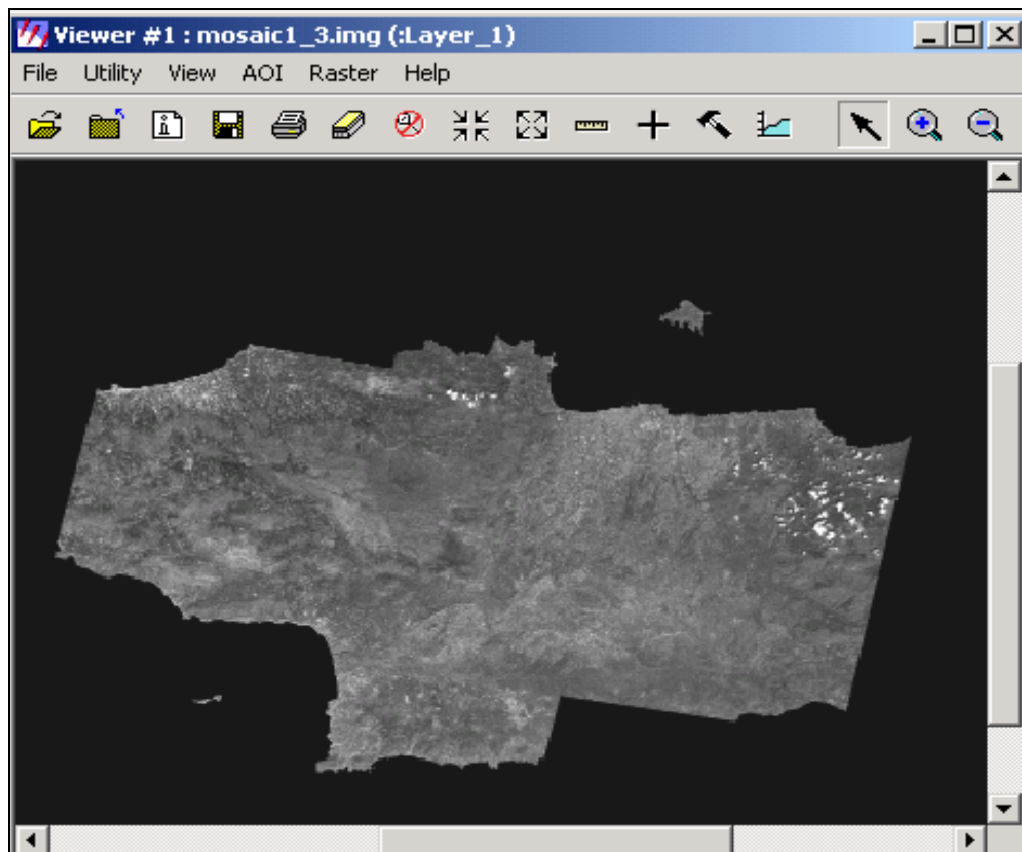
<i>code</i>	<i>Κέντρο εικόνας</i>	<i>Ημ/νία</i>	<i>επίπεδο</i>	<i>Γραμμες/Στήλες</i>
Aster1	35.28N/25.15E	10Aug2000	L1B	4200x4980
Aster2	35.12N/24.73E	14June2000	L1B	4200x4980



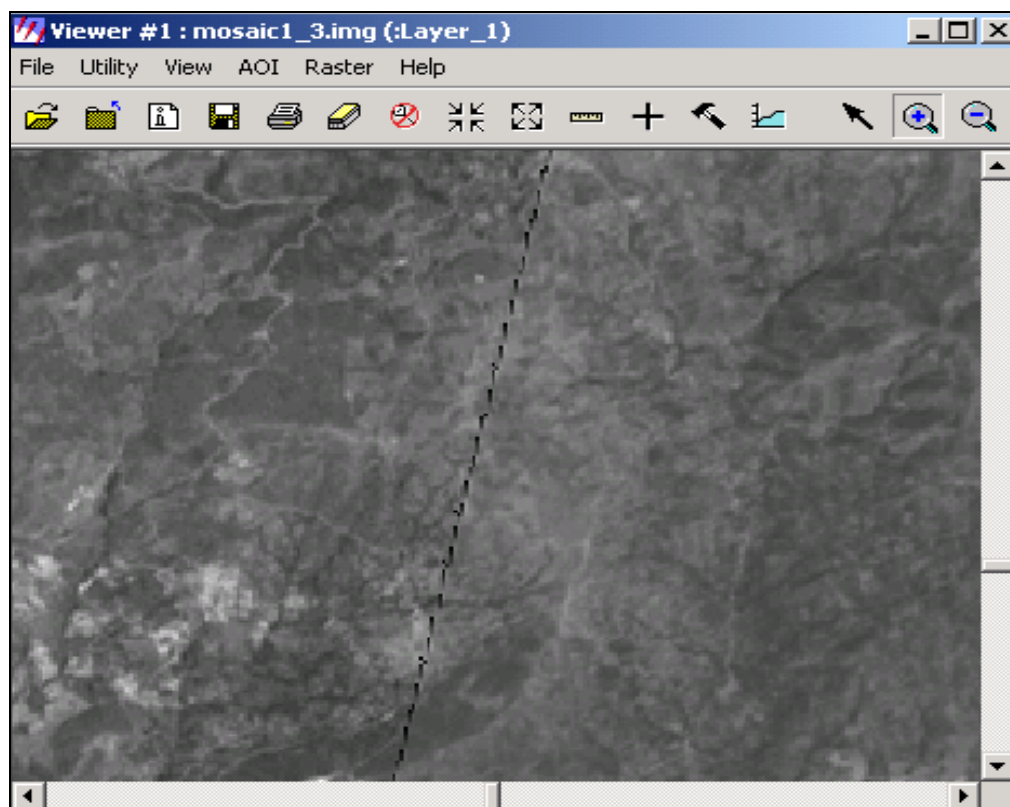
Aster1



Aster2



Το σημείο ένωσης των δύο εικόνων με προσεκτική εξέταση φαίνεται παρακάτω:



Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε και για τα 14 κανάλια. Τα αποτελέσματα μωσαϊκού για κάθε κανάλι ξεχωριστά βρίσκονται στο Παράρτημα Ι.

6.7 Αριθμητικές πράξεις μεταξύ διαύλων καταγραφής

Η πολυφασματική φύση των δεδομένων Τηλεπισκόπησης μας επιτρέπει να κάνουμε μετασχηματισμούς των πολυδιάστατων δεδομένων της εικόνας και να δημιουργήσουμε νέες εικόνες ή νέους διαύλους (κανάλια). Η μετασχηματισμένη εικόνα μπορεί να έχει καλύτερες ιδιότητες από την αρχική, επειδή ορισμένα χαρακτηριστικά της θα είναι πιο ευδιάκριτα ακόμη και όταν χρησιμοποιείται μικρότερος αριθμός διαστάσεων (καναλιών).

- Συνδυάζοντας τις μπάντες 3-2-1 μπορούμε να δούμε την εικόνα την οποία θα παίρναμε από αεροπλάνο με ένα κλασικό φωτογραφικό φιλμ, μια πραγματική έγχρωμη απεικόνιση δηλαδή.



Επίσης το πράσινο χρώμα δείχνει τις περιοχές με βλάστηση. Με αυτό τον συνδυασμό, σε άλλη περίπτωση αν είχαμε χιόνια θα μπορούσαμε να τα ξεχωρίσουμε με το άσπρο χρώμα.

-
- Συνδυάζοντας τις μπάντες 14-12-10 στο θερμικό υπέρυθρο παίρνουμε μια εικόνα που το κόκκινο χρώμα σε αυτή συμβολίζει τη θερμοκρασία, δηλαδή την εκπεμπόμενη ακτινοβολία. Αυτό έχει σαν συμπέρασμα ότι αυτές οι περιοχές ζεστές περιοχές άρα βιομηχανικές.



Στη συγκεκριμένη εικόνα αποχρώσεις του κόκκινου διακρίνονται στην κεντρική περιοχή του Ρεθύμνου και φαίνεται ότι σταματούν εκεί που ξεκινά το Όρος Ίδη (Ψηλορείτης). Στο νομό Ηρακλείου κυρίως κεντρικά και λίγο βόρεια στον κόλπο διακρίνονται κόκκινες αποχρώσεις, περιοχές δηλαδή με ανεπτυγμένη βιομηχανία .

Εκτός βέβαια από διάφορους συνδυασμούς που μπορούμε να κάνουμε μεταξύ μπαντών μπορούμε να κάνουμε και πράξεις. Οι αριθμητικές πράξεις της πρόσθεσης, της αφαίρεσης, του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης στις τιμές z του επιπέδου του γκρι (φωτεινότητας) των ψηφίδων από δύο κανάλια μιας εικόνας μπορούν να σχηματίσουν μια νέα εικόνα.

Με τη βοήθεια των αριθμητικών πράξεων μπορούμε να δημιουργήσουμε τους δείκτες βλάστησης, οι οποίοι χρησιμεύουν στο χαρακτηρισμό της βλάστησης και της ποιότητας της βιομάζας. Βασίζονται στα διαφορετικά φασματικά χαρακτηριστικά που εμφανίζει η υγιής βλάστηση στο ορατό και στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.

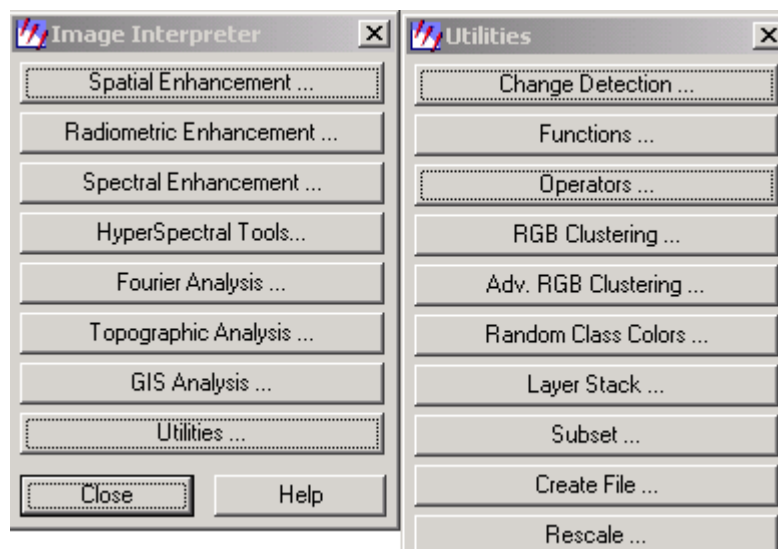
Οι δείκτες οι οποίοι προκύπτουν είναι οι εξής :

- **IR/R function.** Αυτή η σχέση διαιρεί την εικόνα του διαύλου καταγραφής του υπέρυθρου τμήματος του ηλ/κού φάσματος (IR) με την εικόνα του διαύλου του ερυθρού τμήματος (R). Βασικός δείκτης ποιότητας βλάστησης, όπου οι φωτεινές περιοχές αναπαριστούν την υγιή βλάστηση.
- **Vegetation index.** Δείκτης βλάστησης (IR-R) : χρήσιμος δείκτης για να βελτιώσει την εμφάνιση της βλάστησης στην εικόνα.
- **NDVI.** Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης $[(IR-R)/(IR+R)]$: Είναι δείκτης εδαφικής κάλυψης της βλάστησης.

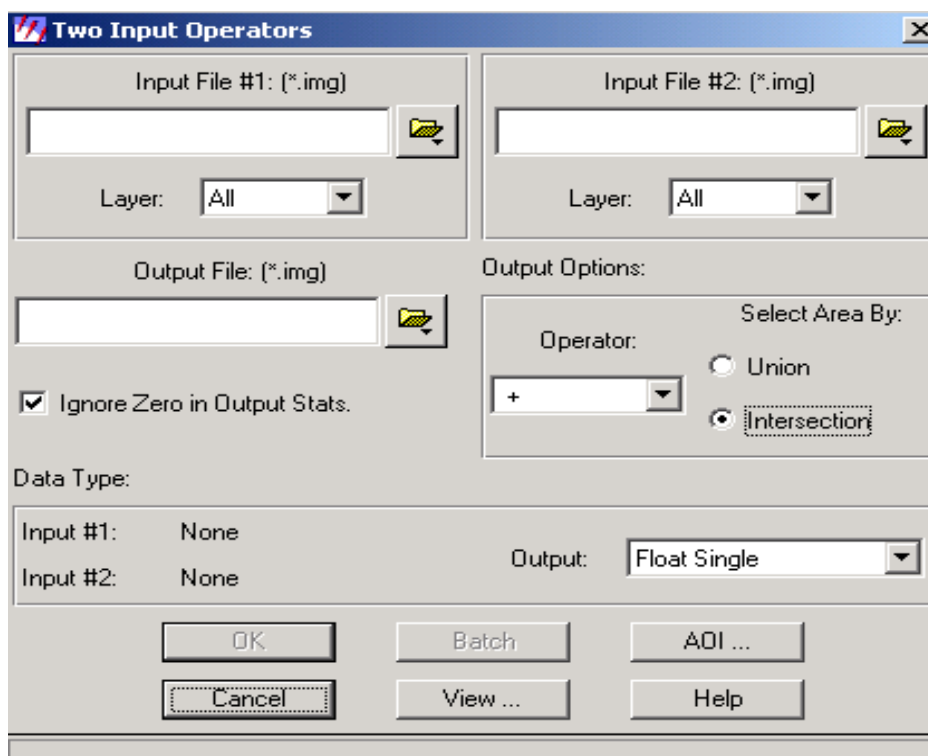
(Μερτίκας, 1999)

Πειραματική διαδικασία

1. Από το menu του Erdas Imagine 8.6 επιλέγουμε **Interpreter-Utilities-Operators.**



2. Στη συνέχεια ανοίγει παράθυρο **Two Input Operators**.



Input file#1 : επιλέγουμε την εικόνα που επιθυμούμε και από κάτω επιλέγουμε την μπάντα που αντιστοιχεί στο υπέρυθρο (IR).

Input file#2 : επιλέγουμε την ίδια εικόνα που επιλέξαμε και προηγουμένως και από κάτω επιλέγουμε την μπάντα που αντιστοιχεί στο ερυθρό (R).

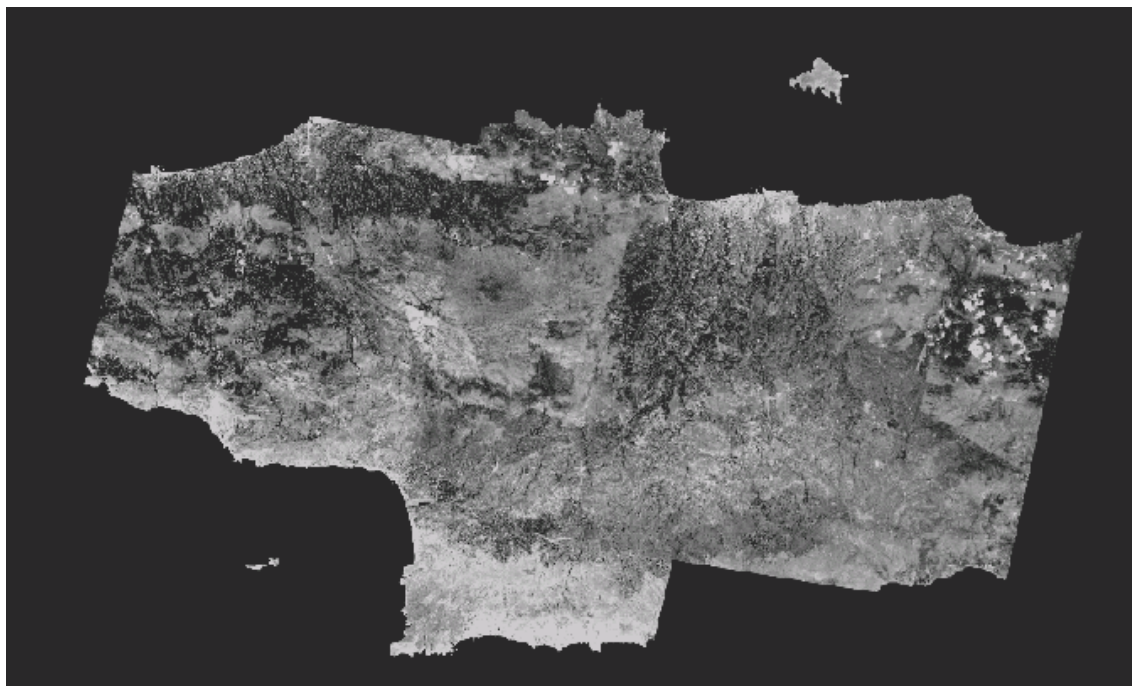
Output File : πληκτρολογούμε το όνομα που επιθυμούμε να έχει η εικόνα μας μετά την αριθμητική πράξη.

Operator : επιλέγουμε το σύμβολο της πράξης ανάλογα με τον δείκτη που θέλουμε να δημιουργήσουμε.

Union / Intersection : ανάλογα αν θέλουμε για την ένωση ή για κοινή περιοχή επιλέγουμε αντίστοιχα.

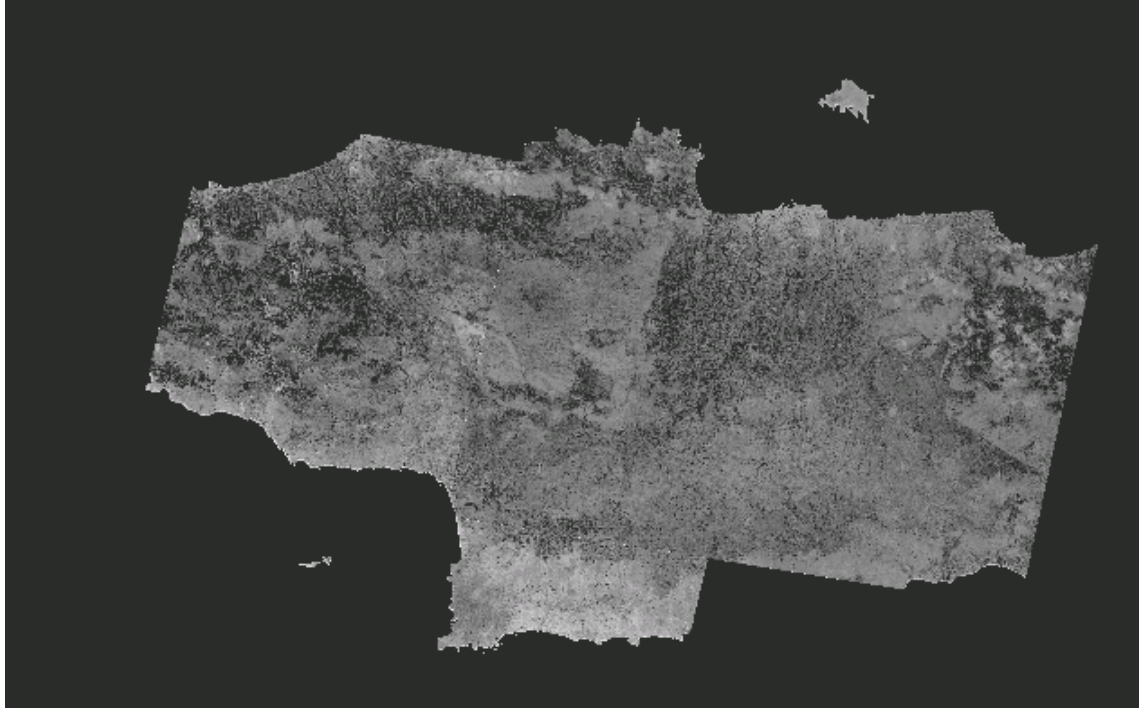
Έχοντας συμπληρώσει τον παραπάνω πίνακα ανάλογα με τον δείκτη που επιθυμούμε, το τελικό αποτέλεσμα είναι εικόνες που βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τη βλάστηση.

Δείκτης Vegetation



Χρησιμοποιώντας τα κανάλια 4 και 3 που αντιστοιχούν στο υπέρυθρο (IR) και ερυθρό (R), ακολουθούμε την προηγούμενη διαδικασία για να εφαρμόσουμε δείκτη vegetation. Εφαρμόζοντας το δείκτη vegetation στο αποτέλεσμα της εικόνας μπορούμε να παρατηρήσουμε σε ποιες περιοχές έχουμε πυκνή βλάστηση και τι είδους. Συγκεκριμένα σε περιοχές όπου έχουμε σκούρες αποχρώσεις του γκρι, υπάρχει πυκνή βλάστηση, που μπορεί να είναι και δάση ή και πεύκα πυκνά φυτεμένα.

Δείκτης NDVI



Χρησιμοποιούμε όμοια διαδικασία με προηγουμένως, για τα ίδια κανάλια, αλλά με διαφορετική αριθμητική πράξη.

Εφαρμόζοντας το δείκτη NDVI, στην εικόνα που προκύπτει μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στις ανοιχτόχρωμες περιοχές έχουμε βλάστηση. Απλά από τον συγκεκριμένο δείκτη δεν μπορούμε να έχουμε καλά αποτελέσματα αν η εδαφική κάλυψη είναι μικρή, όπως σε χέρσες περιοχές.

6.8 Χωρική Επεξεργασία Εικόνας

Η σύνθεση της εικόνας είναι μια διαδικασία που κάνει την εικόνα περισσότερο επεξηγηματική για ειδικές εφαρμογές. Οι τεχνικές σύνθεσης συχνά χρησιμοποιούνται αντί για τεχνικές ταξινόμησης για την ανάλυση των χωρικών χαρακτηριστικών καθώς και για άντληση πληροφοριών από εικόνες.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην σύνθεση εξαρτώνται από τα παρακάτω:

- Από τα δεδομένα, ανάλογα το layer και από τους διαφορετικούς ανιχνευτές που επιλέγονται κάθε φορά. Σημαντικό είναι να γνωρίζουμε τις παραμέτρους για κάθε layer.
- Αντικειμενικότητα αποτελέσματος.
- Τέτοιες τεχνικές σύνθεσης είναι οι ακόλουθες:
 - Διόρθωση δεδομένων (ραδιομετρικά και γεωμετρικά)
 - Ραδιομετρική σύνθεση – εμπλουτισμός εικόνων με βάση τα χαρακτηριστικά των pixel
 - Χωρική σύνθεση – βελτίωση εικόνων με βάση τα χωρικά χαρακτηριστικά των γειτονικών pixel
 - Φασματική σύνθεση – εμπλουτισμός εικόνων με βάση το μετασχηματισμό των τιμών των pixel
 - Υπερφασματική διαδικασία – προέκταση με βάση τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε πολυφασματικά δεδομένα
 - Ανάλυση Fourier – τεχνικές για εξάλειψη περιοδικού θορύβου
 - Εξομάλυνση εικόνας από radar

Σύμφωνα με το ERDAS IMAGINE η σύνθεση εικόνας μπορεί να παρουσιαστεί:

- Προσωρινά, σύμφωνα με την εικόνα που βρίσκεται στο viewer
- Μόνιμα, σύμφωνα με δεδομένα εικόνα αποθηκευμένα σε αρχείο.

Η σύνθεση σε μια εικόνα στο viewer είναι πιο γρήγορη από ότι σε αρχείο. Επίσης στην περίπτωση αυτή έχουμε ορατά αποτελέσματα, προνομιούχο για εκτέλεση δοκιμών.

Image Interpreter

Το ERDAS IMAGINE αντικαθιστά πολλούς αλγορίθμους κατασκευάζοντας μοντέλα, τα οποία εφαρμόζονται σύμφωνα με τις παραμέτρους του χρήστη. Αυτά δημιουργούνται με το Model Maker.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όλες οι διαθέσιμες λειτουργίες για χωρική σύνθεση των εικόνων.

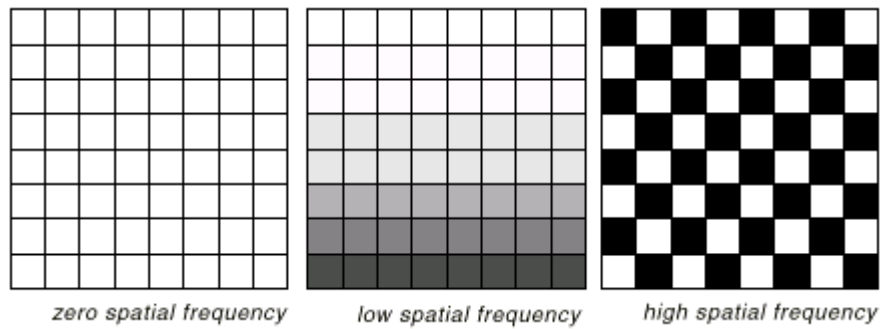
ΧΩΡΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
CONVOLUTION	Χρήση του μέσου όρου των pixel που βρίσκονται διαγώνια στον πίνακα τιμών της εικόνας
NON-DIRECTIONAL EDGE	Μέσος όρος αποτελεσμάτων από 2 ορθογώνια 1 ^{ου} βαθμού παραγώγου.
FOCAL ANALYSIS	Εφαρμογή ανάλυσης στην τάξη τιμών της εικόνας, χρησιμοποιώντας διαδικασίες παρόμοια με convolution filtering.
TEXTURE	Καθορισμός δομής από ποσοτικά χαρακτηριστικά εικόνας
ADAPTIVE FILTER	Προέκταση σύμφωνα με DN τιμές
STATISTICAL FILTER	Ελάττωση καθορισμένης απόστασης με τελικά pixel που προέρχονται από το μέσο όρο.
RESOLUTION MERGE	Ένωση εικόνων από διαφορετικές χωρικές αναλύσεις
CRISP	Εκλέπτυνση και καταμερισμός φωτεινότητας.

Χωρική σύνθεση

Η χωρική σύνθεση τροποποιεί τις τιμές των pixel βασισμένη στις τιμές των περιβαλλόντων pixel. Η χωρική σύνθεση ασχολείται σε μεγάλο βαθμό με τη χωρική συχνότητα, η οποία είναι διαφορετική μεταξύ υψηλών και χαμηλών τιμών των pixel. Ο Jensen καθόρισε τη χωρική σύνθεση ως “ ο αριθμός από αλλαγές φωτεινότητας για κάθε μονάδα απόστασης για κάθε κεντρικό pixel “.

Σύμφωνα με το παράδειγμα της εικόνας 6.18 :

- Μηδενική χωρική συχνότητα – επίπεδη εικόνα, ίδια τιμή για κάθε pixel
- Χαμηλή χωρική συχνότητα – εικόνα σύμφωνα με αποχρώσεις του γκρι
- Υψηλή χωρική συχνότητα – εικόνα από λευκά και μαύρα pixel

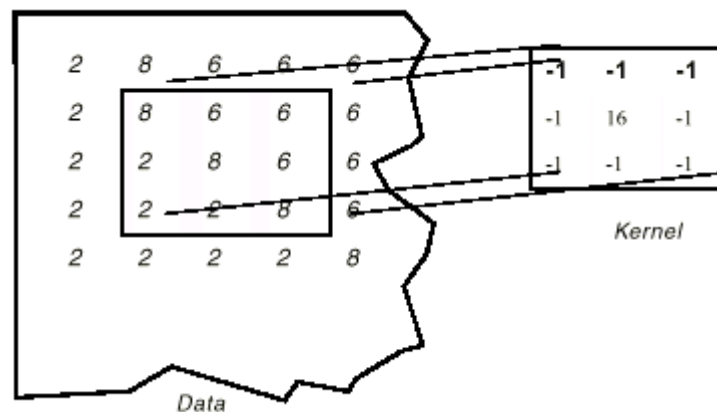


Εικόνα 6.18 : Χωρικές συχνότητες
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

CONVOLUTION FILTERING

Είναι η διαδικασία σύνθεσης που χρησιμοποιεί το μέσο όρο από ομάδες pixel που βρίσκονται διαγώνια στην εικόνα. Χρησιμοποιείται για να αλλάξουμε τα χαρακτηριστικά της χωρικής συχνότητας.

Για να γίνει κατανοητό πως ένα pixel μπαίνει σε αυτή την διαδικασία, υποθέτουμε ότι το κεντρικό pixel σύνθεσης είναι η προέκταση πάνω στις τιμές δεδομένων. Έτσι τα Pixel που έχουν υποστεί convolution filtering βρίσκονται στο κέντρο του παραθύρου.



Εικόνα 6.19: Εφαρμογή convolution filtering
(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

Η εικόνα 6.19 δείχνει μία 3x3 σύνθεση εφαρμόζοντας το φίλτρο στο pixel της 3^{ης} στήλης, 3^η γραμμή. Για τον υπολογισμό της παραγόμενης τιμής για αυτό το Pixel, κάθε τιμή στην σύνθεση είναι πολλαπλασιασμένη με την αντίστοιχη τιμή του pixel της εικόνας. Αυτά τα προϊόντα αθροίζονται και το άθροισμα διαιρείται από το άθροισμα όλων των τιμών στο κέντρο όπως φαίνεται παρακάτω :

$$\begin{aligned} & \text{integer } [(-1 \times 8) + (-1 \times 6) + (-1 \times 6) + (-1 \times 2) + (16 \times 8) + (-1 \times 6) + \\ & (-1 \times 2) + (-1 \times 2) + (-1 \times 8) : (-1 + -1 + -1 + -1 + 16 + -1 + -1 + -1 + -1)] \\ & = \text{int } [(128-40) / (16-8)] \\ & = \text{int } (88 / 8) = \text{int } (11) = 11 \end{aligned}$$

Όταν η ομάδα από Pixel 2x2 είναι κοντά στο κεντρικό σημείο εικόνας 5x5 υποστεί σύνθεση τότε οι τιμές εξόδου γίνονται:

	1	2	3	4	5
1	2	8	6	6	6
2	2	11	5	6	6
3	2	0	11	6	6
4	2	2	2	8	6
5	2	2	2	2	8

Εικόνα 6.20 : Τιμές μετά την εφαρμογή convolution

(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

Το κεντρικό pixel χρησιμοποιείται σε αυτό το παράδειγμα με την υψηλότερη συχνότητα. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε τη τάση των χαμηλών τιμών να γίνονται ακόμη πιο χαμηλές και οι υψηλές υψηλότερες. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η χωρική συχνότητα της εικόνας.

Φίλτρο ενίσχυσης ακμών

Οι μέθοδοι φίλτρων διέλευσης υψηλών συχνοτήτων βασίζονται στην ιδέα της παραγώγου. Η παράγωγος μιας συνεχούς συνάρτησης είναι η ταχύτητα μεταβολής της συνάρτησης αυτής σε ένα σημείο. Η παράγωγος στην εικόνα μετρείται σε δύο διευθύνσεις, μία σε σχέση με τον άξονα x και μία με τον άξονα y. Η ολική παράγωγος είναι η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των δύο παραγώγων.

Η πρώτη παράγωγος ή η κλίση της εικόνας μπορεί να μας δώσει τη δυνατότητα να αναγνωρίσουμε τμήματα μιας εικόνας υψηλών συχνοτήτων, όπως για παράδειγμα τις ακμές ή τις γραμμώσεις της.

Ακμή εικόνας είναι μια ασυνέχεια ή μια απότομη μεταβολή στην κλίμακα του γκρι σε κάποια ψηφίδα ή σε ομάδα ψηφίδων, που πιθανόν να παρουσιάζει ενδιαφέρον, όπως π.χ για οδικό δίκτυο, εντοπισμό γεωλογικών δομών, γραμμώσεις γεωλογικών σχηματισμών, ποτάμια, όρια αγροτεμαχίων, ηλεκτρικές γραμμές κ.α.

Φίλτρο εξομάλυνσης εικόνας

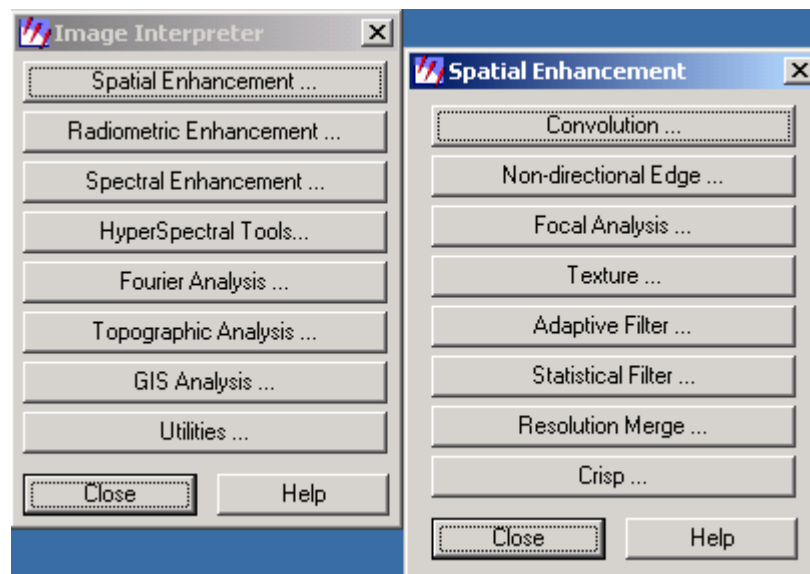
Τα φίλτρα εξομάλυνσης χρησιμοποιούνται για ελάττωση θορύβου της εικόνας. Η θόλωση εικόνας χρησιμοποιείται ως προπαρασκευαστικό βήμα πριν την καθαυτό επεξεργασία της, για παράδειγμα, για απαλοιφή μικρών λεπτομερειών από την εικόνα και για τη γεφύρωση μικρών κενών των γραμμών στην εικόνα.

(Erdas Imagine 8.6, Field Guide)

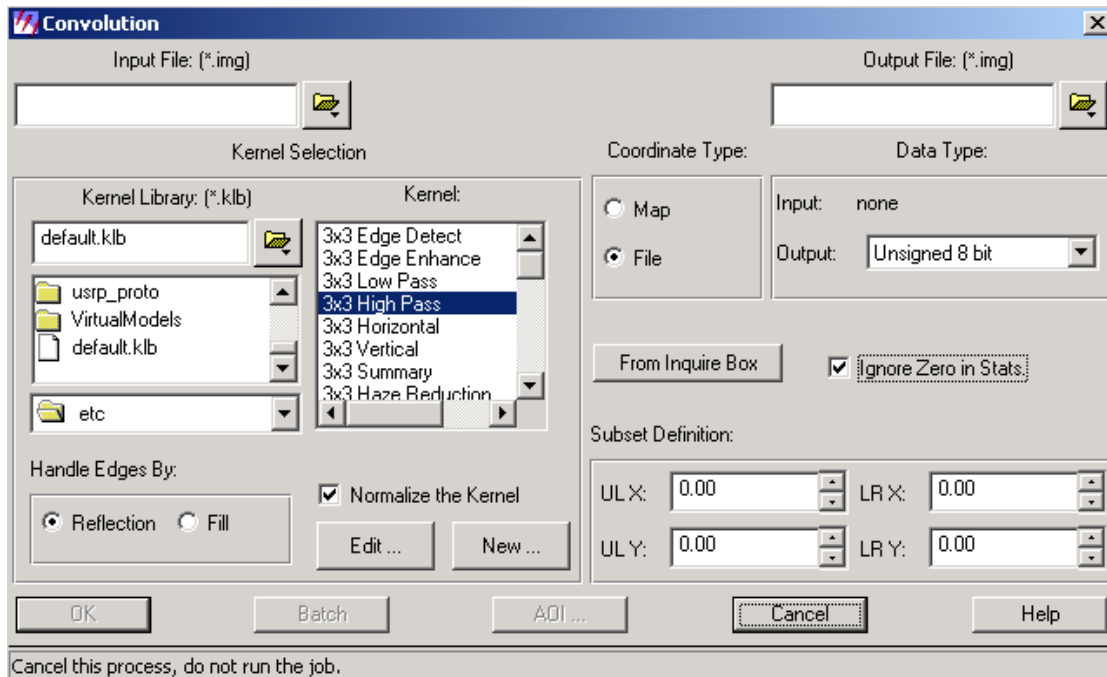
Πειραματική διαδικασία - εφαρμογή φίλτρου ενίσχυσης ακμών



1. Επιλέγουμε από το μενού του ERDAS IMAGINE το κουμπί
2. Στη συνέχεια επιλέγουμε **Spatial enhancement – Convolution**.

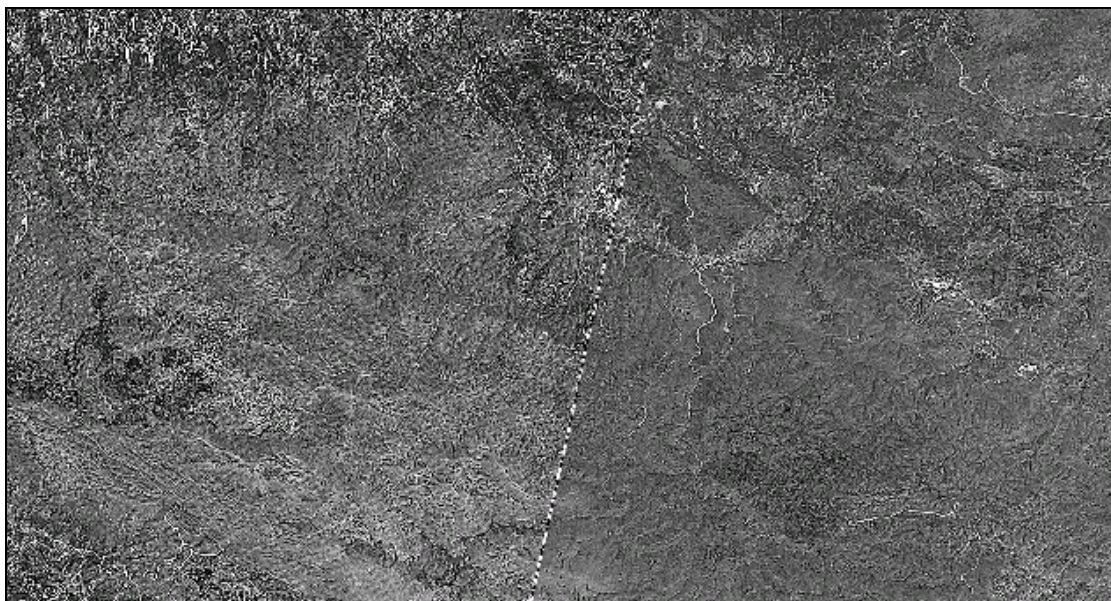


3. Στη συνέχεια ανοίγει παράθυρο Convolution, όπου σε αυτό θα επιλέξουμε τις παραμέτρους που επιθυμούμε.



4. Εφόσον επιλέξουμε το φίλτρο που επιθυμούμε και δώσουμε και ένα όνομα για την τελική εικόνα πατάμε **OK** και αρχίζει η διαδικασία.

Το τελικό αποτέλεσμα θα έχει την εξής μορφή :

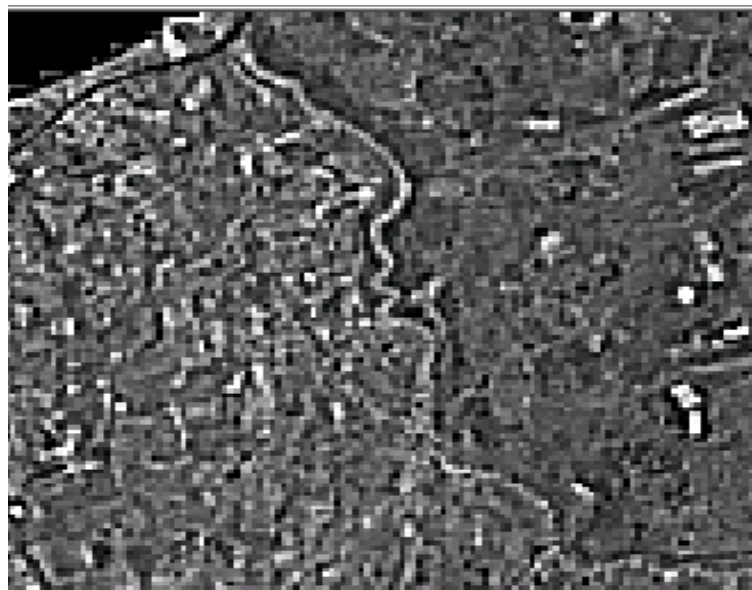


Παρατηρούμε λοιπόν ότι μετά την εφαρμογή του φίλτρου high pass 3x3, τονίζονται τα γραμμικά στοιχεία.

-
- Συγκεκριμένα το κύριο οδικό δίκτυο φαίνεται καθαρά σε όλη την εικόνα. Διακρίνεται με την πιο χοντρή γραμμή. (εικόνα από layer_1)



- Επίσης μπορούμε να διακρίνουμε και τους ποταμούς. Συγκεκριμένα εδώ έχουμε μια εικόνα από layer_3, που δείχνει τον Μυλοπόταμο στο Ν.Ρεθύμνου.



Η διαδικασία επαναλήφθηκε και για τα 14 κανάλια. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του φίλτρου ενίσχυσης ακμών για όλα τα κανάλια παρατίθεται στο Παράρτημα II.

6.9 Ταξινόμηση Εικόνας

Εισαγωγή

Η ταξινόμηση είναι κυρίως μέθοδος της πολυδιάστατης Στατιστικής και αφορά στον διαχωρισμό αντικειμένων και την καταχώριση τους σε δύο ή περισσότερες ομάδες ή τάξεις. Πρώτος στόχος της ταξινόμησης είναι η περιγραφή της "διαφοροποίησης" των αντικειμένων. Δεύτερος στόχος είναι η επιλογή ενός "κανόνα" (κατάλληλου αλγόριθμου) ώστε να διαχωριστούν τα αντικείμενα σε δύο ή περισσότερες ομοειδείς τάξεις.

Η ταξινόμηση ψηφιακής εικόνας είναι η διαδικασία αντιστοίχισης ή τοποθέτησης των τιμών φωτεινότητας των εικονοστοιχείων σε ομάδες που παρουσιάζουν την ίδια μορφή, τις ίδιες περίπου ιδιότητες. Σε μια μελέτη αξιολόγησης της ποιότητας του νερού, για παράδειγμα, ένα πρώτο βήμα θα ήταν να χρησιμοποιηθεί η ταξινόμηση της εικόνας ώστε να αναγνωριστούν όλα τα εικονοστοιχεία της εικόνας που αντιστοιχούν στο νερό. Περαιτέρω βήματα ταξινόμησης μπορεί να δώσουν έμφαση σε λεπτομερέστερη μελέτη των εικονοστοιχείων αυτών, ώστε να χαρτογραφηθεί η ποιότητα του νερού, το βάθος του πυθμένα κ.ο.κ.

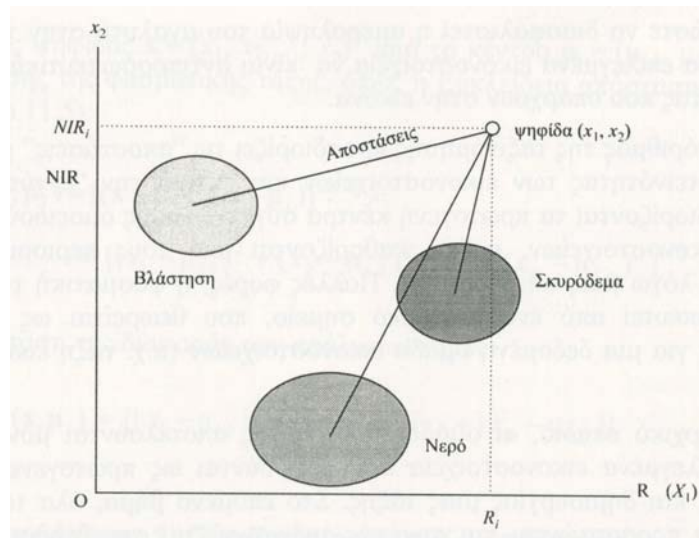
Ο απλούστερος τρόπος για την ταξινόμηση εικόνας είναι να εξεταστεί κάθε εικονοστοιχείο ξεχωριστά και να τοποθετηθεί σε μια ομάδα ανάλογα με τις τιμές της φωτεινότητας που μετρήθηκαν σε διαφορετικές φασματικές ζώνες (κανάλια). Τέτοιου είδους ταξινομητές (classifiers) που βασίζονται σε φασματικές μετρήσεις ονομάζονται **φασματικοί ταξινομητές** (spectral). Μια εναλλακτική λύση θα ήταν να θεωρηθούν σύνολα ή συγκεντρώσεις εικονοστοιχείων ανάλογα με τη θέση που κατέχουν στον χώρο ή τον χρόνο, ή βάσει άλλης πληροφορίας της εικόνας. Εδώ πλέον μιλάμε για χωρικούς ταξινομητές ή **ταξινομητές συνάφειας** (concept classifiers).

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ταξινόμησης στην ανάλυση ψηφιακών δεδομένων Τηλεπισκόπησης. Η μία αναφέρεται ως **αυτόματη ταξινόμηση** (unsupervised classification) και η δεύτερη ως **καθοδηγούμενη ταξινόμηση ή επιβλεπόμενη ταξινόμηση** (supervised classification). Η αυτόματη ταξινόμηση είναι η διαδικασία εκείνη κατά την οποία εικονοστοιχεία μιας εικόνας διαχωρίζονται σε φασματικές τάξεις χωρίς ο χρήστης να γνωρίζει εκ των προτέρων τίποτα για την ύπαρξη ή το είδος της πληροφορίας (δάσος, νερό, αστική περιοχή, κλπ.) που περιέχεται σε κάθε φασματική τάξη. Αντίθετα η καθοδηγούμενη ταξινόμηση προϋποθέτει αρχικά την ύπαρξη δειγμάτων γνωστής ταυτότητας στην εικόνα (που συνήθως αναγνωρίζονται από εργασίες πεδίου, από αεροφωτογραφίες, από τοπογραφικούς χάρτες κλπ.) και στη συνέχεια, αφού

υπολογιστούν τα στατιστικά στοιχεία των γνωστών αυτών δειγμάτων, καταχωρούνται τα υπόλοιπα αταξινόμητα εικονοστοιχεία σε τάξεις.

Η γενική μεθοδολογία της καθοδηγούμενης ταξινόμησης μιας εικόνας μπορεί να περιγραφεί από τα ακόλουθα βήματα:

- 1. Σχεδιασμός:** Καθορίζονται τα σύνολα των τύπων της εδαφικής κάλυψης (π. χ. νερό, δάσος, σιτάρι, πετρελαιοκηλίδα, κλπ.) στα οποία πρόκειται να ταξινομηθεί η εικόνα. Αυτές είναι οι *τάξεις πληροφορίας* (information classes).
- 2. Προετοιμασία επεξεργασίας:** Πραγματοποιούνται ραδιομετρικές, ατμοσφαιρικές, γεωμετρικές και τοπογραφικές διορθώσεις στην εικόνα, βελτιώνεται η εικόνα, και γίνεται μια αρχική ομαδοποίηση των τάξεων.
- 3. Επιλογή πεδίων εκπαίδευσης του αλγόριθμου:** Επιλέγονται αντιπροσωπευτικές ψηφίδες της εικόνας για κάθε μία από τις συγκεκριμένες τάξεις της πληροφορίας. Οι ψηφίδες αυτές της εικόνας ονομάζονται **στοιχεία εκπαίδευσης** (training data). Τα στοιχεία εκπαίδευσης προσδιορίζονται για κάθε τάξη πληροφορίας είτε από χάρτες, είτε από αεροφωτογραφίες, είτε από επιτόπια αναγνώριση. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα αυτά, προσδιορίζονται διάφορες παράμετροι του αλγορίθμου της ταξινόμησης. Οι παράμετροι αυτές καθορίζουν και τον τρόπο διαχωρισμού των ψηφίδων της εικόνας σε τάξεις.
- 4. Ταξινόμηση εικόνας:** Διεξάγεται είτε με την καθοδηγούμενη ταξινόμηση, χρησιμοποιώντας τα παραπάνω δεδομένα εκπαίδευσης, είτε με την αυτόματη ταξινόμηση, χρησιμοποιώντας τεχνικές που ομαδοποιούν τις ψηφίδες της εικόνας.
- 5. Συμπλήρωση επεξεργασίας:** Συμπληρώνεται η γεωμετρική διόρθωση της εικόνας, και εφαρμόζονται φίλτρα στην εικόνα ώστε να διορθωθούν αβλεψίες και ατέλειες.
- 6. Αξιολόγηση της ακρίβειας:** Συγκρίνονται τα αποτελέσματα της ταξινόμησης με επαληθεύσεις στο έδαφος και καταρτίζονται συνοπτικοί πίνακες της ακρίβειας της ταξινόμησης ή θεματικοί χάρτες.



Εικόνα 6.21 Αν σχεδιαστούν οι φασματικές τιμές του εγγύς υπέρυθρου (NIR) σε σχέση με το ερυθρό (R) των τιμών φωτεινότητας των εικονοστοιχείων μιας πολυφασματικής εικόνας, τότε μπορούν να προκύψουν τρεις τάξεις πληροφορίας (βλάστηση, νερό και σκυρόδεμα). Ορίζοντας όρια μεταξύ των τριών αυτών ομάδων μπορούμε να διαχωρίσουμε τις διάφορες φασματικές τάξεις και να ταξινομήσουμε την εικόνα. (Μερτίκας, 1999)

Η ταξινόμηση της εικόνας δημιουργεί "τάξεις" εικονοστοιχείων που είναι ομοιόμορφες σε σχέση με τις φασματικές τους τιμές (Εικόνα 6.21). Οι τάξεις αυτές έχουν κάποια φυσική σημασία από τη στιγμή που θα αντιστοιχηθούν σε ομάδες πληροφορίας (π.χ. νερό, δάσος, αστική περιοχή κλπ.). Η αντιστοιχία αυτή είναι πολλές φορές προφανής και πολλές ομάδες πληροφοριών αναγνωρίζονται από τη θέση τους, το μέγεθος τους, τις μορφές τους και τη θέση τους στον χώρο σε σχέση με γνωστές περιοχές της εδαφικής κάλυψης. Αρκετές, όμως, φορές οι "φασματικές τάξεις" δεν αντιστοιχούν πλήρως στις "τάξεις πληροφορίας" και πολλές φορές η αντιστοιχία αυτή είναι πολύπλοκη.

Μια δασική περιοχή, για παράδειγμα, μπορεί να αποδώσει πολλές φασματικές οικογένειες εικονοστοιχείων που οφείλονται φυσικά στην πυκνότητα των φυτών, την ηλικία, το είδος της βλάστησης, τις σκιές και άλλους παράγοντες, που μεταβάλλουν τις φασματικές ιδιότητες της δασικής περιοχής, αλλά δεν αλλάζουν το γεγονός ότι το είδος της πληροφορίας είναι "δάσος".

Μια τυπική διαδικασία αυτόματης ταξινόμησης αρχίζει με τον καθορισμό του ελάχιστου (minimum) και του μέγιστου (maximum) αριθμού των τάξεων που πρόκειται να δημιουργηθούν από τον αλγόριθμο ταξινόμησης. Η ταξινόμηση ξεκινά με την αυθαίρετη επιλογή ενός συνόλου εικονοστοιχείων που θεωρούνται ως κέντρα συγκέντρωσης παρόμοιων τιμών φωτεινότητας. Η επιλογή αυτή συχνά είναι τυχαία, ώστε να διασφαλιστεί η αμεροληψία του αναλυτή στην ταξινόμηση και επιπλέον τα επιλεγμένα εικονοστοιχεία να είναι αντιπροσωπευτικά των τιμών της φωτεινότητας που υπάρχουν στην εικόνα.

Κατόπιν ο αλγόριθμος της ταξινόμησης προσδιορίζει τις "αποστάσεις" μεταξύ των τιμών της φωτεινότητας των εικονοστοιχείων και εκτιμά την "εγγύτητα" τους. Επίσης, προσδιορίζονται τα πρωτογενή κέντρα συγκέντρωσης ομοειδούς φωτεινότητας των εικονοστοιχείων, καθώς καθορίζονται από τους περιορισμούς του αναλυτή, π.χ., λόγω μιας ακτογραμμής. Πολλές φορές, η φασματική τάξη μπορεί να αντιπροσωπευτεί από ένα μοναδικό σημείο, που θεωρείται ως το κέντρο συγκέντρωσης για μια δεδομένη ομάδα εικονοστοιχείων (π.χ. τάξη εικονοστοιχείων νερού).

Σε αυτό το αρχικό στάδιο, οι ομάδες ή οι τάξεις αποτελούνται μόνον από τα αυθαίρετα επιλεγμένα εικονοστοιχεία που θεωρούνται ως πρωτογενείς πυρήνες συγκέντρωσης και δημιουργίας μιας τάξης. Στο επόμενο βήμα, όλα τα υπόλοιπα εικονοστοιχεία προσαρτώνται και συνεπώς ταξινομούνται στην πλησιέστερη και πιο ομοειδή ομάδα εικονοστοιχείων (δημιουργία τάξης). Με την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας ολοκληρώνεται η ταξινόμηση της εικόνας, που παρουσιάζει πλέον ομάδες ή τάξεις ψηφίδων της εικόνας οι οποίες αντιστοιχούν σε εδαφικές καλύψεις, όπως σε νερό, σε δάσος, σε άργιλο, σε αστικές περιοχές κλπ.

Το στάδιο, όμως, αυτό της πρώτης ταξινόμησης αποτελεί μόνο μια αρχική προσέγγιση στο τελικό αποτέλεσμα, καθώς οι ομάδες που δημιουργήθηκαν από την πρώτη αυτή προσπάθεια είναι μάλλον απίθανο να αποτελούν και τη βέλτιστη λύση.

Στο επόμενο βήμα, ο αλγόριθμος προσδιορίζει νέες συγκεντρώσεις ψηφίδων για κάθε ομάδα, καθώς η πρόσθεση νέων, κατά τη διαδικασία της ταξινόμησης, συνεπάγεται και αλλαγή των αρχικών ταξινομήσεων. Κατόπιν, όλη η εικόνα ταξινομείται εκ νέου με κάθε εικονοστοιχείο να αντιστοιχεί στην πλησιέστερη ομάδα συγκέντρωσης. Στη συνέχεια, δημιουργούνται νέες ομάδες. Αν οι νέες ομάδες εικονοστοιχείων διαφέρουν από εκείνες που δημιουργήθηκαν στο προηγούμενο βήμα, τότε η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρις ότου να μην υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται η διαδικασία της αυτόματης (και ανεξάρτητης) ταξινόμησης.

Αλγόριθμοι αυτόματης ταξινόμησης

Στις εικόνες για τις οποίες ο χρήστης γνωρίζει ελάχιστα για τον αριθμό των φασματικών τάξεων και για τις ιδιότητες των, η τεχνική της ομαδοποίησης (clustering) των ψηφίδων είναι μια διαδικασία χρήσιμη για τον καθορισμό της φασματικής δομής των δεδομένων της εικόνας. Ομαδοποίηση (clustering) είναι η διαδικασία της αυτόματης ταξινόμησης των ψηφίδων της εικόνας με συγγενή φασματικά χαρακτηριστικά. Ως μέτρα ομαδοποίησης χρησιμοποιούνται οι αποστάσεις της ψηφίδας $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ από το κέντρο $\mu_i = (\mu_{i,1}, \mu_{i,2}, \dots, \mu_{i,p})^T$ της συσσώρευσης της φασματικής τάξης, όπως η Ευκλείδεια απόσταση:

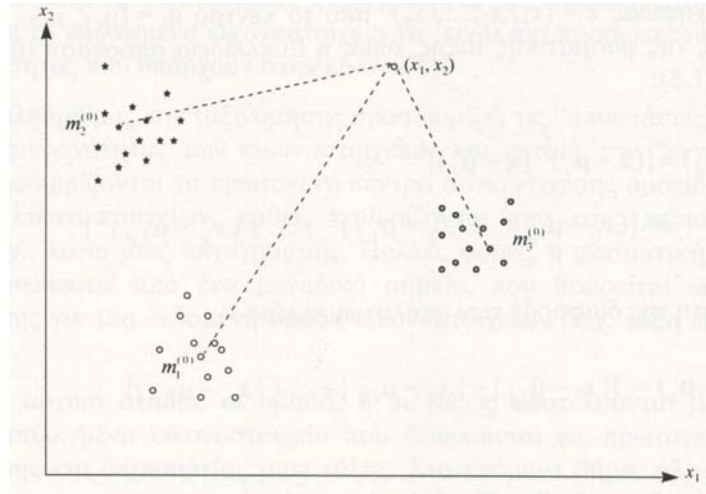
$$d_e(x, \mu_i) = [(x - \mu_i)^T (x - \mu_i)]^{(1/2)} = [(x_1 - \mu_{i,1})^2 + (x_2 - \mu_{i,2})^2 + \dots + (x_p - \mu_{i,p})^2]^{1/2}$$

και η απόσταση της διαφοράς των **απόλυτων** τιμών: $d_a(x, \mu_i) = [|x_1 - \mu_{i,1}| + |x_2 - \mu_{i,2}| + \dots + |x_p - \mu_{i,p}|]$

Αλγόριθμος 1: Ομαδοποίηση με K-μέσες τιμές

Ο αλγόριθμος αυτός ονομάζεται αλγόριθμος των μετακινούμενων μέσων τιμών των ομάδων. Τα βήματα υπολογισμού εδώ έχουν ως εξής:

1. Επιλέγονται K ψηφίδες στον πολυφασματικό χώρο της εικόνας ως πιθανά κέντρα συσσώρευσης φασματικών τάξεων. Έστω ότι τα σημεία αυτά είναι: $M_i^{(0)}$ $i=1, 2, 3, \dots, K$. Μολονότι τα κέντρα αυτά των υποψήφιων φασματικών τάξεων $M_i^{(0)}$ επιλέγονται αυθαίρετα, συνιστάται η επιλογή τους να είναι κατά κάποιο τρόπο ομοιόμορφη στον χώρο της εικόνας (Εικόνα 6.22).
2. Κάθε ψηφίδα x της εικόνας καταχωρείται στο πλησιέστερο κέντρο συσσώρευσης της ομάδας σύμφωνα με τα προηγούμενα μέτρα της εγγύτητας των ψηφίδων, τα οποία εκφράζονται από τις αποστάσεις, όπως αυτές δόθηκαν παραπάνω.
3. Δημιουργείται ένα νέο σύνολο κέντρων συσσώρευσεων των ψηφίδων $M_i^{(n)}$ από το προηγούμενο βήμα 2.
4. Αν $|m_i^{(n)} - m_i^{(0)}| < \epsilon$, όπου ϵ είναι ένας μικρός αριθμός, τότε η διαδικασία ομαδοποίησης τερματίζεται, ειδάλλως τίθεται $m_i^{(0)} = m_i^{(n)}$ επιστρέφουμε στο βήμα 2 και συνεχίζουμε την ομαδοποίηση των ψηφίδων.



Εικόνα 6.22 Η διαδικασία της ομαδοποίησης των K-μέσων τιμών στην αυτόματη ταξινόμηση εικόνας. (Μερτίκας, 1999)

Καθώς δημιουργούνται οι φασματικές ομάδες, ο αναλυτής καθορίζει ένα όριο ανοχής της φωτεινότητας, μέσα στα όρια του οποίου οφείλουν να κινούνται τα ομοειδή εικονοστοιχεία της ίδιας ομάδας. Το μέτρο αυτό προσδιορίζεται, για παράδειγμα, από την τυπική απόκλιση σ (τετραγωνική ρίζα της διασποράς) της φωτεινότητας των ψηφίδων μιας εικόνας που έχουν ήδη δημιουργήσει μια φασματική ομάδα. Αν το υπό καταχώριση εικονοστοιχείο έχει τιμές φωτεινότητας που εμπίπτουν στα επιτρεπόμενα όρια αποδοχής που καθορίζονται από τον αναλυτή, τότε το εικονοστοιχείο γίνεται αποδεκτό ως μέλος της υπό δημιουργία "φασματικής τάξης", παρόλο που μπορεί να διαφέρει από τα άλλα μέλη της ομάδας. Δηλαδή, οι θέσεις των ψηφίδων στην εικόνα καθώς και οι φασματικές ιδιότητες τους αποτελούν τα κριτήρια ταξινόμησης.

Ο ταξινομητής αυτός σχεδιάστηκε για εφαρμογές σε εικόνες από μεγάλες ομοιογενείς περιοχές, όπως οι μεγάλες αγροτικές εκτάσεις των λιβαδιών της Βορείου Αμερικής. Για τέτοια πεδία, φαίνεται ότι δουλεύει καλά, παρόλο που μπορεί να μην είναι τόσο αποτελεσματικός για πολύπλοκες περιοχές που αποτελούνται από μικρότερα τμήματα εδαφικής κάλυψης.

Αλγόριθμος 2: ISODATA

Βασιζόμενοι στον προηγούμενο αλγόριθμο, ο Ball και Hall με τον αλγόριθμο ISODATA (Ball and Hall, 1965) προσθέτουν δύο επιπλέον βήματα ώστε να βελτιωθεί η διαδικασία ομαδοποίησης των ψηφίδων.

Συνένωση και απαλοιφή συσσωρεύσεων

Σε κάποιο κατάλληλο βήμα, και μετά από κάποιες επαναλήψεις των προηγούμενων βημάτων 2-4 στον αλγόριθμο των μετακινούμενων μέσων τιμών εξετάζονται όλες οι δημιουργηθείσες συσσωρεύσεις των φασματικών τάξεων. Αν ο αριθμός των συγκεντρωθεισών ψηφίδων σε μία τάξη είναι αρκετά μικρός, τότε η συγκεκριμένη ομάδα καταργείται. Επίσης, αν δύο ομάδες βρίσκονται αρκετά κοντά η μία στην άλλη, τότε συγχωνεύονται σε μια νέα ομάδα.

Κατάτμηση συσσωρεύσεων

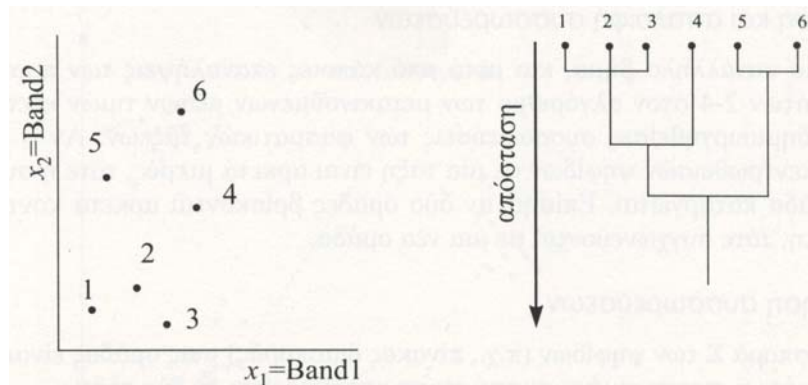
Αν η διασπορά Σ των ψηφίδων (π.χ., πίνακας διασποράς) μιας ομάδας είναι αρκετά μεγάλη, τότε η συγκεκριμένη συσσωρευση υποδιαιρείται σε δύο τάξεις.

Τα δύο βήματα του αλγορίθμου ISODATA από τη μια μεριά αυξάνουν την ικανότητα προσαρμογής του, από την άλλη όμως αυξάνουν την πολυπλοκότητα των υπολογισμών. Ο αλγόριθμος ISODATA απαιτεί να καθοριστούν περισσότερες παράμετροι κατά την ταξινόμηση (απαλοιφή ή συνένωση) καθώς και να υπολογίζονται τα όρια της διασποράς.

Στον αλγόριθμο των μετακινούμενων K -μέσων τιμών των ομάδων η ταξινόμηση μπορεί να μην ολοκληρωθεί, επειδή η διαδικασία της ομαδοποίησης ενδέχεται να μη συγκλίνει. Επομένως θα πρέπει να καθοριστεί ένας μέγιστος αριθμός διαδοχικών προσεγγίσεων, ώστε να τερματίζεται η διαδικασία της ταξινόμησης.

Αλγόριθμος 3: Ιεραρχική ομαδοποίηση

Ο αλγόριθμος αυτός δεν απαιτεί από τον αναλυτή της εικόνας να καθορίσει εκ των προτέρων τον αριθμό των φασματικών τάξεων. Θεωρεί κατ' αρχάς ότι όλες οι ψηφίδες της εικόνας αποτελούν ανεξάρτητες ομάδες φασματικών τάξεων. Κατόπιν συστηματικά συγχωνεύει ομάδες ελέγχοντας ταυτόχρονα τις αποστάσεις των προκυπτουσών μέσων τιμών των συσσωρεύσεων. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται έως ότου όλες οι ψηφίδες καταχωρηθούν σε μία ομάδα. Όμως το ιστορικό της διαδικασίας της συγχώνευσης καταγράφεται σε ένα δένδρογραμμα, που δεν είναι τίποτα άλλο από ένα διάγραμμα που απεικονίζει σε ποιες αποστάσεις μεταξύ των κέντρων συγχωνεύτηκαν οι ομάδες των ψηφίδων (Σχήμα 6.23).



Εικόνα 6.23 Αυτόματη ταξινόμηση ψηφίδων με την ιεραρχική διαδικασία της ομαδοποίησης (Μερτίκας, 1999)

Η μέθοδος αυτή σπανίως χρησιμοποιείται στην Τηλεπισκόπηση, επειδή ο σχετικά μεγάλος αριθμός των ψηφίδων της εικόνας απαιτεί τεράστιο χώρο στον δίσκο του υπολογιστή για να παρακολουθούνται οι αποστάσεις των ομαδοποιήσεων και συγχωνεύσεων στα διάφορα επίπεδα. Ο αλγόριθμος όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει σχετικά μικρός αριθμός φασματικών τάξεων που έχουν προκύψει από προηγούμενη ταξινόμηση.

Αλγόριθμος 4: Ομαδοποίηση με ιστογράμματα

Εδώ χρησιμοποιείται το ιστογράμμα των ψηφίδων για την ομαδοποίηση τους. Ο αλγόριθμος προσδιορίζει τα μέγιστα του ιστογράμματος και η διαδικασία της αυτόματης ταξινόμησης μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

1. Κατασκευάζεται το ιστογράμμα της εικόνας σε όλες τις διαστάσεις της.
2. Ερευνώνται και προσδιορίζονται τα μέγιστα των τιμών της φωτεινότητας των ψηφίδων στο ιστογράμμα.
3. Προσδιορίζονται τα κέντρα των ψηφίδων που αντιστοιχούν στα μέγιστα (κορυφές) του πολυδιάστατου ιστογράμματος της εικόνας και θεωρούνται ως κέντρα ομαδοποίησης.
4. Μόλις προσδιοριστούν όλα τα κέντρα των συσσωρεύσεων, τότε αυτά εξετάζονται ως προς τις φασματικές αποστάσεις μεταξύ κάθε ζευγαριού ομάδων, ώστε να συγχωνευτούν, αν κρίνεται αναγκαίο σε μεγαλύτερες ομάδες. Αν μια συσσώρευση ομάδων εμφανίζει μικρή συχνότητα, τότε απαλείφεται.

Το μειονέκτημα της ταξινόμησης αυτής είναι ότι καταλαμβάνει πολλή μνήμη στον υπολογιστή για να αποθηκευτούν οι συχνότητες (ιστογράμματα) που αντιστοιχούν σε πολλές διαστάσεις (φασματικές ζώνες).

Καθοδηγούμενη ταξινόμηση

Η καθοδηγούμενη ταξινόμηση είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται συχνά για την ποιοτική ανάλυση δεδομένων Τηλεπισκόπησης. Βασίζεται στη χρήση κατάλληλων αλγορίθμων για να χαρακτηρίσει τις ψηφίδες μιας εικόνας, ώστε να αντιπροσωπεύουν συγκεκριμένο τύπο εδαφικής κάλυψης. Υπάρχει μια ποικιλία αλγορίθμων για το σκοπό αυτό που ξεκινούν από μοντέλα συναρτήσεων κατανομών και φτάνουν μέχρι μοντέλα του πολυφασματικού χώρου της εικόνας.

Η καθοδηγούμενη ταξινόμηση μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία της χρήσης γνωστών δειγμάτων εδαφικής κάλυψης στην εικόνα, ώστε τελικά να ταξινομηθούν οι υπόλοιπες ψηφίδες της εικόνας. Ο αναλυτής της εικόνας καθορίζει περιοχές για "εκπαίδευση" (training fields) του αλγορίθμου ταξινόμησης, οι οποίες ευκρινώς απεικονίζουν περιοχές γνωστής εδαφικής κάλυψης. Τέτοιες περιοχές αποτελούν τυπικά δείγματα των φασματικών ιδιοτήτων των ομάδων των εικονοστοιχείων που αντιπροσωπεύουν, οι οποίες φυσικά πρέπει να είναι ομοιογενείς, εφόσον αντιστοιχούν στην ίδια εδαφική κάλυψη. Η επιλογή των περιοχών "εκπαίδευσης" του αλγορίθμου αποτελεί ένα βασικό και κρίσιμο βήμα στην καθοδηγούμενη ταξινόμηση.

Στα πλεονεκτήματα της καθοδηγούμενης ταξινόμησης μπορούν να συγκαταλέγουν και τα ακόλουθα: Πρώτον, ο αναλυτής ελέγχει το σύνολο των επιλογών του είδους της πληροφορίας που θα ταξινομηθεί, σύμφωνα με τις ανάγκες και τη γεωγραφική περιοχή. Η παραπάνω επιλογή είναι σημαντική αν είναι ανάγκη να δημιουργηθεί μια ταξινόμηση για ειδικούς σκοπούς (π.χ., σύγκριση με κάποια άλλη ταξινόμηση της ίδιας περιοχής σε διαφορετική ημερομηνία) ή αν η ταξινόμηση πρέπει να είναι συμβατή με εκείνη των γειτονικών περιοχών. Δεύτερον, ο αναλυτής δεν αντιμετωπίζει το πρόβλημα του προσδιορισμού της αντιστοιχίας των φασματικών ομάδων με τα είδη της πληροφορίας που αντιπροσωπεύουν. Τρίτον, ο αναλυτής είναι σε θέση να αναγνωρίσει σοβαρά σφάλματα στην ταξινόμηση, αν εξετάσει τα δεδομένα της εκπαίδευσης.

Στα μειονεκτήματα και στους περιορισμούς της καθοδηγούμενης ταξινόμησης συμπεριλαμβάνονται τα εξής: Πρώτον, ο αναλυτής επιβάλλει τον δικό του τρόπο ταξινόμησης των δεδομένων.

Οι περιοχές που έχουν καθοριστεί από τον αναλυτή ενδέχεται να μην ταυτίζονται με τις φυσικές πληροφοριακές ομάδες (π.χ, νερό, πετρελαιοκηλίδα, αστική περιοχή, κλπ). Δεύτερον, τα δεδομένα εκπαίδευσης καθορίζονται από τα είδη της πληροφορίας, κατά κύριο λόγο, και κατά δεύτερο λόγο από τις φασματικές ιδιότητες τους. Μια περιοχή εκπαίδευσης που είναι 100% δάσος μπορεί να είναι ακριβής ως προς τον χαρακτηρισμό "δάσος", αλλά να ποικίλλει ως προς την πυκνότητα, την ηλικία κλπ. και συνεπώς να αποτελεί "φτωχή" ή "ανεπαρκή" περιοχή εκπαίδευσης του αλγορίθμου ταξινόμησης. Τρίτον, τα δεδομένα εκπαίδευσης που θα επιλεγούν μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικά για ολόκληρη την εικόνα. Η συνειδητή επιλογή των δεδομένων εκπαίδευσης είναι χρονοβόρα διαδικασία, δαπανηρή και κουραστική, ακόμη και με τα πιο σύγχρονα μέσα. Επίσης ο αναλυτής μπορεί να αντιμετωπίσει προβλήματα στο ταίριασμα των προβλεπόμενων περιοχών εκπαίδευσης, όπως απεικονίζονται στους χάρτες και στις αεροφωτογραφίες, με εκείνες που φαίνονται στην εικόνα. Τέταρτον, η καθοδηγούμενη ταξινόμηση μπορεί να μην είναι ικανή να αναγνωρίσει και να αντιπροσωπεύσει ιδιομορφίες στις κατηγορίες που δεν αποκαλύπτονται στα δεδομένα εκπαίδευσης, πιθανόν επειδή δεν είναι γνωστές στον αναλυτή, ή επειδή καταλαμβάνουν πολύ μικρές περιοχές στην εικόνα.

Αλγόριθμοι καθοδηγούμενης ταξινόμησης

Ένας αλγόριθμος για την καταχώριση ψηφίδων σε τάξεις, με την καθοδηγούμενη ταξινόμηση, χρησιμοποιείται κυρίως για τον προσδιορισμό της αντιστοιχίας μεταξύ των φασματικών τάξεων των ψηφίδων και των τάξεων πληροφορίας της εδαφικής κάλυψης.

Κανόνας του παραλληλεπιπέδου

Θεωρήστε ότι υπάρχει μία ψηφίδα υπό ταξινόμηση σύμφωνα με το προγενέστερο Σχήμα 6.21. Θεωρούμε ότι οι φασματικές τάξεις σε μια εικόνα αντιπροσωπεύονται από τα σύνολα:

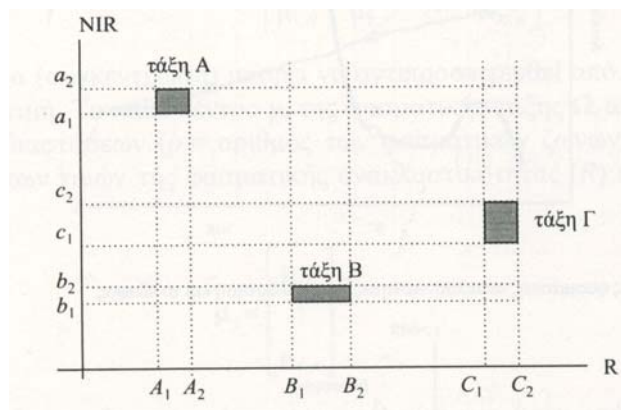
$$\Omega_i, i=1,2,3,\dots,K$$

όπου K ο συνολικός αριθμός των τάξεων. Το διάνυσμα μιας ψηφίδας χ είναι ένα διάνυσμα στήλης των τιμών φωτεινότητας (επίπεδα διαβαθμίσεως του γκρι) για τη συγκεκριμένη ψηφίδα. Περιγράφει την ψηφίδα ως ένα σημείο στον πολυφασματικό χώρο της εικόνας με συντεταγμένες τις τιμές της φωτεινότητας:

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix}$$

Ορίζουμε δύο κρίσιμες τιμές (όρια) σε κάθε άξονα συντεταγμένων και για κάθε τάξη (π.χ A_1, A_2, a_1, a_2 , για την Α τάξη, B_1, B_2, b_1, b_2 , για τη Β τάξη και C_1, C_2, c_1, c_2 για την Γ τάξη). Τα παραλληλεπίπεδα που ορίζονται (Εικόνα 6.24) κατά αυτόν τον τρόπο αντιπροσωπεύουν περιοχές στον χώρο της εικόνας που αντιστοιχούν σε ομάδες ψηφίδων ορισμένης φασματικής τάξης.

Ένα διάνυσμα ψηφίδας καταχωρείται σε συγκεκριμένη τάξη, όπως ορίζεται από την περιοχή του παραλληλεπιπέδου, τότε και μόνον τότε όταν η τιμή της φωτεινότητάς της εγκλείεται στην επιφάνεια του παραλληλεπιπέδου. Τα άνω και κάτω κρίσιμα όρια φωτεινότητας κάθε άξονα συντεταγμένων που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν την αποδοχή ή απόρριψη σε ορισμένη τάξη καθορίζονται από τις τιμές σ των τυπικών αποκλίσεων των φασματικών ομάδων (π.χ., $\mu \pm 2\sigma$).



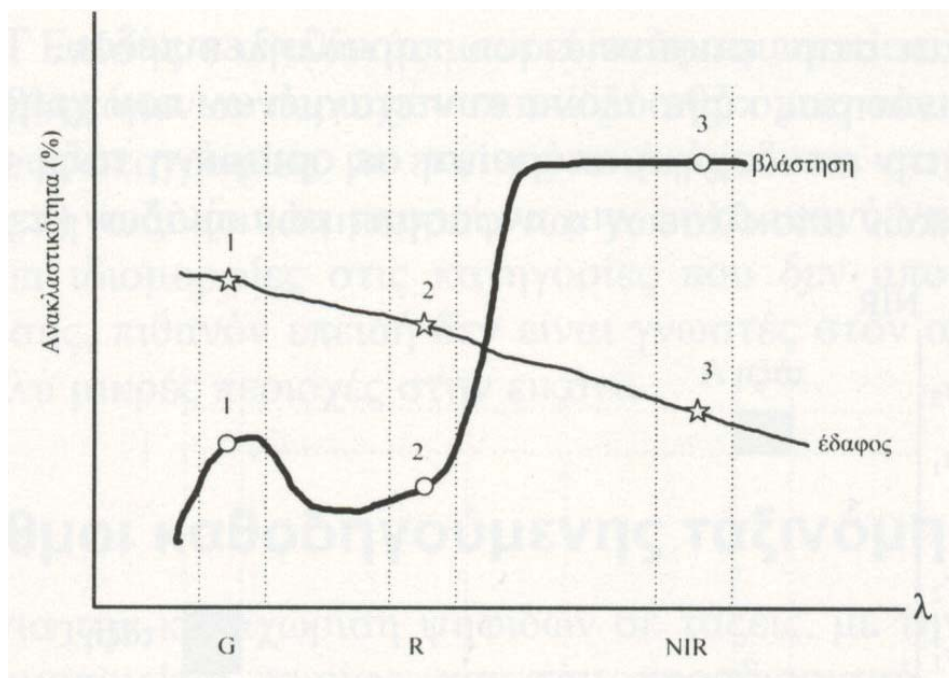
Εικόνα 6.24 Κρίσιμες τιμές που ορίζουν περιοχές αποδοχής και απόρριψης των τιμών φωτεινότητας των εικονοστοιχείων μιας πολυφασματικής εικόνας (σε δύο διαστάσεις εδώ, $p = 2$) με τον κανόνα του παραλληλεπιπέδου. Σημειώστε ότι με R ($= Red$) συμβολίζεται το κανάλι στο ερυθρό και με NIR ($=NEAR INFRARED$) το κανάλι στο εγγύς υπέρυθρο. (Μερτίκας, 1999)

Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η απλότητα. Μειονέκτημα αποτελεί η δυσκολία της καταχώρισης όλων των τιμών φωτεινότητας των ψηφίδων της εικόνας στην αντίστοιχη τάξη.

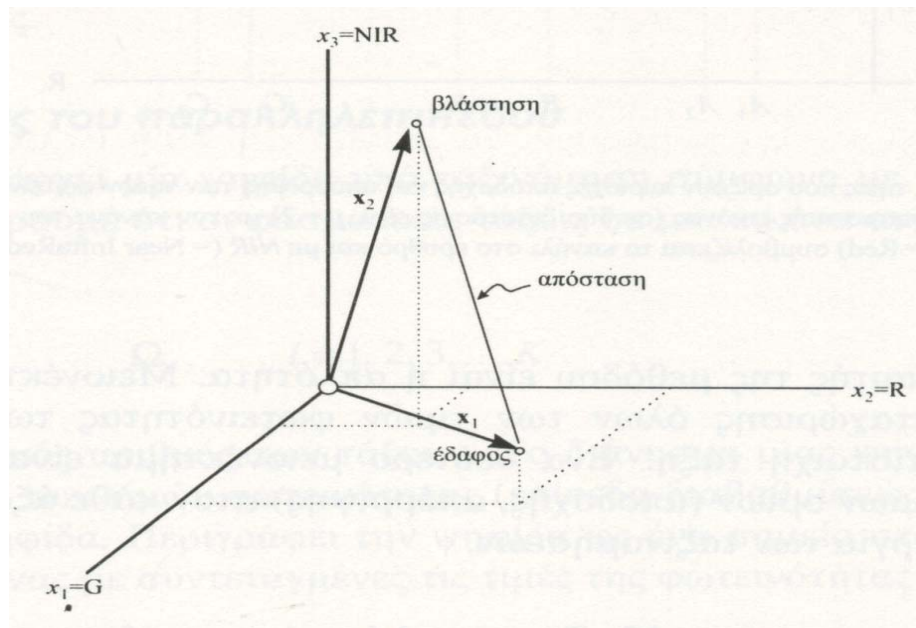
Ένα δεύτερο μειονέκτημα είναι η ορθολογική επιλογή των κρίσιμων ορίων (αποδοχής, απόρριψης) στον κάθε άξονα συντεταγμένων για τη δημιουργία των ταξινομήσεων.

Ταξινόμηση με τη μέθοδο της ελάχιστης απόστασης

Το Εικόνα 6.25 απεικονίζει τις καμπύλες της φασματικής απόκρισης δύο τύπων στόχου: της βλάστησης και του εδάφους. Παίρνουμε δείγματα των τιμών της φασματικής ανακλαστικότητας για τους δύο τύπους των στόχων σε τρεις φασματικές ζώνες: στο πράσινο (G), στο ερυθρό (R.) και στο εγγύς υπέρυθρο (NIR). Σχεδιάζουμε τις δειγματοληπτικές αυτές τιμές σε έναν τρισδιάστατο πολυφασματικό χώρο, όπως φαίνεται στο Εικόνα 7.6. Οι δειγματοληπτικές αυτές τιμές μετασχηματίζονται σε δύο διανύσματα X_1 και X_2 στον πολυφασματικό χώρο της εικόνας.



Εικόνα 6.25 Καμπύλες φασματικής ανακλαστικότητας για τη βλάστηση και το έδαφος (Μερτίκας, 1999)



Εικόνα 6.26 Η γραφική παράσταση των τριών τιμών (G,R,NIR) για το έδαφος και τη βλάστηση δίνουν δύο εντελώς διαφορετικά διανύσματα στον τρισδιάστατο χώρο. (Μερτίκας, 1999)

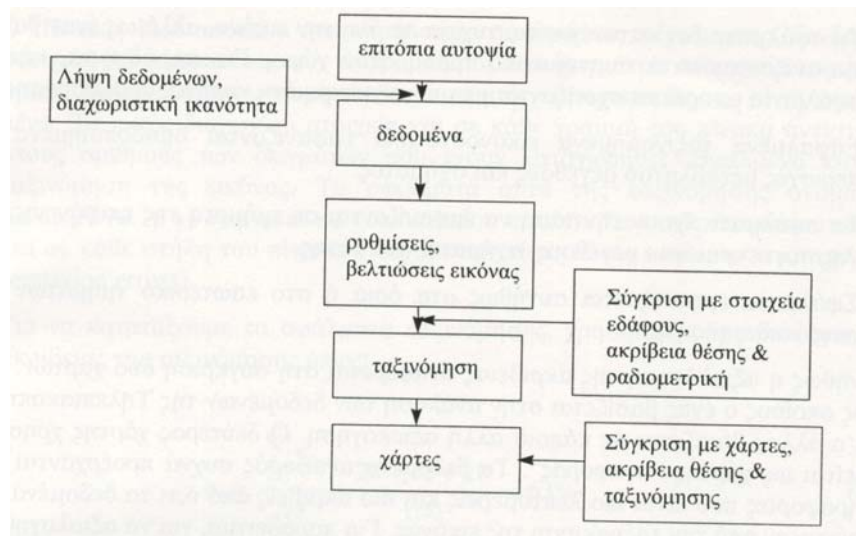
Από την εικόνα 6.26 φαίνεται ότι η απόσταση των δύο διανυσμάτων x_1 και x_2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέτρο ομοιότητας και επομένως ταξινόμησης των ψηφίδων. Όσο πιο κοντά βρίσκονται τα δύο σημεία (κορυφές των διανυσμάτων), τόσο μεγαλύτερη πιθανότητα υπάρχει να ανήκουν στην ίδια τάξη. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάφορα μέτρα «εγγύτητας» βασιζόμενοι στην ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σημείων στον τρισδιάστατο χώρο (G,R,NIR).

Ακρίβεια της ταξινόμησης

Πηγές των σφαλμάτων στην ταξινόμηση

Σφάλματα υπάρχουν πάντοτε στις ταξινομήσεις. Στην καθοδηγούμενη ταξινόμηση τα σφάλματα προέρχονται από τη μη-αναγνώριση των τεμαχίων γης, την "υπερβολική" γενίκευση, τα σφάλματα καταγραφής, τις μεταβολές στην ερμηνεία των εικόνων και άλλους παράγοντες. Στην αυτόματη ταξινόμηση, προέρχονται από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ της χωρικής δομής του ανάγλυφου, της διαχωριστικής ικανότητας του δέκτη, των αλγορίθμων επεξεργασίας και της μεθοδολογίας ταξινόμησης. Ίσως η απλούστερη αιτία σφαλμάτων σχετίζεται με την εσφαλμένη αντιστοίχιση των ειδών της πληροφορίας με τις φασματικές τάξεις. Εκτεθειμένος γρανίτης σε ορεινές περιοχές, για παράδειγμα, μπορεί εύκολα να μπερδευτεί με τη φασματική εικόνα που δίνει το μπετόν σε κατοικημένες περιοχές.

Μια διαδικασία εκτίμησης της ακρίβειας μπορεί να περιλαμβάνει τα βήματα που εκτίθενται στην εικόνα 6.27.



Εικόνα 6.27 Η διαδικασία της εκτίμησης της ακρίβειας της ταξινόμησης (Μερτίκας, 1999)

Κύριες αιτίες για τα σφάλματα στην ταξινόμηση είναι: το μέγεθος και οι μεταβολές στο μέγεθος των τεμαχίων της γης, το είδος και ο αριθμός των κατηγοριών που εμφανίζονται, ο αριθμός και το σχήμα των τεμαχίων γης ανά κατηγορία, η ραδιο-μετρική και φασματική αντίθεση με τα υπόλοιπα τεμάχια γης· οι μεταβλητές αυτές ποικίλλουν από περιοχή σε περιοχή και μέσα σε μια περιοχή, και από εποχή σε εποχή.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, οι πηγές των σφαλμάτων που εντοπίζονται σε μια εικόνα δεν σημαίνει ότι θα εμφανιστούν και σε άλλες περιοχές και άλλες ημερομηνίες.

Ο τηλεπισκοπικός δέκτης μπορεί να δημιουργήσει σφάλματα σε ορισμένα επίπεδα της χωρικής, ραδιομετρικής και φασματικής ανάλυσης με τις αντίστοιχες μεταβλητές των τεμαχίων της γης. Επιπλέον ο θόρυβος του συστήματος μπορεί να δημιουργήσει σφάλματα που προέρχονται από τον εν γένει σχεδιασμό και λειτουργία του. Τέλος, σφάλματα στην ταξινόμηση μπορεί να προκαλέσει η προετοιμασία για την επεξεργασία που γίνεται για να διορθωθούν ραδιομετρικά και γεωμετρικά σφάλματα της εικόνας.

Χαρακτηριστικά των σφαλμάτων

Σφάλμα ταξινόμησης είναι η αντιστοίχιση ενός εικονοστοιχείου κάποιας κατηγορία, όπως καθορίζεται από μετρήσεις εδάφους, σε μια άλλη κατηγορία κατά την ταξινόμηση των δεδομένων της εικόνας. Υπάρχουν λίγες συστηματικές μελέτες των γεωγραφικών χαρακτηριστικών αυτών των σφαλμάτων, αλλά η εμπειρία προτείνει ότι τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

1. Τα σφάλματα δεν κατανέμονται τυχαία σε όλη την εικόνα, αλλά ως έναν βαθμό εμφανίζονται κατά συστηματικό τρόπο στον χώρο. Για παράδειγμα, κάποια σφάλματα μπορεί να σχετίζονται με μια συγκεκριμένη κατηγορία βλάστησης.
2. Εσφαλμένα ταξινομημένα εικονοστοιχεία εμφανίζονται ομαδοποιημένα σε περιοχές μεταβλητού μεγέθους και σχήματος.
3. Τα σφάλματα έχουν την τάση να εμφανίζονται σε τμήματα της επιφάνειας της γης συγκεκριμένου μεγέθους, σχήματος και θέσης.
4. Σφάλματα εμφανίζονται συνήθως στα όρια ή στο εσωτερικό τμημάτων της επιφάνειας της γης.

Συνήθως η αξιολόγηση της ακρίβειας αναφέρεται στη σύγκριση δύο χαρτών, από τους οποίους ο ένας βασίζεται στην ανάλυση των δεδομένων της Τηλεπισκόπησης και ο άλλος βασίζεται σε κάποια άλλη αξιολόγηση. Ο δεύτερος χάρτης χρησιμοποιείται ως χάρτης "αναφοράς". Τα δεδομένα αναφοράς συχνά προέρχονται από πληροφορίες που είναι πιο λεπτομερείς και πιο ακριβείς από ό,τι τα δεδομένα που προέκυψαν από την ταξινόμηση της εικόνας. Για παράδειγμα, για να αξιολογηθεί η ψηφιακή ταξινόμηση των δεδομένων ίαηά53ί, η εικόνα αναφοράς προέρχεται συνήθως από πληροφορίες που μεταβάλλονται με τον χρόνο- είναι σημαντικό η εικόνα αναφοράς να αντιστοιχεί στην εποχή όπου αντιστοιχεί η εικόνα της Τηλεπισκόπησης.

(Μερτίκας, 1999)

Πειραματική διαδικασία

➤ Ορατό και κοντινό υπέρυθρο - VNIR

1. Από το **icon panel** του **Erdas** επιλέγοντας το εικονίδιο **Classifier**, ανοίγει το υπομενού **Classification**, από το οποίο επιλέγουμε το **Signature Editor** (1^η επιλογή).








Ανοίγει παράθυρο διαλόγου, στο οποίο θα ορίσουμε την εικόνα την οποία θα ταξινομήσουμε και τις τάξεις πληροφορίας που θα χρησιμοποιήσουμε για την ταξινόμηση. Από το **Edit** επιλέγουμε **Image Association**. Στο παράθυρο **"Image Association"** τοποθετείται το όνομα του αρχείου εικόνας που θα ταξινομηθεί.

2. Ανοίγουμε σε ένα **viewer** την εικόνα που θέλουμε να ταξινομήσουμε και δημιουργούμε περιοχές ενδιαφέροντος (**AOI – Areas Of Interest**). Αυτό γίνεται από την επιλογή **AOI – Tools** του Viewer window.

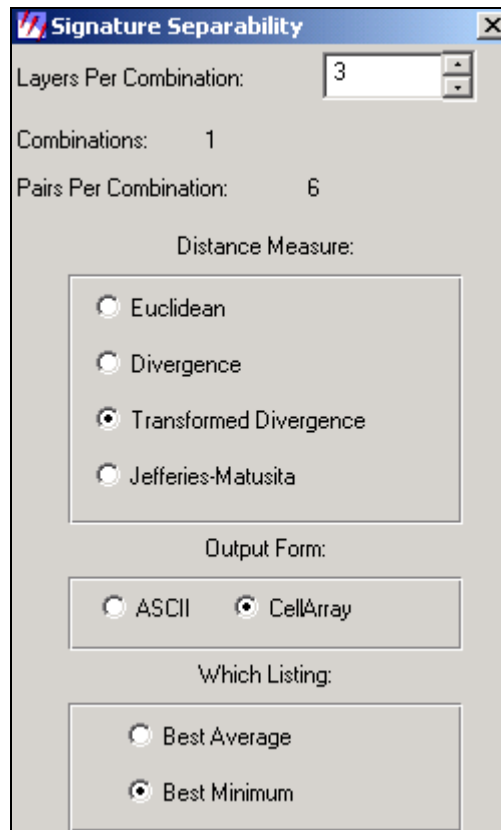
3. Από την εργαλειοθήκη του ΑΟΙ, δημιουργούμε τα «δείγματα εκπαίδευσης» δημιουργώντας πολύγωνα ή παραλληλόγραμμα στις περιοχές που μας ενδιαφέρουν, με τα εργαλεία :



4. Κάθε φορά που επιλέγουμε με τον παραπάνω τρόπο αντιπροσωπευτικές ψηφίδες για κάθε τάξη πληροφοριών, επανερχόμαστε στο παράθυρο διαλόγου Signature Editor. Εισάγουμε το πεδίο εκπαίδευσης στον πίνακα είτε από την επιλογή Edit – Add είτε με το εικονίδιο .
5. Όταν επιλέξουμε όλες τις περιοχές που μας ενδιαφέρουν τότε ο πίνακας Signature Editor θα έχει την παρακάτω μορφή.

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.
1	γυμνό/πετρώδες έδαφος		0.627	0.322	0.176	1	1	184	1.000
2	δάση/πυκνή βλάστηση		0.000	0.392	0.000	2	2	124	1.000
3	καλλιέργειες		0.000	1.000	0.000	3	3	858	1.000
4	μικρή βλάστηση		0.833	0.823	0.087	6	6	295	1.000

6. Στη συνέχεια επιλέγουμε **Evaluate – Separability**.



Euclidean: βάση διαχωριστικότητας σε ευκλείδεια απόσταση μεταξύ φασματικών υπογραφών.

Divergence: χρήση αλγόριθμου απόκλισης.

Transformed Divergence: μετασχηματισμός αλγορίθμου απόκλισης για υπολογισμό διαχωριστικότητας.

Jefferies-Matusita: αλγόριθμος απόστασης Jefferies-Matusita, για υπολογισμό διαχωριστικότητας.

ASCII: θα δημιουργηθεί λίστα διαχωρισμού στο text editor.

CellArray: δημιουργία πίνακα τιμών.

Best Average: υπολογισμός καλύτερου μέσου όρου διαχωριστικότητας.

Best Minimum: υπολογισμός ελάχιστης διαχωριστικότητας.

Ορίζουμε πόσα layers θα χρησιμοποιηθούν (**Layers per combination**), με ποιο τρόπο θα υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των τάξεων (**distance measure**) και τι μορφή θα έχει το αρχείο που θα πάρουμε (**output form**) και τελικά προκύπτει ένας πίνακας **Seperability Cell Array**. Ο πίνακας αυτός δείχνει τη διαχωριστικότητα μεταξύ των διαφορετικών τάξεων των πληροφοριών.

Το μηδέν δείχνει ότι δεν είναι καλή η διαχωριστικότητα, το 2000 σημαίνει ότι οι τάξεις έχουν τέλεια διαχωριστικότητα, πάνω από 1900 η διαχωριστικότητα είναι καλή, ενώ κάτω από το 1700 είναι αδύναμη διαχωριστικότητα.

Distance Measure: Transformed Divergence
Using Layers: 1 2 3
Taken 3 at a time
Best Minimum Separability: 333.932
Combination: 1 2 3

Signature Name	1	2	3	4
γυμνό/πετρώδες έδαφος 1	0	333.932	966.328	1639.45
δάση/πυκνή βλάστηση 2	333.932	0	688.092	1332.39
καλλιέργειες 3	966.328	688.092	0	1789.89
μικρή βλάστηση 4	1639.45	1332.39	1789.89	0

Close

7. Αφού ολοκληρώσουμε την επιλογή των πεδίων, σώζουμε το αρχείο με την επιλογή **File – Save As** του **Signature Editor**.

8. Στη συνέχεια από το menu του Signature Editor επιλέγουμε **Classify – supervised**, ή από το main menu του ERDAS και το εικονίδιο classifier επιλέγουμε supervised Classification.

Supervised Classification

Output File: (*.img)
aster.img
Attribute Options...

Output Distance File
Filename: (*.img)

Fuzzy Classification 2 Best Classes Per Pixel

Decision Rules:

Non-parametric Rule: None

Overlap Rule: Parametric Rule

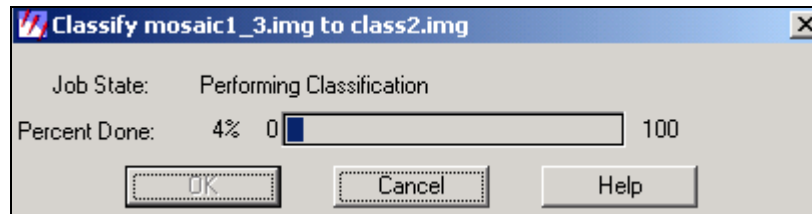
Unclassified Rule: Parametric Rule

Parametric Rule: Minimum Distance

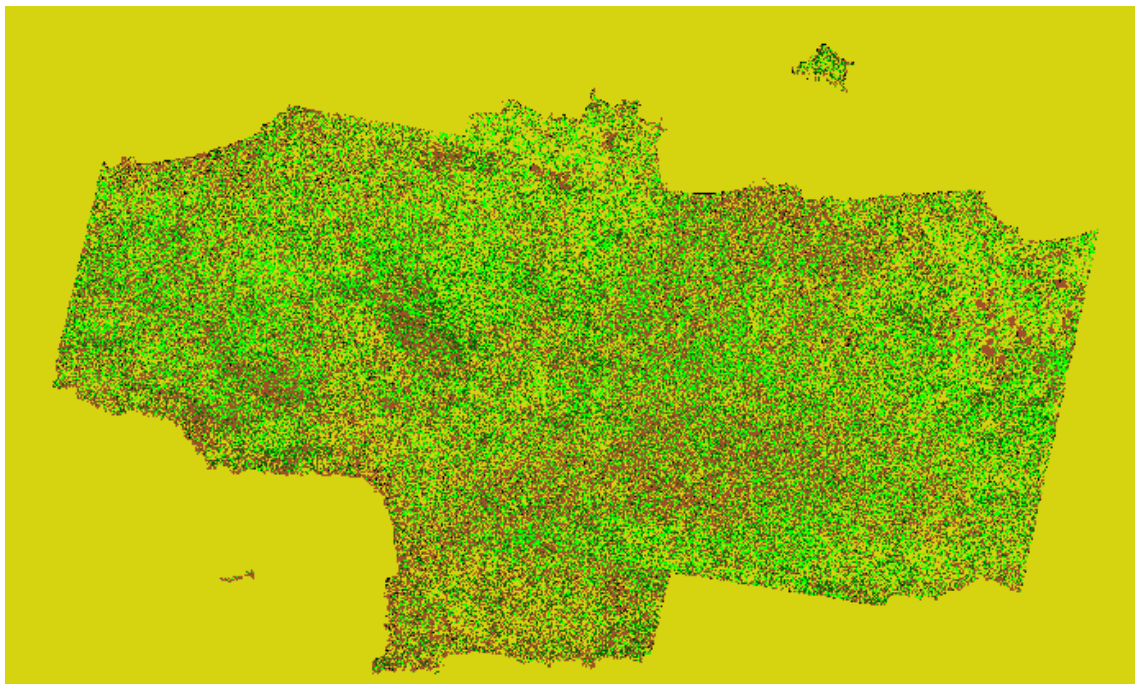
Classify zeros Use Probabilities

OK Batch AOI ... Cancel Help

10. Εφόσον επιλέξουμε τις παραμέτρους που επιθυμούμε, πατάμε οκ και η διαδικασία της ταξινόμησης αρχίζει. Όταν φτάσει το **100%**, η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί και ανοίγοντας ένα viewer μπορούμε να δούμε το αποτέλεσμα.



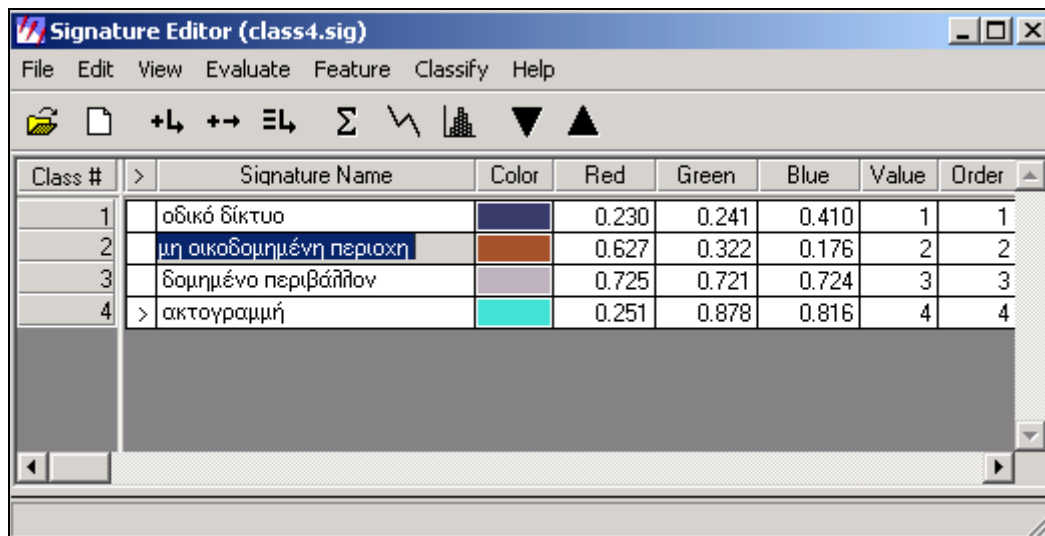
Η εικόνα που προκύπτει μετά την ταξινόμηση είναι η παρακάτω:







Στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο (VNIR) έχουμε καλά αποτελέσματα σε ότι αφορά τη βλάστηση. Όπως διαπιστώνουμε και από το τελικό αποτέλεσμα της ταξινόμησης, έχει γίνει μια καλή διάκριση στα είδη βλάστησης. Διακρίνονται καθαρά οι περιοχές οι οποίες είναι πετρώδεις με καφέ χρώμα, οι περιοχές με πυκνή βλάστηση με σκούρο πράσινο, οι καλλιέργειες με πράσινο ανοιχτό όπου καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση και τέλος περιοχές με μικρότερη βλάστηση με λαδί. Έτσι έχουμε μια γενική εικόνας της βλάστησης στην περιοχή Ρεθύμνου-Ηρακλείου. (Η θάλασσα δεν έχει ταξινομηθεί).

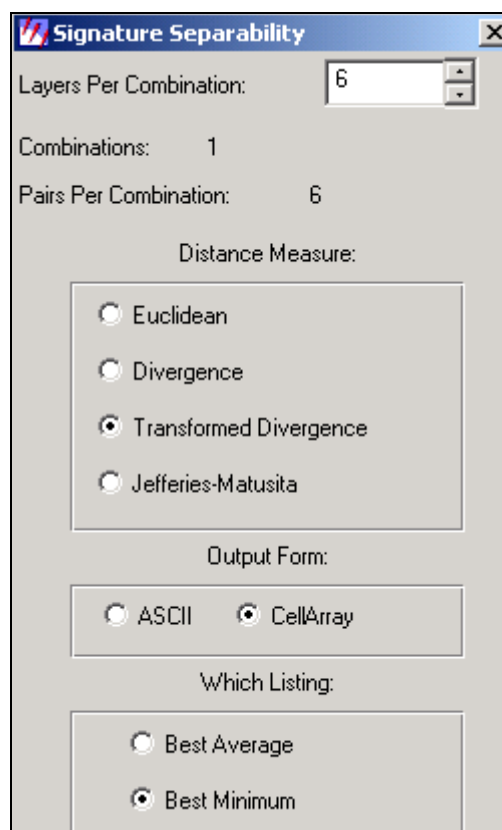
➤ **Υπέρυθρο μικρού κύματος – SWIR**

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με προηγουμένως έχουμε:



The screenshot shows the 'Signature Editor (class4.sig)' window. It contains a table with the following data:

Class #	>	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order
1		οδικό δίκτυο		0.230	0.241	0.410	1	1
2		μη οικοδομημένη περιοχή		0.627	0.322	0.176	2	2
3		δομημένο περιβάλλον		0.725	0.721	0.724	3	3
4	>	ακτογραμμή		0.251	0.878	0.816	4	4

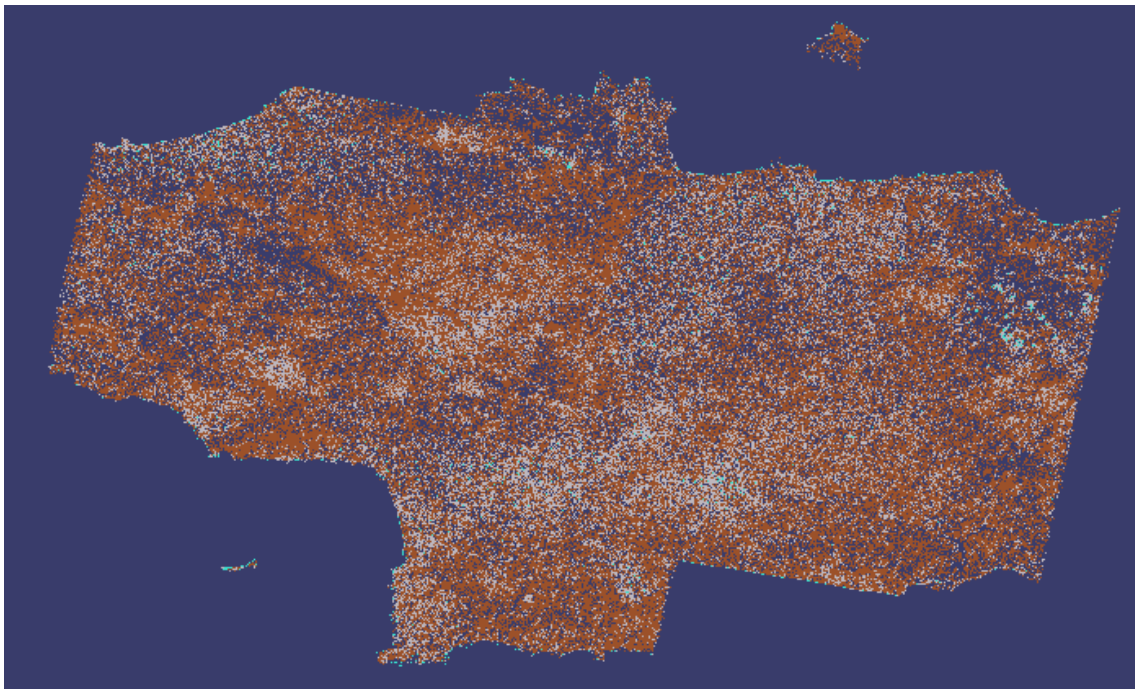


The screenshot shows the 'Signature Separability' dialog box with the following settings:

- Layers Per Combination: 6
- Combinations: 1
- Pairs Per Combination: 6
- Distance Measure: Transformed Divergence
- Output Form: CellArray
- Which Listing: Best Minimum

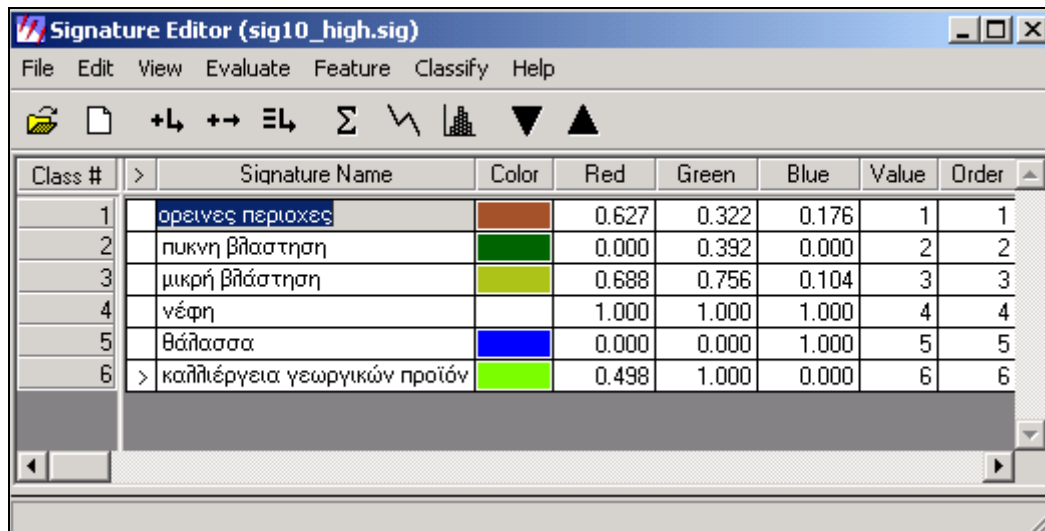
Separability CellArray					
Distance Measure: Euclidean Distance					
Using Layers: 1 2 3 4 5 6					
Taken 6 at a time					
Best Minimum Separability: 25.5557					
Combination: 1 2 3 4 5 6					
Signature Name		1	2	3	4
οδικό δίκτυο	1	0	152.23	175.306	528.68
ορεινές περιοχές	2	152.23	0	25.5557	378.67
δομημένο περιβάλλον	3	175.306	25.5557	0	356.02
ακτογραμμή	4	528.68	378.67	356.02	0

Close









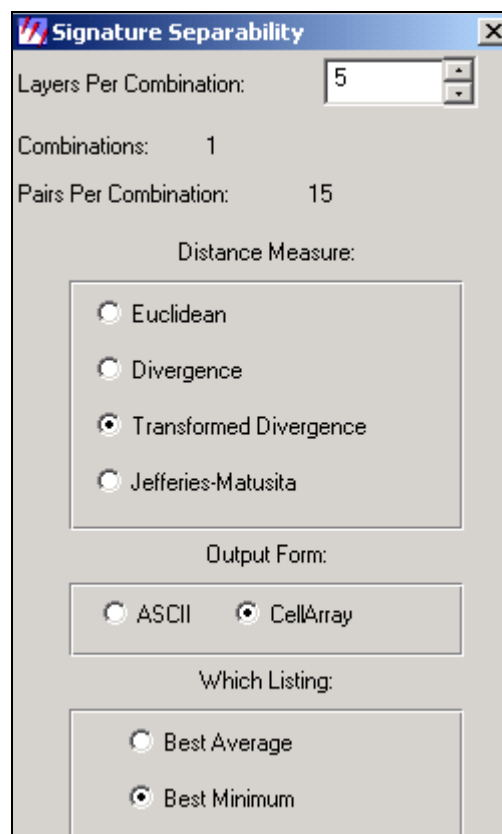
Στο υπέρυθρο μικρού κύματος με την ταξινόμηση, στη συγκεκριμένη εικόνα, αναζητούμε δομικά στοιχεία. Έτσι, αρχικά διακρίνουμε την ακτογραμμή με θαλασσί χρώμα, το οικοδομημένο και μη περιβάλλον με γκρι και καφέ χρώμα αντίστοιχα και τέλος το οδικό δίκτυο με μοβ χρώμα. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την έκταση και πυκνότητα των κατοικημένων και μη περιοχών. (Η θάλασσα δεν έχει ταξινομηθεί).

➤ **Θερμικό υπέρυθρο – TIR**



The screenshot shows the 'Signature Editor' window for 'sig10_high.sig'. It features a menu bar (File, Edit, View, Evaluate, Feature, Classify, Help) and a toolbar with various icons. Below the toolbar is a table with the following data:

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order
1	ορεινες περιοχες		0.627	0.322	0.176	1	1
2	πυκνη βλαστηση		0.000	0.392	0.000	2	2
3	μικρη βλαστηση		0.688	0.756	0.104	3	3
4	νεφη		1.000	1.000	1.000	4	4
5	θαλασσα		0.000	0.000	1.000	5	5
6	> καλλιέργεια γεωργικών προϊόν		0.498	1.000	0.000	6	6



The 'Signature Separability' dialog box contains the following settings:

- Layers Per Combination: 5
- Combinations: 1
- Pairs Per Combination: 15
- Distance Measure:
 - Euclidean
 - Divergence
 - Transformed Divergence
 - Jefferies-Matusita
- Output Form:
 - ASCII
 - CellArray
- Which Listing:
 - Best Average
 - Best Minimum

Separability CellArray

Distance Measure: Transformed Divergence
 Using Layers: 1 2 3 4 5
 Taken 5 at a time
 Best Minimum Separability: 1694.97
 Combination: 1 2 3 4 5

Signature Name		1	2	3	4	5
ορεινες περιοχες	1	0	2000	2000	2000	2000
πυκνη βλάστηση	2	2000	0	1694.97	2000	1999.99
μικρή βλάστηση	3	2000	1694.97	0	1999.94	2000
νέφη	4	2000	2000	1999.94	0	2000
καλλιέργεια γεωργικών προϊόντων	5	2000	1999.99	2000	2000	0

Close



Στο θερμικό υπέρυθρο, κάνουμε μία ταξινόμηση όπως στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο προσθέτοντας όμως και άλλα στοιχεία. Λόγω ότι σε αυτό το υποσύστημα μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα από την ακτινοβολία, προσθέτουμε 2 κλάσεις, την θάλασσα και τα νέφη. Έτσι έχουμε συνδυασμό βλάστησης, θάλασσας και νεφών. Τα νέφη διακρίνονται με λευκό και η θάλασσα με μπλε.

Σε κάθε περίπτωση από τις παραπάνω, για να διαπιστώσουμε την επιτυχία της ταξινόμησης αρκεί να συγκρίνουμε την ταξινομημένη εικόνα με μία ήδη ταξινομημένη ή με κάποιο γεωφυσικό ή τοπογραφικό χάρτη.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Κάθε εφαρμογή έχει ειδικές απαιτήσεις για φασματική, χωρική και χρονική ανάλυση ενώ οι πηγές πληροφορίας μπορεί να είναι συνδυασμός πολυφασματικών δεδομένων, δεδομένα από πολλαπλούς δέκτες και δεδομένα από διαφορετικές χρονολογίες. Συνδυάζοντας δεδομένα από διάφορους τύπους και διάφορες πηγές όλα αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να εισαχθούν σε μια γεωγραφική βάση δεδομένων με απεριόριστες δυνατότητες. Η βάση αυτή δεδομένων είναι και γνωστή ως Geographical Information System (GIS). Οποιαδήποτε πληροφορία όπως ένα Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (ΨΜΕ), μια ταξινομημένη εικόνα, ψηφιακοί χάρτες κάλυψης εδάφους κ.τ.λ. μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σύστημα. Η ταυτόχρονη ανάλυση ποικίλων δεδομένων, έχει ως αποτέλεσμα πιο ακριβή πληροφορία από τη μεμονωμένη πηγή πληροφορίας.

Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη, είναι κατανοητό πως η επεξεργασία δορυφορικών εικόνων, είναι πολύ σημαντική και χρήσιμη. Η παραπάνω επεξεργασία που αναλύσαμε είναι ένα μικρό δείγμα από τις δυνατότητες της τηλεπισκόπησης που όμως και αυτό δίνει σημαντικά αποτελέσματα. Παρακάτω βλέπουμε μερικές σημαντικές εφαρμογές από μία παρόμοια και πιο εκτεταμένη επεξεργασία δορυφορικών εικόνων.

Γεωπονία



- Ταξινόμηση τύπων καλλιέργειας
- Καθορισμός κατάστασης καλλιέργειας
- Εκτίμηση παραγωγής καλλιέργειας
- Χαρτογράφηση εδαφολογικών χαρακτηριστικών
- Χαρτογράφηση κατάλληλων τύπων εδάφους

Δασολογία



- Διαχωρισμός τύπων δασών
- Χαρτογράφηση αγρο-δασικών περιοχών
- Προσδιορισμός περιοχών αναδάσωσης
- Απογραφή ειδών
- Έλεγχος υγείας δασών και απότομης αποψίλωσης
- Εκτίμηση βιομάζας

Γεωλογία



- Χαρτογράφηση πετρωμάτων
- Χαρτογράφηση γεωλογικών δομών
- Εξερεύνηση και εκμετάλλευση άμμου και χαλικιών
- Εξερεύνηση υδρογονανθράκων
- Χαρτογράφηση και παρακολούθηση ιζηματογενών
- Χαρτογράφηση περιοχών με υψηλό γεωλογικό κίνδυνο

Υδρογραφία



- Χαρτογράφηση και παρακολούθηση υδροτόπων
- Προσδιορισμός υγρασίας εδάφους
- Μέτρηση πυκνότητας χιονιού
- Παρακολούθηση και χαρτογράφηση πλημμύρων
- Παρακολούθηση παγετώνων
- Ανίχνευση αλλαγών στο δέλτα ποταμών

Χωροταξία



- Διαχείριση φυσικών πηγών
- Προστασία ζωικού βασιλείου
- Εξάπλωση οικιστικού πληθυσμού
- Σχεδιασμός οδών, κτιρίων, γεφυρών
- Καθορισμός νομικών ορίων για φορολογία ακινήτων
- Κατάλληλος σχεδιασμός για αποφυγή καταστροφών από σεισμούς, πυρκαγιές, πλημμύρες

Χαρτογραφία



- Θεματική χαρτογράφηση
- Ψηφιακά Μοντέλα Εδάφους (ΨΜΕ)
- Τοπογραφικές Απεικονίσεις

Ωκεανογραφία & Ακτοπλοΐα



- Πρόβλεψη καταιγίδας (μέσω παρακολούθησης ανέμων)
- Παρακολούθηση θερμοκρασίας και ποιότητας νερού
- Σχεδιασμός διάπλους
- Βαθυμετρική Χαρτογράφηση
- Πρόβλεψη συνεπειών από παλίρροιες και καταιγίδες
- Χαρτογράφηση χαρακτηριστικών ακτογραμμής
- Χαρτογράφηση παράκτιας βλάστησης και παρακολούθηση της ανθρώπινης δραστηριότητας/επίδρασης

(www.igd.group.gr)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Μερτίκας, Σ. (1999)**, Τηλεπισκόπηση και Ψηφιακή Ανάλυση Εικόνας, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.
2. **Αράμπελος (1991)**, Στοιχεία γεωφυσικών διασκοπήσεων, εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
3. http://eosmis.cr.usgs.gov:5725/DATASET_DOCS/landsat7_dataset.html
4. <http://edcdaac.usgs.gov>
 - **HDF-EOS Data Format Converter Users Guide, 2002.**
 - **Aster User's Guide, March 2001.**
 - **Aster User Handbook, Version 2.**
 - **Aster User's Guide, June 2001.**
 - **Aster GDS History.**
5. <http://harp.gsfc.nasa.gov/~imswww/pub/imswelcome/>
6. **Field Guide, Erdas Imagine 8.6.**
7. **Tour Guide, Erdas Imagine 8.6.**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΩΣΑΪΚΟΥ

- layer_1



- layer_2



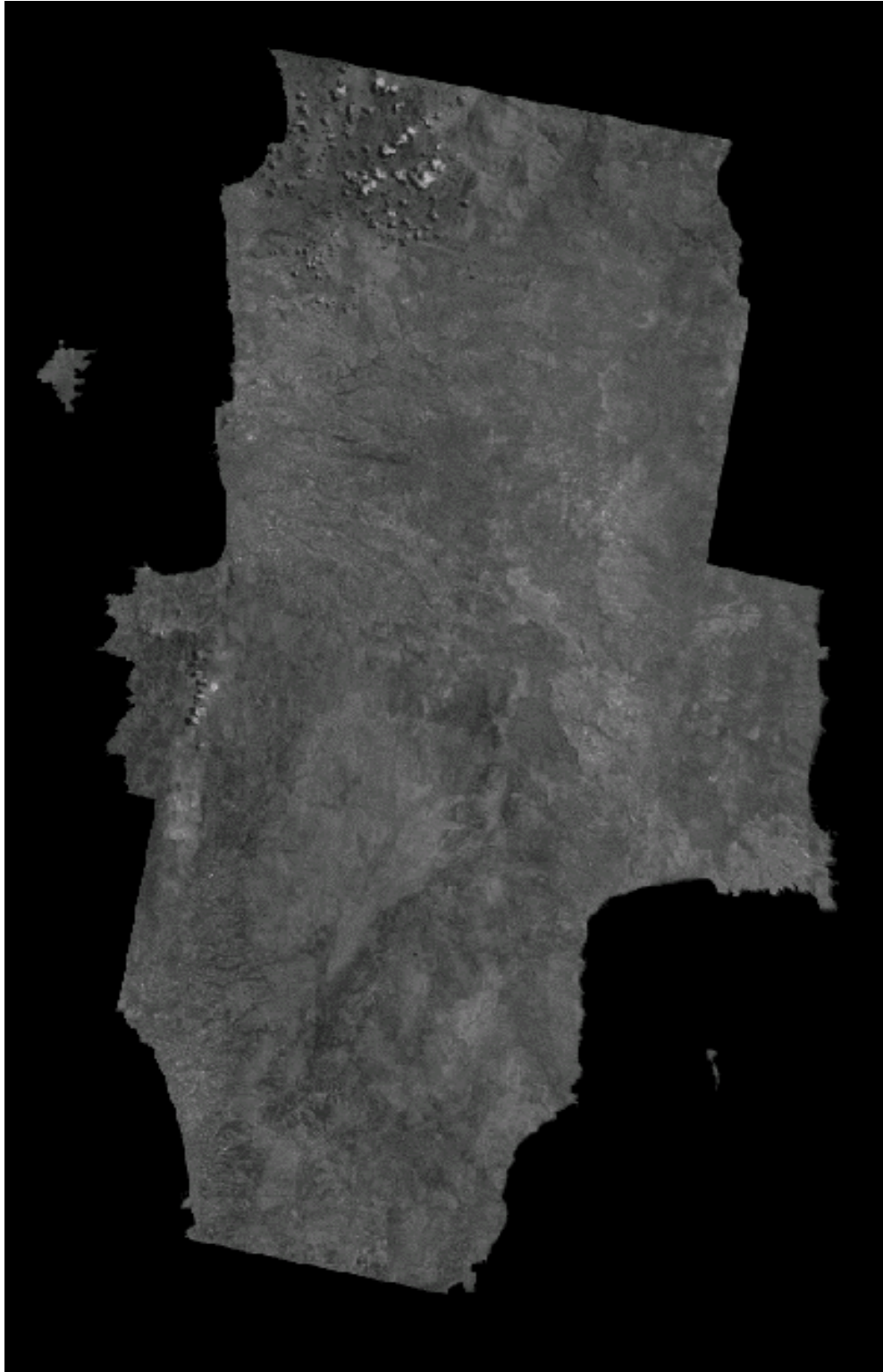
- layer_3



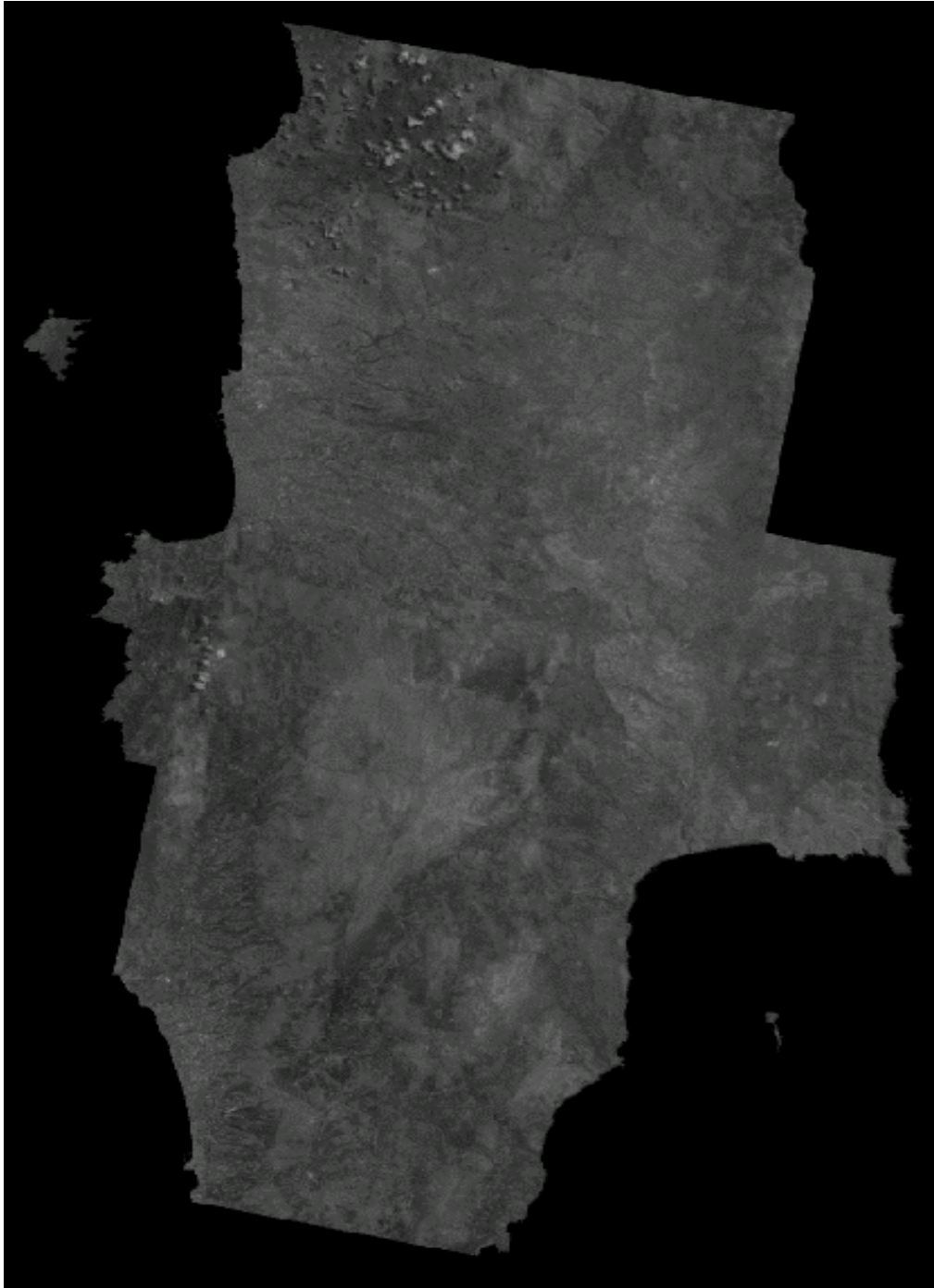
- layer_3b



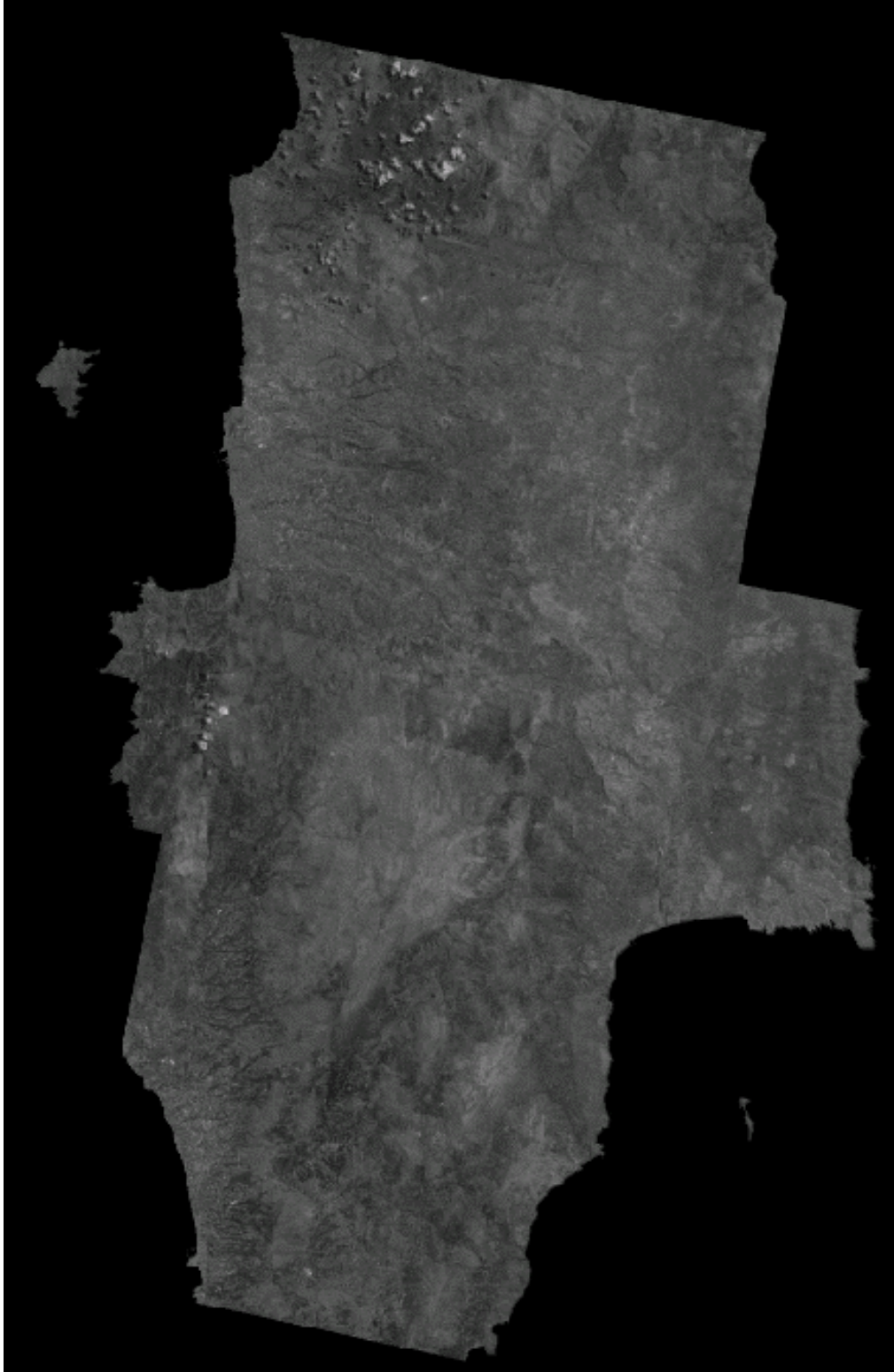
- layer_4



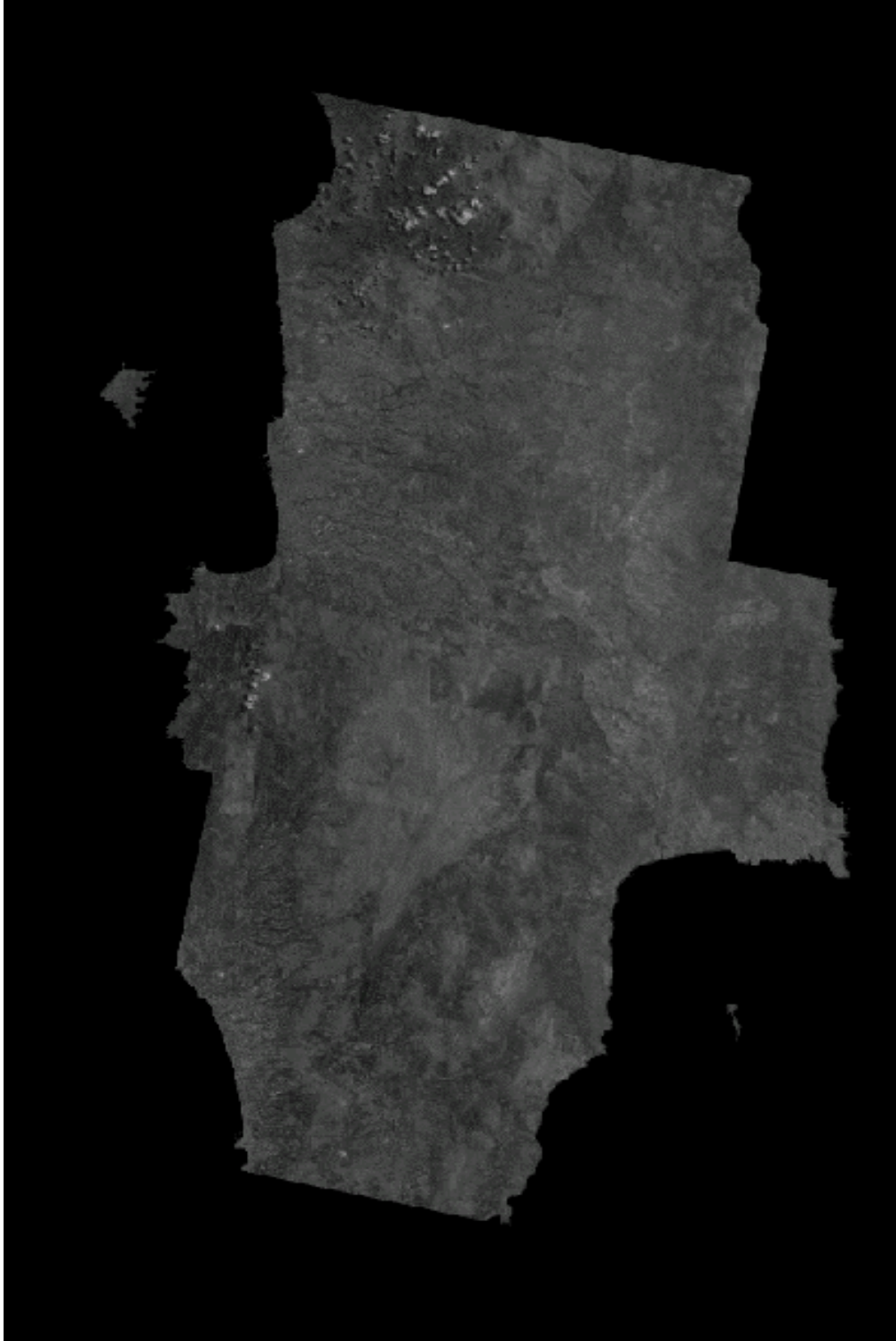
- **layer_5**



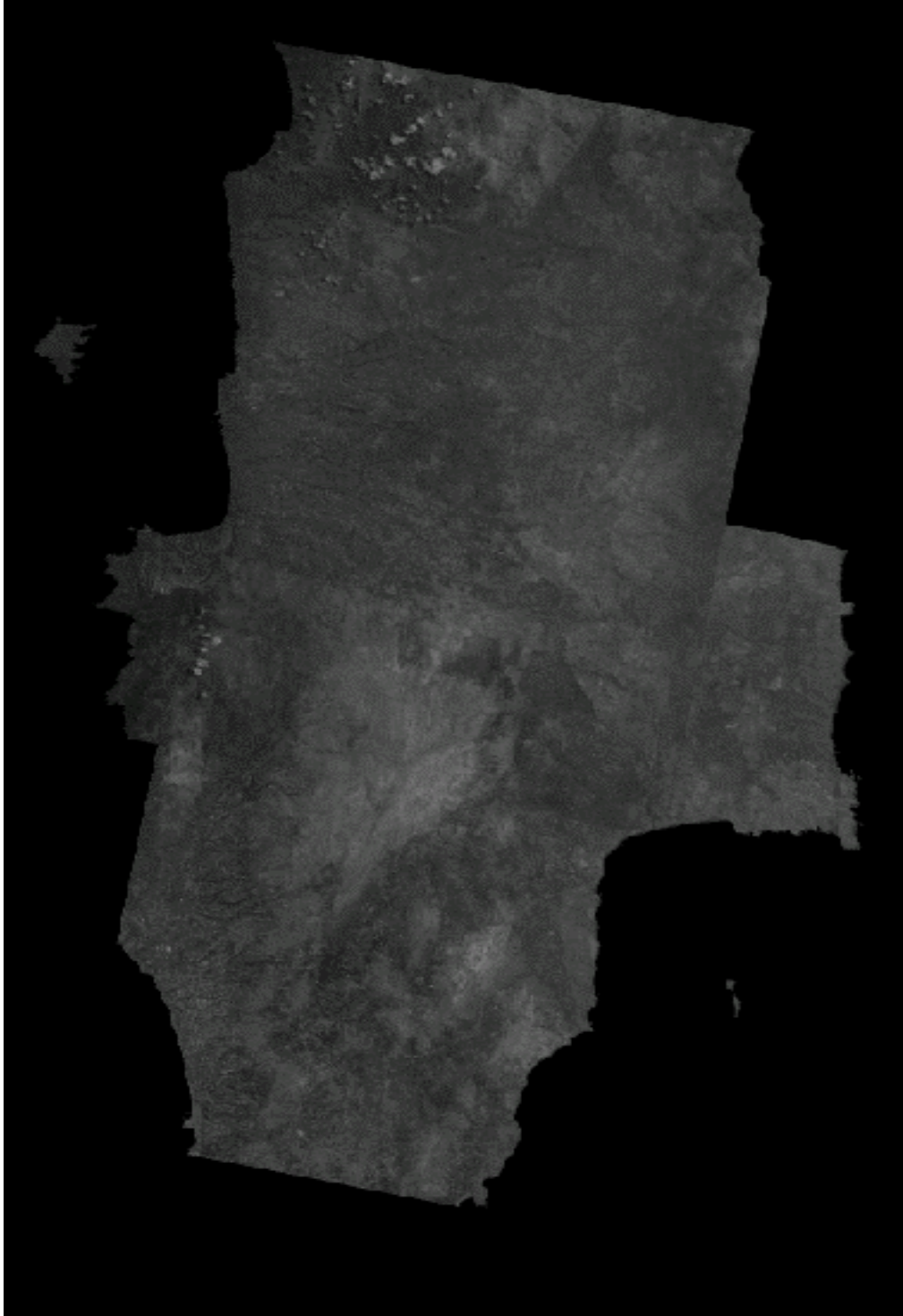
- layer_6



- layer_7



- **layer_9**



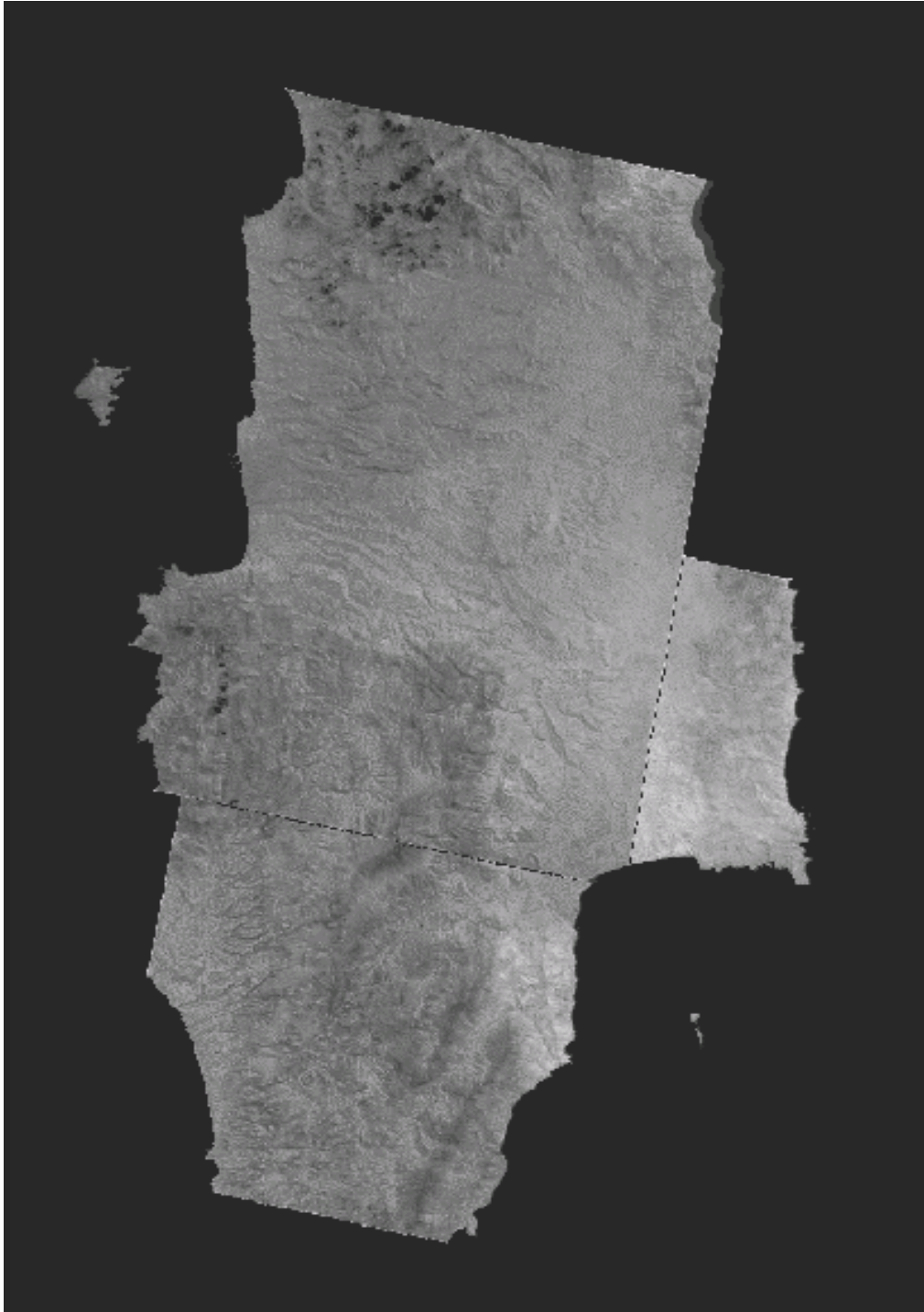
- layer_10



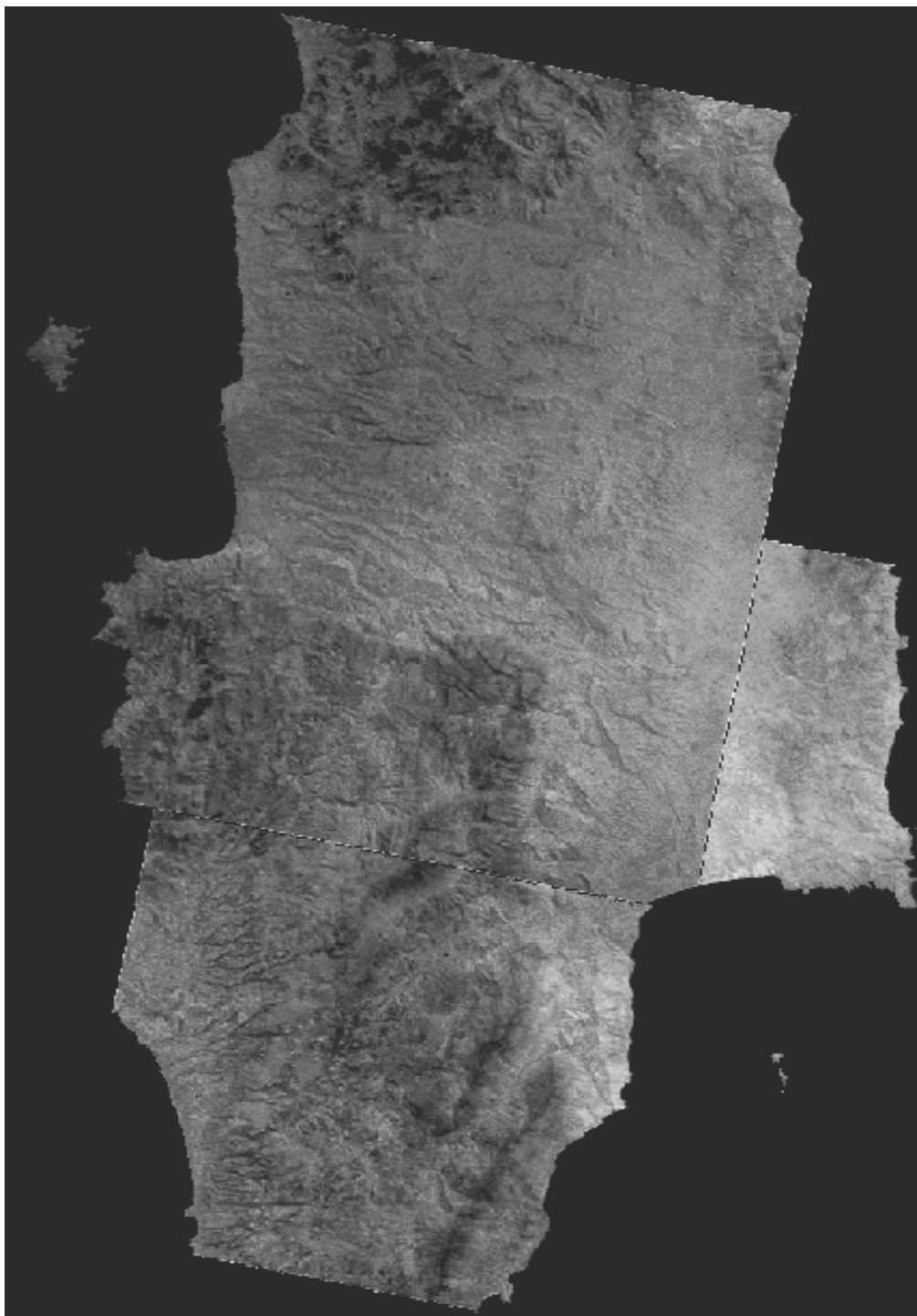
- layer_11



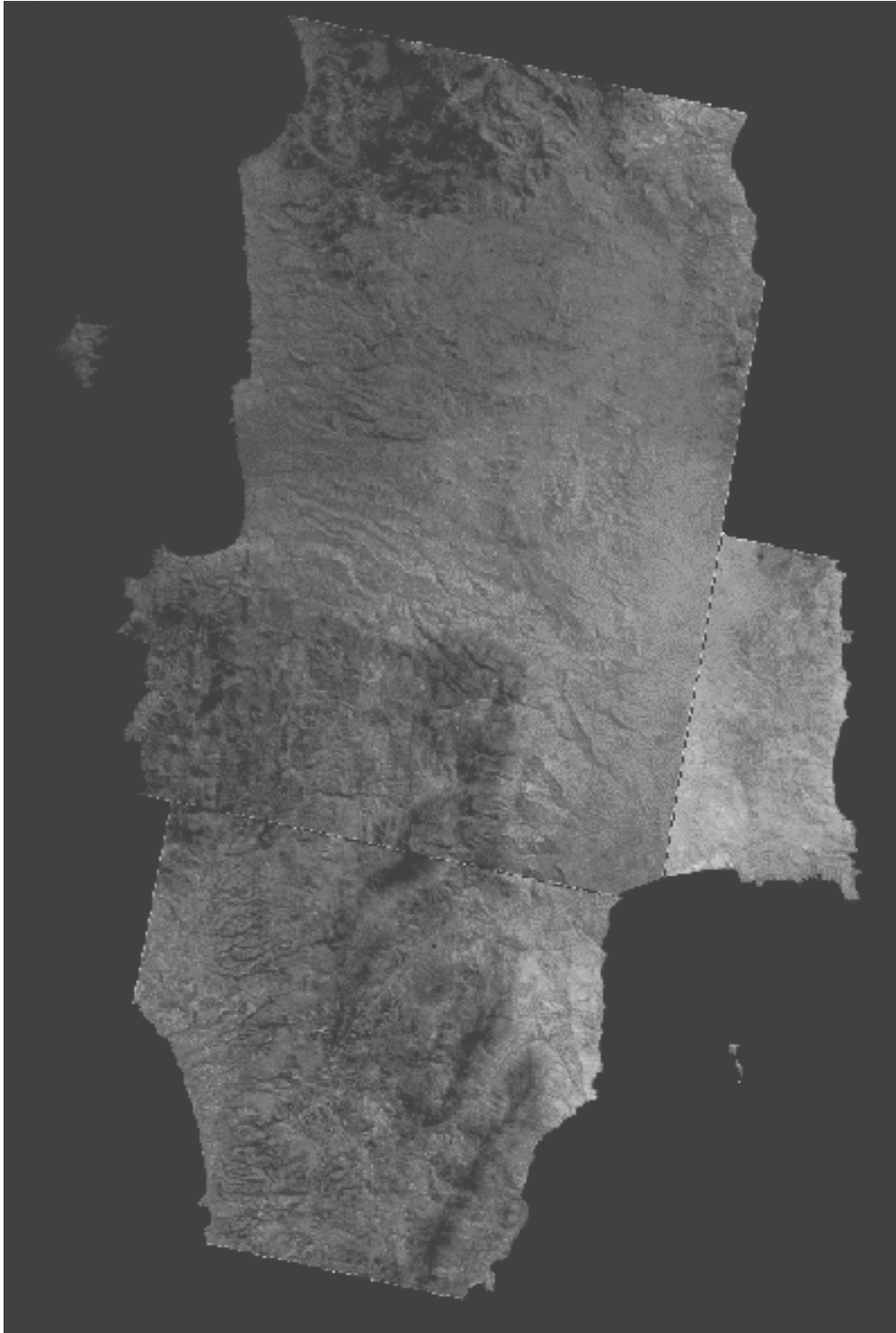
- layer_12



- layer_13



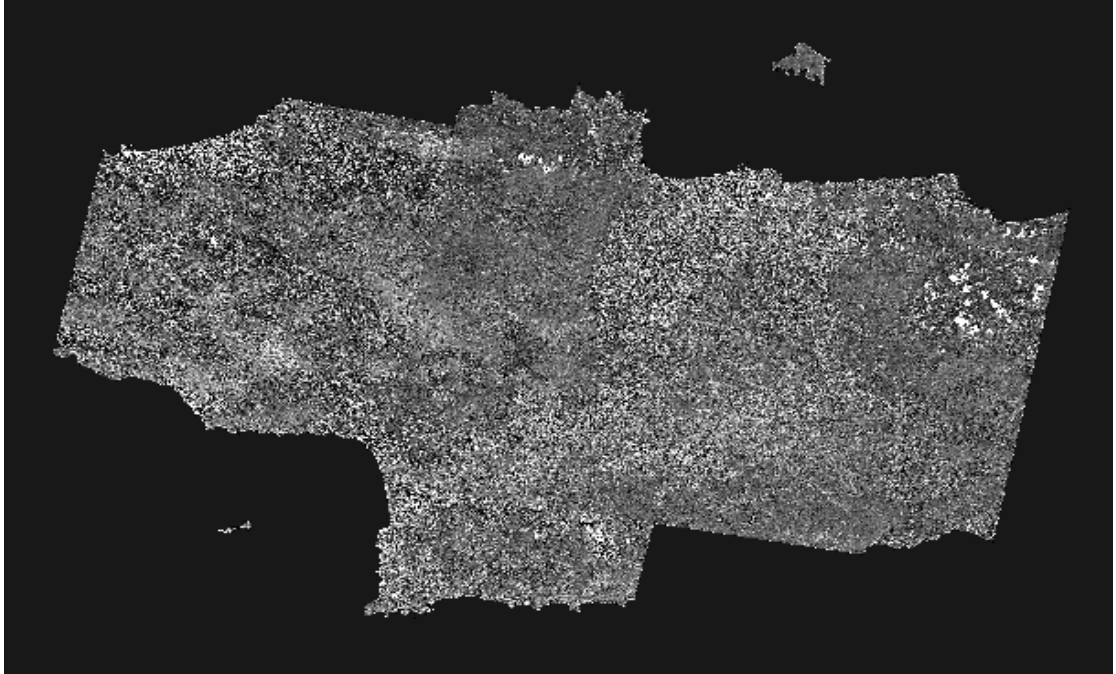
- layer_14



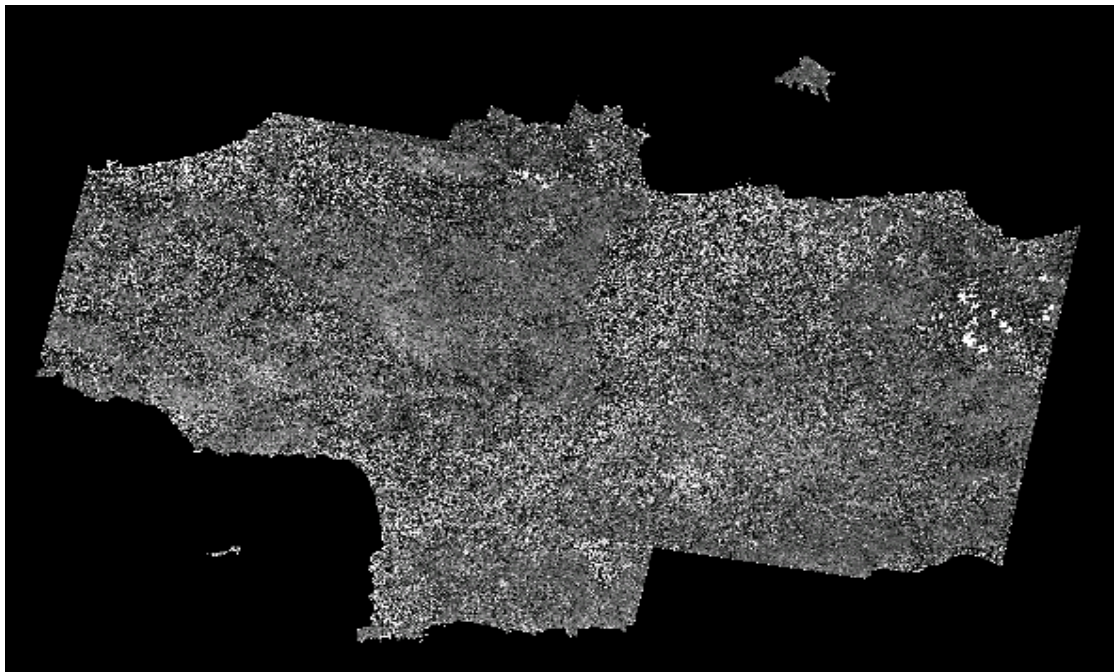
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΦΙΛΤΡΟΥ 3Χ3 HIGH PASS

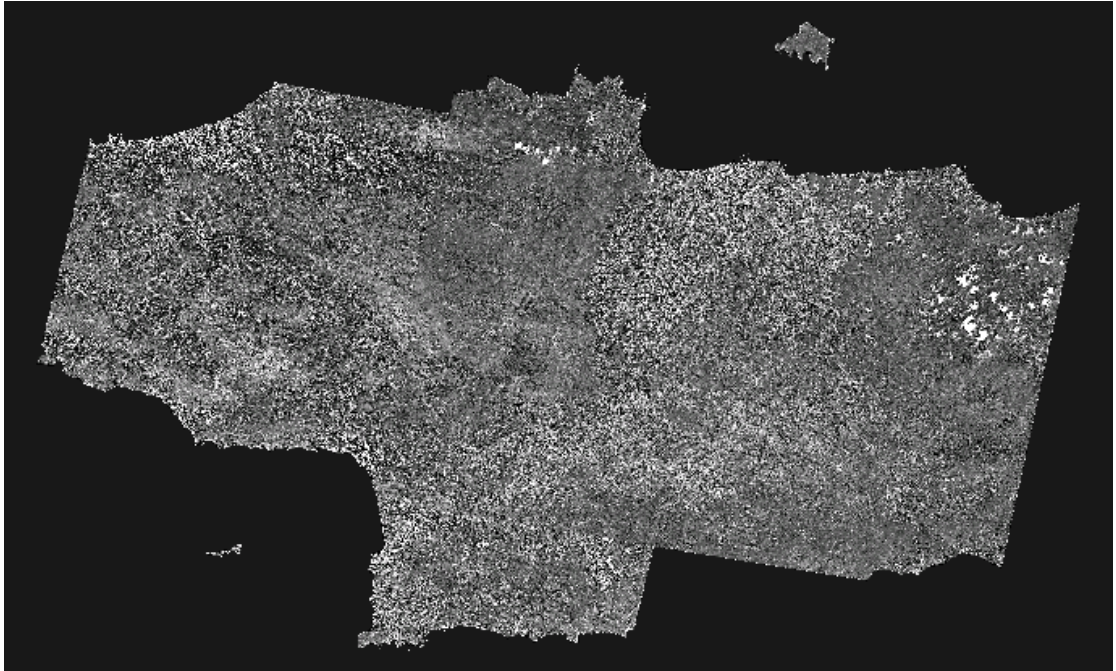
layer_1



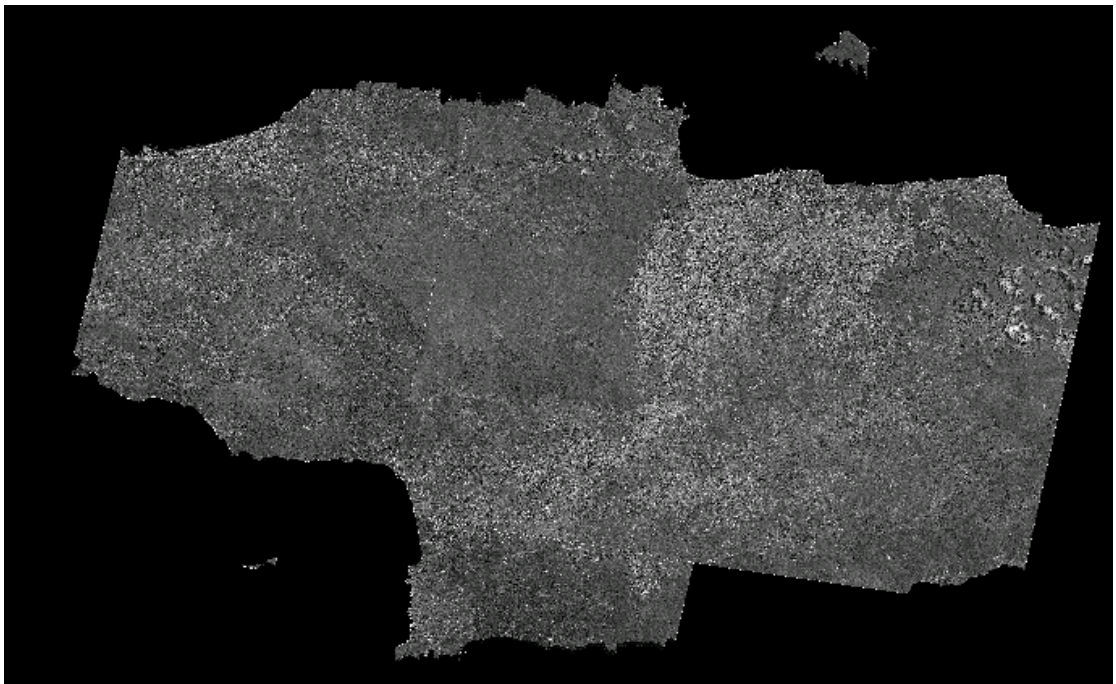
layer_2



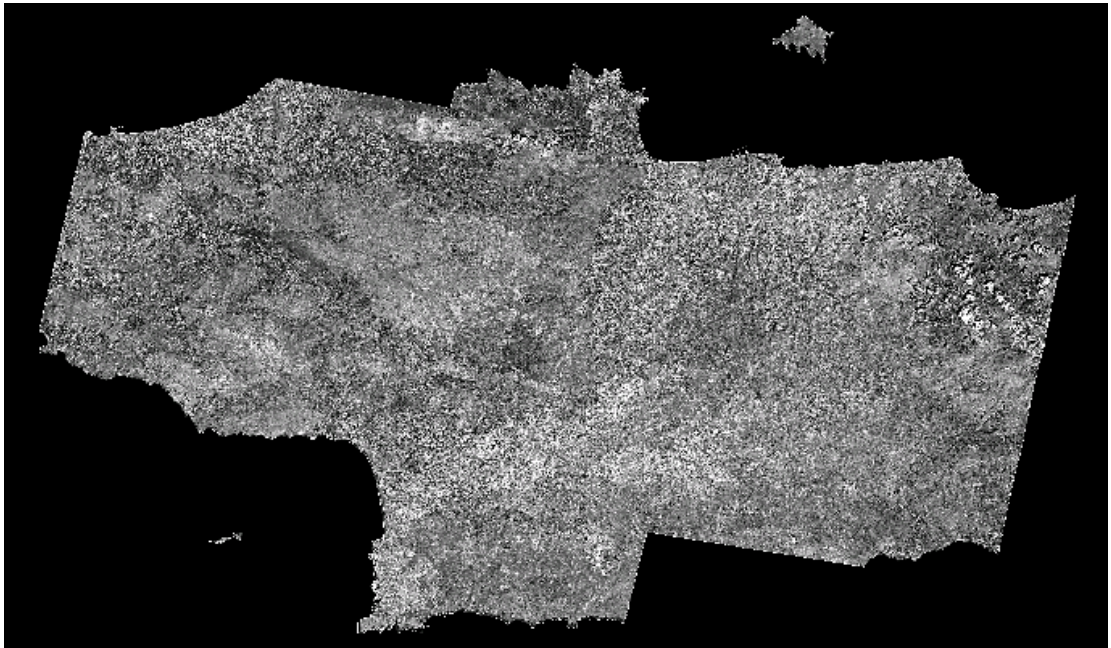
layer_3



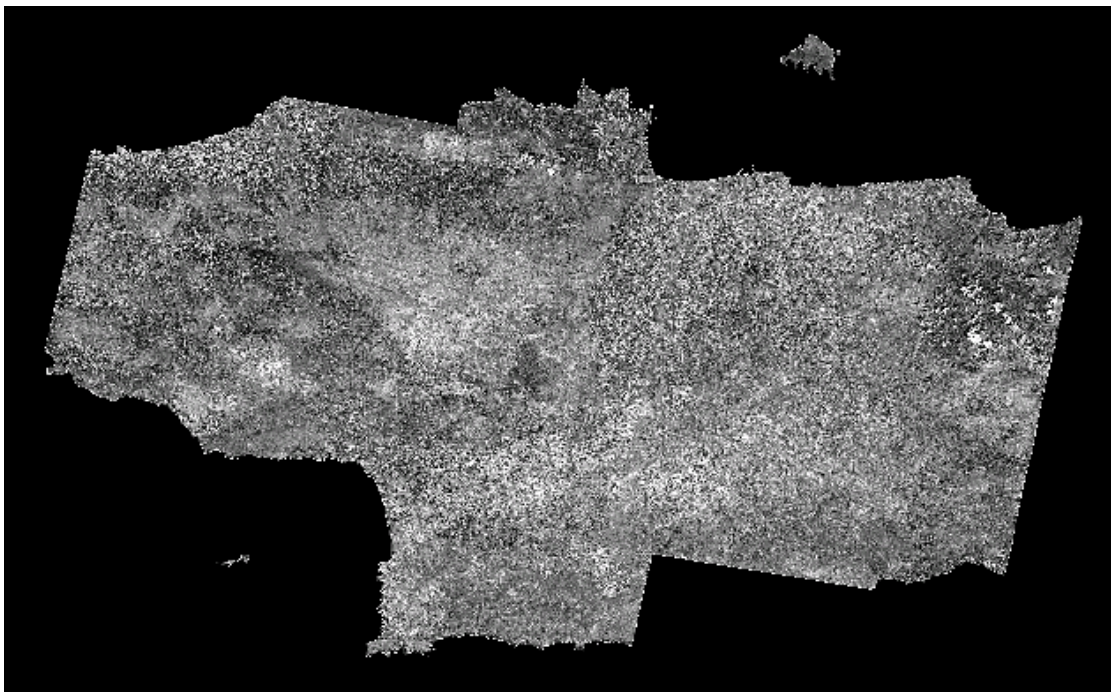
Layer_3b



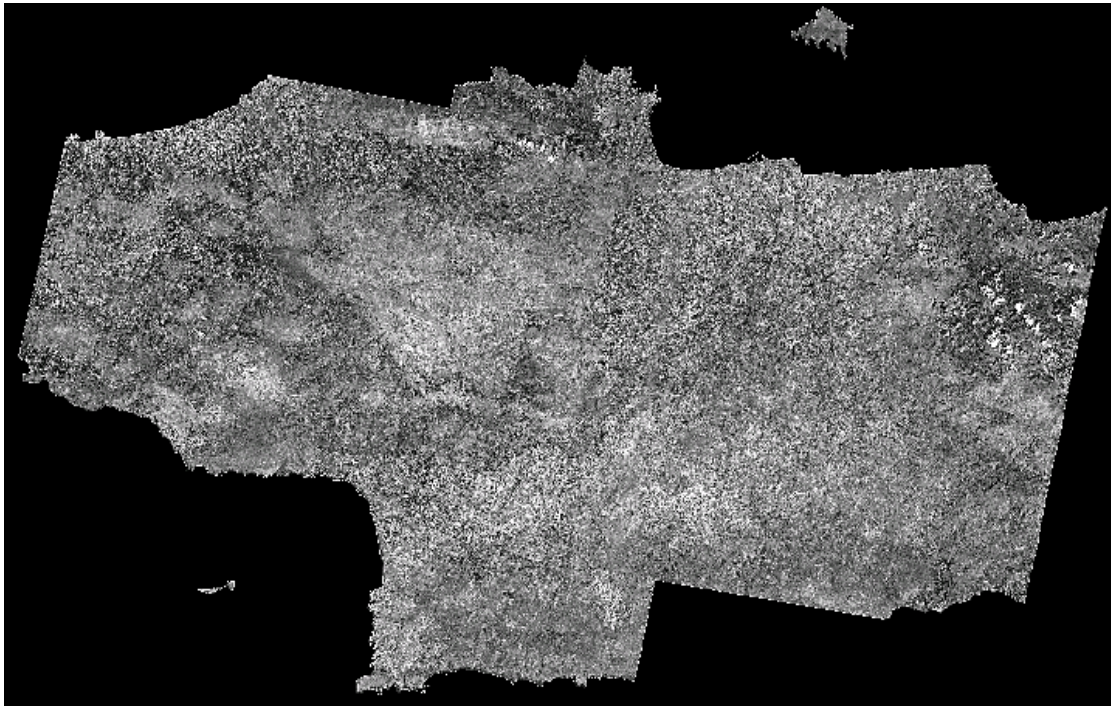
layer_4



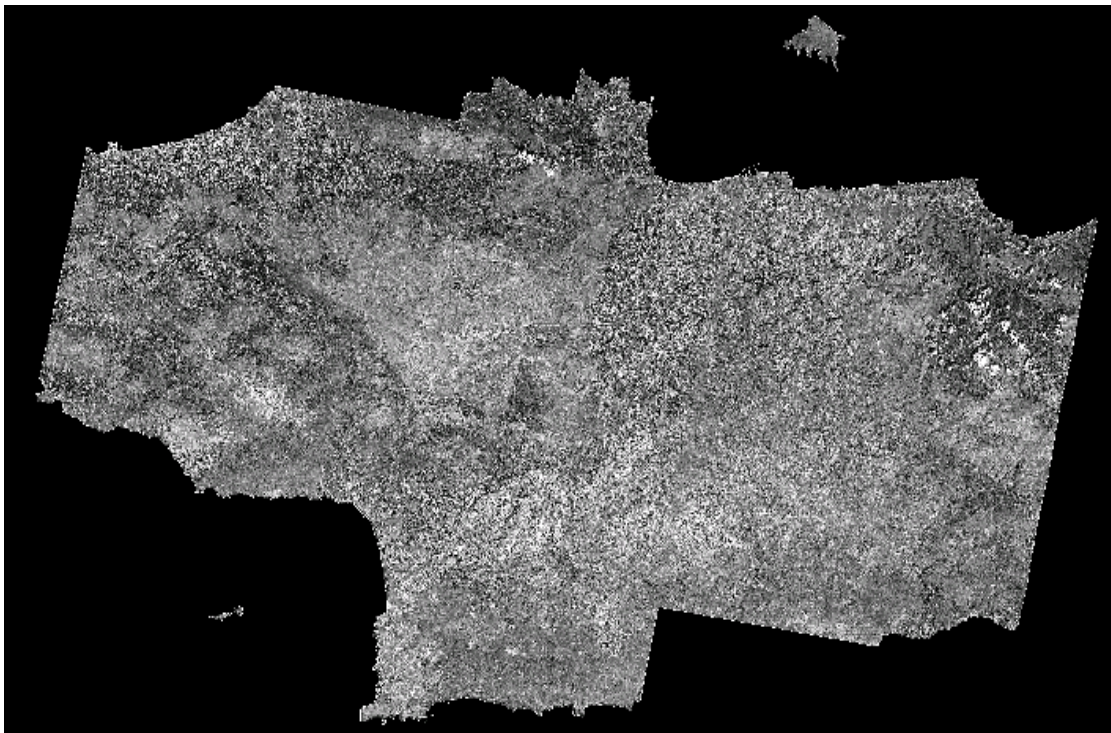
layer_5



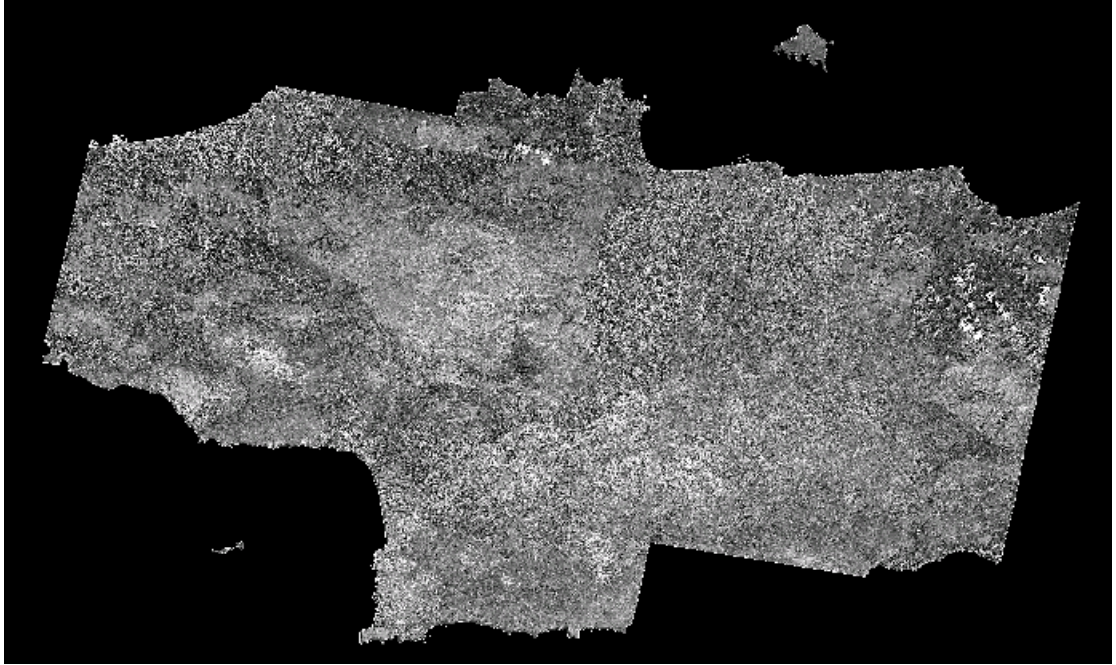
layer_6



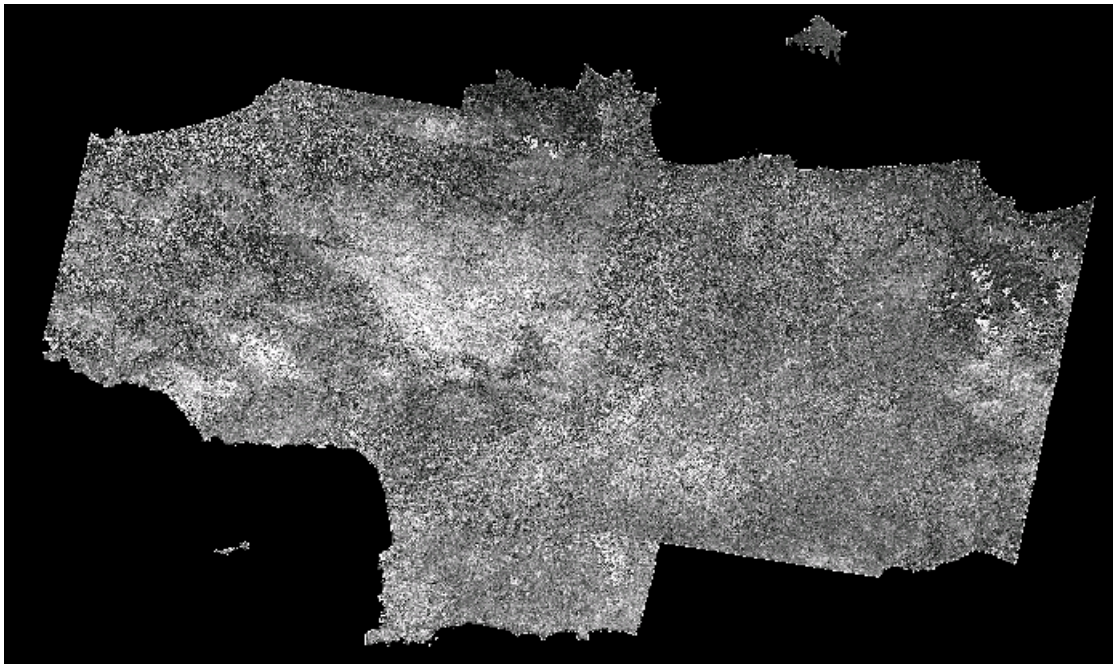
layer_7



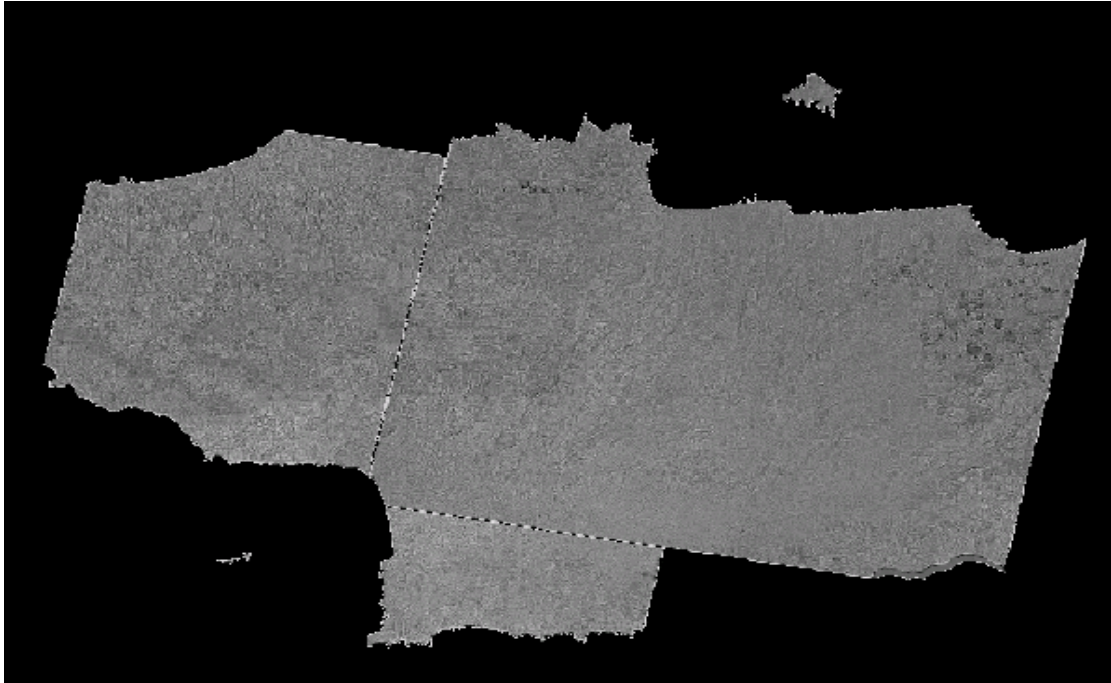
layer_8



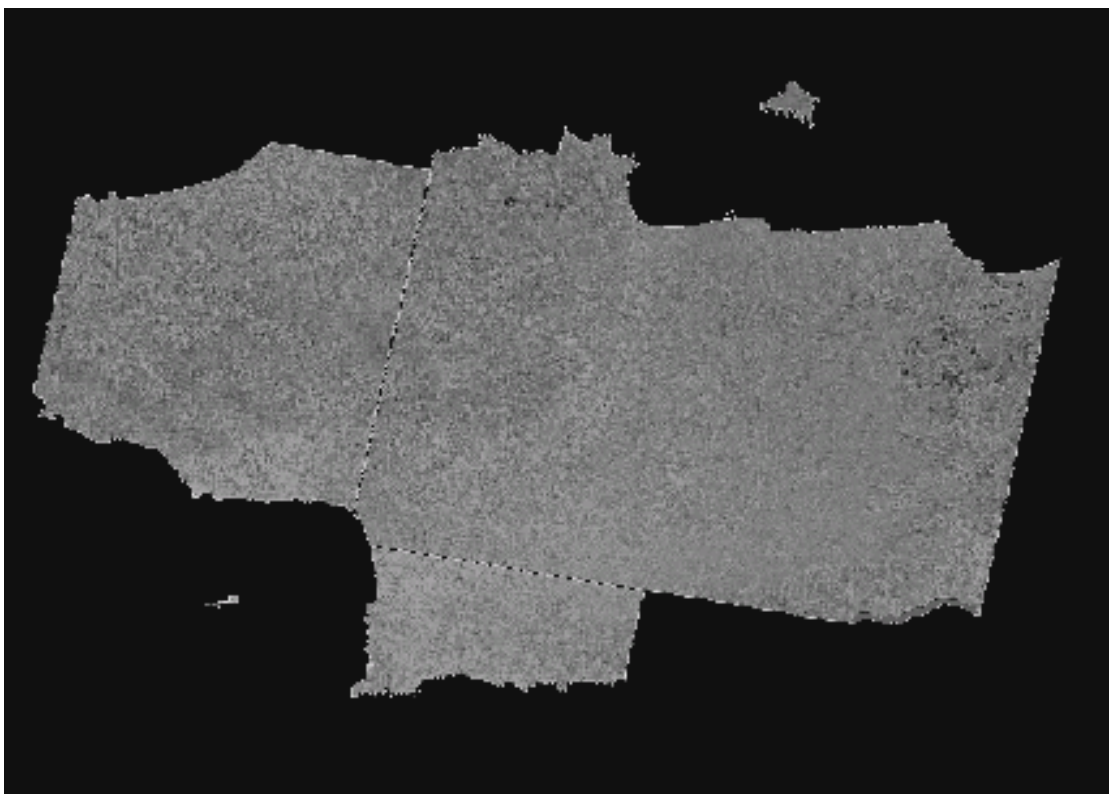
layer_9



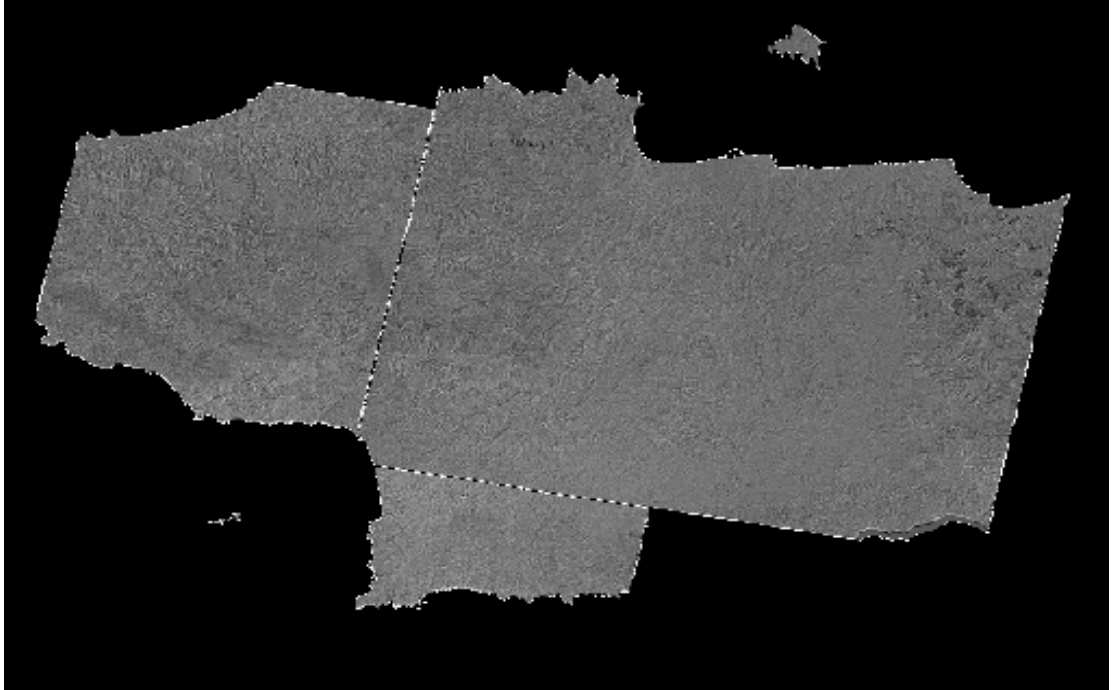
layer_10



layer_11



layer_12



layer_13



layer_14



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΡΟΪΟΝΤΑ ASTER ΥΨΗΛΟΤΕΡΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- **Digital Elevation Model (DEM)**

Lead Investigator:	Mike Abrams, Roy Welch
Short Name:	AST14DEM
Product Level:	3
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	≥ 7 m
Relative Accuracy:	≥ 10 m
Horizontal Resolution:	30 m
Units:	meters
Product Size (Megabytes):	25

Περιγραφή

Αυτό το σύνολο στοιχείων που περιέχει τις τοπογραφικές πληροφορίες προέρχεται από διαμήκη στοιχεία, 15 οπτικά στερεοσκοπικά στοιχεία ASTER που αποκτιούνται στις κοντινές υπέρυθρες ζώνες 3N και 3B. Μπορεί να δημιουργηθεί ως DEM (μη επίγειος έλεγχος) ή απόλυτο DEM (με τον επίγειο έλεγχο, ο οποίος πρέπει να παρασχεθεί από το χρήστη). Αυτή η υψηλή χωρική ανάλυση DEMs (μεγαλύτερη απόλυτη οριζόντια και κάθετη ακρίβεια 7 μ, με τον κατάλληλο επίγειο έλεγχο, και σχετική ακρίβεια 10 μ χωρίς επίγειο έλεγχο) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παράγουν το τα χαρτογραφικά υπόβαθρα κλίσεων και πτυχής κλίσεων σε 5 βαθμούς πέρα από τις οριζόντιες αποστάσεις περισσότερο από 100 μ. Το DEM του ASTER πρέπει να ανταποκριθεί στα πρότυπα ακρίβειας χαρτών 1:50,000 έως 1:250,000.

Αυτό είναι ένα προϊόν που θα παραχθεί με τις διαδικασίες DAAC εδάφους στο κέντρο EROS σε ποσοστό 60 Km x 60 Km / ημέρα. Με βάση τις προσομοιώσεις των διαδικασιών των οργάνων, του προγραμματισμού αποστολής, της κάλυψης σύννεφων και του φωτισμού, ένα σύνολο στοιχείων στερεοσκοπικών δεδομένων ASTER με αναλογία βάσης / ύψος 0.6, πρέπει να αποκτηθεί για την επιφάνεια εδάφους όλης της γης κάτω από 82 βαθμούς γεωγραφικού πλάτους μέχρι το τέλος της αποστολής 6 ετών. Τα στερεοσκοπικά δεδομένα ASTER μπορούν επίσης να υποβληθούν σε επεξεργασία DEM από τους χρήστες που ενεργοποιούν το λογισμικό τους.

Η παραγωγή των προτύπων ανύψωσης από τα στερεοσκοπικά δεδομένα, έχει αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 60 ετών βασισμένα στις αρχές της φωτογραμμομετρίας. Οι επεκτάσεις αυτών των αρχών στην παραγωγή DEMs από τα

οπτικά, ψηφιακά στερεοσκοπικά δορυφορικά στοιχεία έχουν εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δύο δεκαετιών.

Τα παραδείγματα αυτών των δορυφορικών στερεοσκοπικών συστημάτων περιλαμβάνουν τον SPOT, JERS-1 OPS και MOMS. Αυτήν την περίοδο, υπάρχουν μεγάλες περιοχές της γήινης σφαίρας για την οποία κανένα, υψηλής ευκρίνειας, ευρέως διαθέσιμο πρότυπο ανύψωσης δεν υπάρχει. Ο ASTER DEMs θα βοηθήσει να παρέχει πολλή αναγκαία κάλυψη πέρα από αυτές τις περιοχές.

Περιγραφή αλγορίθμου

Μια προσέγγιση αυτοσυσχέτισης που χρησιμοποιεί το εμπορικό λογισμικό του LP-DACC θα παράγει DEMs από τα ψηφιακά στερεοσκοπικά στοιχεία επιπέδου-1A ή 1B.

Εφαρμογές

Τα τοπογραφικά στοιχεία καθώς επίσης η παραγόμενη κλίση και η πτυχή κλίσεων είναι βασικά σε όλες τις πτυχές της έρευνας επιφάνειας εδάφους συμπεριλαμβανομένου χαρτογραφία, διαμόρφωση κλίματος, βιογεωχημεία, βιογεωγραφία, γεωφυσική, γεωλογία, γεωμορφολογία και εδαφολογική επιστήμη. Τα ψηφιακά στοιχεία ανύψωσης απαιτούνται επίσης για την ατμοσφαιρική και ραδιομετρική διόρθωση των περισσότερων δορυφορικών παρατηρήσεων της επιφάνειας εδάφους. Τα ψηφιακά στοιχεία ανύψωσης χρησιμοποιούνται επίσης για τις πρακτικές εφαρμογές εφαρμοσμένης μηχανικής όπως οι μελέτες της αποξήρανσης και της απορροής, και τις μελέτες καταλληλότητας περιοχών για την αστική ανάπτυξη, τη συγκράτηση αποβλήτων, και την αναψυχή.

Περιορισμοί

Αυτό το προϊόν θα παραχθεί χρησιμοποιώντας το εμπορικό λογισμικό. Η απόλυτη ακρίβεια εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των παρεχόμενων σημείων επίγειου ελέγχου.

- **Polar Surface and Cloud Classification**

Lead Investigator:	Ron Welch
Short Name:	AST13POL
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	3%
Relative Accuracy:	3%
Horizontal Resolution:	30 m
Units:	None
Product Size (Megabytes):	42

Περιγραφή προϊόντων

Αυτό το προϊόν επιπέδου-2 είναι ένας πολικός χάρτης ταξινόμησης. Οι πολικές περιοχές καθορίζονται ως γήινες επιφάνειες από 60 N ή 60 S. Ο αλγόριθμος ταξινομεί κάθε pixel μιας σκηνης σε 8 κατηγορίες: σύννεφο ύδατος, σύννεφο πάγου, αερόλυμα/σκόνη, ύδωρ, έδαφος, χιόνι/πάγος, slush πάγος, και σκιά. Αυτό το προϊόν παράγεται με χωρική ανάλυση 30m και χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό ορατών, κοντινών υπέρυθρων και υπέρυθρων καναλιών. Και οι ταξινομήσεις ημέρας και νύχτας θα είναι διαθέσιμες, με τον πρωινό αλγόριθμο που εφαρμόζονται για τις ηλιακές γωνίες αποκορυφώματος λιγότερο από 85 βαθμούς, και το νυχτερινό αλγόριθμο που εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιούν μόνο τα θερμικά υπέρυθρα κανάλια. Μόνο ο πρωινός αλγόριθμος είναι διαθέσιμος αυτή τη στιγμή. Αυτό είναι ένα προϊόν-αιτήματος.

Αυτό το προϊόν στοιχείων στηρίζεται στην εργασία κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας με τα καλλογικά στοιχεία που λαμβάνονται από αισθητήρες LANDSAT TM, AVIRIS, TIMS, των δορυφόρων και των αεροσκαφών MAS. Η βελτιωμένη φασματική κάλυψη, η ανάλυση, και η ραδιομετρική ακρίβεια επιτρέπουν στον ASTER για να παρέχουν τα πολικά στοιχεία ακρίβειας.

Περιγραφή αλγορίθμου

Η μεθοδολογία που εφαρμόζεται σε αυτόν τον αλγόριθμο είναι ένας ταξινομητής νευρικός-δικτύων. Η νευρική τεχνική δικτύων επιλέγεται λόγω των πλεονεκτημάτων της στην ακρίβεια και την ταχύτητα όταν συγκρίνεται με τις συμβατικότερες τεχνικές όπως η μέγιστη πιθανότητα. Για να ταξινομήσουν μια σκηνή, τα πρόσθετα φασματικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα πρώτα παράγονται από τα αρχικά κανάλια. Αρκετά από αυτά τα πρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι μη γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών καναλιών, τα οποία κατασκευάζονται για να βελτιώσουν τη διαχωριστικότητα μεταξύ των κατηγοριών. Η ταξινόμηση εκτελείται έπειτα χρησιμοποιώντας έναν εκπαιδευμένο νευρικό ταξινομητή δικτύων με ως εισαγωγή ένα βέλτιστο υποσύνολο όλων των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

Εφαρμογές

Δεδομένου ότι οι καταναγκασμοί θερμοκηπίων αναμένονται για να ενισχυθούν στις πολικές περιοχές, οι αλλαγές σε αυτές τις περιοχές μπορούν να ενεργήσουν ως δείκτες έγκαιρης προειδοποίησης των σφαιρικών μετατοπίσεων κλίματος. Η κάλυψη σύννεφων αναμένεται για να αλλαχτεί με τους καταναγκασμούς θερμοκηπίων, και οι αλλαγές σύννεφων αναμένονται για να έχουν μια σημαντική επίδραση στους όρους πάγου θάλασσας και τις περιφερειακές ανατροφοδοτήσεις πάγος albedo, ειδικά στην πολική ισορροπία θερμότητας που έχει επιπτώσεις άμεσα στην τήξη επιφάνειας. Τα πολικά στοιχεία ASTER θα χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν τις αλλαγές στους όρους επιφάνειας, ειδικότερα θερμοκρασία, albedo, και αποσύνθεση πάγου θάλασσας.

Αυτό το πολικό προϊόν δεδομένων ASTER παρέχει επίσης τη συμπληρωματική επικύρωση στα πολικά retrievals ιδιοκτησίας στοιχείων και σύννεφων σφαιρικής - κλίμακας από MODIS. Ειδικότερα, αυτό το σύνολο στοιχείων θα χρησιμοποιηθεί για να επικυρώσει το οπτικό πάχος σύννεφων MODIS και τα αποτελεσματικά μεγέθη μορίων που προσκρούουν άμεσα στο γήινο της ακτινοβολίας προϋπολογισμό.

Περιορισμοί

Ο πρωινός αλγόριθμος ταξινόμησης αναμένει ως εισαγωγή όλα τα κανάλια ASTER. Επιπλέον, ο αλγόριθμος αναμένει τις επιλογές κέρδους για τα κανάλια VNIR και SWIR

για να είναι και ο δεύτερος "ΧΑΜΗΛΟΣ". Ο αλγόριθμος δεν έχει εφαρμοστεί στα στοιχεία με υψηλή ποιότητα σήματος.

Ο νυχτερινός αλγόριθμος χρησιμοποιεί μόνο τα θερμικά υπέρυθρα κανάλια ως εισαγωγή. Επιπλέον, ο νυχτερινός αλγόριθμος αναπτύσσεται με τη χρησιμοποίηση μόνο των θερμικών υπέρυθρων καναλιών των πρωινών εικόνων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι ανθρώπινοι εμπειρογνώμονες είναι λιγότερο βέβαιοι στην ταξινόμηση των θερμικών υπέρυθρων εικόνων από την οπτική επιθεώρηση. Επομένως, οι πρωινές εικόνες χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν τα σύνολα στοιχείων κατάρτισης για τον ταξινομητή.

- **Surface Kinetic Temperature**

Lead Investigator:	Alan Gillespie and S. Rokugawa
Short Name:	AST_08
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	1-4 K
Relative Accuracy:	0.3 K
Horizontal Resolution:	90 m
Units:	degrees K
Product Size (Megabytes):	3.5

Περιγραφή προϊόντων

Το κινητικό προϊόν θερμοκρασίας επιφάνειας επιπέδου-2 εδάφους περιέχει τις θερμοκρασίες επιφάνειας με ανάλυση 90m που παράγεται μόνο πέρα από το έδαφος από πέντε θερμικά υπέρυθρα κανάλια του ASTER. Οι θερμοκρασίες επιφάνειας εδάφους καθορίζονται από το νόμο Planck, χρησιμοποιώντας τις ικανότητες ακτινοβολίας από AST05 για να βάλουν σε κλίμακα τις μετρημένες ακτινοβολίες μετά από τη διόρθωση για τα ατμοσφαιρικά αποτελέσματα. Οι θερμοκρασίες επιφάνειας είναι σημαντικές στις μελέτες της ενέργειας επιφάνειας και της ισορροπίας ύδατος. Είναι επίσης χρήσιμοι στις μελέτες ηφαιστειών και της θερμικής ρύπανσης.

Οι τρέχοντες αισθητήρες παρέχουν μόνο τις περιορισμένες πληροφορίες χρήσιμες για την ικανότητα ακτινοβολίας επιφάνειας, και επομένως οι εκτιμήσεις θερμοκρασίας επιφάνειας εδάφους μπορούν να είναι ανακριβείς. Τα πέντε θερμικά υπέρυθρα κανάλια του οργάνου ASTER επιτρέπουν τις άμεσες εκτιμήσεις ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας, και την ακριβή εκτίμηση θερμοκρασίας.

Εφαρμογές

Η προσδιορισμένη θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους έχει τις εφαρμογές στις μελέτες της ενέργειας επιφάνειας και της ισορροπίας ύδατος. Τα στοιχεία θερμοκρασίας θα χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο και η ανάλυση των ηφαιστειακών διαδικασιών, των στοιχείων ημέρας και θερμοκρασίας νύχτας θα χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τη θερμική αδράνεια, και τα θερμικά στοιχεία θα χρησιμοποιηθούν για την υψηλής ευκρίνειας χαρτογράφηση των πυρκαγιών ως συμπλήρωμα στα σφαιρικά στοιχεία πυρκαγιάς MODIS. Τα θερμικά στοιχεία είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις μελέτες

πυρκαγιάς επειδή μπορούν "να δουν μέσω" του καπνού στην καίγοντας έκταση κατωτέρω.

Περιορισμοί

Για τις κρύες επιφάνειες που αντιμετωπίζονται μέσω μιας θερμής ή υγρής διόρθωσης ατμόσφαιρας μπορούν να είναι ανακριβείς, οδηγώντας στις ανακριβείς εκτιμήσεις ικανότητας ακτινοβολίας. Οι αυξήσεις λάθους ως ικανότητα ακτινοβολίας μειώνονται. Επομένως, ακόμα κι αν μερικές ικανότητες ακτινοβολίας είναι λανθασμένες, οι θερμοκρασίες επιφάνειας μπορούν να είναι ακριβείς, υπό τον όρο ότι μερικές από τις ικανότητες ακτινοβολίας είναι κοντά στην ενότητα.

- **Surface Emissivity**

Lead Investigator:	Alan Gillespie and S. Rokugawa
Short Name:	AST_05
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	0.05 - 0.1
Relative Accuracy:	0.005
Horizontal Resolution:	90 m
Units:	None
Product Size (Megabytes):	9

Περιγραφή προϊόντων

Το προϊόν ικανότητας ακτινοβολίας επιπέδου-2 επιφάνειας εδάφους περιέχει την ικανότητα ακτινοβολίας με ανάλυση 90m που παράγεται μόνο πέρα από το έδαφος από πέντε θερμικά υπέρυθρα κανάλια του ASTER. Η ικανότητα ακτινοβολίας επιφάνειας απαιτείται για να παράγει τα στοιχεία θερμοκρασίας επιφάνειας εδάφους (AST08), επίσης με ανάλυση στα 90 μέτρων. Το προϊόν ικανότητας ακτινοβολίας είναι κρίσιμο για τον προσδιορισμό των ακριβών θερμοκρασιών επιφάνειας εδάφους. Είναι επομένως σημαντικό στις μελέτες της ενέργειας επιφάνειας και της ισορροπίας ύδατος. Το προϊόν ικανότητας ακτινοβολίας είναι επίσης χρήσιμο για τη γεωλογική χαρτογράφηση και κάλυψη εδάφους.

Οι τρέχοντες αισθητήρες παρέχουν μόνο τις περιορισμένες πληροφορίες χρήσιμες για την ικανότητα ακτινοβολίας επιφάνειας. Τα πέντε θερμικά υπέρυθρα κανάλια του οργάνου ASTER επιτρέπουν τις άμεσες εκτιμήσεις ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας. Η χαρτογράφηση των θερμικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων από τους οπτικούς αισθητήρες όπως Landsat και AVHRR έχει χρησιμοποιηθεί για πολλές αναπτυξιακές μελέτες. Αυτά τα όργανα, εντούτοις, στερούνται τη φασματική κάλυψη, την ανάλυση και τη ραδιομετρική ακρίβεια που θα παρασχεθούν από το όργανο ASTER.

Περιγραφή αλγορίθμου

Το φάσμα ικανότητας ακτινοβολίας υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την ομαλοποιημένη μέθοδο ικανότητας ακτινοβολίας και αντισταθμίστε επαναληπτικά τον απεικονισμένο άνοιγμα. Το φάσμα ικανότητας ακτινοβολίας ομαλοποιείται χρησιμοποιώντας τη μέση ικανότητα ακτινοβολίας για κάθε pixel.

Η ελάχιστη-ανώτατη διαφορά (MMD) του ομαλοποιημένου φάσματος και η ελάχιστη ικανότητα ακτινοβολίας υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μια οπισθοδρόμηση που αφορά το MMD και την ελάχιστη ικανότητα ακτινοβολίας. Χρησιμοποιούμε την αξία ικανότητας ακτινοβολίας για να υπολογίσετε μια θερμοκρασία χρησιμοποιώντας το νόμο Planck.

Εφαρμογές

Η ικανότητα ακτινοβολίας είναι χρήσιμη στον προσδιορισμό της σύνθεσης επιφάνειας. Πολλά μεταλλεύματα, ειδικά μεταλλεύματα πυριτικών αλάτων που αποτελούν τον όγκο της γήινης επιφάνειας ώστε να έχει τα διακριτικά θερμικά υπέρυθρα φάσματα ικανότητας ακτινοβολίας, αλλά διφορούμενα ή αδιάκριτα φάσματα VNIR. Ο χαλαζίας, οι άστριοι, το ορυκτό amphiboles και pyroxenes όλα είναι σε αυτήν την κατηγορία. Οι βράχοι ανθρακικού άλατος έχουν επίσης τα διακριτικά φάσματα, αν και τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι εκκρεμή από τον ASTER. Επειδή άλλα μεταλλεύματα -- ειδικά σίδηρος και ενυδατωμένα μεταλλεύματα -- έχουν τα διακριτικά φάσματα VNIR και SWIR, η χαρτογράφηση σύνθεσης επιφάνειας αναλαμβάνεται καλύτερα με την πλήρη σειρά των ζωνών ASTER, όχι μόνο οι TIR ζώνες.

Οι ικανότητες ακτινοβολίας βράχου και χώματος αντιπαραβάλλουν επίσης τη βλάστηση, το χιόνι και το ύδωρ. Επομένως, τα στοιχεία ικανότητας ακτινοβολίας είναι χρήσιμα για το δασικό καθαρίσμα χαρτογράφησης και την κάλυψη χιονιού.

Τα ατμοσφαιρικά αέρια όπως SO_2 , εκπεμπόμενα από τα ηφαίστεια, απορροφούν την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία εδάφους επιλεκτικά. Επομένως, οι χάρτες ικανότητας ακτινοβολίας είναι χρήσιμοι στην αναγνώριση της παρουσίας ηφαιστειακών εκπομπών, αν και η ειδική επεξεργασία απαιτείται για να τις βαθμονομήσει. Τα ίδια σχόλια ισχύουν για τη βιομηχανική ρύπανση.

Περιορισμοί

Αυτήν την περίοδο δεν υπάρχει κανένας περιορισμός, και ο αλγόριθμος πρέπει να λειτουργήσει με τα TIR στοιχεία που αποκτιούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας. Ο αλγόριθμος θα επιστρέψει τις ανακριβείς τιμές για τα σύννεφα, εντούτοις,

επειδή οι ατμοσφαιρικές διορθώσεις είναι ανακριβής σε μια έλλειψη γνώσης ύψους σύννεφων. Επομένως, εάν ένα pixel είναι ταξινομημένο ως "σύννεφο" βάσει των φασματικών χαρακτηριστικών θερμοκρασίας του μια σημείωση για αυτό τον σκοπό θα γίνει στο αεροπλάνο QA. Επειδή τα σύννεφα ακτινοβολούν στο έδαφος, pixels που δεν καλύπτονται από τα σύννεφα αλλά στην εγγύτητά τους, θα έχει επίσης τις ανακριβής ικανότητες ακτινοβολίας και τα φάσματα, και επομένως αυτά τα pixels σημειώνονται επίσης στο αεροπλάνο QA. Για κρύες επιφάνειες αντιμετωπίζονται μέσω μιας θερμής ή υγρής διόρθωσης ατμόσφαιρας και μπορούν να είναι ανακριβείς, οδηγώντας στις ανακριβείς εκτιμήσεις ικανότητας ακτινοβολίας.

- **Surface Radiance – VNIR, SWIR**

Lead Investigator:	Kurt Thome
Short Name:	AST_09
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	8% for reflectance > 0.1 15% for reflectance < 0.1
Relative Accuracy:	1%
Horizontal Resolution:	15, 30 m
Units:	$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$
Product Size (Megabytes):	189 (VNIR), 79 (SWIR)

Περιγραφή προϊόντων

Τα δεδομένα επιπέδου-2 (AST09) περιέχουν την ακτινοβολία επιφάνειας για κάθε μια από τις εννέα ζώνες στο VNIR και SWIR ανάλυσης 15m και 30m, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την εφαρμογή μιας ατμοσφαιρικής διόρθωσης στις ακτινοβολίες που αναφέρεται από τον αισθητήρα ASTER. Η ατμοσφαιρική διόρθωση εξαλείφει τα αποτελέσματα λόγω των αλλαγών στη γεωμετρία δορυφόρος – ήλιος και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ο ατμοσφαιρικός αλγόριθμος διορθώσεων εφαρμόζεται σταρική καθαρού ουρανού μόνο και τα αποτελέσματα αναφέρονται ως αριθμός μεταξύ 0 και 1.

Περιγραφή αλγορίθμου

Ο ατμοσφαιρικός αλγόριθμος διορθώσεων που χρησιμοποιείται για να ανακτήσει την ακτινοβολία επιφάνειας στηρίζεται σε μια επιτραπέζια (LUT) προσέγγιση. Το LUT περιέχει τους μπροστινούς της ακτινοβολίας υπολογισμούς μεταφοράς από έναν gauss-Seidel κώδικα επανάληψης για να υπολογίσει την δορυφορική ακτινοβολία για ένα σύνολο υποτιθέμενων τιμών συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας και ποικίλων ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Η ατμοσφαιρική διόρθωση εφαρμόζεται με τη χρησιμοποίηση ενός συνόλου ατμοσφαιρικών συνθηκών εισαγωγής σχετικά με την εικόνα ASTER ενδιαφέρουσα να επιλέξει μια μερίδα του LUT. Η παραγωγή της αναζήτησης LUT είναι ένα σύνολο ακτινοβολιών επιφάνειας / ακτινοβολιών-αισθητήρων. Χρησιμοποιώντας τη γραμμική παρεμβολή σε αυτά τα σύνολα, μια ακτινοβολία που αναφέρεται από τον ASTER μετατρέπεται σε μια ακτινοβολία επιφάνειας.

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες καθορίζονται από τη διανομή μεγέθους αερολύματος (ή ισοδύναμα τον τύπο αερολύματος), το ποσό αερολύματος, πίεση επιφάνειας, και η ήλιος-δορυφόρος γεωμετρία, οι πληροφορίες αερολύματος λαμβάνεται από τις εξωτερικές πηγές, παραδείγματος χάριν MISR, MODIS, ή κλιματολογικά μέσα. Οι λειτουργίες φάσης των μορίων αερολύματος στην ατμόσφαιρα υποτίθεται ότι διασκόρπισαν μόρια χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες διανομής μεγέθους αερολύματος που παρέχονται από MISR ή MODIS. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων από αυτήν την μέθοδο εξαρτάται από την ακρίβεια των ατμοσφαιρικών συνθηκών εισαγωγής και της κλίσης επιφάνειας. Το πρότυπο αναμένεται να χάσει την ακρίβεια στην έκταση λόγω της υπόθεσης της οριζόντιας ομοιογένειας που γίνεται στον κώδικα μεταφοράς ακτινοβολίας. Επίσης λόγω αυτής της υπόθεσης, το πρότυπο θα δώσει τα λιγότερο ακριβή αποτελέσματα στις περιοχές όπου η ατμόσφαιρα ή η επιφάνεια δεν είναι οριζόντια ομοιογενής στην κλίμακα διάφορων pixel.

Εφαρμογές

Η ακριβής ατμοσφαιρική διόρθωση εξαλείφει τα αποτελέσματα των αλλαγών στη γεωμετρία δορυφόρος – ήλιος, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και βελτιώνει την ταξινόμηση τύπων επιφάνειας και τις εκτιμήσεις του προϋπολογισμού γήινης ακτινοβολίας. Η χρήση των στοιχείων ASTER για τις εφαρμογές όπως η γεωργική διαχείριση απαιτεί την ατμοσφαιρική διόρθωση.

Περιορισμοί

Αυτή η περιγραφή ισχύει για την ατμοσφαιρική μέθοδο διορθώσεων που χρησιμοποιείται για τις ηλιο-αντανακλαστικές ζώνες μόνο για τα pixel καθαρού-ουρανού. Αυτός ο αλγόριθμος απαιτεί ψηφιακό πρότυπο παρέχοντας κλίση ανύψωσης και μια ανύψωση για την ακριβή διαμόρφωση του συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας. Το πρότυπο απαιτεί τα οπτικά βάθη συνόλου και συστατικών ως εισαγωγή. Ο αλγόριθμος υπολογίζεται μόνο για τα πρωινά στοιχεία εικόνας για ζώνες VNIR - SWIR. Ο αλγόριθμος αρχίζει να χωρίζει στις μεγάλες γωνίες άποψης (μη εφαρμόσιμες για τον ASTER) και τις μεγάλες ηλιακές γωνίες αποκορυφώματος (> 75 βαθμούς).

Η ακρίβεια του αλγορίθμου υποβιβάζει επίσης κάπως τις περιοχές γύρω από την κατεύθυνση οπισθοδιασποράς λόγω των ισχυρών αποτελεσμάτων επιφάνειας BRDF. Η αβεβαιότητα στα αποτελέσματα αυξάνεται επίσης στις περιοχές της ατμοσφαιρικής ετερογένειας.

- **Surface Radiance – TIR**

Lead Investigator:	Frank Palluconi
Short Name:	AST_09T
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	2%
Relative Accuracy:	1%
Horizontal Resolution:	90 m
Units:	$W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$
Product Size (Megabytes):	14

Περιγραφή προϊόντων

Αυτό το προϊόν παρέχει την επιφάνεια αφήνοντας την ακτινοβολία, για τα πέντε κανάλια TIR του ASTER με χωρική ανάλυση 90 μ. Αυτή η ακτινοβολία περιλαμβάνει και την επιφάνεια εκπομπής και την επιφάνεια απεικόνισης συστατικών. Η ακτινοβολία επιφάνειας είναι μόνο γνωστής ακρίβειας για τα σύννεφα ελεύθερων pixel δεδομένου ότι οι ανεπαρκείς πληροφορίες είναι διαθέσιμες για τις ιδιότητες σύννεφων για μια έγκυρη διόρθωση των νεφελωδών pixel.

Η ακριβής ατμοσφαιρική διόρθωση προορίζεται να εξαλείψει την επίδραση της ατμόσφαιρας που παρέχει την ευκαιρία να χρησιμοποιηθούν αυτές οι ακτινοβολίες στον προσδιορισμό της φασματικής ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας και της κινητικής θερμοκρασίας επιφάνειας. Αυτή η ατμοσφαιρική διόρθωση, μαζί με τις παρόμοιες διορθώσεις για άλλα όργανα Terra, χαρακτηρίζει την πρώτη εφαρμογή της λειτουργικής ατμοσφαιρικής διόρθωσης στους περιβαλλοντικούς δορυφόρους. Αυτή η παράμετρος παράγεται μόνο κατόπιν αιτήσεως, και τα στοιχεία μπορούν να συλλεχθούν κατά τη διάρκεια είτε της ημέρας είτε της νύχτας.

Περιγραφή αλγορίθμου

Η ακτινοβολία που μετρείται από το όργανο ASTER περιλαμβάνει την εκπομπή, την απορρόφηση, και τη διασπορά από τα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας. Ο σκοπός της ατμοσφαιρικής διόρθωσης είναι να εξαλειφθούν αυτά τα αποτελέσματα που παρέχουν τις εκτιμήσεις της ακτινοβολίας που εκπέμπεται και που απεικονίζεται στην επιφάνεια. Η ατμοσφαιρική διόρθωση είναι απαραίτητη για να απομονώσει εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της παρατήρησης που είναι εγγενή στην επιφάνεια από εκείνους που προκαλούνται από την ατμόσφαιρα.

Η προσέγγιση περιλαμβάνει δύο θεμελιώδη στοιχεία: 1) η χρήση ενός προτύπου μεγέθους μεταφοράς ακτινοβολίας, της απορρόφησης, και της διασποράς ατμόσφαιρας, και 2) η απόκτηση όλων των απαραίτητων ατμοσφαιρικών παραμέτρων (δηλ. θερμοκρασία, υδρατμός, όζον, αερολύματα) στο χρόνο και τη θέση της μέτρησης για να διορθωθεί. MODTRAN είναι το επιλεγμένο πρότυπο μεταφοράς ακτινοβολίας.

Εφαρμογές

Η επιφάνεια που αφήνει την ακτινοβολία συνδέεται πολύ με τις θερμικές ιδιότητες. Εάν η φασματική ικανότητα ακτινοβολίας της επιφάνειας είναι γνωστή, η κινητική θερμοκρασία επιφάνειας μπορεί να ληφθεί άμεσα λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες που παρέχονται αυτό το προϊόν. Η κινητική θερμοκρασία επιφάνειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές που κυμαίνονται από τις παραγωγές της ροής λογικής θερμότητας ως τις εκτιμήσεις της πίεσης εγκαταστάσεων. Η φασματική ικανότητα ακτινοβολίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τη σύνθεση επιφάνειας, η οποία έχει την ευρεία εφαρμογή στη γεωλογία, την περιβαλλοντική εκτίμηση και τον αστικό προγραμματισμό.

Περιορισμοί

Η επιφάνεια που αφήνει την ακτινοβολία είναι μόνο γνωστής ακρίβειας για τα pixel με σύννεφα. Δεδομένου ότι αυτό το προϊόν στοιχείων δεν διορθώνει για την παρουσία σύννεφων ύδατος ή πάγου που είναι αβέβαιης αξίας όταν τέτοια σύννεφα είναι παρόντα, εντούτοις, μια μάσκα σύννεφων συμπεριλαμβάνεται στην εξασφάλιση ποιότητας μερίδα "αεροπλάνων QA" του προϊόντος, που επιτρέπει στο χρήστη να αποφύγει τα pixel με νέφη. Επιπλέον, τα προϊόντα ταυτότητας σύννεφων από MODIS και MISR μπορούν να χρησιμοποιηθούν εάν η χωρική ανάλυση αυτών των προϊόντων είναι αποδεκτή.

Αυτό το προϊόν χρησιμοποιείται μέσα στο λειτουργικό πλαίσιο παραγωγής προϊόντων στοιχείων ASTER ως εισαγωγή στην παραγωγή της φασματικής ικανότητας ακτινοβολίας επιφάνειας για τις πέντε ζώνες στο TIR .

- **Surface Reflectance**

Lead Investigator:	Kurt Thome
Short Name:	AST_07
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	0.01 for reflectance < 0.15 7 % for reflectance > 0.15
Relative Accuracy:	0.005
Horizontal Resolution:	15, 30 m
Units:	None
Product Size (Megabytes):	189 (VNIR), 79 (SWIR)

Περιγραφή προϊόντων

Το σύνολο δεδομένων ανάκλασης επιπέδου-2 (AST07) περιέχει το συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας για κάθε μια από τις εννέα ζώνες στο VNIR και SWIR ανάλυσης 15m και 30m, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την εφαρμογή μιας ατμοσφαιρικής διόρθωσης στις ακτινοβολίες που αναφέρεται από τον αισθητήρα ASTER. Η ατμοσφαιρική διόρθωση εξαλείφει τα αποτελέσματα λόγω των αλλαγών στη γεωμετρία δορυφόρος – ήλιος και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Ο ατμοσφαιρικός αλγόριθμος διορθώσεων εφαρμόζεται στα pixel καθαρού ουρανού μόνο και τα αποτελέσματα αναφέρονται μεταξύ 0 και 1.

Περιγραφή αλγορίθμου

Ο ατμοσφαιρικός αλγόριθμος διορθώσεων που χρησιμοποιείται για να ανακτήσει το συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας στηρίζεται σε μια επιτραπέζια (LUT) προσέγγιση. Το LUT περιέχει τους της υπολογισμούς μεταφοράς ακτινοβολίας από έναν gauss-Seidel κώδικα επανάληψης για να υπολογίσει δορυφορική ακτινοβολία για ένα σύνολο υποτιθέμενων τιμών ανάκλασης επιφάνειας και ποικίλων ατμοσφαιρικών συνθηκών. Η ατμοσφαιρική διόρθωση εφαρμόζεται με τη χρησιμοποίηση ενός συνόλου ατμοσφαιρικών συνθηκών εισαγωγής σχετικά με την εικόνα ASTER ενδιαφέρουσα να επιλέξει μια μερίδα του LUT.. Χρησιμοποιώντας τη γραμμική παρεμβολή, μια ακτινοβολία που αναφέρεται από τον ASTER μετατρέπεται σε έναν συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες καθορίζονται από τη διανομή μεγέθους αερολύματος (ή ισοδύναμα τον τύπο αερολύματος), το ποσό αερολύματος, πίεση επιφάνειας, και η γεωμετρία ήλιος-δορυφόρος, οι πληροφορίες αερολύματος λαμβάνονται από τις εξωτερικές πηγές, παραδείγματος χάριν MISR, MODIS, ή κλιματολογικά μέσα.

Οι λειτουργίες φάσης των μορίων αερολύματος στην ατμόσφαιρα υποτίθεται ότι διασκόρπισαν ως μόρια χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες διανομής μεγέθους αερολύματος που παρέχονται από MISR ή MODIS. Τα αποτελέσματα από αυτήν την μέθοδο θα είναι στις μονάδες ανάκλασης (τιμές μεταξύ 0 και 1) με μια ακρίβεια εξαρτώμενη από την ακρίβεια των ατμοσφαιρικών συνθηκών εισαγωγής και της κλίσης επιφάνειας. Το πρότυπο αναμένεται να χάσει την ακρίβεια στην έκταση με την υψηλή ανακούφιση λόγω της υπόθεσης της οριζόντιας ομοιογένειας που γίνεται στον κώδικα μεταφοράς ακτινοβολίας. Επίσης λόγω αυτής της υπόθεσης, το πρότυπο θα δώσει τα λιγότερο ακριβή αποτελέσματα στις περιοχές όπου η ατμόσφαιρα ή η επιφάνεια δεν είναι οριζόντια ομοιογενής στην κλίμακα διάφορων pixel.

Εφαρμογές

Η ακριβής ατμοσφαιρική διόρθωση εξαλείφει τα αποτελέσματα των αλλαγών στη γεωμετρία δορυφόρος-ήλιος και τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και βελτιώνει την ταξινόμηση τύπων επιφάνειας και τις εκτιμήσεις του προϋπολογισμού γήινης ακτινοβολίας, η χρήση των στοιχείων ASTER για τις εφαρμογές όπως η γεωργική διαχείριση απαιτεί την ατμοσφαιρική διόρθωση.

Περιορισμοί

Αυτή η περιγραφή ισχύει για την ατμοσφαιρική μέθοδο διορθώσεων που χρησιμοποιείται για τις ηλιο-αντανακλαστικές ζώνες μόνο για τα pixel καθαρού ουρανού. Αυτός ο αλγόριθμος απαιτεί ψηφιακά πρότυπα παρέχοντας κλίση ανύψωσης και μια ανύψωση για την ακριβή διαμόρφωση του συντελεστή ανάκλασης επιφάνειας. Το πρότυπο απαιτεί τα οπτικά βάθη συνόλου και συστατικών ως εισαγωγή. Ο αλγόριθμος υπολογίζεται μόνο για τα πρωινά στοιχεία εικόνας για το VNIR - ζώνες SWIR. Ο αλγόριθμος αρχίζει να χωρίζει στις μεγάλες γωνίες άποψης (μη εφαρμόσιμες για τον ASTER) και τις μεγάλες ηλιακές γωνίες αποκορυφώματος (> 75 βαθμοί). Η ακρίβεια του αλγορίθμου υποβιβάζει επίσης κάπως τις περιοχές γύρω από την κατεύθυνση οπισθοδιασποράς λόγω των ισχυρών αποτελεσμάτων επιφάνειας BRDF. Η αβεβαιότητα στα αποτελέσματα αυξάνεται επίσης σε περιοχές της ατμοσφαιρικής ετερογένειας.

- **Brightness Temperature at Sensor**

Lead Investigator:	Ron Alley
Short Name:	AST_04
Product Level:	2
Production Mode:	On-Demand
Absolute Accuracy:	1-2 C
Relative Accuracy:	0.3 C
Horizontal Resolution:	90 m
Units:	Degrees C
Product Size (Megabytes):	~7

Περιγραφή προϊόντων

Το σώμα αυτού του προϊόντος είναι η θερμοκρασία φωτεινότητας για πέντε θερμικές υπέρυθρες ζώνες του ASTER (8-12 μ m, ζώνες 10-14). Η θερμοκρασία φωτεινότητας είναι η προφανής παρατηρηθείσα θερμοκρασία, υποθέτοντας μια ικανότητα ακτινοβολίας επιφάνειας 1,0 (δηλ., σαν το αντικείμενο ήταν blackbody). Οι υπολογισμοί εκτελούνται αρχίζοντας από την ακτινοβολία στον αισθητήρα χωρίς ατμοσφαιρική διόρθωση.

Περιγραφή αλγορίθμου

Το ποσό ακτινοβολίας σε ένα κανάλι ASTER θα παρατηρήσει κατά την εξέταση μιας πηγής ιδιαίτερης θερμοκρασίας και υπολογίζεται με τον ακόλουθο τρόπο. Η φασματική ακτινοβολία κάθε μήκος κύματος υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη λειτουργία Planck. Αυτή η αξία πολλαπλασιάζεται με την ομαλοποιημένη λειτουργία φασματικής απάντησης σε εκείνο το μήκος κύματος, και τα αποτελέσματα αυτού του υπολογισμού είναι ενσωματωμένα πέρα από τη σειρά των μηκών κύματος που έχουν μια απάντηση αισθητήρων.

Ο ανωτέρω υπολογισμός έγινε για κάθε ένα από τα πέντε κανάλια TIR του ASTER σε όλες τις θερμοκρασίες (με ακρίβεια 0,01) γ) ότι το υποσύστημα TIR του ASTER σχεδιάστηκε για να καταγράψει (200 έως 370K). Το αποτέλεσμα είναι ένας πίνακας των παρατηρηθεισών ακτινοβολιών ως λειτουργία της θερμοκρασίας.

Αυτός ο πίνακας χρησιμοποιήθηκε για να κατασκευάσει έναν δεύτερο πίνακα, ο οποίος απαρτιζόταν τη θερμοκρασία ως λειτουργία της ακτινοβολίας. Αυτός ο δεύτερος πίνακας αποθηκεύεται ως πίνακας συμβούλευσης, που χρησιμοποιείται για να παράγει αυτό το προϊόν.

Εφαρμογές

Η θερμοκρασία φωτεινότητας έχει χρησιμοποιηθεί για να παρατηρήσει τα ηφαιστειακά σύννεφα τέφρας, να ανιχνεύσει τους μολύβδους πάγου στην Αρκτική και για να προσδιορίσει τις ανθρωπογενείς και φυσικές πυρκαγιές, για να ονομάσει μερικά παραδείγματα. Η θερμοκρασία φωτεινότητας του ASTER θα χρησιμοποιηθεί ως εναλλαγή στην ακτινοβολία στον αλγόριθμο χωρισμού θερμοκρασίας/ικανότητας ακτινοβολίας για να εκθέσει τη σχετική θερμοκρασία σύννεφου επειδή δεν θα υπάρξει καμία συνήθως διαθέσιμη εφαρμόσιμη ατμοσφαιρική διόρθωση για να επιτρέψει έναν υπολογισμό της ακριβούς θερμοκρασίας. Οι θερμοκρασίες φωτεινότητας του ASTER μπορούν να αποκτηθούν κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας και σε όλους τους τύπους επιφάνειας (έδαφος, ύδωρ, σύννεφο, κ.λπ.).

Περιορισμοί

Ο αλγόριθμος περιορίζεται μόνο από το γεγονός ότι απαιτεί τις ακόρεστες τιμές ακτινοβολιών εισαγωγής. Ο αλγόριθμος πρέπει να λειτουργήσει στο υποσύστημα TIR που αποκτιούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας ή της νύχτας και πέρα από το έδαφος, τα σύννεφα, το ύδωρ, ή οτιδήποτε άλλο λιγότερο θερμό από περίπου 120 °C γ ή πίο κρύο από -100°C .

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV
ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΟ

ASTER	<i>Advanced space borne thermal emission and reflection radiometer</i>	Προοδευμένο διαστημικό σκάφος θερμικής εκπομπής και αντανάκλασης πεδιομέτρου
CSMS	<i>Communications and system management segment</i>	Τμήμα επικοινωνιών και διαχείρισης συστημάτων
DAAC	<i>Distributed active archive center</i>	Κατανεμημένο ενεργό κέντρο αρχείου
DCE	<i>Distributed computing environment</i>	Κατανεμημένο υπολογιστικό περιβάλλον
EDS	<i>Expedited data set</i>	Επισπευμένο σύνολο στοιχείων
EDOS	<i>Eos data and operations system</i>	Δεδομένα Eos και σύστημα διαδικασιών
EOS	<i>Earth observing system</i>	Σύστημα παρακολούθησης γης
EOSDIS	<i>Eos data and information system</i>	Δεδομένα Eos και σύστημα πληροφοριών
ERSDAC	<i>Earth remote sensing data analysis center</i>	Κέντρο ανάλυσης γήινων δεδομένων Τηλεπισκόπησης
GDS	<i>Ground data system</i>	Σύστημα γήινων δεδομένων
GSMS	<i>Ground system management subsystem</i>	Γήινο σύστημα διεύθυνσης υποσυστήματος
JAROS	<i>Japan resources observation system organization</i>	Οργάνωση συστήματος παρατήρησης των πόρων Ιαπωνίας
MITI	<i>Ministry of international trade and industry</i>	Υπουργείο διεθνούς εμπορίου και βιομηχανίας
MODIS	<i>Moderate resolution imaging spectroradiometer</i>	Μέτρηση ανάλυσης απεικόνισης φασματικού ραδιομέτρου

NASA	<i>National aeronautics and space administration</i>	Εθνική αεροναυτική και διαστημική διοίκηση
STAR	<i>Science team acquisition request</i>	Επιστημονική ομάδα απόκτηση αιτήματος
SWIR	<i>Short wave infrared radiometer</i>	Υπέρυθρο πεδιδόμετρο μικρού κύματος
TIR	<i>Thermal infrared radiometer</i>	πεδιδόμετρο θερμικό υπέρυθρο
VNIR	<i>Visible and near infrared radiometer</i>	Ορατό και κοντινό υπέρυθρο πεδιδόμετρο