



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ"**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χαρακτηρισμός της Ανισοτροπίας Επιφανειών και Εικόνων:
Ταξινόμηση, Προτυποποίηση και Ανάλυση Κλίμακας**

Ιωάννης Ν. Σιούλας

Επιβλέπων: Σταύρος Περαντώνης, Διευθυντής Ερευνών – ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χαρακτηρισμός της Ανισοτροπίας Επιφανειών και Εικόνων: Ταξινόμηση,
Προτυποποίηση και Ανάλυση Κλίμακας**

Ιωάννης Ν. Σιούλας

A.M.: ΠΙΒ096

Επιβλέπων: Σταύρος Περαντώνης, Διευθυντής Ερευνών – ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: Σταύρος Περαντώνης, Διδάκτωρ, Διευθυντής Ερευνών
ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος
Βασίλειος Κωνσταντούδης, Διδάκτωρ, Ερευνητής,
ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος
Γεώργιος Σπύρου, Διδάκτωρ, Ερευνητής, ΙΙΒΕΑ

Σεπτέμβριος 2015

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία, αντιμετωπίζουμε το ζήτημα του χαρακτηρισμού της ανισοτροπίας σε επιφάνειες και εικόνες. Η ανισοτροπία θεωρείται ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό της μορφολογίας μίας επιφάνειας και της υψής μίας εικόνας και παίζει σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση, την ταξινόμηση, τις φυσικοχημικές και βιοϊατρικές λειτουργίες της. Στόχος μας είναι να συμβάλουμε στον έλεγχο και τη κατανόηση των επιδράσεων που έχει η ανισοτροπία σε αυτές τις λειτουργίες, αναπτύσσοντας νέες προσεγγίσεις και μεθόδους για το χαρακτηρισμό των διάφορων πτυχών της ανισοτροπίας. Για να επιτευχθεί ο στόχος που καθορίστηκε προηγουμένως,

α) προτείνουμε ένα νέο σύστημα ταξινόμησης των ανισότροπων επιφανειών / εικόνων που βασίζεται στα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία που παρουσιάζουν κατευθυντική εξάρτηση. Αυτό μπορεί να είναι το πλάτος των διακυμάνσεων των επιφανειών ή οι συσχετίσεις τους. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε το είδος της ανισοτροπίας πλάτους (FA), ενώ στη δεύτερη περίπτωση έχουμε το είδος της ανισοτροπίας συσχέτισης (CA).

β) εφαρμόζουμε αλγόριθμους για την προτυποποίηση και την παραγωγή συνθετικών ανισοτροπικών επιφανειών και των δύο τύπων (FA και CA). Για τον πρώτο τύπο (FA), η προτυποποίηση και οι αλγόριθμοι είναι νέοι, δεδομένου ότι δεν έχει αφιερωθεί σε αυτό το θέμα κάποια προηγούμενη εργασία. Για το δεύτερο είδος (CA), έχουμε προσαρμόσει παλιούς αλγόριθμους για τις ανάγκες της μελέτης μας. Επίσης έχουμε προτυποποιήσει και συνθέσει επιφάνειες, από τη μίξη των δύο τύπων (FA και CA) με ελεγχόμενη συμβολή και των δύο τύπων.

γ) έχουμε αναπτύξει μεθοδολογίες χαρακτηρισμού για την ποσοτικοποίηση των διάφορων τύπων της ανισοτροπίας και τις έχουμε εφαρμόσει σε συνθετικές επιφάνειες που έχουμε αναπτύξει σε αυτή την εργασία, με σκοπό να επαληθεύσουμε τον χαρακτήρα τους ως προς την ανισοτροπία.

δ) έχουμε αναπτύξει δύο μεθόδους για την τοπική ανάλυση και ανάλυση κλίμακας της ανισοτροπίας, με σκοπό να αποκαλύψουν κρυμμένα χαρακτηριστικά μήκη και εξαρτήσεις από τη κλίμακα. Επίσης, εφαρμόσαμε αυτές τις μεθόδους σε συνθετικές επιφάνειες και των δύο τύπων (FA και CA), καθώς και σε επιφάνειες μικτού τύπου και βρέθηκαν ενδιαφέρουσες εξαρτήσεις από τη κλίμακα. Για την ερμηνεία των παρουσιαζόμενων αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούμε ως συγκριτικό στοιχείο τη συμπεριφορά των τυχαίων-ασυσχέτιστων επιφανειών. Επίσης, δείξαμε ότι οι προτεινόμενες μεθοδολογίες ανταποκρίνονται σωστά και έχουν την ικανότητα να διαχωρίσουν τα διαφορετικά είδη της ανισοτροπίας.

ε) εφαρμόζουμε την παραπάνω προτεινόμενη μεθοδολογία σε μια σειρά πειραματικών εικόνων/επιφανειών, που λαμβάνονται κυρίως από εικόνες μικροσκοπίου για νανο-επιφάνειες που έχουν εφαρμογή κυρίως σε επιστήμες που ασχολούνται με τη διαβροχή επιφανειών αλλά και στη βιοϊατρική τεχνολογία. Έχουμε ποσοτικοποιήσει το βαθμό της ανισοτροπίας και αποσυνθέσει τις διαφορετικές συνιστώσες αυτής, που προέρχονται από διάφορους τύπους ανισοτροπίας. Η ανάλυση κλίμακας αποκαλύπτει κρίσιμα χαρακτηριστικά μήκη, που αντιπροσωπεύουν την έκταση της ανισοτροπίας, ενώ αποκλίσεις από τη συμπεριφορά των ασυσχέτιστων επιφανειών, αναφέρονται και

σχετίζονται με τη μορφολογία της επιφάνειας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι προτεινόμενες προσεγγίσεις μπορούν να δώσουν πιο πειστικό και λεπτομερή χαρακτηρισμό των επιφανειών οι οποίες καθολικά είναι ισοτροπικές, αλλά παρουσιάζουν τοπικά και εξαρτώμενα από τη κλίμακα ανισοτροπίες.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Επεξεργασία Εικόνας και επεξεργασία επιφάνειας

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ανισοτροπία, ανάλυση κλίμακος, τοπική ανάλυση, τραχύτητα, εικόνες, νανο-επιφάνειες

ABSTRACT

In this thesis, we address the issue of anisotropy characterization in surfaces and images. Anisotropy is considered as a very important feature of surface morphologies and image textures and plays a significant role in their appearance, classification and physicochemical and biomedical functionalities. Our aim is to contribute to the control and comprehension of anisotropy effects on these functionalities by developing novel approaches and methods for the characterization of various anisotropy aspects. To this end,

a) we propose a novel classification scheme of anisotropic surfaces/images which is based on the aspect of surface/image morphology exhibiting directional dependence. This can be the amplitude of surface fluctuations or their correlations. In the first case we have the type of fluctuation anisotropy (FA), while in the second the correlation anisotropy (CA) type.

b) we implement algorithms for the modeling and generation of synthesized anisotropic surfaces of both types (FA and CA). For the first type the algorithms and modeling approach is novel since no previous work has been devoted to this issue. For the second type (CA) we have adjusted old algorithms to the needs of our study. Mixtures of the two types (FA and CA) have also been modeled and synthesized with controlled contributions of both types.

c) we elaborate characterization methodologies for the quantification of various types of anisotropy and apply these to the synthesized surfaces implemented in this work to verify their character.

d) we develop two methodologies for scaling and local analysis of anisotropy to reveal hidden characteristic lengths and scaling dependencies. We apply these methodologies to the synthetic surfaces of both types (FA and CA) as well as of the mixed type and we find interesting scaling dependencies. For the interpretation of the reported results, we derive the baseline scaling dependencies of anisotropy for fully random surfaces. We show that our methodologies respond correctly and are capable to discriminate different kinds of anisotropic surfaces.

e) we apply the above proposed and implemented classification and methodology to a series of experimental surfaces and images taken mainly from microscope images of nano-textured surfaces with interesting wetting and biomedical applications. We quantify their degree of anisotropy and decompose it to the different contributions from various anisotropy types. The scaling analysis reveals critical lengths characterizing the extent of anisotropy in isotropic surfaces with local anisotropy while deviations from the baseline behavior of uncorrelated surfaces are reported and related to surface morphologies. The results show that the proposed approaches can give more convincing and detailed characterization of surfaces which are globally isotropic but exhibit local and scale dependent anisotropy.

SUBJECT AREA: Image analysis and surface analysis

KEYWORDS: Anisotropy, scaling analysis, local analysis, roughness, images, nano surfaces