



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00666**

(22) Data de depozit: **14.07.2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.07.2015** BOPI nr. **7/2015**

(41) Data publicării cererii:  
**28.02.2013** BOPI nr. **2/2013**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **POPESCU DIANA, STR.MĂGURICEA  
NR.1, BL.3 F, SC.1, ET.1, AP.4, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **AMZA CĂTĂLIN-GHEORGHE,  
STR.PICTOR MIREA G.DEMETRESCU  
NR.14, AP.1, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **LAPTOIU DAN-CONSTANTIN,  
STR.N.CONSTANTINESCU NR.5, BL.14,  
SC.D, ET.4, AP.57, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **AMZA GHEORGHE,  
STR.PICTOR MIREA G.DEMETRESCU  
NR.14, AP.1, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,  
RO;**  
• **SEMENESCU AUGUSTIN,  
ȘOS.BUCUREȘTI-TÂRGOVIȘTE NR.22 T,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **ANTONIAȘ VASILE IULIAN,  
ALEEA EROU BUTEICĂ EMANOIL MARIUS  
NR.2, BL.68, SC.2, ET.2, AP.64, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **CICIC DUMITRU-TITI, STR.DREPTĂȚII  
NR.8, BL.0 2, SC.3, ET.8, AP.105,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**TW 2008 33290 A; US 2009 0143788 A1;  
US 2004 0240715 A1; GB 2463247 A**

(54) **METODĂ ȘI SISTEM DE INSTRUIRE PENTRU  
POZIȚIONAREA ȘURUBURILOR PEDICULARE ÎN  
VERTEBRELE COLOANEI UMANE**



# RO 128174 B1

1           Invenția se referă la o metodă și la un sistem de instruire pentru poziționarea șuruburilor pediculare în vertebrele coloanei umane.

3           Stabilizarea posterioară a coloanei vertebrale este necesară în anumite tipuri de patologii (traumatice - fracturi, degenerative - spondilolistezis etc.) și are în vedere fixarea  
5           vertebrelor cu diferite sisteme de șuruburi și tije. Experiența clinică și studiile biomecanice recomandă ca inserarea șuruburilor în pediculii vertebrelor să se facă de-a lungul axei  
7           acestora, ceea ce impune o tehnică chirurgicală precisă, bazată pe studiul preoperator al imaginilor plane obținute prin tehnici imagistice (radiografie, tomografie computerizată,  
9           rezonanță magnetică). În acest scop, în cadrul protocolului de planificare preoperatorie, se analizează calitatea osului, anatomia și orientarea pediculilor, se stabilește punctul de intrare  
11          al șurubului în vertebră, precum și tipul și dimensiunile șuruburilor (diametru și lungime). De asemenea, orientativ sunt luate în considerare și diferite seturi de date morfometrice, care  
13          oferă informații despre valorile medii ale diferiților parametri geometrici ai vertebrelor.

15          Datele imagistice din plan sagital și transvers permit determinarea geometriei vertebrei, a dimensiunilor principale ale pediculilor și a unghiului de inserare, pentru fiecare nivel vertebral ce urmează a fi fixat și stabilizat. În timpul operației chirurgul reface mental  
17          modelul tridimensional al vertebrei pentru a putea transpune unghiul de înclinare corespunzător al burghiului și pentru a realiza astfel o inserare corectă a șurubului.  
19          Procedura este complicată având în vedere forma geometrică neregulată și specifică fiecărui pacient, dimensiunea redusă a pediculilor, orientarea lor spațială diferită, dar mai ales  
21          apropierea de zonele neurale. În pofida utilizării intraoperative a radiografiei simple, a fluoroscopiei sau a altor tehnici moderne de imagistică medicală, literatura raportează  
23          aproximativ 6,3-11% inserări greșite a șuruburilor pediculare [*Youkilis et al., Stereotactic navigation for placement of pedicle screws in the thoracic spine. Neurosurgery, 48:771-8, 2001*], [*Amiot, L.P. et al., Comparative Results Between Conventional and Computer Assisted Pedicle Screw Installation in the Thoracic, Lumbar, and Sacral Spine. Spine, 25:606-14, 2000*].  
25          27

29          Studiile în domeniu prezintă clasificări referitoare la precizia de inserare a șuruburilor pediculare (exprimată în grade sau scoruri), bazate pe studii clinice ale zonei de siguranță  
31          [*Zdichavsky, M., et al. Accuracy of pedicle screw placement in thoracic spine Fractures. Part I inter- and intraobserver reliability of the scoring system. Eur J Trauma, 30:234-240, 2004*], [*Lien, S.B. et al., Analysis of anatomic morphometry of the pedicles and the safe zone for through-pedicle procedures in the thoracic and lumbar spine. Eur Spine J, 16:1215-1222, 2007*], [*Mirza, S.K., et al., Accuracy of Thoracic Vertebral Body Screw Placement Using Standard Fluoroscopy, Fluoroscopic Image Guidance, and Computed Tomographic Image Guidance: A Cadaver Study, Spine. 28:402-413, 2003*]. Astfel, se consideră acceptabilă o  
33          penetrare de 2 mm a peretelui lateral vertebrei, în timp ce o penetrare mai mare de 4 mm necesită re poziționarea șurubului.  
35          37

39          În literatura științifică sunt prezentate diferite soluții pentru îmbunătățirea preciziei de inserare a șuruburilor pediculare utilizând dispozitive de ghidare personalizate pentru fiecare  
41          pacient [*Van Brussel K, Vander Sloten J, Van Audekercke R et al, Medical image based design of an individualized surgical guide for pedicle screw insertion, Proceedings 18th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: "Bridging Disciplines for Biomedicine" 1 (1) pp.225-226, IEEE, 1997*], [*Lu, S. et al., Rapid Prototyping drill guide template for lumbar pedicle screw placement, Chinese Journal of Traumatology, 12(3), pp. 171-177, 2009*], [*Bibb, R., et al., Rapid manufacture of custom - fitting surgical guides, Rapid Prototyping Journal, 15/5 (2009) 346-354*], diferite metode imagistice  
43          intra-operatorii [*Amato, V. et al, Accuracy of pedicle screw placement in the lumbosacral*  
45          47

*spine using conventional technique: computed tomography postoperative assessment in 102 consecutive patients. J Neurosurg Spine, 12(3):306-13, 2010*], [Bledsoe, J.M., et al, *Accuracy of upper thoracic pedicle screw placement using three-dimensional image guidance, The Spine Journal, 9, pp.817-821, 2009*], [Chatrath, V., et al, *Pedicle Screw Placement Using Computer Assisted Navigation, J.Orthopaedics, 5(3), 12, ISSN 0972-978X, 2008*], [Fu, T-S, et al., *Pedicle screw insertion: computed tomography versus fluoroscopic image guidance, International Orthopaedics (SICOT), 32:517-521, 2008*] sau soluții bazate pe utilizarea de roboți medicali [Pechlivanis, I. et al, *Percutaneous Placement of Pedicle Screws in the Lumbar Spine Using a Bone Mounted Miniature Robotic System, Spine, volume 34, number 4, pp. 392-398, 2009*], [Sukovich, W. et al., *Miniature robotic guidance for pedicle screw placement in posterior spinal fusion: early clinical experience with the SpineAssist, The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery, Int J Med Robotics Comput Assist Surg, 2006; 2:114-122*].

Totodată literatura prezintă studii care demonstrează importanța realizării de către chirurgii începători a cât mai multor operații de stabilizare a coloanei prin inserarea de șuruburi pediculare, alături de chirurghi experimentați [Gonzalvo, A., *The Learning Curve of Pedicle Screw Placement: How Many Screws Are Enough? Spine: 1 October, vol. 34, issue 21 2009*], [Wang, V. Y. et al, *Free-hand thoracic pedicle screws placed by neurosurgery residents: a CT analysis. Eur Spine J., May; 19(5), p:821-827, 2010*].

În acest context, invenția are în vedere o îmbunătățire a abilităților de corelare a imaginilor radiologice plane cu modelul fizic real al vertebrei și de transpunere a unghiului corect de inserare a șurubului în vertebre.

În prezent este cunoscut un sistem asistat de computer pentru instruirea chirurgilor începători [Fang, J.J., *A computer-aided training system for pedicle screw implantation, International Congress Series, Volume 1281, May 2005, Pp.661-666: Computer Assisted Radiology and Surgery*]. Metoda de instruire utilizează un model artificial de coloană vertebrală în care un chirurg senior trasează niște referințe standard pentru inserarea șuruburilor și stabilește zona de siguranță, iar chirurgii începători, cu ajutorul unui digitizer 3D, încearcă virtual să se apropie cât mai mult de traiectoria instructorului. Evaluarea preciziei de inserare se face prin compararea imaginilor radiologice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în reducerea timpului de instruire a chirurgilor în cazul operațiilor de inserare a șuruburilor pediculare în coloana vertebrală.

Metoda de instruire pentru poziționarea șuruburilor pediculare în vertebrele coloanei umane, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că utilizează niște vertebre din poliuretan drept modele de lucru pentru parcurgerea etapelor de:

- identificare pe vertebră a punctului de intrare pentru șurubul pedicular și alegerea diametrului și a lungimii acestuia;
- găurire a vertebrei și inserare a șurubului;
- achiziție și procesare a imaginii roentnografice folosind un algoritm de tip rețea neuronală Hopfield, cu extragerea automată a imaginii șurubului pedicular ca obiect separat, urmată de calculul atributelor principale ale imaginii obținute;
- determinare a valorii deviației traiectoriei de inserare față de axa pediculului și încadrare sau nu în zona de siguranță, prin compararea cu datele dintr-o bază de cunoștințe specifice și
- afișare a valorii deviației și a mesajelor de evaluare corespunzătoare.

Sistemul de instruire pentru poziționarea șuruburilor pediculare în vertebrele coloanei umane, conform invenției, este alcătuit dintr-un set de vertebre-test din poliuretan, un aparat

# RO 128174 B1

1 de roentgenografie pentru achiziția imaginilor cu raze X și o unitate de calcul prevăzut cu un  
software de prelucrare a imaginilor roentgenografice, unitate de calcul ce conține următoarele  
3 subsisteme:

5 - un subsistem de achiziție a unei imagini în timp real, cu energie duală;  
- un subsistem de pre-procesare a imaginii, utilizat pentru pregătirea imaginilor cu  
raze X pentru procesarea de nivel intermediar;

7 - un subsistem de segmentare a imaginii bazat pe o rețea neuronală de tip Hopfield  
care divide imaginea în clase și permite extragerea automată a șurubului pedicular ca obiect  
9 separat din imaginea cu raze X;

11 - o bază de cunoștințe specifice ce conține informații despre tipurile de vertebre, date  
morfometrice, definirea zonei de siguranță și criteriile de evaluare prezentate în literatura de  
specialitate;

13 - un subsistem de detecție de nivel înalt, care determină, pe baza imaginii originale  
și a celei segmentate, deviația de la poziția ideală a șurubului pedicular care extrage  
15 imaginea șurubului, segmentat și apoi îi compară poziția cu cea ideală și cu limitele zonei  
de siguranță, în funcție de datele pe care le găsește în baza de cunoștințe specifice.

17 Avantajele invenției sunt următoarele:

19 - vertebrele de lucru pot avea dimensiuni și geometrie diferită a pediculilor, așa cum  
este cazul în operațiile reale;

21 - prin folosirea de algoritmi inteligenți pentru recunoașterea imaginii și pentru  
extragerea automată a anumitor caracteristici și a comparării lor automate cu valorile ideale  
înregistrate într-o bază de cunoștințe, se simplifică și se scurtează timpul de instruire a  
23 chirurgilor în inserarea de șuruburi pediculare în coloana vertebrală; mai mult decât atât,  
sistemul de instruire din invenție permite stabilirea automată a zonei de siguranță în funcție  
25 de caracteristicile extrase;

27 - invenția îmbunătățește curba de instruire specifică acestui tip de operație, permițând  
evaluarea automată a deviației dintre traiectoria ideală, considerată a fi de-a lungul axei  
pediculului, și traiectoria realizată de chirurgul începător, determinând prin urmare poziția  
29 șurubului în interiorul zonei de siguranță. Determinarea valorii deviației este însoțită de  
afișarea de mesaje corespunzătoare de informare, evaluare sau avertizare. Totodată,  
31 invenția oferă avantajul utilizării în procesul de instruire a unor modele ieftine de vertebre  
realizate din poliuretan, cu comportare la raze X similară cu cea a osului, ca și a unui sistem  
33 automat de control cu raze X, eliminându-se necesitatea procurării de modele reale de  
vertebre, respectiv expunerea chirurgului la radiație nocivă.

35 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...4, care  
reprezintă:

37 - fig. 1, prezentarea schematică a etapelor metodei de instruire pentru inserarea  
șuruburilor pediculare bazată pe procesarea inteligentă a imaginilor cu raze X;

39 - fig. 2, sistem inteligent de instruire cu raze X, bazat pe recunoașterea imaginilor;

- fig. 3, modulele componente ale sistemului inteligent de procesare a imaginilor;

41 - fig. 4, model de vertebră lombară fabricată din poliuretan utilizabilă ca model de  
lucru în cadrul sistemului de instruire.

43 Metoda conform invenției prezentată schematic în fig. 1, presupune utilizarea unor  
vertebre din poliuretan drept modele de lucru și parcurgerea următoarelor etape: identificarea  
45 (i) pe vertebră a punctului de intrare pentru șurubul pedicular și alegerea diametrului și a  
lungimii acestuia; găurirea (ii) vertebrei și inserarea șurubului; achiziția imaginii cu raze X;  
47 procesarea (iv) imaginii pentru determinarea valorii deviației traiectoriei de inserare față de

# RO 128174 B1

axa pediculului și încadrarea sau nu în zona de siguranță, cu calculatorul, utilizând un program software special bazat pe algoritmi clasici de tip rețea neuronală Hopfield pentru segmentarea imaginii și afișarea valorii deviației și a mesajelor de evaluare corespunzătoare.	1 3
Conform metodei descrise în invenție, chirurgul stabilește punctul de intrare, alege diametrul și lungimea șurubului pedicular, după care găurește modelul fizic al vertebrei de lucru și inserează șurubul pedicular. În următoarea etapă, vertebra împreună cu șurubul pedicular sunt amplasate pe masa sistemului de control automat cu raze X. Determinarea poziției șurubului presupune achiziția unor imagini cu raze X și analiza automată a acestora prin realizarea unei segmentări a imaginii pe baza unui algoritm clasic de tip rețea neuronală Hopfield (se extrage vertebra și șurubul ca obiecte de sine stătătoare din imagine, se calculează mijlocul geometric al șurubului și unghiul de poziționare al acestuia față de vertebră). Sistemul calculează automat deviația traiectoriei șurubului față de axa pediculului și în funcție de valoarea obținută afișează mesaje care pot indica: a) - necesitatea re poziționării șurubului, b) - valoarea de penetrare a pereților pediculului sau a corpului vertebral și/sau c) - încadrarea în zona de siguranță.	5 7 9 11 13 15
Pentru inspecția piesei în plan sagital, se rotește piesa la 90° și se procedează în mod similar, comparându-se traiectoria ideală cu cea a șurubului.	17
Obținerea modelelor digitale ale vertebrelor-test 1, prezentate în fig. 4, utilizate de sistemul de instruire se face pornind de la datele de scanare de tip tomografie computerizată (CT) sau rezonanță magnetică nucleară (RMN) și folosind produse software specifice modelării medicale, ingineriei inverse și proiectării asistate.	19 21
Ca exemplu nelimitativ, vertebrele-test 1 pot fi fabricate din poliuretan pe mașină de frezat în coordonate. În scopul poziționării precise a vertebrei în zona de analiză cu raze X, modelul de vertebră este prevăzut cu suprafețe plane de așezare, așa cum se arată în fig. 4.	23
Modul de obținere al vertebrelor-test 1, descris în invenție, oferă posibilitatea de a utiliza în cadrul sistemului de instruire diferite modele de vertebre, care provin din date individuale ale pacienților. În acest fel, chirurgii se pot instrui pentru operația de inserare a șuruburilor în vertebre de dimensiuni diferite, cu orientări diferite ale pediculilor sau chiar în vertebre la care lipsesc anumite repere anatomice (de exemplu, o parte a procesului spinos, în situația reală în care pacientul a suferit un accident). Mai mult decât atât, după fabricare, vertebra este introdusă parțial într-o cutie cu nisip, astfel încât chirurgul să vizualizeze doar reperele anatomice vizibile de obicei în operațiile reale.	25 27 29 31
Inserarea șurubului se face în vertebra introdusă parțial în nisip, vertebra fiind apoi extrasă din nisip și amplasată pe masa sistemului automat cu raze X pentru achiziția de imagini în plan sagital și transvers.	33 35
Sistemul inteligent de instruire cu raze X, bazat pe recunoașterea imaginilor, este prezentat în fig. 2. Sistemul este alcătuit din următoarele componente: - set A de vertebre-test din poliuretan; un aparat B de roentgenografie pentru achiziția imaginilor cu raze X și o unitate C de calcul cu soft special de prelucrare a imaginilor roentgenografice prin segmentarea acestora prin aplicarea unui algoritm clasic de tip rețea neuronală Hopfield, cu extragerea automată a imaginii șurubului pedicular ca obiect separat, urmată de calculul atributelor principale ale imaginii obținute (diametru șurub, traiectorie de inserare, poziția acestuia față de vertebră). Informațiile astfel extrase sunt utilizate pentru determinarea automată a deviației traiectoriei șurubului față de axa pediculului, considerată drept traiectorie ideală, în scopul evaluării preciziei de inserare.	37 39 41 43 45

# RO 128174 B1

1           Unitatea **C** de calcul ca sistem de prelucrare a imaginii roentgenografice specifice,  
conform fig. 3, are următoarele subsisteme:

3           - subsistem **S1** de achiziție a imaginii. Invenția propune achiziția unei imagini duale  
în timp real (pentru cele două imagini achiziționate, folosindu-se energii diferite ale radiației  
5 penetrante);

7           - subsistem **S2** de preprocesare a imaginii, utilizat pentru pregătirea imaginilor cu  
raze X pentru procesarea de nivel intermediar (algoritmi clasici pentru îmbunătățirea  
contrastului, eliminarea fundalului, eliminarea paraziților și a zgomotului etc.);

9           - subsistem **S3** de segmentare a imaginii bazat pe un algoritm clasic de tip rețea  
neuronală Hopfield. Acest subsistem divide imaginea în clase și permite extragerea  
11 automată a șurubului pedicular și a vertebrei ca obiecte separate din imaginea  
roentnografică;

13          - subsistem **S4** de detecție de nivel înalt, care determină, pe baza imaginii originale  
și a celei segmentate, deviația de la poziția ideală a șurubului pedicular. Acest modul extrage  
15 imaginea șurubului, segmentat și apoi îi compară poziția cu cea ideală și cu limitele zonei  
de siguranță;

17          - baza de date/cunoștințe specifice **S5** care conține informații despre tipurile de  
vertebre, date morfometrice, definirea zonei de siguranță, criteriile de evaluare prezentate în  
19 literatura de specialitate etc.

21          Algoritmul de recunoaștere implementat în sistem are în vedere extragerea  
următoarelor attribute ale șurubului: dimensiuni, poziție, unghi.

23          În funcție de valoarea deviației dintre traiectoria șurubului inserat de chirurgul  
începător și axa pediculului, utilizatorului îi sunt prezentate diferite mesaje în scopul  
corectării activității acestuia.

# RO 128174 B1

## Revendicări

	1
1. Metodă de instruire pentru poziționarea șuruburilor pediculare în vertebrele coloanei umane, caracterizată prin aceea că utilizează niște vertebre din poliuretan drept modele de lucru pentru parcurgerea etapelor de:	3
- identificare pe vertebră a punctului de intrare pentru șurubul pedicular și alegerea diametrului și a lungimii acestuia;	5
- găurire a vertebrei și inserare a șurubului;	7
- achiziție și procesare a imaginii roentnografice, folosind un algoritm de tip rețea neuronală Hopfield, cu extragerea automată a imaginii șurubului pedicular ca obiect separat, urmată de calculul atributelor principale ale imaginii obținute;	9
- determinare a valorii deviației traiectoriei de inserare față de axa pediculului și încadrare sau nu în zona de siguranță, prin compararea cu datele dintr-o bază de cunoștințe specifice și	11
- afișare a valorii deviației și a mesajelor de evaluare corespunzătoare.	13
2. Sistem de instruire pentru poziționarea șuruburilor pediculare în vertebrele coloanei umane, care aplică metoda de la revendicarea 1, caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-un set (A) de vertebre-test din poliuretan, un aparat (B) de roentgenografie pentru achiziția imaginilor cu raze X și o unitate (C) de calcul prevăzut cu un software de prelucrare a imaginilor roentgenografice, unitate (C) de calcul ce conține următoarele subsisteme:	15
- un subsistem (S1) de achiziție a unei imagini în timp real, cu energie duală;	17
- un subsistem (S2) de pre-procesare a imaginii, utilizat pentru pregătirea imaginilor cu raze X pentru procesarea de nivel intermediar;	19
- un subsistem (S3) de segmentare a imaginii bazat pe o rețea neuronală de tip Hopfield care divide imaginea în clase și permite extragerea automată a șurubului pedicular ca obiect separat din imaginea cu raze X;	21
- o bază (S5) de cunoștințe specifice ce conține informații despre tipurile de vertebre, date morfometrice, definirea zonei de siguranță și criterii de evaluare prezentate în literatura de specialitate;	23
- un subsistem (S4) de detecție de nivel înalt, care determină, pe baza imaginii originale și a celei segmentate, deviația de la poziția ideală a șurubului pedicular care extrage imaginea șurubului segmentat și apoi îi compară poziția cu cea ideală și cu limitele zonei de siguranță, în funcție de datele pe care le găsește în baza (S5) de cunoștințe specifice.	25
	27
	29
	31
	33

(51) Int.Cl.  
 G09B 23/28 (2006.01),  
 G06K 9/46 (2006.01),  
 G06T 1/40 (2006.01),  
 A61B 17/90 (2006.01)

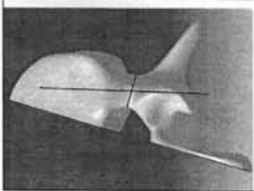
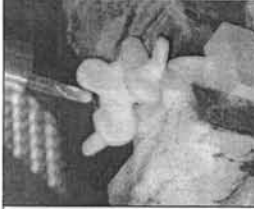
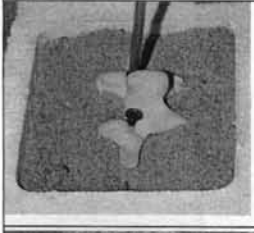
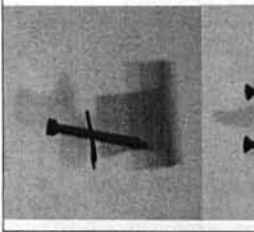

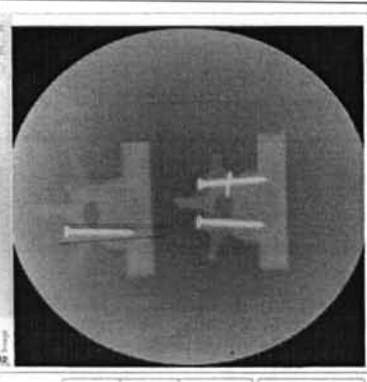
	<p>Model digital vertebra obținut din date CT/RMN</p>																																
	<p>Fabricare model fizic vertebra</p>																																
	<p>Alegere punct de intrare, diametru și lungime șurub pedicular</p>																																
	<p>Găurire vertebra și inserare șurub pedicular</p>																																
	<p>Achiziție imagini raze X in plan sagital și transvers</p>																																
<div data-bbox="478 828 845 1075"> <p><b>Exemplu de interfaș</b></p> <table border="1"> <tr> <td><b>Detalii interfaș</b></td> <td><b>Zămet</b></td> </tr> <tr> <td>- Figură colorată</td> <td>- modalități de abordare</td> </tr> <tr> <td>- Geometrie 3D</td> <td>- planuri de secțiune</td> </tr> <tr> <td>- Parametri de măsurare</td> <td>- Algoritm</td> </tr> <tr> <td>- număr de deviații</td> <td>- Nivele aproximative</td> </tr> <tr> <td>- timp</td> <td>- Distribuție</td> </tr> <tr> <td><b>Tabel de date</b></td> <td><b>Deviație</b></td> </tr> <tr> <td>- Afișare zona de intervenție</td> <td>- Calcul deviație</td> </tr> <tr> <td>- Afișare eroare</td> <td>- Afișare eroare</td> </tr> <tr> <td>- Afișare tranșare</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Număr de studenți:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Număr de inspecții:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Evaluare:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- nr. porțiuni care necesită reparație</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- nr. porțiuni în zona 1 de intervenție</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- nr. porțiuni în zona 2 de intervenție</td> <td></td> </tr> </table> </div> 	<b>Detalii interfaș</b>	<b>Zămet</b>	- Figură colorată	- modalități de abordare	- Geometrie 3D	- planuri de secțiune	- Parametri de măsurare	- Algoritm	- număr de deviații	- Nivele aproximative	- timp	- Distribuție	<b>Tabel de date</b>	<b>Deviație</b>	- Afișare zona de intervenție	- Calcul deviație	- Afișare eroare	- Afișare eroare	- Afișare tranșare		<b>Număr de studenți:</b>		<b>Număr de inspecții:</b>		<b>Evaluare:</b>		- nr. porțiuni care necesită reparație		- nr. porțiuni în zona 1 de intervenție		- nr. porțiuni în zona 2 de intervenție		<p>Aplicare rețea neuronală Hopfield pentru segmentarea imaginii și pentru extragerea atributelor șurubului pedicular</p> <p>Afișare valoarea deviației și mesaje de informare/evaluare</p>
<b>Detalii interfaș</b>	<b>Zămet</b>																																
- Figură colorată	- modalități de abordare																																
- Geometrie 3D	- planuri de secțiune																																
- Parametri de măsurare	- Algoritm																																
- număr de deviații	- Nivele aproximative																																
- timp	- Distribuție																																
<b>Tabel de date</b>	<b>Deviație</b>																																
- Afișare zona de intervenție	- Calcul deviație																																
- Afișare eroare	- Afișare eroare																																
- Afișare tranșare																																	
<b>Număr de studenți:</b>																																	
<b>Număr de inspecții:</b>																																	
<b>Evaluare:</b>																																	
- nr. porțiuni care necesită reparație																																	
- nr. porțiuni în zona 1 de intervenție																																	
- nr. porțiuni în zona 2 de intervenție																																	

Fig. 1



(51) Int.Cl.

G09B 23/28 (2006.01);

G06K 9/46 (2006.01);

G06T 1/40 (2006.01);

A61B 17/90 (2006.01)

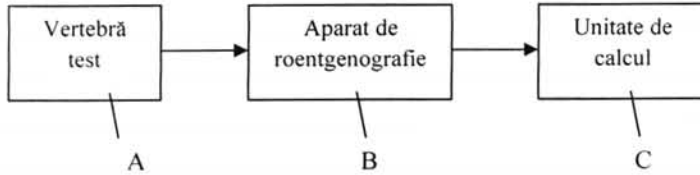


Fig. 2

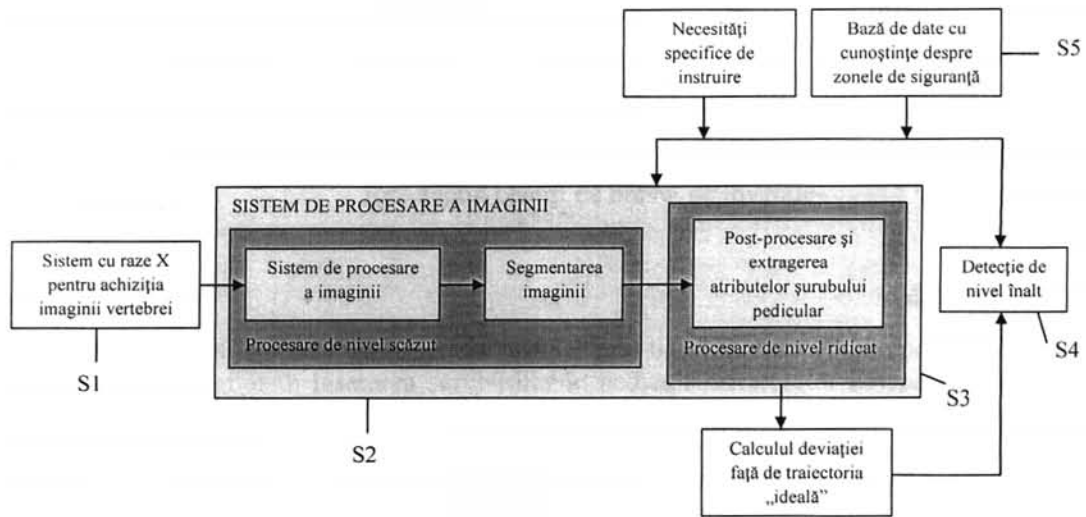


Fig. 3

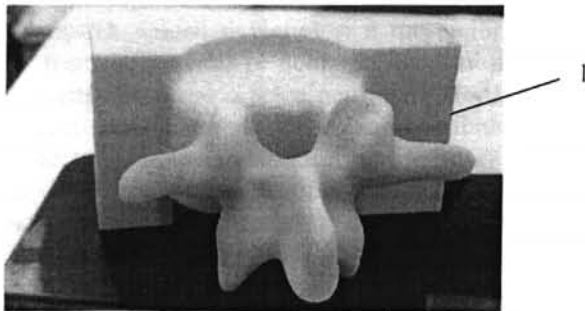


Fig. 4

