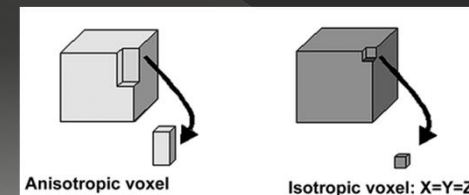


Μετεπεξεργασία εικόνας στην Αξονική Τομογραφία

- Οι σύγχρονοι αξονικοί τομογράφοι παράγουν πακέτα εγκαρσίων τομών
- Η σύνθεση των τομών αυτών απαρτίζει το σύνολο των ογκομετρικών δεδομένων σε μορφή voxels (pixels)
- Οι ογκομετρικές τεχνικές απεικονίζουν τα δεδομένα του εξετασθέντος ανατομικού όγκου στο σύνολό τους

Ισοτροπική απεικόνιση (voxels)

- Τα ισοτροπικά δεδομένα απαρτίζονται από voxels που έχουν όλες τις διαστάσεις ίσες (βάθος, μήκος και ύψος)



Προβολική εικόνα View projections

- Τα δεδομένα όγκου είναι 3-διάστατα και δεν μπορούν να απεικονιστούν ως τέτοια 2-D εικόνες
- Πρέπει επομένως να προβάλουμε αυτά τα δεδομένα σε ένα προβολικό επίπεδο παρόμοια με μια κινηματογραφική κάμερα

Προβολική εικόνα View projections

- Κάθε σημείο στα δεδομένα όγκου αντιστοιχίζεται με ένα σημείο στην προβολική εικόνα (επίπεδο, 2-D εικόνα)
- Η προβολική ακτίνα ξεκινά από το σημείο θέασης (viewpoint) και περνά από το σημείο που πρόκειται να αντιστοιχηθεί
- Το σημείο διατομής του προβολικού επιπέδου και της προβολικής ακτίνας είναι το προβολικό σημείο
- Το σημείο θέασης συνήθως τοποθετείται σε συγκεκριμένη απόσταση κατά μήκος της κάθετης γραμμής που περνά από το κέντρο του προβολικού επιπέδου.

- Παράλληλη προβολή
 - > Το σημείο θέασης βρίσκεται στο άπειρο
 - > Ταχύτερη ανασύνθεση
 - > Τα σχετικά μεγέθη και οι γωνίες διατηρούνται στην τελική εικόνα
- Συγκλίνουσα προβολή
 - > Τα αντικείμενα προβάλλονται σε ένα σημείο πίσω από το προβολικό επίπεδο
 - > Προκαλεί παραμόρφωση (τα πλησίον αντικείμενα φαίνονται μεγαλύτερα), μοιάζει με την πραγματικότητα
 - > Δεν επιτρέπει ακριβείς άμεσες μετρήσεις
- Στερεοσκοπική προβολή
 - > Δύο απόψεις-perspectives με μικρή μετατόπιση προς τα δεξιά και τα αριστερά δημιουργούν την αίσθηση του βάθους

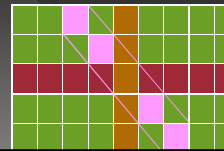
2D εργαλεία- cine

● Cine

- Επιτρέπει την ανάγνωση μεγάλου αριθμού τομών σε διάφορα επίπεδα
- Ακριβέστερη ανάδειξη περίπλοκης ανατομίας (πχ αγγεία που εισέρχονται και εξέρχονται σε μια τομή)
- Πιο ευδιάκριτες αλλοιώσεις
- Βασική μέθοδος ανάγνωσης

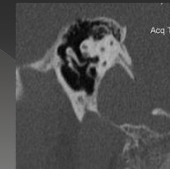
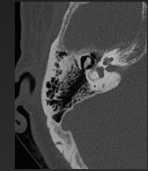
2D εργαλεία – MPRs Πολυεπίπεδες ανασυνθέσεις

- Σύνθεση των αρχικών τομών και ξανακάψιμο σε διάφορα επίπεδα, δηλ. από συγκεκριμένη γωνία θέασης, ανασύνθεση τομής από συγκεκριμένο βάθος μέσα στον όγκο απεικόνισης
- Οι στεφανιαίες και οι οβελιαίες τομές αποτελούν απλά στήλες από voxels
- Οι λοξές και οι κυρτές ανασυνθέσεις χρειάζονται επιπλέον διεργασίες παρεμβολής (interpolation)
- Το επίπεδο τομής προσδιορίζεται διαδραστικά σε εικόνες αναφοράς
- Η τομή μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε επίπεδο και με οποιοδήποτε πάχος



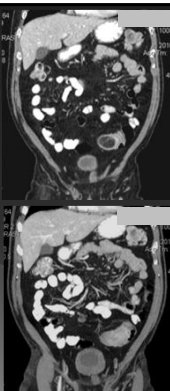
2D εργαλεία MPRs

- Λεπτές επικαλυπτόμενες τομές παράγουν λιγότερα artefacts στον άξονα –Z και έτσι παράγουν καλύτερες MPRs
- Η εικόνα που προκύπτει διατηρεί την χωρική διακριτική ικανότητα των αρχικών τομών οπότε δεν χρειάζεται σάρωση σε διαφορετικά επίπεδα (μείωση δόσης)
- MPRs από τομές 0.5mm διατηρούν τη χωρική διακριτική ικανότητα των αρχικών τομών οπότε δεν χρειάζεται σάρωση σε διαφορετικά επίπεδα (μείωση δόσης)



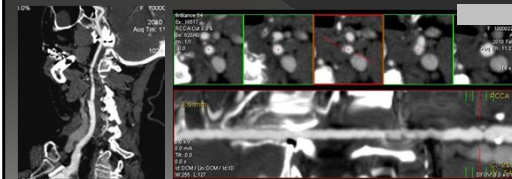
2D εργαλεία thick MPRs

- Συνήθως οι MPRs έχουν το πάχος ενός voxel
- Αύξηση του πάχους $\hat{=}$ βελτίωση του SNR
- Με την αύξηση του πάχους υπολογίζεται η μέση τιμή HU > 1 παρακείμενων voxels στη διαδρομή της προβολικής ακτίνας
- Διατηρείται η χωρική διακριτική ικανότητα εντός του επιπέδου τομής



2D εργαλεία – cMPRs

- Οι κυρτές curved - MPRs ακολουθούν τη διαδρομή μιας δομής
 - μεταφορά όλης της δομής σε ένα επίπεδο (παραμονή των ελικώσεων)
 - πλήρης ευθειασμός της δομής



2D εργαλεία – cMPRs

- Χρειάζεται ειδικό λογισμικό στο σταθμό επεξεργασίας
- Χρησιμοποιείται σε δομές που διασχίζουν πολλαπλά επίπεδα μέσα και έξω από τις τομές αναφοράς (π.χ. αγγεία)
- Ημι-αυτόματες
- Ο καλύτερος τρόπος για την ποσοτικοποίηση στενώσεων αγγείων όταν υπάρχουν ασβεστωμένες πλάκες

2D εργαλεία Αθροιστική προβολή ray sum projection

- Σαν πολύ μεγάλου πάχους MPR
- Μοιάζει με α/α
- Μπορεί να περιέχει μόνο συγκεκριμένες πυκνότητες
- Ο αποκλεισμός των οστών παράγει εικόνες που μοιάζουν με DSA



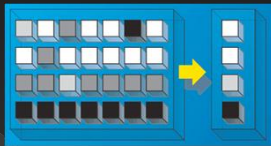
Artifacts

- Όσο κοντύτερα στο εγκάρσιο επίπεδο τόσο καλύτερη η ποιότητα της ανασύνθεσης
- Λεπτές τομές
- Επικαλυπτόμενες τομές

3D εργαλεία

- Maximum Intensity Projection MIP
- Minimum Intensity Projection minIP
- Surface Shaded Display SSD
 - › Μόνο ένα στρώμα από voxels χρησιμοποιείται στην εικόνα (~10% των δεδομένων)
- Volume Rendering techniques VRT
- Tissue transition projection TTP
 - › Χρησιμοποιούνται όλα τα δεδομένα

MIP



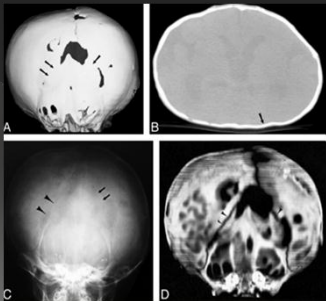
- Κάθε voxel της εικόνας ανασύνθεσης (2D εικόνα) αποδίδεται με πυκνότητα ίση προς τη μέγιστη πυκνότητα voxel που συναντά κάθε προβολική ακτίνα στη διαδρομή της (Οι άσπροι κύβοι αντιστοιχούν σε voxels με τη μέγιστη πυκνότητα, οι μαύροι κύβοι αντιστοιχούν σε voxels με τη χαμηλότερη πυκνότητα στη διαδρομή της προβολικής ακτίνας)

MIP - minIP

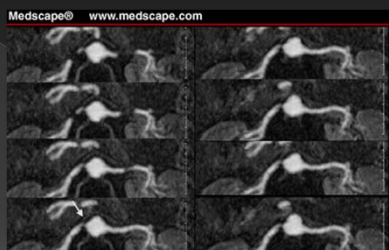
- MIP προέρχονται από σειρές παράλληλων προβολικών ακτίνων που διέρχονται από τα δεδομένα όγκου
- Μόνο η υψηλότερη (MIP), ή η χαμηλότερη (minIP) τιμή πυκνότητας των voxels αποδίδεται στην προβολική εικόνα (>95% των δεδομένων χάνεται)
- Υπάρχει απώλεια της αίσθησης του βάθους και δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε εάν μια δομή είναι μπροστά ή πίσω από μια μόνο εικόνα MIP
- Παράγουν εικόνες τύπου αγγειογραφίας και βοηθούν στην παρακολούθηση της διαδρομής των διαφόρων δομών
- Ο καρδιακός παλμός προκαλεί αλλοιώσεις στον παρακείμενο πνεύμονα
 - › Κομβολογιοειδή απεικόνιση των αγγείων
 - › Εικόνα τύπου εμφυσήματος

MIPs

- Διατήρηση της μέγιστης τιμής πυκνότητας ευνοεί την απεικόνιση των οστών παρά των ενισχυσμένων με σκιαγραφικό δομών (αγγεία)
- Ξεχωρίζουν οι τοιχωματικές αποτιτανώσεις από τον αυλό των αγγείων
- Αναδεικνύονται ακόμα και μικρά αγγεία
- Επηρεάζεται ταυτόχρονα και η background τιμή πυκνότητας ανάλογα με τις ανατομικές δομές, ιδιαίτερα όταν αυτές εμφανίζουν υψηλή πρόσληψη του σκιαγραφικού (νεφροί, ήπαρ), οπότε μειώνεται η αντίθεση δομής - περιβάλλοντος σε αυτές τις περιοχές
- Η απομάκρυνση δομών που προσλαμβάνουν από το background βελτιώνει την αντίθεση (contrast ratio)
- Το μικρό πάχος τομής (thin MIPs) βελτιώνει το λόγο αντίθεσης (contrast ratio) δομής - περιβάλλοντος
- Segmentation



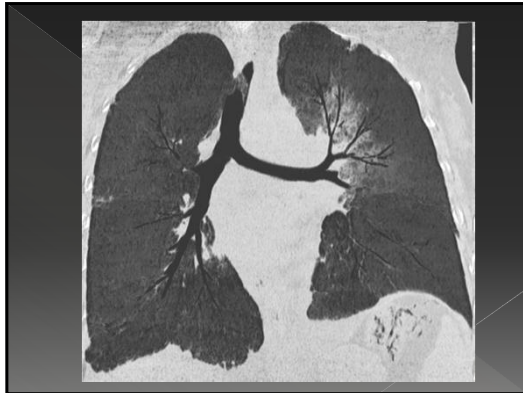
- Η χρήση επικαλυπτόμενων thin MIPs επιτρέπει την εκτίμηση των χωρικών σχέσεων των δομών
- > ένα επίπεδο
- Διατήρηση της χωρικής διακριτικής ικανότητας
- Το μεγάλο πάχος των εγκάρσιων τομών μειώνει την αντίθεση των μικρών αγγείων λόγω της μερικής απεικόνισης στο voxel (partial volume averaging)
- MIP contrast δεν μεταβάλλεται με την μεταβολή του πάχους της τομής



-

- Multi-Detector Row CT and Postprocessing Techniques in the Assessment of Diffuse Lung Disease.** Catherine Bagherian, Aubrey, MD, Catherine M, FRCR, Andrew Gohar, MD, Jatin Srivastava, MD and Philippe A. Horn. *Radiographics* 25: 1630-1652

- Χρήσιμη στο τραχειοβρογχικό δένδρο
- Κατανομή των αλλοιώσεων στις διάχυτες πνευμονοπάθειες
- Καλύτερη εάν το περιβάλλον έχει πυκνότητα μαλακών μορίων (μεσοθωράκιο, πύκνωση)
- Αύξηση του πάχους επηρεάζει την ανάδειξη των μικρών αεραγωγών
- Αποκλεισμός του αέρα από το περιβάλλον

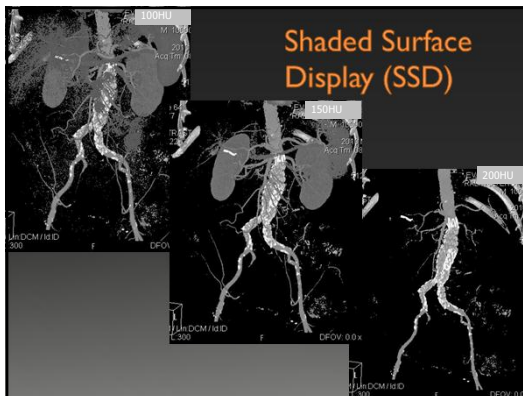


Surface Shaded Display, SSD

- Κάθε voxel από τον όγκο δεδομένων συμμετέχει ή δεν συμμετέχει στην τελική εικόνα συνήθως με σύσχεση της πυκνότητάς του προς μια τιμή κατωφλίου (threshold value)
- Αποδίδεται υποσύνολο των ογκομετρικών δεδομένων που περιλαμβάνει τα voxels με τιμές μέσα σε καθωρισμένα όρια που ορίζουν επιφάνειες
- Καθορίζονται ανώτερο και κατώτερο κατώφλιο τιμών και από συγκεκριμένη γωνία θέασης αποδίδεται η πρώτη επιφάνεια από voxels με πυκνότητες εντός των επιλεγμένων ορίων
- SSD pixels με πυκνότητες εντός των επιλεγμένων τιμών απεικονίζονται με τη μέγιστη πυκνότητα, ενώ pixels εκτός των ορίων αποδίδονται με πυκνότητα μηδέν και δε συμμετέχουν στην εικόνα

SSD

- Επειδή όλα τα pixels έχουν την ίδια σκιερότητα απεικονίζεται μόνο η επιφάνεια των ανατομικών δομών στις SSD και η πληροφορία για την πυκνότητα μιας δομής χάνονται εντελώς
- Επιλέγεται μόνο το εύρος τιμών για την ανασύνθεση και ο υπολογιστής παράγει την εικόνα
- Manually drawing around the boundaries of a structure and the computer will connect these areas automatically
- Απεικονίζεται μόνο η επιφάνεια (no 'see through') και > 90% των δεδομένων χάνονται



Segmentation - κατάτμηση

- Κατάτμηση - Segmentation
 - › Διαχωρισμός της εικόνας σε πολλαπλές [περιοχές ή αντικείμενα με συγκεκριμένα διακριτά χαρακτηριστικά (όργανα, όγκοι)]
- Η ανάδειξη συγκεκριμένων δομών μέσα σε ένα όγκο απαιτεί αρχικά την ταυτοποίησή τους
- Η τιμή πυκνότητας αποτελεί καλό δείκτη της παρουσίας μιας δομής
- Κατώφλιο - thresholding: επιλογή των voxels με πυκνότητα μέσα στο επιλεγμένο εύρος τιμών

- Το κατώφλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτοτελώς ή ως βάση για περαιτέρω επεξεργασία
- Με τη χρήση της λειτουργίας «seed» τα προϊόντα της κατάτμησης μπορούν να επιλεγούν, αποεπιλεγούν, συρρικνωθούν ή επεκταθούν

Επιλογή κατωφλίου

- Η ιδεώδης τιμή είναι αυτή που αποδίδει μια δομή με το πραγματικό της μέγεθος
- Πρόκειται για μια τιμή μεταξύ αυτής της ανατομικής δομής και του περιβάλλοντός της
- Περίπου 10% μικρότερη από την τιμή της υπό μελέτη δομής
- Μόνο οι δομές με μέγεθος > του πάχους τομής απεικονίζονται με φυσιολογικό μέγεθος
- Μεγάλο πάχος τομής προκαλεί λανθασμένη αντιπροσώπηση και σφάλματα μερικής εκπροσώπησης στο voxel
- Στα οστά παράγονται «οπές» όπου υπάρχει λέπτυνση
- Μπορεί να προκληθούν ψευδοστενώσεις ή απότομες διακοπές

Low threshold

- Περιλαμβάνει περισσότερα voxels αυξάνοντας το φαινόμενο μέγεθος και όγκο, αλλά
- επιτρέπει την ανάδειξη μικρότερων δομών
- Μειώνει την επίδραση των φαινομένων μερικής εκπροσώπησης στο voxel (partial volume averaging) και επιτρέπει ρεαλιστική απόδοση μικρών δομών
- Δημιουργεί «ιπτάμενα» pixels λόγω θορύβου
- Περιλαμβάνει άλλες δομές που προσλαμβάνουν το σκιαγραφικό

High threshold

- Περιλαμβάνει λιγότερα voxels μειώνοντας το φαινόμενο μέγεθος και όγκο
- Δεν δημιουργούνται «ιπτάμενα» pixels ή επιπροβολές δομών
- Σε οστεοπορωτικά οστά (χαμηλό κατώφλι οστών) η απομάκρυνση παρακειμένων δομών προκαλεί «οπές»

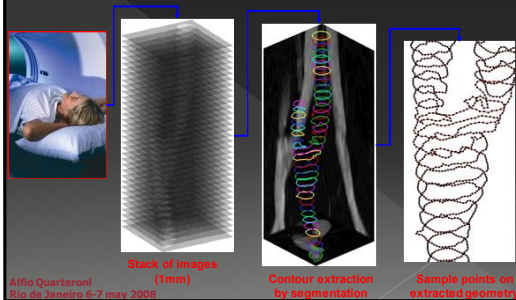
Εργαλεία κατάτμησης Segmentation tools

- Editing
- Region growing
- Dilatation / erosion
- Closing functions (removal of holes)
- Removal of flying pixels (floaters)
- Watershed algorithms
- Automated bone removal
- Automated volume analysis

Editing

- Χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση δομών που μπορεί να παρεμβληθούν στην ανάδειξη του ενδαγγειακού σκιαγραφικού
- Η ανάγκη για editing ποικίλλει ανάλογα με το είδος της εφαρμογής και τη 3-D τεχνική
- Απαραίτητη για τις MIP, όχι όμως τόσο για SSD, VR.
- Manual Editing: χρονοβόρο από τομή σε τομή
- 3-D editing πακέτου πιο αποδοτικό
 - › απαιτείται προβολή από σημείο που δεν προκαλεί επιπροβολές μεταξύ των δομών που απομακρύνονται και αυτών που απομένουν

Extracting geometry from medical images



Editing

- Αυτόματη κατάτμηση
 - Διατίθεται σε ειδικές περιοχές όπως πνεύμονας, κοιλιά, ήπαρ. Υπάρχει δυνατότητα διάδρασης σε πραγματικό χρόνο που την κάνει πολύ γρήγορη και αποτελεσματική
- Cut-Planes
 - Real-time volume rendering with clip plane editing provides a flexible means of interactively editing the actual 3-D image. User prescribed clip-planes can be positioned at any orientation or depth within volume.

Region growing

- Connectivity algorithms
- Selects pixels similar to the pixel of reference
- Sections or slabs
- Pseudo bridging of different areas
- Automatic separation with threshold change
- Manual separation

Dilatation / erosion

- Προσθήκη ή αφαίρεση pixels στην επιφάνεια μιας δομής ανάλογα με το σχήμα
- Απομάκρυνση ψευδογεφυρών

Closing functions

- Αφαίρεση «οπών»

Removal of floaters

Watershed algorithms

- Διαχωρισμός δομών που γεφυρώνονται καθορίζοντας τη χαμηλότερη τιμή πυκνότητας στη γέφυρα

Εφαρμογές

- Κυρίως στο σκελετό και τα αγγεία
- Διαδραστική πλοήγηση στην εικονική κολονοσκόπηση
- Οι εικόνες μπορούν να ιδωθούν από πολλαπλά σημεία θέασης και πολύπλοκες ανατομικές δομές να αναλυθούν

- ## Εφαρμογές
- Κυρίως στο σκελετό και τα αγγεία
 - Διαδραστική πλοήγηση στην εικονική κολονοσκόπηση
 - Οι εικόνες μπορούν να ιδωθούν από πολλαπλά σημεία θέασης και πολύπλοκες ανατομικές δομές να αναλυθούν

Volume rendering techniques (VRT)

- Παράγουν εικόνες επιφανειών ή ημιδιαφανών δομών
- Αποδίδουν όλο τον όγκο και όχι μόνο επιφάνειες ή MIP voxels, και επομένως δυννητικά μεταφέρουν περισσότερες πληροφορίες από τα μοντέλα επιφανείας
- Άθροιση της συνδρομής κάθε voxel στη διαδρομή της προβολικής γραμμής μέσα από τα δεδομένα όγκου. Ανάγκη για πιο ισχυρούς υπολογιστές
- Παράγει εικόνες συνδυάζοντας SSD και MIP και αποδίδοντας εύρος τιμών διαφάνειας στις τιμές πυκνότητας
- Η βασική αρχή είναι η επιλογή διαφόρων ομάδων voxels ανάλογα με την πυκνότητά τους σε HU και η αντιστοίχιση σε χρώματα και διαφάνειες
- Κατάτμηση των δεδομένων με βάση την πυκνότητα των voxels

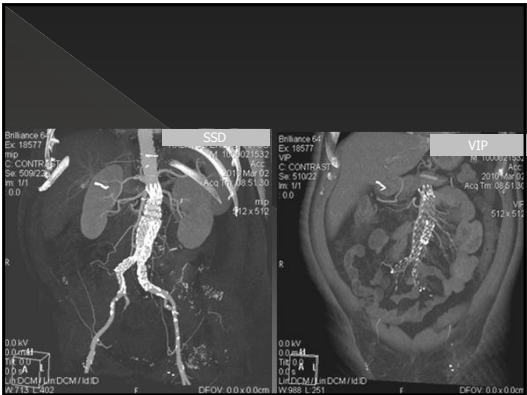
- ## Volume rendering techniques (VRT)
- Παράγουν εικόνες επιφανειών ή ημιδιαφανών δομών
 - Αποδίδουν όλο τον όγκο και όχι μόνο επιφάνειες ή MIP voxels, και επομένως δυννητικά μεταφέρουν περισσότερες πληροφορίες από τα μοντέλα επιφανείας
 - Άθροιση της συνδρομής κάθε voxel στη διαδρομή της προβολικής γραμμής μέσα από τα δεδομένα όγκου. Ανάγκη για πιο ισχυρούς υπολογιστές
 - Παράγει εικόνες συνδυάζοντας SSD και MIP και αποδίδοντας εύρος τιμών διαφάνειας στις τιμές πυκνότητας
 - Η βασική αρχή είναι η επιλογή διαφόρων ομάδων voxels ανάλογα με την πυκνότητά τους σε HU και η αντιστοίχιση σε χρώματα και διαφάνειες
 - Κατάτμηση των δεδομένων με βάση την πυκνότητα των voxels

VRT controls

- Window width και level
- Διαφάνεια
 - Αναφέρεται στο κατά τον οποίο δομές κοντά στον εξεταστή εμποδίζουν την ανάδειξη δομών που είναι πιο μακριά
 - Οι τιμές διαφάνειας ποικίλλουν από 0% έως 100% και παρόντων ιστόγραμμα διαφάνειας
 - Μεταβάλλουν το φαινόμενο μέγεθος των δομών. Μεγαλύτερη αδιαφάνεια κάνει τις δομές να φαίνονται μεγαλύτερες ενώ χαμηλότερες τιμές κάνουν τις δομές μικρότερες
 - Διαφάνεια 50% δίνει τις ακριβέστερες μετρήσεις της διαμέτρου των αγγείων
 - Διαφορά χρώματα αποδίδονται σε διαφορετικούς βαθμούς αδιαφάνειας / πυκνότητας παράγοντας χρωματικούς χάρτες των διαφορετικών οργάνων

- ## VRT controls
- Window width και level
 - Διαφάνεια
 - Αναφέρεται στο κατά τον οποίο δομές κοντά στον εξεταστή εμποδίζουν την ανάδειξη δομών που είναι πιο μακριά
 - Οι τιμές διαφάνειας ποικίλλουν από 0% έως 100% και παρόντων ιστόγραμμα διαφάνειας
 - Μεταβάλλουν το φαινόμενο μέγεθος των δομών. Μεγαλύτερη αδιαφάνεια κάνει τις δομές να φαίνονται μεγαλύτερες ενώ χαμηλότερες τιμές κάνουν τις δομές μικρότερες
 - Διαφάνεια 50% δίνει τις ακριβέστερες μετρήσεις της διαμέτρου των αγγείων
 - Διαφορά χρώματα αποδίδονται σε διαφορετικούς βαθμούς αδιαφάνειας / πυκνότητας παράγοντας χρωματικούς χάρτες των διαφορετικών οργάνων

- **Brightness**
 - > Η φωτεινότητα ποικίλλει από 0 έως 100%.
 - > Επιδρά στη μορφή της εικόνας αλλά δεν επηρεάζει την ακρίβεια και δεν αλλάζει τη φαινόμενη διάμετρο των δομών
 - > Οι ρυθμίσεις της φωτεινότητας είναι υποκειμενικές. Το 100% φαίνεται ικανοποιητικό για τις περισσότερες εφαρμογές



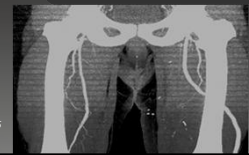
Artefacts

- Venetian blind artefact
 - Φωτεινές και σκοτεινές λωρίδες στις 3-D εικόνες λόγω περιοδικότητας των μεταβολών του θορύβου οι οποίες προκαλούνται από την αλληλεπίδραση της ανομοιογένειας του θορύβου και των αλγορίθμων ανασυνθέσης
- Λιγότερο πιθανές οι ψευδοστενώσεις από τις SSD
- Παραγωγή artefacts στην επιφάνεια των δομών λόγω θορύβου

Jiang Hsieh. Investigation of an image artifact induced by projection noise inhomogeneity in multi-slice helical computed tomography. Phys. Med. Biol. 48 (2003) 341-356
PII: S0031-9155(03)00222-0



- # Artefacts
- Venetian blind artefact
 - Φωτεινές και σκοτεινές λωρίδες στις 3-D εικόνες λόγω περιοδικότητας των μεταβολών του θορύβου οι οποίες προκαλούνται από την αλληλεπίδραση της ανομοιογένειας του θορύβου και των αλγορίθμων ανασυνθέσης
 - Λιγότερο πιθανές οι ψευδοστενώσεις από τις SSD
 - Παραγωγή artefacts στην επιφάνεια των δομών λόγω θορύβου
- Jiang Hsieh. Investigation of an image artifact induced by projection noise inhomogeneity in multi-slice helical computed tomography. Phys. Med. Biol. 48 (2003) 341-356
PII: S0031-9155(03)00222-0
- 



Artefacts

- Venetian blind artefact
 - Φωτεινές και σκοτεινές λωρίδες στις 3-D εικόνες λόγω περιοδικότητας των μεταβολών του θορύβου οι οποίες προκαλούνται από την αλληλεπίδραση της ανομοιογένειας του θορύβου και των αλγορίθμων ανασυνθέσης
- Λιγότερο πιθανές οι ψευδοστενώσεις από τις SSD
- Παραγωγή artefacts στην επιφάνεια των δομών λόγω θορύβου

Jiang Hsieh. Investigation of an image artifact induced by projection noise inhomogeneity in multi-slice helical computed tomography. Phys. Med. Biol. 48 (2003) 341-356
PII: S0031-9155(03)00222-0



Artefacts

- Λιγότερο πιθανές οι ψευδοστενώσεις από τις SSD
- Παραγωγή artefacts στην επιφάνεια των δομών λόγω θορύβου

VRT Applications

- CTA
 - › Αυλός και αποτιτανωμένες πλάκες
 - › Εγχρωμη χαρτογράφηση αρτηριών και φλεβών
 - › Ανάδειξη θρόμβου σε ανευρύσματα
 - › Εκτομή επιπροβαλλομένων δομών
- Μυοσκελετικό
 - › Ανάδειξη επιπλεγμένων καταγμάτων (κοτύλη)
 - › Σχεδιασμός επεμβατικών πράξεων
 - › Λιγότερες οπές από την SSD
 - › Αάδειξη οστών, τενόντων και επιφάνειας δέρματος
 - › Μεσοσπονδύλιοι δίσκοι

VRT Εφαρμογές

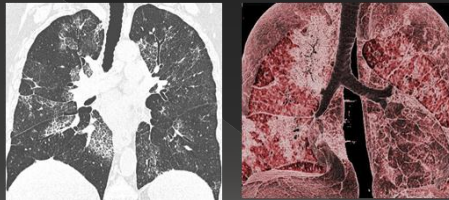
- Τραχειοβρογχικό δένδρο
 - › Εκμαγείο ή ημιδιαφανής απεικόνιση των αεραγωγών
 - › Εικονική ενδοσκόπηση
- Πνεύμονες
 - › Tissue transition projections (TTP)
 - › Ανάδειξη της επιφάνειας του πνεύμονα
 - › Θέση όγκου και ανατομικές σχέσεις
- Παχύ έντερο
 - › Εικονική κολονοσκόπηση
 - › TTPs
 - › Εικονική παθολογοανατομία

Volume Intensity Projection - VIP

- VIP αποδίδει τις υψηλότερες τιμές πυκνότητας στα κοντινά στον παρατηρητή voxels και τις χαμηλότερες τιμές στα απομακρυσμένα δημιουργώντας την αίσθηση του βάθους



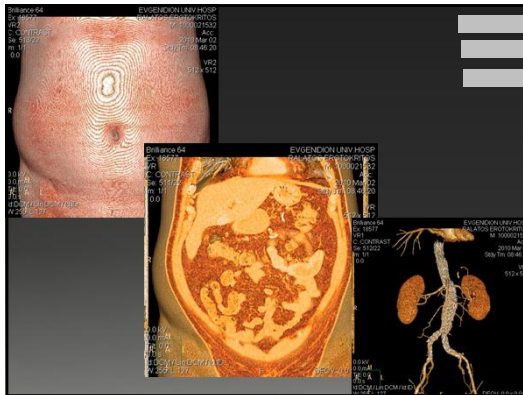
Three-dimensional VR



- 3-D VR αποδίδει με χρώμα και διαφάνεια κάθε κατώφλι πυκνότητας που επιλέγεται
- Όλα τα δεδομένα του όγκου ενσωματώνονται και αυτό παράγει μια μακροπαθολογοανατομική εικόνα

3D-volume rendering VRs

- Χρησιμοποιεί όλα τα δεδομένα για να παράγει εικόνα
- Δεδομένα από όλα τα voxels αθροίζονται και απεικονίζονται σαν συντεθειμένη εικόνα στην οθόνη
- Μεταβάλλοντας τις παραμέτρους τα δεδομένα εκτεμνούνται ανάλογα με την πυκνότητα και αράγουν εικόνες της περιοχής ενδιαφέροντος
- Οι εικόνες είναι διαφανείς αντίθετα από τις SSD



VR artifacts

- ◉ Staircasing
- ◉ Aliasing
- ◉ Rippling
- ◉ Slicing
- ◉ Highlight flashing

Automated bone removal Automated volume analysis

- ◉ Automatic or semiautomatic techniques
- ◉ Bone removal
- ◉ Vessel analysis
- ◉ Lung nodule identification / volumetric assessment
- ◉ Virtual colonoscopy CAD
- ◉ Dissarticulation of joints

Virtual endoscopy – Εικονική ενδοσκόπηση

- ◉ Αποδίδει την εσωτερική επιφάνεια κοίλων δομών
- ◉ Παράγονται εικόνες SSD με κατάλληλα ρυθμίσεις σκιερότητας - διάφάνειας
- ◉ Προοπτική προβολή
- ◉ Η πηγή φωτός τοποθετείται σε σημεία που επιτρέπει ικανοποιητικό φωτισμό όλων των ορατών επιφανειών
- ◉ Γωνία θέασης 60-90° όπως τα οπτικά ενδοσκόπια
- ◉ Η μεγέθυνση - Zooming κάνει τα pixels ορατά αλλά είναι απαραίτητη.

Virtual endoscopy

- ◉ Χρησιμοποιεί οδηγό διαδρομής - navigator
 - > Πρέπει πάντα να είναι μέσα στον αυλό και μακριά από το τοίχωμα
 - > Όσο πιο καλά στο κέντρο του αυλού γίνεται
 - > Ομαλή διαδρομή χωρίς υπερβολικές γωνίες
- ◉ Γίνεται και με το χέρι
- ◉ Υποβοήθηση από Η/Υ
- ◉ Το φως ταξιδεύει πάνω στον οδηγό διαδρομής

References

- ◉ Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body [Mathias Prokop, Michael Galanter, Cornelia Schaefer-Prokop, Aart J. van der Molen](#)
- ◉ Virtual endoscopy and related 3D techniques [P. Rogalla, J. Terwisscha van Scheltinga, B. Hamm, Springer](#)
- ◉ CT Angiography of Intracranial Aneurysms: A Focus on Postprocessing [Bernad F. Tomandl, MD, Niels C. Kostner, Miriam Schempershofe, Walter J. Hu, MD, Christian Strauss, MD, Lars Anker, MD and Peter Hainstreiter, PhD](#)
- ◉ CT and MR Colonography: Scanning Techniques, Postprocessing, and Emphasis on Polyp Detection [Henry W. H. Geenen, MD, Shahid H. Jang, MD, PhD, J. H. Heijmans, MD, Jan-Willem H. Heijmans, MD, Peter H. Heijmans, MD, PhD and G. A. H. Heijmans, MD, PhD](#)
- ◉ [http://radiographics.rsna.org/cgi/content/abstract/25/6/1639](#)