



(11) **RO 127716 B1**

(51) Int.Cl.

A61B 19/00 (2006.01).
A61B 5/05 (2006.01).
G01B 7/00 (2006.01).
G06T 1/00 (2006.01).
A61B 5/055 (2006.01).
A61B 5/06 (2006.01).
A61B 5/107 (2006.01).
A61B 6/00 (2006.01).
A61B 6/03 (2006.01).
A61B 6/12 (2006.01).
A61B 8/00 (2006.01).
A61B 8/13 (2006.01).
A61B 10/04 (2006.01).
G01B 7/04 (2006.01).
G01B 7/14 (2006.01).
G06T 15/00 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01433**

(22) Data de depozit: **22.12.2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.08.2014** BOPI nr. **8/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2012 BOPI nr. **8/2012**

(73) Titular:
• **MEDINSYS S.R.L., CALEA UNIRII NR.32, CRAIOVA, DJ, RO**

(72) Inventatori:
• **GRUIONU LUCIAN GHEORGHE, STR.ION MAIORESCU, BL.4, SC.A, AP.22, CRAIOVA, DJ, RO;**
• **SAFTOIU ADRIAN, STR.MĂCINULUI NR.1, CRAIOVA, DJ, RO;**

• **GRUIONU GABRIEL, STR. C.S. NICOLAESCU PLOPȘOR, BL.K, SC.1, AP.10, CRAIOVA, DJ, RO;**
• **IONCICA ANA MARIA, STR.BRESTEI NR.88, CRAIOVA, DJ, RO;**
• **BURTEA DANIELA ELENA, STR. DR. IOAN CANTACUZINO NR.13, BL.S 32, AP.15, CRAIOVA, DJ, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 6381485 B1; WO 9423647 A1;
US 20030220557 A1; WO 9916352 A1;
WO 2010049834 A1

(54) **SISTEM DE VIZUALIZARE ȘI GHIDARE ÎN TIMPUL PROCEDURILOR DE ENDOSCOPIE**



RO 127716 B1

1 Invenția se referă la un sistem de vizualizare și ghidare, cu urmărire electromag-
netică, destinat asistării procedurilor medicale neinvazive precum endoscopia (gastroscopie,
3 colonoscopie sau bronhoscopie).

 În prezent, în procedurile de endoscopie sau eco-endoscopie, utilizatorul folosește,
5 pentru orientare, o cameră endoscopică și/sau o sondă ecografică, ceea ce mărește durata
procedurii și presupune o instruire laborioasă și de lungă durată. În majoritatea cazurilor,
7 pacientul este supus, înainte de procedura de endoscopie, unei investigații imagistice, printr-
una din metodele clasice precum tomografie computerizată sau rezonanță magnetică, iar
9 în cazul identificării unei formațiuni suspecte, este orientat către continuarea investigațiilor
prin endoscopie. Datele imagistice, obținute înaintea procedurii de endoscopie, sunt utilizate,
11 de către medicul care va executa procedura, pentru a vizualiza și reține mental poziția în
care se află o eventuală tumoare de biopsiat. Pe durata procedurii de endoscopie, medicul
13 revede informația imagistică, eventual folosind un computer sau forma editată pe suport
stabil, ceea ce face dificilă orientarea și mărește timpul de realizare al procedurii. În special,
15 în cazul eco-endoscopiei, medicul nu are cum să vizualizeze, în timp real, secțiunea
tomografică corespunzătoare, ca orientare și poziție a imaginii instantanee obținută cu eco-
17 endoscopul, pentru a fi sigur că ceea ce investighează în acel moment corespunde
formațiunii suspecte.

19 Se cunosc o serie de echipamente de ghidare prin localizare electromagnetică a
poziției unei sonde endoscopice în timpul unei proceduri neinvazive. Acestea folosesc, de
21 regulă, un generator de câmp magnetic, mai mulți senzori de poziție, dintre care cel puțin
unul plasat pe dispozitivul medical sau chirurgical, iar ceilalți pe corpul pacientului, prin
23 intermediul unor markeri adezivi, precum și niște procesoare capabile să prelucreze datele
achiziționate de la senzori și să le transpună în imagini, pe care le suprapun peste imaginile
25 scanate anterior.

 În ceea ce privește corelarea spațiului câmpului magnetic, generat, cu un spațiu
27 tridimensional al pacientului, pentru a oferi utilizatorului imaginea poziției relative, al unuia
față de celălalt, este nevoie de o aplicație dedicată, capabilă să transpună datele, din
29 imaginile scanate anterior, în imagini tridimensionale, prin care să fie urmărită dinamica
poziției relative a instrumentului de lucru (endoscop, cateter, bronhoscop), în timp real.

31 Astfel, documentul **WO 2010049834 A1**, publicat la 6 mai 2010, dezvăluie o metodă
și un sistem de urmărire electromagnetică într-o procedură medicală, asistată de computer.
33 Printre altele, în document, se revendică și un cod executabil, capabil să comande
executarea următoarelor operațiuni: obținerea poziției unor markeri, pe baza curenților induși
35 în senzorii fixați pe markeri, primul marker fixat în anatomia-țintă, un al doilea marker în
afara acesteia și un al treilea marker în apropierea anatomiei-țintă; obținerea imaginii
37 anatomiei-țintă, care include vizualizarea celui de-al doilea marker și o regiune transpusă în
imagini, asociată cu primul marker, precum și înregistrarea unui spațiu electromagnetic al
39 anatomiei-țintă cu spațiul transpus în imagini al anatomiei-țintă, pe baza a cel puțin uneia
dintre pozițiile primului, al celui de-al doilea și al celui de-al treilea marker, și pe vizualizarea
41 regiunii transpuse în imagini, și a celui de-al doilea și al treilea marker, urmată de urmărirea
electromagnetică a unui dispozitiv chirurgical, folosind spațiile înregistrate electromagnetic
43 și transpuse în imagini ale anatomiei-țintă. De asemenea, una dintre operațiuni presupune
comanda afișării poziției dispozitivului chirurgical, suprapus imaginii anatomiei-țintă, imaginile
45 fiind obținute prin cel puțin tomografie computerizată, rezonanță magnetică sau ultrasunete.

 Problema tehnică constă în determinarea, în timp real, a poziției instrumentului de
47 lucru (endoscopului) în raport cu pacientul, simultan cu obținerea, în timp real, a secțiunii
virtuale corespunzătoare poziției endoscopului, construită din stiva de imagini ale anatomiei-
49 țintă.

RO 127716 B1

| | |
|--|----|
| Invenția rezolvă problema tehnică, prin aceea că prevede un sistem de vizualizare și ghidare cu urmărire electromagnetică, constituit dintr-un echipament electromagnetic de determinare a poziției în spațiu, alcătuit dintr-un generator de câmp magnetic de mică intensitate, care se poziționează în apropierea pacientului în timpul procedurii investigative, astfel încât zona anatomică de interes, care va fi investigată, să fie cuprinsă în volumul câmpului magnetic; un instrument pentru orientarea unui endoscop, la capătul distal al instrumentului, fiind introdus și fixat un senzor electromagnetic de poziție, cu șase grade de libertate; trei markeri adezivi, care urmează să fie lipiți pe pielea pacientului, în apropiere de zona de investigat; trei discuri de referință, care includ alți senzori electromagnetici de poziție, compatibili cu echipamentul electromagnetic de determinare a poziției în spațiu, fixați pe pacient peste markerii adezivi, și cărora le corespund trei poziții corespundente pe un model digital, tridimensional, al pacientului; o unitate de control, care interpretează semnalele electrice, primite de la senzori, și le transformă în coordonate și unghiuri de rotație; precum și un computer, pe care rulează un produs-program, și care determină urmărirea, în timp real, a capului endoscopului în interiorul pacientului, prin transformarea poziției și orientării senzorului de poziție între mai multe sisteme de coordonate, și construiește secțiunea virtuală, intersectând modelul tridimensional, digital, al pacientului, cu un plan corespunzător poziției capului endoscopului. | 1 |
| Avantajele aplicării invenției constau în: | 19 |
| - reducerea timpului de realizare a procedurii de endoscopie medicală; | |
| - evaluarea de înaltă fidelitate a patologiei investigate; | 21 |
| - creșterea calității procedurilor. | |
| Se dă, în continuare, un exemplu de realizare al invenției, în legătură și cu fig. 1...10, care reprezintă: | 23 |
| - fig. 1, schema de principiu a unui sistem de vizualizare și ghidare electromagnetică, conform invenției; | 25 |
| - fig. 2, vedere a elementelor sistemului în raport cu corpul unui pacient; | 27 |
| - fig. 3, vedere generală a unui instrument de navigație, folosit în cadrul sistemului conform invenției; | 29 |
| - fig. 4, vedere de ansamblu, cu componentele interne ale instrumentului de navigație; | |
| - fig. 5, secțiune prin capătul distal al instrumentului de navigație; | 31 |
| - fig. 6, vedere a unui eco-endoscop, montat pe instrumentul de navigație; | |
| - fig. 7, detalii ale poziției unui senzor în capătul distal al instrumentului de navigație; | 33 |
| - fig. 8, vedere generală a unui disc de referință, folosit în cadrul sistemului conform invenției; | 35 |
| - fig. 9a și b, poziția unor markeri pe corpul pacientului și imaginea poziției acestora, așa cum este afișată de sistem; | 37 |
| - fig. 10, vedere a unor imagini afișate în timpul procedurilor și a unor sisteme de referință, folosind sistemul conform invenției. | 39 |
| Sistemul de vizualizare și ghidare, conform invenției, este constituit din următoarele elemente: | 41 |
| - un echipament electromagnetic, de determinare a poziției în spațiu, alcătuit dintr-un generator 4 , de câmp magnetic de mică intensitate (vezi, fig. 2), care se poziționează în apropierea pacientului, în timpul procedurii investigative, astfel încât zona anatomică de interes, care va fi investigată, să fie cuprinsă în volumul câmpului magnetic; o unitate 5 , de control, care interpretează semnalele electrice, primite de la niște senzori și le transformă în coordonate și unghiuri de rotație (vector de poziție și orientare), relativ la un prim sistem de coordonate SC1 , al generatorului 4 , de câmp magnetic, precum și niște interfețe 6a , 6b și 6c , pentru senzori; | 43 |
| | 45 |
| | 47 |
| | 49 |

RO 127716 B1

1 - un instrument de navigație **1** (vezi, fig. 3) pentru orientarea unui endoscop **7**, de
formă tubulară, flexibil, de lungime egală și diametru mai mic decât cel al canalului de lucru
3 al endoscopului **7**. La capătul proximal al instrumentului **1**, este introdus și fixat un senzor
electromagnetic **10**, de poziție, ale cărui fire electrice **11**, conectate la un cablu **12** și la un
5 conector specific **13** (vezi, fig. 4), trec printr-un tub **15** (vezi, fig. 5) și ies prin capătul distal
al instrumentului **1** (vezi, fig. 3). Tubul **15** este prevăzut cu un mâner **16** (vezi, fig. 4), pentru
7 fixarea pe mânerul endoscopului **7** (vezi, fig. 6). Instrumentul **1** se introduce pe canalul de
lucru al endoscopului **7** și se fixează pe acesta, având o terminație **14** de formă specifică,
9 care se blochează în capătul distal (de lucru) al endoscopului **7** (vezi, fig. 4), în apropierea
unei pârgii **17** (vezi, fig. 7). Senzorul **10** de poziție al endoscopului este un senzor cu șase
11 grade de libertate și furnizează un sistem de coordonate **SC3** (vezi, fig. 10);

- trei markeri **3a**, **3b** și **3c**, adezivi, care urmează să fie lipiți pe pielea unui pacient **8**
13 (vezi, fig. 9a), în apropiere de zona de investigat. Markerii pot fi asemănători unor electrozi
de electrocardiogramă, în cazul în care pacientul este supus unei investigații imagistice prin
15 tomografie computerizată, sau pot fi realizați dintr-un material magneto-opac, dacă pacientul
va urma o investigație prin rezonanță magnetică. Acești markeri au rolul de a determina un
17 plan, implicit un al doilea sistem de coordonate **SC2**, propriu pacientului (vezi, fig. 10),
necesar reorientării sistemului de vizualizare și ghidare, în cazul în care pacientul este mutat
19 în altă sală pentru endoscopie, alta decât cea de investigație imagistică, sau se mișcă,
eventual pentru compensarea mișcărilor respiratorii ale acestuia, în cazul procedurilor
21 endoscopice pe organe în mișcare precum plămânul sau ficatul. Markerii **3a**, **3b** și **3c**,
realizați dintr-un material care permite identificarea lor prin scanare imagistică, creează o
23 imagine ușor identificabilă într-o stivă de secțiuni calibrate (vezi, fig. 10) într-un al patrulea
sistem de coordonate **SC4**;

25 - trei discuri de referință **2a**, **2b** și **2c** (vezi, fig. 1), care includ un senzor
electromagnetic de poziție, situat pe un corp **18**, prevăzut cu un cablu electric **19** și cu un
27 conector specific **20** (vezi, fig. 8). Discurile au o față ușor adezivă și sunt fixate pe pacient
peste markerii **3a**, **3b** și **3c** (vezi, fig. 1). Acești senzori vor furniza sistemului de vizualizare
29 și ghidare poziția continuă, în timp real, a markerilor și deci a sistemului de coordonate **SC2**,
al pacientului, precum și, indirect, a sistemului de coordonate **SC4**, al modelului
31 tridimensional;

- un computer pe care rulează un cod executabil dedicat, dezvoltat să comande
33 executarea următoarelor operații:

35 i. citește niște secțiuni imagistice seriate ale unui volum scanat prin tomografie
computerizată sau rezonanță magnetică, în format standard DICOM (*Digital Imaging and
Communications in Medicine*);

37 ii. recunoaște contururile organelor pe fiecare secțiune, prin variația tonurilor de gri
și, utilizând contururi succesive, să realizeze un model digital, tridimensional, al volumului
39 scanat;

41 iii. identifică, pe modelul digital, tridimensional, poziția markerilor **3a**, **3b** și **3c**, și a
țintei, respectiv, zona cu formațiune suspectă;

43 iv. achiziționează date de poziție, furnizate de senzorii încorporați în discurile de
referință **2a**, **2b** și **2c** în câmpul magnetic generat;

45 v. calculează niște matrice de transformare de coordonate între sistemele de
coordonate **SC1**, **SC2**, **SC3** și **SC4**;

47 vi. calculează și afișează, în timp real, poziția capului endoscopului în interiorul mode-
lului digital, tridimensional, conform datelor de poziție, furnizate de senzorul de poziție **10**;

RO 127716 B1

| | |
|--|----------------|
| vii. realizează și afișează o secțiune virtuală prin corpul pacientului, în funcție de poziția instantanee a capului endoscopului în timpul procedurii; | 1 |
| viii. calculează și afișează diverse date precum distanța până la tumoare, eroarea de calibrare, alte erori de sistem, pierderea legăturii senzorilor cu sistemul, prin ieșirea din volumului câmpului magnetic generat, alte mesaje; | 3 5 |
| viv. permite efectuarea, de către utilizator, de operații manuale de reorientare, în cazul în care observă o aliniere eronată a sistemelor de coordonate SC1 , SC2 , SC3 și SC4 , datorate respirației pacientului sau modificării geometriei anatomiei interne. | 7 |
| Operațiunile de la iv la viv presupun alinierea sistemelor de coordonate pentru determinarea poziției pacientului și a endoscopului, în raport cu modelul digital, tridimensional, al pacientului și sunt executate pe baza următoarelor raționamente matematice: | 9 11 |
| a. sistemele de coordonate în proceduri medicale, ghidate imagistic, descriu o relație spațial-temporală între obiectele implicate, respectiv, determinarea cadrului pentru mișcarea între imaginile preoperative și postoperative, dintre imagini și poziția instrumentelor medicale, între sistemul de determinare a poziției și afișare. Orice obiect inclus în procedură trebuie localizat corect, în raport cu celelalte obiecte, nu numai în spațiu, ci și în timp. | 13 15 |
| b. unui punct p , aparținând unui sistem de coordonate P , îi corespunde o poziție q , într-un sistem de coordonate Q , între cele două puncte existând relația generală: | 17 |
| $\vec{q} = T_{P,Q}\vec{p} \quad (1)$ | 19 |
| unde $T_{P,Q}$ este transformarea tridimensională rigidă a punctului de la P la Q , constând dintr-o rotație urmată de o translație; | 21 23 |
| c. conform invenției, sunt utilizate mai multe sisteme de coordonate, și anume: | |
| - SC1 - sistemul de coordonate al generatorului de câmp magnetic, considerat sistemul de referință pentru toate calculele; | 25 |
| - SC2 - sistemul de coordonate propriu pacientului, determinat astfel: fiecare senzor conținut în discurile de referință 2a , 2b și 2c furnizează un vector cu trei coordonate de poziție în sistemul de coordonate SC1 . Cei trei vectori determină un plan, iar sistemul de coordonate SC2 are un plan XOZ, conținut în acest plan, cu centrul în centrul de greutate al planului, axa Oz orientată după normala la plan și axa Ox orientată după direcția dreptei care unește O cu centrul senzorului 2a ; | 27 29 31 |
| - SC3 - sistemul de coordonate al senzorului 10 , cu șase grade de libertate, aflat la capătul distal al instrumentului 1 ; | 33 |
| - SC4 - sistemul de coordonate al unui model digital, tridimensional, obținut din niște secțiuni seriate de imagistică 21 , determinat astfel: niște poziții corespondente 22a , 22b și 22c (vezi, fig. 9.b), ale markerilor vizibili, furnizează o corespondență în spațiul modelului digital, tridimensional. Cele trei puncte determină un plan, iar sistemul de coordonate SC4 are un plan XOY, conținut în acest plan, cu centrul în centrul de greutate al planului, axa Oz orientată după normala la plan și axa Ox orientată după direcția dreptei care unește O cu poziția 22a ; | 35 37 39 |
| d. pornind de la ipoteza că markerii 3a , 3b și 3c nu își schimbă poziția pe pacient, între procedura de tomografie computerizată și cea de endoscopie, se aplică transformarea între sistemele de coordonate SC2 și SC4 , prin care oricărui punct din volumul pacientului îi corespunde un punct din modelul digital, tridimensional, conform relației 1; | 41 43 45 |
| e. urmărirea poziției capului endoscopului în interiorul pacientului presupune transformarea poziției și orientării furnizate de senzorul de poziție 10 de la sistemul de | 47 |

RO 127716 B1

1 coordonate al senzorului **SC3** la sistemul de coordonate **SC1** al generatorului de câmp
magnetic și de la **SC1** la **SC2**, conform relației:

3

$$T_{SC3, SC2} = T_{SC1, SC2}^{-1}(T_{SC3, SC1}) \quad (2),$$

5

unde $T_{SC3, SC2}$, $T_{SC1, SC2}$ și $T_{SC3, SC1}$ sunt transformările rigide între sistemele de coordonate
7 **SC1**, **SC2** și **SC3**.

În continuare, poziția capului endoscopului în sistemul de coordonate **SC2** este
9 mapată în sistemul de coordonate **SC4**, al modelului digital, tridimensional, al pacientului,
medicul având posibilitatea de urmărire, în timp real, a capului endoscopului în interiorul
11 modelului digital, tridimensional, în timp ce vizualizează și ținta, ceea ce facilitează
semnificativ orientarea în spațiu.

13 Utilizarea sistemului conform invenției presupune, din partea utilizatorului,
parcursul următoarelor etape:

15 - realizarea unei investigații imagistice a pacientului, printr-una dintre metodele tradi-
ționale precum tomografie computerizată sau rezonanță magnetică, după ce, în prealabil,
17 s-au fixat pe pacient cei trei markeri **3a**, **3b** și **3c**, în zona abdominală sau cea toracică, în
funcție de patologia acestuia. Se obține o stivă de secțiuni seriate;

19 - încărcarea, în sistemul conform invenției, a stivei de secțiuni seriate, realizate în
etapa precedentă, odată cu mutarea pacientului în camera pentru endoscopie, fără
21 îndepărtarea celor trei markeri **3a**, **3b** și **3c**;

- segmentarea automată a imaginilor și crearea unui model digital, tridimensional
23 (volum digital), al pacientului, prin intermediul programului din cadrul sistemului de vizua-
lizare și ghidare. Implementarea funcțiilor de segmentare și reconstrucție tridimensională,
25 prin secțiuni imagistice, se poate face, de exemplu, utilizând biblioteci publice de rutine ITK.
Imaginile medicale sunt calibrate și aliniat într-un sistem de coordonate general, conform
27 standardului *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM), prin care sunt
livrate, unui utilizator, de către laboratorul de imagistică;

29 - identificarea, pe volumul reconstruit, de către utilizator, a celor trei markeri vizibili
3a, **3b** și **3c**, într-o ordine de selecție. Deoarece secțiunile imagistice medicale sunt calibrate,
31 programul sistemului localizează poziția celor trei markeri în sistemul de coordonate general
și creează un sistem local de coordonate, **SC4**, al unui model digital, tridimensional, **23**, al
33 pacientului (vezi, fig. 10);

- conectarea celor trei discuri de referință **2a**, **2b** și **2c** la unitatea de control **5**, a
35 echipamentului electromagnetic de determinare a poziției și fixarea acestora pe pacient, prin
suprapunere peste markeri, în ordinea în care s-a făcut selecția markerilor pe modelul digital,
37 tridimensional;

- introducerea instrumentului **1** în canalul de lucru al endoscopului **7** și fixarea, cu
39 mânerul special **16**, prin înfiletare, spre exemplu. Se verifică prezența capului **14** în
apropierea pârghei **17**, a endoscopului, conform fig. 7. Se conectează instrumentul **1**, la
41 unitatea de control **5**, a echipamentului electromagnetic de determinare a poziției;

- conectarea generatorului de câmp magnetic **4** la unitatea de control **5** și plasarea
43 generatorului în apropierea discurilor de referință. Unitatea **5** se conectează la computerul
9 și la tensiune, și se pornește;

45 - are loc calibrarea sistemului, prin care: sunt recunoscuți toți senzorii și se anunță
prezența sau absența acestora din volumul câmpului magnetic; se atribuie sistemul de
47 coordonate **SC3**, capului endoscopului și se calculează poziția și orientarea acestuia față de

RO 127716 B1

| | |
|---|----------------------------|
| sistemul de coordonate SC1 , al generatorului de câmp magnetic; se atribuie sistemul de coordonate SC2 , celor trei discuri de referință și se calculează poziția și orientarea acestuia față de sistemul de SC1 , al generatorului de câmp magnetic; se realizează o operație de mapare biunivocă între modelul (volumul) digital, tridimensional și pacient, prin care fiecărui punct din volumul digital îi corespunde un singur punct în corpul pacientului. | 1 3 5 |
| Odată calibrarea efectuată, sistemul este capabil să calculeze poziția capului endoscopului în interiorul volumului digital, prin transformare de coordonate de la SC3 la SC1 la SC2 , și corespunzător relației biunivoce dintre volum și pacient, de la SC2 la SC4 ; | 7 |
| - sistemul afișează un ecran cu patru cadrane și se poate începe procedura propriuzisă de endoscopie. Cadranele afișează: imaginea video-endoscopică preluată de la endoscop, secțiunea virtuală prin modelul tridimensional în directă relație cu poziția endoscopului în pacient, modelul tridimensional al pacientului și, suprapus pe acesta, un model virtual al capului endoscopului, precum și diverse date (un al patrulea cadran), precum distanța până la țintă și diverse butoane de reglaj. | 9 11 13 |
| Medicul urmărește, pe ecranul cu modelul tridimensional, poziția instantanee a capului endoscopului în pacient și verifică dacă traiectoria către țintă este cea corectă, precum și distanța față de aceasta. Medicul poate să realizeze operații manuale de reorientare, prin acționarea unor funcții specifice ale programului de computer, blocând imaginea video-endoscopică sau a secțiunii virtuale și efectuarea de translații sau rotații pe cea de-a doua imagine neblocaată, până când observă realinierea acestora. În momentul în care a ajuns la țintă, confirmă prin verificare ecografică, utilizând sonda din capul endoscopului și vizualizează în paralel secțiunea reconstituită din stiva de imagini seriate (de exemplu, preluate prin tomografie computerizată), corespunzătoare poziției sondei. | 15 17 19 21 23 |

RO 127716 B1

Revendicări

1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
45
47

1. Sistem de vizualizare și ghidare, cu urmărire electromagnetică, destinat asistării procedurilor medicale neinvazive precum endoscopia, constituit din următoarele elemente:

- un echipament electromagnetic de determinare a poziției în spațiu, alcătuit dintr-un generator (4) de câmp magnetic de mică intensitate, care se poziționează în apropierea pacientului în timpul procedurii investigative, astfel încât zona anatomică de interes, care va fi investigată, să fie cuprinsă în volumul câmpului magnetic,
- o unitate (5) de control, care interpretează semnalele electrice primite de la niște senzori și le transformă în coordonate și unghiuri de rotație;
- trei markeri (3a, 3b și 3c) adezivi, care urmează să fie lipiți pe pielea pacientului, în apropiere de zona de investigat;
- un instrument de navigație (1), pentru orientarea unui endoscop (7), instrument la al cărui capăt proximal (1) este introdus și fixat un senzor electromagnetic (10) de poziție, cu șase grade de libertate;
- trei discuri (2a, 2b și 2c) de referință, care includ alți senzori electromagnetici (27) de poziție, compatibili cu echipamentul electromagnetic de determinare a poziției în spațiu, fixați pe pacient peste markerii adezivi (3a, 3b și 3c) și cărora le corespund trei poziții corespondente (22a, 22b și 22c) pe un model digital, tridimensional (23), al pacientului, și
- un computer, pe care rulează un produs-program,

caracterizat prin aceea că determină urmărirea, în timp real, a capului endoscopului (7) în interiorul pacientului, simultan cu obținerea, în timp real, a secțiunii virtuale corespunzătoare poziției endoscopului, construită din stiva de imagini ale anatomiei-țintă, prin transformarea poziției și orientării senzorului de poziție (10) între mai multe sisteme de coordonate (SCi), care reprezintă:

- un prim sistem de coordonate (SC1), al generatorului (4) de câmp magnetic, considerat sistem de referință;
- un al doilea sistem de coordonate (SC2), propriu pacientului, determinat pe baza vectorilor cu trei coordonate de poziție în sistemul de referință, vectori furnizați de senzorii conținuți în discurile de referință (2a, 2b și 2c);
- un al treilea sistem de coordonate (SC3) al senzorului de poziție (10) cu șase grade de libertate, aflat la capătul distal al instrumentului (1);
- un al patrulea sistem de coordonate (SC4), al unui model digital, tridimensional, obținut din niște secțiuni seriate de imagistică, determinat pe baza poziției corespondente (22a, 22b și 22c) a markerilor vizibili.

2. Produs-program de computer, dedicat sistemului de vizualizare și ghidare cu urmărire electromagnetică, conform revendicării 1, care execută următoarele operațiuni:

- i. citește niște secțiuni imagistice, seriate, ale unui volum scanat prin tomografie computerizată sau rezonanță magnetică, în format standard DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*);
- ii. recunoaște contururile organelor pe fiecare secțiune, prin variația tonurilor de gri și, utilizând contururi succesive, realizarea unui model digital, tridimensional, al volumului scanat;
- iii. identifică, pe modelul digital, tridimensional, poziția markerilor (3a, 3b și 3c) și a țintei, respectiv, zona cu formațiune suspectă;
- iv. achiziționează datele de poziție furnizate de senzorii încorporați în discurile de referință (2a, 2b și 2c) în câmpul magnetic generat, **caracterizat prin aceea că**

RO 127716 B1

| | |
|--|-------------|
| v. atribuie sistemul de coordonate (SC3) capului endoscopului și calculează poziția și orientarea acestuia față de sistemul de coordonate (SC1) al generatorului de câmp magnetic și atribuie sistemul de coordonate (SC2) discurilor de referință (2a, 2b și 2c) și calculează poziția și orientarea acestuia față de sistemul (SC1) al generatorului de câmp magnetic; | 1 3 5 |
| vi. calculează și afișează, în timp real, poziția capului endoscopului în interiorul modelului digital, tridimensional (23), conform datelor furnizate de senzorul (10) de poziție, prin maparea biunivocă a poziției capului endoscopului în sistemul de coordonate (SC2) al pacientului în sistemul de coordonate (SC4) al modelului digital tridimensional; | 7 9 |
| vii. realizează și afișează o secțiune virtuală prin corpul pacientului, în funcție de poziția instantanee a capului endoscopului în timpul procedurii; | 11 |
| viii. permite utilizatorului efectuarea de operații fine de reorientare a sistemelor de coordonate SC1, SC2, SC3 și SC4, prin translații și/sau rotații, dacă sunt erori de aliniere, datorate respirației pacientului sau modificării geometriei anatomiei interne. | 13 |
| 3. Produs-program, conform revendicării 2, caracterizat prin aceea că, mai calculează și afișează alte date precum distanța până la tumoare, eroarea de calibrare, pierderea legăturii senzorilor cu sistemul, prin ieșirea din volumului câmpului magnetic generat sau alte erori de sistem. | 15 17 |

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01).
A61B 5/05 (2006.01):
G01B 7/00 (2006.01):
G06T 1/00 (2006.01):
A61B 5/055 (2006.01):
A61B 5/06 (2006.01):
A61B 5/107 (2006.01):
A61B 6/00 (2006.01):
A61B 6/03 (2006.01):
A61B 6/12 (2006.01):
A61B 8/00 (2006.01):
A61B 8/13 (2006.01):
A61B 10/04 (2006.01):
G01B 7/04 (2006.01):
G01B 7/14 (2006.01):
G06T 15/00 (2006.01):

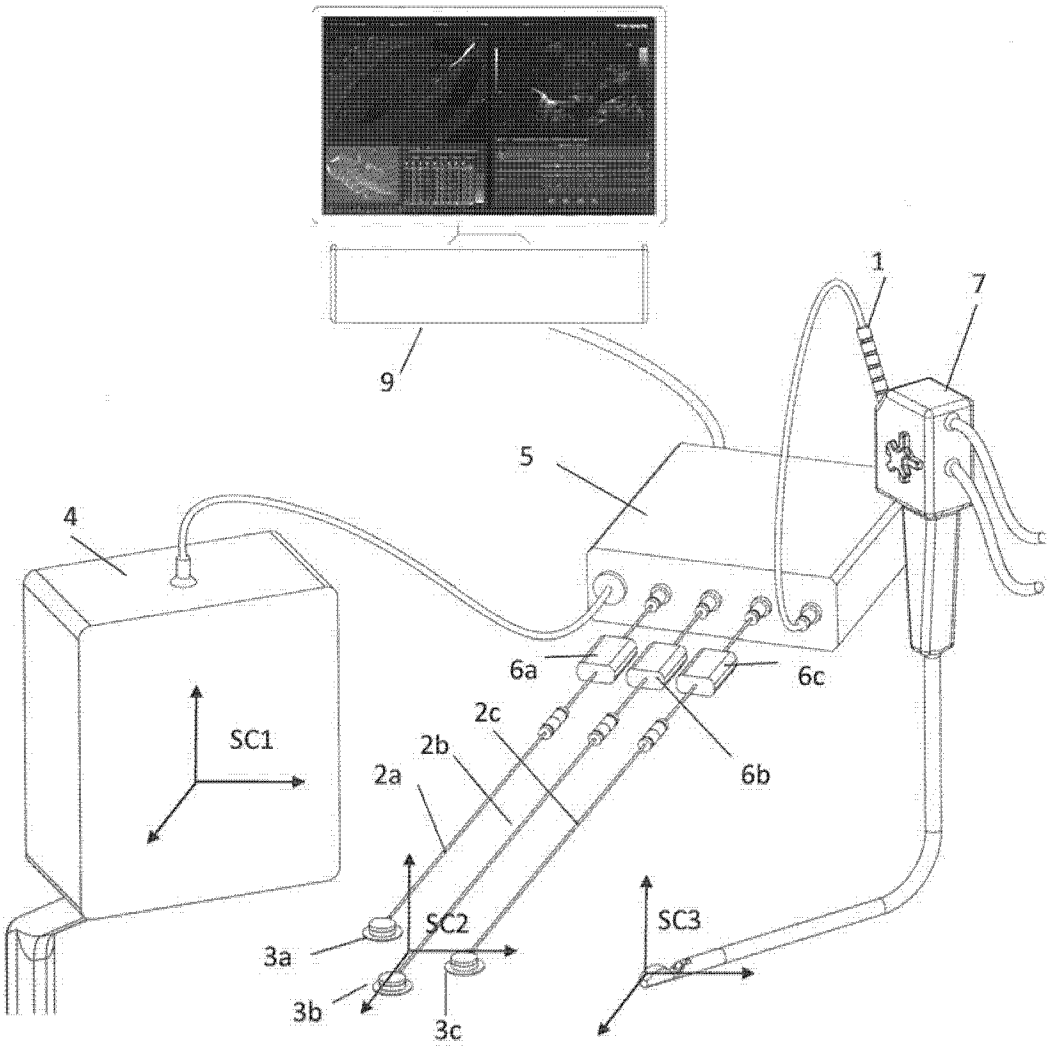


Fig. 1

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01).
A61B 5/05 (2006.01).
G01B 7/00 (2006.01).
G06T 1/00 (2006.01).
A61B 5/055 (2006.01).
A61B 5/06 (2006.01).
A61B 5/107 (2006.01).
A61B 6/00 (2006.01).
A61B 6/03 (2006.01).
A61B 6/12 (2006.01).
A61B 8/00 (2006.01).
A61B 8/13 (2006.01).
A61B 10/04 (2006.01).
G01B 7/04 (2006.01).
G01B 7/14 (2006.01).
G06T 15/00 (2006.01).

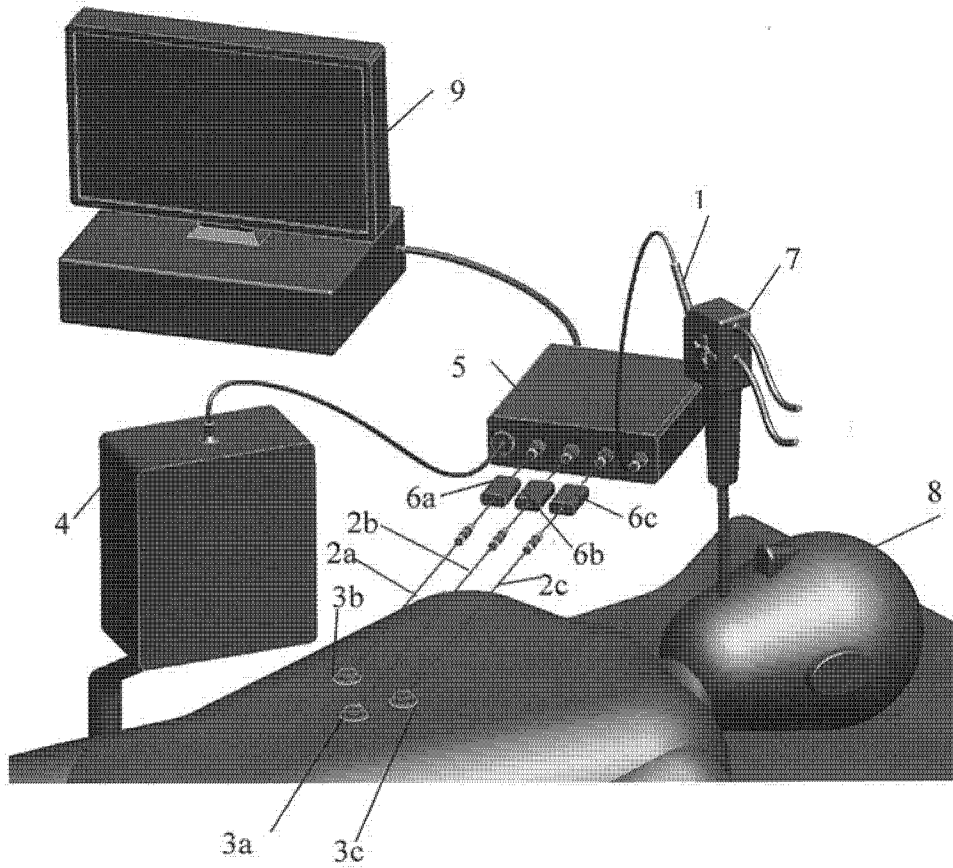


Fig. 2

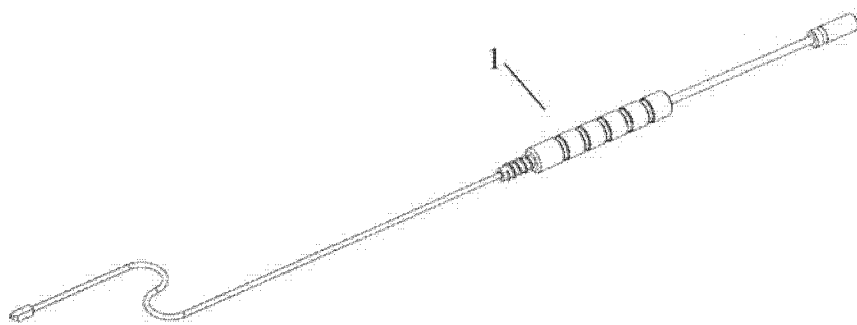


Fig. 3

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01).
A61B 5/05 (2006.01).
G01B 7/00 (2006.01).
G06T 1/00 (2006.01).
A61B 5/055 (2006.01).
A61B 5/06 (2006.01).
A61B 5/107 (2006.01).
A61B 6/00 (2006.01).
A61B 6/03 (2006.01).
A61B 6/12 (2006.01).
A61B 8/00 (2006.01).
A61B 8/13 (2006.01).
A61B 10/04 (2006.01).
G01B 7/04 (2006.01).
G01B 7/14 (2006.01).
G06T 15/00 (2006.01).

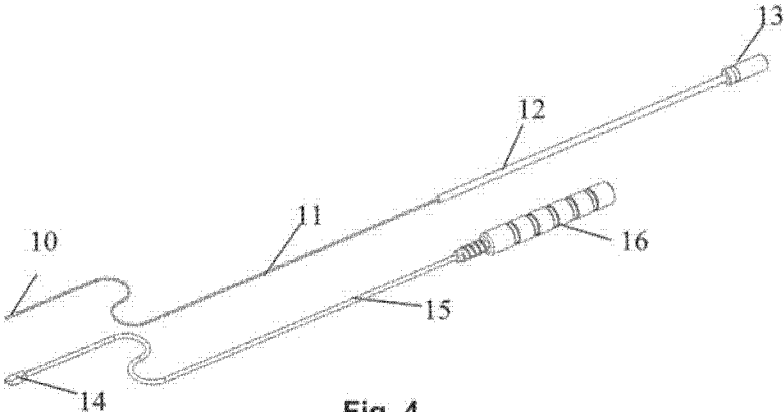


Fig. 4

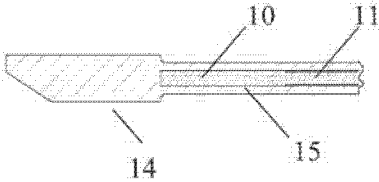


Fig. 5

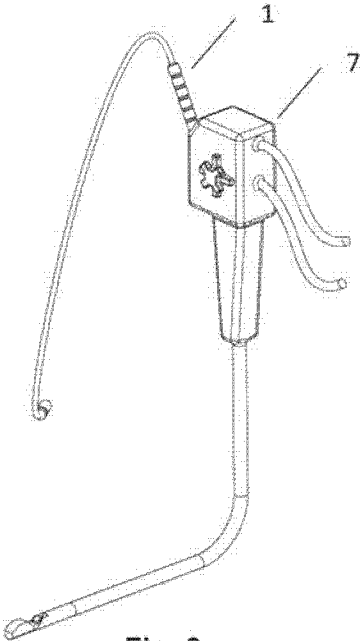


Fig. 6

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01);
A61B 5/05 (2006.01);
G01B 7/00 (2006.01);
G06T 1/00 (2006.01);
A61B 5/055 (2006.01);
A61B 5/06 (2006.01);
A61B 5/107 (2006.01);
A61B 6/00 (2006.01);
A61B 6/03 (2006.01);
A61B 6/12 (2006.01);
A61B 8/00 (2006.01);
A61B 8/13 (2006.01);
A61B 10/04 (2006.01);
G01B 7/04 (2006.01);
G01B 7/14 (2006.01);
G06T 15/00 (2006.01);

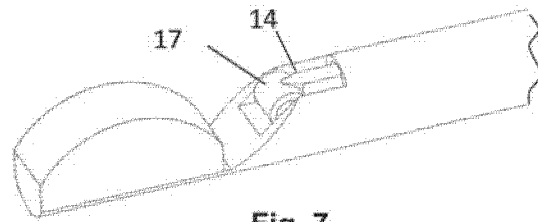


Fig. 7

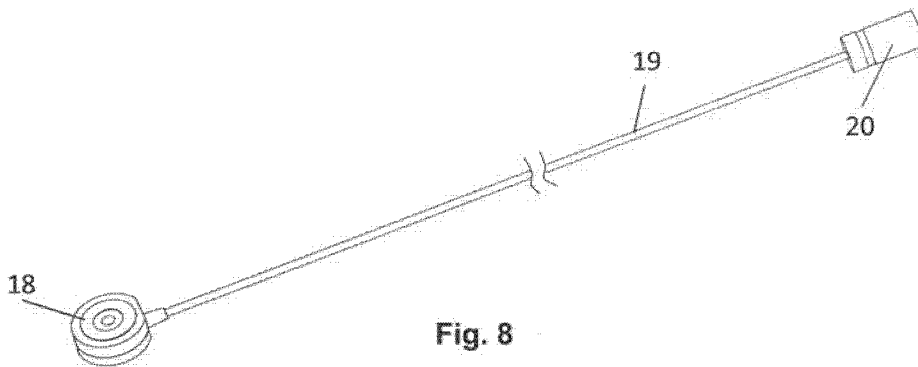


Fig. 8

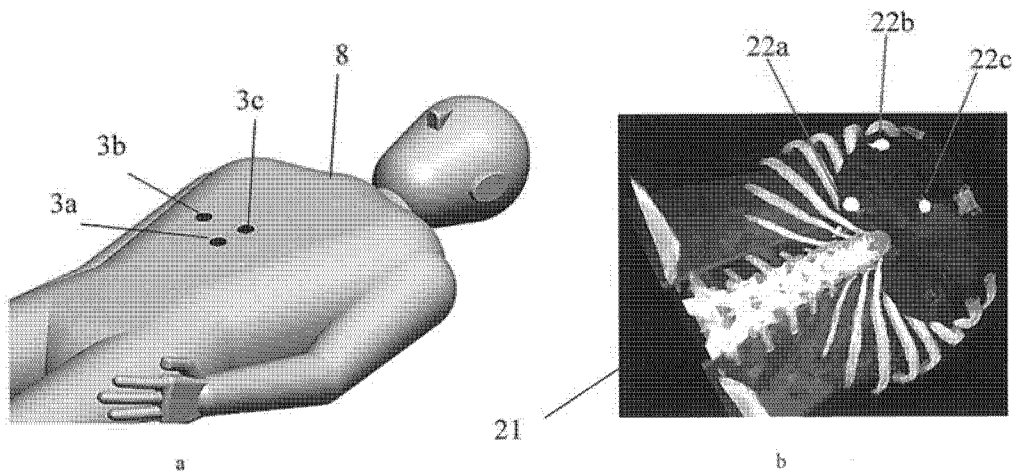


Fig. 9

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01).
A61B 5/05 (2006.01).
G01B 7/00 (2006.01).
G06T 1/00 (2006.01).
A61B 5/055 (2006.01).
A61B 5/06 (2006.01).
A61B 5/107 (2006.01).
A61B 6/00 (2006.01).
A61B 6/03 (2006.01).
A61B 6/12 (2006.01).
A61B 8/00 (2006.01).
A61B 8/13 (2006.01).
A61B 10/04 (2006.01).
G01B 7/04 (2006.01).
G01B 7/14 (2006.01).
G06T 15/00 (2006.01).

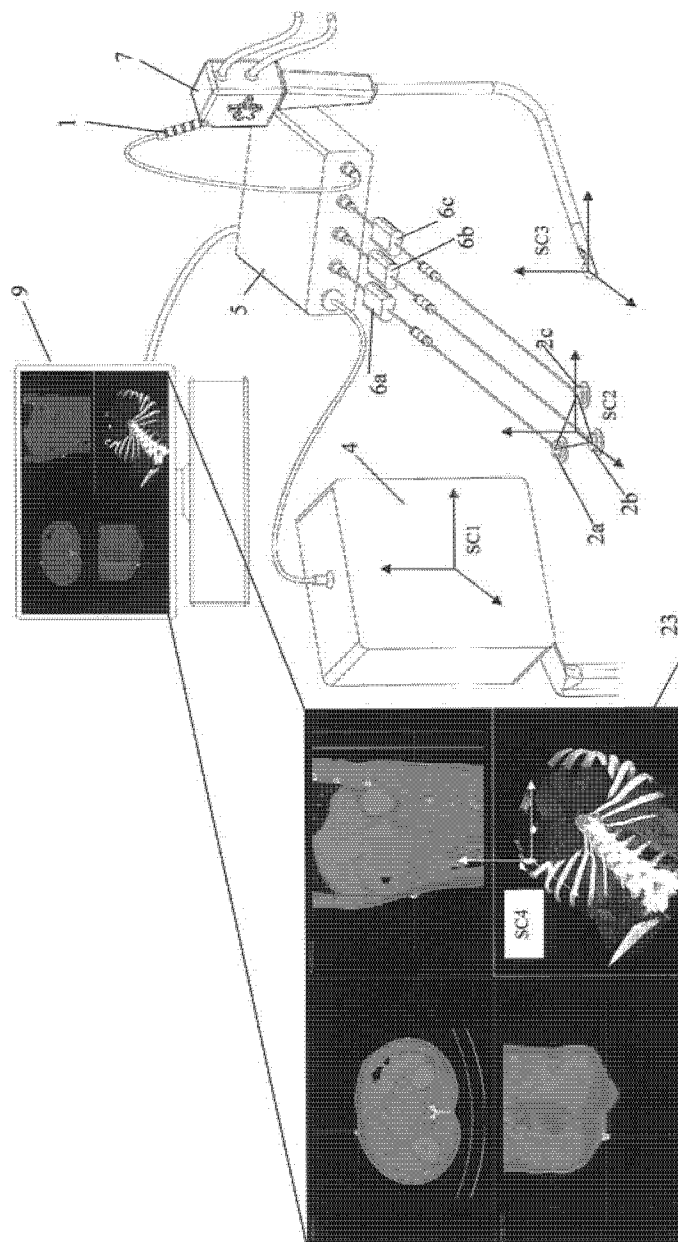


Fig. 10



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 579/2014