



Πανεπιστήμιο  
Αιγαίου

Ανοικτά  
Ακαδημαϊκά  
Μαθήματα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΣΠ

Διευθυντής: καθηγητής Ι. Ν. Χατζόπουλος



# Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση (326Ε)

Καθηγητής Ιωάννης Ν. Χατζόπουλος

[ihat@aegean.gr](mailto:ihat@aegean.gr)

[http://www.env.aegean.gr/labs/Remote\\_sensing/Remote\\_sensing.htm](http://www.env.aegean.gr/labs/Remote_sensing/Remote_sensing.htm)



Εργαστήριο-09  
Εικόνες Ραντάρ

# 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.



# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 9 - Εικόνες Ραντάρ

1. Σύστημα Radar έχει διάρκεια παλμού  $\tau_p = 0,1 \mu s$  και χρησιμοποιείται για τη λήψη εικόνων στόχου σε γωνία βάθους  $\gamma = 30^\circ$ . Ποια είναι η διαχωριστική ικανότητα του συστήματος στην απόσταση; Ο χειριστής του συστήματος Radar επιθυμεί να διακρίνει κάποιους στόχους στο έδαφος που απέχουν 20 m. Για το λόγο αυτό ζητάει από τον πιλότο να κατεβάσει τη γωνία βάθους στις  $\gamma = 20^\circ$ . Είναι δυνατό το σύστημα αυτό Radar να μπορέσει να διαχωρίσει τους στόχους που βρίσκονται σε αποστάσεις 20 m;
2. Γιατί μόνο τα Radar τύπου SAR είναι κατάλληλα για μετρήσεις Radar από τεχνητούς δορυφόρους; Εξηγήστε την απάντησή σας.

## Άσκηση 1.

Λύση: Βιβλίο σελ. 189

$$R_r = \frac{\tau \cdot c}{2 \cdot \eta \mu(\theta)} \sim \frac{\tau \cdot c}{2 \cdot \sigma \nu(\gamma)}$$

$$\tau_\alpha = 0.1 \mu s, \gamma_1 = 30^\circ, \gamma_2 = 20^\circ$$

(α)  $\gamma = 30^\circ$ ,  $R_r = 17.32 \text{ m}$ , (β)  $\gamma = 20^\circ$ ,  $R_r = 16 \text{ m} < 20 \text{ m}$ , οκ.

## Άσκηση 2.

Λύση: Βιβλίο σελ. 192, Σχ. 6.12. Η ανάλυση κατά αζιμούθιο

$$R_\alpha = \frac{0.7 \lambda \cdot S}{D}$$

δείχνει ότι για να γίνει το  $R_\alpha$  μικρό, θα πρέπει το  $S$  να είναι μικρό και το  $D$  μεγάλο. Στο δορυφόρο το  $S$  είναι πάντα μεγάλο και με RAR το  $D$  είναι μικρό ενώ με το SAR το  $D$  είναι μεγάλο.

3. Σύστημα Radar RAR λειτουργεί στη φασματική ζώνη X-band ( $\lambda=3$  cm) και έχει μήκος κεραίας  $D=400$ cm. Ποια είναι η διαχωριστική ικανότητα του συστήματος στο αζιμούθιο σε απόσταση (κεκλιμένη) 40km ;
4. Γεωφυσική έρευνα υποδεικνύει ότι οι γραμμώσεις σε μια περιοχή εμφανίζουν μια γενική τάση-κατεύθυνση με αζιμούθιο  $60^\circ$  . Για να ενισχυθούν οι γραμμώσεις αυτές σε εικόνες Radar από αεροσκάφος, ποιες θα πρέπει να είναι οι διευθύνσεις παρατήρησης;
5. Το ανάγλυφο της περιοχής έρευνας παρουσιάζει ελάχιστες τοπογραφικές ανωμαλίες και οι γραμμώσεις αντιστοιχούν σε χαμηλού ύψους κορυφογραμμές, μικρές τοπογραφικές κοιλότητες και μικρούς γκρεμούς. Που θα απεικονιστούν καλύτερα οι γραμμώσεις αυτές σε εικόνες Radar; Κοντά στο ίχνος πτήσης του αεροσκάφους ή μακριά; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

### Άσκηση 3.

Λύση: Βιβλίο σελ. 191. Η ανάλυση κατά αζιμούθιο  
= 210 m.

$$R_{\alpha} = \frac{0.7\lambda.S}{D}$$

### Άσκηση 4.

Λύση: Βιβλίο σελ. 189.

$$R_r = \frac{\tau.c}{2.\eta\mu(\theta)}$$

αν το  $\theta$  είναι σταθερό, οι γραμμώσεις αποτυπώνονται ομοιόμορφα άρα το αεροπλάνο θα πρέπει να πάει παράλληλα με τις γραμμώσεις για να αποτυπωθούν σωστά.

### Άσκηση 5.

Λύση: Βιβλίο σελ. 210. Περιοχές με χαμηλό ανάγλυφο σε μεγάλες γωνίες παρατήρησης (μακριά από το Ναδίρ) αποτυπώνει με ακρίβεια το χαμηλό ανάγλυφο.

6. Θεωρήστε ότι εφαρμόζεται ο διγραμμικός μετασχηματισμός της εξίσωσης (7.36) για τη γεωμετρική διόρθωση της εικόνας.

Χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες συντεταγμένες:

$(x, y)$	$(X, Y)$
(100, 40)	(56, 10)
(160, 180)	(148, 130)
(40, 140)	(60, 70)
(80, 120)	(80, 60)

να καθορίσετε τους συντελεστές  $(a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3)$  τρέχοντας το πρόγραμμα **TwoDTrans\_Jnh.exe** που βρίσκεται στο δεσμό του Εργαστηρίου [http://www.aegean.gr/environment/labs/Remote\\_sensing/Remote\\_sensing.htm](http://www.aegean.gr/environment/labs/Remote_sensing/Remote_sensing.htm)

Στο <Λογισμικό>.

Χρησιμοποιείτε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν και προσδιορίσετε τις συντεταγμένες της εικόνας  $(x, y)$  για ένα σημείο του χάρτη με συντεταγμένες (90,100). Στη συνέχεια θεωρήστε ότι το σημείο της εικόνας (90, 110) έχει συντεταγμένες χάρτη (70, 90) και προσδιορίστε εκ νέου τους συντελεστές με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.



## Διγραμμικός μετασχηματισμός

Υπόλοιπα

1 0.000 0.000  
2 0.000 0.000  
3 0.000 0.000  
4 0.000 0.000

σχ, σγ: 0.000 0.000

RMS: 0.000

A1 = -983.9999999958

A2 = 10.0000000000

A3 = 7.0000000000

A4 = -0.0600000000

B1 = 1159.9999999897

B2 = -11.4999999999

B3 = -7.4999999999

B4 = 0.0750000000

Μετατροπή συνετταγμένων νέων σημείων

5 76.000 50.000

# Άσκηση 9α

## Διγραμμικός μετασχηματισμός

# Άσκηση-9β

Υπόλοιπα

1 1.136 -0.396  
2 0.736 -0.256  
3 2.082 -0.725  
4 -3.786 1.319  
5 -0.168 0.059

σχ, σγ: 2.265 0.789

RMS: 1.517

A1 = 305.9621600655

A2 = -2.5685816489

A3 = -1.8140614001

A4 = 0.0201485440

B1 = 710.6279360427

B2 = -7.1216006551

B3 = -4.4295277909

B4 = 0.0470794007

Μετατροπή συνετταγμένων νέων σημείων

6 74.721 50.446