

Απλοποίηση Τρισδιάστατων Διανυσματικών Πεδίων



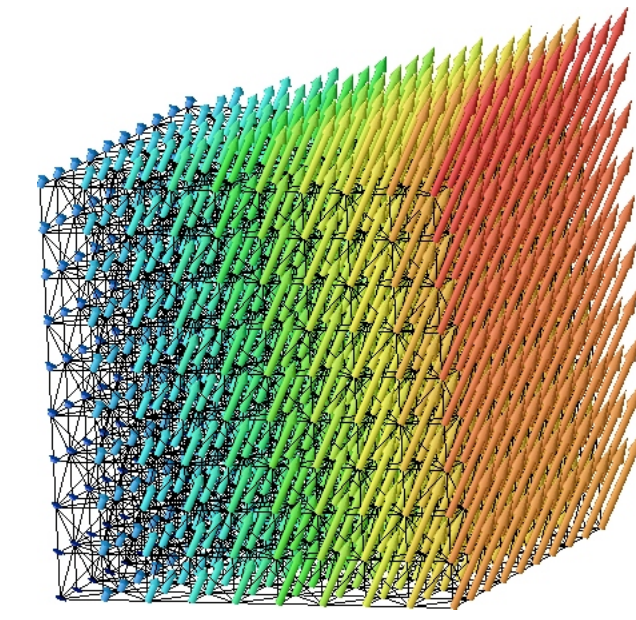
Νίκος Πλατής, Θεοχάρης Θεοχάρης
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εισαγωγή

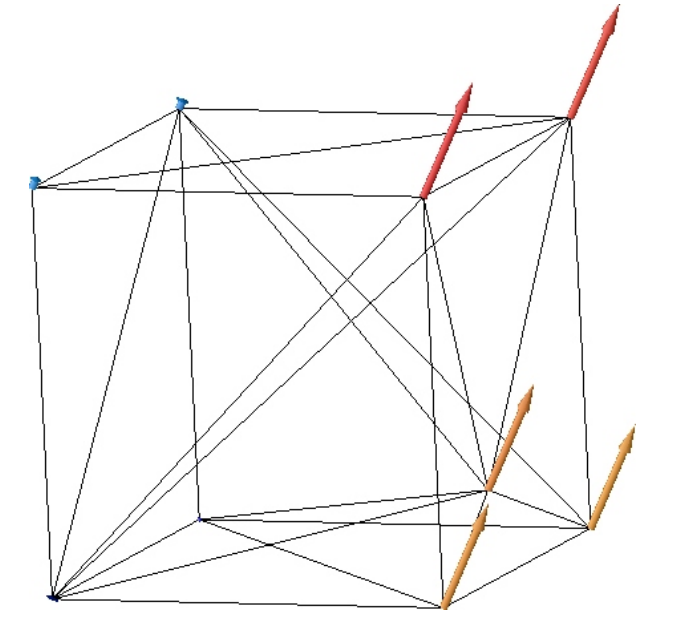
- Τρισδιάστατα διανυσματικά πεδία χρησιμοποιούνται σε πολλές επιστημονικές εφαρμογές (οπτικοποίηση, προσομοίωση).
- Ένας διαδεδομένος τρόπος να απεικονιστούν τα πεδία είναι να χρησιμοποιηθούν πυκνά πλέγματα. Οι τιμές του πεδίου στα υπόλοιπα σημεία υπολογίζονται με παρεμβολή.

Το πρόβλημα

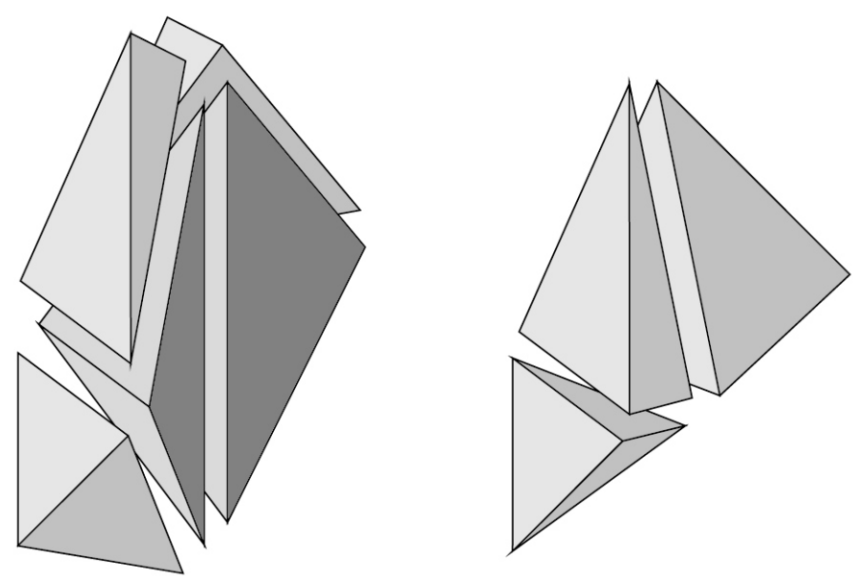
- Τα τετραεδρικά πλέγματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι πολύ λεπτομερή και επομένως τα αντίστοιχα διανυσματικά πεδία είναι εξαιρετικά πυκνά.
- Αυτό δυσχεραίνει την επεξεργασία, την οπτικοποίηση και την κατανόηση των πεδίων.
- *Τεχνικές απλοποίησης* μπορούν να παραγάγουν απλούστερα διανυσματικά πεδία διατηρώντας τα σημαντικά χαρακτηριστικά του αρχικού πεδίου.



Διανυσματικό πεδίο σε πλέγμα 3.645 τετραέδρων.



Το ίδιο πεδίο απλοποιημένο σε πλέγμα 10 τετραέδρων.



Συρρίκνωση ακμής σε τετραεδρικό πλέγμα

Μεθοδολογία

- Απλοποιούμε το τετραεδρικό πλέγμα με διαδοχικές *συρρικνώσεις ακμών*.
- Με κάθε συρρίκνωση ακμής αφαιρείται μία κορυφή από το πλέγμα και το αντίστοιχο διάνυσμα από την απεικόνιση του πεδίου.
- Οι υποψήφιες ακμές εισάγονται σε ουρά προτεραιότητας με βάση το *σφάλμα* που επιφέρουν στο πεδίο.
- Η θέση της νέας κορυφής μπορεί να είναι *σταθερή* (στο ένα άκρο ή στο μέσο της ακμής) ή να προκύπτει από διαδικασία *βελτιστοποίησης* ως προς το σφάλμα που επιφέρει στο πεδίο. Ανάλογα καθορίζεται και η τιμή του διανυσματικού πεδίου στη νέα κορυφή.

Το **σφάλμα** λαμβάνει υπόψη:

- Τη μεταβολή στο διανυσματικό πεδίο.
- Τη μεταβολή του συνόρου του πεδίου (για ακμές στο σύνορο)
- Την ποιότητα του τετραεδρικού πλέγματος (μακρόστενα τετράεδρα, συγκέντρωση τετραέδρων γύρω από κορυφή).

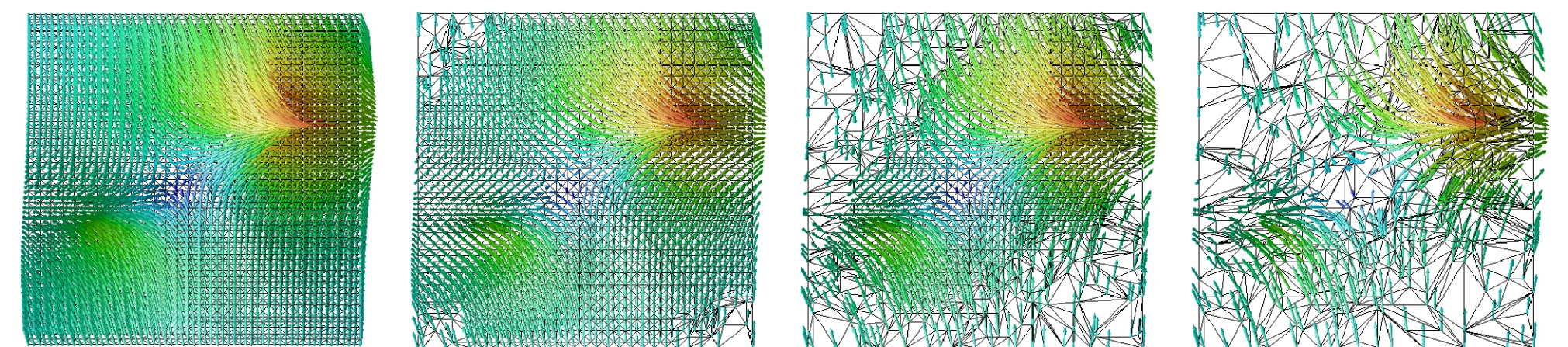
Ιδιαίτερη προσοχή απαιτούν:

- Η διατήρηση *κρίσιμων σημείων* του πεδίου (στα οποία μηδενίζεται).
- Η διατήρηση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του συνόρου του.

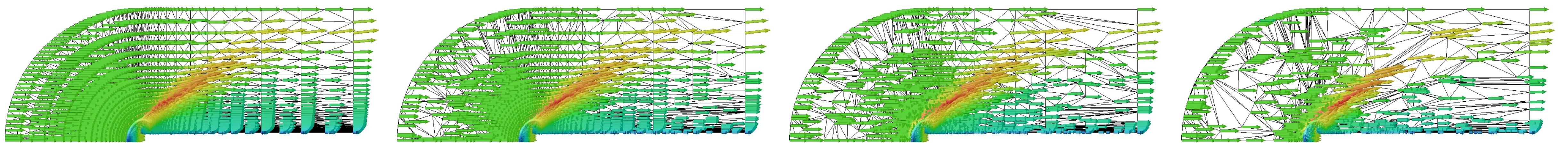
Αποτελέσματα

Στις εικόνες φαίνονται τα αποτελέσματα απλοποίησης διάφορων διανυσματικών πεδίων.

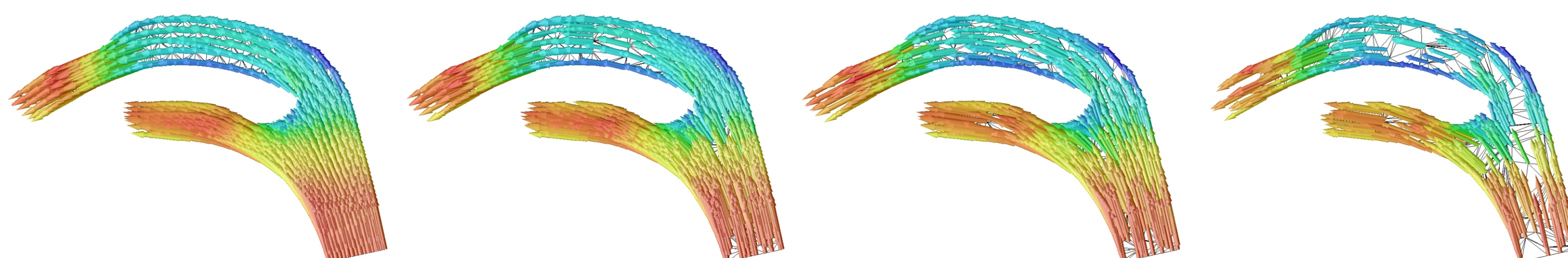
- Η απλοποίηση είναι μεγαλύτερη στα σημεία όπου τα πεδία είναι πιο ομοιόμορφα.
- Ακόμα και σε μεγάλο βαθμό απλοποίησης, τα σημαντικά χαρακτηριστικά και τα κρίσιμα σημεία των πεδίων διατηρούνται.
- Το σύνορο των τετραεδρικών πλεγμάτων διατηρείται με μεγάλη ακρίβεια.



Βαρυτικό πεδίο που παράγεται από τρεις σφαίρες (διατομή). Αρχικό πεδίο (121.945 τετράεδρα), απλοποιημένο στο 50%, 25%, 10% των αρχικών τετραέδρων.



Διανυσματικό πεδίο από προσομοίωση ροής αέρα γύρω από πτερύγιο (διατομή). Αρχικό πεδίο (187.318 τετράεδρα), απλοποιημένο στο 50%, 25%, 10% των αρχικών τετραέδρων.



Διανυσματικό πεδίο από προσομοίωση ροής υγρού μέσα από σωλήνα (διατομή). Αρχικό πεδίο (10.872 τετράεδρα), απλοποιημένο στο 50%, 25%, 10% των αρχικών τετραέδρων.

Σχετικές εργασίες

- N. Platis & T. Theoharis, "Simplification of Vector Fields over Tetrahedral Meshes", Computer Graphics International 2004, Crete, June 2004.
- N. Platis & T. Theoharis, "Fast Ray-Tetrahedron Intersection Using Plücker Coordinates", ACM journal of graphics tools, 8(4), pp. 37-48, 2003.
- N. Platis & T. Theoharis, "Progressive Hulls for Intersection Applications", Computer Graphics Forum, 22(2), pp. 107-116, 2003.