



(11) **EP 1 625 546 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**04.07.2018 Bulletin 2018/27**

(21) Numéro de dépôt: **04742719.0**

(22) Date de dépôt: **13.05.2004**

(51) Int Cl.:  
**A61B 1/00** (2006.01) **A61B 1/04** (2006.01)  
**A61B 34/10** (2016.01) **A61B 34/30** (2016.01)  
**A61B 90/00** (2016.01) **A61B 5/06** (2006.01)  
**G06F 3/0484** (2013.01) **G06T 7/60** (2017.01)  
**A61B 5/055** (2006.01) **A61B 5/00** (2006.01)  
**G06T 7/30** (2017.01)

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2004/001166**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2004/107267 (09.12.2004 Gazette 2004/50)**

(54) **DISPOSITIF ET PROCEDE DE RECALAGE EN TEMPS REEL DE MOTIFS SUR DES IMAGES, NOTAMMENT POUR LE GUIDAGE PAR LOCALISATION**

EINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ÜEBRLAGERN VON MUSTERN AUF BILDERN IN ECHTZEIT INSBESONDERE ZUR LENKUNG DURCH LOKALISIERUNG

DEVICE AND METHOD FOR SUPERIMPOSING PATTERNS ON IMAGES IN REAL-TIME, PARTICULARLY FOR GUIDING BY LOCALISATION

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **22.05.2003 FR 0306176**

(43) Date de publication de la demande:  
**15.02.2006 Bulletin 2006/07**

(60) Demande divisionnaire:  
**10150348.0 / 2 187 352 18165967.3**

(73) Titulaire: **Intuitive Surgical Operations, Inc. Sunnyvale, CA 94086 (US)**

(72) Inventeurs:  
• **COSTE-MANIERE, Eve F-06010 Nice (FR)**  
• **VIEVILLE, Thierry F-06250 Mougins (FR)**

• **MOURGUES, Fabien F-06400 Cannes (FR)**

(74) Mandataire: **MacDougall, Alan John Shaw et al Mathys & Squire LLP The Shard 32 London Bridge Street London SE1 9SG (GB)**

(56) Documents cités:  
**US-A- 6 167 145 US-B1- 6 301 495 US-B1- 6 563 941**

• **SHAHIDI R ET AL: "IMPLEMENTATION, CALIBRATION AND ACCURACY TESTING OF AND IMAGE-ENHANCED ENDOSCOPY SYSTEM" IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 21, no. 12, décembre 2002 (2002-12), pages 1524-1535, XP001163318 ISSN: 0278-0062**

**EP 1 625 546 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerné le domaine du traitement de données d'images, et plus précisément le recalage en temps réel de données d'images représentant des motifs connus sur des images d'observation.

**[0002]** Dans un certain nombre de domaines, il est important de savoir précisément, à chaque instant, comment l'on est positionné par rapport à un lieu ou un objet, ou plus généralement une région.

**[0003]** C'est par exemple le cas dans le domaine de la chirurgie, notamment lorsqu'elle met en oeuvre une technique dite "mini-invasive". Dans ce cas, le champ opératoire est observé par une caméra endoscopique introduite dans le corps du patient et délivrant des images sur un ou plusieurs moniteurs (ou dans des lunettes d'observation) en regard duquel (desquelles) se trouve installé un chirurgien. Dans le cas d'une procédure assistée par un robot, le chirurgien pilote à distance les bras manipulateurs du robot dont les extrémités sont également introduites dans le corps du patient. C'est notamment le cas de l'installation Da Vinci® de la société Intuitive Surgical Inc qui dispose, d'une part, d'un afficheur stéréoscopique, permettant au chirurgien de visualiser en trois dimensions (3D) la région d'intervention, et d'autre part, de manettes de pilotage et de pédales de commande permettant au chirurgien d'adresser des instructions de pilotage et de commande au robot.

**[0004]** Cette technique opératoire est particulièrement intéressante pour le patient dans la mesure où elle est très peu invasive. Mais, elle est particulièrement délicate à mettre en oeuvre du fait qu'elle n'offre au chirurgien, d'une part, qu'une vision partielle et en partie déformée de la région dans laquelle il doit intervenir, en raison de l'utilisation d'une caméra endoscopique, et d'autre part, qu'un espace d'intervention exigu et encombré par les bras manipulateurs du robot et par la caméra endoscopique. En outre, certaines régions, telles que le coeur, étant animées, cela accentue la difficulté de l'intervention.

**[0005]** US 6 167 145 divulgue un système de génération d'images pendant les interventions médicales et chirurgicales, sur la base de données d'images préopératoires. WO 01/24536 divulgue un procédé d'alignement visuel dynamique d'un objet en 3-D avec un modèle graphique.

**[0006]** Afin d'améliorer la situation, il a été proposé de mettre en oeuvre une phase de modélisation pré-opératoire. Dans une telle phase pré-opératoire, on effectue tout d'abord une modélisation tridimensionnelle, et éventuellement temporelle, de la région objet de l'intervention à partir d'images obtenues par imagerie médicale. Dans le cas d'un coeur, on détermine également le réseau coronaire à l'aide de séquences angiographiques, puis on effectue un recalage de ce réseau coronaire sur la surface du coeur obtenue par IRM. On détermine ensuite un modèle anatomique de la partie du corps du patient qui contient la région objet de l'intervention, toujours à

partir d'images obtenues par imagerie médicale.

**[0007]** Puis, on détermine, d'une part, les points d'incision optimaux compte tenu du modèle anatomique et de paramètres, tels que la dextérité et l'accessibilité de la région visée, et d'autre part, la configuration optimale des bras du robot, de manière à éviter les collisions et à obtenir une séparation maximale, notamment.

**[0008]** Une fois la phase pré-opératoire terminée, le chirurgien peut procéder à l'intervention. Le patient est alors installé sur la table d'opération, puis on calibre l'endoscope à l'aide d'une grille posée sur la table d'opération et observée selon différents points de vue. Le corps du patient est alors incisé au niveau des points d'incisions optimaux précédemment déterminés. Puis, les bras du robot sont placés dans la configuration optimale précédemment déterminée, et leurs extrémités, tout comme celle de la caméra endoscopique, sont introduites dans le corps du patient par les incisions. L'intervention peut alors commencer.

**[0009]** Malgré la phase pré-opératoire, le chirurgien peut encore avoir des difficultés à localiser avec précision la zone d'intervention. Cela peut notamment survenir lors d'une intervention sur un organe tel que le coeur. Il peut en effet être difficile de localiser l'artère interventriculaire du fait d'une quantité trop importante de graisse à la surface de l'épicarde. Il est également possible de confondre la branche marginale de l'artère circonflexe ou la branche diagonale (particulièrement développée) avec l'artère interventriculaire du fait du fort grossissement de la caméra endoscopique et/ou du faible champ de vision et/ou du faible recul possible et/ou d'un mauvais positionnement de l'ouverture effectuée dans le péricarde.

**[0010]** En complément de ces difficultés à repérer les cibles opératoires, le chirurgien rencontre des difficultés à localiser la caméra endoscopique et par conséquent à estimer l'angle sous lequel il observe la région d'intervention. Enfin, le retour tactile faisant défaut, il n'est pas possible de déterminer la zone à opérer en exerçant sur elle des pressions avec les extrémités des bras du robot.

**[0011]** En résumé, le chirurgien éprouve de réelles difficultés à déterminer la position précise de la zone (ou portion) de la région observée, dans laquelle il doit intervenir, par rapport aux positions connues des extrémités des bras du robot d'intervention.

**[0012]** Pour améliorer encore la situation, il a été proposé d'assister le chirurgien en superposant sur les images endoscopiques de la région observée un motif représentatif d'un élément caractéristique de la portion de région où doit s'effectuer l'intervention, ou d'une portion voisine. Ces motifs sont préalablement extraits des modélisations numériques, effectuées à partir des images obtenues par imagerie médicale. Mais, une telle assistance ne suffit pas, notamment lorsque la région d'intervention comporte plusieurs éléments caractéristiques sensiblement identiques (soit naturellement, soit du fait de l'angle d'observation), comme dans le cas du réseau coronaire.

**[0013]** Des difficultés similaires de détermination pré-

cise des positions de lieux ou objets, via des portions d'images réelles, surviennent également dans d'autres domaines techniques, et notamment dans le domaine du guidage urbain.

**[0014]** L'invention a donc pour but de remédier à tout ou partie des inconvénients précités.

**[0015]** Elle propose à cet effet un dispositif dédié au recalage en temps réel de motifs (par exemple tridimensionnels (3D)) connus, caractéristiques d'une région, sur des images (réelles) de cette région selon la revendication 1.

**[0016]** Le dispositif selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui pourront être prises séparément ou en combinaison, et notamment:

\* des moyens de traitement capables d'effectuer le recalage par des désignations successives de portions d'images d'observation de la région choisie et/ou d'attributs représentatifs de ces portions,

\* une mémoire capable de stocker un modèle tridimensionnel représentatif de la région au sein du référentiel choisi. Dans ce cas, les moyens de traitement sont préférentiellement chargés d'effectuer leur(s) recalage(s) à partir, notamment, du modèle tridimensionnel stocké,

\* des moyens de traitement capables de déterminer au moins une équation de mesure à partir de la désignation d'une portion d'image, d'un attribut et d'au moins une hypothèse, et de procéder à la détermination du motif et à son recalage en fonction de l'équation de mesure déterminée. Plusieurs équations de mesure peuvent être déterminées à partir de la désignation de plusieurs portions d'images, d'attributs et d'hypothèses. Dans ce cas, les moyens de traitement procèdent à la détermination du motif et à son recalage en fonction d'une combinaison des équations de mesure déterminées. Le recalage est par exemple de type rigide par minimisation d'un critère choisi prenant en compte les équations de mesure déduites des hypothèses. Par ailleurs, les hypothèses peuvent être transmises aux moyens de traitement par l'utilisateur qui effectue les désignations, ou bien être directement déterminées par les moyens de traitement,

\* des moyens de traitement capables de délivrer des données d'images représentatives d'un motif recalé afin qu'on puisse l'observer en même temps que les images d'observation, et de façon superposée, sur la portion d'image désignée correspondante, une fois le recalage effectué,

\* une mémoire capable de stocker une table de correspondance entre les motifs et des données d'information qui les représentent. Dans ce cas, les moyens de traitement sont avantageusement char-

gés de délivrer, chaque fois qu'ils en reçoivent l'ordre, des données d'information représentatives d'un motif recalé,

\* des moyens de traitement capables de délivrer sensiblement en même temps, chaque fois qu'ils en reçoivent l'ordre, des données d'images représentatives d'un motif recalé et les données d'information représentatives de ce motif.

**[0017]** L'invention concerne en outre une installation de guidage par localisation selon la revendication 13.

**[0018]** Les moyens d'observation peuvent comprendre des moyens d'acquisition, par exemple de type endoscopique, dont la position est connue à chaque instant par rapport à un référentiel de calibration, à partir duquel est définie la position de la région observée, et capable de délivrer des images d'observation à l'afficheur.

**[0019]** Lorsque l'installation ne sert qu'au guidage, par exemple urbain, elle comprend préférentiellement des moyens de contrôle chargés, lorsqu'ils reçoivent une requête désignant un motif de la région observée, d'ordonner au dispositif de recalage de déterminer des données de position représentatives de la position de ce motif par rapport au référentiel de calibration, compte tenu du recalage, puis de déterminer des instructions de pilotage destinées à guider l'utilisateur vers la portion qui correspond à ce motif.

**[0020]** Lorsque l'installation sert aux interventions chirurgicales, elle peut comprendre un robot d'intervention comportant des bras dont les positions respectives par rapport au référentiel de calibration sont connues à chaque instant et qui peuvent être pilotés à distance par des instructions fournies par un utilisateur via l'interface homme/machine. Mais, elle comprend également des moyens de contrôle couplés au dispositif de recalage et à l'interface homme/machine, et chargés, lorsqu'ils reçoivent une requête désignant un motif de la région observée, d'une part, d'ordonner au dispositif de recalage de déterminer des données de position représentatives de la position de ce motif par rapport au référentiel de calibration compte tenu du recalage, et d'autre part, de déterminer des instructions de pilotage destinées à déplacer les bras du robot au voisinage de la portion de région correspondant au motif désigné.

**[0021]** L'invention concerne également un procédé dédié au recalage en temps réel de motifs (par exemple 3D) connus, caractéristiques d'une région, sur des images de cette région, selon la revendication 21.

**[0022]** Le procédé selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui pourront être prises séparément ou en combinaison, et notamment:

\* on peut effectuer le recalage par des désignations successives de portions d'images d'observation de la région choisie et/ou d'attributs représentatifs de ces portions,

\* on peut stocker dans la mémoire un modèle 3D

représentatif de la région dans le référentiel choisi, et effectuer chaque recalage au moins à partir de ce modèle 3D,

\* on peut effectuer un recalage de type rigide, par minimisation d'un critère choisi. Dans ce cas, on détermine préférentiellement au moins une équation de mesure à partir de la désignation d'une portion d'image, d'un attribut et d'au moins une hypothèse, et l'on procède à la détermination de motif et au recalage rigide en fonction de l'équation de mesure déterminée. On peut déterminer plusieurs équations de mesure à partir de la désignation de plusieurs portions d'images, d'attributs et d'hypothèses, constituant les contraintes, et procéder à la détermination du motif et à son recalage rigide en fonction d'une combinaison des équations de mesure déterminées. Certaines au moins des hypothèses peuvent être transmises par l'utilisateur effectuant les désignations, par exemple sous la forme d'attributs,

\* on peut délivrer des données d'images représentatives d'un motif recalé afin qu'il soit observé en même temps que les images d'observation, et de façon superposée, sur la portion d'image désignée correspondante,

\* on peut stocker dans la mémoire une table de correspondance entre les motifs et des données d'information représentatives de ces motifs, et délivrer sur requête des données d'information représentatives d'un motif,

\* on peut afficher les données d'images représentatives d'un motif recalé,

\* on peut procéder aux désignations via une interface homme/machine,

\* lorsque l'on reçoit une requête d'un utilisateur désignant un motif contenu dans la région observée, on peut déterminer des données de position représentatives de la position de ce motif par rapport au référentiel de calibration (à partir duquel est définie la position de la région observée), compte tenu du recalage, puis déterminer des instructions de pilotage destinées à guider l'utilisateur vers la portion qui correspond audit motif désigné,

\* on peut prévoir un robot d'intervention comportant des bras dont les positions respectives par rapport au référentiel choisi sont connues à chaque instant et peuvent être pilotés à distance par des instructions fournies par un utilisateur via l'interface homme/machine, et lorsque l'on reçoit une requête d'utilisateur désignant un motif de la région choisie, on peut déterminer des données de position représentatives de la position du motif par rapport au référentiel de

calibration, compte tenu du recalage, puis déterminer des instructions de pilotage destinées à déplacer les bras du robot au voisinage de la portion de région correspondant au motif désigné.

5

**[0023]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

10

- la figure 1 illustre de façon schématique un exemple de réalisation d'une installation selon l'invention, adapté à une application dans le domaine de la téléchirurgie mini-invasive,

15

- la figure 2 illustre de façon schématique un motif 3D représentatif d'une artère coronaire,

20

- la figure 3 illustre de façon schématique un motif 3D représentatif de trois artères coronaires voisines,

25

- la figure 4 illustre de façon schématique un motif 3D représentatif d'une artère coronaire et de trois bifurcations,

20

- la figure 5 illustre de façon schématique un motif 3D représentatif d'un secteur angulaire au niveau d'une bifurcation entre deux artères coronaires, et

25

- la figure 6 est une image d'un coeur sur laquelle a été superposé un modèle 3D, après recalage.

**[0024]** Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

30

**[0025]** L'invention concerne d'une manière générale le recalage en temps réel de données d'images représentant des motifs connus, par exemple tridimensionnels (3D), caractéristiques d'une région, sur des images d'observation de cette région. Mais, elle concerne également les installations de guidage par localisation utilisant un tel recalage, comme par exemple les installations de guidage urbain et de téléchirurgie, en particulier de type "mini-invasif".

35

**[0026]** On se réfère tout d'abord à la figure 1 pour décrire un exemple de réalisation, non limitatif, d'une installation selon l'invention adaptée à la téléchirurgie mini-invasive.

40

**[0027]** L'installation de téléchirurgie illustrée est par exemple constituée à partir de l'installation Da Vinci® de la société Intuitive Surgical Inc. Elle comprend schématiquement un poste de commande PC comportant une chaise 1 permettant à un chirurgien C de s'installer devant une console équipée d'un clavier de commande (non représenté), d'une première commande manuelle 2 pour la main gauche, d'une seconde commande manuelle 3 pour la main droite, d'un dispositif d'affichage 4, ici de type stéréoscopique, et d'un ensemble de pédales de commande 5.

45

**[0028]** Chaque commande manuelle 2, 3 comporte par exemple un levier de pilotage 6, 7 (de type "joystick"), destiné à piloter l'un des bras manipulateurs 8, 9 d'un robot 10, sur lequel on reviendra plus loin, ainsi que le bras manipulateur 11 d'une caméra stéréoscopique 12,

55

sur laquelle on reviendra également plus loin, et une ou plusieurs touches 13, 14 de commande (de type sensitif, ou bouton-poussoir, ou encore "souris").

**[0029]** L'ensemble de pédales 5 comporte par exemple une pédale permettant d'associer une commande manuelle 2, 3 au pilotage du robot d'intervention 10, une pédale permettant d'associer une commande manuelle 2, 3 au pilotage de la caméra 12, et une pédale permettant d'associer une commande manuelle 2, 3 au pilotage d'un module de contrôle 15 de l'installation, sur lequel on reviendra plus loin.

**[0030]** Le clavier de commande, les commandes manuelles 2 et 3, et l'ensemble de pédales de commande 5 constituent une interface homme/machine.

**[0031]** Le dispositif d'affichage 4 comprend, ici, un premier écran 16, pour l'affichage d'images bidimensionnelles (2D) réelles délivrées par une première voie de la caméra 12 et destinées à l'oeil gauche du chirurgien C, et un second écran 17, pour l'affichage d'images bidimensionnelles (2D) réelles délivrées par une seconde voie de la caméra 12 et destinées à l'oeil droit du chirurgien C.

**[0032]** Le robot d'intervention 10 est destiné à être placé à proximité de la table d'opération 18, sur laquelle est installé le patient P devant être opéré de façon mini-invasive. Il comprend généralement deux bras manipulateurs 8 et 9 munis d'extrémités adaptées à l'opération et destinées à être introduites dans le corps du patient P via des incisions.

**[0033]** La caméra stéréoscopique 12 comporte un bras manipulateur 11 dont l'extrémité supporte deux fibres optiques endoscopiques 19 définissant deux voies d'acquisition d'images.

**[0034]** Le robot d'intervention 10 et la caméra endoscopique 12 peuvent être réunis pour constituer un "maître robot".

**[0035]** L'installation comporte en outre un ensemble de contrôle 20, par exemple agencé sous la forme d'une station de travail, comportant le module de contrôle 15 et un dispositif de recalage selon l'invention D, sur lequel on reviendra plus loin. Le module de contrôle 15 est couplé à la console du poste de commande PC, au robot d'intervention 10, à la caméra stéréoscopique 12 et au dispositif de recalage D.

**[0036]** Le dispositif de recalage D, selon l'invention, est destiné, d'une manière générale, à recalculer en temps réel des motifs connus, qui sont caractéristiques d'une région (ici dans laquelle doit s'effectuer une opération), sur des images (réelles) de cette région. Dans ce qui suit, on considère que les motifs sont tridimensionnels (3D), mais ils pourraient être bidimensionnels (2D), au moins pour certains d'entre eux.

**[0037]** Ce dispositif D comprend tout d'abord une mémoire 21, stockant des motifs tridimensionnels (3D) représentatifs de portions caractéristiques de la région dans laquelle doit avoir lieu l'intervention, et de position et d'orientation connues par rapport à un référentiel commun (ou référentiel pré-opératoire). Le dispositif D com-

prend également un module de traitement 22 couplé à la mémoire 21 et chargé, quand il reçoit les désignations, d'une part, d'au moins une portion d'image d'observation de la région d'intervention, prises sous un angle choisi par la caméra endoscopique 12 et délivrées par le module de contrôle 15, et d'autre part, d'au moins un attribut représentatif de la portion désignée, de déterminer dans la mémoire 21 un motif 3D qui est représentatif de cette portion désignée, compte tenu de l'attribut désigné et de l'angle de prise de vue choisi, puis de recalculer le motif 3D déterminé sur la portion d'image désignée.

**[0038]** Il est important de noter qu'un ensemble de motifs 3D peut constituer un modèle 3D. Par conséquent, le recalage peut porter non seulement sur un motif 3D, mais également sur un modèle 3D.

**[0039]** Par exemple dans le cas du coeur, un modèle 3D peut être représentatif de l'arbre coronarien, ce modèle 3D étant alors constitué d'une multiplicité de motifs 3D représentatifs de structures caractéristiques de l'arbre coronarien, comme par exemple des artères, des jonctions et des bifurcations. En fait, dans le cas d'un arbre coronarien, on définit deux types de structures. Un premier type regroupe des courbes représentant les artères, tandis qu'un second type regroupe des éléments caractéristiques, comme par exemple des jonctions ou des bifurcations. Ces différents types sont illustrés sur les figures 2 à 5.

**[0040]** Plus précisément, la figure 2 illustre un motif représentatif d'une artère coronaire, la figure 3 illustre un motif représentatif d'une configuration de trois artères coronaires, la figure 4 illustre un motif représentatif d'une configuration de trois bifurcations sur une artère coronaire, et la figure 5 illustre un motif représentatif d'un angle  $\alpha$  caractéristique d'une bifurcation entre deux artères coronaires.

**[0041]** Par exemple, une bifurcation est définie, d'une première part, par un index (entier identifiant la bifurcation), d'une deuxième part, par deux index (Art1 et Art2 qui identifient les deux artères concernées), et d'une troisième part, par un point (triplet de coordonnées de la bifurcation dans le référentiel pré-opératoire). De même, une artère est définie, d'une part, par un index (entier identifiant l'artère), et d'autre part, par un ensemble de paramètres d'une B-spline composant la ligne centrale de l'artère (quadruplet  $(x_i, y_i, z_i, u_i)$  dans lequel  $(x_i, y_i, z_i)$  est un triplet définissant chaque point de contrôle de l'artère dans le référentiel pré-opératoire, et  $u_i$  désigne un noeud de la B-spline dont la valeur est comprise entre 0 et 1).

**[0042]** L'obtention des motifs 3D ne faisant pas l'objet de l'invention, elle ne sera pas décrite ici en détail. Une description précise d'un mode d'obtention est par exemple donnée dans l'article de Ève Coste-Manière et al "Optimal Planning of Robotically Assisted Heart Surgery : Transfert Precision in the Operating Room", B. Siciliano and P. Dario (Eds.) : Experimental Robotics VIII, STAR 5, pp. 424-434, 2003, ou dans le document de Fabien Mourgues et al "3D+t Modeling of coronary artery tree

from standard non simultaneous angiograms" : Proc. of MICCAI, Volume 2208 of LNCS, Springer (2001), 1320-1322.

**[0043]** Il est simplement rappelé que l'obtention de motifs 3D d'une région d'intervention, comme par exemple un organe tel que le coeur, nécessite tout d'abord une modélisation tridimensionnelle, et éventuellement temporelle (3D +t), de la région d'intervention à partir d'images obtenues par imagerie médicale (IRM, scanner, etc). Par exemple, dans le cas d'un coeur, on peut obtenir par IRM son modèle volumique (3D) à un instant donné du cycle cardiaque. Pour obtenir un modèle 3D + t complet, on anime le modèle volumique (3D) à partir d'un modèle 3D + t du réseau coronarien du coeur modélisé, obtenu à partir de séquences d'images angiographiques (rayons X), également appelées coronarographies, prises sous des angles différents et durant plusieurs cycles, et synchronisées par rapport à un électrocardiogramme (ECG).

**[0044]** Dans l'exemple précité d'un modèle 3D d'arbre coronarien, les motifs 3D sont donc des fractions (ou portions) caractéristiques de l'arbre (ou réseau) coronarien 3D dont les positions sont connues par rapport au modèle volumique (3D) du coeur du patient P.

**[0045]** Le référentiel pré-opératoire par rapport auquel sont définies les positions des motifs 3D et du coeur est habituellement celui de l'enveloppe externe du patient P. C'est en effet par rapport à cette enveloppe externe que peuvent être calibrés le robot d'intervention 10 et la caméra endoscopique 12. De plus, le fait de rapporter la position du coeur, et donc de son réseau coronarien, par rapport à l'enveloppe externe permet de recalculer le patient par rapport au robot en salle d'opération.

**[0046]** On détermine également un modèle anatomique 3D du corps du patient, au moins dans une vaste partie contenant la région objet de l'intervention, toujours à partir d'images obtenues par imagerie médicale.

**[0047]** Les positions, orientations et configurations des motifs (et modèles) 3D sont donc stockées dans la mémoire 21 par rapport à un référentiel commun défini à partir de repères placés sur l'enveloppe externe du patient P.

**[0048]** Préférentiellement, on stocke également dans la mémoire 21 le modèle 3D du coeur du patient P, ainsi que son modèle anatomique 3D.

**[0049]** L'invention n'ayant pas pour objet la phase pré-opératoire de planification de l'opération chirurgicale, celle-ci ne sera pas décrite ici. Par conséquent, on décrit dans ce qui suit la mise en oeuvre du dispositif D selon l'invention, au sein d'une installation selon l'invention, dans la phase opératoire.

**[0050]** Il est simplement rappelé que la phase de planification pré-opératoire, qui n'est qu'optionnelle, a notamment pour objet de déterminer les trois points d'incision optimaux, qui vont permettre d'introduire les extrémités des bras manipulateurs 8, 9 et 11 du robot d'intervention 10 et de la caméra endoscopique 12, compte tenu du modèle anatomique 3D du corps du patient P et

de paramètres, tels que la dextérité et l'accessibilité de la région visée. Elle consiste également à déterminer la configuration optimale des bras manipulateurs 8 et 9 du robot d'intervention 10 afin d'éviter les collisions et d'obtenir une séparation maximale.

**[0051]** Le dispositif D intervient au sein de l'installation une fois que le bras 11 et la caméra endoscopique 12 (éventuellement endoscopique) ont été calibrés. Il s'agit, ici, de déterminer précisément les paramètres optiques de la caméra et sa position dans le référentiel du bras 11. Un exemple de méthode de calibration endoscopique est décrit dans le document de F. Mourgues et al "Flexible calibration of actuated stereoscopic endoscope for overlay in robot assisted surgery", Proc. of MICCAI, Volume 2488 of LNCS, Springer (2002), 25-34. Les données de calibration sont préférentiellement stockées dans une mémoire du module de contrôle 15.

**[0052]** On réalise ensuite des incisions dans le corps du patient P, au niveau des points d'incisions optimaux déterminés pendant la phase de planification pré-opératoire. Les bras manipulateurs 8 et 9 du robot d'intervention 10 et celui 11 de la caméra endoscopique sont alors placés dans la configuration optimale, également déterminée pendant la phase de planification pré-opératoire, et leurs extrémités respectives sont introduites dans le corps du patient P par les incisions. Il est rappelé que la détermination des points d'incision optimaux est une option préférée, mais non obligatoire, les positionnements des bras du robot et de l'endoscope pouvant être déterminés de façon empirique par le chirurgien.

**[0053]** Les deux voies de la caméra endoscopique 12 délivrent leurs séquences d'images 2D respectives au module de contrôle 15, qui les transmet au dispositif d'affichage 4 de sorte qu'elles s'affichent sur les écrans 16 et 17. Le chirurgien C peut alors observer la région dans laquelle est implanté le coeur H objet de l'intervention, sous l'angle d'observation de la caméra endoscopique 12. La figure 6 est une image de coeur H du type de celles qui sont observées par le chirurgien C sur les écrans 16 et 17.

**[0054]** La région d'intervention étant connue, on peut dès le début de l'intervention proposer une première superposition du modèle 3D (ici de l'arbre coronarien) sur les images d'observation affichées. Cela peut se faire manuellement ou par un recalage externe du patient, installé sur la table d'opération, avec son modèle pré-opératoire. Le recalage externe consiste tout d'abord à pointer avec l'extrémité du robot plusieurs marqueurs radio-opaques préalablement collés sur le thorax du patient, et précédemment segmentés dans les images scanners. Puis, on calcule la transformation rigide entre les marqueurs pointés et les marqueurs segmentés. Cette transformation rigide initiale permet de passer du référentiel pré-opératoire (référentiel dans lequel sont représentés les motifs du modèle 3D à recalculer) au référentiel de la base du robot, et au référentiel de la caméra endoscopique (en utilisant alors la calibration de l'endoscope). Cette technique de recalage externe est

notamment décrite dans le document de E. Coste-Manière et al "Optimal planning of robotically assisted heart surgery : Transfer precision in the operating room, B. Siciliano et P. Dario, eds, Springer Tracts In Advanced Robotics, Experimental Robotics VIII, Volume 5, Springer (2002), 424-434.

**[0055]** Une fois le recalage externe éventuellement effectué, on repère précisément la zone dans laquelle doit avoir lieu l'intervention. Pour ce faire, le chirurgien C désigne au moins une portion des images affichées sur ses écrans 16 et 17 et au moins un attribut représentatif de chaque portion d'image à l'aide de son interface homme/machine. La désignation d'une portion s'effectue par exemple en sélectionnant la portion sur l'image, avec une souris. La désignation d'un attribut s'effectue soit par une commande vocale, soit par sélection dans une liste affichée sur les écrans 16 et 17 ou sur un écran auxiliaire. Dans l'exemple illustré sur la figure 4, les carrés A1 à A3 matérialisent les endroits sur lesquels le chirurgien C "clique" avec sa souris pour désigner trois portions de la région qui lui paraissent significatives. De même, dans l'exemple illustré sur la figure 5, le carré B matérialise l'endroit sur lequel le chirurgien C "clique" avec sa souris pour désigner la portion de la région qui lui paraît significative.

**[0056]** Les attributs sont des informations types (ou classes) qui décrivent chacune une caractéristique locale connue ou une configuration locale connue, ou d'une manière générale toute information permettant au module de traitement 22 du dispositif D de déterminer dans la mémoire 21 le motif 3D correspondant.

**[0057]** Une fois en possession des désignations fournies par le chirurgien C, le dispositif D les transmet à son module de traitement 22, afin qu'il détermine dans la mémoire 21 un motif 3D qui lui paraît représentatif de la ou des portions désignées, compte tenu de (ou des) l'attribut(s) désigné(s).

**[0058]** Cette détermination est assurée par un module d'extraction 23 couplé à la mémoire 21. Puis, le module de traitement 22 doit effectuer le recalage de ce motif (et éventuellement de l'ensemble du modèle 3D dont il fait partie). Il s'agit ici de déterminer comment orienter et positionner le motif pour qu'il puisse être superposé à la portion désignée par le chirurgien, compte tenu de l'angle sous lequel la région d'intervention est observée par la caméra endoscopique.

**[0059]** Le recalage est préférentiellement effectué par un module de recalage 24 du module de traitement 22. Par ailleurs, ce recalage est préférentiellement rigide, par minimisation d'un critère construit à partir des équations de mesure. Les équations de mesure sont déduites ici des hypothèses fournies par le chirurgien, lorsqu'il pense reconnaître une portion, comme par exemple une artère ou une bifurcation entre artères connues, ou bien directement déterminées par le module de recalage 24. Bien entendu, un autre type de recalage pourrait être envisagé, notamment un recalage affine.

**[0060]** Par exemple, le recalage rigide consiste à dé-

terminer au moins une équation de mesure à partir de la désignation d'une portion d'image, d'un attribut et d'au moins une hypothèse sur l'identité du motif déterminé par le module d'extraction 23. Ce recalage peut également prendre en compte le modèle 3D du coeur lorsque celui-ci est stocké dans la mémoire 21.

**[0061]** Plusieurs équations de mesure peuvent être déterminées à partir de la désignation de plusieurs portions d'images, de plusieurs attributs et d'une ou plusieurs hypothèses, qui constituent autant de contraintes. Dans ce cas, le module de recalage 24 génère plusieurs jeux d'équations correspondants aux différentes hypothèses possibles et optimise ensuite les paramètres de recalage en minimisant un critère. Il classe ensuite les recalages obtenus en fonction de leur pertinence et sélectionne le meilleur recalage. La méthode d'estimation de paramètres est notamment décrite dans le document de T. Vieville et al "Implementing a multi-model estimation method", The International Journal of Computer Vision, 44 (2001), 41-64.

**[0062]** Mais toute autre technique connue d'estimation de paramètres peut être utilisée.

**[0063]** Une fois le recalage rigide du motif 3D effectué, il est possible de recaler l'intégralité du modèle 3D dont fait partie ledit motif. Ainsi, c'est le modèle 3D entier, vue sous l'angle d'observation de la caméra endoscopique, et non seulement le motif 3D déterminé et recalé, qui peut être superposé à l'image affichée ou observée. Bien entendu, certaines portions du modèle 3D peuvent ne pas être visibles du fait de l'angle d'observation.

**[0064]** Le module de traitement 22 peut alors transmettre au module de contrôle 15 les données de position du motif 3D recalé (ou de l'ensemble du modèle 3D dont il fait partie), dans le référentiel (de calibration) de l'image affichée (ou observée, lorsque le chirurgien est équipé de lunettes d'observation), et les données d'image qui définissent ce motif (ou modèle) 3D, afin qu'il ordonne au dispositif d'affichage 4 son affichage de façon superposée sur les images d'observation délivrées par la caméra endoscopique 12 (ou observées dans les lunettes).

**[0065]** Une superposition d'un vaste motif 3D sur une image de coeur est illustrée sur la figure 6. Les carrés D1 et D2 y matérialisent les endroits sur lesquels le chirurgien C a cliqué avec sa souris pour désigner deux portions de la région d'intervention qui lui paraissaient significatives, et la fraction du réseau coronaire superposée à l'image du coeur H y matérialise le motif 3D recalé par le dispositif D.

**[0066]** Grâce à cette superposition, le chirurgien sait immédiatement comment il est positionné par rapport à la zone qu'il doit opérer.

**[0067]** Dans certaines situations, les désignations faites par le chirurgien C peuvent ne pas permettre au module d'extraction 23 de déterminer le motif 3D qui correspond à la portion sélectionnée, ou au module de recalage 24 d'effectuer un recalage approprié, entraînant alors une mauvaise superposition du motif (ou modèle) 3D sur l'image affichée. Par conséquent, le module de

traitement 22 peut être agencé de manière à déterminer précisément la position de la région observée dans le référentiel par des recalages successifs reposant chacun sur l'extraction d'un nouveau motif 3D consécutivement à la désignation d'au moins une autre portion d'images d'observation et d'au moins un attribut représentatif de cette autre portion.

**[0068]** Dans cette situation, deux cas peuvent être envisagés. Dans un premier cas, le motif 3D déterminé par le module d'extraction 23 n'est pas superposé sur l'image de la région observée à la portion sélectionnée par le chirurgien C ou bien le motif 3D recalé est superposable, mais il ne correspond pas à la structure observée par le chirurgien sur la portion sélectionnée. Le chirurgien doit alors effectuer une nouvelle désignation pour faire converger l'opération de recalage. Dans un deuxième cas, c'est le module de contrôle 15 qui s'aperçoit automatiquement de l'erreur et qui adresse un message au chirurgien, requérant de sa part de nouvelles désignations.

**[0069]** A réception de ces nouvelles désignations, le dispositif de recalage D réitère les traitements présentés ci-avant en prenant en compte les nouvelles et les anciennes désignations. Il peut notamment, lorsqu'il est agencé à cet effet, calculer de nouvelles hypothèses et équations de mesure.

**[0070]** On peut par ailleurs envisager de stocker dans la mémoire 21 une table de correspondance entre les motifs 3D et des données d'information qui les représentent. Il peut s'agir par exemple du nom du motif, comme par exemple le nom d'une artère et/ou de ses éventuelles ramifications, ou bien des coordonnées d'un point cible, ou encore de données opératoires enregistrées lors de la phase de planification, comme par exemple le repérage d'une sténose ou d'une zone de calcification.

**[0071]** Dans ce cas, le module de traitement 22 peut être configuré de manière à délivrer les données d'information associées à un motif 3D (recalé ou non) lorsqu'il en reçoit l'ordre du module de contrôle 15 (par exemple en cas de demande du chirurgien C). Mais, on peut également envisager un fonctionnement automatique dans lequel le module de traitement 22, chaque fois qu'il a recalé un motif 3D et qu'il s'apprête à en délivrer les données de position et d'image au module de contrôle 15, extrait de la mémoire 21 les données d'information associées de manière à les communiquer sensiblement simultanément.

**[0072]** Le module de contrôle 15 peut être également conçu, chaque fois qu'il reçoit une requête désignant un motif 3D de la région observée, de manière à, d'une part, ordonner au dispositif de recalage D de déterminer des données de position représentatives de la position de ce motif 3D par rapport au référentiel de calibration, compte tenu du recalage, et d'autre part, déterminer des instructions de pilotage destinées à déplacer les bras manipulateurs 8 et 9 du robot d'intervention 10 au voisinage de la portion de région qui correspond au motif 3D désigné.

**[0073]** L'installation présentée ci-avant peut être utilisée pour d'autres types d'opération, comme par exemple

la chirurgie ouverte hépatique ou mammaire. D'une manière générale, l'installation selon l'invention permet le guidage d'un utilisateur dans l'accomplissement de sa tâche dans un environnement où il ne possède qu'une vision partielle et/ou déformée, et/ou dans un environnement difficile.

**[0074]** Par ailleurs, comme indiqué précédemment, le dispositif de recalage D, selon l'invention, peut être utilisé dans d'autres applications que celles présentées ci-avant. Il peut notamment être utilisé dans des installations dédiées au seul guidage par localisation (sans intervention d'un robot télé-opéré), et en particulier dans les zones urbaines.

**[0075]** On peut en effet envisager une installation embarquée dans un véhicule automobile, et comprenant une ou plusieurs caméras, délivrant à un module de contrôle des images réelles de l'environnement de sorte qu'elles soient affichées sur des écrans installés dans l'habitacle, et un dispositif de recalage D couplé audit module de contrôle. L'installation peut être également couplée à un dispositif embarqué de guidage par satellites, de type GPS.

**[0076]** Dans cette application, le dispositif de recalage D stocke dans sa mémoire des motifs représentatifs de l'environnement (ou région) dans lequel peut évoluer le véhicule et déterminés à partir d'enregistrements numériques précédemment réalisés. Ces motifs, dont les positions sont définies dans un repère choisi, sont par exemple des façades d'immeubles, ou des bâtiments ou sites remarquables, ou encore des statues ou oeuvres d'art. La mémoire peut également comporter un modèle volumique de l'environnement, ainsi qu'une table de correspondance entre les motifs et des données d'information sur ces motifs.

**[0077]** Une fois les caméras calibrées par rapport à un référentiel de calibration, l'installation peut être utilisée.

**[0078]** Le module de contrôle est ici chargé, lorsqu'il reçoit d'un passager du véhicule une requête désignant un motif de la région observée (qu'il a sélectionné dans la liste des motifs stockés à l'aide d'une souris ou en exerçant une pression sur un écran d'affichage tactile), d'ordonner au dispositif de recalage D de déterminer des données de position représentatives de la position de ce motif par rapport au référentiel de calibration, compte tenu du recalage induit par les décalages entre le repère choisi et le repère de calibration, puis de déterminer des instructions de pilotage destinées à guider le conducteur du véhicule vers la portion de la région qui correspond à ce motif. Comme indiqué ci-dessus, le module de contrôle peut éventuellement s'appuyer sur les données de position du véhicule, délivrées par le dispositif GPS, pour déterminer les instructions de pilotage. Une fois le véhicule arrivé sur place, le motif peut être éventuellement superposé à l'image réelle de la portion de région, et des données d'information associées audit motif peuvent être délivrées au passager.

**[0079]** Mais, on peut également envisager un fonctionnement automatique dans lequel le dispositif de recalage

D reçoit d'un passager du véhicule les désignations d'au moins une portion de région observée et affichée (qu'il a sélectionnée à l'aide d'une souris ou en exerçant une pression sur l'écran d'affichage tactile) et d'au moins un attribut représentatif de cette portion, comme par exemple la nature d'un bâtiment (maison, école, mairie, musée, église) ou d'un lieu (jardin, parc, place) ou d'un objet (statue, sculpture, oeuvre d'art), et détermine dans sa mémoire le motif qui correspond au mieux à cette portion désignée, compte tenu de l'attribut désigné et de l'angle de prise de vue choisi. Puis, il recale le motif déterminé sur la portion d'image désignée. Il en déduit alors les données de position du motif recalé, dans le référentiel de l'image affichée (référentiel de calibration), et les transmet, accompagnées des données d'image qui définissent ce motif et d'éventuelles données d'information associées, au module de contrôle qui ordonne leur affichage sur les écrans, de façon superposée, sur les images d'observation délivrées par les caméras. Ce fonctionnement est donc similaire à celui décrit précédemment dans l'application chirurgicale.

[0080] On peut également envisager une variante d'installation adaptée au guidage par localisation d'utilisateurs circulant à pied dans un environnement, par exemple urbain. Dans ce cas, le dispositif selon l'invention est avantageusement implanté dans un équipement de communication, comme par exemple un téléphone mobile, équipé d'une fonction de localisation, par exemple par triangulation ou par GPS, et d'une caméra, ainsi qu'éventuellement d'une centrale inertielle.

[0081] Le module de traitement 22 du dispositif de recalage D et le module de contrôle 15 des installations peuvent être réalisés sous la forme de circuits électroniques, de modules logiciels (ou informatiques), ou d'une combinaison de modules logiciels et de circuits électroniques.

[0082] L'invention concerne également un procédé dédié au recalage en temps réel de motifs connus, caractéristiques d'une région, sur des images de cette région.

[0083] Celui-ci peut être mis en oeuvre à l'aide du dispositif de recalage et des installations présentés ci-avant. Les fonctions et sous-fonctions principales et optionnelles assurées par les étapes de ce procédé étant sensiblement identiques à celles assurées par les différents moyens constituant le dispositif et les installations, seules seront résumées ci-après les étapes mettant en oeuvre les fonctions principales du procédé selon l'invention.

[0084] Ce procédé se caractérise par le fait qu'il consiste à :

- \* stocker dans une mémoire 21 des motifs représentatifs de portions d'une région choisie et de position et d'orientation connues par rapport à un référentiel commun,
- \* observer sous un angle choisi la région choisie et délivrer en temps réel des images d'observation de cette région,

\* désigner au moins une portion d'image d'observation de la région choisie et au moins un attribut représentatif de cette portion,

\* déterminer dans la mémoire un motif représentatif de la portion désignée, compte tenu de l'attribut désigné, et

\* recalculer le motif sur la portion d'image désignée compte tenu de l'angle choisi.

[0085] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation de dispositif, installations et procédé décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre des revendications ci-après.

## Revendications

1. Dispositif (D) de recalage en temps réel de motifs sur des images d'une région qui sont affichées à un utilisateur, **caractérisé en ce que** le dispositif (D) comprend :

une mémoire (21) propre à stocker une multiplicité de motifs, représentatifs de portions d'une région choisie et de position et d'orientation connues par rapport à un référentiel commun ; et des moyens de traitement (22) agencés pour :

recevoir au moins une portion d'une image affichée de ladite région choisie, prise sous un angle choisi, l'au moins une portion étant désignée par l'utilisateur ; et

recevoir au moins un attribut représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, l'au moins un attribut étant désigné par l'utilisateur, déterminer dans ladite mémoire (21) un motif représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit attribut désigné par l'utilisateur, puis

recalculer ledit motif déterminé sur ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit angle choisi.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour effectuer ledit recalage par des désignations successives de portions d'images de ladite région choisie et/ou d'attributs représentatifs desdites portions.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** lesdits motifs sont tridimensionnels.

4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en**

- ce que** ladite mémoire (21) est propre à stocker un modèle tridimensionnel représentatif de ladite région au sein dudit référentiel commun, et **en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour effectuer ledit recalage au moins à partir dudit modèle tridimensionnel stocké.
- 5
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour effectuer un recalage de type rigide, par minimisation d'un critère choisi.
- 10
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour :
- 15
- déterminer au moins une équation de mesure à partir de la désignation par l'utilisateur d'une portion d'une image affichée, d'un attribut et d'au moins une hypothèse fondée sur l'attribut désigné par l'utilisateur, et pour
- 20
- procéder à ladite détermination du motif, et déterminer le recalage rigide du motif déterminé par minimisation d'un critère construit à partir de l'équation de mesure déterminée.
- 25
7. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour :
- 30
- déterminer plusieurs équations de mesure à partir de la désignation par l'utilisateur de plusieurs portions d'images affichées, d'attributs et d'hypothèses fondées sur les attributs désignés par l'utilisateur, et pour
- 35
- procéder à ladite détermination du motif, et déterminer le recalage rigide du motif déterminé par minimisation d'un critère construit à partir d'une combinaison desdites équations de mesure déterminées.
- 40
8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce que** lesdites hypothèses sont transmises auxdits moyens de traitement par l'utilisateur effectuant les désignations.
- 45
9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement sont agencés pour déterminer lesdites hypothèses.
- 50
10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour délivrer des données d'images représentatives d'un motif recalé de sorte que ledit motif puisse être observé en même temps que lesdites images affichées et de façon superposée sur la portion d'images désignée correspondante.
- 55
11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** ladite mémoire (21) est propre à stocker une table de correspondance entre lesdits motifs tridimensionnels et des données d'information représentatives desdits motifs, et **en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour délivrer sur requête des données d'information représentatives d'un motif.
12. Dispositif selon la combinaison des revendications 10 et 11, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de traitement (22) sont agencés pour délivrer sensiblement simultanément sur requête des données d'images représentatives d'un motif recalé et les données d'information représentatives dudit motif recalé.
13. Installation de guidage par localisation, comprenant :
- des moyens d'observation (11,12,19) propres à délivrer des images d'une région choisie sous un angle choisi ; et
- un afficheur (4) permettant d'afficher lesdites images à un utilisateur,
- caractérisée en ce que** l'installation comprend en outre :
- une interface homme/machine (2,3,5) agencée pour permettre à l'utilisateur de désigner :
- au moins une portion d'une image affichée de la région choisie, prise sous l'angle choisi, et
- au moins un attribut représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur ; et
- un dispositif de recalage (D) selon l'une des revendications précédentes, agencé pour :
- recevoir l'au moins une portion de l'image affichée, l'au moins une portion étant désignée par l'utilisateur,
- recevoir l'au moins un attribut représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, l'au moins un attribut étant désigné par l'utilisateur,
- déterminer dans la mémoire (21) du dispositif de recalage (D) un motif représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit attribut désigné par l'utilisateur,
- recaler ledit motif déterminé sur ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit an-

- gle choisi, et  
délivrer des données d'images représentatives du motif recalé de sorte que ledit motif soit superposé par ledit afficheur (4) sur la portion désignée affichée.
14. Installation selon la revendication 13, **caractérisée en ce que** ledit dispositif de recalage (D) est agencé pour délivrer sur requête audit afficheur (4) des données d'information représentatives d'un motif recalé sensiblement en même temps que les données d'images représentatives dudit motif recalé de sorte que ces données d'information soient superposées auxdites images affichées.
15. Installation selon l'une des revendications 13 et 14, **caractérisée en ce que** lesdits moyens d'observation (11,12,19) comprennent des moyens d'acquisition endoscopique (12,19) dont la position est connue à chaque instant par rapport à un référentiel de calibration, à partir duquel est définie la position de la région observée, et délivrant audit afficheur (4) des images à afficher.
16. Installation selon l'une des revendications 13 à 15, **caractérisée en ce que** ledit afficheur comprend au moins un moniteur d'ordinateur.
17. Installation selon l'une des revendications 13 à 15, **caractérisée en ce que** ledit afficheur est agencé sous la forme de lunettes d'observation.
18. Installation selon l'une des revendications 13 à 17, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de contrôle (15) agencés, à réception d'une requête d'utilisateur désignant un motif de ladite région choisie, pour ordonner audit dispositif de recalage (D) de déterminer des données de position représentatives de la position dudit motif désigné par rapport audit référentiel de calibration, compte tenu du recalage, puis pour déterminer des instructions de pilotage destinées à guider ledit utilisateur vers la portion de région correspondant audit motif désigné.
19. Installation selon l'une des revendications 13 à 18, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un robot d'intervention (10) comportant des bras (8,9), dont les positions respectives par rapport audit référentiel de calibration sont connues à chaque instant et propres à être pilotés à distance par des instructions fournies par un utilisateur via ladite interface homme/machine (2,3,5).
20. Installation selon la revendication 19, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de contrôle (15) couplés audit dispositif de recalage (D) et à ladite interface homme/machine (2,3,5), et agencés, à réception d'une requête d'utilisateur désignant un motif de ladite région choisie,
- i) pour ordonner audit dispositif de recalage (D) de déterminer des données de position représentatives de la position dudit motif désigné par rapport audit référentiel de calibration compte tenu du recalage, et
- ii) pour déterminer des instructions de pilotage destinées à déplacer lesdits bras (8,9) du robot (10) au voisinage de la portion de région correspondant audit motif désigné.
21. Procédé de recalage en temps réel de motifs sur des images d'une région qui sont affichées à un utilisateur, **caractérisé en ce que** le procédé comprend les étapes consistant à:
- stocker dans une mémoire (21) des motifs représentatifs de portions d'une région choisie et de position et d'orientation connues par rapport à un référentiel commun ;
- observer sous un angle choisi ladite région choisie, et délivrer et afficher en temps réel une image de ladite région, prise sous l'angle choisi ;
- recevoir au moins une portion de l'image affichée de ladite région choisie, prise sous l'angle choisi, l'au moins une portion étant désignée par l'utilisateur ;
- recevoir au moins un attribut représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, l'au moins un attribut étant désigné par l'utilisateur ;
- déterminer dans ladite mémoire (21) un motif représentatif de ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit attribut désigné par l'utilisateur ; et
- recaler ledit motif sur ladite portion de l'image affichée désignée par l'utilisateur, compte tenu dudit angle choisi.
22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** l'on effectue ledit recalage par des désignations successives de portions d'image de ladite région choisie et/ou d'attributs représentatif desdites portions.
23. Procédé selon l'une des revendications 21 et 22, **caractérisé en ce que** lesdits motifs sont tridimensionnels.
24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** l'on stocke dans ladite mémoire (21) un modèle tridimensionnel représentatif de ladite région au sein dudit référentiel choisi, et **en ce que** l'on effectue ledit recalage au moins à partir dudit modèle tridimensionnel stocké.

25. Procédé selon l'une des revendications 21 à 24, **caractérisé en ce que** l'on effectue un recalage de type rigide, par minimisation d'un critère choisi.

26. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que**

l'on détermine au moins une équation de mesure à partir de la désignation par l'utilisateur d'une portion d'une image affichée, d'un attribut et d'au moins une hypothèse fondée sur l'attribut désigné par l'utilisateur, et l'on procède à ladite détermination du motif, et l'on détermine le recalage rigide du motif déterminé par minimisation d'un critère construit à partir de l'équation de mesure déterminée.

27. Procédé selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** :

l'on détermine plusieurs équations de mesure à partir de la désignation par l'utilisateur de plusieurs portions d'images, d'attributs et d'hypothèses fondées sur les attribut désignés par l'utilisateur, et l'on procède à ladite détermination du motif, et l'on détermine le recalage rigide du motif déterminé par minimisation d'un critère construit à partir d'une combinaison desdites équations de mesure déterminées.

28. Procédé selon l'une des revendications 26 et 27, **caractérisé en ce que** certaines au moins desdites hypothèses sont transmises par l'utilisateur effectuant les désignations.

29. Procédé selon l'une des revendications 21 à 28, **caractérisé en ce que** l'on délivre des données d'images représentatives d'un motif recalé de sorte qu'il soit observé en même temps que lesdites images affichées et de façon superposée sur la portion d'image désignée correspondante.

30. Procédé selon l'une des revendications 21 à 29, **caractérisé en ce que** l'on stocke dans ladite mémoire (21) une table de correspondance entre lesdits motifs et des données d'information représentatives desdits motifs, et l'on délivre sur requête des données d'information représentatives d'un motif.

31. Procédé selon la combinaison des revendications 29 et 30, **caractérisé en ce que** l'on affiche lesdites données d'images représentatives d'un motif recalé.

32. Procédé selon l'une des revendications 21 à 31, **caractérisé en ce que** lesdites images sont délivrées par des moyens d'observation (11,12,19) dont la position est connue à chaque instant par rapport à un

référentiel de calibration, à partir duquel est définie la position de la région observée, et **en ce que** l'on procède auxdites désignations via une interface homme/machine (2,3,5).

33. Procédé selon l'une des revendications 21 à 32, **caractérisé en ce que** l'on délivre lesdites images sur au moins un moniteur d'ordinateur.

34. Procédé selon l'une des revendications 21 à 32, **caractérisée en ce que** l'on délivre lesdites images dans des lunettes d'observation.

35. Procédé selon l'une des revendications 21 à 34, **caractérisé en ce qu'**à réception d'une requête d'un utilisateur désignant un motif de ladite région choisie, on détermine des données de position représentatives de la position dudit motif désigné par rapport au référentiel de calibration, compte tenu du recalage, puis on détermine des instructions de pilotage destinées à guider ledit utilisateur vers la portion de région correspondant audit motif désigné.

36. Procédé selon la revendication 35, **caractérisé en ce que** l'on prévoit un robot d'intervention (10) comportant des bras (8,9) dont les positions respectives par rapport audit référentiel de calibration sont connues à chaque instant et propres à être pilotés à distance par des instructions fournies par un utilisateur via ladite interface homme/machine (2,3,5), et **en ce qu'**à réception d'une requête d'utilisateur désignant un motif de ladite région choisie, on détermine des données de position représentatives de la position dudit motif désigné par rapport audit référentiel de calibration, compte tenu du recalage, puis on détermine des instructions de pilotage destinées à déplacer lesdits bras (8,9) du robot (10) au voisinage de la portion de région correspondant audit motif désigné.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung (D) zur Echtzeitüberlagerung von Motiven auf Bildern einer Region, die einem Benutzer angezeigt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (D) Folgendes umfasst:

einen Speicher (21) zum Speichern einer Mehrzahl von Motiven, die Teile einer gewählten Region und mit einer bekannten Position und Ausrichtung in Bezug auf eine gemeinsame Referenz repräsentieren; und Verarbeitungsmittel (22), ausgelegt zum:

Empfangen wenigstens eines Teils eines angezeigten Bildes der genannten gewählten Region, aufgenommen unter einem ge-

- wählten Winkel, wobei der wenigstens eine Teil vom Benutzer designiert wird; und Empfangen wenigstens eines Attributs, das den genannten, vom Benutzer designierten Teil des angezeigten Bildes repräsentiert, wobei das wenigstens eine Attribut durch den Benutzer designiert wird,
- Bestimmen, in dem genannten Speicher (21), eines Motivs, das den genannten, vom Benutzer designierten Teil des angezeigten Bildes repräsentiert, unter Berücksichtigung des genannten vom Benutzer designierten Attributs, dann Überlagern des genannten bestimmten Motivs auf den genannten, vom Benutzer designierten Teil des angezeigten Bildes unter Berücksichtigung des genannten gewählten Winkels.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum Bewirken des genannten Überlagerns durch aufeinander folgende Designationen von Bildteilen der gewählten Region und/oder von Attributen ausgelegt sind, die die genannten Teile repräsentieren.
  3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Motive dreidimensional sind.
  4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der genannte Speicher (21) ein die genannte Region repräsentierendes dreidimensionales Modell im Innern der genannten gemeinsamen Referenz speichern kann, und dadurch, dass die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum Bewirken der genannten Überlagerung wenigstens auf der Basis des genannten gespeicherten dreidimensionalen Modells ausgelegt sind.
  5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum Bewirken einer Überlagerung des starren Typs durch Minimieren eines gewählten Kriteriums ausgelegt sind.
  6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) ausgelegt sind zum:
 

Bestimmen wenigstens einer Messgleichung auf der Basis der Designation, durch den Benutzer, eines Teils eines angezeigten Bildes, eines Attributs und wenigstens einer auf dem durch den Benutzer designierten Attribut beruhenden Hypothese, und zum Fortfahren zu der genannten Bestimmung des
- Motivs und zum Bestimmen der starren Überlagerung des Motivs, bestimmt durch die Minimierung eines auf der Basis der bestimmten Messgleichung aufgestellten Kriteriums.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) ausgelegt sind zum:
 

Bestimmen von mehreren Messgleichungen auf der Basis der Designation, durch den Benutzer, mehrerer angezeigter Bildteile, Attribute und auf den durch den Benutzer designierten Attributen beruhender Hypothesen, und zum Fortfahren mit der genannten Bestimmung des Motivs und Bestimmen der starren Überlagerung des bestimmten Motivs durch Minimieren eines auf der Basis einer Kombination der genannten bestimmten Messgleichungen aufgestellten Kriteriums.
  8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Hypothesen von dem die Designierungen bewirkenden Benutzer zu den genannten Verarbeitungsmitteln übertragen werden.
  9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel zum Bestimmen der genannten Hypothesen ausgelegt sind.
  10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum Liefern von Bilddaten ausgelegt sind, die ein überlagertes Motiv repräsentieren, so dass das Motiv zur selben Zeit wie die genannten angezeigten Bilder und auf den entsprechenden designierten Bildteil überlagert betrachtet werden kann.
  11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der genannte Speicher (21) eine Korrespondenztabelle zwischen den genannten dreidimensionalen Motiven und die genannten Motive repräsentierende Informationsdaten speichern kann, und dadurch, dass die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum Liefern von ein Motiv repräsentierenden Informationsdaten auf Anforderung ausgelegt sind.
  12. Vorrichtung nach der Kombination der Ansprüche 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Verarbeitungsmittel (22) zum im Wesentlichen gleichzeitigen Liefern, auf Anforderung, von ein überlagertes Motiv repräsentierenden Bilddaten und von das überlagerte Motiv repräsentierenden Bildinformationen ausgelegt sind.

13. Installation zum Führen durch Lokalisierung, die Folgendes umfasst:

Betrachtungsmittel (11, 12, 19) zum Liefern von Bildern einer gewählten Region unter einem gewählten Winkel; und  
ein Display (4), mit dem die genannten Bilder einem Benutzer angezeigt werden können, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Installation ferner Folgendes umfasst:

eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (2, 3, 5), so ausgelegt, dass der Benutzer Folgendes designieren kann:

wenigstens einen Teil eines angezeigten Bildes der gewählten Region, aufgenommen unter dem gewählten Winkel, und  
wenigstens ein Attribut, das den genannten Teil des vom Benutzer designierten angezeigten Bildes repräsentiert; und

eine Überlagerungsvorrichtung (D) nach einem der vorherigen Ansprüche, ausgelegt zum:

Empfangen wenigstens eines Teils des angezeigten Bildes, wobei der wenigstens eine Teil vom Benutzer designiert wird,

Empfangen des wenigstens einen Attributs, das den genannten vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes repräsentiert, wobei das wenigstens eine Attribut vom Benutzer designiert wird,

Bestimmen, im Speicher (21) der Überlagerungsvorrichtung (D), eines Motivs, das den genannten, vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes repräsentiert, unter Berücksichtigung des genannten, vom Benutzer designierten Attributs,

Überlagern des genannten bestimmten Motivs auf den genannten vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes unter Berücksichtigung des genannten gewählten Winkels, und  
Liefern der das überlagerte Motiv repräsentierenden Bilddaten, so dass das Motiv durch das genannte Display (4) auf den angezeigten designierten Teil überlagert wird.

14. Installation nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Überlagerungsvorrich-

tung (D) zum Liefern, auf Anforderung, von ein überlagertes Motiv repräsentierenden Informationsdaten zum Display (4) im Wesentlichen zur selben Zeit wie die das überlagerte Bild repräsentierenden Bilddaten ausgelegt ist, so dass diese Daten auf die angezeigten Bilder überlagert werden.

15. Installation nach einem der Ansprüche 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betrachtungsmittel (11, 12, 19) endoskopische Erfassungsmittel (12, 19) umfassen, deren Position zu jedem Zeitpunkt mit Bezug auf eine Kalibrationsreferenz bekannt ist, auf deren Basis die Position der betrachteten Region definiert wird, und Liefern der anzuzeigenden Bilder zu dem Display (4).

16. Installation nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das genannte Display wenigstens einen Computermonitor umfasst.

17. Installation nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das genannte Display als Beobachtungsbrille ausgelegt ist.

18. Installation nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Steuermittel (15) umfasst, ausgelegt zum Anweisen, nach Empfang einer Benutzeranforderung, die ein Motiv der genannten gewählten Region designiert, der genannten Überlagerungsvorrichtung (D) zum Bestimmen der die Position des designierten Motivs repräsentierenden Positionsdaten mit Bezug auf die genannte Kalibrationsreferenz unter Berücksichtigung der Überlagerung, dann zum Bestimmen von Steuerbefehlen, bestimmt zum Führen des genannten Benutzers zu dem dem designierten Motiv entsprechenden Regionsteil.

19. Installation nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Eingriffsroboter (10) umfasst, umfassend Arme (8, 9), deren jeweiligen Positionen mit Bezug auf die genannte Kalibrationsreferenz zu jedem Zeitpunkt bekannt sind und durch die von einem Benutzer über die genannte Mensch-Maschine-Schnittstelle (2, 3, 5) gelieferten Befehle ferngesteuert werden können.

20. Installation nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Steuermittel (15) umfasst, gekoppelt mit der genannten Überlagerungsvorrichtung (D) und der genannten Mensch-Maschine-Schnittstelle (2, 3, 5), und so ausgelegt, dass sie beim Empfang einer Benutzeranforderung, die ein Motiv der genannten gewählten Region designiert, Folgendes ausführt:

i) Anweisen der genannten Überlagerungsvorrichtung (D) zum Bestimmen von die Position

- des genannten designierten Motivs repräsentierenden Positionsdaten mit Bezug auf die genannte Kalibrationsreferenz unter Berücksichtigung der Überlagerung, und
- ii) Bestimmen der Steuerbefehle zum Bewegen der genannten Arme (8, 9) des Roboters (10) in der Nähe des dem designierten Modul entsprechenden Regionsteils.
21. Verfahren zum Überlagern, in Echtzeit, von Motiven auf Bilder einer Region, die einem Benutzer angezeigt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die folgenden Schritte beinhaltet:
- Speichern, in einem Speicher (21), von Motiven, die Teile einer gewählten Region sowie bekannte Positionen und Ausrichtungen mit Bezug auf eine gemeinsame Referenz repräsentieren;
- Betrachten der genannten gewählten Region unter einem gewählten Winkel und Liefern und Anzeigen, in Echtzeit, eines Bildes der genannten Region, aufgenommen unter dem gewählten Winkel;
- Empfangen wenigstens eines Teils des angezeigten Bildes der genannten gewählten Region, aufgenommen unter dem gewählten Winkel, wobei wenigstens ein Teil vom Benutzer designiert wird;
- Empfangen wenigstens eines Attributs, das den genannten, vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes repräsentiert, wobei wenigstens ein Attribut vom Benutzer designiert wird;
- Bestimmen, in dem genannten Speicher (21), eines Motivs, das den genannten, vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes repräsentiert, unter Berücksichtigung des genannten, vom Benutzer designierten Attributs; und
- Überlagern des genannten Motivs auf den genannten, vom Benutzer designierten angezeigten Teil des Bildes, unter Berücksichtigung des genannten gewählten Winkels.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Überlagerung durch aufeinander folgende Designationen von Bildteilen der genannten gewählten Region und/oder von die genannten Teile repräsentierenden Attributen erfolgt.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 und 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Motive dreidimensional sind.
24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem genannten Speicher (21) ein dreidimensionales Modell gespeichert wird, das die genannte Region im Innern der genannten gewählten Referenz repräsentiert, und dadurch, dass die genannte Überlagerung wenigstens auf der Basis des genannten gespeicherten dreidimensionalen Modells erfolgt.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Überlagerung des starren Typs durch Minimieren eines gewählten Kriteriums erfolgt.
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Messgleichung auf der Basis der Designation, durch den Benutzer, eines Teils eines angezeigten Bildes, eines Attributs und von wenigstens einer auf dem vom Benutzer designierten Attribut gegründeten Hypothese bestimmt wird, und zum Bestimmen des Motivs übergegangen und die starre Überlagerung des bestimmten Motivs durch Minimieren eines Kriteriums bestimmt wird, das auf der Basis der bestimmten Messgleichung aufgestellt wurde.
27. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass:**
- mehrere Messgleichungen auf der Basis der Designation, durch den Benutzer, von mehreren Bildteilen, Attributen und auf den vom Benutzer designierten Attributen gegründeten Hypothesen bestimmt werden, und
- zu dem genannten Bestimmen des Motivs übergegangen und die starre Überlagerung des Motivs bestimmt wird, bestimmt durch Minimieren eines Kriteriums, das auf der Basis einer Kombination der genannten bestimmten Messgleichungen aufgestellt wird.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 und 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens bestimmte der genannten Hypothesen durch den die Designationen bewirkenden Benutzer übertragen werden.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein überlagertes Motiv repräsentierende Bildaten geliefert werden, so dass es zur selben Zeit wie die genannten angezeigten Bilder und auf den entsprechenden designierten Bildteil überlagert betrachtet wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem genannten Speicher (21) eine Korrespondenztabelle zwischen den genannten Motiven und die genannten Motive repräsentierende Informationsdaten gespeichert werden, und auf Anforderung ein Motiv repräsentierende Informationsdaten geliefert werden.

31. Verfahren gemäß der Kombination der Ansprüche 29 und 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten, ein überlagertes Motiv repräsentierenden Bilddaten angezeigt werden.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Bilder durch Betrachtungsmittel (11, 12, 19) geliefert werden, deren Position zu jedem Zeitpunkt mit Bezug auf eine Kalibrationsreferenz bekannt sind, auf deren Basis die Position der betrachteten Region definiert wird, und dadurch, dass zu den genannten Designierungen über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (2, 3, 5) übergegangen wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Bilder auf wenigstens einem Computermonitor geliefert werden.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Bilder in einer Beobachtungsbille geliefert werden.
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Empfang einer Anforderung eines Benutzers, der ein Motiv der genannten gewählten Region designiert, die Position des genannten designierten Motivs repräsentierende Positionsdaten mit Bezug auf die Kalibrationsreferenz unter Berücksichtigung der Überlagerung bestimmt werden, dann Steuerbefehle bestimmt werden, um den Benutzer zu dem dem designierten Motiv entsprechenden Teil der Region zu führen.
36. Verfahren nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Eingriffsroboter (10) vorgesehen wird, umfassend Arme (8, 9), deren jeweilige Position mit Bezug auf die genannte Kalibrationsreferenz zu jedem Zeitpunkt bekannt ist und durch die von einem Benutzer über die genannte Mensch-Maschine-Schnittstelle (2, 3, 5) gelieferten Befehle ferngesteuert werden können, und dadurch, dass auf Empfang einer Anforderung eines Benutzers, der ein Motiv der genannten gewählten Region designiert, die die Position des genannten designierten Motivs mit Bezug auf die genannte Kalibrationsreferenz repräsentierenden Positionsdaten unter Berücksichtigung der Überlagerung bestimmt werden, dann Steuerbefehle bestimmt werden, bestimmt zum Bewegen der genannten Arme (8, 9) des Roboters (10) in der Nähe des dem designierten Motiv entsprechenden Regionsteils.

## Claims

1. Apparatus (D) for overlaying graphics in real time on

images of a region which are displayed to a user, **characterised in that** the apparatus (D) comprises:

a memory (21) adapted to store a multiplicity of graphics which represent portions of a selected region and whose position and orientation relative to a common reference frame are known; and  
processing means (22) adapted:

to receive at least one portion of a displayed image of said selected region, taken at a selected angle, the at least one portion being designated by the user; and  
to receive at least one attribute representing said portion, designated by the user, of the displayed image, the at least one attribute being designated by the user,  
to determine in said memory (21) a graphic representing said portion, designated by the user, of the displayed image, while taking said attribute designated by the user into account, and then  
to overlay said graphic which is determined on said portion, designated by the user, of the displayed image, while taking said selected angle into account.

2. Apparatus according to claim 1, **characterised in that** said processing means (22) are adapted to perform said overlaying by successive designations, of portions of images of said selected region and/or of attributes representing said portions.
3. Apparatus according to either of claims 1 and 2, **characterised in that** said graphics are three-dimensional.
4. Apparatus according to claim 3, **characterised in that** said memory (21) is adapted to store a three-dimensional model representing said region placed within said common reference frame, and **in that** said processing means (22) are adapted to perform said overlaying at least on the basis of said three-dimensional model which is stored.
5. Apparatus according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** said processing means (22) are adapted to perform an overlaying of the rigid type, by minimising a selected criterion.
6. Apparatus according to claim 5, **characterised in that** said processing means (22) are adapted:

to determine at least one measurement equation from the designation, by the user, of a portion of a displayed image, of an attribute, and of at least one hypothesis, the latter based on the

- attribute designated by the user, and to undertake said determination of the graphic, and to determine the rigid overlaying of the graphic which is determined, by minimising a criterion which is constructed from the measurement equation which is determined. 5
7. Apparatus according to claim 5, **characterised in that** said processing means (22) are adapted: 10
- to determine a plurality of measurement equations from the designation, by the user, of a plurality of portions of displayed images, of attributes and of hypotheses, the latter based on the attributes designated by the user, and to undertake said determination of the graphic, and to determine the rigid overlaying of the graphic which is determined, by minimising a criterion constructed from a combination of said measurement equations which are determined. 20
8. Apparatus according to either of claims 6 and 7, **characterised in that** said hypotheses are transmitted to said processing means by the user who is making the designations. 25
9. Apparatus according to one of claims 6 to 8, **characterised in that** said processing means are adapted to determine said hypotheses. 30
10. Apparatus according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** said processing means (22) are adapted to supply image data representing an overlaid graphic in such a way that said graphic can be viewed at the same time as said displayed images, overlaid on the appropriate designated portions of images. 35
11. Apparatus according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** said memory (21) is adapted to store a table of cross-references between said three-dimensional graphics and informational data representing said graphics, and **in that** said processing means (22) are adapted to supply on request informational data representing a graphic. 40
12. Apparatus according to a combination of claims 10 and 11, **characterised in that** said processing means (22) are adapted to supply on request image data representing an overlaid graphic and the informational data representing said overlaid graphic, substantially simultaneously. 50
13. System for guidance by a locating process, comprising: 55
- viewing means (11, 12, 19) adapted to supply images of a selected region at a selected angle;
- and
- a display (4) enabling said images to be displayed to a user,
- characterised in that** the system also comprises:
- a man/machine interface (2, 3, 5) adapted to enable the user to designate:
- at least one portion of a displayed image of the selected region, taken at the selected angle, and
- at least one attribute representing said portion, designated by the user, of the displayed image; and
- an apparatus for overlaying (D) according to one of the preceding claims, adapted:
- to receive the at least one portion of the displayed image, the at least one portion being designated by the user,
- to receive the at least one attribute representing said portion, designated by the user, of the displayed image, the at least one attribute being designated by the user,
- to determine in the memory (21) of the apparatus for overlaying (D) a graphic representing said portion, designated by the user, of the displayed image, while taking said attribute designated by the user into account,
- to overlay said graphic which is determined on said portion, designated by the user, of the displayed image, while taking said selected angle into account, and
- to supply image data representing the overlaid graphic in such a way that said graphic is overlaid by said display (4) on the designated portion which is displayed.
14. System according to claim 13, **characterised in that** said apparatus for overlaying (D) is adapted to supply to said display (4) on request informational data representing an overlaid graphic substantially at the same time as the image data representing said overlaid graphic, in such a way that this informational data is overlaid on said displayed images.
15. System according to either of claims 13 and 14, **characterised in that** said viewing means (11, 12, 19) comprise means for endoscopic acquisition (12, 19) whose position is known at all times relative to a reference frame for calibration, on the basis of which latter the position of the region viewed is defined, and which means for endoscopic acquisition (12, 19) supply said display (4) with images to be displayed.

16. System according to one of claims 13 to 15, **characterised in that** said display comprises at least one computer monitor.
17. System according to one of claims 13 to 15, **characterised in that** said display is arranged in the form of viewing eyepieces. 5
18. System according to one of claims 13 to 17, **characterised in that** it comprises control means (15) which are adapted, on receipt of a user request designating a graphic of said selected region, to instruct said apparatus for overlaying (D) to determine positional data representing the position of said graphic which is designated relative to said reference frame for calibration, while taking the overlaying into account, and then to determine steering instructions intended to guide said user towards the portion of region corresponding to said graphic which is designated. 10 15 20
19. System according to one of claims 13 to 18, **characterised in that** it comprises an operating robot (10), comprising arms (8, 9) whose respective positions relative to said reference frame for calibration are known at all times and which are adapted to be remotely controlled by instructions supplied by a user via said man/machine interface (2, 3, 5). 25
20. System according to claim 19, **characterised in that** it comprises control means (15) which are coupled to said apparatus for overlaying (D) and to said man/machine interface (2, 3, 5), and which are adapted, on receipt of a user request designating a graphic of said selected region, i) to instruct said apparatus for overlaying (D) to determine positional data representing the position of said graphic which is designated relative to said reference frame for calibration while taking the overlaying into account, and ii) to determine steering instructions intended to move said arms (8, 9) of the robot (10) into the vicinity of the portion of region corresponding to said graphic which is designated. 30 35 40
21. Method of overlaying, in real time, graphics on images of a region which are displayed to a user, **characterised in that** the method comprises the steps comprising: 45
- storing in a memory (21) graphics, representing portions of a selected region, whose position and orientation are known relative to a common reference frame; 50
- viewing said selected region at a selected angle, and supplying and displaying in real time an image of said region, taken at the selected angle; 55
- receiving at least one portion of said image which is displayed of said selected region, taken at the selected angle, the at least one portion being designated by the user;
- receiving at least one attribute representing said portion, which is designated by the user, of said image which is displayed, the at least one attribute being designated by the user;
- determining in said memory (21) a graphic representing said portion, designated by the user, of said image which is displayed, while taking said attribute designated by the user into account; and
- overlaying said graphic on said portion, designated by the user, of said image which is displayed, while taking said selected angle into account.
22. Method according to claim 21, **characterised in that** said overlaying is performed by successive designations of portions of image of said selected region and/or of attributes representing said portions.
23. Method according to either of claims 21 and 22, **characterised in that** said graphics are three-dimensional.
24. Method according to claim 23, **characterised in that** a three-dimensional model representing said region placed within said selected reference frame is stored in said memory (21), and **in that** said overlaying is performed at least on the basis of said three-dimensional model which is stored.
25. Method according to one of claims 21 to 24, **characterised in that** an overlaying of the rigid type is performed, by minimising a selected criterion.
26. Method according to claim 25, **characterised in that** at least one measurement equation is determined from the designation, by the user, of a portion of a displayed image, of an attribute, and of at least one hypothesis based on the attribute designated by the user, and said determination of the graphic is performed, and the rigid overlaying of the graphic which is determined is determined by minimising a criterion constructed from the measurement equation which is determined.
27. Method according to claim 25, **characterised in that:**
- a plurality of measurement equations are determined from the designation, by the user, of a plurality of portions of images, of attributes and of hypotheses based on the attributes designated by the user, and said determination of the graphic is performed, and the rigid overlaying of the graphic which is

- determined is determined by minimising a criterion constructed from a combination of said measurement equations which are determined.
28. Method according to either of claims 26 and 27, **characterised in that** at least some of said hypotheses are transmitted by the user who is making the designations. 5
29. Method according to one of claims 21 to 28, **characterised in that** image data representing an overlaid graphic is supplied in such a way that the graphic is viewed at the same time as said displayed images, overlaid on the appropriate image portion which is designated. 10  
15
30. Method according to one of claims 21 to 29, **characterised in that** a table of cross-references between said graphics and informational data representing said graphics is stored in said memory (21), and informational data representing a graphic is supplied on request. 20
31. Method according to a combination of claims 29 and 30, **characterised in that** image data representing an overlaid graphic is displayed. 25
32. Method according to one of claims 21 to 31, **characterised in that** said images are supplied by viewing means (11, 12, 19) whose position is known at all times relative to a reference frame for calibration, on the basis of which latter the position of the region viewed is defined, and **in that** said designations are made via a man/machine interface (2, 3, 5). 30  
35
33. Method according to one of claims 21 to 32, **characterised in that** said images are shown on at least one computer monitor.
34. Method according to one of claims 21 to 32, **characterised in that** said images are shown in viewing eyepieces. 40
35. Method according to one of claims 21 to 34, **characterised in that**, on receipt of a request from a user which designates a graphic of said selected region, positional data representing the position of said graphic which is designated relative to the reference frame for calibration is determined, while taking the overlaying into account, and then steering instructions are determined intended to guide said user towards the portion of region corresponding to said graphic which is designated. 45  
50
36. Method according to claim 35, **characterised in that** there is provided an operating robot (10) which comprises arms (8, 9) whose respective positions relative to said reference frame for calibration are known at 55

all times and which are adapted to be remotely steered by instructions which are supplied by a user via said man/machine interface (2, 3, 5), and **in that**, on receipt of a user request designating a graphic of said selected region, positional data representing the position of said graphic which is designated relative to said reference frame for calibration is determined, while taking the overlaying into account, and then steering instructions are determined which are intended to move said arms (8, 9) of the robot (10) into the vicinity of the portion of region corresponding to said graphic which is designated.

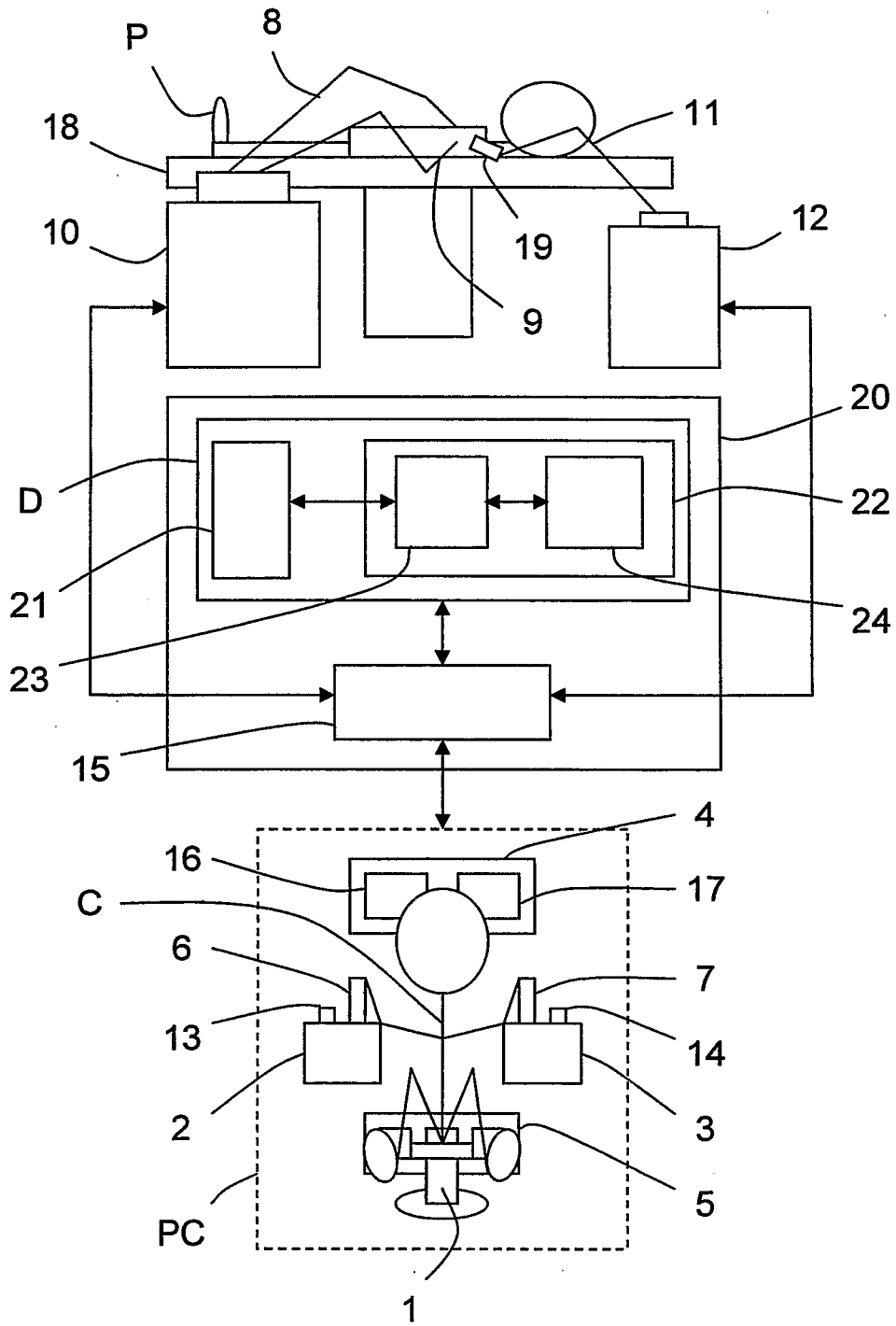


FIG.1



FIG. 2

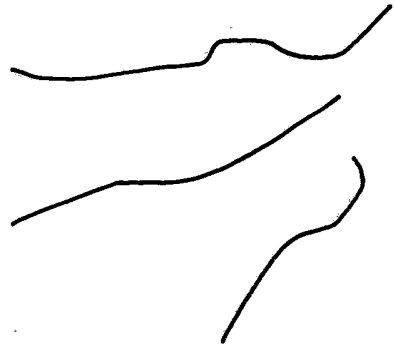


FIG. 3

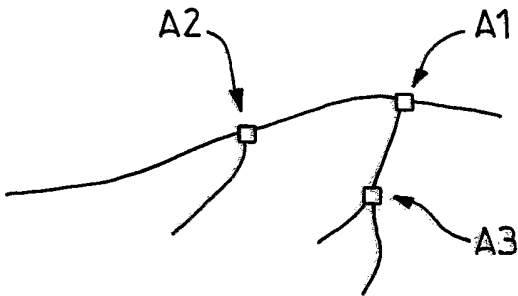


FIG. 4

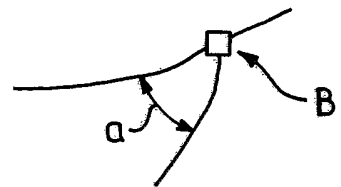


FIG. 5

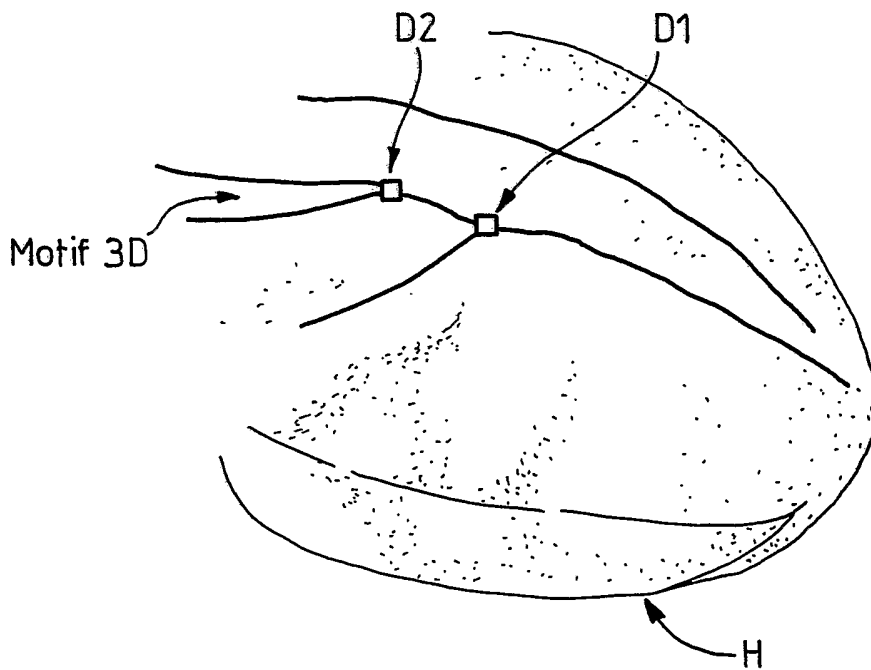


FIG. 6

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- US 6167145 A [0005]
- WO 0124536 A [0005]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- Optimal Planning of Robotically Assisted Heart Surgery : Transfert Precision in the Operating Room. **ÈVE COSTE-MANIÈRE et al.** Experimental Robotics VIII. STAR, 2003, vol. 5, 424-434 [0042]
- 3D+t Modeling of coronary artery tree from standard non simultaneous angiograms. **FABIEN MOURGUES et al.** Proc. of MICCAI, Volume 2208 of LNCS. Spinger, 2001, vol. 2208, 1320-1322 [0042]
- Flexible calibration of actuated stereoscopic endoscope for overlay in robot assisted surgery. **F. MOURGUES et al.** Proc. of MICCAI. Spinger, 2002, vol. 2488, 25-34 [0051]
- Optimal planning of robotically assisted heart surgery : Transfer precision in the operating room. **E. COSTE-MANIÈRE et al.** Springer Tracts In Advanced Robotics, Experimental Robotics VIII. Springer, 2002, vol. 5, 424-434 [0054]
- **T. VIEVILLE et al.** Implementing a multi-model estimation method. *The International Journal of Computer Vision*, 2001, vol. 44, 41-64 [0061]

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 用于实时地在图像上叠加图案的设备和方法，特别是用于通过定位来引导  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">EP1625546B1</a>   | 公开(公告)日 | 2018-07-04 |
| 申请号            | EP2004742719  | 申请日     | 2004-05-13 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 法国国家信息与自动化研究所   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | INRIA INSTITUT 巴黎国家 EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | Intuitive Surgical 公司运营， INC.   |         |            |
| [标]发明人         | COSTE MANIERE EVE<br>VIEVILLE THIERRY<br>MOURGUES FABIEN  |         |            |
| 发明人            | COSTE-MANIERE, EVE<br>VIEVILLE, THIERRY<br>MOURGUES, FABIEN   |         |            |
| IPC分类号         | A61B1/00 A61B1/04 A61B34/10 A61B34/30 A61B90/00 A61B5/06 G06F3/0484 G06T7/60 A61B5/055<br>A61B5/00 G06T7/30 G06T7/00  |         |            |
| CPC分类号         | A61B5/066 A61B1/00009 A61B1/04 A61B5/055 A61B5/749 A61B34/10 A61B34/30 A61B2034/107<br>A61B2034/301 A61B2090/365 A61B2090/373 A61B2090/374 G06F3/0484 G06T7/30 G06T7/60<br>G06T2200/24 G06T2207/10068 G06T2207/10072 G06T2207/20092 G06T2207/30048 G06T2207<br>/30101 Y10S128/922 |         |            |
| 优先权            | 2003006176 2003-05-22 FR  |         |            |
| 其他公开文献         | EP1625546A2   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>   |         |            |

摘要(译)

该装置具有存储器 ( 21 )，用于存储表示所选区域的部分的图案，以及图案相对于参考的位置和取向。处理单元 ( 22 ) 处理以选定角度捕获的图像的一部分和表示该部分的属性。处理单元确定表示指定部分的图案，并基于该角度重新调整该部分上的图案。以下还包括独立权利要求：( a ) 包括用于将图像传送到所选图像的观察单元的引导设备 ( b ) 磁共振图像图案重新调整过程。

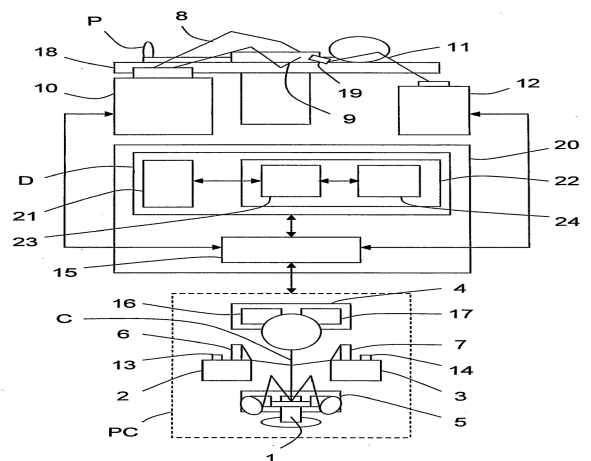


FIG. 1