

**Λογισμικό 3D Ψηφιακής
Καταγραφής και Απεικόνισης
Αντικειμένων και Μνημείων
Πολιτιστικής Κληρονομιάς με
σκοπό την Αξιοποίησή τους στην
Εκπαίδευση**

Δημήτριος Τζανάκης
Βασίλειος Βασιλάκης

Περιεχόμενα

- Εισαγωγή
- Φωτογραμμετρία
- Παρουσίαση Φωτογραμμετρικών τεχνικών για 3D ψηφιοποίηση
- Απεικόνιση 3D ψηφιοποιημένων αντικειμένων
- Εφαρμογή λογισμικού Φωτογραμμετρίας
- Συμπεράσματα

Εισαγωγή

- Η εθνική και παγκόσμια πολιτιστική κληρονομιά είναι ανεκτίμητο αγαθό
- Η διδασκαλία της είναι σημαντική και εντάσσεται στο πλαίσιο διδασκαλίας πληθώρας μαθημάτων

Τα δεδομένα

- Τα μνημεία και αντικείμενα πολιτιστικής κληρονομιάς είναι διάσπαρτα σε όλο τον κόσμο
- Είναι σε διαρκή κίνδυνο (ρύπανση, βροχή, ήλιος, αέρας, φωτιά, σεισμοί, πολεμικές ενέργειες)

3D ψηφιακή καταγραφή της πολιτιστικής κληρονομιάς-Οφέλη

- Δημιουργία 3D μοντέλων
- Δημιουργία εικονικών μουσείων
- Κατάργηση χωρικών περιορισμών
- Εικονικό περιβάλλον μάθησης
- Καταλληλότητα για χρήση από μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες

Δεσπόζουσες τεχνικές για 3D ψηφιοποίηση

- Σάρωσης «Ενεργών» Αισθητήρων (laser)
- Φωτογραμμετρικές

Τεχνικές 3D σάρωσης laser

- (+) Περισσότερο αξιόπιστες
- (+) Μεγάλης ακρίβειας
- (+) Πολύ αποτελεσματικές
- (-) Απαιτούν πολλές εργατοώρες
- (-) Ιδιαίτερα ακριβές

Φωτογραμμετρικές τεχνικές

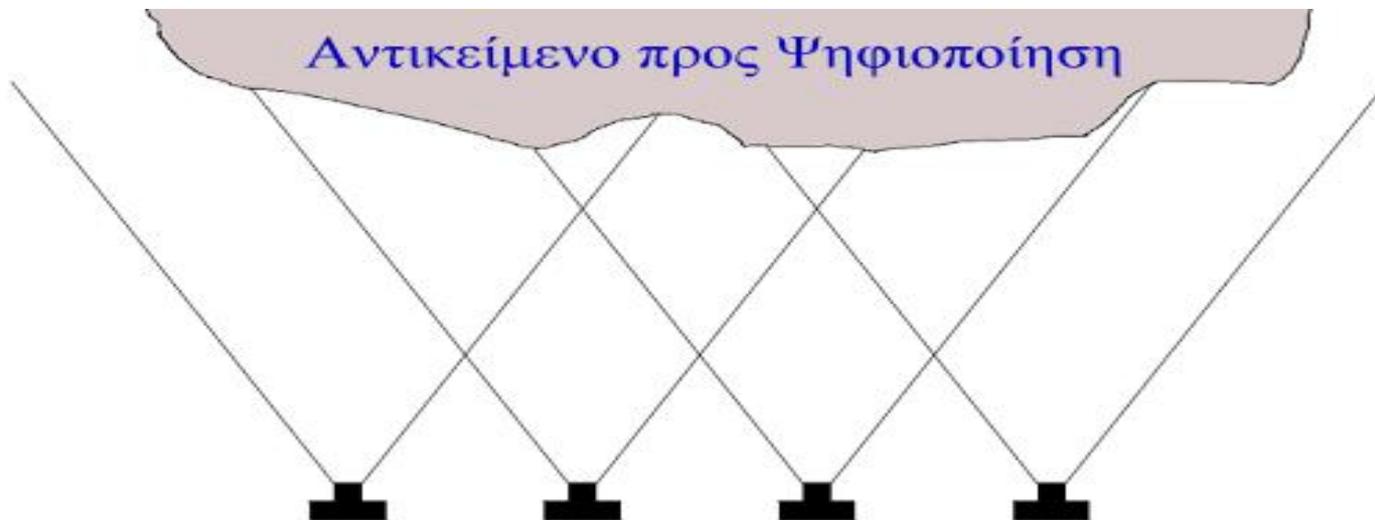
- Εξαγωγή 3D συντεταγμένων αντικειμένων χρησιμοποιώντας φωτογραφίες
- (+) Ιδανικές για αντικείμενα και χώρους που **δεν** έχουν πολύπλοκο σχήμα
- (+) Ιδανικές όταν υπάρχουν περιορισμοί σε χρήματα, χρόνο και χώρο
- (+) Πολύ πιο ευέλικτες για projects με αντικείμενα πολλαπλών διαστάσεων

Κυριότερες Φωτογραμμετρικές ΤΕΧΝΙΚΕΣ

- Σχήμα από Στερεοφωτογράφιση
- Συγκλίνουσα ή Μη-Στερεοσκοπική Φωτογραμμετρία
- Σχήμα από Κίνηση

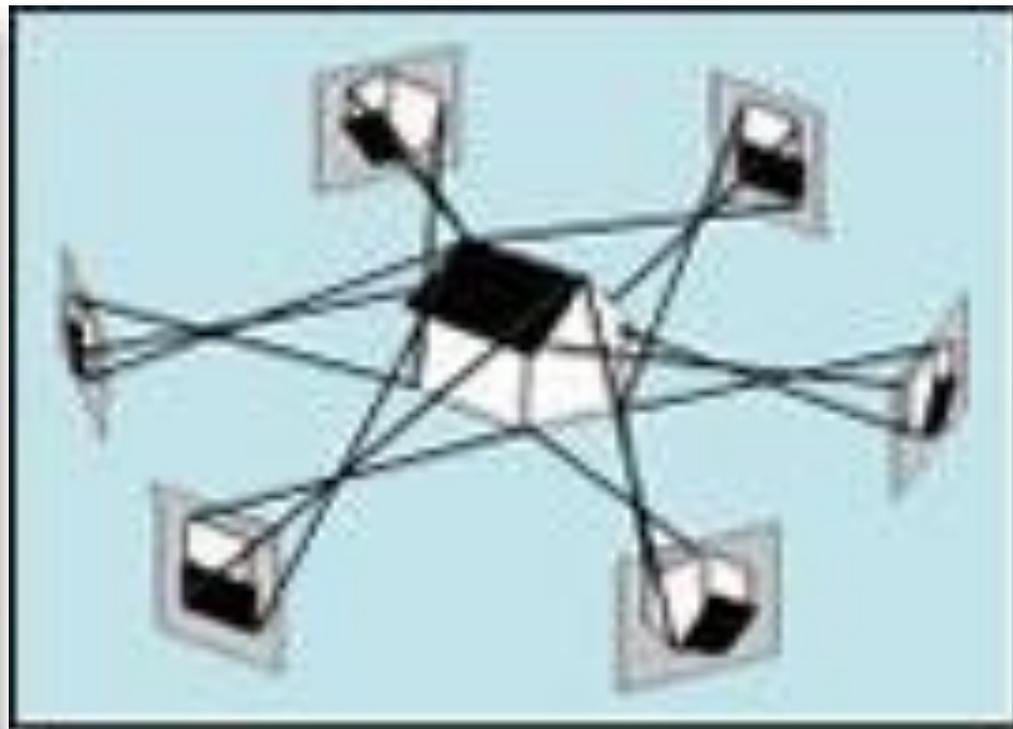
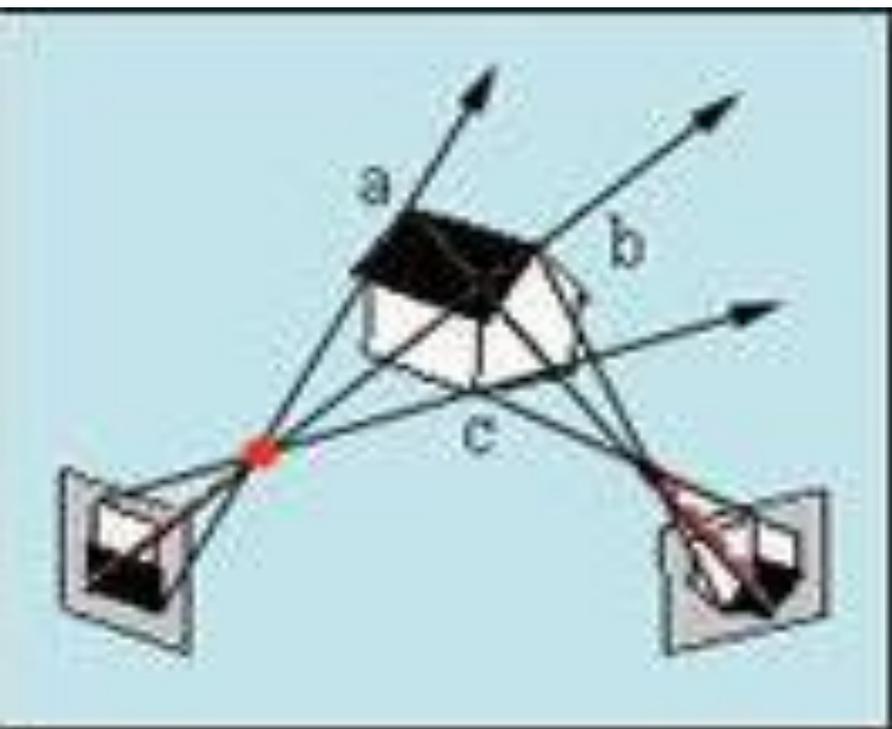
ΣΤΕΡΕΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ

- Φωτογραμμετρικός τριγωνισμός
- Οι 3D συντεταγμένες της επιφάνειας ενός αντικειμένου → δύο + φωτογραφίες που λαμβάνονται από διαφορετικές θέσεις
- Άξονες κάμερας κάθετοι στο αντικείμενο



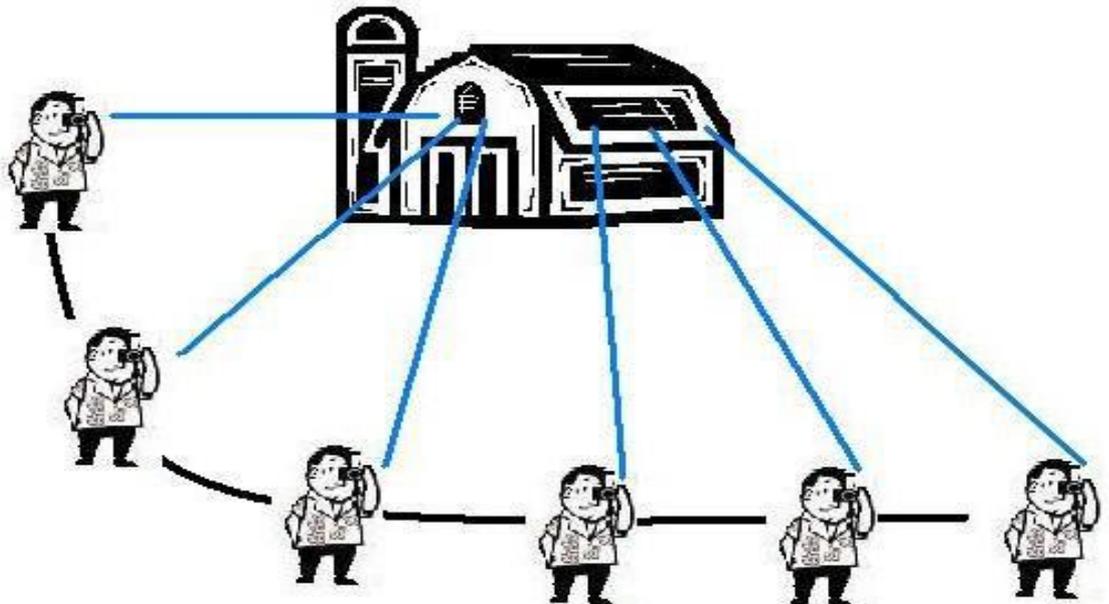
Συγκλίνουσα Φωτογραμμετρία

- Οι άξονες της φωτογραφικής μηχανής συγκλίνουν στο κέντρο του αντικειμένου
- Χρήση προσημασμένων σημείων (a, b, c)



Σχήμα από Κίνηση

- Αυτόματος υπολογισμός του προσανατολισμού χρησιμοποιώντας απλές μη προσημασμένες φωτογραφίες
- Χρήση μη ταξινομημένων ακολουθιών φωτογραφιών



Οι φωτογραμμετρικές τεχνικές

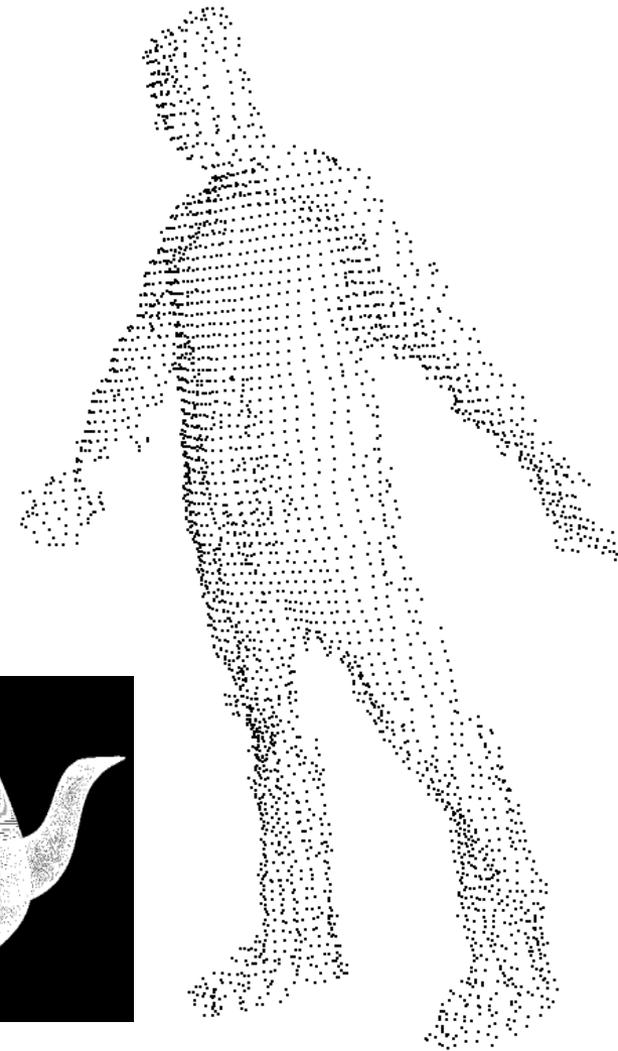
Κατάλληλες για εκπαιδευτικές εφαρμογές:

- Ταχύτητα παραγωγής 3D μοντέλων
- Ευκολία χρήσης
- Ικανοποιητική ακρίβεια δεδομένων
- Υψηλή ποιότητα υφής
- Χαμηλό χρηματικό κόστος
- Πληρούν την προδιαγραφή για καλή ποιότητα απεικόνισης
- Ψηφιοποίηση αντικειμένων ποικίλων διαστάσεων

3D Απεικόνιση αντικειμένων

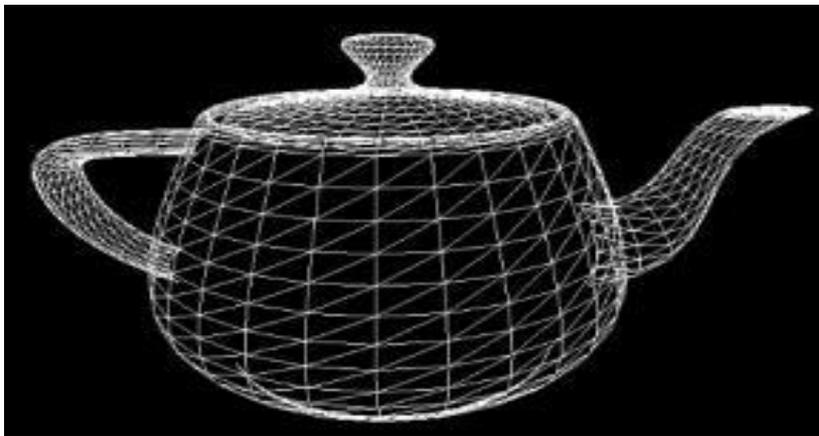
- Νέφος σημείων

Κάθε σημείο αντιστοιχεί σε ένα χαρακτηριστικό σημείο της επιφάνειας του ψηφιοποιημένου αντικείμενου και ενσωματώνει τις πληροφορίες που προσδιορίζουν τη θέση του στον χώρο



3D Απεικόνιση αντικειμένων

- Το τριγωνικό πλέγμα χρησιμοποιείται στις περισσότερες εφαρμογές 3D απεικόνισης.
- Προσφέρει περισσότερη οπτική πληροφορία από το νέφος σημείων



τριγωνικό πλέγμα
“wireframe”



+ υφή = rendered

Μνημείο Πολιτιστικής Κληρονομιάς



Η εκκλησίας του Αγίου Τρύφωνα στον Ελαιώνα
Αιγίου

Εφαρμογή λογισμικού Φωτογραμμετρίας

Λογισμικό

«Σχήμα από Κίνηση»

- Arc3D
Webservice
- MeshLab

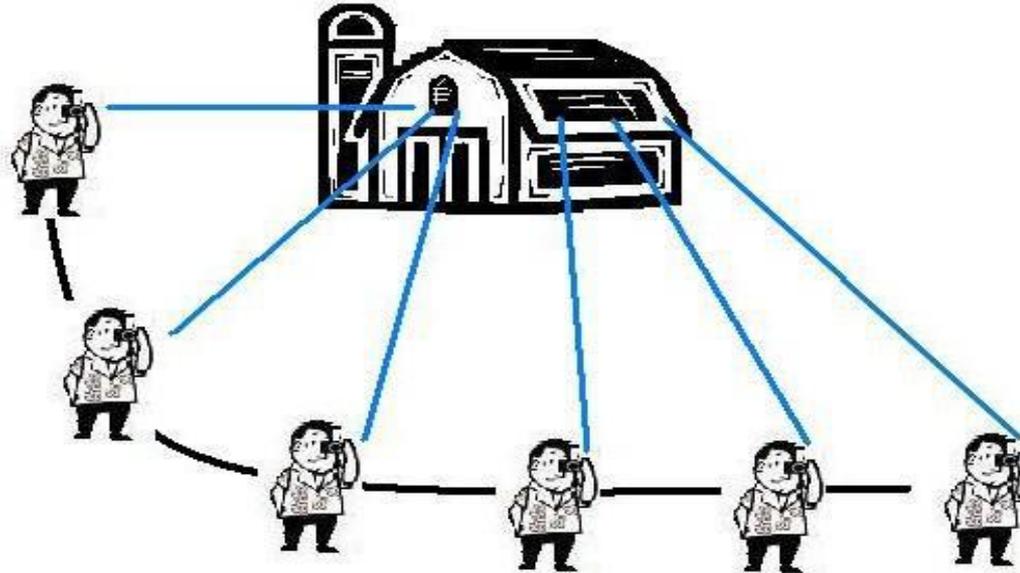
Υλικός εξοπλισμός

- Τρίποδο
- κοινή ψηφιακή
φωτογραφική
μηχανή (μη
μετρική)

ARC 3D Webservice

- Υλοποιεί τη φωτογραμμετρική τεχνική «Σχήμα από Κίνηση»
- Αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα VISICS του Katholieke Universiteit Leuven στο Βέλγιο
- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα

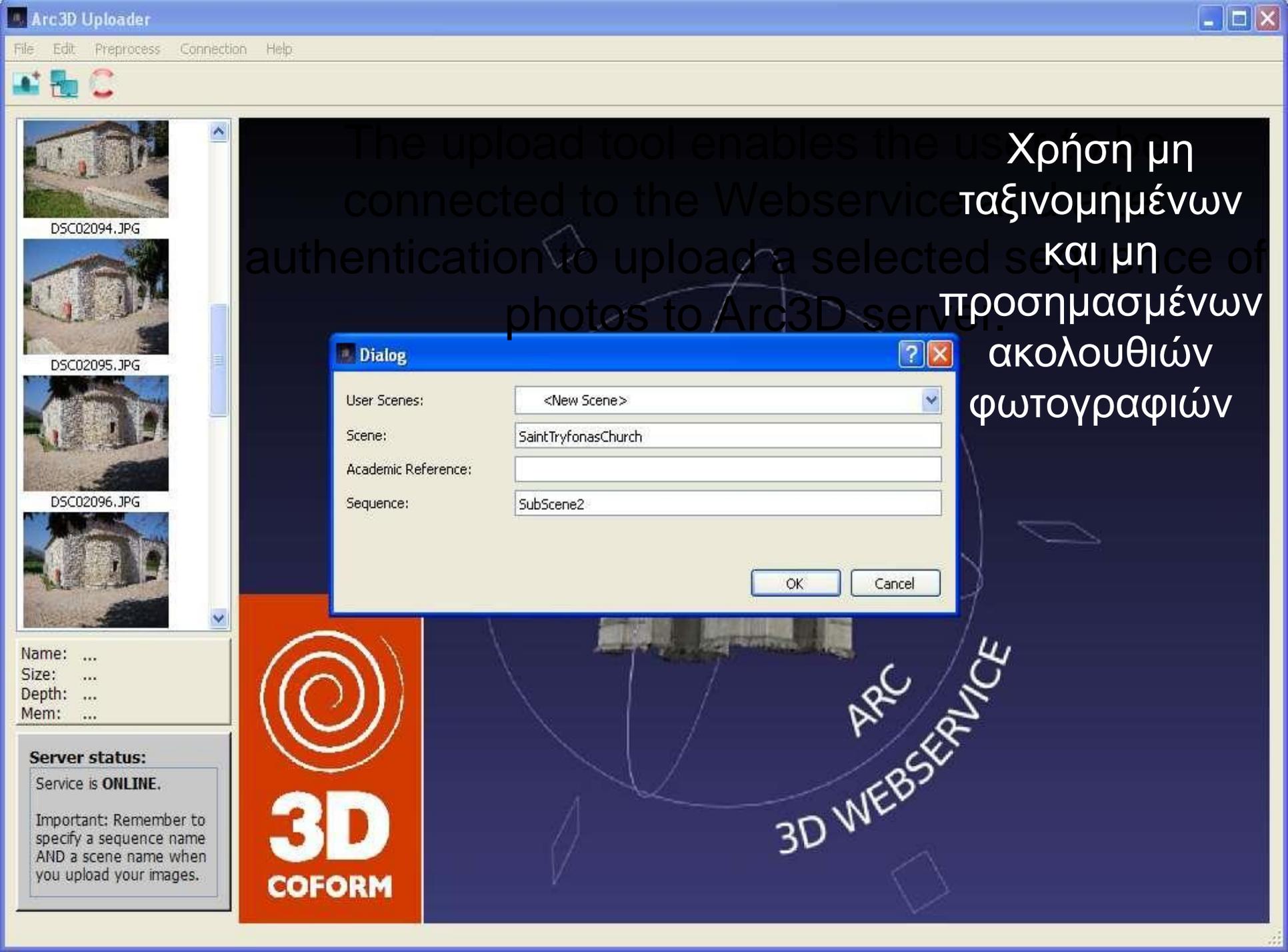
- Το ARC 3D έχει τον παρακάτω περιορισμό



Για να παραχθεί ένα 3D μοντέλο 360°, η σκηνή των 360° πρέπει να μοιραστεί σε επιμέρους υπο-σκηνές

ARC 3D Webservice

- Τροφοδοτείται με φωτογραφίες ενός τμήματος του υπό μελέτη αντικειμένου (υπο-σκηνής)



Name: ...
Size: ...
Depth: ...
Mem: ...

Server status:
Service is **ONLINE**.

Important: Remember to specify a sequence name AND a scene name when you upload your images.

Dialog

User Scenes: <New Scene >

Scene: SaintTryfonasChurch

Academic Reference:

Sequence: SubScene2

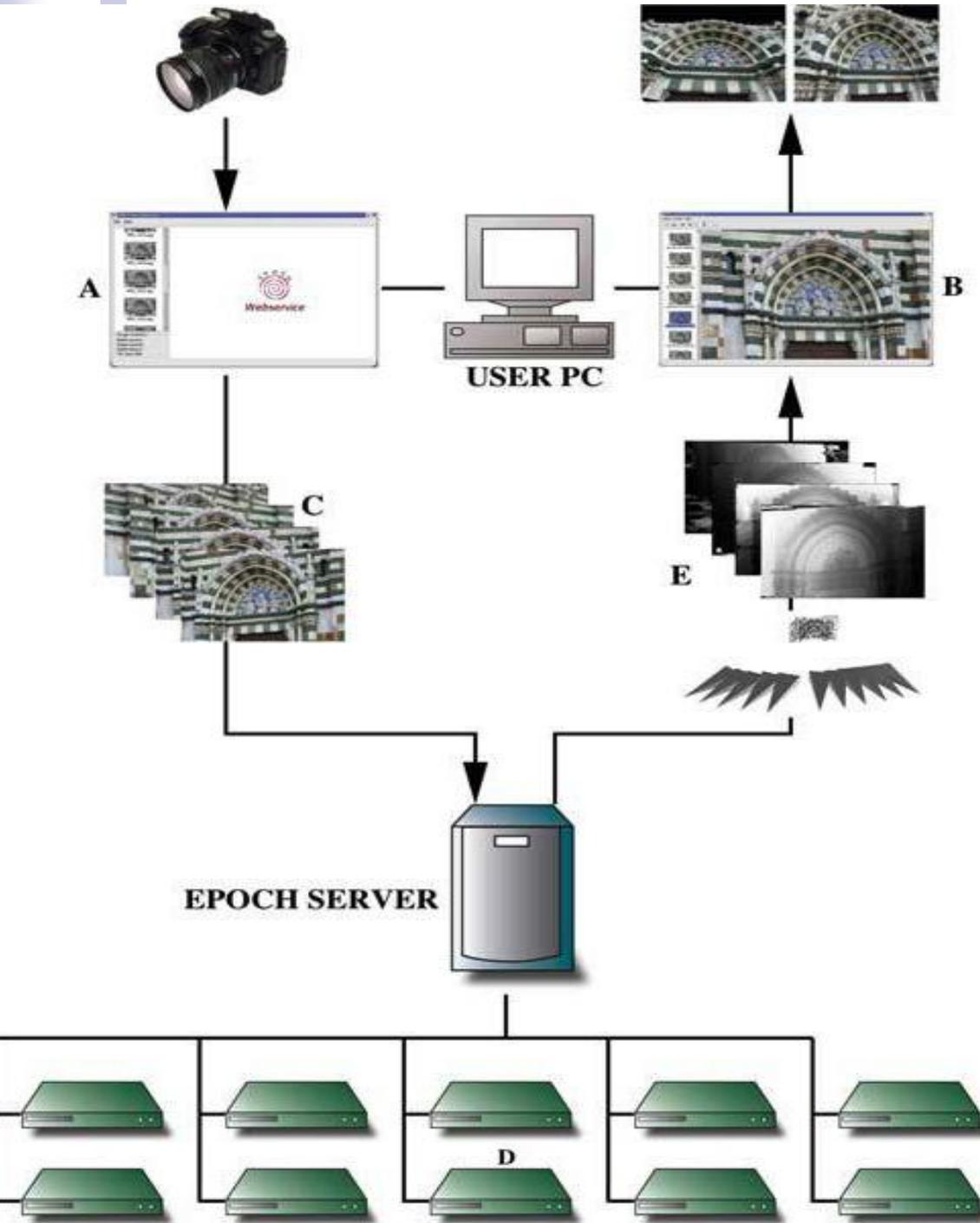
OK Cancel

Χρήση μη ταξινομημένων και μη προσημασμένων ακολουθιών φωτογραφιών



ARC 3D Webservice

- Αυτόματη διαδικασία στον διακομιστή (Server)
- Παράλληλες διαδικασίες εκτελούνται σε μια συστοιχία (cluster) Linux προσωπικών υπολογιστών.



Για κάθε φωτογραφία από το Arc 3D Webservice υπολογίζονται:

- παράμετροι κάμερας
- νέφος σημείων (πυκνός χάρτης βάθους)
- υφή
- χάρτης ποιότητας

MeshLab

- Αναπτύχθηκε από το Visual Computing Lab του **Institute of Information Science and Technologies** του **Ιταλικού Εθνικού Ερευνητικού συμβουλίου CNR-ISTI**
- Εργαλείο απεικόνισης και επεξεργασίας 3D τριγωνικού πλέγματος
- Παρέχει λειτουργίες: cleaning, editing, simplifying, remeshing, measuring, merging, visualising, converting, κλπ.
- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα

MeshLab

- Τα 3D μοντέλα επεξεργάζονται κατά τη διαδικασία εισαγωγής μέσα από τη διεπαφή εισαγωγής Arc3D του MeshLab
- Κύριες λειτουργίες:
 - υποδειγματοληψία
 - καθαρισμός
 - φιλτράρισμα θορύβου
 - γέμισμα οπών και συγχώνευση

1apo2 - Dimitrios Tzanakis



SubSample (1600 x 1200) -> (533 x 400) 3

Minimum Count 3

Minimum Angle 75.0

Feature Aware Smoothing 3

Remove pieces less than 5 Close Holes less than 10

Depth Filter Dilation Num. passes: 1 Size: 5 x 5

Erosion Num. passes: 3 Size: 5 x 5

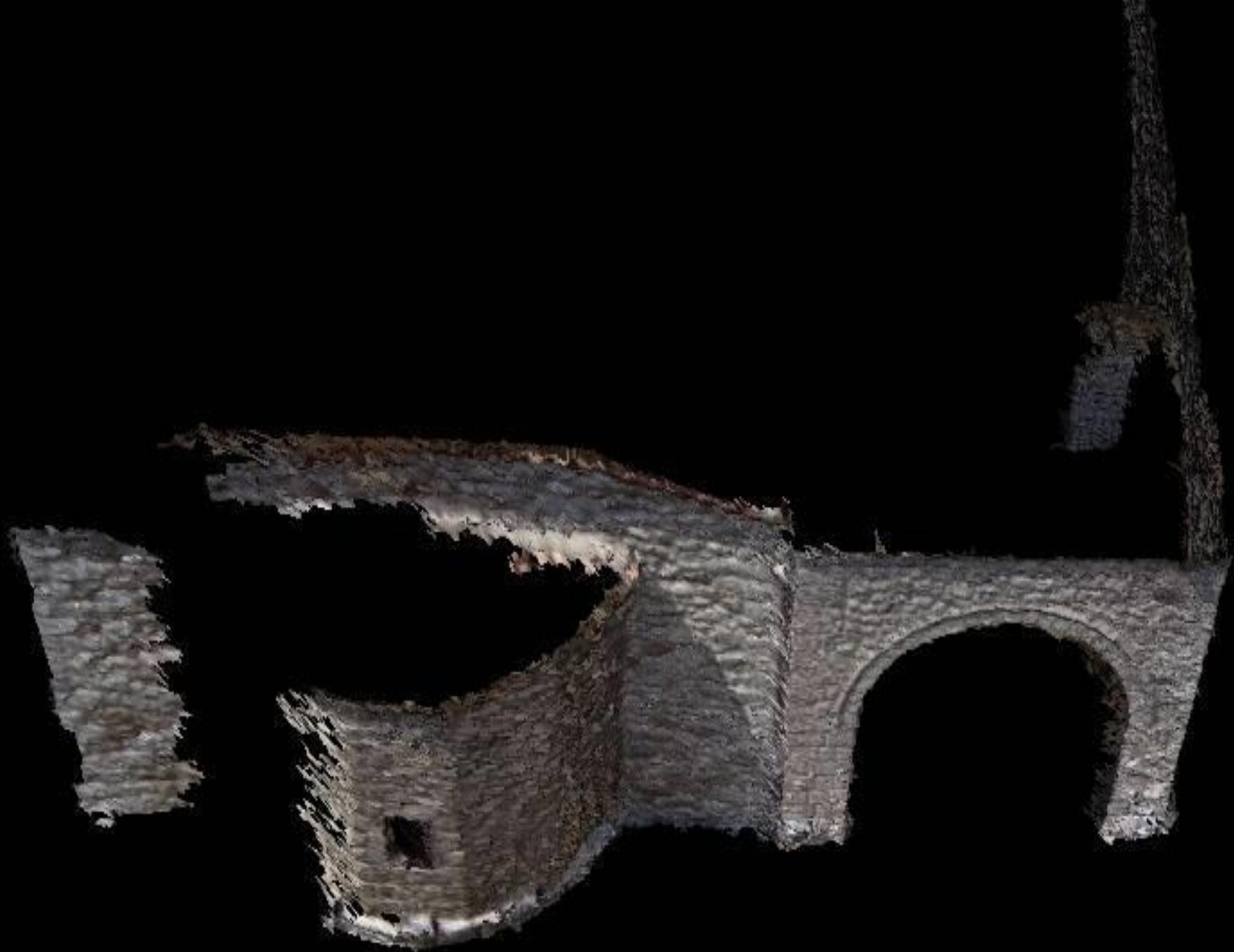
Fast merge Resolution: Min Max

Select 3

Scaling Factor 1.0

OK Export as PLY Cancel

	1	2	3	4
1	frametexture.00...			
2	frametexture.00...			
3	frametexture.00...			
4	frametexture.00...			
5	frametexture.00...			
6	frametexture.00...			
7	frametexture.00...			
8	frametexture.00...			
9	frametexture.00...			



B_ligoA - Dimitrios Tzanakis



SubSample (1600 x 1200) -> (800 x 600)

Minimum Count

Minimum Angle

Feature Aware Smoothing

Remove pieces less than Close Holes less than

Depth Filter Dilation Num. passes: Size:

Erosion Num. passes: Size:

Fast merge Resolution: Min Max

Scaling Factor

Select

OK Export as PLY Cancel

	1	2	3	4
2 frametexture.00...				
3 frametexture.00...				
4 frametexture.00...				
5 frametexture.00...				
6 frametexture.00...				
7 frametexture.00...				
8 frametexture.00...				
9 frametexture.00...				
10 frametexture.00...				



BB-2-2 - Dimitrios Tzanakis



SubSample (1600 x 1200) -> (533 x 400)

Minimum Count

Minimum Angle

Feature Aware Smoothing

Remove pieces less than Close Holes less than

Depth Filter Dilation Num. passes: Size: x

Erosion Num. passes: Size: x

Fast merge Resolution: Min Max

Select

Scaling Factor

OK Export as PLY Cancel

	1	2	3	4
1	frametexture.00...			
2	frametexture.00...			
3	frametexture.00...			
4	frametexture.00...			
5	frametexture.00...			
6	frametexture.00...			
7	frametexture.00...			
8	frametexture.00...			
9	frametexture.00...			



8C - Dimitrios Tzanakis



SubSample (1600 x 1200) -> (533 x 400)

Minimum Count

Minimum Angle

Feature Aware Smoothing

Remove pieces less than Close Holes less than

Depth Filter Dilation Num. passes: Size: x

Erosion Num. passes: Size: x

Fast merge Resolution: Min Max

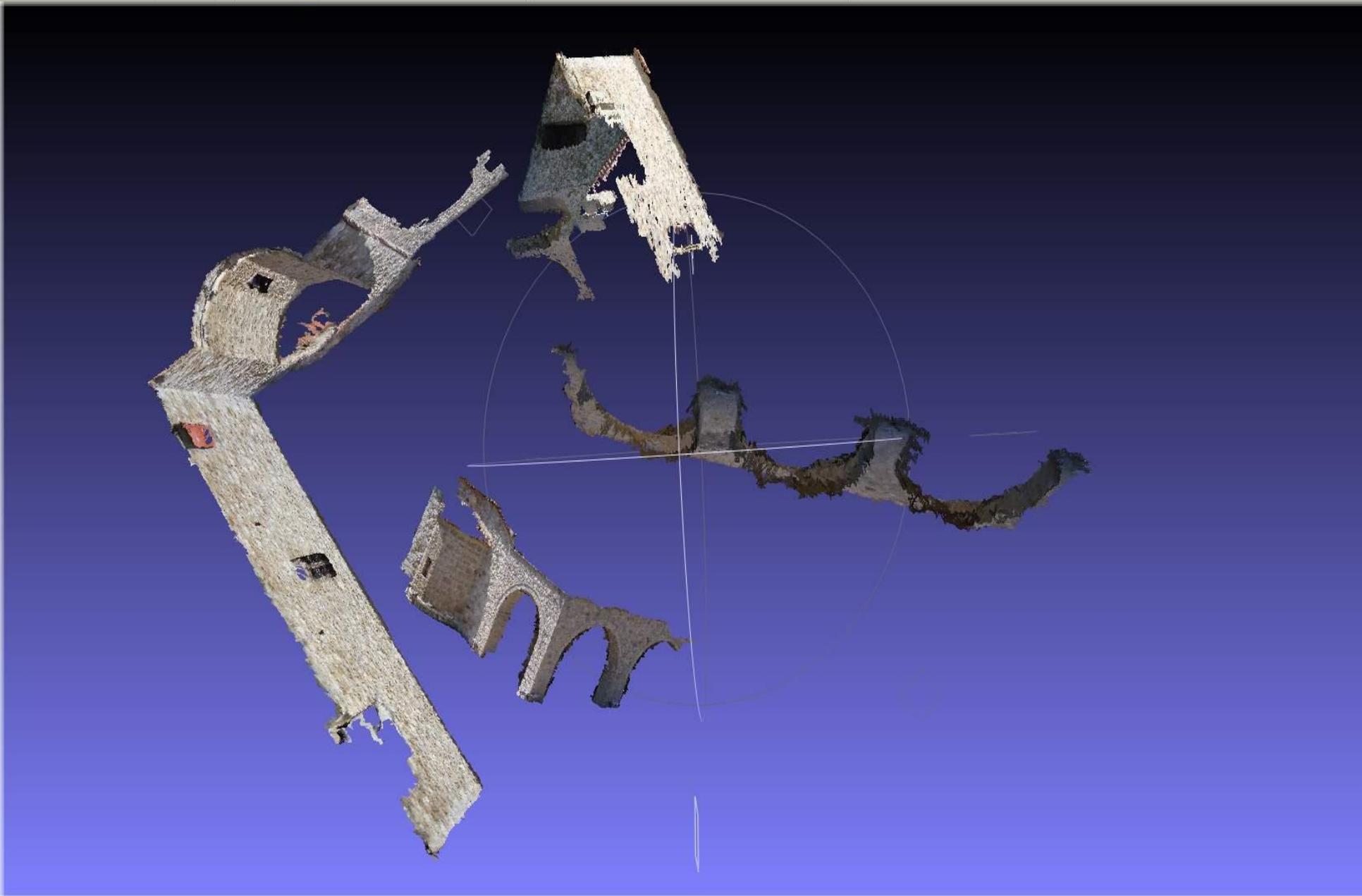
Scaling Factor

	1	2	3	4
1 frametexture.00...				
2 frametexture.00...				
3 frametexture.00...				
4 frametexture.00...				
5 frametexture.00...				
6 frametexture.00...				
7 frametexture.00...				
8 frametexture.00...				
9 frametexture.00...				



MeshLab

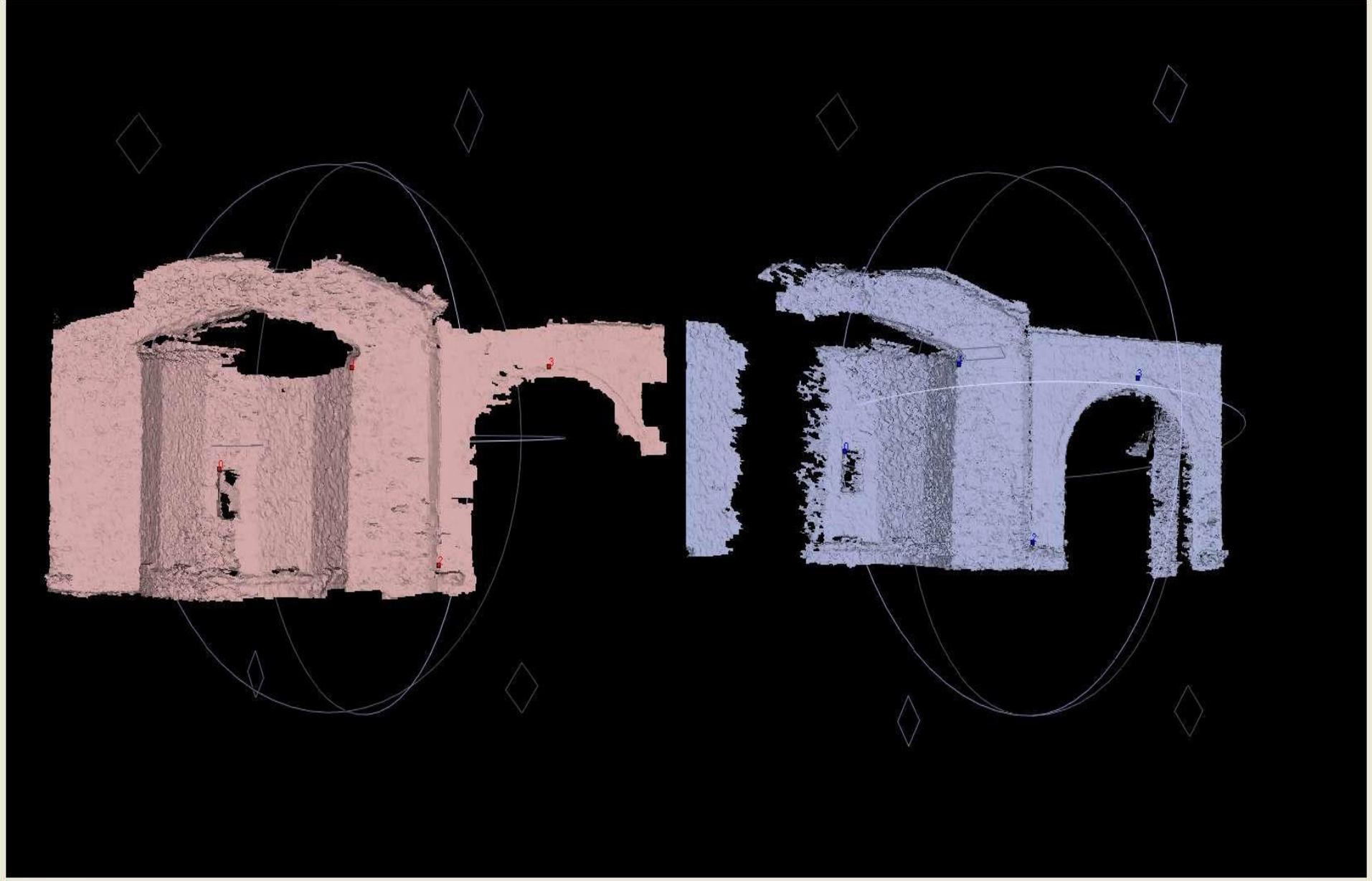
- Τα τέσσερα 3D μερικά μοντέλα εισάγονται και καθαρίζονται στο MeshLab
- Τοποθετούνται στο ίδιο MeshLab project και ενώ αρχικά είναι τοποθετημένα σε διαφορετικά συστήματα 3D συντεταγμένων αναφοράς ...





... περιστρέφονται, ώστε να τοποθετηθούν σε ένα ενιαίο 3D σύστημα συντεταγμένων και τελικά να ευθυγραμμιστούν και να συγχωνευτούν.

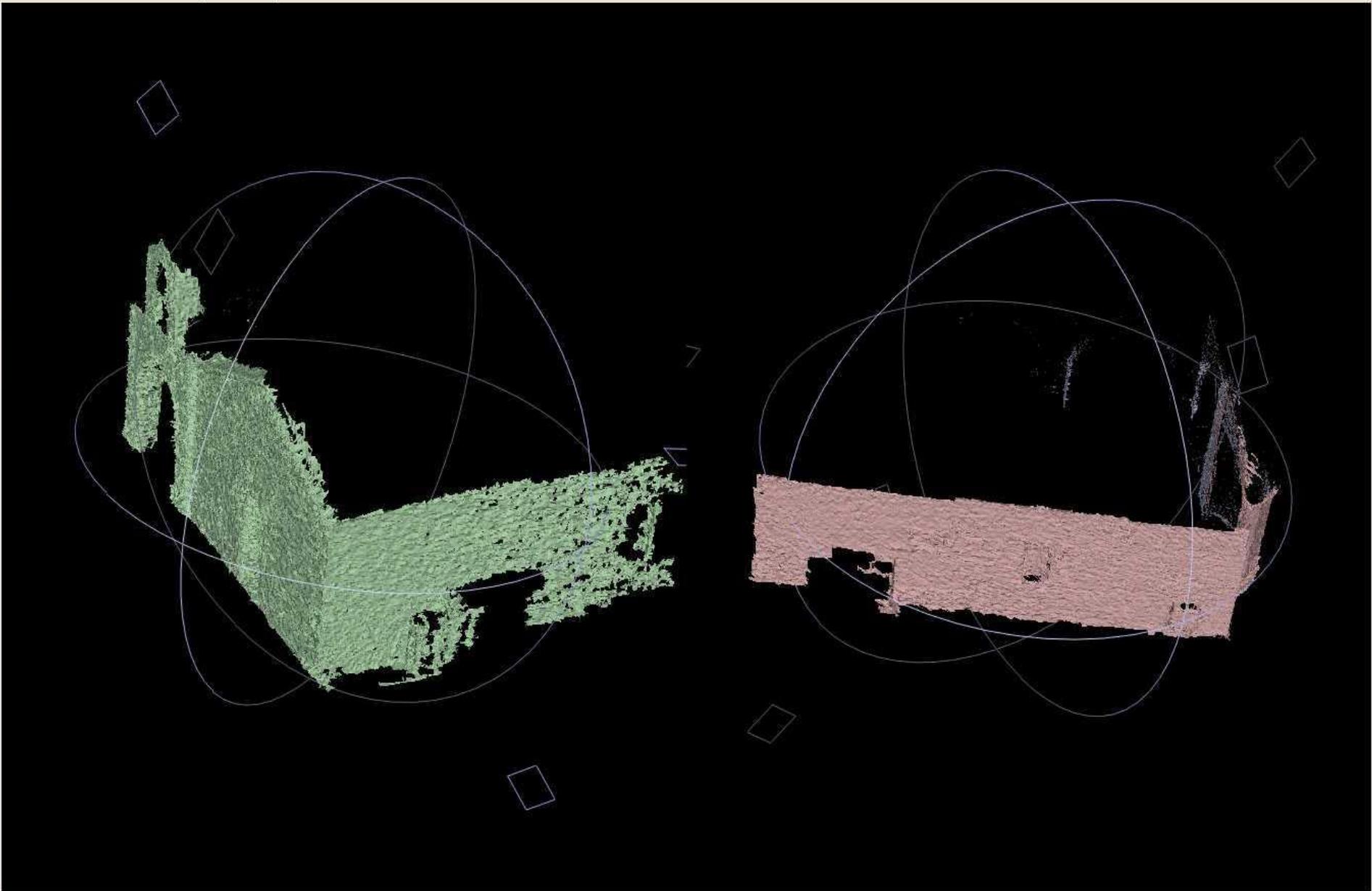
Choose at least 4 matching pair of points on the two meshes.
Double Click over each mesh to add new points. Choose points in consistent order



Allow Scaling

OK Cancel

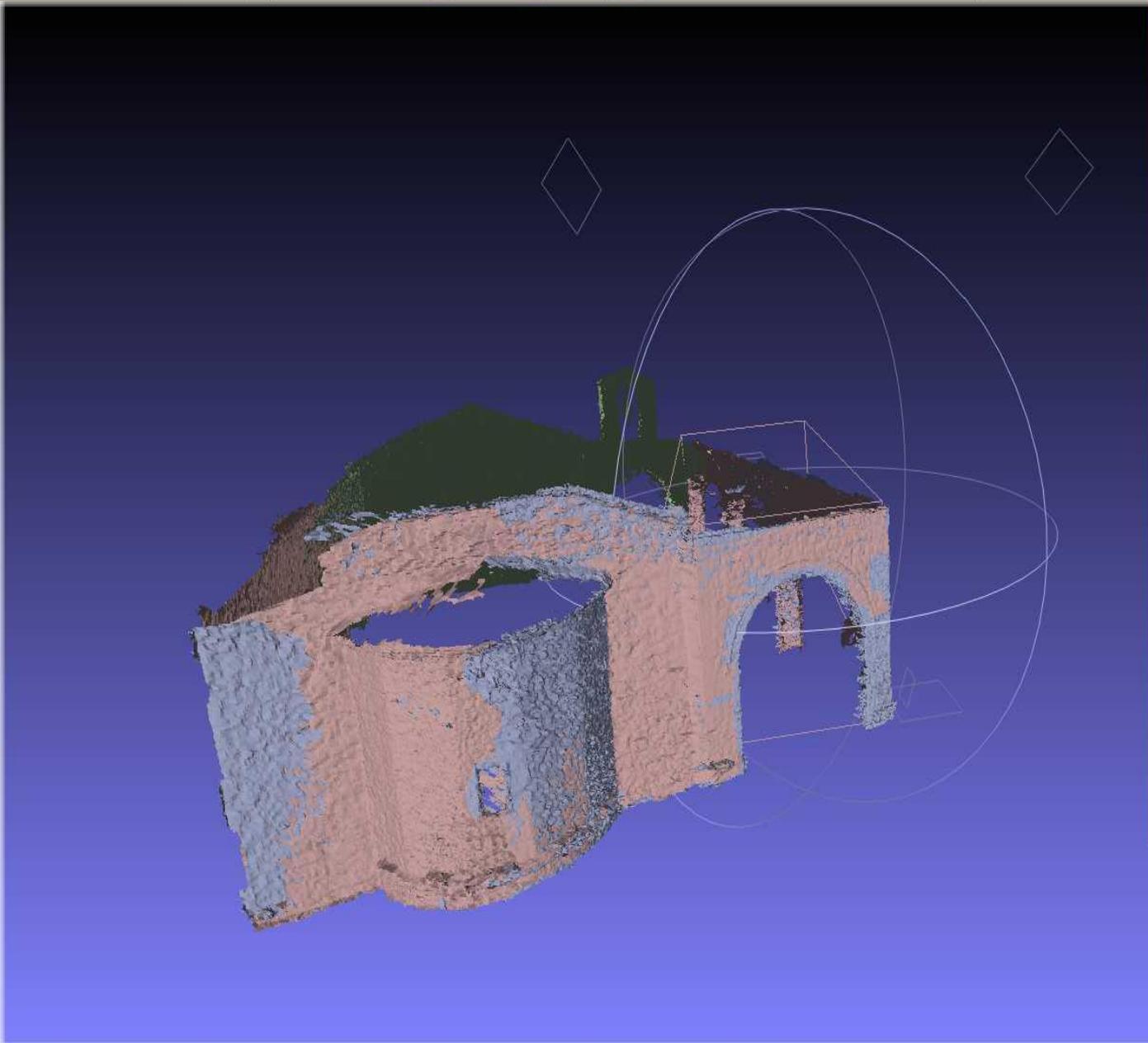
Choose at least 4 matching pair of points on the two meshes.
Double Click over each mesh to add new points. Choose points in consistent order



Allow Scaling

OK

Cancel



Align Tool

1	2	3	4
0		*	SubScene2.obj
1		*	SubScene1.obj
2		*	SubScene3.obj
3		*	SubScene4.obj

Manual Rough Glue Default ICP Params

Unglue Mesh Param Current Arc

Glue Here all Meshes Recalc Current Arc

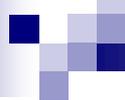
Point Based Glueing Set as Base Mesh

Hide/Reveal Unglued Mesh

False Colors

Process

```
Starting Processing of 4 glued meshes out of 4 meshes
Computing Overlaps 4 glued meshes...
Computed 4 possible Arcs :
( 1/4) 0 -> 1 Aligned AvgErr dd=1.228863 -> dd=0.341357
( 2/4) 1 -> 3 Aligned AvgErr dd=5.342269 -> dd=0.255488
( 3/4) 0 -> 2 Aligned AvgErr dd=7.784703 -> dd=0.343252
( 4/4) 2 -> 3 Aligned AvgErr dd=5.342269 -> dd=0.255488
Completed Mesh-Mesh Alignment
Starting Global Alignment
Completed Global Alignment (error bound 0.0020)
```



Παρουσίαση αποτελεσμάτων στο Web

Τα αποτελέσματα της 3D
ψηφιοποίησης της Εκκλησίας του
Αγίου Τρύφωνα είναι αναρτημένα
και διαθέσιμα στον ιστότοπο:

<http://stvtour.ditzaweb.net>

3D Απεικόνιση της Εκκλησίας του Αγίου Τρύφωνα

(Ελαιώνας, Αγίου, Πελοπόννησος)



[3D Μοντέλο Χαμηλής Ανάλυσης \(13%\)*](#)

[3D Μοντέλο Μέτριας Ανάλυσης \(25%\)*](#)

[3D Μοντέλο Υψηλής Ανάλυσης \(64%\)*](#)

*Για να απεικονιστούν τα 3D μοντέλα, προϋπόθεση είναι η εγκατάσταση ενός πρόσθετου VRML player στον φυλλομετρητή σας (πχ. BS Contact VRML/X3D player, <http://www.bitmanagement.com/en/download>)

3D μοντέλο υψηλής ανάλυσης (64%)



Στιγμιότυπα υπό διαφορετικές γωνίες



Συμπεράσματα

- Φωτογραμμετρία → 3D μοντέλα για χρήση σε εκπαιδευτικές εφαρμογές
- Τα μοντέλα μπορεί να ενσωματωθούν σε ιστότοπους παράγοντας 3D Web Sites
- Διαδραστικότητα και υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης
- Αντισταθμίζονται προβλήματα λεπτής κινητικότητας μαθητών

Συμπεράσματα

■ Χρήσεις:

- Για εκπαιδευτικό: εποπτικό μέσο διδασκαλίας
- Για μαθητές: διαδραστικό εργαλείο – εκπαιδευτικές δραστηριότητες → ενεργός συμμετοχή & εμβάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο

■ Υποστήριξη μαθητοκεντρικών στρατηγικών μάθησης π.χ. ανακαλυπτική μάθηση του Brunner, βιωματική μάθηση

Συμπεράσματα

- Εφαρμογή σε πληθώρα μαθημάτων εκπαίδευσης (π.χ. θρησκευτικών, ιστορίας, γεωγραφίας κ.α.)
- Ανάγκη αξιοποίησης λογισμικών Φωτογραμμετρικών τεχνικών στην εκπαίδευση



Ερωτήσεις