

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α '

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΑΞΗΣ

Υποέργο 1 : «ΠΡΟΗΓΜΕΝΟΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΙΧΜΗΣ»

Συντονιστής: **ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΜΙΡΗΣ** / ΕΚΠΑ / Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ – Φυσικού Αντικείμενου (ΣΕ ΜΗΝΕΣ): 45

Έναρξη Έρευνας: 01/01/

Εκτιμώμενη Λήξη Έρευνας: 30/09/2015

Περιγραφή Δράσεων προς υλοποίηση

Δ1: Υπολογιστική Γεωμετρία και επεκτάσεις.

Περιγραφή:

Μια πρωταρχική δραστηριότητα αφορά στις αλγοριθμικές θεμελιώσεις της περιοχής των Γεωμετρικών Υπολογισμών και θα ξεκινήσει από ορισμένα βασικά προβλήματα Υπολογιστικής Γεωμετρίας, τους αντίστοιχους αλγόριθμους ακριβείας ή προσεγγιστικούς αλγόριθμους, και τις ανάλογες δομές δεδομένων. Τα προβλήματα αυτά θα επιλυθούν με την προοπτική να θεμελιώσουν τις προσεγγίσεις μας σε περαιτέρω προβλήματα: προβλήματα αναζήτησης και πλησιέστερου γείτονα (με επεκτάσεις σε μαζικά δεδομένα και στην εξόρυξη δεδομένων), κυρτής γεωμετρίας (με επεκτάσεις σε υψηλές διαστάσεις και μη-γραμμικά αντικείμενα), ορατότητας με γραμμικά εμπόδια (για επεκτάσεις σε μη-γραμμικά εμπόδια), διαγραμμάτων Voronoi στο επίπεδο (για επεκτάσεις στον τρισδιάστατο χώρο, σε καμπύλα αντικείμενα, στην αναπαράσταση μοριακών επιφανειών και τον σχεδιασμό VLSI), συνδυαστικής βελτιστοποίησης (για εφαρμογές στην αναπαράσταση πρωτεϊνών). Στόχος μας είναι η χρήση νέων μεθόδων, όπως οι προσεγγιστικοί αλγόριθμοι, και νέων υπολογιστικών μοντέλων, όπως το μοντέλο I/O.

Δ2: Γεωμετρία καμπύλων αντικειμένων

Περιγραφή:

Εξετάζουμε γεωμετρικά προβλήματα που αφορούν σε καμπύλα αντικείμενα, γνωστική περιοχή που συνδυάζεται με την περιοχή της Γεωμετρικής Σχεδίασης (Computer-aided geometric design), η οποία αποτελεί μια αυτόνομη και διεθνώς καταξιωμένη γνωστική περιοχή στις Επιστήμες Μηχανικού, με ισχυρές συγγένειες προς τα Υπολογιστικά Μαθηματικά και την Πληροφορική. Πρόκειται για γενίκευση της Υπολογιστικής Γεωμετρίας, η οποία παραδοσιακά χειρίζεται μόνο γραμμικά αντικείμενα, στην αντιμετώπιση καμπύλων και επιφανειών με αλγοριθμικό τρόπο και μεθόδους ακριβείας. Ορισμένα προβλήματα που θα μελετήσουμε είναι ο υπολογισμός διαγραμμάτων Voronoi, κυρτών περιβλημάτων, και υπολογισμού της ορατότητας, όταν τα δεδομένα αντικείμενα είναι καμπύλα. Η μεθοδολογία μας στηρίζεται στον σχεδιασμό αλγορίθμων ακριβείας, που γενικεύουν αυτούς της κλασικής Υπολογιστικής

Γεωμετρίας. Όμως αυτοί οι αλγόριθμοι δεν επαρκούν για τον χειρισμό μη-γραμμικών αντικειμένων, λόγω της πολυπλοκότητας των τελευταίων. Ο συνδυασμός με τις αριθμητικές μεθόδους της Γεωμετρικής Σχεδίασης είναι σε αυτό το σημείο απολύτως απαραίτητος. Παράλληλα, θα μελετηθούν διαφορετικοί τρόποι αναπαράστασης των καμπύλων αντικειμένων, ερώτημα στο οποίο η Γεωμετρική Σχεδίαση έχει να προτείνει πολλές απαντήσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες των διαφορετικών εφαρμογών. Ενισχύουμε τέλος την Γεωμετρική Σχεδίαση με την ακρίβεια της Υπολογιστικής Γεωμετρίας σε προβλήματα όπως η ανακατασκευή επιφάνεια από δισδιάστατες τομές, με εφαρμογή στην ιατρική απεικόνιση. Αναπτύσσουμε προηγμένα αλγεβρικά εργαλεία, προσαρμοσμένα στα γεωμετρικά προβλήματα, για την υποστήριξη αυτών των μεθόδων.

Δ3: Κρίσιμες εφαρμογές.

Περιγραφή:

Εστιάζουμε σε δύο άξονες εφαρμογών αιχμής: στην Υπολογιστική Βιολογία, και το Βιομηχανικό Σχέδιο. Αναπτύσσουμε πρότυπες υλοποιήσεις για τον πειραματισμό και την τελειοποίηση των αλγορίθμων (π.χ. στην γλώσσα Python ή στις βιβλιοθήκες Matlab, Mathematica), καθώς και τελικό λογισμικό ανοικτού κώδικα (π.χ. σε C/C++) για την επίλυση κρίσιμων προβλημάτων στις παραπάνω περιοχές εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο, αλλά και για την διάχυση των αποτελεσμάτων προς την βιομηχανία, καθώς και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Σημαντικό μέρος των υλοποιήσεων θα αναπτυχθεί στην γλώσσα C++ ώστε να συνδυαστεί με καταξιωμένες βιβλιοθήκες γεωμετρικού λογισμικού όπως η CGAL (Computational Geometry Algorithms Library), ισχυροποιώντας επιπλέον την συμμετοχή της ομάδας μας σε αυτές τις βιβλιοθήκες. Τέλος, η ανάπτυξη λογισμικού διευκολύνει την εκπαιδευτική διαδικασία, που αποτελεί καίριο στοιχείο της πρότασης. Στη Δομική Βιοπληροφορική, εφαρμόζουμε τα αποτελέσματά μας στην πρόβλεψη μοριακών αλληλεπιδράσεων, συμπεριλαμβανομένης της πρόσδεσης πρωτεϊνών, ενώ εκμεταλλευόμαστε διακριτές αναπαραστάσεις μακρομορίων για εφαρμογές στη μοντελοποίηση και στον υπολογισμό της τρισδιάστατης δομής πρωτεϊνών. Στη Βιομηχανική Σχεδίαση θα ασχοληθούμε με τη σχεδίαση VLSI, ενώ παράλληλα εμπλουτίζουμε τη σχεδίαση πλοίου με τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων ασφαλείας.

Δ4: Συντονισμός και Εσωτερική Αξιολόγηση του Έργου

Περιγραφή: Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος του έργου θα φροντίσει για τον συντονισμό των ομάδων, για την διοικητική / οικονομική / τεχνική διαχείριση, για τη δημοσιότητα των αποτελεσμάτων, και θα συντάξει τις εκθέσεις εσωτερικής αξιολόγησης του έργου.

Δ5: Εξωτερική Αξιολόγηση του Έργου

Περιγραφή: Ένας ή περισσότεροι εξωτερικοί αξιολογητές θα αναλάβουν την εξωτερική αξιολόγηση του έργου.

Αντιστοίχιση εγκεκριμένων Δράσεων με την ΚΕΟ

Η κάθε συνεργαζόμενη ερευνητική ομάδα θα υλοποιήσει τις ακόλουθες Δράσεις

Ερευνητική ομάδα 1

Δράση 1,2,3

Περιγραφή. Η Ερευνητική ομάδα 1 θα αναπτύξει προσεγγιστικούς αλγόριθμους για τον εντοπισμό σημείου, την εύρεση του κοντινότερου γείτονα, την εξόρυξη γεωμετρικών δεδομένων, και την αναπαράσταση μορίου (εντάσσεται στη Δράση 1), θα μελετήσει την πολυπλοκότητα και την αναπαράσταση κυρτών πολυέδρων σε γενική διάσταση (εντάσσεται στη Δράση 1), θα εργαστεί για την ανάπτυξη αλγεβρικών και αριθμητικών υπολογιστικών εργαλείων (εντάσσεται στη Δράση 2), θα μελετήσει ζητήματα μη-γραμμικής Υπολογιστικής Γεωμετρίας, όπως κυρτά περιβλήματα και διαγράμματα Voronoi που αφορούν ή απαιτούν καμπύλα αντικείμενα (εντάσσεται στη Δράση 2), θα μελετήσει τις εφαρμογές της προσεγγιστικής αναζήτησης / βελτιστοποίησης, καθώς και της μη-γραμμικής Υπολογιστικής Γεωμετρίας στη μοριακή βιολογία και την βιοπληροφορική (εντάσσεται στη Δράση 3).

Χρονική Διάρκεια. 01-01-2012 έως 30-9-2015

Ερευνητική ομάδα 2

Δράση 2,3

Περιγραφή. Η Ερευνητική ομάδα 2 θα μελετήσει πώς (ποσοτικά) επηρεάζουν τα σημεία ελέγχου τη μορφή και το σχήμα των καμπυλών splines, καθώς και ευρύτερα γεωμετρικά προβλήματα σχεδίασης καμπυλών υπό περιορισμούς (εντάσσεται στη Δράση 2), θα μελετήσει την ανακατασκευή στερεών από διαδιάστατες τομές, με πιθανές εφαρμογές στην ιατρική απεικόνιση (εντάσσεται στη Δράση 3), καθώς και τις εφαρμογές της Γεωμετρικής σχεδίασης στην βιοπληροφορική, αλλά κυρίως στη μοντελοποίηση πλοίου, ειδικά ως προς θέματα ασφάλειας και διαχείρισης κρίσεων (εντάσσεται στη Δράση 3).

Χρονική Διάρκεια 01-01-2012 έως 30-9-2015

Ερευνητική ομάδα 3

Δράση 1,2,3

Περιγραφή. Η Ερευνητική ομάδα 3 θα μελετήσει αλγόριθμους μαζικών δεδομένων για νέα μοντέλα μνήμης (π.χ., I/O) (εντάσσεται στη Δράση 1), θα μελετήσει μη-Ευκλείδεια διαγράμματα Voronoi, και προβλήματα ορατότητας ή κυρτότητας (εντάσσεται στη Δράση 1 και 2), θα μελετήσει τον υπολογισμό καμπύλης με περιορισμούς σχήματος και πάνω σε επιφάνειες (εντάσσεται στη Δράση 2), και θα μελετήσει τις εφαρμογές των διαγραμμάτων Voronoi στη σχεδίαση VLSI (εντάσσεται στη Δράση 3).

Χρονική Διάρκεια 01-01-2012 έως 30-9-2015

Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου

Δράση 4

Περιγραφή. Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος του έργου θα φροντίσει για τον συντονισμό των ομάδων και θα συντάξει τις εκθέσεις εσωτερικής αξιολόγησης του έργου. Επίσης θα φροντίσει για τον συντονισμό των ομάδων, για την διοικητική / οικονομική / τεχνική διαχείριση, για τη δημοσιότητα των αποτελεσμάτων, και θα συντάξει τις εκθέσεις εσωτερικής αξιολόγησης του έργου.

Χρονική Διάρκεια 01-01-2012 έως 30-9-2015

Εξωτερικός/οι Αξιολογητής/ές

Δράση 5

Περιγραφή. Ένας ή περισσότεροι εξωτερικοί αξιολογητές θα αναλάβουν την εξωτερική αξιολόγηση του έργου.

Χρονική Διάρκεια 01-01-2012 έως 30-9-2015