

Χάος και χωρική πολυπλοκότητα νανοδομημένων επιφανειών

Α. Κόντι και Β. Κωνσταντούδης

Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος

Συνήθως η συνύπαρξη των όρων χάος και πολυπλοκότητα αποτελεί την αφορμή γόνιμων συζητήσεων και διαφορετικών προσεγγίσεων για τις μεταξύ τους σχέσεις και διαφορές. Στην παρουσίαση αυτή – χωρίς να αποκλεισθούν αυτές οι συζητήσεις- θα προσπαθήσουμε να είμαστε πιο συγκεκριμένοι. Ειδικότερα, στόχος μας είναι να διερευνήσουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν τα βασικά συστατικά της χαοτικής δυναμικής (επιμήκυνση-stretching και αναδίπλωση-folding των τροχιών στο χώρο φάσης) στον χαρακτηρισμό της χωρικής πολυπλοκότητας εικόνων μικροσκοπίας που απεικονίζουν επιφάνειες με νανοτραχύτητα. Η βασική ιδέα είναι να θεωρηθεί η υπό ανάλυση εικόνα ως το σύνολο των αρχικών συνθηκών μιας χαοτικής απεικόνισης (της απεικόνισης Arnold σε αυτή την εργασία) και να παρακολουθηθεί ο μετασχηματισμός της εικόνας κατά τις πρώτες επαναλήψεις της καθώς αποσυντίθεται κάθε δομή της. Η εφαρμογή της απεικόνισης Arnold θα ενισχύσει σταδιακά τις υψηλές συχνότητες (λόγω της επιμήκυνσης) και θα εισάγει ασυνέχειες (λόγω της αναδίπλωσης) στις επαναλήψεις της αρχικής εικόνας. Θα συζητήσουμε κατά πόσο οι δύο αυτές επιδράσεις του μετασχηματισμού Arnold μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ποσοτικοποιηθεί η «απόσταση» της απεικονιζόμενης επιφάνειας από την πλήρη ομοιομορφία και περιοδικότητα από τη μία πλευρά και από την πλήρη τυχαιότητα από την άλλη και έτσι να αποτελέσει ένα μέτρο πολυπλοκότητας τύπου S. Η προτεινόμενη μεθοδολογία θα επικυρωθεί σε συνθετικές εικόνες επιφανειών με τραχύτητα ελεγχόμενου μήκους συσχέτισης και μορφοκλασματικής διάστασης και θα εφαρμοσθεί σε εικόνες Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης μικρο και νανοδομημένων υλικών.

Σύντομο βιογραφικό σημείωμα

Ο **Βασίλης Κωνσταντούδης (BK)** είναι Ερευνητής Β' στο INN του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος με κύριο ερευνητικό ενδιαφέρον την ανάπτυξη μαθηματικών και υπολογιστικών μεθόδων χαρακτηρισμού και προτυποποίησης νανοδομημένων υλικών με βάση έννοιες και μεθόδους στοχαστικής ανάλυσης, πολύπλοκων συστημάτων και Μηχανικής Μάθησης.

Ο BK σπούδασε Φυσική στο ΑΠΘ και έκανε το διδακτορικό του στο ΙΘΦΧ του ΕΙΕ σε συνεργασία με το Φυσικό Τμήμα του ΕΚΠΑ με θέμα τη μη γραμμική και χαοτική δυναμική μαγνητικών συστημάτων και τις συνέπειες της στο κβαντικό και θερμοδυναμικό όριο. Στη συνέχεια, συνεργάστηκε με το ΣΕΜΦΕ του ΕΜΠ στη θεωρητική διερεύνηση της κλασικής και κβαντικής δυναμικής της πολυφωτονικής διάσπασης μοριακών δεσμών υπό την επίδραση ισχυρών λέιζερ και ακολούθως με το Ινστιτούτο Μικροηλεκτρονικής του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος (τώρα Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, INN) στο οποίο μύηθηκε στον κόσμο της μικροηλεκτρονικής εστιάζοντας στο - ανερχόμενο τότε και κυρίαρχο τώρα - πρόβλημα της στοχαστικότητας των διεργασιών και της τραχύτητας των επιφανειών των δομών των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και των δυσκολιών που αυτές δημιουργούν στην αξιόπιστη λειτουργία των μικροηλεκτρονικών διατάξεων.

Παράλληλα, συνεργάστηκε με το Τμήμα Φυσικής του ΕΚΠΑ σε προβλήματα μεταφοράς μάζας σε μέσα με χρονοεξαρτώμενα δυναμικά, ενώ σε συνεργασία και με το Ινστιτούτο Επεξεργασίας Λόγου του ΕΚ «Αθηνά» ασχολήθηκε με την εφαρμογή εννοιών και μεθόδων των πολύπλοκων συστημάτων (εντροπία, πολυμορφοκλασματική ανάλυση κ.α.) στη μελέτη των συσχετίσεων γραπτών κειμένων φυσικής γλώσσας με στόχο τον εντοπισμό ενιαίων κανονικοτήτων αλλά και διαφοροποιήσεων με βάση την οικογένεια της γλώσσας και το περιεχόμενο του κειμένου.

Τα αποτελέσματα του παραπάνω ερευνητικού έργου έχουν δημοσιευθεί σε περίπου 140 άρθρα σε περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων με κριτές, τα οποία έχουν δεχθεί περισσότερες από 2500 αναφορές (h-factor=29 (Google) 26 (Scopus)). Επίσης, εργασίες του έχουν παρουσιασθεί σε περισσότερα από 150 συνέδρια σε πολλά από τα οποία συμμετέχει ως προσκεκλημένος ομιλητής. Η εργασία του “Challenges in LER/CDU metrology of DSA structures: placement error and cross-line correlations” τιμήθηκε με το γνωστό Βραβείο Diana Nygssonen καλύτερης εργασίας στο συνέδριο SPIE Advanced Lithography 2016: Metrology, Inspection and Process Control.

Εκτός από το COSANet, ο ΒΚ συμμετέχει στην ιδρυτική ομάδα του δικτύου nanoAI του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών για την ενίσχυση εφαρμογών μεθόδων της Τεχνητής Νοημοσύνης στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, ενώ συμμετέχει επίσης στην Επιτροπή Εκπαίδευσης του INN και στην Επιτροπή Αξιοποίησης της Έρευνας του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος. Τέλος, είναι συνιδρυτής της εταιρίας Nanometrisis που είναι τεχνοβλαστός του ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος.