



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ

Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος



Εισαγωγή στην Τοπογραφία & ΓΣΠ

Καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος

ihatz@aegean.gr

http://www.env.aegean.gr/labs/Remote_sensing/Remote_sensing.htm



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Διάλεξη-11
Φωτογραμμετρία

Άδειες Χρήσης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Εισαγωγή στην Φωτογραμμετρία

- **Η θεωρία περιλαμβάνει:**

- Φωτογραμμετρία, ορισμός. Αεροφωτογραφική μηχανή πλαισίου, ψηφιακή με γυροσκοπική βάση.
- Η θέση του αεροπλάνου X, Y, Z και οι γωνίες στροφής ω , ϕ , κ , roll, pitch, yaw.
- Εσωτερικός προσανατολισμός Ακτινική διαστροφή φακού, πρωτεύον σημείο, κύρια απόσταση, εικονοσυντεταγμένες, βαθμονόμηση.
- Αναλυτική διατύπωση της διαστροφής του φακού.
- Μηχανή συνεχούς λωρίδας, Πανοραμική μηχανή. Γωνία πεδίου φακού μηχανής πλαισίου. IMC (Image Motion Compensation).
- Γεωμετρία απλής Α/Φ. Στερεόραση – στέρεο εικόνες, γεωμετρία στερεοζεύγους Α/Φ.
- Η Συνθήκη Συγγραμμικότητας. Εμπροσθοτομία και οπισθοτομία χώρου.
- Προετοιμασία Α/Φ, σημεία Von Gruber. Σχετικός προσανατολισμός. Διασύνδεση μοντέλων μεταξύ τους.
- Μπλοκ αποτελούμενο από τρεις λωρίδες.
- Τα σημεία διασύνδεσης (tie points) φαίνονται σε κυκλάκια. Απόλυτος Προσανατολισμός. Συσχετισμός συστήματος αναφοράς μοντέλου με το σύστημα αναφοράς εδάφους.
- Η συνόρθωση δέσμης.
- Η διαδικασία δημιουργίας δοκιμίου χάρτη. Φωτομωσαϊκό, τοπογραφικό, DEM, ορθοφωτογραφία. Μη συμβατική Φωτογραμμετρία, Αρχαιολογία, Εθνικά πάρκα.
- Δορυφορική φωτογραμμετρία. Συντελεστές ρητών συναρτήσεων.
- Φωτογραμμετρία με UAV, UAS.

- **Το εργαστήριο περιλαμβάνει:** Φωτογραμμετρία

- **Λέξεις κλειδιά:**

- Φωτογραμμετρία, μηχανή πλαισίου, ψηφιακή μηχανή, γυροσκοπική, ω , ϕ , κ , roll, pitch, yaw, προσανατολισμός, διαστροφή, πρωτεύον σημείο, κύρια απόσταση, βαθμονόμηση, πανοραμική, IMC, απλή Α/Φ, στερεοζεύγος, Von Gruber, λωρίδα, μπλοκ, εσωτερικός, εξωτερικός, σχετικός, απόλυτος, συγγραμμικότητα, εμπροσθοτομία, οπισθοτομία, δέσμη, φωτομωσαϊκό, τοπογραφικό, DEM, ορθοφωτογραφία, δορυφορική, UAV, UAS.

Φωτογραμμετρία

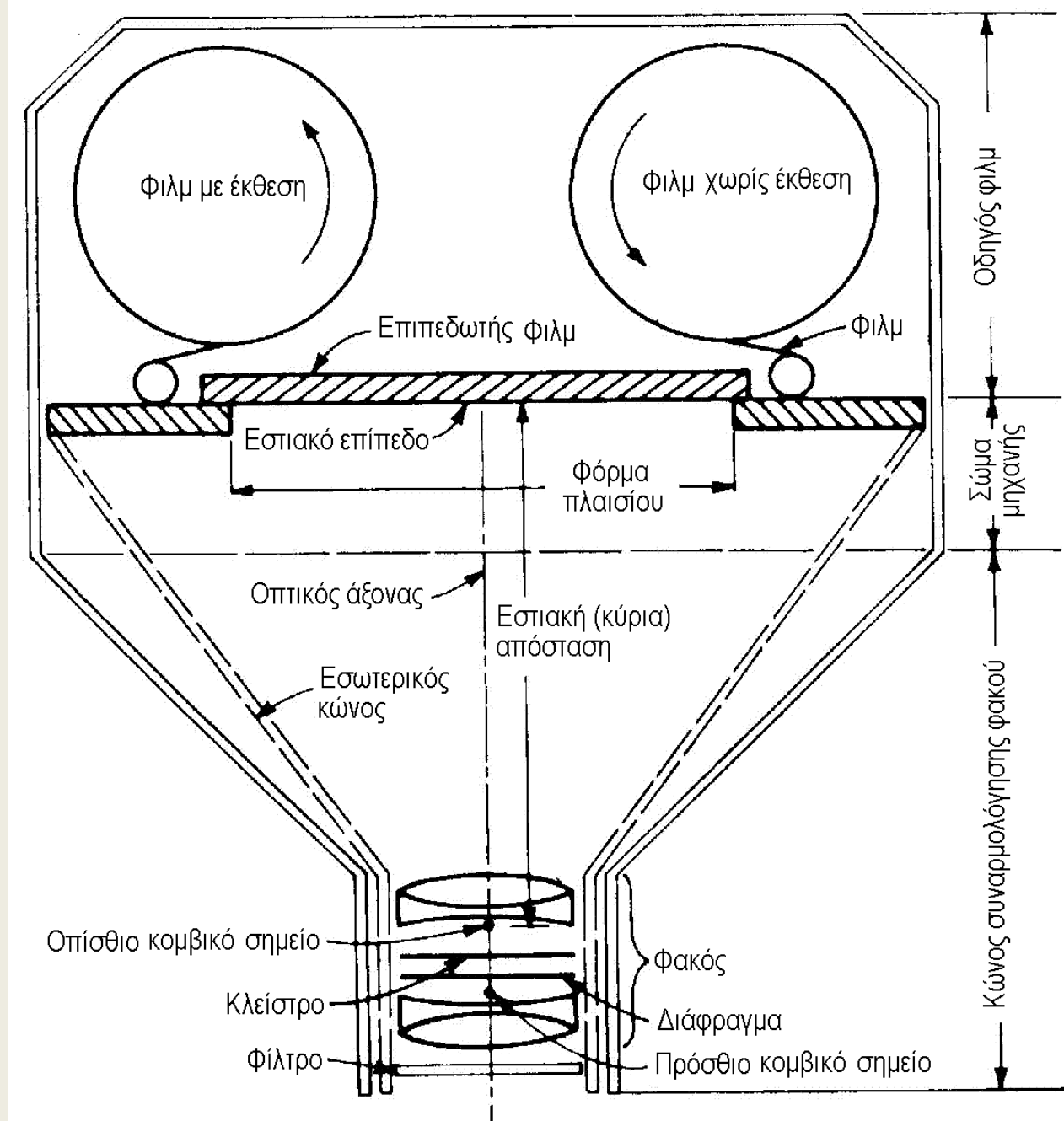
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ

ΜΕΤΡΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ

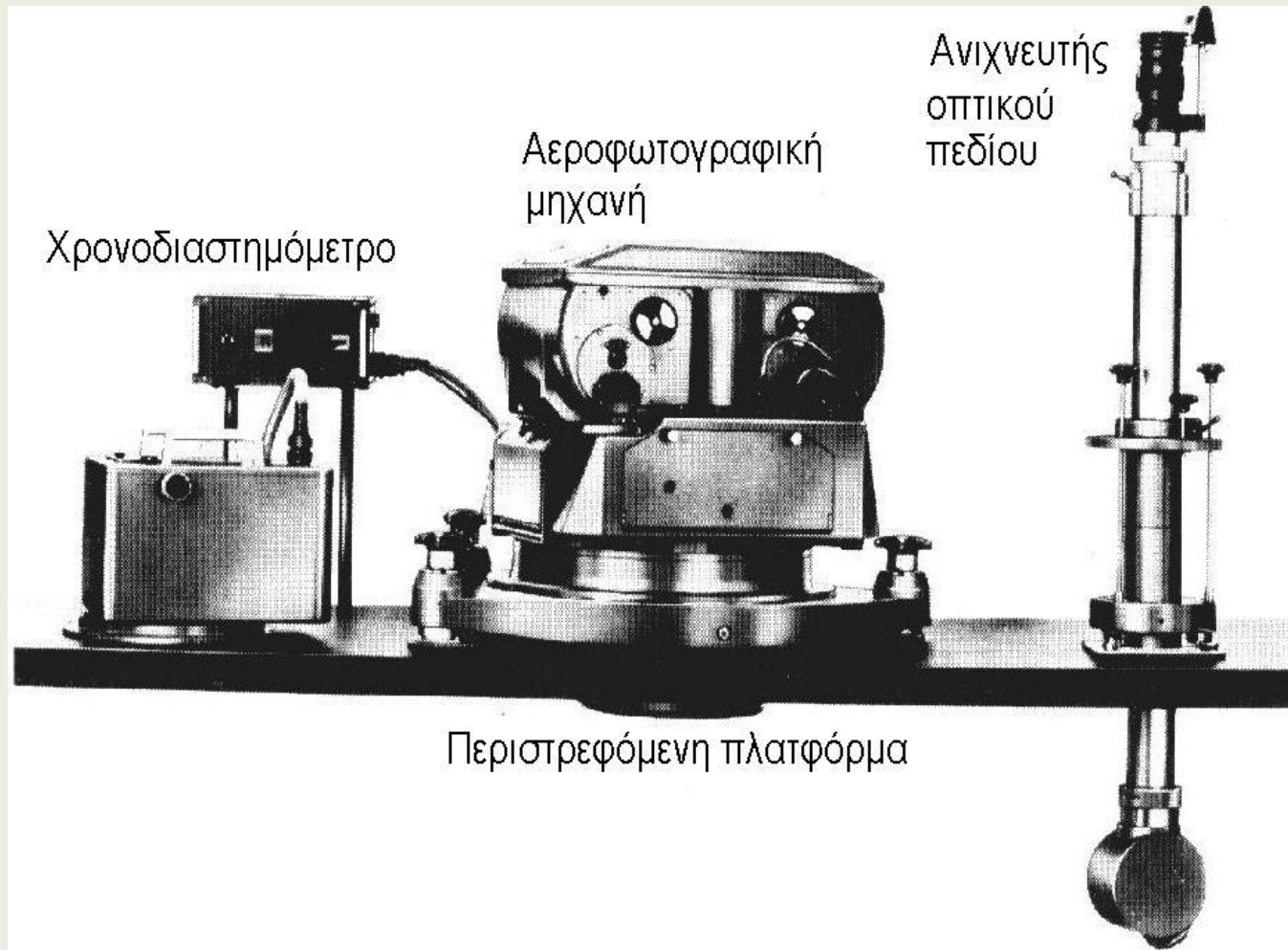
Η επιστήμη, η τέχνη και η τεχνολογία που χρησιμοποιεί εικόνες για να πάρει από αυτές αξιόπιστη μετρική πληροφορία.

- A. Εναέρια φωτογραμμετρία για τοπογράφηση
- B. Διαστημική φωτογραμμετρία για τοπογράφηση (SPOT, IKONOS, Quick Bird, κτλ.)
- Γ. Επίγεια μη συμβατική φωτογραμμετρία
 - Τοπογράφηση
 - Βιομηχανία
 - Όραση ρομπότ
 - Αρχιτεκτονική
 - Αρχαιολογία
 - Ιατρική
 - Άλλες εφαρμογές

Αεροφωτο- γραφική μηχανή πλαisiού



Περιστρεφόμενη βάση στήριξης



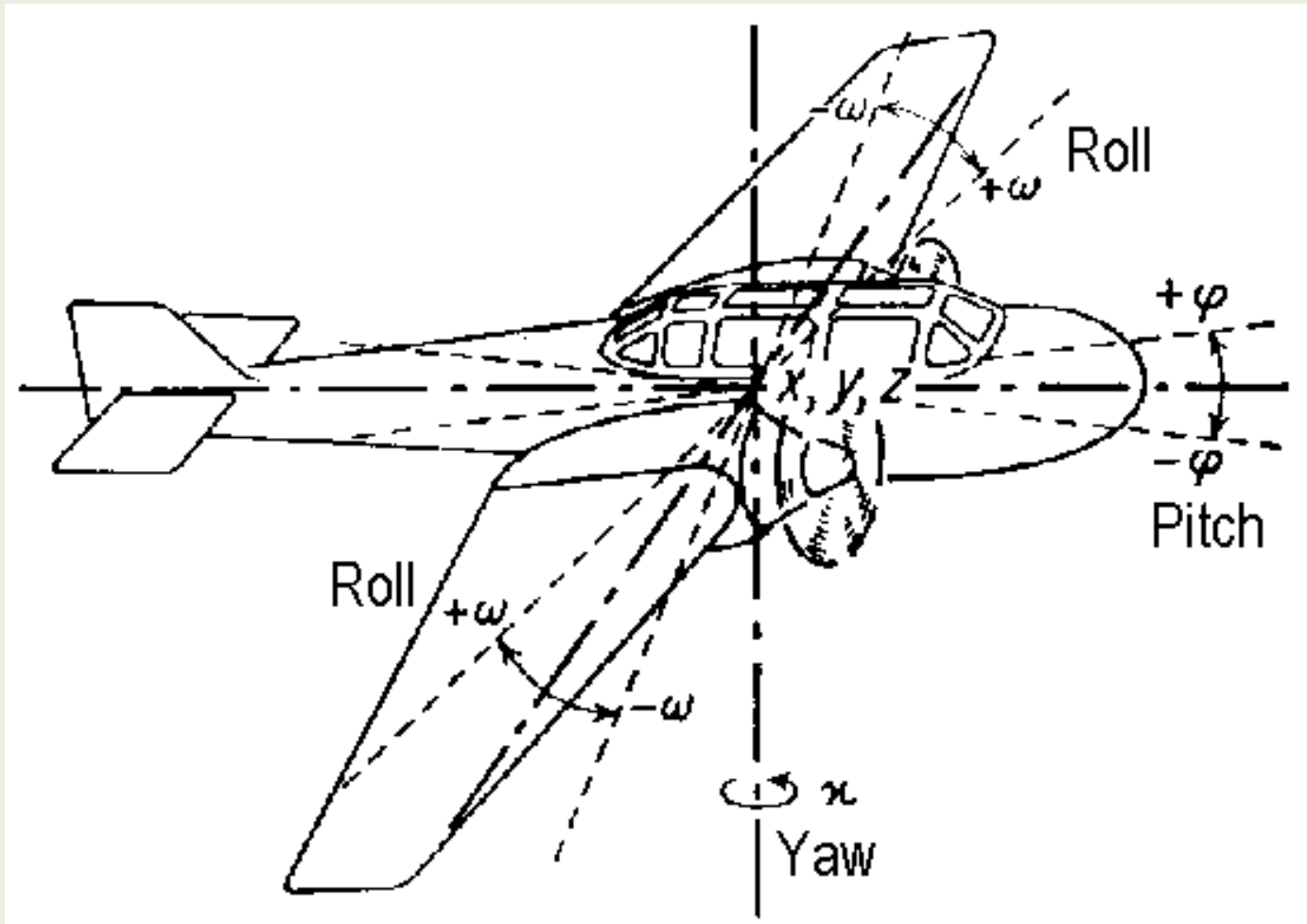


Σύγχρονο ολοκληρωμένο σύστημα ψηφιακής αεροφωτογράφισης. Άνω: Ψηφιακή αεροφωτογραφική μηχανή UltraCam-Xr της VEXCEL της εταιρείας Microsoft. Με προδιαγραφές: 4 κανάλια στο πανχρωματικό ζευγμένα σε ένα με 17310*11310 εικονοστοιχεία στα 6μm, 4-κανάλια RGB & NIR με 5770*3770 εικονοστοιχεία στα 6μm, 8 και 16 bit με 1 πλαίσιο ανά 2 δευτερόλεπτα, Forward Motion Copensation (FMC) 50 pixels.

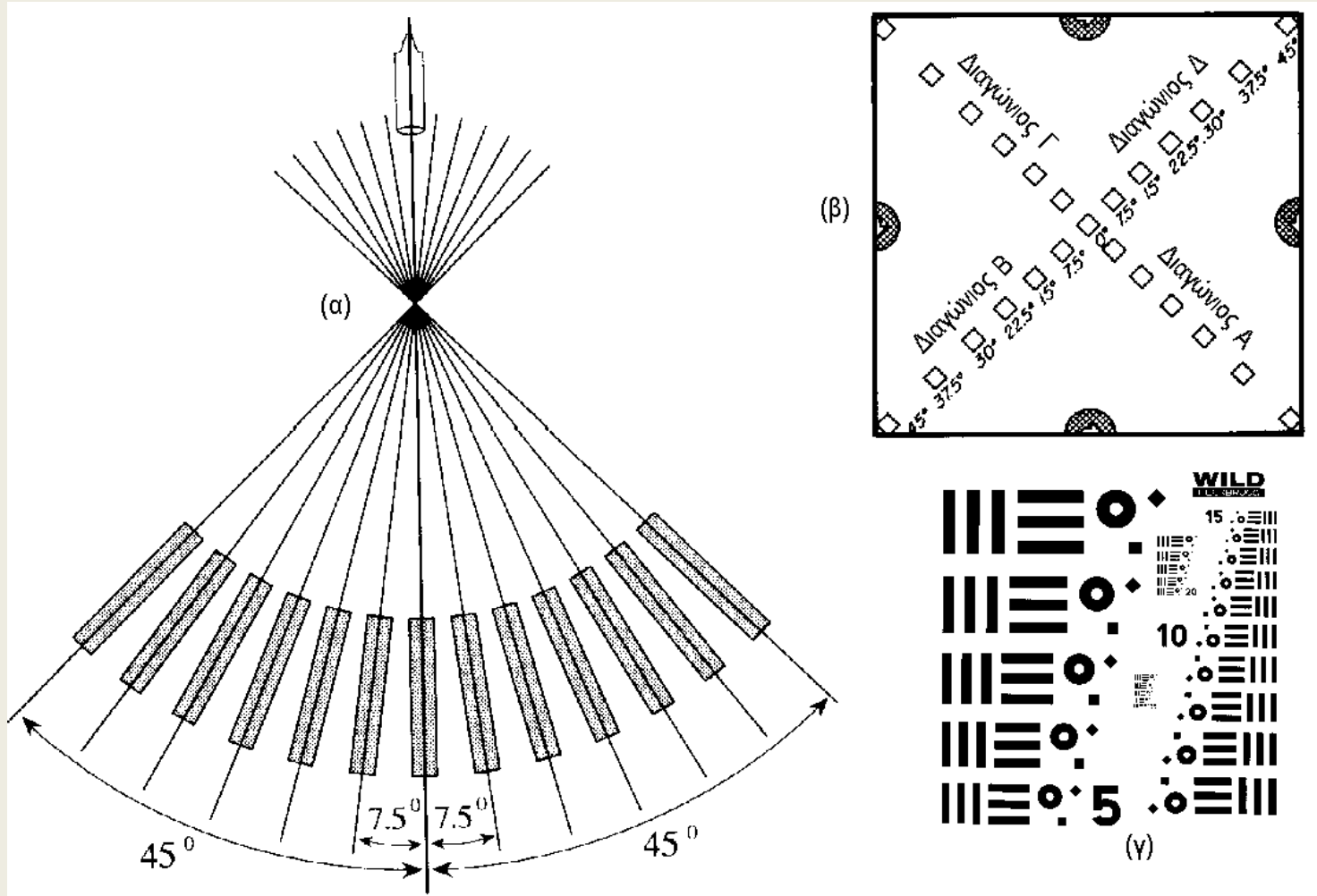


Κάτω: Η ίδια μηχανή προσαρμοσμένη στο Σύστημα GNSS (Global Navigation Satellite System) PosTrack της εταιρίας Arplanix που χρησιμοποιεί λογισμικό της εταιρίας TrackAir με τα εξής χαρακτηριστικά: Σύστημα πλοήγησης GPS, Αυτοματοποιημένη έκθεση, Έλεχος της μηχανής, Ενσωμάτωση των αδρανιακών και GPS συστημάτων Arplanix POS/AV 510 (GNSS/INS) στη γυροσκοπική πλατφόρμα PAV 80/PAV30 της εταιρίας Leica. Προδιαγραφές PAV 80: Σταθερότητα σε roll/pitch $\pm 7^\circ/-8^\circ$ έως $+6^\circ$, Σταθερότητα σε drift: $\pm 30^\circ$, Απόκλιση από την κατακόρυφο: $\leq 0.02^\circ$. Απόκλιση από το drift $\leq 0.02^\circ/\text{sec}$.

Η θέση του αεροπλάνου X, Y, Z και οι γωνίες στροφής roll, pitch, yaw



Εσωτερικός προσανατολισμός Ακτινική διαστροφή φακού - βαθμονόμηση



Αναλυτική διαστρόφη φακού

• Η ακτινική διαστρόφη του φακού που δίνει τη μετατόπιση της αρχικής ακτίνας από τη σωστή θέση r στη θέση που δημιουργεί την εικόνα r' . Η συνάρτηση διόρθωσης Δr δίνεται από τη σχέση (με τέσσερις συντελεστές):

$$\Delta r = K_0 r + K_1 r^3 + K_2 r^5 + K_3 r^7$$

Η διόρθωση εικονοσυντεταγμένων (x, y) γίνεται ως εξής:

Πρώτα υπολογίζουμε το $r'^2 = x'^2 + y'^2$, ύστερα έχουμε:

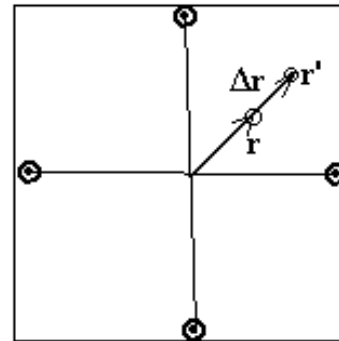
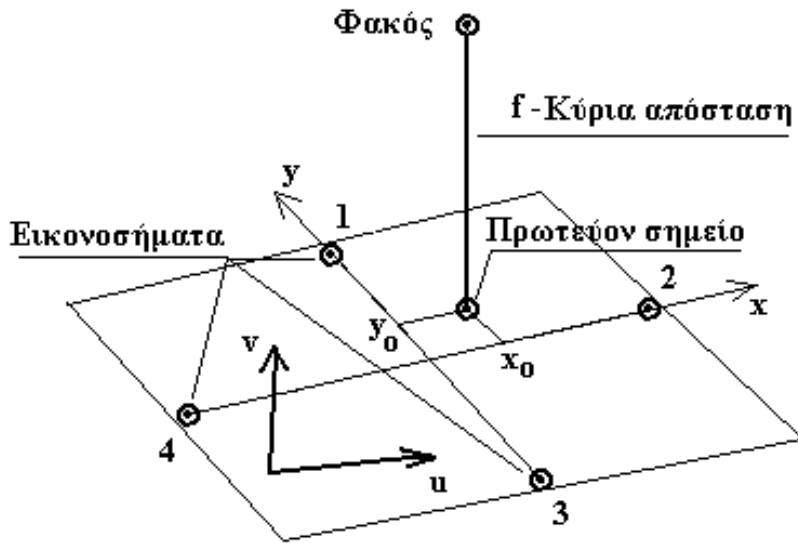
$$x = x' - x' \cdot \Delta r / r', \quad y = y' - y' \cdot \Delta r / r'$$

• Η εφαπτομενική διαστρόφη η οποία δίνεται από τις σχέσεις (με 2 συντελεστές):

$$\Delta x = P_1 (3 x^2 + y^2) + 2 P_2 x y, \quad \Delta y = 2 P_1 x y + P_2 (x^2 + 3 y^2)$$

Εσωτερικός προσανατολισμός

Πρωτεύον σημείο – κύρια απόσταση - εικονοσυντεταγμένες



Ψηφιακή
εικόνα

$$u_0 = \frac{m}{2}$$

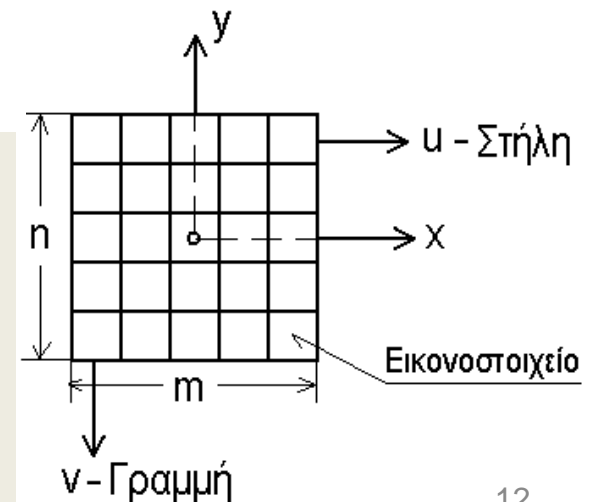
$$v_0 = \frac{n}{2}$$

Αναλογική
εικόνα

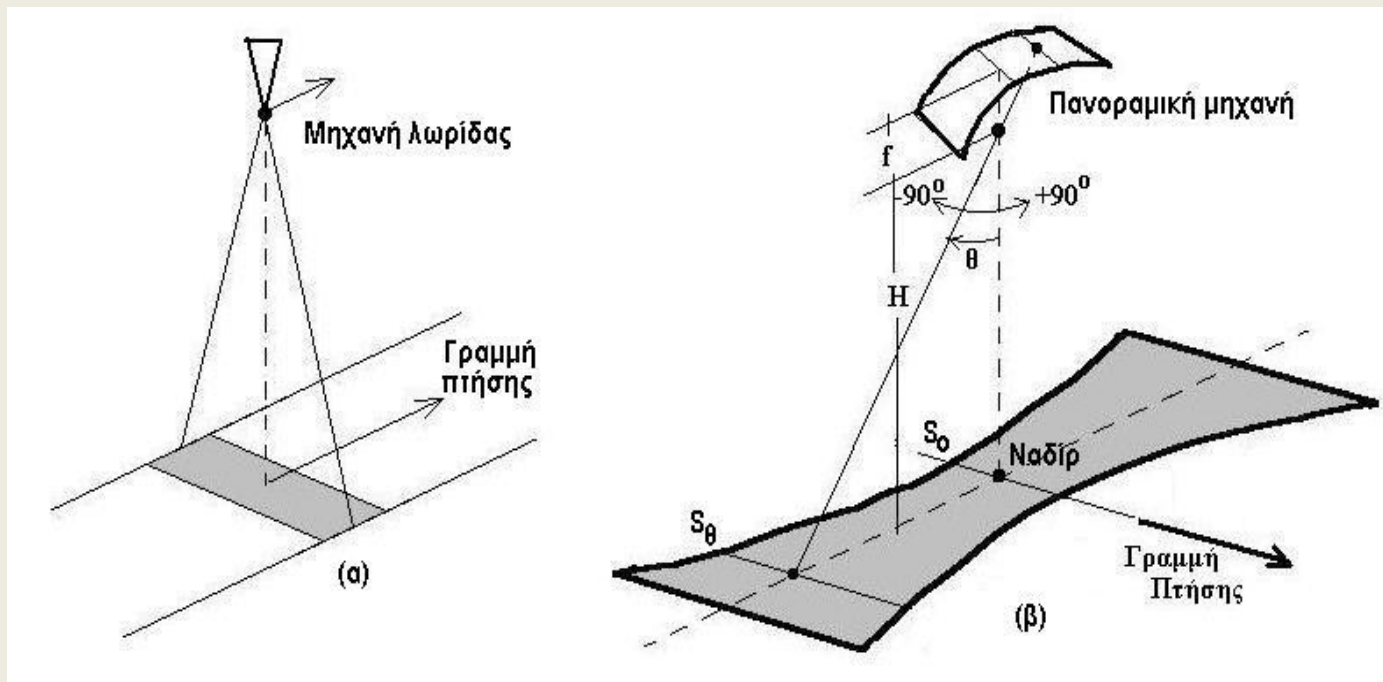
Αφινικός μετασχηματισμός:

$$x = A_1 + A_2 u + A_3 v$$

$$y = B_1 + B_2 u + B_3 v$$

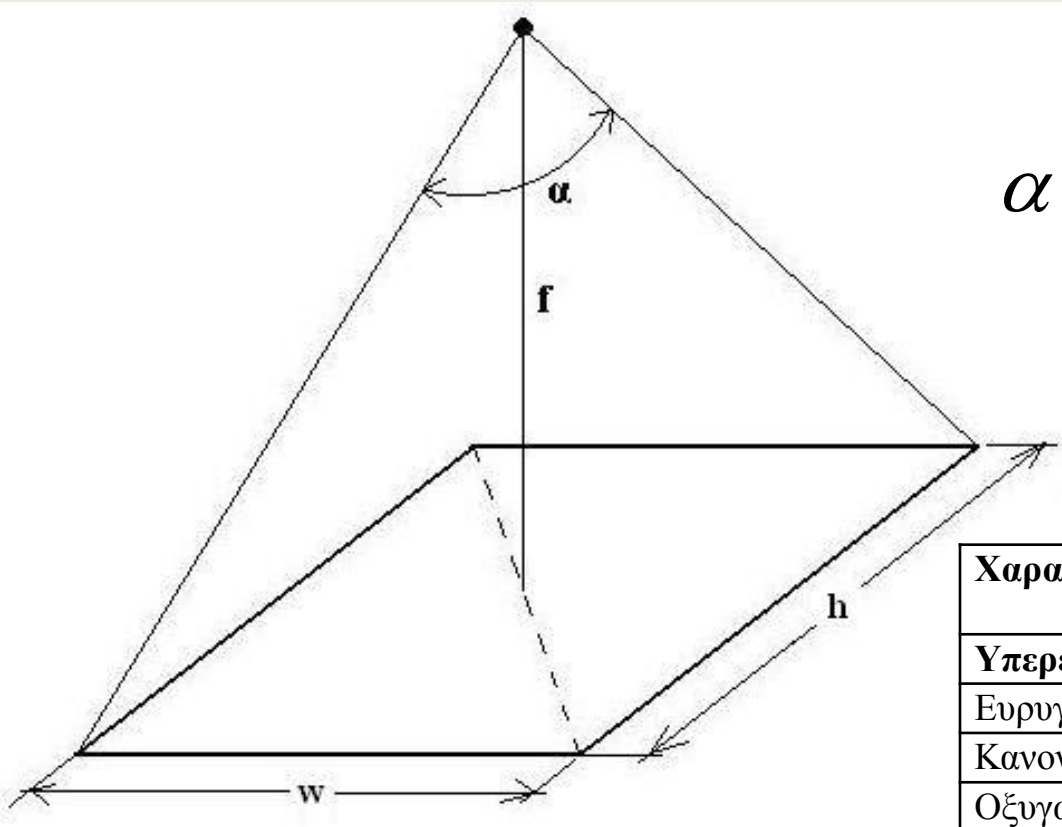


(α) Μηχανή συνεχούς λωρίδας, (β) Πανοραμική μηχανή



$$S_0 = \frac{f}{H}, \quad S_g = \frac{f}{H / \sigma\upsilon\nu(\vartheta)}$$

Γωνία πεδίου φακού μηχανής πλαισίου



$$\alpha = 2 \cdot \arctan \left(\frac{\sqrt{w^2 + h^2}}{2 \cdot f} \right)$$

Χαρακτηρισμός	f [in]	f [mm]	Γων.πεδίου [μοίρες]
Υπερευγώνιος	3.25	82.55	126
Ευρυγώνιος	6	152.4	94
Κανονικός	8	203.2	77
Οξυγώνιος	12	304.8	56
Υπεροξυγώνιος	18	457.2	39
Υπερ-υπεροξυγώνιος	24	609.6	30

IMC (Image Motion Compensation)

Σε μοντέρνες μηχανές για αεροφωτογράφιση για να μην επηρεάζεται η λήψη από την κίνηση του αεροπλάνου, χρησιμοποιείται ειδικός μηχανισμός διόρθωσης της κίνησης του αεροπλάνου κατά τη διάρκεια της έκθεσης κινώντας συνήθως τη μηχανή με φορά αντίθετη αυτής του αεροπλάνου (σε άλλο σύστημα κινείται το φιλμ), ώστε το φιλμ να παραμένει φαινομενικά ακίνητο τη στιγμή της έκθεσης. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται *IMC (Image Motion Compensation)*.

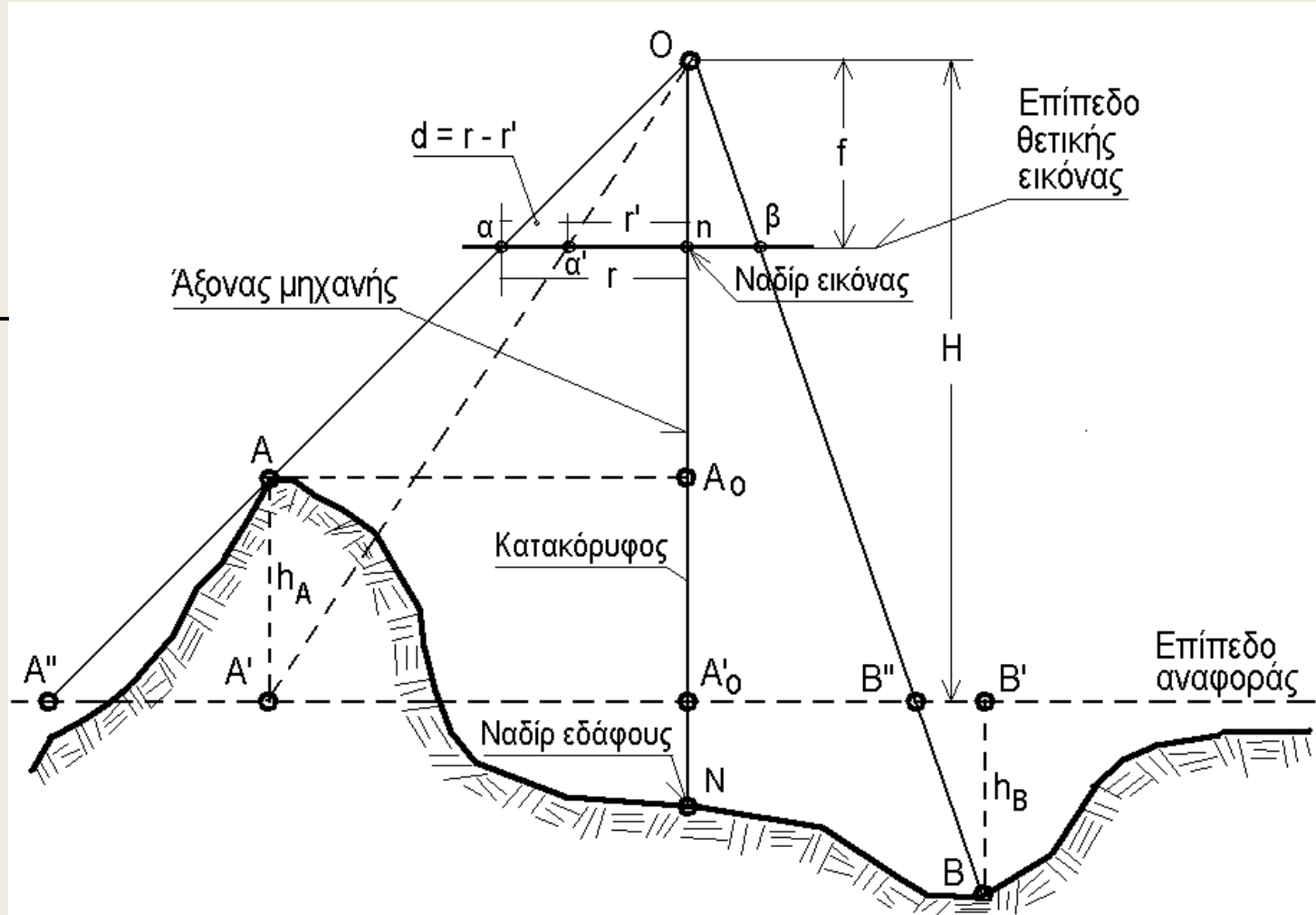
Γεωμετρία απλής Α/Φ

Κλίμακα

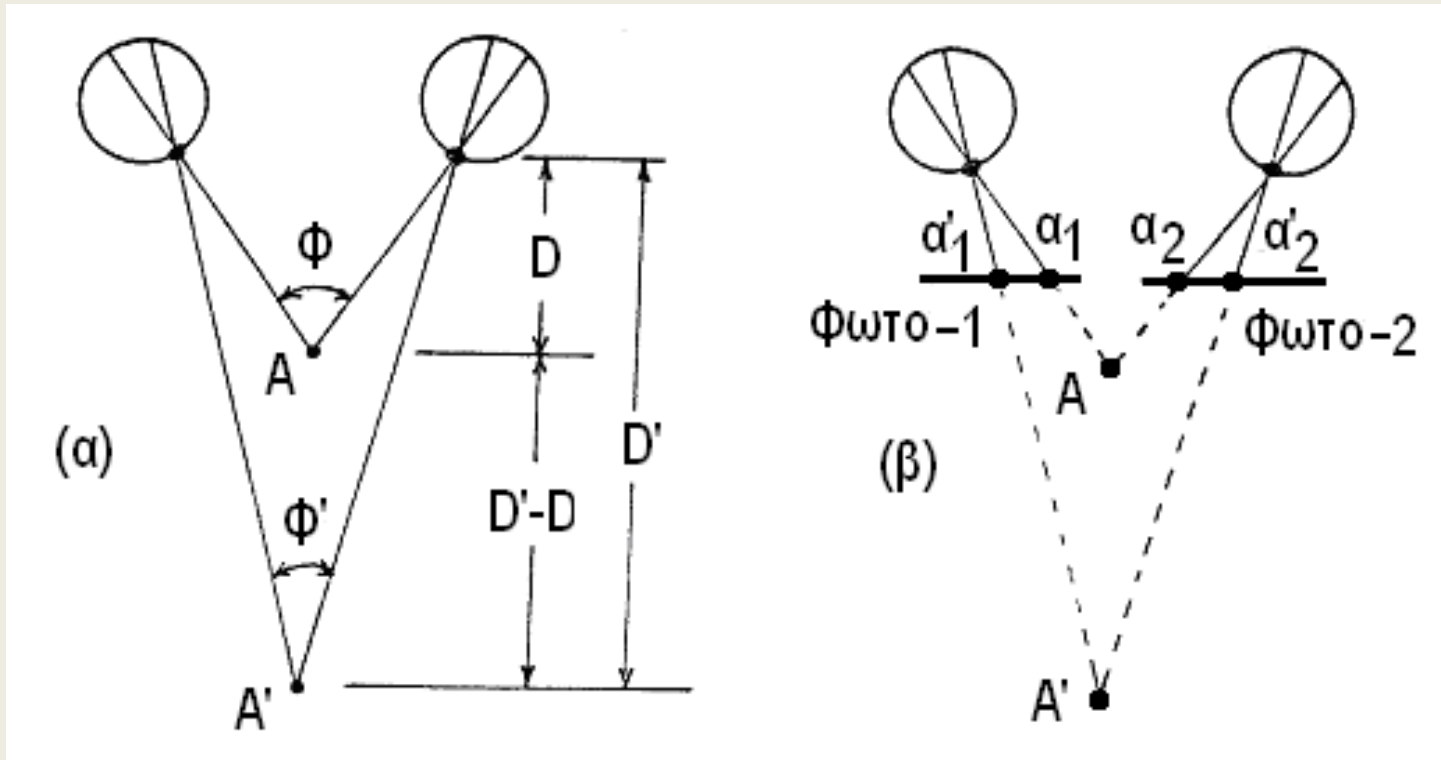
$$S_A = \frac{f}{H - h_A}$$

Μετατόπιση λόγω αναγλύφου

$$d = \frac{r h_A}{H}$$



Στερεόραση – στέρεο εικόνες



(α) είναι παρμένες από δύο διαφορετικούς σταθμούς λήψης

(β) έχουν επικάλυψη

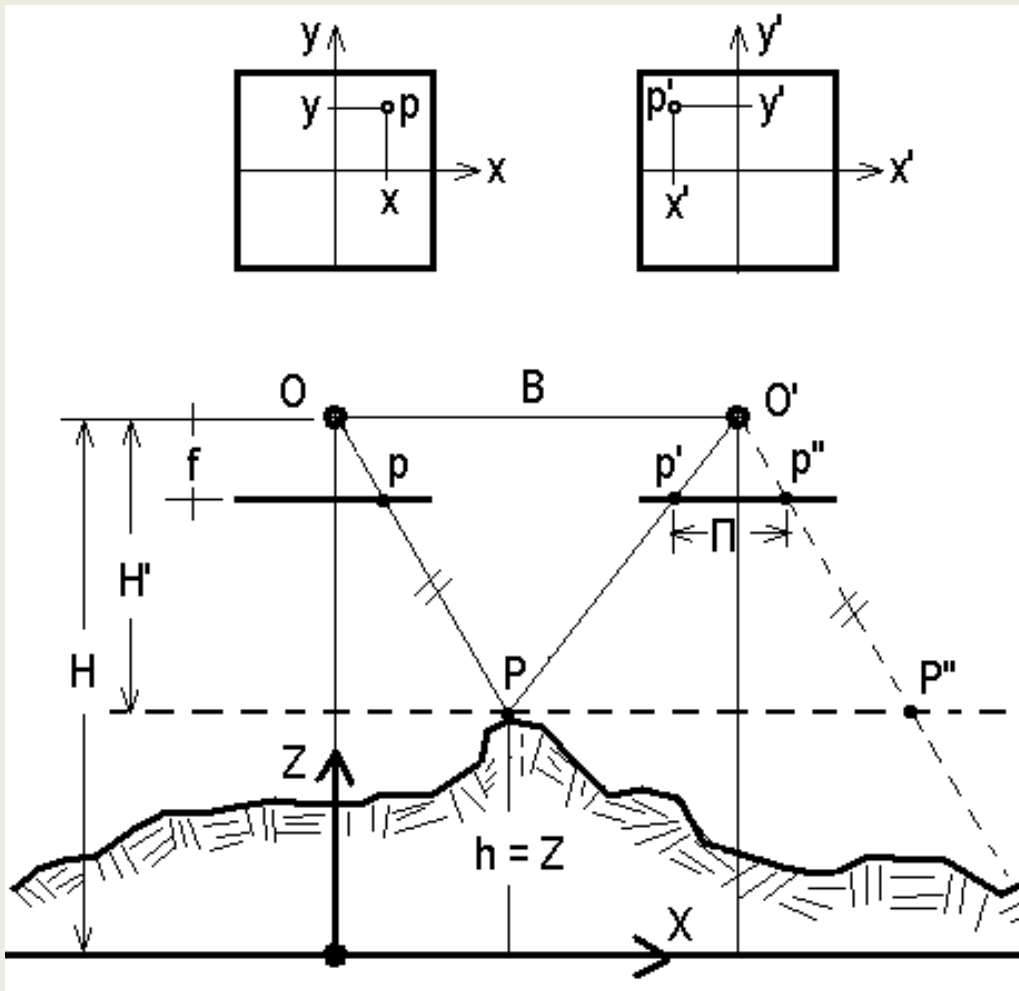
(γ) άξονες παράλληλοι και κάθετοι στη βάση

(δ) σταθερό αντικείμενο όταν κινείται η μηχανή

(ε) δύο συγχρονισμένες μηχανές με ταυτόχρονες εκθέσεις για κινούμενο αντικείμενο

Γεωμετρία στερεοζεύγους Α/Φ

$$\frac{x - x'}{B} = \frac{f}{H - h} \Rightarrow h = H - \frac{Bf}{x - x'} \Rightarrow h = H - \frac{Bf}{\Pi}$$



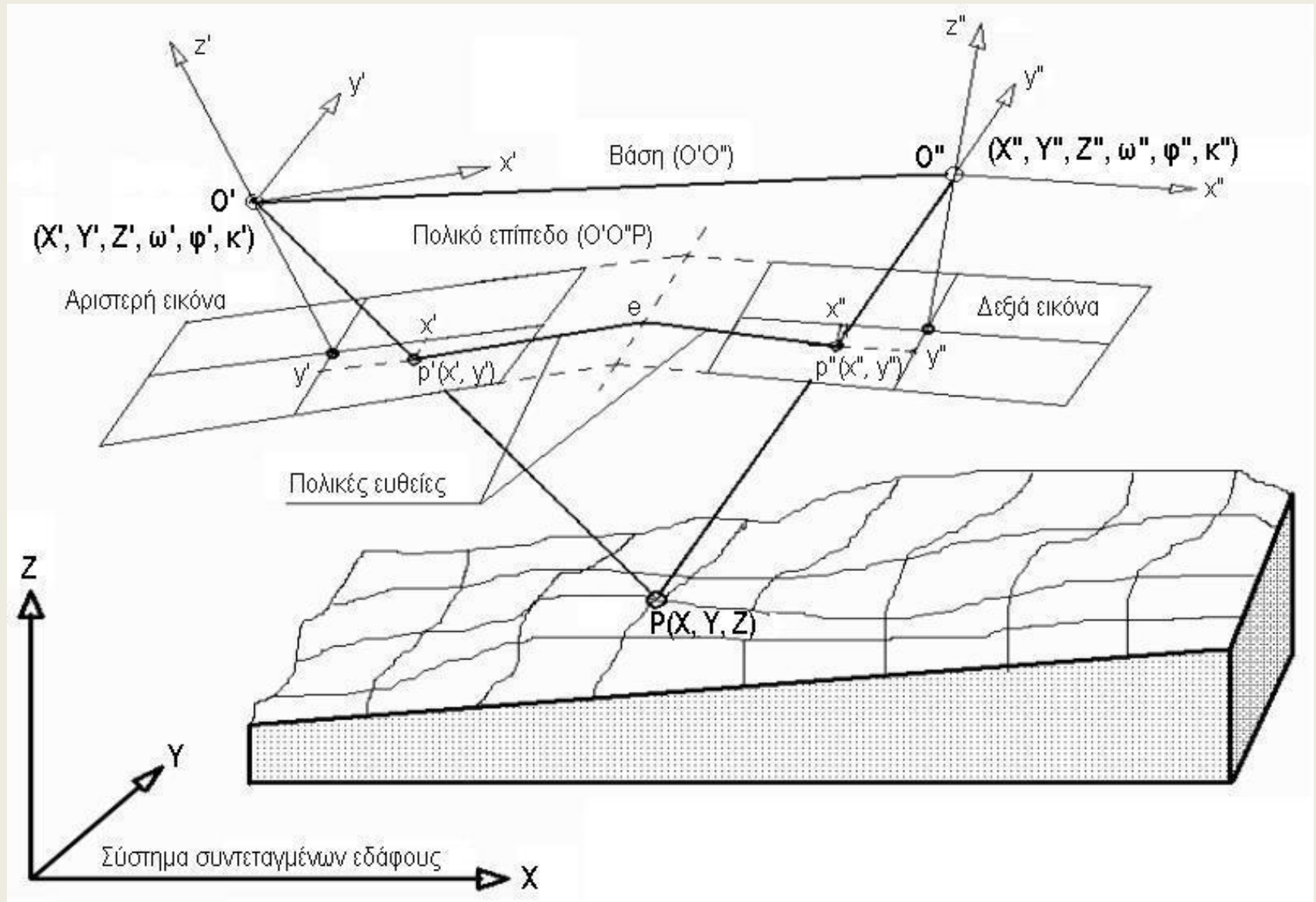
$$\frac{x}{X} = \frac{f}{H - h} \quad \eta$$

$$X = x \left(\frac{H - h}{f} \right) = \frac{x}{S}$$

$$\frac{y}{Y} = \frac{f}{H - h} \quad \eta$$

$$Y = y \left(\frac{H - h}{f} \right) = \frac{y}{S}$$

Διάταξη ζεύγους επικαλυπτόμενων φωτογραφιών



Η Συνθήκη Συγγραμμικότητας

$$\overline{O'p'} = k.M.\overline{O'P}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = kM \begin{bmatrix} X - X_L \\ Y - Y_L \\ Z - Z_L \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = k \begin{bmatrix} m_{11} m_{12} m_{13} \\ m_{21} m_{22} m_{23} \\ m_{31} m_{32} m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X_L \\ Y - Y_L \\ Z - Z_L \end{bmatrix}$$

$$x = -f \frac{m_{11}(X - X_L) + m_{12}(Y - Y_L) + m_{13}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

$$y = -f \frac{m_{21}(X - X_L) + m_{22}(Y - Y_L) + m_{23}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

m_{11} = συνφ.συνκ

m_{12} = συνω.ημκ + ημω.ημφ.συνκ

m_{13} = ημω.ημκ - συνω.ημφ.συνκ

m_{21} = -συνφ.ημκ

m_{22} = συνω.συνκ - ημω.ημφ.ημκ

m_{23} = ημω.συνκ + συνω.ημφ.ημκ

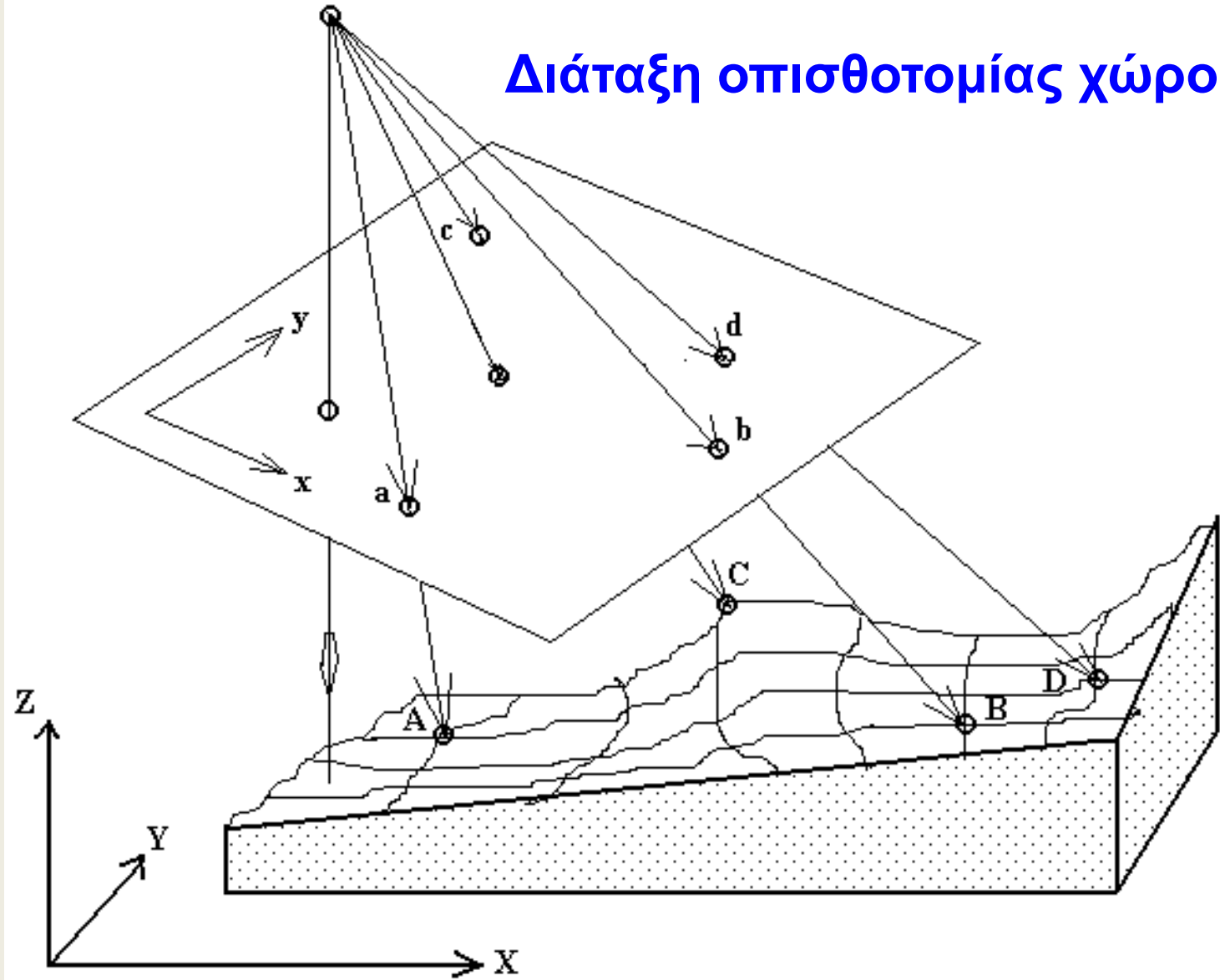
m_{31} = ημφ

m_{32} = - ημω.συνφ

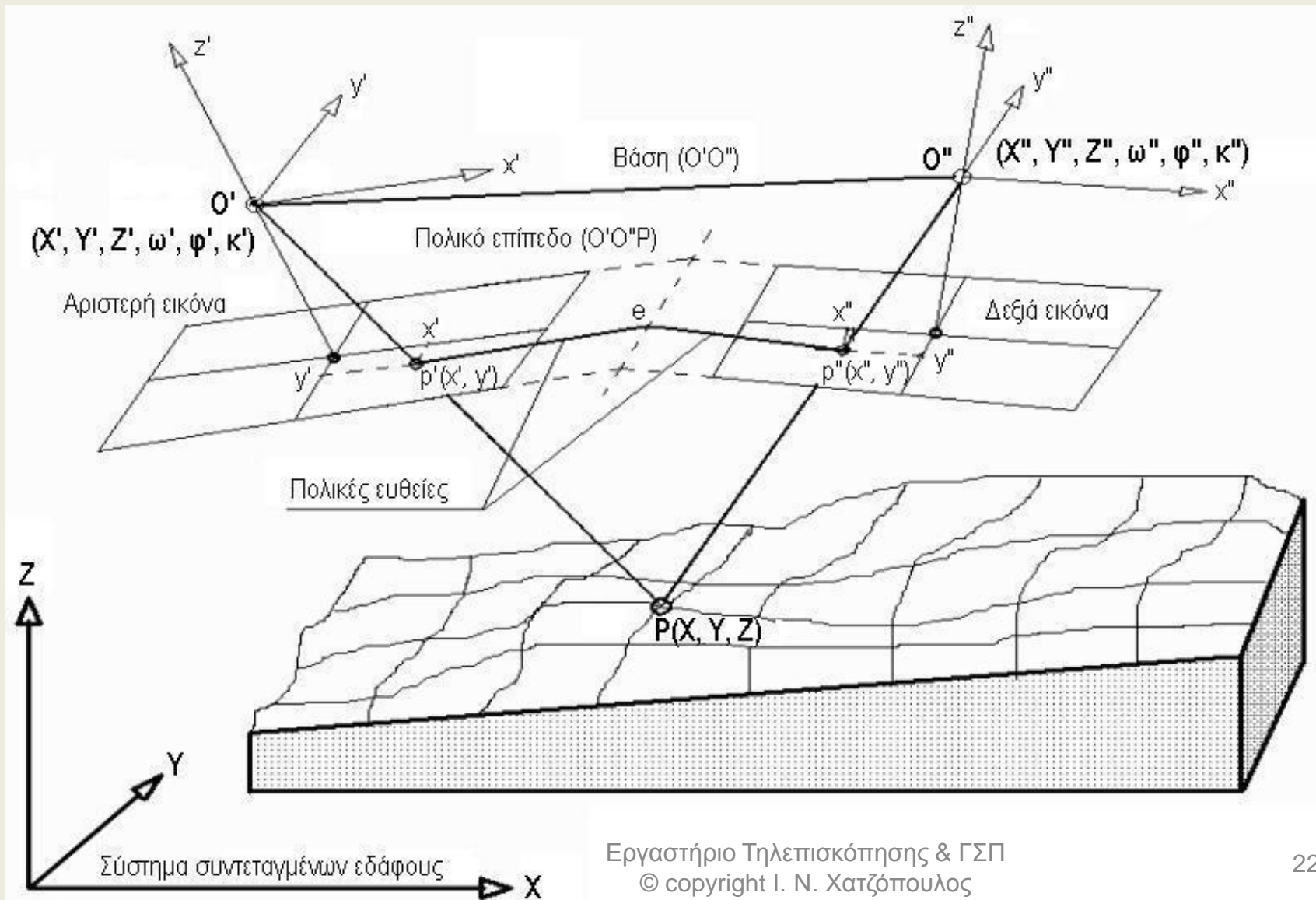
m_{33} = συνω.συνφ

$O(X, Y, Z), (\omega, \phi, \kappa)$

Διάταξη οπισθοτομίας χώρου

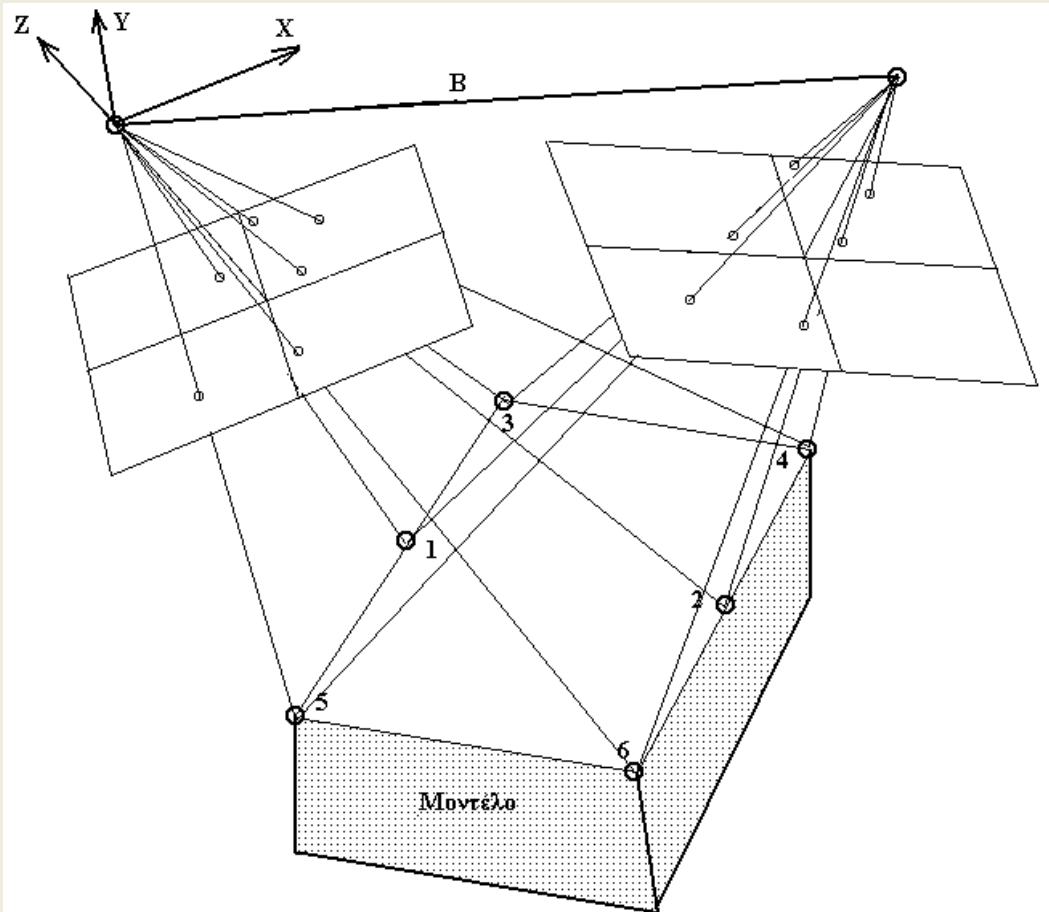


Εμπροσθοτομία χώρου



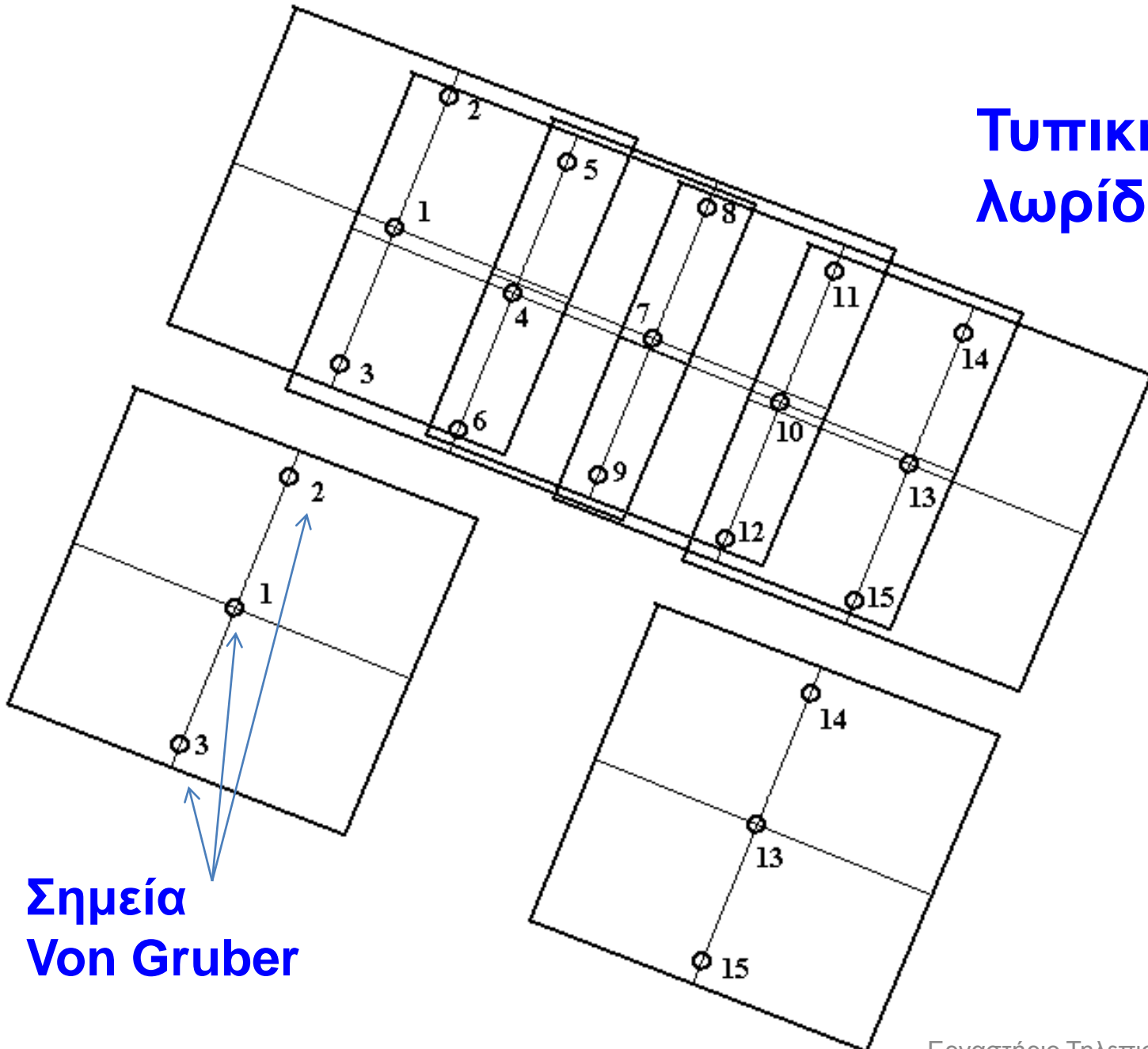
Σχετικός προσανατολισμός

Ο σχετικός προσανατολισμός έχει σαν στόχο την τομή όλων των ομόλογων ακτίνων δύο ή περισσότερων επικαλυπτόμενων εικόνων. Όταν αυτό επιτευχθεί, τότε οι δέσμες των ακτίνων αυτών βρίσκονται σε προβολική θέση, βλέπε σχήμα.



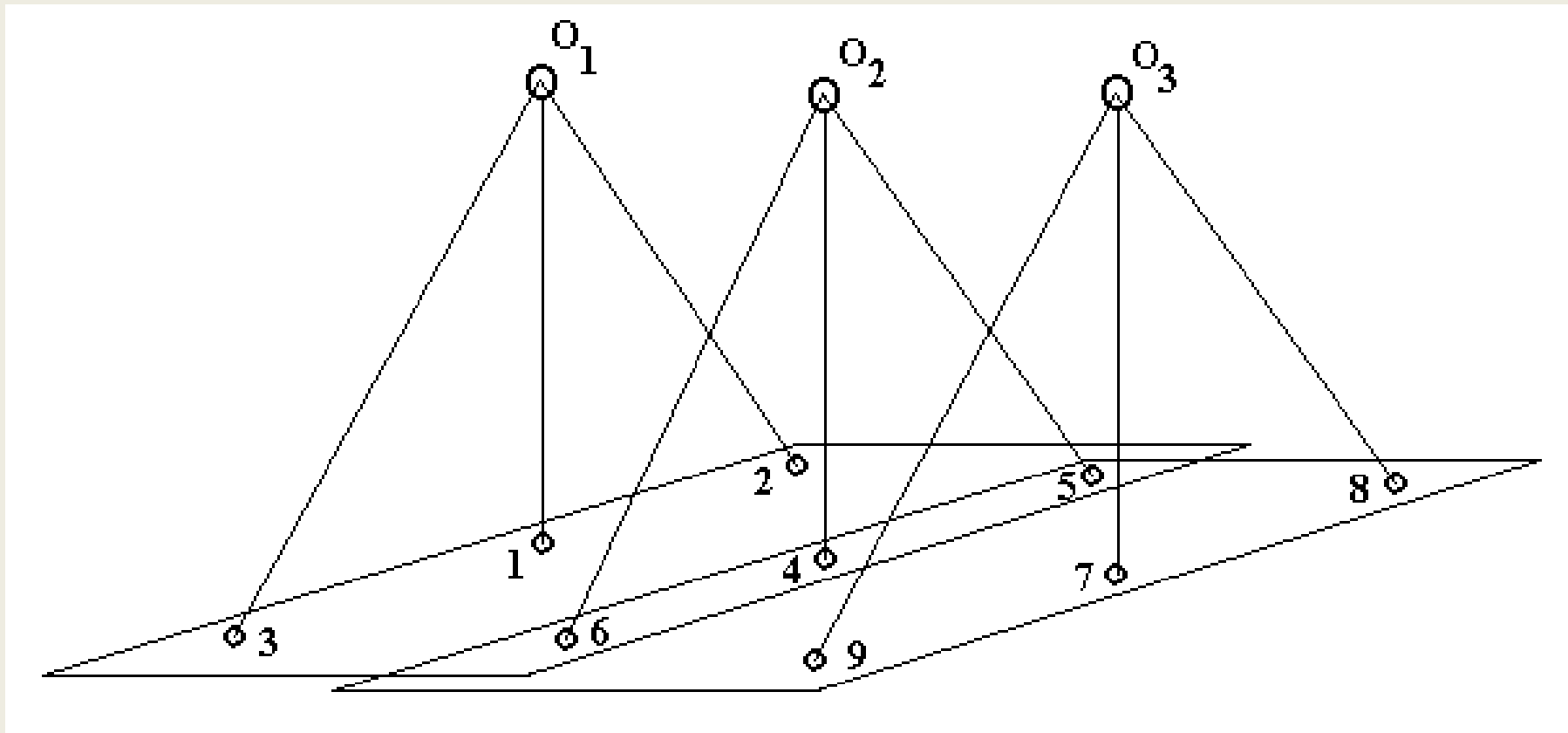
Δέσμες ομόλογων ακτίνων σε προβολική θέση και ο σχηματισμός μοντέλου

Τυπική διάταξη λωρίδας

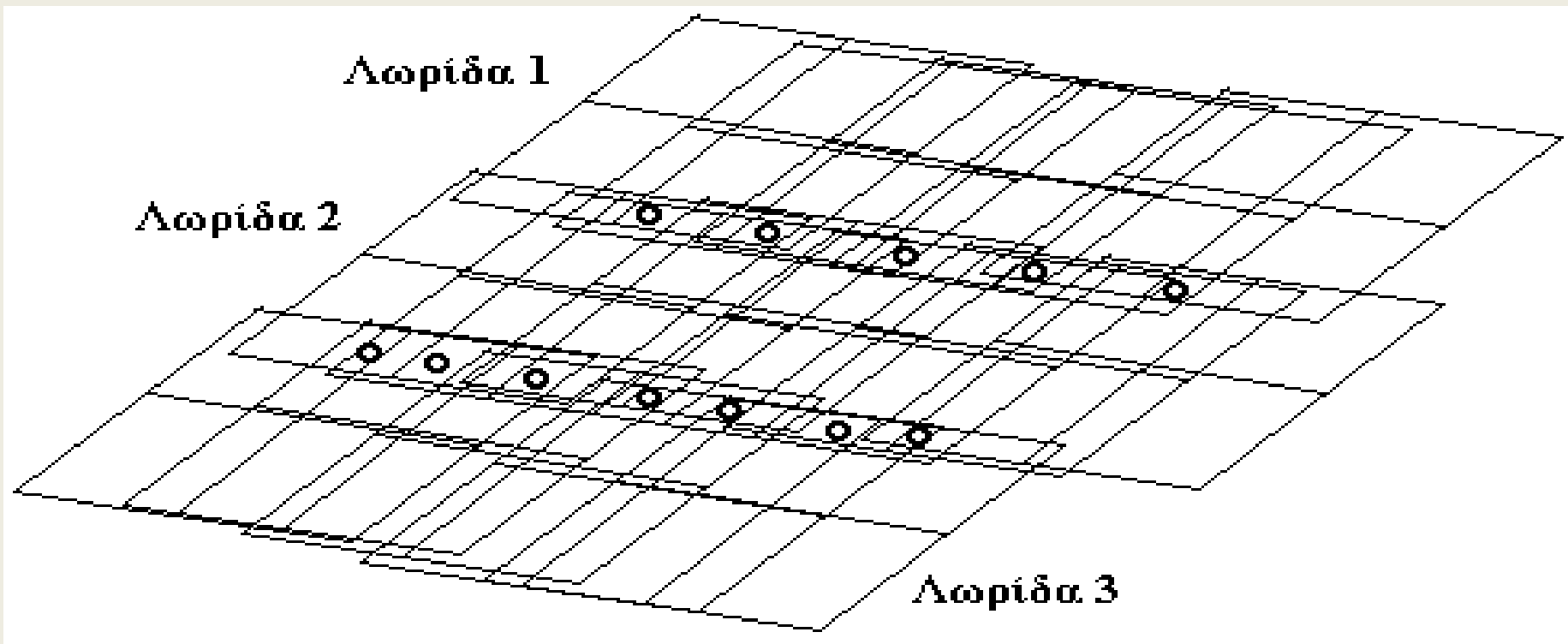


Σημεία
Von Gruber

Διασύνδεση μοντέλων μεταξύ τους

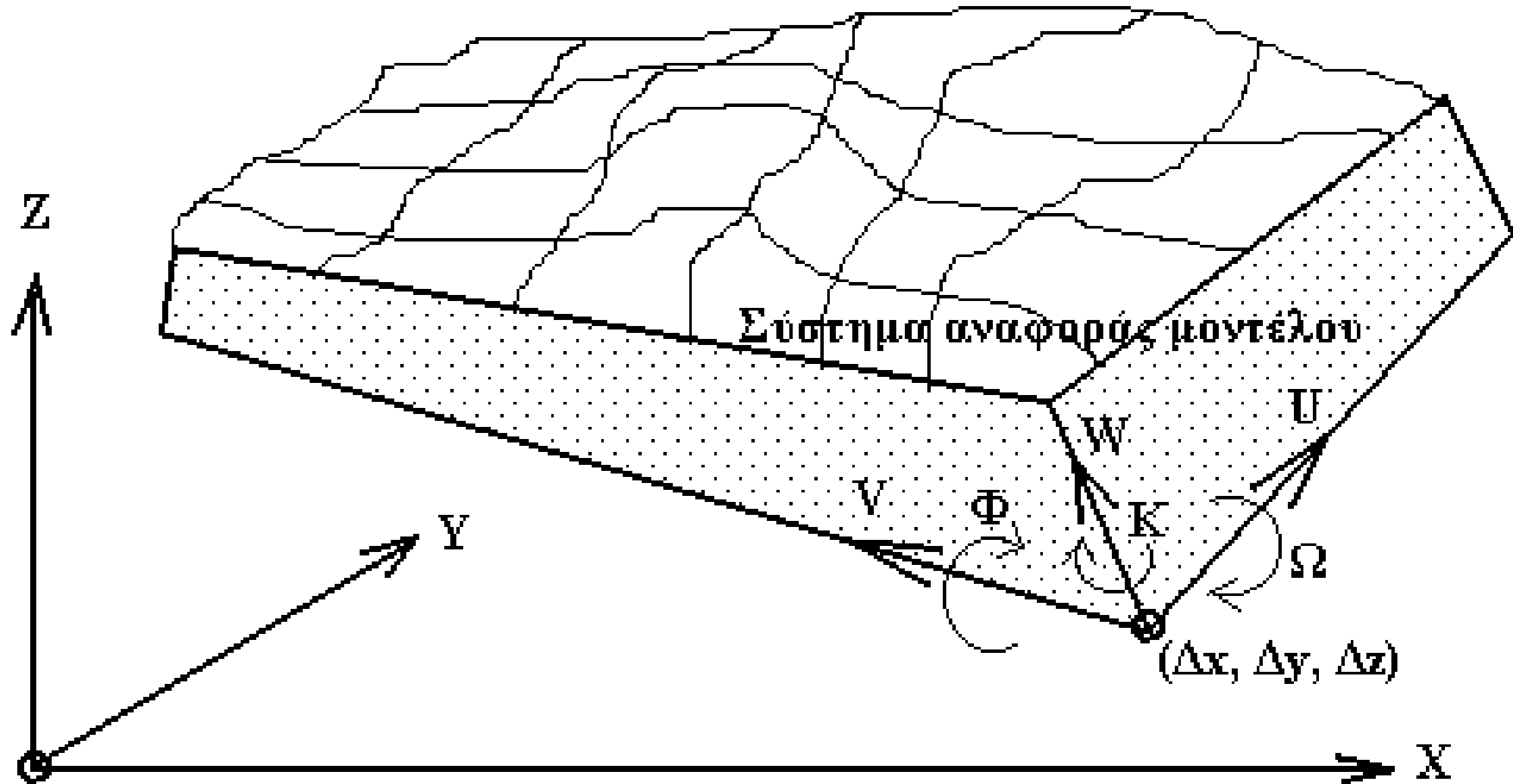


Μπλοκ αποτελούμενο από τρεις λωρίδες. Τα σημεία διασύνδεσης (tie points) φαίνονται σε κυκλάκια.



Απόλυτος Προσανατολισμός. Συσχετισμός συστήματος αναφοράς μοντέλου με το σύστημα αναφοράς εδάφους.

Μοντέλο περιοχής που προκύπτει από το σχετικό προσανατολισμό δύο ή περισσότερων εικόνων



Σύστημα αναφοράς εδάφους

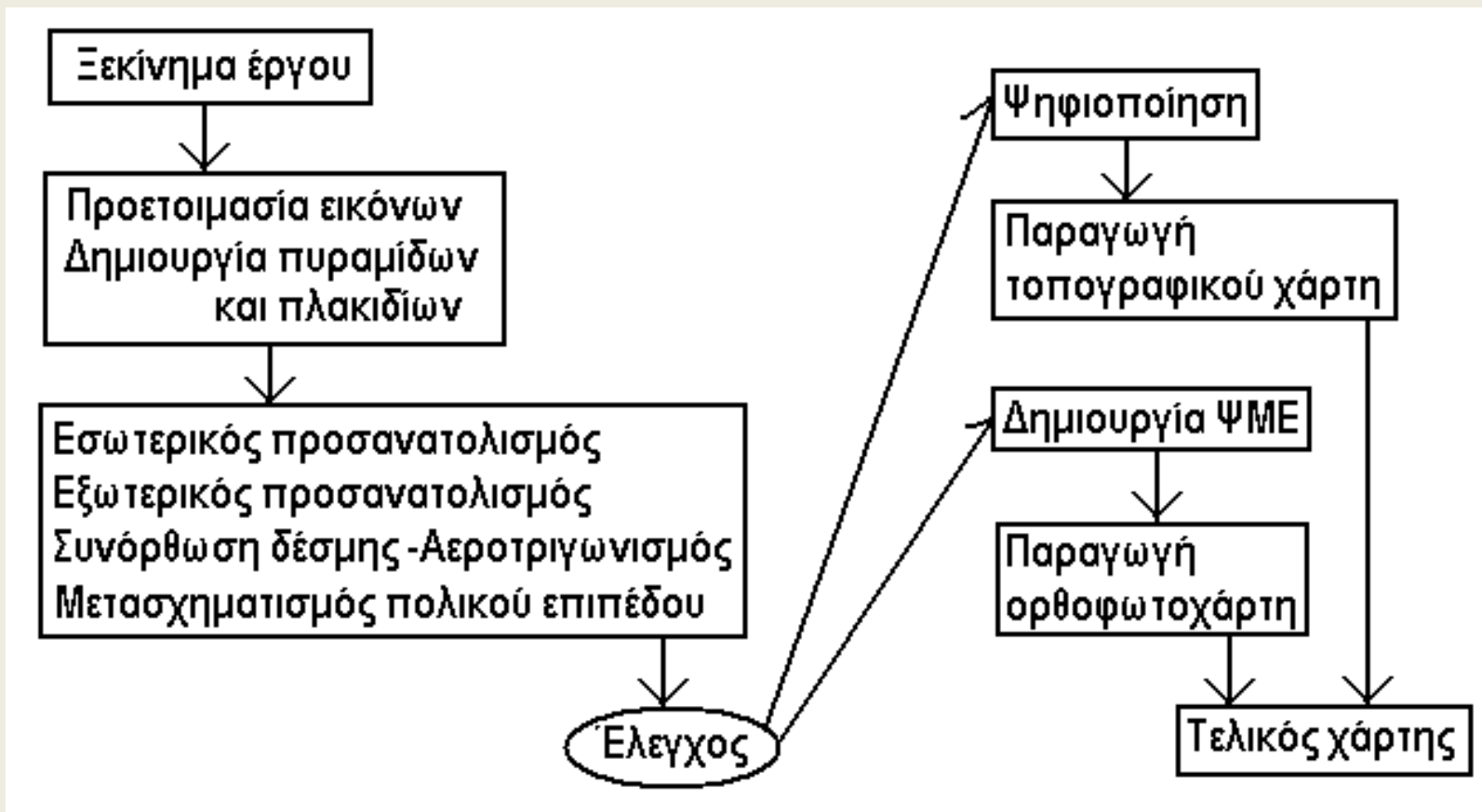
Απόλυτος Προσανατολισμός

Τρισδιάστατος μετασχηματισμός συντεταγμένων

Οι 7 παράμετροι του απόλυτου προσανατολισμού αποτελούν τις απαραίτητες παραμέτρους για να γίνει ο τρισδιάστατος μετασχηματισμός συντεταγμένων από ένα σύστημα αναφοράς σε άλλο, π.χ. από το σύστημα αναφοράς του μοντέλου στο σύστημα αναφοράς του εδάφους. Με βάση το Σχ. 1.8 έχουμε:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} + kM \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix}$$

Η διαδικασία δημιουργίας δοκιμίου χάρτη



Τοπογραφικός χάρτης

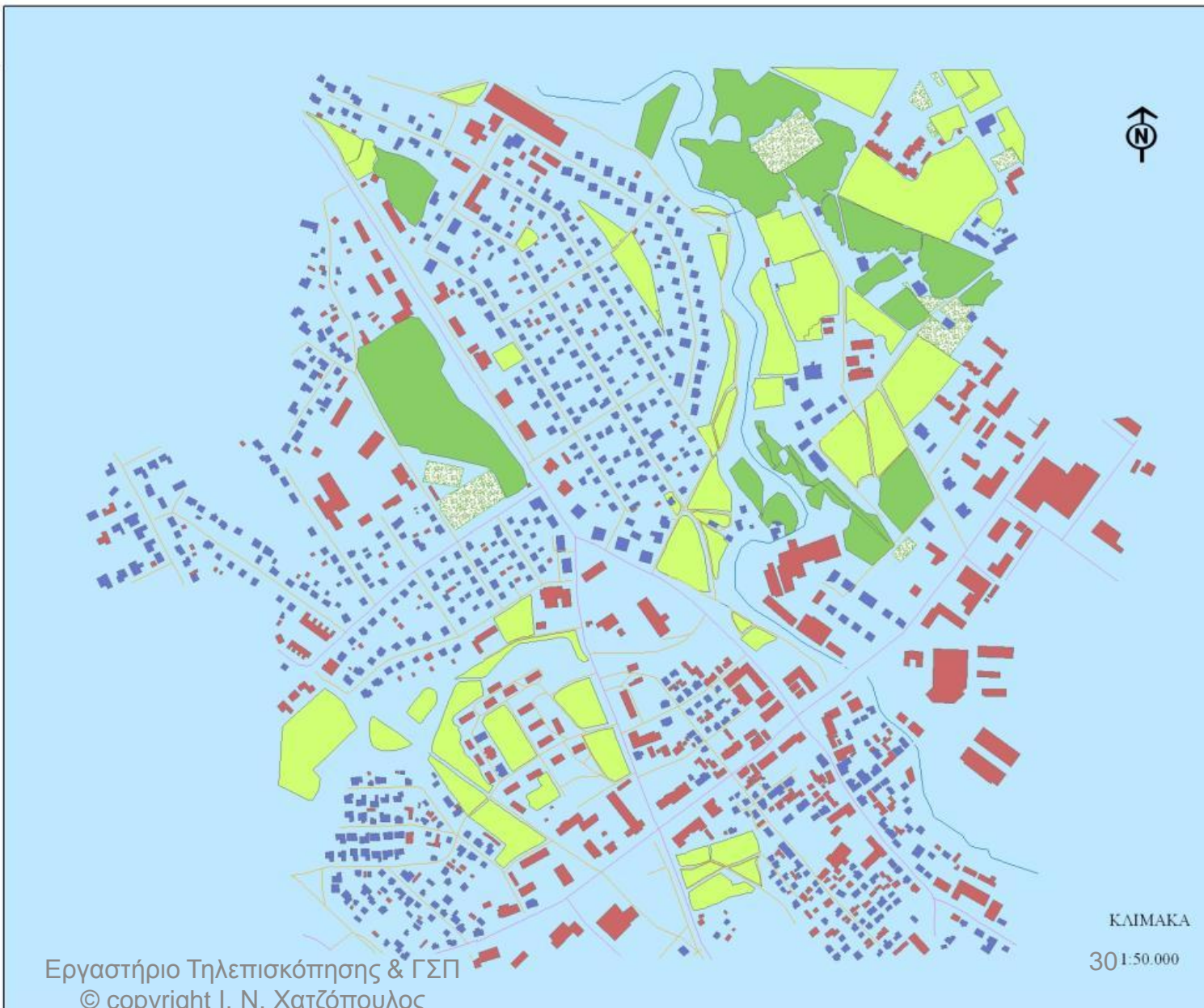
ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΛΟΚΙΜΙΟΥ ΧΑΡΤΗ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΦΙΝΛΑΝΔΙΑΣ

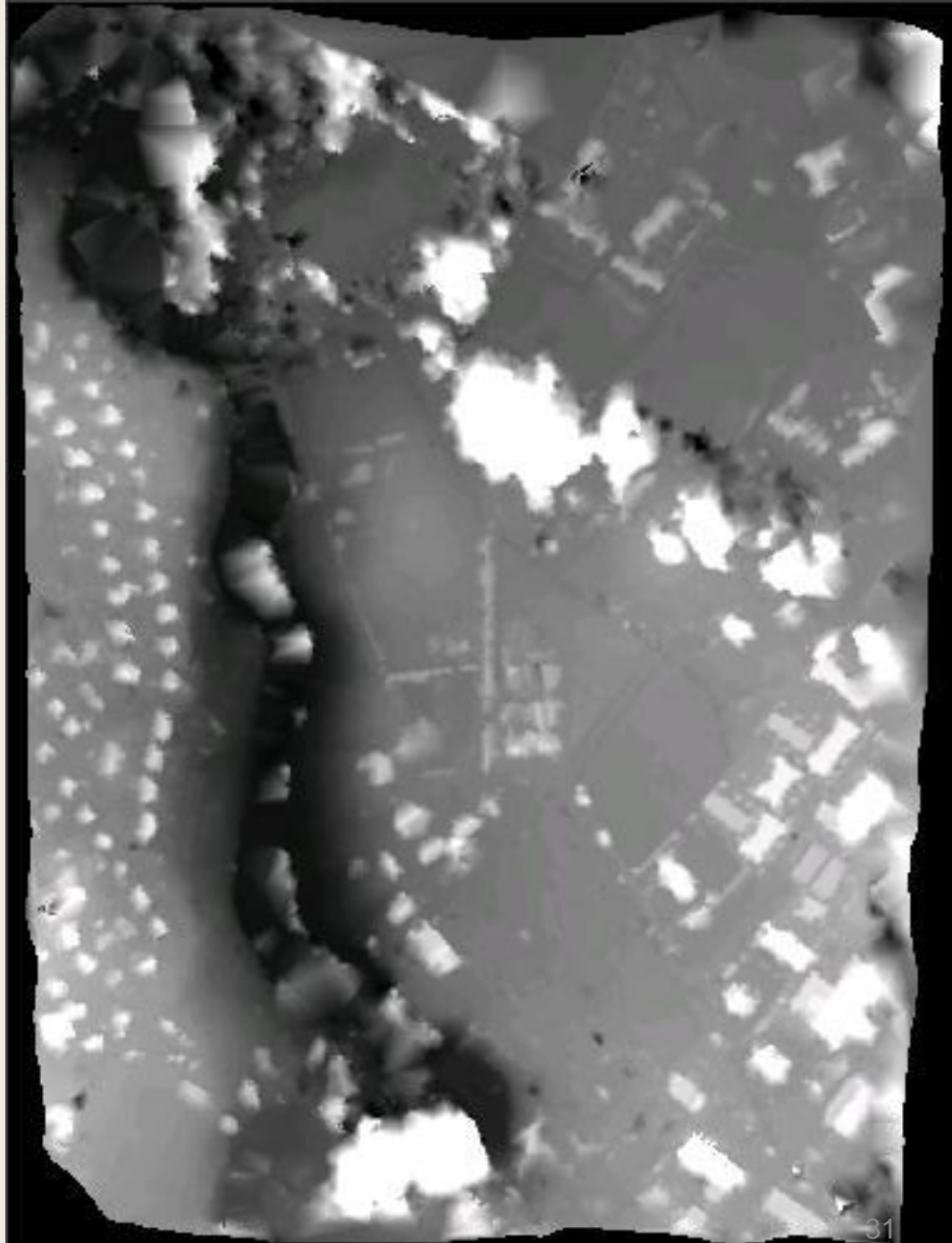
ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΧΟΥΣΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ
ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ
ΚΥΠΡΑΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΠΑΤΖΙΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ
ΣΤΑΜΙΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΑΜΑΝΑΤΙΑΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Κύρια Οδική Αρτηρία
- Δευτερεύουσα Οδική Αρτηρία
- Ποταμός
- Γέφυρες
- Δασικές Εκτάσεις
- Καλλιεργήσιμες Εκτάσεις
- Άγονες Εκτάσεις
- Κατοικίες
- Άλλα Κτήρια



ΨΜΕ



Τοπογραφικό + ορθοφωτογραφία



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
Π.Σ.Ε. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΚΗ
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ
ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΧΑΡΤΗ

ΤΕΛΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΠΑΡΑΘΕΣΗΣ
ΟΡΘΟΦΩΤΟΧΑΡΤΩΝ
ΚΑΙ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΧΟΥΣΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ
ΚΟΚΚΙΝΟΣ ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ
ΚΥΠΡΑΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΠΑΤΖΙΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ
ΣΤΑΜΠΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΑΜΑΝΑΤΙΑΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ

ΜΥΤΙΑΗΝΗ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2005



Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΓΣΠ

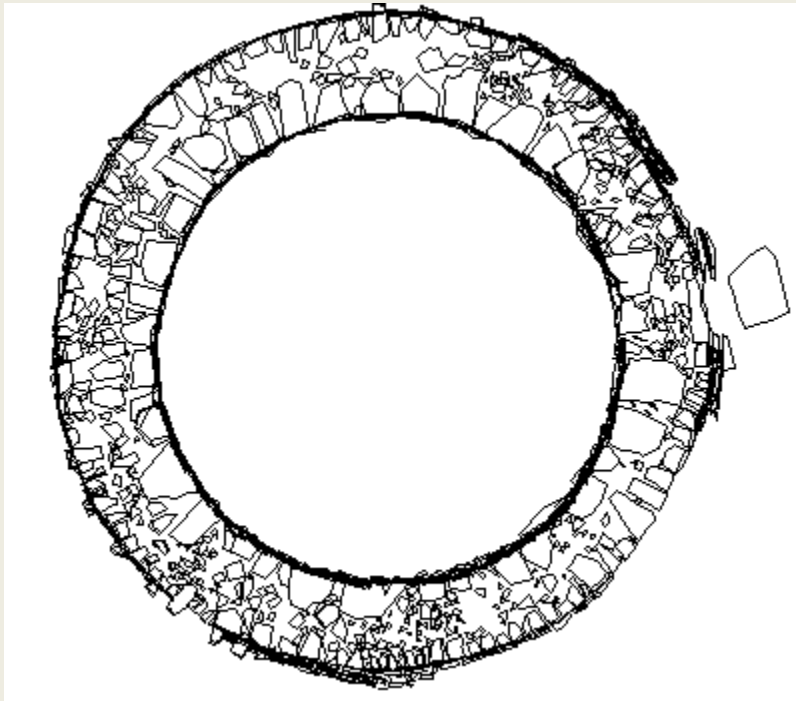
© copyright I. N. Χατζόπουλος

ΚΛΙΜΑΚ

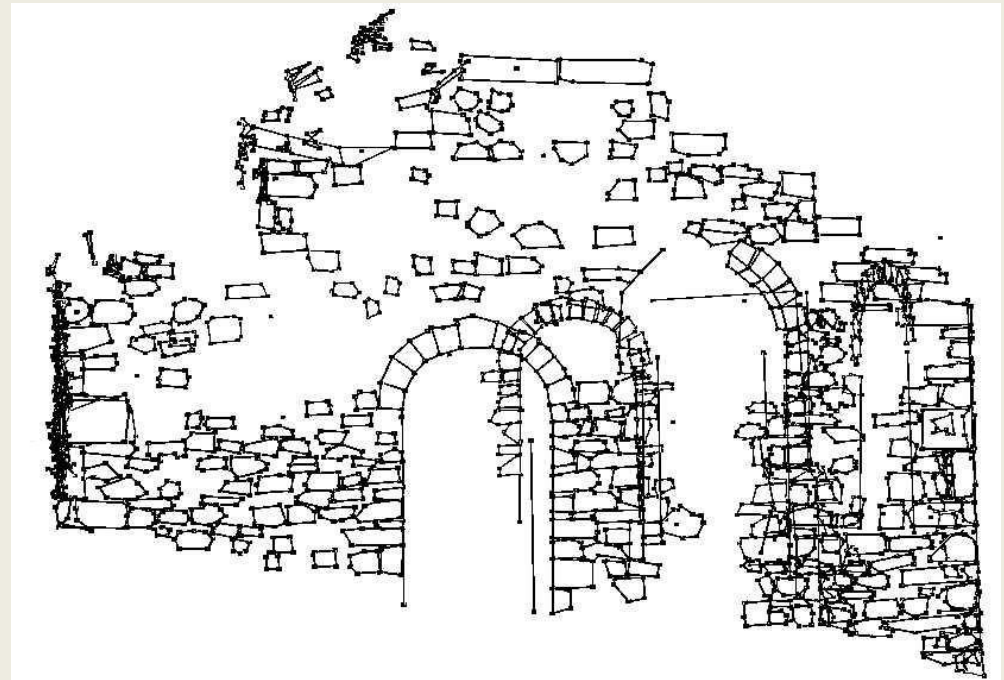
32

1:50.000

Μη συμβατική Φωτογραμμετρία - Αρχαιολογία

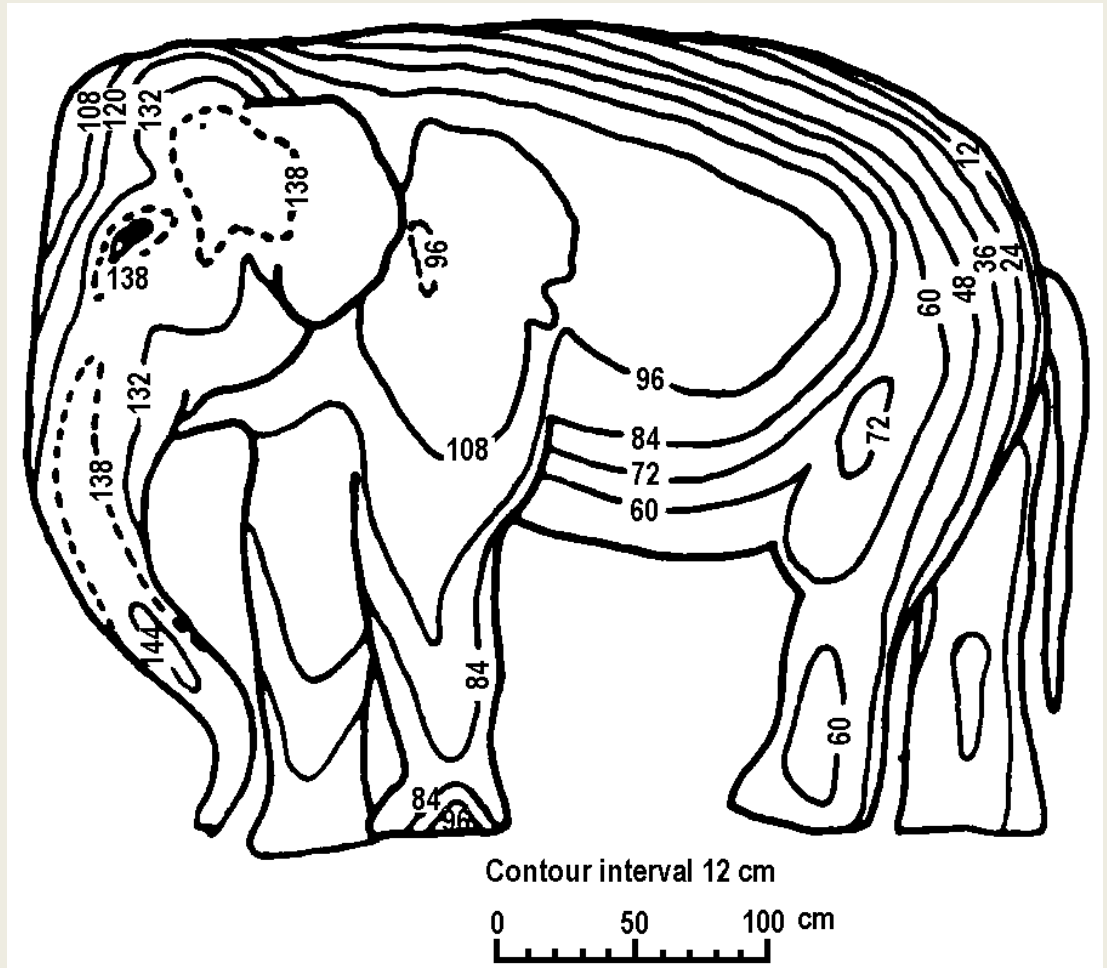


θολωτός τάφος
- Κρήτη



Ο «Τεκές» στο μεσαιωνικό
κάστρο της Μυτιλήνης

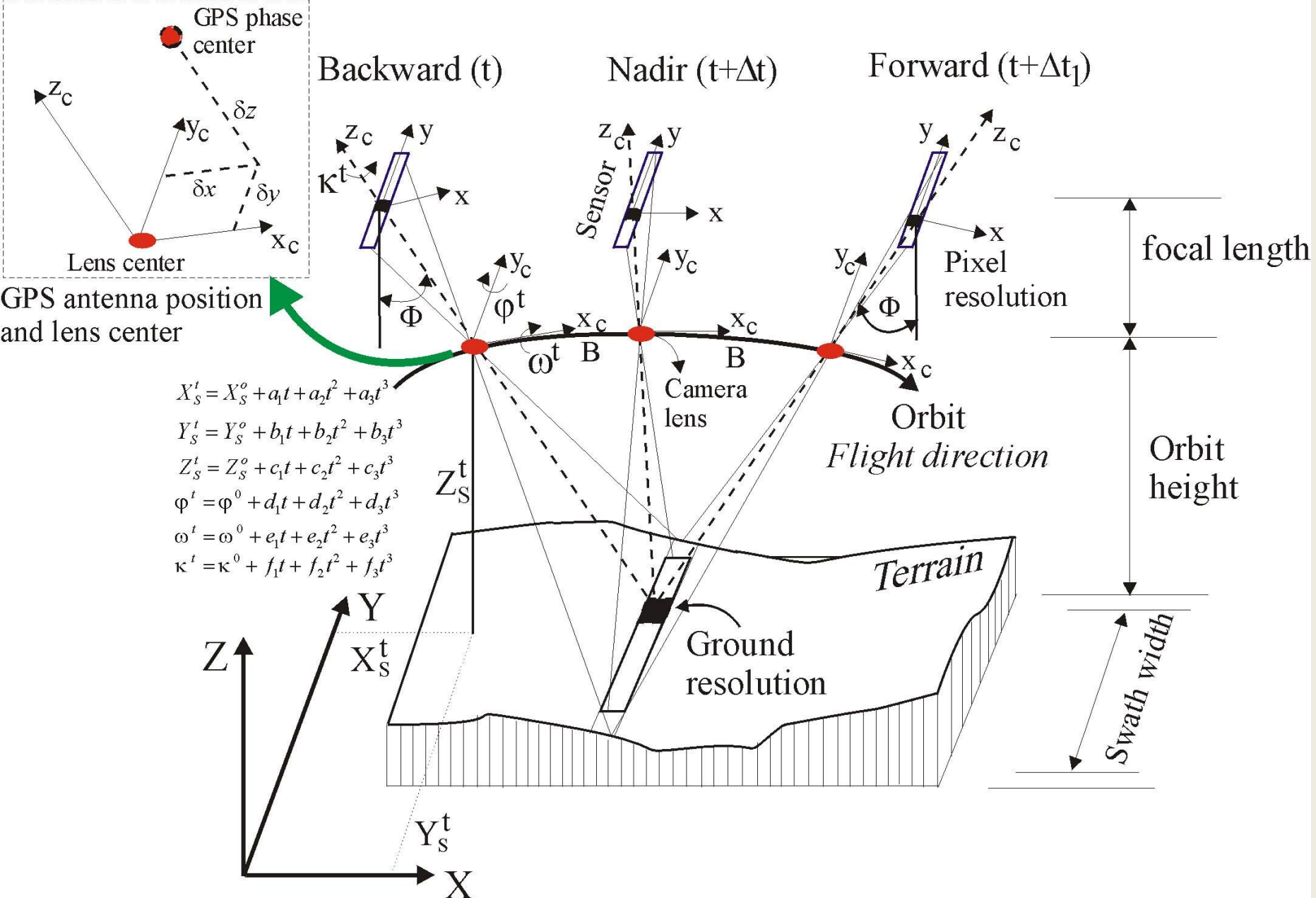
Μη συμβατική Φωτογραμμετρία - Εθνικά πάρκα



Τοπογράφιση μικρού
ελέφαντα σε
ζωολογικό κήπο χωρίς
καμία επαφή με το
αντικείμενο

Δορυφορική φωτογραμμετρία

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 αναπτύχθηκαν δορυφορικά συστήματα λήψης εικόνων υψηλής ανάλυσης του ενός μέτρου αρχικά, σε λιγότερο από 50 εκατοστά αργότερα και προγραμματίζονται 25 εκατοστά το 2013. Τα συστήματα αυτά παρέχουν μια σειρά από προϊόντα που συνήθως είναι 4 κανάλια εικόνων στο ορατό και κοντινό υπέρυθρο και ένα κανάλι στο παγχρωματικό. Το παγχρωματικό συνήθως έχει μια χωρική ανάλυση 2-4 φορές μεγαλύτερη από τα άλλα κανάλια και χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με τα άλλα κανάλια για να δημιουργηθούν έγχρωμες και ψευδόχρωμες εικόνες με την ανάλυση του παγχρωματικού (*pansharpening*).



Ποικιλία λήψεων του συστήματος Ικονος

$$l = \frac{\text{Αριθμητής}_L(X, Y, Z)}{\text{Παρανομαστής}_L(X, Y, Z)}, \quad c = \frac{\text{Αριθμητής}_c(X, Y, Z)}{\text{Παρανομαστής}_c(X, Y, Z)}$$

- Όπου l , c είναι οι συντεταγμένες ενός εικονοστοιχείου εικόνας $l = \text{γραμμή}$, $c = \text{στήλη}$,
- Αριθμητής $_L(X, Y, Z) =$
- $a_1 + a_2X + a_3Y + a_4Z + a_5XY + a_6XZ + a_7YZ + a_8X^2 + a_9Y^2 + a_{10}Z^2 + a_{11}XY^2 + a_{12}XZ^2 + a_{13}X^2Y + a_{14}YZ^2 + a_{15}X^2Z + a_{16}Y^2Z + a_{17}XYZ + a_{18}X^3 + a_{19}Y^3 + a_{20}Z^3$
- Παρανομαστής $_L(X, Y, Z) =$
- $b_1 + b_2X + b_3Y + b_4Z + b_5XY + b_6XZ + b_7YZ + b_8X^2 + b_9Y^2 + b_{10}Z^2 + b_{11}XY^2 + b_{12}XZ^2 + b_{13}X^2Y + b_{14}YZ^2 + b_{15}X^2Z + b_{16}Y^2Z + b_{17}XYZ + b_{18}X^3 + b_{19}Y^3 + b_{20}Z^3$
- Αριθμητής $_c(X, Y, Z) =$
- $c_1 + c_2X + c_3Y + c_4Z + c_5XY + c_6XZ + c_7YZ + c_8X^2 + c_9Y^2 + c_{10}Z^2 + c_{11}XY^2 + c_{12}XZ^2 + c_{13}X^2Y + c_{14}YZ^2 + c_{15}X^2Z + c_{16}Y^2Z + c_{17}XYZ + c_{18}X^3 + c_{19}Y^3 + c_{20}Z^3$
- Παρανομαστής $_c(X, Y, Z) =$
- $d_1 + d_2X + d_3Y + d_4Z + d_5XY + d_6XZ + d_7YZ + d_8X^2 + d_9Y^2 + d_{10}Z^2 + d_{11}XY^2 + d_{12}XZ^2 + d_{13}X^2Y + d_{14}YZ^2 + d_{15}X^2Z + d_{16}Y^2Z + d_{17}XYZ + d_{18}X^3 + d_{19}Y^3 + d_{20}Z^3$

Συντελεστές ρητών συναρτήσεων

LINE_OFF: +010305.00 pixels
SAMP_OFF: +008019.00 pixels
LAT_OFF: +37.16410000 degrees
LONG_OFF: +025.56540000 degrees
HEIGHT_OFF: +0254.000 meters
LINE_SCALE: +010306.00 pixels
SAMP_SCALE: +008019.00 pixels
LAT_SCALE: +00.04700000 degrees
LONG_SCALE: +000.04610000 degrees
HEIGHT_SCALE: +0667.000 meters
LINE_NUM_COEFF_1: -7.674789618318715E-04
LINE_NUM_COEFF_2: +1.202009475665107E-02
LINE_NUM_COEFF_3: -1.012292622794225E+00
LINE_NUM_COEFF_4: -7.687239598595012E-03
LINE_NUM_COEFF_5: +3.874939639151622E-03
LINE_NUM_COEFF_6: -3.143672971657616E-05
LINE_NUM_COEFF_7: +1.862342360062565E-03
LINE_NUM_COEFF_8: -2.382944924202562E-04
LINE_NUM_COEFF_9: -6.647726662033278E-03
LINE_NUM_COEFF_10: +1.716113859840664E-05
LINE_NUM_COEFF_11: -5.508044225897910E-06
LINE_NUM_COEFF_12: +7.326261612636906E-07
LINE_NUM_COEFF_13: -1.041397513211032E-05
LINE_NUM_COEFF_14: -2.487117708890272E-08
LINE_NUM_COEFF_15: -1.747711835448351E-06
LINE_NUM_COEFF_16: -1.274810291584634E-06
LINE_NUM_COEFF_17: +2.059089875274132E-06
LINE_NUM_COEFF_18: +4.004641202160551E-07
LINE_NUM_COEFF_19: +4.026578327460163E-06
LINE_NUM_COEFF_20: +1.144509478938647E-08



Δορυφορική εικόνα GeoEye-1 23-10-2009 με ανάλυση 50cm από το χωριό Κυνίδαρος Νάξου. Η ορθοαναγωγή έγινε στο Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΣΓΠ του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Τα διανυσματικά στοιχεία όπως είναι η εθνική οδός, τα ρέματα και οι ισοϋψείς, ψηφιοποιήθηκαν από χάρτες της ΓΥΣ 1:5000 οι οποίοι έγιναν από αεροφωτογραφίες του 1983. Διακρίνει κανείς πόσο καλά ταιριάζουν τα διανυσματικά δεδομένα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά της δορυφορικής εικόνας επειδή όπως αναλύθηκε πιο πάνω, στην ορθοαναγωγή χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό υψομετρικό μοντέλο που βασίστηκε στις ισοϋψείς του 1:5000 της ΓΥΣ.

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης & ΣΓΠ
© copyright I. N. Χατζόπουλος



Αριστερά: τρεις
διαδοχικές εικόνες
παρμένες από ένα μη
επανδρωμένο
αεροπλάνο.

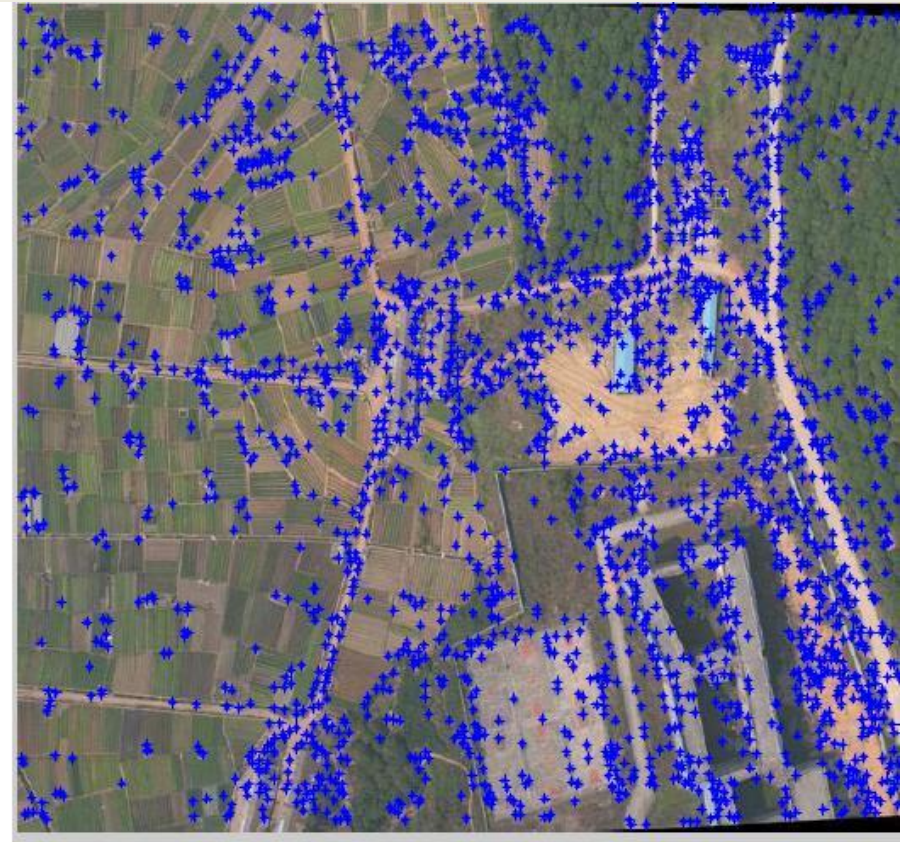


Δεξιά: οι ίδιες εικόνες
ύστερα από
ορθοαναγωγή



Πηγή: Juan Shi, Jinling Wang,
Yaming Xu, "Use of GPS/INS
observations for efficient
matching of UAV images",
International Global
Navigation Satellite Systems
Society IGNSS Symposium
2011

scale-invariant feature transform (SIFT)



Αυτόματη επιλογή κοινών σημείων για τη διασύνδεση των φωτογραφιών σε ενιαίο μωσαϊκό χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο SIFT.

Φωτομωσαϊκό χωρίς ορθοαναγωγή



Φωτομωσαϊκό με ορθοαναγωγή



UAV - Φωτογραμμετρία

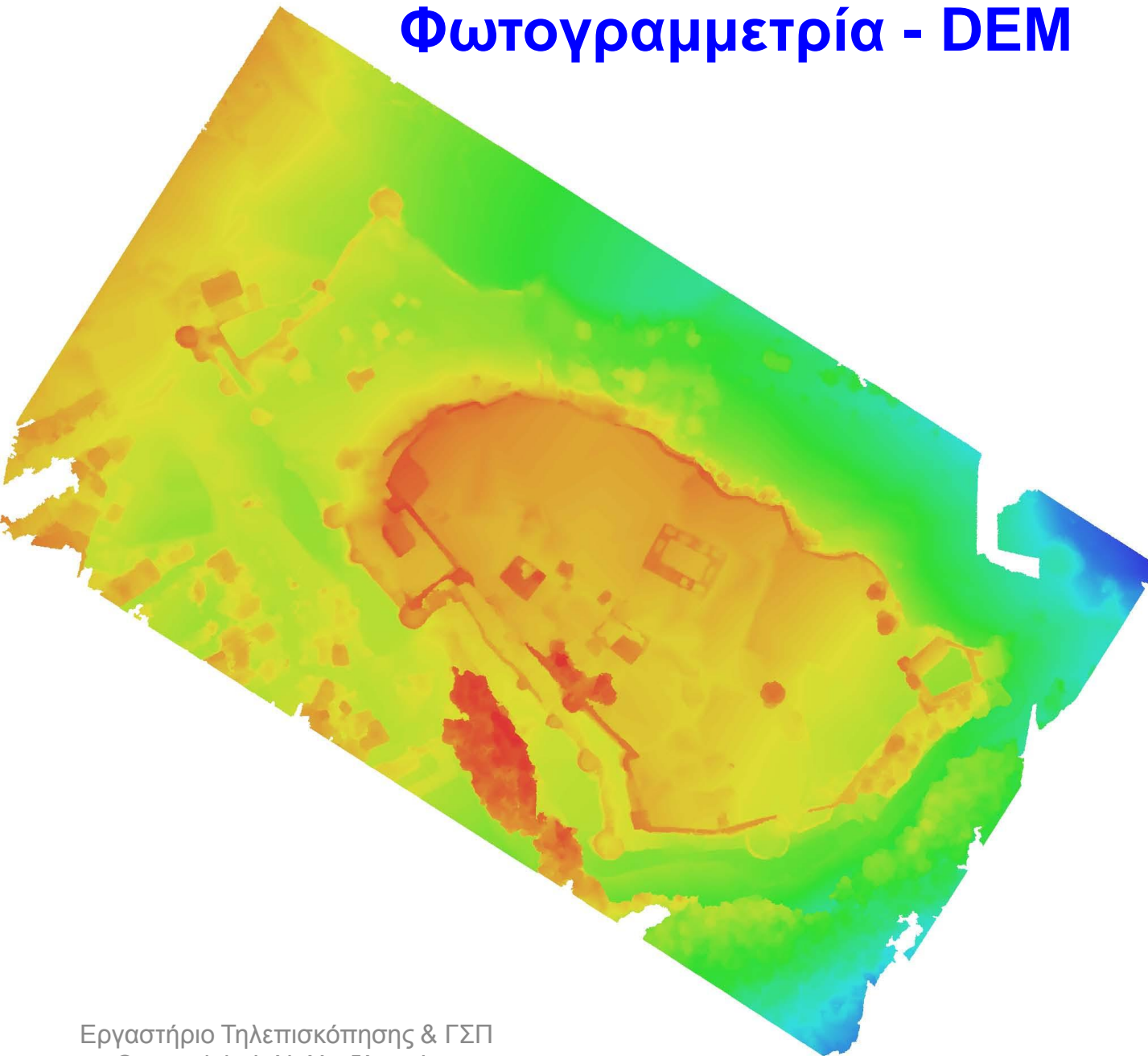


Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης
& ΓΣΠ
© copyright I. N. Χατζόπουλος

Φωτομωσαϊκό από τη
σύνθεση 130 φωτογραφιών



Φωτογραμμετρία - DEM



71.70 m

0m

Φωτογραμμετρία Ορθοφωτογραφία

