



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **710 876 A2**

(51) Int. Cl.: **B25J** 9/16 (2006.01)
H04N 13/00 (2006.01)
B63C 11/48 (2006.01)
B63C 11/52 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

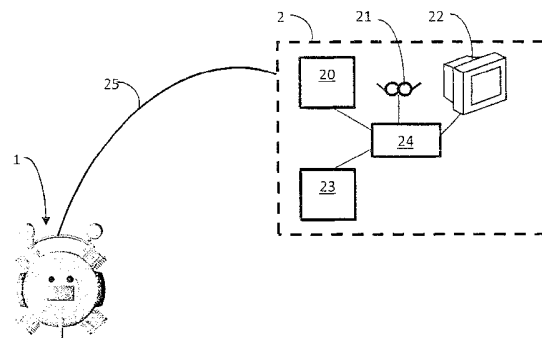
(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00365/15	(71) Requéant: HUBLOT SA, Genève, 30, rue du Rhône 1204 Genève (CH)
(22) Date de dépôt: 17.03.2015	(72) Inventeur(s): Mathias Buttet, 1125 Monnaz (CH) Jean-Michel Blumenthal, 1290 Chavannes-des-Bois (CH)
(43) Demande publiée: 30.09.2016	(74) Mandataire: Moinas & Savoye SARL, 42, rue Plantamour 1201 Genève (CH)

(54) **Equipement d'assistance à une exploration sous-marine et robot sous-marin pour l'équipement.**

(57) L'équipement comprend un robot sous-marin (1) et un dispositif (2) de pilotage à distance du robot, aptes à communiquer l'un avec l'autre, dans lequel

- le robot comprend des moyens de déplacement sous-marin et un dispositif de capture d'images pour la visualisation en trois dimensions;
- le dispositif de pilotage comprend des lunettes de vision 3D adaptées pour qu'un utilisateur portant les lunettes visualise l'environnement sous-marin du robot en trois dimensions à partir des images capturées par le robot et des moyens de guidage en déplacement à distance du robot à partir de l'environnement sous-marin en trois dimensions visualisé.



Description

[0001] La présente invention concerne un équipement d'assistance à une exploration sous-marine et un robot d'exploration sous-marine pour ledit équipement.

[0002] Dans le domaine de l'archéologie sous-marine, des plongeurs-archéologues ont pour mission d'explorer des fonds sous-marins, notamment des épaves. Ces missions d'archéologie sous-marine s'effectuent généralement dans des conditions difficiles, du fait notamment des contraintes liées à la durée limitée des plongées, à l'environnement sous-marin et à la présence de sédiments au fond des mers.

[0003] Pour assister ou même remplacer un plongeur, des robots archéologues ont été développés. Un robot dénommé «Speedy» a notamment été développé par le CNRS. Ce robot est équipé d'une main à trois doigts permettant de manipuler des objets fragiles sans les casser. La main du robot est pilotée depuis un poste de commandement situé hors de l'eau, qui affiche des images de la main prises par des caméras embarquées. En visualisant ces images, un pilote peut commander à distance les actions de la main à l'aide d'une manette.

[0004] La présente invention propose d'améliorer encore la situation.

[0005] A cet effet, l'invention concerne l'équipement d'assistance à une exploration sous-marine, comprenant un robot sous-marin et un dispositif de pilotage à distance du robot, aptes à communiquer l'un avec l'autre, dans lequel

- le robot comprend des moyens de déplacement sous-marin et un dispositif de capture d'images;
- le dispositif de pilotage comprend des lunettes de vision 3D adaptées pour qu'un utilisateur portant les lunettes visualise l'environnement sous-marin du robot en trois dimensions à partir des images capturées par le robot et des moyens de guidage en déplacement à distance du robot à partir de l'environnement sous-marin en trois dimensions visualisé.

[0006] Grâce à l'invention, les images capturées par le robot, ou drone, in situ (c'est-à-dire sur le site d'exploration sous-marine) permettent de créer et d'afficher ou de visualiser un environnement sous-marin virtuel en trois dimensions, représentatif de l'environnement sous-marin réel en trois dimensions du robot. Le dispositif de pilotage permet de guider le robot dans son environnement réel par un guidage dans cet environnement virtuel en trois dimensions, autrement dit à partir de l'environnement en trois dimensions visualisé. Les déplacements du robot sont ainsi efficacement contrôlés à distance.

[0007] Avantageusement, les lunettes sont adaptées pour guider le robot par des mouvements de tête de l'utilisateur portant les lunettes. Le guidage du robot s'effectue ainsi par un mouvement d'une partie du corps, en l'espèce la tête, en fonction de la perception que l'utilisateur portant les lunettes de vision 3D a de l'environnement 3D créé.

[0008] Dans un premier mode de réalisation, les lunettes sont destinées à être portées par un utilisateur situé hors de l'eau.

[0009] Dans un deuxième mode de réalisation, les lunettes sont intégrées dans un masque de plongée et destinées à être portées par un utilisateur plongeur situé dans l'eau.

[0010] Selon un exemple particulier de réalisation, le robot comporte une buse de propulsion d'un jet d'eau sous pression destiné à nettoyer une zone.

[0011] Grâce à cela, le robot peut effectuer des travaux de déblaiement à la place d'un plongeur-archéologue.

[0012] Avantageusement, le robot comporte une tube d'aspiration de dépôts, notamment de sédiments, dégagés par le jet d'eau.

[0013] Avantageusement encore, le tube d'aspiration est disposé de façon concentrique autour de la buse propulsion.

[0014] Le robot peut comporter un tube d'évacuation des dépôts aspirés, ayant par exemple une longueur d'au moins 5m, notamment une longueur comprise entre 5 et 10m.

[0015] Avantageusement, le robot comporte un tube d'évacuation des dépôts aspirés.

[0016] Dans un mode de réalisation particulier, le tube d'évacuation a une longueur d'au moins 5 m, notamment une longueur comprise entre 5 et 10m.

[0017] Avantageusement, le tube d'évacuation est pourvu d'au moins un filtre destiné à récupérer des fragments d'objet.

[0018] Avantageusement encore, le robot est pourvu d'au moins une antenne réglable dotée d'un dispositif d'éclairage.

[0019] Le robot peut comprendre un boîtier présentant une face avant et une face arrière et un flanc annulaire. Le flanc annulaire peut porter une pluralité de moteurs, par exemple quatre moteurs, d'entraînement en rotation de pales, par exemple des pales orientables. Ces pales peuvent être des pales verticales (s'étendant en longueur selon la direction de l'axe moteur). Les moteurs peuvent être disposés de façon symétrique et décalés angulairement l'un de l'autre de 90°.

[0020] Le robot peut aussi comporter un couvercle étanche et amovible, permettant d'accéder facilement aux éléments contenus dans le boîtier.

[0021] Dans un mode de réalisation particulier, le robot est équipé d'un écran destiné à visualiser des images provenant du dispositif de pilotage et/ou des images capturées par le dispositif de capture d'images du robot.

[0022] Avantageusement, le robot est doté d'une glace montée de façon étanche sur l'une des faces du boîtier et derrière laquelle l'écran est disposé.

[0023] L'invention concerne aussi un robot pour un équipement d'assistance à une exploration sous-marine sous-marin comprenant

- des moyens de déplacement sous-marin,
- un dispositif de capture d'images destiné à capturer des images adaptées pour créer un environnement sous-marin en trois dimensions à visualiser;
- un dispositif de communication destiné à transmettre à un dispositif de pilotage à distance lesdites images capturées et à recevoir des commandes de guidage en déplacement dans l'environnement sous-marin en trois dimensions créé.

[0024] Le robot peut comprendre tout ou partie des caractéristiques additionnelles suivantes:

- le robot comporte une buse de propulsion d'un jet d'eau sous pression destiné à dégager des dépôts, notamment de sédiments, d'une zone à nettoyer;
- le tube d'aspiration est disposé de façon concentrique autour de la buse propulsion le robot comporte un tube d'évacuation de dépôts aspirés le tube d'évacuation a une longueur d'au moins 5 m, notamment une longueur comprise entre 5 et 10m;
- le tube d'évacuation est pourvu d'au moins un filtre adapté pour récupérer des fragments d'objet;
- le robot est pourvu d'au moins une antenne réglable dotée d'un dispositif d'éclairage il comprend un boîtier présentant une face avant, une face arrière et un flanc annulaire;
- le flanc porte une pluralité de moteurs, par exemple quatre moteurs, d'entraînement en rotation de pales, par exemple des pales orientables;
- les quatre moteurs sont disposés de façon symétrique et décalés angulairement l'un de l'autre de 90°;
- le robot comporte un couvercle étanche et amovible;
- le robot est équipé d'un écran destiné à afficher des images provenant du dispositif de pilotage et/ou des images capturées par le dispositif de capture d'images;
- le robot est doté d'une glace montée de façon étanche sur l'une des faces du boîtier et derrière laquelle l'écran est disposé.

[0025] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'une forme de réalisation particulière de l'équipement d'assistance à une exploration sous-marine selon l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels

La fig. 1 représente de façon schématique l'équipement d'assistance à une exploration sous-marine, selon une forme de réalisation particulière de l'invention;

La fig. 2 représente de façon schématique un robot sous-marin de l'équipement de la fig. 1;

La fig. 3A représente une vue de face d'un robot d'exploration sous-marine de l'équipement de la fig. 1;

La fig. 3B représente une vue arrière du robot de la fig. 2;

La fig. 4 représente une vue en trois dimensions, côté face avant, du robot.

[0026] Sur la fig. 1, on a représenté de façon schématique un équipement d'assistance à une exploration sous-marine, selon un exemple particulier de réalisation de l'invention. L'équipement comprend un robot sous-marin 1 et un dispositif 2 de pilotage à distance du robot 1. Le robot 1 et le dispositif de pilotage 2 sont aptes à communiquer l'un avec l'autre. Dans l'exemple décrit ici, ils communiquent par liaison filaire, au moyen d'un câble de communication informatique.

[0027] Les différents éléments du robot sont représentés de façon schématique sur la fig. 2. Les fig. 3A et 3B représentent respectivement une vue avant et une vue arrière du robot 1, selon un premier exemple de réalisation. La fig. 4 représente une vue en perspective du robot 1, selon un deuxième exemple de réalisation, différant de celui des fig. 3A et 3B essentiellement par des caractéristiques esthétiques. Les éléments identiques ou correspondants représentés sur les différentes figures portent les mêmes références.

[0028] Le robot sous-marin 1, ou drone sous-marin, comprend un boîtier 3, des moyens de déplacement sous-marin 4, un dispositif de capture d'images 5, un module de communication 6, et une unité centrale de commande 11.

[0029] Dans la forme de réalisation particulière décrite ici, le boîtier 3 comprend deux faces avant 30 et arrière 31 reliées par un flanc 32. La face avant 30 comprend ici une glace (non représentée sur la fig. 2) en matériau transparent et de

forme circulaire, montée de façon étanche dans un logement 33 ménagé dans le boîtier 3. Le logement 33 est formé par un rebord annulaire du boîtier 3, en retrait par rapport au plan de la face avant 30. La face arrière 31 comprend un couvercle 34 amovible et étanche. Ce couvercle 34 est ici de forme circulaire (par exemple de même forme que celle de la glace 30). Il est monté de façon étanche dans un logement analogue au logement 33, ménagé dans la face arrière du boîtier 3. Il est fixé de façon amovible par vissage, à l'aide d'une pluralité de vis disposées sur le pourtour du couvercle 34. Les vis sont réparties régulièrement. Dans l'exemple de réalisation tel que représenté sur la fig. 3, le couvercle 34 est fixé au moyen de huit vis décalées angulairement l'une de l'autre d'un angle de 45°. Le couvercle 34 peut être retiré, lorsque le robot est situé hors de l'eau, afin d'accéder aux éléments contenus à l'intérieur du boîtier 3. Le flanc 32 comprend une partie annulaire cylindrique reliée aux deux faces avant 30 et arrière 31 par des parties annulaires, bombées vers l'extérieur, de sorte à relier la partie annulaire cylindrique du flanc 32 aux faces avant 30 et arrière 31.

[0030] Les moyens de déplacement 4 du robot 1 comprennent au moins un moteur d'entraînement, destiné à entraîner en rotation des pales. Les pales sont ici «verticales». En d'autres termes, elles forment un ensemble du type Voith Schneider. Les pales présentent une surface portante (par exemple de forme globalement rectangulaire) destinée à être entraînée en rotation autour d'un axe moteur, qui s'étend en longueur le long de l'axe moteur. Les pales rotatives sont ici orientables angulairement. Grâce à cela, elles peuvent jouer un rôle de gouvernail pour diriger le robot en déplacement. Le nombre de pales par moteur peut être compris entre 4 et 6. Dans l'exemple décrit ici, le robot 1 comprend quatre moteurs à pales verticales orientables 40A à 40D disposés autour de la partie annulaire cylindrique du flanc 32. Les quatre moteurs 40A à 40D sont répartis régulièrement autour du boîtier 3. Ils sont décalés angulairement l'un de l'autre d'un angle de 90°. Chaque moteur 40A–40D est ici entouré d'une grille 41A–41D de protection des pales, par exemple de forme cylindrique. En outre, les moyens de déplacement 4 comprennent un module de commande 42 destiné à commander le fonctionnement des moteurs 40A à 40D et de leurs pales. Le module de commande 42 est destiné à recevoir des commandes de guidage provenant du dispositif de pilotage distant 2, comme cela sera explicité plus loin. On pourrait toutefois utiliser des moteurs de tout type, notamment tout type de moteurs à hélices.

[0031] Le dispositif de capture d'images 5 comprend ici deux caméras 3D, référencées 5A et 5B, disposées à l'intérieur du boîtier 3, au droit d'ouvertures traversantes 35A, 35B ménagées dans le fond du logement 33 de la face avant 30. Il est destiné à capturer des images adaptées pour créer un environnement sous-marin en trois dimensions à visualiser.

[0032] Le module de communication 6 du robot 1 (non représenté) est adapté pour communiquer avec le dispositif de pilotage 2, ici par liaison filaire, par un câble de communication informatique 26. Il est intégré dans le boîtier 3.

[0033] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, le robot 1 comprend également un écran d'affichage 10. Celui-ci est disposé côté face avant 30, dans le logement 33, derrière la glace, ici au-dessous des deux ouvertures 35A, 35B. Il est destiné à afficher des images prises par les caméras 5A, 5B et/ou des images provenant du dispositif de pilotage 2, comme cela sera explicité plus loin.

[0034] Dans une variante de réalisation, l'écran 10 est tactile. Dans ce cas, l'écran 10 est collé contre la face interne de la glace de la face avant 30 du robot 1 de sorte à ce que la glace recouvre l'écran 10. La glace est en un matériau adapté pour permettre une utilisation de l'écran tactile 10.

[0035] L'écran 10 peut être utilisé pour communiquer avec un plongeur accompagnant le robot 1. Par exemple, un utilisateur du dispositif de pilotage 2 pourrait communiquer avec le plongeur par l'intermédiaire de l'écran 10.

[0036] Le robot 1 peut être équipé de moyens d'éclairage 7 qui comprennent ici deux antennes réglables 70A, 70B dotées chacune d'un dispositif d'éclairage 71 A, 71B, tel qu'un projecteur lumineux, destiné à éclairer les fonds marins. Les antennes 70A, 70B sont réglables dans le sens où leur forme et/ou leur position peuvent être réglées, ici manuellement. Par exemple, les antennes 70A, 70B peuvent être réalisées en un matériau ou une structure à mémoire de forme. Elles permettent d'orienter à la main les projecteurs. Les deux ensembles antenne-projecteur sont montés sur une barre 72, en forme d'arc de cercle. La barre 72 est fixée par exemple aux grilles de protection supérieures 41A et 41 B.

[0037] Le robot 1 est ici également pourvu d'éléments de lest, en l'espèce deux éléments 8A, 8B (non représentés sur la fig. 4). Ceux-ci sont portés par le flanc 32, par exemple par la partie annulaire cylindrique du flanc 32. Il sont par exemple disposés entre les moteurs supérieurs 40A, 40B et les moteurs inférieurs 40C, 40D.

[0038] Le robot 1 est ici équipé d'un outil de déblayage 9. Cet outil de déblayage 9 comporte une buse 90 de propulsion d'un jet d'eau sous pression destiné à dégager des dépôts, notamment de sédiments, d'une zone à nettoyer. La buse 90 comprend un tube ayant par exemple une longueur d'environ 30cm. Elle est reliée à une pompe (non représentée) située à l'intérieur du boîtier 3 et destinée à produire un jet d'eau à une pression ici supérieure à 2 bars. La pompe est alimentée en eau par une entrée d'aspiration d'eau, adaptée pour aspirer de l'eau lorsque le robot 1 est immergé dans l'eau. L'entrée est munie d'un filtre destiné à empêcher l'aspiration de débris ou autres éléments de matière.

[0039] Dans l'exemple de réalisation décrit ici, l'outil de déblayage 9 comprend également un tube d'aspiration 91 destiné à aspirer les dépôts, notamment les sédiments, dégagés par le jet d'eau. Le tube d'aspiration 91 est relié à une pompe (non représentée) située à l'intérieur du boîtier 3. Le tube 91 est disposé de façon concentrique autour de la buse 90 de propulsion du jet d'eau. Il est relié à un autre tube d'évacuation (non représenté), ou tube prolongateur, destiné à rejeter l'eau et les éléments de matière aspirés (sédiments notamment) plus loin. Le tube d'évacuation est de préférence un tube flexible, en matériau souple, qui s'étend par exemple derrière le robot sur une longueur comprise entre 5 et 10 m. Il fait par

CH 710 876 A2

exemple saillie de la face arrière 31 du robot, dans le bas de celle-ci, au droit ou sensiblement au droit du tube d'aspiration 91. L'extrémité du tube d'évacuation peut être équipée d'un filtre destiné à récupérer de petits objets ou fragments d'objet destinés être triés par des archéologues hors de l'eau. Le tube d'évacuation est toutefois facultatif. L'évacuation pourrait se faire par une ouverture, par exemple à l'arrière du boîtier, sans tube prolongateur.

[0040] L'outil de déblayage 9 comprend également un module de commande 92 destiné à contrôler le fonctionnement de la buse de propulsion 90 et du tube d'aspiration 91.

[0041] Dans l'exemple de réalisation particulier décrit ici, un câble métallique permet de relier mécaniquement le robot à un bateau en surface. L'une des extrémités du câble est par exemple accrochée à la barre 72 et l'autre extrémité est arrimée à un élément situé sur le bateau, par exemple un moulinet permettant d'enrouler et de dérouler le câble.

[0042] Le robot 1 est relié au bateau par deux autres câbles: un câble électrique d'alimentation en courant basse tension (25V maximum) et le câble de communication informatique. Les trois câbles (câble de liaison mécanique, câble électrique et câble de communication) peuvent être coaxiaux et former un seul câble référencé 26 sur la fig. 1.

[0043] L'unité centrale 11 de commande du robot 1 comprend un microprocesseur auquel les éléments suivants sont connectés: module de communication 6, écran 10, module de commande 42 des moyens d'entraînement en déplacement 4, dispositif d'éclairage 7, module de commande 92 de l'outil de déblayage 9.

[0044] Le dispositif 2 de pilotage à distance du robot 1 est par exemple situé sur le bateau. Il comprend un module de communication 20, une paire de lunettes de vision 3D 21, un écran d'affichage 22, un module de visualisation 3D 23, un module 24 de guidage à distance du robot et une unité centrale de commande 25, en l'espèce un processeur.

[0045] Le module de communication 20 est destiné à communiquer avec le robot 1, ici par liaison filaire, par le câble de communication informatique. Il permet de recevoir des données transmises par le robot 1, notamment des images capturées par les caméras 5A, 5B. Il permet également de transmettre au robot 1 des commandes de guidage pour guider le robot 1 lors de ses déplacements.

[0046] Les lunettes de vision 3D sont adaptées pour qu'un utilisateur portant les lunettes visualise sur l'écran 22 l'environnement sous-marin du robot en trois dimensions à partir des images capturées par le robot 1 et transmises au dispositif de pilotage 2. Le module de visualisation 3D 23 est destiné à générer des images en trois dimensions et de créer un environnement sous-marin virtuel en trois dimensions représentatif de l'environnement sous-marin réel du robot 1, à partir des images capturées et transmises par le robot 1. Cet environnement 3D virtuel créé est affiché sur l'écran 22.

[0047] En outre, les lunettes 3D sont équipées d'un module de détection de mouvements de la tête de l'utilisateur portant les lunettes et d'un module de guidage du robot à partir des mouvements de tête détectés.

[0048] Le module de guidage 24 comprend ici une manette de commande, connectée à l'unité centrale 25, et un driver ou pilote de gestion de la manette destiné à traduire les mouvements de la manette en commandes de guidage destinées au robot 1.

[0049] Les commandes de guidage du robot, qui peuvent être générées par le module de guidage 24 et/ou par les lunettes 3D, sont destinées à guider les déplacements du robot dans son environnement sous-marin réel. Elles sont générées à partir de l'environnement virtuel en trois dimensions créé. Par exemple, les mouvements de la tête de l'utilisateur portant les lunettes 3D permettent d'orienter le robot, tandis qu'une manette actionnée par l'utilisateur permet de faire avancer, reculer, monter ou descendre le robot 1. Les commandes de guidage peuvent notamment commander l'orientation les pales rotatives des moteurs 40A-40D.

[0050] On pourrait envisager d'intégrer un écran d'affichage dans les lunettes de vision 3D (à la place ou en complément de l'écran 22 du dispositif de pilotage 2). Dans ce cas, les lunettes 3D sont des lunettes de réalité virtuelle. Il s'agit par exemple de lunettes de type «Oculus Rift». En outre, les lunettes pourraient être intégrées dans un masque de plongée et être portées par un plongeur afin de permettre à ce dernier de guider les déplacements du robot 1 in situ (c'est-à-dire dans l'eau, sur le site d'exploration sous-marine).

[0051] On va maintenant décrire le fonctionnement de l'équipement d'assistance à une exploration sous-marine.

[0052] En fonctionnement, lors d'une exploration sous-marine, le robot 1 est plongé dans l'eau et se déplace jusqu'à une zone d'exploration, par exemple une épave située au fond de la mer. Il est relié au bateau par le câble 25.

[0053] Le robot 1 prend des images de son environnement à l'aide des caméras 5A, 5B. Les images sont transmises au dispositif de pilotage 2 situé sur le bateau.

[0054] Le dispositif de pilotage 2 génère des images 3D et crée un environnement sous-marin virtuel en trois dimensions, représentatif de l'environnement réel du robot 1, à partir des images capturées et transmises par le robot 1.

[0055] Le robot 1 est guidé dans ses déplacements par un opérateur situé auprès du poste de pilotage 2. L'opérateur porte les lunettes 21 de vision 3D et de guidage. Il visualise sur l'écran 22, en trois dimensions, l'environnement sous-marin du robot créé à partir des images capturées par le robot.

[0056] A l'aide de la manette de commande et/ou de mouvements de la tête, l'opérateur guide le robot 1 dans ses déplacements. Des commandes de guidage sont transmises par le poste de pilotage 2 au robot 1 qui les exécute. Ces commandes

de guidage sont destinées à guider le robot 1 dans son environnement réel à partir d'un guidage dans l'environnement sous-marin virtuel en trois dimensions créé et visualisé sur l'écran 22.

[0057] Durant l'exploration, le robot 1 est positionné à proximité d'une zone à déblayer. Sur commande de l'opérateur, par l'intermédiaire du poste de guidage, le robot 1 propulse un jet d'eau sous pression sur la zone à déblayer à l'aide de la buse 90 et, concomitamment, aspire au moins partiellement les sédiments dégagés à l'aide du tube concentrique 91. Les sédiments ainsi aspirés sont rejetés plus loin par le tube d'évacuation.

[0058] Dans l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit, le robot 1 est équipé d'un outil de déblayage comportant une buse 90 de propulsion d'un jet d'eau, un tube d'aspiration 91 et un tube d'évacuation. Le robot 1 pourrait être équipé d'un autre outil d'exploration sous-marine (outil de nettoyage, outil de préhension ou de saisie par exemple pour saisir un objet, outil de prélèvement par exemple pour prélever des échantillons de matière à analyser, etc.).

[0059] Les outils du robot pourraient être interchangeables. Chaque outil pourrait être monté de façon amovible sur un même site de fixation, ou porte-outil, du robot.

[0060] A la place d'un guidage 3D, le robot pourrait utiliser un guidage 2D, notamment à partir d'images 2D capturées par le robot.

[0061] Dans la description qui précède d'un exemple particulier de réalisation de l'invention, le robot 1 est relié au bateau par un câble mécanique, un câble de communication de données et un câble d'alimentation électrique, destinés à assurer respectivement la liaison physique, la transmission de données de communication et l'alimentation électrique entre le bateau et/ou le dispositif de pilotage 2 et le robot 1. En variantes, on peut envisager de supprimer, ou tout au moins de ne pas utiliser, tout ou partie de ces câbles.

[0062] Selon une première variante de réalisation, le robot n'est pas relié physiquement au bateau par un câble mécanique. Dans ce cas, le robot 1 est autonome physiquement. On pourrait toutefois prévoir un câble de liaison physique avec un plongeur accompagnant le robot 1 lors de la plongée, afin de limiter le risque de perte du robot.

[0063] Selon une deuxième variante de réalisation, le robot n'est pas relié à une source d'alimentation électrique située sur le bateau par un câble d'alimentation électrique. Dans ce cas, le robot intègre une batterie d'alimentation électrique. Cette batterie est avantageusement rechargeable, par exemple auprès d'une borne d'alimentation électrique. Cette borne de recharge peut être située sur le bateau et/ou à terre.

[0064] Selon une troisième variante de réalisation, le robot n'est pas relié au dispositif de pilotage 2 par un câble de transmission de données. Dans ce cas, le robot intègre un module de communication sans fil adapté pour communiquer avec un module correspondant du dispositif de pilotage.

[0065] Selon une quatrième variante de réalisation, le robot ne communique pas avec le dispositif de pilotage 2 pendant la plongée. Dans ce cas, le robot n'est pas relié au dispositif de pilotage 2 par un câble de transmission de données et n'intègre pas de module de communication sans fil avec le dispositif de pilotage 2. Le robot peut intégrer des moyens mémoires de stockage de données, par exemple une mémoire interne permettant un transfert de données ultérieur et/ou une carte mémoire amovible de stockage de données. Le module de communication du robot est donc facultatif. Notons que, dans ce cas, le guidage du robot, notamment l'orientation les pales des moteurs d'entraînement, pourraient être commandés par une boucle d'asservissement exécutée par un module de pilotage autonome du robot.

[0066] Tout ou partie des différentes variantes de réalisation qui viennent d'être décrites peuvent être combinées.

[0067] D'une manière générale, le robot peut intégrer des moyens mémoires de stockage de données (par exemple mémoire interne permettant un transfert de données ultérieur ou une carte mémoire amovible de stockage de données).

[0068] Une fois hors de l'eau, le robot peut être rangé dans une station de réception. Celle-ci peut comprendre un logement adapté pour recevoir le robot. Un enrouleur, autour duquel le ou les câbles du robot sont destinés à être enroulés, peut également être prévu. La station de réception peut être montée sur une palette de transport. Le logement peut avantageusement être ménagé à l'intérieur de l'enrouleur. La station de réception peut également comporter un plateau mobile, par exemple un plateau coulissant, de support du robot. Le plateau peut être monté mobile entre une première position fermée ou de rangement, dans laquelle le robot est placé dans son logement, et une deuxième position ouverte ou de sortie, dans laquelle le robot peut être sorti de la station de réception.

Revendications

1. Équipement d'assistance à une exploration sous-marine, comprenant un robot sous-marin (1) et un dispositif (2) de pilotage à distance du robot, aptes à communiquer l'un avec l'autre, dans lequel
 - le robot (1) comprend des moyens (4) de déplacement sous-marin et un dispositif (5) de capture d'images;
 - le dispositif de pilotage (2) comprend des lunettes de vision 3D (21) adaptées pour qu'un utilisateur portant les lunettes (21) visualise l'environnement sous-marin du robot en trois dimensions à partir des images capturées par le robot (1) et des moyens (21, 24) de guidage en déplacement à distance du robot (1) à partir de l'environnement sous-marin en trois dimensions visualisé.

CH 710 876 A2

2. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les lunettes (21) sont adaptées pour guider le robot (1) par des mouvements de tête de l'utilisateur portant les lunettes (21).
3. Équipement selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lunettes (21) sont destinées à être portées par un utilisateur situé hors de l'eau.
4. Équipement selon la revendication 2, caractérisé en ce que les lunettes sont intégrées dans un masque de plongée et destinées à être portées par un utilisateur plongeur situé dans l'eau.
5. Équipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le robot comporte une buse (90) de propulsion d'un jet d'eau sous pression destiné à nettoyer une zone.
6. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le robot comporte une tube (91) d'aspiration de dépôts, notamment de sédiments, dégagés par le jet d'eau.
7. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le tube d'aspiration (91) est disposé de façon concentrique autour de la buse propulsion (90).
8. Équipement selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que le robot comporte un tube d'évacuation des dépôts aspirés.
9. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le tube d'évacuation a une longueur d'au moins 5 m, notamment une longueur comprise entre 5 et 10m.
10. Équipement selon l'une des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que le tube d'évacuation est pourvu d'au moins un filtre destiné à récupérer des fragments d'objet.
11. Équipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le robot est pourvu d'au moins une antenne réglable (70A, 70B) dotée d'un dispositif d'éclairage (71 A, 71B).
12. Équipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le robot comprend un boîtier (3) présentant une face avant (30) et une face arrière (31) et un flanc annulaire (32).
13. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le flanc annulaire (32) porte une pluralité de moteurs (40A–40D), notamment quatre moteurs, d'entraînement en rotation de pales, notamment de pales orientables.
14. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les quatre moteurs sont disposés de façon symétrique et décalés angulairement l'un de l'autre de 90°.
15. Équipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le robot comporte un couvercle (34) étanche et amovible.
16. Équipement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le robot (1) est équipé d'un écran (10) destiné à visualiser des images provenant du dispositif de pilotage et/ou des images capturées par le dispositif de capture d'images du robot.
17. Équipement selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le robot est doté d'une glace montée de façon étanche sur l'une (30) des faces du boîtier (3) et derrière laquelle l'écran (10) est disposé.
18. Robot sous-marin pour un équipement d'assistance à une exploration sous-marine comprenant
 - des moyens de déplacement sous-marin,
 - un dispositif (5) de capture d'images destiné à capturer des images adaptées pour créer un environnement sous-marin en trois dimensions à visualiser;
 - un dispositif de communication (6) destiné à transmettre à un dispositif de pilotage à distance lesdites images capturées et à recevoir des commandes de guidage en déplacement dans l'environnement sous-marin en trois dimensions créé.
19. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte une buse (90) de propulsion d'un jet d'eau sous pression destiné à dégager des dépôts, notamment de sédiments, d'une zone à nettoyer.
20. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le robot comporte une tube (91) d'aspiration d'au moins une partie des dépôts dégagés par le jet d'eau.
21. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le tube d'aspiration (91) est disposé de façon concentrique autour de la buse propulsion (90).
22. Robot selon l'une des revendications 20 et 21, caractérisé en ce que le robot comporte un tube d'évacuation de dépôts aspirés.
23. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le tube d'évacuation a une longueur d'au moins 5 m, notamment une longueur comprise entre 5 et 10m.
24. Robot selon l'une des revendications 22 et 24, caractérisé en ce que le tube d'évacuation est pourvu d'au moins un filtre adapté pour récupérer des fragments d'objet.

CH 710 876 A2

25. Robot selon l'une des revendications 18 à 25, caractérisé en ce qu'il est pourvu d'au moins une antenne réglable (70A, 70B) dotée d'un dispositif d'éclairage (71 A, 71B).
26. Robot selon l'une des revendications 18 à 26, caractérisé en ce qu'il comprend un boîtier (3) présentant une face avant, une face arrière et un flanc annulaire (32).
27. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le flanc porte une pluralité de moteurs (40A–40D), notamment quatre moteurs, d'entraînement en rotation de pales, notamment de pales orientables.
28. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les quatre moteurs (40A–40D) sont disposés de façon symétrique et décalés angulairement l'un de l'autre de 90°.
29. Robot selon l'une des revendications 18 à 28, caractérisé en ce qu'il comporte un couvercle (34) étanche et amovible.
30. Robot selon l'une des revendications 18 à 29, caractérisé en ce qu'il est équipé d'un écran (10) destiné à afficher des images provenant du dispositif de pilotage et/ou des images capturées par le dispositif de capture d'images.
31. Robot selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est doté d'une glace montée de façon étanche sur l'une (30) des faces du boîtier (3) et derrière laquelle l'écran (10) est disposé.

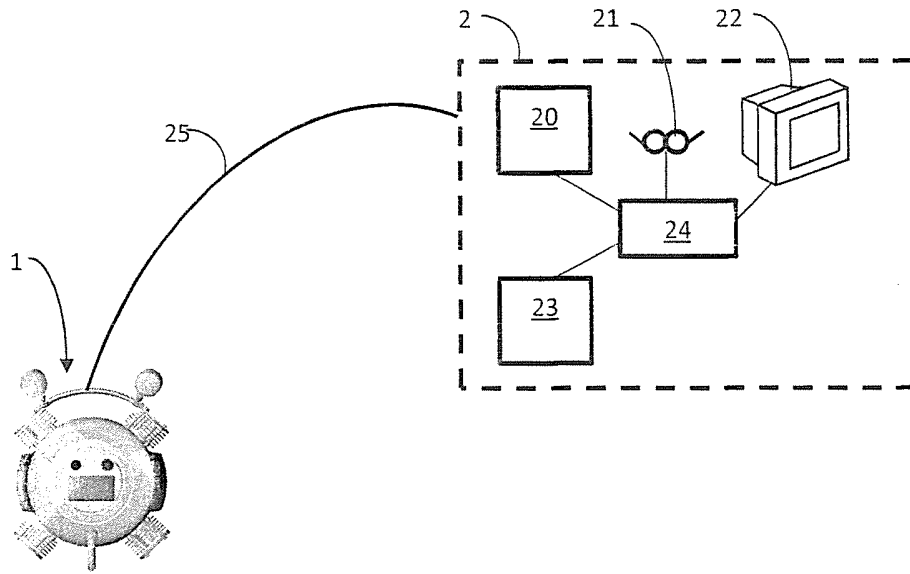


Figure 1

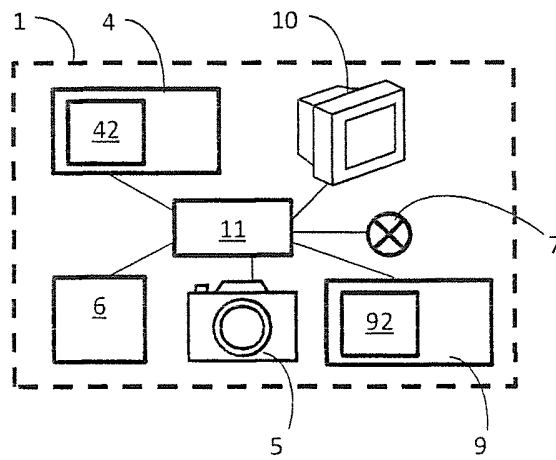


Figure 2

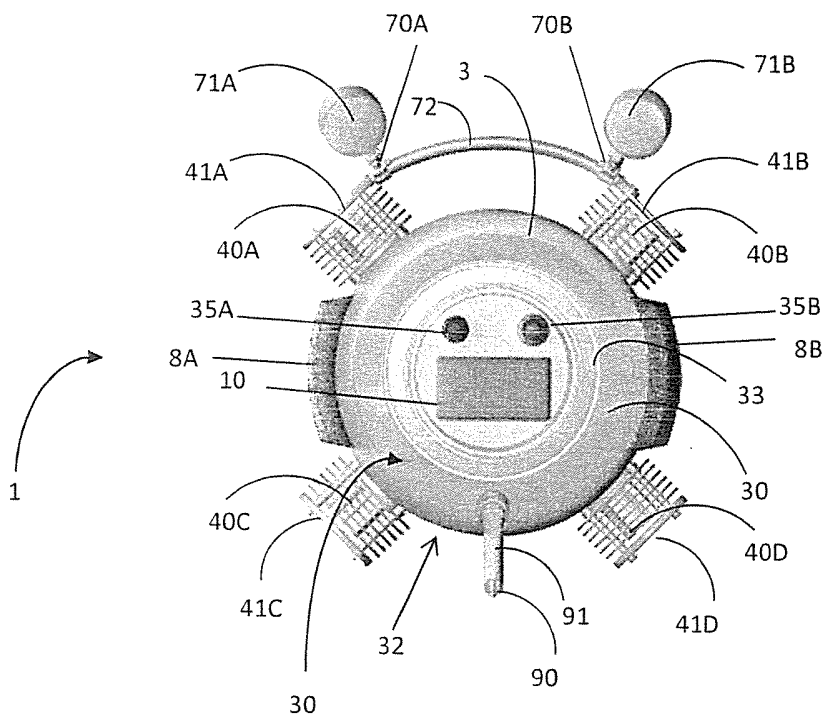


Figure 3A

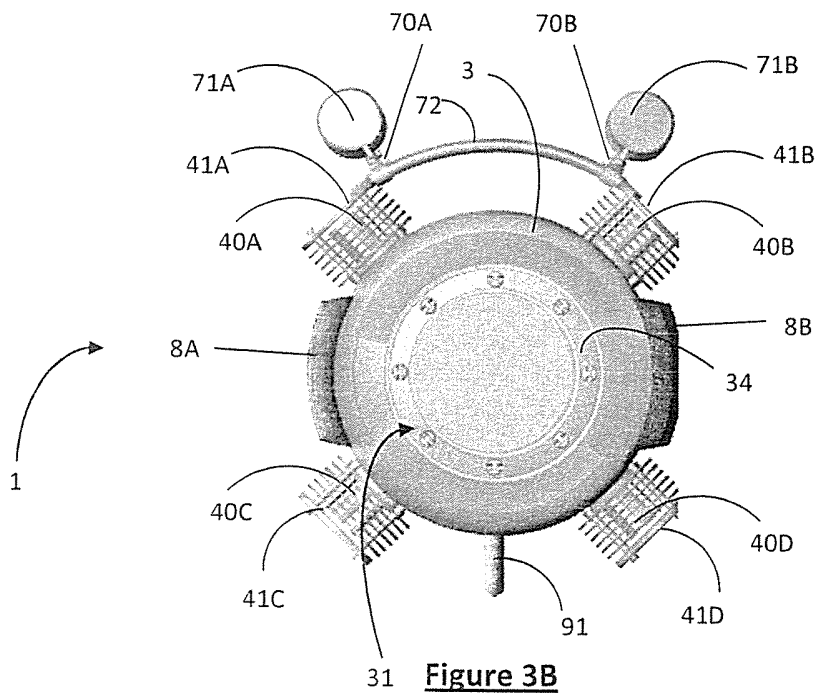


Figure 3B

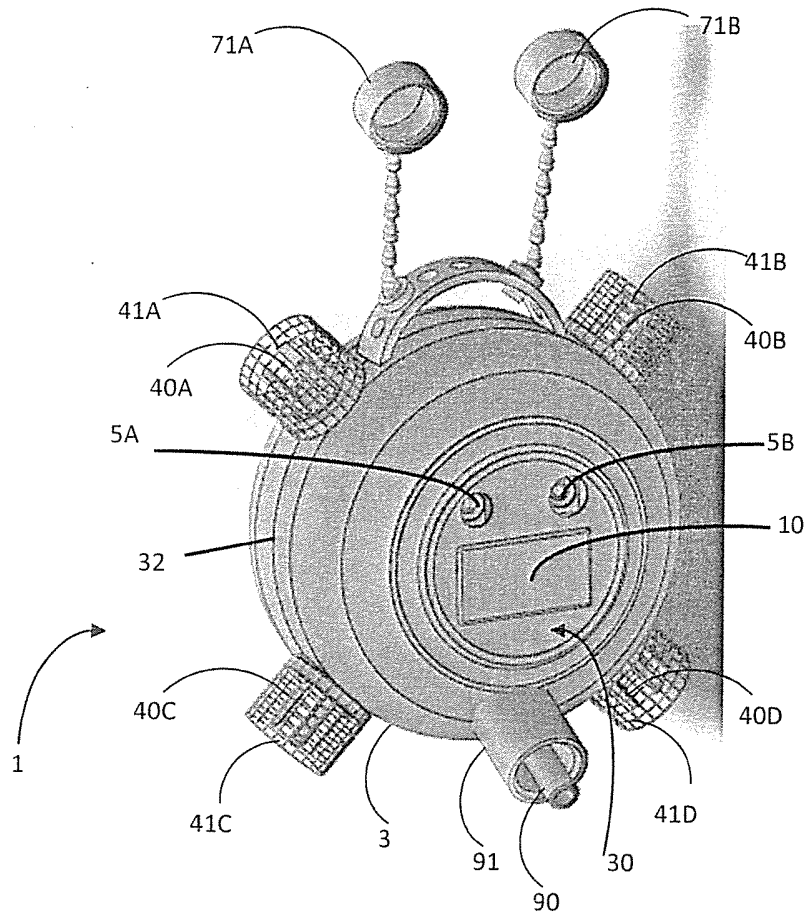


Figure 4