DESCRIPTION

TITRE : Système et procédé de relocalisation

Domaine technique

L'invention concerne de manière générale les systèmes de détection et en particulier un dispositif et un procédé de relocalisation, notamment sous-marine, utilisant un système sonar.

Les systèmes sonars sont utilisés dans le domaine de l'acoustique sous-marine pour détecter et localiser les objets sous l'eau.

Les systèmes sonar peuvent être utilisés par divers infrastructures de surveillance, par exemple pour la détection de sous-marins ou d'objets posés sur le fond marin, ou encore dans le domaine de l'archéologie (par exemple archéologie subaquatique et sous-marine).

Les systèmes sonar sont munis d'antennes pour émettre et/ou recevoir des signaux. Le traitement des signaux reçus par le système sonar permet de détecter la présence d'objets ou de former des images du fond de la mer sur lesquelles il est possible de détecter des objets.

Par exemple, dans le cadre d'un système de surveillance utilisé pour effectuer une mission de surveillance d'une zone en utilisant un sonar, le sonar peut mettre en œuvre une première phase (première de détection) consistant à détecter un ou plusieurs objets d'intérêt (par exemple un objet menaçant) issus des images sonar, ce qui fournit un ensemble de données de détection. Ces données de détection se présentent généralement sous la forme d'images projetées géographiquement et comprennent la position de chaque objet d'intérêt. La position de l'objet d'intérêt peut être entachée d'une erreur de positionnement inhérente au système sonar et à son porteur.

Dans une deuxième phase, le système de surveillance doit vérifier si l'objet détecté est bien un objet d'intérêt (par exemple s'il constitue bien une menace) et le cas échéant mettre en œuvre des actions adaptées (par exemple neutralisation de la menace) en utilisant un autre système sous-marin robotisé ou des plongeurs qui doivent alors retrouver la position géographique de l'objet détecté.

Cependant, les systèmes sous-marins robotisés (tel qu'un véhicule sous-marin téléopéré ROV ou « Remotely Operated Vehicle ») ou des plongeurs doivent se baser sur l'information de position parfois imprécise pour retrouver efficacement l'objet détecté, dans des eaux turbides et sur des fonds encombrés. En effet, dans le cas d'un fond encombré de multiples objets autour de l'objet détecté par exemple, il est parfois difficile de retrouver la position de l'objet détecté dans le cercle d'incertitude donnée par le sonar dans la 1ère phase de détection.

Il en résulte un temps de recherche de l'objet détecté assez long (ce qui est critique dans le cas où l'objet détecté est une menace) et un risque d'erreur sur le fond océanique dû à l'erreur de positionnement intrinsèque au système sonar ayant effectué la première phase de détection et de localisation, voire un risque d'erreur dans l'objet retrouvé si le fond est encombré.

Différentes solutions de localisation sont connues dans le domaine terrestre tel que décrit par exemple dans EP2932182. En particulier, des solutions de détection connues, applicables aux environnements terrestres, utilisent un système GNSS pour positionner un objet détecté. Cependant, un système GNSS (« Global Navigation Satellite Systems ») ne peut pas être utilisé directement en sous-marin (les fréquences utilisées ne passent pas dans l'eau). Lorsqu'un sonar (sonar tracté par exemple) ou un système sous-marin de relocalisation (tel qu'un robot autonome sous-marin ou AUV, acronyme pour l'expression anglo-saxonne « Autonomous Underwater Vehicle ») établit la position d'un écho à classifier sur le fond océanique, il utilise sa centrale d'attitude ou centrale inertielle embarquée pour localiser cet écho. Ces centrales sont d'autant plus précises que les données qui leurs sont fournies sont précises. Dans le cas par exemple d'un AUV, les données GNSS recueillies en surface ont dérivé durant toute la phase de descente et avec le temps écoulé, et dans le cas du sonar tracté, les données de position GNSS sont relayées à un bras de levier établi par acoustique de positionnement. Dans le cas de sonars portés en surface, qui pourraient bénéficier de l'avantage d'être couplé au système GNSS directement, leurs performances de positionnement sont dégradées du fait de la distance au fond (pour un sonar latéral, une erreur de mesure du lacet ou de la célérité du son dans l'eau entraîne une erreur de positionnement).

Il existe ainsi un besoin pour un système et un procédé de détection sous-marine amélioré.

Définition générale de l'invention

A cet effet, il est proposé un système de surveillance configuré pour surveiller la présence d'objets, dans une zone de surveillance, dans l'eau, le système de surveillance comprenant un sonar de détection et un dispositif d'identification mobile dans l'eau. Le sonar de détection est apte à détecter la présence d'un ensemble d'objets dans la zone de surveillance, l'ensemble comprenant au moins un objet d'intérêt et un ou plusieurs objets auxiliaires. Le sonar de détection est apte à déterminer des informations de détection préalables comprenant, pour chaque objet d'intérêt détecté, au moins la position de l'objet d'intérêt, dite position de départ, et une image de référence correspondant à une image sonar prise par le sonar de détection comprenant les objets détectés par le sonar de détection. Le sonar de détection est apte à transmettre les informations de détection préalables au dispositif d'identification.

Le dispositif d'identification est configuré pour se déplacer vers au moins un objet d'intérêt cible parmi les objets d'intérêt, en réponse à la réception des informations de détection préalables, le dispositif d'identification comprenant un sonar de relocalisation configuré pour détecter des objets dans la zone de surveillance, le secteur du sonar de relocalisation étant initialement dirigé vers la position de départ de l'objet d'intérêt cible, ce qui fournit des informations de détection secondaires relatives aux objets détectés par le sonar de relocalisation.

Le dispositif d'identification comprend en outre une unité de relocalisation configurée pour :

- déterminer un vecteur de correction d'erreur de position entre la position de départ de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de détection et la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation, à partir des informations de détection préalables et des informations de détection secondaires ;
- appliquer le vecteur de correction d'erreur de position pour corriger au moins la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation, le déplacement du dispositif d'identification vers l'objet d'intérêt cible étant contrôlé en utilisant la position corrigée de l'objet d'intérêt cible.

Dans un mode de réalisation, l'unité de relocalisation peut comprendre un module d'association configuré pour déterminer des paires associant un objet détecté par le sonar de détection et un objet détecté par le dispositif d'identification, le module de détermination de vecteur de correction de position étant configuré pour déterminer un vecteur de correction d'erreur de position à partir des paires.

Selon certains aspects, le dispositif d'identification peut comprendre une unité d'imagerie configurée pour générer une représentation consolidée comprenant l'image de référence incluant les objets détectés par le sonar de détection, et superposés à l'image de référence, le secteur sonar du sonar de relocalisation et les objets détectés par le sonar de relocalisation.

Dans des modes de réalisation, le module d'association peut être configuré pour déterminer les paires en appliquant une translation à l'image sonar du sonar de relocalisation dans la représentation consolidée, en fonction d'un critère un critère basé sur les distances entre les objets.

Le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position peut être configuré pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position en parcourant les différentes paires d'association déterminées et en déterminant pour chaque paire un vecteur de correction candidat correspondant à la translation de position d'un élément de la paire à l'autre, le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position étant configuré pour sélectionner le vecteur de correction candidat qui minimise la somme quadratique ou un critère de minimisation des distances entre chaque élément de chaque paire.

Dans un mode de réalisation, le module d'association peut utiliser une technique d'association de type 'Iterative Closest Point ».

En variante, le module de détermination de vecteur de correction d'erreur de position peut être configuré pour appliquer une technique de traitement d'image à la représentation consolidée et une fonction de coût pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position.

Selon certains aspects, le dispositif d'identification peut comprendre un système de localisation absolue ayant une erreur maximale de positionnement inférieure à la portée du sonar de relocalisation.

Dans des modes de réalisation, le dispositif d'identification peut être un robot sous-marin contrôlé à distance.

Il est en outre proposé un procédé de surveillance configuré pour surveiller la présence d'objets, dans une zone de surveillance dans l'eau, mis en œuvre dans un dispositif d'identification mobile. Le procédé comprend avantageusement les étapes consistant à :

- recevoir des informations de détection préalables relatives à des objets détectés par un sonar de détection dans la zone de surveillance comprenant au moins un objet d'intérêt et un ou plusieurs objets auxiliaires, les informations de détection préalables comprenant pour chaque objet d'intérêt détecté, au moins la position de l'objet d'intérêt, dite position de départ, et une image de référence correspondant à une image sonar prise le sonar de détection comprenant les objets détectés par le sonar de détection ;
- déterminer des informations de détection secondaires relatives à des objets détectés par un sonar de relocalisation porté par le dispositif d'identification pendant son déplacement vers un objet d'intérêt cible parmi les objets d'intérêt ;

le procédé comprenant une ou plusieurs itérations des étapes suivantes :

- déterminer un vecteur de correction d'erreur de position entre la position de départ de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de détection et la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation, à partir des informations de détection préalables et des informations de détection secondaires ;
- corriger au moins la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation, en appliquant le vecteur de correction d'erreur de position,
- contrôler le déplacement du dispositif d'identification vers l'objet d'intérêt cible en utilisant la position corrigée de l'objet d'intérêt cible.

Les modes de réalisation de l'invention permettent ainsi une relocalisation améliorée des objets détectés dans la première phase de détection en minimisant le risque d'erreur et en améliorant le temps de relocalisation de l'objet détecté.

Brève Description des Figures

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemple et qui représentent, respectivement :

[Fig.1] - La figure 1 représente un système de surveillance selon des modes de réalisation.

[Fig.2] - La figure 2 illustre un exemple de représentation de l'image de référence extraite dans la première phase de détection.

[Fig.3] - La figure 3 représente la structure de l'unité de relocalisation, selon des modes de réalisation.

[Fig.4] - La figure 4 représente la structure de l'unité de relocalisation, selon d'autres modes de réalisation.

[Fig.5] - La figure 5 illustre la navigation du dispositif d'identification vers un objet d'intérêt selon un exemple de réalisation.

[Fig.6] - La figure 6 illustre une phase de la relocalisation des objets d'intérêts cibles.

[Fig.7] - La figure 7 illustre une autre phase de la relocalisation des objets d'intérêts cibles.

[Fig.8] - La figure 8 illustre une autre phase encore de la relocalisation des objets d'intérêts cibles.

[Fig.9] - La figure 9 est un organigramme représentant le procédé de relocalisation d'objet implémenté par le dispositif d'identification, selon des modes de réalisation.

[Fig.10] - La figure 10 représente un exemple de progression d'un dispositif d'identification de type ROV vers un objet d'intérêt cible.

Description détaillée de la demande

La figure 1 représente schématiquement un exemple d'environnement dans lequel peuvent être implémentés certains modes de réalisation de l'invention.

Les modes de réalisation de l'invention fournissent un système de surveillance 100 (encore appelé système de relocalisation d'objet) configuré pour surveiller la présence d'objets, dans une zone de surveillance, dans l'eau, comme par exemple dans un environnement maritime.

Le système de surveillance comprend un sonar de détection 10 et un dispositif d'identification 20 (encore appelé 'dispositif de relocalisation').

Le sonar de détection 10 peut faire partie d'un système d'acquisition de données de détection préalable (non représenté).

Le sonar de détection 10 est configuré pour déterminer des informations de détection préalables relatives à des objets détectés dans la zone de surveillance, les objets détectés comprenant au moins un objet d'intérêt. Les informations de détection préalables comprennent au moins, pour chaque objet d'intérêt détecté, la position de départ de l'objet d'intérêt estimée par le sonar de détection 10 et une image de référence correspondant à une image sonar géolocalisée prise par le sonar de détection 10, représentant une partie de la zone de surveillance comprenant l'objet d'intérêt et les objets auxiliaires détectés au voisinage de l'objet d'intérêt.

L'image de référence peut être une image géolocalisée représentant le fond marin lorsque la zone de surveillance est une zone maritime.

Le sonar de détection 10 est configuré pour transmettre les informations de détection préalables au dispositif d'identification 20.

Le dispositif d'identification 20 est un dispositif mobile (tel qu'un véhicule) apte à se déplacer dans l'eau pour se rapprocher d'au moins d'un objet d'intérêt, dit objet d'intérêt cible, pour l'identifier et/ou mettre en œuvre une action. Le dispositif d'identification 20 comprend un sonar de relocalisation 200 configuré pour déterminer des informations secondaires de relocalisation relatives à des objets détectés par le sonar de relocalisation 200 dans la zone de surveillance, pendant le déplacement du dispositif d'identification 20. Le secteur sonar du sonar de relocalisation 200 est initialement dirigé vers la position de départ de l'objet d'intérêt cible fournies par les informations de détection préalables.

Le dispositif d'identification 20 peut comprendre également un système de localisation absolue 201 lui permettant de se diriger vers la zone de l'objet d'intérêt cible avec une incertitude maximale inférieure à la portée du sonar de relocalisation.

Le système localisation absolue 201 a avantageusement une erreur maximale de positionnement inférieure à la portée du sonar de relocalisation 200 qui équipe le dispositif d'identification 20, ce qui permet au dispositif d'identification d'approcher d'un contact d'intérêt en se dirigeant avec le système de localisation, de sorte que l'erreur de positionnement n'empêche pas l'objet d'intérêt d'être présent dans l'image sonar prise par le sonar de détection 200.

Avantageusement, le dispositif d'identification 20 est apte à se diriger vers un objet d'intérêt cible en effectuant une relocalisation de l'objet d'intérêt cible à partir des informations préalables de détection, des informations secondaires de relocalisation détectées par le sonar de relocalisation 200, et de données de position relatives connues entre des objets repères, parmi les objets auxiliaires détectés autour de l'objet d'intérêt, ces objets repères formant une constellation autour de l'objet d'intérêt cible.

Les objets repère (encore appelés « amers » ou 'landmark' en langue anglo-saxonne) sont des objets de repère fixes et positionnés sur le fond marin dont la position est connue (stockée dans une base de données du dispositif 20) , avec une incertitude intrinsèque au système de détection qui a été utilisé pour déterminer au préalable cette position (ce système de détection pouvant être un système distinct du sonar de détection 10). Dans les modes de réalisation de l'invention, les constellations formées d'objets repères (comprenant au moins un objet repère) et d'un objet d'intérêt sont exploitées pour permettre la relocalisation d'un objet d'intérêt préalablement détectés par le sonar de détection 10.

La constellation d'objets repère est avantageusement utilisée pour retrouver l'objet d'intérêt en faisant correspondre la constellation dans l'image de référence avec la constellation dans l'image sonar du dispositif d'identification 20 (image sonar du sonar de relocalisation 200). Si aucun objet repère n'est présent autour de l'objet d'intérêt, alors la relocalisation ne nécessite aucune utilisation de constellation.

Le sonar de détection 10 peut être agencé sur un porteur comme par exemple un bâtiment naval ou un sous-marin apte à être immergé dans l'eau. Le sonar de détection 10 peut par exemple être un sonar tracté ou installé sur un véhicule autonome sous-marin (AUV).

Le sonar de détection 10 est configuré pour émettre des impulsions sonores et recevoir en réponse des ondes réfléchies par le fond et des objets sous l'eau, ce qui permet la formation d'images et la détection d'objets.

Le système de surveillance 100 peut être utilisé dans différents domaines d'applications comme par exemple et sans limitations dans le domaine de la détection de cible pour détecter des menaces, dans le domaine de la biologie et écologie sous-marine (par exemple pour analyser la pollution aquatique), ou dans le domaine de l'archéologie (par exemple archéologie subaquatique et sous-marine), etc. Dans de telles domaines, il peut être utile ou requis de s'approcher d'objets d'intérêt détectés pour les identifier, ou mettre en œuvre une action d'intervention au niveau de l'objet d'intérêt cible en fonction du domaine d'application de

l'invention (une action peut être par exemple une capture d'images, une prise de vidéos, une prise de mesures, une action de neutralisation de cible, etc.)

Le sonar de détection 10 et le sonar de relocalisation 200 peuvent être des sonars actifs. Un sonar actif comprend un émetteur et un récepteur. L'émetteur et le récepteur comprennent un ensemble de transducteurs configurés pour émettre et/ou recevoir des ondes sonores.

A l'émission, les transducteurs de l'émetteur sonar sont aptes à émettre des impulsions dans une direction donnée. En réception, la conversion des données acoustiques (pression de l'onde acoustique incidente) en données électriques (tension en sortie) est effectuée par un ou plusieurs transducteurs.

Un récepteur sonar est configuré pour écouter les échos réfléchis en réponse aux émissions du sonar, dans une bande de fréquences donnée (exprimée en Hz), avec une sensibilité hydrophonique donnée (désignée par 'Sh' et exprimée en décibels dB) et un gain de traitement donné (exprimé en dB) des signaux reçus, ce qui permet la détection d'objet.

Un récepteur sonar est en outre configuré pour localiser les objets détectés. Pour effectuer une localisation d'un objet détecté, un récepteur sonar localise les échos en direction (ou 'gisement') au moyen de sa directivité spatiale (en dB) obtenue par formation temporelle de voies, et à estimer la distance (en mètres m) des échos à partir du temps de retard (en secondes s) de l'écho pour un sonar en mode actif.

Le sonar de détection 10 et le sonar de relocalisation 200 peuvent être aptes à former une image sonar représentant la scène détectées par le sonar.

Le sonar de détection 10 est ainsi utilisé dans une première phase de la détection pour détecter des objets d'intérêt et des objets auxiliaires autour des objets d'intérêt, et pour déterminer les informations de détection préalable (pour chaque objet d'intérêt, position de départ de l'objet d'intérêt estimée par le sonar de détection 10 et image de référence géolocalisée associée). La première phase de détection peut en outre comprendre une classification d'objet permettant de déterminer si un objet détecté est un objet d'intérêt (la première phase de détection est alors encore appelée 'phase DCL' pour 'Détection Classification, Localisation').

Le système de surveillance 100 peut comprendre en outre une unité de contrôle 18 configurée pour contrôler le fonctionnement du dispositif d'identification 20 et/ou transmettre des commandes à un équipement de communication équipant un plongeur, lorsque le dispositif d'identification 20 est directement implémenté par le sonar de relocalisation 200 porté par un tel plongeur. L'unité de contrôle 18 peut également contrôler le fonctionnement du sonar de détection 10. Le système de surveillance 100 peut comprendre en outre un dispositif d'affichage (non représenté) comprenant une interface graphique dans laquelle peut être affichée une représentation des images de référence fournies par le sonar de détection 10, de l'image sonar détectée par le sonar de relocalisation 200 ou une représentation consolidée de ces deux images, pendant la première phase de détection, et/ou dans la deuxième phase de relocalisation. Le dispositif d'affichage peut être connecté à l'unité de contrôle 18. Le système

de surveillance 100 peut également comprendre un ou plusieurs dispositifs d'entrée/sortie (tels qu'une souris, un clavier, un dispositif de saisie tactile, un dispositif de saisie par commande vocale, ou toute forme de saisie équivalente) pouvant être utilisés par un opérateur pour entrer des commandes dans l'unité de contrôle 18. Le dispositif de contrôle 18 est notamment apte à modifier l'affichage sur l'interface graphique en fonction de commandes entrées dans l'unité de contrôle 18 au moyen des dispositifs de saisie ou en fonction de la détection effectuée par le sonar de détection 10 et/ou le sonar de relocalisation 200.

Le dispositif d'identification 20 peut être robotisé et/ou automatisé. Le dispositif d'identification 20 peut être commandé à distance, par l'opérateur via l'unité de contrôle 18.

L'unité de contrôle 18 peut être située dans un centre opérationnel tel qu'un bâtiment de surface ou un sous-marin. L'unité de contrôle 18 peut par exemple et sans limitation être située au niveau du porteur du sonar de détection 10.

Le dispositif d'identification 20 est apte à se déplacer vers un ou plusieurs objets d'intérêt cible à partir d'informations de relocalisation calculées pour l'objet d'intérêt cible. Le dispositif d'identification 20 peut être par exemple et sans limitation un véhicule sous-marin téléopéré ROV qui peut être équipé du sonar de relocalisation 200. Le dispositif d'identification 20 peut être entièrement implémenté dans le sonar de relocalisation 200 (le dispositif d'indentification 20 coïncide alors avec le sonar de relocalisation 200) lorsque le sonar de relocalisation 200 est un sonar portatif porté par un plongeur (par exemple plongeur-démineur).

Le dispositif d'identification 200 peut être relié au même porteur que le sonar de détection 10. Le porteur du sonar de détection 10 peut être par exemple un navire autonome de surface (USV, acronyme pour l'expression anglo-saxonne correspondante « Unmanned Surface Vehicle »). Le dispositif d'identification 200 peut être par exemple relié par un câble au porteur (comme dans le cas d'un ROV).

Dans la première phase de détection, le sonar de détection 10 est configuré pour insonifier la zone de surveillance afin de détecter des objets dans la zone de surveillance (i.e. émettre des ondes acoustiques dans la zone de surveillance). Après chaque émission, le sonar de détection 10 peut rester en attente (ou en écoute) pendant un temps suffisant pour recevoir les échos des objets détectés (par exemple cibles) présents dans la zone de surveillance. Le sonar de détection 10 peut alors traiter les échos reçus afin de détecter les objets dans la zone de surveillance, effectuer une classification pour identifier des objets d'intérêt, les autres objets détectés étant des objets auxiliaires, et pour estimer la position de chaque objet d'intérêt (dite position de départ). Le sonar de détection 10 peut utiliser une technique de classification pour caractériser les objets détectés afin de les classer dans la catégorie des objets d'intérêt ou dans la catégorie des objets auxiliaires, et une technique de positionnement pour estimer les positions des objets d'intérêt.

Le sonar de détection 10 n'est pas limité à l'utilisation d'une technique de détection en utilisant directement les echos. Dans des modes de réalisation, le sonar de détection 10 peut être configuré pour générer des images haute résolution du fond, et pour les utiliser pour

détecter et classifier des objets sur le fond à partir de leur écho et aussi de leur ombres. Dans de tels modes de réalisation, le sonar de détection 10 peut être configuré pour classifier les objets détectés en utilisant les dimensions des echos, leurs ombres et/ou leurs formes. Dans de tels modes de réalisation exploitant les images haute résolution produites, le sonar de détetion 10 peut être à titre d'exemple non limitatif un sonar latéral SAS (Synthetic aperture sonar).

Le sonar de détection 10 étant immergé, sa position absolue ne peut être calculée qu'indirectement, à partir d'une position GNSS mesurée avant sa plongée (dans le cas d'un AUV) et entretenue en plongée par un système inertiel (ou un système combinant un système inertiel et un capteur acoustique DVL, acronyme pour « Doppler Velocity Log » signifiant enregistreur de vitesse Doppler), ou bien à partir d'une mesure de localisation acoustique entre un véhicule de surface localisé par un système GNSS et le sonar de détection 10. Dans ces cas, le positionnement absolu du sonar de détection est connu avec une incertitude non négligeable qui dépend des performances de son système de localisation. A cette erreur de positionnement absolu du sonar de détection 10, s'ajoute une incertitude de positionnement relatif des objets détectés par le sonar de détection par rapport à celui-ci (liée à l'incertitude sur la célérité du son et à l'incertitude sur l'azimut des voies sonar formées du sonar de détection 10).

Avantageusement, les modes de réalisation de l'invention permettent une relocalisation des objets d'intérêts cibles et un guidage du dispositif de d'identification 20 vers ces objets malgré de tels incertitudes de positions absolues.

Les objets d'intérêt et les objets auxiliaires ainsi détectés peuvent ensuite être localisés sur les données sonar du sonar de détection 10.

Dans les modes de réalisation ou le sonar de détection utilise une image sonar pour la détection, le sonar de détection 10 peut être configuré pour projeter géographiquement des images sonar du fond sous-marin détecté par le sonar de détection 10, dans la zone de surveillance et effectuer les détections d'objets d'intérêts et d'objets auxiliaires à partir d'une image sonar. L'image sonar utilisée pour la détection d'un objet d'intérêt est une image géolocalisée, encore appelée 'image de référence géolocalisée'. Elle représente la scène détectée (fond sous-marin lorsque l'invention est mise en œuvre dans un environnement maritime) autour d'un objet d'intérêt (étape d'extraction d'une image géolocalisée autour de chaque objet d'intérêt).

La première phase de détection permet ainsi d'obtenir les informations préalables de détection comprenant :

La liste des objets d'intérêt (par exemple objet suspects ou objet constituant une menace potentielle) qui nécessitent d'être approchés (par exemple pour les inspecter), chaque objet d'intérêt étant associé à des données de position représentant la position absolue (ou position de départ) estimée de l'objet d'intérêt, associée à une incertitude de positionnement;

Pour chaque objet d'intérêt, l'image de référence géolocalisée autour de l'objet d'intérêt (une image du fond marin par exemple). Ces images peuvent faire apparaître d'autres objets auxiliaires, autour de l'objet d'intérêt, si de tels objets ont été détectés dans la première phase de détection.

Dans un mode de réalisation, les informations préalables de détection peuvent être déterminées par un sonar de détection 10 indépendant du dispositif d'identification 200 (contrôlé par une unité de contrôle distincte et monté sur un porteur indépendant).

Les informations obtenues à l'issue de la première phase de détection sont ensuite utilisées par le dispositif d'identification 20. Le dispositif d'identification 20 peut comprendre une unité de relocalisation 202 configurée pour déterminer des informations de relocalisation pour chaque objet d'intérêt cible (i.e. qui doit être approché par le dispositif d'identification 20), le dispositif d'identification 20 étant configuré pour se diriger vers l'objet d'intérêt cible en utilisant les informations de relocalisation.

La figure 2 illustre un exemple de représentation de l'image de référence 101 extraite dans la première phase de détection. L'image de référence 101 comprend un objet d'intérêt détecté 102 et des objets auxiliaires 104 au voisinage de l'objet d'intérêt.

Dans la deuxième phase, dite phase de relocalisation, le dispositif d'identification 200 reçoit, du sonar de détection 10, les informations de détection préalables $\mathcal{D}_1$ acquises durant la première phase de détection comprenant au moins l'image géolocalisée de référence I_{ref_1}, les positions préalables P_{i_1} des différents objets d'intérêt O_i, et les incertitudes de positionnement associées aux positions P_{i_1}.

Les informations de détection préalables $\mathcal{D}_1$ peuvent comprendre des informations additionnelles comme les positions des objets auxiliaires détectés.

Les informations de détection préalables $\mathcal{D}_1$ peuvent être stockées par le dispositif d'identification 20 dans une mémoire de stockage. Un affichage de ces informations stockées peut être généré sur un écran de contrôle embarqué dans le dispositif d'identification 20.

Par exemple, si le dispositif d'identification 20 est un ROV, l'image géolocalisée de référence I_{ref_1} et les positions préalables P_{i_1} des différents objets d'intérêt O_i peuvent être stockées par le dispositif d'identification 20 et un affichage de ces informations stockées peut être généré sur un écran de contrôle embarqué dans le dispositif d'identification 20 (écran pilote) et relié au sonar de relocalisation 200.

Dans un autre exemple, si le dispositif d'identification 20 est un plongeur et le sonar de relocalisation 200 équipant le dispositif d'identification 20 est un sonar portatif, l'image géolocalisée de référence I_{ref_1} et les positions préalables P_{i_1} des différents objets d'intérêt O_i peuvent être stockées par le sonar de relocalisation 200 et un affichage de ces informations peut être généré sur un écran de contrôle embarqué directement sur le sonar portatif 200 (dans ce cas le dispositif d'identification 20 correspond au sonar de relocalisation portatif 200).

Le sonar de relocalisation 200 équipant le dispositif d'identification 20 peut être d'un type différent du sonar de détection 10 qui a été utilisé dans la phase DCL. Le sonar de détection

10 peut être par exemple un sonar latéral, un sonar latéral à ouverture synthétique, un sonar frontal de coque, ou tout autre sonar capable de générer des images du fond. Le sonar de relocalisation 200 du dispositif d'identification 20 peut être par exemple et sans limitation un sonar frontal multifaisceaux, ou tout autre sonar.

Le dispositif d'identification 20 peut comprendre une unité d'imagerie 203 configurée pour générer une représentation consolidée R comprenant l'image de référence géolocalisée I_{ref_1} déterminée dans la phase DCL, et reçue du sonar de détection 10, et superposée à l'image de de référence géolocalisée I_{ref_1}, des données issues des informations de détection secondaires $\mathcal{D}_2$ déterminées par le sonar de relocation 200 et comprenant :

Des points représentant les objets O'_j détectés par le sonar de relocalisation 200 du dispositif d'identification 20 , dans la phase de relocalisation, ces points étant positionnés sur l'image de référence au niveau de leurs positions estimées P'_j ;

L'image sonar secondaire I_{sec_2} obtenue avec le sonar de relocalisation 200 du dispositif d'identification 20 en la projetant sur l'image de référence I_{ref_1} au niveau de sa position estimée ; l'affichage peut être généré avec un degré de transparence suffisant pour rendre visible le rendu de l'image de référence I_{ref_1}en dessous de l'image sonar auxiliaire I_{sec_2}.

Ainsi, les informations de détection secondaires $\mathcal{D}_2$ peuvent comprendre les informations P'_j déterminées pour les différents objets O'_j détectés par le sonar de relocalisation 200 et l'image sonar auxiliaire I_{sec_2} obtenue avec le sonar de relocalisation 200 sur laquelle sont positionnés les différents objets O'_j détectés.

L'unité d'imagerie 203 peut en outre générer un affichage du contour du secteur sonar du sonar de relocalisation 200 et de la position du dispositif d'identification 20 sur l'image de référence I_{ref_1} affichée.

Avantageusement, l'unité de relocalisation 202 est apte à utiliser les informations de détection préalable $\mathcal{D}_1$ reçues, les informations de détection secondaires $\mathcal{D}_2$ détectées par le sonar de relocalisation 200 et l'identification d'au moins un objet repère parmi les objets détectés (encore appelés amers) ayant des informations de position connues pour guider le dispositif d'identification 20 vers un ou plusieurs objets d'intérêt cibles choisis, en minimisant le risque d'erreur de position et ainsi optimiser le temps requis pour s'approcher d'un objet d'intérêt. Les objets repère peuvent par exemple des rochers présents sur le fond marin, dont la position initiale est déterminée lors de la détection préalable et dont on dispose de leurs positions et de l'incertitude de position associée.

La figure 3 représente la structure de l'unité de relocalisation 202 selon un mode de réalisation.

L'unité de relocalisation 202 comprend un module de détermination de vecteur de correction d'erreur de position 2022 configuré pour déterminer un vecteur de correction d'erreur de position (encore appelé 'vecteur de recalage'), à partir des informations de détection préalable $\mathcal{D}_1$ reçues du sonar de détection 10, des informations de détection

secondaires $\mathcal{D}_2$ détectées par le sonar de relocalisation, et de la position connue d'au moins deux objets repère identifiés parmi les objets détectés et présents à la fois sur l'image de référence I_{ref_1} et sur l'image I_{sec_2} du sonar de relocalisation 200.

L'unité de relocalisation 202 peut comprendre un module de correction de position 2024 configuré pour appliquer le vecteur de correction d'erreur de position déterminé pour corriger la position estimée de chaque objet détecté par le sonar de relocalisation 200 dans l'image sonar du sonar de relocalisation d'une translation correspondant au vecteur de correction de position, ce qui permet de relocaliser l'ensemble des images et des objets par rapport à la position des objets dans la première phase de détection (détection préalable).

Pour chaque objet d'intérêt cible, la constellation d'objets comprenant l'objet d'intérêt cible et l'ensemble des objets repère (parmi les objets auxiliaires) au voisinage de l'objet d'intérêt cible dans l'image de relocalisation $\mathrm{I}_{\mathrm{sec}_2}$ est comparée à la constellation d'objets formée par l'objet d'intérêt cible et l'ensemble des objets repère dans l'image de référence $\mathrm{I}_{\mathrm{ref}_1}$ produite dans la première phase de détection, en utilisant une technique de comparaison.

Le dispositif d'identification 20 peut comprendre en outre un contrôleur 205 apte à contrôler le déplacement du dispositif d'identification 20 vers l'objet d'intérêt cible en utilisant la position corrigée par le module de correction de position 2024 (la position corrigée est la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le dispositif d'identification 20, après correction en appliquant le vecteur de correction d'erreur de position calculé. Le dispositif d'identification 20 est équipé de moyens de positionnement (par exemple système inertiel, capteur DVL, moyens de positionnement acoustique, etc.) pour se déplacer par rapport à l'objet d'intérêt, à partir de la position corrigée.

Au cours du déplacement du dispositif d'identification 20 vers un objet d'intérêt à identifier, le module de correction d'erreur de positionnement 2022 peut réitérer plusieurs fois la correction de position dynamiquement jusqu'à atteindre l'objet d'intérêt, ce qui permet d'éviter une dérive.

Dans un mode de réalisation, l'unité de relocalisation 202 peut comprendre une unité d'association configurée 2020 pour déterminer des paires associant un objet détecté par le sonar de détection 10 et un objet détecté par le dispositif d'identification 200 en utilisant les informations de détection préalable $\mathcal{D}_1$ reçues et les informations de détection secondaires $\mathcal{D}_2$ détectées par le sonar de relocalisation 200 (par exemple dans la représentation consolidée R. Le module de détermination de vecteur de correction d'erreur de position 2022 est alors configuré pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position à partir des paires d'association.

Une paire d'association peut correspondre au même objet, un élément de la paire correspondant à l'objet détecté par le sonar de détection 10 et l'autre élément de la paire correspondant alors au même objet détecté par le sonar de relocalisation 200. Il n'est cependant pas indispensable que l'objet d'intérêt cible fasse partie des paires formées (par exemple s'il n'est pas détecté par le sonar de relocalisation).

Selon un aspect, le module d'association 2020 peut être configuré pour déterminer les paires d'association en appliquant une translation à l'image sonar du sonar de relocalisation 200 dans la représentation consolidée R, la translation étant effectuée de manière à minimiser les sommes de distances entre les paires d'objets.

Dans un mode de réalisation, le procédé d'association par paire peut utiliser le procédé de transformation ICP, pour 'Iterative Closest Point » (point le plus proche itératif), comme décrit par exemple dans Paul J. Besl et N.D. McKay, « *A Method for Registration of 3-D Shapes* », *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Los Alamitos, CA, USA, IEEE Computer Society, vol. 14, nº 2, 1992) ou tout autre procédé d'association similaire. Le procédé de transformation ICP est un procédé qui permet de mettre en correspondance deux jeux de nuages de points pour minimiser de manière itérative les distances entre ces points. L'homme du métier comprendra aisément que l'invention n'est pas limitée à la technique d'association ICP et englobe toute technique d'association qui permet d'estimer une translation et une rotation entre deux ensembles de points.

Dans un mode de réalisation, le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position peut être configuré pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position en parcourant les différentes paires d'association déterminées et en déterminant pour chaque paire un vecteur de correction candidat correspondant à la translation de position d'un élément de la paire à l'autre, le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position étant configuré pour sélectionner le vecteur de correction candidat qui minimise la somme quadratique ou tout autre critère de minimisation des distances entre chaque élément de chaque paire.

En variante, au lieu d'utiliser les associations par paires, le module de détermination de vecteur de correction 2022 peut comprendre un module de traitement d'image 2021 configuré pour appliquer une technique de traitement d'image (encore appelée « image registration ») à la représentation consolidée et une fonction de coût pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position comme illustré sur la figure 4.

La figure 5 illustre la navigation du dispositif d'identification 20 vers un objet d'intérêt 502 selon un exemple de réalisation. La figure 5 montre plus précisément l'image sonar extraite 501 autour de l'objet d'intérêt 502, des objets auxiliaires 504 autour de l'objet et la position du dispositif d'identification 20. La flèche 505 en pointillés représente la trajectoire du dispositif d'identification 20 vers un objet d'intérêt 502.

Le sonar de relocalisation 200 du dispositif d'identification 20 peut être activé lorsque le dispositif d'identification 20 arrive à proximité de l'objet d'intérêt (502 sur la figure 5), ou avant.

Lorsque le dispositif d'identification 20 arrive à proximité de l'objet d'intérêt (502 sur la figure 5), le sonar de relocalisation 200 est actif et les objets O'_j (504) visibles sur l'image sonar du sonar de relocalisation 200 peuvent être détectés par tout procédé adapté comme un procédé de détection automatique qui peut être basé sur de l'intelligence artificielle. Le dispositif d'identification 20 peut en complément effectuer une localisation des objets détectés O'_j

visibles sur l'image sonar du sonar de relocalisation 200, à partir de la localisation du dispositif d'identification 20 et de la position relative au dispositif d'identification 20 dans l'image sonar du sonar de relocalisation 200.

Les figures 6, 7 et 8 illustrent différentes phases de la relocalisation des objets d'intérêts cibles. Ces figures montrent des vues successives de la représentation consolidée 600 générée par l'unité d'imagerie 203, dans un exemple de réalisation, correspondant à l'image sonar obtenue avec le sonar de relocalisation 200 du dispositif d'identification 20 à différents instants successifs t_0, t_1 et t_2 (avec $t_0<t_1<t_2$).

Comme montré dans les figures, 6, 7 et 8, la représentation consolidée 600 comprend l'image de référence 601 (I_{ref}) obtenue dans la phase DCL avec le sonar de détection 10, les objets 602 (O_i) détectés par le sonar de détection 10 (représentés chacun par un point), un objet d'intérêt 603 détecté par le sonar de détection 10, les objets 604 (O'_j) détectés par le dispositif d'identification 20 (représentés chacun par le signe '+') et projetés au niveau de leurs positions estimées, le point 20 représentant la position du dispositif d'identification, et le secteur sonar 606 du dispositif d'identification 20.

Le module d'association 2020 peut déterminer des paires d'association, notées $O_i \rightarrow O'_j$, entre un objet O'_j détecté (604 sur les figures 6 à 8) sur l'image sonar du dispositif d'identification 20 et un objet O_i (602 sur les figures 6 à 8) détecté sur l'image de référence dans la phase DCL. Les paires d'association sont représentées par une flèche allant d'un objet O'_j vers un objet O_i, sur les figures 7 et 8.

La figure 8 montre la translation effectuée en appliquant le vecteur de correction d'erreur de position. Dans l'exemple de la figure 8 la translation effectuée ramène les objets des mêmes paires sensiblement à la même position.

La figure 9 est un organigramme représentant le procédé de relocalisation d'objet implémenté par le dispositif d'identification 200, selon des modes de réalisation.

Toutes les positions d'objets ou d'images géolocalisées détectées par le sonar de détection 10 sont associées à une incertitude, qui peut être recalculée lorsque ces positions sont mises à jour.

Les étapes 901 (déplacement du dispositif d'identification 20 vers l'objet d'intérêt cible) à 906 (application du vecteur de correction d'erreur de position) peuvent être répétées jusqu'à ce que le dispositif d'identification 20 soit assez proche de l'objet d'intérêt cible (par exemple contact suspect) pour effectuer une action qui est assignée au dispositif d'identification 20 (par exemple une action d'identification à l'aide d'une caméra, ou une action de neutralisation de l'objet d'intérêt cible par le dépôt ou l'application d'une charge explosive sur l'objet d'intérêt cible).

A l'étape 900, les informations (ou données) de détection préalables issues du sonar de détection 10 (qui peut faire partie plus généralement d'un système d'acquisition) sont transmises au dispositif d'identification 20, par exemple par un lien de communication direct ou par radio. Le dispositif d'identification 20 peut alors les mémoriser dans un espace mémoire.

Les informations de détection préalables D_1 comprennent, pour chaque objet d'intérêt, la position de l'objet d'intérêt estimée par le sonar de détection, l'image de référence géolocalisée et peut comprendre la position des objets auxiliaires détectés au voisinage de l'objet d'intérêt.

A l'étape 901, pour chaque objet d'intérêt cible parmi les objets d'intérêt détectés par le sonar de détection 10, le dispositif d'identification 20, qui comprend un système de positionnement absolu 201 (inertiel et/ou acoustique par exemple), se dirige vers une position absolue à proximité de l'objet d'intérêt cible. Tel qu'utilisé ici, le terme « à proximité » signifie à une distance supérieure à la somme de l'incertitude de positionnement absolu du dispositif d'identification 20 et de l'incertitude de positionnement absolu de l'objet d'intérêt cible (par exemple objet suspect), et à une distance inférieure à la portée maximale du sonar de relocalisation 200. Lorsque cette étape 901 est répétée, la position absolue de l'objet d'intérêt cible est modifiée du vecteur de correction d'erreur de position et son incertitude de positionnement est réduite.

A l'étape 902, le dispositif d'identification 20 utilise le sonar de relocation 200 pour acquérir une image du fond de la mer sur un secteur sonar dirigé vers l'avant du dispositif d'identification 20. Le sonar de relocalisation 200 est mis en route (i.e. activé) pour acquérir les informations de détection secondaires, enregistrer l'image sonar correspondante, et acquérir que la position correspondante du dispositif d'identification 20. L'étape 902 correspond ainsi à la détection des données sonar par le sonar de relocalisation.

A l'étape 903, des objets sont détectés dans l'image sonar produite par le sonar de relocalisation 200, par exemple en utilisant un procédé de détection automatique capable d'extraire de l'image les objets en appliquant un traitement d'image adapté (par exemple de type seuillage) ou des algorithmes d'intelligence artificielle entrainés à détecter des objets sur ce type d'images. Les objets détectés par le sonar de relocalisation 200 sont ensuite localisés en calculant ou en estimant leur position relative par rapport au sonar de relocalisation (distance et azimut) et en y ajoutant la position absolue du dispositif de d'identification qui porte le sonar de relocalisation. L'étape 903 fournit ainsi un ensemble d'informations de détection secondaires D_2 correspondant aux objets détectés par le sonar de relocalisation 200.

A l'étape 904, une étape d'association est mise en œuvre pour déterminer des paires d'association (appairage d'objets) entre les objets détectés par le sonar de détection 10 et le sonar de relocalisation 200 à partir des informations de détection préalables D_1 et des d'informations de détection secondaires D_2. Dans cette phase, les objets détectés issus de D_1 (objets de l'image de référence) et les objets détectés issus de D_2 (objets détectés dans l'image sonar du sonar de relocalisation 200). Diverses techniques d'associations peuvent être utilisées, la contrainte étant que les positions relatives des objets de l'image de référence entre eux sont conservées dans l'image du sonar de relocalisation 200.

A l'étape 905, le vecteur de correction d'erreur de position (ou 'vecteur de recalage') est déterminé pour corriger l'erreur de position entre la position de départ de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de détection 10 et la position de l'objet d'intérêt estimée par le sonar de

relocation 200. Le vecteur de correction d'erreur de position peut être calculé comme étant la moyenne des vecteurs d'erreur de positions des paires d'objets associés dans l'étape 904.

A l'étape 906, le vecteur de correction d'erreur de position est appliqué pour corriger la position de l'objet d'intérêt cible, estimée par le sonar de relocalisation 200 et peut être appliqué également pour corriger la position des autres objets détectés par le sonar de relocalisation 200, estimée par ce dernier.

L'étape 901 est alors répétée en utilisant la position recalée (ou corrigée) de l'objet d'intérêt cible pour contrôler le déplacement du dispositif d'identification 20 vers l'objet d'intérêt cible.

La figure 10 représente un exemple de progression d'un dispositif d'identification 20 de type ROV vers un objet d'intérêt cible 603 en utilisant les objets auxiliaires détectés 604 dans le voisinage de l'objet d'intérêt cible 603.

Sur la figure 10, le sonar de relocalisation 200 a un secteur de recherche (en degrés) et une résolution (en cm) donnés.

La distance relative entre le dispositif d'identification 20 et l'objet d'intérêt cible 603 passe de 150m, à 40 m, puis à 20 m.

Le secteur A est un agrandissement de la zone

L'homme du métier comprendra que le système ou des sous-système selon les modes de réalisation de l'invention peuvent être mis en œuvre de diverses manières par matériel (« hardware »), logiciel, ou une combinaison de matériel et de logiciels, notamment sous la forme de code de programme pouvant être distribué sous la forme d'un produit de programme, sous diverses formes. En particulier, le code de programme peut être distribué à l'aide de supports lisibles par ordinateur, qui peuvent inclure des supports de stockage lisibles par ordinateur et des supports de communication. Les procédés décrits dans la présente description peuvent être notamment implémentés sous la forme d'instructions de programme d'ordinateur exécutables par un ou plusieurs processeurs dans un dispositif informatique d'ordinateur. Ces instructions de programme d'ordinateur peuvent également être stockées dans un support lisible par ordinateur.

Par ailleurs, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-avant à titre d'exemple non limitatif. Elle englobe toutes les variantes de réalisation qui pourront être envisagées par l'homme du métier.

REVENDICATIONS

1. Système de surveillance configuré pour surveiller la présence d'objets, dans une zone de surveillance, dans l'eau, le système de surveillance comprenant un sonar de détection (10) et un dispositif d'identification (20) mobile dans l'eau, caractérisé en ce que :
   - le sonar de détection (10) est apte à détecter la présence d'un ensemble d'objets dans la zone de surveillance, ledit ensemble comprenant au moins un objet d'intérêt et un ou plusieurs objets auxiliaires, ledit sonar de détection étant apte à déterminer des informations de détection préalables comprenant, pour chaque objet d'intérêt détecté, au moins la position de l'objet d'intérêt, dite position de départ, et une image de référence correspondant à une image sonar prise par le sonar de détection comprenant les objets détectés par le sonar de détection (10), le sonar de détection étant apte à transmettre les informations de détection préalables au dispositif d'identification (20),
   - le dispositif d'identification (20) est configuré pour se déplacer vers au moins un objet d'intérêt cible parmi lesdits objets d'intérêt, en réponse à la réception desdites informations de détection préalables, le dispositif d'identification comprenant un sonar de relocalisation (200) configuré pour détecter des objets dans la zone de surveillance, le secteur du sonar de relocalisation étant initialement dirigé vers la position de départ de l'objet d'intérêt cible, ce qui fournit des informations de détection secondaires relatives aux objets détectés par le sonar de relocalisation, le dispositif d'identification comprenant en outre une unité de relocalisation (202) configurée pour :
   - déterminer un vecteur de correction d'erreur de position entre la position de départ de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de détection (10) et la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation (200), à partir des informations de détection préalables et des informations de détection secondaires,
   - appliquer le vecteur de correction d'erreur de position pour corriger au moins la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation (200),
   le déplacement du dispositif d'identification (20) vers l'objet d'intérêt cible étant contrôlé en utilisant la position corrigée de l'objet d'intérêt cible.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel l'unité de relocalisation (202) comprend un module d'association (2020) configuré pour déterminer des paires associant un objet détecté par le sonar de détection et un objet détecté par le dispositif d'identification (200), le module de détermination de vecteur de correction de position (2022) étant configuré pour déterminer un vecteur de correction d'erreur de position à partir desdites paires.
3. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'identification (20) comprend une unité d'imagerie (203) configurée pour générer une représentation consolidée comprenant l'image de référence incluant les objets détectés par le sonar de

détection (10), et superposés à l'image de référence, le secteur sonar du sonar de relocalisation (200) et les objets détectés par le sonar de relocalisation (200).

4. Système selon les revendications 2 et 3, dans lequel le module d'association (2020) est configuré pour déterminer les paires en appliquant une translation à l'image sonar du sonar de relocalisation dans la représentation consolidée, en fonction d'un critère un critère basé sur les distances entre les objets.
5. Système selon la revendication 2, dans lequel le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position est configuré pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position en parcourant les différentes paires d'association déterminées et en déterminant pour chaque paire un vecteur de correction candidat correspondant à la translation de position d'un élément de la paire à l'autre, le module détermination de vecteur de correction d'erreur de position (2022) étant configuré pour sélectionner le vecteur de correction candidat qui minimise la somme quadratique ou un critère de minimisation des distances entre chaque élément de chaque paire.
6. Système selon la revendication 5, dans lequel le module d'association utilise une technique d'association de type 'Iterative Closest Point ».
7. Système selon la revendication 3, dans lequel le module de détermination de vecteur de correction d'erreur de position (2022) est configuré pour appliquer une technique de traitement d'image à la représentation consolidée et une fonction de coût pour déterminer le vecteur de correction d'erreur de position.
8. Système selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'identification comprend un système de localisation absolue (201) ayant une erreur maximale de positionnement inférieure à la portée du sonar de relocalisation (200).
9. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'identification est un robot sous-marin contrôlé à distance.
10. Procédé de surveillance configuré pour surveiller la présence d'objets, dans une zone de surveillance dans l'eau, mis en œuvre dans un dispositif d'identification (20) mobile, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :

- recevoir des informations de détection préalables relatives à des objets détectés par un sonar de détection (10) dans la zone de surveillance comprenant au moins un objet d'intérêt et un ou plusieurs objets auxiliaires, les informations de détection préalables comprenant pour chaque objet d'intérêt détecté, au moins la position de l'objet d'intérêt, dite position de départ, et une image de référence correspondant à une image sonar prise le sonar de détection (10) comprenant les objets détectés par le sonar de détection (10),
- déterminer des informations de détection secondaires relatives à des objets détectés par un sonar de relocalisation (200) porté par le dispositif d'identification (20) pendant son déplacement vers un objet d'intérêt cible parmi lesdits objets d'intérêt ;

le procédé comprenant une ou plusieurs itérations des étapes suivantes :

- déterminer un vecteur de correction d'erreur de position entre la position de départ de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de détection (10) et la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation (200), à partir des informations de détection préalables et des informations de détection secondaires,
- corriger au moins la position de l'objet d'intérêt cible estimée par le sonar de relocalisation (200), en appliquant le vecteur de correction d'erreur de position,
- contrôler le déplacement du dispositif d'identification (20) vers l'objet d'intérêt cible en utilisant la position corrigée de l'objet d'intérêt cible.