



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2016 00911**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/03/2019** BOPI nr. 3/2019

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

(73) Titular:  
• **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*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**L. FURCEA Ș.A., "AVANTAJELE  
IMPLEMENTĂRII UNEI PLATFORME  
DE E-LEARNING PENTRU CHIRURGIA  
LAPAROSCOPICĂ HEPATICĂ", NR. 6,  
VOL. 106, PP. 799-806, 2011;**  
**US 20160296838 A1; D. CUSĂTURĂ Ș.A.,  
"SURGICAL VIRTUAL REALITY -  
HIGHLIGHTS IN DEVELOPING A HIGH  
PERFORMANCE SURGICAL HAPTIC  
DEVICE", NR. 6, VOL. 108, PP. 757-763,  
2013, EP 2624238 A1; RO 128001 B1**

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



# RO 131816 B1

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

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

11           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  
13 care imaginile convenționale ultrasonografice nu sunt utile, incluzând vizualizarea leziunilor  
termice induse de ablația cu radiofrecvență (radio frequency ablation - RFA) a tumorilor  
hepatice, sau ultrasonografia cu focalizare de mare intensitate (high intensity focused  
15 ultrasound - HIFU) a tumorilor prostatice.

17           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  
19 elastografie ecoendoscopică, inclusiv tumori esofagiene, tumori gastrice, tumori stromale  
gastrointestinale (GIST) sau formațiuni tumorale suprarenaliene.

21           Elastografia este metoda imagistică ce apreciază elasticitatea țesuturilor. Prima  
metodă elastografică apărută a fost Transient Elastography (TE), urmată de Real Time  
23 Elastography (RT-E) și Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI). TE și ARFI au fost metode  
special dezvoltate pentru aprecierea noninvazivă a fibrozei hepatice, ca alternativă la biopsia  
25 hepatică. Spre deosebire de acestea, RT-E are aplicații multiple în patologia difuză și tumo-  
rală. La ora actuală sunt publicate studii largi ce dovedesc performanța metodei în diferenție-  
27 rea tumorilor de sân, tiroidă, ficat, prostată și pancreas.

29           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 diag-  
31 nosticul 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.

33           Caracterizarea morfologiei leziunilor și a patternurilor lor post-contrast este utilă în  
diagnosticul maseleor focale hepatice. Hemangiomul este cea mai frecventă tumoră hepatică  
35 benignă. Aceste tumori prezintă un pattern tipic de captare cu opacifiere centripetă postcon-  
trast, începând de la periferie sub forma unor arii nodulare iodofile spre centru. La examenul  
37 nativ, hiperplazia nodulară focală apare ca o zonă hipodensă omogenă, cu o porțiune cen-  
trală hipodensă. Postcontrast, datorită vascularizației accentuate arteriale, aceasta prezintă  
39 captare intensă omogenă, cu excepția cicatricii centrale stelate. Adenomul hepatic poate fi  
hipodens pe scan-urile native, datorită prezenței grăsimii, necrozei sau hemoragiei, sau  
41 hiperdens datorită hemoragiei recente sau unei cantități mari de glicogen. Prezintă captare  
intensă în faza arterială și venoasă precoce. Chisturile hepatice se prezintă ca formațiuni  
43 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  
45 parțial.

47           Datorită vascularizației bogate arteriale, carcinoamele hepatice apar ca mase hiper-  
dense 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

# RO 131816 B1

arterială este superioară celorlalte 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.	1
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.	3
Carcinoamele cu dimensiuni mici și cele difuz infiltrative pot fi dificil de diagnosticat CT în context de ciroză, cu o rată de 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.	5
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 și 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 imagistică.	7
Computer tomografia multispirală (MDCT) a îmbunătățit viteza de scanare și rezoluția spațială de-a lungul axei z, și a permis 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.	9
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, vizualizările în fazele venoasă și parenchimotoasă sunt superioare celor obținute în faza arterială. Cu toate acestea, pentru detectarea invaziei vasculare și a metastazelor hepatice, vizualizarea în faza portală este mai bună decât cea obținută în celelalte faze. Faza arterială este utilă în vizualizarea vascularizației pancreatice. Folosind această achiziție a imaginilor, este posibilă diagnosticarea și caracterizarea unei leziuni pancreatice cu dimensiuni mici (mai puțin de 2 cm în diametru), mai precis, stabilirea nivelului de invazie vasculară. Cei mai mulți dintre autori 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.	11
De asemenea, utilizarea triplei faze are o acuratețe de 90% în diagnosticul leziunilor pancreatice și în special în determinarea rezecibilității 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 stadiul avansat al bolii, subliniind astfel rolul radiologiei în depistarea precoce și determinarea rezecibilității tumorii. Rolul imagisticii este de a localiza tumora și a stabili relația sa cu vascularizația adiacentă.	13
	15
	17
	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

# RO 131816 B1

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

5            Utilizarea CTA crește acuratețea de diagnosticare a carcinomului pancreatic nereze-  
cabil. Interesarea structurilor vasculare este evidențiată CT prin implicarea a peste jumătate  
7            din circumferința vasului, îngustarea focală și dilatarea venelor peripancreatice. Criteriile  
8            pentru nerezecabilitate includ interesarea arterei mezenterice superioare sau trunchiului  
9            celiac, implicarea confluentului mezenterico-portal, precum și prezența metastazelor hepa-  
tice, peritoneale sau limfatice. Limitarea majoră cu utilizarea CT este că nu se poate face  
diferențierea cu precizie între adenopatiile benigne și cele maligne.

11           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 dez-  
13           voltate manechine pentru a permite medicilor practicarea tehnicilor ultrasonografice pe un  
pacient model. Un domeniu de cercetare în tot mai mare expansiune este utilizarea simulării  
15           realității virtuale ca un instrument de predare pentru învățământul medical. Odată cu  
îmbunătățirile recente și scăderea prețului sistemelor de realitate virtuală, acestea sunt din  
17           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  
19           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. Intervențiile  
21           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  
23           invazive în ultimii zece ani și dexteritatea ridicată necesară pentru a opera uneltele, fac din  
aceasta o zonă promițătoare pentru simulare.

25           Dezavantajele metodelor curente:

- 27           - tumorile cu dimensiuni mici pot rămâne nediate diagnosticate chiar prin utilizarea celor  
mai avansate tehnici computer tomografice;
- 29           - elastografia prezintă o imagine incompletă a tumorii, cu aplicabilitate limitată;
- 31           - medicul nu poate estima eficient și în timp real consistența tumorii, element  
definitiv pentru stabilirea rezecabilității chirurgicale, diagnostic și stadializare;
- 33           - dispozitivele haptice dezvoltate pentru aplicații medicale nu folosesc date reale, ci  
simulează parțial unele dintre caracteristicile unor formațiuni rigide, nedeformabile;
- 35           - lipsa integrității clinice la dispozitivele deja existente.

37           Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în palparea virtuală a formați-  
unilor tumorale profunde, aparținând ficatului și pancreasului, inaccesibile în cadrul exame-  
nului clinic uzual, oferind date diagnostice importante înaintea momentului operator.

39           Sistemul pentru palparea virtuală a formațiunilor tumorale intrahepatice și pancreatice  
reconstituite computerizat în urma combinării datelor spațiale obținute prin computer tomo-  
41           grafie cu datele de elasticitate a țesutului tumoral, obținute prin elastografie transcutană, con-  
form invenției, include o unitate de calcul care comunică cu un computer tomograf și un eco-  
43           graf dotat cu sondă de elastografie pentru reconstrucția computerizată a unui model tumoral  
tridimensional digital deformabil, care folosește forma tumorii și, atașat pe suprafața virtuală  
45           astfel creată, datele de elasticitate a țesutului obținute prin elastografie, redând rezultatul pe  
un sistem de vizualizare, mai include un dispozitiv haptic manual, capabil să interacționeze  
47           cu modelul virtual computerizat creat în unitatea de calcul, care este dotat cu cinci tije  
articulate în trei puncte cu pârghii de tensiune care urmăresc anatomia degetelor conectate  
49           la niște servomotoare controlate de unitatea centrală, cinci pernițe gonflabile în vârful dege-  
telor, acționate prin aceeași unitate, printr-un sistem de insuflare aer, miniaturizat, situat la  
baza mâinii utilizatorului, un giroscop și un senzor magnetic pentru detectarea poziției rela-  
tive la un marker magnetic fix.

# RO 131816 B1

Invenția prezintă următoarele avantaje:	1
- sistemul folosește date reale, obținute din investigații imagistice complexe, sporind astfel acuratețea modelului tumoral pentru fiecare pacient investigat;	3
- nu se mai folosește un model generic pentru reprezentarea tumorii, ci unul personalizat pentru fiecare caz în parte;	5
- nu este nevoie de un model material al formațiunii pentru palpate, dispozitivul haptic putând simula prezența acestuia, iar operatorul uman poate urmări deformarea în timp real pe dispozitivul de redare vizuală;	7
- numărul mare de cazuri care poate fi introdus asigură practic diversitatea infinită a posibilităților de redare a tumorii;	9
- dispozitivul poate fi integrat în protocolul de pregătire a personalului medical, indiferent de etapa academică - mediu universitar sau post-universitar;	11
- înregistrarea și prelucrarea datelor se efectuează centralizat, în cadrul sistemului dedicat pentru acest scop;	13
- 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;	15
- poate fi folosit în stabilirea cu precizie a originii unei formațiuni hepatice sau pancreatice în contextul unei consultații clasice, în perioada pre-operatorie;	17
- scutește pacientul de investigații suplimentare costisitoare;	19
- permite aprecierea preoperatorie a dimensiunii, formei și consistenței tumorii, aducând astfel un plus major de informații medicului.	21
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figura, care prezintă o diagramă bloc a sistemului prezentat.	23
Elastografia bazată pe endoscopie ultrasonografică (EUS) poate fi efectuată cu traductorii ecoendoscopici convenționali, fără să fie necesar un 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.	25
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 diagnosticului 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 pancreas normal, pancreatită cronică pseudotumorală și cancer pancreatic.	27
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, precum și 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,	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

# RO 131816 B1

1 folosind tehnici de autocorelare. Imaginea de deformare rezultată se numește elastogramă.  
2 Calcularea distribuției elasticității tisulare se realizează în timp real, iar rezultatul examinării  
3 este afișat pe ecran sub forma unei imagini codificate color, alături de imaginea bidimensio-  
nală a structurii examinate.

5 Dezvoltarea computer tomografiei multispirală (MDCT), cu rezoluție spațială și tempo-  
rală superioară, a dus la îmbunătățirea depistării și caracterizării leziunilor hepatice focale.  
7 Achiziția de multiple seturi de date, cu fiecare rotație a tubului de raze X în MDCT, permite  
vizualizarea întregului ficat în 10 s sau mai puțin. Implementarea computer tomografelor cu  
9 4 și 16 spire a permis achiziția de imagini cu grosime de 1,25 mm în timpul unei singure  
apnee. Aceste imagini cu grosime redusă au crescut rezoluția și au îmbunătățit diagnosticul,  
11 permițând totodată obținerea de reconstrucții multiplanare. Timpul scurt de achiziție a  
imaginilor permite multiple pasaje în diferitele faze postcontrast, iar prin colimarea fină a sec-  
13 țiunilor rezultă date volumetrice cu dimensiuni ale voxel-urilor izotropice sau aproape izotro-  
pice, determinând astfel o rezoluție spațială ridicată și capacitatea de afișare a datelor în  
15 planuri multiple. Această viteză redusă de achiziție a imaginilor permite optimizarea imagi-  
nilor în fază dublă, arterială și venoasă, oferind totodată multiple avantaje. Utilizarea dublei  
17 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 sensibilita-  
19 tea explorării și îmbunătățește corelarea cu datele obținute intraoperator, cu rol în stadia-  
lizarea și diagnosticarea corectă a formațiunilor tumorale.

21 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 apnee.  
23 Astfel, este facilitată substracția digitală a imaginilor precontrast de cele postcontrast arterial,  
cu scopul caracterizării captării precoce arteriale a leziunilor hepatice. Tehnica fazei triple  
25 include și o fază nativă sau arterială precoce cu achiziții ale imaginilor la 18...25 s postadmi-  
nistrare substanță de contrast. Leziunile hepatice hipervasculare hepatice sunt cel mai bine  
27 apreciate în fază târzie arterială, deoarece prezintă captare maximă în raport cu restul  
parenchimului hepatic. În faza portală, parenchimul hepatic prezintă captare maximă cu  
29 opacifiere a venelor hepatice. Faza de echilibru sau tardivă realizată la 3...5 min după admi-  
nistrarea contrastului poate fi utilă în caracterizarea suplimentară a leziunilor. De asemenea,  
31 secțiunile fine efectuate determină reducerea efectului de volum parțial.

Tomografia computerizată este, în general, acceptată ca prima linie de investigație  
33 la un pacient cu suspiciune de cancer pancreatic. Motivele pentru această preferință includ  
disponibilitatea largă, viteza, secțiunile fine, captarea optimă, rezoluția spațială înaltă, și  
35 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  
37 de secțiuni fine. Caracteristicile sugestive de cancer pancreatic sunt reprezentate de  
modificări în morfologia și densitatea parenchimului pancreatic, contur difuz, obliterarea  
39 grăsimii peripancreatice, ștergerea spațiului de clivaj cu structurile din jur, implicarea vaselor  
adiacente și a ganglionilor limfatici regionali, dilatarea ductului pancreatic, atrofia, precum  
41 și obstrucția canalului biliar comun.

Dispozitivele haptice sunt disponibile, acestea permițând unui utilizator să interacțio-  
43 neze cu obiecte într-un mediu virtual și "să simtă" aceste interacțiuni (haptic este un termen  
general referitor la simțul tactil). Un avantaj al acestor simulatoare virtuale este că pot fi  
45 construite într-un mod care să ajute cât mai mult scopul acestora.

Un dispozitiv haptic este adesea combinat cu senzori de poziție pentru a oferi un  
47 mecanism de intrare. Acesta este adesea folosit ca un mijloc de a interacționa cu un mediu  
virtual, și poate fi utilizat pentru a indica contactul fizic sau a constrânge mișcările utilizato-  
49 rului, pentru a simula interacțiunea cu obiectele sau efectele dorite. Beneficiul acestuia poate

# RO 131816 B1

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 atinge un obiect virtual. Feedback-ul haptic poate indica utilizatorului atunci când un obiect este atins, prins, sau alunecă, spre exemplu.	1 3
Conform invenției, un operator <b>O</b> înregistrează, cu ajutorul unității centrale <b>1</b> , datele spațiale provenite de la un computer tomograf <b>2</b> și datele de elasticitate tisulară a tumorilor provenite de la un ecograf <b>3</b> dotat cu modul de elastografie. Prin aplicația informatică dedicată, acesta combină datele și redă un model tumoral <b>4</b> tridimensional digital deformabil pe un sistem <b>5</b> de vizualizare, cu care operatorul <b>O</b> interacționează printr-un dispozitiv haptic <b>6</b> manual, dotat cu cinci tije <b>7</b> articulate în trei puncte cu pârghii în tensiune care urmăresc anatomia degetelor și se fixează de vârfurile degetelor, conectate la servomotoare <b>8</b> controlate de unitatea centrală <b>1</b> , cinci pernițe <b>9</b> gonflabile în vârful degetelor, acționate prin aceeași unitate <b>1</b> , printr-un sistem <b>10</b> de insuflare aer miniaturizat situat la baza mâinii utilizatorului, un giroscop <b>11</b> și un senzor magnetic <b>12</b> pentru detectarea poziției relative la un marker <b>13</b> magnetic fix.	5 7 9 11 13 15
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;	17
- medicul înregistrează informația spațială furnizată de examenul CT în unitatea centrală computerizată;	19
- medicul înregistrează informația elasticității țesutului tumoral în unitatea centrală computerizată, în urma efectuării elastografiei;	21
- unitatea centrală computerizată recreează în mediul virtual tridimensional tumora, folosește datele de elasticitate pentru a stabili deformabilitatea formei create și redă rezultatul pe ecran;	23 25
- 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.	27 29

# RO 131816 B1

1

## Revendicare

3

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

5

7

9

11

13

15



(51) Int.Cl.

G06F 3/01 (2006.01);

A61B 6/03 (2006.01);

G06N 3/02 (2006.01)

