

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7635162号  
(P7635162)

(45)発行日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(24)登録日 令和7年2月14日(2025.2.14)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 8 G	3/02 (2006.01)	G 0 8 G	3/02	A
B 6 3 B	43/18 (2006.01)	B 6 3 B	43/18	
B 6 3 B	79/40 (2020.01)	B 6 3 B	79/40	
G 0 1 S	7/12 (2006.01)	G 0 1 S	7/12	
G 0 1 S	13/66 (2006.01)	G 0 1 S	13/66	
請求項の数 7 (全17頁)				
(21)出願番号 特願2021-573027(P2021-573027)		(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 5 2 号	
(86)(22)出願日 令和2年12月23日(2020.12.23)		(74)代理人	100125645 弁理士 是枝 洋介	
(86)国際出願番号 PCT/JP2020/048156		(74)代理人	100145609 弁理士 楠屋 宏行	
(87)国際公開番号 WO2021/149447		(72)発明者	中川 和也 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電 気株式会社内	
(87)国際公開日 令和3年7月29日(2021.7.29)		審査官	篠原 将之	
審査請求日 令和5年12月14日(2023.12.14)				
(31)優先権主張番号 特願2020-7183(P2020-7183)				
(32)優先日 令和2年1月20日(2020.1.20)				
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)				
最終頁に続く				

(54)【発明の名称】 操船支援装置及び操船支援方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

他船の位置及び速度に関する情報を取得する他船データ取得部と、  
前記他船データ取得部が取得した他船の位置及び速度に基づいて、当該他船が同じ針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、将来の複数の時刻における他船の位置を予測する他船将来位置予測部と、  
自船の位置及び速度に関する情報を取得する自船データ取得部と、  
前記自船データ取得部が取得した自船の位置及び速度に基づいて、自船が当該位置で任意に定めた針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、前記他船将来位置予測部によって予測された前記他船の位置と対応する自船の位置を予測する自船将来位置予測部と、  
それぞれの前記時刻で予測された前記他船の位置と、当該時刻において複数予測される前記自船の位置のうち、当該時刻における前記他船の位置に最も近くなる自船の位置と、の間の離隔距離に基づいて、自船と前記他船との衝突が将来的に発生する可能性が高いゾーンである衝突危険ゾーンを表示するか否かを判断するための衝突リスク値を計算するリスク計算部と、  
前記衝突リスク値を用いた判断に基づいて、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンを表示するための表示データを生成する表示データ生成部と、  
を備え、  
前記リスク計算部は、自船の物理的な大きさと、自船の前側及びノ又は後側に設定することができる警戒領域の大きさと、を考慮して、前記離隔距離に基づいて、前記警戒領域

に他船が将来的に侵入する可能性が高いゾーンである警戒ゾーンを表示するか否かを判断するための警戒リスク値を計算可能であり、

前記表示データ生成部は、前記警戒リスク値を用いた判断に基づいて、前記警戒ゾーンを、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンと区別可能に表示するための表示データを生成可能であることを特徴とする操船支援装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の操船支援装置であって、

前記離隔距離は、それぞれの前記時刻で予測された前記他船の位置と、対応して予測された自船の位置と、の間の距離として計算されることを特徴とする操船支援装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の操船支援装置であって、

前記リスク計算部は、前記衝突リスク値を、前記他船の物理的な大きさも考慮して計算することを特徴とする操船支援装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 までの何れか一項に記載の操船支援装置であって、

前記表示データ生成部は、前記警戒リスク値が所定の閾値以上である場合に、前記警戒ゾーンを表示するための表示データを生成することを特徴とする操船支援装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 までの何れか一項に記載の操船支援装置であって、

前記表示データに基づいて表示される前記衝突危険ゾーンと前記警戒ゾーンは、少なくとも色彩が互いに異なることを特徴とする操船支援装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 までの何れか一項に記載の操船支援装置であって、

前記警戒領域の大きさは、自船の船速によって変化することを特徴とする操船支援装置。

【請求項 7】

他船の位置及び速度に関する情報を取得し、

取得した他船の位置及び速度に基づいて、当該他船が同じ針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、将来の複数の時刻における他船の位置を予測し、

自船の位置及び速度に関する情報を取得し、

取得した自船の位置及び速度に基づいて、自船が当該位置で任意に定めた針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、予測された前記他船の位置と対応する自船の位置を予測し、

それぞれの前記時刻で予測された前記他船の位置と、当該時刻において複数予測される前記自船の位置のうち、当該時刻における前記他船の位置に最も近くなる自船の位置と、の間の離隔距離に基づいて、自船と前記他船との衝突が将来的に発生する可能性が高いゾーンである衝突危険ゾーンを表示するか否かを判断するための衝突リスク値を計算し、

前記衝突リスク値を用いた判断に基づいて、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンを表示するための表示データを生成する、

操船支援方法において、  
を備え、

前記衝突リスク値の計算は、自船の物理的な大きさと、自船の前側及び／又は後側に設定することができる警戒領域の大きさと、を考慮して、前記離隔距離に基づいて、前記警戒領域に他船が将来的に侵入する可能性が高いゾーンである警戒ゾーンを表示するか否かを判断するための警戒リスク値を計算可能であり、

前記表示データの生成は、前記警戒リスク値を用いた判断に基づいて、前記警戒ゾーンを、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンと区別可能に表示するための表示データを生成可能である、

操船支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、操船支援装置に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

従来から、自船及び他船の航行情報を利用して、自他船の衝突が将来的に発生するゾーンを計算することができる操船支援装置が知られている。非特許文献 1 は、この種の操船支援装置による当該ゾーンの計算手法を開示する。

## 【 0 0 0 3 】

非特許文献 1 は、自船行動空間の中で相手船の存在とその運動により妨げられる空間である O Z T ( O b s t a c l e Z o n e b y T a r g e t ) を計算する手法を開示する。非特許文献 1 による O Z T の計算手法は、以下のとおりである。即ち、自他船に発生する速力誤差を考慮して、任意のポイントに自他船が到達する時間を確率的に示した到達時間確率分布を定義することにより、任意のポイントにおける自他船の同時存在確率を求める。この同時存在確率が所定の確率値よりも高い場所を、衝突の可能性がある O Z T とする。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 文献 】 今津隼馬・福戸淳司・沼野正義：相手船による妨害ゾーンとその表示について，日本航海学会論文集，v 1 . 1 0 7 , p p . 1 9 1 - 1 9 7 , 2 0 0 2 . 9 .

20

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

しかし、上記非特許文献 1 の手法では、自船及び他船を点とみなして O Z T を計算しており、自船及び他船の実際の大きさを考慮していない。これにより、表示上では O Z T を回避するように操船者が操船しても、自船及び他船が物理的な大きさを現実には有していることにより、船舶同士の異常接近又は衝突が生じるおそれがある。

## 【 0 0 0 6 】

また、非特許文献 1 のように自他船の同時存在確率を求めることにより O Z T を得る手法は、計算量が極めて大きくなる。従って、非特許文献 1 の手法では、O Z T 計算点を増加させることが計算負荷の観点から難しく、O Z T の表示の空間的分解能を向上させることが困難になっていた。

30

## 【 0 0 0 7 】

本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、衝突の危険性を精度良く示す表示データを生成することができ、且つ、表示データ生成の計算負荷の軽減が図られた操船支援装置を提供することにある。

## 【 課題を解決するための手段及び効果 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

40

## 【 0 0 0 9 】

本発明の観点によれば、以下の構成の操船支援装置が提供される。即ち、この操船支援装置は、他船データ取得部と、他船将来位置予測部と、自船データ取得部と、自船将来位置予測部と、リスク計算部と、表示データ生成部と、を備える。前記他船データ取得部は、他船の位置及び速度に関する情報を取得する。前記他船将来位置予測部は、前記他船データ取得部が取得した他船の位置及び速度に基づいて、当該他船が同じ針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、将来の複数の時刻における他船の位置を予測する。前記自船データ取得部は、自船の位置及び速度に関する情報を取得する。前記自船将来位置予測部は、前記自船データ取得部が取得した自船の位置及び速度に基づいて、自船が当該位置で任意に定めた針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、前記他船将来位置予測部

50

によって予測された前記他船の位置と対応する自船の位置を予測する。前記リスク計算部は、それぞれの前記時刻で予測された前記他船の位置と、対応して予測された自船の位置と、の間の離隔距離に基づいて、自船と前記他船との衝突が将来的に発生する可能性が高いゾーンである衝突危険ゾーンを表示するか否かを判断するための衝突リスク値を計算する。前記表示データ生成部は、前記衝突リスク値を用いた判断に基づいて、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンを表示するための表示データを生成する。

【0010】

これにより、自船と他船の離隔距離を利用して、自船と他船の衝突が将来的に発生するゾーンを表示する表示データを生成することができる。従って、妥当性が高く、操船者の実際の操船感覚にマッチしたゾーンを表示させることができる。また、速力誤差の発生を考慮した自他船の同時存在確率を計算するのではなく、自船と他船の離隔距離を基準として、衝突リスク値を計算することができる。従って、計算負荷を低減することができる。

10

【0011】

前記の操船支援装置においては、前記離隔距離は、それぞれの前記時刻で予測された前記他船の位置と、対応して予測された自船の位置と、の間の距離として計算されることが好ましい。

【0012】

これにより、衝突の危険を合理的に評価することができる。

【0013】

前記の操船支援装置においては、前記リスク計算部は、前記衝突リスク値を、自船及び前記他船のうち少なくとも一方の物理的な大きさを考慮して計算することが好ましい。

20

【0014】

これにより、ゾーンの表示の妥当性を更に高めることができる。

【0015】

前記の操船支援装置においては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記リスク計算部は、自船の物理的な大きさと、自船の前側及び／又は後側に設定することができる警戒領域の大きさと、を考慮して、前記離隔距離に基づいて、前記警戒領域に他船が将来的に侵入する可能性が高いゾーンである警戒ゾーンを表示するか否かを判断するための警戒リスク値を計算可能である。前記表示データ生成部は、前記警戒リスク値を用いた判断に基づいて、前記警戒ゾーンを、予測された前記他船の位置に前記衝突危険ゾーンと区別可能に表示するための表示データを生成可能である。

30

【0016】

これにより、他船の侵入が好ましくない領域として操船者等が自船の前側及び／又は後側に警戒領域を設定した場合に、当該警戒領域に他船が将来的に侵入する可能性が高い警戒ゾーンを、衝突危険ゾーンと併せて表示させることができる。これにより、操船者をより良好に支援することができる。また、警戒ゾーンと衝突危険ゾーンとが区別して表示されるので、操船者の理解が容易である。

【0017】

前記の操船支援装置においては、前記表示データ生成部は、前記警戒リスク値が所定の閾値以上である場合に、前記警戒ゾーンを表示するための表示データを生成することが好ましい。

40

【0018】

これにより、警戒領域に他船が将来的に侵入する可能性が所定程度以上ある部分について、警戒ゾーンを表示させることができる。

【0019】

前記の操船支援装置においては、前記表示データに基づいて表示される前記衝突危険ゾーンと前記警戒ゾーンは、少なくとも色彩が互いに異なることが好ましい。

【0020】

これにより、操船者は、色分け表示される警戒ゾーン及び衝突危険ゾーンを容易に区別して把握することができる。

50

## 【 0 0 2 1 】

前記の操船支援装置においては、前記警戒領域の大きさは、自船の船速によって変化することが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

これにより、船速に応じて変化する操船者の感覚に柔軟にマッチした警戒ゾーンを表示させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 3 】

【図 1】第 1 実施形態に係る操船支援装置の電氣的構成を示すブロック図。

【図 2】離隔距離の計算の一例を示す図。

【図 3】離隔距離をリスク値に換算するためのリスク関数の一例を示す図。

【図 4】図 2 の状況における衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示例を示す図。

【図 5】本実施形態による衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示を、従来の O Z T の表示と比較して示す図。

【図 6】第 2 実施形態の操船支援装置の電氣的構成を示すブロック図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 4 】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 は、操船支援装置 1 の電氣的構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 2 5 】

まず、第 1 実施形態について説明する。図 1 に示す第 1 実施形態の操船支援装置 1 は、水上を移動する船舶に設けられる。

## 【 0 0 2 6 】

操船支援装置 1 には、表示装置 5 が接続される。表示装置 5 は、例えば液晶ディスプレイとして構成され、操船を支援する情報を表示する。操船支援装置 1 は、衝突危険ゾーンと、警戒ゾーンと、を表示装置 5 に表示するための表示データを生成し、当該表示装置 5 に出力する。

## 【 0 0 2 7 】

衝突危険ゾーンとは、自船と他船との衝突が将来的に発生する可能性が高いゾーンである。警戒ゾーンとは、衝突の可能性は低いが、自船との関係で設定したプライベート領域に他船が将来的に侵入する可能性が高いゾーンである。これらのゾーンは、自船の変針に対して、他船に妨害される領域を当該他船の予定針路上に示したものの (O Z T) であり、上記の非特許文献 1 とは異なる方法で計算される。なお、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの詳細については後述する。

## 【 0 0 2 8 】

この操船支援装置 1 は、他船データ処理部 1 1 と、自船データ処理部 2 1 と、設定長さ記憶部 2 6 と、計算処理部 3 1 と、表示データ生成部 4 1 と、を備える。

## 【 0 0 2 9 】

具体的に説明すると、操船支援装置 1 は公知のコンピュータとして構成されており、CPU、ROM、RAM等を備える。ROMには、上記の衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示データを生成するためのプログラムが記憶される。上記のハードウェアとソフトウェアの協働により、操船支援装置 1 を、他船データ処理部 1 1、自船データ処理部 2 1、設定長さ記憶部 2 6、計算処理部 3 1、及び表示データ生成部 4 1 等として動作させることができる。

## 【 0 0 3 0 】

他船データ処理部 1 1 は、自船の周りに存在する他船に関し、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示のために必要なデータを取得する。他船データ処理部 1 1 は、他船データ取得部 1 2 と、他船将来位置予測部 1 3 と、を備える。

## 【 0 0 3 1 】

他船データ取得部 1 2 は、図 2 の自船 2 と他船 3 との関係で示すように、現在の他船 3

10

20

30

40

50

の位置である他船位置  $P_{r0}$  と、他船 3 の船速ベクトルである他船船速ベクトル  $V_t$  と、を取得する。

【0032】

具体的に説明すると、図 1 の操船支援装置 1 は、自船 2 の周囲を探知してレーダ映像を生成する図略のレーダ装置と接続されている。このレーダ装置は、探知した物標（他船 3）の動きを検出して追尾する技術である TT（ターゲットトラッキング）機能を有している。TT 機能は公知であるため簡単に説明すると、TT 機能は、過去のレーダ映像の推移に基づいて、自船の周囲に存在する物標（他船 3）の位置及び速度ベクトルを計算により取得するものである。

【0033】

レーダ装置は、他船 3 の位置及び速度として、その代表点の位置及び速度を出力する。代表点の位置としては、例えば、レーダ映像に現れる当該他船 3 のエコー像の図心の位置が用いられる。

【0034】

レーダ装置は自船 2 を基準とした相対的な他船 3 の位置及び速度を取得するものであるが、他船データ取得部 12 に入力される他船 3 の位置及び速度ベクトルは、適宜の手段（例えば、公知の GNSS 測位装置及び方位センサ）により得られた自船 2 の位置及び船首方位に基づいて、対地基準となるように予め変換されている。他船データ取得部 12 は、得られた他船位置  $P_{r0}$  及び他船船速ベクトル  $V_t$  を、探知された物標ごとに他船将来位置予測部 13 に出力する。

【0035】

他船将来位置予測部 13 は、他船 3 の将来位置を予測する。得られた他船 3 の予測位置は、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンをその位置に表示すべきか否かを判定する位置的基準となる。以下の説明では、この位置を判定点と呼ぶことがある。

【0036】

以下、詳細に説明する。他船将来位置予測部 13 は、図 2 に示すように、他船 3 の位置及び速度が得られた時刻である基準時刻  $T_0$ （具体的には、現在時刻）を起点として、適宜の時間間隔  $T$  をあけて、複数の将来の時刻  $T_1, T_2, \dots$  を定める。そして、他船将来位置予測部 13 は、基準時刻  $T_0$  における他船 3 の位置及び船速（他船位置  $P_{r0}$  及び他船船速ベクトル  $V_t$ ）に基づいて、上記の将来の時刻  $T_1, T_2, \dots$  での他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$  を予測する。予測により求められた他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$  が、判定点  $D_1, D_2, \dots$  となる。

【0037】

他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$ （判定点  $D_1, D_2, \dots$ ）を求めるとき、他船将来位置予測部 13 は、基準時刻  $T_0$  で取得した他船船速ベクトル  $V_t$  の大きさ及び向きを何れも一定に保ったまま、他船 3 が他船位置  $P_{r0}$  から移動すると仮定する。即ち、他船 3 は、基準時刻  $T_0$  と同じ針路及び同じ船速で航行を継続するとみなされる。従って、他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$  を簡単に求めることができる。

【0038】

他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$  は、図 2 に示すように、他船位置  $P_{r0}$  から他船船速ベクトル  $V_t$  を延長した直線である針路  $C$  上に、適宜の間隔で並ぶように定められる。図 2 の例では他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$  が等間隔で並んでいるが、これは一例であり、詳細は後述する。他船将来位置予測部 13 は、取得した他船位置  $P_{r1}, P_{r2}, \dots$ （判定点  $D_1, D_2, \dots$ ）の位置を示すデータを、計算処理部 31 及び表示データ生成部 41 に出力する。

【0039】

自船データ処理部 21 は、自船 2 に関し、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示のために必要なデータを取得する。自船データ処理部 21 は、自船データ取得部 22 と、自船将来位置予測部 23 と、を備える。

【0040】

10

20

30

40

50

自船データ取得部 22 には、自船の位置である自船位置  $P_0$  と、自船船速ベクトル  $V$  と、に関するデータが入力される。

【0041】

自船位置  $P_0$  は、現在の自船 2 の位置である。操船支援装置 1 には図略の GNSS 測位装置が接続されており、自船データ取得部 22 は、GNSS 測位装置から入力される測位結果に基づいて、自船 2 の位置である自船位置  $P_0$  を取得することができる。

【0042】

自船船速ベクトル  $V$  は、現在の自船 2 の船速である。自船データ取得部 22 は、GNSS 測位装置から得られる位置の変化を計算することにより、自船 2 の船速である自船船速ベクトル  $V$  を取得することができる。

【0043】

自船位置  $P_0$  及び自船船速ベクトル  $V$  は、自船 2 の代表点、具体的には、図略の GNSS アンテナが取り付けられる場所の位置及び速度を意味する。自船データ取得部 22 は、得られた自船位置  $P_0$  及び自船船速ベクトル  $V$  を、自船将来位置予測部 23 に出力する。

【0044】

自船将来位置予測部 23 は、前述の他船将来位置予測部 13 で説明した複数の時刻  $T_1$  ,  $T_2$  , ... における自船の将来位置を予測する。予測されたそれぞれの自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... は、各時刻  $T_1$  ,  $T_2$  , ... で他船将来位置予測部 13 が予測した他船位置  $P_{r1}$  ,  $P_{r2}$  , ... に対応する。

【0045】

自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... を求めるとき、自船将来位置予測部 23 は、基準時刻  $T_0$  で取得した自船船速ベクトル  $V$  の大きさは一定である一方、自船船速ベクトル  $V$  の向きは基準時刻  $T_0$  で任意の向きに変化し、それ以後は一定の向きで、自船 2 が自船位置  $P_0$  から航行を継続すると仮定する。即ち、自船 2 は、自船位置  $P_0$  において針路を任意に定めるが、その後は当該針路で、かつ同じ船速で航行を継続するとみなされる。従って、推定される自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... は何れも、基準時刻  $T_0$  における自船位置  $P_0$  を中心とする同心円上に位置する。

【0046】

図 2 には、自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... について、多数推定される位置の一部を小さな丸印で示している。予測された自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... が並ぶ円（以下、自船位置候補円  $E_1$  ,  $E_2$  , ... と呼ぶことがある。）の半径は、基準時刻  $T_0$  から各時刻  $T_1$  ,  $T_2$  , ... までの時間と、自船船速ベクトル  $V$  の大きさと、の積に等しい。

【0047】

このようにして、図 1 の自船将来位置予測部 23 は、各時刻  $T_1$  ,  $T_2$  , ... における自船位置候補円  $E_1$  ,  $E_2$  , ... を求める。自船将来位置予測部 23 は、自船位置候補円  $E_1$  ,  $E_2$  , ... に関するデータを、予測した自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... として計算処理部 31 に出力する。

【0048】

設定長さ記憶部 26 は、自船長さ  $L$  と、プライベート長さ  $PL$  と、を記憶する。

【0049】

自船長さ  $L$  は、図 3 (a) に示すように、自船 2 の前後方向の全長である。自船長さ  $L$  は、自船 2 の前後方向での物理的な大きさを示す。本実施形態では、この自船長さ  $L$  の範囲に他船 3 が存在すると、自船 2 と他船 3 とで衝突が生じると考える。なお、自船データ取得部 22 が取得する自船位置  $P_0$  、及び自船将来位置予測部 23 が予測する自船位置  $P_1$  ,  $P_2$  , ... は、上述の GNSS アンテナの船体への取付位置を意味するが、この位置（上述の代表点。以下、自船基準位置という。）は、通常、自船長さ  $L$  の中途部にある。従って、自船長さ  $L$  のパラメータは、上記の自船基準位置から船首までの長さ  $L_1$  と、当該自船基準位置から船尾までの長さ  $L_2$  と、の組合せとなっている。2 つの長さ  $L_1$  ,  $L_2$  は、事前に操船支援装置 1 に適宜設定される。

【0050】

10

20

30

40

50

プライベート長さ  $PL$  は、上記の自船長さ  $L$  には含まれていないために自船 2 と他船 3 の物理的な接触は生じないものの、他船 3 の侵入が心理的に好ましくないと操船者が感じるプライベート領域（警戒領域）の、前後方向での長さを意味する。プライベート領域は、人と人との間の距離を考えると、自分の正面又は背後に他人がこれ以上近づくと警戒心を生じるパーソナルエリアに例えることができる。プライベート長さ  $PL$  は、自船長さ  $L$  の前側及び後側の少なくとも何れかに、操船者によって任意の長さで設定される。例えば、操船者は、自船長さ  $L$  の前側に、長さが 0.5 海里のプライベート長さ  $PL$  を設定することができる。

【0051】

図 1 に示す設定長さ記憶部 26 は、記憶する自船長さ  $L$ 、プライベート長さ  $PL$  を、計算処理部 31 に出力する。

10

【0052】

次に計算処理部 31 について説明する。計算処理部 31 は、他船データ処理部 11 及び自船データ処理部 21 から出力されるデータを利用して、前述の判定点  $D1$ 、 $D2$ 、・・・のそれぞれにおいて衝突危険ゾーン又は警戒ゾーンを表示するか否かを、計算により判定する。

【0053】

計算処理部 31 は、離隔距離計算部 32 と、リスク計算部 33 と、ゾーン表示判定部 34 と、を備える。

【0054】

20

離隔距離計算部 32 は、将来の各時刻  $T1$ 、 $T2$ 、・・・で、到達することが予測される他船位置  $Pr1$ 、 $Pr2$ 、・・・と、対応する自船位置  $P1$ 、 $P2$ 、・・・と、の間の距離である離隔距離  $R1$ 、 $R2$ 、・・・を計算する。

【0055】

離隔距離  $R1$ 、 $R2$ 、・・・は衝突の危険性を評価するためのものであるので、予測される様々なケースのうち、自船 2 と他船 3 が最も接近するケースを考えることが合理的である。そこで、例えば時刻  $T1$  の離隔距離  $R1$  を計算するにあたっては、離隔距離計算部 32 は、当該時刻  $T1$  において多数予測される自船位置  $P1$  のうち、当該時刻  $T1$  における他船位置  $Pr1$  に最も近くなる位置を選択する。

【0056】

30

図 2 には、予測された多数の自船位置  $P1$  の中から、離隔距離  $R1$  の計算のために選択される自船位置  $P1$  を、黒塗りの丸印で示している。離隔距離  $R1$  は、自船位置  $P1$  のうち黒塗りの丸印となっている位置と、他船位置  $Pr1$  と、の間の距離として計算される。

【0057】

時刻  $T1$  を例に考えると、離隔距離  $R1$  は、自船位置候補円  $E1$  上の点と、他船位置  $Pr1$  と、の距離の最小値を意味する。時刻  $T1$  の離隔距離  $R1$  は、当該時刻  $T1$  における他船位置  $Pr1$  と、基準時刻  $T0$  における自船位置  $P0$ （自船位置候補円  $E1$  の中心）と、の間の距離を求め、この距離から自船位置候補円  $E1$  の半径を減算することで、容易に求めることができる。他の時刻  $T2$ 、・・・における離隔距離  $R2$ 、・・・も同様である。

【0058】

40

このように、離隔距離計算部 32 は、自船 2 及び他船 3 の船速を一定とみなして、予測された自船 2 の将来位置と他船 3 の将来位置との間の距離である離隔距離  $Rn$  を計算する。従って、単純な幾何学的な計算で離隔距離  $Rn$  を取得することができる。

【0059】

離隔距離  $Rn$  は上記の計算方法によって求められるので、値が正だけでなく負にもなり得る。離隔距離  $Rn$  が正の場合は、自船位置  $Pn$  が、他船位置  $Prn$  よりも、基準時刻  $T0$  における自船位置  $P0$  に近いことを意味する。離隔距離  $Rn$  が負の場合は、自船位置  $Pn$  が、他船位置  $Prn$  よりも、基準時刻  $T0$  における自船位置  $P0$  から遠いことを意味する。図 2 の例では、離隔距離  $R1$ 、 $R2$ 、 $R3$ 、 $R4$  は正となり、離隔距離  $R5$  は負となる。

50



## 【 0 0 6 0 】

離隔距離  $R_n$  が正の場合は、自船 2 と他船 3 が最も接近するケースにおいて、他船 3 が自船 2 の船首側にあることを示す。離隔距離  $R_n$  が負の場合は、自船 2 と他船 3 が最も接近するケースにおいて、他船 3 が自船 2 の船尾側にあることを表す。

## 【 0 0 6 1 】

本実施形態においては、離隔距離計算部 3 2 が離隔距離  $R_n$  を計算する段階では、自船 2 及び他船 3 は何れも点として扱われ、物理的な大きさが考慮されていない。離隔距離  $R_n$  は、自船 2 の代表点である自船基準位置と、他船 3 の代表点と、の距離として表される。

## 【 0 0 6 2 】

図 1 のリスク計算部 3 3 は、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンを表示するか否かを判断するためのパラメータであるリスク値（衝突リスク値、警戒リスク値） $RP_n$  を計算する。詳細には、リスク計算部 3 3 は、予め定められたリスク関数  $FR$  を利用して、離隔距離計算部 3 2 により計算されたそれぞれの離隔距離  $R_n$  を、リスク値  $RP_n$  に換算する。リスク値  $RP_n$  は 0 以上 1 以下の値であり、0 は自船 2 と他船 3 とで衝突の可能性がないことを示し、1 は自船 2 と他船 3 とが衝突することを示す。

10

## 【 0 0 6 3 】

リスク計算部 3 3 が計算に用いるリスク関数  $FR$  は、設定長さ記憶部 2 6 の記憶内容を参照して定められる。図 3 ( b ) には、本実施形態で用いるリスク関数  $FR$  が、図 3 ( a ) の自船基準位置を原点とし、横軸に離隔距離  $R$  をとり、縦軸にリスク値  $RP$  をとったグラフにより示されている。

20

## 【 0 0 6 4 】

図 3 ( b ) に示すように、離隔距離  $R$  が自船長さ  $L$  に対応する範囲 (  $-L/2 \leq R \leq L/2$  の範囲 ) にあるとき、リスク関数  $FR$  の値は 1 となる。また、離隔距離  $R$  がプライベート長さ  $PL$  に対応する範囲 (  $L/2 < R < L/2 + PL$  ) にあるとき、リスク関数  $FR$  の値は 0 よりも大きく 1 よりも小さい値をとり、かつ、その値は、離隔距離  $R$  が増加するに従って単調に減少する。離隔距離  $R$  が自船長さ  $L$  にもプライベート長さ  $PL$  にも対応しない範囲 (  $R < -L/2$ 、又は、 $R > L/2 + PL$  ) にあるとき、リスク関数  $FR$  の値は 0 となる。

## 【 0 0 6 5 】

このように、本実施形態では、離隔距離  $R$  が自船長さ  $L$  に相当する範囲で値が 1 になるリスク関数  $FR$  を用いて、リスク計算部 3 3 がリスク値  $RP$  を計算する。従って、自船の物理的な長さを考慮して、衝突の可能性を評価することができる。

30

## 【 0 0 6 6 】

リスク計算部 3 3 は、上記のリスク関数  $FR$  に離隔距離  $R_1, R_2, \dots$  を代入して取得したリスク値  $RP_1, RP_2, \dots$  を、ゾーン表示判定部 3 4 に出力する。

## 【 0 0 6 7 】

ゾーン表示判定部 3 4 は、それぞれの判定点  $D_1, D_2, \dots$  において、衝突危険ゾーンを表示すべきか、警戒ゾーンを表示すべきか、何れも表示しないかを、リスク計算部 3 3 から出力されるリスク値  $RP_1, RP_2, \dots$  に従って判定する。

## 【 0 0 6 8 】

具体的には、ゾーン表示判定部 3 4 は、リスク計算部 3 3 から出力されるリスク値  $RP_n$  が 1 である場合は、衝突危険ゾーンを表示する必要があると判定する。ゾーン表示判定部 3 4 は、リスク値  $RP$  から出力されるリスク値  $RP$  が 1 より小さいが 0 より大きい場合は、警戒ゾーンを表示する必要があると判定する。ゾーン表示判定部 3 4 は、リスク値  $RP$  が 0 である場合は、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの何れも表示する必要がないと判定する。

40

## 【 0 0 6 9 】

このように、本実施形態の計算処理部 3 1 では、従来の O Z T で用いられているように速度の誤差を考慮して確率分布を計算しない。即ち、計算処理部 3 1 は、自船船速ベクトル  $V$  及び他船船速ベクトル  $V_t$  に誤差がないものと考えた上で、単純に、離隔距離  $R_n$  で示される自船 2 の基準位置と他船 3 の代表点との位置関係が自船長さ  $L$  の範囲に含まれる

50

か否か、又は、プライベート長さ  $PL$  の範囲に含まれるか否かに基づいて、衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンの表示の要否を判断している。従って、判断に必要な計算量を著しく減らすことができる。

【 0 0 7 0 】

次に、表示データ生成部 4 1 について説明する。図 4 は、図 2 の状況における衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示例を示す図である。図 5 は、本実施形態による衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示を、従来の O Z T の表示と比較して示す図である。

【 0 0 7 1 】

表示データ生成部 4 1 は、操船者を支援するための情報を表示装置 5 に表示させるための表示データを生成し、適宜のインタフェースを介して表示装置 5 に出力する。

10

【 0 0 7 2 】

図 4 には、表示装置 5 における表示画面の例が示されている。表示データ生成部 4 1 は、図 4 に示すように、自船 2 の位置及び速度、他船 3 の位置及び速度等を図形で示す表示データを生成する。表示データ生成部 4 1 は、更に、ゾーン表示判定部 3 4 の判定結果に応じて、それぞれの判定点  $D 1$  ,  $D 2$  ,  $\dots$  に、衝突危険ゾーン 9 1 又は警戒ゾーン 9 2 を表示させる。

【 0 0 7 3 】

図 4 には、図 2 の状況において、離隔距離  $R 4$  に対応するリスク値  $RP 4$  が 1 であり、離隔距離  $R 3$  に対応するリスク値が 0 . 3 であり、他の離隔距離  $R 1$  ,  $R 2$  ,  $R 5$  に対応するリスク値は何れも 0 だった場合の、表示装置 5 の表示例を示している。

20

【 0 0 7 4 】

図 4 に示すように、判定点  $D 4$  には、衝突危険ゾーン 9 1 を示す図形が表示され、判定点  $D 3$  には、警戒ゾーン 9 2 を示す図形が表示される。他の判定点  $D 1$  ,  $D 2$  ,  $D 5$  には、図形は表示されていない。なお、判定点  $D 1$  ,  $D 2$  ,  $\dots$  は計算の基準として用いられる点であるため、説明のために図 4 には描かれているが、実際には画面に表示されない。

【 0 0 7 5 】

衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 は、判定点  $D n$  を中心とする円の図形として表示される。円の大きさは、小さくなり過ぎないように適宜定められる。例えば、円の大きさは、その直径が自船長さ  $L$  と等しくなるように定めることができる。

30

【 0 0 7 6 】

互いに隣り合う 2 つの判定点  $D n$  のそれぞれに例えば衝突危険ゾーン 9 1 の円の図形を表示したときに、円と円の間に隙間が生じるのは好ましくない。このため、上述の他船将来位置予測部 1 3 が判定点  $D n$  を求めるときの時間間隔  $T$  は、図形の円の大きさと、他船船速ベクトル  $V t$  の大きさと、を考慮して、隣り合う判定点  $D n$  同士の距離を十分に短くできるように定められる。これにより、衝突危険ゾーン 9 1 又は警戒ゾーン 9 2 の表示の領域的な連続性を確保することができる。

【 0 0 7 7 】

操船支援装置 1 に入力される自船位置  $P 0$ 、自船船速ベクトル  $V$ 、他船位置  $P r 0$ 、及び他船船速ベクトル  $V t$  は、何れも刻々と変化し、それに応じて衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示をリアルタイムで更新する必要がある。また、自船 2 の周囲に他船 3 が 1 つだけでなく複数存在する場合も考えられ、この場合は、それぞれの他船 3 について衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示処理を行わなければならない。従って、処理に必要な計算負荷を軽減することが重要である。

40

【 0 0 7 8 】

他船将来位置予測部 1 3 は、判定点  $D n$  を理論上無限に生成することができるが、判定点  $D n$  が多数になると計算負荷が重くなる。そこで、本実施形態では、所定の判定限界距離を定め、他船将来位置予測部 1 3 が出力する判定点  $D n$  の位置を、他船位置  $P r 0$  から判定限界距離以内に限定している。これにより、計算負荷が過大にならないようにするこ

50

とができる。

【 0 0 7 9 】

ただし、本実施形態では、各判定点  $D_n$  において衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 を表示すべきか否かを判定するのに必要な計算量が、上述したように従来と比べて軽減されている。従って、隣り合う判定点  $D_n$  の間の距離を短くしたり、前記判定限界距離を長くしたりして、多数の判定点  $D_n$  が生成された場合でも、リアルタイムで問題なく処理を行うことができる。これにより、衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 が表示される分解能を高めることができ、又は、より先の将来予測に基づく衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示を行うことができる。

【 0 0 8 0 】

表示データ生成部 4 1 が生成する表示データでは、衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とで、表示装置 5 で表示される色彩を異ならせるようにすることができる。図 4 では、図面での表現の都合上、衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とで表示色が異なることを実線と破線とで示している。これにより、操船者は、他船 3 との衝突が発生する可能性が高い領域と、衝突はしないが前述のプライベート長さ  $PL$  に他船 3 が入ってしまう可能性が高い領域と、を明確に区別して把握することができるので、状況を容易に理解することができる。

【 0 0 8 1 】

なお、表示装置において衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とでどのように表示を変えるかについては、色を変えることに限定されない。例えば、衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とで、内部の塗り潰しの有無、塗り潰し部分の透明度や模様を変え るように表示させることができる。図 4 に描かれているとおり、ゾーンの図形の輪郭線を実線と破線等とで異ならせても良い。また、ゾーンの図形に文字、記号、又は小さなマーク等を付加することによって、操船者が衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とを区別できるように構成してもよい。

【 0 0 8 2 】

警戒ゾーン 9 2 はリスク値  $RP$  が 0 よりも大きく 1 よりも小さい場合に対応するが、表示データ生成部 4 1 は、警戒ゾーン 9 2 に関して、リスク値  $RP$  の大きさ に応じて表示の態様を異ならせる表示データを生成してもよい。例えば、リスク値  $RP$  が小さくなるにつれて、表示される警戒ゾーン 9 2 の輪郭線又は内部の塗り潰しの透明度を徐々に増加させることが考えられる。また、衝突危険ゾーン 9 1 を赤色で表示するとともに、警戒ゾーン 9 2 を、リスク値  $RP$  が小さくなるにつれて、赤色から黄色へ徐々に変化するように色を変化させて表示しても良い。

【 0 0 8 3 】

警戒ゾーンの表示は、リスク値  $RP$  が 0 より大きく 1 より小さい場合に一律に表示することに代えて、操船者によって設定された所定の閾値よりもリスク値  $RP$  が大きい場合にのみ行われても良い。これにより、操船者の好みに応じた表示を実現することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、衝突危険ゾーン 9 1 と警戒ゾーン 9 2 とを、全く同じ態様で表示することもできる。

【 0 0 8 5 】

上述したように、本実施形態では、リスク関数  $FR$  において、自船長さ  $L$  を考慮した衝突危険性の評価が行われる。即ち、自船 2 を、点として扱うのではなく、前後方向に自船長さ  $L$  だけ細長い直線として扱っている。従って、例えば自船長さ  $L$  が相当に長い大型船舶である場合でも、衝突の危険が高い領域を、実際の船舶の大きさを考慮して妥当な位置に表示することができる。

【 0 0 8 6 】

図 5 には、同じ状況下で、本実施形態の衝突危険ゾーン 9 1 と、従来の  $OZT$  と、の表示の比較が示されている。図 5 ( a ) で示すように、本実施形態の衝突危険ゾーン 9 1 は、自船長さ  $L$  を考慮することで、図 5 ( b ) で示す従来の  $OZT$  よりも、他船 3 に近い側

10

20

30

40

50

にゾーンの領域が広がっている（拡張部分 9 1 e）。この表示は、実際の自船長さ L を考慮すると、他船 3 との衝突を避けるには、従来の O Z T と重複する部分だけでなく、それから広がっている拡張部分 9 1 e にも自船 2 を操船すべきでないことを示している。

【 0 0 8 7 】

図 5（a）に示す本実施形態の表示例では、プライベート長さ P L を自船 2 の前方に設定したことに伴う警戒ゾーン 9 2 が、衝突危険ゾーン 9 1 よりも他船 3 に近い側に表示される。この表示は、警戒ゾーン 9 2 に操船すると、自船 2 の前方のプライベート長さ P L に相当する領域に他船 3 が入ってしまう可能性が高いことを示している。

【 0 0 8 8 】

なお、図 5（a）に示す本実施形態の表示例では、図 5（b）に示す従来の O Z T の左端の円に相当する場所 N 1 には、衝突危険ゾーン 9 1 が表示されていない。これは、本実施形態では、自船長さ L のうち自船基準位置よりも船尾側の部分の長さ L 2 が相当に短く、これをリスク計算部 3 3 が適切に考慮した結果である。図 5（a）の例は自船 2 の後方にプライベート長さ P L が設定されていない場合を示しているが、後方のプライベート長さ P L を適宜設定すれば、上記の場所 N 1 に警戒ゾーン 9 2 が表示されることになる。

【 0 0 8 9 】

上記の説明では、レーダ装置が備えるレーダアンテナの位置が、G N S S 測位装置の G N S S アンテナの位置（言い換えれば、自船基準位置）と同一であるとみなして、衝突危険性の評価を行っている。しかしながら、レーダアンテナの取付位置と G N S S アンテナの取付位置との距離が無視できない場合は、他船データ取得部 1 2 が取得する他船位置を、G N S S アンテナの位置が基準となるように再計算すると、より正確な衝突計算が可能になる点で好ましい。一方で、自船基準位置を、G N S S アンテナの位置ではなく、レーダアンテナの位置と一致するように定めても良い。この場合は、他船データ処理部 1 1 が取得する自船位置等を、レーダアンテナの位置が基準となるように再計算することになる。

【 0 0 9 0 】

以上に説明したように、本実施形態の操船支援装置 1 は、他船データ取得部 1 2 と、他船将来位置予測部 1 3 と、自船データ取得部 2 2 と、自船将来位置予測部 2 3 と、リスク計算部 3 3 と、表示データ生成部 4 1 と、を備える。他船データ取得部 1 2 は、他船 3 の位置及び速度に関する情報（他船位置 P r 0 及び他船船速ベクトル V t ）を取得する。他船将来位置予測部 1 3 は、他船データ取得部 1 2 が取得した他船位置 P r 0 及び他船船速ベクトル V t に基づいて、当該他船 3 が同じ針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、将来の複数の時刻 T 1 , T 2 , . . . における他船位置 P r 1 , P r 2 , . . . を予測する。自船データ取得部 2 2 は、自船 2 の位置及び速度に関する情報（自船位置 P 0 及び自船船速ベクトル V ）を取得する。自船将来位置予測部 2 3 は、自船データ取得部 2 2 が取得した自船位置 P 0 及び自船船速ベクトル V に基づいて、自船 2 が当該自船位置 P 0 で任意に定めた針路で、かつ同じ船速で航行を継続した場合に、他船将来位置予測部 1 3 によって予測された他船位置 P r 1 , P r 2 , . . . と対応する自船位置 P 1 , P 2 , . . . を予測する。リスク計算部 3 3 は、それぞれの時刻 T 1 , T 2 , . . . で予測された他船位置 P r 1 , P r 2 , . . . と、対応して予測された自船位置 P 1 , P 2 , . . . と、の間の離隔距離 R 1 , R 2 , . . . に基づいて、自船 2 と他船 3 との衝突が将来的に発生する可能性が高いゾーンである衝突危険ゾーン 9 1 を表示するか否かを判断のためのリスク値 R P を計算する。表示データ生成部 4 1 は、リスク値 R P を用いた判断に基づいて、予測された他船位置 P r 1 , P r 2 , . . . に衝突危険ゾーン 9 1 を表示するための表示データを生成する。

【 0 0 9 1 】

これにより、自船 2 の大きさ、及び、自船 2 と他船 3 の離隔距離 R 1 , R 2 , . . . を利用して、自船 2 と他船 3 の衝突が将来的に発生するゾーンである衝突危険ゾーン 9 1 を表示装置 5 に表示させることができる。即ち、自船 2 の大きさが考慮されているので、より妥当性が高い、操船者の実際の操船感覚にマッチした衝突危険ゾーン 9 1 を表示するこ

10

20

30

40

50

とができる。また、従来のように速力誤差の発生を考慮して自船と他船の同時存在確率を計算するのではなく、自船 2 と他船 3 との離隔距離  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $\dots$  を基準として衝突危険ゾーン 9 1 の表示判定が行われるので、計算負荷を著しく軽減することができる。

【 0 0 9 2 】

次に、第 2 実施形態を説明する。図 6 は、第 2 実施形態の操船支援装置 1 x の電氣的構成を示すブロック図である。なお、第 2 実施形態の説明においては、前述の第 1 実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

【 0 0 9 3 】

図 6 に示す第 2 実施形態の操船支援装置 1 x では、他船データ取得部 1 2 が、他船 3 の位置及び速度の情報を、レーダ装置ではなく A I S 装置から取得する。A I S 装置は、複数の船舶の航行情報を交換するための船舶自動識別装置であって、他船 3 の位置、対地速度、船名、船の長さ、幅、測位アンテナの位置等のデータを取得することができる。

【 0 0 9 4 】

他船データ取得部 1 2 は、他船 3 の位置及び速度だけでなく、他船 3 の長さ及び測位アンテナの前後方向での位置の情報も取得する。他船データ取得部 1 2 は、他船 3 の長さ及び測位アンテナの位置の情報に基づき、他船 3 の測位アンテナの位置から船首までの長さ、測位アンテナの位置から船尾までの長さ、をリスク計算部 3 3 に出力する。

【 0 0 9 5 】

リスク計算部 3 3 は、設定長さ記憶部 2 6 から取得した自船長さ  $L$  及びプライベート長さ  $P_L$  と、他船データ取得部 1 2 から取得した他船の長さ、を利用して、リスク値  $R_P$  を計算する。本実施形態で用いられるリスク関数  $F_R$  としては、図 3 ( b ) のグラフに対して、リスク値  $R_P$  が 1 になる離隔距離  $R$  の領域を、他船 3 の長さを考慮して自船 2 の前後方向に適宜拡張するように変更したものを用いれば良い。

【 0 0 9 6 】

本実施形態では、自船 2 だけでなく他船 3 についても、点でなく、その長さだけ前後方向に細長い直線として扱って、衝突の可能性を評価している。従って、衝突危険ゾーン 9 1 及び警戒ゾーン 9 2 の表示を、操船者の実際の操船感覚に一層整合させたものとすることができる。

【 0 0 9 7 】

A I S により得られる他船 3 の情報には、他船 3 の大きさに関する情報が含まれない場合もある。この場合、リスク計算部 3 3 は、他船 3 の長さを、操船者が事前に適宜設定した長さと等しいものと一律にみなして、リスク値  $R_P$  を計算することができる。

【 0 0 9 8 】

以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【 0 0 9 9 】

他船位置  $P_{r0}$  の針路  $C$  上に他船将来位置予測部 1 3 が定める他船位置  $P_{r1}$  ,  $P_{r2}$  ,  $\dots$  ( 判定点  $D_1$  ,  $D_2$  ,  $\dots$  ) は、図 2 のように等間隔で並ぶことに限定されず、不等間隔とすることもできる。例えば、自船 2 の位置から等角度間隔で放射状に広がる複数の仮想直線を考え、それぞれの仮想直線と上記の針路  $C$  とが交わる位置に、他船位置  $P_{r1}$  ,  $P_{r2}$  ,  $\dots$  が定められても良い。このとき、自船 2 の現在の針路に近い仮想直線 ( 例えば、自船 2 の針路から左右  $10^\circ$  以内の仮想直線 ) の角度間隔が、そうでない仮想直線の角度間隔よりも小さくなるように、複数の仮想直線を配置することができる。この場合、自船 2 の現在の針路に干渉し易い領域で判定点  $D_1$  ,  $D_2$  ,  $\dots$  を密に定めることができるので、自船 2 の予定針路近傍において衝突危険ゾーン及び警戒ゾーンを表示する空間分解能を高めることができる。

【 0 1 0 0 】

上述のとおり、他船位置  $P_{r1}$  ,  $P_{r2}$  ,  $\dots$  は、複数の将来の時刻  $T_1$  ,  $T_2$  ,  $\dots$  に対応している。従って、他船位置  $P_{r1}$  ,  $P_{r2}$  ,  $\dots$  をどのように定めるかに応じて、対応するそれぞれの自船位置候補円  $E_1$  ,  $E_2$  ,  $\dots$  の大きさも変化すること

10

20

30

40

50

になる。

【 0 1 0 1 】

自船基準位置は、上記の実施形態で説明した位置に限定されず、自船 2 における任意の点に定めることができる。例えば、自船基準位置を、自船 2 が回頭しているときの軸となる位置（船体運動における転心の位置）とすることができる。

【 0 1 0 2 】

実際の操船では、高速航行時は低速航行時と比較して、前方のより遠くの他船 3 にも注意を払うべきである。これを考慮して、自船 2 の特に前側に設定されるプライベート長さ  $PL$  が、自船船速ベクトル  $V$  の大きさに応じて自動的に変化するように構成されていても良い。

10

【 0 1 0 3 】

第 2 実施形態において、他船データ処理部 11 は、AIS でなく、第 1 実施形態で説明したレーダ装置において、TT 機能で追尾されるエコー像の形状から取得された他船 3 の長さを取得するように構成することもできる。

【 0 1 0 4 】

自船 2 の長さだけでなく幅を考慮して、衝突危険ゾーン 91 の表示を判定することもできる。プライベート領域の長さだけでなく幅を考慮して、警戒ゾーン 92 の表示を判定することもできる。同様に、他船 3 の長さだけでなく幅を考慮することもできる。

【 0 1 0 5 】

衝突危険ゾーン 91 を表示するか否かを判定するためのリスク値（衝突リスク値）と、警戒ゾーン 92 を表示するか否かを判定するためのリスク値（警戒リスク値）は、共通のリスク関数  $FR$  でなく、別々の関数で求めても良い。

20

【 0 1 0 6 】

衝突危険ゾーン 91 及び警戒ゾーン 92 は、それぞれ任意の態様で表示することができる。例えば、判定点  $D_n$  を中心とする円に代えて、判定点  $D_n$  同士を結ぶ線で表示されてもよい。そして、当該線の太さは、適宜に設定することができる。

【 0 1 0 7 】

リスク関数  $FR$  において、プライベート長さ  $PL$  におけるリスク値  $RP$  は、図 3 (b) に示すように直線的に減少するのに代えて、例えば曲線的に減少しても良い。

【 0 1 0 8 】

第 1 実施形態において計算処理部 31 は、リスク計算部 33 が、自船 2 の物理的な大きさを考慮してリスク値  $RP$  を計算している。これに代えて、離隔距離計算部 32 が離隔距離  $R_n$  を計算する段階で、自船 2 の物理的な大きさが考慮されても良い。例えば、離隔距離計算部 32 が、自船基準位置から船首までの長さ  $L_1$  を考慮して、予測される他船 3 の代表点の位置と、予測される将来の自船 2 の船首の先端位置と、の間の距離の最小値を離隔距離  $R_n$  として計算することが考えられる。

30

【 0 1 0 9 】

操船支援装置 1 が、表示装置 5 を一体的に備えていても良い。

【符号の説明】

【 0 1 1 0 】

40

1 操船支援装置

11 他船データ処理部

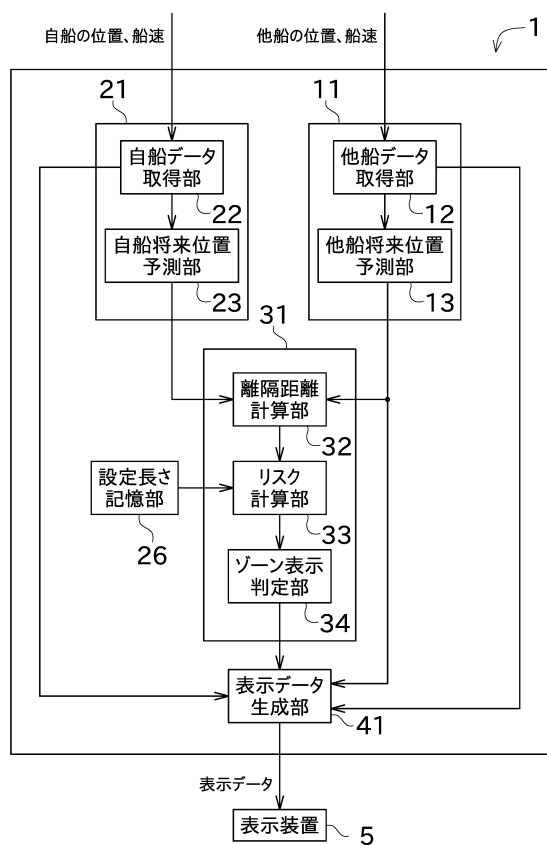
32 離隔距離計算部

33 リスク計算部

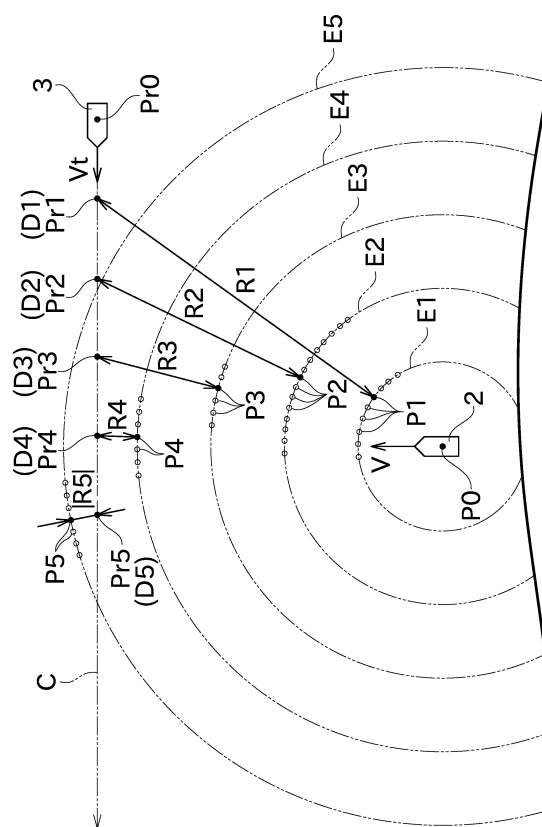
41 表示データ生成部

【図面】

【 図 1 】

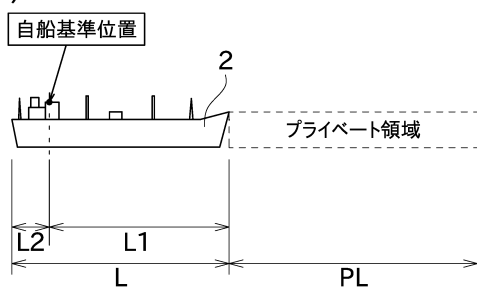


【圖 2】

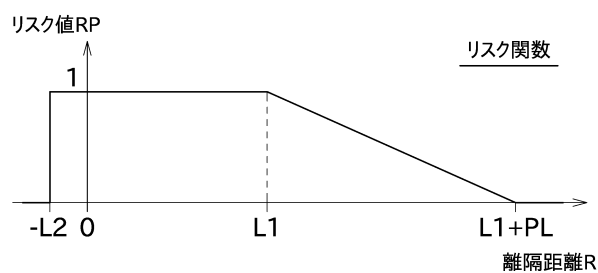


【 図 3 】

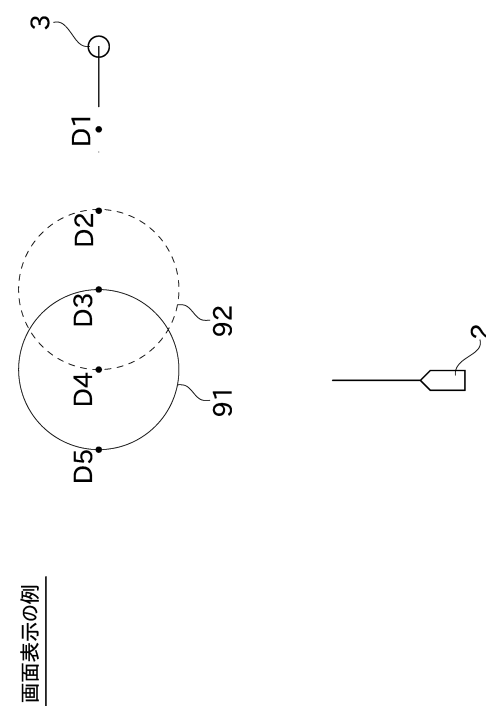
(a)



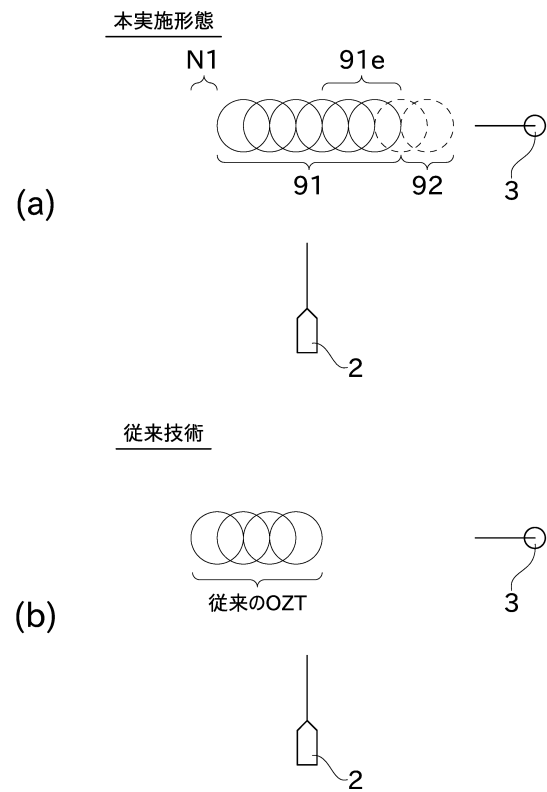
(b)



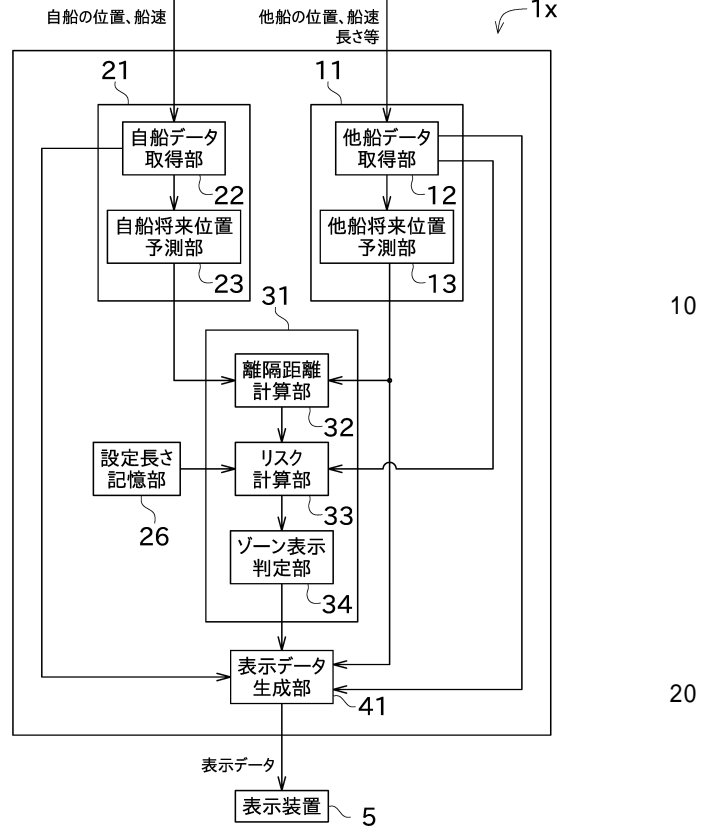
【圖 4】



【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 2 0 4 3 9 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 2 8 2 9 6 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 3 5 5 0 0 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 2 5 6 7 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 8 9 2 6 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 0 6 1 8 9 3 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 8 G | 3 / 0 2   |
| B 6 3 B | 4 3 / 1 8 |
| B 6 3 B | 7 9 / 4 0 |
| G 0 1 S | 7 / 1 2   |
| G 0 1 S | 1 3 / 6 6 |