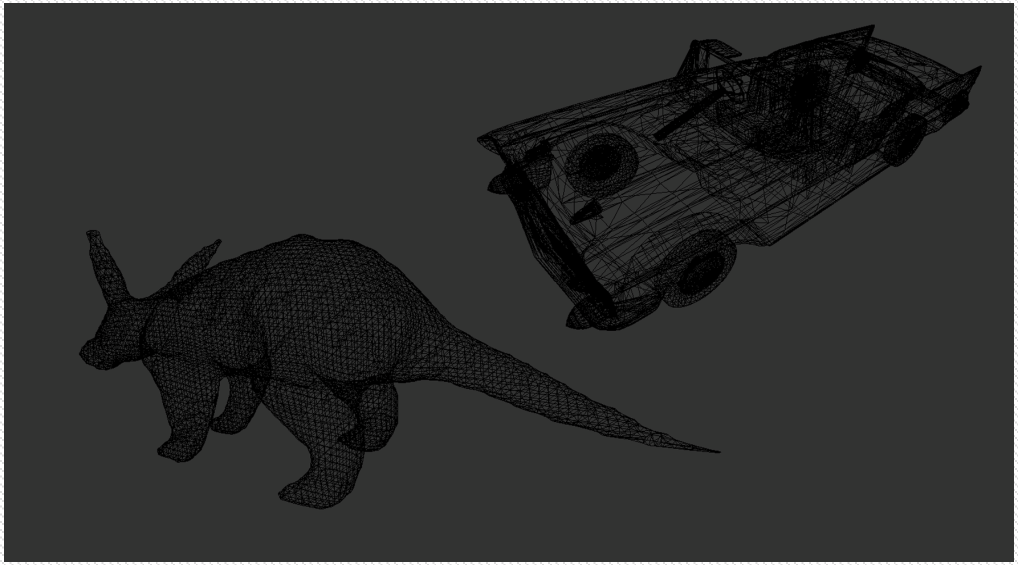
Απαλλακτική Εργασία
Γραφικά & Εικονική Πραγματικότητα



Παπαπαύλου Χρήστος
ΑΜ: *6609*

Αναπαράσταση μοντέλου

- Το 3D μοντέλο το αποθηκεύουμε στην μνήμη με τις εξής δομές δεδομένων:
  - **Λίστα κορυφών**
  - **Λίστα τριγώνων**
- Ωστόσο *υπολογίζουμε* και *αποθηκεύουμε:*
  - **Κάθετα διανύσματα κορυφών.**
  - **Λίστα τριγώνων κορυφών.**
  - **Λίστα τριγώνων περιβαλλόντων όγκων.**

Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Η μέθοδος που ακολουθείται είναι η κατάρρευση ακμής.
- Η κατάρρευση συμβαίνει σε δύο γειτονικά τρίγωνα και η ακμή που καταρρέει, είναι η κοινή τους ακμή.
- Το αποτέλεσμα τελικά είναι να διαγραφούν:
  - ***Τα δύο γειτονικά τρίγωνα.***
  - ***Η κοινή ακμή τους.***
  - ***Οι 2 κορυφές της ακμής.***
- Και να αντικατασταθούν από:
  - ***Νέα κορυφή***

Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Σε κάθε κατάρρευση συνεπώς μειώνεται:
  - Ο αριθμός των τριγώνων κατά 2.
  - Ο αριθμός των κορυφών κατά 1.
- Για το επιθυμητό ποσοστό απλοποίησης πρέπει να συμβούν πολλές καταρρεύσεις.
- Η επιλογή των ακμών προς κατάρρευση έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα του απλοποιημένου μοντέλου.

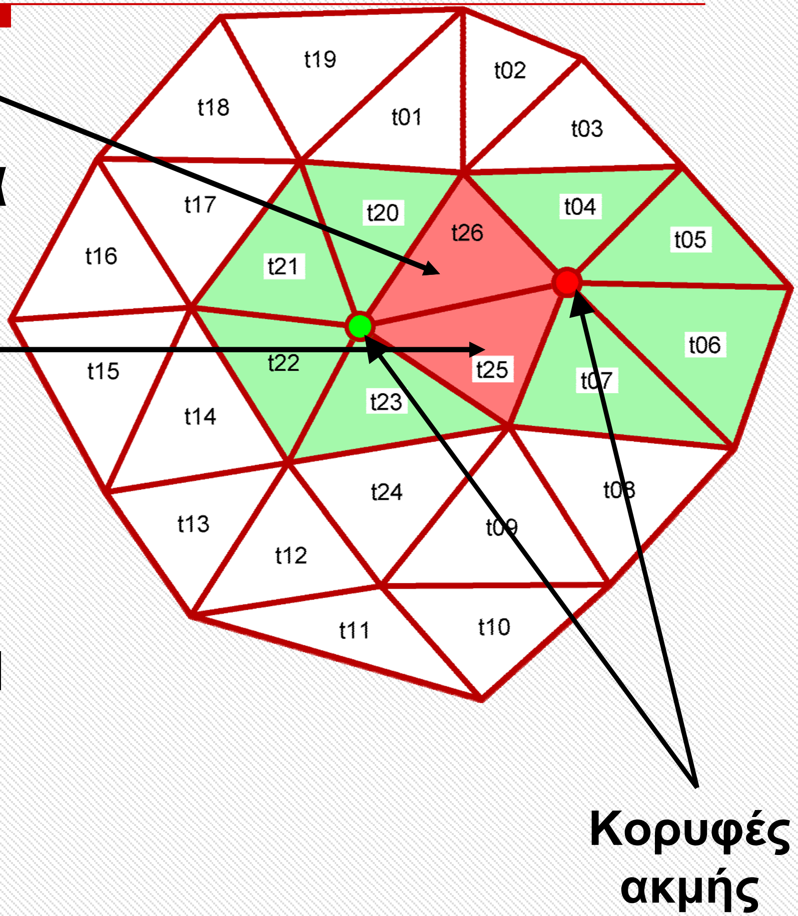
Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Πληροφορία για τις ακμές δεν έχουμε άμεσα στην διάθεσή μας.
- Έτσι πρέπει να την εξάγουμε από ό,τι έχουμε στην διάθεσή μας.

- Κατασκευάζουμε:
  - Για κάθε κορυφή → **Λίστα με τα τρίγωνα στα οποία περιέχεται.**

Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Επιλέγουμε ένα τρίγωνο **<u>ti</u>** με κορυφές {$\mathbf{ti_1}$, $\mathbf{ti_2}$, $\mathbf{ti_3}$} για το οποίο ψάχνουμε ένα γειτονικό τρίγωνο **tx**.
- Επιλέγουμε ένα ζεύγος κορυφών ***(ακμή)***
- Το γειτονικό <u>τρίγωνο</u> ανήκει στις λίστες **ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΟΡΥΦΩΝ**

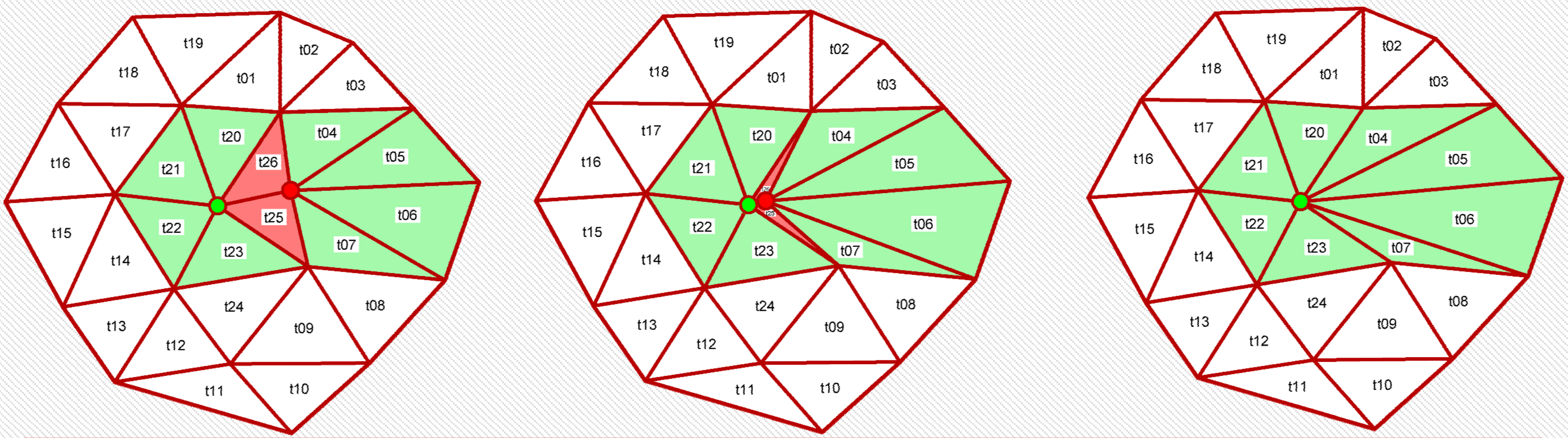


Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- **Επιλογή ακμών**
  - Για κάθε τρίγωνο → 3 πιθανές ακμές προς κατάρρευση.
  - Ταξινομούμε τις ακμές με κάποιο κριτήριο ώστε πρώτες να βρίσκονται οι ακμές που θα έχουν λιγότερο αντίκτυπο στην αλλοίωση του μοντέλου εάν αφαιρεθούν.
  - Το κριτήριο που χρησιμοποιούμε είναι:
    - ***<u>μέση τιμή των εσωτερικών γινομένων των κάθετων διανυσμάτων</u>***
    - των γειτονικών τριγώνων της ακμής

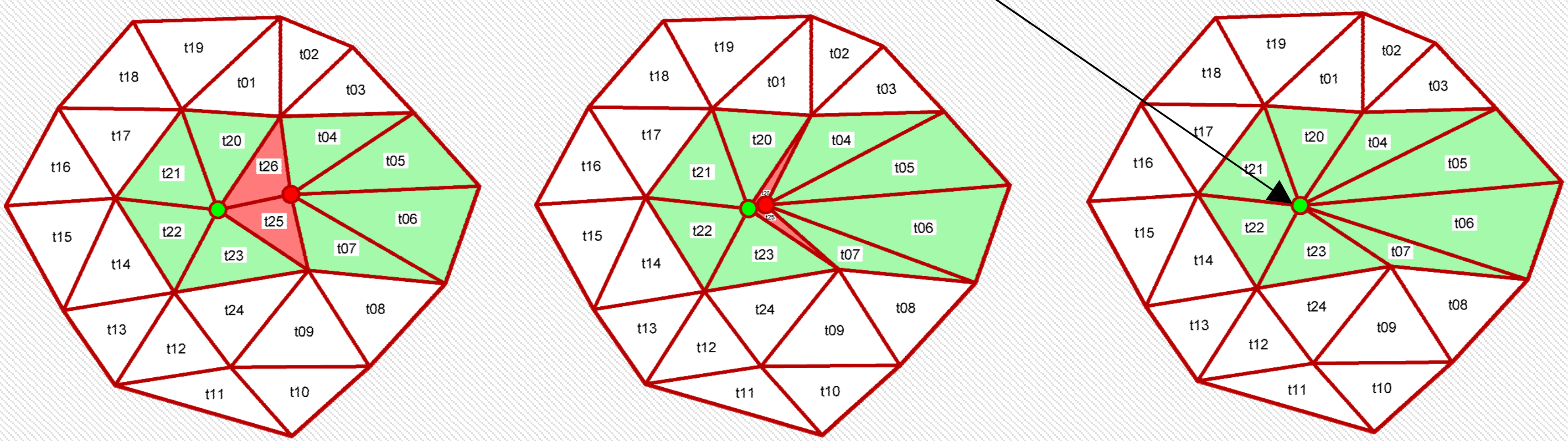
Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Σε αυτό το σημείο εφαρμόζουμε διαδοχικές καταρρεύσεις στις κορυφές που έχουμε εντοπίσει ξεκινώντας από την πρώτη κορυφή της ταξινομημένης λίστας και προχωρώντας προς τις υπόλοιπες.
- Στην εικόνα φαίνεται το αποτέλεσμα μιας κατάρρευσης. Η προκύπτουσα κορυφή τοποθετείται στην θέση μίας από τις δύο διαγραμμένες.



Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Παρατηρούμε είναι ότι τα τρίγωνα που επηρεάστηκαν από την κατάρρευση εκτάθηκαν προς την πράσινη κορυφή.

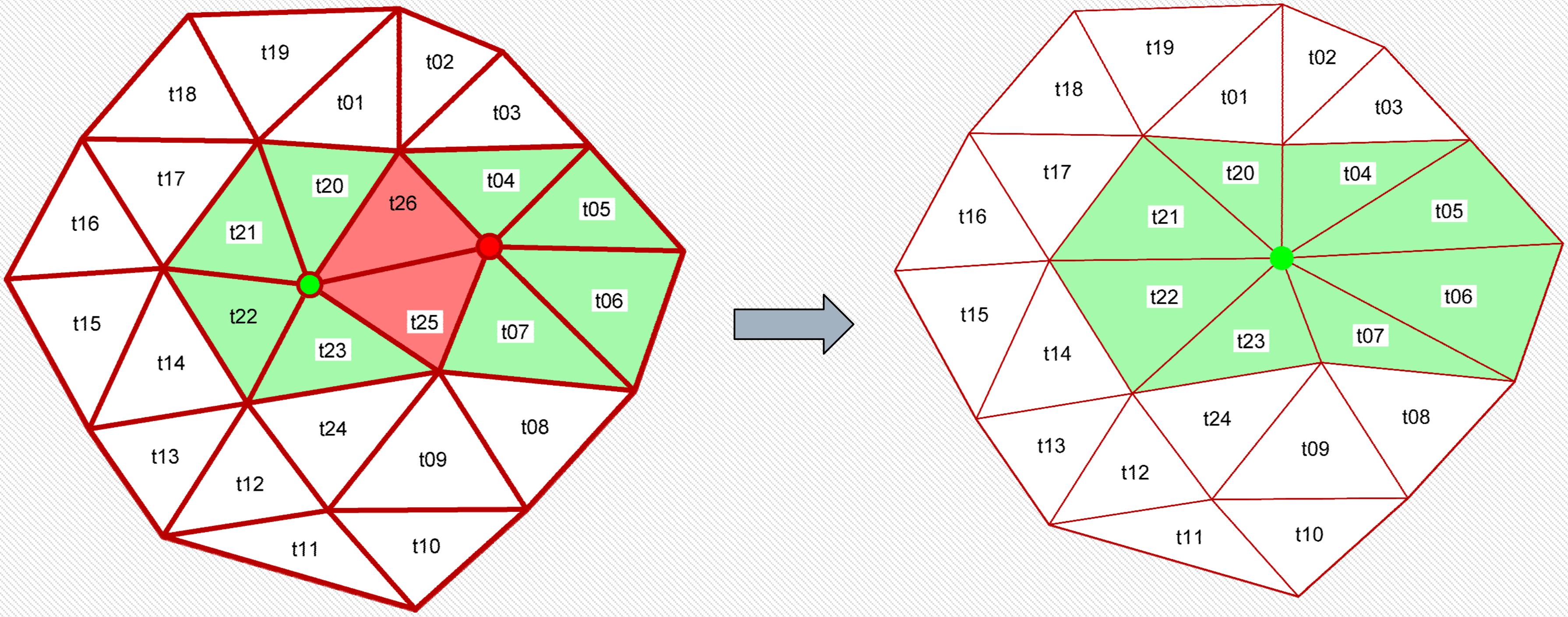


Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

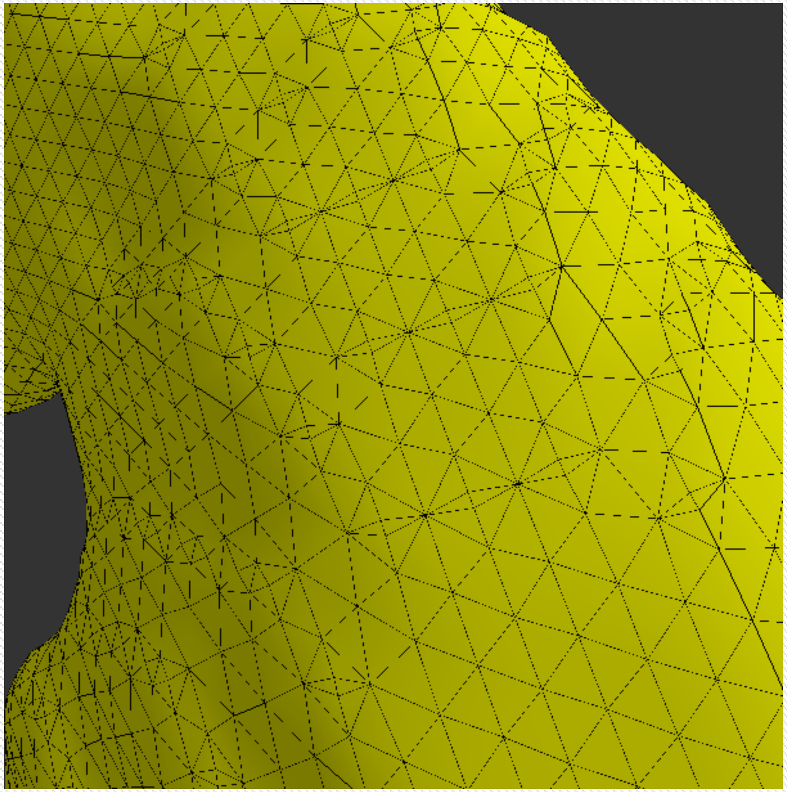
- Άρα ***<u>η θέση της νέας κορυφής</u>*** που αντικαθιστά τις διαγραμμένες είναι το δεύτερο στοιχεία που παίζει ρόλο στην ποιότητα της απλοποίησης.
- Μια εύκολη λύση είναι να τοποθετηθεί η νέα κορυφή *στην* ***<u>μέση</u>*** της διαγραμμένης ακμής.
- Βέβαια, η βέλτιστη επιλογή είναι να υπολογιστεί η νέα θέση *ελαχιστοποιώντας κάποιο κριτήριο.*

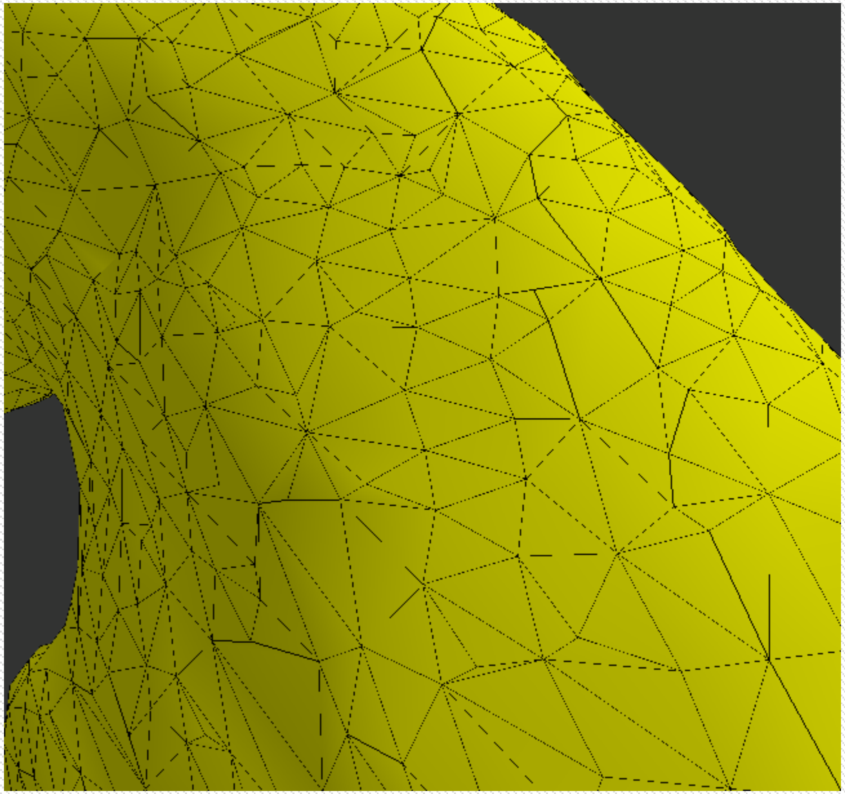
Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος

- Βλέπουμε το αποτέλεσμα μιας κατάρρευσης με την προκύπτουσα κορυφή να τοποθετείται στην μέση της ακμής που κατέρρευσε.



Απλοποίηση τριγωνικού πλέγματος





Ανίχνευση συγκρούσεων

- Η τομή δύο τριγώνων ανάγεται σε
  - τομή των <u>τριών πλευρών</u> του *πρώτου* τριγώνου με το *δεύτερο*
  - των <u>τριών πλευρών</u> του *δεύτερου* τριγώνου με το *πρώτο*.

Ανίχνευση συγκρούσεων

- Ο αλγόριθμος ανίχνευσης συγκρούσεων εργάζεται ως εξής:
  - **ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΑΒΒ του ΜΟΝΤΕΛΟΥ_1**
  - **ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΑΑΒΒ του ΜΟΝΤΕΛΟΥ_2**
  - **ΑΝ ΤΑ ΑΑΒΒ ΤΕΜΝΟΝΤΑΙ**
  - **ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΟΥ ΑΑΒΒ_1**
  - **ΑΝ ΤΟ ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΕΜΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΑΑΒΒ_2**
  - **ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΤΡΙΓΩΝΟ ΤΟΥ ΑΑΒΒ_2**
  - **ΑΝ ΤΑ ΤΡΙΓΩΝΑ ΤΕΜΝΟΝΤΑΙ**
  - **ΠΡΟΣΘΕΣΕ ΤΑ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ**

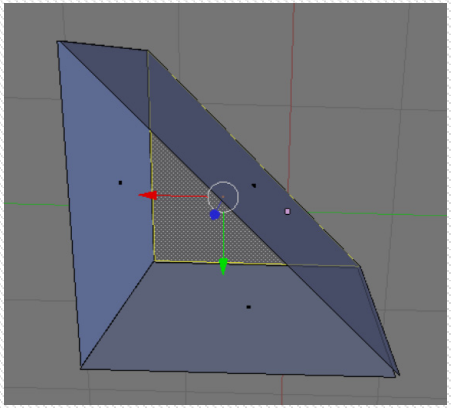
- Όπου AABB είναι τα περιβάλλοντα κιβώτια του τελευταίου επιπέδου, τα φύλλα δηλαδή του δέντρου ιεραρχίας περιβαλλόντων όγκων.

Ανίχνευση συγκρούσεων

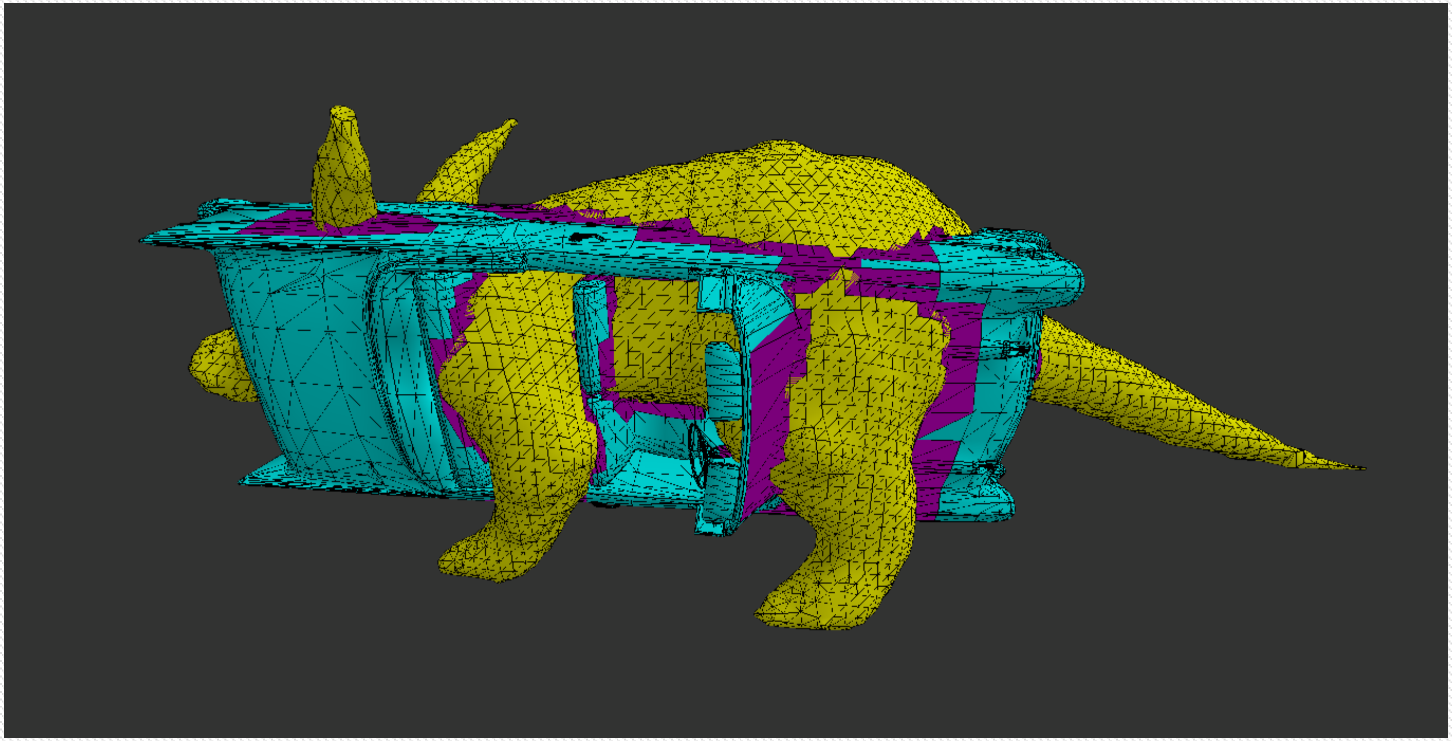
- **Τομή τριγώνου – ευθύγραμμου τμήματος**
  - Έλεγχος τομής του ευθύγραμμου τμήματος με το τρίγωνο.
    εξίσωση επιπέδου των δύο ακρών του ευθύγραμμου τμήματος → **ετερόσημες**
  - Βρίσκουμε την τομή, αν υπάρχει:

$$i = p2+t\,(p2-p1)\ ,\quad t = -\frac{Ax_1+By_1+Cz_1+D}{Ax_2+By_2+Cz2}$$

  - Ελέγχουμε αν η τομή βρίσκεται μέσα στο αρχικό τρίγωνο.



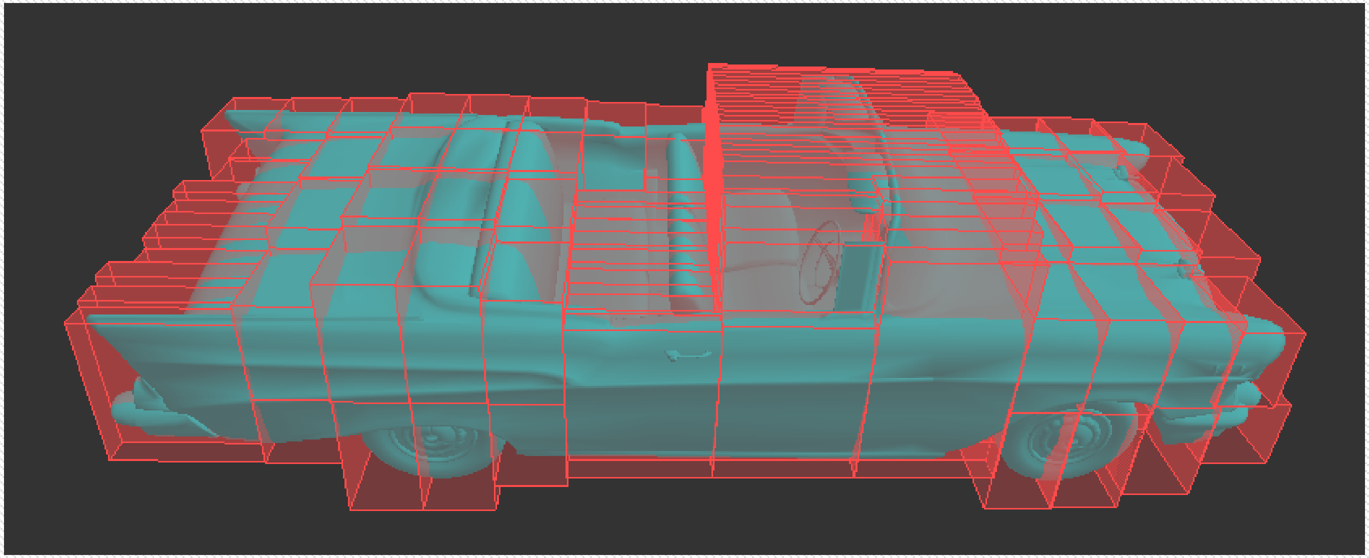
Ανίχνευση συγκρούσεων

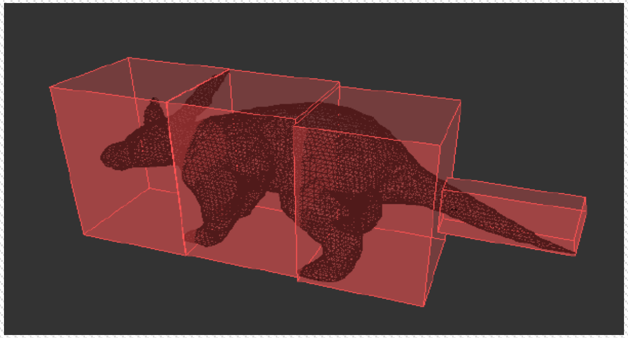


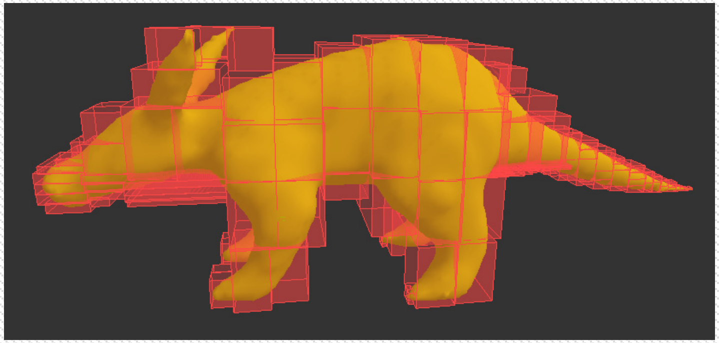
AABB

- Για να βρούμε το AABB του μοντέλου:
  - Σαρώνουμε όλες τις κορυφές και για τις 3 διαστάσεις ***x,y,z*** αναζητούμε τις **μέγιστες** και **ελάχιστες** τιμές.
  - Το AABB έχει γωνίες $\{x_{min}, y_{min}, z_{min}\}, \{x_{max}, y_{max}, z_{max}\}$.
- Στην συνέχεια για να βρούμε την **ιεραρχία** των AABB κάνουμε τα εξης:
  - Όλα τα AABB κάθε επιπέδου τα *κόβουμε* στην μέση της μεγαλύτερης τους διάστασης, έτσι ώστε από κάθε κιβώτιο του ενός επιπέδου να προκύψουν δύο κιβώτια στο αμέσως επόμενο επίπεδο.
  - Σε κάθε διχοτόμηση ενός κιβωτίου φροντίζουμε τα δύο προκύπτοντα κιβώτια να μην τέμνονται μεταξύ τους.

AABB







Bounding Spheres

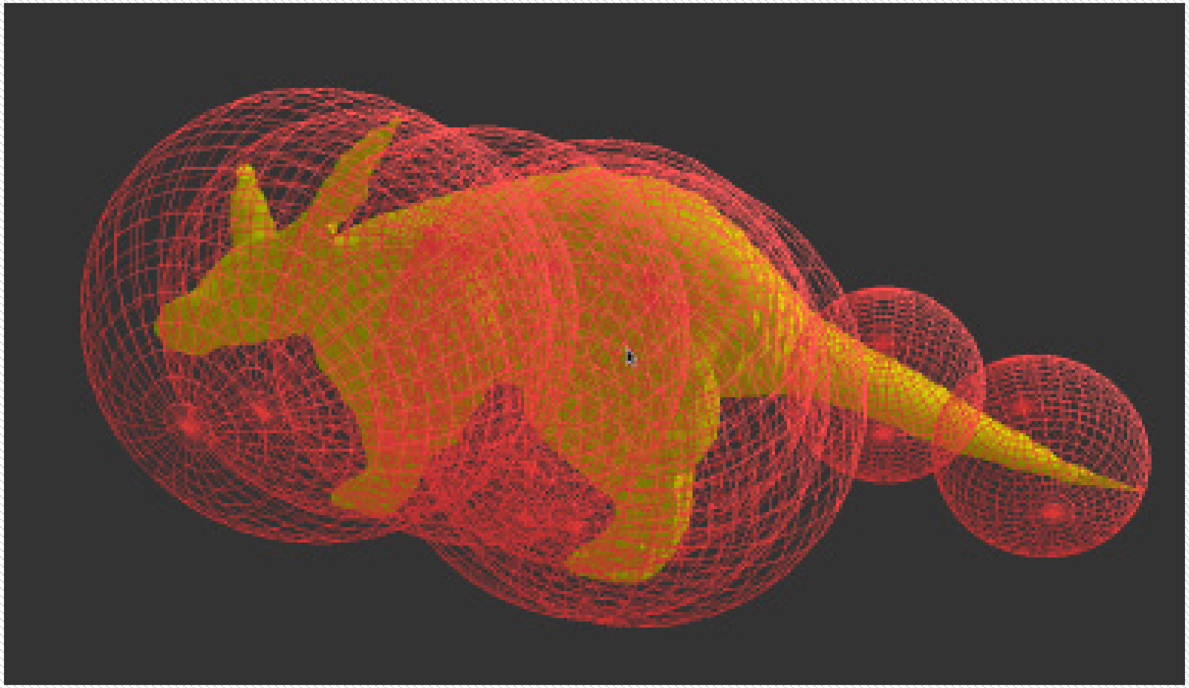
- Η εύρεση της βέλτιστης σφαίρας που περικλείει ένα σύνολο σημείων είναι πιο δύσκολο πρόβλημα σε σχέση με το AABB. Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο αλγόριθμος του ritter και λειτουργείως εξής:
  - 1. Επιλέγει ένα σημείο **x** και βρίσκει το σημείο **y** που έχει την μεγαλύτερη απόσταση από το **x**.
  - 2. Βρίσκει το σημείο **z** που έχει την μέγιστη απόσταση από το **y**. Σχηματίζεται αρχική σφαίρα με κέντρο το μέσο των **y**,**z** και ακτίνα την μισή απόσταση ***yz***.
  - 3. Ελέγχει αν όλα τα σημεία είναι μέσα σε αυτή την σφαίρα. Εάν κάποιο δεν είναι τροποποιεί την σφαίρα ώστε να το χωρέσει και αυτό.

Bounding Spheres

- Για την δημιουργία ιεραρχίας περιβαλλόντων σφαιρών και συγκεκριμένα για την διχοτόμηση κάθε σφαίρας χρησιμοποιείται το ακόλουθο κριτήριο:
  - Όσα τρίγωνα βρίσκονται *αριστερά** από το κέντρο κάθε σφαίρας-πατέρα ανήκουν στην μία υποδιαίρεση, ενώ όσα βρίσκονται δεξιά ανήκουν στη άλλη.

    *Σε κάθε επίπεδο επιλέγεται άλλη διάσταση (*xyz*) ώστε να προκύψει πιο ομοιόμορφο αποτέλεσμα.

Bounding Spheres



Ποσοστό Κάλυψης

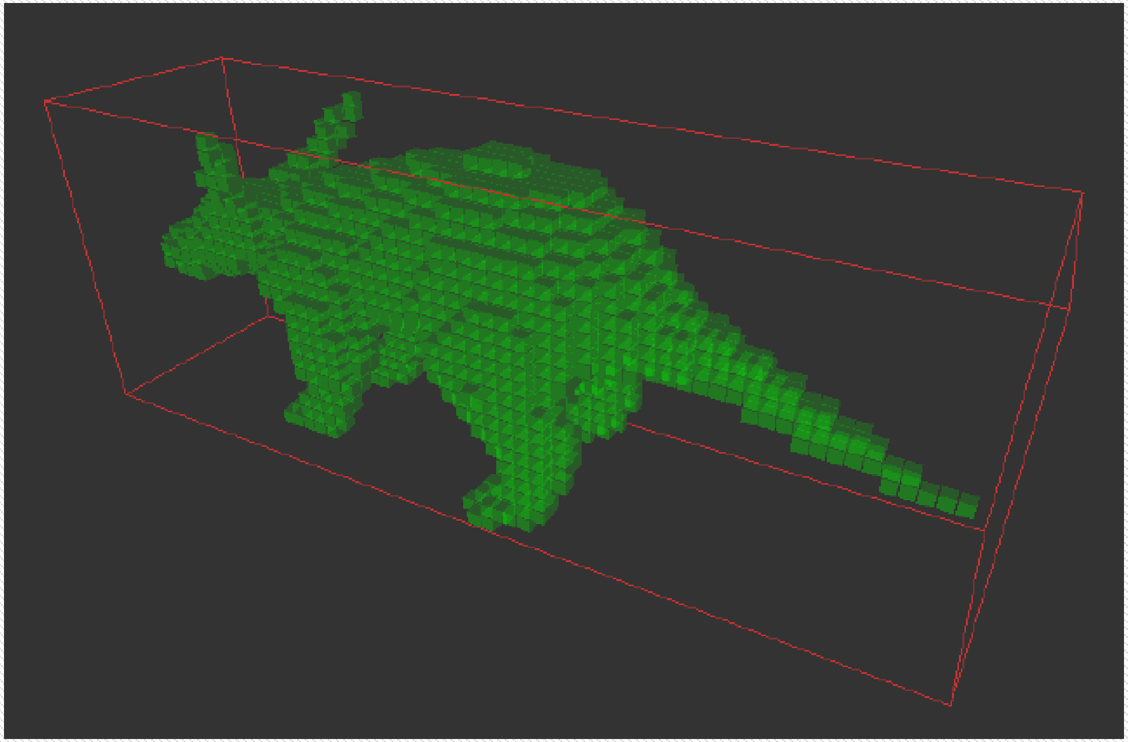
- Για να υπολογιστεί το ποσοστό κάλυψης ενός επιπέδου περιβαλλόντων όγκων, πρέπει να υπολογιστεί ο όγκος της ένωσης των επιμέρους όγκων (κιβώτια /σφαίρες κλπ) και να διαιρεθεί με τον όγκο του μοντέλου.
- Στην περίπτωση που οι επιμέρους όγκοι επικαλύπτονται, πρέπει να βρεθεί ο όγκος της ένωσής τους, και όχι απλά το άθροισμά τους.
  - Με τα AABB εφόσον έχουμε φροντίσει να μην επικαλύπτονται τα πράγματα είναι εύκολα.
  - Με τις σφαίρες από την άλλη πρέπει να χρησιμοποιήσουμε προσεγγιστική μέθοδο, όπως και για το ίδιο το μοντέλο.

Ποσοστό Κάλυψης

- Όγκος μοντέλου
  - Για να βρεθεί ο όγκος του μοντέλου πρέπει να *ολοκληρώσουμε* τον χώρο του μοντέλου
  - Δηλαδή να σαρώσουμε την περιοχή του μοντέλου και για κάθε σημείο να ελέγξουμε αν είναι εσωτερικό του μοντέλου.
  - Ο έλεγχος αυτός γίνεται ως εξής:
    - Εκπομπή ακτίνας προς το άπειρο. Υπολογισμός τομών ακτίνας με το μοντέλο.
      - Άρτιος αριθμός τομών → εξωτερικό σημείο
      - Περιττός αριθμός τομών → εσωτερικό σημείο

Ποσοστό Κάλυψης

- Παραστατικά προκύπτει κάτι τέτοιο μετά την ολοκήρωση της διαδικασίας.



Ποσοστό Κάλυψης

- Παρόμοια, με σάρωση του χώρου που καταλαμβάνει η ένωση των περιβάλλουσων σφαιρών υπολογίζεται το ποσοστό κάλυψης των σφαιρών.