

Βασική μορφολογία του συστήματος αξονικού τομογράφου

Υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία ενός συστήματος αξονικού τομογράφου, που είναι τα εξής:

- α) Το σύστημα απεικόνισης (απόκτησης δεδομένων)
- β) Το σύστημα υπολογισμού (χειρισμού δεδομένων)
- γ) Το σύστημα επίδειξης και καταγραφής της εικόνας.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

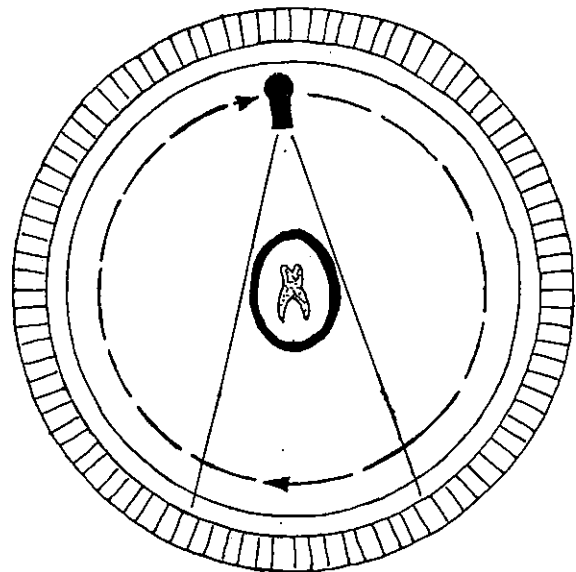
Το σύστημα αυτό της συσκευής αποτελείται από τη γεννήτρια των ακτίνων X, από τη λυχνία των ακτίνων X, από το σύστημα διερευνητών-ανιχνευτών της ακτινοβολίας και από το εξεταστικό τραπέζι του ασθενούς.

Η λυχνία των ακτίνων X και οι ανιχνευτές-διερευνητές φιλοξενούνται στο τμήμα εκείνο της συσκευής που ονομάζεται μονάδα σάρωσης (Gantry). Η μονάδα σάρωσης είναι ένα πλαίσιο που περιβάλλει το τμήμα εκείνο του σώματος του ασθενούς που εξετάζεται. Το κυκλικό άνοιγμα της μονάδας σάρωσης, διαμέσου του οποίου ο ασθενής κινείται κατά τη διάρκεια της εξέτασης, ποικίλλει συνήθως σε εύρος στα διάφορα συστήματα, με διάμετρο που κυμαίνεται από 45 έως 66 cm.

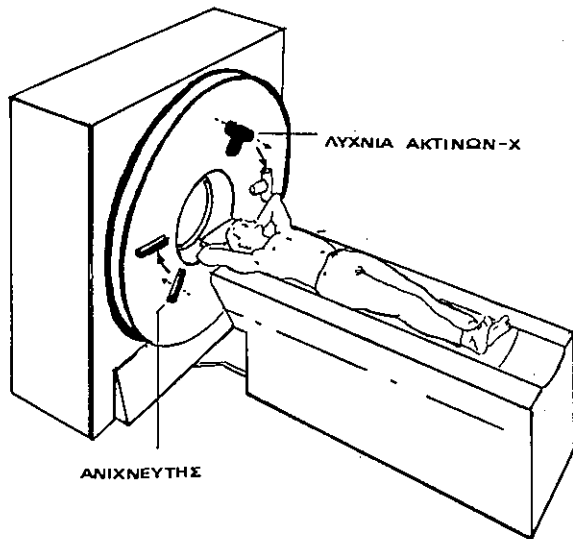
Η μονάδα σάρωσης μπορεί να αποκλίνει από την κατακόρυφη θέση έτσι ώστε να επιτρέπει την εξέταση όχι μόνο σε αξονικό (εγκάρσιο), αλλά και σε κορωνιαίο (κατά μέτωπο) επίπεδο.

Η κλίση αυτή μπορεί να ποικίλλει από 20°-25°, σε σχέση με την κατακόρυφη θέση.

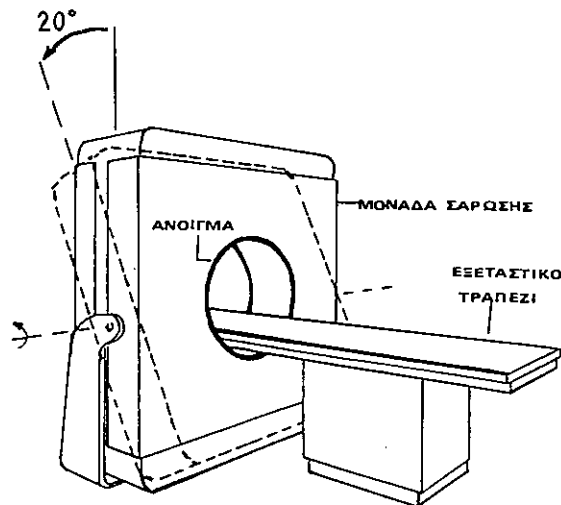
Το εξεταστικό τραπέζι διαθέτει μια επιφάνεια όπου ξαπλώνει ο ασθενής και η οποία μπορεί να μετακινείται προγραμματισμένα από τον υπολογιστή σε προκαθορισμένες αποστάσεις, που μπορεί να ποικίλλουν από 1 mm έως μερικά cm. Επιπρόσθετοι έλεγχοι, μπορούν να εκτελούν και άλλες ρυθμίσεις, όπως αυτές του ύψους, της ταχύτητας μετακίνησης του εξεταστικού τραπεζιού κ.ά. (Εικ. 1-3).



Εικ. 1. Σχηματική αναπαράσταση της διάταξης των διερευνητών-ανιχνευτών της ακτινοβολίας (α) και της περιστρεφόμενης γύρω από το εξεταζόμενο τμήμα του σώματος λυχνίας (λ).



Εικ. 2. Η λυχνία και οι ανιχνευτές-διευρυνητές της ακτινοβολίας όπως φιλοξενούνται στη μονάδα σάρωσης της συσκευής του αξονικού τομογράφου. Διακρίνεται το κυκλικό άνοιγμα της μονάδας σάρωσης, δια μέσου του οποίου μετακινείται ο ασθενής προγραμματισμένα, σύμφωνα με τις ανάγκες της εξέτασης.



Εικ. 3. Διακρίνεται η κλίση την οποία μπορεί να προσλάβει η μονάδα σάρωσης, έτσι ώστε και με κατάλληλη τοποθέτηση της κεφαλής του ασθενή, να είναι δυνατή η απόκτηση όχι μόνο αξονικών, αλλά και κορωνιαίων τομών.

Η ακριβής τοποθέτηση του ασθενούς και ο καθορισμός του σημείου τομής υποβοηθούνται από μία φωτεινή δέσμη-δείκτη που υπάρχει στη μονάδα σάρωσης. Σε ορισμένα συστήματα χρησιμοποιείται ανάλογη δέσμη laser.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Η αποκτώμενη από τους ανιχνευτές πληρο-

φόρηση μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή και αποστέλλεται στον υπολογιστή για επεξεργασία. Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται κυρίως για να εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες:

1) Να επικοινωνεί με το χρήστη για την ενεργοποίηση των δεδομένων και για τη χρήση διαλόγου,

2) να βοηθά στην τεχνική διαδικασία της εξέτασης και

3) να παρέχει ανασύνθεση και συμπληρωματική επεξεργασία εικόνας.

Τα τμήματα του συστήματος υπολογισμού που εκτελούν τις παραπάνω διεργασίες είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας και οι συσκευές εισόδου-εξόδου.

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας είναι το κύριο μέρος του συστήματος υπολογισμού. Αυτή αποτελείται από μια μονάδα εκτέλεσης αριθμητικών-λογικών διεργασιών, από διάφορα κυκλώματα ελέγχου και από τη μονάδα μνήμης.

Μονάδα εκτέλεσης αριθμητικών - λογικών διεργασιών.

Η μονάδα αυτή χρησιμοποιείται για υπολογιστικούς σκοπούς. Τα δεδομένα αποστέλλονται στην μονάδα μνήμης για περαιτέρω χειρισμούς.

Μονάδα μνήμης.

Η μονάδα μνήμης εναποθηκεύει πληροφορήση, όπως τα δεδομένα και τα διάφορα προγράμματα, τα οποία πρέπει να τοποθετούνται στον υπολογιστή και να χρησιμοποιούνται όταν αυτό είναι επιθυμητό.

Υπάρχουν 2 είδη εναποθήκευσης, η πρωτογενής και η δευτερογενής. Στη δευτερογενή εναποθήκευση χρησιμοποιούνται συσκευές όπως οι μαγνητικοί δίσκοι, οι μαγνητικές ταινίες και τα τύμπανα. Αυτά αναφέρονται και ως υποβοηθητικές μνήμες και λειτουργούν για να συμπληρώνουν την κυρίως μνήμη. Αυτός ο τύπος μνήμης χρησιμοποιείται αρκετά στον αξονικό τομογράφο.

Η μονάδα ελέγχου.

Η μονάδα αυτή συντονίζει το χειρισμό του αξονικού τομογράφου. Αυτή κατευθύνει όλες τις άλλες μονάδες με τη χρήση προγραμμάτων που εναποθηκεύονται στη μνήμη και αποστέλλουν δεδομένα στη μονάδα εκτέλεσης αριθμητικών-λογικών διεργασιών προς επεξεργασία· η μονάδα ελέγχου, αποστέλλει την πληροφόρηση πίσω για εναποθήκευση ή σε μια κατάλληλη συσκευή εξαγωγής για απεικόνιση. Για παράδειγμα, ένας εκτυπωτής (συσκευή εξαγωγής) θα απαντήσει, δηλαδή θα τυπώσει, όταν λάβει εντολή από τη μονάδα ελέγχου.

Η κονσόλα του υπολογιστή.

Η κονσόλα του υπολογιστή αποτελείται συνήθως από ένα πλαίσιο ελέγχου που συνδυάζεται με γραφομηχανή ή και με ένα monitor λυχνίας καθοδικών ακτίνων που συνοδεύεται από ένα πληκτρολόγιο. Ένας αριθμός κουμπιών και διακοπών στο πλαίσιο ελέγχου της κονσόλας του υπολογιστή, συν το πληκτρολόγιο της γραφομηχανής ή της λυχνίας καθοδικών ακτίνων, επιτρέπουν στο χειριστή να επικοινωνεί με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, εισάγοντας δεδομένα ή δίδοντας εντολές.

Οι συσκευές εξαγωγής.

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού έτσι ώστε να μπορεί να ερμηνευθεί από το άτομο που χειρίζεται τη συσκευή. Παραδείγματα συσκευών εξαγωγής είναι ο υψηλής ταχύτητας εκτυπωτής και η συσκευή απεικόνισης της λυχνίας των καθοδικών ακτίνων (Εικ. 4).

Ο χειρισμός ενός υπολογιστή κατευθύνεται με μια σειρά εντολών οι οποίες αποτελούν το πρόγραμμα. Αυτό το πρόγραμμα εξειδικεύει τις απαραίτητες διαδικασίες, για να λύσει κάποιο πρόβλημα.

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

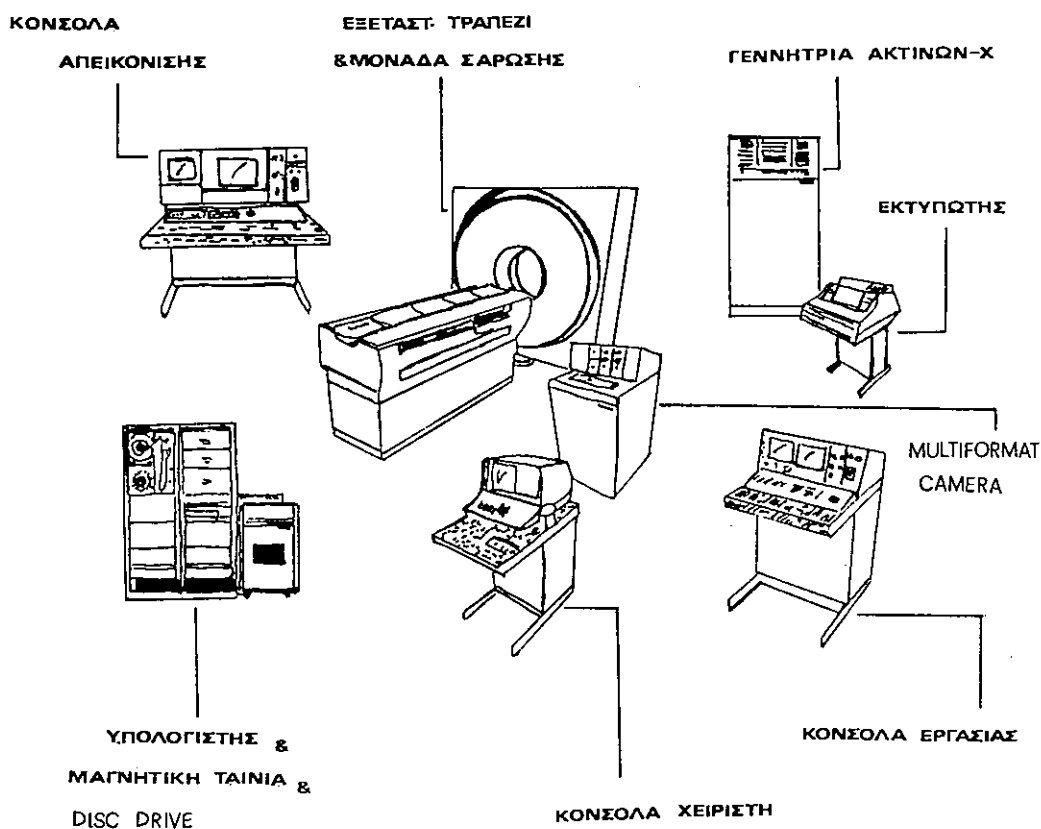
Πριν αναφερθούμε στην διαδικασία σχηματισμού της εικόνας, είναι απαραίτητο να σχολιάσουμε κάποιες βασικές έννοιες και συγκεκριμένα να πούμε τι είναι Μήτρα (Matrix), Στοιχειώδης κυψέλη ή στοιχείο (Pixel) και Στοιχειώδης μονάδα όγκου (Voxel).

Η Μήτρα μπορεί να καθορισθεί σαν μία ορθογώνια παράταξη στοιχείων, η οποία είναι διευθετημένη σε σειρές, στήλες και στοιχεία (Εικ.5). Κάθε στοιχείο (διεύθυνση ή εντόπιση) στη Μήτρα θα έχει έναν αριθμό που θα σχετίζεται με αυτό και θα εκπροσωπεί έναν συντελεστή γραμμικής εξασθένησης.

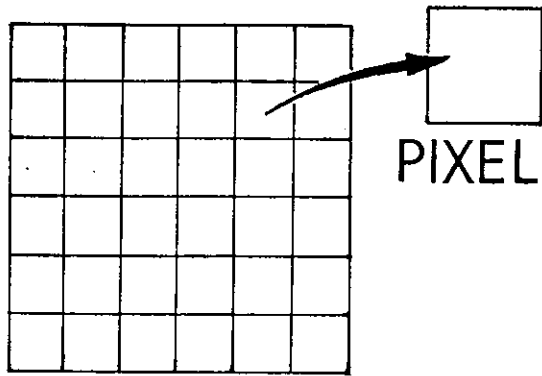
Ο όρος "μέγεθος της Μήτρας" (Matrix size) δηλώνει τον αριθμό των σειρών και στηλών. Για παράδειγμα, μία μήτρα 80X120 έχει 80 σειρές και 120 στήλες. Ο ολικός αριθμός των στοιχείων είναι ίσος με τον αριθμό των σειρών πολλαπλασιαζόμενον επί τον αριθμό των στηλών και είναι 9.600 για μια μήτρα 80X120.

Μια τετράγωνη Μήτρα είναι μια ειδική περίπτωση όπου ο αριθμός των στηλών είναι ίσος με τον αριθμό των σειρών.

Θα μπορούσαμε να πούμε διαφορετικά ότι



Εικ. 4. Σχηματική διάταξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος αξονικού τομογράφου.



Εικ. 5. Σχηματική παράσταση μιας ορθογώνιας παράταξης στοιχειωδών κυψελών ή στοιχείων (pixels), που είναι διευθετημένα σε σειρές και σε στήλες.

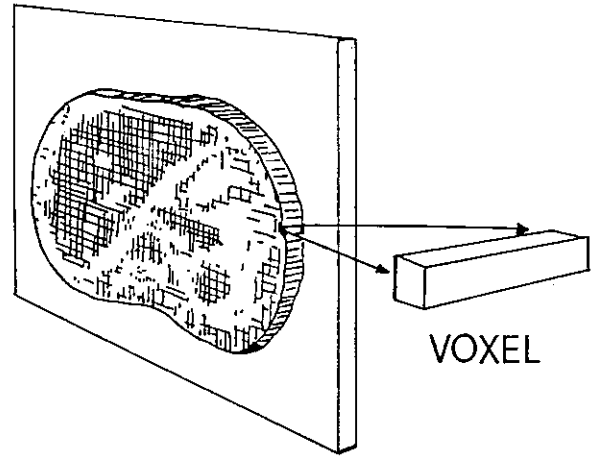
μία μήτρα σχηματίζεται από σειρές ίσα διηρημένων οριζόντιων και κατακόρυφων γραμμών, οι οποίες συμπλέκονται για να σχηματίσουν μια εσχάρα. Οι διατεμνόμενες γραμμές της εσχάρας σχηματίζουν συγκεκριμένα στοιχεία μήτρας (Pixels) (Εικ. 5). Επειδή οι κατακόρυφες και οριζόντιες γραμμές έχουν χωρισθεί σε ίσα μέρη, κάθε στοιχείο έχει μορφή τετραγώνου. Αυτά λοιπόν είναι τα συγκεκριμένα στοιχεία ή στοιχειώδεις κυψέλες, που αποδίδονται διεθνώς με το όνομα "Pixel".

Μια εσχάρα Μήτρας, μπορεί να τοποθετηθεί επάνω σε μια εγκάρσια τομή ή φέτα ιστού. Κάθε στοιχείο ή Pixel της Μήτρας αναπαριστά ή καλύπτει ένα μικρό μέρος της εγκάρσιας τομής. Εάν μία μήτρα κάποιου δεδομένου μεγέθους, π.χ 320X320, τίθεται επάνω σε μια εγκάρσια τομή κάποιας ορισμένης περιοχής, π.χ 48X48 cm., τότε κάθε Pixel θα αναπαριστά μια μικρή περιοχή της εγκάρσιας τομής και συγκεκριμένα μια περιοχή 1,5X1,5 mm.

Επειδή η τομή του ιστού έχει ένα ορισμένο πάχος ή βάθος, μπορεί να θεωρηθεί ως αποτελούμενη από συγκεκριμένα στοιχεία όγκου, τα οποία ονομάζονται στοιχειώδεις μονάδες όγκου ή Voxels (Εικ.6).

Κάθε Voxel φαίνεται να είναι σαν ένα μικρό κουτί, του οποίου η εγκάρσια επιφάνεια τομής αντιστοιχεί με αυτήν ενός Pixel και το πάχος του αντιστοιχεί με το πάχος τομής που έχει καθορισθεί για την εξέταση.

Η κύρια διαδικασία της αξονικής τομογραφίας είναι ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή γραμμικής εξασθένησης που σχετίζεται με καθένα από αυτά τα Voxels και η καλύτερη δυνατή επεξεργασία αυτής της πληροφορίας.



Εικ. 6. Σχηματική παράσταση μιας μήτρας τοποθετημένης επάνω σε μία εγκάρσια τομή του σώματος, ορισμένου πάχους. Κάθε στοιχειώδης κυψέλη ή στοιχείο ή pixel, καλύπτει ένα μικρό τμήμα της επιφάνειας της εγκάρσιας τομής. Κάθε στοιχειώδης μονάδα όγκου (voxel) μοιάζει με ένα παραλληλεπίπεδο κοντί του οποίου η εγκάρσια επιφάνεια τομής αντιστοιχεί με αυτήν ενός pixel και το πάχος του αντιστοιχεί με εκείνο του πάχους της τομής που έχει καθορισθεί από τον ακτινολόγο.

Στην αξονική τομογραφία η διαδικασία απεικόνισης εξελίσσεται ως εξής: Αρχικά σχηματίζεται μία μήτρα από συντελεστές εξασθένησης των ακτίνων X από κάθε Voxel, οι οποίοι εκφράζονται σε C.T αριθμούς. Οι αριθμοί αυτοί αποκτώνται με υπολογιστικές μετρήσεις με τη χρήση των δεδομένων εισαγωγής από συσκευές καταγραφής της έντασης των ακτίνων X.

Αυτή η Μήτρα των αριθμών, που ονομάζεται "ψηφιακή εικόνα", αποτελεί την αρχική βασική εικόνα πληροφόρησης στον αξονικό τομογράφο (Εικ. 7). Η τελική εικόνα, καταγράφεται σε ακτινογραφικό film ή σε polaroid film και δημιουργείται από την ψηφιακή εικόνα, με καθορισμό μίας απόχρωσης της φαιάς κλίμακας (μιας απόχρωσης του γκριζου, δηλαδή κάποιας απόχρωσης της οποίας η ένταση κυμαίνεται από το μαύρο έως το λευκό), για κάθε C.T αριθμό.

Το συνολικό όριο των C.T αριθμών που καλύπτουν το διάστημα από το μαύρο (το σκουρότερο τμήμα της φαιάς κλίμακας) έως το λευκό (το φωτεινότερο τμήμα της φαιάς κλίμακας) ονομάζεται εύρος παραθύρου της αξονικής τομογραφίας.

Ο C.T αριθμός που αντιστοιχεί στο μέσον της απεικονιζόμενης φαιάς κλίμακας, ονομάζεται επίπεδο παραθύρου.

Το εύρος παραθύρου και το επίπεδο παραθύρου μπορούν να ποικίλλουν ελεύθερα, με αυθαίρετη αλλαγή του τρόπου με τον οποίο αποδίδο-