

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6714261号
(P6714261)

(45) 発行日 令和2年6月24日(2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月9日(2020.6.9)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 S	7/539	(2006.01)	GO 1 S 7/539
GO 1 S	15/42	(2006.01)	GO 1 S 15/42
GO 1 S	15/60	(2006.01)	GO 1 S 15/60
GO 1 S	15/96	(2006.01)	GO 1 S 15/96
GO 1 S	15/62	(2006.01)	GO 1 S 15/62

請求項の数 8 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-507206 (P2018-507206)
(86) (22) 出願日	平成29年3月9日(2017.3.9)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/009493
(87) 国際公開番号	W02017/163904
(87) 国際公開日	平成29年9月28日(2017.9.28)
審査請求日	平成30年8月14日(2018.8.14)
(31) 優先権主張番号	特願2016-58007 (P2016-58007)
(32) 優先日	平成28年3月23日(2016.3.23)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)

(73) 特許権者	000166247 古野電気株式会社 兵庫県西宮市芦原町9番52号
(73) 特許権者	709002004 学校法人東北学院 宮城県仙台市青葉区土樋一丁目3番1号
(73) 特許権者	501168814 国立研究開発法人水産研究・教育機構 神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目3番3号
(74) 代理人	110000970 特許業務法人 楓国際特許事務所
(72) 発明者	西山 義浩 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水中探知装置、水中探知方法、および水中探知プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信部と、

前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出部と、

前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出部と、

前記情報算出部で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理部と、

を備え、

前記表示処理部は、前記情報を取得した各タイミング時の自船の位置に対応して地図上に前記情報を表示する水中探知装置。

【請求項2】

請求項1に記載の水中探知装置であって、

前記水中移動体検出部は、各水中移動体の深度を検出し、

前記情報算出部は、前記情報を深度別に算出し、

前記表示処理部は、前記情報を深度別に表示する水中探知装置。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の水中探知装置であって、

前記情報算出部は、複数の水中移動体の大きさの平均値を算出し、

前記表示処理部は、前記情報として、前記平均値を含めて表示する水中探知装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の水中探知装置であって、
前記水中移動体の種別を判別する判別部を備え、

前記表示処理部は、前記情報として、前記水中移動体の種別を含めて表示する水中探知装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の水中探知装置であって、

前記表示処理部は、前記情報をエコーグラムとともに前記水中移動体を検出したエコーグラム上の位置に対応した位置に表示する水中探知装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の水中探知装置であって、

前記水中移動体は、魚である、水中探知装置。

【請求項 7】

水中へ超音波信号を送信し、

該超音波信号による水中からのエコー信号を受信し、

前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出し、

前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出し、

算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示し、

前記情報を取得した各タイミング時の自船の位置に対応して地図上に前記情報を表示する、

20

水中探知方法。

【請求項 8】

コンピュータに、

水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信処理と、

前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出処理と、

前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出処理と、

30

前記情報算出処理で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理と、

を実行させるプログラムであって、

前記表示処理は、前記情報を取得した各タイミング時の自船の位置に対応して地図上に前記情報を表示する、

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水中に超音波信号を送信し、エコー信号から水中移動体の情報を取得する水中探知装置、水中探知方法および水中探知プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、水中探知装置の表示例としては、特許文献 1 の図 6 に示すようなエコーグラムが知られている。

【0003】

また、特許文献 2 には、魚礁情報データベースの表示画面の例として、海図上に魚礁位置に対応するマークが表示される態様が開示されている。また、特許文献 2 においては、利用者が各マークを選択する操作を行うと、魚礁の詳細を示す情報、および水中撮影されたビデオ映像等が表示される。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-87328号公報

【特許文献2】特開2008-178325号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

漁業関係者等にとっては、資源（魚等の水中移動体）の速度、および移動方向等の情報を得ることが重要である。

10

【0006】

しかし、特許文献1に示すようなエコーグラムの表示では、水中移動体の速度、および移動方向等を把握するのは困難である。

【0007】

また、特許文献2に示すような水中撮影されたビデオ映像では、撮影範囲外の水中移動体の存在を知ることができず、やはり水中移動体の速度、および移動方向等を把握するのは困難である。

【0008】

この発明は、従来では得られなかった情報を表示することができる水中探知装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明の水中探知装置は、水中へ超音波信号を送信し、該超音波信号による水中からのエコー信号を受信する送受信部と、前記エコー信号から水中移動体に関する個別情報を検出する水中移動体検出部と、前記個別情報に基づいて、前記水中移動体の移動速度に関する情報を含む情報を算出する情報算出部と、前記情報算出部で算出された前記移動速度に関する情報をベクトル表示する表示処理部と、を備えたことを特徴とする。

【0010】

このように、水中探知装置は、まず水中移動体に関する個別情報として、例えば該水中移動体の存在およびその位置を個別に検出する。水中移動体を個別に検出するためには、例えば既知のスプリットビームを用いたSSBL(Super Short Baseline)法を用いる。このSSBL法を用いることで、高い分解能で単体の水中移動体を検出することができる。よって、水中探知装置は、複数の魚が群れて泳ぐ魚群の単位ではなく、単体魚の位置を測定する。そして、水中探知装置は、検出した個別情報から、水中移動体の移動速度に関する情報を算出する。算出された水中移動体の移動速度に関する情報は、表示処理部により表示される。このように、水中探知装置は、複数の水中移動体が群れて泳ぐ群（魚群）の単位ではなく、各単体魚の位置に基づいて移動速度に関する情報を算出するため、水中移動体の正確な速度、および移動方向等を算出することができる。よって、利用者は、水中移動体の正確な速度、および移動方向等を把握することができる。

30

【発明の効果】

40

【0011】

この発明によれば、従来では得られなかった情報を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係る水中探知装置1の構成を示すブロック図である。

【図2】水中探知装置の処理フローを示す図である。

【図3】姿勢角の検出概念を説明するための図である。

【図4】傾角および入射角の検出概念を説明するための図である。

【図5】入射角の設定概念を示す図である。

【図6】反射強度TSの入射角特性の例を示す図である。

50

【図 7】魚種毎の反射強度 T S の姿勢角のテンプレート特性（正規化特性曲線）の例を示す図である。

【図 8】表示器 20 に表示される情報の一例を示した図である。

【図 9】情報を立体的に表示する場合の例を示す図である。

【図 10】平均魚体長をさらに表示する例を示す図である。

【図 11】エコーグラムとともに情報を表示する例を示す図である。

【図 12】エコーグラムとともに情報を 2 次元平面的に表示する例を示す図である。

【図 13】地図上に情報を表示する例を示す図である。

【図 14】地図上に情報を 2 次元平面的に表示する例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図 1 は、水中探知装置 1 の構成を示すブロック図である。水中探知装置 1 は、送受波器 10、送信部 11、送受切替器 121、送受切替器 122、送受切替器 123、送受切替器 124、受信部 13、演算処理部 14、記憶部 15、操作部 16、位置検出部 17、および表示器 20 を備えている。

【0014】

送受波器 10 は、船舶の船底等に固定されている。送受波器 10 は、送受切替器 121、送受切替器 122、送受切替器 123、または送受切替器 124 を介して送信部 11 から与えられた送信信号に基づいて超音波を水中へ送信する。

【0015】

送受波器 10 は、超音波が水中の魚 F i 等の水中移動体に反射して得られるエコーを受波し、エコー信号を出力する。エコー信号は、それぞれ送受切替器 121、送受切替器 122、送受切替器 123、または送受切替器 124 を介して受信部 13 へ入力される。

【0016】

送受波器 10 は、所要数の振動子（不図示）が束状に一体化されてなる。これらの振動子は、それぞれの振動面が同一平面上に所定パターンで配列されている。送受波器 10 は、送受波面が周方向に 4 分割されている。各分割面は、それぞれチャンネル C H 1、チャンネル C H 2、チャンネル C H 3、およびチャンネル C H 4 として設定される。

【0017】

これらチャンネル C H 1、チャンネル C H 2、チャンネル C H 3、およびチャンネル C H 4 は、それぞれ共通の指向特性を有する。例えば、チャンネル C H 1、チャンネル C H 2、チャンネル C H 3、およびチャンネル C H 4 は、7° の指向幅を有する。

【0018】

送受波器 10 は、送受波面の全体から超音波を所定の指向性で送信する。送受波器 10 は、魚 F i のエコーをチャンネル C H 1、チャンネル C H 2、チャンネル C H 3、およびチャンネル C H 4 でそれぞれ受波する。

【0019】

チャンネル C H 1、チャンネル C H 2、チャンネル C H 3、およびチャンネル C H 4 と船舶方位との関係は、チャンネル C H 1 と C H 4 とが船首（force）側であり、チャンネル C H 2 と C H 3 とが船尾（aft）側であり、さらに、チャンネル C H 1 と C H 2 とが右舷（starboard）側であり、チャンネル C H 3 と C H 4 とが左舷（port）側である。

【0020】

これにより、送受波器 10 は、チャンネル C H 1 およびチャンネル C H 4 の組とチャンネル C H 2 およびチャンネル C H 3 の組とにより指向幅内において船首方向および船尾方向のエコーを受波可能にしている。また、送受波器 10 は、チャンネル C H 1 およびチャンネル C H 2 の組とチャンネル C H 3 およびチャンネル C H 4 の組とにより、右舷および左舷方向からのエコーを受信可能にしている。

【0021】

送信部 11 は、FM（周波数変調）の送信信号を生成する。送信部 11 は、所定の送信

10

20

30

40

50

時間幅（例えば数十 μ 秒の時間幅）において、周波数を所定の範囲内でチャープさせることで送信信号を生成する。例えば、送信部11は、中心周波数が100KHzで、最低周波数が70KHz、最高周波数が130KHzであり、最低周波数から最高周波数に向かってチャープする送信信号を生成する。送信部11は、このような送信信号を送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124のそれぞれに出力する。

【0022】

送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送受波器10のチャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4を構成する各振動子に接続されている。

10

【0023】

送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送信部11から入力された送信信号を送受波器10に出力する。また、送受切替器121、送受切替器122、送受切替器123、および送受切替器124は、送受波器10のチャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコー信号を、受信部13へ出力する。

【0024】

受信部13は、LNA等を備え、各チャンネルのエコー信号を所定のゲインで増幅して、チャンネル毎のエコー信号を生成する。チャンネル毎のエコー信号は、演算処理部14へ入力される。

20

【0025】

演算処理部14は、コンピュータで構成される。演算処理部14は、記憶部15に記録されている制御プログラムを読み出して実行することにより、単体魚検出部141、情報算出部142、および表示処理部143として機能する。図2は、水中探知装置1の動作を示すフローチャートである。

【0026】

まず、上述したように、超音波信号の送信と、エコー信号の受信が行われる（S100）。次に、単体魚検出部（水中移動体検出部）141は、受信部13から入力されるエコー信号から単体魚を検出する（S101）。

【0027】

まず、単体魚検出部141は、各エコー信号を所定のサンプリング周期でサンプリングすることで、深度方向（時間方向）に離散化された強度データであるエコーデータを取得する。

30

【0028】

次に、単体魚検出部141は、送信タイミング毎（PING毎）に配列したエコーデータにおいて、例えば所定閾値以上の強度の反射があった場合に、魚Fiからの反射エコーと判断する。単体魚検出部141は、魚Fiからの反射エコーであると判断した場合、各チャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコーデータを、単体魚データとして記憶部15に記憶する。

【0029】

そして、単体魚検出部141は、既知のスプリットビームを用いたSSBL（Super Short Baseline）法を用いて各魚Fi（単体魚）の位置を検出する（S102）。SSBL法では、単体魚検出部141は、各チャンネルの単体魚データを用いて、船首（force）側、船尾（aft）側、右舷（starboard）側、および左舷（port）側のエコーデータを生成する。そして、単体魚検出部141は、各エコーデータにおいて超音波を送信してから魚Fiに到達するまでの時間差（または位相差）から、単体魚の到来角（方位情報）を求める。単体魚検出部141は、このようにして得られた方位情報と、魚Fiの反射エコーを受信したタイミングとから、単体魚の三次元位置情報を得る。なお、方位情報の算出は、検出された単体魚の全てに対して行われる。

40

【0030】

50

算出された三次元位置情報は、検出された単体魚の情報（各単体魚の識別情報等）と対にされて、記憶部15に、個別情報として記憶される。このように、単体魚検出部141は、複数の魚が群れて泳ぐ魚群の単位ではなく、単体魚の位置を測定する。このような単体魚の検出および位置検出処理は、所定の観測タイミング毎（例えば、1 Ping 毎）に実行される。

【0031】

次に、単体魚検出部141は、移動速度に関する情報（速さおよび移動方向を含む情報）として、各単体魚の移動ベクトル（速度および姿勢角）を算出する。また、単体魚検出部141は、魚種、および魚体長等の情報を算出する。

【0032】

単体魚検出部141は、記憶部15から各単体魚の三次元位置情報を読み出し、各単体魚の位置追尾を行う。具体的には、図3に示すように、単体魚検出部141は、各チャンネルCH1、チャンネルCH2、チャンネルCH3、およびチャンネルCH4のエコーデータに基づいて、所定タイミングnでの魚Fiの三次元座標 $x(n)$ 、 $y(n)$ 、 $z(n)$ を算出する。

【0033】

ここで用いる三次元座標は、船尾（aft）側から船首（fore）側へ向かう方向を正方向とするx軸と、左舷（port）側から右舷（starboard）側へ向かう方向を正方向とするy軸と、送受波器10の底面から海底に向かう方向（深度方向）を正方向とするz軸とにより定義された座標系である。

【0034】

単体魚検出部141は、送受波器10の底面の中心を始点（原点）として、魚Fiの位置 $x(n)$ 、 $y(n)$ 、 $z(n)$ を終点とする単体魚位置ベクトル $Vvs(n) = \{x(n), y(n), z(n)\}$ を取得する。

【0035】

単体魚検出部141は、単体魚位置ベクトル $Vvs(n)$ を取得するタイミングnから所定時間前のタイミングn-1で取得した単体魚位置ベクトル $Vvs(n-1)$ と、タイミングnの単体魚位置ベクトル $Vvs(n)$ とから、単体魚Fiの移動ベクトル $Vvfish(n)$ を、下記のベクトル演算式である式1から算出する。なお、各タイミングの間隔は、超音波信号の送信間隔（Pingの間隔）または魚の種別毎の速度等に応じて、適宜設定される。

【0036】

$$Vvfish(n) = Vvs(n) - Vvs(n-1) \quad \text{--- (式1)}$$

なお、移動ベクトルは、自船の移動ベクトルまたは潮流のベクトルとの差分を取ることにより、さらに正確に算出することができる。自船の移動ベクトルは、位置検出部17から入力される自船の位置（緯度および経度）情報に基づいて算出することができる。潮流ベクトルは、潮流計を備えることにより算出することができる。また、船体の揺動センサ等を備えることにより、揺動による位置変化を補償することもできる。

【0037】

そして、単体魚検出部141は、当該移動ベクトル $Vvfish(n)$ に基づいて、単体魚の速度および姿勢角 p を算出する。

【0038】

姿勢角 p は、単体魚の移動ベクトル $Vvfish(n)$ に基づいてベクトル演算式である以下の式2から算出される。

【0039】

【数1】

$$\theta p(n) = \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left[\frac{ABS[z(n) - z(n-1)]}{ABS[Vvfish(n)]} \right] \quad \dots \text{式2}$$

【0040】

10

20

30

40

50

姿勢角 p は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在し、該単体魚が送受波器 10 の送受波面に対して水平に移動している場合には、 0° となる。また、姿勢角 p は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在する時には、超音波の入射角 c と同じとなる。したがって、情報算出部 142 は、単体魚が送受波器 10 の真下付近に存在する時には、姿勢角 p を入射角 c として算出する。

【0041】

しかし、単体魚の位置が、送受波器 10 の真下方向の所定範囲内でなければ、単体魚検出部 141 は、次に示す方法により、入射角 c を算出する。

【0042】

まず、単体魚検出部 141 は、送受波器 10 から送信される超音波信号が、対象の単体魚 F_i に照射される方向と、単体魚の移動方向との成す角である傾角 t (図 4 参照) を算出する。

【0043】

図 4 に示すように、傾角 t は、単体魚位置ベクトル $V_{vs}(n)$ と、当該単体魚の移動ベクトル $V_{vfish}(n)$ との成す角であり、次の式 3 から算出することができる。

【0044】

【数 2】

$$\theta(n) = \pi - \cos^{-1} \left[\frac{V_{vfish}(n) \cdot V_{vs}(n)}{ABS[V_{vfish}(n)] ABS[V_{vs}(n)]} \right] \cdots \text{式 3}$$

【0045】

なお、式 3 において、黒のドットマークは、ベクトルの内積を意味する。

【0046】

一方、入射角 c は、図 5 に示すように、単体魚 F_i の背中に直交する方向から入射された場合に $c = 0^\circ$ となり、傾角 t と入射角 c は、次の関係を有する。

【0047】

$$c = t - \pi / 2 \quad [rad]$$

したがって、入射角 c は、次の式 4 から算出することができる。

【0048】

【数 3】

$$\theta_c(n) = \frac{\pi}{2} - \cos^{-1} \left[\frac{V_{vfish}(n) \cdot V_{vs}(n)}{ABS[V_{vfish}(n)] ABS[V_{vs}(n)]} \right] \cdots \text{式 4}$$

【0049】

このように、単体魚検出部 141 は、単体魚 F_i の位置が送受波器 10 の真下方向の所定範囲外であった場合にも、検出した単体魚 F_i の入射角 c を出力することができる。

【0050】

また、単体魚検出部 141 は、入射角 c および反射強度 TS (Target Strength) の情報に基づいて、魚種判別を行う。まず、単体魚検出部 141 は、単体魚の反射強度 TS を算出する。単体魚検出部 141 は、単体魚を構成するエコーデータの内、代表となる特定のエコーデータを用いて、反射強度 TS を算出する。例えば、単体魚検出部 141 は、単体魚のエコー振幅波形の最大値を用いて反射強度 TS を算出する。

【0051】

図 6 は、反射強度 TS の入射角特性の例を示す図である。図 6 において、図中の \square 印は各入射角ピンの最大値を示し、図中の \times 印は、最大値を除く反射強度 TS を示す。なお、入射角ピンの最大値は全てを表示しているものではなく、本願発明の特徴を分かりやすくするために、図示を省略しているものもある。

【0052】

単体魚検出部 141 は、魚種判定用の入射角範囲 (図 6 の例では、 -30° から $+30^\circ$ まで) を設定し、当該入射角範囲を複数の入射角ピンに分割して設定する。例えば、単

体魚検出部 141 は、 2° の角度幅からなる入射角ビンで、 -30° から $+30^\circ$ までの入射角範囲を分割して設定する。

【0053】

単体魚検出部 141 は、取得した各単体魚の反射強度 TS を、入射角ビン毎に分類する。単体魚検出部 141 は、入射角ビン毎に、反射強度 TS の最大値を検出する。

【0054】

単体魚検出部 141 は、各入射角ビンの最大値から、図 6 の太実線に示すような反射強度の入射角特性曲線を推定算出する。この際、例えば、単体魚検出部 141 は、所定の関数で各入射角ビンの最大値をフィッティング処理することで、入射角特性曲線を推定算出することが好ましい。

【0055】

単体魚検出部 141 は、推定算出した入射角特性曲線と、図 7 に示すような魚種毎の反射強度 TS の入射角のテンプレート特性曲線とを比較する。図 7 は、魚種毎の反射強度 TS の入射角のテンプレート特性曲線（正規化特性曲線）の例を示す図である。

【0056】

図 7 に示すように、反射強度 TS の入射角特性は、魚種毎に特徴を有する。例えば、アジの場合、入射角 0° よりも負の入射角側に、緩やかな極大を有する特性となる。また、サバの場合、入射角 0° に近い負の入射角側に、急峻な極大を有する特性となる。さらに、タイの場合、入射角 -30° から $+30^\circ$ の間に若干の極大はあるものの、アジおよびサバと比較して全体的に平坦な特性となる。なお、これらアジ、サバ、およびタイの反射強度 TS の入射角特性は、アジ、サバ、およびタイの生け簀に、上述の超音波信号を送信し、単体魚検出、入射角検出、および反射強度 TS 算出を行い、入射角毎の反射強度 TS の最大値を得て算出した特性である。

【0057】

単体魚検出部 141 は、算出した入射角特性曲線を正規化し、正規化した入射角特性曲線と、図 7 に示すテンプレート特性曲線との類似度を算出して魚種判定を行う。

【0058】

そして、単体魚検出部 141 は、選択した魚種を、探知した単体魚として判定する。例えば、図 6 の入射角特性曲線を得た場合に、探知した単体魚を、「アジ」と判定する。

【0059】

さらに、単体魚検出部 141 は、以下の式 5 に示す反射強度 TS と魚体長 L との間の関係式から魚体長 L を算出する。

【0060】

$$TS = 20 \log L + 20 \log A \quad (\text{式 5})$$

係数 A は、超音波信号の周波数、魚種、海域、深度、時期、または水温等によって対応する値が定められている。係数 A と各値の関係を示すテーブルは、記憶部 15 に記憶されている。

【0061】

以上の様にして、単体魚検出部 141 は、各単体魚の三次元位置情報、移動ベクトル、魚種、および魚体長等の個別情報を算出し、該個別情報を記憶部 15 に記憶する。

【0062】

そして、情報算出部 142 は、記憶部 15 から上記個別情報を読み出し、表示器 20 に表示するための情報を算出する。算出される情報は、例えば、魚種毎の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長である。魚数 N は、例えば体積散乱強度 SV を用いることにより、以下の式 6 により算出される。

【0063】

$$SV = TS + 10 \log N \quad (\text{式 6})$$

なお、情報算出部 142 は、同一魚種であり、所定範囲内の領域に存在する単体魚は、同一の魚群であると判定して、当該同一の魚群内の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長を求めてもよい。また、情報算出部 142 は、所定深度範囲毎（例えば深度 25 m

10

20

30

40

50

付近、深度 50 m 付近、および深度 75 m 付近等)の魚数、平均移動ベクトル、または平均魚体長を求めるようにしてもよい。

【0064】

表示処理部 143 は、以上の様にして情報算出部 142 が算出した情報(平均移動ベクトル、魚数、魚種、または平均魚体長等の情報)を表示処理部 143 に出力する。

【0065】

図 8(A) は、表示器 20 に表示される情報の一例を示した図である。図 8(A) に示す例では、所定の観測タイミング時の自船の位置を中心として、2次元平面的に各魚種の平均移動ベクトルが矢印で表されている。すなわち、移動速度に関する情報がベクトル表示されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。

10

【0066】

このように表示器 20 には、算出された魚数、移動ベクトル、および魚種が表示されるため、利用者は、魚の正確な量、速度、および移動方向等を適確に把握することができる。

【0067】

図 8(B) は、魚種に代えて、深度別に魚数および移動ベクトルを表示する例を示す図である。この場合、利用者は、深度別の魚の正確な量、速度、および移動方向等を適確に把握することができる。

【0068】

次に、図 9(A) は、情報を 3次元立体的に表示する場合の例を示す図である。図中に示す円柱の上面側は水面側を表し、底面側は海底側を表す。この場合、各深度における円の大きさが魚数を示している。したがって、利用者は、深度別にどの魚種がどの程度の数存在し、どの方向にどの程度の速度で移動しているのか、容易に把握することができる。また、深度別の魚数は、円の大きさに代えて、図 9(B) に示すように、棒グラフで表示してもよい。

20

【0069】

図 10 は、平均魚体長をさらに表示する例を示す図である。この例では、各魚種の移動ベクトルを示す矢印の中に、平均魚体長に対応する線画が表示されている。これにより、利用者は、深度別にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。

30

【0070】

図 11 は、エコーグラムとともに情報を表示する例を示す図である。エコーグラム 201 は、縦方向が深度に対応し、横方向が Ping に対応している。エコーグラム 201 内には、エコーデータの強度に応じたエコー画像(例えばエコー画像 202 A、エコー画像 203 A、エコー画像 204 A、およびエコー画像 204 A)が表示される。最新の Ping 210 におけるエコー画像は、エコーグラム 201 内の右側に表示される。

【0071】

そして、この例では、エコーグラム 201 の各深度に対応して、情報が立体的に表示されている。上述したように、情報を示す円柱の上面側は水面側を表し、底面側は海底側を表す。この場合、各深度における矢印が移動ベクトルを示し、矢印の色が魚種を示す。各矢印には、魚体長を示す線画が表示されている。円の大きさは、魚数を示している。情報は、魚を検出したエコーグラム上の位置に対応した位置に表示されている。この例では、情報は、最新の Ping 210 における算出結果に対応している。ただし、例えば利用者が操作部 16 を操作して、エコーグラム 201 内の任意の Ping を選択することで、選択された Ping における算出結果を表示させることもできる。また、情報算出部 142 は、複数の Ping における算出結果を平均化することにより、情報を算出することも可能である。この場合、利用者は、エコーグラム 201 内の所定範囲を選択する。情報算出部 142 は、選択された範囲内の個別情報を読み出し、情報を算出する。表示制御部 143 は、算出された情報を、エコーグラム 201 とともに表示する。

40

50

【 0 0 7 2 】

この例では、エコー画像 2 0 2 A に対応する情報は、矢印画像 2 0 2 B であり、エコー画像 2 0 3 A に対応する情報は、矢印画像 2 0 3 B であり、エコー画像 2 0 4 A に対応する情報は、矢印画像 2 0 4 B であり、エコー画像 2 0 5 A に対応する情報は、矢印画像 2 0 5 B である。

【 0 0 7 3 】

これにより、利用者は、エコーグラム 2 0 1 内に表示されているエコー画像と情報との関係を容易に認識することができる。例えば、利用者は、エコーグラム 2 0 1 内の水面側に表示されているエコー画像 2 0 2 A に対応する矢印画像 2 0 2 B により、魚種、魚数、移動ベクトル、および魚体長の情報を容易に把握することができる。

10

【 0 0 7 4 】

従来のエコーグラムによる魚群の表示だけでは、利用者は、魚数、速度、および移動方向等を把握するのは困難であったが、図 1 1 に示す例の場合、従来のエコーグラムで魚群を確認しながら、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。

【 0 0 7 5 】

また、情報は、図 1 2 に示すように、エコーグラム 2 0 1 とともに、2次元平面的に表示されてもよい。この場合、情報 2 0 7 は、最新の P i n g 2 1 0 における算出結果として表示されている。各魚種の平均移動ベクトルは、矢印で表されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。このように、2次元平面的に情報 2 0 7 が表示される場合も、利用者は、従来のエコーグラムで魚群を確認しながら、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動しているのか、容易に把握することができる。

20

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 3 は、海図（地図）上に情報を表示する例を示した図である。この例では、地図画面 2 5 1 内に航跡 2 5 2 を表示し、情報の算出を行った各タイミング時の自船の位置に対応して、マーク（情報の縮小画） 2 5 3 を表示する。航跡 2 5 2 は、位置検出部 1 7 により検出された自船の位置（緯度および経度）に応じて、地図データ上に描写される。

【 0 0 7 7 】

そして、利用者が操作部 1 6 を用いて各地点に表示されたマーク 2 5 3 を選択する操作を行うと、情報 2 5 5 が表示される。したがって、利用者は、どの位置において、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動していたのか、容易に把握することができる。

30

【 0 0 7 8 】

また、情報は、図 1 4 に示すように、海図上に2次元平面的に表示されてもよい。この場合も、地図画面 2 5 1 内に航跡 2 5 2 を表示し、情報の算出を行った各タイミング時の自船の位置に対応して、マーク（情報の縮小画） 2 5 3 を表示する。利用者が操作部 1 6 を用いて各地点に表示されたマーク 2 5 3 を選択する操作を行うと、情報 2 5 5 A が2次元平面的に表示される。情報 2 5 5 A の各魚種の平均移動ベクトルは、矢印で表されている。また、各矢印は、魚種毎に色分けされている。各矢印には、魚数を表す数値が表示されている。したがって、利用者は、どの位置において、各深度にどの程度の大きさの魚種がどの程度の数存在し、どの方向に移動していたのか、容易に把握することができる。

40

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態では、単体魚を対象として検出する例を示したが、他の水中移動体に対して、上述の構成および処理を適用することができる。また、本実施形態では、情報算出部 1 4 2 が算出する情報は、平均移動ベクトル、魚数、魚種、または平均魚体長等の情報等を示したが、他にも各単体魚の移動ベクトルを算出してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

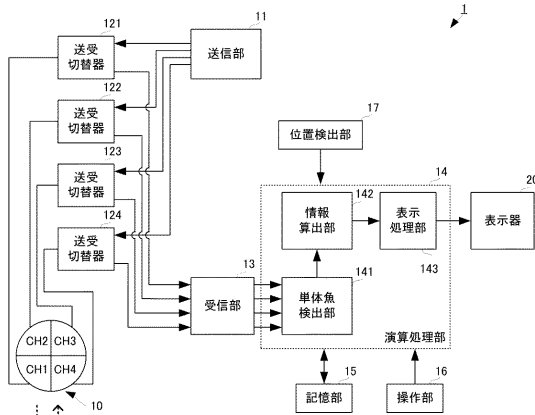
50

- 1 水中探知装置
- 10 送受波器
- 11 送信部
- 13 受信部
- 14 演算処理部
- 15 記憶部
- 16 操作部
- 17 位置検出部
- 20 表示器
- 121, 122, 123, 124 送受切替器
- 141 単体魚検出部
- 142 情報算出部
- 143 表示処理部
- 201 エコーグラム
- 202A, 203A, 204A, 205A エコー画像
- 202B, 203B, 204B, 205B 矢印画像
- 210 Ping
- 251 地図画面
- 252 航跡
- 253 マーク
- 255 情報

10

20

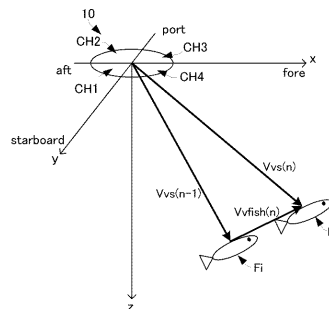
【図1】



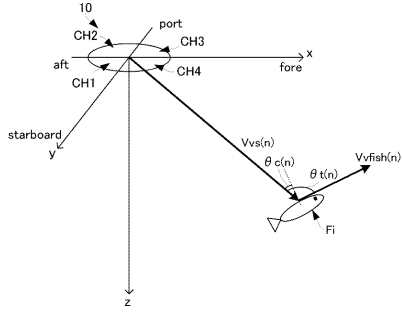
【図2】



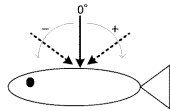
【図3】



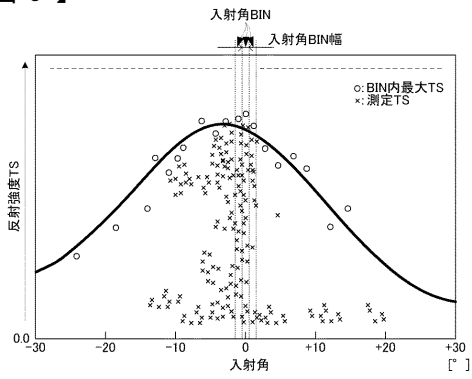
【図4】



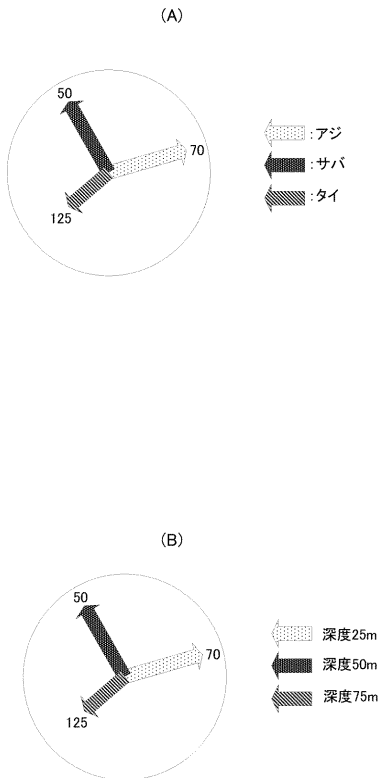
【図5】



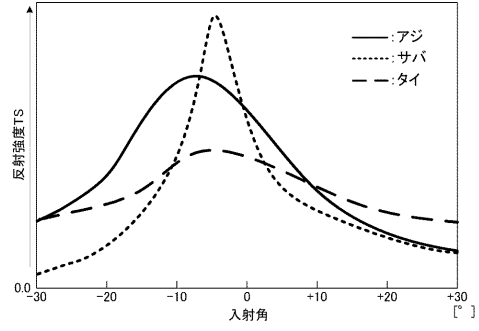
【図6】



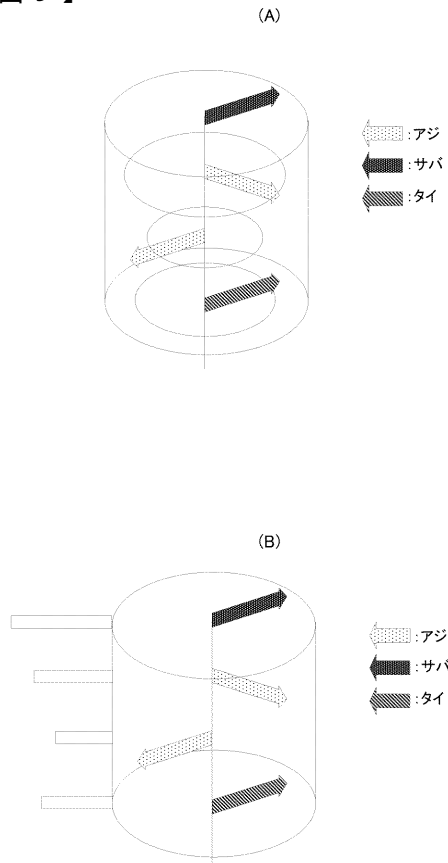
【図8】



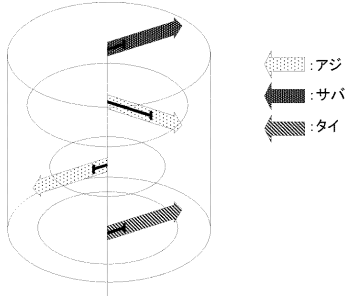
【図7】



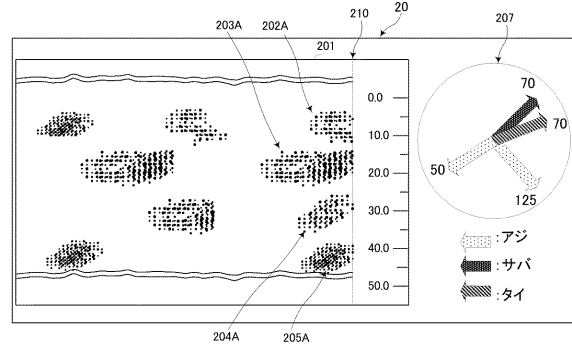
【図9】



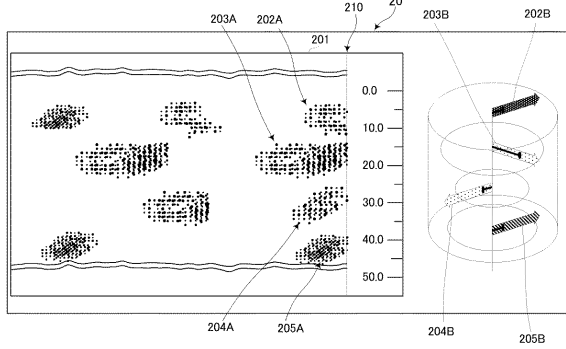
【図10】



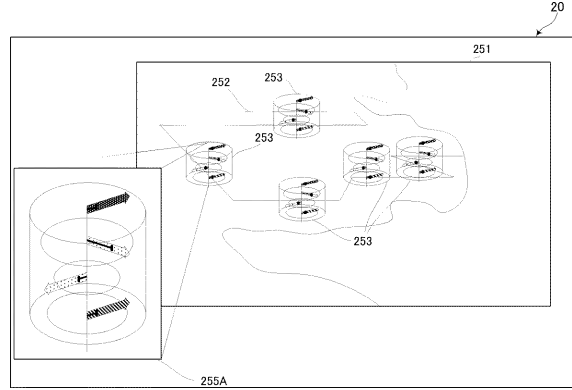
【図12】



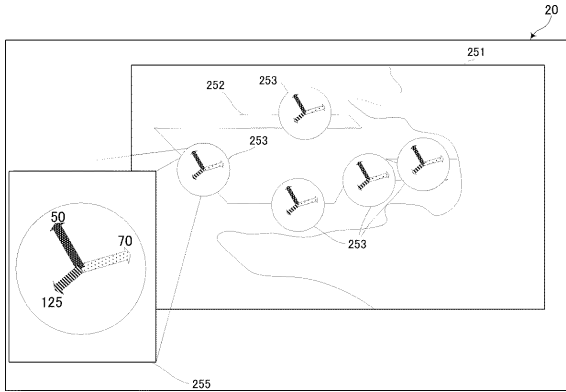
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
G 0 1 S	15/89	(2006.01)	G 0 1 S	15/89 A
G 0 1 S	7/56	(2006.01)	G 0 1 S	7/56 Z
G 0 1 S	15/66	(2006.01)	G 0 1 S	15/66

(72)発明者 松尾 行雄
宮城県仙台市泉区天神沢2丁目1番1号 東北学院大学内

(72)発明者 今泉 智人
茨城県神栖市波崎7620-7 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産工学研究所内

審査官 安井 英己

(56)参考文献 特開2010-261883(JP,A)
特開2011-052990(JP,A)
特開2011-247624(JP,A)
特開2013-007580(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0080317(US,A1)
澤田浩一, 魚のターゲットストレングスの高精度推定に関する研究, 水産総合研究センター研究報告, 日本, 国立研究開発法人水産研究・教育機構, 2002年 2月, 第2号, p.47-122, URL, <https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull02/sawada.pdf>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 S 7 / 5 2 - 7 / 6 4 ,
G 0 1 S 1 5 / 0 0 - 1 5 / 9 6 ,
A 0 1 K 7 5 / 0 0 ,
G 0 1 N 2 9 / 0 7
J S T P l u s (J D r e a m I I I) ,
I E E E X p l o r e