

ΚΕΣ 03 – Αναγνώριση Προτύπων και Ανάλυση Εικόνας



Μέθοδοι Αναπαράστασης Περιγραμμάτων

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας
Τηλεπικοινωνιών

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

- Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Περιεχόμενα – Βιβλιογραφία



- ◇ Περιεχόμενα Ενότητας
 - ◇ Εισαγωγή
 - ◇ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
 - ◇ Κώδικας αλυσίδας
 - ◇ Περιγραφείς Fourier
- ◇ Βιβλιογραφία:
 - ◇ Παπαμάρκος [2005]: Κεφάλαιο 5
 - ◇ Πήτας [1999]: Κεφάλαιο 10
 - ◇ Gonzales [2002]: Chapter 10
 - ◇ Gonzales [2004]: Chapter 10
 - ◇ Basic Algorithms for Digital Image Analysis, Dmitriy Csetverikov, Eotvos Lorand University, Budapest, Hungary

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Εισαγωγή



- ◇ Μια **περιοχή (region)** μιας εικόνας ορίζει περιεχόμενα σημεία τα οποία περικλείονται από ένα περίγραμμα (contour) το οποίο συχνά αναφέρεται και ως **όριο περιοχής (boundary)**.
 - ◇ Το **όριο μιας περιοχής** ορίζεται ως το σύνολο των pixels τα οποία ανήκουν στην περιοχή και για τα οποία υπάρχει ένα τουλάχιστον γειτονικό pixel το οποίο δεν ανήκει στη περιοχή.
 - ◇ Το όριο κλειστών περιοχών καθορίζει το σχήμα τους.
- ◇ Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες αναπαράστασης ορίου περιοχών. Η αναπαράσταση ορίου περιοχών χρησιμοποιείται για:
 - ◇ Αποτελεσματική περιγραφή σχημάτων (συμπύση)
 - ◇ Υπολογισμό διανύσματος χαρακτηριστικών για το διαχωρισμό δυσδιάστατων αντικειμένων με βάση το σχήμα τους

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

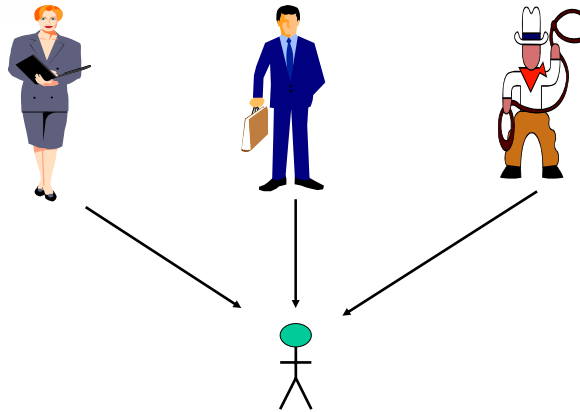
Επιθυμητές ιδιότητες για αναπαράσταση ορίου



- ◇ Επάρκεια
 - ◇ Δυνατότητα διαχωρισμού ανάμεσα σε διαφορετικές κατηγορίες
- ◇ Ευρύτητα πεδίου εφαρμογής
- ◇ Μοναδικότητα
- ◇ Ευκρίνεια (Μη διφορούμενη αναπαράσταση)
- ◇ Δυνατότητα ανακατασκευής
- ◇ Ευρωστία (ευστάθεια)
- ◇ Καταλληλότητα

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφές Fourier

Επάρκεια

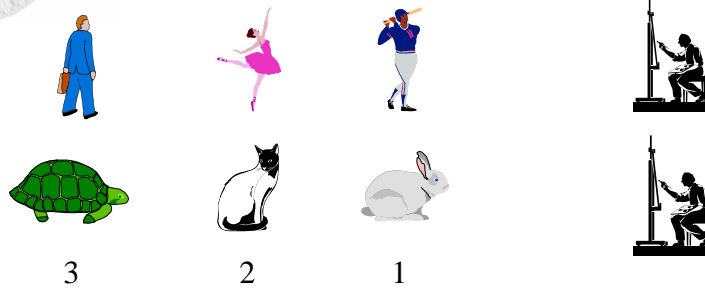


... Είναι η ανωτέρω αναπαράσταση σχήματος επαρκής; Εξαρτάται προφανώς από την εφαρμογή

© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφές Fourier

Ευρύτητα πεδίου εφαρμογής



Ευρύτητα αναπαράστασης:

«Η ικανότητα αναπαράστασης πολλών κατηγοριών από αντικείμενα και για διαφορετικά πεδία εφαρμογών»

© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Μοναδικότητα



Κάθε ξεχωριστό μέλος μιας κατηγορίας αντικειμένων έχει διακριτή αναπαράσταση



Not unique : dog

unique : pitbull



dog

collie



dog

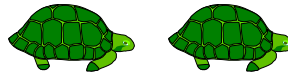
cocker-spaniel

- ★ Εισαγωγή
- Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Μη διαφορούμενη αναπαράσταση



Μια οντότητα μπορεί να αναπαρίσταται με πολλούς τρόπους (π.χ. πολλές μορφές χελώνας) αλλά δεν είναι δυνατό δυο διαφορετικές οντότητες να έχουν την ίδια αναπαράσταση (π.χ. ίδια αναπαράσταση για χελώνες και λάμπες)

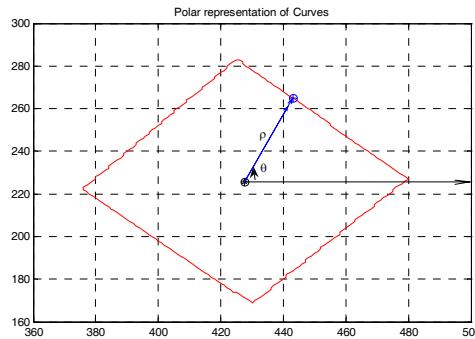


- ☑ Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☐ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες



- ◇ Αντικείμενα χωρίς τρύπες
- ◇ Υπολογισμός του κέντρου μάζας (centroid) του αντικειμένου
- ◇ Για κάθε σημείο του ορίου υπολογίζεται η γωνία θ (σε σχέση με τον οριζόντιο άξονα), και η ακτίνα ρ από το κέντρο μάζας



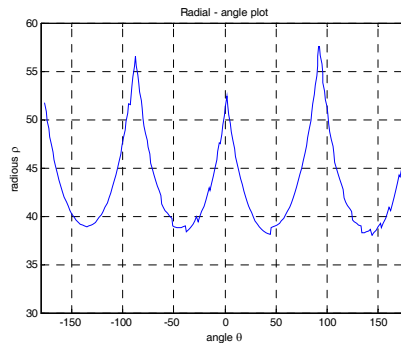
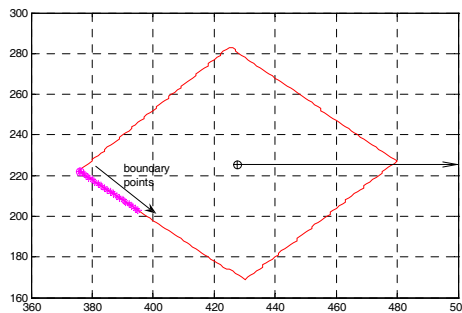
© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☐ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (II)



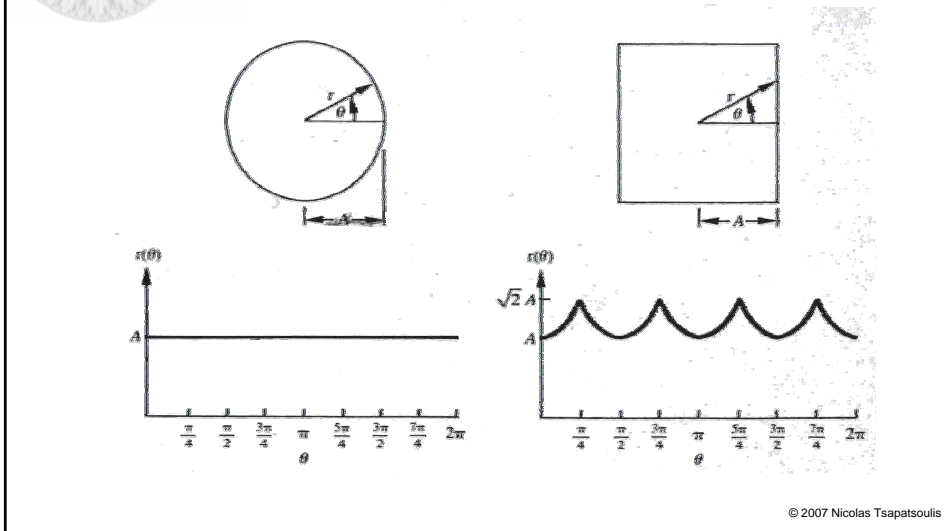
- ◇ Το διάγραμμα $B(\rho, \theta)$ ακτίνας ρ - γωνίας θ μαζί με το σημείο που αντιστοιχεί στο κέντρο μάζας (x_0, y_0) αποτελούν την περιγραφή του σχήματος



© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☐ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφείς Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (III)



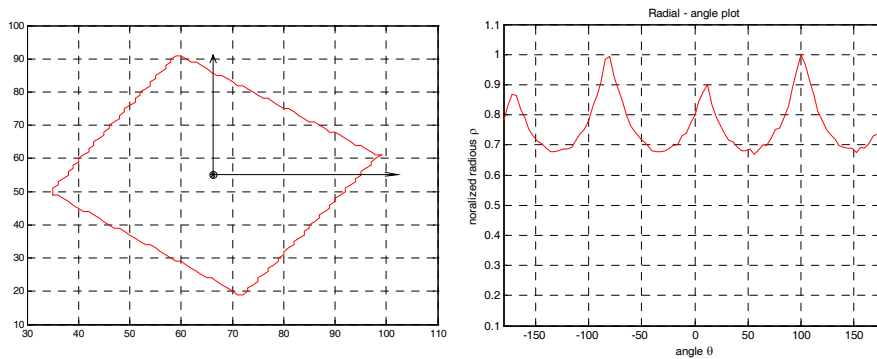
© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☐ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφείς Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (IV)



Παραδείγματα:



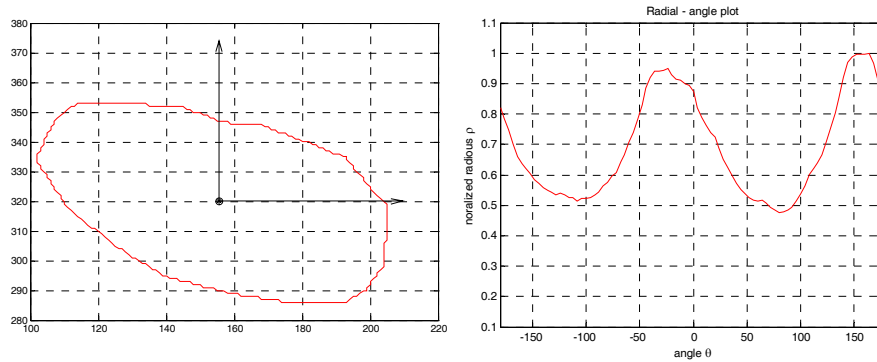
© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (V)



Παραδείγματα:



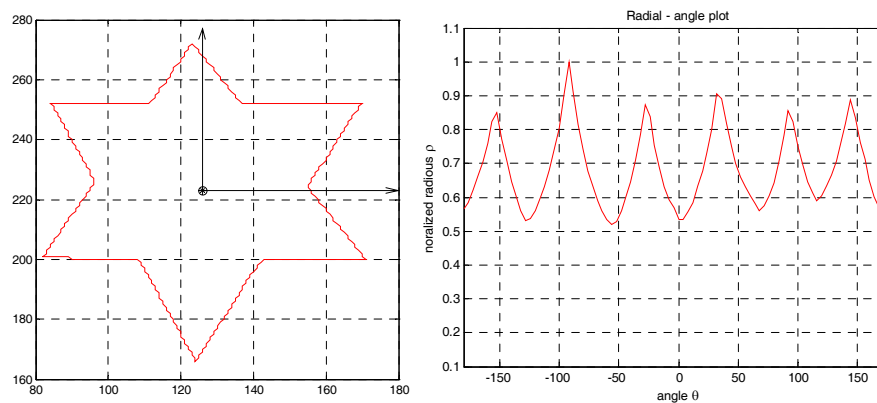
© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- Κώδικας αλυσίδας
- Περιγραφείς Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (VI)



Παραδείγματα:



© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

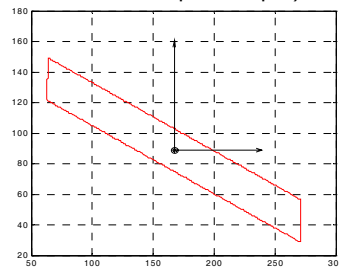
- ☑ Εισαγωγή
- ★ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☐ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες (VII)



Προβλήματα:

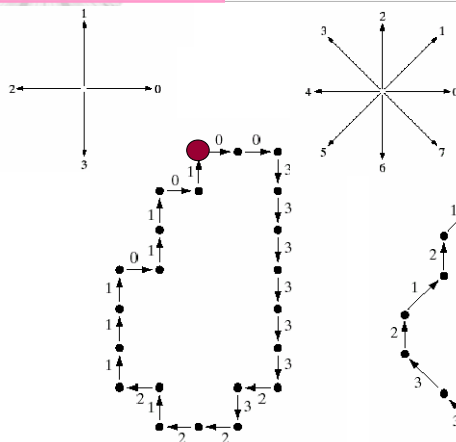
- ◇ Εξάρτηση από κέντρο μάζας (τι γίνεται για αντικείμενα με τρύπες;)
- ◇ Η συνάρτηση $B(\rho, \theta)$ μπορεί να μην είναι μονοσήμαντη (για δεδομένη γωνία θ μπορεί να έχουμε περισσότερες από μία τιμή για το ρ) για ορισμένες κατηγορίες μη κυρτών σχημάτων
- ◇ Για επιμήκη σχήματα υπάρχει διαφορά στη πυκνότητα σημείων που λαμβάνονται σε δεδομένο εύρος διακύμανσης στη γωνία θ .



© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ★ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Κώδικας αλυσίδας (chain code)



4-directional chain code:
0033333323221211101101

8-directional chain code:
076666553321212

Αλγόριθμος:

1. Ξεκινάμε από ένα τυχαίο σημείο του ορίου
2. Βρίσκουμε την κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να κινηθούμε για να βρούμε το επόμενο σημείο του ορίου (κατά τη ωρολογιακή φορά)
3. Επαναλαμβάνουμε το βήμα (2) μέχρι να φτάσουμε στο σημείο αρχής

© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

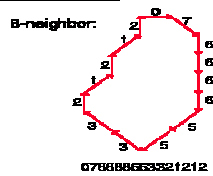
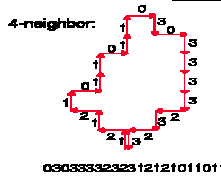
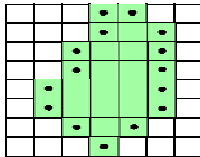
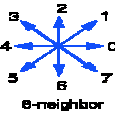
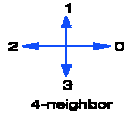
- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ★ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Κώδικας αλυσίδας (II)



Chain Code

Each direction is assigned a code:



Προβλήματα:

- ◇ Εξάρτηση από το σημείο αρχής
- ◇ Εξάρτηση από προσανατολισμό (orientation)

Λύση:

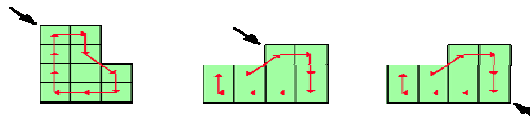
- ◇ Αλυσίδα διαφορών
- ◇ Κανονικοποίηση
- ◇ Έναρξη από ελάχιστη ακέραια τιμή

- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ★ Κώδικας αλυσίδας
- ☐ Περιγραφές Fourier

Κώδικας αλυσίδας (III)



Chain Code Independent of Location, Starting Point and Orientation



Chain Code:
 067644222 08544201 444201088

Curvature = differences in chain code values :
 -8-11202002 -8020022-11 0022-11-602

Normalize curvature = mod 8 :
 271202002 202002271 002271202

Code is the cyclic permutation which produces the smallest number:
002271202

- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☑ Κώδικας αλυσίδας
- ★ Περιγραφείς Fourier

Περιγραφείς Fourier



- ◇ Έστω ότι το όριο μιας περιοχής περιγράφεται από την ακολουθία των N σημείων $[x(n) \ y(n)]$, $n = 0 \dots N-1$. Τα σημεία λαμβάνονται με κίνηση κατά την ωρολογιακή φορά.
- ◇ Ορίζουμε τη μιγαδική ακολουθία $z(n) = x(n) + jy(n)$. Λαμβάνοντας το διακριτό μετασχηματισμό Fourier της μιγαδικής ακολουθίας $z(n)$ παίρνουμε την (επίσης) μιγαδική ακολουθία $a(k)$, $k=0, \dots, N-1$:

$$a(k) = \sum_{n=0}^{N-1} z(n) e^{-\frac{j2\pi kn}{N}} \quad k = 0, \dots, N-1$$

- ◇ Οι συντελεστές $a(k)$ ονομάζονται περιγραφείς Fourier και αποτελούν μια από τις πλέον διαδεδομένες αναπαραστάσεις σχημάτων.
- ◇ Με δεδομένους τους περιγραφείς Fourier οι συντεταγμένες των σημείων του ορίου λαμβάνονται με τον αντίστροφο διακριτό μετασχηματισμό Fourier:

$$z(n) = \sum_{k=0}^{N-1} a(k) e^{\frac{j2\pi kn}{N}} \quad n = 0, \dots, N-1$$

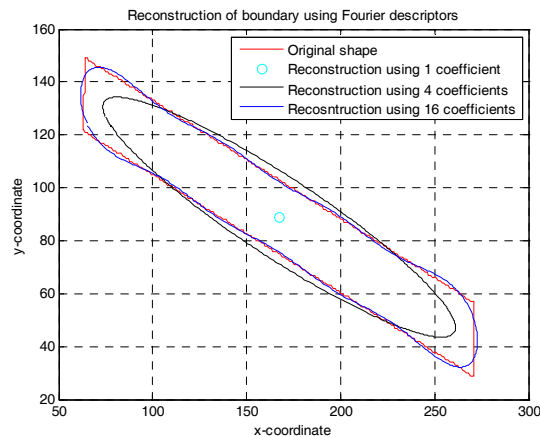
© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☑ Κώδικας αλυσίδας
- ★ Περιγραφείς Fourier

Συμπαγής αναπαράσταση



- ◇ Στο παρακάτω βλέπουμε ανακατασκευή ενός περιγράμματος με διαφορετικό αριθμό συντελεστών:



© 2007 Nicolas Tsapatsoulis

- ☑ Εισαγωγή
- ☑ Αναπαράσταση με πολικές συντεταγμένες
- ☑ Κώδικας αλυσίδας
- ★ Περιγραφές Fourier

Ιδιότητες περιγραφών Fourier



- ◇ Το μέτρο των περιγραφών Fourier (το οποίο χρησιμοποιείται στην πράξη ως διάνυσμα χαρακτηριστικών για την περιγραφή του ορίου) είναι αμετάβλητο ως προς:
 - ◇ Την περιστροφή (αν $z_1(n) = z(n)e^{j\theta_0} \Rightarrow |a_1(k)| = |a(k)|$)
 - ◇ Την ολίσθηση (αν $z_1(n-n_0) = z(n-n_0) \Rightarrow |a_1(k)| = |a(k)|$)

