ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902099267A1

Publication Date

20140507

Applicant

EIDON LAB S.C.A.R.L.

Title

APPARECCHIATURA E PROCEDIMENTO DI RILEVAZIONE PER RILEVARE OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE PER VIA D'ACQUA

Front page automatically generated by WIPO

Classe Internazionale: G01S 17/88

Descrizione del trovato avente per titolo:

"APPARECCHIATURA E PROCEDIMENTO DI RILEVAZIONE PER RILEVARE OSTACOLI ALLA NAVIGAZIONE PER VIA D'ACQUA"

a nome EIDON LAB s.c.a.r.l., di nazionalità italiana con sede in Piazza Modin, 12 - 35129 PADOVA (PD).

dep. il al n.

* * * * *

CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente trovato si riferisce ad un'apparecchiatura e a un relativo procedimento, collettivamente definiti sistema, di rilevazione (Semi Submerged Object Detector, o SSOD), che trova particolare applicazione nel settore nautico in senso lato, per prevenire ed evitare collisioni con qualunque ostacolo alla navigazione per via d'acqua, come ad esempio oggetti, o corpi, galleggianti a pelo d'acqua, semisommersi, immersi di alcuni metri, o affioranti dall'acqua, secche, bassi fondali e scogli. Per navigazione per via d'acqua si intende un qualunque tipo di navigazione, sia essa marina, lacustre, lagunare, fluviale, mercantile, da crociera, commerciale, di piccolo o grande cabotaggio, da diporto, a vela, a motore o altro mezzo di propulsione. Infatti, sia l'apparecchiatura sia il

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

procedimento secondo il presente trovato sono adatti ad essere installati in una qualsiasi imbarcazione, di qualunque stazza, per rilevare, sia di giorno, sia di notte, un qualsiasi ostacolo alla navigazione, anche di piccole dimensioni. Per imbarcazione si intende un qualunque mezzo in grado di navigare, indipendentemente dalle sue dimensioni e dalla sua stazza, sia esso una nave, un'imbarcazione vera e propria, un natante, o altro.

STATO DELLA TECNICA

Nell'ambito della navigazione per via d'acqua il problema della rilevazione degli ostacoli presenti lungo la rotta, siano essi oggetti, o corpi, galleggianti, semisommersi, o affioranti dall'acqua, secche, bassi fondali, scogli ed altro, è molto sentito dai costruttori e utilizzatori delle imbarcazioni, in quanto sempre più spesso si verificano incidenti, anche con conseguente affondamento dell'imbarcazione, dovuti all'impatto con tali ostacoli, e quindi di difficile avvistamento, o rilevazione.

In particolare, negli ultimi anni, sono diventate numerose le collisioni con i container, lasciati o persi dalle navi che li trasportano. In questo caso, infatti, la pericolosità è dovuta alla grande massa di

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

ciascun container, dell'ordine di parecchie tonnellate, alla sua robustezza e al lungo tempo di galleggiamento causato a volte dai materiali di imballo.

Un altro elemento di pericolosità per la navigazione marina, con pericolo di collisione, è costituito dalla presenza in mare dei grandi mammiferi marini, che pur non essendo propriamente degli oggetti galleggianti, possono essere assimilati ad essi per la loro pericolosità lungo la rotta di un'imbarcazione, grande o piccola che sia. Inoltre, al di là del possibile pericolo di affondamento dell'imbarcazione, l'impatto di questa con un cetaceo è una causa non secondaria di mortalità dei cetacei stessi.

Fino ad oggi è stato praticamente impossibile rilevare visivamente, e per tempo, un oggetto semisommerso, galleggiante, o affiorante dall'acqua, a causa dei limiti fisici dalla strumentazione comunemente utilizzata, ossia i radar e i sonar.

E' anche noto che la maggior parte degli incidenti, ossia le collisioni, con oggetti galleggianti avviene di giorno, in condizioni di mare calmo ed eccellente visibilità. Infatti, all'origine alcuni di questi eventi c'è la distrazione, ossia il fattore umano, distrazione che risulta massima proprio

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

in condizioni ottimali di tempo, quando l'imbarcazione è spesso affidata al pilota automatico e, di conseguenza, non c'è alcuna sorveglianza diretta da parte della persona addetta al timone.

Lo stato della tecnica non presenta, ad oggi, soluzioni soddisfacenti per prevenire le collisioni in mare con ostacoli alla navigazione, galleggianti, semisommersi, o affioranti dall'acqua.

Infatti, il radar è adatto alla rilevazione di oggetti che sono ben sopra il pelo dell'acqua, quali altre imbarcazioni, banchine, pontili, piloni, ecc. Il vantaggio del radar è dato dalla possibilità di rilevare i suddetti ostacoli anche in pessime condizioni di visibilità. Il limite del radar è dato dalla conducibilità dell'acqua: i materiali conduttivi costituiscono una schermo impenetrabile alle radioonde, pertanto un oggetto a pelo d'acqua, non risulterà visibile al radar.

Il sonar è invece un sensore basato su un principio fisico diverso rispetto al radar. Il sonar emette fasci di onde ultrasoniche e misura gli echi di riflessione, del fondale davanti all'imbarcazione, o di oggetti comunque completamente immersi nell'acqua. Il suo utilizzo tipico è quello di "guardare" sotto la superficie dell'acqua. Non sono noti sistemi sonar per

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

la rilevazione di oggetti galleggianti semisommersi alle distanze di interesse, ossia da qualche centinaio di metri a qualche chilometro.

Sono anche noti dispositivi per rilevare ostacoli alla navigazione, che si basano su telecamere ad infrarosso o termiche, le quali permettono l'identificazione degli oggetti in base alla differenza di temperatura rispetto all'acqua circostante. Inoltre tali dispositivi noti funzionano anche come visori notturni. Nessuno dei dispositivi noti si è rivelato essere adeguato al riconoscimento e segnalazione della presenza dei container dispersi in acqua. Inoltre, l'impiego di telecamere ad infrarosso ha i seguenti inconvenienti e limiti applicativi:

- è plausibile che un container semisommerso, sciacquato continuamente dalle onde, sia praticamente isotermo con il mare e che, pertanto, non dia alcun contrasto nell'immagine infrarossa;
- sulla superficie del mare possono esserci correnti e vene d'acqua a temperature diverse che darebbero luogo a falsi echi.

E' anche noto un sistema per l'individuazione di mine in mare, che si basa sulla localizzazione di una determinata forma sferica avente dimensioni dell'ordine di 30 cm. Tale sistema noto ha però

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

l'inconveniente di non riuscire a tenere conto del riflesso del cielo sulla superficie del mare, che è, di fatto, la causa per la quale gli oggetti semisommersi sono risultati, fino ad oggi, risultano praticamente invisibili.

Uno scopo del presente trovato è quello di realizzare un'apparecchiatura ed un procedimento che garantiscano di individuare, in tempi rapidi, con precisione e affidabilità, un qualsiasi ostacolo alla navigazione per via d'acqua.

Un altro scopo del presente trovato è quello di realizzare un'apparecchiatura ed un procedimento che non solo consentano di visualizzare la presenza dell'ostacolo, ma ne segnali automaticamente sia la distanza dall'imbarcazione, sia la sua pericolosità per la navigazione.

Per ovviare agli inconvenienti della tecnica nota e per ottenere questo ed altri scopi e vantaggi, la Richiedente ha studiato, sperimentato e realizzato il presente trovato.

ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzata nella rivendicazione indipendente.

Le rivendicazioni dipendenti espongono altre caratteristiche del presente trovato, o varianti

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

dell'idea di soluzione principale.

La soluzione tecnica nuova e originale, che raggiunge i suddetti scopi e offre vantaggi sorprendenti e imprevedibili, sia in termini tecnici, sia in termini economici di abbassamento dei costi, prevede di realizzare un'apparecchiatura e mettere a punto un procedimento di rilevazione per rilevare ostacoli alla navigazione per via d'acqua, basati sull'utilizzo di un raggio, o fascio, luminoso collimato, ad esempio, vantaggiosamente ma non esclusivamente, un fascio laser espanso, e quindi un principio fisico completamente diverso dal radar, o dal sonar, o da sole telecamere, sia normali, sia a infrarossi.

In accordo con una caratteristica del presente trovato, l'apparecchiatura e il procedimento di rilevazione secondo il presente trovato prevedono l'utilizzo di mezzi optoelettronici configurati ed idonei a rilevare automaticamente la presenza di oggetti semisommersi con distanza di rilevamento sufficiente ad evitare la collisione. Tale distanza si può stimare da circa 200 metri e oltre per piccole imbarcazioni, fino ad alcuni km, ad esempio da 1 a 3 per navi di grandi dimensioni. I suddetti mezzi optoelettronici sono in grado di genera un'immagine

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

della superficie dell'acqua, nella quale immagine gli oggetti da rilevare sono portati a un livello di contrasto rispetto alla stessa superficie dell'acqua tale che essi, mediante elaborazione basata sui principi della visione artificiale, possono venire individuati con grande affidabilità e relativa facilità.

L'apparecchiatura e il procedimento di rilevazione secondo il presente trovato permettono di ottenere un contrasto ostacolo/sfondo (riflesso della luce di cielo sulla superficie dell'acqua) mediante appositi mezzi di illuminazione. Tale contrasto è indispensabile per la segmentazione automatica, ossia la separazione, dell'ostacolo, ad esempio un oggetto semisommerso, dal contesto, nella fattispecie riflesso della luce di cielo sull'acqua, mediante l'elaborazione di immagine.

Infatti, visti i limiti delle tecniche note, la Richiedente ha ritenuto che la tecnologia della visione artificiale sia la più promettente e fattibile per realizzare il sistema anticollisione (apparecchiatura e procedimento) secondo il presente trovato, aggirando i limiti noti del sonar e del radar.

Rispetto a un setup tradizionale, tipico degli

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

impianti industriali, il sistema di rilevazione secondo il presente trovato è stato progettato in modo completamente nuovo e originale, per essere in grado di operare in un ambiente aperto. Nondimeno alcuni aspetti della tecnologia della visione industriale sono stati in parte riprodotti per raggiungere quel funzionamento deterministico e affidabile tipico delle applicazioni industriali.

ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la fig. 1 è una vista laterale e schematica di un'apparecchiatura di rilevazione secondo il presente trovato montato su un'imbarcazione;
- la fig. 2 è una vista schematica e ingrandita, di un particolare dell'apparecchiatura di fig. 1;
- la fig. 3 è una vista dall'alto e schematica di un fascio luminoso prodotto dalla sorgente luminosa dell'apparecchiatura di fig. 1;
- la fig. 4 è un grafico che illustra la banda di lavoro della sorgente di illuminazione dell'apparecchiatura di fig. 1 e di un filtro NPB;

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- la fig. 5 è un grafico che illustra la banda di lavoro ottimale della sorgente di illuminazione dell'apparecchiatura di fig. 1 e di un filtro NPB;
- la fig. 6 è un grafico che illustra l'irraggiamento solare al livello dell'acqua in relazione alla sorgente di illuminazione dell'apparecchiatura di fig. 1 e di un filtro NPB.

DESCRIZIONE DI UNA FORMA DI REALIZZAZIONE DEL PRESENTE TROVATO

Con riferimento alle figure 1 e 2, un'apparecchiatura di rilevazione 10 secondo il presente trovato è illustrata montato in un'imbarcazione 11.

L'apparecchiatura di rilevazione 10 comprende una sorgente di illuminazione, o emettitore di luce 12, vantaggiosamente di tipo laser e a impulsi, configurato per generare un fascio di luce collimata 13 a una determinata lunghezza d'onda, vantaggiosamente nell'intervallo da 380 nm (nanometri) a 540 nm.

Dato quest'ultimo parametro, il fascio di luce collimata 13 è in grado anche di propagarsi nell'acqua, ad esempio del mare, indicato con il numero di riferimento 14 in fig. 1, anche al di sotto della sua superficie, per alcuni metri, da 1 (acqua

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

torbida) a 5 m (acqua limpida), in dipendenza della sua torbidità.

Il fascio di luce collimata 13 emesso dall'emettitore di luce 12 viene prima espanso da un dispositivo di espansione del raggio 15 (fig. 2) ad esso associato, che vantaggiosamente lo sagoma in forma di linea luminosa con un'apertura sostanzialmente parallela alla linea dell'orizzonte, inclinata di un angolo α di pochi gradi, vantaggiosamente nell'intervallo da 3° a 8°. In fig. 1, che è una schematizzazione dell'apparecchiatura di rilevazione 10, l'angolo α è rappresentato con un'ampiezza molto più grande di quella effettiva sopra citata.

L'apparecchiatura di rilevazione 10 comprende anche una telecamera 16, del tipo ad alta sensibilità e velocità, nota in sé e reperibile in commercio.

E' comunque consigliato che la telecamera 16 abbia i seguenti requisiti tecnici:

- basso errore di sincronizzazione: idealmente tale errore dovrebbe essere inferiore a <100 ns (nanosecondi): una precisa sincronizzazione dell'acquisizione con l'impulso di ritorno è fondamentale per poter acquisire l'impulso di ritorno stesso utilizzando tempi di esposizione ridotti.

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- possibilità di avere tempi di esposizione ridotti, uguali o meglio inferiori a 1 μs (microsecondo): tale caratteristica serve per acquisire la minor quantità di luce di cielo possibile al fine di ottenere il massimo rapporto segnale/rumore;

- banda spettrale: tutto il visibile, meglio se con buona performance nella parte blu viola (l'infrarosso non serve) in accordo con la banda adatta al funzionamento ottimale del suo sensore;

- formato sensore: 1/2" o maggiore: una elevata superficie del sensore comporta che sia raccolta una maggiore quantità di luce, indispensabile per ottenere un segnale sufficiente e, vantaggiosamente evitare di utilizzare costosi componenti come intensificatori di luce;

- risoluzione VGA o maggiore: si tratta di una risoluzione non particolarmente elevata adatta ad ottenere elevata sensibilità: pixel grandi = molta sensibilità;

- binning: si tratta della caratteristica di raggruppare pixel per righe e colonne adiacenti a formare pixel di dimensione maggiore e quindi di maggiore sensibilità e minor rumore. Tale caratteristica è molto vantaggiosa per portare una telecamera di risoluzione molto maggiore di VGA e con

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

formato molto grande per il sensore a una bassa risoluzione e ad una elevata risoluzione.

- medio/alto frame rate: vantaggiosamente frequenze di acquisizione particolarmente elevate (100 FPS, Frame Per Second) o maggiore comportano una elevata sovrapposizione (overlapping) tra le aree di superficie del mare 14 consecutivamente acquisite migliorando l'affidabilità del sistema.

E' anche consigliato che la telecamera 16 abbia i seguenti ulteriori requisiti tecnici:

- parzializzazione: è vantaggiosa se consente di ottenere un elevato frame rate da modelli commerciali riducendo il numero di linee acquisite per adattarsi alla forma molto stretta dell'area di scansione. Tale caratteristica è comunemente disponibile in quasi tutte le telecamere digitali commerciali;

- alta dinamica: si tratta di avere una profondità di immagine a 12 o meglio a 16 bit. Tale caratteristica, disponibile in molte telecamere digitali commerciali, è utile per poter acquisire ed elaborare immagini con un alta dinamica cioè con alto contrasto (presenza di zone chiare e scure contemporaneamente);

- tecnologia sensore: i sensori Back-illuminated CCD sono migliori dei CCD comuni in quanto hanno un'alta QE (Quantum Efficiency); tale tecnologia migliora il

rapporto segnale rumore del sensore anche del 100%, ma a un costo molto elevato;

- dual frame: si tratta della caratteristica che consente di fare acquisizioni molto ravvicinate, con distanza temporale di 1 microsecondo o inferiore, quindi molto più ravvicinate del periodo tra i frame successivi; tale caratteristica non è comunemente disponibile nelle telecamere digitali commerciali. Se disponibile, tale caratteristica è molto vantaggiosa in quanto consentirebbe di poter effettuare analisi differenziali tra immagini acquisite con e senza impulso luminoso, soprattutto se ad alta dinamica. L'elaborazione in questo caso sarebbe molto semplificata.

Alla telecamera 16 è associato un filtro passa banda stretto, o NBP (Narrow Bandpass Filter), 17 e un'ottica 18 del tipo C-mount ad alta luminosità, che è più avanti descritta in dettaglio.

L'emettitore di luce 12 con l'associato dispositivo di espansione del raggio 15, la telecamera 16 con il filtro 17 e l'ottica 18 sono montati all'interno di un contenitore ermetico 19 tramite una piattaforma girostabilizzata 20 di tipo noto in sé.

Se il fascio di luce collimata 13 in uscita dal dispositivo di espansione del raggio 15 colpisce un

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

ostacolo 21 (fig. 1), ad esempio un oggetto semisommerso, o un'area di basso fondale, o un cetaceo, o qualunque altro oggetto in prossimità della superficie inquadrata, si genera una eco luminosa 22.

Tale eco luminosa 22 viene vantaggiosamente filtrata con il filtro 17 centrato nella banda dell'emettitore di luce 12. In questo modo la quasi totalità, ossia almeno da 70% a 90% dell'eco luminosa 22 prodotta dall'ostacolo 21 raggiunge il sensore della telecamera 16, mentre tutta la porzione di luce diurna al di fuori della banda stretta del filtro, che è stimata almeno il 98%, viene rigettata.

Un'ulteriore selettività rispetto alla luce diurna del cielo è ottenuta andando ad acquisire l'immagine con la telecamera 16, solo nella finestra temporale corrispondente all'eco luminoso 22 di ritorno. Tale intervallo di acquisizione dell'immagine risulta ritardato, rispetto all'emissione dell'impulso luminoso dell'emettitore di luce 12, del tempo di andata e ritorno dell'impulso luminoso che è funzione della distanza della porzione di mare analizzata dall'apparecchiatura di rilevazione 10.

Per fare un esempio, se la distanza di lavoro dell'apparecchiatura di rilevazione 10 dall'ostacolo 21 è pari a 600 metri, il ritardo è di circa 4 μs

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

(microsecondi), ossia il tempo impiegato dalla luce per percorrere 1.200 m, cioè la somma tra il percorso di andata e il percorso di ritorno.

L'ottica 18 della telecamera 16 è ad elevata luminosità (ad esempio F/D = 1 o migliore) per raccogliere la debole eco luminosa 22 dell'oggetto galleggiante. A una distanza di 600 metri l'apertura dell'obiettivo ottico della telecamera 16 equivale a un'inquadratura nell'intervallo da 32 m a 84 m. Una tale inquadratura è congruente con gli scopi del presente trovato in quanto permette di ottenere un ingrandimento "tele" dell'ordine 10x, che produce immagini nitide del campo marino che verrà attraversato dall'imbarcazione 11.

L'ingrandimento è paragonabile a quello prodotto da un binocolo e consente di avere buona percezione di ostacoli 21 che a occhio nudo sarebbero al di sotto della soglia di visibilità.

In pratica il campo angolare inquadrato non cambia in funzione della distanza inquadrata, così che la telecamera 16 e l'associata ottica 18 possono essere utilizzate per rilevare ostacoli 21 a distanze anche dell'ordine di alcuni km.

La telecamera 16 è posizionata a fianco dell'emettitore di luce 12 ed è provvista di un

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

sensore CCD tradizionale, e non quindi IR, trasforma l'eco luminosa 22 in una immagine digitale che viene inviata ad un'unità di elaborazione 23.

L'unità di elaborazione 23, può essere un computer di qualunque tipo, anche portatile, meglio se con caratteristiche adatte all'ambito nautico e possibilità di integrare almeno tre schede sugli slot interni e dotato di software o di una scheda dotata di processore e software embedded.

L'unità di elaborazione 23 è configurata per provvede a identificare ed evidenziare le anomalie corrispondenti all'ostacolo 21 o agli ostacoli 21 galleggianti, a ricostruire l'immagine del mare 14 di fronte all'imbarcazione 11 in forma di immagine ricostruita (sinottico), visualizzata in un'interfaccia, ad esempio un monitor di tipo noto e non rappresentato nei disegni.

Il software di individuazione degli ostacoli 21 è basato su un algoritmo di filtraggio adattativo che si adatta alla luce 24 del cielo 25, schematizzati in fig. 1, e alla risposta media del mare 14 verso l'apparecchiatura di rilevazione 10 in termini di segnale di fondo nella determinata condizione ambientale in cui si trova l'imbarcazione 11, ossia luce ambiente, direzione, ondosità del mare, tempo

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

meteorologico, ecc.

La luce 24 costituisce il riverbero del cielo 25 sull'acqua del mare 14, come visto dall'imbarcazione 11.

Le alterazioni del suddetto fondo sono individuate mediante un opportuno algoritmo di convoluzione. Tali alterazioni sono sempre riportate in un sinottico video 26 nell'interfaccia dell'apparecchiatura di rilevazione 10.

Le alterazioni nell'immagine elaborata sono misurate e, se maggiori di una serie di parametri soglia regolabili, riguardanti sia l'intensità che le dimensionali, sono classificate come oggetto galleggiante pericoloso e generano un allarme, anche sonoro, tramite un dispositivo di segnalazione 27 disponibile all'interfaccia DATI OUT, che può essere di vario tipo, a seconda dell'applicazione e delle caratteristiche tecniche dell'interfaccia dati del sistema che li riceve.

Inoltre l'unità di elaborazione 23 è collegata tramite un canale di comando e programmazione 28 ad un'unità di sincronizzazione 29, che a sua volta è collegata all'emettitore di luce 12 e alla telecamera 16.

L'unità di elaborazione 23 può ricevere ulteriori

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

dati rispetto alla posizione, velocità e rotta dell'imbarcazione 11 attraverso un qualunque ingresso DATI IN, di qualunque tipo noto in sé e non rappresentato nei disegni.

L'unità di elaborazione 23 può anche, opzionale, generare un segnale di massima allerta in caso di prevista collisione, che può essere trasmesso attraverso l'interfaccia DATI OUT al dispositivo di segnalazione 27.

L'unità di elaborazione 23 è configurata e programmata per svolgere almeno le seguenti funzioni:

- gestione e comando dell'unità di sincronizzazione 29: è infatti fondamentale per il corretto funzionamento dell'apparecchiatura di rilevazione 10 che la generazione degli impulsi luminosi da parte dell'emettitore di luce 12 e l'acquisizione delle immagini da parte della telecamera 16 siano perfettamente sincronizzate fra loro;
- interfaccia dei dispositivi: se per l'operatore si tratta di un'apparecchiatura di rilevazione che non ha bisogno di alcun comando, a livello tecnico sono state rese disponibile tutte le interfacce di programmazione e setup dei vari dispositivi e componenti che compongono l'apparecchiatura di rilevazione 10;
- comunicazione remota: l'unita di elaborazione 23,

oltre all'interfaccia video, ha caratteristiche di accessibilità da un sito remoto (ad esempio per aggiornamento del software dell'apparecchiatura di rilevazione 10 e/o dei diversi firmware dei vari dispositivi che compongono la stessa apparecchiatura di rilevazione 10);

- dispositivi di ingresso esterni: ad esempio, ma non limitatamente, il sistema di navigazione GPS per ricondurre la scansione dell'apparecchiatura di rilevazione 10 a un preciso ambito geografico;

- interfaccia DATI OUT: in caso di pericolo di collisione è generato un segnale di allarme tramite una scheda di I/O; i segnali disponibili all'interfaccia DATI OUT sono i seguenti: warning, allarme grave, segnale per warning ottico, segnale per warning acustico, segnale per allarme ottico segnale per allarme acustico. Sono inoltre generati allarmi in caso di malfunzionamento di un dispositivo o di un dispositivo fuori servizio;

- acquisizione dell'immagine: tale funzione viene fatta dalla scheda di acquisizione (frame grabber) inserita in uno degli slot del calcolatore;

- elaborazione l'immagine. Tale funzione è una parte importante dell'apparecchiatura di rilevazione 10 ed è descritta più avanti.

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

L'unità di elaborazione 23 è anche in grado di comunicare lo stato di pericolo a dispositivi portatili all'interno dell'imbarcazione 11, quali cellulari, smartphone, tablet PC, o altri dispositivi provvisti di rete WiFi, bluetooth, GSM, UMTS;

E' anche previsto che l'unità di elaborazione 23 sia provvista di, o abbinata a un dispositivo hardware/software che consente di archiviare l'input video per individuare le cause di incidenti in mare, al fine di definire strategie per la prevenzione e la sicurezza.

In condizioni di luce crepuscolare, o notturna, è molto più facile ottenere la condizione di sufficiente illuminazione dell'ostacolo 21 (rapporto segnale/rumore adatto alla rilevazione) per la ridotta intensità della luminosità del cielo.

Per il dimensionamento dell'emettitore di luce 12 si è tenuto conto che l'irraggiamento solare al suolo in condizioni ottimali raggiunge i 1000 W/m^2 e che la luminosità di cielo è data dalla componente diffusa per scattering di Rayleigh (ma anche altri effetti diffusivi) determina una componente di irraggiamento al suolo dell'ordine di 200 W/m^2. Tale flusso luminoso (componente diffusa) si può ritenere, arbitrariamente, provenire in maniera uniformemente distribuita

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

dall'intera semisfera celeste. Il flusso luminoso proveniente dallo spicchio di cielo intercettato dall'angolo solido di inquadratura visuale dell'apparecchiatura di rilevazione 10 sarà vantaggiosamente tanto più piccolo tanto minore sarà tale angolo solido di inquadratura. Vantaggiosamente si otterrà una maggiore intensità luminosa dall'emettitore di luce 12, convogliando tutto il fascio di luce collimata 13 da esso generato nell'angolo solido di inquadratura; vantaggiosamente tale fascio di luce collimata 13 risulterà tanto più intenso tanto più è contenuto l'angolo solido di inquadratura.

In mare aperto non è pensabile operare all'interno di un classico "box visione", come avviene in ambito industriale, dove si utilizza una illuminazione fuori dallo spetto visibile, o IR o UV, abbinata a un filtro passa banda, nella stessa banda delle sorgenti di illuminazione e posto davanti all'obiettivo di una telecamera, così che solo la frazione di luce ambiente nella stessa banda delle sorgenti luminose può raggiungere il sensore della telecamera.

L'abbinamento tra l'emettitore di luce 12 e il filtro 17 NPB raggiunge la massima efficacia quando si utilizzano sorgenti monocromatiche, come ad esempio,

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

ma non esclusivamente, i laser.

Nell'apparecchiatura di rilevazione l'illuminazione è praticamente monocromatica e può essere utilizzato un filtro 17 NBP con una larghezza di banda di pochi nanometri, centrata sulla frequenza dell'emettitore di luce 12 a laser, come rappresentato nel grafico di fig. 4, in cui con una linea continua è rappresentata la banda passante BP del filtro 17 e con una linea tratteggiata è rappresentata la banda di emissione BE dell'emettitore di luce 12.

Con l'impiego dell'emettitore di luce 12 monocromatico e del filtro 17 NBP con larghezza di banda tra 1 nm e 5 nm si è stato possibile attenuare l'intensità della luce diurna riflessa sul mare da 2 a 3 ordini di grandezza.

La banda spettale dell'emettitore di luce 12 è tale da penetrare al meglio l'acqua di mare 14, in modo di poter raggiungere anche gli ostacoli 21 immersi e avere una riflessione di risposta su di essi.

Come specificato in precedenza, le lunghezze d'onda dell'emettitore di luce 12 più opportune e vantaggiose, sono nella banda di lavoro BL compresa nell'intervallo fra 380 nm e 540 nm, ossia dal vicino UV al verde-azzurro, rappresentata dalla zona

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

tratteggiata nel grafico di fig. 5.

Nell'ambito di tale intervallo, la scelta della lunghezze d'onda specifica sarà un compromesso tra frequenze di massima trasparenza dell'acqua di mare, frequenze di minor radiazione solare, disponibilità di mercato delle sorgenti di illuminazione, e costo delle stesse.

La frazione di luce diurna che potrà raggiungere il sensore della telecamera 16 (fig. 2) è limitata grandemente dal filtro 17 NPB, come rappresentato in fig. 6, dove è schematicamente illustrato l'irraggiamento solare al livello del mare 14, con evidenziata tratteggiata la banda di lavoro BL.

Per quanto riguarda l'emettitore di luce 12, è vantaggioso l'utilizzo di una sorgente di luce pulsata per ottenere un maggiore isolamento dalla luce ambientale. La tecnologia più adatta è quella dei laser Q-switch. Tali sorgenti di illuminazione hanno una potenza media di pochi watt, ma sono in grado di generare impulsi di brevissima durata con potenze che raggiungono l'ordine delle centinaia di kW. Ad esempio un impulso di 2 mJ (millijoule) emesso in 20 ns (nanosecondi) ha una potenza di 100 kW.

L'impiego del suddetto tipo di emettitore di luce 12 comporta i seguenti vantaggi:

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- acquisendo l'immagine della superficie dell'acqua 14 con la telecamera 16, esponendo il sensore di quest'ultima per il brevissimo intervallo di tempo di durata dell'eco luminosa 22, o impulso luminoso, si ottiene un favorevole rapporto tra l'intensità dell'emettitore di luce 12 (alcune centinaia di kW) è l'intensità della luce ambientale;

- sincronizzando l'acquisizione dell'immagine con l'eco luminosa 22 di ritorno si evita di acquisire la diffusione (scattering) del fascio di luce collimata 13 di andata. L'immagine del fascio di luce collimata 13 di andata si può considerare come un disturbo, che in casi di foschia andrebbe a mascherare completamente l'impulso di ritorno, ossia dell'eco luminosa 22.

La strutturazione del fascio di luce collimata 13 è ottenuta mediante il dispositivo di espansione del raggio 15. Quest'ultimo, a differenza dei dispositivi noti nella tecnica, che generano ognuno un fascio cilindrico collimato, ha le seguenti caratteristiche peculiari:

- espande la sezione del fascio di luce collimata 13, in modo che la sua espansione sia tale da ridurre al minimo la pericolosità dello stesso fascio di luce collimata 13 alla sezione di uscita del dispositivo di espansione del raggio 15. Per ragioni di sicurezza è

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

opportuno che l'intensità del fascio di luce collimata 13 non superi, in termini di potenza continua, i 1.000 W/m^2, preferibilmente un valore decisamente inferiore, ossia compreso fra 1 W/m^2 e 100 W/m^2;

- strutturare il fascio di luce collimata 13 in modo che siano generate una o più linee ottiche di illuminazione, similmente a quanto avviene con i laser generatori di linea. In questo modo la potenza dell'emettitore di luce 12 è distribuita su una superficie più ridotta rispetto a un'emissione omogenea entro un angolo solido a sezione circolare.

La linea luminosa del fascio di luce collimata 13 ha vantaggiosamente le seguenti caratteristiche dimensionali:

- apertura del fascio di luce collimata 13 parallelamente alla linea dell'orizzonte: da 10% a 20% maggiore dell'angolo β (fig. 2) di inquadratura della telecamera 16, che è compreso fra 0,4° e 0,8° (in fig. 2, che è una schematizzazione dell'apparecchiatura di rilevazione 10, l'angolo β è rappresentato con un'ampiezza molto più grande di quella effettiva sopra citata);
- spessore del fascio di luce collimata 13 ortogonalmente alla linea dell'orizzonte tale da ottenere una larghezza L (fig. 3) della riga luminosa,

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

e quindi della porzione di mare illuminata, compresa tra 10 m e 30 m.

- essere angolata rispetto all'orizzonte del suddetto angolo α (fig. 1), tale che la distanza di rilevamento D fra l'apparecchiatura di rilevazione 10 e l'ostacolo 21 risulti vicino al valore della formula empirica D = Hx120 dove H rappresenta l'altezza (riferita alla superficie del mare) alla quale risulta installata la stessa l'apparecchiatura di rilevazione 10.

Vantaggiosamente è opportuno installare l'apparecchiatura di rilevazione 10 alla massima altezza H disponibile sull'imbarcazione 11 per ottenere il massimo preavviso in caso di pericolo di collisione. Ad esempio per un megayacht tale altezza H è di circa 5 metri e la distanza di lavoro può essere così di circa 600 metri, un valore sufficiente per avere un preavviso di circa un minuto alla velocità di crociera di 20 nodi.

Secondo una variante, per la strutturazione del fascio di luce collimata 13, anziché la sopra citata ottica 18 del tipo C-mount ad alta luminosità, può essere utilizzata una qualunque ottica generatrice di linea reperibile in commercio, opportunamente dimensionata o, in alternativa, un'ottica cilindrica e/o bicilindrica in combinazione per ottenere la sopra

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

descritta sagomatura del fascio di luce collimata 13.

La piattaforma girostabilizzata 20 è importante per garantire il puntamento dell'apparecchiatura di rilevamento 10, e in particolare dell'emettitore di luce 12 e dell'associata telecamera 16, verso una sezione della superficie del mare 14 con la stessa posizione relativa davanti all'imbarcazione 11. Pertanto l'emettitore di luce 12 e la telecamera 16, mantenuti solidali tra loro, devono essere disposti sulla piattaforma girostabilizzata 20, di tipo basculante, affinché quest'ultima mantenga la regione inquadratura fissa, compensando gli angoli di beccheggio e di rollio dell'imbarcazione 11.

L'unità di sincronizzazione 29 è configurata per generare gli impulsi che comandano l'emissione luminosa da parte dell'emettitore di luce 12 e il ritardo per l'acquisizione delle immagini da parte della telecamera 16. Il ritardo di acquisizione è vantaggiosamente programmabile per adattarsi al tempo di andata e ritorno del fascio di luce collimata 13. Fisicamente l'unità di sincronizzazione 29 è vantaggiosamente realizzata mediante una scheda hardware integrata nella stessa unità di elaborazione 23.

È opportuno che l'acquisizione dell'immagine da

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

parte della telecamera 16 sia comandata con un certo anticipo per avere la certezza di acquisire la zona illuminata dall'impulso luminoso. Vantaggiosamente l'unità di sincronizzazione 29 può essere realizzata con un dispositivo (scheda di acquisizione) che trasferisce le immagini dalla telecamera 16 a una memoria di elaborazione dell'unità di elaborazione 23.

Gli algoritmi di elaborazione sono stati realizzati con il linguaggio C# e ambiente di sviluppo .Net di Microsoft, basandosi sul paradigma della programmazione OOP (Object Oriented Programming).

In alternativa, alcune parti possono essere realizzate in C/C++, ad esempio quando non sono disponibili driver .Net per alcun dispositivi dell'apparecchiatura di rilevazione 10.

Tutte le immagini acquisite hanno in comune il fatto di essere monocromatiche, non risulta infatti di nessun vantaggio l'uso di telecamere a colori in abbinamento a sorgenti di illuminazione monocromatiche.

Il software di individuazione degli ostacoli 21 implementa un set di euristiche di elaborazione dell'immagine per adattarsi alle possibili condizioni di visibilità dell'ostacolo 21 e quindi alle possibili modalità di acquisizione. Le modalità di acquisizione

Il mandatario:
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

utilizzate sono le seguenti:

- acquisizione solo con l'emettitore di luce 12 sincronizzato: tale è la condizione di default per la navigazione notturna;
- acquisizione con la l'emettitore di luce 12 sincronizzato e senza alcuna sorgente di illuminazione: è infatti plausibile che in alcune condizioni la telecamera 16 possa individuare un ostacolo 21 galleggiante anche grazie alla sola illuminazione ambientale;
- acquisizione in modalità dual frame con e senza sorgente di illuminazione: se disponibile a livello della telecamera 16, tale modalità consente di effettuare un'analisi differenziale dell'immagine con notevole incremento delle prestazioni sia in termini di sensibilità sia di affidabilità;
- acquisizione senza sorgente di illuminazione: tale condizione potrebbe essere dettata da norme di sicurezza che impediscono di utilizzare sorgenti laser pulsate entro una certa distanza dalla costa per prevenire incidenti da abbagliamento, o perché la navigazione avviene esattamente verso il sole e in tal caso la sorgente di illuminazione potrebbe risultare inutile.

Le modalità che comportano una doppia acquisizione

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

gestiscono automaticamente anche i parametri di acquisizione in quanto è assai improbabile che le immagini con e senza sorgente di illuminazione possano essere acquisite con lo stesso set di parametri.

Ovviamente la commutazione tra le modalità sopra descritte non può essere demandata ad un operatore, ma è automatica in base a un algoritmo di decisione che utilizza come input le seguenti informazioni:

- ora locale (GPS)
- posizione locale (GPS)
- condizioni di visibilità e del mare (mediante elaborazione immagini rilevate dalla telecamera 16)
- direzione della navigazione (GPS)
- velocità dell'imbarcazione 11 (GPS, strumentazione di bordo)

Ciascuna immagine, indipendentemente da come è acquisita dalla telecamera 16 deve essere elaborata per individuare la presenza di eventuali ostacoli 21 alla navigazione. La superficie del mare 14 non è un oggetto statico, ma è estremamente variabile sia in termini di "rugosità" dovuta al moto ondoso che come brillantezza dovuta al descritto riflesso della luce 24 del cielo 25. Inoltre ciascun ostacolo 21 potrà apparire, a seconda della modalità di acquisizione, più chiaro o più scuro dello sfondo dato dalla

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

superficie del mare 14.

Le immagini acquisite in abbinamento ad un qualsiasi ostacolo 21, incluso un basso fondale, (foreground) devono apparire più chiare rispetto al contesto (background). Per tale ragione il software di elaborazione dell'apparecchiatura di rilevazione 10 è basato sul sopra citato algoritmo di filtraggio adattativo che si adatta sia alla luce di cielo che alla risposta media del mare all'illuminatore integrato nell'apparecchiatura di rilevazione 10. In pratica tale algoritmo di filtraggio adattativo, che funge da filtro, definisce continuamente il background dell'immagine in termini di segnale di fondo nella determinata condizione ambientale in cui si trova l'imbarcazione 11 (ad esempio la luce ambiente, la direzione, l'ondosità del mare, il tempo meteorologico, ecc.).

Le alterazioni di tale fondo rappresentano gli eventuali ostacoli alla navigazione: esse sono individuate mediante il sopra citato algoritmo di convoluzione; anche i parametri della convoluzione potranno essere ricavati mediante una euristica adattativa.

In alternativa, si possono definire delle maschere ottimali di convoluzione, adatte a determinate

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

circostanze. Ogni alterazione è sempre riportate nel sinottico video nell'interfaccia dell'apparecchiatura di rilevazione 10.

Le alterazioni nell'immagine elaborata sono misurate e, se maggiori di una serie di parametri soglia regolabili, riguardanti sia l'intensità che le dimensioni, sono classificate come ostacolo 21 pericoloso e generano un allarme, anche sonoro disponibile all'interfaccia DATI OUT.

Un particolare approfondimento è anche fatto per la casistica dei bassi fondali dove c'è un graduale passaggio dalla condizione di profondità adeguata alla secca, senza che sia rilevata una discontinuità del tipo ostacolo pericoloso. In questo caso è necessario monitorare l'andamento del background, nelle immagini acquisite con la telecamera 16, in termini di soglia assoluta, correlata sia alla luminosità del cielo (direzione, ora, posizione) che ai parametri di navigazione (velocità).

Pertanto, in sintesi, il procedimento di rilevazione secondo il presente trovato, per rilevare gli ostacoli 21 alla navigazione per via d'acqua, ad esempio utilizzando l'apparecchiatura di rilevazione 10, comprende una fase di emissione del fascio di luce collimata 13, che è vantaggiosamente un fascio laser e

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

ancora più vantaggiosamente un fascio laser a impulsi.

Il procedimento di rilevazione comprende anche una fase di rilevazione, in cui mezzi optoelettronici, che comprendono almeno la telecamera 16, rilevano automaticamente la presenza degli ostacoli 21, siano essi galleggianti, semisommersi, o immersi fino ad alcuni metri, alla distanza di rilevamento D sufficiente ad evitare una collisione.

Il procedimento di rilevazione comprende anche una fase di generazione, nella quale i mezzi optoelettronici, che includono anche il filtro 17 NBP, l'ottica 18, l'unità di elaborazione 23 e l'unità di sincronizzazione 29, generano un'immagine della superficie del mare 14 e nella quale gli ostacoli 21 rilevati dalla telecamera 16 sono portati a un livello di contrasto rispetto alla superficie del mare 14 tale che gli ostacoli 21 stessi sono individuati mediante elaborazione, da parte dell'unità di elaborazione 23, basata sui principi della visione artificiale.

Il procedimento di rilevazione comprende anche una fase di determinazione, nella quale i mezzi optoelettronici ottengono un determinato contrasto fra ciascuno degli ostacoli 21 e uno sfondo, che comprende la superficie del mare 14, mediante il fascio di luce collimata 13, contrasto che è necessario per la

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

segmentazione automatica, o separazione, di ciascuno degli ostacoli 21 dallo sfondo mediante l'elaborazione di immagine.

L'apparecchiatura di rilevazione 10 ed il relativo procedimento secondo il presente trovato permettono di ottenere almeno i seguenti vantaggi:

- possibilità di rilevare, con sufficiente anticipo, la presenza di ostacoli alla navigazione per via d'acqua, siano essi galleggianti, semisommersi, affioranti, o a bassa profondità, ad esempio, ma non esclusivamente: container dispersi in mare, grandi cetacei, secche, ecc., in ogni condizione di luce sia diurna che notturna, e di generare automaticamente e per tempo un allarme quando sia rivelata una condizione di pericolo;
- possibilità di rilevare ostacoli alla navigazione per via d'acqua, isotermi con la superficie del mare e quindi non rilevabili con i dispositivi noti, quali ad esempio radar, sonar, telecamere IR;
- possibilità di ottenere un sinottico video, visibile nell'interfaccia grafica dell'unità di elaborazione 23, che rappresenta la mappa del mare 14 antistante l'imbarcazione 11 con la segnalazione della posizione di eventuali ostacoli 21 galleggianti, semisommersi, affioranti, o a bassa profondità, come secche, grandi

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

mammiferi marini e quanto può essere rilevato dalla telecamera 16, in ogni condizione di luce sia diurna che notturna.

Un dispositivo come descritto nel punto 3 in grado di produrre un sinottico video del mare antistante l'imbarcazione assenza di luce ambientale, che permetta la navigazione notturna in sicurezza;

- possibilità di prevenire la collisione con grandi mammiferi marini a tutela della conservazione delle specie protette.

- possibilità di strutturare il fascio di luce collimata 13 con un dispositivo di espansione del raggio, in grado di convogliare con la massima resa ottica il suddetto fascio di luce collimata 13 entro l'angolo solido dell'inquadratura, ottenendo inoltre un'elevata uniformità dell'illuminazione.

- possibilità di sincronizzare l'emissione degli impulsi luminosi da parte dell'emettitore di luce 12 con l'acquisizione della sola eco luminosa 22 di ritorno con la precisione del nanosecondo, basato sulla scheda di acquisizione di immagine opportunamente programmata;

- acquisizione di immagini da parte della telecamera 16 con tempi di esposizione sulla scala compresa tra 50 ns (nanosecondi) e 1 μs (microsecondi);

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

- una funzione software di elaborazione dell'immagine per l'elaborazione differenziale delle immagini acquisite a distanza temporale sulla scala dei μs (microsecondi) che sfrutta la tecnica di acquisizione dual frame della telecamera 16.

E' chiaro che all'apparecchiatura e al procedimento di rilevazione fin qui descritti possono essere apportate modifiche e/o aggiunte di parti, o di fasi, senza per questo uscire dall'ambito del presente trovato.

È anche chiaro che, sebbene il presente trovato sia stato descritto con riferimento ad un esempio specifico, una persona esperta del ramo potrà senz'altro realizzare molte altre forme equivalenti di apparecchiature e procedimenti di rilevazione aventi le caratteristiche espresse nelle rivendicazioni e quindi tutte rientranti nell'ambito di protezione da esse definito.

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura di rilevazione per rilevare ostacoli (21) alla navigazione per via d'acqua, **caratterizzata dal fatto che** comprende un emettitore di luce (12) configurato per emettere un fascio di luce collimata (13).

2. Apparecchiatura di rilevazione come nella rivendicazione 1, **caratterizzata dal fatto che** detto fascio di luce collimata (13) è un fascio laser.

3. Apparecchiatura di rilevazione come nella rivendicazione 2, **caratterizzata dal fatto che** detto fascio laser è a impulsi.

4. Apparecchiatura di rilevazione come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** detto fascio di luce collimata (13) ha una determinata lunghezza d'onda, vantaggiosamente nell'intervallo da 380 nm a 540 nm.

5. Apparecchiatura di rilevazione come in una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzata dal fatto che** comprende inoltre mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29) configurati per rilevare automaticamente la presenza di detti ostacoli (21), siano essi galleggianti, semisommersi o immersi fino ad alcuni metri, ad una distanza di rilevamento (D) sufficiente ad evitare una collisione.

Il mandatario
GIANCARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

6. Apparecchiatura di rilevazione come nella rivendicazione 5, **caratterizzata dal fatto che** detti mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29) comprendono una telecamera (16) e sono configurati per generare un'immagine della superficie dell'acqua (14) nella quale detti ostacoli (21) sono portati a un livello di contrasto rispetto a detta superficie dell'acqua (14) tale che detti ostacoli (21) sono individuati mediante elaborazione, da parte di un'unità di elaborazione (23), basata sui principi della visione artificiale.

7. Apparecchiatura di rilevazione come nella rivendicazione 5 o 6, **caratterizzata dal fatto che** detti mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29) sono anche configurati per ottenere un determinato contrasto fra ciascuno di detti ostacoli (21) e uno sfondo, che comprende la superficie dell'acqua (14), mediante detto fascio di luce collimata (13), detto contrasto essendo necessario per la segmentazione automatica, o separazione, di ciascuno di detti ostacoli (21) da detto sfondo mediante l'elaborazione di immagine.

8. Procedimento di rilevazione per rilevare ostacoli (21) alla navigazione per via d'acqua, **caratterizzato dal fatto che** comprende una fase di emissione di un fascio di luce collimata (13).

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

9. Procedimento di rilevazione come nella rivendicazione 8, **caratterizzato dal fatto che** detto fascio di luce collimata (13) è un fascio laser.

10. Procedimento di rilevazione come nella rivendicazione 9, **caratterizzato dal fatto che** detto fascio laser è a impulsi.

11. Procedimento di rilevazione come nella rivendicazione 8, 9 o 10, **caratterizzato dal fatto che** comprende una fase di rilevazione, in cui mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29), comprendenti una telecamera (16), rilevano automaticamente la presenza di detti ostacoli (21), siano essi galleggianti, semisommersi o immersi fino ad alcuni metri, ad una distanza di rilevamento (D) sufficiente ad evitare una collisione.

12. Procedimento di rilevazione come nella rivendicazione 9 o 10, **caratterizzato dal fatto che** comprende anche una fase di generazione, nella quale detti mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29) generano un'immagine della superficie dell'acqua (14) e nella quale detti ostacoli (21) rilevati da detta telecamera (16) sono portati a un livello di contrasto rispetto a detta superficie dell'acqua (14) tale che detti ostacoli (21) sono individuati mediante elaborazione, da parte di un'unità di elaborazione

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

(23), basata sui principi della visione artificiale.

13. Procedimento di rilevazione come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 8 a 12, **caratterizzato dal fatto che** comprende anche una fase di determinazione, nella quale detti mezzi optoelettronici (16, 17, 18, 23, 29) ottengono un determinato contrasto fra ciascuno di detti ostacoli (21) e uno sfondo, che comprende la superficie dell'acqua (14), mediante detto fascio di luce collimata (13), detto contrasto essendo necessario per la segmentazione automatica, o separazione, di ciascuno di detti ostacoli (21) da detto sfondo mediante l'elaborazione di immagine.

p. EIDON LAB s.c.a.r.l.

gdf/07-11-2012

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

CLAIMS

1. Detection apparatus to detect obstacles (21) to navigation in waterways, **characterized in that** it comprises a light emitter (12) configured to emit a beam of collimated light (13).

2. Detection apparatus as in claim 1, **characterized in that** said beam of collimated light (13) is a laser beam.

3. Detection apparatus as in claim 2, **characterized in that** said laser beam is pulsed.

4. Detection apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** said beam of collimated light (13) has a determinate wavelength, advantageously in the range of from 380 nm to 540 nm.

5. Detection apparatus as in any claim hereinbefore, **characterized in that** it also comprises opto-electronic means (16, 17, 18, 23, 29) configured to automatically detect the presence of said obstacles (21), whether they are floating, half-submerged or immersed up to several meters, at a detection distance (D) suitable to prevent a collision.

6. Detection apparatus as in claim 5, **characterized in that** said opto-electronic means (16, 17, 18, 23, 29) comprise a video camera (16) and are configured to generate an image of the surface of the water (14) in

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

which said obstacles (21) are taken to a level of contrast with respect to said surface of the water (14) such that said obstacles (21) are identified by means of processing, by a processing unit (23), based on the principles of artificial vision.

7. Detection apparatus as in claim 5 or 6, **characterized in that** said opto-electronic means (16, 17, 18, 23, 29) are also configured to obtain a determinate contrast between each of said obstacles (21) and a background, which comprises the surface of the water (14), by means of said beam of collimated light (13), said contrast being necessary for the automatic segmentation or separation of each of said obstacles (21) from said background by means of image processing.

8. Detection method to detect obstacles (21) to navigation in waterways, **characterized in that** it comprises a step of emitting a beam of collimated light (13).

9. Method as in claim 8, **characterized in that** said beam of collimated light (13) is a laser beam.

10. Method as in claim 9, **characterized in that** said laser beam is pulsed.

11. Method as in claim 8, 9 or 10, **characterized in that** it comprises a detection step, in which opto-

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

electronic means (16, 17, 18, 23, 29), comprising a video camera (16), automatically detect the presence of said obstacles (21), whether they are floating, half-submerged or immersed up to several meters, at a detection distance (D) suitable to prevent a collision.

12. Method as in claim 9 or 10, **characterized in that** it also comprises a generation step, in which said opto-electronic means (16, 17, 18, 23, 29) generate an image of the surface of the water (14) and in which said obstacles (21) detected by said video camera (16) are taken to a level of contrast with respect to said surface of the water (14) such that said obstacles (21) are identified by means of processing, by a processing unit (23), based on the principles of artificial vision.

13. Method as in any claim from 8 to 12, **characterized in that** it also comprises a determination step, in which said opto-electronic means (16, 17, 18, 23, 29) obtain a determinate contrast between each of said obstacles (21) and a background, which comprises the surface of the water (14), by means of said beam of collimated light (13), said contrast being necessary for the automatic segmentation or separation of each of said obstacles (21) from said background by means of image processing.

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

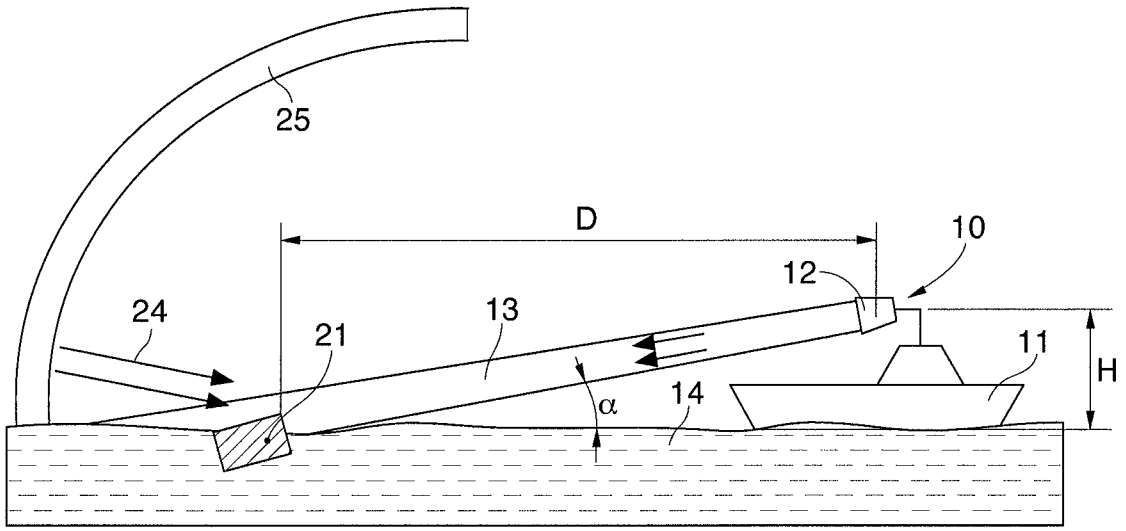


fig. 1

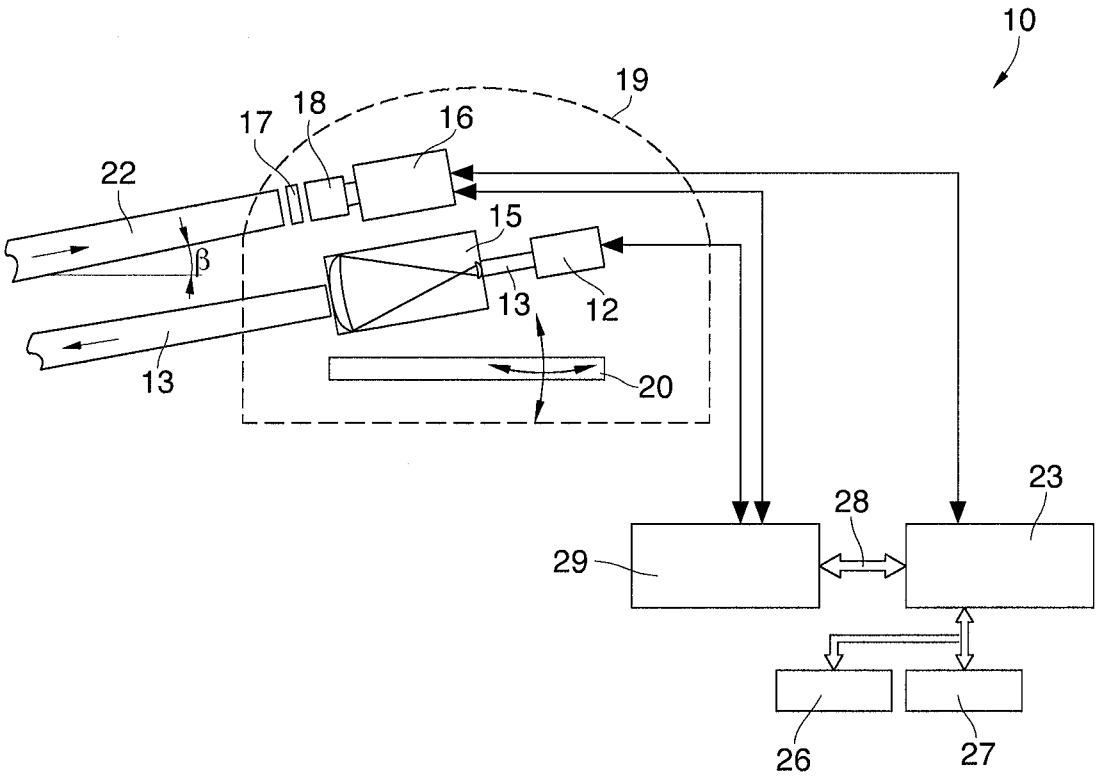


fig. 2

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

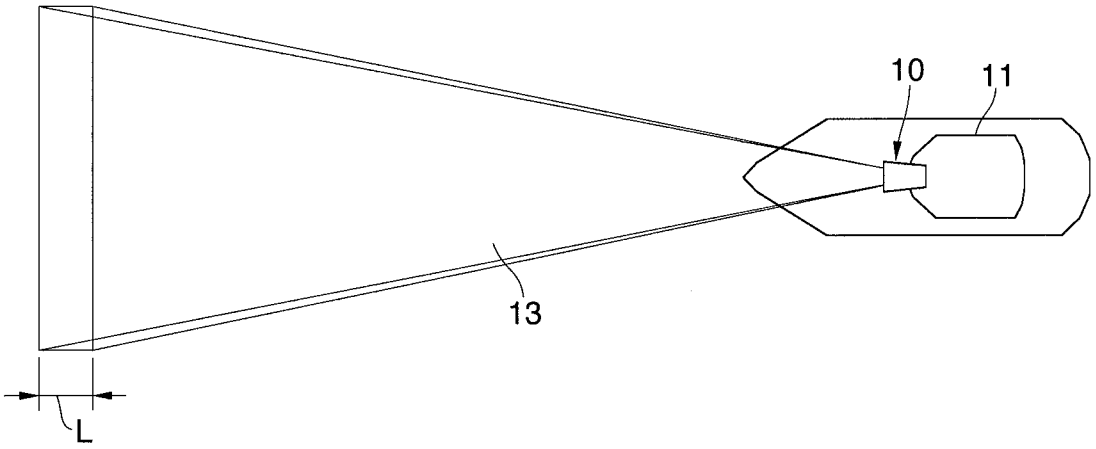


fig. 3

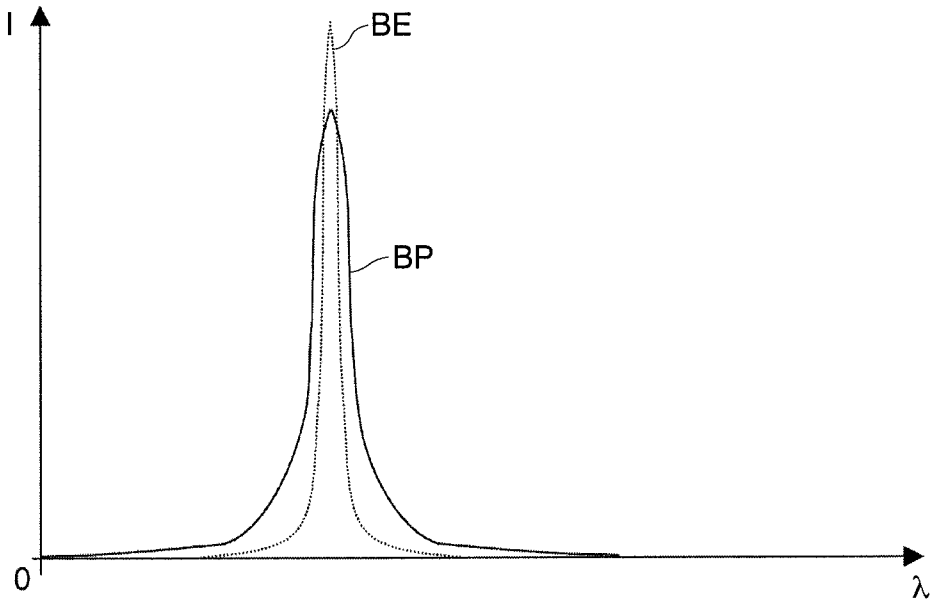


fig. 4

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

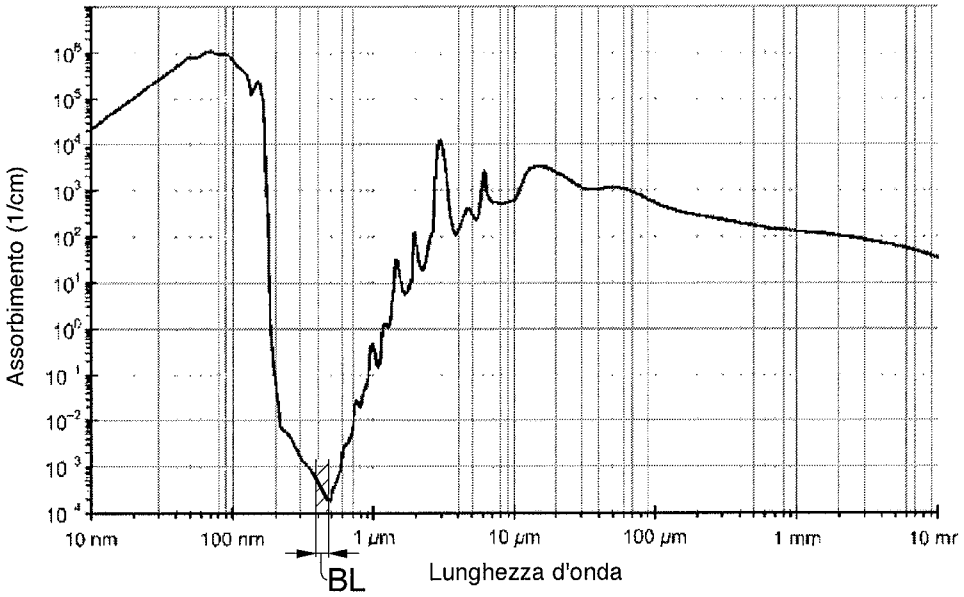


fig. 5

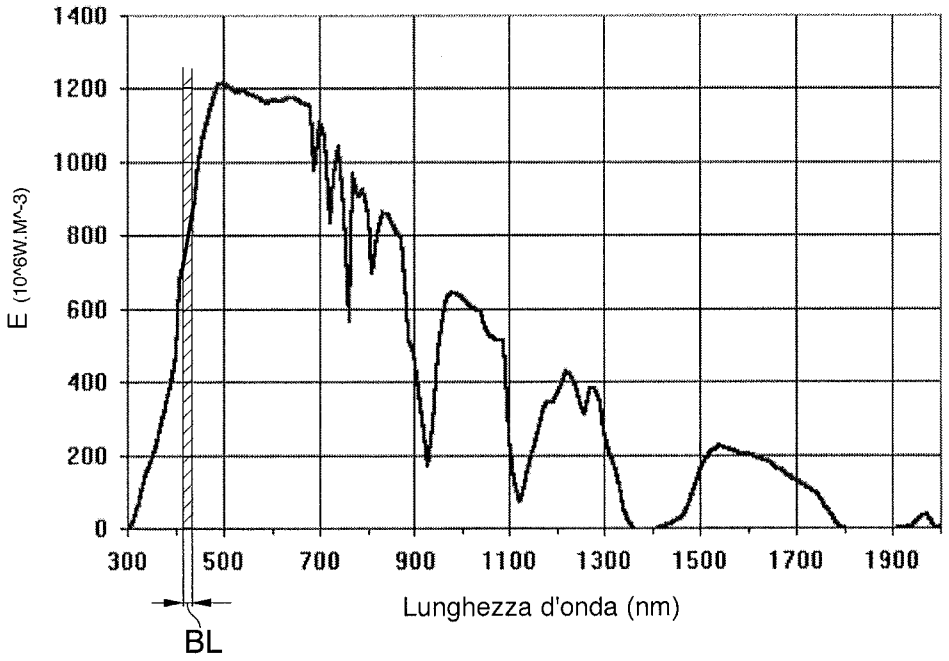


fig. 6

Il mandatario
GIAN CARLO DAL FORNO
(per sé e per gli altri)
STUDIO GLP S.r.l.
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE