

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΙ ΣΑΡΩΤΕΣ

Σύμπα Παρασκευή

Τι είναι σαρωτές



- Σαρωτές καλούνται διάφορες συσκευές που χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση και ψηφιοποίηση δεδομένων του πραγματικού κόσμου, είτε σε δισδιάστατη μορφή, είτε σε τρισδιάστατη.

Είδη σαρωτών



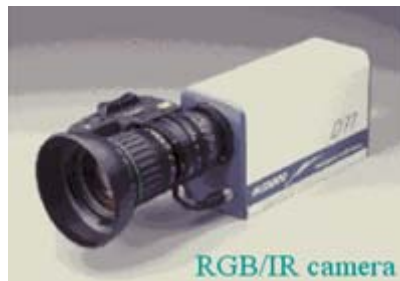
Σαρωτής microfilm



Σαρωτής βιβλίων



Σαρωτής slides & film



RGB/IR camera

Τρισδιάστατοι σαρωτές

- Οι τρισδιάστατοι σαρωτές αποτελούν state of the art σε εφαρμογές τρισδιάστατης αποτύπωσης και χρησιμοποιούνται για την καταγραφή αντικειμένων του πραγματικού κόσμου με σκοπό την ψηφιοποίησή τους σε τρισδιάστατη μορφή.
- Τα τρισδιάστατα μοντέλα δημιουργούνται βάσει πληροφοριών σχετικά με το χρώμα, το σχήμα ή την εσωτερική δομή ενός αντικειμένου.
- Τα στοιχεία αυτά στη συνέχεια με τη βοήθεια κατάλληλων λογισμικών, συνήθως τύπου CAD, αναδομούνται σε τρισδιάστατα μοντέλα, τα οποία χρησιμοποιούνται σε ευρεία γκάμα εφαρμογών.
- Διαφέρουν από τα άλλα είδη τρισδιάστατης σάρωσης(π.χ ψηφιακές κάμερες), μιας και μπορούν να αποδώσουν ανάγλυφες επιφάνειες με μεγάλη ακρίβεια καθώς επίσης παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια απόδοσης όσον αφορά στα χρώματα και τις φωτοσκιάσεις απ' ότι οποιοδήποτε άλλο μέσο χρησιμοποιείται γι αυτό το σκοπό.

Πως λειτουργούν

- Η τεχνολογία των τρισδιάστατων σαρωτών μοιάζει κατά πολύ με αυτή των ψηφιακών καμερών, μόνο που διαθέτουν πιο προηγμένες δυνατότητες.
- Όπως και οι κάμερες έχουν ένα οπτικό πεδίο και μπορούν να καταγράψουν ότι εμπεριέχεται στα πλαίσια αυτού του πεδίου.
- Οι τρισδιάστατοι σαρωτές προσδιορίζουν τις θέσεις των σημείων ενός αντικειμένου σύμφωνα με ένα τοπικό σύστημα αναφοράς.
- Εκτός από τις πολικές συντεταγμένες μετρούν και την αντανακλαστικότητα του κάθε σημείου, ενώ έχουν και τη δυνατότητα λήψης ψηφιακών φωτογραφιών της περιοχής ή του αντικειμένου που αποτυπώνεται.
- Το πλήθος των σημείων που λαμβάνεται σε μια σάρωση εξαρτάται από τη γωνιακή ανάλυση του οργάνου.

Πως λειτουργούν

- Οι παράμετροι που θεωρούνται απαραίτητες για τον καθορισμό των σημείων είναι:
- Το σημείο μηδέν που θεωρείται το σημείο τοποθεσίας του σαρωτή,
- Γωνίες $\varphi=0$ και $\theta=0$ του άξονα εκπομπής της ακτινοβολίας του σαρωτή και
- Η ταχύτητα εκπομπής της ακτινοβολίας
- Με γνωστές αυτές τις παραμέτρους, μπορούν να υπολογιστούν οι συντεταγμένες κάθε σημείου του αντικειμένου σύμφωνα με το αντίστοιχο σχετικό σύστημα συντεταγμένων του σαρωτή.

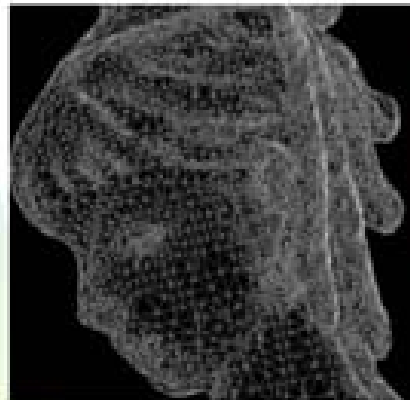
Πως λειτουργούν

- Συνήθως απαιτούνται πολλαπλές σαρώσεις, σε διαφορετικές κατευθύνσεις ώστε να καλυφθούν όλες οι επιφάνειες του αντικειμένου.
- Απαραίτητο στοιχείο θεωρείται ένα κοινό σύστημα αναφοράς για όλες τις σαρώσεις ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα, και στη συνέχεια όλα τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θα ενοποιηθούν σε ένα ολοκληρωμένο τρισδιάστατο μοντέλο. Η διαδικασία προσδιορισμού του συστήματος αναφοράς ονομάζεται ταξινόμηση ή ευθυγράμμιση.
- Στην τρισδιάστατη σάρωση παίζουν μεγάλο ρόλο τα αντικείμενα ή οι επιφάνειες που περικλείουν το αντικείμενο προς σάρωση.
- Εξαιτίας του μεγάλου όγκου δεδομένων απαιτούνται ιδιαίτερα αυξημένες υπολογιστικές δυνατότητες.

Τυπική διαδικασία αποτύπωσης αντικειμένου με τρισ/το σαρωτή



Σάρωση -
Ψηφιοποίηση



Κατασκευή
πλέγματος



Αναπαραγωγή 3D
CAD/CAM



Αντίγραφο

Βασικές τεχνολογίες συλλογής τρισδιάστατης πληροφορίας

- Ανάλογα με τη τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί οι σαρωτές χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες
- 3D Laser Scanning
- White Light Scanning
- Photogrammetry
- Destructive Slicing
- Computed Tomography
- Trackers
- κ.ά.

Κατηγορίες τρισδιάστατων σαρωτών

- Οι τρισδιάστατοι σαρωτές χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τους σαρωτές επαφής και τους σαρωτές(contact) μη- επαφής(non-contact).
- Οι σαρωτές μη επαφής χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες: τους ενεργούς και τους παθητικούς σαρωτές .

Μεθοδολογίες σάρωσης

- Χρησιμοποιώντας ενεργές ή παθητικές μεθόδους σάρωσης, δημιουργείται ένα «νέφος» σημείων το οποίο στη συνέχεια ανακατασκευάζεται με τη βοήθεια λογισμικών και έτσι δημιουργείται το τρισδιάστατο ψηφιακό αντίγραφο του αντικειμένου.
- Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ποικίλουν σε κόστος και λειτουργικότητα, και η επιλογή επαφίεται στο χρήστη σύμφωνα με ο ζητούμενο της εκάστοτε εφαρμογής.
- Υπάρχουν βέβαια και διάφοροι περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπ όψιν όπως το γεγονός ότι γυαλιστερές, μαύρες ή διαφανείς επιφάνειες είναι δύσκολο να σαρωθούν μιας και οι σαρώσεις στηρίζονται κατά πολύ στις ανακλάσεις που προκύπτουν.

Σάρωση με επαφή

- Στη σάρωση με επαφή πραγματοποιείται ψηλάφηση του αντικειμένου με φυσική επαφή συνήθως με τη χρήση κάποιου ρομποτικού βραχίονα στον οποίο έχει ενσωματωθεί κάποιος αισθητήρας αφής.
- Πιο γνωστός τύπος σε αυτή την κατηγορία είναι ο CMM σαρωτής (Coordinate Measuring Machine)



Σάρωση με επαφή

- Για τη λήψη των συντεταγμένων συνήθως χρησιμοποιείται μια μηχανή μέτρησης συντεταγμένων όπως η NC. Ο αισθητήρας του σαρωτή που βρίσκεται στο βραχίονα ψηλαφίζει τα αντικείμενα και στη συνέχεια με τη βοήθεια του τρισσορθογώνιου XYZ συστήματος της μηχανής, προσδιορίζει το μέγεθος και τις συντεταγμένες του αντικειμένου με ακρίβεια που μπορεί να φτάσει τα 0,25nm.
- Αρχικά η μηχανή κινούνταν χειροκίνητα, κάτι που προκάλούσε αναξιόπιστα αποτελέσματα μιας και κάθε χειριστής μπορεί να ασκούσε διαφορετικές πιέσεις ή τεχνικές εφαρμογής στη μηχανή. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν χειριστήρια, καθώς και ηλεκτρονικοί αισθητήρες αφής οι οποίοι προσέφεραν πιο ακριβείς μετρήσεις.
- Η τελευταία εξέλιξη σε αυτή την κατηγορία είναι η προσθήκη αισθητήρων που κινούνται κατά μήκος της επιφάνειας, λαμβάνοντας σημεία σε διακριτά διαστήματα. Αυτή η μέθοδος θεωρείται ακριβέστερη και ταχύτερη από τις παλαιότερες CMM.

Σάρωση με επαφή

- Το σημαντικότερο μειονέκτημα των σαρωτών με επαφή είναι η ίδια η επαφή με το αντικείμενο, καθώς δεν ενδείκνυται για ευαίσθητες επιφάνειες ή αρχαιολογικά ευρήματα που απαιτούν ευέλικτους χειρισμούς ώστε να μην προκληθούν φθορές στο αντικείμενο. Επίσης δεν ενδείκνυται για σάρωση γυάλινων επιφανειών και υγρών στοιχείων.
- Θεωρούνται πιο αργές από άλλες μεθόδους σάρωσης, λόγω της κίνησης του βραχίονα στον οποίο βρίσκεται ο αισθητήρας.
- Σημαντικό πλεονέκτημα τους είναι η ακρίβεια.
- Χρησιμοποιούνται συνήθως για σάρωση αντικειμένων από πηλό κεραμικής

Τρισδιάστατοι σαρωτές μη – επαφής

- Οι σαρωτές μη επαφής χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες: τους ενεργούς σαρωτές και τους παθητικούς .
- Αυτοί οι σαρωτές εκπέμπουν ακτινοβολίες και στη συνέχεια βάσει του τρόπου με τον οποίο ανακλώνται οι ακτινοβολίες από το αντικείμενο προς σάρωση, δημιουργείται ένα νέφος σημείων το οποίο στη συνέχεια αναλύεται.
- Παρότι θεωρούνται γρήγοροι σαρωτές, δεν μπορούν να καταγράψουν περιοχές με σκούρο κόκκινο χρώμα ή μαύρο γιατί αυτά τα χρώματα απορροφούν το φως. Επίσης δεν αποδίδουν με μεγάλη ακρίβεια διαφανείς επιφάνειες καθώς η ακτινοβολία τις διαπερνά.

Ενεργοί μη-επαφής σαρωτές

- Δεν απαιτούν επαφή με το αντικείμενο προς σάρωση, τοποθετούνται σε συγκεκριμένη απόσταση από το αντικείμενο και εκπέμπουν κάποιο είδος ακτινοβολίας όπως ακτίνες Χ, ή ακτίνες φωτός ή και υπερήχους με σκοπό την ανίχνευση των αντανακλάσεων του αντικειμένου.
- Στη συνέχεια αποδίδουν διανυσματικές συντεταγμένες σε κάθε σημείο της περιοχής σάρωσης.
- Σήμερα κατασκευάζονται τέτοιου είδους σαρωτές χωρίς τη χρήση επιβλαβών ακτινοβολιών, καταγράφοντας την πληροφορία βάσει του ανακλώμενου φωτός.

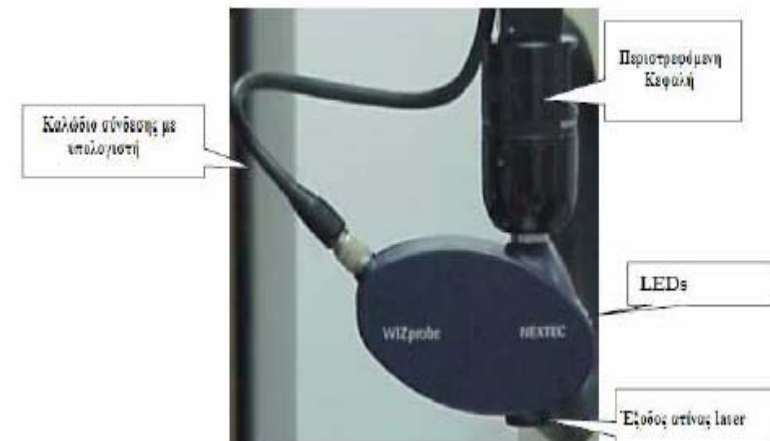
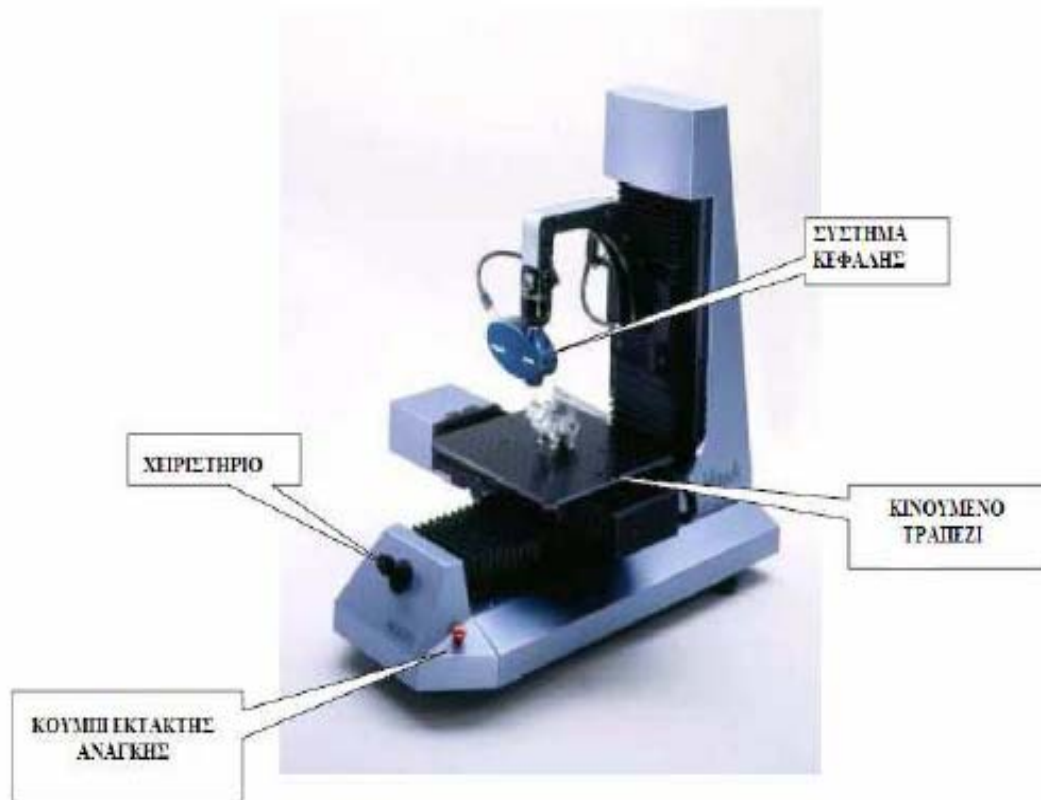
Τεχνολογίες σάρωσης στους ενεργούς μη-επαφής σαρωτές

- Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες σάρωσης που χρησιμοποιούνται στους ενεργούς μη – επαφής σαρωτές με κυριότερες τις εξής:
- Σάρωση μέτρησης του χρόνου ανάκλασης
- Σάρωση τριγωνοποίησης
- Σάρωση δομημένου φωτός

Σάρωση μέτρησης του χρόνου ανάκλασης

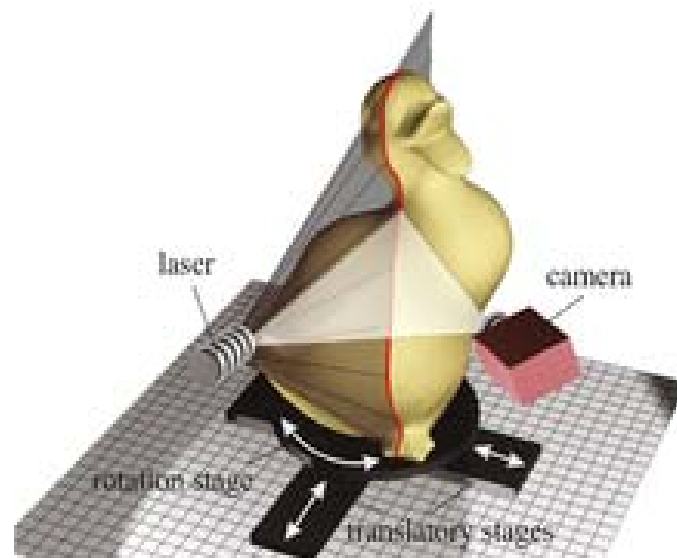
- Σε αυτούς τους σαρωτές χρησιμοποιείται ένας laser μετρητής της απόστασης του αντικειμένου από την πηγή εκπομπής, βάσει του χρόνου ανάκλασης. Με κάθε παλμό εκπομπής του φωτός, και με γνωστή την ταχύτητα του φωτός c , μπορεί να υπολογιστεί ο χρόνος που απαιτήθηκε για την επιστροφή του φωτός και συνεπώς η απόσταση που χρειάστηκε να διανυθεί για την επιστροφή του στο μετρητή. Έτσι για χρόνο μετ' επιστροφής t , η απόσταση που θα διανυθεί ισούται με $(c \cdot t)/2$.
- Η απόσταση είναι δυνατό να μετρηθεί μόνο σύμφωνα με τη διεύθυνση εκπομπής, γι αυτό για τον προσδιορισμό κάθε σημείου είναι απαραίτητη η εκτροπή της δέσμης της ακτινοβολίας.
- Αυτή η εκτροπή πραγματοποιείται είτε περιστρέφοντας το μετρητή απόστασης, ή περιστρέφοντας ειδικά διαμορφωμένα κάτοπτρα, με συνηθέστερη τεχνική τη δεύτερη λόγω του μικρότερου βάρους και της υψηλότερης ταχύτητας περιστροφής των κατόπτρων.

Σαρωτής μέτρησης του χρόνου ανάκλασης



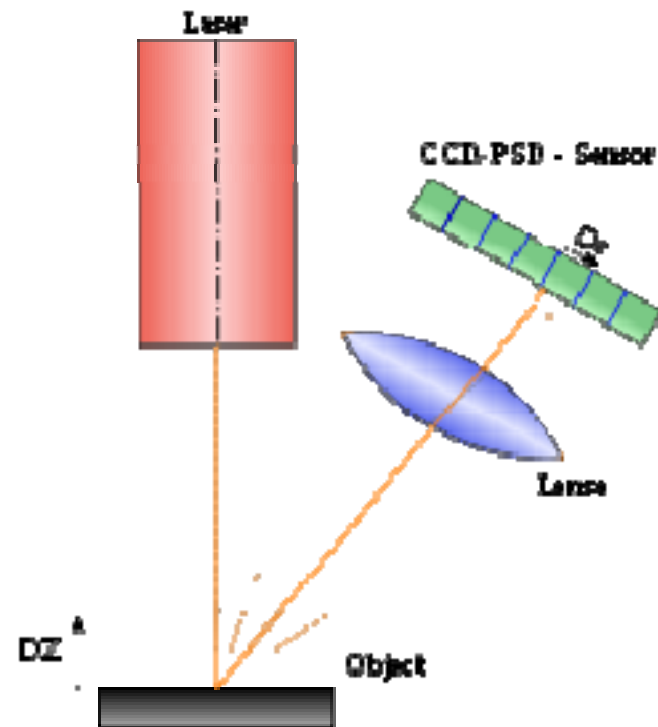
Σάρωση τριγωνοποίησης

- Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιείται εκπομπή δεσμών ακτινών laser και με τη βοήθεια μιας κάμερας, εντοπίζεται η θέση του ίχνους laser στο οποίο έχει εστιάσει η ακτίνα που εκπέμπεται.
- Ο όρος τριγωνοποίηση προκύπτει λόγω του τριγώνου που δημιουργείται μεταξύ του ίχνους laser, της κάμερας και της μηχανής εκπομπής της δέσμης της ακτίνας laser.



Σάρωση τριγωνοποίησης

- Με γνωστές τις εξής παραμέτρους:
 - απόσταση της κάμερας από την πηγή εκπομπής της ακτίνας laser
 - γωνία της εκπεμπόμενης ακτίνας και
 - γωνία της κάμερας, ο σαρωτής μέσω τριγωνομετρικών υπολογισμών, προσδιορίζει τις συντεταγμένες του ίχνους του laser επάνω στην επιφάνεια του αντικειμένου.
- Σε κάποιες περιπτώσεις εκπέμπεται ολόκληρη δέσμη ακτινών, αντί μόνο μιας.



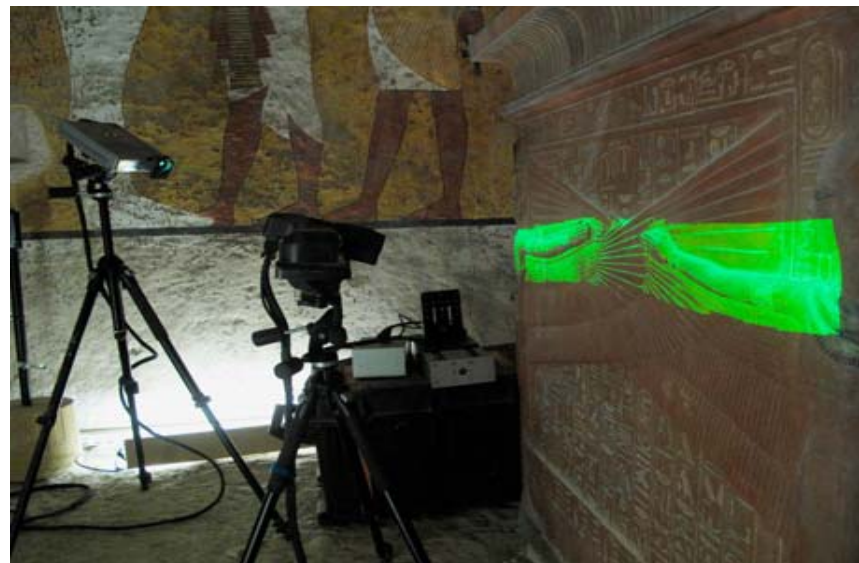
Σάρωση δομημένου φωτός

- Σε αυτή την περίπτωση πάνω στο αντικείμενο προβάλλεται ένα μοτίβο φωτός το οποίο μπορεί να είναι μονοδιάστατο ή δισδιάστατο και στη συνέχεια βάσει παρατηρήσεων στις παραμορφώσεις που θα προκύψουν προσδιορίζεται η θέση των σημείων του αντικειμένου.



Case study I – Μονοδιάστατο μοτίβο τύπου γραμμής

- Μια γραμμή φωτός προβάλλεται επάνω στο αντικείμενο χρησιμοποιώντας έναν LCD προτζέκτορα,.
- Με τη βοήθεια μια κάμερας ελέγχονται οι παραμορφώσεις στο σχήμα της γραμμής και με παρόμοια τεχνική με την τριγωνοποίηση , υπολογίζονται οι αποστάσεις των σημείων της επιφάνειας.
- Για να σαρωθεί ολόκληρη η επιφάνεια απαιτούνται πολλαπλές μετατοπίσεις της γραμμής



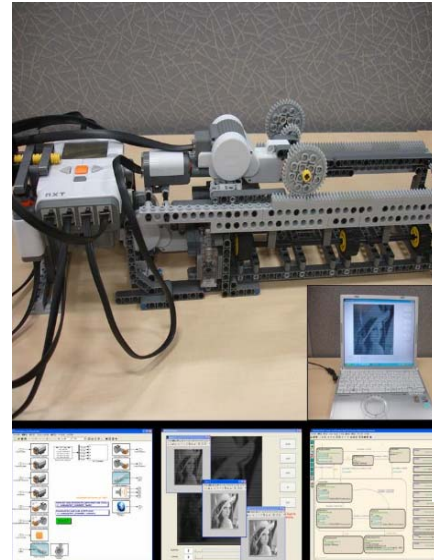
Case study II – Δισδιάστατο μοτίβο τύπου γραμμής

- Προβολή μιας σειράς γραμμών επάνω στην επιφάνεια
- Απαιτείται και εδώ η παρουσία κάμερας για τον έλεγχο των παραμορφώσεων, συν ένας σύνθετος αλγόριθμος για τον υπολογισμό της απόστασης των σημείων.



Παθητικοί μη-επαφής τρισδιάστατοι σαρωτές

- Οι παθητικοί λειτουργούν εντοπίζοντας την περιρρέουσα ακτινοβολία. Τέτοιου τύπου ακτινοβολία αποτελεί το ορατό φως.
- Οι παθητικές μέθοδοι είναι συνήθως πιο φτηνές και δεν απαιτούν την παρουσία συγκεκριμένου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.
- Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων σαρωτών όπως:
 - Stereoscopic video scanners
 - Image-based modeling scanners
 - Silhouette scanners
 - Κ.ά.



Κατηγοριοποίηση των μεθόδων σύμφωνα με το μέγεθος των αντικειμένων



- Τεχνολογίες ψηφιοποίησης μικροσκοπικών αντικειμένων
- Τεχνολογίες ψηφιοποίησης αντικειμένων μεσαίου μεγέθους
- Τεχνολογίες ψηφιοποίησης αντικειμένων μεγάλου μεγέθους

Τεχνολογίες ψηφιοποίησης μικροσκοπικών αντικειμένων

- Σε αυτή την κατηγορία τα αντικείμενα είναι διαστάσεων περίπου 100x100 χιλιοστών
- Προτιμητέες τεχνολογίες είναι αυτές που βασίζονται σε συστήματα τριγωνοποίησης ακτίνων laser που επιτρέπουν σαρώσεις μεγάλης ακρίβειας.
- Είναι συνήθως φορητά και σχετικά φθηνά.

Τεχνολογίες ψηφιοποίησης αντικειμένων μεσαίου μεγέθους

- Τα αντικείμενα είναι διαστάσεων άνω των 10 εκατοστών και μπορεί να φτάνουν έως και 1 με 2 μέτρα.
- Προτιμώνται οι τεχνικές δομημένου φωτός και ογκομετρικών μεθόδων μέτρησης (όπως η τομογραφία), καθώς και νέες τεχνικές όπως αυτή της ψηφιακής ολογραφίας, όπου το ολόγραμμα του αντικειμένου καταγράφεται με τη βοήθεια οπτικών αισθητήρων.

Τεχνολογίες ψηφιοποίησης αντικειμένων μεγάλου μεγέθους

- Στην κατηγορία αυτή τα αντικείμενα είναι μεγαλύτερα από 2 μέτρα (έως και 100 μέτρα).
- Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αυτή την κατηγορία είναι αυτές που κάνουν χρήση οπτικού radar, όπου η ακτίνα που ανακλάται ανιχνεύεται από ένα σύστημα «χρόνου πτήσης», το λεγόμενο time –of-flight.
- Επίσης χρησιμοποιείται η τεχνική της φωτογραμμομετρίας. Η πιο γνωστή αυτής της κατηγορίας ονομάζεται «καθοδηγούμενη στερεο-φωτογραμμομετρία», όπου λαμβάνονται εικόνες του αντικειμένου υπό διαφορετική γωνία σκόπευσης και στη συνέχεια συνενώνονται σε ένα ενιαίο σύνολο.
- Ενδείκνυται περισσότερο για ψηφιοποίηση μνημείων ή χώρων.

Συμπεράσματα - Χαρακτηριστικά που παίζουν ρόλο

- Οπτική ποιότητα του προβολικού συστήματος
- Ποιότητα της ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής
- Γωνία τοποθέτησης του προβολικού σύστημα έναντι του αντικειμένου
- Χαρακτηριστικά της επιφάνειας των αντικειμένων
- Μέγεθος αντικειμένου προς σάρωση
- Απόσταση λειτουργικότητας σαρωτή
- Ταχύτητα συστήματος σάρωσης
- Μορφολογία και ιδιαιτερότητες του αντικειμένου
- Κόστος συστήματος σάρωσης
- Ανάγκη ακρίβειας ή προσέγγισης αποτύπωσης του αντικειμένου ανάλογα με την εφαρμογή
- Συνολικός χρόνος ψηφιοποίησης

Συμπεράσματα - Χαρακτηριστικά που παίζουν ρόλο

- Συμβατότητα πραγματικού μοντέλου με το ψηφιακό μοντέλο
- Ευκολία χειρισμού – αυτοματοποίηση
- Οπτικό πεδίο σάρωσης και ταχύτητα αποτύπωσης
- Ακρίβεια αποτύπωσης τρισδιάστατης γεωμετρίας
- Ανάλυση αποτύπωσης του σαρωτή
- Αποτύπωση πληροφορίας υφής και ποιότητα αυτής
- Μέσος όρος συνολικού χρόνου αποτύπωσης ενός αντικειμένου
- Μέσος όρος συνολικού χρόνου επεξεργασίας του τρισδιάστατου μοντέλου
- Φορητότητα του συστήματος
- Υπολογιστικές απαιτήσεις

Συμπεράσματα - Συγκρίσεις μεθόδων

- Η μέθοδος ψηφιοποίησης με ακτίνες λέιζερ κοντινών αποστάσεων αποφέρει τα ακριβέστερα γεωμετρικά αποτελέσματα.
- Η μέθοδος προβολής δομημένου φωτισμού αποδίδει καλύτερη γεωμετρία από τη μέθοδο Σχήμα-Από-Σιλουέτες αλλά όχι καλύτερη από τα συστήματα λέιζερ.
- Τα αποτελέσματα της Σχήμα-Από-Δομημένο-Φως είναι ανώτερα από αυτά της μεθόδου Σχήμα-Από-Σιλουέτες αφού καταφέρνει να ανακτήσει γεωμετρία από κοίλες επιφάνειες.
- Επίσης, «συμπεριφέρεται» καλύτερα από τους σαρωτές λέιζερ σε ημιδιαφανή και χρωματιστά αντικείμενα.
- Η μέθοδος της Στερεοφωτογράφισης (Stereo-Close Range Photogrammetry) αποτελεί το κύριο εργαλείο, εδώ και αρκετές δεκαετίες, στο χώρο της αρχαιολογικής τεκμηρίωσης. Θεωρείται αποτελεσματική όταν υπάρχει περιορισμένος χρόνος πρόσβασης στο αντικείμενο .
- Η στερεοφωτογράφιση προσφέρει ένα γρήγορο τρόπο «αντίστροφης μοντελοποίησης» αντικειμένων από φωτογραφίες, όπου, όμως, δεν αποφέρει τα αποτελέσματα που φέρει η σάρωση με δομημένο φως.

Συμπεράσματα - Συγκρίσεις μεθόδων

- Η μέθοδος σάρωσης μέτρησης χρόνου ανάκλασης δίνει τη δυνατότητα λειτουργίας από μεγάλες αποστάσεις της τάξεως χιλιομέτρων, συνεπώς ενδείκνυται για σάρωση μεγάλων κατασκευών όπως κτίρια ή μελέτες σε γεωγραφικά και τοπογραφικά στοιχεία
- Δεν προσφέρει μεγάλη ακρίβεια (της τάξης κάποιων χιλιοστών), λόγω της μεγάλης ταχύτητας του φωτός για τον υπολογισμό του μετ' επιστροφής χρόνου
- Δεν προσφέρει μεγάλη ακρίβεια στην περίπτωση που το laser χτυπήσει σε μια ακμή του αντικειμένου και άρα η πληροφορία που αφορά σε ένα παλμό laser θα προέρχεται από δύο διαφορετικές διευθύνσεις. Έτσι η σχετική θέση του σημείου θα προκύψει κατά μέσο όρο με μεγάλη πιθανότητα λανθασμένης τοποθέτησης του σημείου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μείωση του πλάτους της δέσμης, κάτι που όμως θα σήμαινε μικρότερης ανάλυσης σάρωση.
- Απαραίτητη η σταθερότητα σε βαθμό χιλιοστού για τη σάρωση καθώς ο μετακινήσεις του αντικειμένου ή του σαρωτή μπορεί να προκαλέσουν αλλοιώσεις στο αποτέλεσμα, και έτσι είναι απαραίτητη η παρουσία

Συμπεράσματα - Συγκρίσεις μεθόδων

- Η σάρωση με τριγωνοποίηση παρέχει μεγάλη ακρίβεια λόγω της κοντινής απόστασης της τάξεως μερικών μικρομέτρων
- Λειτουργεί όμως μόνο σε κοντινές αποστάσεις και άρα υπάρχει περιορισμός των πεδίων σάρωσης
- Η σάρωση απόστασης των σημείων παρουσιάζει προβλήματα σε σαρώσεις αντικειμένων που παρουσιάζουν έντονη καμπυλότητα ή διακοπές της συνέχειας της επιφάνειας
- Παρέχει όμως μεγάλη ταχύτητα σάρωσης μιας και επιτυγχάνεται σάρωση πολλαπλών σημείων μονομιάς, κάτι που εξαλείφει τα προβλήματα που προκύπτουν από τις μετακινήσεις ή ενδεχόμενες δονήσεις που συναντώνται σε άλλες μεθόδους.

Που βρίσκουν εφαρμογή

- Ανάστροφη μηχανολογία
- Προτυποποίηση
- Στη βιομηχανία του θεάματος όπως σε βιντεοπαιχνίδια και ταινίες
- Βιομηχανικό σχέδιο
- Εποπτεία και καταγραφή αρχαιολογικών αντικειμένων
- Εποπτεία και καταγραφή τοπογραφικών στοιχείων καθώς και στην κατασκευή σηράγγων ή εργολαβικές μελέτες
- Αποτυπώσεις τεχνικών έργων (π.χ σήραγγες και γέφυρες)
- Έλεγχος μηχανολογικών εγκαταστάσεων και κτιρίων
-

Που βρίσκουν εφαρμογή

- Εποπτεία εσωτερικής αρχιτεκτονικής
- Κατασκευή προηγμένων ακουστικών βαρηκοΐας σύμφωνα με το αποτύπωμα του ακουστικού πόρου του κάθε χρήστη
- Έλεγχοι ασφαλείας σε αεροδρόμια
- Πλοήγηση και καθοδήγηση αυτοκινούμενων ρομπότ
- Απομακρυσμένη αλληλεπίδραση με αντικείμενα
- Κ.ά.

Γνωστές εταιρίες τρισδιάστατων σαρωτών για Laser

- [3D Digital](#)
- [3D Scanner](#)
- [3Shape](#)
- [DataPixel](#)
- [Axila](#)
- [Diff Scan handheld 3D scanner](#)
- **κ.α.**

Γνωστές εταιρίες για σαρωτών δομημένου φωτός

- [3D Metrics](#)
- [3D Shape GmbH](#)
- [BodySkanner](#)
- [Breuckmann](#)
- [C 3D Imaging](#)
- [CalTech 3D photography](#)
- [Capture3D](#)
- [ComfORTAC](#)

Optical Position Trackers



- [3rdTech HiBall-3100](#)
- [ArcSecond](#)
- [Image Guided Technologies](#)
- [Krypton](#)
- [Northern Digital](#)
- [PhoeniX Technologies](#)

Πηγές

- <http://www.mahalo.com/3d-scanners/>
- http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=view&id=55&Itemid=49
- http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2751/1/thomadakise_solidmodeling.pdf
- <http://www.mahalo.com/3d-scanners/>
- <http://www.buzzle.com/articles/3d-scanners.html>
- http://www.ehow.com/list_6740011_types-3_d-scanners.html
- http://www.3dmodel.gr/greek_edition/3d_laserscanner.html
- http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/SCIENTIFIC_PUBLICATIONS/SEIRA_I/ETOS_2007/tefhosA/07.pdf
- http://www.medvoi365.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=1955:-3d-laser-earcare-audioservice&catid=72:2008-12-01-08-27-36&Itemid=104
- <http://e-articles.info/t/i/8736//gr/>

Πηγές

- <http://www.tradeindia.com/fp624360/Aluminium-Castings.html>
- <http://www.3dscanco.com/about/3d-scanning/>
- <http://www.scannersflatbeds.com/3d-laser-scanning-2/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanner
- http://www.technologyinconservation.org/projects/tutankhamun/tut_recording.html
- <http://www.magnet.fsu.edu/education/tutorials/magnetacademy/mri/>
- http://www.mathworks.com/matlabcentral/figure_files/23153/2/fullsizeimage.jpg
- <http://coto2.wordpress.com/2010/01/11/full-body-scanners-may-damage-human-dna/>
- <http://www.dental-tribune.com/articles/content/id/408/scope/news/region/usa>
- http://www.metronom.com.au/3dlaser_scanner/revscan.html