

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΟΗΓΗΣΗΣ ΥΣΤΕΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ
ΕΝΔΟΜΗΤΡΙΟΥ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ**

Ιωάννα Ηρακλέους

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2011

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Σύστημα πλοήγησης ενδομητρίου πραγματικού χρόνου

Ιωάννα Ηρακλέους

Επιβλέπων Καθηγητής

Κωνσταντίνος Σ. Παττίχης

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2011

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρα Κωνσταντίνο Παττίχη για το σημαντικό χρόνο που αφιέρωσε κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας. Οι συμβουλές του, η καθοδήγηση του και η βαθιά του γνώση για το αντικείμενο , ήταν καθοριστικές για την ολοκλήρωση της εργασίας μου. Οι γνώσεις που αποκόμισα από την συνεργασία μας είναι ανεκτίμητες.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω το κύριο Ιωάννη Κωνσταντίνου, για τη πολύτιμη βοήθεια την οποία μου παρείχε καθώς και για τις γνώσεις του που μου πρόσφερε όσον αφορά τα εργαλεία που χρησιμοποίησα για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης τον ευχαριστώ για την προθυμία του να συζητήσει μαζί μου στις πάμπολλες φορές που χρειάστηκε να τον ενοχλήσω για απορίες και συμβουλές.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τον γυναικολόγο Βασίλειο Τάνο που χωρίς τις γνώσεις και την συμβολή του, η διπλωματική αυτή εργασία δεν θα ήταν εφαρμόσιμη.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ βάθους καρδιάς, την οικογένεια μου και το φιλικό μου περιβάλλον για την ηθική συμπαράσταση και το κουράγιο που μου έδωσαν για να φέρω εις πέρας την ατομική διπλωματική μου εργασία και κυρίως τους γονείς μου που χωρίς αυτούς τίποτα δεν θα ήταν κατορθωτό.

Περίληψη

Η διπλωματική αυτή εργασία στηρίζεται στη σχεδίαση και υλοποίηση διεγχειριτικού συστήματος πλοήγησης. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα αυτή είχε ως σκοπό την ανάπτυξη συστήματος πλοήγησης ενδομητρίου πραγματικού χρόνου. Αυτό το πληροφοριακό σύστημα έχει ως πρωτεύων στόχο την ενδομητριακή πλοήγηση του ιατρού κατά την διάρκεια υστεροσκοπικής εξέτασης.

Ο ολοένα αυξανόμενος αριθμός των περιστατικών γυναικολογικού καρκίνου και συγκεκριμένα του καρκίνου του ενδομητρίου παίρνει ανησυχητικές διαστάσεις. Η πρόληψη σίγουρα είναι καλύτερη από την διάγνωση αλλά το σημαντικό είναι η διαδικασία αυτή, είτε πρόληψη είτε διάγνωση, να γίνεται όσο πιο ανώδυνα ως προς τον ασθενή και όσο πιο αποτελεσματικά ως προς την διάγνωση. Αύτη η τόσο σημαντική διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί με το πιο πάνω πληροφοριακό σύστημα.

Το πιο πάνω πληροφοριακό σύστημα αποτελείται από την διαμέτρηση του αισθητήρα θέσης, την προσαρμογή του εικονικού ενδομητριακού μοντέλου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά του ασθενή και έχει υλοποιηθεί με επιτυχία. Έχει γίνει η αξιολόγηση του συστήματος από ιατρό σε μερικές υστεροσκοπικές εξετάσεις σε πραγματικές συνθήκες όπως επίσης έχουν διεξαχθεί αρκετά πειράματα και σε εικονικό μοντέλο ενδομητρίου.

Ο έμπειρος ιατρός θα χρησιμοποιεί το εν λόγω σύστημα κατά την διάρκεια υστεροσκοπικής εξέτασης. Θα μπορεί να βλέπει την εξέταση στην οθόνη του, παρακολουθώντας τυχόν κρίσιμα σημεία. Ακόμη μέσω της οθόνης, ο ιατρός θα καθοδηγείται ως προς τις κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει όπως επίσης και θα γνωρίζει σε πιο σημείο της ενδομητριακής κοιλότητας βρίσκεται, ανά πάσα στιγμή.

Η επιτυχής εφαρμογή του πιο πάνω υλοποιημένου συστήματος προσδοκούμε ότι θα βελτιώσει τη διαγνωστική ακρίβεια και θα διασφαλίσει μια πρότυπη μέθοδο ανατομικής κατάταξης των παθήσεων του ενδομητρίου. Επίσης η πλοήγηση κατά τη χειρουργική επέμβαση, θα συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη χειρουργική επέμβαση που εκτελείται υστεροσκοπικά.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
1.1	Γενικά	1
1.2	Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	3
1.3	Δομή Διπλωματικής Εργασίας	3
Κεφάλαιο 2	Θεωρητικό Υπόβαθρο	6
2.1	Ανατομία Γυναικείου Γεννητικού Συστήματος	6
2.2	Γυναικολογικός Καρκίνος	7
2.3	Ενδοσκοπικές μεθόδους	16
2.4	Γενικά περί υστεροσκόπησης	20
2.4.1	Ενδείξεις Υστεροσκόπησης	21
2.4.2	Χρήσεις Υστεροσκόπησης	21
2.4.3	Επιπλοκές Υστεροσκόπησης	22
2.4.4	Ανάρρωση	22
2.4.5	Αντενδείξεις	23
2.4.6	Τεχνική συλλογής στοιχείων	23
Κεφάλαιο 3	Διεγχειρικά Συστήματα Πλοήγησης	24
3.1	Γενικά	24
3.2	Διεγχειρικά Συστήματα Πλοήγησης	24
3.2.1	Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική	25
3.2.1.1	Συστήματα χειρουργικής υποβοηθούμενα από υπολογιστή	25
3.2.2	Ρομποτική χειρουργική	27
3.2.2.1	Σύστημα ρομποτικής χειρουργικής	27
Κεφάλαιο 4	Σύστημα πλοήγησης ενδομητρίου πραγματικού χρόνου ενδομητρίου: Απαιτήσεις και Σχεδιασμός.....	32

4.1	Σκοπός	32
4.2	Εξοπλισμός	33
4.3	Περιγραφή συστήματος	36
4.4	Ορισμοί, Ακρώνυμα και Συντομογραφίες	37
4.5	Διεπιφάνεια συστήματος	38
4.6	Απαιτήσεις Συστήματος	38
4.6.1	Πλοήγηση ενδομητρίου	38
4.6.2	Γνωστοποίηση θέσης υστεροσκοποίου	39
4.6.3	Γνωστοποίηση χαρακτηριστικών υστεροσκοποίου	40
4.6.4	Δημιουργία εικονικού μοντέλου	40
4.6.5	Παρουσίαση πλέγματος	40
4.6.6	Αποθήκευση στοιχείων	40
4.7	Σχεδιασμός Συστήματος	40
4.7.1	Διαγράμματα ροής	41
Κεφάλαιο 5	Υλοποίηση και Αξιολόγηση Συστήματος.....	51
5.1	Σκοπός	51
5.2	Πρωτόκολλο	51
5.3	Υλοποίηση του συστήματος	53
5.3.1	Κύρια οθόνη	55
5.3.2	Δημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομήτριο	57
5.4	Αξιολόγηση του συστήματος	61
5.5	Τι προσφέρει το σύστημα.	64
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα και Μελλοντική εργασία.....	65
6.1	Συμπεράσματα	65
6.2	Μελλοντική Εργασία	66
Βιβλιογραφία.....		67
Παράρτημα Α		69

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1	Γενικά	1
1.2	Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	3
1.3	Δομή Διπλωματικής Εργασίας	3

1.1 Γενικά

Οι ενδοσκοπικές μέθοδοι, διαγνωστικές και θεραπευτικές, έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 35 χρόνια και έχουν τελειοποιηθεί την τελευταία δεκαετία. Με την ενδοσκόπηση ο ειδικός ιατρός έχει την δυνατότητα να εξέταση όλη την εσωτερική επιφάνεια του οισοφάγου, στομάχου, δωδεκαδακτύλου και του παχέος εντέρου με τη βοήθεια λεπτών εύκαμπτων σωλήνων (τα επονομαζόμενα ενδοσκόπια).

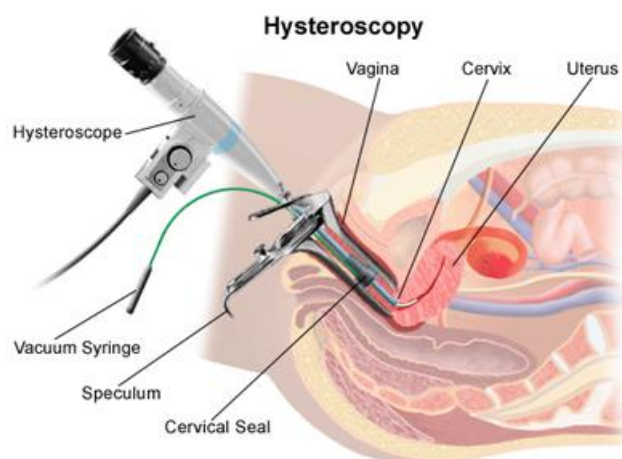
Η ενδοσκόπηση (Σχήμα 1.1) πλεονεκτεί των ακτινολογικών μεθόδων γιατί κατά τη διάρκειά της, ο ενδοσκόπος βλέπει την ίδια τη βλάβη, μπορεί να πάρει βιοψίες και να επιβεβαιώσει ιστολογικά τη διάγνωση. Επίσης μπορεί να κάνει ενδοσκοπική θεραπεία όπως για παράδειγμα να αφαιρέσει πολύποδες και μικρούς επιφανειακούς καρκίνους.

Η εξέλιξη της ενδοσκοπικής χειρουργικής τα τελευταία χρόνια έχει βασιστεί όχι μόνο στην εκπαίδευση των χειρουργών αλλά και σε σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα. Αυτά τα τεχνολογικά επιτεύγματα κάνουν το έργο των χειρουργών σαφώς πιο εύκολο ενώ την ίδια στιγμή τα οφέλη για τους ασθενείς μεγιστοποιούνται, αφού οι επεμβάσεις διαρκούν λιγότερο και η μετεγχειρητική πορεία εξελίσσεται ομαλά χωρίς προβλήματα ή επιπλοκές. Η τελευταία εξέλιξη στον κόσμο της ενδοσκοπικής χειρουργικής ονομάζεται «Σύστημα Διεγχειρητικής Πλοήγησης (Navigation)» που προσφέρει σε πραγματικό χρόνο την ακριβή εντόπιση των ανατομικών στοιχείων του ασθενή. Ακόμη προσφέρει σημαντική βελτίωση όσο αφορά την αισθητική και λειτουργική πλευρά σε

ένα φάσμα από χειρουργικές επεμβάσεις. Ουσιαστικά, τα συστήματα πλοήγησης αναπαριστούν το εσωτερικό ενός οργάνου ή ακόμη και ολόκληρο τον οργανισμό, με μια μέθοδο απεικόνισης και προσφέρουν ακριβή δόμηση της ανατομίας.

Η ανακάλυψη και η εφαρμογή των ακτινών X σηματοδότησε την αρχή της ιατρικής απεικόνισης. Η ιατρική απεικόνιση προέκυψε από την ανάγκη της μη επεμβατικής (χωρίς να χρειάζεται επέμβαση) παρατήρησης της ανατομίας και της λειτουργίας διαφόρων οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Αυτό επιτεύχθηκε με την συμβολή των θετικών επιστημών και της τεχνολογίας [1]. Μερικές από τις τεχνικές απεικόνισης είναι ο υπολογιστικός αξονικός τομογράφος (CT), μαγνητικός τομογράφος (MRI), ενδοσκοπικά συστήματα και υπερηχογράφος. Πολύπλοκες χειρουργικές επεμβάσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν σύμφωνα με το προεγχειρητικό σχέδιο που βασίζεται στα δεδομένα του CT ή του MRI ελαχιστοποιώντας χειρουργικούς κινδύνους και βελτιστοποιώντας τα κλινικά αποτελέσματα.

Οι τεχνικές απεικόνισης επιτρέπουν τη προεγχειρητική αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενή. Οι απεικονίσεις πρέπει να είναι άμεσα συνδεδεμένες με την αντίληψη του χειρουργού για την ανατομία. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented reality). Η επαυξημένη πραγματικότητα, επεκτείνει την πραγματικότητα προσθέτοντας και άλλα στοιχεία με την χρήση τεχνολογιών εντοπισμού (tracking technology), οι οποίες γνωστοποιούν συνεχώς τη θέση του ασθενή και των χειρουργικών εργαλείων με την χρήση ειδικών αισθητήρων. Συγκεκριμένα, συγχωνεύονται οι πληροφορίες σε ένα χειρουργικό οπτικό πεδίο κατανοητό από τον χειρουργό και παρουσιάζονται υπό τη μορφή γραφικών. Με τη βοήθεια των τεχνολογιών εντοπισμού αναπαρίσταται τρισδιάστατα ή δισδιάστατα η εικόνα του οργανισμού του οποίου παρατηρείται, η οποία εμφανίζεται σε μια οθόνη στο χειρουργείο [2].



Σχήμα 1.1 Υστεροσκοπική εξέταση στο ενδομήτριο [20].

1.2 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Αυτή η διπλωματική εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός καινοτομικού συστήματος πλοήγησης στο ενδομήτριο. Πιο συγκεκριμένα, θα υλοποιηθεί ένα σύστημα το οποίο θα δίνει τη δυνατότητα στο γιατρό να πλοηγείται στο ενδομήτριο κατά την διάρκεια υστεροσκοπικής εξέτασης. Το σύστημα θα προσφέρει στον ιατρό τη δυνατότητα να γνωρίζει ανα πάσα στιγμή τη θέση και την κατεύθυνση του υστεροσκοπίου μέσα στην ενδομητριακή κοιλότητα. Τα δεδομένα θα παρουσιάζονται σε δισδιάστατο (2Δ) εικονικό μοντέλο ενδομητρίου, το οποίο θα είναι προσαρμοσμένο στα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Το να γνωρίζει ο ιατρός το που βρίσκεται κατά την ώρα της εξέτασης είναι εξαιρετικά χρήσιμο σε περίπτωση όπου το ενδομήτριο είναι παθολογικό, δηλαδή νοσεί, και δεν είναι δυνατό μέσα από τις εικόνες να κατανοήσει σε πιο σημείο του ενδομητρίου βρίσκεται. Με την υλοποίηση του πιο πάνω συστήματος προσδοκούμε ότι θα βελτιωθεί η διαγνωστική ακρίβεια και θα διασφαλιστεί μια πρότυπη μέθοδος ανατομικής κατάταξης των παθήσεων του ενδομητρίου.

1.3 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Στο παρόν κεφάλαιο, αναφερθήκαμε γενικά στις ενδοσκοπικές μεθόδους και τη σχέση τους με τα συστήματα πλοήγησης αλλά και στις ουσιώδεις δυνατότητες που μπορούν

να προσφέρουν αυτά τα συστήματος στην ιατρική. Ακολούθως αναφερθήκαμε στην ιατρική απεικόνιση καθώς και στην επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented reality). Στη συνέχεια, καθορίστηκε ο πρωτεύον στόχος της διπλωματικής εργασίας που συνδέεται άμεσα με τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα συστήματα πλοήγησης αλλά και της υστεροσκόπησης. Τέλος γίνεται σύντομη αναφορά στα κεφάλαια που αποτελούν αυτή τη μελέτη.

Όσον αφορά τα επόμενα κεφάλαια περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

- Στο **κεφάλαιο 2**, θα γίνει μια σύντομη περιγραφή στο θεωρητικό υπόβαθρο και πιο συγκεκριμένα στην ανατομία του γυναικείου γεννητικού συστήματος καθώς και τα όργανα τα οποία νοσούν από καρκίνο. Θα γίνει αναφορά στις ενδοσκοπικές μεθόδους που συμβάλλουν στη διάγνωση του γυναικολογικού καρκίνου και πιο συγκεκριμένα στην υστεροσκόπηση.
- Στο **κεφάλαιο 3**, θα γίνει αναφορά στη προηγούμενη δουλειά που έχει γίνει όσο αφορά τα διεγχειρητικά συστήματα πλοήγησης και τα διαφορετικά όργανα του ανθρώπινου σώματος τα οποία μελετούν καθώς και σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται. Τέλος υπάρχει μια μικρή σύγκριση των συστημάτων αυτών ως προς το ιατρικό όφελος και την κατασκευαστική δαπάνη.
- Στο **κεφάλαιο 4**, θα γίνει αναφορά στον εξοπλισμό που επιλέχτηκε να χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να ληφθεί η υπόψη στη σχεδίαση του συστήματος και κατ'επέκταση στην υλοποίηση. Ακολούθως γίνεται μια εκτενή περιγραφή του συστήματος. Ακολούθως θα γίνει μια μικρή αναφορά στη διεπιφάνεια του συστήματος και στη συνέχεια θα περιγραφούν οι λειτουργίες που πρέπει να αποτελούν το σύστημα. Τέλος θα παρουσιαστούν διαγράμματα ροής κάθε λειτουργίας τα οποία εμπίπτουν στη φάση της σχεδίασης.
- Στο **κεφάλαιο 5**, θα παρουσιαστεί η υλοποίηση του συστήματος, το πώς δηλαδή οι λειτουργίες που απαρτίζουν το σύστημα έχουν υλοποιηθεί. Ακόμη, θα παρουσιαστεί υπάρχον πρωτόκολλο από μελέτη που έχει γίνει όσον αφορά την διαδικασία της υστεροσκοπικής εξέτασης καθώς και την ανάλυση υστεροσκοπικής εικόνας. Αυτό το πρωτόκολλο παρουσιάζεται αναθεωρημένο, με επιπρόσθετες λειτουργίες οι οποίες προέκυψαν από αυτή τη διπλωματική.
- Στο **κεφάλαιο 6**, θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα που έχουμε εξάγει κυρίως από τη φάση της αξιολόγησης. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε και στη

μελλοντική δουλεία που πρέπει να γίνει αφού αυτό το σύστημα είναι πρωτοποριακό και βρίσκεται ακόμη στη αρχή.

Κεφάλαιο 2

Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Ανατομία Γυναικείου Γεννητικού Συστήματος	6
2.2 Γυναικολογικός Καρκίνος	7
2.3 Ενδοσκοπικές μεθόδους	16
2.4 Γενικά περί Υστεροσκόπησης	20
2.4.1 Ενδείξεις Υστεροσκόπησης	21
2.4.2 Χρήσεις Υστεροσκόπησης	21
2.4.3 Επιπλοκές Υστεροσκόπησης	22
2.4.4 Ανάρρωση	22
2.4.5 Αντενδείξεις	23
2.4.6 Τεχνική συλλογής στοιχείων	23

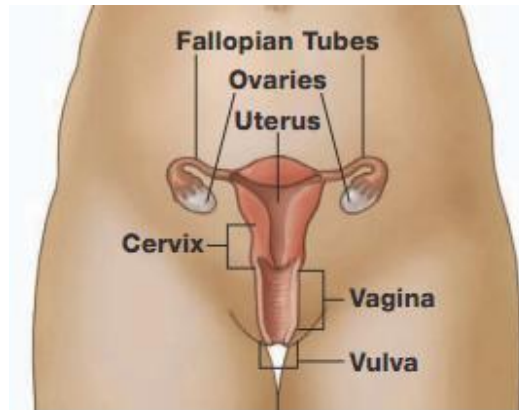
2.1 Ανατομία γυναικείου γεννητικού συστήματος

Το κεφάλαιο αυτό έχει στόχο να παρουσιάσει τρία βασικά θέματα:

- την ανατομία του γυναικείου γεννητικού συστήματος (Σχήμα 2.1)
- το γυναικολογικό καρκίνο
- την υστεροσκόπηση.

Τα τρία αυτά θέματα σχετίζονται ως προς το ότι το γυναικείο γεννητικό σύστημα προσβάλλεται από το γυναικολογικό καρκίνο και μπορεί να διαγνωστεί με τη μέθοδο της υστεροσκόπησης. Σε αυτή τη μελέτη οι εικόνες που θα αποθηκευτούν με απώτερο σκοπό τη επεξεργασία τους από το ιατρό, θα είναι εικόνες από το ενδομήτριο οι οποίες θα είναι φυσιολογικές ή θα έχουν προσβληθεί από καρκίνο (παθολογικές) και θα έχουν

παρθεί από υστεροσκοπική κάμερα. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στη συνέχεια έχουν παρθεί κυρίως από τη βιβλιογραφία [3], [4].



Σχήμα 2.1 Ανατομία γυναικείου γεννητικού συστήματος [3].

Το γυναικείο γεννητικό σύστημα αποτελείται από :

- Δύο ωοθήκες
- Δύο σάλπιγγες ή ωαγωγούς
- Τη μήτρα
- Το κόλπο
- Το τράχηλο
- Το αιδοίο.

2.2 Γυναικολογικός Καρκίνος

Το υποκεφάλαιο αυτό έχει ως σκοπό την παρουσίαση του γυναικολογικού καρκίνου και τα όργανα που συνήθως νοσούν. Πέντε είναι τα κύρια είδη καρκίνου και επηρεάζουν τα ακόλουθα αναπαραγωγικά όργανα της γυναίκας: α) ωοθήκες, β) ενδομήτριο, γ) τράχηλος, δ) κόλπος ε) αιδοίο. Ο έκτος τύπος γυναικολογικού καρκίνου είναι πολύ σπάνιος και είναι ο καρκίνος της σάλπιγγας.

Τα διαφορετικά είδη γυναικολογικού καρκίνου αναλύονται πιο κάτω:

α) Καρκίνος Ωοθήκης

Οι ωοθήκες βρίσκονται στην περιοχή του πύελου. Ο καρκίνος της ωοθήκης είναι τέταρτος στη συχνότητα από όλους τους κακοήθεις όγκους των γεννητικών οργάνων της γυναίκας και έχει την μεγαλύτερη θνησιμότητα. Κάθε έτος, περίπου 20,000 γυναίκες στις Ηνωμένες Πολιτείες νοσούν από καρκίνο των ωοθηκών. Πριν την ηλικία των 45 ο καρκίνος αυτός είναι σπάνιος και εμφανίζεται κατά την περίοδο της εμμηνόπαυση σε ποσοστό 80% των γυναικών. Από τα περιστατικά αυτά το 30% είναι κακοήθεις όγκοι ενώ σε προ εμμηνοπαυσιακή ηλικία το ποσοστό των κακοήθων όγκων είναι 7%. Ο μέγιστος κίνδυνος εμφάνισης της νόσου αυτής είναι η ηλικία των 72 χρόνων. Οι γυναίκες οι οποίες στο οικογενειακό τους ιστορικό έχουν περιστατικά που είτε αυτά αφορούν καρκίνο της ωοθήκης ή καρκίνο του μαστού, τότε ο κίνδυνος σε αυτά τα άτομα είναι πολύ υψηλότερος, ειδικότερα εάν τα περιστατικά παρουσιάστηκαν σε ηλικίες μικρότερες των 50 με 55 χρόνων.

Τα συμπτώματα αυτής της ασθένειας παρουσιάζονται σε προχωρημένο στάδιο της νόσου και αυτό διότι οι ωοθήκες βρίσκονται στο βάθος της πυέλου. Οι πρόσφατες γνώσεις για την αιτία του καρκίνου της ωοθήκης καθώς και η τεχνολογία μας βοηθούν να αναγνωρίσουμε τα άτομα υψηλού κινδύνου, τα άτομα δηλαδή που κινδυνεύουν να αναπτύξουν την ασθένεια κατά τη διάρκεια της ζωής τους σε μεγαλύτερο βαθμό, πέραν από το δεδομένο κίνδυνο ηλικίας. Για αυτό το λόγο, οι γυναίκες άνω των 40 χρόνων θα πρέπει να εξετάζονται γυναικολογικά και να γίνεται κολπική υπερηχογραφική εξέταση με έγχρωμο ντοπλέρ. Επίσης σε εμμηνοπαυσιακές γυναίκες θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για ανίχνευση του καρκινικού δείκτη Ca 125 στο αίμα. Οι γυναίκες που έχουν πρώτου βαθμού συγγένεια με άτομα με βεβαρημένο οικογενειακό ιστορικό με καρκίνο της ωοθήκης ή του μαστού, επιβάλλεται να εκτελούν τον πιο πάνω έλεγχο από την ηλικία των 25 χρόνων [3].

Παράγοντες Κινδύνου του καρκίνου των ωοθηκών:

- κληρονομικότητα
- προβλήματα σε εγκυμοσύνη
- μη ύπαρξη εγκυμοσύνη.

Συμπτώματα Καρκίνου των ωοθηκών:

- πυελικός πόνος
- συχνουρία
- ανώμαλη κολπική αιμορραγία
- πόνο στη κοιλία ή στη πλάτη
- φούσκωμα.

β) Καρκίνος της Σάλπιγγας

Είναι πολύ σπάνια νόσος με συχνότητα περίπου τέσσερα περιστατικά ανά ένα εκατομμύριο γυναικών. Χαρακτηριστικά το 50% των γυναικών που νοσεί από αυτό το καρκίνο πάσχουν από πρωτογενή υπογονιμότητα. Η διάγνωση γίνεται με υπερηχογράφημα και βιοψία [3], [4].

Συμπτώματα του καρκίνου της σάλπιγγας:

- κολπικές εκκρίσεις
- αιμορραγία
- κοιλιακό φούσκωμα
- αίσθημα δυσφορίας
- κοιλιακοί πόνοι.

Σήμερα, με τις γνώσεις που υπάρχουν, την πρόοδο της κλινικής γενετικής και την εξέλιξη της τεχνολογίας, μπορούν να εντοπιστούν οι γυναίκες υψηλού κινδύνου ανάπτυξης γυναικολογικού καρκίνου έτσι ώστε να τους προσφέρουν μέτρα προληπτικής ιατρικής [3], [4].

γ) Καρκίνος Ενδομητρίου

Το ενδομήτριο καλύπτει ουσιαστικά την εσωτερική κοιλότητα της μήτρας, έχει σχήμα αχλαδιού και είναι το μέρος όπου το μωρό μεγαλώνει όταν μια γυναίκα είναι έγκυος. Ο καρκίνος του ενδομητρίου είναι η συχνότερη κακοήθεια των γυναικείων γεννητικών οργάνων και εμφανίζεται κυρίως σε γυναίκες μεταξύ 50 και 60 ετών. Κάθε έτος

περίπου 35.000 γυναικών στις Ηνωμένες Πολιτείες νοσούν από καρκίνο του ενδομητρίου. Οι παράγοντες κινδύνου ποικίλουν. Υπάρχει η κληρονομική επιβάρυνση αλλά σε πολύ μικρότερο βαθμό απ' ότι στο καρκίνο της ωοθήκης και του μαστού. Οι παχύσαρκες γυναίκες, οι γυναίκες με ασταθή περίοδο, εμμηναρχή σε μικρή ηλικία και εμμηνόπαυση πέραν των 54 χρόνων θεωρούνται υψηλού κινδύνου.

Επίσης οι γυναίκες που έχουν υπέρταση και διαβήτη θα πρέπει να ελέγχονται πιο τακτικά διότι διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο. Ιδιαίτερα οι γυναίκες άνω των 40 ετών, όταν έχουν διαταραχές περιόδου, θα πρέπει να επικοινωνούν το συντομότερο με το γυναικολόγο τους, ο οποίος ανάλογα με το ιστορικό θα κρίνει αν πρέπει να γίνουν περεταίρω εξετάσεις [3].

Παράγοντες Κινδύνου του καρκίνου του ενδομητρίου:

- κληρονομικότητα
- παχυσαρκία
- ηλικία άνω των 50 ετών
- εμμηναρχή σε μικρή ηλικία
- εμμηνόπαυση πέραν των 54 χρονών.

Συμπτώματα του καρκίνου του ενδομητρίου:

- ανώμαλη κοιλιακή αιμορραγία
- πυελικός πόνος.

Ο καρκίνος του ενδομητρίου μπορεί να διαγνωσθεί σε πρώιμο στάδιο και η θνησιμότητα από την κακοήθεια αυτή θα μειωθεί στο ελάχιστο. Επίσης προλαμβάνεται εφαρμόζοντας τη χρονιαία γυναικολογική εξέταση και με την μέτρηση του πάχους του ενδομητρίου.

δ) Καρκίνος Τραχήλου της Μήτρας

Ο τράχηλος καταρχήν μπορεί να παρομοιαστεί σαν ένας στενός αυλός, ο οποίος οδηγεί από τον κόλπο στην κοιλότητα του ενδομητρίου. Εκεί μπορούν να εμφανιστούν καρκινικά κύτταρα. Ο καρκίνος του τραχήλου οφείλεται κατά 95%-99% στον

ανθρώπινο παπिलοματοϊό. Μεταδίδεται με τη σεξουαλική επαφή και ο κίνδυνος μεγαλώνει ανάλογα με τον αριθμό των ερωτικών συντρόφων καθώς και με το νεαρό της ηλικίας κατά την πρώτη σεξουαλική επαφή. Συνήθως γυναίκες που είχαν την πρώτη τους επαφή μεταξύ της ηλικίας των 14 και 16 χρόνων βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο.

Κάθε χρόνο, περίπου 12.000 γυναίκες στις Ηνωμένες Πολιτείες νοσούν από καρκίνο του τραχήλου της μήτρας. Ο καρκίνος του τραχήλου είναι μεταξύ των κορυφαίων αιτιών θανάτου παγκοσμίως και είναι η κύρια αιτία θανάτου από καρκίνο για γυναίκες στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Η θνησιμότητα από το καρκίνο του τραχήλου έχει ελαττωθεί κατά 70% σε χώρες που εφαρμόζεται ετήσια το τεστ Παπανικολάου (Pap test), διότι εξασφαλίζει την έγκαιρη διάγνωση. Το test Pap είναι κυτταρολογικός έλεγχος που φέρει το όνομα του διακεκριμένου Έλληνα επιστήμονα Γεώργιου Παπανικολάου, ο οποίος ήταν ο πρώτος που καθιέρωσε τον έλεγχο αυτό. Το test Pap βασίζεται στη διαπίστωση πως ο οργανισμός μας απορρίπτει συνεχώς κύτταρα τα οποία αναπληρώνει με άλλα. Αυτά τα κύτταρα που έχει αποβάλει φυσιολογικά ο οργανισμός, συλλέγονται ευκολότατα και ανώδυνα. Μετά από την εργαστηριακή επεξεργασία, φαίνεται ξεκάθαρα η παθολογία των κυττάρων. Το τεστ Παπανικολάου αφορά μόνο το καρκίνο του τραχήλου, δηλαδή δεν μπορεί να διαγνώσει κανένα άλλο καρκίνο. Σε περίπτωση που το test Pap είναι θετικό πρέπει να ακολουθήσει κολποσκόπηση και ανάλογες βιοψίες, έτσι ώστε να αποκλεισθεί το ενδεχόμενο του καρκίνου [3], [4].

Παράγοντες Κινδύνου του τραχήλου της μήτρας:

- μεγάλος αριθμός ερωτικών συντρόφων
- το νεαρό της ηλικίας κατά την πρώτη σεξουαλική επαφή
- κάπνισμα
- παπिलοματοϊός(HPV)
- χρήση αντισυλληπτικών χαπιών για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Συμπτώματα του καρκίνου του τραχήλου της μήτρας :

- ανώμαλη κολπική αιμορραγία
- διαταραχές της ούρησης.

ε) Καρκίνος του Κόλπου

Ο κόλπος καλείται και γεννητικός σωλήνας και είναι ένα κοίλο, σωληνοειδές κανάλι ανάμεσα στο κάτω μέρος της μήτρας και στο εξωτερικό του σώματος. Ο καρκίνος του κόλπου είναι σπάνιος και η συχνότητα του φαίνεται ότι μειώνεται. Κάθε χρόνο, περίπου 1.000 γυναίκες στις Ηνωμένες Πολιτείες νοσούν από το καρκίνου του κόλπου.

Παράγοντες Κινδύνου του καρκίνου του κόλπου:

- ηλικία μεταξύ 50 και 70
- παπilloματόϊος(HPV)
- ακτινοθεραπεία
- κάπνισμα.

Συμπτώματα του καρκίνου του κόλπου:

- μπορεί να μην υπάρξουν συμπτώματα, μέχρι ν' αναπτυχθεί και να εξαπλωθεί ο καρκίνος. Τότε μπορεί να εμφανιστούν αιμορραγία ή άλλη έκκριση
- επώδυνη σεξουαλική επαφή
- Ανώμαλη κολπική αιμορραγία
- Πυελικός πόνος.

Το καρκίνωμα πλακωδών κυττάρων ευθύνεται για περισσότερο από το 90% των καρκίνων του κόλπου. Ανάλογα με το στάδιο, ο καρκίνος του κόλπου αντιμετωπίζεται συνήθως με αφαίρεση του καρκινικού ιστού. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ακτινοθεραπεία, σε συνδυασμό ή αποκλειστικά. Εξέταση του κόλπου και ΠΑΠ τεστ μπορεί ν' ανιχνεύσουν τον καρκίνο.

ζ) Καρκίνος Αιδοίου

Το αιδοίο είναι το εξωτερικό μέρος των γυναικείων γεννητικών οργάνων. Έχει δύο πτυχές του δέρματος που ονομάζονται χείλη του αιδοίου. Ο καρκίνος του αιδοίου αποτελεί το 4% των καρκίνων του γυναικείου γεννητικού συστήματος. Κάθε χρόνο, περίπου 3.500 γυναίκες στις Ηνωμένες Πολιτείες πάσχουν από καρκίνο του αιδοίου.

Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι καρκίνου του αιδοίου :

Ο σπανιότερος τύπος παρουσιάζεται σε νεαρές γυναίκες και έχει σχέση με τον ανθρώπινο παπilloματοϊό και με το κάπνισμα. Μπορεί να προληφθεί αφού παρουσιάζονται προκαρκινικές αλλοιώσεις VIN , κάτι αντίστοιχο με τις περιπτώσεις καρκίνου του τραχήλου.

Ο συχνότερος όμως τύπος καρκίνου του αιδοίου σχετίζεται με την προχωρημένη ηλικία, μέσο όρο 65 χρόνων, γι' αυτό και πάσχουν ως επί το πλείστον γυναίκες τρίτης ηλικίας [3], [4].

Παράγοντες Κινδύνου του καρκίνου του αιδοίου:

- κάπνισμα
- παπilloματοϊός(HPV)
- ηλικία άνω των 50 ετών.

Συμπτώματα του καρκίνου του αιδοίου:

- ξαφνική αλλαγή χρώματος του δέρματος σε ένα ή περισσότερα σημεία, στα μικρά ή μεγάλα χείλη του αιδοίου(συνήθως μελανές βούλες)
- έλκη ή λευκά σημεία ή πληγές στα μεγάλα χείλη του αιδοίου, τα οποία δεν επουλώνονται
- κνησμός στη περιοχή του αιδοίου
- αλλαγή στη όψη του αιδοίου
- μηριαίοι λεμφαδένες
- πυελικός πόνος.

Συμπτώματα γυναικολογικού καρκίνου					
Συμπτώματα	Καρκίνος τραχήλου της μήτρας	Καρκίνος ωοθηκών	Καρκίνος ενδομητρίου	Καρκίνος κόλπου	Καρκίνος αιδοίου
Ανώμαλη κολπική αιμορραγία	●	●	●	●	
Πυελικός πόνος		●	●		●
Πυελικός πόνος ή πόνος στη μέση		●			
Φούσκωμα		●			
Συχνουρία		●		●	
Φαγούρα ή κάψιμο του αιδοίου					●
Αλλαγές στο χρώμα του αιδοίου ή του δέρματος όπως εξανθήματα, έλκη ή κονδυλώματα					●

Σχήμα 2.7 Πίνακα ο οποίος παρουσιάζεις συνοπτικά τα συμπτώματα των γυναικολογικών καρκίνων [3].

2.3 Ενδοσκόπηση

Η ενδοσκοπική χειρουργική αποτελεί μία νέα εγχειρητική προσέγγιση, η οποία έφερε επανάσταση και άνοιξε νέους ορίζοντες στον τομέα της γυναικολογίας. Με την ενδοσκόπηση ο ειδικός ιατρός έχει την δυνατότητα να εξετάσει όλη την εσωτερική επιφάνεια του οισοφάγου, στομάχου, δωδεκαδακτύλου και του παχέος εντέρου με τη βοήθεια λεπτών εύκαμπτων σωλήνων (τα επονομαζόμενα ενδοσκόπια). Σήμερα, με την τεράστια ανάπτυξη της τεχνολογίας, η ενδοσκόπηση από το στενό φάσμα της διαγνωστικής έχει φθάσει στο σημείο αντιμετώπισης πάρα πολλών γυναικολογικών χειρουργικών παθήσεων. Το φάσμα των ενδείξεων της ενδοσκοπικής χειρουργικής συνεχώς διευρύνεται. Οι ενδοσκοπήσεις στην Γυναικολογία διακρίνονται στην λαπαροσκόπηση και στην υστεροσκόπηση. Αυτά που ακολουθούν παρθεί κυρίως από την βιβλιογραφία [5], [6].

Πολλές ενδοσκοπικές διαδικασίες θεωρούνται σχετικά ανώδυνες και στη χειρότερη των περιπτώσεων, συνοδεύονται με ήπια ταλαιπωρία. Οι ενδοσκοπικές επεμβάσεις, χαρακτηρίζονται από ασφάλεια, αποτελεσματικότητα, μικρότερο τραύμα και πόνο, λιγότερο κόστος και εύκολη αποδοχή από τον ασθενή. Οι περίπλοκες ενδοσκοπικές διαδικασίες δεν είναι κοινές (μόνο 5% όλων των διαδικασιών) αλλά μπορούν να συμπεριλάβουν τη διατήρηση του οργάνου υπό μελέτη με το όργανο ενδοσκοπίων ή βιοψιών.

Στην εποχή που η ενδοσκόπηση γινόταν με τα άκαμπτα ενδοσκόπια οι ενδοσκοπικές πράξεις (βρογχοσκόπηση, οισοφαγοσκόπηση, θωρακοσκόπηση, λαπαροσκόπηση, γαστροσκόπηση) διενεργούνταν μόνο από τους χειρουργούς, λόγω των δυσκολιών που παρουσίαζαν και των επιδεξιοτήτων που απαιτούσαν οι πολύπλοκες τεχνικές. Η ανακάλυψη των εύκαμπτων ενδοσκοπίων γύρω στα 1980, επέφερε επαναστατικές αλλαγές στην πρόοδο της ενδοσκόπησης και παρείχε την δυνατότητα της διάγνωσης και θεραπείας των γαστρεντερικών νοσημάτων με ακριβή και εύκολο τρόπο. Σαν αποτέλεσμα, ιατροί και άλλων ειδικοτήτων μπορούν να επωφεληθούν από τις ενδοσκοπικές μεθόδους.

Ένα ενδοσκόπιο αποτελείται από: ένα άκαμπτο ή εύκαμπτο σωλήνα, ένα ελαφρύ σύστημα παράδοσης για να φωτίσει το όργανο ή το αντικείμενο υπό μελέτη. Η πηγή φωτός είναι κανονικά έξω από το σώμα και το φως κατευθύνεται χαρακτηριστικά μέσω ενός συστήματος οπτικής ίνας. Επίσης αποτελείται από ένα σύστημα φακών που διαβάζει την εικόνα στο χειριστή από το fiberscope και τέλος περιλαμβάνει ένα πρόσθετο κανάλι για να επιτρέψει την είσοδο των ιατρικών οργάνων ή των χειριστών.



Σχήμα 2.6 Εξοπλισμός ενδοσκοπίου.

Η ενδοσκόπηση έχει καταλυτικό ρόλο στην:

- ενδοσκοπική διάγνωση οξέων χειρουργικών παθήσεων
- ενδοσκοπική θεραπεία χειρουργικών παθήσεων
- προεγχειρητική διάγνωση και εκτίμηση χειρουργικών παθήσεων
- μετεγχειρητική παρακολούθηση ασθενών μετά από μία χειρουργική θεραπεία
- διεγχειρητική διάγνωση χειρουργικών παθήσεων
- έρευνα και απάντηση σε διάφορα επιστημονικά ερωτήματα.

Τώρα μια νέα τεχνολογία, που πήρε την έγκριση για κλινική χρήση στον άνθρωπο από το Food and Drug Administration των Ηνωμένων Πολιτειών μόλις πρόσφατα, έρχεται

να συμπληρώσει την μέθοδο αυτή προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρόκειται για ένα "βίντεο χάπι", ψηλής τεχνολογίας, το οποίο περιέχει μια μικροσκοπική κάμερα και το οποίο μπορεί να καταπιεί ο ασθενής. Δεν υπάρχουν καλώδια, το βίντεο χάπι είναι ανεξάρτητο, το πίνει ο ασθενής και αποβάλλεται δια της φυσικής οδού μέσα σε χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από 8 έως 72 ώρες. Το χάπι διέρχεται κατά μήκος όλο τον πεπτικό σωλήνα ανώδυνα, έχει την ιδιότητα να κινηματογραφεί έγχρωμες εικόνες από τα τοιχώματα όλου του πεπτικού σωλήνα και να εκπέμπει τις εικόνες προς τα έξω προς ένα ειδικό δέκτη που είναι εφαρμοσμένος στη μέση του ασθενούς. Ένα από τα σημαντικά του πλεονεκτήματα είναι ότι μπορεί να δώσει πληροφορίες για το λεπτό έντερο όπου τα συνηθισμένα ενδοσκόπια δεν μπορούν να εισέλθουν επαρκώς. Επίσης είναι μια εντελώς ανώδυνη τεχνική η οποία με τις πολύτιμες συμπληρωματικές πληροφορίες που δίνει μπορεί να μειώσει τον αριθμό των χειρουργικών επεμβάσεων που γίνονται στις περιπτώσεις που επιβάλλονται να γίνουν για σκοπούς διερεύνησης.

Το "βίντεο χάπι " ή "χάπι κάμερα" δεν σχεδιάστηκε για να αντικαταστήσει τα κανονικά ενδοσκόπια αλλά για να συμπληρώσει τις πολύτιμες αυτές μεθόδους. Παρά το γεγονός ότι οι ενδείξεις του "βίντεο χαπιού" είναι περιορισμένες εντούτοις μπαίνουμε στην αρχή μιας νέας μορφής συμπληρωματικών εξετάσεων βασισμένων σε ψηλή τεχνολογία που θα προσφέρει εξαιρετικές υπηρεσίες στην ανθρώπινη υγεία.

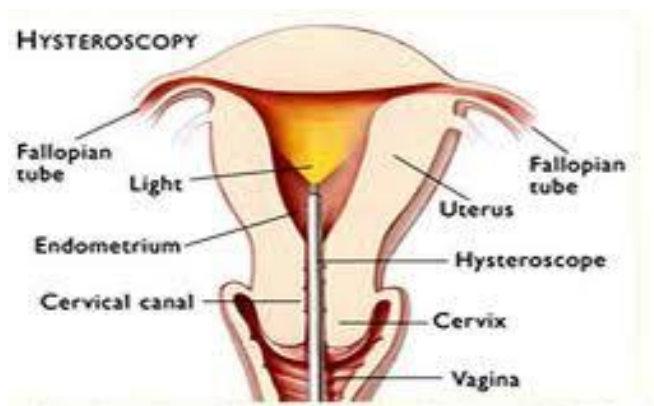
Υπάρχουν οι ακόλουθες ενδοσκοπικές μέθοδοι:

- διακολπικό Υπερηχογράφημα (TVUSS)
- doppler Ωοθηκικών αγγείων
- υστεροσαλπιγγογραφία
- κολποσκόπηση – Video
- διαγνωστική Υστεροσκόπηση
- διαγνωστική Λαπαροσκόπηση
- χειρουργική Υστεροσκόπηση: Βιοψία Ενδομητρίου, Αφαίρεση Ινομυωμάτων και Πολυπόδων, Υστεροσκοπική αφαίρεση Ενδομητρίου (TCRE), κ.α.
- χειρουργική Λαπαροσκόπηση: Απολίνωση σαλπίγγων (clips), Ovarian Drilling, ενδομητρίωση, Αφαίρεση Ωοθηκικών κύστεων, Ωοθηκεκτομή, Ινομυωματεκτομή, Λαπαροσκοπικός Υποβοηθούμενη Κολπική Υστερεκτομή (LAVH), κ.α.

Η όρος "Ενδοσκόπηση" σχετίζεται ετυμολογικά με την λέξη "σκοπός" αφού αυτή η ανάγκη της ενδοσκόπησης δημιουργήθηκε με σκοπό να παρακολουθηθούν περιοχές του σώματος οι οποίες είναι πολύ δύσκολο να εξεταστούν και να διαγνωστούν τυχόν ασθένειες.

2.4 Γενικά περί υστεροσκόπηση

Η υστεροσκόπηση είναι η μέθοδος άμεσης επισκόπησης της μητρικής κοιλότητας μέσω της μεθόδου της ενδοσκόπησης. Η υστεροσκόπηση πραγματοποιείται τις περισσότερες φορές για τη διάγνωση και τη θεραπεία της αιμορραγίας της μήτρας ή της βαριάς έμμηνου ρύσεως και για τον εντοπισμό του γυναικολογικού καρκίνου. Προκειμένου να απομακρυνθούν τα τοιχώματα της μήτρας μεταξύ τους κι έτσι ο ιατρός να μπορεί να παρακολουθήσει το εσωτερικό της κοιλότητας, γίνεται χρήση αερίων (CO₂) ή υγρών (NaCl 0.9%, Δεξτρόζη 5%, Γλυκίνη 1,5% και δεξτράνη) για τη διάταση της μήτρας. Γίνεται η χρήση ενός λεπτού εργαλείου εξέτασης, το υστεροσκόπιο. Η άκρη του υστεροσκοπίου εισάγεται στο κόλπο και κινείται ήπια μέσω του τραχήλου στη μήτρα. Στο υστεροσκόπιο ενσωματώνεται με φώς και με μια φωτογραφική μηχανή (camera) ούτως ώστε να μπορεί ο ιατρός να μελετήσει το ενδομήτριο σε μια τηλεοπτική οθόνη.



Σχήμα 2.7 Υστεροσκοπική εξέταση ενδομητρίου [5].

Η υστεροσκόπηση είναι μια συνηθισμένη επέμβαση που μπορεί να γίνει χωρίς ολική ή ακόμα και τοπική αναισθησία. Η υστεροσκόπηση πραγματοποιείται συνήθως για την

εξέταση του ενδομητρίου καθώς και της παρακολούθησης εμβρύων για τυχόν ανωμαλίες που μπορεί να προκύψουν όπως επίσης και για να εντοπιστούν προβλήματα που μπορεί να ευθύνεται η μήτρα για μη τεκνοποίηση. Η υστεροσκόπηση είναι μια ελάχιστα επεμβατική διαδικασία και πραγματοποιείται χωρίς τομές μέσα σε λίγα λεπτά. Ο μεταεπεμβατικός πόνος είναι αμελητέος και η ασθενής επανακτά τη φυσιολογική της δραστηριότητα την ίδια ημέρα.

2.4.1 Ενδείξεις υστεροσκόπησης

Μια μη φυσιολογική αιμορραγία μπορεί να προκύψει από μια ορμονική ανισορροπία, από τη ύπαρξη καλοηθών όγκων όπως πολύποδες και ινομυώματα, ξένου σώματος όπως σπινάλ και σε χορήγηση ορμονικής θεραπείας σε γυναίκες μετεμμηνοπαυσικής ηλικίας σε παρουσία καρκίνου του ενδομητρίου . Με την υστεροσκόπηση η διάγνωση όλων αυτών των καταστάσεων γίνεται με μεγάλη ευκολία και ακρίβεια υπό άμεση όραση, ενώ είναι δυνατή η λήψη βιοψίας, εάν κριθεί απαραίτητο. Ακόμη, η υστεροσκόπηση εφαρμόζεται και σε περιπτώσεις καρκίνου έτσι ώστε να αυξηθεί η διαγνωστική ακρίβεια των περιστατικών αυτών. Η υστεροσκόπηση είναι μια εντυπωσιακή μέθοδος η οποία στα χέρια εξειδικευμένων γιατρών είναι ένα υπέρ πολύτιμο εργαλείο που μπορεί να επιλύσει δύσκολα προβλήματα της γυναίκας με ελάχιστη καταπόνησή της. Είναι περισσότερο διαγνωστική μέθοδος και όχι τόσο επεμβατική αλλά σε πολλές περιπτώσεις ο ιατρός μπορεί να πραγματοποιήσει μικροεπεμβάσεις στο ενδομήτριο, εάν αυτό κριθεί αναγκαίο.

Με την υστεροσκόπηση μπορούμε να παρατηρήσουμε:

- Το μέγεθος και σχήμα της κοιλότητας της μήτρας
- Τα μητριάια στόμια των σαλπίγγων
- Την υφή και την ανάπτυξη του ενδομητρίου
- Τον ενδοτράχηλο.

2.4.2 Χρήσεις υστεροσκόπηση

Η υστεροσκόπηση χρησιμοποιείται :

- Για να σταματήσει αιμορραγία με τη χρήση εργαλείων μέσω υστεροσκοπίου
- Για να βρεθεί η αιτία ανώμαλης αιμορραγίας της μήτρας
- Για να βρεθεί η πιθανή αιτία επανειλημμένων αποβολών
- Για να βρεθούν και να αφαιρεθούν αιμορραγίες ή πολύποδες
- Για την αντιμετώπιση ενός αντισυλληπτικού μοσχεύματος
- Για τη διερεύνηση μετά αποτυχία κύησης σε δύο συνεχόμενους κύκλους εξωσωματικής γονιμοποίησης
- Όταν υπάρχει ιστορικό αποβολών, εκτρώσεων, επεμβάσεων στην κοιλότητα της μήτρας
- Διερεύνηση ανεξήγητης υπογονιμότητας σε συνδυασμό με λαπαροσκόπηση
- Ως μέθοδος ρουτίνας πριν την εξωσωματική γονιμοποίηση , ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει υστεροσαλπιγγογραφία
- Για την αφαίρεση ενδομητρικών ή τραχηλικών πολυπόδων
- Για την αφαίρεση υποβλεννογονίων ινομυωμάτων.

Στις περισσότερες περιπτώσεις η γυναίκα μπορεί να φύγει την ίδια μέρα, 2 έως 3 ώρες μετά την επέμβαση. Ο μετεγχειρητικός πόνος είναι ελάχιστος και η ασθενής αισθάνεται έναν ελαφρύ πόνο περιόδου. Παρόλα αυτά η ιατρική συμβουλή είναι να παραμείνει η γυναίκα σπίτι με ελαφριά διαίτα για μια μέρα και να αποφύγει την εργασία της. Μετεγχειρητικά συνιστάται η λήψη ελαφριάς αντιβίωσης για 4 έως 5 ημέρες. Μια μικρή κοιλιακή αιμορραγία είναι φυσιολογική και αναμενόμενη μετά από την επέμβαση, η οποία ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να διαρκέσει από 5 έως 10 ημέρες.

2.4.3 Επιπλοκές

Δεν υπάρχει χειρουργική επέμβαση χωρίς κινδύνους αλλά στην συγκεκριμένη επέμβαση οι πιθανότητες κινδύνου που συνδέονται με αυτή είναι πολύ μικρές. Οι πιθανότητες κινδύνου είναι πολύ μεγαλύτερες για γυναίκες που καπνίζουν ή που είναι σημαντικά υπέρβαρες. Οι επιπλοκές της διαγνωστικής υστεροσκόπησης εμφανίζονται σε ποσοστό 0-1% και είναι : η αιμορραγία, η φλεγμονή, η διάτρηση της μήτρας, η

εμβολή από αέριο ή άλλα διατακτικά μέσα, το κοιλιακό άλγος, η ναυτία και οι έμετοι. Οι επιπλοκές της χειρουργικής υστεροσκόπησης εμφανίζονται σε ένα ποσοστό περίπου 5%.

2.4.4 Ανάρρωση

Ως συνέπεια της διαδικασίας που ακολουθείται μπορεί να υπάρξουν ορισμένα συμπτώματα, τα οποία μπορεί να περιλαμβάνουν:

- λιποθυμία
- κράμπες παρόμοιες με αυτές των πόνων περιόδου
- ήπια αιμορραγία
- ναυτία
- πόνοι στην ωμοπλάτη.

2.4.5 Αντενδείξεις υστεροσκόπησης είναι :

- κύηση
- καρκίνος του τραχήλου της μήτρας,
- φλεγμονές,
- στένωση τραχηλικού στομίου
- σύγχρονη αιμορραγία
- διαταραχές πήκτικότητας
- πρόσφατη διάτρηση μήτρας

Η υστεροσκοπική επέμβαση χρησιμοποιεί μικρότερη διάμετρο εργαλείων σε σύγκριση με την λαπαροσκοπική εξέταση. Τα πλεονεκτήματά της είναι παρόμοια με αυτά της λαπαροσκοπικής χειρουργικής. Τέλος, δυστυχώς, σε σημαντικό ποσοστό γυναικών με φυσιολογική υστεροσαλπιγγογραφία αποκαλύπτεται παθολογία της ενδομητριακής κοιλότητας όταν υποβληθούν σε υστεροσκόπηση.

2.4.6 Τεχνική συλλογής στοιχείων

Ο χώρος μέσα στην ενδομητριακή κοιλότητα είναι περιωσμένος έτσι και η κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει ο γιατρός είναι πολύ μικρές. Με ένα λαπαροσκόπιο εκτός ενδομητρίου μπορούν να εκτελεστούν 6 κινήσεις όμως εντός του ενδομητρίου οι κινήσεις που μπορούν να γίνουν και να αξιοποιηθούν είναι μόνο τρεις, στον άξονα τον x , τον z και της περιστροφής γύρω από τον άξονα.

Ο ιατρός ξεκινά την υστεροσκοπική εξέταση της ενδομητριακής κοιλότητας, αρχικά σε μακρινό πλάνο. Όταν πλέον εισέρθει για τα καλά στο ενδομήτριο, πλοηγείται σε όλη την περιοχή ξεκινώντας από αριστερά προς τα δεξιά. Ακολουθώντας αφού έχει επισπευτεί όλη την περιοχή, επικεντρώνεται στις περιοχές που θεωρεί ύποπτες παρακολουθώντας τις σε κοντινό πλάνο, έτσι ώστε να συλλεχτούν οι απαραίτητες εικόνες οι οποίες θα αποθηκευτούν στο σύστημα.

Κεφάλαιο 3

Διεγχειριτικά Συστήματα Πλοήγησης

3.1 Γενικά	24
3.2 Διεγχειριτικά Συστήματα Πλοήγησης	24
3.2.1 Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική	25
3.2.1.1 Συστήματα χειρουργικής υποβοηθούμενα από υπολογιστή	25
3.2.2 Ρομποτική χειρουργική	27
3.2.2.1 Σύστημα ρομποτικής χειρουργικής	27

3.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στη προηγούμενη δουλειά που έχει γίνει όσο αφορά τα διεγχειριτικά συστήματα πλοήγησης καθώς και την εφαρμογή τους ως προς την μελέτη διάφορων οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Μέχρι στιγμής έχουν γίνει αρκετές μελέτες σχετικά με τα συστήματα πλοήγησης συνδυασμένα με ενδοσκοπικές μεθόδους. Ευρεία είναι επίσης η χρήση των συστημάτων πλοήγησης σε κρανιοεγκεφαλικές χειρουργήσεις, στην ορθοπεδική και στην οδοντιατρική. Στον τομέα της υστεροσκόπησης δεν έχουμε συναντήσει σύστημα υστεροσκοπικής πλοήγησης κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβαση όπως επίσης δεν υπάρχει κάτι παρεμφερές με αυτό που έχουμε υλοποιήσει.

3.2 Διεγχειριτικά Συστήματα Πλοήγησης

Πριν από περίπου 20 χρόνια είχε τεθεί μια ανάγκη προς υλοποίηση, η εκτέλεση επεμβάσεων χωρίς τραύματα. Έγινε ένα πείραμα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: χειρουργική επέμβαση με λαπαροσκόπηση, οπτικές ίνες και βίντεο. Η επιτυχία αυτού του πειράματος ήταν ανέλπιστα τόσο μεγάλη και είχε ως αποτέλεσμα την αλλαγή όσων

γνωρίσαμε για την ιατρική, ανοίγοντας έτσι ένα μεγάλο κεφάλαιο της «ελάχιστα επεμβατικής χειρουργικής». Η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική είναι μέθοδος με την οποία η χειρουργική επέμβαση εκτελείται διαμέσου πολύ μικρών τομών του δέρματος (μισό έως το πολύ δύο εκατοστών), σε αντίθεση με τις μεγάλες και δύσμορφες χειρουργικές τομές (των 15 τουλάχιστον εκατοστών) που γίνονταν στην ανοιχτή χειρουργική τεχνική παλαιότερα. Η μικρότερη χειρουργική τομή και ο ελάχιστος τραυματισμός των ιστών που εξασφαλίζει η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική έχει ως αποτέλεσμα ταχύτερη ανάρρωση, ελαχιστοποίηση του πόνου, μικρότερη απώλεια αίματος, λιγότερες μεταγγίσεις, λιγότερες λοιμώξεις και ελαχιστοποίηση των επιπλοκών για πλήθος συνηθισμένων αλλά και περίπλοκων επεμβάσεων.

Είναι γνωστό πως ο ανθρώπινος παράγοντας από την πλευρά του χειρουργού μπορεί να ανατρέψει κατά πολύ την αναμενόμενη εξέλιξη μιας εγχείρισης. Μπορεί να γίνουν λάθη από απροσεξίες και να στοιχίσουν ακόμη και την ζωή ενός ανθρώπου. Για να ξεπεραστούν οι ανθρώπινες αδυναμίες του χειρουργού δύο ήταν οι λύσεις: να βοηθηθεί ο χειρουργός έτσι ώστε να βελτιώσει και να διευρύνει τις ικανότητες του στο χειρουργείο, ή να αντικατασταθεί από κάποια αυτόματα μηχανή. Με αυτό τον τρόπο αναπτύχθηκαν δυο τεχνολογίες, η υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική και η ρομποτική χειρουργική.

3.2.1 Υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική (Computer Assisted Surgery - CAS)

Σε αυτή τη τεχνολογία πρωταρχικό ρόλο έχει ο χειρουργός. Ο στόχος της CAS είναι η ποιοτική αναβάθμιση των αισθήσεων του χειρουργού με απώτερο σκοπό η αύξηση της ικανότητας και απόδοσης του στο χειρουργείο. Ο χειρουργός ενισχύεται μέσω υπολογιστή με τεχνητές αισθήσεις όπως τρισδιάστατη (3D) όραση αφή και 3D διαγνωστικά βοηθήματα της απεικονιστικής τεχνολογίας.

3.2.1.1 Συστήματα χειρουργικής υποβοηθούμενα από υπολογιστή

Η υποβοηθούμενη από υπολογιστή χειρουργική χρησιμοποιείται από την οδοντιατρική και πιο συγκεκριμένα στην οδοντιατρική εμφυτευματολογία καταλήγοντας στο

συμπέρασμα ότι η χρήση μιας εικόνας από ένα σύστημα πλοήγησης παρέχει ένα πολύτιμο εργαλείο για την οδοντιατρική εμφυτευματολογία. Έχει αποδείχθει ανώτερη συμβατική χειρουργική εμφυτευμάτων ιδιαίτερα σε δύσκολες ανατομικές περιοχές όπως επίσης επιτρέπει ιδιαίτερα ακριβείς μετρήσεις για την τοποθέτηση οδοντικών εμφυτευμάτων [7].

Αρθροσκόπηση αφορά την τεχνολογία της χειρουργικής επέμβασης υποβοηθούμενη από υπολογιστή, στην οποία μια μικροσκοπική κάμερα οπτικών ινών εισάγεται μέσω μιας μικρής τομής απευθείας στην άρθρωση. Με την τεχνολογία CAS παρέχει μια σαφέστερη εικόνα της πραγματικής άρθρωσης από οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία απεικόνισης [7].

Η διατακτική οστεογένεση είναι μια τεχνική με την οποία επιτυγχάνεται δημιουργία νέου οστού και αύξηση των μαλακών ιστών μέσω διάτασης ή επιμήκυνσης του ήδη υπάρχοντος οστού [8]. Για την επιτυχή επίτευξη τέτοιων χειρουργικών επεμβάσεων γίνεται χρήση συστημάτων CAS. Παρότι αυτή η τεχνική έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως στον τομέα της ορθοπεδικής τα πρώτα αποτελέσματα σε αρουραίους και τον άνθρωπο, αναφέρουν ότι η διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί για τη διόρθωση της γνάθου σε περίπτωση παραμορφώσεις. Οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως από τους χειρουργούς γναθοπροσώπων για τη διόρθωση της μικρογναθία σε ασθενείς με καρανιοπροσωπικές παραμορφώσεις [7].

Η βρογχοσκόπηση βασίζεται και αυτή στη τεχνολογία CAS είναι μια ιατρική διαδικασία κατά την οποία ένας στενός σωλήνας (βρογχοσκόπιο) εισάγεται μέσα από το στόμα ή τη μύτη για να κοιτάξουμε μέσα στους αεραγωγούς. Η βρογχοσκόπηση μπορεί να γίνει για να διαγνώσει μια κατάσταση όπως είναι ο καρκίνος του πνεύμονα, ή να θεραπεύσει ένα ιατρικό πρόβλημα, όπως ένα ξένο αντικείμενο που έχει κατατεθεί στους αεραγωγούς. Πρόσφατα στο πανεπιστήμιο της Πενσυλβανίας [9] δημοσίευσαν ένα σύστημα χειρουργικής πλοήγησης για βρογχοσκόπηση, το οποίο χρησιμοποιεί δεδομένα για την πλοήγηση μόνο από τη βρογχοσκοπική εικόνα [10].

3.2.2 Ρομποτική χειρουργική(Robotic surgery)

Το ρομπότ είναι μια σύνθετη μηχανική κατασκευή που έχει τη δυνατότητα να εκτελεί κινήσεις αλληλεπιδρώντας σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον. Στη βασική τους σύνθεση το ρομπότ περιλαμβάνει αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση και τη θέση του στο χώρο ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η επόμενη κίνηση από τον υπολογιστή. Εφόσον το ρομπότ εφοδιαστεί με το κατάλληλο λογισμικό, έχει την θεωρητική δυνατότητα να εκτελεστεί αυτόματα μια χειρουργική επέμβαση. Αν και η ρομποτική χειρουργική ενσωματώνει πολλές εφαρμογές της CAS, η διαφορά εδώ είναι πως ο ρόλος του ιατρού υποβαθμίζεται.

3.2.2.1 Σύστημα ρομποτικής χειρουργικής

Στη ρομποτική χειρουργική εμπίπτει το σύστημα Da Vinci. Είναι η τελευταία λέξη της τεχνολογίας στην ενδοσκοπική χειρουργική στη γυναικολογία και πρόκειται για το πρώτο υπάρχον σύστημα ρομποτικής χειρουργικής το οποίο πραγματοποιεί εγχείριση με την ελάχιστη επέμβαση στον οργανισμό. Η βιβλιογραφία για το εν λόγω σύστημα έχει παρθεί από την ακόλουθη βιβλιογραφία [11]-[13].

Το σύστημα Da Vinci αποτελείται από:

- την εργονομικά σχεδιασμένη ρομποτική κονσόλα (Σχήμα 3.2 (α))
- το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων (Σχήμα 3.2 (δ))
- τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία EndoWrist (Σχήμα 3.3 (ε))
- τον ενδοσκοπικό πύργο (Σχήμα 3.2 (ζ))
- το υψηλών προδιαγραφών συστήματα όρασης InSite Vision System.
(Σχήμα 3.2 (γ))



Σχήμα 3.1

Ρομποτικό σύστημα Da vinci [13].

Ο χειρουργός ελέγχει το όλο ρομποτικό σύστημα μέσω ρομποτικής κονσόλας, και χειρουργεί ενώ κάθεται αναπαυτικά έχοντας μπροστά του μια τρισδιάστατη εικόνα του χειρουργικού πεδίου μεγεθυμένη και 15 φορές. Η κονσόλα διαθέτει στο πάνω μέρος της ειδικές χειρολαβές (Σχήμα 3.2 (γ)), όπου ο χειρουργός τοποθετεί τα δάκτυλα του και κινεί τους ειδικούς μοχλούς, που δίνουν εντολή στους χειρουργικούς βραχίονες του ρομπότ, και στο κάτω μέρος ποδοδιακόπτες για το συντονισμό των διαφόρων κινήσεων, για τη χρήση της διαθερμίας, την κίνηση της κάμερας και την εστίασης της οπτικής. Κάθε κίνηση του χεριού του καρπού και των δακτύλων του χειρουργού μετατρέπεται με απόλυτη ακρίβεια και σταθερότητα από το ρομποτικό σύστημα σε κινήσεις πραγματικού χρόνου από τους χειρουργικούς βραχίονες μέσα στο χειρουργικό πεδίο.

Το τροχήλατο των ρομποτικών βραχιόνων διαθέτει τέσσερις βραχίονες, ένας για το ενδοσκόπιο και τρία για ενδοσκοπικά εργαλεία τα οποία χρειάζεται ο χειρουργός. Το τροχήλατο σύρεται και τοποθετείται δίπλα στον ασθενή, λίγα μέτρα μακριά από την κονσόλα του χειρουργού.



α)



β)



γ)



δ)



ε)



ζ)

Σχήμα 3.2 α) ρομποτική κονσόλα Da Vinci, β) Τηλεχειριστήριο ρομποτικού βραχίονα Da Vinci, γ) Σύστημα όρασης InSite και τηλεχειριστήρια ρομποτικών βραχιόνων, δ) τράχηλο ρομποτικών βραχιόνων, ε) Ενδοσκοπικός Πύργος, ζ) Ρομποτικό εργαλείο τύπου Endo Wrist

Τα ειδικά ενδοσκοπικά ρομποτικά εργαλεία τύπου EndoWrist διαθέτουν επτά βαθμούς ελευθερίας κινήσεων και μιμούνται την ευκινησία του ανθρώπινου χεριού και καρπού, γι' αυτό ονομάστηκαν και EndoWrist (Ενδο- Καρπός). Κάθε εργαλείο έχει μια ειδική χειρουργική αποστολή, όπως να συλλαμβάνει, να ράει και να κόβει να χειρίζεται τους ιστούς. Κατά την διάρκεια της επέμβασης είναι δυνατή η ταχύτητα αλλαγή των ρομποτικών εργαλείων και ο χειρουργός έχει στη διάθεση του μια πλήρη ποικιλία εργαλείων για την ιδανική διενέργεια της ρομποτικής επέμβαση.

Ο ενδοσκοπικός πύργος περιλαμβάνει μια μεγάλη οθόνη υψηλής ευκρίνειας, δύο βιντεοκάμερες, σύστημα αυτόματης ρύθμισης της εικόνας, συσκευή ψυχρού φωτισμού, συσκευή διαθερμίας, συστήματα φωνητικής επικοινωνίας μέσω μεγαφώνων του χειρουργού με το βοηθό του και την εργαλειοδότρια νοσοκόμα και άλλες χρήσιμες λαπαροσκοπικές συσκευές.

Το σύστημα όρασης InSite με υψηλής ευκρίνεια τρισδιάστατο ενδοσκοπικό και τους σύγχρονους επεξεργαστές εικόνας προσφέρει μια αληθινή τρισδιάστατη απεικόνιση του χειρουργικού πεδίου. Η ρομποτική κονσόλα διαθέτει ένα σύστημα φακών τρισδιάστατης απεικόνισης, το οποίο μεγεθύνει το χειρουργικό πεδίο μέχρι και δεκαπέντε φορές. Με την κάμερα μπορεί ο χειρουργός να πλησιάσει πιο κοντά στο σημείο της επεμβατικής από ό,τι επιτρέπει η ανθρώπινη όραση και έτσι να εργαστεί σε μικρότερη κλίμακα από ό,τι επιτρέπει η συμβατική χειρουργική.

Το σύστημα Da Vinci είναι εξοπλισμένο με ειδικά όργανα που εξασφαλίζουν στο χειρουργό ένα είδος αίσθησης που πλησιάζει πολύ τη πραγματική αίσθηση της αφής. Αυτή η αίσθηση αφής γίνεται με εντονότερη ευκρινέστερη όραση που προσφέρει η υψηλή ανάλυση της τρισδιάστατης εικόνας. Συνεπώς το χειρουργικό ρομπότ Da Vinci πολλαπλασιάζει και βελτιστοποιεί την αίσθηση της πραγματικότητας, τη δεξιοτεχνία, τη λεπτότητα, πιο ασφαλείς, είναι πιο αποτελεσματικές και ακόμα λιγότερο επεμβατικές για τον ασθενή.

Διεγχειρτικά Συστήματα Πλοήγησης	Βασικές ανάγκες	
	Ιατρικό Όφελος	Κόστος Υλοποίησης
Οδοντιατρική Εμφυτευματολογία	Πολύ υψηλό	Χαμηλό-Μεσαίο *
Αρθροσκόπηση	Πολύ υψηλό	Χαμηλό-Μεσαίο*
Διατατική Οστεογένεση	Υψηλό	Σημαντικό*
Βρογχοσκόπηση	Πολύ υψηλό	Χαμηλό-Μεσαίο
Da Vinci	Εξαιρετικό	Υψηλό

Σχήμα 3.3 Σύνοψη διεγχειρτικών συστημάτων πλοήγησης ως προς το ιατρικό όφελος και κόστος υλοποίησης.* Η αναφορά είναι από το [7] .

Κεφάλαιο 4

Σύστημα πλοήγησης ενδομητρίου πραγματικού χρόνου ενδομητρίου: Απαιτήσεις και Σχεδιασμός

4.1 Σκοπός	32
4.2 Εξοπλισμός	33
4.3 Περιγραφή συστήματος	36
4.4 Ορισμοί Ακρώνυμα και Συντομογραφίες	37
4.5 Διεπιφάνεια συστήματος	38
4.6 Λειτουργίες Συστήματος	38
4.6.1 Πλοήγηση Ενδομητρίου	38
4.6.2 Γνωστοποίηση Θέσης Υστεροσκοπίου	39
4.6.3 Γνωστοποίηση Χαρακτηριστικών Υστεροσκοπίου	40
4.6.4 Δημιουργία εικονικού μοντέλου	40
4.6.5 Παρουσίαση Πλέγματος	40
4.6.6 Αποθήκευση στοιχείων	40
4.7 Σχεδιασμός Συστήματος: Διαγράμματα ροής	40
4.7.1 Διαγράμματα ροής	41

4.1 Σκοπός

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η εύρεση και ο καθορισμός των προδιαγραφών του συστήματος που θα υλοποιηθεί. Αυτή η διαδικασία αποσκοπεί στο να εντοπιστούν και να καταγραφούν οι λειτουργίες που θα πρέπει να εκτελεί το σύστημα. Πριν από αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να ορίσουμε και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να γίνει σωστή σχεδίαση του συστήματος. Η σχεδίαση του συστήματος θα γίνει βάση των διαγραμμάτων ροής τα οποία θα παρουσιαστούν στο τέλος αυτού του κεφαλαίου.

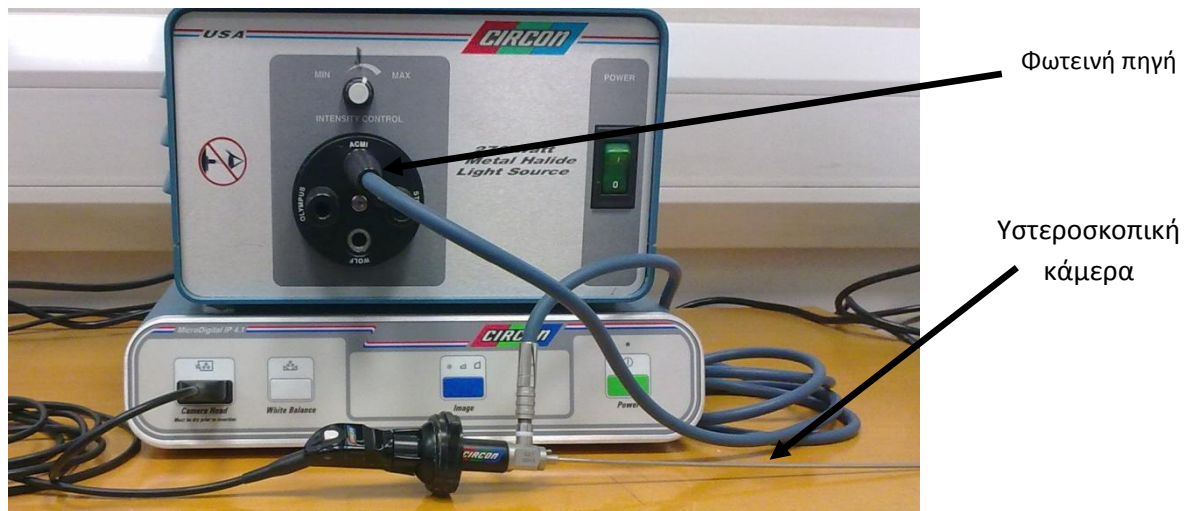
4.2 Εξοπλισμός

Για την υλοποίηση του συστήματος αυτού είναι απαραίτητη η χρήση συγκεκριμένων συσκευών και εργαλείων. Για τη διεκπεραίωση της υστεροσκοπικής εξέταση καθώς και για την ενίσχυση της ακριβούς διάγνωση του ιατρού επιλέξαμε τον εξοπλισμό που ακολουθεί.

Αρχικά έχει επιλεγεί η υστεροσκοπική - ενδοσκοπική κάμερα KARL STORZ IP4.1 της εταιρείας CIRCON [14], η οποία περιλαμβάνει φωτεινή πηγή (Σχήμα 4.1). Λόγω του ότι το ενδομήτριο εντάσσεται στα εσωτερικά όργανα του σώματος είναι απαραίτητο να υπάρχει φωτεινή πηγή κατά την διάρκεια που εκτελείται η εξέταση και κατ επέκταση κατά την διάρκεια που λαμβάνονται οι εικόνες. Αυτό έχει ως σκοπό τη συλλογή εικόνων στις οποίες θα απεικονίζονται ευδιάκριτα τα χαρακτηριστικά του ενδομητρίου τις συγκεκριμένης περιοχής. Επίσης πρέπει να γίνει αναφορά στο τρόπο που είναι κατασκευασμένη η υστεροσκοπική κάμερα. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1 η κορυφή του υστεροσκοπίου δεν είναι κάθετη, είναι διαγώνια. Με αυτό τον τρόπο όταν περιστρέφεται μπορεί να πάρει εικόνες από όλη την περιοχή(πάνω, κάτω, δεξιά και αριστερά). Αυτό είναι απέριτο αλλά και πολύ χρήσιμο αφού οι κινήσεις που μπορούν να διεξαχθούν στο ενδομήτριο είναι περιορισμένες



Σχήμα 4.1 Η κορυφή του υστεροσκοπίου δεν είναι κάθετη, είναι διαγώνια. Με αυτό τον τρόπο όταν περιστρέφεται μπορεί να πάρει εικόνες από όλη την περιοχή στην οποία βρίσκεται.

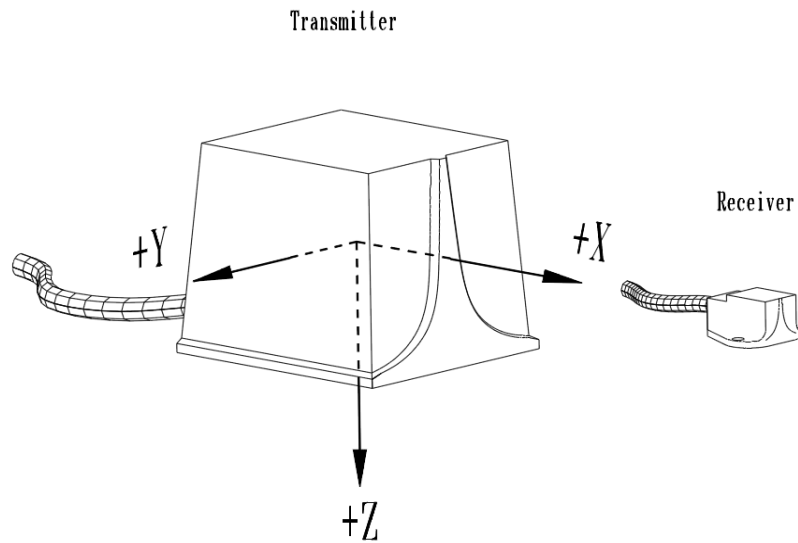


Σχήμα 4.2 Υστεροσκοπική - ενδοσκοπική κάμερα KARL STORZ IP4.1 της εταιρείας CIRCON , μαζί με φωτεινή πηγή.

Επιπλέον έχει επιλεγεί ο ηλεκτρομαγνητικός αισθητήρας ανίχνευσης θέσης της εταιρείας Ascension, flock of birds sensor [15] (σχήμα 4.2). Ο αισθητήρας θα τοποθετηθεί στο πάνω μέρος του υστεροσκοπίου. Ο αισθητήρας έχει ως σκοπό την καταγραφή των συντεταγμένων x , y και z καθώς και τρεις γωνίες: την ανύψωση του αισθητήρα την περιστροφή και την μετακίνηση του αισθητήρα στον άξονά x . Ο απώτερος σκοπός της χρήσης του αισθητήρα θέσης είναι η λήψη των χαρακτηριστικών θέσης του υστεροσκοπίου. Ο αισθητήρας θέσης αποτελείται από το transmitter και τον receiver (Σχήμα 4.3). Ο transmitter βρίσκεται σε σταθερή τοποθεσία, σαν σημείο αναφοράς, και υπολογίζει την απόσταση που υπάρχει ανάμεσα σε αυτό και στο receiver. Ο receiver είναι τοποθετημένος πάνω στο υστεροσκόπιο και με συγκεκριμένους υπολογισμούς υπολογίζεται το που βρίσκεται το υστεροσκόπιο ανά πάσα στιγμή στο ενδομήτριο.



Σχήμα 4.2 Αισθητήρα ανίχνευσης θέσης της εταιρείας



Σχήμα 4.3 Εξοπλισμός του αισθητήρα θέσης

Τέλος για να μπορούμε να χειριστούμε τις εικόνες πρέπει να κάνουμε χρήση ενός frame grabber. Πιο συγκεκριμένα το Frame grabber είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που συλλαμβάνει ψηφιακές εικόνες από ένα αναλογικό σήμα βίντεο ή από ένα ψηφιακό τηλεοπτικό ρεύμα. Το Frame grabber συνήθως χρησιμοποιείται ως συστατικό ενός οπτικού συστήματος του υπολογιστή, στο οποίο βίντεο ή εικόνες λαμβάνονται σε ψηφιακή μορφή και στη συνέχεια, αποθηκεύονται ή μετατρέπονται σε ακατέργαστη ή συμπιεσμένη ψηφιακή μορφή. Είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους για την διασύνδεση της κάμερας με το Η/Υ. Για την υλοποίηση αυτού του συστήματος αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε το Hasotec-37 video grabber(Σχήμα 4.4) [16].

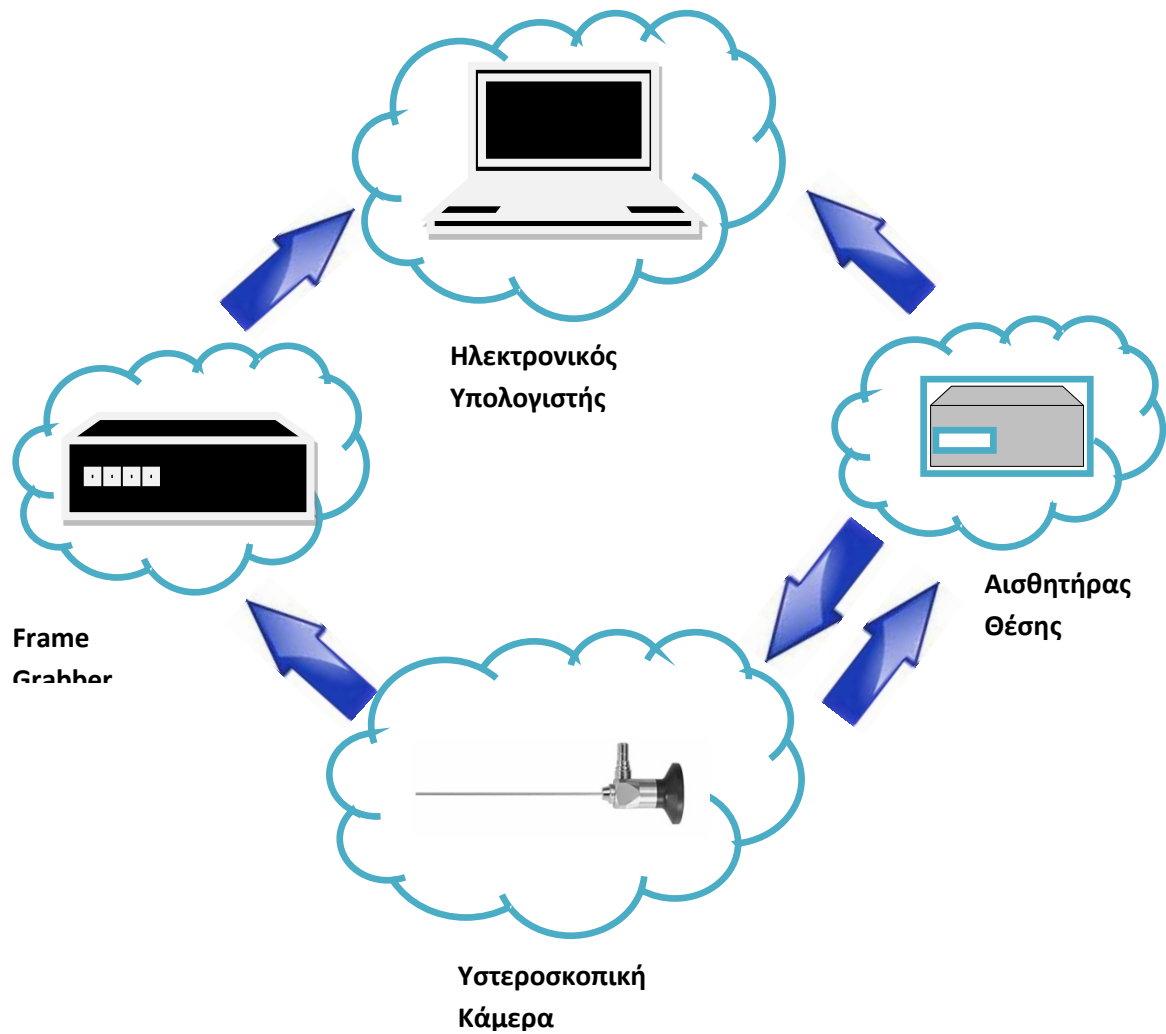


Σχήμα 4.4 Frame Grabber

Τέλος εκτός από τις συσκευές η οποίες είναι απαραίτητες, απαραίτητες είναι και οι βιβλιοθήκες που με την χρήση τους γίνεται εφικτή η υλοποίηση του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα έγινε χρήση των βιβλιοθηκών ανοικτού κώδικα OpenCV, OpenGL όπως επίσης έγινε χρήση των βιβλιοθηκών του κατασκευαστή του αισθητήρα θέσης.

4.3 Περιγραφή Συστήματος

Το σύστημα που θα υλοποιηθεί έχει ως σκοπό την πλοήγηση του ιατρού στην ενδομητρία κατά την διάρκεια υστεροσκοπικής εξέτασης. Μέσω αυτού του συστήματος, κατά την ώρα της εξέτασης, ο ιατρός θα βλέπει βίντεο από τη ενδομητρία παρμένο από την υστεροσκοπική κάμερα. Το βίντεο αυτό θα παρουσιάζεται μπροστά στα μάτια του ιατρού σε μια οθόνη. Έκτος από αυτό, το σύστημα θα ενημερώνει κάθε στιγμή τον ιατρό για το που βρίσκεται στην ενδομητρία. Επιπλέον το σύστημα θα παρέχει στον ιατρό ακριβή μέτρηση για το πόση απόσταση έχει διανύσει μέσα στο ενδομήτριο από τη αρχή του ενδομητρίου και κατ επέκταση τις επιτρεπτές κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, που σε αυτού του είδους τις εξετάσεις είναι απαραίτητο, το σύστημα θα πληροφορεί τον ιατρό σχετικά με την κλίση που τυχόν θα έχει το υστεροσκόπιο την δεδομένη στιγμή. Τέλος το σύστημα αποθηκεύει τις εικόνες οι οποίες λαμβάνονται από το υστεροσκόπιο καθώς επίσης αποθηκεύονται και τα αντίστοιχα σημεία του ενδομητρίου που αντιπροσωπεύουν.



Σχήμα 4.5 Τεχνικό διάγραμμα συστήματος

4.4 Ορισμοί Ακρώνυμων και Συντομογραφίες

GUI: Graphical User Interface

H.Y: Ηλεκτρονικός Υπολογιστής

Calibration: Διαμέτρηση

ROI: Περιοχή ενδιαφέροντος (region of interest)

4.5 Διεπιφάνεια συστήματος

Αρχικά θα εμφανίζεται μια διεπιφάνεια όπου ο χρήστης καλείται να επιλέξει την θύρα από την οποία θα λαμβάνει εικόνες το frame grabber από την υστεροσκοπική κάμερα. Αφού γίνει αυτό εμφανίζεται η κύρια διεπιφάνεια η οποία θα είναι και η μοναδική καθ' όλη τη διάρκεια της υστεροσκοπικής εξέτασης. Η διεπιφάνεια αυτή θα του συγκεντρώνει όλες τις πληροφορίες που επιθυμεί ο ιατρός.

4.6 Απαιτήσεις Συστήματος

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα γίνει μια αφαιρετική περιγραφή όσον αφορά τις λειτουργίες που θα απαρτίζουν το σύστημα όπως έχουν εντοπιστεί από τις απαιτήσεις του χρήστη.

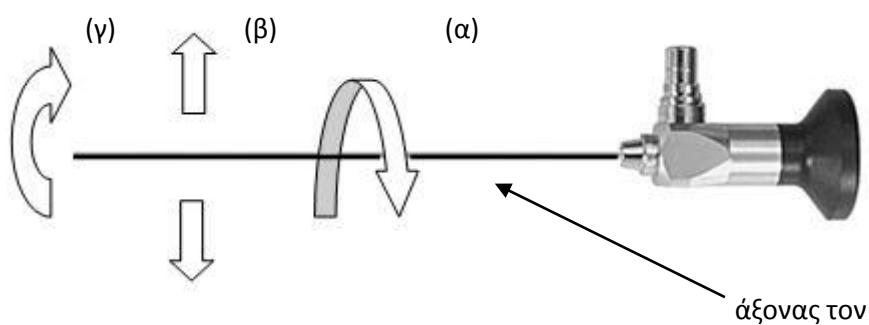
4.6.1 Πλοήγηση ενδομητρίου

Σκοπός αυτής της λειτουργίας είναι η πλοήγηση του ιατρού στη ενδομητριακή κοιλότητα. Με την υλοποίηση αυτής της λειτουργίας και με την βοήθεια της τεχνολογίας ο χρήστης θα μπορεί να πλοηγείται στο ενδομήτριο κάτω από πιο ευνοϊκές συνθήκες, παρακολουθώντας την εξέταση μέσω βίντεο, παρμένο από το υστεροσκόπιο. Αυτή η λειτουργία ουσιαστικά αποτελείται από δύο υπολειτουργίες. Η πρώτη είναι η εμφάνιση της εικόνας από τη υστεροσκοπική κάμερα στην οθόνη και δεύτερο η γνωστοποίηση της θέσης του υστεροσκοπίου στη ενδομητριακή κοιλότητα και κατ' επέκταση το σημείο το οποίο αντιπροσωπεύει η εικόνα.

Σκοπός αυτής της υπολειτουργίας, είναι η γνωστοποίηση της θέσης του υστεροσκοπίου, ανά πάσα στιγμή, μέσα στη κοιλότητα του ενδομητρίου. Με αυτό τον τρόπο ο ιατρός θα γνωρίζει που βρίσκεται κάθε στιγμή στο ενδομήτριο. Αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο στη περίπτωση όπου το ενδομήτριο είναι παθολογικό και δεν μπορεί ο ιατρός να αντιληφθεί που βρίσκεται. Μέσω αυτής της λειτουργίας ο ιατρός θα μπορεί να φέρει εις πέρας την εξέταση και κατ' επέκταση την διάγνωση του, οποία και αν είναι η κατάσταση της ασθενούς.

4.6.2 Γνωστοποίηση χαρακτηριστικών υστεροσκοπίου

Αυτή η λειτουργία αποσκοπεί στη γνωστοποίηση των χαρακτηριστικών του υστεροσκοπίου. Μέσω αυτής της λειτουργίας θα γνωστοποιείται εκτός από το x,y,z και η κλίση που τυχόν έχει το υστεροσκόπιο κατά την διεξαγωγή της εξέτασης. Με αυτή τη λειτουργία η εξέταση θα γίνεται σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα όπως επίσης και πιο εύκολα. Αν λάβουμε υπόψη πως όταν ο ιατρός πραγματοποιεί μια εξέταση κοιτάζει στην οθόνη για να παρατηρήσει πως είναι το ενδομήτριο, παράλληλα πρέπει να χειρίζεται σωστά και το υστεροσκόπιο. Αν δεν εμφανίζονταν στην οθόνη τα χαρακτηριστικά που έχει αν πάσα στιγμή το υστεροσκόπιο, θα έπρεπε σε κάθε κίνηση που κάνει να ελέγχει το υστεροσκόπιο και μετά να συνεχίζει την εξέταση βλέποντας στην οθόνη το βίντεο. Μέσω αυτή της διεργασίας, η οποία είναι απαραίτητη, αποσπάται η προσοχή του ιατρού, κάτι που δεν πρέπει να συμβαίνει σε τέτοιες εξετάσεις, αφού και η παραμικρή λεπτομέρεια μπορεί να είναι καθοριστική στη διάγνωση. Επιπρόσθετα αυτό είναι άκρως σημαντικό αφού ο χώρος αλλά και οι κινήσεις που μπορούν να γίνουν στο ενδομήτριο είναι περιορισμένες. Πιο συγκεκριμένα οι κινήσεις που μπορούν να γίνουν στη κοιλότητα του ενδομητρίου είναι τρεις. Η πρώτη κίνηση που μπορεί να εκτελέσει είναι γύρω από τον άξονα του (Σχήμα 4.6 (α)), πάνω και κάτω στο άξονά x (Σχήμα 4.6 (β)), και τέλος ως προς τον άξονα z (Σχήμα 4.6 (γ)).



Σχήμα 4.6 Επιτρεπτές ενδομητριακές κινήσεις υστεροσκοπίου.
α) γύρω από τον άξονα του, β) πάνω και κάτω στο άξονά x
γ) τέλος ως προς τον άξονα z.

4.6.3 Δημιουργία και παρουσίαση εικονικού μοντέλου

Αυτή η λειτουργία έχει ως σκοπό τη δημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομητρίου. Μέσω αυτής της λειτουργίας θα δημιουργείται, βάση συγκεκριμένων εντολών του ιατρού, ένα εικονικό μοντέλο το οποίο θα αναπαριστά το ενδομήτριο, ειδικά προσαρμοσμένο στα ανατομικά χαρακτηριστικά του κάθε ασθενή. Μέσω αυτής της λειτουργίας θα μπορεί να συσχετιστεί η γνωστοποίηση της θέσης του υστεροσκοπίου στο ενδομήτριο με το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου. Αυτή η λειτουργία έχει ως σκοπό τη παρουσίαση εικονικού μοντέλου ενδομητρίου. Μέσω αυτής της λειτουργίας θα παρουσιάζεται ένα εικονικό μοντέλο ενδομητρίου, σταθερού μεγέθους αρχικά και ακολούθως θα προσαρμόζεται ανάλογα με τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.

4.6.4 Παρουσίαση πλέγματος

Αυτή η λειτουργία έχει ως σκοπό τη παρουσίαση της απόστασης, ως προς τον άξονα x και y, που έχει διανύσει το υστεροσκόπιο στην ενδομητριακή κοιλότητα. Για τη διεκπεραίωση αυτής της λειτουργίας θα χρησιμοποιηθεί ένα εικονικό πλέγμα το οποίο θα τοποθετηθεί πίσω από την εικονική αναπαράσταση του ενδομητρίου ούτως ώστε να επιδεικνύει στον ιατρό την απόσταση που έχει διανύσει.

4.6.5 Αποθήκευση στοιχείων

Αυτή η λειτουργία έχει ως σκοπό την αποθήκευση όλων των εικόνων που πάρθηκαν από την υστεροσκοπική κάμερα κατά την διάρκεια της εξέτασης καθώς και την τοποθεσία που αντιστοιχεί η κάθε εικόνα στο ενδομήτριο. Αυτό γίνεται με σκοπό την μελλοντική χρήση αυτών των στοιχείων.

4.7 Σχεδιασμός συστήματος

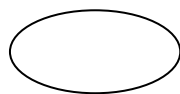
Αυτό το υποκεφάλαιο έχει ως σκοπό την ανάλυση των απαιτήσεων του χρήστη και την εξακρίβωση των πραγματικών αναγκών του. Θα παρουσιαστούν μερικά ενδεικτικά σχεδιαγράμματα τα οποία θα μας οδηγήσουν στη συγκεκριμενοποίηση των αναγκών του χρήστη, τις οποίες πρέπει να πληροί το σύστημα. Στο υποκεφάλαιο αυτό έχουμε

αναλύσει τις απαιτήσεις του συστήματος, γεγονός το οποίο διευκολύνει τη δημιουργία διαγραμμάτων τα οποία εμπίπτουν στη φάση σχεδίασης, τα οποία θα είναι άκρως βοηθητικά για την υλοποίηση του συστήματος.

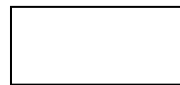
4.7.1 Διαγράμματα ροής

Τα διάγραμμα ροής (flowchart) είναι ένα κοινού τύπου διαγράμματα που αναπαριστούν έναν αλγόριθμο ή μια διαδικασία, δείχνοντας τα βήματα ως κουτιά διαφόρων ειδών που συνδέονται μεταξύ τους με βέλη. Αυτή η διαγραμματική παρουσίαση μπορεί να δώσει λύση βήμα προς βήμα σε ένα γνωστό πρόβλημα. Τα δεδομένα αναπαρίσταται σε κουτιά και τα βέλη δείχνουν τη ροή των δεδομένων. Τα διαγράμματα ροής χρησιμοποιούνται στην ανάλυση, το σχεδιασμό, την τεκμηρίωση ή τον έλεγχο μιας διαδικασίας ή ενός προγράμματος σε διάφορα πεδία.

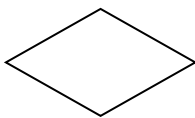
Τα διαγράμματα ροής αποτελούν από τα ακόλουθα σχήματα:



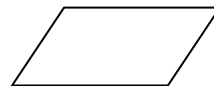
Αρχή/ Τέλος



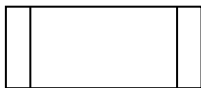
Επεξεργασία



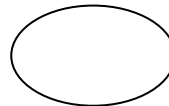
Απόφαση



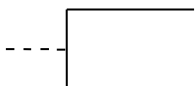
Είσοδος Δεδομένων /
Έξοδος αποτελεσμάτων



Υποπρόγραμμα
/ Υπορουτίνα



Σύνδεσμος

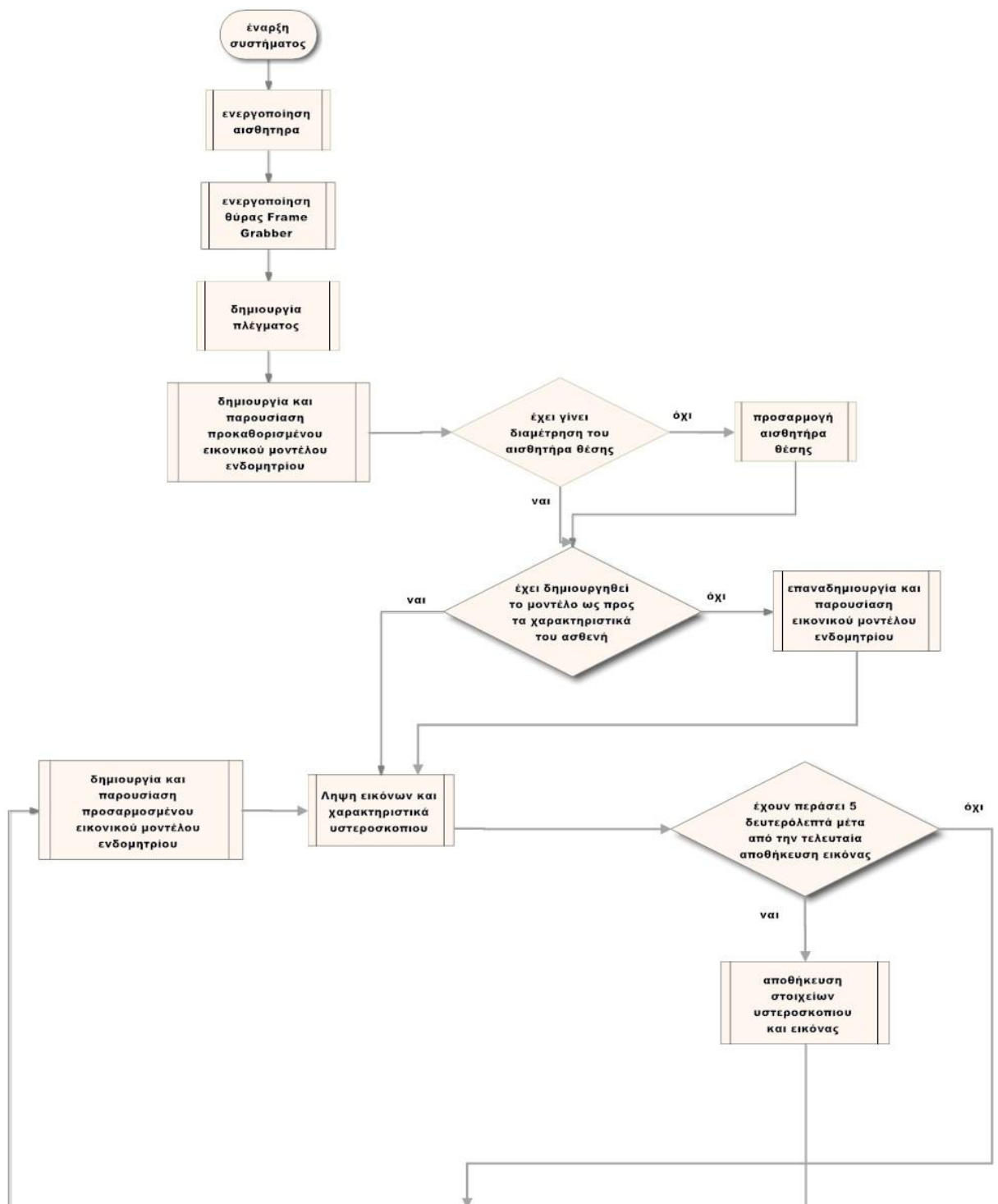


Σχόλια



Ροή

Σχήμα 4.7 αναπαριστά ολόκληρο το διαγράμμά ροής ολόκληρου του συστήματος:

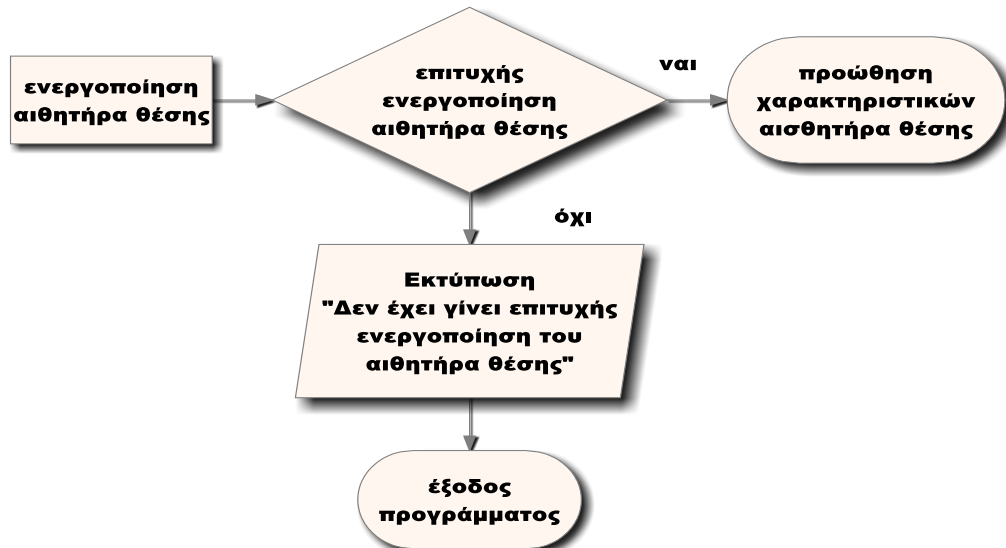


Σχήμα 4.7 Διάγραμμα ροής ολόκληρου του συστήματος

- Αρχικά γίνεται η έναρξη του συστήματος
- Στη συνέχεια ενεργοποιείται ο αισθητήρας θέσης, μέσω υπορουτίνας, ο οποίος είναι τοποθετημένος πάνω στο υστεροσκόπιο
- Στη συνέχεια ενεργοποιείται ο frame grabber, μέσω υπορουτίνας
- Δημιουργία και παρουσίασης εικονικού μοντέλου ενδομητρίου, μέσω υπορουτίνας
- Εάν δεν έχει γίνει διαμέτρηση του αισθητήρα θέσης γίνεται
- Αλλιώς πραγματοποιείται έλεγχος κατά πόσο έχει γίνει προσαρμογή του εικονικού μοντέλου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά του ασθενή.
- Εάν δεν έχει γίνει, μέσω μιας υπορουτίνας μετασχηματίζεται
- Παρουσιάζεται το προσαρμοσμένο στα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς εικονικό μοντέλο ενδομητρίου
- Στη συνέχεια γίνεται λήψη εικόνας από την υστεροσκοπική κάμερα και των χαρακτηριστικών του αισθητήρα θέση μέσω υπορουτίνας
- Στη συνέχεια γίνεται ο έλεγχος εάν η τελευταία αποθήκευση εικόνας έχει γίνει σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 5 δευτερολέπτων τότε επιστρέφει στο προηγούμενο βήμα
- Εάν το χρονικό διάστημα είναι ίσο με 5 δευτερόλεπτα, τότε θα αποθηκευτεί η υστεροσκοπική εικόνα καθώς και τα χαρακτηριστικά της για έκτον υστέρων χρήση.

Θα ακολουθήσει μια εκτενής περιγραφή για κάθε λειτουργία που απαρτίζει το σύστημα.

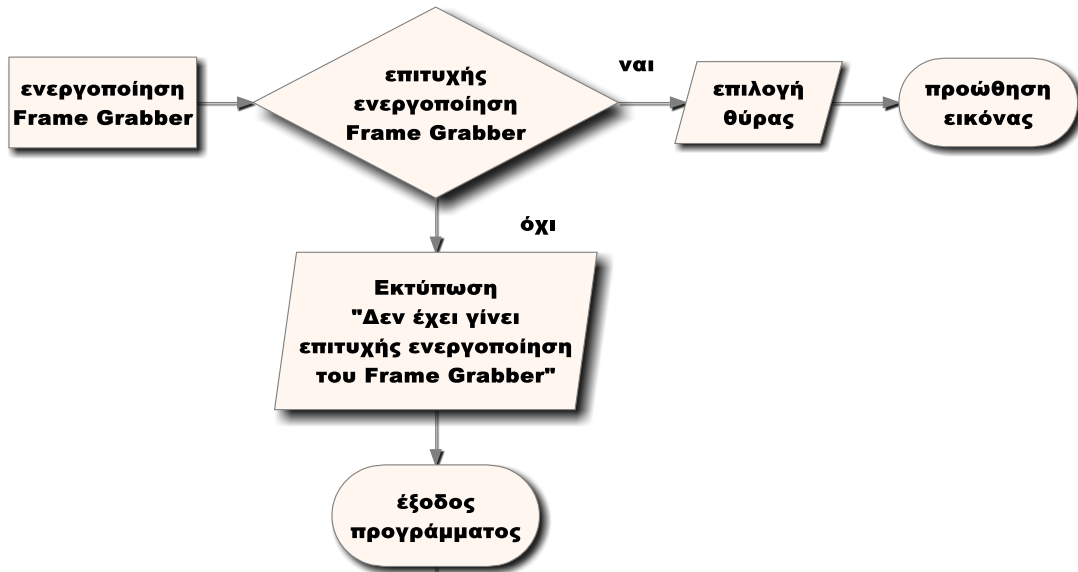
❖ **Ενεργοποίηση αισθητήρα θέσης**



Σχήμα 4.8 Διάγραμμα ροής ενεργοποίηση αισθητήρα θέσης

- Αρχικά γίνεται προσπάθεια ενεργοποίηση του αισθητήρα θέσης.
- Ένα δεν γίνει επιτυχής ενεργοποίηση, τότε εκτυπώνεται στη οθόνη μήνυμα αποτυχίας και τερματίζεται η εκτέλεση του συστήματος.
- Αν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας θέσης τότε προωθούνται τα χαρακτηριστικά του, δηλαδή x y z και οι γωνίες περιστροφής.

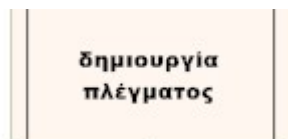
❖ **Ενεργοποίηση θύρας του Frame Grabber**



Σχήμα 4.9 Διάγραμμα ροής ενεργοποίηση Frame

- Αρχικά γίνεται προσπάθεια ενεργοποίηση του Frame Grabber
- Εάν δεν γίνει επιτυχής ενεργοποίηση, τότε εκτυπώνετε στη οθόνη μήνυμα αποτυχίας και τερματίζεται η εκτέλεση του συστήματος
- Αν γίνει επιτυχής ενεργοποίηση, εμφανίζεται στο χρήστη μια διεπιφάνεια, από την οποία θα καθορίσει τη θύρα που επιθυμεί, από την οποία θα λαμβάνει τις εικόνες από τη υστεροσκοπική κάμερα
- Τέλος γίνεται προώθηση της εικόνας.

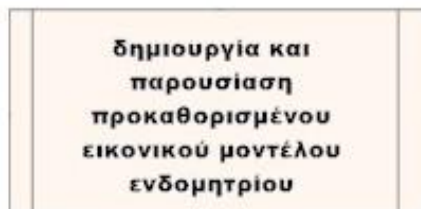
❖ Δημιουργία Πλέγματος



Σχήμα 4.9 Δημιουργία πλέγματος

Σε αυτή τη λειτουργία δημιουργείται ένα πλέγμα το οποίο θα υποδεικνύει το μέγεθος και γενικά τα μετρικά χαρακτηριστικά του ενδομήτριου. Αυτό είναι εφικτό αφού πάνω σε αυτό το πλέγμα θα παρουσιάζεται το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου. Εκτός από το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου στο πλέγμα θα κινείται ένα μικρό σταυρουδάκι που θα υποδεικνύει τη θέση που βρίσκεται το υστεροσκόπιο στη ενδομητριακή κοιλότητα. Αυτές οι δύο λειτουργίες θα παρουσιαστούν αναλυτικά στη συνέχεια

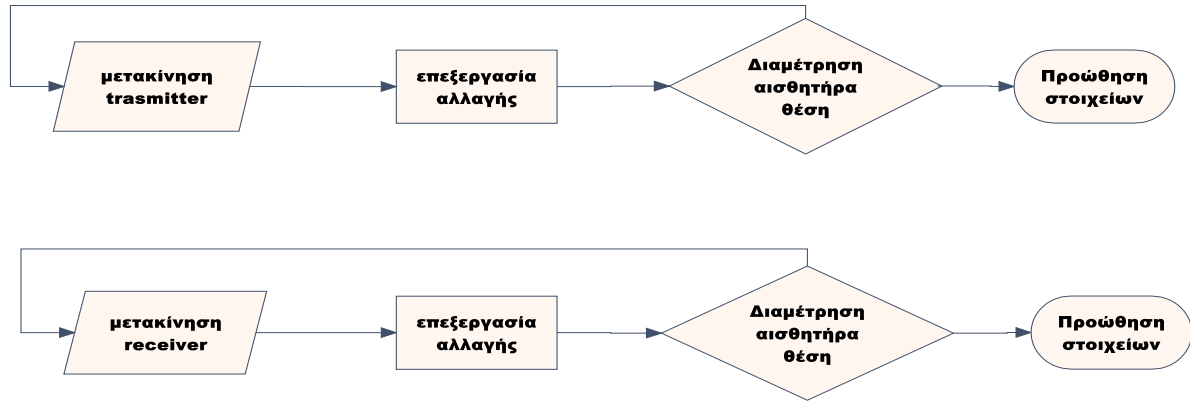
- Δημιουργία και παρουσίαση προκαθορισμένου εικονικού μοντέλου ενδομητρίου



Σχήμα 4.10 Δημιουργία και παρουσίαση προκαθορισμένου εικονικού μοντέλου

- Δημιουργία και παρουσίαση τριών τμημάτων τα οποία απαρτίζουν το ενδομήτριο. Το πάνω, δεξιό και αριστερό μέρος. Τα μεγέθη αυτά είναι αρχικά προκαθορισμένα και έχουν το μέγεθος ενός μέσου ενδομητρίου.
- Εάν δεν έχει δημιουργηθεί εικονικό μοντέλο στα χαρακτηριστικά του ασθενή τότε ζωγραφίζονται στην οθόνη οι αριθμοί που θα υποδεικνύουν στον ιατρό ποια πλήκτρα να πατήσει για την αναδημιουργία του εικονικού μοντέλου.

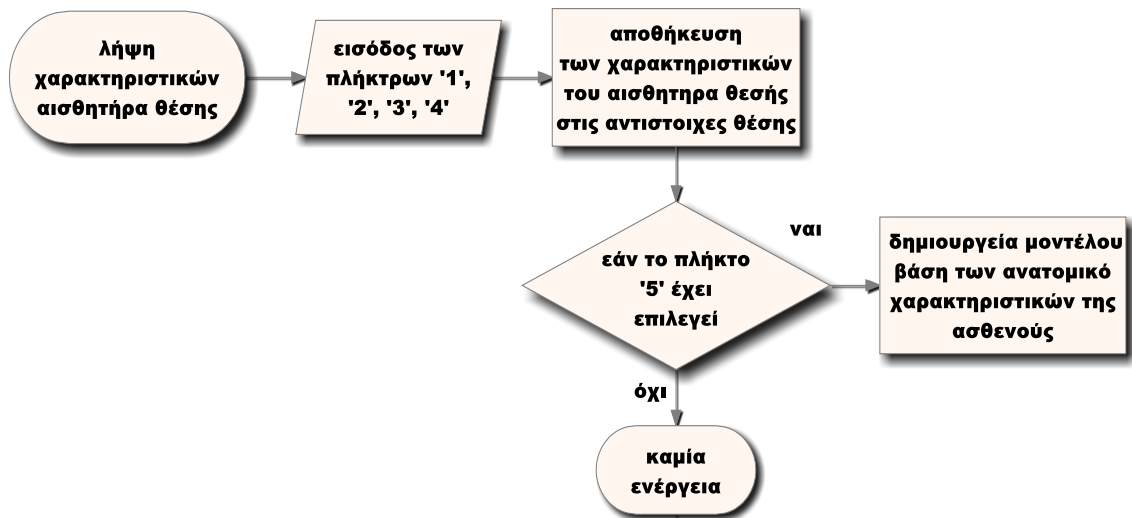
❖ Διαμέτρηση αισθητήρα θέσης



Σχήμα 4.11 Διάγραμμα ροής διαμέτρηση αισθητήρα θέσης

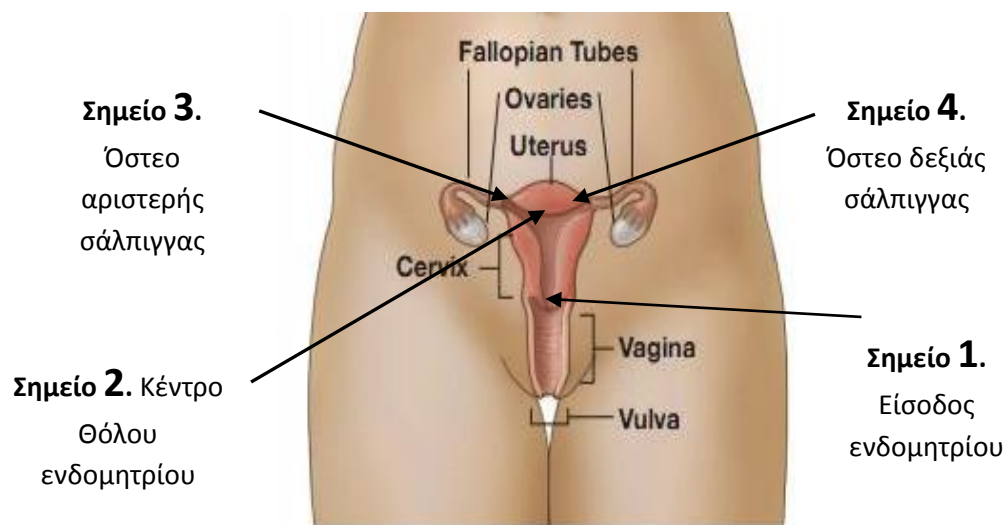
- Αρχικά θα πρέπει να γίνει η διαδικασία του white balance έτσι ώστε να οριστεί πιο είναι το άσπρο χρώμα
- Στη συνέχεια αφού το υστεροσκόπιο βρίσκεται στο σημείο '1' (Σχήμα 4.13) τότε θα γίνει κάποια μετακίνηση από το ιατρό είτε ως προς το transmitter ή ως προς τον receiver
- Θα γίνει επεξεργασία ως προς την αλλαγή
- Εάν έχει ολοκληρωθεί η διαμέτρηση του αισθητήρα θέσης, δηλαδή αν όλες η γωνίες το είναι μηδέν εκτός από το azimuth το οποίο πρέπει να είναι 90 μοίρες τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα προωθούνται
- Υπό άλλη συνθήκη η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

❖ **Επαναδημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομητρίου**



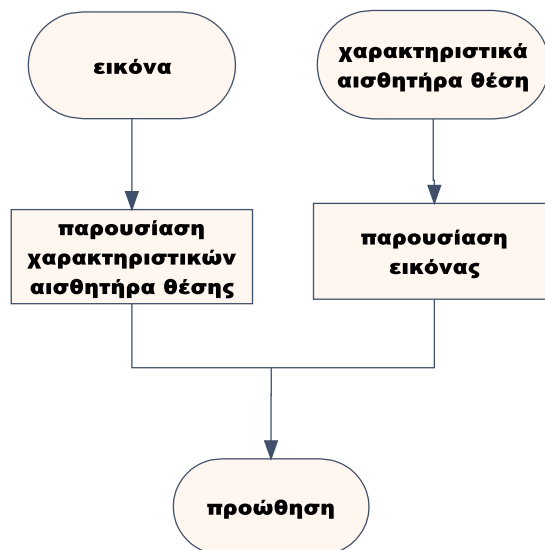
Σχήμα 4.12 Επαναδημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομητρίου

- Τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα θέσης, λαμβάνονται σαν είσοδο σε αυτή τη λειτουργία
- Ο ιατρός για να προσαρμόσει το εικονικό μοντέλο στα χαρακτηριστικά της ασθενούς θα πρέπει να μεταφερθεί στις ακόλουθες περιοχές, (Σχήμα 4.13), μέσω του υστεροσκοπίου : είσοδος ενδομητρίου(Σημείο 1), τέρμα ενδομητρίου (Σημείο 2), Όστεο αριστερής σάλπιγγας (Σημείο 3), Όστεο δεξιάς σάλπιγγας (Σημείο 4), του συγκεκριμένου ενδομήτριου και να πατήσει το πλήκτρο '1', '2', '3', '4' και θα αποθηκεύονται οι τιμές αισθητήρα θέσης στις αντίστοιχες επιλογές των πλήκτρων
- Με την επιλογή του πλήκτρου '5' το μοντέλο δημιουργείται βάση των ανατομικών χαρακτηριστικών της ασθενούς.



Σχήμα 4.13 Ενδομητριακό ανατομικό μοντέλο, στο οποίο παρουσιάζεται ακολουθία του αισθητήρα θέσης για να γίνει η προσαρμογή του μοντέλου από τον ιατρό.[3]

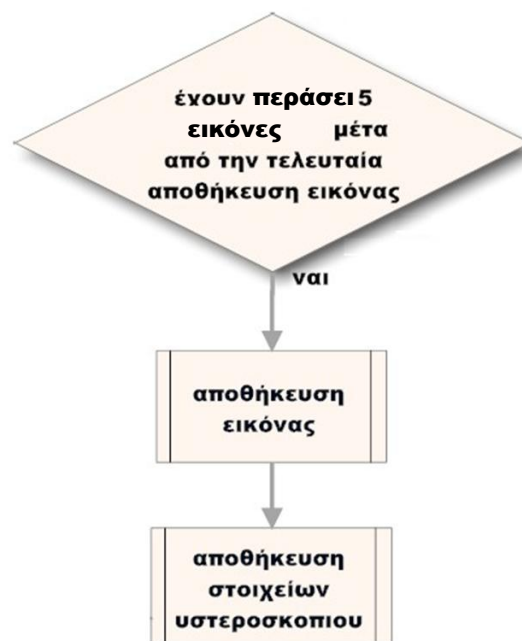
❖ **Λήψη εικόνων και χαρακτηριστικών υστεροσκοπίου:**



Σχήμα 4.14 Λήψη εικόνων και χαρακτηριστικών υστεροσκοπίου

- Αρχικά λαμβάνονται τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα θέσης και η αντίστοιχη εικόνα από το frame grabber.
- Παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα θέσης καθώς και η αντίστοιχη εικόνα.
- Προωθούνται τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα θέσης, όπως επίσης και η αντίστοιχη εικόνα.

❖ Έλεγχος χρονικού διαστήματος μετά από την τελευταία αποθήκευση εικόνας



Σχήμα 4.15 Έλεγχος χρονικού διαστήματος μετά από την τελευταία αποθήκευση εικόνας

- Σε αυτή τη λειτουργία ελέγχουμε το χρονικό διάστημα το οποίο έχει περάσει από την τελευταία αποθήκευση εικόνας. Αυτό γίνεται με απώτερο σκοπό τη μη φύλαξη μεγάλου αριθμού εικόνων, οι οποίες δεν θα επεξεργαστούν πότε. Επιπρόσθετα, αυτός ο έλεγχος επιβάλλεται αφού το frame grabber μας δίνει εικοσιπέντε εικόνες το δευτερόλεπτο.

- Ένα έχουμε λάβει πέντε εικόνες από τελευταία που έχει αποθήκευση τότε η επόμενη πρέπει να αποθηκευτεί καθώς και τα χαρακτηριστικά της υστεροσκοπικής κάμερας κατά την χρονική στιγμή που λήφθηκε η εικόνα
- Εάν δεν ισχύει αυτό τότε, συνεχίζεται η διαδικασία λήψης εικόνων και των χαρακτηριστικών τους από τον αισθητήρα.

Κεφάλαιο 5

Υλοποίηση και Αξιολόγηση Συστήματος

5.1	Σκοπός	52
5.2	Πρωτόκολλο	52
5.3	Υλοποίηση του συστήματος	55
	5.3.1 Κύρια οθόνη	56
	5.3.2 Δημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομητρίου	58
5.4	Αξιολόγηση του συστήματος	62
5.5	Τι προσφέρει το σύστημα	65

5.1 Σκοπός

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της υλοποίησης του συστήματος, το πώς δηλαδή οι λειτουργίες που απαρτίζουν το σύστημα έχουν υλοποιηθεί. Ακόμη, θα παρουσιαστεί υπάρχον πρωτόκολλο, από μελέτη που έχει γίνει όσον αφορά την διαδικασία της υστεροσκοπικής εξέτασης καθώς και την ανάλυση υστεροσκοπικής εικόνας. Αυτό το πρωτόκολλο παρουσιάζεται αναθεωρημένο, με επιπρόσθετες λειτουργίες οι οποίες προέκυψαν από αυτή τη διπλωματική. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η αξιολόγηση του συστήματος.

5.2 Πρωτόκολλο

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα παρουσιαστεί το πρωτόκολλο στο οποίο ενθυλακώνεται η προηγούμενη δουλειά που έχει γίνει σε υστεροσκοπική εξέταση καθώς και καινούργιες λειτουργίες οι οποίες προέκυψαν από αυτή τη διπλωματική εργασία. Με την υλοποίηση αυτής της διπλωματικής έχουν προστεθεί τρία σημεία στο εν λόγω πρωτόκολλο (σχήμα 5.1 βήμα 4, 5 και 9).

Το πιο κάτω πρωτόκολλο αποτελείται από τις ακόλουθες τρεις οντότητες, α) διαμέτρηση του αισθητήρα και της κάμερας, β) ανάκτηση βίντεο και επιλογή ROI και γ) ανάλυση δεδομένων και κατηγοριοποίηση. Αυτό το framework είναι βασισμένο σε προηγούμενες εκδόσεις του πρωτοκόλλου που αφορά υστεροσκοπική εξέταση και η οποία βρίσκεται στο [19], [17] .

α) Διαμέτρηση κάμερας και αισθητήρα (calibration)

Η φωτογραφική μηχανή βαθμονομείται για την ισορροπία του λευκού, καθώς και για τη διόρθωση γάμμα (gamma correction), όπως τεκμηριώνεται στο άρθρο(Πίνακας 5.1 βήματα 1-3) [17].

Στο βήμα 4 του πιο κάτω πρωτόκολλου, παρουσιάζεται η διαμέτρηση του αισθητήρα θέσης η οποία καθορίστηκε και υλοποιήθηκε μέσω αυτής της διπλωματικής. Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, ο ιατρός κρατά το υστεροσκόπιο στην είσοδο του ενδομητρίου (σχήμα 4.12 σημείο 1) ο receiver και transmitter του αισθητήρα προσαρμόζονται έτσι ώστε όλες οι γωνίες (azimuth και roll) να είναι μηδέν.

β) Βίντεο απόκτησης ROI επιλογής

Το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου το οποίο πλοηγεί τον ιατρό, προσαρμόζεται στα βασικά ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς, όπως φαίνεται στο σχήμα. 4.12 χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θέσης (πίνακας 5.1,βήμα 5). Στο σχήμα 4.12 παρουσιάζονται το ενδομήτριο μαζί με τα ορόσημα τα οποία αντιστοιχούν στην ακολουθία των βημάτων που πρέπει να διενεργηθούν από το γυναικολόγο για την προσαρμογή του εικονικού μοντέλου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Με την προσαρμογή του μοντέλου, ακολουθούν τα βήματα όπως φαίνονται στο πίνακα 5.1, τα βήματα 6 έως 8.

γ) Ανάλυση εικόνας και κατηγοριοποίηση

Οι έγχρωμες εικόνες ROI μετατράπηκαν σε ασπρόμαυρες εικόνες, ή και σε άλλα μορφές, όπως YCrCb, ή HSV (πίνακας 5.1, βήμα 9). Τα χαρακτηριστικά του γραφηματος ανακτηθηκαν από τις ROI εικόνες ώστε να διαφοροποιήσουν μεταξύ κανονικής και μη κανονικής περιοχής.

A. Camera and Sensor Calibration

1. Calibrate the camera following the guidelines by the manufacturer (i.e. white balance). This provides optimal-viewing calibration that will be environmentally dependable.
2. Capture the color palette ROIs and their corresponding digitally generated values based on the data given by the manufacturer.
3. Calculate the gamma correction parameters.
4. **Calibrate position sensor.**

B. Video Acquisition and ROI Selection

5. **Calibrate endometrial navigation model based on the subject's anatomy using the position sensor.**
6. Acquire images at an angle that is nearly orthogonal to the object under investigation (only allowing 3 degree deviation) and at distances of 3cm (close up) to 5cm (panoramic) based on 2D navigation system feedback.
7. ROIs selection:
 - a. Manually crop ROIs of 64x64 pixels of suspicious areas to be investigated and/or
 - b. Semi-automatically select a central region of 256x256 pixels, consisting of 16 ROIs of 64x64 pixels to be investigated.
8. ROIs are γ -corrected and visually assessed.

C. Texture Analysis and Classification

9. **Convert the ROIs from RGB to the HSV and/or to the YCrCb systems.**
 10. Compute the texture features.
 11. Classify ROIs into normal/abnormal using:
 - a. SVM classifier, and/or
 - b. C4.5 decision trees algorithm.
 12. Store raw video, ROIs, texture features, and classification results into hysteroscopy imaging database.
 13. Perform visual expert analysis of the results.
-

Πίνακας 5.1 Αναθεωρημένο πρωτόκολλο υστεροσκοπικής ανάλυσης εικόνας που περιέχει τη λειτουργία της πλοήγησης [17], [19].

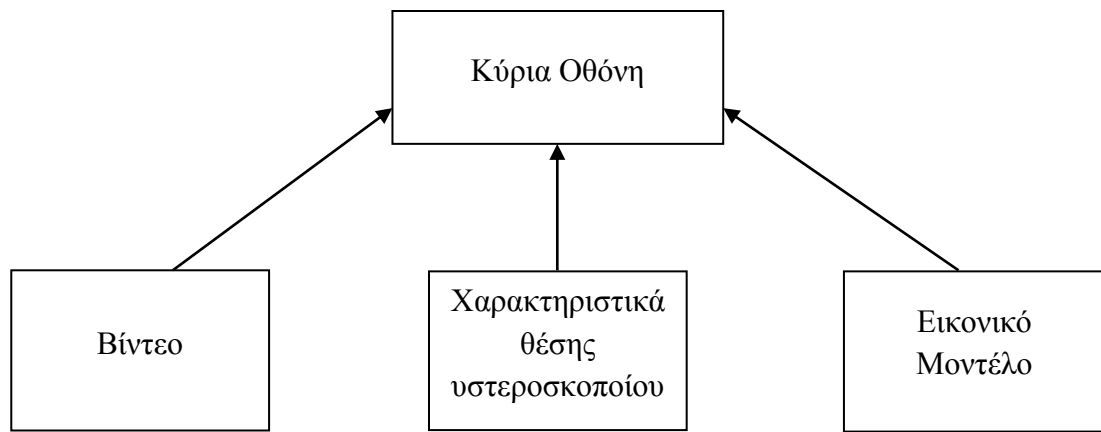
5.3 Υλοποίηση του συστήματος

Με βάση τις απαιτήσεις του συστήματος που έχουμε αναλύσει σε προηγούμενο κεφάλαιο έχει υλοποιηθεί το γραφικό περιβάλλον διπροσωπίας GUI που θα αλληλεπιδρά με το χρήστη. Για την δημιουργία του GUI λάβαμε υπόψη τρία χαρακτηριστικά:

- **Εύχρηστο:** με τον τρόπο που είναι οργανωμένη η πληροφορία μέσα στο GUI δεν αποσπάται η προσοχή του ιατρού και ανάλογα με την πληροφορία που θέλει να λάβει από το σύστημα, ξέρει που να την βρει αφού εμφανίζεται πάντοτε στο ίδιο σημείο. Με αυτό τον τρόπο ο ιατρός μπορεί να εκτελέσει την υστεροσκοπική εξέταση βλέποντας μόνο σε μια οθόνη.
- **Φιλικό:** δεν υπάρχουν περίπλοκα σχήματα είτε χρώματα τα οποία να αποσπούν την προσοχή του ιατρού. Τα χρώματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ξεκούραστα για τα μάτια και δίνουν έμφαση στη πληροφορία που υπάρχει στο GUI.
- **Απλό:** Η απλότητα χαρακτηρίζει το GUI του συστήματος μας. Αν λάβουμε υπόψη ότι ο χρήστης καθώς παρακολουθεί στην οθόνη τα δεδομένα που παίρνει από το υστεροσκόπιο, εκτελεί παράλληλα και τη εξέταση, δεν θα πρέπει να αποσπάτε η προσοχή του από την εξέτασή για να σκεφτεί τις κινήσεις που θα πρέπει να εκτελέσει στη συνέχεια.

Το GUI του συστήματος είναι σύνθετο αφού χωρίζεται σε τρία ανεξάρτητα μέρη :

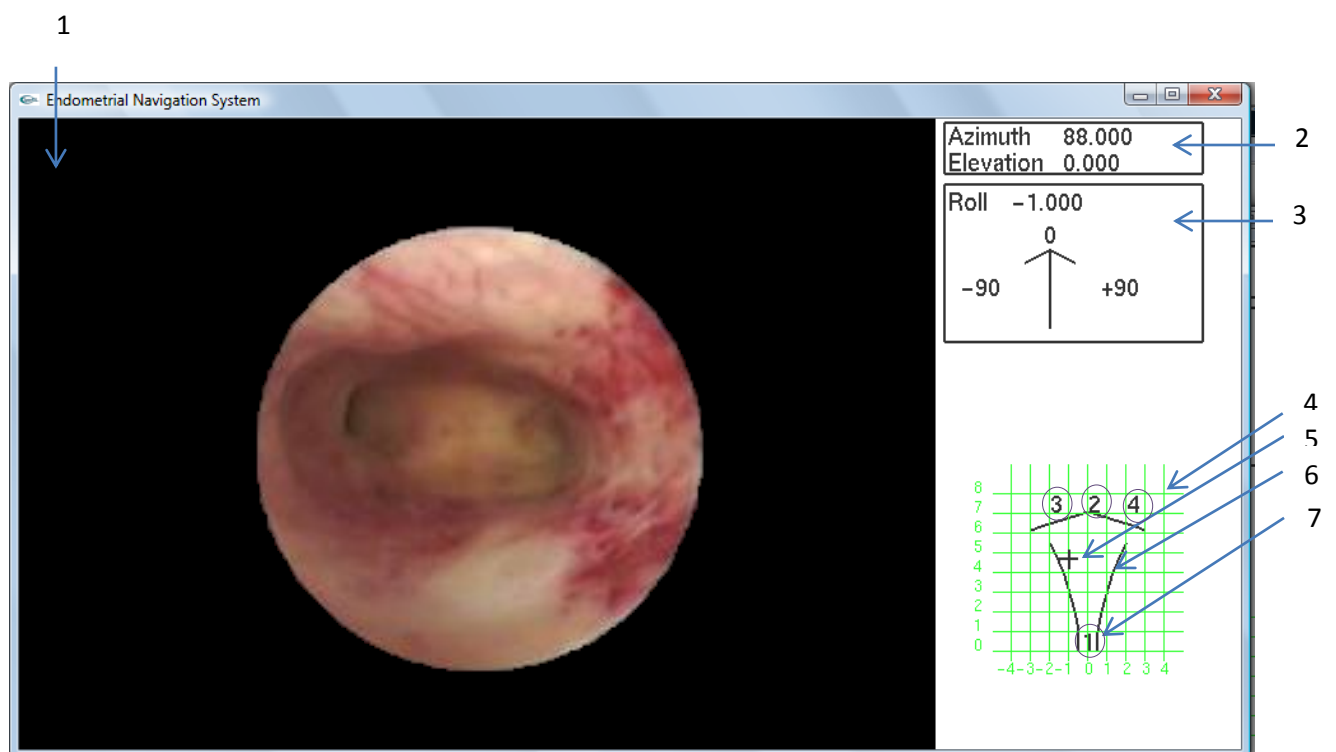
- α)** Το μέρος όπου εμφανίζεται το βίντεο κατά την διάρκεια της υστεροσκοπικής εξέτασης.
- β)** Το μέρος όπου εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά της θέσης του υστεροσκοπίου.
- γ)** Το μέρος όπου εμφανίζεται το εικονικό μοντέλο της ενδομητριάκής κοιλότητας προσαρμοσμένο στα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.



Σχήμα 5.5 Δομή διεπιφάνειας

5.3.1 Κύρια οθόνη

Πιο κάτω παρουσιάζεται η κύρια οθόνη με την οποία θα αλληλεπιδρά ο ιατρός. Σε αυτή την οθόνη ενθυλακώνονται όλες οι πληροφορίες που αφορούν τον ιατρό.

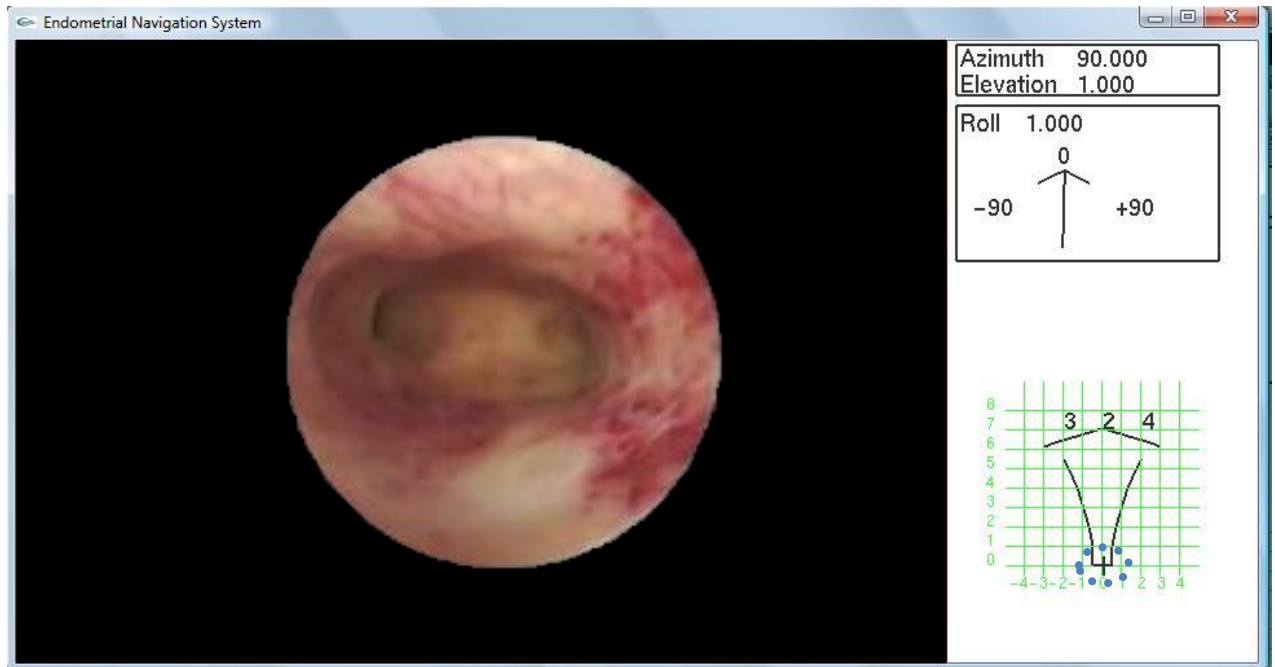


Σχήμα 5.2 Κύρια οθόνη του συστήματος

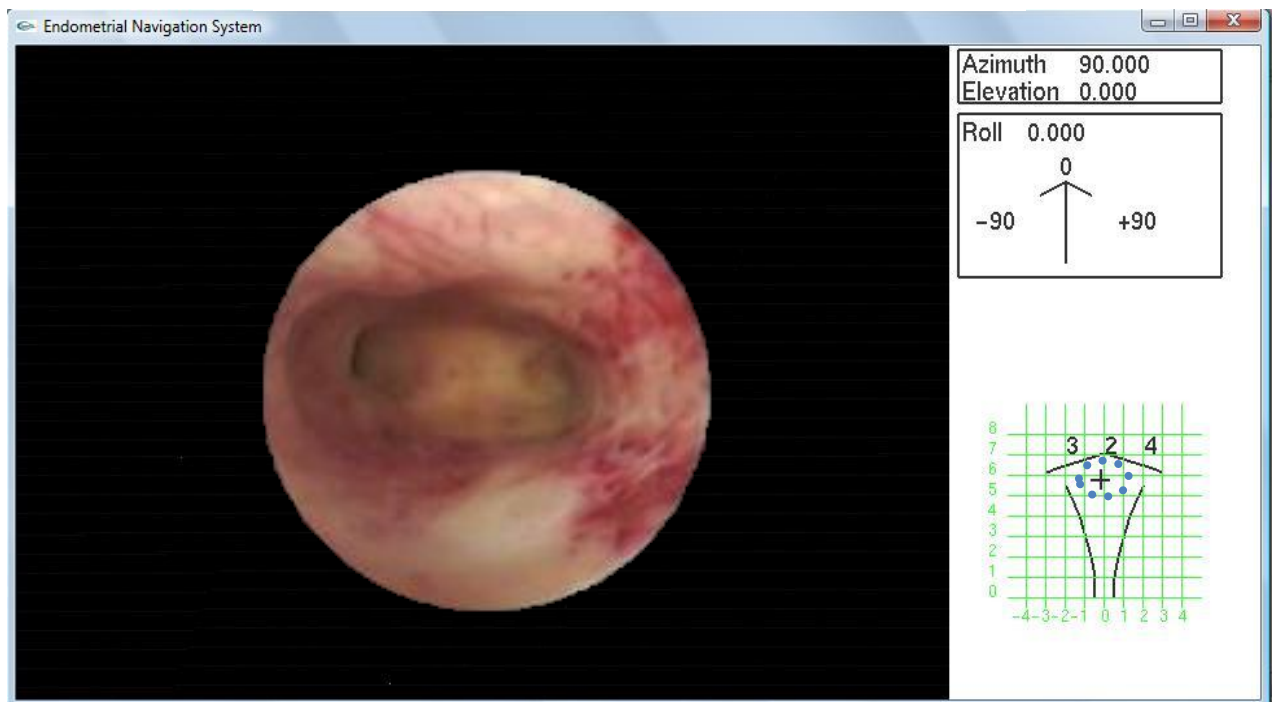
1. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζονται οι εικόνες η οποίες λαμβάνονται από την υστεροσκοπική κάμερα. Ο ιατρός παρακολουθεί την εξέταση από αυτή την οθόνη.
2. Σε αυτό το πλαίσιο παρουσιάζονται δύο χαρακτηριστικά του αισθητήρα θέσης. Αρχικά παρουσιάζεται το Azimuth
3. Στο πλαίσιο αυτό παρουσιάζεται η περιστροφή (roll) της κάμερας(Σχήμα 5.3 (γ)) γύρω από τον άξονά της. Εκτός από την τιμή αυτού του χαρακτηριστικού αναπαριστάται και γραφικά η περιστροφή της
4. Εδώ παρουσιάζεται το πλέγμα στο οποίο τοποθετείται το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου, με απώτερο σκοπό ο ιατρός να γνωρίζει ανά πάσα στιγμή και με ακρίβεια την τοποθεσία που βρίσκεται σε εκατοστά.
5. Ο σταυρός αναβοσβήνει κατά την διάρκεια της εξέτασης, έτσι ώστε να εφιστά τη προσοχή του ιατρού, υποδεικνύοντας στο ιατρό από ποίο σημείο του ενδομητρίου βλέπει της εικόνες.
6. Παρουσιάζεται το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου προκαθορισμένου μεγέθους.
7. Εμφανίζονται τα σημεία τα οποία πρέπει να ανανεοθούν έτσι ώστε να προσαρμοστεί το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου στα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.

5.3.2 Δημιουργία εικονικού μοντέλου ενδομητρίου

Ακολουθεί η διαδικασία για τη προσαρμογή του εικονικού μοντέλου στα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.



Σχήμα 5.4 Ορισμός της αρχής του ενδομητρίου



Σχήμα 5.5 Ορισμός του μήκους του ενδομητρίου

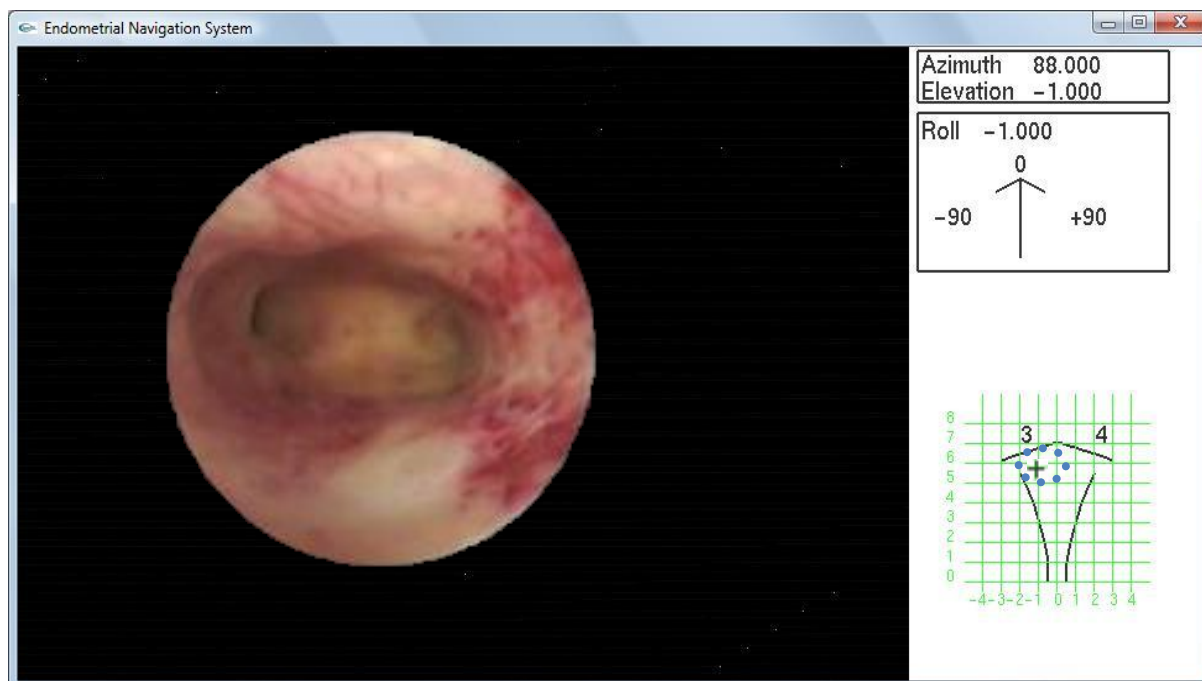
- **Βήμα 1 -Ορισμός της αρχής του ενδομητρίου**

Σε πρώτο βήμα ο ιατρός θα πρέπει να καθορίσει την είσοδο του ενδομητρίου. Αυτό πραγματοποιείται όταν ο ιατρός βρίσκεται στην είσοδο του ενδομητρίου. Όταν συμβεί αυτό ο ιατρός θα πατήσει το πλήκτρο '1' και το σταυρουδάκι θα μεταφερθεί στην είσοδο του ενδομητρίου. Μετά από αυτή τη διαδικασία ο αριθμός '1' δεν αναπαριστάται θυμίζοντας έτσι στο ιατρό πώς αυτή η μέτρηση, δηλαδή ο ορισμός της θέσης της εισόδου στο ενδομήτριο, έχει πραγματοποιηθεί.

- **Βήμα 2 - Ορισμός του μήκους του ενδομητρίου**

Σαν δεύτερο βήμα, ο ιατρός θα πρέπει να καθορίσει το μήκος του ενδομήτριου ανάλογα πάντα με τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Αυτό πραγματοποιείται όταν ο ιατρός βρίσκεται στο τέρμα του ενδομητρίου. Όταν συμβεί αυτό ο ιατρός θα πατήσει το πλήκτρο '2'. Μετά από αυτή τη διαδικασία ο αριθμός '2' δεν αναπαριστάται θυμίζοντας έτσι στον ιατρό πώς αυτή η μέτρηση, δηλαδή ο ορισμός του μήκους του ενδομητρίου, έχει πραγματοποιηθεί.

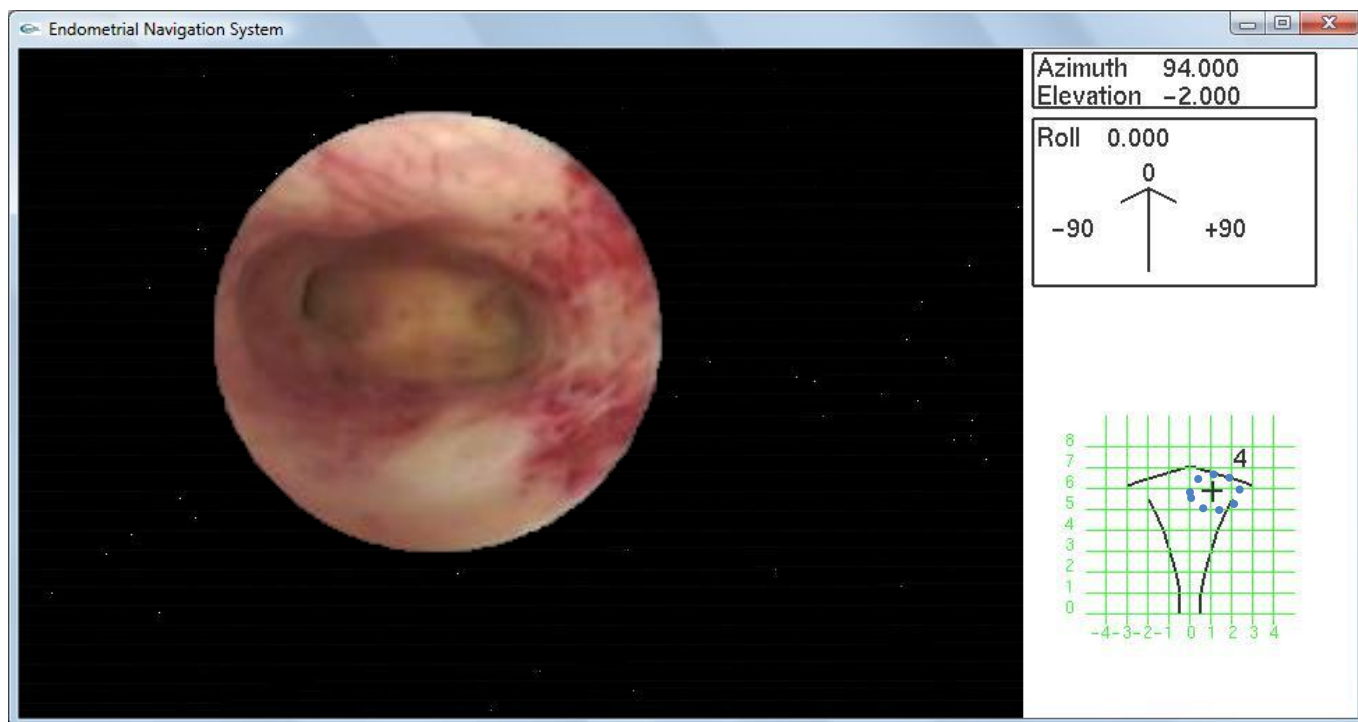
- **Βήμα 3- Ορισμός του όστεου αριστερής σάλπιγγας**



Σχήμα 5.6 Ορισμός του όστεου αριστερής σάλπιγγας

Τρίτο βήμα, είναι ο καθορισμός του όστεου αριστερής σάλπιγγας, ανάλογα με τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Αυτό πραγματοποιείται όταν ο ιατρός βρίσκεται στο όστεου αριστερής σάλπιγγας της ασθενούς. Όταν συμβεί αυτό ο ιατρός θα πατήσει το πλήκτρο '3'. Μετά από αυτή τη διαδικασία ο αριθμός '3' δεν αναπαριστάτε θυμίζοντας έτσι στο ιατρό πώς αυτή η μέτρηση, δηλαδή ο ορισμός του όστεου αριστερής σάλπιγγας, έχει πραγματοποιηθεί.

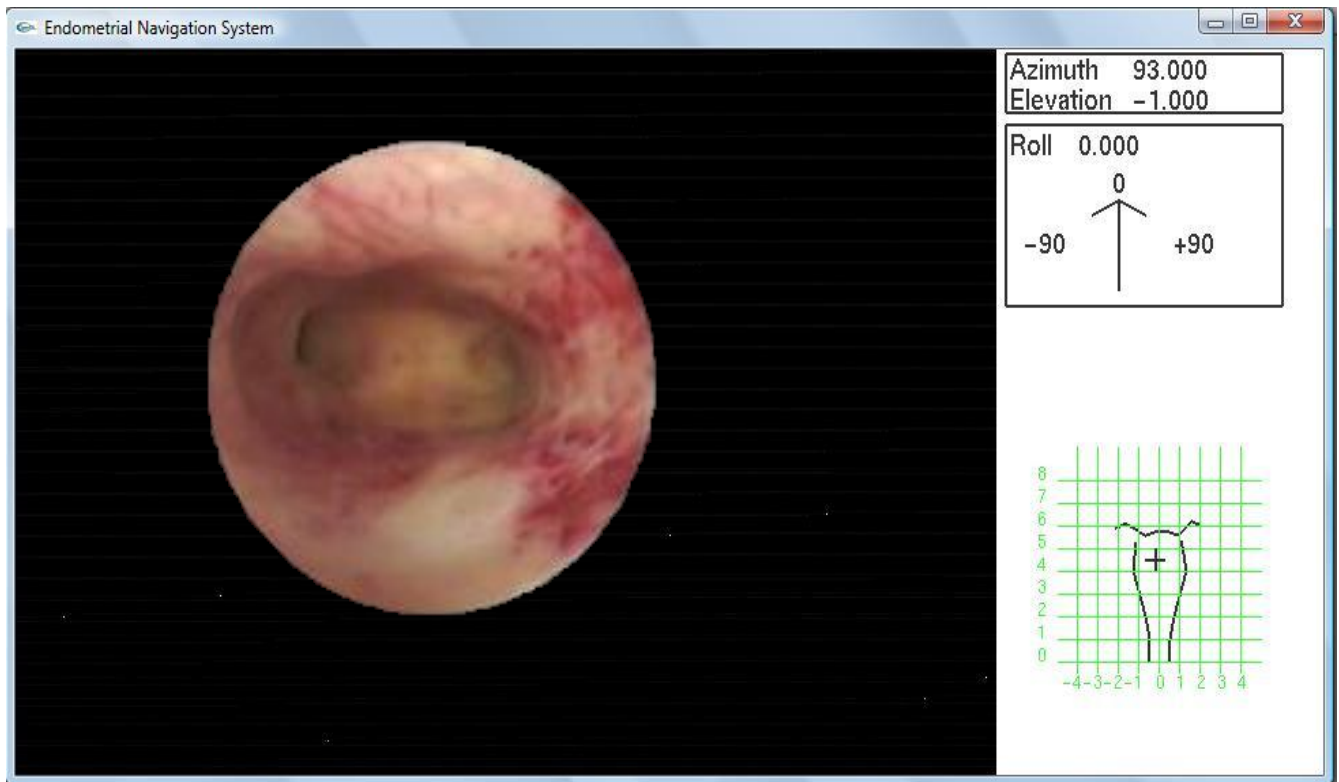
- **Βήμα 4 - Ορισμός του όστεου δεξιάς σάλπιγγας**



Σχήμα 5.7 Ορισμός του όστεου δεξιάς σάλπιγγας

Τέταρτο βήμα, είναι ο καθορισμός του όστεου δεξιάς σάλπιγγας, ανάλογα με τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Αυτό πραγματοποιείται όταν ο ιατρός βρίσκεται στο όστεου δεξιάς σάλπιγγας της ασθενούς. Όταν συμβεί αυτό ο ιατρός θα πατήσει το πλήκτρο '4'. Μετά από αυτή τη διαδικασία ο αριθμός '4' δεν αναπαριστάται θυμίζοντας έτσι στο ιατρό πώς αυτή η μέτρηση, δηλαδή ο ορισμός του όστεου δεξιάς σάλπιγγας, έχει πραγματοποιηθεί.

- **Βήμα 5 - Αναδημιουργήσουμε το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.**



Σχήμα 5.8 Αναδημιουργήσουμε το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς.

Μετά από της πιο πάνω μετρήσεις μπορούμε να αναδημιουργήσουμε το εικονικό μοντέλο ενδομητρίου ως προς τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Σαν τελευταίο βήμα, είναι η επαναδημιουργία τα ανατομικά χαρακτηριστικά της ασθενούς. Αυτό πραγματοποιείται όταν ο ιατρός θα πατήσει το πλήκτρο '5'.

5.4 Αξιολόγηση συστήματος

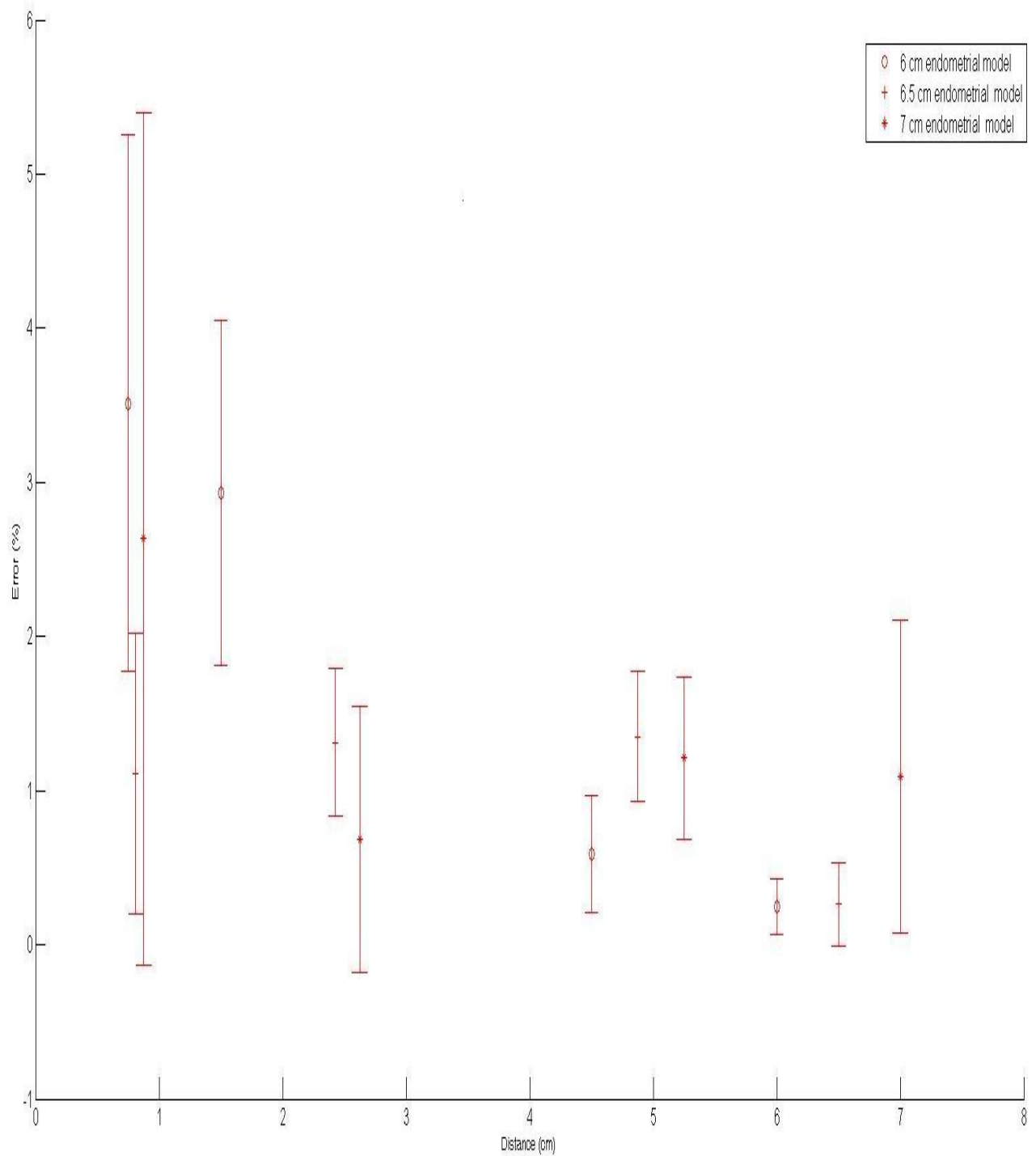
Αυτό το απλό διεγχειρητικό σύστημα πραγματικού χρόνου δύο διαστάσεων έχει αξιολογηθεί ως προς την ακρίβεια του. Ως προς αυτό το παράγοντα, το σύστημα έχει αξιολογηθεί τόσο σε εικονικό μοντέλο ενδομητρίου αλλά και κατά τη διάρκεια μερικών υστεροσκοπικών εξετάσεων σε πραγματικές συνθήκες.

Η αξιολόγηση του απλό αυτού διεγχειρητικού συστήματος πραγματικού χρόνου με τη βοήθεια εικονικού μοντέλου έχει γίνει ως εξής:

- Έγινε χρήση τριών διαφορετικών μοντέλων ενδομητρίου ως προς το μήκος του (η απόσταση μεταξύ του πρώτου σημείου και του δεύτερου, σχήμα 4.12), 6.0, 6.5 και 7.0 εκατοστά.
- Για κάθε μοντέλο, το υστεροσκόπιο (με το τοποθετημένο τον αισθητήρα θέσης επάνω του) διάνυσε οκτώ ίσες απόστασης σε εμβέλεια 0-6.0 cm, 0-6.5 cm και 0-7.0 cm. Σε κάθε σημείο πάρθηκαν έξι μετρήσεις από τον αισθητήρα θέσης.

Στο σχήμα 5.5 παρουσιάζεται ποσοστό σφάλματος της διαφοράς μεταξύ της πραγματικής απόστασης και της απόστασης που επιστρέφει ο αισθητήρας θέσης. Το μικρότερο και το μεγαλύτερο σφάλμα ήταν 0.18 ± 0.25 και 2.64 ± 2.77 αντίστοιχα.

Τα σφάλμα μετρήθηκε και για τις γωνίες roll και elevation. Παρόλα αυτά το σφάλμα ήταν αμελητέο. Είναι εμφανές ότι τα λάθη αυτά είναι ιδιαίτερα αποδεκτά από τους εμπειρογνώμονες. Επιπλέον το σύστημα αξιολογήθηκε σε μερικές κλινικές περιπτώσεις υστεροσκοπικής εξέτασης με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.



Σχήμα 5.5 Ποσοστό σφάλματος της διαφοράς μεταξύ της πραγματικής απόστασης και της απόστασης που επιστρέφει ο αισθητήρας θέσης. Η γραφική παράσταση παρουσιάζει τη μέση και τυπική απόκλιση των τιμών από έξη μετρήσεις που έχουν γίνει για κάθε απόσταση. Τα τρία μοντέλα παρουσιάζονται ως εξής: α) 6.0 cm ('o'), β) 6.5cm ('+') and 7.0 cm ('*').

	Απόσταση σε εκατοστά	Ποσοστιαίο μέσο σφάλμα	Τυπική απόκλιση σφάλματος
Μοντελο 6 εκατοστών	0.75	3.51	1.73
	2.25	2.93	1.11
	4.5	0.59	0.376
	6.0	0.182	0.25
Μοντελο 6.5 εκατοστών	0.81	1.11	0.90
	2.43	1.31	0.47
	4.87	1.35	0.45
	6.5	0.265	0.2155
Μοντελο 7 εκατοστών	0.85	2.64	2.77
	2.62	0.68	0.86
	5.25	0.60	1.27
	7.0	1.09	1.01

Πίνακας 5.6 Στον πίο πάνω πίνακα έχουν επιλεγεί τέσσερις μετρήσεις από κάθε μοντέλο και παρουσιάζεται το ποσοστό σφάλματος της διαφοράς μεταξύ της πραγματικής απόστασης και της απόστασης που επιστρέφει ο αισθητήρας θέσης καθώς και η τυπική αποκλιση του σφάλματος.

5.6 Τι προσφέρει το σύστημα

Το διεγχειριτικό σύστημα πλοήγησης που έχει υλοποιηθεί και παρουσιαστεί σε αυτή τη διπλωματική εργασία έχει να προσφέρει πολλά τόσο σε διαγνωστικό αλλά και σε διεγχειριτικό επίπεδο. Το σύστημα αυτό που έχει υλοποιηθεί, αξιολογήθηκε τόσο σε εικονικά μοντέλα ενδομήτριο αλλά και σε μερικές υστεροσκοπικές εξετάσεις και τα σφάλματα μέτρησης του αισθητήρας θέσης ήταν πολύ μικρά και αποδεκτά από τον ιατρό. Αυτό το πληροφοριακό σύστημα προσφέρει στο ιατρό δεδομένα για τη θέση του χειρουργικού οργάνου μέσα στον ασθενή κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην αντιστοίχιση (registration) της θέσης του αισθητήρα καταγραφής θέσης με τα απεικονιστικά δεδομένα του ασθενή.

Η επιτυχής εφαρμογή αυτού του συστήματος θα βελτιώσει τη διαγνωστική ακρίβεια και θα βοηθήσει τον ιατρό να σχηματίσει μια καλύτερη διάγνωση. Επίσης η πλοήγηση κατά τη χειρουργική επέμβαση θα συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στην ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη χειρουργική επέμβαση που εκτελείται υστεροσκοπικά.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα	66
6.2 Μελλοντικά δουλεία	67

6.1 Συμπεράσματα

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος διεγχειριστικής πλοήγησης δεν ήταν εύκολη υπόθεση αφού απαιτούσε γενικές αλλά και ειδικές γνώσεις όσο αφορά την επιστήμη της γυναικολογία. Αρχικά έπρεπε να γίνει έρευνα σχετικά με το πώς αυτό το σύστημα θα μπορούσε να υλοποιηθεί με το καλύτερό τρόπο έχοντας τα βέλτιστα αποτελέσματα. Αυτό δεν ήταν απλή διαδικασία αφού σε τέτοια συστήματα που έχουν να κάνουν με τη διάγνωση κάποιας ασθένειας δεν μπορεί να υπάρξει κάποια ατέλεια ούτε περιθώρια λάθους.

Αρχικά το δύσκολο κομμάτι ήταν αυτό που αφορούσε το γραφικό μέρος της υλοποίησης. Πιο συγκεκριμένα η ιδέα της ενσωμάτωσης του γραφικό περιβάλλον διπροσωπίας της openCV με το γραφικό περιβάλλον διπροσωπίας της OpenGL έτσι ώστε να έχουμε μόνο μια γραφική διπροσωπία που θα αλληλεπιδρά ο χρήστης.

Επιπρόσθετα, συστήματα όπως αυτό που αλληλεπιδρά με άλλες συσκευές σε πραγματικό χρόνο(real time) έχουν μεγάλες δυσκολίες γιατί χρειάζεται άμεση ανάδραση και ενημέρωση εντός πολύ μικρού διαστήματος (χιλιοστά του δευτερολέπτου). Ακόμη το σύστημα αυτό είναι πιο σύνθετο με την χρήση του αισθητήρα θέσης ο οποίος μετακινείται από τον ιατρό ουσιαστικά αφού βρίσκεται πάνω στο υστεροσκόπιο. Αυτό αμέσως προσθετή σφάλμα στο σύστημα το οποίο αξιολογήθηκε και είναι αποδεκτό από τον ιατρό.

Τέλος θα ήθελα να αναφέρω ότι η ανάπτυξη του συστήματος πέραν του ότι ήταν μια πρωτόγνωρη και πρωτότυπη εμπειρία για μένα, παράλληλα κατάφερα να αποκτήσω σημαντικότερες γνώσεις μέσα από τον τομέα της Πληροφορικής αλλά και της Ιατρικής. Συνενώνοντας αυτές τις δύο λαμπρές επιστήμες δημιουργείται ένα τεράστιο όφελος για τον άνθρωπο.

6.2 Μελλοντική εργασία

Αυτό το σύστημα που έχει υλοποιηθεί είναι καινοτομικό και δεν υπάρχει κάτι παρεμφερές με αυτό. Ουσιαστικά έχει υλοποιηθεί ένα απλό δυσδιάστατο διεγχειρητικό σύστημα πλοήγησης κατά την διάρκεια υστεροσκοπικής εξέτασης. Λαμβάνοντας υπόψη ότι είναι κάτι πρωτοφανές και πρωτοποριακό υπάρχουν πολλά περιθώρια επέκτασης. Αυτό το σύστημα μπορεί να επεκταθεί, από ένα δισδιάστατο (2D) μοντέλο αναπαράστασης ενδομητρίου σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο (3D).

Επιπρόσθετα, αυτό το σύστημα θα μπορούσε να επεκταθεί με σκοπό την δημιουργία ετεροχρονισμένου συστήματος πλοήγησης. Με αυτό τον τρόπο ο ιατρός θα μπορεί να ξαναβλέπει εκ των υστέρων, την εξέταση που έχει πραγματοποιηθεί έτσι ώστε να εντόπιση περιοχές ενδιαφέροντος (ROI) τις οποίες δεν είχε προσέξει. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια πιο αξιόπιστη διάγνωση μειώνοντας έτσι τα περιθώρια σφάλματος .

Βιβλιογραφία

- [1] B. J. Mehrara et al., “Rat Mandibular Distraction Osteogenesis: II. Molecular Analysis of Transforming Growth Factor Beta-1 and Osteocalcin Gene Expression,” *Plastic & Reconstructive Surgery*, vol. 103, no. 2, pp. 536-547, Feb. 1999.
- [2] “Ιατρική Απεικόνιση.” [Online]. Available: <http://www.biomed.ntua.gr/>
- [3] “CDC - Gynecologic Cancers - Inside Knowledge Campaign Print Materials.” [Online]. Available: http://www.cdc.gov/cancer/knowledge/print_materials.htm.
- [4] “Ανατομία γεννητικού συστήματος - Embio Medical Center.” [Online]. Available: <http://www.ivf-embryo.gr/anatomia-gennitikoy-systimatos.htm>.
- [5] “Υστεροσκόπηση - Λαπαροσκόπηση.” [Online]. Available: <http://www.ivfgenesys.gr/endoscopy.asp>.
- [6] “Endoscopy - Wikipedia, the free encyclopedia.” [Online]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Endoscopy>.
- [7] R. Ewers, K. Schicho, G. Undt, F. Wanschitz, M. Truppe, R. Seemann, A. Wagner, “Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review,” *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 34, no. 1, pp. 1-8, Jan. 2005.
- [8] “s_T1TEF42000Binded(FP).pdf.” .
- [9] M. Chin, “Distraction osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: Review of five cases*1,” *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 54, no. 1, pp. 45-53, Jan. 1996.
- [10] W. Higgins, J. Helferty, K. Lu, S. Merritt, L. Rai, and K. Yu, “3D CT-Video Fusion for Image-Guided Bronchoscopy,” *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 32, no. 3, pp. 159-173, Apr. 2008.
- [11] “PAROUSIASI_Rombotiki_xeirourgiki.pdf.” .
- [12] “DA VINCI ROBOTICS - NORTHGATE UROLOGY.” [Online]. Available: <http://northgateurology.com/dav.html>.
- [13] “Robot-Assisted Surgery: da Vinci.” [Online]. Available: http://biomed.brown.edu/Courses/BI108/BI108_2005_Groups/04/davinci.html.

- [14] "KARL STORZ Endoskope - Choose language." [Online]. Available: <http://www.karlstorz.com/cps/rde/xchg/karlstorz-en/hs.xsl/146.htm>.
- [15] "Ascension Technology Corporation - 3D Guidance, Surgical navigation, Minimally invasive, 3D Ultrasound, Image-guided procedures, Localization, Tracking, Magnetic and optical sensors, Medical guidance, 3D Digitizer." [Online]. Available: <http://www.ascension-tech.com/>.
- [16] "HaSoTec GmbH -- PC-Card ExpressCard CardBus PCMCIA Framegrabber -- PCI Express Frame Grabber." [Online]. Available: <http://www.hasotec.com/index.php?status=Fg37>.
- [17] M. S. Neofytou, V. Tanos, M. S. Pattichis, C. S. Pattichis, E. C. Kyriacou, and D. D. Koutsouris, "A standardised protocol for texture feature analysis of endoscopic images in gynaecological cancer," *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 6, no. 1, p. 44, 2007.
- [18] "NeHe Productions: Main Page." [Online]. Available: <http://nehe.gamedev.net/>.
- [19] I.P. Constantinou, C.A. Koumourou, M.S. Neofytou, V. Tanos, C.S. Pattichis, and E. Kyriakou, "An integrated CAD system facilitating the endometrial cancer diagnosis," *2009 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*, Larnaka, Cyprus: 2009, pp. 1-5
- [20] Crete fertility center [Online]. Available: <http://www.fertilitycrete.gr>

Παράρτημα Α

Εργασία που θα παρουσιασθεί στο Comp Sys Tech Conference 2011(<http://www.compsystech.org>), Βιέννη 16-17, Ιουνίου 2011, και θα δημοσηευθεί στα πρακτικά του συνεδρίου που θα εκδοθούν από τη ACM.

A Simplified 2D Real Time Navigation System

For Hysteroscopy Imaging

Ioanna Herakleous, Ioannis P. Constantinou, Elena Michael, Marios S. Neofytou, Constantinos S. Pattichis, Vasillis Tanos

Abstract: *In this paper, a simplified 2D navigation system for hysteroscopy imaging was introduced. This system was evaluated in virtual endometrium models, and the position sensor measurement errors were very small and acceptable by the physician. The 2D navigation system, combined with quantitative image analysis will help the physician in gaining a better understanding of the pathophysiology of the tissue under investigation.*

Key words: *Endometrial Cancer, Navigation, Hysteroscopy Imaging.*

INTRODUCTION

Cancer of the endometrium is the most common cancer of the female reproductive organs, In the United States. In the 2010, the American Cancer Society estimated that 43,470 new cases will be diagnosed for endometrial cancer and about 7,950 women will die [9].

The hysteroscopy examination is widely used over the last years for the assessment of endometrial cancer [8]. It is considered to be the gold-standard technique for the diagnosis of intrauterine pathology [11].The hysteroscopy is perhaps the most difficult endoscopic surgery in gynaecology. The degree of difficulty is increased if there are large fibroid tumors or polyps to be removed. In these cases, the surgeon is often disoriented, especially when the host of the uterus is covered. The need of quantitative hysteroscopy imaging of the tissue (region of interest (ROI)) under investigation linked with navigation information is highly desirable by the gynaecologist when carrying out the exam.

In previous studies by our group, we have shown that the use of a standardised protocol for capturing and analyzing endoscopic video facilitates the wide spread use of quantitative analysis as well as the use of computer aided diagnostic (CAD) systems in gynaecological endoscopy [10]. The standardized protocol suggests the use of color correction and the use of specific viewing conditions so that there will be no significant

differences in texture feature values extracted from the same type of tissue (normal or abnormal). Furthermore, when this protocol is applied, we have found that several texture features can be used to discriminate between normal and abnormal tissue since they exhibit significant differences for the two types of tissue.

The objective of this paper is to introduce a simplified 2D navigation system for hysteroscopy imaging. This will help the physician in gaining a better understanding of the tissue-ROI under investigation, especially in the case of suspicious regions that need to be biopsied. To the best of our knowledge, no such system exists for hysteroscopy imaging. A few endoscopy navigation systems have been published in the literature, but for bronchoscopy [4], brain surgery [5], and other.

The rest of the paper is organized as follows. In the following section the methodology followed by the results and concluding remarks.

METHODOLOGY

The proposed simplified 2D real time navigation system for hysteroscopy imaging consists of the following three different modules as described in Fig. 1: a) camera and sensor calibration, b) video acquisition and ROI selection, and c) texture analysis and classification. This framework is based on previous versions of the standardized protocol for computer aided diagnosis (CAD) hysteroscopy examination framework that was proposed by our group, as documented in [3] and [10].

Camera and sensor calibration

The proposed system was implemented and tested using the KARL STORZ IP4.I camera [8], which contains also the luminance source and the monitor. The analog output of the system was connected with a frame grabber and was digitized at 720x576 pixels using the Hasotec-37 video grabber (24 bits color at 25 frames per second [6]). The position sensor (Ascension Technology Corporation Company, Flock of Birds model [1]) was attached at the upper part of the hysteroscope. It records the x, y, and z coordinates, and the three angles, azimuth, elevation and roll.

The camera was calibrated for white balance, as well as for gamma correction as documented in [10], (see Fig.1, steps 1-3). The position sensor was calibrated as follows: (see Fig.1 step 4): the hysteroscope was held by the physician at the entry of the endometrium (see Fig. 2, position 1, and Fig. 3 (b) position 1) and the sensor's receiver was adjusted so that the azimuth and roll angles were zeroed.

A. Camera and Sensor Calibration

1. Calibrate the camera following the guidelines by the manufacturer (i.e. white balance). This provides optimal-viewing calibration that will be environmentally dependable.
2. Capture the color palette ROIs and their corresponding digitally generated values based on the data given by the manufacturer.
3. Calculate the gamma correction parameters.
4. Calibrate position sensor.

B. Video Acquisition and ROI Selection

5. Calibrate endometrial navigation model based on the subject's anatomy using the position sensor.
6. Acquire images at an angle that is nearly orthogonal to the object under investigation (only allowing 3 degree deviation) and at distances of 3cm (close up) to 5cm (panoramic) based on 2D navigation system feedback.
7. ROIs selection:
 - a. Manually crop ROIs of 64x64 pixels of suspicious areas to be investigated and/or
 - b. Semi-automatically select a central region of 256x256 pixels, consisting of 16 ROIs of 64x64 pixels to be investigated.
8. ROIs are γ -corrected and visually assessed.

C. Texture Analysis and Classification

9. Convert the ROIs from RGB to the HSV and/or to the YCrCb systems.
 10. Compute the texture features.
 11. Classify ROIs into normal/abnormal using:
 - a. SVM classifier, and/or
 - b. C4.5 decision trees algorithm.
 12. Store raw video, ROIs, texture features, and classification results into hysteroscopy imaging database.
 13. Perform visual expert analysis of the results.
-

Fig. 1. Revised hysteroscopy imaging analysis protocol including the navigation functionality [3], [10].

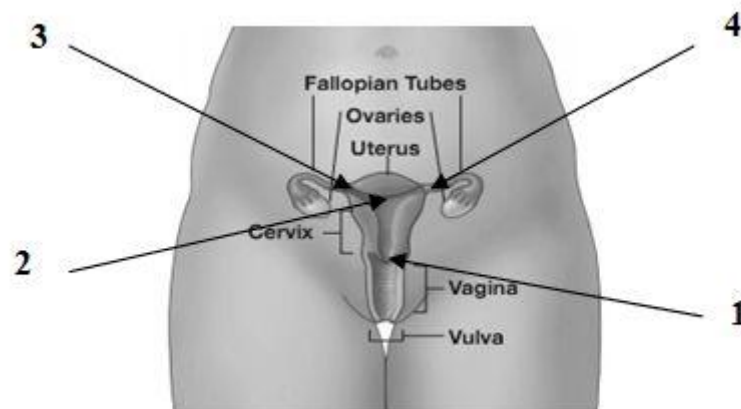


Fig. 2. Endometrial anatomy model showing the sequence of the position sensor calibration steps to be carried out by the physician (see also Fig.1, step 5, and Fig. 3(b)) (picture taken from [2]).

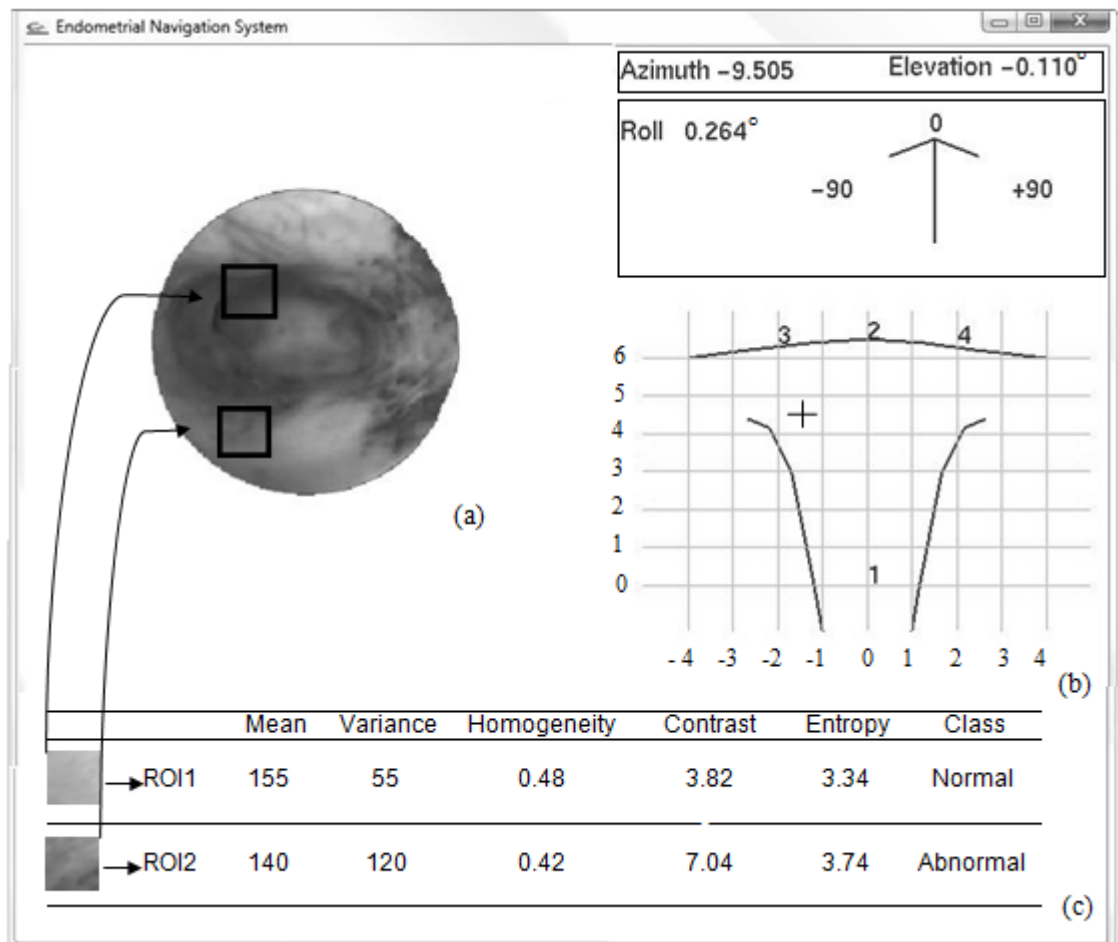


Fig.3. (a) A hysteroscopy image of endometrium showing two ROIs that were manually segmented by the gynaecologist, a normal and an abnormal corresponding to ROI1 and ROI2. (b) Endometrial navigation system illustrating with a '+' to the physician the position of the tip of the hysteroscope of the image/video shown in (a). (c) Texture features of ROIs.

Video acquisition and ROI selection

The endometrial navigation model was calibrated (scaled) based on the subject's anatomy as illustrated in Fig. 2 using the position sensor (see Fig.1, step 5). Figure 2 shows the endometrial landmarks corresponding to the sequence of steps to be carried out by the gynaecologist for calibrating the model. Following the calibration of the model, the physician proceeds with the hysteroscopy examination as prescribed in Fig. 1, steps 6– 8, and illustrated in Fig 3.

Texture analysis and classification

The ROI color images were transformed into grayscale images, and or in other color systems like the YCrCb, or HSV (see Fig. 1, step 9). Texture features were extracted from the manually segmented ROI images (see Fig. 3(a)) in order to differentiate between normal and abnormal tissue as given in [10]. The following

texture features were computed: Statistical Features (SF), Spatial Gray Level Dependence Matrices (SGLDM), and Gray level difference statistics (GLDS) (see Fig. 1, step 10, and Fig. 3 (c)). ROIs were classified into normal or abnormal, using the support vector machines classifier (SVM), or the C4.5 decision trees algorithm (see Fig. 1, step 11) [10].

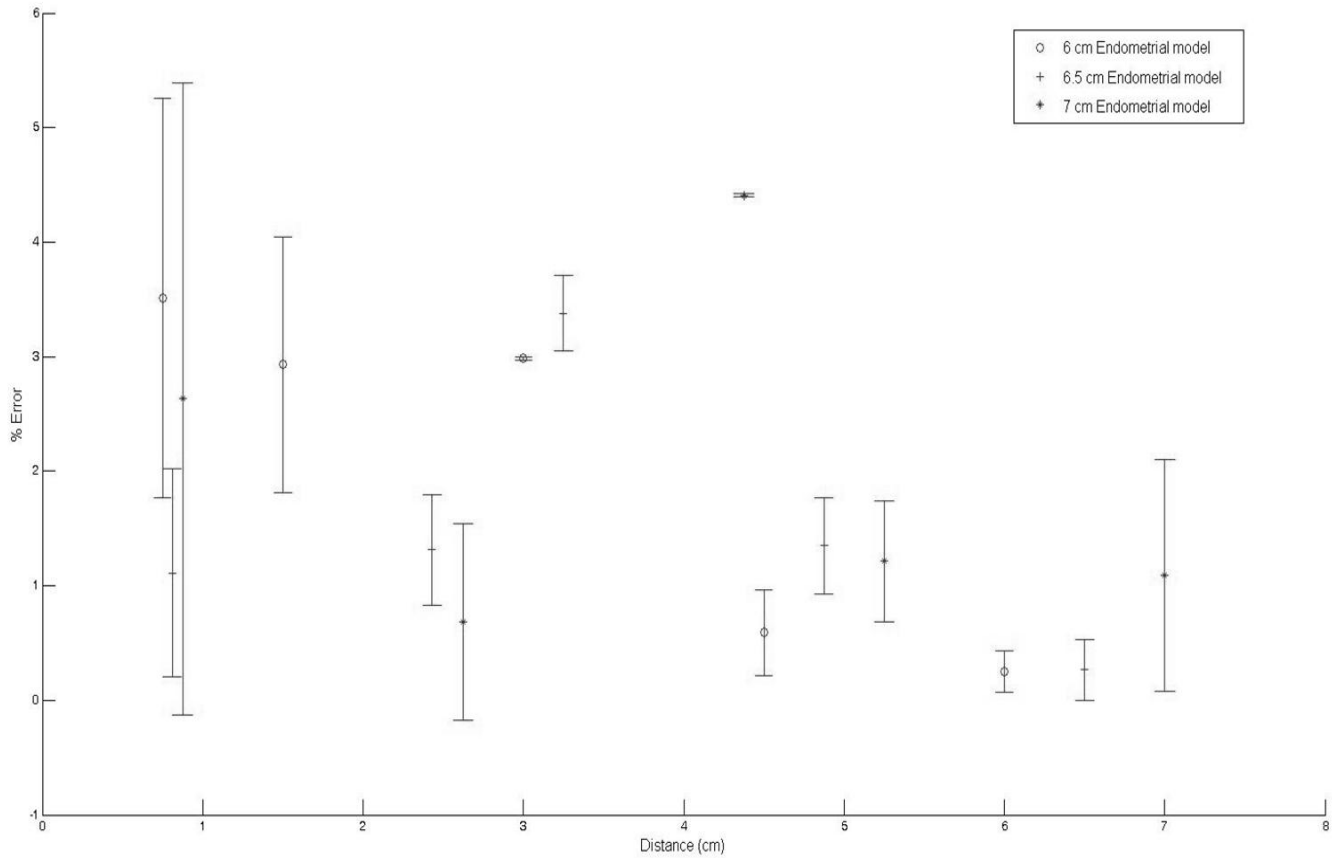


Fig. 4. Percentage error of the difference between the actual distance and the recorded distance measured by the sensor. The graph shows the mean and standard deviation values for six measurements at each distance. The following three endometrial models were investigated: (a) 6.0 cm ('o'), (b) 6.5cm ('+') and 7.0 cm ('*').

RESULTS

The proposed 2D real time navigation system's accuracy was evaluated both in virtual mode using an endometrial model and in a few hysteroscopy examinations. Three models of different endometrial length (measured as the distance between position 1 and position 2 of Fig. 3(b)) were investigated (6.0, 6.5 and 7.0 cm). For each model, the hysteroscope (attached with the position sensor) was moved at eight equal distance points in the range of 0-6.0 cm, 0-6.5 cm, and 0-7.0 cm. At each point, six position sensor measurements were recorded. Figure 4 displays the percentage error of the difference between the actual distance and the recorded distance measured by the sensor. The smallest and largest errors recorded were 0.18 ± 0.25 and 2.64 ± 2.77

with the hysteroscope positioned centre at 0.9 cm and 6 cm respectively. Error measures were also computed for the roll and elevation angles. However, these errors were insignificantly small. It is clearly shown that these errors are highly acceptable by the experts. Furthermore the system was evaluated in a few clinical hysteroscopy examination cases with very satisfactory results.

CONCLUDING REMARKS

In this paper, a simplified 2D navigation system for hysteroscopy imaging was introduced. The proposed system was evaluated in virtual endometrium models, and the position sensor measurement errors were very small and acceptable by the physician. The 2D navigation system, combined with the ROI quantitative image analysis system will help the physician in gaining a better understanding of the tissue pathophysiology of the ROI under investigation, especially in the case of suspicious regions that need to be biopsied. More work is needed to investigate thoroughly the aforementioned two systems in the clinical context.

REFERENCES

- [1] Ascension Technology Corporation, Flock of Birds, [Online], Available: <http://www.ascension-tech.com/>
- [2] Centers for Disease Control and Prevention, [Online], Available: <http://www.cdc.gov/>
- [3] I.P. Constantinou, C.A. Koumourou, M.S. Neofytou, V. Tanos, C.S. Pattichis, and E. Kyriakou, "An integrated CAD system facilitating the endometrial cancer diagnosis," *2009 9th International Conference on Information Technology and Applications in Biomedicine*, Larnaka, Cyprus: 2009, pp. 1-5.
- [4] W.E. Higgins, J.P. Helferty, K.Lu, S.A. Merritt, L.Rai, Kun-Chang Yu, "3D CT-Video Fusion for Image-Guided Bronchoscopy", *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2008 April; 32(3): 159–173.
- [5] R. Ewers, K. Schicho, G. Undt, F. Wanschitz, M. Truppe, R. Seemann, and A. Wagner, "Basic research and 12 years of clinical experience in computer-assisted navigation technology: a review," *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 34, 2005, pp. 1-8.
- [6] HaSoTec, [Online], Available at: <http://www.hasotec.com/index.php?status=Fg37>, 1990-2009.
- [4] T. Joachims, "Making large-scale svm learning practical. advances in kernel methods - support vector learning". In B. Scholkopf, C. Burges, and A. Smola, editors, *Advances in Kernel Methods: Support Vector Machines*, pages 169-184. MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1999

[8] N. Makris, E. Vomvolaki, G. Partsinevelos, G. Mantzaris, J. Chatzipapas, and A. Antsaklis, "Evaluation of office hysteroscopy in pre-menopausal and post-menopausal women: experience with 2,255 cases," *European Clinics in Obstetrics and Gynaecology*, vol. 3, 2008, pp. 113-116.

[9] National Cancer Institute, Endometrial Cancer, [Online], [Available: http://www.cancer.org](http://www.cancer.org).

[10] M.S. Neofytou, V. Tanos, M.S. Pattichis, C.S. Pattichis, E.C. Kyriacou, and D.D. Koutsouris, "A standardised protocol for texture feature analysis of endoscopic images in gynaecological cancer," *BioMedical Engineering OnLine*, vol. 6, 2007, p. 44. [Online], Available: <http://www.biomedical-engineering-online.com/start.asp>

[11] M.M. Tahir, M.A. Bigrigg, J.J. Browning, T. Brookes, and P.A. Smith, "A randomised controlled trial comparing transvaginal ultrasound, outpatient hysteroscopy and endometrial biopsy with inpatient hysteroscopy and curettage," *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, vol. 106, 1999, pp. 1259-1264.

ABOUT THE AUTHORS

Student Ioanna Herakleous, Bsc, Department of Computer Systems, University of Cyprus, Phone: +357 99 828242, E-mail: ioanna17hz@gmail.com .

Student Ioannis. P. Constantinou, PhD, Department of Computer Systems, University of Cyprus, Phone: +357 99 985432, E-mail: ioannis@istognosis.com .

Student Elena Mixail, Student, Department of Computer Systems, University of Cyprus, Phone: +357 99 777697, E-mail: elenamichael_cy@windowslive.com.

Assoc.Prof. Marios. S. Neofytou, PhD, Electrical & Computer Engineering, National Technical University of Athens, E-mail: mneoph@ucy.ac.cy.

Prof. Constantinos Pattichis, PhD, Department of Computer Science, University of Cyprus, E-mail: pattichi@cs.ucy.ac.cy.

Dr. Vasillis Tanos, MD, Department of Obstetrics and Gynaecology, ARETAEION Hospital, E-mail: v.tanos@aretaeio.com.