



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00911

(22) Data de depozit: 28/11/2016

(41) Data publicării cererii:
28/04/2017 BOPI nr. 4/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI
FARMACIE DIN CRAIOVA,
STR. PETRU RAREȘ NR. 2, CRAIOVA, DJ,
RO

(72) Inventatori:
• GHEONEA DAN IONUȚ, BD. 1 MAI,
BL. 23, SC. 2, AP. 7, CRAIOVA, DJ, RO;

• STREBA COSTIN TEODOR,
STR.1 DECEMBRIE 1918 NR.18, BL.N 11,
SC.1, AP.2, CRAIOVA, DJ, RO;
• GHEONEA IOANA ANDREEA, BD. 1 MAI,
BL. 23, SC. 2, AP. 7, CRAIOVA, DJ, RO;
• CIUREA MARIUS EUGEN,
STR. PETRU RAREȘ NR. 2, CRAIOVA, DJ,
RO

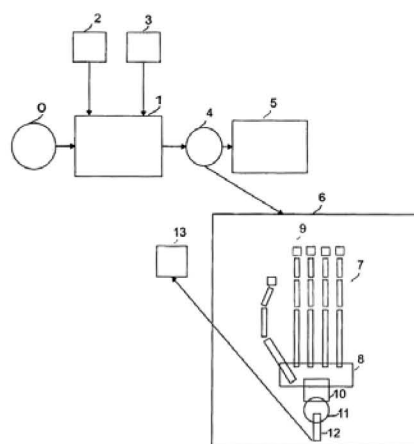
(54) SISTEM HAPTIC PENTRU PALPARE VIRTUALĂ
A TUMORILOR HEPATICE ȘI PANCREATICE,
CU RECONSTRUCȚIE COMPUTERIZATĂ
TRIDIMENSIONALĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem haptic pentru palpate virtuală a formațiunilor tumorale hepatice și pancreatice, destinat a fi utilizat în medicină. Sistemul conform invenției cuprinde o unitate (1) centrală, care comunică apoi cu un computer tomograf (2) și cu un ecograf dotat cu sondă (3) de elastografie, fiind capabilă să reconstruiască în mod computerizat un model (4) tumoral tridimensional, digital, deformabil, care folosește forma tumorii, și să redea, pe suprafața virtuală astfel creată, datele de elasticitate a țesutului, obținute prin elastografie, afișând rezultatul pe un sistem (5) de vizualizare, un dispozitiv (6) manual, capabil să interacționeze cu modelul virtual computerizat, creat de unitatea (1) centrală, care este dotat cu cinci tije (7) articulate în trei puncte cu pârghii tensionate, care urmăresc anatomia degetelor, și sunt conectate la niște servomotoare (8) controlate de unitatea centrală, cu cinci pernițe (9) gonflabile, dispuse în vârful tijelor, și acționate printr-un sistem miniaturizat (10) de suflare aer, situat la baza mâinii utilizatorului, cu un giroscop (11) și cu un senzor (12) magnetic, pentru detectarea poziției relative la un marker (13) magnetic fix, în care sistemul menționat combină datele spațiale, obținute prin tomografie computerizată, cu datele de elasticitate a țesutului tumoral,

obținute prin elastografie transcutană, reconstruind tumora tridimensională și redând pe suprafața acesteia duritatea țesutului, stabilind gradul de deformabilitate.

Revendicări: 1
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



SISTEM HAPTIC PENTRU PALPAREA VIRTUALĂ A TUMORILOR HEPATICE ȘI PANCREATICE CU RECONSTRUCȚIE COMPUTERIZATĂ TRIDIMENSIONALĂ

b. precizarea domeniului tehnic

Invenția se referă la un sistem haptic pentru palparea virtuală a formațiunilor tumorale hepatice și pancreatice, și, în special, la un sistem alcătuit dintr-un dispozitiv computerizat care primește informații de la computer tomograf și un elastograf, reconstruiește într-un mediu virtual electronic și afișează o formațiune tumorală tridimensională utilizatorului, care interacționează cu aceasta prin intermediul unui dispozitiv haptic manual capabil să simuleze dinamic deformarea țesutului tumoral.

Sistemul este deci alcătuit dintr-o unitate centrală tip computer-PC, conectat la un aparat computer tomograf și la un ecograf dotat cu modul de elastografie, care reconstruiește informatic tumora tridimensională și redă pe suprafața acesteia duritatea țesutului, stabilind gradul de deformabilitate. Acesta este legat de un dispozitiv haptic manual capabil să manevreze formațiunea virtuală și să deformeze dinamic suprafața acesteia, rezultatul fiind afișat utilizatorului iar dispozitivul recrează prin intermediul unui ansamblu de servo-motoare și articulații mobile senzația tactilă percepută de exarrinator în timpul palpării tumorii.

c. prezentarea stadiului tehnicii

Palparea intraoperatorie este folosită de chirurghi pentru localizarea și caracterizarea tumorilor pancreatice (pancreatită cronică pseudotumorală, adenocarcinom pancreatic, tumori neuroendocrine etc.), dar și pentru detectarea invaziei vasculare în cancerul pancreatic.

Elastografia ultrasonografică a fost descrisă în urmă cu peste 15 ani, dar aplicațiile clinice sunt disponibile recent. Aplicații recente ale elastografiei au apărut și în cazurile în care imaginile convenționale ultrasonografice nu sunt utile, incluzând vizualizarea leziunilor termice induse de ablație cu radiofrecvență (radio frequency ablation – RFA) a tumorilor hepatice sau ultrasonografie cu focalizare de mare intensitate (high intensity focused ultrasound – HIFU) a tumorilor prostatice.

Fezabilitatea elastografiei ecoendoscopice a fost demonstrată și în cazul formațiunilor focale hepatice, inclusiv în cazul metastazelor hepatice, care au un aspect “dur”, înconjurat de structuri cu consistență scăzută. Alte tumori solide pot fi de asemenea caracterizate prin elastografie ecoendoscopică, inclusive tumori esofagiene, tumori gastrice, tumori stromale gastro-intestinale (GIST) sau formațiuni tumorale suprarenaliene.

Elastografia este metoda imagistică ce apreciază elasticitatea țesuturilor. Prima metodă elastografică apărută a fost Transient Elastography (TE), urmată de Real Time Elastography (RT-E) și Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI). TE și ARFI au fost metode special dezvoltate pentru aprecierea noninvazivă a fibrozei

28-11-2016

hepatice, ca alternativă la biopsia hepatică. Spre deosebire de acestea, RT-E are aplicații multiple în patologia difuză și tumorală. La ora actuală sunt publicate studii largi ce dovedesc performanța metodei în diferențierea tumorilor de sân, tiroidă, ficat, prostată și pancreas.

CT (computer tomografia) este o tehnică imagistică familiară la ora actuală în lume atât radiologului, cât și clinicianului. Progresele majore în tehnologia CT contribuie la diagnosticul diferențial al diferitelor leziuni focale hepatice. Caracterizarea leziunilor hepatice ca fiind benigne sau maligne este importantă pentru triajul pacienților, în vederea utilizării terapiilor chirurgicale comparativ cu cele nechirurgicale.

Caracterizarea morfologiei leziunilor și a pattern-urilor lor post-contrast sunt utile în diagnosticul maselelor focale hepatice. Hemangiomul este cea mai frecventă tumoră hepatică benignă. Aceste tumori prezintă un pattern tipic de captare cu opacifiere centripetă postcontrast, începând de la periferie sub forma unor arii nodulare iodofile spre centru. La examenul nativ, hiperplazia nodulară focală apare ca o zonă hipodensă omogenă, cu o porțiune centrală hipodensă. Postcontrast, datorită vascularizației accentuate arteriale, aceasta prezintă captare intensă omogenă, cu excepția cicatricii centrale stelate. Adenomul hepatic poate fi hipodens pe scann-urile native, datorită prezenței grăsimii, necrozei sau hemoragiei, sau hiperdens datorită hemoragiei recente sau unei cantități mari de glicogen. Prezintă captare intensă în faza arterială și venoasă precoce. Chistele hepatice se prezintă ca formațiuni bine delimitate, omogene cu densități lichidiene sub 20 UH (unități Hounsfield), și nu prezintă captare postcontrast. Leziunile mici pot prezenta o falsă captare datorită efectului de volum parțial.

Datorită vascularizației bogate arteriale, carcinoamele hepatice apar ca mase hiperdense postcontrast arterial. Ele devin izodense cu parenchimul hepatic sau hipodense în faza portală. Pe scan-urile tardive, capsula și septurile pot prezenta captare prelungită. Faza arterială este superioară celorlate faze de captare și obligatorie în caracterizarea hepatocarcinoamelor. Studii recente recomandă utilizarea triplei faze CT pentru detectarea și caracterizarea HCC. Hepatocarcinoamele prezintă captare maximă în timpul fazei arteriale, chiar mai accentuată decât parenchimul hepatic, și devine hipodensă în faza portală.

Computer tomografia oferă informații utile în legătură cu dimensiunea sau localizarea tumorală, relația cu venele hepatice și portale, gradul de invazivitate și dimensiunile parenchimului hepatic restant după rezecție.

Carcinoamele cu dimensiuni mici și cele difuz infiltrative pot fi dificil de diagnosticat CT în context de ciroză, cu o rată de detectare ce variază între 38-84% cu CT convențional și 87% cu CT bifazic. Caracteristicile HCC fibrolamelar sunt prezența unei mase, bine-delimitate, iodofilă, adesea cu o cicatrice centrală. Metastazele hepatice sunt cel mai bine detectate prin combinarea fazei arteriale și portale.

Achiziția rapidă a datelor a permis obținerea unor secțiuni multiple, cu grosime redusă și rezoluție crescută fără artefacte de respirație. Alte avantaje sunt legate de îmbunătățirea semnificativă a postprocesării imaginilor și a reconstrucțiilor



tridimensionale, fiind posibilă evaluarea întregului parenchim hepatic, vizualizarea raporturilor cu leziunile focale și a unei vascularizații arteriale aberante. Astfel, pot fi realizate hărți vasculare hepatice similare angiografiei convenționale, cu rol în planificarea rezecției hepatice. Reconstrucțiile în plan axial pot fi utilizate pentru realizarea unor reconstrucții multiplanare. Imaginile multiplanare pot fi densificate în felii prin utilizarea tehnicilor de proiecție precum proiecții maxime și minime ale intensității (maximum, and minimum intensity projection) sau volumul automat (volume rendering). Prin atribuirea unui spectru complet de valori ale opacității și aplicarea culorilor, automatizarea volumului oferă o serie de date solide și versatile stabilite pentru aplicații avansate de imagistica.

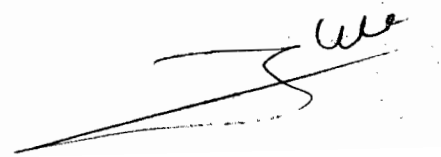
Computer tomografiei multispirală (MDCT) a îmbunătățit viteza de scanare și rezoluția spațială de-a lungul axei z, și permite reconstrucții tridimensionale cu rol în diagnosticul leziunilor focale pancreatice. Dintre tumorile tractului gastrointestinal, adenocarcinomul pancreatic reprezintă cea de-a doua cauză de deces prin cancer.

MDCT permite achiziția imaginilor în faza arterială, parenchimotoasă, portală cu rol în diferențierea leziunilor tumorale benigne de cele maligne pancreatice. Astfel, pentru detectarea tumorilor, în special a adenocarcinomului, faza venoasă și parenchimotoasă sunt superioare celor obținute în faza arterială. Cu toate acestea, pentru detectarea invaziei vasculare și a metastazelor hepatice, faza portală este mai bună decât cele obținute în celelalte faze. Faza arterială este utilă în vizualizarea vascularizației pancreatice. Folosind această achiziție a imaginilor, este posibilă diagnosticarea și a caracterizarea unei leziuni pancreatice cu dimensiuni mici (mai puțin de 2 cm în diametru), mai precis, să stabilească nivelul de invazie vasculară. Cei mai mulți dintre autorii sunt de părere că faza pancreatică parenchimotoasă și faza venoasă portală (faza dublă) sunt suficiente pentru detectarea adenocarcinomului pancreatic, iar faza arterială poate fi rezervată pentru acei pacienți care au nevoie de angiografia CT (CTA). Astfel, MDCT bifazic este un instrument foarte eficient de diagnosticare în depistarea și stadializarea corectă preoperatorie a afecțiunilor maligne pancreatice.

De asemenea, utilizarea triplei faze are o acuratețe de 90% în diagnosticul leziunilor pancreatice și în special în determinarea rezecabilității unui carcinom pancreatic. Noile ghiduri susțin această abordare, criteriile de rezecție bazându-se pe specificitate mai mult decât pe sensibilitate. Mai mult de 90% din cazurile de cancer pancreatic apar în stadiu avansat al bolii, subliniind astfel rolul radiologiei în depistarea precoce și determinarea rezecabilității tumorii. Rolul imagisticii este de a localiza tumora și a stabili relația sa cu vascularizația adiacentă.

Protocoalele CT prezintă acuratețe aproape similară cu ecoendoscopia (EUS) în determinarea rezecabilității carcinomului pancreatic și în special în interesarea arterei mezenterice superioare.

Utilizarea CTA crește acuratețea de diagnosticare a carcinomului pancreatic nerezecabil. Interesarea structurilor vasculare este evidențiată CT prin implicarea a peste jumătate din circumferința vasului, îngustarea focală și dilatarea venelor peripancreatice. Criteriile pentru nerezecabilitate includ interesarea arterei mezenterice superioare sau trunchiului celiac, implicarea confluentului mezenterico-



portal, precum și prezența metastazelor hepatice, peritoneale sau limfatice. Limitarea majoră cu utilizarea CT este că nu poate diferenția cu precizie între adenopatiile benigne de cele maligne.

În prezent, există mai multe exemple de simulatoare haptice care permit clinicienilor monitorizarea și antrenarea abilităților practice într-o mare varietate de situații. Au fost dezvoltate manechine pentru a permite medicilor practicarea tehnicilor ultrasonografice pe un pacient model. Un domeniu de cercetare în tot mai mare expansiune este utilizarea simulării realității virtuale ca un instrument de predare pentru învățământul medical. Odată cu îmbunătățirile recente și scăderea prețului sistemelor de realitate virtuală, sunt din ce în ce mai fezabile ca un instrument de formare. Acest lucru este valabil mai ales atunci când se utilizează un dispozitiv haptic de uz general. De asemenea, anatomia și fiziologia pot fi integrate, lucru care este adesea dificil cu modele din plastic. Simulatoare de realitate virtuală au fost dezvoltate pentru a simula o varietate de proceduri și condiții. Intervenițiile chirurgicale minim invazive reprezintă zona cea mai proeminentă în cazul în care există mai multe exemple de sisteme comerciale și de cercetare. Creșterea rapidă a chirurgiei minim invazive în ultimii zece ani, și dexteritate ridicată necesară pentru a opera unelte, fac din aceasta o zonă promițătoare pentru simulare.

Dezavantajele metodelor curente:

- Tumorile cu dimensiuni mici pot rămâne nediagnosticsate chiar prin utilizarea celor mai avansate tehnici computer tomografice.
- Elastografia prezintă o imagine incompletă a tumorii, cu aplicabilitate limitată.
- Medicul nu poate estima eficient și în timp real consistența tumorii, element definitoriu pentru stabilirea rezecabilității chirurgicale, diagnostic și stadializare.
- Dispozitivele haptice dezvoltate pentru aplicații medicale nu folosesc date reale ci simulează parțial unele dintre caracteristicile unor formațiuni rigide, nedeformabile.
- Dispozitivelor deja existente le lipsește integrarea clinică.

d. prezentarea problemei tehnice

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este oferirea posibilității palpării virtuale a formațiunilor tumorale profunde, aparținând ficatului și pancreasului, inaccesibile în cadrul examenului clinic uzual, oferind date diagnostice importante înaintea momentului operator.

e. expunerea invenției, așa cum este revendicată

Sistem pentru palpate virtuală a formațiunilor tumorale hepatice și pancreatice, conform invenției format dintr-o unitate centrală (1) care înregistrează datele spațiale provenite de la un computer tomograf (2) și datele de elasticitate tisulară a tumorilor provenite de la un ecograf dotat cu modul de elastografie (3), combină datele și redă un model tumoral tridimensional informatic deformabil (4) pe un dispozitiv de redare a imaginii (5), cu care utilizatorul interacționează printr-un dispozitiv haptic manual (6) dotat cu cinci tije articulate în trei puncte cu pârghii în tensiune care urmăresc anatomia degetelor (7) conectate la servomotoare (8) controlate de unitatea centrală,



cinci pernițe gonflabile în vârful degetelor (9) acționate prin aceeași unitate printr-un sistem de insuflare aer miniaturizat (10) situat la baza mâinii utilizatorului, un giroscop (11) și un senzor magnetic (12) pentru detectarea poziției relative la un marker magnetic fix (13).

f. prezentarea avantajelor invenției

- Sistemul folosește date reale, obținute din investigații imagistice complexe, sporind astfel acuratețea modelului tumoral pentru fiecare pacient investigat.
- Nu se mai folosește un model generic pentru reprezentarea tumorii, ci unul personalizat pentru fiecare caz în parte.
- Nu este nevoie de un model material al formațiunii pentru palpare, dispozitivul haptic putând simula prezența acestuia, iar operatorul uman poate urmări deformarea în timp real pe dispozitivul de redare vizuală.
- Numărul mare de cazuri care poate fi introdus asigură practic diversitatea infinită a posibilităților de redare a tumorii.
- Dispozitivul poate fi integrat în curricula de pregătire a personalului medical, indiferent de etapa academică – mediu universitar sau post-universitar.
- Înregistrarea și prelucrarea datelor se efectuează centralizat, în cadrul sistemului dedicat pentru acest scop.
- Calitatea variabilelor introduse este rezultată din urmărirea ghidurilor și statisticilor existente în prezent, cu validare clinică pre-existentă și folosind doar mijloace diagnostice cu eficiență demonstrată.
- Poate fi folosit în stabilirea cu precizie a originii unei formațiuni hepatice sau pancreatice în contextul unei consultații clasice, în perioada pre-operatorie.
- Scutește pacientul de investigații suplimentare costisitoare.
- Permite aprecierea preoperatorie a dimensiunii, formei și consistenței tumorii, aducând astfel un plus major de informații medicului.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu **Figura 1** care prezintă o diagramă bloc a sistemului prezentat

h. prezentarea a cel puțin unui mod de realizare a invenției

Elastografia bazată pe endoscopie ultrasonografică (EUS) poate fi efectuată cu traductorii ecoendoscopici convenționali, fără să fie necesar echipament adițional care să inducă vibrații sau presiuni. Tehnica este similară cu examinările Doppler color, fiind efectuată folosind o imagine dublă, cu examinarea convențională în scară de gri în dreapta și imaginile elastografice color în stânga.

Fezabilitatea elastografiei ecoendoscopice a pancreasului a fost demonstrată. Deși elastografia ecoendoscopică a fost demonstrată ca fiind fezabilă, autorii nu au putut evidenția diferențe între pacienții cu pancreatită cronică și tumori dure, probabil datorită structurii fibroase similare. În consecință, elastografia ecoendoscopică a fost considerată limitată, fără să poată ameliora acuratețea diagnostică la pacienții cu pancreatită cronică și suspiciune de cancer pancreatic. Cu toate acestea, folosirea tehnicilor de analiză asistată de calculator poate permite diferențierea pacienților cu



28 -11- 2016

pancreas normal, pancreatită cronică pseudotumorală și cancer pancreatic.

În RT-E tumorile hepatice sunt vizualizate datorită diferenței de duritate dintre tumoră și țesutul hepatic înconjurător. Astfel, elastografia percepe la fel ca un chirurg experimentat metastazele hepatice ca fiind dure, carcinomul hepatocelular (HCC) mai puțin dur iar tumorile benigne de consistență moale. Informația elastografică se obține prin aplicarea unei presiuni longitudinale asupra unui țesut și măsurarea deplasării nucleilor de reflexie din acest țesut, ca urmare a presiunii aplicate. RT-E are două momente distincte: aplicarea presiunii – sau excitarea tisulară – și analiza informației în vederea generării unei imagini specifice. După aplicarea presiunii, distribuția deformării induse la nivelul țesuturilor este estimată prin urmărirea mișcării acestora. Practic, se recoltează undele de radiofrecvență – echivalentul ecogramei din modul A – înainte și după aplicarea stimulului de deformare și se evaluează deplasarea longitudinală a țesuturilor prin urmărirea mișcării nucleilor de reflexie, folosind tehnici de autocorelare. Imaginea de deformare rezultată se numește elastogramă. Calcularea distribuției elasticității tisulare se realizează în timp real, iar rezultatul examinării este afișat pe ecran sub forma unei imagini codificate color, alături de imaginea bidimensională a structurii examinate.

Dezvoltarea computer tomografiei multispirală (MDCT), cu rezoluție spațială și temporală superioară, a dus la îmbunătățirea depistării și caracterizării leziunilor hepatice focale. Achiziția de multiple seturi de date, cu fiecare rotație a tubului de raze X în MDCT, înseamnă că întregul ficat poate fi vizualizat în 10 s sau mai puțin. Implementarea computer tomografelor cu 4 și 16 spire a permis achiziția de imagini cu grosime de 1,25 mm în timpul unei singure apnei. Aceste imagini cu grosime redusă au crescut rezoluția și au îmbunătățit diagnosticul permițând totodată obținerea de reconstrucții multiplanare. Timpul scurt de achiziție a imaginilor permite multiple pasaje în diferitele faze postcontrast iar prin colimarea fină a secțiunilor rezultă date volumetrice cu dimensiuni ale voxel-urilor izotropice sau aproape izotropice, determinând astfel o rezoluție spațială ridicată și capacitatea de afișare a datelor în planuri multiple. Această viteză redusă de achiziție a imaginilor permite optimizarea imaginilor în fază dublă, arterială și venoasă, oferind totodată multiple avantaje. Utilizarea dublei faze presupune achiziția de imagini în fază arterială și portală. Utilizarea în protocolul MDCT a reconstrucțiilor tridimensionale și multiplanare, în plan coronal și sagital, crește sensibilitatea explorării și îmbunătățește corelarea cu datele obținute intraoperator, cu rol în stadializarea și diagnosticarea corectă a formațiunilor tumorale.

Substracția digitală a imaginilor CT a fost limitată în trecut de artefactele respiratorii. Cu MDCT este posibilă achiziția a două faze postcontrast în timpul unei singure apnei. Astfel este facilitată substracția digitală a imaginilor precontrast de cele postcontrast arterial cu scopul caracterizării captării precoce arteriale a leziunilor hepatice. Tehnica fazei triple include și o fază nativă sau arterială precoce cu achiziții ale imaginilor la 18-25s postadministrare substanță de contrast. Leziunile hepatice hipervasculare hepatice sunt cel mai bine apreciate în fază târzie arterială, deoarece prezintă captare maximă în raport cu restul parenchimului hepatic. În faza portală parenchimul hepatic prezintă captare maximă cu opacifiere a venelor



hepatice. Faza de echilibru sau tardivă realizată la 3-5 min după administrarea contrastului poate fi utilă în caracterizarea suplimentară a leziunilor. De asemenea, secțiunile fine efectuate determină reducerea efectului de volum parțial.

Tomografia computerizată este, în general, acceptată ca prima linie de investigație la un pacient cu suspiciune de cancer pancreatic. Motivele pentru această preferință includ disponibilitatea largă, viteza, secțiunile fine, captarea optimă, rezoluție spațială înaltă, și imagini de o calitate superioară în mod constant. Elementele cheie pentru obținerea unor imagini de o rezoluție crescută sunt administrarea contrastului oral și intravenos și achiziția de secțiuni fine. Caracteristicile sugestive de cancer pancreatic sunt reprezentate de modificări în morfologia și densitatea parenchimului pancreatic, contur difuz, obliterarea grăsimii peripancreatice, ștergerea spațiului de clivaj cu structurile din jur, implicarea vaselor adiacente și a ganglionilor limfatici regionali, dilatare ductului pancreatic, atrofie, precum și obstrucția canalului biliar comun.

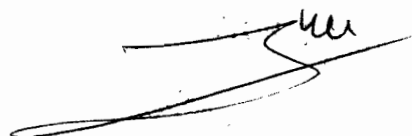
Dispozitivele haptice sunt disponibile, acestea permițând unui utilizator să interacționeze cu obiecte într-un mediu virtual, și "să simtă" aceste interacțiuni (haptic este un termen general referitor la simțul tactil). Prin urmare, un dispozitiv haptic este un dispozitiv prin care un utilizator interacționează cu folosirea lui folosind simțul tactil. Un avantaj al acestor simulatoare virtuale este că poate fi construit într-un mod care să ajute cât mai mult scopul acestuia.

Un dispozitiv haptic este adesea combinat cu senzori de poziție pentru a oferi un mecanism de intrare. Ele sunt adesea folosite ca un mijloc de a interacționa cu un mediu virtual, și poate fi utilizat pentru a indica contactul fizic sau constrânge mișcările utilizatorului pentru a simula interacțiunea cu obiecte sau efecte dorite. Beneficiul acestuia poate fi mai mult realism prin încorporarea simțurilor haptice în simulare. Fără a beneficia de un dispozitiv haptic, un utilizator poate găsi că este dificil să se determine când el sau ea atinge un obiect virtual. Feedback-ul haptic poate indica utilizatorului atunci când un obiect este atins, prins, sau alunecă, spre exemplu.

Conform invenției un operator **0** înregistrează cu ajutorul unității centrale **1** datele spațiale provenite de la un computer tomograf **2** și datele de elasticitate tisulară a tumorilor provenite de la un ecograf dotat cu modul de elastografie **3**. Prin aplicația informatică dedicată, aceasta combină datele și redă un model tumoral tridimensional digital deformabil **4** pe un dispozitiv de redare a imaginii **5**, cu care operatorul **0** interacționează printr-un dispozitiv haptic manual **6** dotat cu cinci tije articulate în trei puncte cu pârghii în tensiune **7** care urmăresc anatomia degetelor și se fixează de vârful degetelor, conectate la servomotoare **8** controlate de unitatea centrală, cinci pernițe gonflabile în vârful degetelor **9** acționate prin aceeași unitate printr-un sistem de insuflare aer miniaturizat **10** situat la baza mâinii utilizatorului, un giroscop **11** și un senzor magnetic **12** pentru detectarea poziției relative la un marker magnetic fix **13**.

O descriere a modului de funcționare a metodei se prezintă în continuare:

- Medicul examinează pacientul prin metodele obișnuite. La examenul CT și ecografic este decelată o formațiune tumorală hepatică sau pancreatică.



- Medicul înregistrează informația spațială furnizată de examenul CT în unitatea centrală computerizată.
- Medicul înregistrează informația elasticității țesutului tumoral în unitatea centrală computerizată, în urma efectuării elastografiei.
- Unitatea centrală computerizată recrează în mediul virtual tridimensional tumora, folosește datele de elasticitate pentru a stabili deformabilitatea formei create și redă rezultatul pe ecran.
- Medicul folosește dispozitivul haptic manual pentru interacțiunea cu modelul virtual creat de către unitatea centrală computerizată, putând să aprecieze în timp real forma, mărimea și gradul de deformabilitate al tumorii, putând să urmărească rezultatul acestei manevre pe ecranul unității centrale.

REVENDICARE

Sistem pentru palparea virtuală cu ajutorul unui dispozitiv haptic manual a formațiunilor tumorale intrahepatice și pancreatice reconstituite computerizat în urma combinării datelor spațiale obținute prin computer tomografie cu datele de elasticitate a țesutului tumoral, obținute prin elastografie transcutană, **caracterizat prin aceea că include o unitate de calcul (1) care comunică cu un computer tomograf (2) și un ecograf dotat cu sondă de elastografie (3), capabil să reconstruiască computerizat model tumoral tridimensional digital deformabil (4) care folosește forma tumorii și atașat pe suprafața virtuală astfel creată datele de elasticitate a țesutului, obținute prin elastografie, redând rezultatul pe un sistem de vizualizare (5); un dispozitiv haptic manual (6) capabil să interacționeze cu modelul virtual computerizat creat în unitatea de calcul, care este dotat cu cinci tije articulate în trei puncte cu pârghii în tensiune care urmăresc anatomia degetelor (7) conectate la servomotoare (8) controlate de unitatea centrală, cinci pernțe gonflabile în vârful degetelor (9) acționate prin aceeași unitate printr-un sistem de insuflare aer miniaturizat (10) situat la baza mâinii utilizatorului, un giroscop (11) și un senzor magnetic (12) pentru detectarea poziției relative la un marker magnetic fix (13).**

DESEN EXPLICATIV

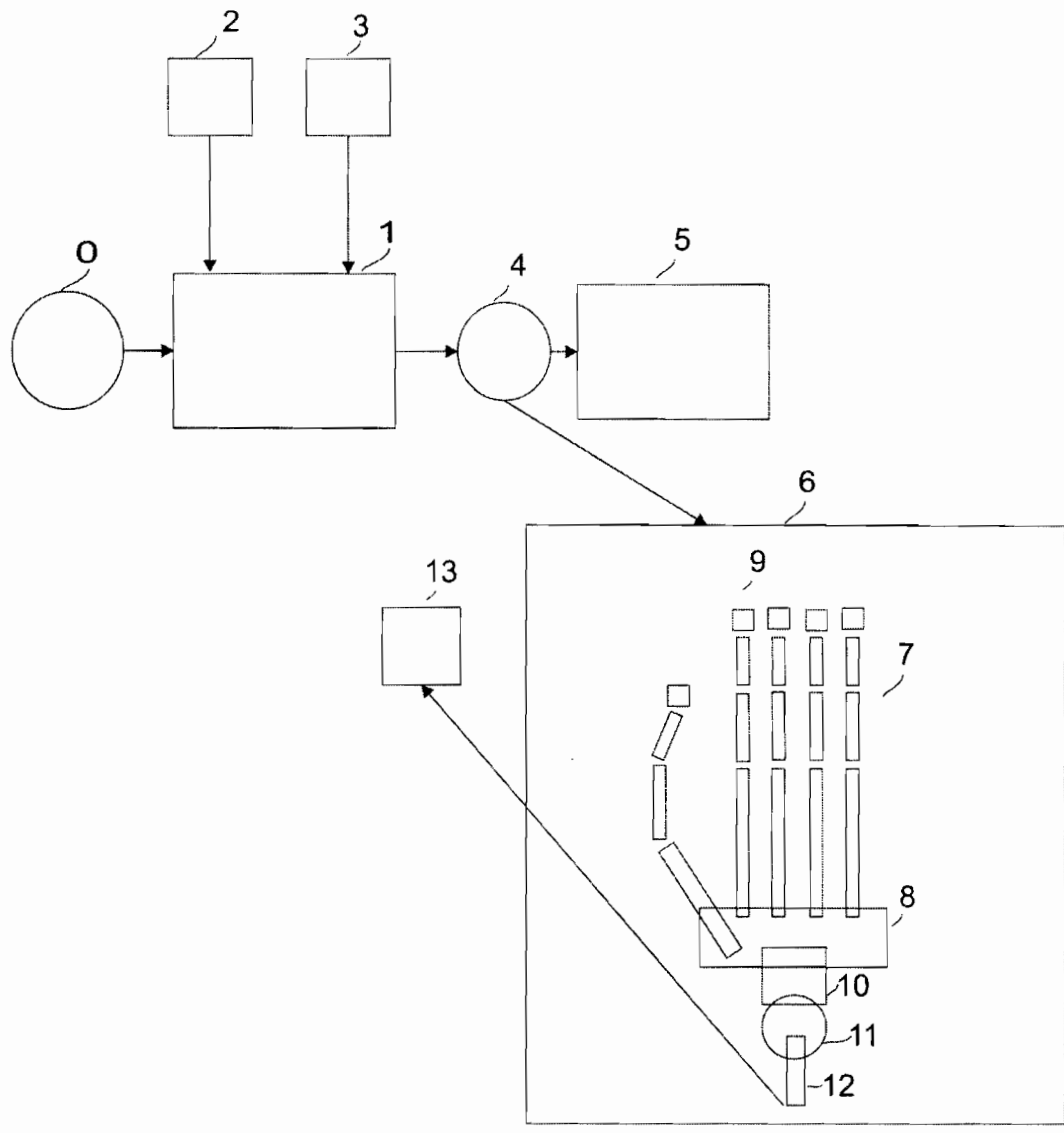


Fig. 1

figura 1 – Schema sistemului