

Sisteme multimedia în chirurgie

Rezumatul tezei de doctorat

Doctorand **Luminița-Elena Furcea**

Conducător de doctorat **Liviu Vlad**



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

Cuprins

INTRODUCERE 15

STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII 20

1. Sisteme computerizate de asistare a deciziei clinice 21

- 1.1. Decizia medicală 22
 - 1.1.1. Identificarea problemei decizionale 22
 - 1.1.2. Structurarea problemei decizionale 23
 - 1.1.3. Alegerea soluției 23
- 1.2. Domenii de aplicare a CDSS 23
 - 1.2.1. Alarmer și memento-uri 23
 - 1.2.2. Asistarea diagnosticului 23
 - 1.2.3. Planificarea și validarea terapiei 24
 - 1.2.4. Sisteme de asistare a prescrierii medicamentelor 24
 - 1.2.5. Obținerea informațiilor 24
 - 1.2.6. Interpretarea și recunoașterea imaginilor 24
- 1.3. Sisteme computerizate de asistare a diagnosticului 25
 - 1.3.1. MYCIN 26
 - 1.3.2. INTERNIST-1 26
 - 1.3.3. CADIAG-2 27
 - 1.3.4. JOSEPH 27
 - 1.3.5. DE DOMBAL'S LEEDS ABDOMINAL PAIN SYSTEM 27
 - 1.3.6. THORASK 27
 - 1.3.7. Iliad 27
 - 1.3.8. DXplain 27
 - 1.3.9. Isabel 28

2. Chirurgia robotică 29

- 2.1. Scurt istoric al chirurgiei robotice 29
- 2.2. Clasificarea roboților chirurgicali 31
- 2.3. Roboții chirurgicali endoscopici 32
- 2.4. Cerințele fundamentale ale roboților chirurgicali endoscopici 35
 - 2.4.1. Cerințele necesare roboților chirurgicali endoscopici 35
 - 2.4.2. Cerințele de bază ale roboților chirurgicali endoscopici 36
 - 2.4.3. Cerințele suplimentare ale roboților chirurgicali endoscopici 37
- 2.5. Cercetări viitoare

3. Realitatea virtuală în chirurgie 39

- 3.1. Educație și training 40
 - 3.1.1. Simulatoare mecanice 41
 - 3.1.2. Training-ul pe animale vii 41
 - 3.1.3. Simulatoare chirurgicale bazate pe realitatea virtuală 42
- 3.2. Diagnostic preoperator 43
- 3.3. Planificarea preoperatorie 44
- 3.4. Navigarea intraoperatorie 45
- 3.5. Telechirurgie 46

CONTRIBUȚIA PERSONALĂ 49

1. Ipoteza de lucru/obiective 51

2. Studiul 1 – Dezvoltarea și evaluarea sistemului de asistare a diagnosticului MeDEx 53

- 2.1. Introducere 53
- 2.2. Obiective 53
- 2.3. Material și metodă 54
 - 2.3.1. Structura sistemului de asistare a diagnosticului MeDEx 54
 - 2.3.1.1. Componenta Knowledge Engineering 56
 - 2.3.1.2. Componenta Case Diagnostic 60
 - 2.3.2. Studiu de evaluare a sistemului MeDEx 63
- 2.4. Rezultate 64
- 2.5. Discuții 81
- 2.6. Concluzii 84

3. Studiul 2 – Dezvoltarea și testarea robotului chirurgical PARAMIS 85

- 3.1. Introducere 85
- 3.2. Obiective 86
- 3.3. Material și metodă 86
 - 3.3.1. Descrierea modelului experimental al robotului paralel PARAMIS 87
 - 3.3.1.1. Structura mecanică a robotului PARAMIS 88
 - 3.3.1.2. Panoul electric al robotului PARAMIS 88
 - 3.3.1.3. Sistemul de comandă al robotului PARAMIS 88

3.3.1.4. Interfața utilizator	89
3.4. Rezultate	94
3.4.1. Teste experimentale de verificare și configurare a robotului PARAMIS	94
3.4.1.1. Verificarea și configurarea etapei de inițializare a robotului PARAMIS	94
3.4.1.2. Verificarea și configurarea modului de comandă a robotului PARAMIS	95
3.4.1.3. Verificarea și configurarea parametrilor dinamici ai robotului PARAMIS	99
3.4.1.4. Verificarea siguranței robotului PARAMIS	99
3.4.1.5. Optimizarea poziției chirurg – robot PARAMIS	100
3.4.2. Colectectomie laparoscopică experimentală pe mulaj, utilizând robotul PARAMIS	100
3.4.3. Colectectomie laparoscopică experimentală pe ficat de porc, utilizând robotul PARAMIS	102
3.5. Discuții	103
3.6. Concluzii	108
4. Studiul 3 – Dezvoltarea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică	109
4.1. Introducere	109
4.2. Obiective	110
4.3. Material și metodă	110
4.3.1. Descrierea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică	110
4.3.1.1. Sistemul de bază	111
4.3.1.2. Sistemul secundar	113
4.4. Rezultate	116
4.4.1. Crearea mediului virtual chirurgical	116
4.4.1.1. Reconstrucția tridimensională a ficatului cu software dedicat de la furnizorii de CT	117
4.4.1.2. Reconstrucția tridimensională a ficatului cu software de reconstrucție a imaginii	117
4.4.1.3. Studiu comparativ asupra reconstrucției tridimensionale a ficatului	127
4.4.1.4. Reconstrucția tridimensională a ficatului tumoral	129
4.4.2. Proiectarea consolei de lucru	134
4.4.3. Modelarea virtuală a instrumentelor laparoscopice	135
4.4.4. Modelarea virtuală a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică	136
4.4.5. Simularea rezecției hepatice laparoscopice	137
4.5. Discuții	140
4.6. Concluzii	144
5. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei	147
REFERINȚE	149

Cuvinte cheie: multimedia, sisteme de asistare a deciziei clinice, sisteme de asistare a diagnosticului, chirurgie robotică, roboți chirurgicali endoscopici, realitatea virtuală, educație medicală, platformă de e-learning, chirurgia laparoscopică hepatică, reconstrucția tridimensională a ficatului

1. Introducere

Multimedia reprezintă unul dintre cele mai fascinante și bogate aspecte ale informaticii. Prin definiție, multimedia înseamnă intermediarii multipli între sursele primare de informație și beneficiarii acestora, iar sistemele multimedia sunt reprezentate de totalitatea mijloacelor de memorare, prelucrare, transmitere, prezentare sau percepere a informațiilor.

Aplicațiile multimedia au devenit un aspect important în medicină în ceea ce privește interfața utilizator și interacțiunea om-computer în general. Dezvoltarea accelerată a tehnologiei computerizate a determinat schimbări dramatice în medicină, în special în domeniul chirurgiei. În prezent sistemele multimedia sunt integrate în toate etapele procesului de îngrijire a pacientului chirurgical: diagnostic preoperator, planificare preoperatorie, navigare intraoperatorie, chirurgie robotică.

În cadrul tezei de doctorat am abordat trei aplicații ale sistemelor multimedia în chirurgie: sistemele de asistare a deciziei clinice, chirurgia robotică și realitatea virtuală.

Sistemele de asistare a deciziei clinice au fost concepute cu scopul de a ajuta medicii în procesul de luare a deciziilor. Aceste sisteme și-au dovedit eficiența prin îmbunătățirea calității asistenței medicale, reducerea costurilor, timpului și erorilor medicale. Pentru a evidenția beneficiile acestor programe în practica medicală, ne-am propus dezvoltarea și evaluarea unui sistem de asistare a diagnosticului cu aplicație în domeniul chirurgiei generale.

Chirurgia robotică reprezintă domeniul chirurgical în care tehnologia computerizată se interpune între chirurg și pacient în timpul intervenției chirurgicale. Odată cu extinderea chirurgiei laparoscopice și a chirurgiei robotice, a apărut interesul pentru dezvoltarea roboților chirurgicali endoscopici, destinați poziționării și manipulării laparoscopului. În acest context, am încercat să obținem un nou model de robot chirurgical pentru manevrarea laparoscopului, care să corespundă cerințelor și să poată fi utilizat în chirurgia laparoscopică.

Multimedia aduce noi oportunități în educația medicală. Tehnicile bazate pe realitatea virtuală joacă un rol vital în educația și formarea generațiilor actuale de chirurgi. Extinderea rapidă a chirurgiei laparoscopice a determinat dezvoltarea metodelor de training pentru dobândirea abilităților tehnice necesare. Importanța și complexitatea chirurgiei laparoscopice hepatice ne-au determinat să dezvoltăm un sistem inovativ virtual pentru chirurgia laparoscopică hepatică, integrat într-o platformă de e-learning.

2. Studiu 1: Dezvoltarea și evaluarea sistemului de asistare a diagnosticului MeDEx

Obiective: dezvoltarea și evaluarea unui sistem de asistare a diagnosticului cu aplicație în domeniul chirurgiei generale, care să permită un diagnostic bazat pe simptome și semne împreună cu o evaluare a probabilității de corectitudine a sa, diagnosticul facil și rapid al bolilor chirurgicale, propuneri de explorări paraclinice și tratament și interfață utilizator prietenoasă.

Material și metodă: MeDEx este un sistem de asistare a diagnosticului cu aplicație în domeniul chirurgiei generale, alcătuit din două componente: *Knowledge Engineering* pentru construirea bazei de cunoștințe și *Case Diagnostic* pentru a face deducții cu aceste cunoștințe.

Baza de cunoștințe a sistemului MeDEx conține un număr de 25 boli digestive, care necesită tratament chirurgical. Aceste boli au fost împărțite în următoarele categorii: Esofag, Stomac și Duoden, Intestin subțire, Colon și Rect, Ficată, Căi biliare, Pancreas. Baza de cunoștințe cuprinde un număr de 55 simptome și semne întâlnite în cele 25 boli digestive, iar asocierea simptomelor și semnelor cu o anumită boală se face în funcție de frecvența de apariție a acestora în boala respectivă, frecvență preluată din literatura de specialitate. Fiecare boală din baza de cunoștințe este însoțită de explorările paraclinice indicate, la care sunt descrise modificările întâlnite, precum și de metodele de tratament indicate în boala respectivă.

Componenta *Case Diagnostic* reprezintă motorul de inferență al sistemului MeDEx care furnizează raționamentul sistemului.

Motorul de inferență al sistemului MeDEx utilizează următoarea formulă matematică:

$$P_i = \frac{\text{Suma frecvențelor simptomelor prezente în boala } b_i}{\text{Suma frecvențelor simptomelor așteptate în boala } b_i} = \frac{\sum_{j=1}^{55} x_j * f_{ij}}{\sum_{j=1}^{55} f_{ij}} * 100$$

unde:

i = indicele unei boli b_i ($i = 1, 2, \dots, 15$);

j = indicele unui simptom s_j ($j = 1, 2, \dots, 55$);

f_{ij} = frecvența simptomului j în boala b_i ;

x_j = prezența simptomului j într-un caz dat;

p_i = probabilitatea exprimată procentual a unei boli b_i pentru un caz dat.

Astfel, punctajul p_i obținut pe baza formulei matematice utilizată de mecanismul de inferență al sistemului MeDEx reprezintă procentul sumei frecvențelor simptomelor prezente în suma frecvențelor simptomelor așteptate în boala b_i . Acest punctaj este o măsură a probabilității ca pacientul respectiv să aibă boala b_i .

Pentru fiecare caz se introduc în sistemul MeDEx simptomele și semnele pacientului, iar sistemul ne oferă un tabel cu diagnosticele posibile, afișând procentul de probabilitate corespunzător. Aceste diagnostice pot fi ordonate într-un clasament, în sens descrescător în funcție de punctajul obținut pe baza formulei matematice utilizate de motorul de inferență al sistemului. Poziția ocupată de o anumită boală în clasamentul diagnosticilor probabile oferit de sistemul MeDEx pentru un caz se numește rang.

Pentru evaluarea performanței sistemului MeDEx, am efectuat un studiu analitic prospectiv pe un lot alcătuit din 338 pacienți internați și tratați în Clinica Chirurgie III Cluj-Napoca în perioada martie – septembrie 2011, eșantion selectat aleator. Am inclus în lotul de studiu pacienții cu diagnostic corect existent în baza de cunoștințe a sistemului MeDEx și diagnostic unic chirurgical și am exclus pacienții care, totalizau un număr foarte mic de cazuri (<5 cazuri/boală) Astfel, în final diagnosticul celor 338 pacienți luați în studiu se încadrează în doar 15 dintre cele 25 boli chirurgicale descrise în sistemul MeDEx. Cele 15 boli chirurgicale au fost notate cu b01, b02, ..., b15.

Pentru analiza statistică a datelor am construit tabele de contingență 2x2 pentru fiecare dintre cele 15 boli incluse în studiu, pe baza cărora am aplicat testul Hi-pătrat χ^2 și coeficientul de corelație dihotomială Φ și am estimat următorii parametri statistici: sensibilitatea, specificitatea, valoarea predictivă pozitivă, valoarea predictivă negativă, rata falșilor pozitivi, rata falșilor negativi, prevalența, probabilitatea unui test pozitiv greșit, probabilitatea unui test negativ greșit, acuratețea, probabilitatea unui test negativ, probabilitatea unui test pozitiv, riscul relativ, rata șansei, excesul de risc.

Rezultate și discuții: Am introdus în sistemul de asistare a diagnosticului MeDEx simptomele și semnele celor 338 pacienți, iar rezultatele obținute le-am comparat cu diagnosticul corect. Astfel, în 225 cazuri (66,56%) diagnosticul de rangul 1 furnizat de sistemul MeDEx a coincis cu diagnosticul corect. În celelalte 113 cazuri diagnosticul corect a ocupat unul dintre rangurile 2 – 7. fiind prezent în Top 3 în 96,15% din cazuri și în Top 5 în 99,4% din cazuri. Dacă în cele mai multe cazuri diagnosticul corect ocupă rangul 1 în diagnosticul stabilit de sistemul MeDEx, în boala b03 diagnosticul corect ocupă rangul 2 în majoritatea cazurilor (88,37%). De asemenea, am obținut rezultate semnificative statistic ($p < 0,0001$) în majoritatea cazurilor, cu excepția bolii b03. Este vorba despre cancerul colic, în care se știe că tabloul clinic al cancerului colic localizat pe colonul drept este diferit de cel localizat pe colonul stâng. Cum cancerul colic a fost tratat unitar în baza de cunoștințe a sistemului MeDEx, indiferent de localizare, iar formula matematică folosită de motorul de inferență ține cont atât de simptomele prezente, cât și de cele absente în calcularea probabilității diagnosticului, se pot explica rezultatele nesatisfăcătoare obținute în boala b03.

Per global, diagnosticul stabilit prin sistemul MeDEx se caracterizează prin sensibilitate moderată (66,56%), specificitate ridicată (98,42%) și acuratețe ridicată (95,05%), rezultate comparabile cu alte sisteme de asistare a diagnosticului din literatura de specialitate.

Concluzii:

1. MeDEx este un sistem de asistare a diagnosticului cu aplicație în domeniul chirurgiei generale, care, pe baza simptomelor și semnelor și a asocierii acestora diferitelor boli implicate în cercetare, prezintă utilizatorului diagnosticele posibile cu probabilitatea corespunzătoare.

2. Diagnosticul stabilit de sistemul MeDEx se caracterizează în general prin sensibilitate moderată și prin specificitate și acuratețe ridicate.

3. Evaluarea performanței sistemului MeDEx pune în evidență rezultate semnificative statistic privind bolile luate în studiu.

4. Sistemul MeDEx merită implementat și utilizat în practica clinică, pentru a ajuta medicii în procesul de stabilire a diagnosticului.

5. Sistemul MeDEx oferă propuneri de examinări complementare în scopul confirmării sau infirmării ipotezelor diagnostice, precum și recomandări terapeutice.

6. Sistemul MeDEx poate fi utilizat ca sistem de instruire pentru studenți, medici rezidenți și medici specialiști tineri.

7. Sistemul MeDEx poate fi instalat pe orice computer, are o interfață utilizator prietenoasă și este ușor de utilizat.

3. Studiu 2: Dezvoltarea și testarea robotului chirurgical PARAMIS

Obiective: dezvoltarea și testarea unei structuri robotice compacte, folosind arhitectura paralelă, pentru poziționarea camerei în chirurgia laparoscopică, cu următoarele caracteristici: structură simplă și ușoară, accesibilă, interfață utilizator prietenoasă, posibilitate de extindere la un sistem robotic cu mai multe brațe.

Material și metodă: Din colaborarea dintre Clinica Chirurgie III din cadrul Universității de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj-Napoca, Centrul de Simulare și Testare Roboți Industriali (CESTER) din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca și Universitatea Tehnică din Braunschweig, Germania, a luat naștere PARAMIS (**PAR**Allel Robot for **Min**imally **In**vasive **S**urgery), primul robot chirurgical paralel realizat în România, destinat manipulării laparoscopului.

Interfața utilizator cuprinde cinci categorii de comenzi:

- comenzi de inițializare NEST și ORIGIN pentru poziționarea robotului în raport cu pacientul, la nivelul punctului de implantare a trocarului scopic;

- comenzi de selecție a modului de comandă: tastatură și mouse, joystick, comandă vocală sau dispozitiv haptic;

- comenzi de poziționare a laparoscopului în spațiul de lucru, utilizate pentru deplasarea efectivă a laparoscopului în timpul intervenției chirurgicale: Go In, Move In, Go Out, Move Out, Go Up, Move Up, Go Down, Move Down, Go Left, Move Left, Go Right, Move Right, STOP, QUIT;

- comenzi de setare a parametrilor de lucru: increment, viteză, accelerație, limitele spațiului de siguranță;

- comenzi de memorare a unor poziții în spațiul de lucru: permit memorarea a trei poziții cheie la care laparoscopul poate reveni rapid din orice poziție, printr-o singură comandă.

În testele experimentale efectuate cu robotul PARAMIS parametri urmăriți au fost: timpul instalării robotului, timpul, acuratețea și erorile de recunoaștere a comenzilor vocale, siguranța, comportamentul robotului în funcție de interfața de comandă sau parametrii de mișcare utilizați, timpul dezinstalării și îndepărtării robotului, timpul intervenției chirurgicale, avantajele și dezavantajele utilizării robotului.

Rezultate și discuții: Pentru evaluarea performanțelor robotului PARAMIS și optimizarea parametrilor de comandă am efectuat teste experimentale *in vitro* care s-au realizat în trei etape. În prima etapă am efectuat teste experimentale de verificare și optimizare a robotului PARAMIS, care au constat în:

- Verificarea și configurarea etapei de inițializare a robotului PARAMIS: timpul de instalare a robotului PARAMIS este de 1,5-2 minute;

- Verificarea și configurarea modului de comandă a robotului PARAMIS: am testat toate cele patru modalități de comandă a robotului, iar robotul PARAMIS s-a comportat identic indiferent de interfața de comandă pe care am folosit-o. Pentru recunoașterea vocală am efectuat un training al profilului de voce în care am urmărit timpul, acuratețea și erorile de recunoaștere a comenzilor vocale;

- Verificarea și configurarea parametrilor dinamici ai robotului PARAMIS: am testat mai multe variante de comportament a robotului PARAMIS, însă naturalețea și ușurința mișcărilor laparoscopului în câmpul operator le-am obținut când am folosit varianta de deplasare a laparoscopului în direcția impusă cu un increment dat (2 mm pentru deplasări mici și 10 mm pentru deplasări mari);

- Verificarea siguranței robotului PARAMIS: am testat limitele spațiului de siguranță, comenzile de siguranță STOP și Activate și am calculat timpul necesar dezinstalării și îndepărtării robotului PARAMIS, important în cazul necesității conversiei la operația deschisă: 20 secunde;

- Optimizarea poziției chirurg – robot PARAMIS: inițial robotul a fost poziționat în spatele chirurgului, acesta fiind nevoit să opereze peste brațul robotic care îl incomoda, apoi am găsit poziția comodă în care robotul este poziționat lateral față de chirurg.

A doua etapă a testelor a constat în realizarea colecistectomiei laparoscopice experimentale pe mulajul Torso Trainer dela Simulab Corporation. Comenzile de poziționare a laparoscopului au fost realizate prin comandă vocală de pe un profil de voce antrenat complet (60 minute), în timpul intervenției chirurgicale neexistând nici un moment în care robotul să funcționeze anormal. Intervenția chirurgicală a durat 15 minute.

Testele experimentale au continuat cu colecistectomia laparoscopică pe ficat de porc în care comenzile de poziționare a laparoscopului au fost realizate prin comandă vocală de pe un profil de voce antrenat parțial, care a acoperit doar 45 minute de training vocal. Pe parcursul intervenției chirurgicale care a durat 10 minute a fost un moment în care am fost nevoiți să dăm o comandă de două ori pentru a fi executată.

Testele experimentale au scos în evidență următoarele avantaje ale utilizării robotului PARAMIS: precizia mișcărilor, vizualizare precisă și stabilă a câmpului operator, absența tremorului natural al operatorului laparoscopului, posibilitatea de a salva trei poziții cheie cu revenirea la acestea printr-o singură comandă vocală, introducerea simplă și rapidă a comenzilor noi sau modificarea celor existente, multiple posibilități de control al robotului, rată mică de comenzi interpretate greșit, controlul direct al laparoscopului, utilizarea ambelor mâini pentru efectuarea operației, înlocuirea asistentului care manevrează camera laparoscopică, dar și câteva dezavantaje ale robotului PARAMIS: brațul robotic nu se poate steriliza, însă poate fi acoperit cu materiale sterile, sistemul de fixare a laparoscopului la robot nu permite îndepărtarea instantanee a acestuia în cazul necesității conversiei la operația deschisă, etapa de inițializare și configurare a robotului prelungește intervenția chirurgicală.

Concluzii;

1. Robotul PARAMIS reprezintă primul robot chirurgical paralel realizat în România, destinat manipulării laparoscopului.

2. Robotul PARAMIS este o structură paralelă, compactă, rigidă, simplă și ieftină, cu trei grade de libertate, care permite poziționarea optimă a laparoscopului în câmpul operator.

3. Dintre modalitățile de control a robotului este preferată comanda vocală pentru că oferă chirurgului libertate de mișcare în timpul intervenției chirurgicale.

4. Arhitectura deschisă a interfeței de comandă permite modificarea facilă a parametrilor de lucru în funcție de intervenția chirurgicală și preferințele chirurgului.

5. Robotul PARAMIS realizează în principiu aceleași sarcini ca și robotul AESOP, însă este mai simplu și mai ieftin.

6. Rezultatele experimentale au pus în evidență avantajele utilizării robotului PARAMIS și îl recomandă pentru aplicarea în chirurgia laparoscopică.

7. Robotul PARAMIS reprezintă o parte dintr-un sistem chirurgical robotic complex alcătuit din trei brațe, dezvoltat cu scopul utilizării în chirurgia laparoscopică.

4. Studiu 3: Dezvoltarea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică

Obiective: dezvoltarea unui sistem inovativ virtual pentru chirurgia laparoscopică hepatică, integrat într-o platformă de e-learning, având ca scop training-ul în chirurgia laparoscopică hepatică, planificarea preoperatorie într-un mediu virtual, adresabilitate și accesibilitate largă, evaluare pertinentă și permanentă.

Material și metodă: Platforma de e-learning este structurată în două părți: sistemul de bază și sistemul secundar, legătura dintre ele realizându-se prin intermediul Internet-ului. Sistemul de bază include stația grafică, ecran cu vizualizare tridimensională, ochelari destinați vizualizării tridimensionale, consola de lucru cu instrumentele chirurgicale, robotul pentru poziționarea laparoscopului, unitatea de control a robotului, aplicația de recunoaștere vocală destinată poziționării robotului în câmpul operator, cască-microfon Bluetooth și aplicația video pentru generarea mediului virtual. Sistemul secundar, care se află la distanță de sistemul de bază, include monitorul 3D cu accesorii, tastatura și mouse, pedala electrocauterului, comanda vocală a robotului și calculatorul.

Scanările CT utilizate pentru reconstrucția tridimensională a ficatului au fost realizate cu CT Siemens Somatom Sensation 64.

Pentru reconstrucția tridimensională a ficatului am folosit softul specializat în reconstrucția imaginii Amira versiunea 4.0, produs de compania Visage Imaging.

Pentru modelarea tridimensională a consolei de lucru și a instrumentelor laparoscopice am utilizat softul SolidWorks.

Pentru simularea intervențiilor chirurgicale hepatice laparoscopice am utilizat softul 3DS MAX versiunea 2011, produs de compania AUTODESK.

Rezultate și discuții: Pentru crearea mediului virtual chirurgical am efectuat reconstrucții tridimensionale ale ficatului, pornind de la imaginile CT, utilizând software dedicat de la furnizorii de CT Scan și software de reconstrucție a imaginii Amira și am comparat imaginile obținute.

Etapile reconstrucției tridimensionale a ficatului cu softul Amira sunt: achiziția imaginilor de la CT, prelucrarea imaginilor, selectarea regiunii hepatice, segmentarea regiunii hepatice și generarea modelului tridimensional al regiunii hepatice. Reconstrucția tridimensională a regiunii hepatice constă din reconstrucțiile tridimensionale ale componentelor ei: parenchimul hepatic, sistemul venos suprahepatic, sistemul venos portal și colecistul. Reconstrucția tridimensională a ramificațiilor arterei hepatice și a căilor biliare intrahepatice cu softul Amira este dificilă datorită calibrului lor redus.

Am efectuat reconstrucții tridimensionale ale ficatului pe baza imaginilor CT ale unor pacienți cu tumori hepatice. Pentru evidențierea localizării exacte a tumorilor hepatice și a raporturilor cu structurile intrahepatice, softul Amira ne oferă posibilitatea rotirii în spațiu a modelului tridimensional hepatic, vizualizarea acestuia în poziții diferite și din unghiuri diferite, excluderea din imagine a parenchimului hepatic cu evidențierea doar a elementelor vasculo-biliare intrahepatice, precum și inserarea de secțiuni CT în diferite orientări. Astfel, am obținut diferite imagini ale modelului virtual hepatic al unui pacient cu o tumoră hepatică localizată în segmentul IV.

Pentru a realiza interacțiunea dintre chirurg și mediul virtual am proiectat consola de lucru, care prelucrează în timp real comenzile manuale ale chirurgului în mișcări precise ale instrumentelor virtuale, făcând posibilă simularea intervenției chirurgicale. Consola de lucru constă din instrumentele generice pentru mâna stângă și mâna dreaptă manipulate de chirurg în timpul intervenției chirurgicale, suportul pe care sunt montate aceste instrumente, laparoscopul și senzorii folosiți pentru determinarea poziției instrumentelor și a camerei laparoscopice în mediul operator virtual.

Pentru simularea intervenției chirurgicale au fost modelate virtual o serie de instrumente laparoscopice: pensă laparoscopică, electrocauter bipolar, stapler vascular, endobag, etc.

Prin transpunerea modelului virtual hepatic obținut cu softul Amira în softul 3DS MAX, am realizat simularea hepatectomiei stânga laparoscopice indicate în tratamentul chirurgical al pacientului cu tumoră hepatică localizată în segmentul IV.

Concluzii:

1. Realizarea unei platforme de e-learning în chirurgia laparoscopică hepatică constituită ca un simulator "la distanță" reprezintă o metodă inovativă în România și în lume.

2. Crearea mediului virtual chirurgical este prima etapă în dezvoltarea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică.

3. Modelul 3D hepatic realist se obține prin reconstrucția tridimensională a ficatului efectuată cu softul specializat Amira, pe baza imaginilor achiziționate de la CT Scan.

4. Reconstrucția tridimensională a ficatului realizată cu softul specializat Amira este consumatoare de timp și necesită infrastructură de înaltă tehnologie și personal specializat, însă imaginile obținute sunt de calitate și pot fi utilizate pentru analiza elementelor finite.

5. Prelucrarea imaginilor cu softul Amira permite vizualizarea tridimensională a anatomiei complexe a ficatului, localizarea exactă a leziunilor hepatice și evidențierea raporturilor cu elementele intrahepatice importante.

6. Platforma de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică oferă posibilitatea planificării preoperatorii și simulării intervenției pe modelul 3D al ficatului pacientului respectiv.

7. Platforma de e-learning poate fi folosită în scop de predare și învățare, precum și pentru obținerea și menținerea competenței în chirurgia laparoscopică hepatică.

8. Principalele avantaje ale platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică sunt: training permanent, evaluare pertinentă, adresabilitate și accesibilitate largă, flexibilitate în timp și locație, planning preoperator al intervențiilor chirurgicale hepatice.

5. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei

Teza de doctorat "Sisteme multimedia în chirurgie" este originală prin însăși tema aleasă, care o face deosebită și inedită printre tezele din domeniul chirurgiei care abordează în general aspecte ale unor boli sau tehnici chirurgicale.

Această lucrare aduce două contribuții inovative prin studiile 2 și 3:

- Robotul PARAMIS reprezintă primul robot chirurgical paralel realizat în România, destinat manipulării laparoscopului;

- Platforma de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică constituită ca un simulator "la distanță" reprezintă o metodă inovativă în România și în lume.

Elementele de originalitate ale cercetării constau în:

- ideea de dezvoltare a unui sistem de asistare a diagnosticului cu aplicație în chirurgia generală;
- structurarea bazei de cunoștințe a sistemului MeDEx;
- determinarea formulei de calcul utilizată de motorul de inferență a sistemului MeDEx;
- realizarea studiului de evaluare a performanței sistemului MeDEx;
- stabilirea cerințelor robotului chirurgical PARAMIS;
- stabilirea caietului de sarcini pentru brațul robotic destinat manipulării laparoscopului;
- participare la dezvoltarea interfeței utilizator și stabilirea tipurilor de comenzi ale robotului PARAMIS;
- participare la elaborarea testelor de verificare și configurare a robotului PARAMIS;
- stabilirea cerințelor pentru realizarea platformei de e-learning destinată chirurgiei laparoscopice hepatice;
- structurarea platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică;
- realizarea studiului comparativ asupra reconstrucției tridimensionale a ficatului;
- stabilirea cerințelor pentru proiectarea consolei de lucru;
- participare la modelarea virtuală a platformei de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică.

CURRICULUM VITAE

A. Date personale

1. Nume: Furcea

2. Prenume: Luminița-Elena

3. Data și locul nașterii: 12.12.1974 Șimleu-Silvaniei

4. Cetățenie: Română

5. Stare civilă: Căsătorită, 1 copil

6. Studii:

Instituția	Școala Generală nr.1 Șimleu-Silvaniei	Liceul Sanitar Zalău	UMF "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca	Universitatea "Lucian Blaga" Sibiu
Perioada	Septembrie 1981 – iulie 1989	Septembrie 1989 – iulie 1993	Octombrie 1993 - iulie 1999	Octombrie 2008 – iulie 2009
Grade sau diplome obținute		Diploma de bacalaureat Atestat de soră medicală	Diploma de licență în medicină generală cu titlul de doctor-medic	Diplomă de master management sanitar

7. Activitate profesională

Perioada	Ianuarie 1997 – decembrie 1999	Ianuarie 2000 – ianuarie 2001	Ianuarie 2002 – decembrie 2007	Octombrie 2002 – prezent	Ianuarie 2008 – prezent
Locul	Clinica Chirurgie III – Compartimentul de urgență	Clinica Chirurgie III	Clinica Chirurgie III	Clinica Chirurgie III	Clinica Chirurgie III
Instituția	Spitalul Clinic de Adulți Cluj-Napoca	Spitalul Clinic de Adulți Cluj-Napoca	Spit.Clinic de Urgență "O. Fodor" Cluj-Napoca	UMF "Iuliu Hațieganu" Cluj-Napoca	Institutul Regional de Gastroenterologie și Hepatologie "O. Fodor" Cluj-Napoca
Funcția	Asistentă medicală	Medic stagiar	Medic rezident chirurgie generală	Preparator și asistent universitar	Medic specialist chirurgie generală

8. Locul de muncă actual și funcția: Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” – Asistent universitar, Institutul Regional de Gastroenterologie și Hepatologie “O. Fodor” Cluj-Napoca – Medic specialist chirurgie generală

9. Vechime la locul de muncă actual: 10 ani

10. Membru al asociațiilor profesionale:

- Societatea Română de Chirurgie

- Asociația Română de Chirurgie Endoscopică și Alte Tehnici Intervenționale
- Societatea Română de Chirurgie de Urgență și Traumatologie

11. Limbi străine cunoscute: franceză, engleză

12. Alte competențe: chirurgie laparoscopică

13. Activitate de cercetare:

Programul/Proiectul	Funcția	Perioada
PARASURG	Cercetător	2006-2008
HEPAC	Cercetător	2006-2007
PARMIS	Cercetător	2007-2010
HEPSIM	Responsabil științific	2008-2011
NANOGEN	Cercetător	2008-2011

15. Contact:

- Adresa: Str. Partizanilor nr.131, Cluj-Napoca, jud. Cluj
- Tel: 0749110046
- E-mail: luminita.furcea@yahoo.com

B. Activitate științifică

Articole publicate in extenso

1. N. Al Hajjar, S. Duca, I. Geczi-Toth, C. Maxim, **Luminița Furcea**, C. I. Puia: Tratatamentul laparoscopic în colecistita acută, Clujul Medical, 2002, LXXV(2), 223-228
2. O. Bălă, S. Duca, L. Vlad, C. Iancu, C I Puia, D. Munteanu, F. Pop, H. Radu, D. Togănel, F. Graur, G. Osian, **Luminița Furcea**: Colecistectomia laparoscopică la pacienți cu afecțiuni pulmonare, Quo vadis 2002;4;2;10-15
3. H. Branda, L. Vlad, Z. Spârchez, R. Badea, **Luminița Furcea**, F. Graur, D. Miclăuș, G. Osian: In situ thermal ablation of focal liver neoplasms, with a special emphasis on the intraoperative ultrasound-guided radiofrequency ablation method, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(1), 57-64
4. L. Vlad, G. Osian, H. Branda, Z. Spârchez D. Miclăuș, **Luminița Furcea**, Ofelia Anton, I. Acalovschi: Radiofrequency by open surgical approach in the treatment of hepatic tumours: early experience with 14 cases, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(2), 113-118
5. L. Vlad, G. Osian, C. Iancu, D. Munteanu, A. Mirică, **Luminița Furcea**: Gallbladder carcinoma. A clinical study of a series of 38 cases, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(3), 199-202
6. L. Vlad, **Luminița Furcea**: Pancreatita acută. În "Patologie chirurgicală" sub redacția Liviu Vlad, Editura Medicală Universitară "Iuliu Hațieganu", Cluj-Napoca, 2003, pag.248-260
7. F. Graur, L. Vlad, **Luminița Furcea**, D. Miclăuș, G. Osian: Ablația prin radiofrecvență a tumorilor hepatice: tehnică și rezultate preliminare, Chirurgia, București, 2006, 101(2): 159-167
8. F. Graur, L. Vlad, **Luminița Furcea**, D. Miclăuș: Hepatic intra-arterial infusion: indications, technique and preliminary results, Clujul Medical, 2006, LXXIX(4): 595-604
9. **Luminița Furcea**, F. Pop, C. Iancu, O. Bălă, H. Radu, F. Graur, C. Tomuș, L. Vlad: Chirurgia laparoscopică a chistului hidatic hepatic – experiența Clinicii Chirurgie III Cluj-Napoca, Chirurgia, București, 2007, 102(1): 31-36
10. N. Plitea, L. Vlad, I. Popescu, Doina Pîslă, F. Graur, V. Tomulescu, C. Vaida, **Luminița Furcea**, Z. Forgo: E-learning platform for hepatic robotic minimally invasive surgery

- using parallel structures, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics and Mechanics, 2008, Nr.51, Vol.III, 23-28
11. A. Necula, L. Vlad, C. Iancu, D. Munteanu, C. Puia, O. Bălă, F. Pop, H. Radu, N. Al Hajjar, G. Osian, F. Graur, **Luminița Furcea**, M. Stanca, G. Molnar, Teodora Mocan: Aspecte clinice cu implicație prognostică în cancerul gastric – analiza a 468 cazuri de adenocarcinom gastric, Chirurgia, 2008, 103(2): 181-188
 12. A. Necula, L. Vlad, C. Iancu, D. Munteanu, C. Puia, O. Bălă, N. Al Hajjar, F. Pop, H. Radu, G. Osian, F. Graur, **Luminița Furcea**, M. Stanca, G. Molnar, L. Mocanu: Morbiditate și mortalitate în chirurgia cancerului gastric – analiza a 468 cazuri de adenocarcinom gastric, Chirurgia, 2008, 103(5): 529-537
 13. C. Tomuș, C. Iancu, O. Bălă, F. Graur, **Luminița Furcea**, F. Zaharie, L. Mocan, L. Vlad: Hepatectomiile pentru leziuni focale hepatice benigne: mortalitate, morbiditate și factorii de risc corelați cu complicațiile postoperatorii, Chirurgia, 2009, 104 (3): 275-280
 14. C. Tomuș, C. Iancu, F. Pop, N. Al. Hajjar, C. Puia, D. Munteanu, O. Bălă, F. Graur, **Luminița Furcea**, L. Vlad: Chisturile hidatice hepatice rupte în arborele biliar: experiența a 17 ani, Chirurgia, 2009, 104 (4): 409-413
 15. F. Graur, Doina Pîslă, L. Scurtu, N. Plitea, A. Coțe, A. Lebovici, S. Drăghici, **Luminița Furcea**, Anca Mureșan, H. Neagoș, L. Vlad: Liver 3D Reconstruction Modalities - The First Step Toward a Laparoscopic Liver Surgery Simulator, MEDITECH 2009, IFMBE Proceedings, 26: 251-257
 16. F. Graur, A. Coțe, A. Szasz, Geta Tudorică, A. Cătinean, R. Chira, P. A. Mircea, Luminița Furcea, Anca Mureșan, H. C. Neagoș, C. Iancu, L. Vlad: Lobectomie stângă pe cale laparoscopică pentru hepatocarcinom dezvoltat pe ficat non-cirotic - prezentare de caz, Chirurgia, 2009, 104 (5): 611-616
 17. F. Graur, Mihaela Frunză, R. Elisei, **Luminița Furcea**, L. Scurtu, C. Radu, A. Silaghy, H. Neagoș, A. Mureșan, L. Vlad: Ethics in Robotic surgery and Telemedicine. In: Pisla D, Ceccarelli M, Husty M, Corves B (Eds.): New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science 5. Springer Science+Business Media B.V. 2010, pp.457-465
 18. F. Graur, L. Scurtu, **Luminița Furcea**, N. Plitea, C. Vaida, O. Deteșan, A. Szilaghy, H. Neagoș, L. Vlad: Training Platform for Robotic Assisted Liver Surgery - the Surgeon Point of View. In: Pisla D, Ceccarelli M, Husty M, Corves B (Eds.): New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science 5. Springer Science+Business Media B.V. 2010, pp.485-492
 19. F. Graur, A. Szasz, R. Negru, H. C. Neagos, R. Elisei, A. Muresan, **Luminița Furcea**: E-NOTES Transumbilical Cholecystectomy, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:23-25
 20. F. Graur, R. Elisei, A. Szasz, H.C. Neagos, A. Muresan, **Luminița Furcea**, I. Neagoe, C. Braicu, G. Katona, M. Diudea: Ethical Issues in Nanomedicine, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:9-12
 21. H.C. Neagos, F. Graur, O. Neagos, R. Elisei, A. Szasz, A. Muresan, **Luminița Furcea**, C. Iancu, N. Al Hajjar, O. Bala, D. Munteanu, C. Puia, L. Vlad: The Contribution of Technology in Cholangiocarcinoma Treatment, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:180-183
 22. **Luminița Furcea**, F. Graur, L. Scurtu, N. Plitea, D. Pîslă, C. Vaida, O. Deteșan, A. Szilaghy, H. Neagoș, A. Mureșan, L. Vlad: Avantajele implementării unei platforme de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică, Chirurgia, 2011, 106(6):799-806

Multimedia systems in surgery

Abstract

PhD **Luminița-Elena Furcea**

Scientific coordinator **Liviu Vlad**



UMF
UNIVERSITATEA DE
MEDICINĂ ȘI FARMACIE
IULIU HAȚIEGANU
CLUJ-NAPOCA

Contents

INTRODUCTION 5

CURRENT STATE OF KNOWLEDGE 20

1. Computerized clinical decision support systems 21

- 1.1. Medical decision 22
 - 1.1.1. Identifying the decisional problem 22
 - 1.1.2. Structuring the decisional problem 23
 - 1.1.3. Choosing a solution 23
- 1.2. CDSS application areas 23
 - 1.2.1. Alarms and mementos 23
 - 1.2.2. Supporting the diagnosis 23
 - 1.2.3. Planning and validating the therapy 24
 - 1.2.4. Prescription support systems
 - 1.2.5. Obtaining the information 24
 - 1.2.6. Interpretation and recognition of images 24
- 1.3. Computerized diagnosis support systems 25
 - 1.3.1. MYCIN 26
 - 1.3.2. INTERNIST-1 26
 - 1.3.3. CADIAG-2 27
 - 1.3.4. JOSEPH 27
 - 1.3.5. DE DOMBAL'S LEEDS ABDOMINAL PAIN SYSTEM 27
 - 1.3.6. THORASK 27
 - 1.3.7. Iliad 27
 - 1.3.8. DXplain 27
 - 1.3.9. Isabel 28

2. Robotic surgery 29

- 2.1. Short history of robotic surgery 29
- 2.2. Classification of surgical robots 31
- 2.3. Endoscopic surgical robots 32
- 2.4. Fundamental requirements of endoscopic surgical robots 35
 - 2.4.1. Necessary requirements of endoscopic surgical robots 35
 - 2.4.2. Basic requirements of endoscopic surgical robots 36
 - 2.4.3. Supplementary requirements of endoscopic surgical 37
- 2.5. Future research

3. Virtual reality in surgery 39

- 3.1. Education and training 40
 - 3.1.1. Mechanical simulators 41
 - 3.1.2. Training on live animals 41
 - 3.1.3. Surgical simulators based on virtual reality 42
- 3.2. Preoperative diagnosis 43
- 3.3. Preoperative planning 44
- 3.4. Intraoperative navigation 45
- 3.5. Telesurgery 46

PERSONAL CONTRIBUTION 49

1. Work hypothesis/aims 51

2. Study no 1 - Developing and evaluating the MeDEx diagnosis support system 53

- 2.1. Introduction 53
- 2.2. Objectives 53
- 2.3. Material and method 54
 - 2.3.1. The structure of MeDEx diagnosis support system 54
 - 2.3.1.1. Knowledge Engineering component 56
 - 2.3.1.2. Case Diagnostic component 60
 - 2.3.2. Evaluation study of the MeDEx system 63
- 2.4. Results 64
- 2.5. Discussion 81
- 2.6. Conclusions 84

3. Study no 2 - Developing and testing the surgical robot PARAMIS 85

- 3.1. Introduction 85
- 3.2. Objectives 86
- 3.3. Material and method 86
 - 3.3.1. Description of the experimental model of the parallel robot PARAMIS 87

	3.3.1.1. The mechanical structure of the PARAMIS robot	88
	3.3.1.2. The electrical panel of the PARAMIS robot	88
	3.3.1.3. The command system of the PARAMIS robot	88
	3.3.1.4. User interface	89
	3.4. Results	94
	3.4.1. Experimental tests for verifying and configuring the PARAMIS robot	94
	3.4.1.1. Verifying and configuring the initializing stage of the PARAMIS robot	94
	3.4.1.2. Verifying and configuring the command mode of the PARAMIS robot	95
	3.4.1.3. Verifying and configuring the dynamic parameters of the PARAMIS robot	99
	3.4.1.4. Verifying the safety of the PARAMIS robot	99
	3.4.1.5. Optimizing the surgeon – PARAMIS robot	100
100	3.4.2. Experimental laparoscopic cholecistectomy on a training model, using the PARAMIS robot	
	3.4.3. Experimental laparoscopic cholecistectomy on a porcine liver, using the PARAMIS robot	102
	3.5. Discussion	103
	3.6. Conclusions	108
	4. Study no 3 - Developing an e-learning platform for laparoscopic liver surgery	
	4.1. Introduction	109
	4.2. Objectives	110
	4.3. Material and method	110
	4.3.1. Description of the e-learning platform for laparoscopic liver surgery	110
	4.3.1.1. The basic system	111
	4.3.1.2. The secondary system	113
	4.4. Results	116
	4.4.1. Creating the virtual surgical environment	116
providers	4.4.1.1. Three-dimensional liver reconstruction with dedicated software from the CT scan	117
software	4.4.1.2. Three-dimensional liver reconstruction with the Amira image reconstruction	117
	4.4.1.3. Comparative study of the three-dimensional liver reconstruction	127
	4.4.1.4. Three-dimensional reconstruction of a tumor liver	129
	4.4.2. Designing the surgeon console	134
	4.4.3. Virtual modeling of laparoscopic instruments	135
	4.4.4. Virtual modeling of the e-learning platform for laparoscopic liver surgery	136
	4.4.5. Simulating the laparoscopic hepatic resection	137
	4.5. Discussion	140
	4.6. Conclusions	144
	5. Originality and innovative contributions of the thesis	147
	REFERENCES	149

Key words: multimedia, clinical decision support systems, diagnosis support systems, robotic surgery, endoscopic surgical robots, virtual reality, medical education, e-learning platform, laparoscopic liver surgery, three-dimensional liver reconstruction

1. Introduction

Multimedia represents one of the most fascinating and richest aspects of information technology. By definition, multimedia means multiple mediators between the primary sources of information and their beneficiaries, while multimedia systems are represented by all the means of storage, processing, transmission or perception of information.

Multimedia applications have become an important aspect in medicine regarding user interface and man-computer interaction at large. The accelerated development of computerized technology has determined dramatic changes in medicine, especially in the field of surgery. At present, multimedia systems are integrated in all the stages of care of the surgical patient: preoperative diagnosis, preoperative planning, intraoperative navigation, robotic surgery.

Within my Ph.D. thesis I tackled three applications of multimedia systems in surgery: clinical decision support systems, robotic surgery and virtual reality.

Clinical decision support systems have been designed with the purpose of helping physicians in the decision making process. These systems have proved their effectiveness by improving health care quality, reducing costs, time and medical errors. In order to highlight the benefits of these programs in medical practice, we have set out to develop and evaluate a diagnosis support system in the field of general surgery.

Robotic surgery represents the medical field in which computerized technology interposes itself between surgeon and patient during the surgical procedure. As laparoscopic surgery and robotic surgery have expanded, the interest has emerged to develop endoscopic surgical robots meant to position and manipulate a laparoscope.

Multimedia brings new opportunities in medical education. The techniques based on virtual reality play a vital role in the education and training of the present generations of surgeons. The rapid expansion of laparoscopic surgery has determined the development of training methods aimed at acquiring the necessary technical skills. The importance and complexity of laparoscopic liver surgery have determined us to develop a virtual innovative system for laparoscopic liver surgery, integrated in an e-learning platform.

2. Study no 1: Developing and evaluating the MeDEx diagnosis support system

Objectives: developing and evaluating a diagnosis support system having application in the field of general surgery, which to allow a diagnosis based on signs and symptoms together with an assessment of the probability of its correctness, a quick and easy diagnosis of surgical diseases, proposals of paraclinical explorations and of treatment and user friendly interface.

Material and method: MeDEx is a diagnosis support system having application in the field of general surgery made up of two components: Knowledge Engineering for building a knowledge base and Case Diagnostic for making deductions with this knowledge.

The knowledge base of the MeDEx system contains a number of 25 digestive diseases which require surgical treatment. These diseases have been divided into the following categories: Esophagus, Stomach and Duodenum, Small intestine, Colon and Rectum, Biliary tract, Pancreas. The knowledge base comprises a number of 55 symptoms and signs encountered in the 25 digestive diseases, while the association of the signs and symptoms with a certain disease is made according to the frequency of their appearance in that certain disease, frequently taken from the specialty literature. Each disease in the knowledge base is accompanied by the indicated paraclinical explorations, to which the changes encountered are described, as well as the treatment methods indicated for the respective disease.

The Case Diagnostic component represents the inference engine of the MeDEx system which provides the reasoning of the system.

The inference engine of the MeDEx system uses the following mathematical formula:

$$P_i = \frac{\text{Suma frecventelor simptomelor prezente în boala } b_i}{\text{Suma frecventelor simptomelor așteptate în boala } b_i} = \frac{\sum_{j=1}^{55} x_j * f_{ij}}{\sum_{j=1}^{55} f_{ij}} * 100$$

Where:

i = the index of a b_i disease ($i = 1, 2, \dots, 15$);

j = the index of a s_j symptom ($j = 1, 2, \dots, 55$);

f_{ij} = the frequency of the j symptom in the b_i disease;

x_j = the presence of the j symptom in a given case;

p_i = the percentually expressed probability of a b_i disease for a given case.

Thus, the p_i score obtained by the mathematical formula used by the inference mechanism of the MeDEx system represents the percentage of the sum of symptoms present in the sum of the frequencies of the symptoms expected in the b_i disease. This score is a measure of the probability that the patient has the b_i disease.

The patient's symptoms and signs are introduced in the MeDEx system for each case, and the system offers us a table of possible diagnoses, showing the corresponding probability percentage. These diagnoses can be sorted in a top, in descending order, according to the score obtained by the mathematical formula used by the inference engine of the system. The position occupied by a certain disease in the top of the probable diagnoses offered by the MeDEx system for a specific case is called a rank.

In order to assess the performance of the MeDEx system, an analytical prospective study has been made on a group of 338 patients who were hospitalized and treated in the Surgical Clinic no 3 Cluj-Napoca between March and September 2011, sample which was randomly selected. In the study group were included patients with a correct diagnosis available in the knowledge base of the MeDEx system and with a single surgical diagnosis, while patients who totalized a very small number of case (<5 cases/disease) were excluded. Thus, in the end, the diagnoses of the 338 patients included in the study fitted into only 15 out of the 25 surgical diseases described in the MeDEx system. The 15 surgical diseases were noted with b01, b02, ..., b15.

For the statistical analysis of the data we created 2x2 contingency tables for each of the 15 diseases included in the study, based on which we applied the Chi-squared X2 test and the dichotomical correlation coefficient Φ and we estimated the following statistical parameters: sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, false positive rate, prevalence, probability of a false positive text, probability of a false negative test, accuracy, probability of a negative text, probability of a positive test, relative risk, chance rate, excess risk.

Results and discussion: We introduced the symptoms and signs of the 338 patients into the MeDEx diagnosis support system and we compared the obtained results with the correct diagnosis. Thus, in 225 cases (66,56%) the 1st rank diagnosis provided by the MeDEx system concurred with the correct diagnosis. In the other 113 cases the correct diagnosis was ranked 2-7, being found in Top 3 in 96,15% of the cases and in Top 5 in 99,4% of the cases. If in most of the cases the correct diagnosis is ranked 1st in the diagnosis established by the MeDEx system, in the case of b03 disease the correct diagnosis is ranked 2nd in most of the cases (88,37%). It is colon cancer, and as it is widely known, the clinical of colon cancer localized on the right colon is different from the clinical of colon cancer localized on the left colon. As colon cancer was dealt with as a unit in the knowledge base of the MeDEx system, regardless of location, and the mathematical formula used by the inference engine takes into consideration both the present and the absent symptoms when calculating the probability of the diagnosis, one can explain the unsatisfactory results obtained in the b03 disease.

Overall, the diagnosis established by the MeDEx system is characterized by moderate sensitivity (66,56%), high specificity (98,42%) and high accuracy (95,05%), results which are comparable to other diagnosis support systems in the specialty literature.

Conclusions

1. MeDEx is a diagnosis support system having application in the field of general surgery, which, based on symptoms and signs and their association to different diseases involved in research, offers the user the possible diagnoses together with their corresponding probability.

2. The diagnosis established by the MeDEx system is generally characterized by moderate sensitivity and by high specificity and accuracy.

3. The performance assessment of the MeDEx system highlights statistically significant results regarding the diseases included in the study.

4. The MeDEx system is worth implementing and using in the clinical practice in order to assist physicians in the process of establishing a diagnosis.

5. The MeDEx system provides suggestions of complementary investigations with the purpose of validating or invalidating the diagnosis hypotheses, as well as therapeutically recommendations.

6. The MeDEx system can be used as a training system for students, resident doctors and young specialists.

7. The MeDEx system can be installed on any computer, it has a user friendly interface and it is easy to use.

3. Study no 2: Developing and testing the surgical robot PARAMIS

Objectives: developing and testing a compact robotic structure, using parallel architecture, for repositioning the camera in laparoscopic surgery, with the following characteristics: easy and simple structure, accessible, user friendly interface, possibility to expand to a robotic system with multiple arms.

Material and method: From the collaboration between the Surgical Clinic III of the „Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy in Cluj-Napoca, the Research Center for Industrial Robots Simulation and Testing (CESTER) of the Technical University in Cluj-Napoca and the Technical University in Braunschweig, Germany, PARAMIS (**PAR**allel Robot for **MIN**imally **IN**vasive **SUR**gery) was born, the first surgical parallel robot made in Romania, destined for handling a laparoscope.

The user interface comprises five categories of commands:

- NEST and ORIGIN initializing commands for positioning the robot in relation to the patient, at the entrance point of the scopic trocar;

- commands for selecting the command mode: keyboard and mouse, joystick, vocal command or haptic device;

- commands for positioning the laparoscope within the workspace, used for the actual movement of the laparoscope during the surgical intervention: : Go In, Move In, Go Out, Move Out, Go Up, Move Up, Go Down, Move Down, Go Left, Move Left, Go Right, Move Right, STOP, QUIT;

- commands for setting the work parameters: increment, speed, acceleration, safety space limits;

- commands for memorizing some positions in the workspace: they allow the memorization of three key positions to which the laparoscope can quickly return from any position, by a single command.

During the experimental tests performed with the PARAMIS robot the monitored parameters were: the time needed to install the robot, the time, accuracy and errors of recognition of the vocal commands, safety, the behavior of the robot according to the command interface or the movement parameters used, the time needed to uninstall and remove the robot, the time of the surgical intervention, the advantages and drawbacks of using the robot.

Results and discussion: In order to assess the performance of the PARAMIS robot and to optimize the command parameters we performed experimental tests in vitro, which were done in three stages. In the first stage we performed experimental tests to verify and optimize the PARAMIS robot that consisted of:

- Verifying and configuring the initializing stage of the PARAMIS robot: the installation time of the PARAMIS robot is 1,5-2 minutes;

- Verifying and configuring the command mode of the PARAMIS robot: we tested all four command modes of the robot and PARAMIS behaved in the same way regardless of the command interface that we used. For the vocal recognition we performed voice profile training in which we monitored the time, accuracy and recognition errors of the vocal commands;

- Verifying and configuring the dynamic parameters of the PARAMIS robot: we tested several behavior versions of the PARAMIS robot, however, the naturalness and ease of the laparoscope

movements in the surgical field were obtained when we used the version of movement of the laparoscope in the set direction with a given increment (2 mm for short movements and 10 mm for long movements);

- Performing a safety check of the PARAMIS robot: we tested the limits of the safety space, the safety commands STOP and Activate and we calculated the time necessary to uninstall and remove the PARAMIS robot, which is important in case the necessity to convert to an open surgery: 20 seconds;

- Optimizing the surgeon – PARAMIS robot position: initially, the robot was positioned behind the surgeon, the latter having to operate over the robotic arm which was disturbing, afterwards we found the comfortable position in which the robot is placed laterally from the surgeon.

The second stage of testing consisted of performing an experimental laparoscopic cholecistectomy on the Torso Trainer training model from Simulab Corporation. The commands for positioning the laparoscope were given by vocal command from a fully trained voice profile (60 minutes), and there was not a single moment when the robot functioned abnormally during the surgical intervention. The surgical intervention lasted for 15 minutes.

The experimental tests continued with a laparoscopic cholecistectomy on a porcine liver, in which the commands for positioning the laparoscope were given by vocal command from a partially trained voice profile, which had covered only 45 minutes of vocal training. During the surgical intervention which lasted 10 minutes, there was a moment when we had to give a command twice in order for it to be executed.

The experimental tests have emphasized the following advantages of using the PARAMIS robot: precision of the movements, precise and stable visualization of the surgical field, absence of the laparoscope operator's natural tremor, possibility of saving three key anatomical positions to which it can return by a single vocal command, simple and fast introduction of new commands or modifying the existing ones, multiple control possibilities of the robot, low rate of misinterpreted commands, direct control of the laparoscope, permits the use of both hands for the actual procedure, it replaces the assistant who maneuvers the laparoscopic camera, but also a few drawbacks of the PARAMIS robot: the robotic arm cannot be sterilized, however, it can be covered in a sterile material, the system that attaches the laparoscope to the robot does not permit its instantaneous removal in case the necessity of converting to an open surgery, the stage of initializing and configuring the robot prolongs the surgical intervention.

Conclusions

1. The PARAMIS robot represents the first parallel surgical robot which has been developed in Romania, used for maneuvering a laparoscope.

2. The PARAMIS robot is a parallel, compact, rigid, simple and cheap structure, having three degrees of freedom, which allows the optimal positioning of a laparoscope in the surgical field.

3. The vocal command is preferred from the means of controlling the robot, as it offers the surgeon freedom of movement during the surgical intervention.

4. The open architecture of the command interface allows the easy modification of the work parameters according to the surgery and the surgeon's preferences.

5. The PARAMIS robot performs basically the same tasks as the AESOP robot, nevertheless it is simpler and cheaper.

6. The experimental results have highlighted the advantages of using the PARAMIS robot and recommend it for application in laparoscopic surgery.

7. The PARAMIS robot represents a part of a complex surgical robotic system made of three arms, developed for use in laparoscopic surgery.

4. Study no 3: Developing an e-learning platform for laparoscopic liver surgery

Objectives: developing a virtual inovative system for laparoscopic liver surgery, integrated in an e-learning platform, with the purpose of training in laparoscopic liver surgery, preoperative planning in a virtual environment, wide addressability and accessibility, permanent and pertinent evaluation.

Material and method: The e-learning platform is structured in two parts: the basic system and the secondary system, the connection between them being established via the Internet. The basic system includes the graphic station, a three-dimensional view screen, three-dimensional view glasses, a surgeon console with the surgical instruments, the robot for positioning of the laparoscope, the control unit of the robot, the vocal recognition application used for positioning the laparoscope within the surgical field, Bluetooth microphone and headset and the video application for generating the virtual environment. The secondary system, which is located away from the basic system, includes the 3D display with accessories, the keyboard and mouse, the electrocautery pedal, the voice command of the robot and the computer.

The CT scans used for the three-dimensional reconstruction of the liver were made with Siemens Somatom Sensation 64 CT.

For the three-dimensional reconstruction of the liver we used the 4.0 version of the Amira software, specialized in image reconstruction, produced by Visage Imaging.

For three-dimensional modeling of the surgeon console and the laparoscopic instruments we used the SolidWorks software.

For simulating the hepatic laparoscopic surgical interventions we used the 3DS MAX software, produced by AUTODESK.

Results and discussion: In order to create the virtual surgical environment we have performed three-dimensional reconstructions of the liver, starting from the CT images, using dedicated software from the CT scan providers and the Amira image reconstruction software and we have compared the obtained images.

The stages of three-dimensional reconstruction of the liver using the Amira software are the following: image acquisition from CT, image processing, selecting the hepatic region, segmenting the liver region and generating the three-dimensional model of the hepatic region. The three-dimensional reconstruction of the hepatic region consists of the three-dimensional reconstructions of its components: the liver parenchyma, the suprahepatic venous system, the portal venous system and the gallbladder.

We have performed three-dimensional reconstructions of the liver based on CT images of patients with hepatic tumors. In order to highlight the exact location of hepatic tumors and their relation to the intrahepatic structures, the Amira software offers the possibility of rotating the three-dimensional hepatic model in space, visualizing it in different positions and from different angles, excluding the liver parenchyma from the image and highlighting only the intrahepatic vascular-biliary elements, as well as inserting CT sections in different orientations. Thus, we have obtained different images of the virtual hepatic model of a patient with a tumor located in the 4th segment.

In order to create interaction between surgeon and virtual environment we have designed the surgeon console, which processes in real-time the surgeon's manual commands into precise movements of the virtual instruments. The surgeon console consists of generic instruments for the left and right hand manipulated by the surgeon during the surgical intervention, the stand on which the instruments are fixed, the laparoscope and the sensors used for determining the position of the instruments and of the laparoscopic camera in the virtual surgical environment.

Conclusions:

1. Establishing an e-learning platform in laparoscopic liver surgery, built as a remote simulator, represents an innovative method both in Romania and worldwide.
2. Creating the virtual surgical environment is the first stage in developing the e-learning platform for hepatic surgical environment.
3. A realistic 3D hepatic model is obtained by the three-dimensional reconstruction of the liver performed with the Amira software based on the images acquired from the CT Scan.
4. The three-dimensional liver reconstruction performed with the specialized software Amira is time consuming and needs high technology infrastructure and specialized staff, however the images obtained have good quality and can be used for the analysis of finite elements.

5. Image processing using the Amira software allows a three-dimensional view of the complex anatomy of the liver, the exact localization of hepatic lesions and highlighting the relations to the important intrahepatic elements.

6. The e-learning platform for laparoscopic liver surgery offers the possibility of preoperative planning and simulating the intervention on the 3D model of that patient's liver.

7. The e-learning platform can be used for teaching purposes as well as for obtaining and maintaining a competence in laparoscopic liver surgery.

8. The main advantages of the e-learning platform for laparoscopic liver surgery are: permanent training, pertinent evaluation, wide addressability and accessibility, flexibility in time and location, preoperative planning of hepatic surgical interventions.

5. Originality and innovative contributions of the thesis

The Ph.D. thesis „Multimedia systems in surgery” is original due to the chosen topic itself, which makes it special and unprecedented among the theses in the field of surgery which generally approach aspects of diseases or surgical techniques.

This paper brings two innovative contributions by the studies no. 2 and 3:

- the PARAMIS robot represents the first parallel surgical robot made in Romania, destined for manipulating a laparoscope;

- the e-learning platform for laparoscopic hepatic surgery built as a remote simulator represents an innovative method both in Romania and worldwide.

The elements of research originality consist in:

- the idea of developing a diagnosis support system with application in general surgery;

- structuring the knowledge base of the MeDEx system;

- determining the calculus formula used by the inference engine of the MeDEx system;

- carrying out the performance evaluation study of the MeDEx system;

- establishing the requirements of the PARAMIS surgical robot;

- establishing the tender book for the robotic arm destined to manipulate the laparoscope;

- participation in developing the user interface and establishing types of commands for the PARAMIS robot;

- participation in elaborating verification and configuration tests for the PARAMIS robot;

- establishing the requirements for creating the e-learning platform destined for laparoscopic liver surgery;

- structuring the e-learning platform for laparoscopic liver surgery;

- carrying out a comparative study of the three-dimensional reconstruction of the liver;

- establishing the requirements for designing the surgeon console;

- participation in virtual modeling of the e-learning platform for laparoscopic hepatic surgery.

CURRICULUM VITAE

A. Personal data

1. Surname: Furcea
2. Name: Luminița-Elena
3. Date and place of birth: 12.12.1974 Șimleu-Silvaniei, Romania
4. Nationality: Romanian
5. Marital status: Married, 1 child
6. Studies:

Institution	No. 1 Lower Secondary School Șimleu-Silvaniei	Sanitary High School Zalău	“Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy” Cluj-Napoca	“Lucian Blaga” University Sibiu
Period	September 1981 – July 1989	September 1989 – July 1993	October 1993 - July 1999	October 2008 – July 2009
Degrees or diplomas		Baccalaureate Diploma Nurse Certificate	License Diploma	Master’s Degree in Sanitary Management

7. Professional activity

Period	January 1997 – December 1999	January 2000 – January 2001	January 2002 – December 2007	October 2002 – present day	January 2008 – present day
Place	Surgical Clinic III – Emergency Department	Surgical Clinic III	Surgical Clinic III	Surgical Clinic III	Surgical Clinic III
Institution	Adults Clinical Hospital Cluj-Napoca	Adults Clinical Hospital Cluj-Napoca	Emergency Clinical Hospital “O. Fodor” Cluj-Napoca	“Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca	Regional Institute of Gastroenterology and Hepatology “O. Fodor” Cluj-Napoca
Position	Nurse	Intern	Resident in general surgery	Assistant Professor	Specialist in general surgery (MD)

8. Current workplace and position: „Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy – Assistant Professor, Regional Institute of Gastroenterology and Hepatology “O. Fodor” Cluj-Napoca – General surgery specialist

9. Seniority at the current workplace: 10 years

10. Member of professional associations:

- Romanian Society of Surgery
- Romanian Association of Endoscopic Surgery and Other Interventional Techniques

- Romanian Society of Emergency Surgery and Trauma

11. Known foreign languages: French, English

12. Other competences: laparoscopic surgery

13. Research activity:

Program/Project	Position	Period
PARASURG	Researcher	2006-2008
HEPAC	Researcher	2006-2007
PARMIS	Researcher	2007-2010
HEPSIM	Scientific Responsible	2008-2011
NANOGEN	Researcher	2008-2011

15. Contact:

- Address: 131 Partizanilor street, Cluj-Napoca, Cluj county
- Telephone: 0749110046
- E-mail: luminita.furcea@yahoo.com

B. Scientific activity:

Articles published in extenso

1. N. Al Hajjar, S. Duca, I. Geczi-Toth, C. Maxim, **Luminița Furcea**, C. I. Puia: Tratatamentul laparoscopic în colecistita acută, Clujul Medical, 2002, LXXV(2), 223-228
2. O. Bălă, S. Duca, L. Vlad, C. Iancu, C I Puia, D. Munteanu, F. Pop, H. Radu, D. Togănel, F. Graur, G. Osian, **Luminița Furcea**: Colecistectomia laparoscopică la pacienți cu afecțiuni pulmonare, Quo vadis 2002;4;2;10-15
3. H. Branda, L. Vlad, Z. Spârchez, R. Badea, **Luminița Furcea**, F. Graur, D. Miclăuș, G. Osian: In situ thermal ablation of focal liver neoplasms, with a special emphasis on the intraoperative ultrasound-guided radiofrequency ablation method, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(1), 57-64
4. L. Vlad, G. Osian, H. Branda, Z. Spârchez D. Miclăuș, **Luminița Furcea**, Ofelia Anton, I. Acalovschi: Radiofrequency by open surgical approach in the treatment of hepatic tumours: early experience with 14 cases, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(2), 113-118
5. L. Vlad, G. Osian, C. Iancu, D. Munteanu, A. Mirică, **Luminița Furcea**: Gallbladder carcinoma. A clinical study of a series of 38 cases, Romanian Journal of Gastroenterology, 2003, 12(3), 199-202
6. L. Vlad, **Luminița Furcea**: Pancreatita acută. În "Patologie chirurgicală" sub redacția Liviu Vlad, Editura Medicală Universitară "Iuliu Hațieganu", Cluj-Napoca, 2003, pag.248-260
7. F. Graur, L. Vlad, **Luminița Furcea**, D. Miclăuș, G. Osian: Ablația prin radiofrecvență a tumorilor hepatice: tehnică și rezultate preliminare, Chirurgia, București, 2006, 101(2): 159-167
8. F. Graur, L. Vlad, **Luminița Furcea**, D. Miclăuș: Hepatic intra-arterial infusion: indications, technique and preliminary results, Clujul Medical, 2006, LXXIX(4): 595-604
9. **Luminița Furcea**, F. Pop, C. Iancu, O. Bălă, H. Radu, F. Graur, C. Tomuș, L. Vlad: Chirurgia laparoscopică a chistului hidatic hepatic – experiența Clinicii Chirurgie III Cluj-Napoca, Chirurgia, București, 2007, 102(1): 31-36
10. N. Plitea, L. Vlad, I. Popescu, Doina Pîslă, F. Graur, V. Tomulescu, C. Vaida, **Luminița Furcea**, Z. Forgo: E-learning platform for hepatic robotic minimally invasive surgery

- using parallel structures, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics and Mechanics, 2008, Nr.51, Vol.III, 23-28
11. A. Necula, L. Vlad, C. Iancu, D. Munteanu, C. Puia, O. Bălă, F. Pop, H. Radu, N. Al Hajjar, G. Osian, F. Graur, **Luminița Furcea**, M. Stanca, G. Molnar, Teodora Mocan: Aspecte clinice cu implicație prognostică în cancerul gastric – analiza a 468 cazuri de adenocarcinom gastric, Chirurgia, 2008, 103(2): 181-188
 12. A. Necula, L. Vlad, C. Iancu, D. Munteanu, C. Puia, O. Bălă, N. Al Hajjar, F. Pop, H. Radu, G. Osian, F. Graur, **Luminița Furcea**, M. Stanca, G. Molnar, L. Mocanu: Morbiditate și mortalitate în chirurgia cancerului gastric – analiza a 468 cazuri de adenocarcinom gastric, Chirurgia, 2008, 103(5): 529-537
 13. C. Tomuș, C. Iancu, O. Bălă, F. Graur, **Luminița Furcea**, F. Zaharie, L. Mocan, L. Vlad: Hepatectomiile pentru leziuni focale hepatice benigne: mortalitate, morbiditate și factorii de risc corelați cu complicațiile postoperatorii, Chirurgia, 2009, 104 (3): 275-280
 14. C. Tomuș, C. Iancu, F. Pop, N. Al. Hajjar, C. Puia, D. Munteanu, O. Bălă, F. Graur, **Luminița Furcea**, L. Vlad: Chisturile hidatice hepatice rupte în arborele biliar: experiența a 17 ani, Chirurgia, 2009, 104 (4): 409-413
 15. F. Graur, Doina Pîslă, L. Scurtu, N. Plitea, A. Coțe, A. Lebovici, S. Drăghici, **Luminița Furcea**, Anca Mureșan, H. Neagoș, L. Vlad: Liver 3D Reconstruction Modalities - The First Step Toward a Laparoscopic Liver Surgery Simulator, MEDITECH 2009, IFMBE Proceedings, 26: 251-257
 16. F. Graur, A. Coțe, A. Szasz, Geta Tudorică, A. Cătinean, R. Chira, P. A. Mircea, Luminița Furcea, Anca Mureșan, H. C. Neagoș, C. Iancu, L. Vlad: Lobectomie stângă pe cale laparoscopică pentru hepatocarcinom dezvoltat pe ficat non-cirotic - prezentare de caz, Chirurgia, 2009, 104 (5): 611-616
 17. F. Graur, Mihaela Frunză, R. Elisei, **Luminița Furcea**, L. Scurtu, C. Radu, A. Silaghy, H. Neagoș, A. Mureșan, L. Vlad: Ethics in Robotic surgery and Telemedicine. In: Pisla D, Ceccarelli M, Husty M, Corves B (Eds.): New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science 5. Springer Science+Business Media B.V. 2010, pp.457-465
 18. F. Graur, L. Scurtu, **Luminița Furcea**, N. Plitea, C. Vaida, O. Deteșan, A. Szilaghy, H. Neagoș, L. Vlad: Training Platform for Robotic Assisted Liver Surgery - the Surgeon Point of View. In: Pisla D, Ceccarelli M, Husty M, Corves B (Eds.): New Trends in Mechanism Science: Analysis and Design. Mechanism and Machine Science 5. Springer Science+Business Media B.V. 2010, pp.485-492
 19. F. Graur, A. Szasz, R. Negru, H. C. Neagos, R. Elisei, A. Muresan, **Luminița Furcea**: E-NOTES Transumbilical Cholecystectomy, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:23-25
 20. F. Graur, R. Elisei, A. Szasz, H.C. Neagos, A. Muresan, **Luminița Furcea**, I. Neagoe, C. Braicu, G. Katona, M. Diudea: Ethical Issues in Nanomedicine, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:9-12
 21. H.C. Neagos, F. Graur, O. Neagos, R. Elisei, A. Szasz, A. Muresan, **Luminița Furcea**, C. Iancu, N. Al Hajjar, O. Bala, D. Munteanu, C. Puia, L. Vlad: The Contribution of Technology in Cholangiocarcinoma Treatment, MEDITECH 2011, IFMBE Proceedings 36:180-183
 22. **Luminița Furcea**, F. Graur, L. Scurtu, N. Plitea, D. Pîslă, C. Vaida, O. Deteșan, A. Szilaghy, H. Neagoș, A. Mureșan, L. Vlad: Avantajele implementării unei platforme de e-learning pentru chirurgia laparoscopică hepatică, Chirurgia, 2011, 106(6):799-806