



# Αυτοματοποιημένη χαρτογραφία

Ενότητα # 3: Ψηφιακός χάρτης διαχείριση - 1<sup>ο</sup> μέρος

Ιωάννης Γ. Παρασχάκης  
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

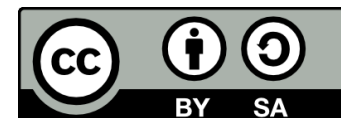


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

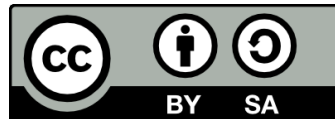


ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Ψηφιακός Χάρτης - Διαχείριση 1<sup>ο</sup> μέρος

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Συσκευές εισόδου αναλογικών χαρτών στον ΗΥ
2. Σφάλματα στην ψηφιοποίηση ενός χάρτη
3. Ψηφιακός χάρτης και γεωμετρικοί μετασχηματισμοί
4. Γεωμετρικοί μετασχηματισμοί



# Σκοποί ενότητας

- Κατανόηση των τύπων των σφαλμάτων που λαμβάνουν χώρα κατά την εισαγωγή ενός αναλογικού χάρτη στον ΗΥ
- Κατανόηση του λόγου εκτέλεσης μετασχηματισμών συντεταγμένων





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

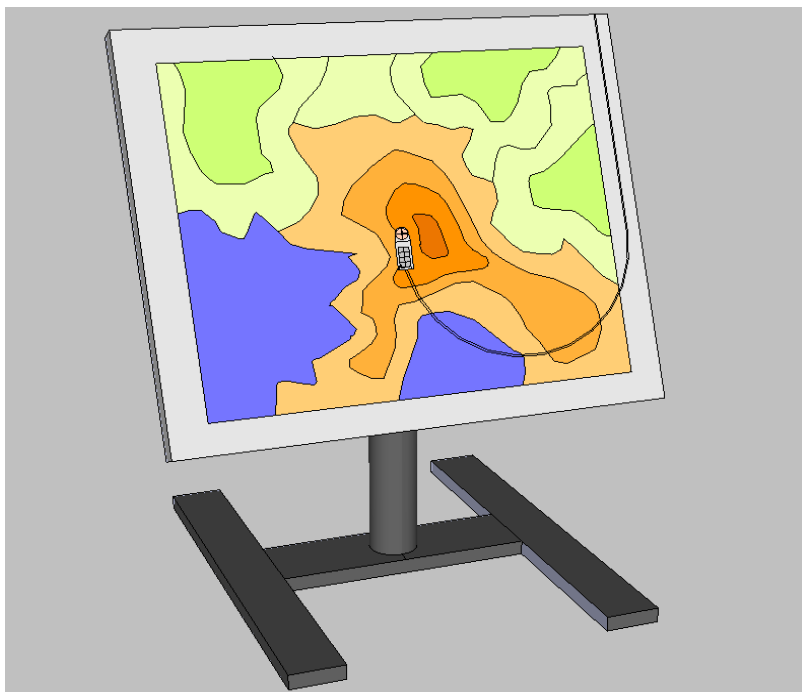
ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



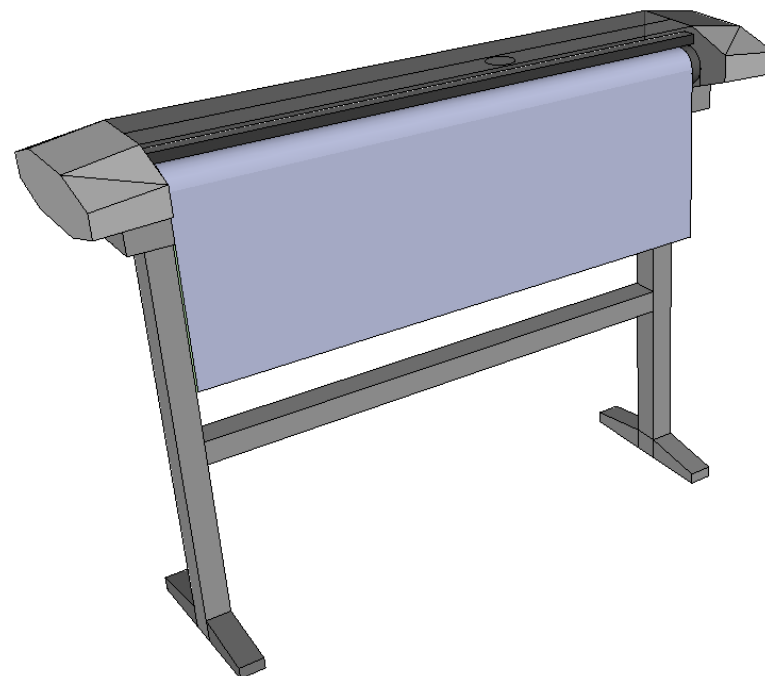
# Ψηφιακός Χάρτης - Διαχείριση 1<sup>ο</sup> μέρος

# Συσκευές εισόδου αναλογικών χαρτών στον ΗΥ

Ψηφιοποιητής



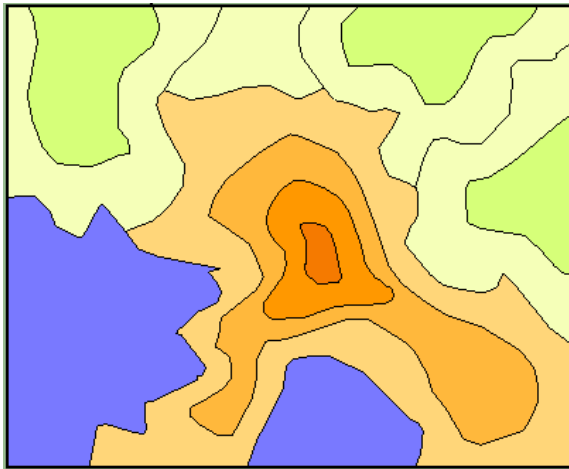
Σαρωτής





# Σφάλματα στην ψηφιοποίηση ενός χάρτη (1/2)

- Τυχαία
- Συστηματικά



Ψηφιοποίηση



# Σφάλματα στην ψηφιοποίηση ενός χάρτη (2/2)

- Σφάλματα ψηφιοποιητή/σαρωτή (τυχαία)
- Σφάλματα σκόπευσης χρήστη (τυχαία)
- Σφάλματα λόγω σχεδίασης του χάρτη (τυχαία)
- Σφάλματα λόγω παραμόρφωσης του υλικού κατασκευής του χάρτη (συστηματικά)
- Σφάλματα λόγω φωτοαντιγράφησης του χάρτη (συστηματικά)



# Ψηφιακός χάρτης και γεωμετρικοί μετασχηματισμοί (1/2)

## Γιατί εφαρμόζουμε κάποιο γεωμετρικό μετασχηματισμό;

- Μεταφορά από τυχαίο (ψηφιοποιητής/σαρωτής) σύστημα αναφοράς στο χαρτογραφικό σύστημα αναφοράς
- Διόρθωση σφαλμάτων ψηφιοποίησης
- Μεταφορά από κάποιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς σε κάποιο άλλο σύστημα αναφοράς



# Ψηφιακός χάρτης και γεωμετρικοί μετασχηματισμοί (2/2)

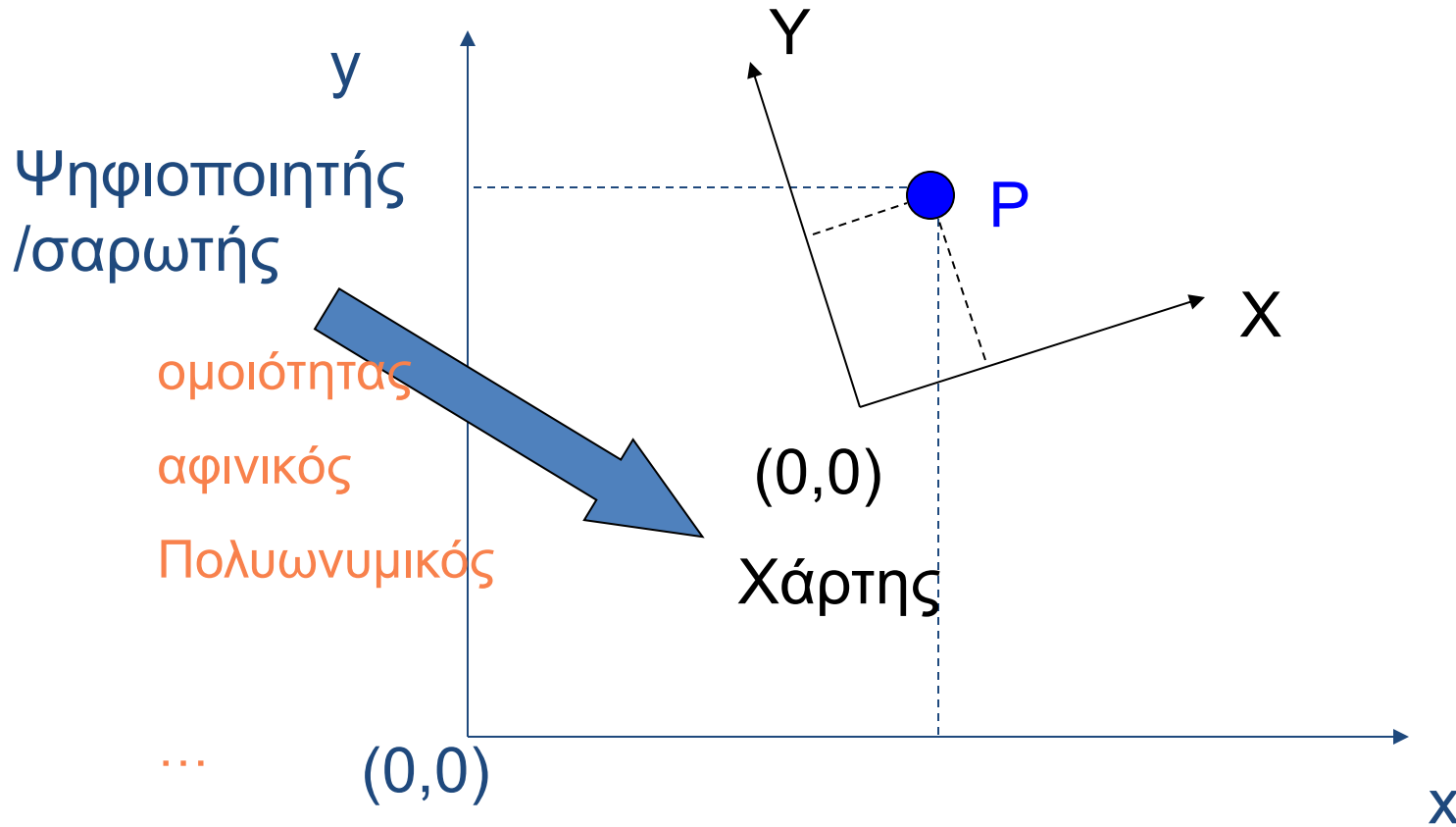
## Φάσεις μετασχηματισμού

- Κοινά σημεία στα δύο συστήματα αναφοράς
- Επιλογή μοντέλου μετασχηματισμού
- Υπολογισμός παραμέτρων μετασχηματισμού μέσω Μεθόδου Ελαχίστων Τετραγώνων
- Αξιολόγηση του μοντέλου του μετασχηματισμού
- Μετατροπή βάσει του μετασχηματισμού όλων των συντεταγμένων ψηφιοποίησης σε προβολικές



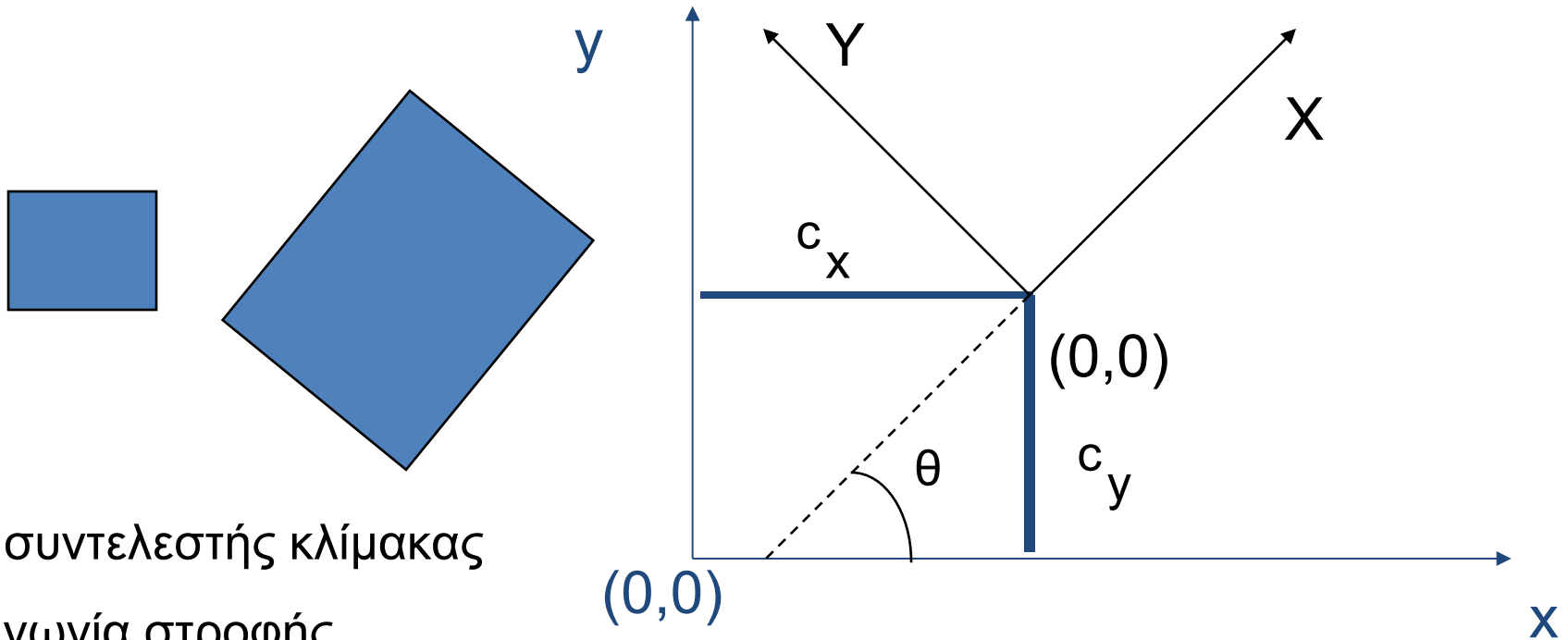
# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (1/9)

Τι συμβαίνει στην εφαρμογή ενός γεωμετρικού μετασχηματισμού



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (2/9)

## Μετασχηματισμός ομοιότητας-σύμμορφος



$\mu$  : συντελεστής κλίμακας

$\theta$  : γωνία στροφής

$c_x$  : μετάθεση κατά  $X$  του συστήματος  $(x,y)$

$c_y$  : μετάθεση κατά  $Y$  του συστήματος  $(x,y)$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (3/9)

## Μαθηματικό μοντέλο μετασχηματισμού ομοιότητας

$$X = a x + b y + c_x$$

$$Y = -b x + a y + c_y$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y & 1 & 0 \\ y & -x & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ c_x \\ c_y \end{pmatrix}$$

$$a = \mu \cos\theta, \quad \mu = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$b = \mu \sin\theta, \quad \theta = \arctan(b/a)$$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (4/9)

Επιλύοντας μέσω ΜΕΤ, έχουμε για τον ομοιότητας

$$\bar{x} = 1/n \sum x_i, \quad \bar{y} = 1/n \sum y_i \quad \text{όπου } i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i = x_i - \bar{x}, \quad -v_i = y_i - \bar{y}$$

$$a = \sum (u_i X_i + v_i Y_i) / \sum (u_i^2 + v_i^2)$$

$$b = \sum (v_i X_i - u_i Y_i) / \sum (u_i^2 + v_i^2)$$

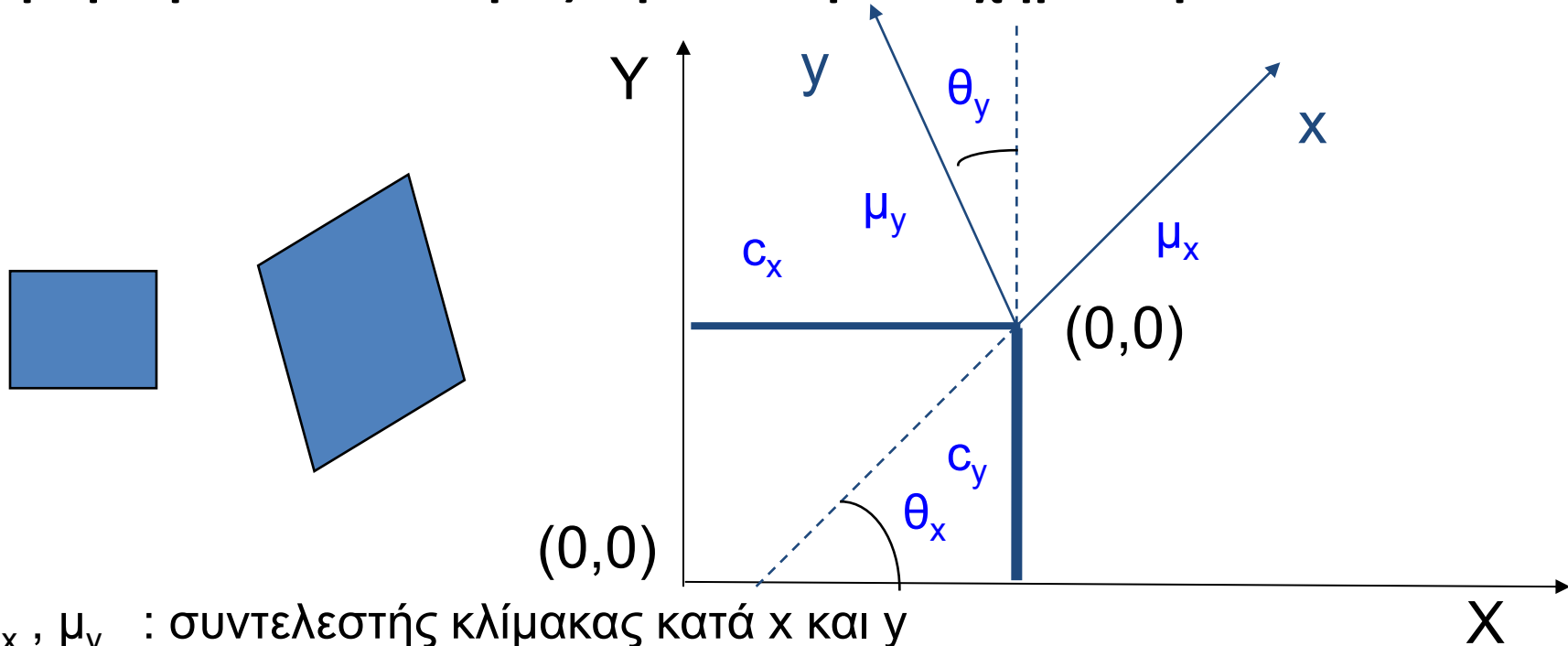
$$c_x = 1/n \sum X_i, \quad c_y = 1/n \sum Y_i$$





# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (5/9)

## Παράμετροι και ιδιότητες αφινικού μετασχηματισμού



$\mu_x, \mu_y$  : συντελεστής κλίμακας κατά  $x$  και  $y$

$\theta_x, \theta_y$  : γωνία στροφής κατά  $x$  και  $y$

$c_x, c_y$  : μετάθεση κατά  $X$  και  $Y$  του συστήματος  $(x, y)$

$a_1 = \mu_x \cos(\theta_x - \theta_y), b_1 = -\mu_y \sin\theta_x, a_2 = \mu_x \sin(\theta_x - \theta_y), b_2 = \mu_y \cos\theta_y$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (6/9)

## Μαθηματικό μοντέλο αφινικού μετασχηματισμού

$$X = a_1 x + b_1 y + c_x$$

$$Y = a_2 x + b_2 y + c_y$$

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_x \\ a_2 \\ b_2 \\ c_y \end{pmatrix}$$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (7/9)

Επιλύοντας μέσω ΜΕΤ, έχουμε για τον αφινικό

$$a_1 = [ \sum v_i^2 \sum (u_i X_i) - \sum (u_i v_i) \sum (v_i X_i) ] /$$
$$[ \sum u_i^2 \sum v_i^2 - (\sum u_i v_i)^2 ]$$

$$a_2 = [ \sum v_i^2 \sum (u_i Y_i) - \sum (u_i v_i) \sum (v_i Y_i) ] /$$
$$[ \sum u_i^2 \sum v_i^2 - (\sum u_i v_i)^2 ]$$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (8/9)

Ομοίως έχουμε:

$$b_1 = [ \sum v_i^2 \sum (v_i X_i) - \sum (u_i v_i) \sum (u_i X_i) ] /$$
$$[ \sum u_i^2 \sum v_i^2 - (\sum u_i v_i)^2 ]$$

$$b_2 = [ \sum v_i^2 \sum (v_i y_i) - \sum (u_i v_i) \sum (u_i y_i) ] /$$
$$[ \sum u_i^2 \sum v_i^2 - (\sum u_i v_i)^2 ]$$

$$c_x = 1/n \sum X_i, c_y = 1/n \sum Y_i$$



# Γεωμετρικοί Μετασχηματισμοί (9/9)

## Άλλοι μετασχηματισμοί

- Διγραμμικός μετασχηματισμός
- Πολυωνυμικοί μετασχηματισμοί
- Προβολικός μετασχηματισμός κλπ.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Δημήτριος Σαραφίδης  
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2012-13