

# Η υφή σε εικόνες παρατήρησης της γης

Επεξεργασίες υφής σε  
ψηφιακές τηλεπισκοπικές απεικονίσεις  
:-)

by Ch lossif @ 2011

Creative Commons: by + nc + sa

# Ορισμός

Υφή είναι:

η συχνότητα μεταβολής των τόνων μιας εικόνας,

η περιοδική μεταβολή του τόνου σε μικρή επιφάνεια,

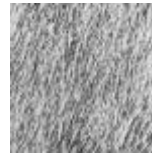
ιδιότητα της χωρικής ομοιογένειας / ανομοιογένειας του τόνου.

# Είδη

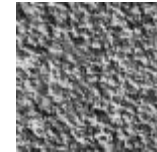
Μαλακή:



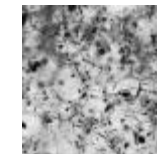
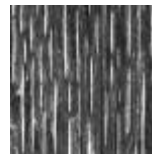
Μέτρια:



Σκληρή:



Γραμμική ή τυχαία:



# Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: 1/2

Στατιστική:

Πρώτη τάξη: απλοί στατιστικοί δείκτες χωρίς χωρικές σχέσεις μεταξύ τόνων

Δευτέρας τάξης στατιστική επεξεργασία με σχέσεις μεταξύ δύο τόνων

Τρίτης τάξης με σχέσεις μεταξύ τριών τόνων κ.τ.λ.

# Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: 2/2

Δομική:

Ανίχνευση δομικού στοιχείου / προτύπου

Γραμματική αναγνώρισης δομικού στοιχείου / προτύπου

Φασματική:

Τοπική ανάλυση φάσματος συχνοτήτων

# Απλοί στατιστικοί δείκτες

Εύρος τιμών = Μέγιστο – Ελάχιστο

Διασπορά = Τυπική απόκλιση <sup>2</sup>

Δευτέρας ή μεγαλύτερης τάξης  
στατιστική επεξεργασία

Πίνακες χωρικής συσχέτισης τόνων

Δείκτες υφής:

αντίθεση, ανομοιομορφία, ομοιογένεια,  
ASM, ενέργεια, μεγ. πιθανότητα,  
εντροπία, μέσος όρος, διασπορά (τ.απ.),  
συσχέτιση...

# Πίνακες χωρικής συσχέτισης (2η τάξη)

Τετραγωνικοί πίνακες διάστασης  $K \times K$  όπου  $K$  το πλήθος των τόνων στην εικόνα.

Το στοιχείο  $i, j$  στον πίνακα είναι το πλήθος των χωρικών συσχετίσεων του τόνου  $i$  με τον τόνο  $j$  (προς το συνολικό πλήθος  $n$  κανονικοποιημένη μορφή).

Την συσχέτιση καθορίζει τόσο η διεύθυνση όσο και η απόσταση μεταξύ των pixel.



# Πίνακες χωρικής συσχέτισης 2/3

Την απόσταση την καθορίζει το μέσο μέγεθος του δομικού στοιχείου υφής και είναι σε pixel (σχεδόν πάντα χρησιμοποιούμε απόσταση 1 pixel, γιατί; )

Μετρήσεις διεύθυνσης σε  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  και  $135^\circ$ .

ΠΡΟΣΟΧΗ: η σχέση είναι αμφίδρομη (και ο πίνακας συμμετρικός)



# Πίνακες χωρικής συσχέτισης 3/3

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

(a)

		Grey Tone			
		0	1	2	3
Grey Tone	0	$f(0,0)$	$f(0,1)$	$f(0,2)$	$f(0,3)$
	1	$f(1,0)$	$f(1,1)$	$f(1,2)$	$f(1,3)$
	2	$f(2,0)$	$f(2,1)$	$f(2,2)$	$f(2,3)$
	3	$f(3,0)$	$f(3,1)$	$f(3,2)$	$f(3,3)$

(b)

$$0^\circ \quad P_H = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

(c)

$$90^\circ \quad P_V = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 4 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

(d)

$$135^\circ \quad P_{LD} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

(e)

$$45^\circ \quad P_{RD} = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

(f)

# Δείκτες υφής 1/2 (Haralick)

Uniformity or energy  
(Related to the variance of  
( $P_{11}, \dots, P_{ij}, \dots, P_{NN}$ ))

$$\sum_{i,j} P_{ij}^2$$

Entropy

$$\sum_{i,j} P_{ij} \log P_{ij}$$

Maximum probability

$$\max_{ij} P_{ij}$$

Contrast

$$\sum_{i,j} |i - j|^k (P_{ij})^L$$

# Δείκτες υφής 2/2 (Haralick)

Inverse difference moment

$$\sum_{\substack{i,j \\ i \neq j}} \frac{(P_{ij})^L}{|i-j|^k}$$

Correlation

$$\sum_{i,j} \frac{(i-u)(j-u)P_{ij}}{\sigma^2}$$

Probability of a run of length  $n$  for gray tone  $i$  (Assuming the image is Markov)

$$\frac{(P_i - P_{ii})^2 (P_{ii})^{n-1}}{P_i^n},$$

where  $P_i = \sum_j P_{ij}$

# Δείκτες υφής (σε ομάδες)

- \* Αντίθεση

μετρήσεις απόστασης από την διαγώνιο  
του  $\pi\chi\sigma$

- \* Συμμετρική ομοιογένεια

κανονική κατανομή τιμών στον  $\pi\chi\sigma$

- \* Στατιστική επεξεργασία

στα στοιχεία του  $\pi\chi\sigma$

# Αντίθεση

Αντίθεση :

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i-j)^2$$

Ανομοιομορφία:

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} |i-j|$$

Ομοιογένεια:

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{P_{i,j}}{1 + (i-j)^2}$$

# Συμμετρική ομοιογένεια

Angular Second Moment:  $\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}^2$

Ενέργεια:  $Energy = \sqrt{ASM}$

Μέγιστη πιθανότητα: η μεγαλύτερη τιμή του  $p_{χσ}$

Εντροπία:  $\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (-\ln P_{i,j})$

# Στατιστική επεξεργασία

Μέσος όρος:  $\mu_i = \sum_{i,j=0}^{N-1} i(P_{i,j})$      $\mu_j = \sum_{i,j=0}^{N-1} j(P_{i,j})$

Διασπορά (τυπ.απ.<sup>2</sup>):

$$\sigma_i^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (i - \mu_i)^2$$
$$\sigma_j^2 = \sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} (j - \mu_j)^2$$

Συσχέτιση:

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \left[ \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)}{\sqrt{(\sigma_i^2)(\sigma_j^2)}} \right]$$



# Μεθοδολογία εφαρμογής

0. Καθορισμός στόχου εφαρμογής
1. Επιλογή μονοχρωματικής εικόνας
2. Μείωση ραδιομετρίας
3. Επιλογή μεγέθους παραθύρου εφαρμογής
4. Επιλογή απόστασης και διεύθυνσης
5. Υπολογισμός πινάκων χωρικής συσχέτισης
6. Υπολογισμός δεικτών υφής
7. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

# Αναφορές

- \* Haralick, R.M., K. Shanmugam and I. Dinstein. 1973. Textural Features for Image Classification. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. SMC vol. 3 no. 6 pp.610-620.
- \* Haralick, R.M. 1979. Statistical and Structural Approaches to Texture. Proceedings of the IEEE, Vol. 67 pp.786-804.
- \* Mryka Hall-Beyer. 2007. The GLCM Tutorial Home Page. Current Version: 2.10 February 2007. Copyright 2002, 2007 Mryka Hall-Beyer.
- \* Wikipedia: Co-occurrence matrix, Texture mapping.
- \* Brodatz Textures: <http://www.ux.uis.no/~tranden/brodatz.html>