

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ, ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΚΤΥΩΝ**

3D ΣΑΡΩΣΗ ΟΣΤΩΝ ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Διπλωματική εργασία

Στέλλα Λαλισσίδου

Επιβλέποντες καθηγητές:

Γεώργιος Σταμούλης

Νέστορας Ευμορφόπουλος

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

Ευχαριστίες

Αρχικά,θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή και βασικό επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ.Γεώργιο Σταμούλη για την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές του που με βοήθησαν να ολοκληρώσω την μελέτη αυτή.

Επιπρόσθετα,θα ήθελα να ευχαριστήσω την προϊσταμένη της ΙΓ εφορείας Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων του νομού Μαγνησίας, κ. Ιντζεσίλογλου Αργυρώ,για την δυνατότητα που μου έδωσε να χρησιμοποιήσω έναν αριθμό αρχαίων αντικειμένων,καθώς επίσης και τους αρχαιολόγους κ. Εμιλία Καλογιάννη και κ. Μανώλη Διονυσίου για την αμέριστη συμπαράσταση,υπομονή και βοήθειά τους.

Τέλος,θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου που μου συμπαραστάθηκαν σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Βόλος,Οκτώβριος 2009

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
1 Εισαγωγή.....	6
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	6
2 Next Engine 3D scanner.....	7
2.1 Προδιαγραφές συστήματος.....	7
2.2 Απόδοση Scanner.....	7
3 Εγκατάσταση Scanner.....	8
3.1 Εγκατάσταση του λογισμικού ScanStudio.....	8
3.2 Σύνδεση scanner και υπολογιστή.....	8
3.3 Ρύθμιση των PartGripper και AutoPositioner.....	10
3.4 Σύνδεση του AutoPositioner με το scanner.....	12
4 Χρήση Scanner.....	14
4.1 Προετοιμασία του Scanner και του αντικειμένου “target”.....	18
4.2 Εκτέλεση ενός 360 Scan.....	19
4.2.1 Προσανατολισμός του Scan.....	25
4.2.2 Πλοήγηση στην ιεραρχία των Scan.....	25
4.3 Ευθυγράμμιση(align) των 360 Scans.....	27
4.4 Περικοπή(Trim)του 360 Scan.....	30
4.5 Εκτέλεση ενός Bracket Scan και Περικοπής για την σύλληψη του πάνω μέρους του οστού.....	33
4.6 Εκτέλεση ενός Bracket Scan και Περικοπής για την σύλληψη του κάτω μέρους του οστού.....	35

4.7 Ευθυγράμμιση της οικογένειας του πάνω μέρους με την οικογένεια 360.....	36
4.8 Ευθυγράμμιση της οικογένειας του κάτω μέρους με την οικογένεια 360.....	37
4.9 Διαδικασία συγχώνευσης(Fuse)των σαρώσεων.....	38
4.10 Διαδικασία Polish στο μοντέλο(προαιρετική).....	44
4.10.1 Fill.....	45
4.10.2 Buff.....	47
4.10.3 Simplify.....	50
4.11 Εξαγωγή(export) του μοντέλου(προαιρετική).....	51
4.12 Ανάκτηση σάρωσης (Undo και Regeneration).....	53
4.12.1 Undo.....	53
4.12.2 Regeneration.....	54
4.13 Προβλήματα και αντιμετώπιση.....	57
5 Ανάπτυξη Εφαρμογής.....	59
5.1 Μελλοντικές επεκτάσεις εφαρμογής.....	60
5.2 Κώδικας Εφαρμογής.....	60
Βιβλιογραφία.....	65

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Βασικός σκοπός της εργασίας αυτής είναι η τρισδιάστατη αναπαράσταση οστών ζωικής προέλευσης (πιο συγκεκριμένα, οστά από τα μπροστά και πίσω πόδια αρνιού) με χρήση του desktop 3D scanner της Next Engine και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής που θα παρουσιάζει τα οστά και θα πραγματοποιεί μετρήσεις πάνω τους. Επιπλέον, έγινε η προσπάθεια σάρωσης αρχαίων αντικειμένων από το αρχαιολογικό μουσείο Βόλου, όμως λόγω της παρουσίας μιας σειράς προβλημάτων που θα αναφερθούν παρακάτω, δεν κατάφερε να ολοκληρωθεί.

2 Next Engine Desktop 3D Scanner

2.1 Προδιαγραφές συστήματος

Το scanner είναι μία συσκευή υψηλής ανάλυσης η οποία συλλαμβάνει ταχύτατα εκατομμύρια στοιχεία και pixels. Για την σωστή οπτικοποίηση και πλήρη εκμετάλλευση αυτών των δεδομένων χρειάζεται ένας αρκετά δυνατός υπολογιστής. Οι minimum προδιαγραφές που πρέπει να πληρεί ο υπολογιστής είναι οι εξής: επεξεργαστή στα 2GHZ, 2GB μνήμη RAM, κάρτα γραφικών 128MB, λειτουργικό σύστημα Windows XP/Vista, θύρες USB 2.0 και τουλάχιστον 10GB ελεύθερο αποθηκευτικό χώρο. Η προτεινόμενη διαμόρφωση από τους κατασκευαστές είναι η εξής: Dual Core CPU, 4GB μνήμη RAM, κάρτα γραφικών 512 MB, λειτουργικό σύστημα Windows XP64 και powered USB 2.0 hub. Εάν θέλουμε να σαρώσουμε μεγάλα ή πολύπλοκα αντικείμενα, τότε θα πρέπει σίγουρα να αναβαθμίσουμε την μνήμη του υπολογιστή (πάνω από 4GB).

2.2 Απόδοση Scanner

Όσον αφορά το μέγεθος των αντικειμένων προς σάρωση, δεν υπάρχει προκαθορισμένο όριο. Αντικείμενα μεγαλύτερα από το πεδίο σαρώσης μπορούν να σαρωθούν τμηματικά και να συνδεθούν με το κατάλληλο λογισμικό. Το πεδίο σάρωσης είναι στα 5.1" x 3.8" για το Macro mode και 13.5" x 10.1" για το Wide mode (οι όροι θα επεξηγηθούν παρακάτω). Η πυκνότητα των σημείων στην επιφάνεια του αντικειμένου είναι 200 DPI στο Macro mode και 75 DPI στο Wide mode. Η πυκνότητα της υψής στην επιφάνεια του αντικειμένου είναι 400 DPI στο Macro mode και 150 DPI στο Wide mode. Τέλος, έχει ακρίβεια στις διαστάσεις $\pm 0.005''$ (Macro mode) και $\pm 0.015''$ (Wide mode) με ταχύτητα σάρωσης 50.000 σημεία/ δευτερόλεπτο (περίπου 2 λεπτά για κάθε όψη του αντικειμένου).

3 Εγκατάσταση Scanner

Υπάρχουν τέσσερα βασικά βήματα για να εγκαταστήσουμε το scanner μας:

1. Εγκατάσταση του λογισμικού ScanStudio.
2. Σύνδεση scanner και υπολογιστή.
3. Ρύθμιση των PartGripper και AutoPositioner(παρουσιάζονται παρακάτω).
4. Σύνδεση του AutoPositioner με το scanner.

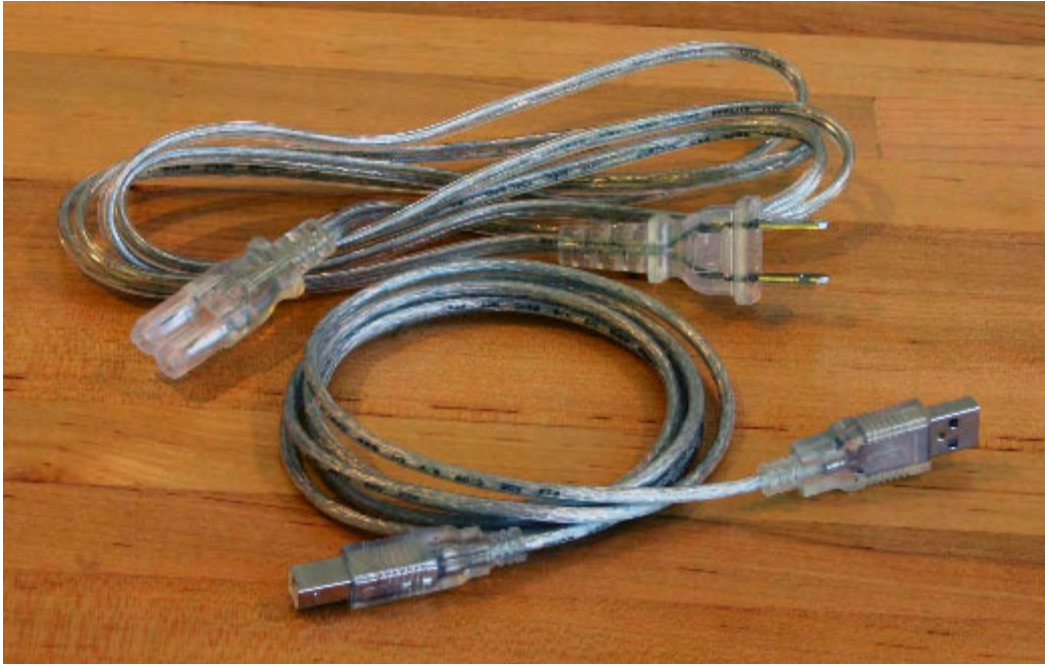
3.1 Εγκατάσταση του λογισμικού ScanStudio

Κατεβάζουμε το λογισμικό ScanStudio από την ιστοσελίδα της NextEngine,χρησιμοποιώντας την ηλεκτρονική μας διεύθυνση ταχυδρομείου και τον κωδικό μας.Στην συνέχεια,τρέχουμε το αρχείο ScanStudio.exe και ακολουθούμε της οδηγίες του οδηγού εγκατάστασης που εμφανίζεται στην οθόνη μας.

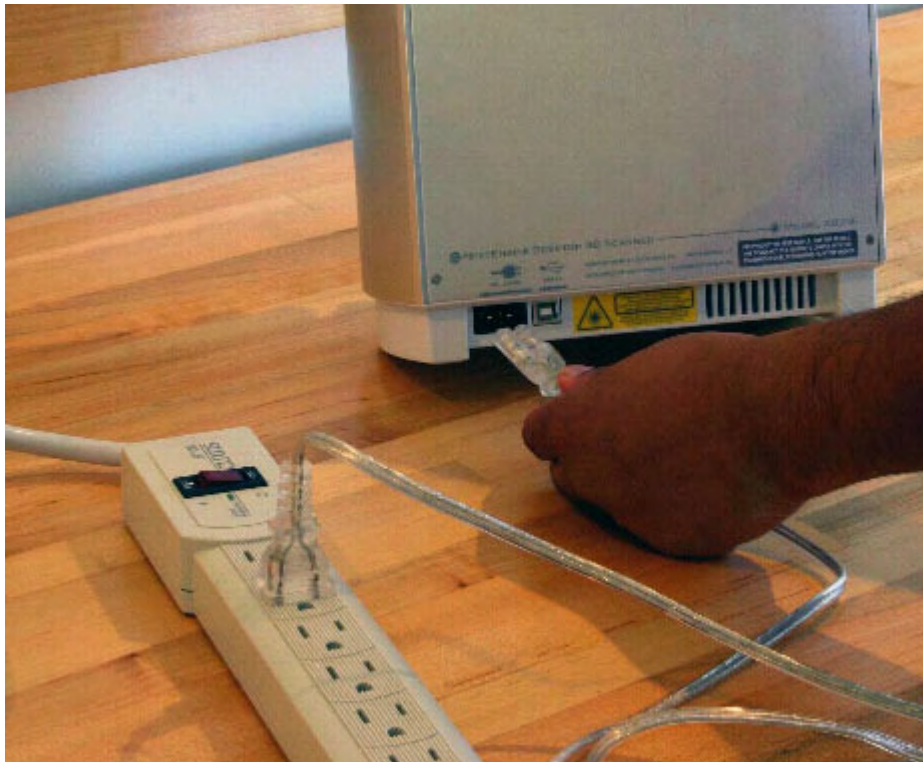
3.2 Σύνδεση scanner και υπολογιστή

1. Βγάζουμε από το κουτί το καλώδιο ρεύματος και το καλώδιο USB.

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

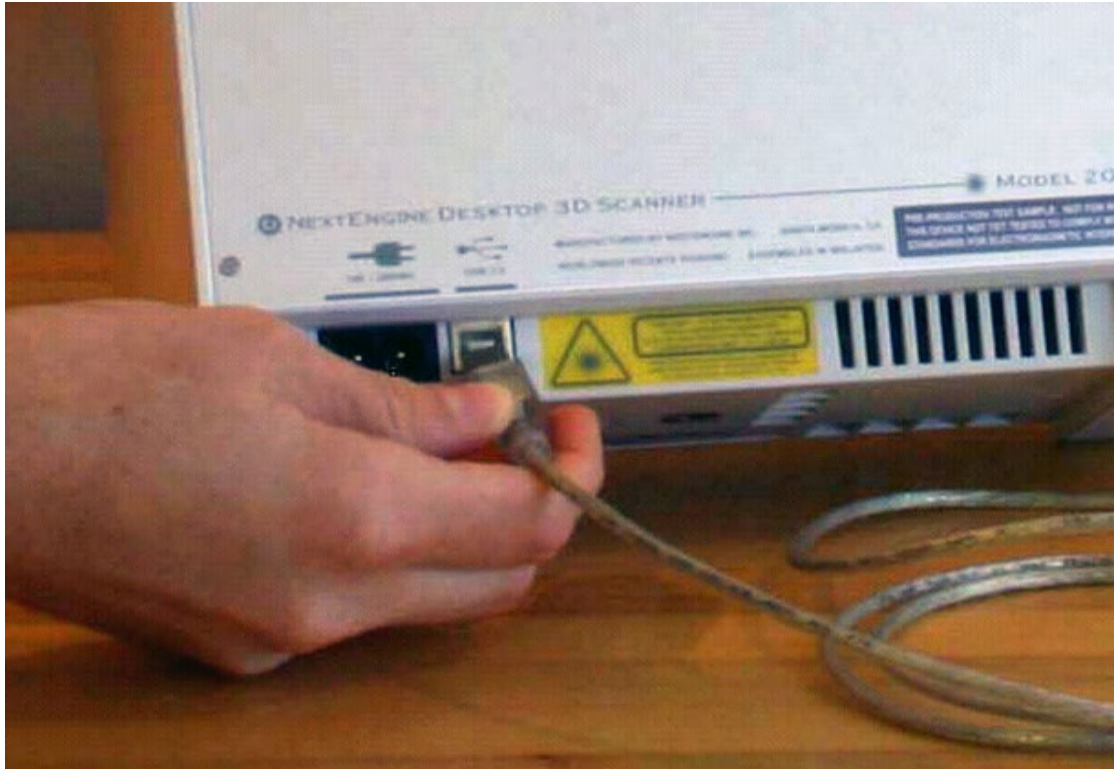


2. Συνδέουμε το καλώδιο του ρεύματος με το scanner και με μία μπρίζα.



3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

3. Συνδέουμε το καλώδιο USB με το πίσω μέρος του scanner και μία θύρα USB του υπολογιστή.

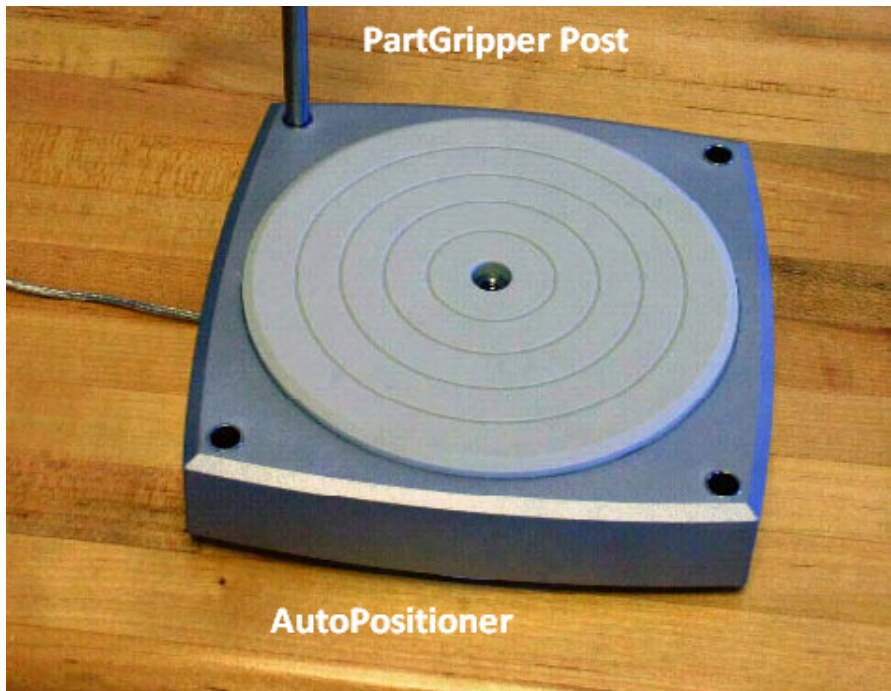


4. Κάνουμε εγκατάσταση του scanner στον υπολογιστή μας.

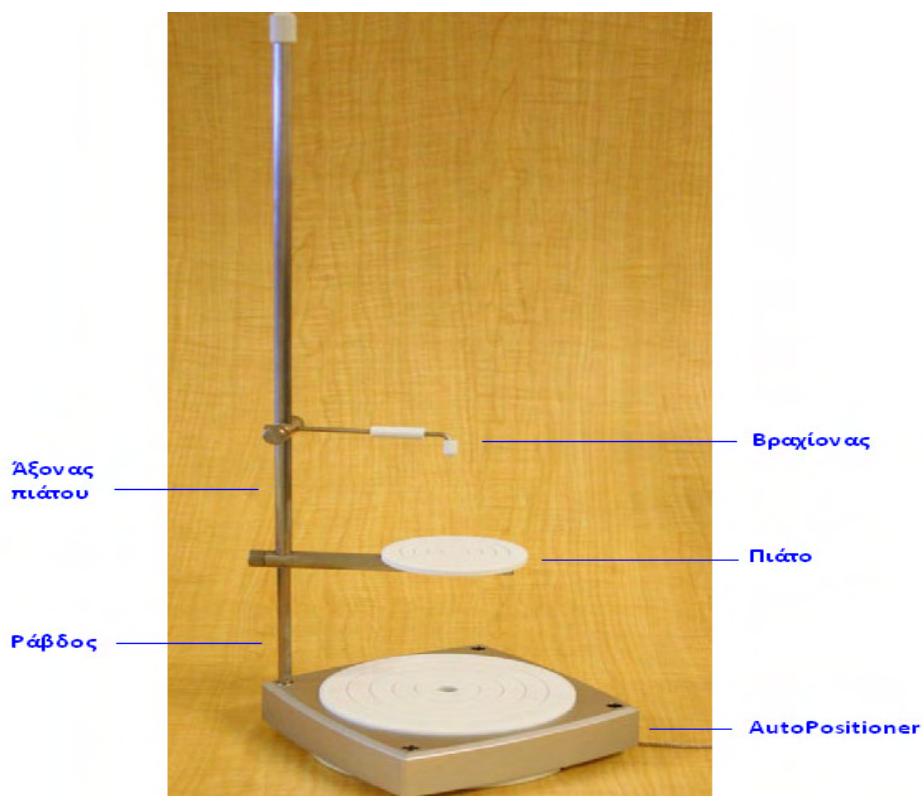
3.3 Ρύθμιση των *PartGripper* και *AutoPositioner*

1. Βιδώνουμε την ράβδο του *PartGripper* σε μία από τις τέσσερις οπές που βρίσκονται πάνω στο *AutoPositioner*.

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.



2. Ολισθαίνουμε τον άξονα του πιάτου(platter) πάνω στην ράβδο.Αφού τοποθετήσουμε το πιάτο στο επιθυμητό ύψος,βιδώνουμε την βίδα που υπάρχει στο πίσω μέρος του πιάτου.



3. Ολισθαίνουμε τον βραχίονα πάνω στον άξονα του πιάτου και σφίγγουμε την βίδα του στο επιθυμητό ύψος.

3.4 Σύνδεση του AutoPositioner με το scanner

Το scanner μας στην πραγματικότητα,είναι δύο συστήματα σάρωσης σε ένα κουτί.Υπάρχουν δύο κάμερες και δύο σετ από laser,το καθένα με βέλτιστους φακούς για σαρώσεις υψηλής ακρίβειας,μέσα σε συγκεκριμένη εμβέλεια.

Μπορούμε να επιλέξουμε την απόσταση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε,βάσει του μεγέθους του αντικειμένου και της επιθυμητής απόδοσης.

- ▶ Χρησιμοποιούμε MACRO για να σαρώσουμε μικρά αντικείμενα με έντονη λεπτομέρεια(μέγεθος κινητού τηλεφώνου).
 - ▶ Χρησιμοποιούμε WIDE για μεγαλύτερα αντικείμενα(μέγεθος κουτιού παπουτσιών).
1. Επιλέγουμε το βέλτιστο μήκος για το καλώδιο του AutoPositioner για την επιλογή MACRO ή WIDE,χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες εγκοπές που βρίσκονται κάτω από το AutoPositioner.
 2. Συνδέουμε το καλώδιο του AutoPositioner στο μπροστά μέρος του scanner.



3. Κεντράρουμε το AutoPositioner μπροστά από το scanner σε τέτοια απόσταση ώστε το καλώδιο να είναι τεντωμένο.

Ένας χάρακας μπορεί να είναι χρήσιμος για να ελέγξουμε την απόσταση. Μετράμε την απόσταση ανάμεσα στο scanner και το αντικείμενο για να βεβαιωθούμε ότι βρίσκεται μέσα στην εμβέλεια του scanner.

- ▶ Ιδανική απόσταση για MACRO:6.5''(16.5cm)

- ▶ Ιδανική απόσταση για WIDE:17''(43cm)

Μέρη του αντικειμένου που βρίσκονται έξω από την εμβέλεια μπορεί να μην ανιχνευτούν από το scanner:

- ▶ Ολική εμβέλεια MACRO:5''-9''(13cm-23cm)

- ▶ Ολική εμβέλεια WIDE:15''-22''(38cm-56cm)

4 Χρήση Scanner

Περίληψη

Κατα την διάρκεια μίας σάρωσης, ένας από τους δύο φακούς ανίχνευσης του scanner συλλαμβάνει το μέρος του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά από το scanner. Στην συνέχεια, εκτελούνται δύο διαδοχικά περάσματα σάρωσης: το πρώτο πέρασμα που λέγεται «πέραςμα υφής» κατά την διάρκεια του οποίου συλλαμβάνεται η φωτορεαλιστική λεπτομέρεια του αντικειμένου (με την βοήθεια των λαμπτήρων άσπρου φωτός στο πάνω και στο κάτω μέρος του scanner) και το δεύτερο που λέγεται «γεωμετρικό πέρασμα» κατά την διάρκεια του οποίου συλλαμβάνεται το σχήμα του αντικειμένου χρησιμοποιώντας 4 δέσμες laser. Για την δημιουργία ενός πλήρους μοντέλου χρειάζονται οι διαδικασίες align και fuse πολλαπλών σαρώσεων του αντικειμένου από διαφορετικές γωνίες. Οι διαδικασίες align και fuse θα περιγραφούν αναλυτικά παρακάτω.

Για την αυτοματοποίηση των παραπάνω ενεργειών, το τρισδιάστατο σύστημα σάρωσης της NextEngine και το λογισμικό ScanStudio Core μπορούν να εκτελέσουν τρεις τύπους σαρώσεων:

- **360 Scan:** αυτός ο τύπος σάρωσης περιστρέφει αυτόματα το αντικείμενο που βρίσκεται πάνω στην βάση, για να σαρώσει ολόκληρη την περιφέρεια του αντικειμένου σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό είναι ουσιαστικά το πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός ολοκληρωμένου μοντέλου. Η προεπιλογή είναι στα 6 διαστήματα-το scanner σαρώνει το αντικείμενο, το περιστρέφει κατά 60°, το περιστρέφει ξανά και ούτο καθεξής. Το παράθυρο setup μας επιτρέπει να επιλέξουμε περισσότερα ή λιγότερα διαστήματα.
- **Bracket Scan:** αυτός ο τύπος σάρωσης συλλαμβάνει την πλευρά του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά από το scanner και στην συνέχεια περιστρέφει την βάση για να σαρώσει την αριστερή και δεξιά παρακείμενη πλευρά του αντικειμένου. Χρησιμοποιείται συνήθως για

να σαρώσει το πάνω και κάτω μέρος του αντικειμένου που χάνεται κατά το 360 Scan. Η αριστερή και δεξιά σάρωση του αντικειμένου γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται αρκετή επικάλυψη για την ευθυγράμμιση (alignment) με το υπόλοιπο μοντέλο.

- **Single Scan:** όπως υπονοεί και το όνομα, αυτός ο τύπος σάρωσης συλλαμβάνει μόνο την πλευρά του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά από το scanner και στην συνέχεια σταματά. Χρησιμοποιείται όταν απαιτείται μόνο μία όψη του αντικειμένου. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να σαρώσει ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του αντικειμένου που χρειάζεται ειδική τοποθέτηση και όπου οι αριστερές και δεξιές παρακείμενες σαρώσεις δεν απαιτούνται.

Κάθε τύπος σάρωσης δημιουργεί μια **οικογένεια σάρωσης (scan family)**. Η οικογένεια σάρωσης για τον τύπο 360 Scan με έξι τμήματα αποτελείται από έξι μέλη. Η οικογένεια σάρωσης για τον τύπο Bracket Scan αποτελείται από τρία μέλη και τέλος η οικογένεια για τον τύπο σάρωσης Single Scan αποτελείται από ένα μέλος.

Σώσιμο μοντέλου

Με την εγκατάσταση του προγράμματος ScanStudio Core , δημιουργείται αυτόματα μέσα στον φάκελο “My Documents” ένας φάκελος με το όνομα “My 3D”. Όταν ξεκινήσουμε μία νέα σάρωση και την σώσουμε για πρώτη φορά, το ScanStudio δημιουργεί ένα νέο φάκελο στον οποίο αποθηκεύει όλα τα αρχεία με τα δεδομένα της σάρωσης. Οι φάκελοι αριθμούνται εξ ορισμού ως “3D_Scan_1”, “3D_Scan_2” κτλ.

Ο φάκελος σάρωσης ενός μοντέλου περιέχει όλα τα αρχεία που απαιτούνται για να εργαστούμε με αυτό:

- Ένα αρχείο **.scn** , το οποίο αποτελεί κύριο αρχείο καθώς διαχειρίζεται όλες τις σαρώσεις που θα αποτελέσουν το μοντέλο. Όταν σώζουμε ένα μοντέλο στο ScanStudio , όλα τα δεδομένα γράφονται στο **.scn** αρχείο. Όταν ανοίγουμε ένα μοντέλο, ουσιαστικά ανοίγουμε το **.scn** αρχείο. Γενικά, αυτός ο τύπος αρχείων και τα αρχεία NZIP που θα αναφέρουμε παρακάτω είναι τα αρχεία που μας ενδιαφέρουν. Όλοι οι υπόλοιποι τύποι αρχείων δημιουργούνται και διαχειρίζονται αυτόματα από το ScanStudio.

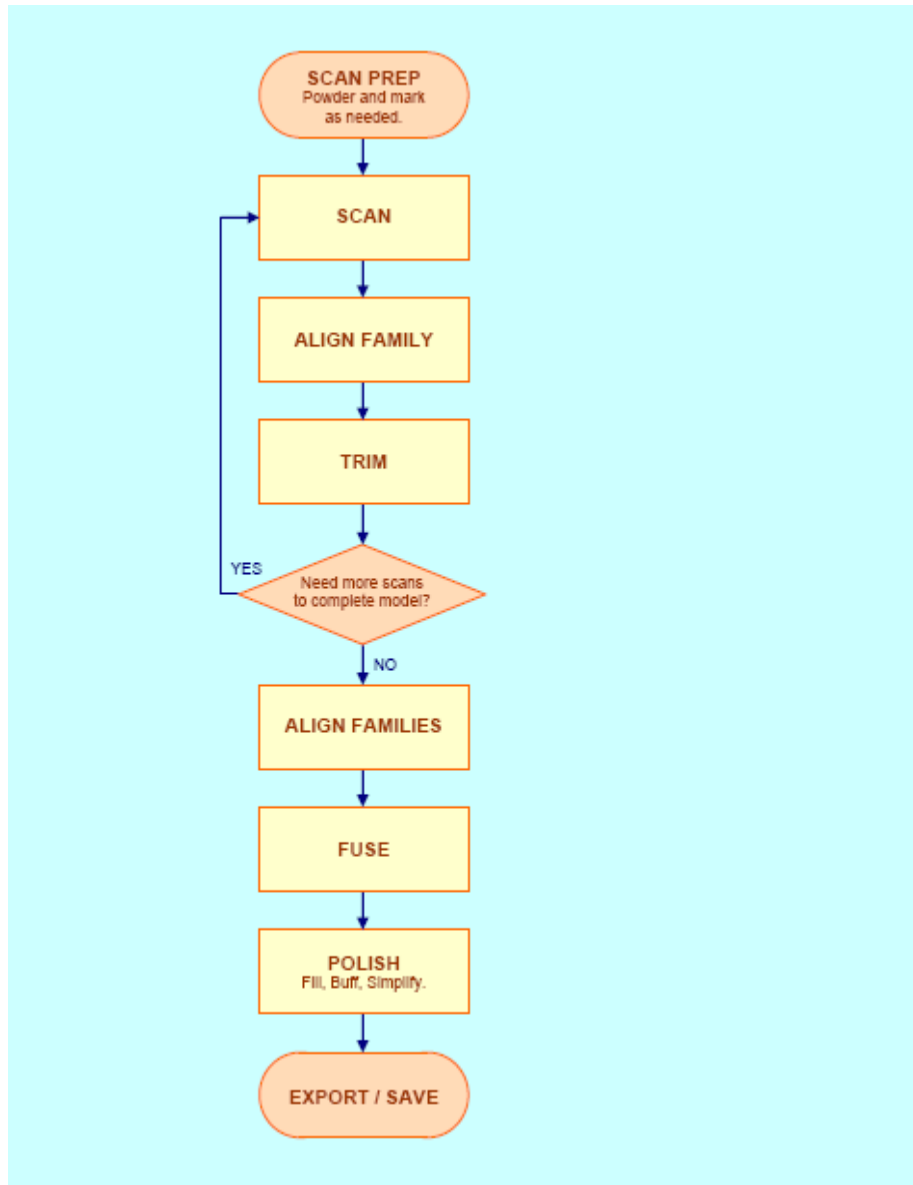
- Ένα αρχείο **.jpg** δημιουργείται για κάθε σάρωση το οποίο περιέχει τα δεδομένα εικόνας που συλλαμβάνονται κατά το «πέρασμα υφής».
- Ένα αρχείο **.raw** δημιουργείται για κάθε σάρωση το οποίο περιέχει το «σύννεφο δεδομένων» που συλλαμβάνεται κατά το «γεωμετρικό πέρασμα».
- Ο υποφάκελος **Thumbnails** περιλαμβάνει τις thumbnail εικόνες των σαρώσεων οι οποίες παρουσιάζονται στον χρήστη την γραφική διεπαφή του ScanStudio .
- Ένα **NZIP (.zip)** αρχείο ,το οποίο είναι ένα συμπιεσμένο αρχείο που περιλαμβάνει ένα .scn αρχείο καθώς και όλα τα αρχεία που παραπέμπονται από αυτό.Για να δημιουργήσουμε ένα NZIP αρχείο στο ScanStudio,επιλέγουμε από το μενού FILE > Save As.Το NZIP αρχείο είναι χρήσιμο όταν θέλουμε να μετακινήσουμε ένα μοντέλο από έναν υπολογιστή σε ένα άλλο και να είμαστε σίγουροι ότι έχουν συμπεριληφθεί όλα τα απαραίτητα αρχεία.

Για παράδειγμα,αν το .scn αρχείο μας δεν μπορεί να βρεί τα σχετικά .jpg αρχεία,δεν θα μπορούμε να δούμε τίποτα από την εικόνα της χαρτογραφημένης φωτογραφίας.Επειδή το .scn αρχείο περιλαμβάνει επεξεργασμένη γεωμετρία του αντικειμένου,δεν χρειαζόμαστε τα .raw αρχεία για να επιδείξουμε την γεωμετρία.Τα .raw αρχεία χρειάζονται όταν θέλουμε να επανεπεξεργαστούμε το μοντέλο μας για υψηλότερη ανάλυση και γι' αυτό τον λόγο συμπεριλαμβάνονται στο NZIP αρχείο.

Όταν σώζουμε το μοντέλο μας με νέο όνομα,δημιουργούμε ένα καινούργιο .scn αρχείο στον φάκελο σάρωσης(τα σχετικά αρχεία .jpg και .raw δεν αντιγράφονται,ούτε αλλάζουν).Χρήσιμο για την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας της δουλειάς μας είναι να σώζουμε πολλαπλές εκδόσεις του μοντέλου μας.Αυτά τα πολλαπλά .scn αρχεία αποτελούν και χρήσιμες καταγραφές των διαφορετικών τεχνικών που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όταν πειραματιζόμαστε με τα διάφορα χαρακτηριστικά του ScanStudio.

Διάγραμμα Ροής Εργασίας

Το διάγραμμα ροής εργασίας παρακάτω, παρουσιάζει την σειρά με την οποία χρησιμοποιούνται τα εργαλεία του ScanStudio για την σάρωση ενός αντικειμένου και την δημιουργία ενός μοντέλου από αυτό.



Στην παρούσα εργασία, το αντικείμενο “target” είναι ένα οστό και θα χρησιμοποιήσουμε τις παρακάτω διαδικασίες:

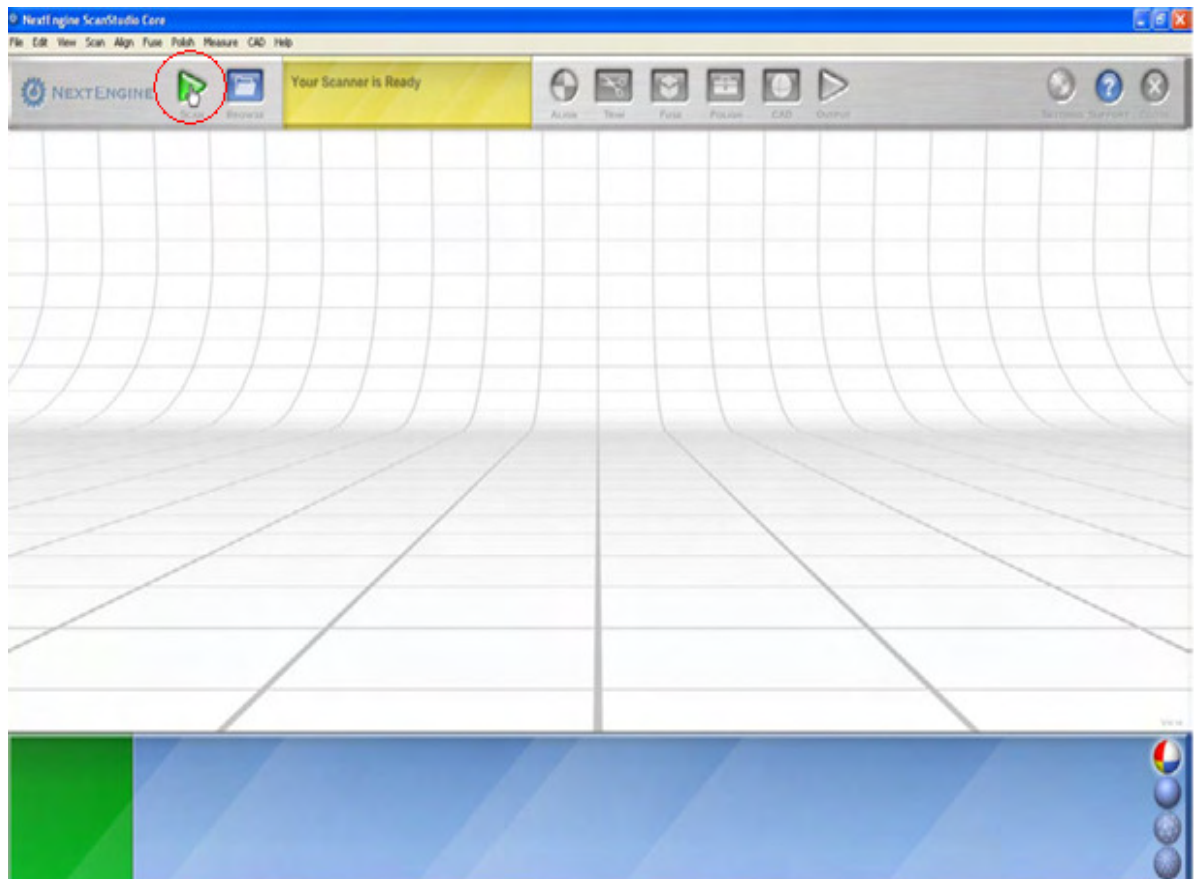
1. Προετοιμασία του Scanner και του αντικειμένου “target”.
2. Εκτέλεση ενός 360 Scan.
3. Ευθυγράμμιση(align) των 360 Scans.
4. Περικοπή(trim) του 360 Scan.
5. Εκτέλεση ενός Bracket Scan και στην συνέχεια περικοπή(trim) για την σύλληψη του πάνω μέρους του αντικειμένου.
6. Εκτέλεση ενός Bracket Scan και στην συνέχεια περικοπή(trim) για την σύλληψη του κάτω μέρους του αντικειμένου.
7. Ευθυγράμμιση(align) της Scan Family του πάνω μέρους του αντικειμένου με την 360 Scan Family.
8. Ευθυγράμμιση(align) της Scan Family του κάτω μέρους του αντικειμένου με το μοντέλο.
9. Συγχώνευση(fuse) των σαρώσεων.
10. Διαδικασία Polish(προαιρετική).
11. Εξαγωγή(export) του μοντέλου(προαιρετική).

4.1 Προετοιμασία του Scanner και του αντικειμένου “target”

1. Προετοιμάζουμε το scanner, τον υπολογιστή, το AutoPositioner και το PartGripper σύμφωνα με τις διαδικασίες που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 1.
2. Χρησιμοποιούμε το MACRO στόμιο εξαγωγής καλωδίου του AutoPositioner για να τοποθετήσουμε το αντικείμενο στην σωστή απόσταση για μια MACRO σάρωση.
3. Για αντικείμενα που έχουν γυαλιστερή επιφάνεια, μπορεί να χρειαστεί μια λεπτή επίστρωση σκόνης από το PowderPen για την μείωση της αντανάκλασης. Εάν το αντικείμενο δεν έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, ίσως χρειαστεί να τοποθετήσουμε εμφανή σημάδια για να διευκολύνουμε την διαδικασία της ευθυγράμμισης.

4.2 Εκτέλεση ενός 360 Scan

4. Με την έναρξη του προγράμματος ScanStudio, εμφανίζεται το κεντρικό παράθυρο εργασίας. Το κεντρικό παράθυρο περιλαμβάνει ένα panel εργαλείων στο πάνω μέρος, μια περιοχή για την θέαση του μοντέλου/σάρωσης στο κέντρο και μία περιοχή για την διαχείριση των scan families (πράσινο και μπλε) στο κάτω μέρος. Για την έναρξη της σάρωσης, πατάμε το κουμπί Scan (κυκλωμένο με κόκκινο χρώμα στην φωτογραφία παρακάτω).

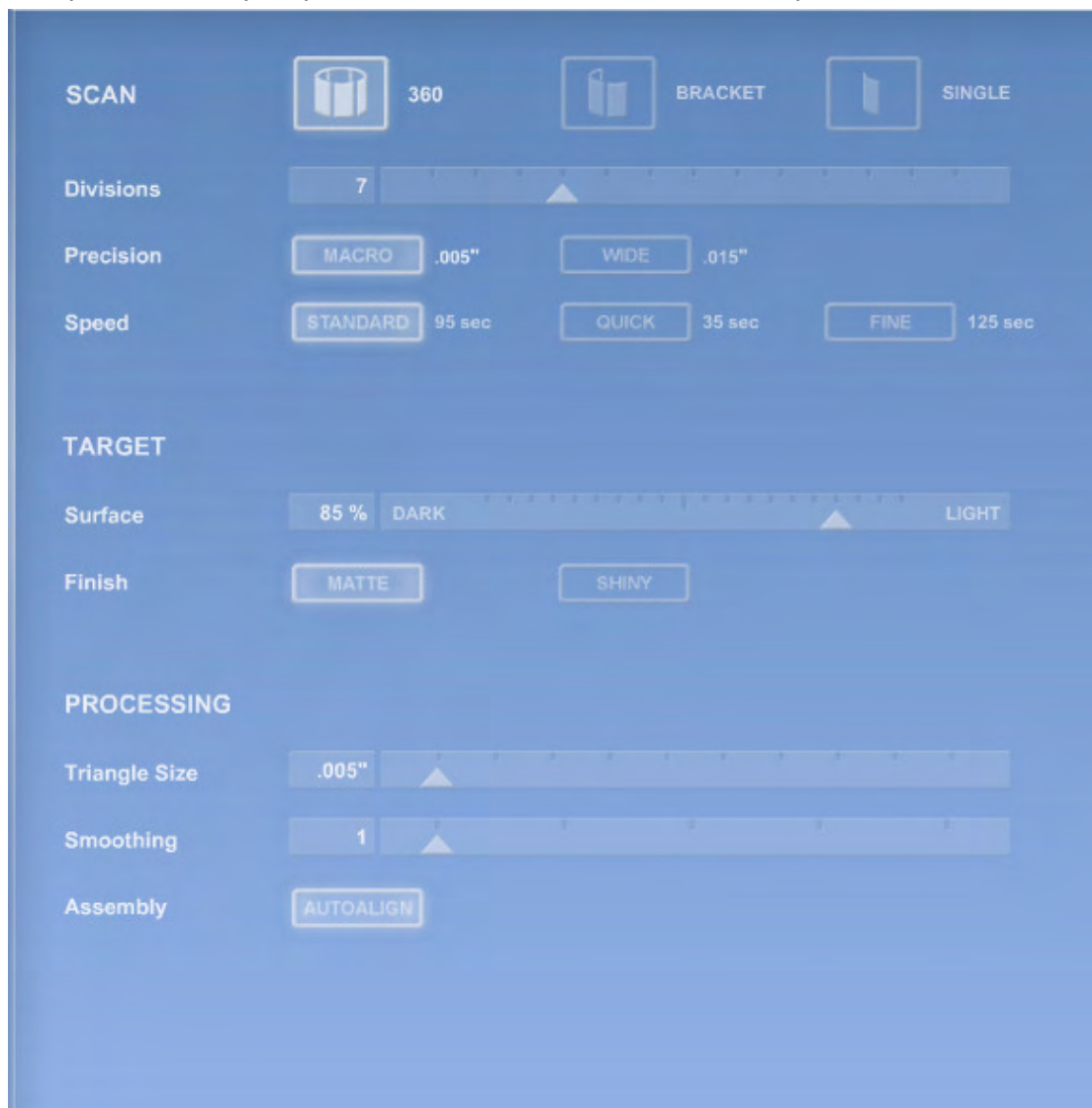


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

5. Εμφανίζεται το παράθυρο διαχείρισης σάρωσης. Κάνουμε κλικ στην κίτρινη περιοχή, εισάγουμε ένα όνομα για την σάρωσή μας και στην συνέχεια πατάμε Enter.
6. Τοποθετούμε το αντικείμενο χρησιμοποιώντας το live viewfinder (πλαίσιο κάμερας, δεξιά στην οθόνη) που εμφανίζεται στην οθόνη διαχείρισης σάρωσης (προαιρετικά κλικάρουμε και «σέρνουμε» ένα ορθογώνιο γύρω από το αντικείμενο για να περιορίσουμε την περιοχή της σάρωσης).



7. Θέτουμε τις επιλογές για ένα 360 scan όπως φαίνεται παρακάτω.



Viewfinder και Περιοχή Ενδιαφέροντος (Region of Interest - ROI)

Μία σάρωση θα αναπαράγει δεδομένα για οτιδήποτε ανιχνεύσει ανάμεσα στο viewfinder και στο σωστό βάθος πεδίου. Μια συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος (ROI) μπορεί να επιλεγεί, κλικάροντας και σέρνοντας το ποντίκι.

Scan Settings

- ▶ **360:** σάρωση 360 μοιρών με συγκεκριμένο αριθμό σαρώσεων ή διαστημάτων.
- ▶ **Bracket:** μία σάρωση της πρόσοψης του αντικειμένου, και σαρώσεις στις αριστερά και δεξιά παρακείμενες πλευρές.
- ▶ **Single:** μία σάρωση που συλλαμβάνει την όψη του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά από το scanner. Διαρκεί περίπου 2 λεπτά.
- ▶ **Divisions:** Καθορίζει τον αριθμό των σαρώσεων σε ένα 360 scan. Σε σάρωση τύπου Bracket, καθορίζει την αρχική γωνία σάρωσης για τις δύο παρακείμενες σαρώσεις (ο αριθμός των διαστημάτων, διαιρεμένος με το 360, ισούται με την γωνία σάρωσης).
- ▶ **Precision-MACRO:** σάρωση μικρής εμβέλειας (12.7 cm με 20.32cm) με ακρίβεια στα 0.01 cm (.005 inch). Η μέγιστη ROI είναι 4 με 6 ίντσες (10.16cm με 15.23cm).
- ▶ **Precision-WIDE:** σάρωση μεγάλης εμβέλειας (38.1 cm με 48.26cm) με ακρίβεια στα 0.04 cm (.015 inch). Η μέγιστη ROI είναι 10 με 12 ίντσες (25.4cm με 30.48cm).
- ▶ **Speed-Standard:** περίπου 2 λεπτά ανα σάρωση (standard δεδομένα).
- ▶ **Speed-Quick:** περίπου 25 δευτερόλεπτα ανά σάρωση (αποδεκατισμένα δεδομένα).
- ▶ **Speed-Fine:** περίπου 3 λεπτά ανα σάρωση (όλα τα δεδομένα).

Target Settings

- ▶ **Surface:** ρύθμιση για την έκθεση στο φως του laser για τις διαφορετικές υφές των αντικειμένων. 0% είναι για τα πιο σκούρα αντικείμενα (σχεδόν μαύρα) και 100% για τα πιο ανοιχτόχρωμα αντικείμενα (σχεδόν λευκά).

- ▶ **Finish:** καθορίζει αν τα αντικείμενα είναι γυαλιστερά ή ματ.

Processing Settings

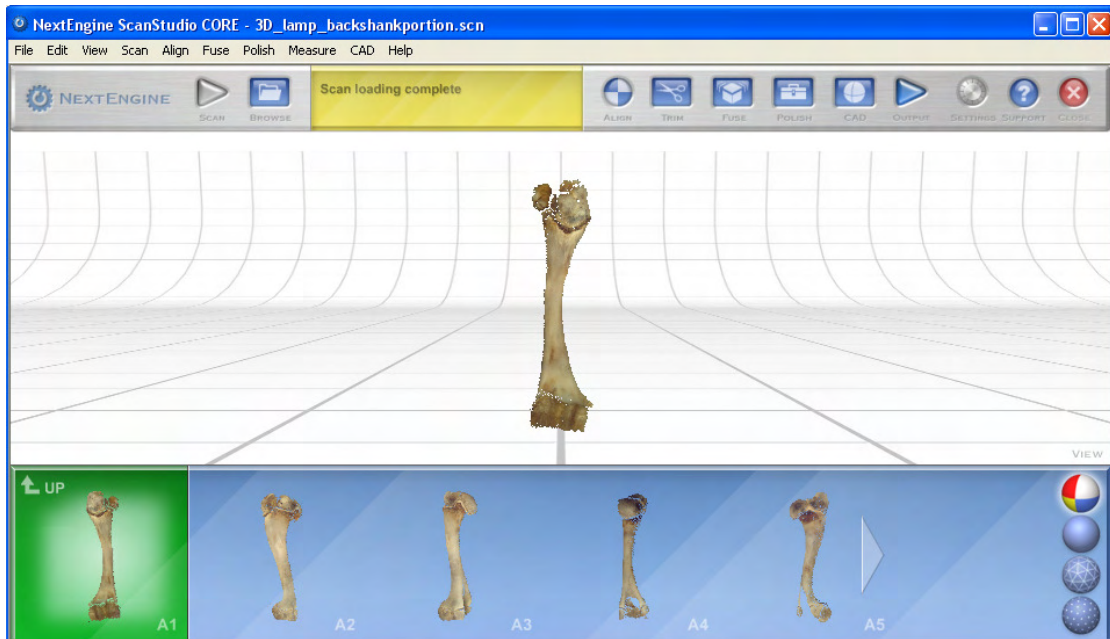
- ▶ **Triangle Size:** μας επιτρέπει να μειώσουμε το μέγεθος του αρχείου μας, προσδιορίζοντας τον βαθμό της λεπτομέρειας που χρειαζόμαστε. Η τιμή αυτή καθορίζει το μέγεθος των τριγώνων στο πλέγμα (π.χ. .005'', .010'', .015''), και βασίζεται στην επιλογή Precision (Macro ή Wide) και Speed (Quick, Standard και Fine). Αυξάνοντας το μέγεθος των τριγώνων, μειώνουμε τον αριθμό των τριγώνων στο πλέγμα, το οποίο στην συνέχεια μειώνει το μέγεθος του αρχείου μας.
- ▶ **Smoothing:** Μειώνει ή εξαλείφει οποιοδήποτε θόρυβο στο scan, λόγω δονήσεων κτλ.

8. Κλικάρουμε το κουμπί Scan για να ξεκινήσει η σάρωση.



3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

9. Ότα ολοκληρωθεί η πρώτη από τις 360-scan συλλήψεις, εμφανίζεται στην περιοχή θέασης του ScanStudio. Επιπλέον εμφανίζεται σε μέγεθος thumbnail στην πράσινη ζώνη ,κάτω αριστερά στο παράθυρο. Καθώς ολοκληρώνεται καθεμία από τις ακόλουθες διαδοχικές σαρώσεις του 360 scan,μια αντίστοιχη thumbnail εικόνα εμφανίζεται στην μπλε ζώνη(στο κάτω μέρος του παραθύρου,δίπλα από την πράσινη ζώνη).



10. Όπως περιγράφεται και στην παρακάτω παράγραφο, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το ποντίκι για να αλλάξουμε την θέαση ενός scan στην κεντρική περιοχή θέασης, μετακινώντας και περιστρέφοντας το scan και κάνοντας zoom in και zoom out.

4.2.1 Προσανατολισμός του Scan



Για να περιστρέψουμε το scan σε οποιοδήποτε άξονα, κλικάρουμε και κρατώντας πατημένο το αριστερό κουμπί του ποντικιού μετακινούμε το ποντίκι προς την επιθυμητή κατεύθυνση.



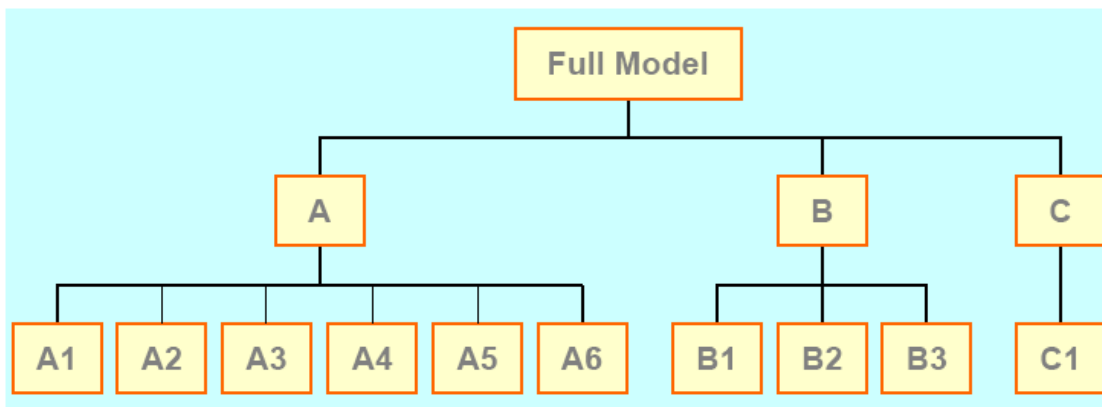
Για να κάνουμε zoom, κλικάρουμε και κρατώντας πατημένο το δεξί κουμπί του ποντικιού, μετακινούμε το ποντίκι προς το μέρος μας για να κάνουμε zoom in (για περισσότερη λεπτομέρεια) ή το απομακρύνουμε για να κάνουμε zoom out (για πιο ολοκληρωμένη όψη).



Για να μετακινήσουμε το scan στην περιοχή της θέασης, κλικάρουμε και κρατώντας πατημένα και τα δύο κουμπιά του ποντικιού ταυτόχρονα, μετακινούμε το ποντίκι προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

4.2.2 Πλοήγηση στην ιεραρχία των Scan

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, κάθε τύπος σάρωσης δημιουργεί μία οικογένεια από σαρώσεις (scan family). Η πρώτη οικογένεια που δημιουργείται για ένα μοντέλο ονομάζεται A, η δεύτερη B και ούτο καθεξής. Τα μέλη κάθε οικογένειας αριθμούνται ως N1, N2, N3, κτλ., όπου N το γράμμα που χαρακτηρίζει την οικογένεια. Το παράδειγμα παρακάτω δείχνει την οργάνωση των σαρώσεων ενός μοντέλου που δημιουργήθηκε από τον τύπο 360 scan με έξι διαστήματα, ακολουθούμενο από τον τύπο bracket scan και τέλος από τον τύπο single scan.



Όταν ολοκληρώσουμε μία σάρωση πολλαπλών διαστημάτων, η οικογένεια σάρωσης παρουσιάζεται με την μορφή thumbnail εικόνας στην πράσινη και μπλε ζώνη στο κάτω μέρος της οθόνης. Αυτό είναι το μεσαίο επίπεδο της ιεραρχίας που φαίνεται παραπάνω. Για να έχουμε πρόσβαση στα επιμέρους μέλη μιας οικογένειας, κάνουμε διπλό κλικ στο thumbnail της οικογένειας: οι υπόλοιπες οικογένειες εξαφανίζονται (αν υπάρχουν) και στην ζώνη εμφανίζεται το χαμηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας (μόνο για την συγκεκριμένη οικογένεια), όπου κάθε μέλος της οικογένειας αναπαρίσταται με το αντίστοιχο thumbnail. Μπορούμε να επιστρέψουμε στο επίπεδο των οικογενειών (μεσαίο), πατώντας την λέξη UP που βρίσκεται δίπλα στο πρώτο μέλος της οικογένειας.



Σε αυτό το σημείο να σημειώσουμε ότι στο επίπεδο των μελών (τελευταίο), όλα τα μέλη μιας οικογένειας είναι ευθυγραμμισμένα και επισυνημμένα (δείτε την επόμενη ενότητα) και τα thumbnails τους βρίσκονται στη πράσινη ζώνη. Σε αυτή την περίπτωση, αν θέλουμε να απομονώσουμε ένα από τα μέλη της οικογένειας για περαιτέρω επεξεργασία, πρέπει πρώτα να το αποσπάσουμε, σέρνοντας το thumbnail του στην μπλε ζώνη. Στην συνέχεια, κλικάρουμε πάνω του για να φέρουμε την αντίστοιχη εικόνα του scan στο κεντρικό παράθυρο. Το μέλος που έχει επεξεργαστεί, μπορεί να επιστρέψει στην πίσω στην οικογένεια, σέρνοντάς το πίσω στην πράσινη ζώνη (επιπλέον το μενού Edit περιέχει τις επιλογές "Attach all" και "Detach all").

Εαν κλικάρουμε ένα thumbnail στην πράσινη ζώνη, μπορούμε να δούμε και να επεξεργαστούμε όλα τα scans στην πράσινη ζώνη την ίδια στιγμή - ευθυγραμμισμένα μέλη (επίπεδο μελών) ή ευθυγραμμισμένες οικογένειες (επίπεδο οικογενειών). Τα scans που βρίσκονται στην πράσινη ζώνη, αναφέρονται και ως «μοντέλο».

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: εάν αποσπάσουμε ένα μέλος από την οικογένεια του, τότε αυτό εξαιρείται από οποιαδήποτε διαδικασία που εφαρμόζεται στην οικογένεια, όπως για παράδειγμα οι διαδικασίες Fuse και Regeneration. Όταν

επεξεργαζόμαστε ένα μοντέλο σε επίπεδο οικογενειών,πρέπει να έχουμε πάντα κατά νου ότι η απόσπαση ενός μέλους μπορεί να μην είναι προφανής.

4.3 Ευθυγράμμιση(*align*) των 360 Scans

Τα scans που βρίσκονται στη πράσινη ζώνη,στο κάτω μέρος της οθόνης ,είναι αυτά που ευθυγραμμίζονται και επισυνάπτονται.Το πρώτο scan από τον τύπο σάρωσης 360 scan ή τον τύπο bracket scan εμφανίζεται στην πράσινη ζώνη ενώ τα υπόλοιπα μέλη εμφανίζονται στην μπλε ζώνη μέχρις ότου να ευθυγραμμιστούν με την οικογένεια και στην συνέχεια να μετακινηθούν στην πράσινη ζώνη,μαζί με το πρώτο μέλος της οικογένειας.Εαν η επιλογή AutoAlign είναι ενεργοποιημένη,τότε όλες οι σαρώσεις που παράγονται,εμφανίζονται κατευθείαν στην πράσινη ζώνη.

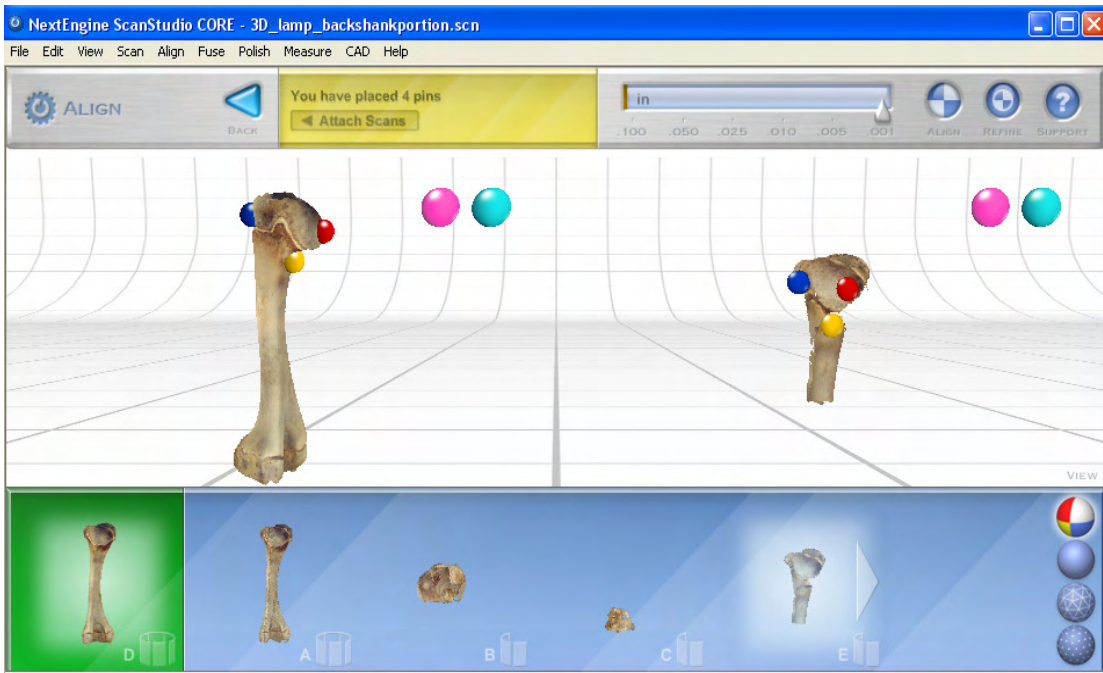
Η επιλογή AutoAlign αποτελεί επιλογή για σαρώσεις πολλαπλών διαστημάτων(π.χ.,για τον τύπο σάρωσης 360 scan και τον τύπο bracket scan).Ευθυγραμμίζει αυτόματα όλα τα scans που προκύπτουν από σάρωση τύπου 360 scan,καθώς επίσης και τα τρία scans που προκύπτουν από σάρωση τύπου bracket scan.Προτού όμως εφαρμοστεί η επιλογή AutoAlign,πρέπει να εκτελούμε μία αρχική ευθυγράμμιση όποτε τοποθετούμε το AutoPositioner σε νέα θέση σε σχέση με το scanner(διαφορετική από την αρχική τοποθέτηση).Αυτή η διαδραστική διαδικασία για τα scans που προκύπτουν απο τον τύπο 360 scan παρουσιάζεται παρακάτω.Αυτή η διαδικασία δεν χρειάζεται να επαναληφθεί για μεταγενέστερες σαρώσεις 360 scan και bracket scan δεδομένου ότι δεν θα μετακινήσουμε το AutoPositioner και το scanner.

1. Κλικάρουμε το το κουμπί Align για να ανοίξουμε το διπλό παράθυρο του Alignment.



3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

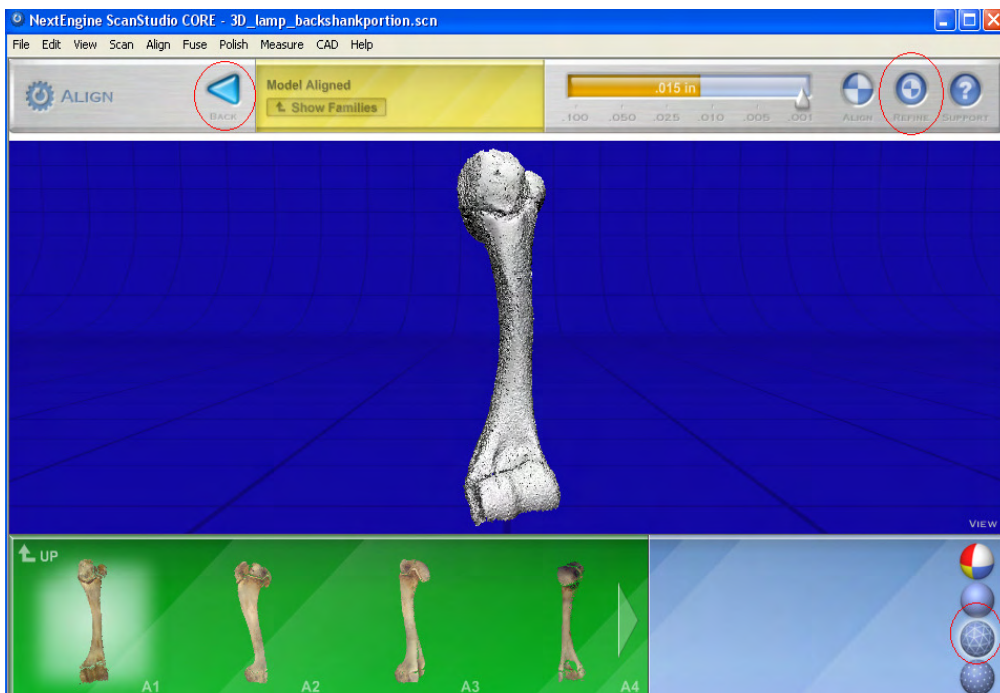
2. Το παράθυρο Alignment έχει τρεις πινέζες (pins) στην πάνω δεξιά γωνία κάθε παραθύρου σάρωσης. Οι πινέζες εμφανίζονται μόνο όταν η πράσινη και μπλε ζώνη έχουν τουλάχιστον ένα scan η καθεμιά.



3. Ψάχνουμε για ένα χαρακτηριστικό που εμφανίζεται και στις δύο σαρώσεις που μπορεί να επισημανθεί με κάποια ακρίβεια.
4. Κλικάρουμε και σέρνουμε μία από τις πινέζες στο μέρος αυτό, πάνω στο scan. Η οθόνη ζουμάρει αυτόματα στο μέρος όπου μετακινείται η πινέζα έτσι ώστε να μπορέσουμε να την τοποθετήσουμε με ακρίβεια (μπορούμε επίσης να διπλοκλικάρουμε σε ένα σημείο της επιφάνειας για να τοποθετήσουμε την πινέζα).
5. Επαναλαμβάνουμε το προηγούμενο βήμα στο δεύτερο παράθυρο, χρησιμοποιώντας την πινέζα του ίδιου χρώματος στο αντίστοιχο σημείο.
6. Για να κάνουμε zoom out, κλικάρουμε και κρατάμε πατημένο το δεξί κουμπί του ποντικιού, απομακρύνοντας στην συνέχεια το ποντίκι από εμάς ή κάνουμε διπλό δεξί κλικ πάνω στο scan.
7. Οι άλλες δύο πινέζες τυπικά δεν χρειάζονται, αλλά είναι διαθέσιμες για επιπλέον ευθυγράμμιση.

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

8. Δεξιά από το κίτρινο toolbar, υπάρχει το μέτρο ακρίβειας. Μπορούμε να σύρουμε τον δείκτη ακρίβειας για να ρυθμίσουμε την ακρίβεια της ευθυγράμμισης. Σέρνοντας τον δείκτη προς τα αριστερά, κάνουμε την διαδικασία της ευθυγράμμισης γρηγορότερη, ενώ σέρνοντας τον δείκτη προς τα δεξιά, την κάνουμε πιο ακριβή.
9. Όταν έχουν τοποθετηθεί όλες οι πινέζες και είμαστε έτοιμοι για την ευθυγράμμιση, πατάμε το κουμπί Align στο toolbar.
10. Όλες οι σαρώσεις του 360 scan ευθυγραμμίζονται βάσει των ζευγαριών των πινεζων. Το μέτρο ακρίβειας υποδηλώνει την πρόοδο της ευθυγράμμισης σε κίτρινο χρώμα. Γίνεται πράσινο όταν η διαδικασία της ευθυγράμμισης ολοκληρώνεται και εμφανίζεται στο κίτρινο toolbar η ένδειξη "Model Aligned".
11. Τα scans που βρισκότουσαν στην μπλε ζώνη, βρίσκονται τώρα στην πράσινη, δείχνοντας έτσι ότι έχουν ευθυγραμμιστεί και επισυναφθεί. Μπορούμε να κλικάρουμε το κουμπί Mesh Mode που βρίσκεται κάτω δεξιά για να δούμε το πλέγμα. Κλικάρουμε το κουμπί Back που βρίσκεται στα αριστερά για να βγούμε από την διαδικασία της ευθυγράμμισης.
12. Εάν η ευθυγράμμιση δεν φαίνεται σωστή, μπορεί να χρειαστεί να περικόψουμε bits από την δυσμορφία, η οποία οφείλεται κυρίως στις συνθήκες σάρωσης (δείτε την επόμενη ενότητα), και στην συνέχεια να επιστρέψουμε στο πάνελ της ευθυγράμμισης και να κλικάρουμε το κουμπί Refine ή να επιλέξουμε Align>Refine Alignment από το μενού.



4.4 Περικοπή(Trim)του 360 Scan

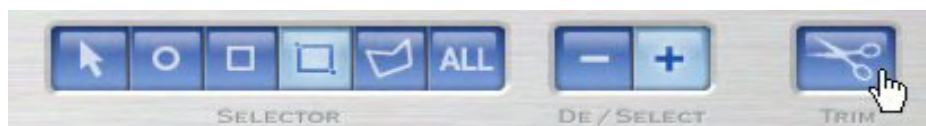
Η διαδικασία περικοπής αφαιρεί τα σαρωμένα bits από τα βοηθητικά μαξιλάρια των PartGripper και AutoPositioner. Για να εξασφαλίσουμε ότι υπάρχουν αρκετά δεδομένα αναφοράς για την ευθυγράμμιση, πρέπει πρώτα να ευθυγραμμίζουμε την οικογένεια και στην συνέχεια να την περικόπτουμε. (Εξαιρέση: εάν οι συνθήκες σάρωσης παράγουν θόρυβο ή παραμόρφωση, τότε συνίσταται η περικοπή της λανθασμένης περιοχής για την βελτίωση τη ευθυγράμμισης.)

Σε αυτή την εργασία, θα περικόψουμε το ευθυγραμμισμένο και επισυνημένο scan του μεσαίου τμήματος του οστού. Για να εμφανίσουμε το scan στο κεντρικό παράθυρο θέασης, κλικάρουμε το thumbnail που βρίσκεται στην πράσινη ζώνη.

1. Για να ξεκινήσουμε την περικοπή του scan, ανοίγουμε το Trim panel κλικάροντας το εργαλείο Trim που βρίσκεται στο κεντρικό panel.



Το Trim panel περιέχει όλα τα εργαλεία που θα χρησιμοποιήσουμε για να περικόψουμε το scan.



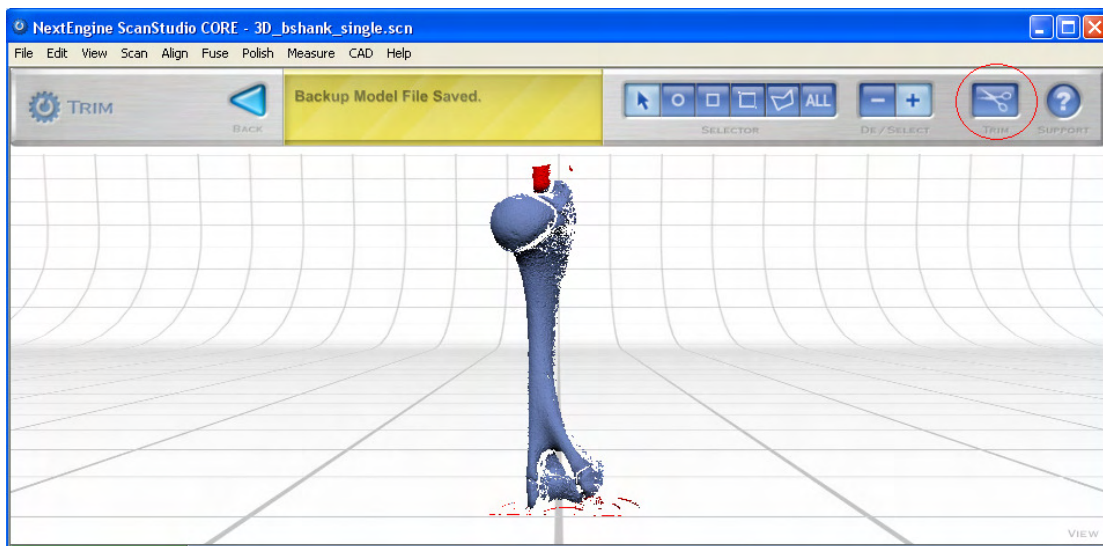
2. Το γκρουπ επιλογής περιλαμβάνει εργαλεία που θα μας βοηθήσουν να επιλέξουμε της περιοχή που επιθυμούμε να περικόψουμε. Όταν επιλέγουμε μια περιοχή, αυτή γίνεται κόκκινη για να γίνει επιβεβαίωση της επιλογής. Σ' αυτό το σημείο να σημειώσουμε ότι το βάθος της επιλογής εκτείνεται σε όλο το μοντέλο, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις περιοχές που βρίσκονται κάτω από την ορατή επιφάνεια. Μπορεί να χρειαστεί να αλλάξουμε την οπτική γωνία από την οποία κοιτάζουμε το scan για να μπορέσουμε να απομονώσουμε μια περιοχή που θέλουμε να επιλέξουμε.
- ▶ **Δείκτης(pointer):** κλικάρουμε αυτό το κουμπί για να αναιρέσουμε την επιλογή οποιουδήποτε κουμπιού επιλογής και να επαναφέρουμε την ενέργεια της πειστροφής στο αριστερό κουμπί του ποντικιού. Το ζουμάρισμα (δεξί κουμπί) και η μετακίνηση (και τα δύο κουμπιά) λειτουργούν κανονικά, άσχετα με το αν χρησιμοποιούμε ένα εργαλείο επιλογής. Θα πρέπει όμως να πατήσουμε το αριστερό κουμπί πριν το δεξί κουμπί όταν μετακινούμε το scan, για να αποφύγουμε την ακούσια λειτουργία του εργαλείου επιλογής. Σημείωση: εάν χρησιμοποιούμε ποντίκι με κεντρική ροδέλα, μπορούμε να κρατήσουμε πατημένη την ροδέλα για να περιστρέψουμε το scan.
 - ▶ **Κύκλος:** Αυτό το εργαλείο μας επιτρέπει να «βάψουμε» την περιοχή που επιθυμούμε. Ο κέρσορας του ποντικιού αντικαθίσταται από ένα κόκκινο κύκλο, ο οποίος μας επιτρέπει να επιλέγουμε κάνοντας απαλά όρια. Πατάμε το αριστερό κουμπί του ποντικιού για να ξεκινήσει το «γέμισμα» τη περιοχής και κρατώντάς το πατημένο, κινούμε το ποντίκι μέχρι το σημείο που επιθυμούμε να επιλέξουμε. Αφήνουμε το αριστερό κουμπί για να σταματήσει το «γέμισμα».
 - ▶ **Τετράγωνο:** Αυτό το εργαλείο λειτουργεί όπως το εργαλείο κύκλος, με την διαφορά ότι εδώ ο κέρσορας του ποντικιού είναι τετράγωνος (βοηθάει στην επιλογή περιοχών με γωνίες).
 - ▶ **Ορθογώνιο:** Με αυτό το εργαλείο σέρνουμε και επιλέγουμε την περιοχή αποκοπής.
 - ▶ **Πολύγωνο:** Αυτό το εργαλείο μας βοηθάει να επιλέξουμε περιοχές με ακανόνιστο σχήμα. Κλικάρουμε για να δηλώσουμε την κάθε

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

κορυφή και στην συνέχεια κλικάρουμε τη αρχική κορυφή για να κλείσουμε το πολύγωνο.

- ▶ **ALL:** Αυτό το εργαλείο επιλέγει οτιδήποτε βρίσκεται στην οθόνη, το οποίο είναι χρήσιμο όταν θέλουμε να περικόψουμε περισσότερη πληροφορία απ' ότι θέλουμε να κρατήσουμε.

3. Τα δύο εργαλεία στο γκρουπ De/Select είναι αποκλειστικά και τροποποιούν τα εργαλεία επιλογής. Το εργαλείο “ + ” είναι επιλεγμένο εξ ορισμού και δημιουργεί διαδοχικές επιλογές αθροιστικά (κυρίως χρησιμοποιούμε αυτό το mode). Εάν επιλέξουμε το εργαλείο “ - ”, κάθε επόμενη ενέργεια θα αναιρεί την επιλογή της πιο πρόσφατης περιοχής, δίνοντάς μας την δυνατότητα να διορθώσουμε λάθη στην επιλογή μας. Η εικόνα παρακάτω δείχνει ένα scan με επιλεγμένες περιοχές για περικοπή.



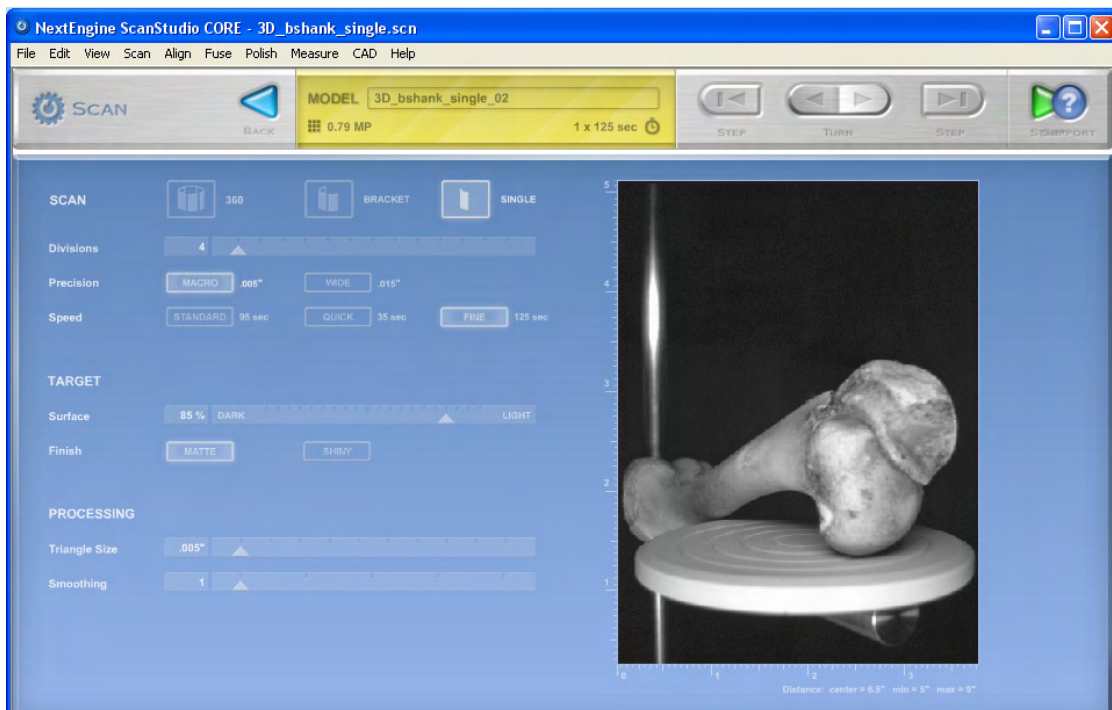
4. Το τελευταίο κουμπί, το κουμπί Trim, αφαιρεί την επιλεγμένη περιοχή από το scan. Μπορούμε να περικόψουμε αφού πρώτα έχουμε επιλέξει όλες τις περιοχές ή οποιαδήποτε στιγμή κατά την διάρκεια της επιλογής περιοχής.
5. Εάν δεν μείνουμε ικανοποιημένοι με την περικοπή, μπορούμε να επιλέξουμε το Undo – παρόλα αυτά όμως, εάν έχουμε κλικάρει το Trim αρκετές φορές, η επιλογή Undo θα μας επιστρέψει στην κατάσταση που επικρατούσε την τελευταία φορά που μπήκαμε στο Trim

panel. Επίσης, μπορούμε να ανακτήσουμε περικομμένα δεδομένα μέσω της διαδικασίας Regeneration.

4.5 Εκτέλεση ενός Bracket Scan και Περικοπής για την σύλληψη του πάνω μέρους του οστού

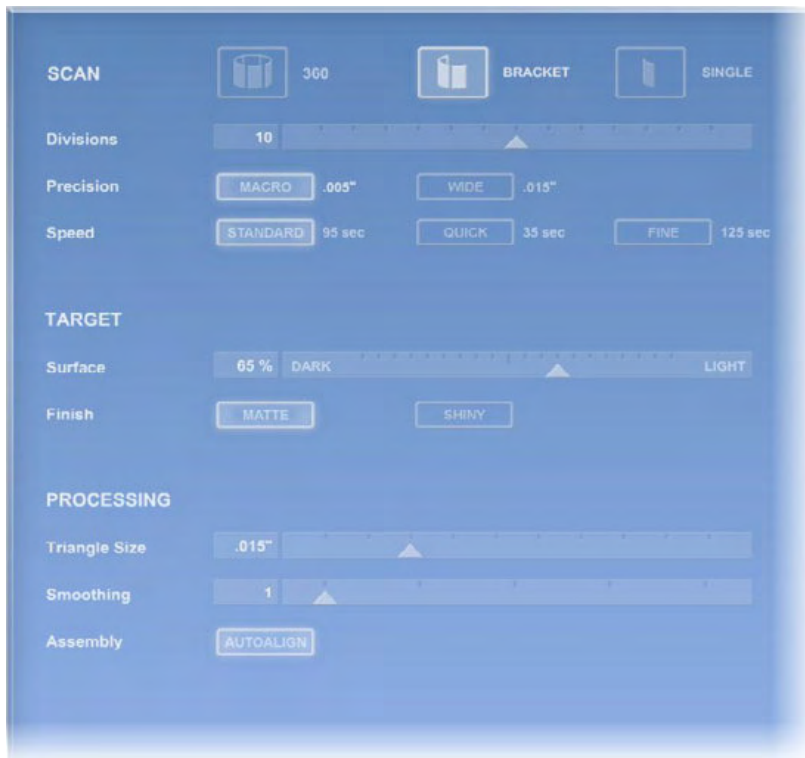
Τώρα που το 360 scan είναι ευθυγραμμισμένο και περικομμένο, θα σαρώσουμε το πάνω και κάτω μέρος του οστού.

1. Τοποθετούμε το οστό στην βάση με τέτοιο τρόπο ώστε το πάνω μέρος του να είναι ακριβώς μπροστά από το scanner (όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω).

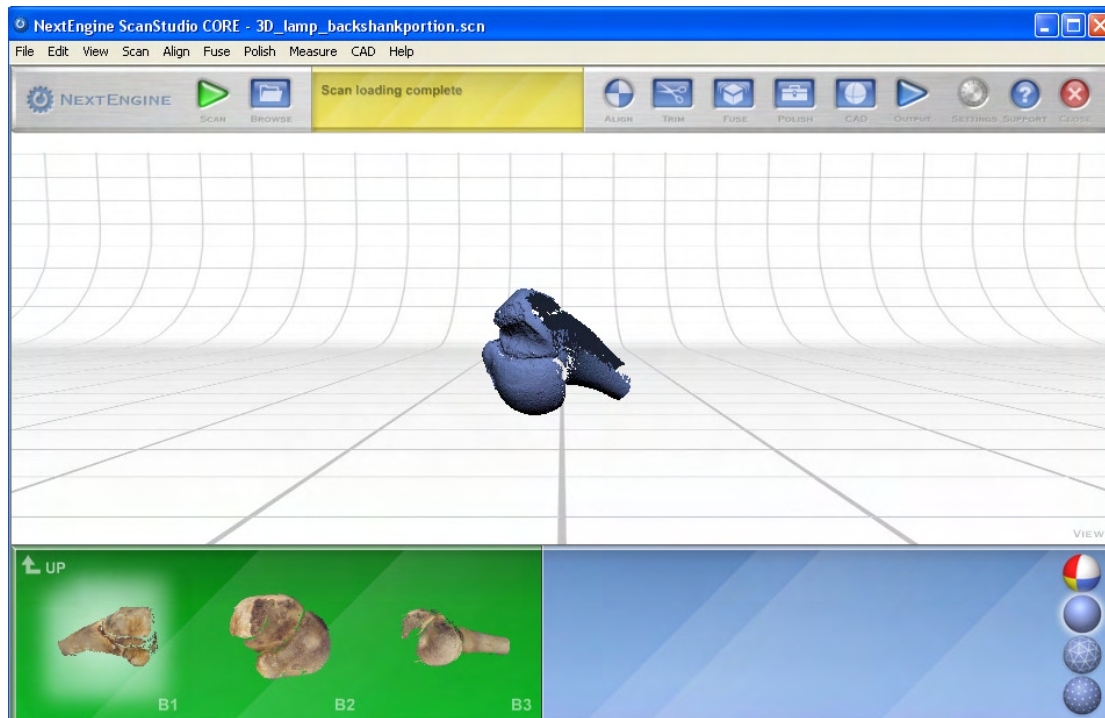


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

2. Κλικάρουμε το κουμπί Scan για να ανοίξει το παράθυρο διαχείρισης σάρωσης(ενότητα 4.2).
3. Οι ρυθμίσεις για το τύπο σάρωσης Bracket Scan φαίνονται παρακάτω.Οι ρυθμίσεις για τα διαστήματα καθορίζουν πόσο μακριά προς τα αριστερά και δεξιά θα στραφεί το AutoPositioner για να συλλάβει τις παρακείμενες πλευρές της πλευράς του αντικειμένου που βρίσκεται μπροστά από το scanner.Η ρύθμιση 10 σημαίνει 10 διαστήματα μέσα στις 360 μοίρες,έτσι οι παρακείμενες πλευρές θα είναι 36° προς τα αριστερά και δεξιά από την πλευρά προστά από το scanner.Αυτό εξασφαλίζει αρκετή επικάλυψη για την ευθυγράμμιση με το 360 scan.



4. Κλικάρουμε το κουμπί Scan για να ξεκινήσει η σάρωση. Η επιλογή AutoAlign εφαρμόζεται σε αυτή την περίπτωση εξαιτίας της ευθυγράμμισης με μία πινέζα που εκτελέσαμε στην σάρωση τύπου 360.Τα τμήματα του bracket scan φαίνονται στην πράσινη ζώνη και συνδυάζονται στην κεντρική περιοχή της οθόνης.



5. Όταν τελειώσουν και τα τρία τμήματα του bracket scan ,μπορούμε να επιλέξουμε, αν εγκρίνουμε την ευθυγράμμιση που φαίνεται στην οθόνη ή όχι.Εάν αρνηθούμε,εμφανίζεται το διπλό παράθυρο τη ευθυγράμμισης για να εκτελέσουμε χειροκίνητα την ευθυγράμμιση όπως περιγράφηκε στην ενότητα 4.3.Επιπλέον, χειροκίνητη ευθυγράμμιση πρέπει να εκτελέσουμε αν κουνήσουμε το scanner ή το AutoPositioner ή αν απενεργοποιήσουμε την επιλογή AutoAlign.
6. Όταν το Bracket scan ευθυγραμμιστεί επιτυχώς,χρησιμοποιούμε την διαδικασία που περιγράφηκε στην ενότητα 4.4 για να το περικόψουμε.

4.6 Εκτέλεση ενός Bracket Scan και Περικοπής για την σύλληψη του κάτω μέρους του οστού

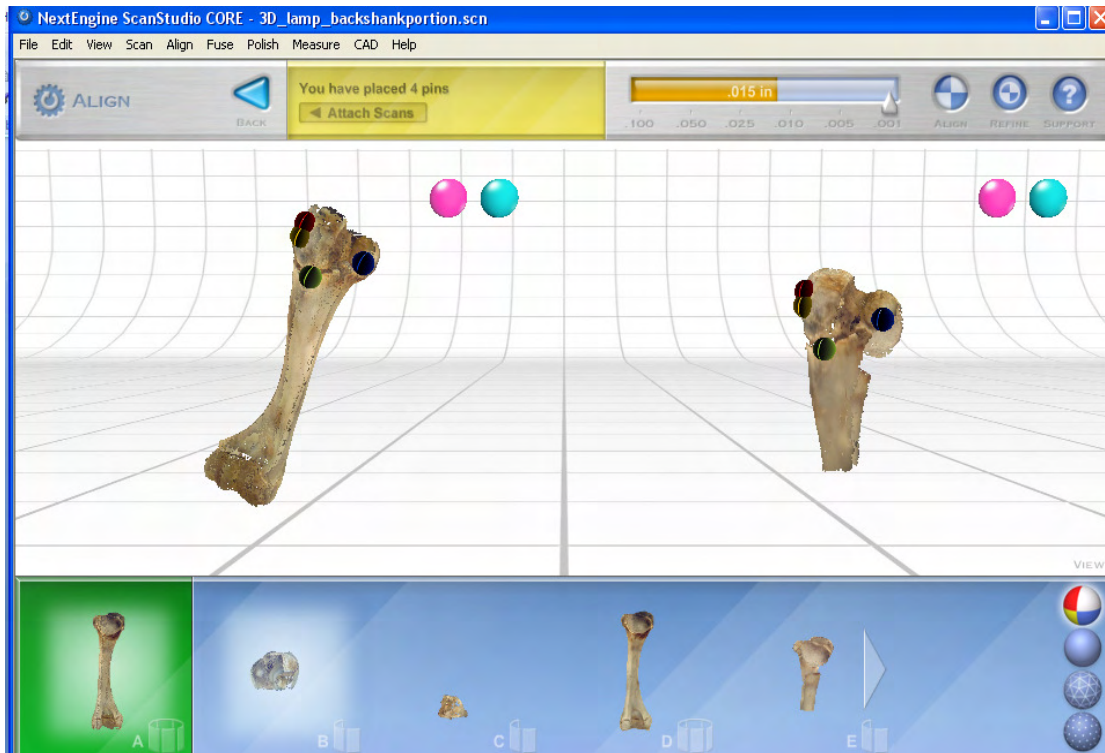
1. Τοποθετούμε το οστό στην βάση με τέτοιο τρόπο ώστε το κάτω μέρος του να είναι ακριβώς μπροστά από το scanner.
2. Κλικάρουμε το κουμπί Scan για να ανοίξει το παράθυρο διαχείρισης σάρωσης.

3. Η σάρωση του κάτω μέρους θα είναι και αυτή τύπου bracket. Οι ρυθμίσεις είναι ίδιες όπως και για το πάνω μέρος του οστού.
4. Κλικάρουμε το κουμπί scan για να ξεκινήσει η σάρωση. Δεχόμαστε την αυτόματη ευθυγράμμιση ή την κάνουμε χειροκίνητα και στην συνέχεια εκτελούμε την διαδικασία της περικοπής.

4.7 Ευθυγράμμιση της οικογένειας του πάνω μέρους με την οικογένεια 360

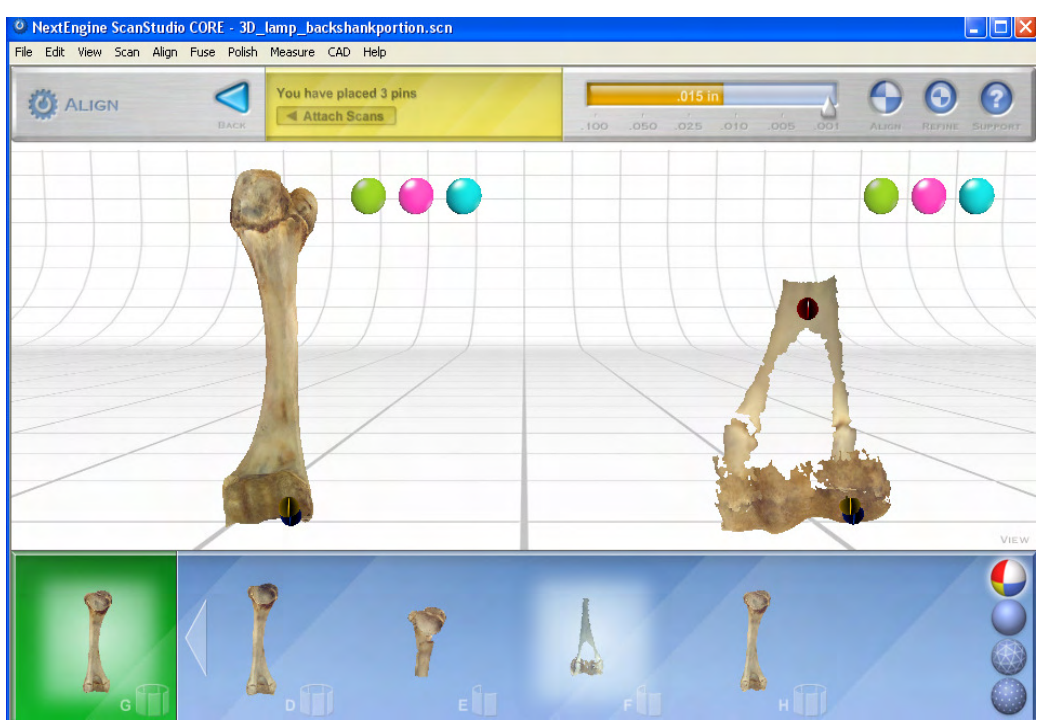
Στο επίπεδο οικογενειών της ιεραρχίας των σαρώσεων, η ευθυγράμμιση γίνεται ως εξής: η οθόνη χωρίζεται στα δύο. Η αριστερή οθόνη δείχνει τις ευθυγραμμισμένες οικογένειες (πράσινη ζώνη) και η δεξιά οθόνη δείχνει την οικογένεια της οποίας το thumbnail φωτίζεται πιο έντονα στην μπλε ζώνη. Η οικογένεια σάρωσης του πάνω μέρους πρέπει να φωτίζεται πιο έντονα στην μπλε ζώνη, αλλιώς την κλικάρουμε για να την επιλέξουμε. Για να ευθυγραμμίσουμε τις δύο οικογένειες που φαίνονται στην οθόνη, σέρνουμε μία πινέζα από κάθε ζεύγος σε ένα σχετικό σημείο του μοντέλου (ένα ζευγάρι την φορά). Γενικά, χρειαζόμαστε μόνο ένα ζευγάρι πινέζων για να ευθυγραμμίσουμε χειροκίνητα τα μέλη μιας οικογένειας, σε αυτή την περίπτωση όμως και τα τρία ζευγάρια των πινέζων χρειάζονται για την ευθυγράμμιση μιας οικογένειας στο μοντέλο. Εάν οι οικογένειες που θα ευθυγραμμιστούν είναι οι μόνες οικογένειες, τότε ο διαχωρισμός της οθόνης εξαφανίζεται για όσο το ScanStudio εκτελεί την ευθυγράμμιση, αλλιώς ο διαχωρισμός παραμένει και η επόμενη οικογένεια στην μπλε ζώνη φωτίζεται πιο έντονα και εμφανίζεται στην δεξιά οθόνη.

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.



4.8 Ευθυγράμμιση της οικογένειας του κάτω μέρους με την οικογένεια 360

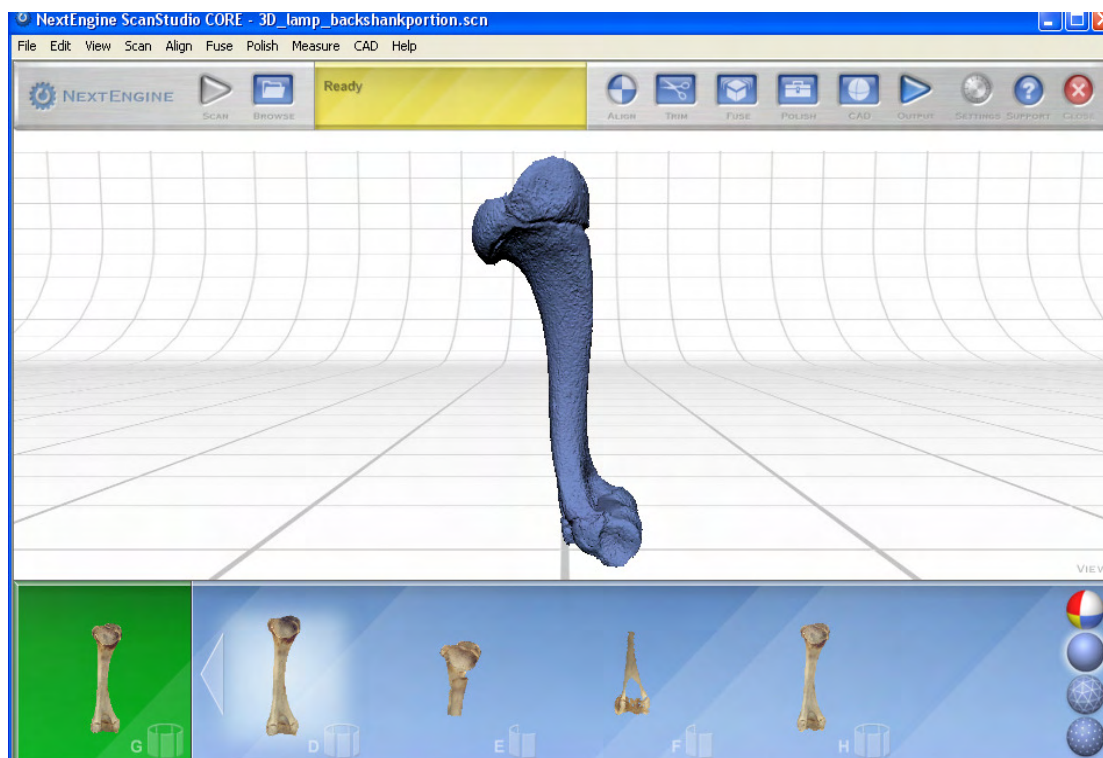
Ευθυγραμμίζουμε την οικογένεια σάρωσης του κάτω μέρους με το μοντέλο, τοποθετώντας τρία επιπλέον ζευγάρια πινέζων.



3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

Το ολοκληρωμένο μοντέλο είναι έτοιμο. Μπορούμε να πατήσουμε ένα από τα κουμπιά Mode (κάτω αριστερά στην οθόνη) για να δούμε άλλου είδους μορφές του μοντέλου.

Το solid mode φαίνεται παρακάτω.

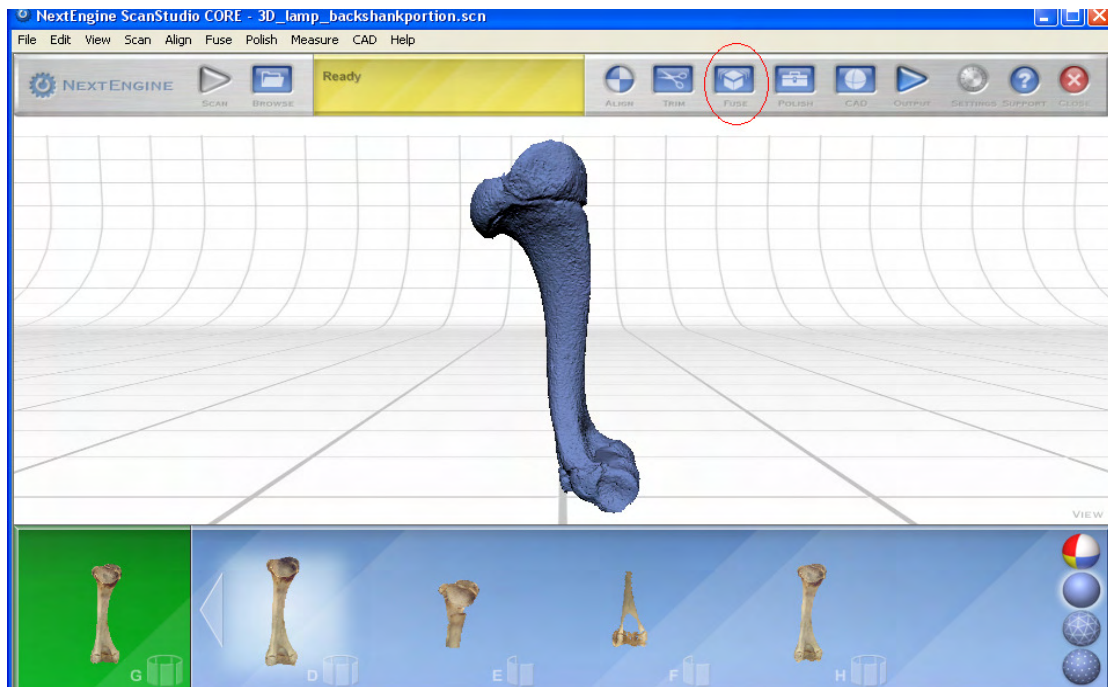


4.9 Διαδικασία συγχώνευσης(Fuse)των σαρώσεων

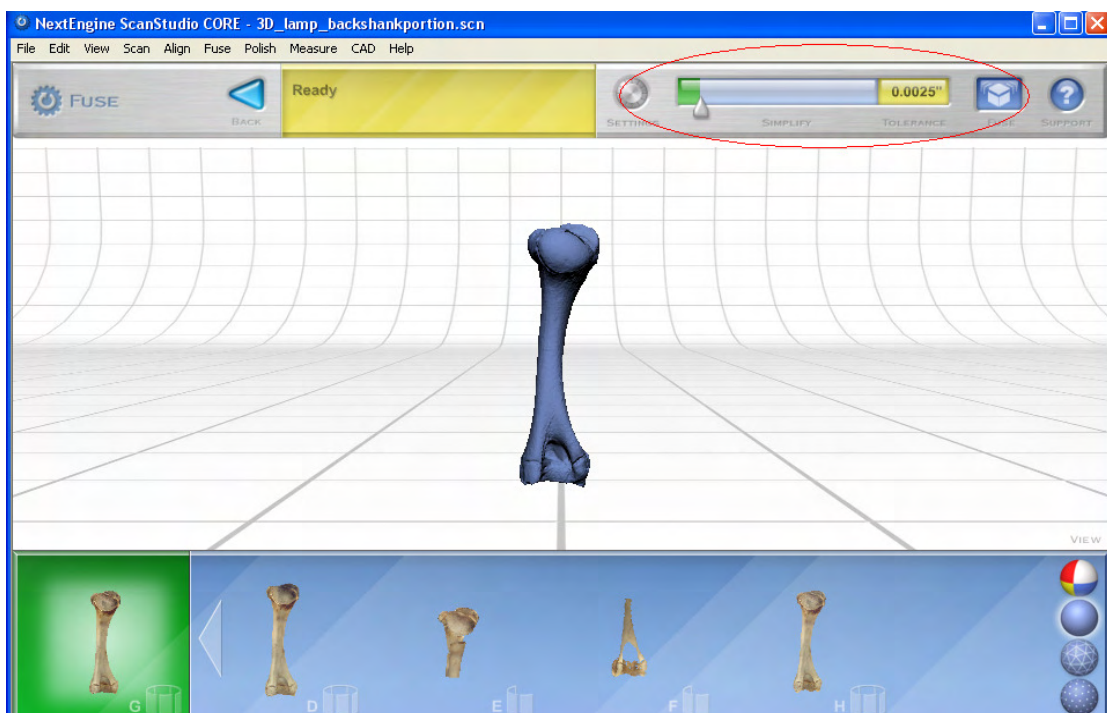
Η διαδικασία της συγχώνευσης συνδυάζει όλες τις σαρώσεις σε ένα μοντέλο(**Volume Merge**), ενοποιεί το πλέγμα και εξαλείφει την επικάλυψη. Εάν συνδυάζουμε επιφάνειες, όπως για παράδειγμα σε μία σάρωση προσώπου, χρησιμοποιούμε το Surface Merge(Fuse > Surface Merge).

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

1. Στο κεντρικό παράθυρο, κλικάρουμε το κουμπί Fuse για να εισέλθουμε στο Fuse panel.



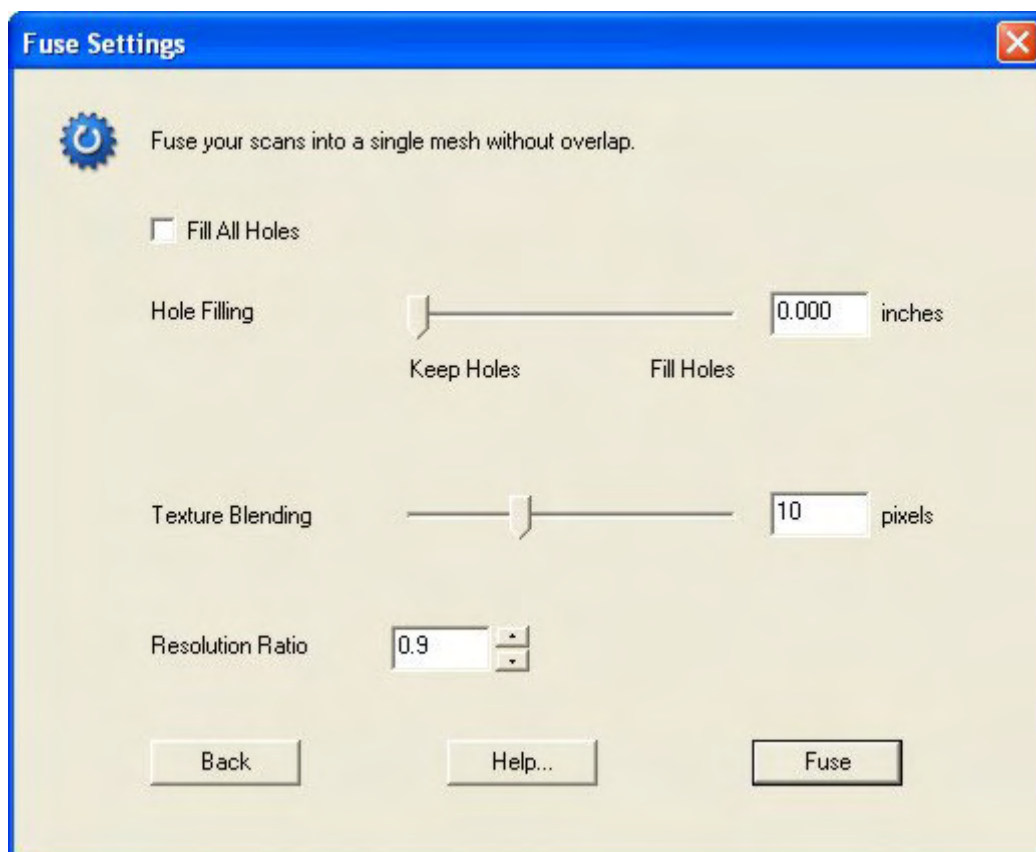
2. Το Fuse panel, περιλαμβάνει το **κουμπί Settings**, τον ρυθμιστή απλοποίησης (**simplify slider**) και τον δείκτη ανεκτικότητας (**tolerance indicator**).



3. Ο ρυθμιστής απλοποίησης ελέγχει ένα χαρακτηριστικό που ονομάζεται **έξυπνη απλοποίηση**. Η διαδικασία απλοποίησης απλοποιεί το πλέγμα, μειώνοντας τον αριθμό των τριγώνων που ορίζουν μια περιοχή. Ουσιαστικά, μειώνουμε το μέγεθος του αρχείου, διατηρώντας όμως την λεπτομέρεια του μοντέλου. Ο όρος «έξυπνη» αναφέρεται σε μία αυτόματη διάκριση, η οποία λαμβάνει χώρα όπου η πολυπλοκότητα των καμπυλών καθορίζουν τον βαθμό απλοποίησης σε κάθε δοθείσα περιοχή: τα τρίγωνα μπορούν να μειωθούν σημαντικά σε επίπεδες περιοχές, ενώ μπορεί να μην επηρεαστούν καθόλου σε περιοχές με πολλές καμπύλες. Η θέση του ρυθμιστή σημειώνεται αριθμητικά από τον δείκτη ανεκτικότητας που βρίσκεται ακριβώς από δίπλα.

Συνίσταται να αφήνουμε τον δείκτη ανεκτικότητας σε χαμηλή τιμή (όχι παραπάνω από 0.003"). Σε αυτό το σημείο να σημειώσουμε ότι μπορούμε να εφαρμόσουμε επιπλέον απλοποίηση σε επιλεγμένες περιοχές με το εργαλείο Simplify (ενότητα 4.10).

4. Το κουμπί Settings ανοίγει το παράθυρο διαλόγου για τις ρυθμίσεις της διαδικασίας συγχώνευσης.

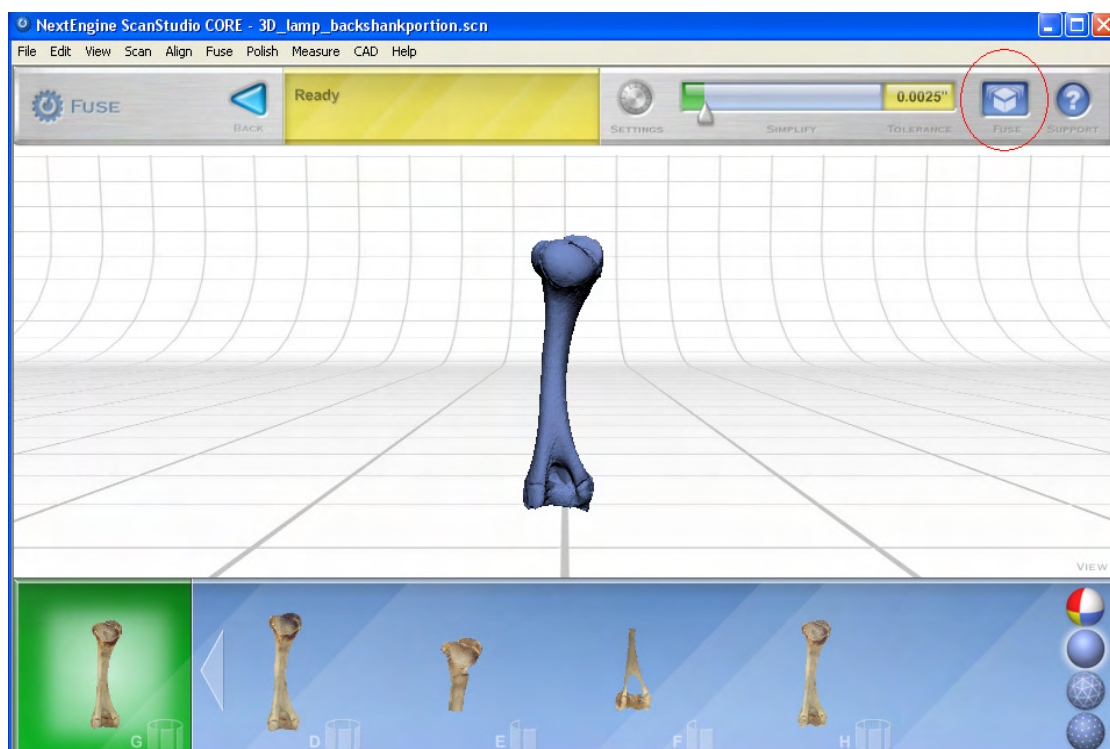


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

Το παραπάνω παράθυρο περιλαμβάνει την επιλογή **Fill All Holes**, η οποία δημιουργεί ένα ομοιόμορφο πλέγμα. Εάν το μοντέλο μας έχει κάποιες τρύπες από κατασκευής του, τότε πρέπει να αφήσουμε την επιλογή αυτή ξετσεκαρισμένη και να χρησιμοποιήσουμε τον ρυθμιστή για να προσδιορίσουμε την μέγιστη περιφέρεια των τρυπών που θέλουμε να γεμίσουμε. Το εύρος τιμών για την περιφέρεια κυμαίνεται από το 0 (δεν γεμίζει καμία τρύπα) έως τις 1.05 ίντσες. Να σημειώσουμε ότι μπορούμε να διατηρήσουμε τις τρύπες σε αυτή την φάση και να τις γεμίσουμε διαδραστικά με το εργαλείο Fill (ενότητα 4.10.1).

Η επιλογή **Texture Blending** καθορίζει το πόσο θα εκτείνεται ο συνδυασμός των υφών από κάθε πλευρά της «ραφής» των σαρώσεων. Η επιλογή **Resolution Ratio** μας επιτρέπει να επαναπροσδιορίσουμε το προκύπτον πλέγμα, αυξάνοντας ή μειώνοντας το μέσο μέγεθος των τριγώνων κατά τον παράγοντα που επιλέγουμε. Συνιστάται να κρατήσουμε το Resolution Ratio στο 0.9, όπως φαίνεται παραπάνω.

5. Για να αρχίσουμε την διαδικασία συγχώνευσης, κλικάρουμε το Fuse στο παράθυρο διαλόγου της διαδικασίας Fuse (όπως φαίνεται στην παραπάνω φωτογραφία) ή κλικάροντας το κουμπί Fuse (δεξιά στον δείκτη ανεκτικότητας) στην μπάρα εργαλείων του Fuse.

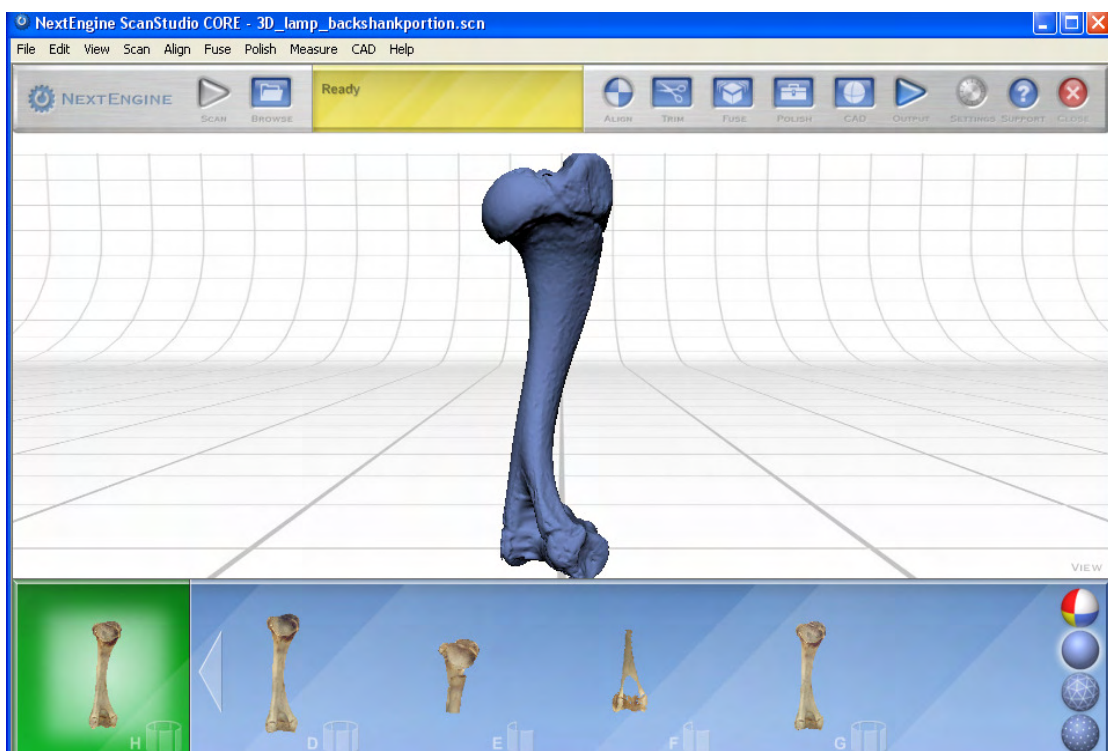


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

6. Μόλις λάβει τέλος η διαδικασία συγχώνευσης,θα έχουμε ένα ολοκληρωμένο μοντέλο,σωσμένο ως ένα .scn αρχείο.Να σημειώσουμε ότι το thumbnail από το συγχωνευμένο αποτέλεσμα,εμφανίζεται στην πράσινη ζώνη ως μια νέα,ενοποιημένη και ξεχωριστή οικογένεια,χωρίς όμως να γίνεται αντικατάσταση των μη-συγχωνευμένων επιμέρους οικογενειών.Το mode υψής παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.

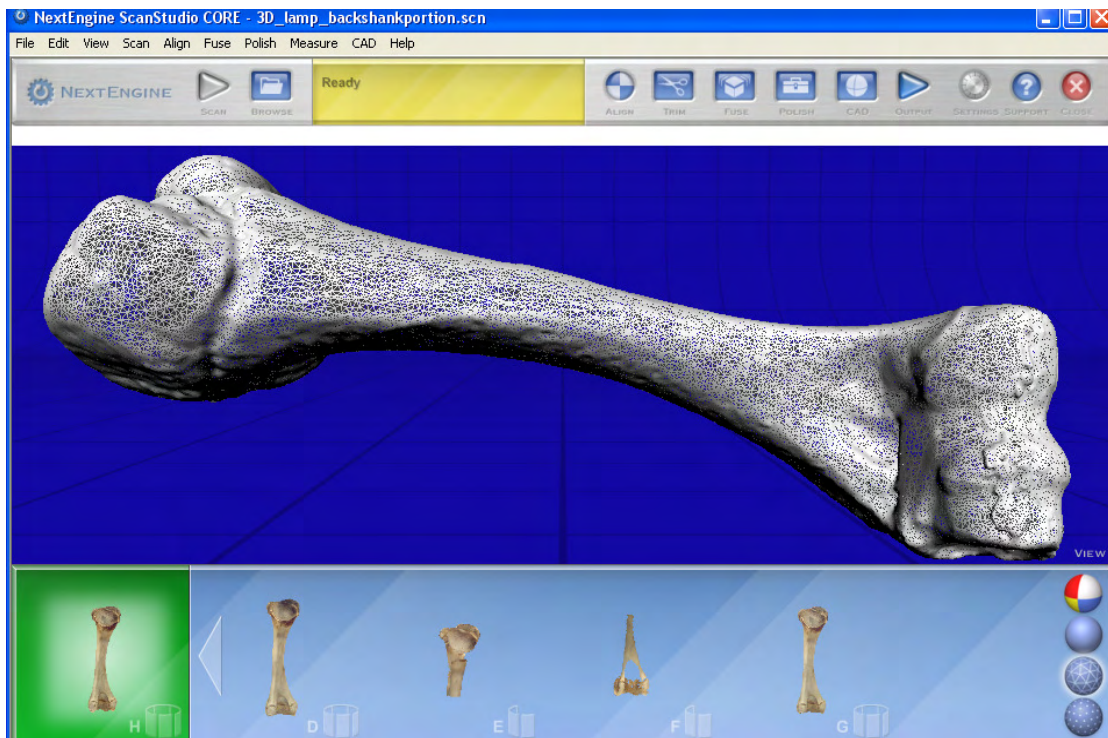


Το solid mode φαίνεται παρακάτω.

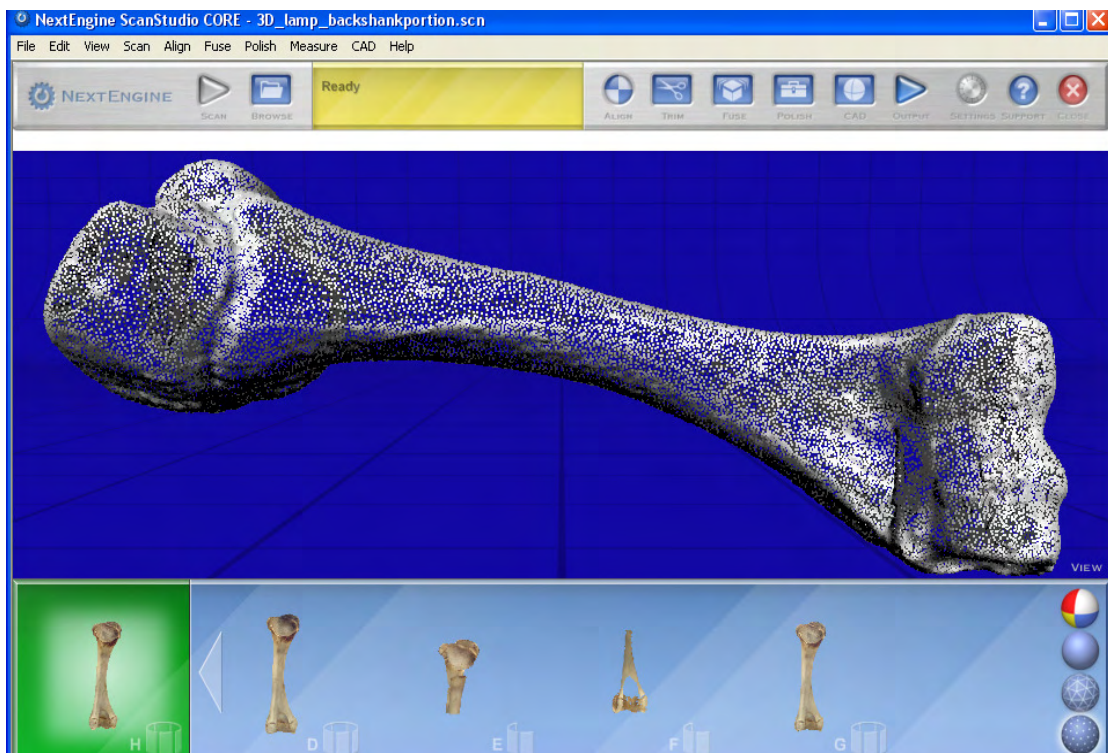


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

Το mode πλέγματος φαίνεται παρακάτω.



Τέλος, το mode σημείων φαίνεται παρακάτω.



7. Κλικάρουμε το κουμπί Back για να βγούμε από το Fuse panel.

Τέλος, έχουμε την δυνατότητα να εκτελέσουμε ξεχωριστά τον συνδυασμό των σαρώσεων(**Volume Merge**) επιλέγοντας Fuse > Volume Merge.

4.10 Διαδικασία *Polish* στο μοντέλο(προαιρετική)

Η διαδικασία polish πραγματοποιείται μετά από την ολοκλήρωση της διαδικασίας συγχώνευσης(fuse). Το ScanStudio παρέχει τρία εργαλεία για την τελειοποίηση της μορφής του μοντέλου:

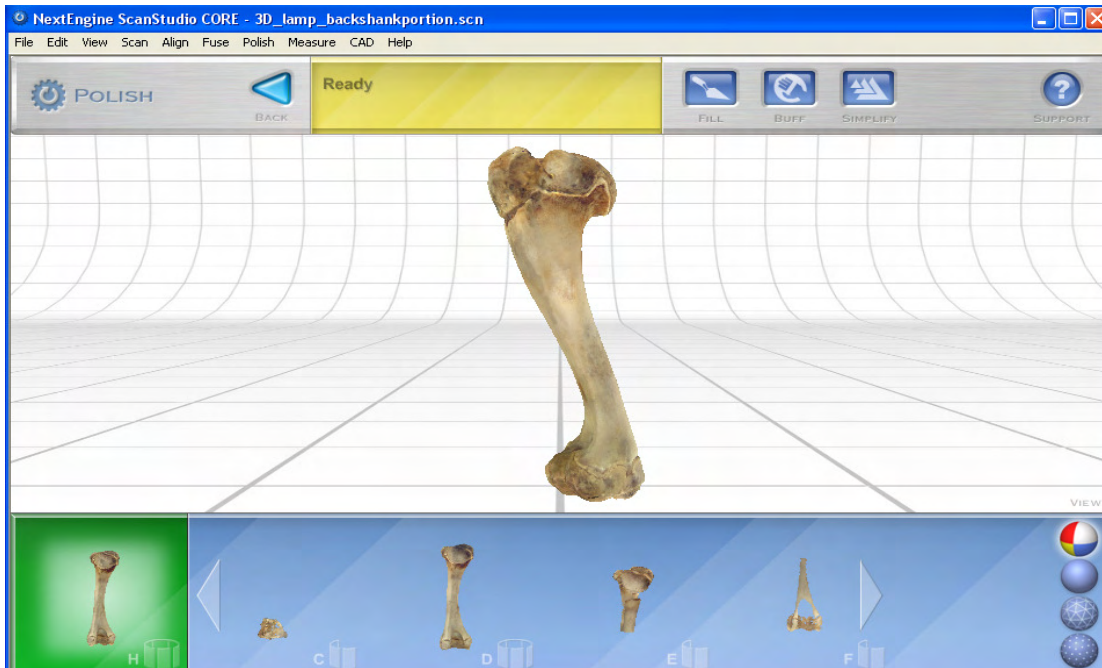
- ▶ **Fill:** Το εργαλείο αυτό κλείνει όλες τις τρύπες στο πλέγμα. Με αυτό τον τρόπο έχουμε ένα ομοιόμορφο μοντέλο.
- ▶ **Buff:** Το εργαλείο αυτό μειώνει τον τοπικό θόρυβο στα δεδομένα, ο οποίος μπορεί να εμφανιστεί ως τραχειά επιφάνεια σε επιφάνεια που θα 'πρεπε να είναι ομαλή. Η χρήση του έχει ως αποτέλεσμα μία ομαλότερη επιφάνεια για την επιλεγμένη περιοχή.
- ▶ **Simplify:** Το εργαλείο αυτό μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε σε ομαλές, χωρίς χαρακτηριστικά επιφάνειες για να μειώσουμε το μέγεθος των τριγώνων άρα ουσιαστικά να μειώσουμε το μέγεθος του αρχείου.

Αυτά τα εργαλεία είναι διαθέσιμα από το polish panel.

1. Στο κεντρικό παράθυρο, κλικάρουμε το εργαλείο Polish.



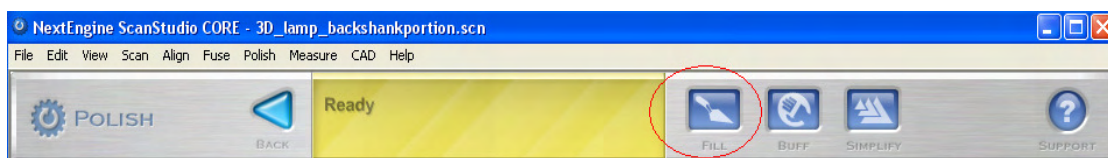
2. Ανοίγει το Polish panel.



4.10.1 Fill

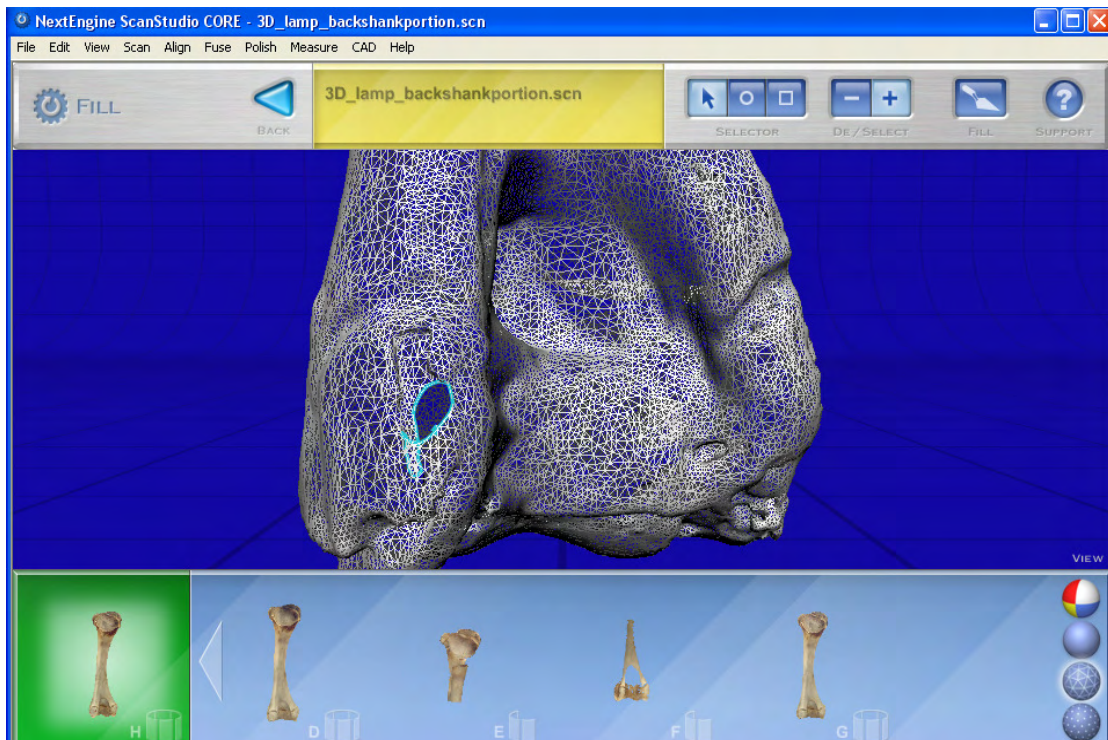
Το εργαλείο Fill, μας επιτρέπει να γεμίζουμε τις τρύπες του πλέγματος του μοντέλου διαδραστικά. Αυτό προϋποθέτει ότι δεν έχουμε γεμίσει τις τρύπες κατά την διαδικασία συγχώνευσης(fuse).

1. Στο polish panel, κλικάρουμε το εργαλείο Fill.

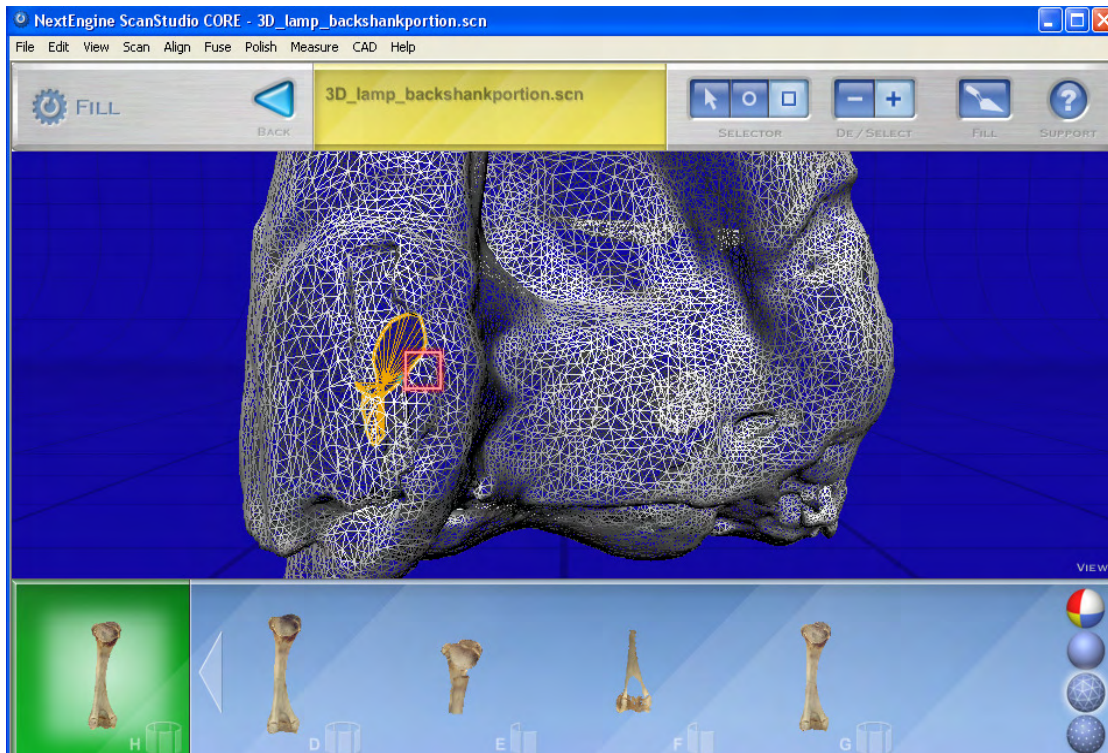


3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

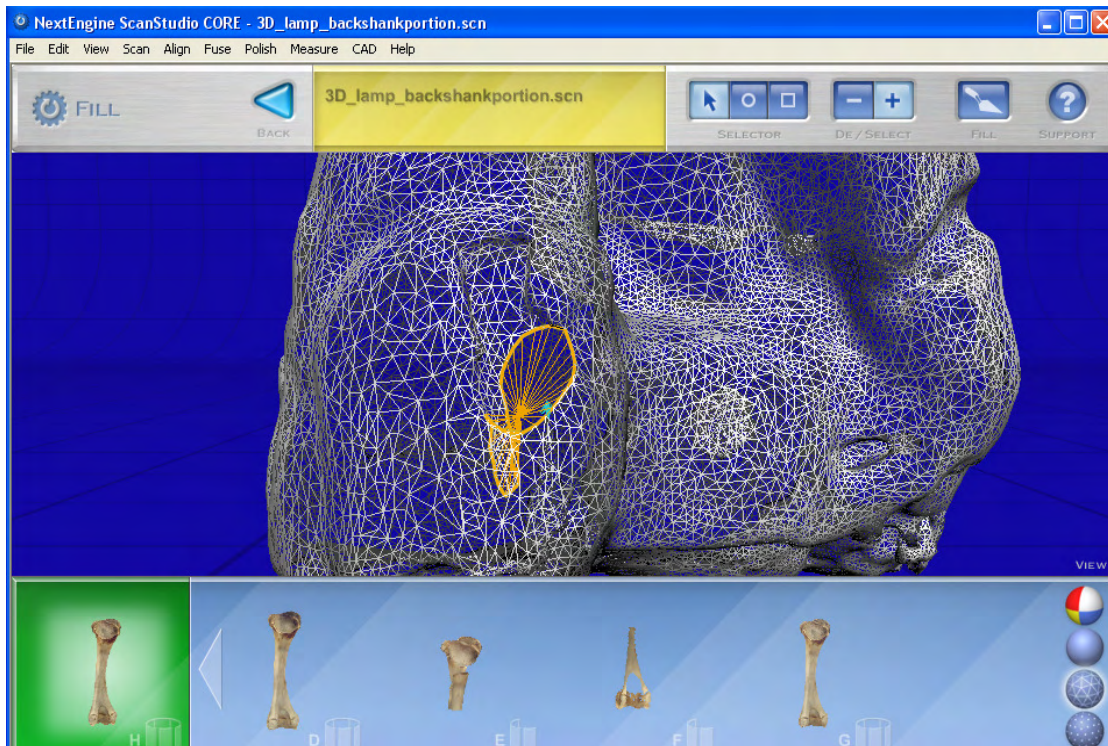
2. Ανοίγει το Fill panel. Η περίμετρος των τρυπών τονίζεται με χρώμα μπλε.



3. Κάνουμε zoom in για να επιλέξουμε την περίμετρο μιας τρύπας.



4. Το ScanStudio κάνει προεπισκόπηση την περιοχή που πρόκειται να γεμιστεί,δημιουργώντας ένα πλέγμα με μεγαλύτερη πυκνότητα.

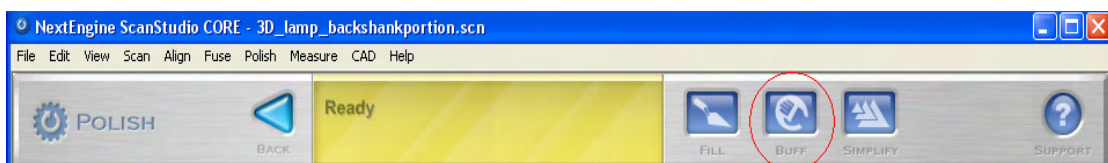


5. Κλικάρουμε το κουμπί Fill για να παράγουμε το πλέγμα.

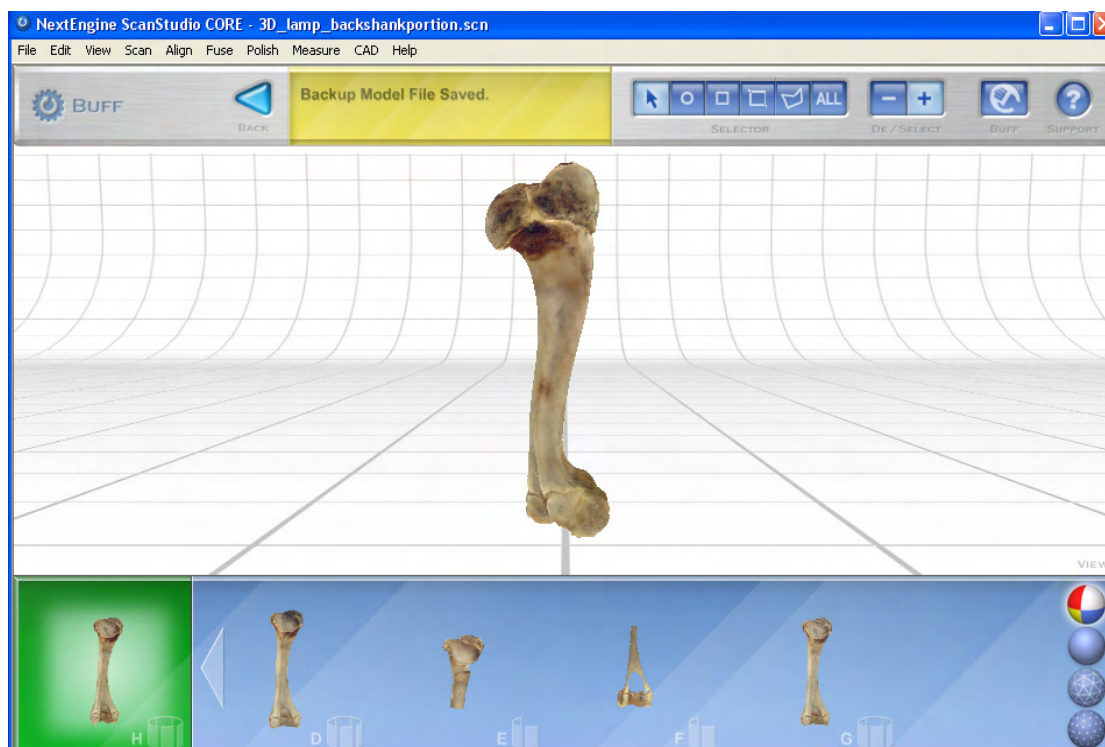
4.10.2 Buff

Το εργαλείο Buff μειώνει τον τοπικό θόρυβο στα δεδομένα, ο οποίος μπορεί να εμφανιστεί ως τραχειά επιφάνεια σε επιφάνεια που θα 'πρεπε να είναι ομαλή. Η χρήση του έχει ως αποτέλεσμα μία ομαλότερη επιφάνεια για την επιλεγμένη περιοχή.

1. Στο Polish panel,κλικάρουμε το εργαλείο Buff.



2. Ανοίγει το Buff panel.



3. Στο buff panel εμφανίζεται το ίδιο σεν από εργαλεία επιλογής που χρησιμοποιήσαμε και στην διαδικασία περικοπήs(trim). Έτσι, χρησιμοποιούμε τις ίδιες μεθόδους για να επιλέξουμε τις περιοχές του μοντέλου που επιθυμούμε.(ενότητα 4.4)



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: όπως και με τα εργαλεία επιλογής της διαδικασίας Trim, οι επιλογές που γίνονται από τα εργαλεία αυτά, εκτείνονται κατά μήκος του μοντέλου. Εάν θέλουμε να μειώσουμε τον θόρυβο στην επιφάνεια μιας περιοχής, αλλά όχι στην επιφάνεια που βρίσκεται από πίσω της, επιλέγουμε την επιφάνεια της περιοχής αλλά στην συνέχεια, περιστρέφοντας το μοντέλο χρησιμοποιούμε το κουμπί “-” από το γκρουπ DE/SELECT για να αφαιρέσουμε την πίσω επιφάνεια από την επιλογή.

4. Όταν τελειώσουμε με το «βάψιμο» της επιλεγμένης περιοχής, κλικάρουμε το εργαλείο Buff που βρίσκεται στα δεξιά των εργαλείων επιλογής. Αυτό ανοίγει το παράθυρο ρυθμίσεων Buff:



5. Ο καλύτερος τρόπος για να βρούμε ποιά από τις Buff Methods είναι καλύτερη για να επεξεργαστούμε το μοντέλο μας, είναι να πειραματιστούμε με αυτές και να κρίνουμε από τα αποτελέσματα.
- ▶ Ο ρυθμιστής **Buff Weight** μας επιτρέπει να ελέγξουμε την ένταση της διαδικασίας ομαλοποίησης.
 - ▶ Το **Deviation Tolerance** μας επιτρέπει να εισάγουμε μία επιτρεπτή απόκλιση για την ομαλοποίηση.
 - ▶ Μπορούμε να αυξήσουμε ή να μειώσουμε τον αριθμό του **Max Iterations** για να τρέξουμε περισσότερες ή λιγότερες επαναλήψεις αντίστοιχα. Τρέχοντας περισσότερες επαναλήψεις, μειώνουμε περισσότερο τον θόρυβο.
 - ▶ Μπορούμε να ενεργοποιήσουμε την επιλογή **Smooth Boundaries** άμα θέλουμε να λειάνουμε τις γραμμές γύρω από τις γωνίες ή τις τρύπες.

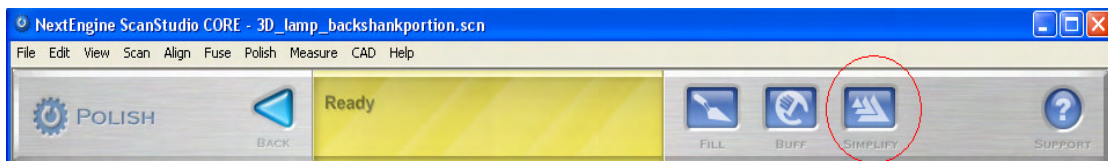
- Μπορούμε να ενεργοποιήσουμε την επιλογή **Preserve Sharp Edges** εάν θέλουμε να διατηρήσουμε αρκετή λεπτομέρεια σε αιχμηρές γωνίες.

6. Όταν τελειώσουμε με τις επιλογές μας στο παράθυρο ρυθμίσεων του Buff, κλικάρουμε το κουμπί Buff στο κάτω μέρος του παραθύρου για να εκτελέσουμε την διαδικασία Buff.

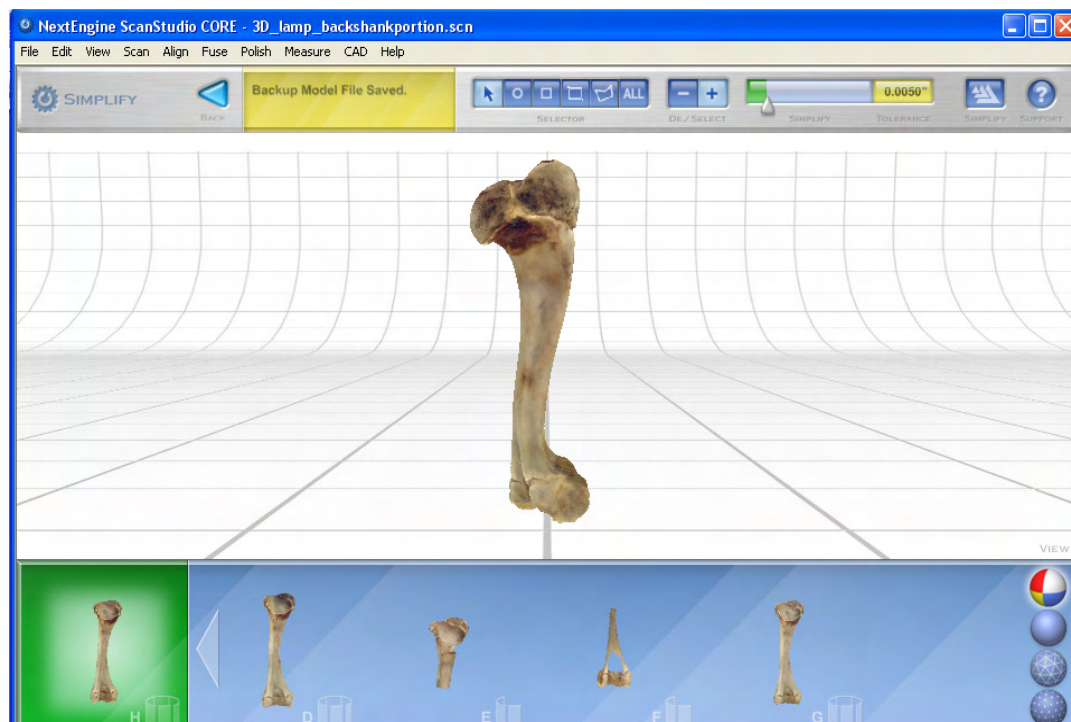
4.10.3 Simplify

Το εργαλείο αυτό μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε σε ομαλές, χωρίς χαρακτηριστικά επιφάνειες για να μειώσουμε το μέγεθος των τριγώνων, άρα ουσιαστικά να μειώσουμε το μέγεθος του αρχείου. Κυρίως όμως το χρησιμοποιούμε για να ενισχύσουμε την «έξυπνη απλοποίηση» που εκτελέστηκε στο μοντέλο κατά την διαδικασία Fuse. (ενότητα 4.9)

1. Στο Polish panel, κλικάρουμε το εργαλείο Simplify.



2. Ανοίγει το Simplify panel.



3. Χρησιμοποιούμε τα εργαλεία επιλογής για να επιλέξουμε την περιοχή που θέλουμε να απλοποιήσουμε.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:όπως και με τα εργαλεία επιλογής της διαδικασίας Trim, οι επιλογές που γίνονται από τα εργαλεία αυτά, εκτείνονται κατά μήκος του μοντέλου. Εάν θέλουμε να απλοποιήσουμε την επιφάνεια μιας περιοχής, αλλά όχι στην επιφάνεια που βρίσκεται από πίσω της, επιλέγουμε την επιφάνεια της περιοχής αλλά στην συνέχεια, περιστρέφοντας το μοντέλο χρησιμοποιούμε το κουμπί “-” από το γκρουπ DE/SELECT για να αφαιρέσουμε την πίσω επιφάνεια από την επιλογή.

4. Ορίζουμε τον ρυθμιστή ανεκτικότητας (tolerance slider). Είναι ο ίδιος ρυθμιστής που ορίζουμε κατά την διαδικασία Fuse (ενότητα 4.9), μπορούμε όμως να τον σύρουμε προς τα δεξιά για να αυξήσουμε την απλοποίηση στην επιλεγμένη περιοχή.
5. Κλικάρουμε το κουμπί Simplify για να ολοκληρώσουμε την διαδικασία απλοποίησης.

4.11 Εξαγωγή (export) του μοντέλου (προαιρετική)

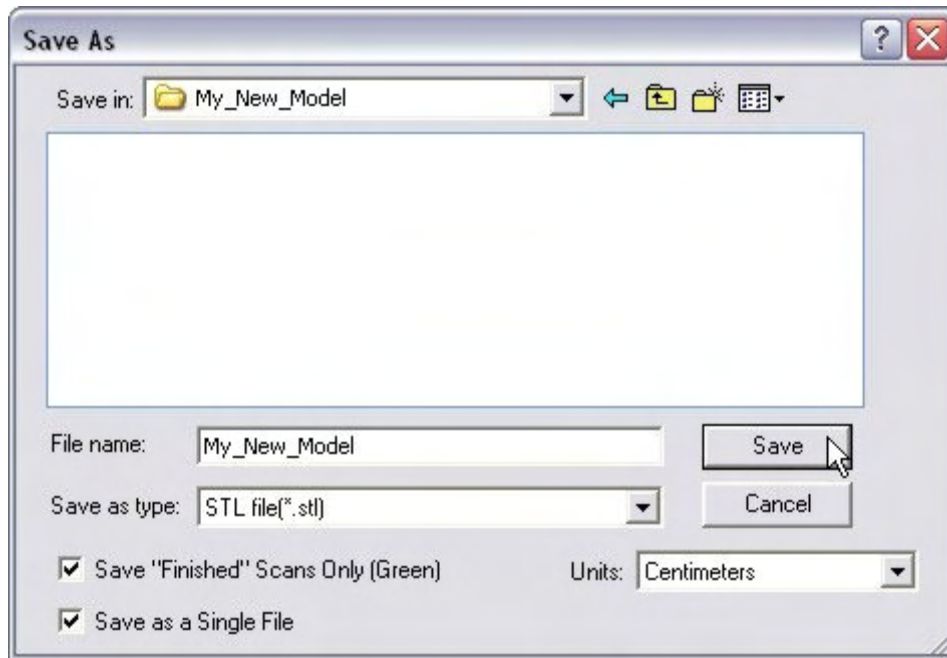
Το λογισμικό ScanStudio Core μας επιτρέπει να εξάγουμε το αρχείο μας στα επόμενα format αρχείων.

- ▶ **NZIP:** συμπιεσμένο αρχείο που περιλαμβάνει ένα .scn αρχείο και όλα τα σχετικά .jpg αρχεία.
- ▶ **VMRL:** το VMRL είναι ένα text file format όπου το σημείο σύγκλισης των πλευρών και και το περίγραμμα ενός 3D πολυγώνου μπορούν να προσδιοριστούν μαζί με το χρώμα της επιφάνειας και την υφή της χαρτογραφημένης εικόνας. Περιλαμβάνει ένα .wrl και ένα .jpg αρχείο. Το αρχείο .wrl αναφέρεται κατευθείαν στο .jpg αρχείο. Γι’ αυτό τον λόγο, και τα δύο αρχεία πρέπει να αποθηκεύονται στον ίδιο φάκελο στον τοπικό μας δίσκο. Εάν το .jpg αρχείο λείπει ή έχουμε αλλάξει το όνομα του, τότε το 3D μοντέλο θα εμφανιστεί χωρίς να του έχει αποδοθεί η εικόνα.

- ▶ **OBJ:** ένα αρχείο .obj είναι χρήσιμο στο να αποθηκεύουμε μια περιγραφή της επιφάνειας ενός 3D μοντέλου, η οποία αποτελείται από τρίγωνα ή υψηλότερου βαθμού πολύγωνα. Το αρχείο .obj αναφέρεται κατευθείαν στο .jrg αρχείο. Γι' αυτό τον λόγο, και τα δύο αρχεία πρέπει να αποθηκεύονται στον ίδιο φάκελο στον τοπικό μας δίσκο. Εάν το .jrg αρχείο λείπει ή έχουμε αλλάξει το όνομα του, τότε το 3D μοντέλο θα εμφανιστεί χωρίς να του έχει αποδοθεί η εικόνα.
- ▶ **SCN:** αποτελεί format αρχείου του ScanStudio. Το αρχείο .scn αναφέρεται κατευθείαν στο .jrg αρχείο. Γι' αυτό τον λόγο, και τα δύο αρχεία πρέπει να αποθηκεύονται στον ίδιο φάκελο στον τοπικό μας δίσκο. Εάν το .jrg αρχείο λείπει ή έχουμε αλλάξει το όνομα του, τότε το 3D μοντέλο θα εμφανιστεί χωρίς να του έχει αποδοθεί η εικόνα.
- ▶ **STL:** ένα .stl αρχείο χρησιμοποιεί το πλέγμα για να περιγράψει μόνο την γεωμετρία της επιφάνειας ενός τρισδιάστατου αντικειμένου, χωρίς την αναπαράσταση χρώματος, υφής ή άλλων κοινών γνωρισμάτων των CAD μοντέλων. Το .stl format ορίζει και δυαδικές αναπαραστάσεις και αναπαραστάσεις ASCII.
- ▶ **PLY:** Το format αρχείου πολυγώνου (.ply) είναι ένα format για την αποθήκευση γραφικών αντικειμένων που έχουν περιγραφεί ως συλλογή πολυγώνων, με χαμηλής ποιότητας χαρτογραφημένης υφής.
- ▶ **U3D:** Το universal 3D είναι ένα format αρχείου για την διανομή και οπτικοποίηση τρισδιάστατων δεδομένων σε μη μηχανικές εφαρμογές.
- ▶ **XYZ:** ένα απλό format αρχείου για καταγραφή των συντεταγμένων των σημείων και των γραμμών στον τρισδιάστατο χώρο.

Για να εξάγουμε το μοντέλο μας, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγουμε File > Save από το μενού, στο πάνω μέρος του παραθύρου του ScanStudio. Θα εμφανιστεί το παράθυρο Save As.



2. Επιλέγουμε ένα τύπο αρχείου από το πεδίο Save as type,
3. Επιλέγουμε το μέρος στο οποίο θα αποθηκευτεί το αρχείο μέσω του πεδίου Save in.
4. Δίνουμε όνομα στο νέο αρχείο, συμπληρώνοντας το πεδίο File name.
5. Κλικάρουμε το Save για να εξάγουμε το αρχείο ή Cancel για να ακυρώσουμε την λειτουργία.

4.12 Ανάκτηση σάρωσης (Undo και Regeneration)

Το ScanStudio έχει δύο ενσωματωμένες λειτουργίες που μπορούν να μας βοηθήσουν να επανακάμψουμε από μη επιθυμητές αλλαγές, χωρίς να χρειαστεί να ξανασαρώσουμε.

4.12.1 Undo

Όταν ανοίγουμε το Trim panel, το ScanStudio σώζει ένα εφεδρικό (**backup**) αρχείο .scn. Στην πραγματικότητα, αυτό το **εφεδρικό trim αρχείο** δεν ανοίγει, απλά παραμένουμε στο παρόν .scn αρχείο. Παρόμοια, όταν ανοίγουμε το Fuse panel, το ScanStudio σώζει ένα **εφεδρικό fuse αρχείο**. Στο Polish panel, δημιουργούνται **εφεδρικά αρχεία fill, buff και simplify** όποτε χρησιμοποιούμε τα εργαλεία αυτά.

Το εφεδρικό αρχείο Trim παραμένει διαθέσιμο μέχρι την επόμενη φορά που θα ανοίξουμε το trim panel, καθώς ένα νέο εφεδρικό αρχείο Trim θα γραφτεί πάνω από το παλιό. Το ίδιο ισχύει και για τα υπόλοιπα εφεδρικά αρχεία. Εάν θέλουμε να σώσουμε μία έκδοση του μοντέλου μας που να μην υποβάλλεται σε αυτή την επικάλυψη, σώζουμε το μοντέλο μας και στην συνέχεια το σώζουμε με νέο όνομα.

Για να επανέλθουμε σε ένα εφεδρικό αρχείο, επιλέγουμε από το μενού Edit > Undo.

4.12.2 Regeneration

Η διαδικασία Regeneration αναπαράγει τα δεδομένα raw. Μπορούμε να αναπαράγουμε ολόκληρο το μοντέλο, μια επιλεγμένη οικογένεια σάρωσης ή ένα επιλεγμένο scan από μία οικογένεια σάρωσης με μία μονή λειτουργία αναπαραγωγής. Τα αναπαραγόμενα scans αντικαθιστούν τα αντίστοιχα αρχικά στην ιεραρχία των thumbnail και των .scn αρχείων. Η αναπαραγόμενη περιοχή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση των περικομμένων δεδομένων. Επιπλέον, μας επιτρέπει να ορίσουμε νέες τιμές στις ρυθμίσεις για τις διαδικασίες απλοποίησης (Simplification) και ομαλοποίησης (Smoothing), ρυθμίσεις που είχαμε ορίσει νωρίτερα στο παράθυρο διαχείρισης σάρωσης. Για παράδειγμα, για ένα αντικείμενο με μεγάλη λεπτομέρεια, μπορεί να θέλουμε να δοκιμάσουμε μια μικρότερη απλοποίηση (άρα και περισσότερα τρίγωνα) για να επιτύχουμε υψηλότερη απόδοση.

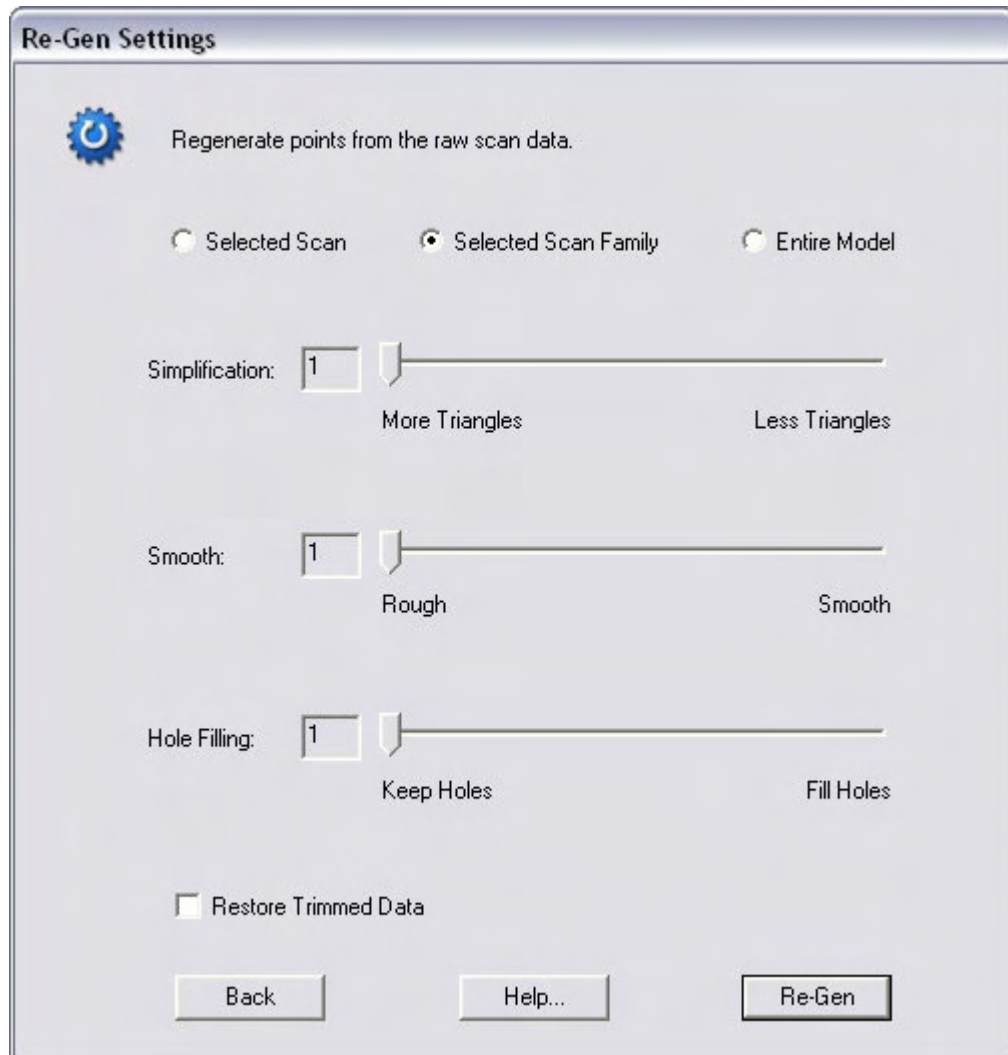
Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό λαθών κατά την ευθυγράμμιση (alignment) των σαρώσεων. Για παράδειγμα, κατά την αφαίρεση προβληματικών περιοχών από ένα μέλος μιας οικογένειας, μπορεί να έχουμε περικόψει πολλά παραπάνω δεδομένα για να επιτύχουμε μία σωστή ευθυγράμμιση και να έχουμε ξεπεράσει το σημείο όπου η επιλογή Undo θα μπορούσε να μας βοηθήσει. Μπορούμε να αναπαράγουμε και να δοκιμάσουμε ξανά. Εάν το αρχικό μέλος δεν ήταν ευθυγραμμισμένο τότε δεν θα είναι και το αναπαραγόμενο scan- εκτελούμε πάλι την διαδικασία της περικοπής (trim) και στην συνέχεια κλικάρουμε το κουμπί Align. Εάν το αρχικό μέλος ήταν ευθυγραμμισμένο (όχι όμως σύμφωνα με την προτίμησή μας), τότε το αναπαραγόμενο scan θα είναι ευθυγραμμισμένο. Εφ' όσον όμως επιθυμούμε να βελτιώσουμε την ευθυγράμμιση, πρέπει να επιλέξουμε Align > Refine Alignment αφού ολοκληρώσουμε με την περικοπή.

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

Για να αναπαράγουμε πολλαπλά μέλη μιας οικογένειας, χωρίς να θέλουμε να αναπαράγουμε ολόκληρη την οικογένεια, εκτελούμε την διαδικασία της αναπαραγωγής για καθένα από τα μέλη ξεχωριστά. Παρόμοια, για να αναπαράγουμε πολλαπλές οικογένειες, χωρίς να αναπαράγουμε ολόκληρο το μοντέλο, εκτελούμε την διαδικασία της αναπαραγωγής για καθεμία από τις οικογένειες ξεχωριστά.

Η διαδικασία της αναπαραγωγής δίνεται παρακάτω:

1. Εάν είμαστε στο Trim, Fuse, Align ή Polish panel, κλικάρουμε το κουμπί Back για να επιστρέψουμε στο κεντρικό παράθυρο.
2. Περιηγούμαστε στο κατάλληλο επίπεδο της ιεραχίας των σαρώσεων στην μπάρα των thumbnails. Εάν αναπαράγουμε μία οικογένεια, μπορεί να χρειαστεί να κλικάρουμε το κουμπί Up, αριστερά από την μπάρα. Εάν αναπαράγουμε ένα μέλος μιας οικογένειας, μπορεί να χρειαστεί να διπλοκλικάρουμε το thumbnail οικογένειας για να ξεχωρίσουμε τα μέλη.
3. Τονίζουμε έντονα την οικογένεια ή το μέλος, κλικάροντας το αντίστοιχο thumbnail. Ο τονισμός δεν είναι απαραίτητος αν αναπαράγουμε ολόκληρο το μοντέλο.
4. Επιλέγουμε Fuse > Regenerate Scans. Ανοίγει το αντίστοιχο παράθυρο διαλόγου.



5. Καθορίζουμε σε τι βαθμό θέλουμε να αναπαράγουμε, κλικάροντας δίπλα από το Selected Scan, Selected Scan Family ή Entire Model.
6. Το Simplification αντιστοιχεί στο μέγεθος των τριγώνων στο παράθυρο διαχείρισης σάρωσης. Αυξάνοντας το Simplification, μειώνουμε τον αριθμό των τριγώνων μέσα στο πλέγμα. 1X είναι η μέγιστη πυκνότητα και χρησιμοποιούνται όλα τα δεδομένα που συλλαμβάνονται κατά την σάρωση. Με την επιλογή 2X, χρησιμοποιείται το 1/4 των δεδομένων raw. Με την επιλογή 3X, χρησιμοποιείται το 1/9 των δεδομένων raw. Εισάγουμε την επιθυμητή ρύθμιση.
7. Το Smooth λειτουργεί όπως στο παράθυρο διαχείρισης σάρωσης. Συνιστάται να αφήσουμε το Hole Filling στο 1, αντί να χρησιμοποιήσουμε το παράθυρο διαλόγου Fuse (για να γεμίσουμε όλες τις τρύπες ή με την μέγιστη περιφέρεια) ή το Fill panel. Εισάγουμε τις

επιθυμητές ρυθμίσεις και αν θέλουμε να αποκαταστήσουμε περικομμένα δεδομένα.

8. Κλικάρουμε το Re-Gen.

4.13 Προβλήματα και αντιμετώπιση

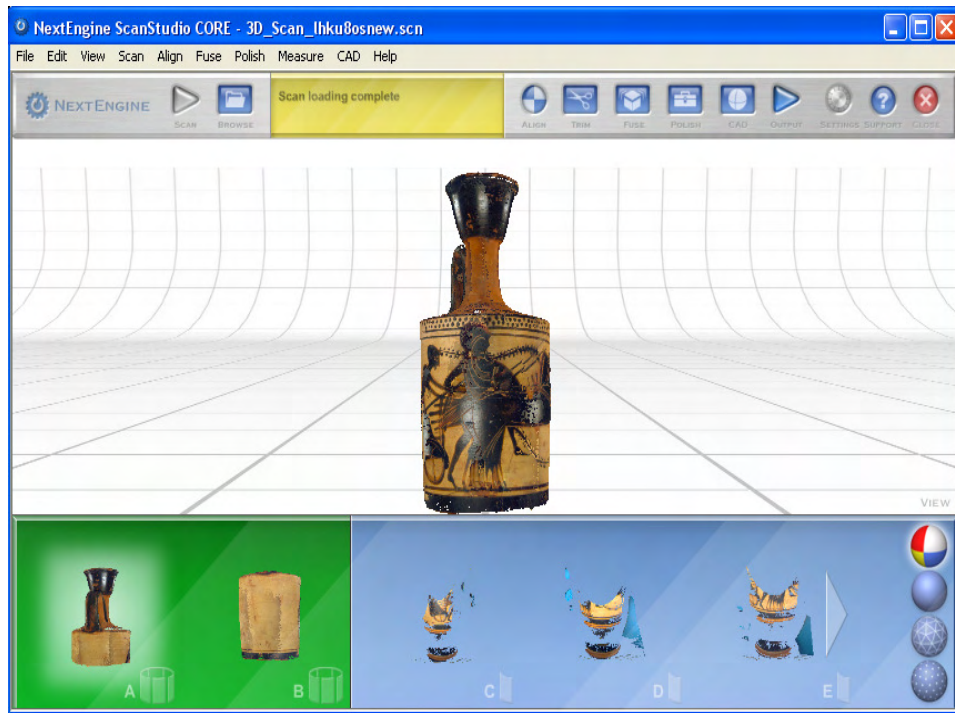
Κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής, παρουσιάστηκαν αρκετά προβλήματα όσον αφορά την διαδικασία των σαρώσεων, το κυριότερο από τα οποία ήταν σχετικό με την μνήμη RAM του υπολογιστή μου. Το ScanStudio έδινε συνεχώς μηνύματα για χαμηλή μνήμη RAM, με αποτέλεσμα το πρόγραμμα να τρέχει πολύ αργά και οι διαδικασίες επεξεργασίας των σαρωμένων αντικειμένων να κρατάνε παραπάνω χρόνο. Επιπλέον, υπήρξαν φορές που σταμάτησε η λειτουργία του προγράμματος βίαια, με αποτέλεσμα να χαθούν αρκετά από τα δεδομένα. Τέλος, σε κάποιες σαρώσεις έλειπαν τμήματα του αντικειμένου κατά την αναπαράστασή του στο κεντρικό παράθυρο θέασης (τα σημεία υπήρχαν αλλά η μνήμη δεν ήταν αρκετή για να τα παρουσιάσει). Τα παραπάνω προβλήματα παρουσιάστηκαν κυρίως κατά την σάρωση των αρχαίων αντικειμένων του μουσείου και πιο συγκεκριμένα κατά την σάρωση της αρχαίας ληκύθου. Αρχικά, αναβάθμισα την μνήμη του υπολογιστή μου από τα 2GB στα 3GB. Επιπλέον λύση ήταν το κλείσιμο όλων των υπόλοιπων εφαρμογών που έτρεχαν στον υπολογιστή για να απελευθερωθεί επιπλέον μνήμη. Η λύση αυτή όμως δεν ήταν πάντα αρκετή, καθώς τα μηνύματα χαμηλής μνήμης επέμεναν, λόγω κυρίως του μεγάλου όγκου των δεδομένων. Αναγκάστηκα να αλλάξω την σειρά χρήσης των εργαλείων του ScanStudio για να έχω το επιθυμητό αποτέλεσμα. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε οικογένεια σάρωσης που παραγόταν από την επιλογή του αντίστοιχου τύπου σάρωσης (360, Bracket) εκτελούσα ξεχωριστά τα βήματα ως εξής:

SCAN → ALIGN FAMILY → TRIM → FUSE

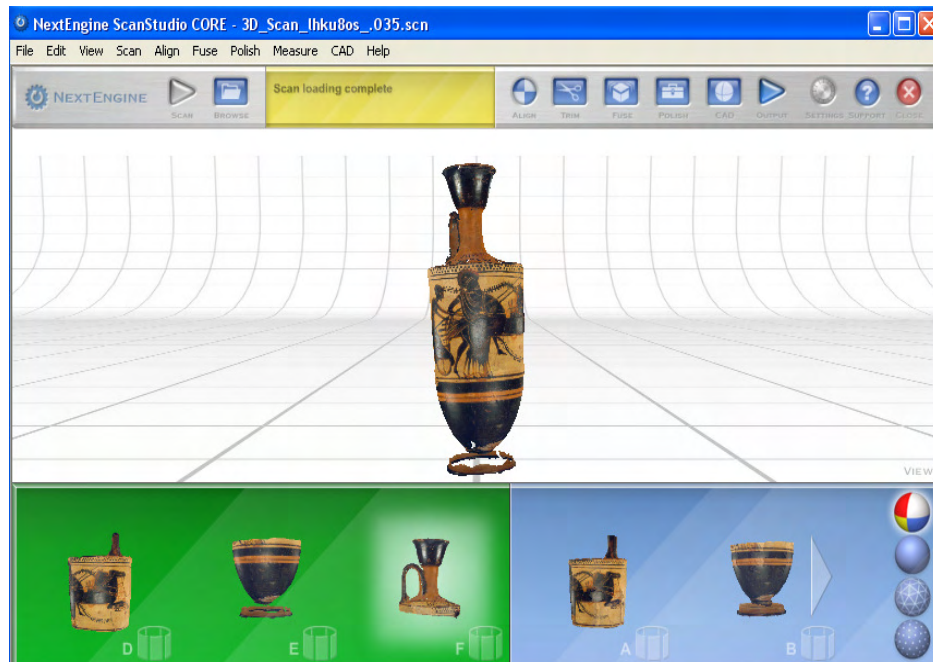
Στην συνέχεια, εκτελούσα την ευθυγράμμιση (align) των επιμέρους επεξεργασμένων οικογενειών ανά δύο και τέλος έκανα ένα ολικό Fuse στο τελικό μοντέλο. Με την προηγούμενη διαδικασία κατάφερα να ολοκληρώσω τις σαρώσεις των οστών, όχι όμως και της αρχαίας ληκύθου για την οποία αναγκάστηκα να μειώσω την ανάλυση, μεγαλώνοντας το μέγεθος των τριγώνων στα .035" (στο παράθυρο διαλόγου για τις ρυθμίσεις σάρωσης). Το αποτέλεσμα και πάλι δεν ήταν το επιθυμητό καθώς και πάλι λάμβανα

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

μηνύματα χαμηλής μνήμης. Παρακάτω δίνονται οι φωτογραφίες της αρχαίας λήκυθου σε πλήρη ανάλυση (triangle size: 0.005") και σε χαμηλότερη ανάλυση (triangle size: 0.035") αντίστοιχα.



Λήκυθος με πλήρη ανάλυση



Λήκυθος με χαμηλότερη ανάλυση (.035")

5 Ανάπτυξη Εφαρμογής

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα 1.1, σκοπός της εφαρμογής είναι η πραγματοποίηση μετρήσεων πάνω στα οστά και πιο συγκεκριμένα το μήκος του και το πλάτος τους χρησιμοποιώντας τις συντεταγμένες τους. Για την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού C(και κάποιες επεκτάσεις της C++).

Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

- **stdio.h**
- **stdlib.h**
- **string.h**

Αρχικά, για να μπορέσουμε να πάρουμε τις συντεταγμένες του οστού, εξάγαμε το μοντέλο μας σε αρχείο .xyz format(ενότητα 4.11), το οποίο ουσιαστικά είναι ένα αρχείο που περιέχει τρεις στήλες με τις συντεταγμένες x,y,z του οστού.

Στην συνέχεια, κατασκευάσαμε ένα μενού από το οποίο μπορούμε να επιλέξουμε μία από τις δύο επιλογές:

- Εισαγωγή οστού, όπου το πρόγραμμα καλεί την συνάρτηση **insertbone()**.
- Έξοδος από το πρόγραμμα.

Κατά την εκτέλεση της συνάρτησης **insertbone()**, ζητείται από τον χρήστη να δώσει από το πληκτρολόγιο το όνομα του οστού, καθώς επίσης και το όνομα του αρχείου με τις συντεταγμένες του οστού.

Το όνομα του αρχείου αποθηκεύεται σε μία δομή **struct s**, στην οποία θα αποθηκεύσουμε επιπλέον και την μικρότερη και μεγαλύτερη τιμή του x και y αντίστοιχα, καθώς και το μήκος και πλάτος του οστού.

Στην συνέχεια, με την χρήση της συνάρτησης `fscanf()` διαβάζουμε τα δεδομένα του αρχείου `.xyz` με μία `while loop` έως ότου φτάσουμε στο τέλος του αρχείου (χρήση της συνάρτησης `feof()`) έτσι ώστε να βρούμε το μέγεθος του αρχείου.

Αφού βρούμε το μέγεθος του αρχείου, δεσμεύουμε δυναμικά μνήμη για τρεις **δείκτες `xn, yn, zn`** τύπου `float` στους οποίους αργότερα θα αποθηκεύσουμε τις συντεταγμένες του οστού, χρησιμοποιώντας και πάλι την συνάρτηση `fscanf()`. Τέλος, κάνουμε αναζήτηση μέγιστης και ελάχιστης τιμής για τα `x` και `y` και παίρνουμε την διαφορά τους για να βρούμε το πλάτος και το μήκος του οστού αντίστοιχα. Αποθηκεύουμε τις τιμές αυτές στις αντίστοιχες μεταβλητές της `struct` και με την χρήση της συνάρτησης `fprintf()`, εκτυπώνουμε σε ένα αρχείο `database.txt`: το όνομα του οστού, το μέγιστο και ελάχιστο `x` και `y`, καθώς και το μήκος και το πλάτος του οστού.

5.1 Μελλοντικές επεκτάσεις εφαρμογής

Η παραπάνω εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί για να προσφέρει ακόμα περισσότερες λειτουργίες. Με την ανάπτυξη νέων κατάλληλων συναρτήσεων και επέκταση της `insertbone()`, θα μπορούσαμε να συγκρίνουμε νέα σαρωμένα οστά με τα ήδη υπάρχοντα στην βάση δεδομένων και στην συνέχεια να τα κατηγοριοποιήσουμε. Επιπλέον, θα μπορούσαμε να ανακτήσουμε το σπασμένο κομμάτι ενός οστού, συγκρίνοντας το σπασμένο οστό με αυτά που υπάρχουν στην βάση και στην συνέχεια αφού το κατηγοριοποιήσουμε, να μπορούμε να το παρουσιάσουμε ολοκληρωμένο.

5.2 Κώδικας

Ο κώδικας της εφαρμογής δίνεται παρακάτω:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

void insertbone();
```

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

```
struct s{

    float x1,y1,x2,y2;
    char name[512];
    float height;
    float width;

};
FILE *db;

int main(int argc, char *argv){

    FILE *fd,*fd2;
    unsigned char *data;
    int choice;
    struct s my;

    printf("*****");
    printf("\n\n\t\tDATABASE 3D SCANNER\n\n");
    printf("*****\n");

    printf("\n\nMENU : \n\n");

    printf("1 . Insert Bone\n");
    printf("2 . Draw Bone\n");
    printf("3 . Exit\n");

    db=fopen("database.txt","w");

    while(1)
    {
        printf("Give your option : ");
        scanf("%d",&choice);

        if(choice == 1){
            insertbone();
        }
        else if(choice == 3){
            fclose(db);
            return;
        }
    }

    void insertbone(){

        struct s *temp;
        char name[512];
        float *xv , *yv, *zv, *t;
        float x, y, z,maxx,maxy,minx,miny;
        int size;
        int i=0,j=0;
        FILE *fd3;

        printf("\nINSERT BONE\n");

        temp = (struct s *)calloc(1,sizeof(struct s));

        printf("Give Filename : ");
```

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

```
scanf("%s", &name);
strcat(temp->name, name);

printf("Give Coordinates Filename : ");
scanf("%s", name);

if ( (fd3=fopen(name, "r")) == NULL){

    printf("Unable to open %s file\n", name);
    exit(1);
}

//help - loop to count the fscsnfs we need
i=0;
while(!feof(fd3)){

    fscanf(fd3, "%f %f %f", &x , &y, &z);
    i++;

}

//keep the size of the tables
size = i;

//start from the begining of the file
//set the fd3 to the beggin
fseek (fd3 , 0L , SEEK_SET );

//calloc the needed space
xv = (float *)calloc(size, sizeof(float));
yv = (float *)calloc(size, sizeof(float));
zv = (float *)calloc(size, sizeof(float));
t = (float *)calloc(size, sizeof(float));

//main loop to read and store the floats in the tables
i=0;
while(i < size) {

    fscanf(fd3, "%f %f %f", &xv[i] , &yv[i], &zv[i]);
    i++;

}
//ta3inomhsh antallaghs elaxistoy gia tis times x

for(i=size-1; i>=0; i--){

    minx=xv[i];
    for(j=i; j>=0; j--){

        if(minx<=xv[j]){
            minx=xv[j];
            tr=j;
        }

    }

    xv[tr]=xv[i];
    xv[i]=minx;
```

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

```
}

printf("min_x=%f\n",minx);

//ta3inomhsh antallaghs elaxistoy gia tis times y

for(i=size-1;i>=0;i--){

    miny=yv[i];
    for(j=i;j>=0;j--){

        if(miny<=yv[j]){
            miny=yv[j];
            tr=j;
        }

    }

    yv[tr]=yv[i];
    yv[i]=miny;
}

printf("min_y=%f\n",miny);

//ta3inomhsh antallaghs megisotu gia tis times x

for(i=0;i<size;i++){

    maxx=xv[i];
    for(j=i;j<size;j++){

        if(maxx>=xv[j]){

            maxx=xv[j];
            tr=j;
        }

    }

    xv[tr]=xv[i];
    xv[i]=maxx;
}

printf("max_x=%f\n",maxx);

//ta3inomhsh antallaghs megistou gia tis times y

for(i=0;i<size;i++){

    maxy=yv[i];
    for(j=i;j<size;j++){

        if(maxy>=yv[j]){

            maxy=yv[j];
            tr=j;
        }

    }
}
```

3D Σάρωση Οστών για Επεξεργασία.

```
        yv[tr]=yv[i];
        yv[i]=maxy;
    }

    printf("max_y=%f\n",maxy);

temp->x1=minx;
temp->x2=maxx;
temp->y1=miny;
temp->y2=maxy;

temp->height=maxy-miny;
temp->width=maxx-minx;

fprintf(db,"Name of bone=\t%s\n Minimum x=\t%f\n Maximum x=\t%f\n
Minimum y=\t%f\n Maximum y=\t%f\n Height=\t%f\n
Width=\t\t%f\n\n",temp->name,temp->x1,temp->x2,temp->y1,temp-
>y2,temp->height,temp->width);

return;
}
```


Βιβλιογραφία

- [1] C για μηχανικούς , Η.Η.ΤΑΝ, Τ/Β/ Δ'ΟΡΑΖΙΟ
- [2] Γραφικά - Αρχές και Αλγόριθμοι, Θ.Θεοχάρης,Α.Μπεμ
- [3] Next Engine User's Guide.pdf
- [4] www.NEXTENGINE.COM/SUPPORT
- [5] [www.nextengine.com/HD DataSheet.pdf](http://www.nextengine.com/HD_DataSheet.pdf)