

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年11月21日(21.11.2024)



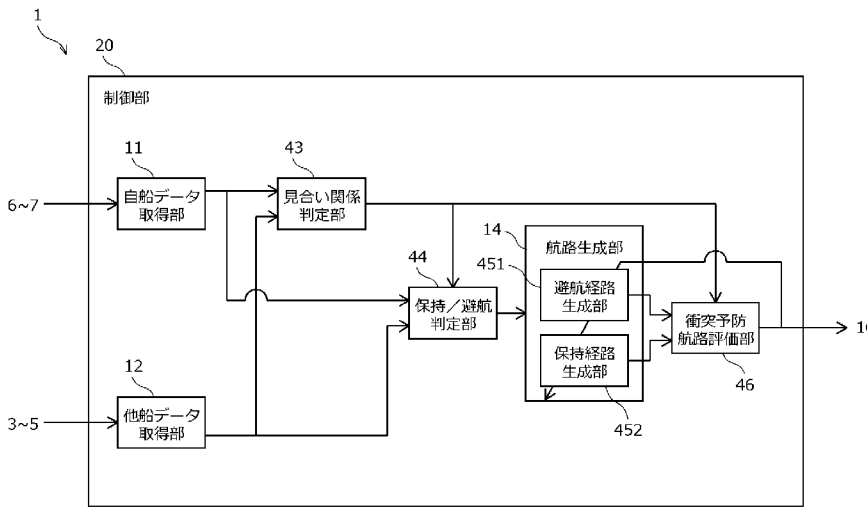
(10) 国際公開番号

WO 2024/236946 A1

- (51) 国際特許分類:
G08G 3/02 (2006.01) G01C 21/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/014455
- (22) 国際出願日: 2024年4月9日(09.04.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-079449 2023年5月12日(12.05.2023) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社 (FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中川 和也 (NAKAGAWA, Kazuya); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町9番52号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: NAVIGATION ASSISTANCE DEVICE, NAVIGATION ASSISTANCE METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 航行支援装置、航行支援方法、及びプログラム



- 11 Host-ship data acquisition unit
12 Other-ship data acquisition unit
14 Sea-route generation unit
20 Control unit
43 Opposing relationship determination unit
44 Maintain-course/give-way determination unit
46 Collision-prevention sea-route evaluation unit
451 Give-way route generation unit
452 Maintain-course route generation unit

(57) Abstract: [PROBLEM] To provide a navigation assistance device capable of achieving sea-route evaluation which is in accordance with an opposing relationship. [SOLUTION] This navigation assistance device comprises: a first acquisition unit that acquires first ship data including the position and the speed of a first ship; a second acquisition unit that acquires second ship data including the position and the speed of a second ship; an opposing relationship determination unit that determines the opposing relationship between the first ship and the second ship, on the basis of the first ship data and

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the second ship data; a sea-route calculation unit that calculates the planned sea-route of the first ship; and a sea-route evaluation unit that evaluates the planned sea-route in accordance with the opposing relationship.

(57) 要約: 【課題】 見合い関係に応じた航路評価を実現することが可能な航行支援装置を提供する。【解決手段】 航行支援装置は、第1船舶の位置及び速度を含む第1船舶データを取得する第1取得部と、第2船舶の位置及び速度を含む第2船舶データを取得する第2取得部と、第1船舶データ及び第2船舶データに基づいて、第1船舶と第2船舶の見合い関係を判定する見合い関係判定部と、第1船舶の予定航路を算出する航路算出部と、見合い関係に応じて予定航路を評価する航路評価部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 航行支援装置、航行支援方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、航行支援装置、航行支援方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、目的地と自船を結ぶ直線上に予測避航領域がある場合に経路探索を行う避航経路探索装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 2 1 － 1 6 0 5 5 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、衝突予防のための規則では、他船が視野の内にある場合に見合い関係に応じた行動が求められる。上記特許文献 1 のように探索される避航経路は、他船との衝突を回避できても、規則上認められない経路であるおそれがある。

[0005] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、見合い関係に応じた航路評価を実現することが可能な航行支援装置、航行支援方法、及びプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の一の態様の航行支援装置は、第 1 船舶の位置及び速度を含む第 1 船舶データを取得する第 1 取得部と、第 2 船舶の位置及び速度を含む第 2 船舶データを取得する第 2 取得部と、前記第 1 船舶データ及び前記第 2 船舶データに基づいて、前記第 1 船舶と前記第 2 船舶の見合い関係を判定する見合い関係判定部と、前記第 1 船舶の予定航路を算出する航路算出部と、前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する航路評価部と、を備える。これによれば、見合い関係に応じた航路評価を実現する

ことが可能となる。

- [0007] 上記態様において、前記航路評価部は、前記予定航路が衝突予防のための規則に則っているか評価してもよい。これによれば、予定航路が衝突予防のための規則に則っているか評価することが可能となる。
- [0008] 上記態様において、前記第1船舶データ、前記第2船舶データ、及び前記見合い関係に基づいて、前記第1船舶が保持船に該当するか、避航船に該当するか、又は何れにも該当しないか判定する保持／避航判定部をさらに備え、前記航路算出部は、前記第1船舶が保持船又は避航船に該当する場合に、前記予定航路を算出してもよい。これによれば、保持船又は避航船に該当する場合に、予定航路を算出することが可能となる。
- [0009] 上記態様において、前記航路算出部は、前記第1船舶が避航船に該当する場合に、避航船のための前記予定航路を算出し、前記航路評価部は、前記予定航路が避航船として適当であるか評価してもよい。これによれば、予定航路が避航船として適当であるか評価することが可能となる。
- [0010] 上記態様において、前記航路評価部は、前記予定航路において回避開始までの時間が閾値以下であるか判定してもよい。これによれば、比較的早く回避を開始しているか評価することが可能となる。
- [0011] 上記態様において、前記航路評価部は、前記予定航路において回避時の舵角が閾値以上であるか判定してもよい。これによれば、比較的大きい舵角で回避しているか評価することが可能となる。
- [0012] 上記態様において、前記航路評価部は、前記見合い関係が行会い関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶が左舷対左舷の関係にあるか判定してもよい。これによれば、行会い関係の場合に位置関係が適切か評価することが可能となる。
- [0013] 上記態様において、前記航路評価部は、前記見合い関係が追越し関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶の距離が所定以上であるか判定してもよい。これによれば、追越し関係の場合に位置関係が適切か評価することが可能となる。

- [0014] 上記態様において、前記航路評価部は、前記見合い関係が横切り関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第 1 船舶が前記第 2 船舶の船尾方向を通過するか判定してもよい。これによれば、横切り関係の場合に位置関係が適切か評価することが可能となる。
- [0015] 上記態様において、前記航路算出部は、前記第 1 船舶が保持船に該当する場合に、保持船のための前記予定航路を算出し、前記航路評価部は、前記予定航路において針路及び船速が一定であるか判定してもよい。これによれば、予定航路が保持船として適当であるか評価することが可能となる。
- [0016] また、本発明の他の態様の航行支援方法は、第 1 船舶の位置及び速度を含む第 1 船舶データを取得し、第 2 船舶の位置及び速度を含む第 2 船舶データを取得し、前記第 1 船舶データ及び前記第 2 船舶データに基づいて、前記第 1 船舶と前記第 2 船舶の見合い関係を判定し、前記第 1 船舶の予定航路を算出し、前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する。これによれば、見合い関係に応じた航路評価を実現することが可能となる。
- [0017] また、本発明の他の態様のプログラムは、第 1 船舶の位置及び速度を含む第 1 船舶データを取得すること、第 2 船舶の位置及び速度を含む第 2 船舶データを取得すること、前記第 1 船舶データ及び前記第 2 船舶データに基づいて、前記第 1 船舶と前記第 2 船舶の見合い関係を判定すること、前記第 1 船舶の予定航路を算出すること、及び前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価すること、をコンピュータに実行させる。これによれば、見合い関係に応じた航路評価を実現することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]船載システムの例を示す図である。
- [図2]第 1 実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。
- [図3]他船管理データベースの例を示す図である。
- [図4]バンパー領域を説明するための図である。
- [図5]バンパー領域を説明するための図である。
- [図6]侵入度の算出を説明するための図である。

- [図7]侵入度の算出を説明するための図である。
- [図8]侵入度の算出を説明するための図である。
- [図9]侵入度の算出を説明するための図である。
- [図10]予定航路の表示例を示す図である。
- [図11]第1実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。
- [図12]第2実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。
- [図13]リスク区間の特定例を示す図である。
- [図14]閉塞範囲の特定例を示す図である。
- [図15]閉塞範囲の特定例を示す図である。
- [図16]閉塞範囲の特定例を示す図である。
- [図17]第2実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。
- [図18]第3実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。
- [図19]近距離の回避を説明するための図である。
- [図20]中距離の回避を説明するための図である。
- [図21]衝突指標重みを説明するための図である。
- [図22]回避指標重みを説明するための図である。
- [図23]閾値を説明するための図である。
- [図24]避航経路の算出を説明するための図である。
- [図25]避航経路の算出を説明するための図である。
- [図26]航路出力重みを説明するための図である。
- [図27]第3実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。
- [図28]第4実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。
- [図29]航路評価を説明するための図である。
- [図30]見合い関係を説明するための図である。
- [図31]見合い関係を説明するための図である。
- [図32]見合い関係を説明するための図である。
- [図33]保持／避航判定を説明するための図である。
- [図34]保持／避航判定を説明するための図である。

[図35]保持／避航判定を説明するための図である。

[図36]保持／避航判定を説明するための図である。

[図37]航路評価を説明するための図である。

[図38]航路評価を説明するための図である。

[図39]航路評価を説明するための図である。

[図40]航路評価を説明するための図である。

[図41]第4実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。

[図42]図41に続く図である。

[図43]第5実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。

[図44]第5実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。

[図45]第6実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。

[図46]候補航路の生成を説明するための図である。

[図47]候補航路のグループ分けを説明するための図である。

[図48]候補航路のグループ分けを説明するための図である。

[図49]候補航路のグループ分けを説明するための図である。

[図50]代表航路の決定を説明するための図である。

[図51]代表航路の表示を説明するための図である。

[図52]代表航路の表示を説明するための図である。

[図53]代表航路の表示を説明するための図である。

[図54]代表航路の表示を説明するための図である。

[図55]第6実施形態に係る航行支援方法の例を示す図である。

[図56]総合的な実施形態に係る航行支援装置の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

[0020] 図1は、船載システム100の構成例を示すブロック図である。船載システム100は、船舶に搭載されるシステムである。以下の説明では、船載シ

ステム１００が搭載された船舶を「自船」といい、それ以外の船舶を「他船」という。

[0021] 船載システム１００は、航行支援装置１、表示部２、レーダー３、ＡＩＳ４、カメラ５、ＧＮＳＳ受信機６、ジャイロコンパス７、ＥＣＤＩＳ８、無線通信部９、及び操船制御部１０を備えている。これらの機器は、例えばＬＡＮ等のネットワークＮに接続されており、相互にネットワーク通信が可能である。

[0022] 航行支援装置１は、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭ、不揮発性メモリ、及び入出力インターフェース等を含むコンピュータを備えている。航行支援装置１のＣＰＵは、ＲＯＭ又は不揮発性メモリからＲＡＭにロードされたプログラムに従って情報処理を実行する。

[0023] プログラムは、光ディスク又はメモリカード等の情報記憶媒体を介して供給されてもよいし、インターネット又はＬＡＮ等の通信ネットワークを介して供給されてもよい。

[0024] 表示部２は、航行支援装置１により生成された表示用画像を表示する。表示部２は、レーダー画像、カメラ画像、又は電子海図なども表示する。

[0025] 表示部２は、例えばタッチセンサ付き表示装置、いわゆるタッチパネルである。タッチセンサは、ユーザの指等による画面内の指示位置を検出する。これに限らず、トラックボール等のポインティングデバイスにより指示位置が入力されてもよい。

[0026] レーダー３は、自船の周囲に電波を発してその反射波を受信し、受信信号に基づいてエコーデータを生成する。また、レーダー３は、エコーデータから物標を識別し、物標の位置及び速度を表すＴＴデータ（Target Tracking Data）を生成する。

[0027] ＡＩＳ（Automatic Identification System）４は、自船の周囲に存在する他船又は陸上の管制からＡＩＳデータを受信する。ＡＩＳに限らず、ＶＤＥＳ（VHF Data Exchange System）が用いられてもよい。ＡＩＳデータは、他船の識別符号、船名、位置、針路、船速、船種、船体長、及び行き先などを

含んでいる。

[0028] カメラ 5 は、自船から外部を撮像して画像データを生成するデジタルカメラである。カメラ 5 は、例えば自船のブリッジに船首方位を向いて設置される。カメラ 5 は、例えばパン・チルト機能及び光学ズーム機能を有する、いわゆる P T Z カメラである。

[0029] カメラ 5 は、撮像した画像に含まれる船舶等の物標の画像内位置及び種別を物体検出モデルにより推定する画像認識部を含んでもよい。画像認識部は、カメラ 5 に限らず、航行支援装置 1 等の他の装置において実現されてもよい。

[0030] G N S S 受信機 6 は、G N S S (Global Navigation Satellite System) から受信した電波に基づいて自船の位置を検出する。ジャイロコンパス 7 は、自船の船首方位を検出する。ジャイロコンパスに限らず、G P S コンパスが用いられてもよい。

[0031] E C D I S (Electronic Chart Display and Information System) 8 は、G N S S 受信機 6 から自船の位置を取得し、電子海図上に自船の位置を表示する。また、E C D I S 8 は、電子海図上に自船の計画航路も表示する。E C D I S に限らず、G N S S プロッタが用いられてもよい。

[0032] 無線通信部 9 は、衛星通信を実現する無線設備を含んでいる。また、無線通信部 9 は、例えば極超短波、超短波、短波、中短波、又は中波などを利用した無線通信を実現する無線設備を含んでいる。

[0033] 操船制御部 10 は、自律航行を実現するための制御装置であり、自船の操舵機を制御する。また、操船制御部 10 は、自船のエンジンを制御してもよい。

[0034] 本実施形態において、航行支援装置 1 と表示部 2 は互いに独立した装置であるが、これに限らず、航行支援装置 1 と表示部 2 は一体の装置であってもよい。

[0035] また、航行支援装置 1 は独立した装置であるが、これに限らず、E C D I S 8 等の他の装置と一体であってもよい。すなわち、航行支援装置 1 の一部

又は全部の機能が他の装置で実現されてもよい。

[0036] また、表示部 2 も独立した装置であるが、これに限らず、E C D I S 8 等の他の装置の表示部が、航行支援装置 1 により生成された表示用画像を表示する表示部 2 として用いられてもよい。

[0037] なお、本実施形態では、航行支援装置 1 は船舶に搭載されるが、これに限らず、例えば陸上の管制に設置され、監視下にある船舶の航行支援に利用されてもよい。

[0038] [第 1 実施形態]

図 2 は、第 1 実施形態に係る航行支援装置 1 の構成例を示すブロック図である。航行支援装置 1 は、制御部 20 を備えている。制御部 20 は、C P U、R A M、R O M、不揮発性メモリ、及び入出力インターフェース等を含むコンピュータである。

[0039] 第 1 実施形態において、制御部 20 は、自船データ取得部 11、他船データ取得部 12、衝突リスク算出部 13、航路生成部 14、航路選択部 15、及び侵入度算出部 16 を備えている。これらの機能部は、制御部 20 の C P U がプログラムに従って情報処理を実行することによって実現される。

[0040] 自船データ取得部 11 は、自船の位置及び速度を含む自船データを取得する。自船データ取得部 11 は第 1 取得部の例であり、自船は第 1 船舶の例であり、自船データは第 1 船舶データの例である。速度は、船速と針路で表されるベクトル量であり、船速はスカラー量である。

[0041] 具体的には、自船データ取得部 11 は、G N S S 受信機 6 により検出される自船の位置を逐次取得し、自船の位置の時間的变化から自船の速度を算出する。これに限らず、自船の船速は、不図示の船速計から取得されてもよいし、自船の針路は、ジャイロコンパス 7 から取得されてもよい。

[0042] 他船データ取得部 12 は、他船の位置及び速度を含む他船データを取得する。他船データ取得部 12 は第 2 取得部及び検出部の例であり、他船は第 2 船舶の例であり、他船データは第 2 船舶データの例である。他船データは、自船に搭載されたレーダー 3、A I S 4、又はカメラ 5 により検出されたデ

ータに基づいて生成される。

[0043] 具体的には、他船データ取得部 12 は、レーダー 3 により生成された T T データ、A I S 4 により受信された A I S データ、又はカメラ 5 により撮像された画像から識別された識別データを、他船データとして逐次取得する。他船データ取得部 12 は、取得された他船データを、メモリに構築された他船管理データベースに登録する。

[0044] 図 3 に示すように、他船管理データベースは、「船舶 I D」、「ソース」、「位置」、「船速」、及び「針路」等のフィールドを含んでいる。「船舶 I D」は、他船に付与される識別子である。「ソース」は、他船データがレーダー 3、A I S 4、及びカメラ 5 の何れによって生成されたかを表す。

[0045] 「位置」は、他船の位置を表す。他船の位置は、緯度・経度で表される。レーダー 3 又はカメラ 5 により検出される他船の位置は、自船に対する相対位置で表されるので、G N S S 受信機 6 により検出される自船の位置を用いて絶対位置に変換される。

[0046] 「船速」は、他船の船速を表す。「針路」は、他船の針路を表す。レーダー 3 又はカメラ 5 により検出される他船の船速及び針路は、他船の画像内位置の時間的变化から推定される。

[0047] なお、A I S 3、レーダー 4、及びカメラ 5 のうちの 1 つをソースとする他船データの位置と、別の 1 つをソースとする他船データの位置とが同一又は近似する場合、それらの他船データは共通の他船に関するものとして 1 つのレコードにまとめられる。

[0048] 図 2 の説明に戻る。衝突リスク算出部 13 は、自船データ取得部 11 により取得された自船データと、他船データ取得部 12 により取得された他船データとに基づいて、自船と他船の衝突リスクを推定する。

[0049] 例えば、衝突リスク算出部 13 は、自船と他船が衝突するリスクが所定以上となる衝突リスク領域を算出する。衝突リスク領域は、例えば O Z T (Obstacle Zone by Target) である。これに限らず、例えば P A D (Predict Area of Danger) 又は D A C (Dangerous Area of Collision) 等が用いられて

もよい。

[0050] また、衝突リスク算出部 13 は、例えば CPA 衝突警報における TCPA (Time to Closest Point of Approach) 等の衝突リスク値を算出してもよい。

[0051] 航路生成部 14 は、自船の予定航路を算出する。具体的には、航路生成部 14 は、航行の候補となる複数の予定航路を算出する。航路生成部 14 は、航路取得部又は航路算出部の例である。

[0052] 例えば、航路生成部 14 は、衝突リスク算出部 13 により推定される衝突リスクが所定以上となる場合に、自船データ及び他船データに基づいて、衝突を回避するための避航経路を予定航路として算出する。航路生成部 14 は、避航操船アルゴリズムを用いて避航経路を算出する。

[0053] これに限らず、航路生成部 14 は、ECDIS 等の他の装置から予定航路を取得してもよい。この場合の予定航路は、航行計画に基づく目的地までの計画航路である。

[0054] 航路選択部 15 は、航路生成部 14 により算出された複数の予定航路のうちの一部の予定航路を選択する。本実施形態では、航路選択部 15 は、侵入度算出部 16 による侵入度の算出結果に基づいて、複数の予定航路のうちの一部の予定航路を選択する。

[0055] 侵入度算出部 16 は、自船データ取得部 11 により取得された自船データと、他船データ取得部 12 により取得された他船データとに基づいて、侵入度を算出する。侵入度は、自船を基準に設定されるバンパー領域に他船が将来的に侵入する程度を表す指標である。

[0056] 図 4 及び図 5 は、自船 SH を基準に設定されるバンパー領域 BM を説明するための図である。図中の矢印 F は船首方向を表し、矢印 A は船尾方向を表し、矢印 S は右舷方向を表し、矢印 P は左舷方向を表す。

[0057] 図 4 は、バンパー領域 BM におけるリスク係数の平面分布を等高線で示している。破線矢印 RD は、他船 OP の相対移動方向を表している。図 5 (a) は、自船 SH の船首線上のリスク係数 RC の分布を示し、図 5 (b) は、

自船S Hの正横線上のリスク係数R Cの分布を示している。

[0058] バンパー領域B Mは、自船S Hを基準とする各方位において自船S Hに近いほど高くなるリスク係数R Cを有している。バンパー領域B Mは、自船S Hを基準とする方位に応じて定まるリスク係数R Cを有している、すなわち、自船S Hを基準とする方位に応じて定まる形状を有している。

[0059] 例えば、バンパー領域B Mは、自船S Hの船尾方向Aよりも船首方向Fに広い形状を有している。これにより、自船S Hの進行方向である船首方向Fの感度を高めることが可能となる。

[0060] また、バンパー領域B Mは、自船S Hの左舷方向Pよりも右舷方向Sに広い形状を有している。これにより、他船O Pが存在する場合に自船S Hが避航船となる右舷方向Sの感度を高めることが可能となる。

[0061] バンパー領域B Mの形状又は大きさは、常に一定である必要はなく、例えば自船S Hが航行する海域の属性、自船S Hの旋回性能、又は自船S Hの船速などに応じて、適応的に設定されてもよい。

[0062] 図4の例では、バンパー領域B Mは、船首方向F、船尾方向A、右舷方向S及び左舷方向P上の各点を直線で結んだ四角形であるが、これに限らず、例えば各点を自船S Hから離れる方向に凸の曲線で結んだ形状であってもよい。

[0063] 図5の例では、バンパー領域B Mのリスク係数R Cは、自船S Hに近づくに従って直線的に増加するが、これに限らず、リスク係数R Cは段階的に増加しても、指数関数的に増加しても、対数関数的に増加してもよい。

[0064] 図6は、図4中の他船O Pが破線矢印R Dの方向に相対移動してバンパー領域B Mに侵入するときの、リスク係数R Cの時間的变化を示す図である。横軸は時間tを表し、縦軸はリスク係数R Cを表す。

[0065] 他船O Pがバンパー領域B Mに侵入するとき、リスク係数R Cは、時間tの経過とともに徐々に増加し、ある時点を過ぎると、時間tの経過とともに徐々に減少する。他船O Pが自船S Hに近づくときにリスク係数R Cが増加し、他船O Pが自船S Hから離れるときにリスク係数R Cが減少する。

- [0066] 侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に他船 O P の侵入が予測されるときリスク係数 R C に基づいて、他船 O P の侵入度を算出する。
- [0067] 具体的には、侵入度算出部 16 は、各時刻のリスク係数 R C を算出し（図 6 参照）、算出された各時刻のリスク係数 R C に基づいて他船 O P の侵入度を算出する。各時刻のリスク係数 R C の算出は、他船 O P が検出位置から検出速度を維持したまま航行するとの仮定の下で行われる。
- [0068] 例えば、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に他船 O P の侵入が予測されるときリスク係数 R C の最大値（すなわち、図 6 に示すリスク係数 R C の山の高さ）を侵入度として算出してもよい。これによると、他船 O P が自船 S H に近づくほど、侵入度を高くすることが可能となる。
- [0069] また、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に他船 O P の侵入が予測されるときリスク係数 R C の積分値（すなわち、図 6 に示すリスク係数 R C の山の面積）を侵入度として算出してもよい。これによると、他船 O P が自船 S H に近づくほど、且つバンパー領域 B M に長く滞在するほど、侵入度を高くすることが可能となる。
- [0070] バンパー領域 B M には、同時に若しくは時間差で複数の他船 O P が侵入し得るため、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に複数の他船 O P の侵入が予測されるとき侵入度を算出する。
- [0071] 具体的には、侵入度算出部 16 は、複数の他船 O P の 1 隻ごとに各時刻のリスク係数 R C を算出し（図 6 参照）、それらに基づいて侵入度を算出する。これに限らず、侵入度算出部 16 は、複数の他船 O P の 1 隻ごとに侵入度を算出し、それらを統合した侵入度を算出してもよい。
- [0072] 例えば、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に各々の他船 O P の侵入が予測されるときリスク係数 R C の最大値又は積分値の合計値を侵入度として算出してもよい。これにより、他船 O P が自船 S H に接近する機会が多いほど、侵入度を高くすることが可能となる。

- [0073] また、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に各々の他船 O P の侵入が予測されるときリスク係数 R C の最大値又は積分値のうちの最大値を侵入度として算出してもよい。これによると、何れかの他船 O P が自船 S H に接近する程度が大きいほど、侵入度を高くすることが可能となる。
- [0074] また、侵入度算出部 16 は、自船 S H の航行中にバンパー領域 B M に複数の他船 O P の侵入が予測されるとき各時点におけるリスク係数 R C の合計値のうちの最大値を侵入度として算出してもよい。これによると、バンパー領域 B M に同時に侵入する他船 O P の数が多いほど、侵入度を高くすることが可能となる。
- [0075] 図 7 及び図 8 は、バンパー領域 B M に複数の他船 O P が同時に侵入するときの侵入度の算出を説明するための図である。
- [0076] 図 7 に示す例では、自船 S H に対して船首方向 F と右舷方向 S の間の範囲に他船 O P 1, O P 2 が存在している。図 8 に示す例では、自船 S H に対して船首方向 F と右舷方向 S の間の範囲に他船 O P 1 が存在し、船首方向 F と左舷方向 P の間の範囲に他船 O P 2 が存在している。
- [0077] 図 7 及び図 8 のどちらの例においても、リスク係数 R C が 0.1 の線の上に他船 O P 1 が存在し、リスク係数 R C が 0.3 の線の上に他船 O P 2 が存在するため、リスク係数 R C の合計値は 0.4 である。
- [0078] しかしながら、図 8 の例では、船首方向 F と右舷方向 S の間の範囲と、船首方向 F と左舷方向 P の間の範囲の両方に同時に他船 O P 1, O P 2 が存在しており、この場合、左右のどちらにも回避が困難であるので、リスク係数又は侵入度を高く補正することが好ましい。
- [0079] 例えばリスク係数 R C の合計値を侵入度とするとき、図 8 の例では、リスク係数 R C の合計値（すなわち侵入度）を 0.4 よりも高い値に補正する。これにより、図 8 の例における侵入度は、図 7 の例における侵入度より高くなる。
- [0080] 図 9 は、自船 S H が予定航路 S R を航行するときの侵入度の算出を説明す

るための図である。侵入度算出部 16 は、自船 S H が予定航路 S R を航行する期間の侵入度を算出する。

[0081] 予定航路 S R は、複数のレグ L G を含んでいる。レグ L G は、第 1 レグ L G 1 ないし第 3 レグ L G 3 等の総称である。具体的には、予定航路 S R は、自船 S H の現在位置から第 1 変針点 W P 1 までの第 1 レグ L G 1、第 1 変針点 W P 1 から第 2 変針点 W P 2 までの第 2 レグ L G 2、及び第 2 変針点 W P 2 から第 3 変針点（不図示）までの第 3 レグ L G 3 等を含んでいる。

[0082] 侵入度算出部 16 は、各々のレグ L G に対応する仮想レグ V L G を設定し、仮想レグ V L G に仮想自船 V S を配置して、各々のレグ L G における侵入度を算出する。仮想レグ V L G は、仮想第 1 レグ V L G 1 ないし仮想第 2 レグ V L G 2 等の総称であり、仮想自船 V S は、仮想第 1 自船 V S 1 ないし仮想第 2 自船 V S 2 の総称である。

[0083] 具体的には、侵入度算出部 16 は、第 1 変針点 W P 1 から第 2 レグ L G 2 とは反対方向に延びる仮想第 1 レグ V L G 1 を設定し、仮想第 1 レグ V L G 1 に仮想第 1 自船 V S 1 を配置して、自船 S H が第 2 レグ L G 2 を航行する期間における侵入度を算出する。

[0084] 仮想第 1 レグ V L G 1 は、第 2 レグ L G 2 と一直線に並び、第 1 レグ L G 1 の長さ d_1 と同じ長さ d_1 を有している。仮想第 1 自船 V S 1 は、仮想第 1 レグ V L G 1 の第 1 変針点 W P 1 とは反対の端に配置され、仮想第 1 レグ V L G 1 上を自船 S H と同じ速さで移動する。

[0085] また、侵入度算出部 16 は、第 2 変針点 W P 1 から第 3 レグ L G 3 とは反対方向に延びる仮想第 2 レグ V L G 2 を設定し、仮想第 2 レグ V L G 2 に仮想自船 V S 2 を配置して、自船 S H が第 3 レグ L G 3 を航行する期間における侵入度を算出する。

[0086] 仮想第 2 レグ V L G 2 は、第 3 レグ L G 3 と一直線に並び、第 1 レグ L G 1 と第 2 レグ L G 2 の合計の長さ d_2 と同じ長さ d_2 を有している。仮想第 2 自船 V S 2 は、仮想第 2 レグ V L G 2 の第 2 変針点 W P 2 とは反対の端に配置され、仮想第 2 レグ V L G 2 上を自船 S H と同じ速さで移動する。

- [0087] 侵入度算出部 16 は、予定航路 S R に含まれる全てのレグ L G について、上記のような計算を行うことで、予定航路 S R 全体の侵入度を算出する。
- [0088] 図 2 の説明に戻る。侵入度算出部 16 は、航路生成部 14 により算出された複数の予定航路について、自船が各々の予定航路を航行する場合の侵入度を算出する。航路選択部 15 は、侵入度の算出結果に基づいて複数の予定航路の 1 つを選択し、操船制御部 10 に出力する。操船制御部 10 は、選択された予定航路に基づいて自船の操船制御を行う。
- [0089] 具体的には、航路選択部 15 は、複数の予定航路のうち、侵入度が最も低い予定航路を選択する。これに限らず、航路選択部 15 は、複数の予定航路から、侵入度が所定以下の予定航路を全て抽出してもよく、抽出された複数の予定航路を表示部 2 に表示して、予定航路の選択をユーザに促してもよい。
- [0090] 以上に説明した実施形態によれば、侵入度を用いて予定航路全体のリスク評価を行うことが可能となる。特に、避航時に算出される避航経路のリスク評価を行うことで、よりリスクが低い避航経路を選択することが可能となる。
- [0091] なお、本実施形態では、予定航路のリスク評価のために侵入度が用いられるが、これに限らず、例えば衝突検知のために侵入度が用いられてもよい。すなわち、上記衝突リスク算出部 13 が算出する衝突リスク値として侵入度が用いられてもよい。衝突リスク値として侵入度を用いる場合、バンパー領域に他船が侵入するまでの距離又は時間が短いほど侵入度が高くなるように重み付けを行ってもよい。
- [0092] また、航路生成部 14 により算出された又は航路選択部 15 により抽出された複数の予定航路は、表示部 2 に表示されてもよい。図 10 は、表示部 2 に表示される画像 M G の例を示す図である。画像 M G には、自船 S H の現在位置から目的地 D S までの複数の予定航路 C R が表示される。複数の予定航路 C R は、侵入度に応じた表示態様で表示されることが好ましい。
- [0093] 例えば、予定航路 C R の太さ、明度、又は色彩などの表示態様を侵入度に

応じて変えることで、各予定航路CRの侵入度を視覚的に把握することが容易となる。また、侵入度の分布がヒートマップ的に表されるので、侵入度の分布を視覚的に把握することも容易となる。さらには、予定航路に含まれる各レグを、レグ毎の侵入度に応じた表示態様で表示してもよい。

[0094] 図11は、航行支援装置1において実現される、第1実施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置1の制御部20は、同図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。

[0095] まず、制御部20は、GNSS受信機6等から、自船の位置及び速度を表す自船データを取得する（S11、自船データ取得部11としての処理）。

[0096] 次に、制御部20は、レーダー3、AIS4又はカメラ5から、他船の位置及び速度を表す他船データを取得する（S12、他船データ取得部12としての処理）。

[0097] 次に、制御部20は、複数の予定航路を生成する（S13、航路生成部14としての処理）。例えば、制御部20は、衝突リスクが所定以上となった場合に、複数の避航経路を予定航路として算出する。

[0098] 次に、制御部20は、複数の予定航路のうちの1つの予定航路、複数の他船のうちの1つの他船について、各時刻のリスク係数を算出する（S14、侵入度算出部16としての処理）。制御部20は、全ての他船について各時刻のリスク係数を算出する（S15）。

[0099] 次に、制御部20は、リスク係数の算出結果に基づいて、複数の予定航路のうちの1つの予定航路の侵入度を算出する（S16、侵入度算出部16としての処理）。制御部20は、全ての予定航路について侵入度を算出する（S17）。

[0100] 次に、制御部20は、侵入度の算出結果に基づいて、複数の予定航路から操船制御に用いる予定航路を選択する（S18、航路選択部15としての処理）。選択された予定航路は、操船制御部10に出力される。

[0101] [第2実施形態]

図12は、第2実施形態に係る航行支援装置1の構成例を示すブロック図

である。第2実施形態において、制御部20は、自船データ取得部11、他船データ取得部12、航路生成部14、航路選択部15、リスク区間特定部23、及び閉塞範囲特定部26を備えている。

[0102] リスク区間特定部23は、自船データ取得部11により取得された自船データと、他船データ取得部12により取得された他船データとに基づいて、自船と他船が衝突するリスクがあるリスク区間を特定する。リスク区間は、例えばOZT等の衝突リスク領域に相当する。

[0103] 図13は、リスク区間の特定例を示す図である。リスク区間特定部23は、自船SHが任意の方向に変針して航行し、他船OPの予測航路Rを横切ると仮定したときの、各時点の自船SH及び他船OPの予測位置に基づいて、他船OPの予測航路Rのうちの、自船SHと他船OPが衝突するリスクが閾値以上のリスク区間L1、L2を特定する。

[0104] 自船SHの予測位置の算出は、自船SHが速さを維持しつつ現在位置で任意の方向に変針して航行するとの仮定のもとで行われる。すなわち、自船SHは、自船船速ベクトルの大きさは一定である一方、自船船速ベクトルの向きは基準時点で任意の方向に変針し、それ以後は一定の方向で、基準時点の自船位置から航行を継続すると仮定される。したがって、各時点における自船SHの予測位置は、基準時点の自船位置を中心とする同心円上に存在する。円の半径は、基準時点からの経過時間と自船船速ベクトルの大きさとの積で表される。

[0105] 各時点における自船SHの予測位置は、離散的な複数の時点のそれぞれについて算出された複数の同心円で表される。これに限らず、各時点における自船SHの予測位置は、基準時点からの経過時間を含む円の式で表されてもよい。

[0106] 本実施形態では、自船SHの速さが一定であるとの仮定のもとで自船SHの予測位置が算出されたが、これに限らず、自船SHの速さは時間に応じて変化する変数として扱われてもよい。すなわち、基準時点からの経過時間に応じた自船SHの予測位置が求められるのであれば、自船SHの速さは一定

でなくてもよい。例えば、自船S Hの速さは時間の経過とともに徐々に増加又は減少してもよい。

[0107] 他船O Pの予測位置の算出は、他船O Pが現在位置から速度を維持して航行するとの仮定のもとで行われる。すなわち、他船O Pは、他船船速ベクトルの大きさ及び向きが一定で、基準時点の他船位置から航行を継続すると仮定される。したがって、各時点における他船O Pの予測位置は、基準時点の他船位置を通る、他船船速ベクトルを延長した直線上に存在する。

[0108] 各時点における他船O Pの予測位置は、離散的な複数の時点のそれぞれについて算出された、直線上に並ぶ離散的な複数の点で表される。これに限らず、各時点における他船O Pの予測位置は、基準時点の他船位置を通る一次関数で表されてもよい。

[0109] 本実施形態では、他船O Pの速度が一定であるとの仮定のもとに他船O Pの予測位置が算出されたが、これに限らず、他船O Pの速さ及び方向の少なくとも一方が時間に応じて変化する変数として扱われてもよい。すなわち、基準時点からの経過時間に応じた他船O Pの予測位置が求められるのであれば、他船O Pの速度は一定でなくてもよい。例えば、他船O Pの速さは時間の経過とともに徐々に増加又は減少してもよい。また、他船O Pは所定の方角に変針してもよいし、所定のROT (Rate of Turn) で旋回してもよい。

[0110] リスク区間特定部23は、各時点における自船S Hの予測位置と他船O Pの予測位置との離隔距離を算出し、離隔距離及び船舶サイズに基づいて衝突のリスクを算出する。上述したように、或る時点の自船S Hの予測位置は円で表されるので、リスク区間特定部23は、或る時点の自船S Hの予測位置を表す円の中から、同時点の他船O Pの予測位置に最も近い位置を抽出して、離隔距離を算出する。

[0111] リスク区間特定部23は、例えば自船S Hの領域若しくは自船S Hの周囲に設定される警戒領域Pと、他船O Pの予測位置を表す点とが重複する場合に、衝突のリスクが閾値以上であるとして、衝突のリスクが閾値以上の複数のリスク区間L1, L2を特定する。以下、他船O Pの進行方向を前方、そ

の反対方向を後方ともいう。

[0112] 例えば、2つのリスク区間L 1, L 2のうち、後方側に位置する第1リスク区間L 1については、第1リスク区間L 1の後端L 1 Rは、自船S Hの警戒領域Pの前端が他船O Pの予測位置を表す点に当接する位置となる。第1リスク区間L 1の前端L 1 Fは、自船S Hの警戒領域Pの後端が他船O Pの予測位置を表す点に当接する位置となる。

[0113] 一方、2つのリスク区間L 1, L 2のうち、前方側に位置する第2リスク区間L 2については、第2リスク区間L 2の後端L 2 Rは、自船S Hの警戒領域Pの後端が他船O Pの予測位置を表す点に当接する位置となる。第2リスク区間L 2の前端L 2 Fは、自船S Hの警戒領域Pの前端が他船O Pの予測位置を表す点に当接する位置となる。

[0114] 第1リスク区間L 1と第2リスク区間L 2の間の範囲は、自船S Hが他船O Pの前方を横切る範囲となる。一方、第1リスク区間L 1の後方の範囲及び第2リスク区間L 2の前方の範囲は、自船S Hが他船O Pの後方を横切る範囲となる。自船S Hが他船O Pの前方を横切る場合は、自船S Hが他船O Pの後方を横切る場合と比べて、より注意が必要となる。

[0115] これに限らず、リスク区間特定部2 3は、例えば自船S Hの領域若しくは自船S Hの周囲に設定される警戒領域Pと、他船O Pの領域若しくは他船O Pの周囲に設定される警戒領域とが重複する場合に、衝突のリスクが閾値以上であるとしてもよい。また、リスク区間特定部2 3は、例えば自船S Hの予測位置を表す点と他船O Pの予測位置を表す点との離隔距離が閾値以下である場合に、衝突のリスクが閾値以上であるとしてもよい。

[0116] 図1 4は、閉塞範囲特定部2 6による閉塞範囲C 1, C 2の特定例を示す図である。閉塞範囲特定部2 6は、自船S Hが任意の方向に変針して航行した場合に、自船S Hがリスク区間L 1, L 2を横切る角度範囲を表す閉塞範囲C 1, C 2を特定する。

[0117] 閉塞範囲特定部2 6は、自船S Hを基準とする、自船S Hの船首方向Fを含む所定の角度範囲S A内で閉塞範囲C 1, C 2を特定する。すなわち、閉

塞範囲特定部 26 は、所定の角度範囲 $S A$ のうち、リスク区間 $L 1$, $L 2$ によって塞がれる閉塞範囲 $C 1$, $C 2$ を特定する。

[0118] また、閉塞範囲特定部 26 は、角度範囲 $S A$ に対する閉塞範囲 $C 1$, $C 2$ の割合を閉塞度として算出する。すなわち、閉塞範囲 $C 1$, $C 2$ の合計角度を角度範囲 $S A$ の角度で割った商が、閉塞度となる。閉塞度は、自船 $S H$ がリスク区間 $L 1$, $L 2$ ($O Z T$ 等の衝突リスク領域) に囲まれる程度を表す。

[0119] 角度範囲 $S A$ は、自船 $S H$ の船首方向 F を中心とする扇形状の範囲であって、自船 $S H$ の後方範囲を除いた範囲である。角度範囲 $S A$ は、自船 $S H$ が変針可能なエリアに対応する。後方範囲は、例えば正横後 22 度 30 分を超える範囲である。

[0120] 閉塞範囲特定部 26 は、自船 $S H$ の操船性能に応じて角度範囲 $S A$ を決定してもよい。具体的には、自船 $S H$ の操船性能に応じた角度範囲 $S A$ とするため、自船 $S H$ の大きさ又は船速に応じて角度範囲 $S A$ を決定してもよい。例えば自船 $S H$ が大きい又は船速が高いほど角度範囲 $S A$ を狭め、自船 $S H$ が小さい又は船速が低いほど角度範囲 $S A$ を広げる。

[0121] 閉塞範囲特定部 26 は、閉塞範囲 $C 1$, $C 2$ の特定を、自船 $S H$ から所定の距離以下にあるリスク区間 $L 1$, $L 2$ に限定して行ってもよい。言い換えると、閉塞範囲特定部 26 は、自船 $S H$ から所定の距離よりも遠方にあるリスク区間を、閉塞範囲の特定から除外してもよい。

[0122] リスク区間特定部 23 は、図 15 に示すように、複数の他船について複数のリスク区間 $L a - L c$ をそれぞれ特定することがある。この場合、閉塞範囲特定部 26 は、図 16 に示すように、複数のリスク区間 $L a - L c$ に基づいて閉塞範囲 $C m$ を特定する。同図は、角度範囲 $S A$ を直線状に展開した図である。

[0123] 具体的には、閉塞範囲特定部 26 は、自船 $S H$ を基準とする方位について複数のリスク区間 $L a - L c$ を統合した統合リスク区間 $L m$ を生成し、統合リスク区間 $L m$ に基づいて閉塞範囲 $C m$ を特定する。閉塞範囲特定部 26 は

、重複を解消しつつ複数のリスク区間 $L_a - L_c$ を合成して統合リスク区間 L_m を生成する。

[0124] 閉塞範囲特定部 26 は、自船 S H が予定航路を航行する各時点における閉塞範囲を特定し、閉塞度を算出する。すなわち、閉塞範囲特定部 26 は、予定航路の全体に亘って閉塞度を算出する。本実施形態では、航路選択部 15 は、閉塞範囲特定部 26 による閉塞度の算出結果に基づいて、複数の予定航路のうちの一部の予定航路を選択する。

[0125] 具体的には、リスク区間特定部 23 が、上記図 9 と同様の手法により、自船 S H の予定航路に含まれる複数のレグのそれぞれについてリスク区間を特定する。そして、閉塞範囲特定部 26 が、予定航路の各々の地点における閉塞範囲を特定し、閉塞度を算出することで、予定航路全体の閉塞度を算出する。

[0126] 例えば、リスク区間特定部 23 は、自船 S H が予定航路を航行する各時点における閉塞度のうちの最大の閉塞度を、予定航路全体の閉塞度として算出してもよいし、各時点における閉塞度の合計値又は積分値を、予定航路全体の閉塞度として算出してもよい。

[0127] 閉塞範囲特定部 26 は、航路生成部 14 により算出された複数の予定航路について、自船が各々の予定航路を航行する場合の閉塞度を算出する。航路選択部 15 は、閉塞度の算出結果に基づいて複数の予定航路の 1 つを選択し、操船制御部 10 に出力する。操船制御部 10 は、選択された予定航路に基づいて自船の操船制御を行う。

[0128] 具体的には、航路選択部 15 は、複数の予定航路のうち、閉塞度が最も低い予定航路を選択する。これに限らず、航路選択部 15 は、複数の予定航路から、閉塞度が所定以下の予定航路を全て抽出してもよく、抽出された複数の予定航路を表示部 2 に表示して、予定航路の選択をユーザに促してもよい。

[0129] また、航路生成部 14 により算出された又は航路選択部 15 により抽出された複数の予定航路は、閉塞度に応じた表示態様で表示部 2 に表示されても

よい（上記図 10 参照）。

[0130] 以上に説明した実施形態によれば、閉塞度を用いて予定航路全体のリスク評価を行うことが可能となる。特に、避航時に算出される避航経路のリスク評価を行うことで、よりリスクが低い避航経路を選択することが可能となる。

[0131] なお、本実施形態では、予定航路のリスク評価のために閉塞度が用いられるが、これに限らず、例えば衝突検知のために閉塞度が用いられてもよい。すなわち、上記衝突リスク算出部 13 が算出する衝突リスク値として閉塞度が用いられてもよい。衝突リスク値として閉塞度を用いる場合、リスク区間までの距離又は時間が短いほど閉塞度が高くなるように重み付けを行ってもよい。

[0132] 図 17 は、航行支援装置 1 において実現される、第 2 実施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置 1 の制御部 20 は、同図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。

[0133] まず、制御部 20 は、GNSS 受信機 6 等から、自船の位置及び速度を表す自船データを取得する（S11、自船データ取得部 11 としての処理）。

[0134] 次に、制御部 20 は、レーダー 3、AIS 4 又はカメラ 5 から、他船の位置及び速度を表す他船データを取得する（S12、他船データ取得部 12 としての処理）。

[0135] 次に、制御部 20 は、複数の予定航路を生成する（S13、航路生成部 14 としての処理）。例えば、制御部 20 は、衝突リスクが所定以上となった場合に、複数の避航経路を予定航路として算出する。

[0136] 次に、制御部 20 は、複数の予定航路のうちの 1 つの予定航路、複数の他船のうちの 1 つの他船について、リスク区間を特定する（S24、リスク区間特定部 23 としての処理）。制御部 20 は、全ての他船についてリスク区間を算出する（S25）。

[0137] 次に、制御部 20 は、複数の予定航路のうちの 1 つの予定航路について、予定航路全体の閉塞度を算出する（S26、閉塞範囲特定部 26 としての処

理)。制御部20は、全ての予定航路について閉塞度を算出する(S27)。

[0138] 次に、制御部20は、閉塞度の算出結果に基づいて、複数の予定航路から操船制御に用いる予定航路を選択する(S28、航路選択部15としての処理)。選択された予定航路は、操船制御部10に出力される。

[0139] [第3実施形態]

図18は、第3実施形態に係る航行支援装置1の構成例を示すブロック図である。第3実施形態において、制御部20は、自船データ取得部11、他船データ取得部12、衝突指標算出部33、回避指標算出部36、回避判定部37、航路算出部38、及び採用判定部39を備えている。回避判定部37は、近距離回避判定部373及び中距離回避判定部376を備えている。

[0140] 衝突指標算出部33は、自船データ取得部11により取得された自船データと、他船データ取得部12により取得された他船データとに基づいて、自船が他船に衝突するリスクを表す衝突指標を算出する。衝突指標は、差し迫った回避すべき衝突が存在するかを判定するための指標である。

[0141] 衝突指標は、例えばOZT等の衝突リスク領域である。すなわち、上記リスク区間特定部23により特定されるリスク区間(図13参照)が、衝突指標として算出される。これに限らず、衝突指標は、例えばCPA衝突警報におけるTCPA等であってもよい。

[0142] ところで、図19の参考例に示すように、自船SHからウェイポイントWPに向かう航路上に衝突リスク領域OZが存在する場合、衝突リスク領域OZを回避するためのウェイポイントgWPが新たに設定され、そこを経由するように回避行動が行われる。

[0143] 人間による操船では、図20の参考例に示すように、可能であれば、衝突リスク領域OZまで余裕があるとき(すなわち、衝突リスク領域OZまでの時間又は距離が比較的長いとき)に避航を開始し、比較的小さい舵角 θ で回避行動を行うことが望ましいとされる。

[0144] しかしながら、従来技術では、衝突リスク領域OZまでの余裕が少ないと

き（すなわち、衝突リスク領域OZまでの時間又は距離が比較的短いとき）に避航が開始されるため、図19の参考例に示すように比較的大きな舵角 θ で回避行動を行わざるを得ない。

[0145] そこで、本実施形態では、以下に説明するように、自船が他船を回避すべき程度を表す回避指標を利用して、中距離にあるリスクの回避の要否を判定することで、余裕を持った避航を実現している。

[0146] 衝突指標は、近距離に存在する比較的緊急度が高いリスクを回避することを目的として用いられるのに対し、回避指標は、近距離よりも遠方の中距離に存在する比較的緊急度が低いリスクを回避することを目的として用いられる。

[0147] 具体的には、回避指標は、予定航路を航行した場合又は進路を維持した場合における将来的なリスク（例えば、衝突だけでなく接近又は混雑なども含む）を前もって回避すべきか判定するために用いられる。

[0148] 近距離は、衝突指標によって比較的緊急度が高いリスク（差し迫った回避すべき衝突の存在）を主に監視するための範囲である。中距離は、近距離よりも遠い範囲であり、将来的なリスクを無視できるほどの遠距離よりも近い範囲である。

[0149] 図18の説明に戻る。回避指標算出部36は、自船データ取得部11により取得された自船データと、他船データ取得部12により取得された他船データとに基づいて、自船が他船を回避すべき程度を表す回避指標を算出する。

[0150] 回避指標は、例えば上記閉塞範囲特定部26により算出される閉塞度、又は上記侵入度算出部16により算出される侵入度などである。また、回避指標は、閉塞度及び侵入度などを組み合わせた複合的な指標であってもよい。

[0151] 回避判定部37は、衝突指標算出部33により算出される衝突指標又は回避指標算出部36により算出される回避指標に基づいて、自船が他船を回避すべきか判定する。

[0152] 具体的には、回避判定部37に含まれる近距離回避判定部373は、近距

離にリスクがあるとき（すなわち、自船が他船の予測航路に到達するまでの距離又は時間が所定値よりも小さいとき）、衝突指標算出部 33 により算出される衝突指標に基づいて、他船を回避すべきか判定する。

[0153] 例えば図 21 に示すように、近距離回避判定部 373 は、近距離については、衝突指標に最大重みを付与して（例えば 1 を乗じる）、重み付けされた衝突指標が閾値以上であるか否か判定する。そして、近距離回避判定部 373 は、重み付けされた衝突指標が閾値以上であるとき、他船を回避すべきと判定する。

[0154] また、近距離回避判定部 373 は、中距離については、リスクまでの余裕（到達するまでの距離又は時間）が大きくなるほど徐々に小さくなる重みを衝突指標に付与する。又は、中距離については、衝突指標に適用する閾値を、リスクまでの余裕が大きくなるほど徐々に大きくしてもよい。

[0155] なお、中距離については、衝突指標に付与する重みを 0 としてもよい。又は、中距離については、衝突指標に基づく回避判定を行わないようにしてもよい。

[0156] このような衝突指標を用いた判定により、近距離に存在する比較的緊急度が高いリスクの回避を判定することが可能となる。

[0157] 一方、回避判定部 37 に含まれる中距離回避判定部 376 は、中距離にリスクがあるとき（すなわち、自船が他船の予測航路に到達するまでの距離又は時間が所定値よりも大きいとき）、回避指標算出部 36 により算出される回避指標に基づいて、他船を回避すべきか判定する。

[0158] 例えば図 22 に示すように、中距離回避判定部 376 は、中距離については、リスクまでの余裕（到達するまでの距離又は時間）が大きくなるほど徐々に大きくなる重みを回避指標に付与して、重み付けされた回避指標が閾値以上であるか否か判定する。そして、中距離回避判定部 376 は、重み付けされた回避指標が閾値以上である場合に、他船を回避すべきと判定する。

[0159] また、中距離回避判定部 376 は、中距離については、回避指標の時間平均を算出し、回避指標の時間平均が閾値以上である場合に、他船を回避すべ

きと判定してもよい。これにより、中距離において他船の旋回などでその瞬間だけ発生するリスクをフィルタすることができる。近距離については衝突指標の瞬時値を判定に用い、中距離については回避指標の時間平均を判定に用いることが好ましい。

[0160] また、中距離回避判定部 376 は、近距離については、回避指標に付与する重みを 0 とする。これに限らず、近距離については、回避指標に基づく回避判定を行わないようにしてもよい。

[0161] なお、図 23 に示すように、中距離回避判定部 376 は、中距離については、回避指標に適用する閾値を、リスクまでの余裕が大きくなるほど徐々に小さくしてもよい。

[0162] このような回避指標を用いた判定により、中距離に存在する比較的緊急度が低いリスクの回避を判定することが可能となる。

[0163] 航路算出部 38 は、回避判定部 37 において他船を回避すべきと判定された場合に、自船が他船を回避するための避航経路を算出する（上記航路生成部 14 と同様）。

[0164] 例えば図 24 に示すように、航路算出部 38 は、近距離に衝突リスク領域 OZ があるとき（すなわち、到達するまでの距離又は時間が所定値よりも小さいとき）、他船 OP の予測位置である衝突リスク領域 OZ を除いた範囲において自船 SH の現在位置から順に部分航路 PR（レグ）を探索することで、避航経路を算出する。例えば 2 分探索法などの手法により、自船 SH の現在位置から順に部分経路 PR を絞り込みながら、目的地 WP までの避航経路を探索する。

[0165] また、図 25 に示すように、航路算出部 38 は、中距離に衝突リスク領域 OZ があるとき（すなわち、到達するまでの距離又は時間が所定値よりも大きいとき）、他船 OP の予測位置である衝突リスク領域 OZ を避ける、自船 SH の現在位置から目的位置 WP までのより短い全体航路 WP を求めることで、避航経路を算出する。例えばダイクストラ法などの手法により、衝突リスク領域 OZ の端点をノード gWP として自船 SH の現在位置から目的地 W

Pまでの最短の全体航路WPを探索する。

- [0166] 採用判定部39は、自船の現在の予定航路と、航路算出部38により算出された避航経路との差分に基づいて、航路算出部38により生成された避航経路を採用するか否かを判定し、採用すると判定された場合に、避航経路を操船制御部10に出力する。操船制御部10は、避航経路に基づいて自船の操船制御を行う。
- [0167] 具体的には、採用判定部39は、自船の予定航路から避航経路への航路の変化量が閾値より小さいときに避航経路を採用し、航路の変化量が閾値より大きいときには避航経路を採用しない。避航経路を採用しない場合には、航路算出部38による避航経路の算出と採用判定部39による採用の判定とが再度実行される。
- [0168] また、採用判定部39は、予定航路と避航経路の閉塞度若しくは侵入度等の回避指標又はその他のリスク値を比較し、リスク値の低下量が閾値より大きいときに避航経路を採用し、閾値より小さいときに避航経路を採用しなくてもよい。特に、近距離についてはリスク値の低下量を重視し、中距離については航路の変化量を重視することが好ましい。
- [0169] ここで、自船の予定航路は、単に針路を維持する場合も含む。航路の変化量は、避航時の舵角 θ （図19及び図20参照）に対応する。
- [0170] 例えば図26に示すように、採用判定部39は、航路の変化量が小さいほど航路出力重みを大きく、航路の変化量が大きいほど航路出力重みを小さく設定して、航路出力重みが閾値以上である場合に避航経路を採用し、航路出力重みが所定の閾値未満である場合に避航経路を採用しない。
- [0171] このような採用判定により、航路の大幅な変動を抑制し、簡易な回避行動で済ますことが可能となる。
- [0172] 図27は、航行支援装置1において実現される、第3施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置1の制御部20は、同図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。
- [0173] まず、制御部20は、GNSS受信機6等から、自船の位置及び速度を表

す自船データを取得する（S 1 1、自船データ取得部 1 1 としての処理）。

[0174] 次に、制御部 2 0 は、レーダー 3、A I S 4 又はカメラ 5 から、他船の位置及び速度を表す他船データを取得する（S 1 2、他船データ取得部 1 2 としての処理）。

[0175] 次に、制御部 2 0 は、自船データ及び他船データに基づいて、自船が他船に衝突するリスクを表す衝突指標を算出する（S 3 3、衝突指標算出部 3 3 としての処理）。衝突指標は、例えば O Z T 等の衝突リスク領域である。

[0176] 次に、制御部 2 0 は、自船データ及び他船データに基づいて、自船が他船を回避すべき程度を表す回避指標を算出する（S 3 4、回避指標算出部 3 6 としての処理）。回避指標は、例えば閉塞度又は侵入度などである。

[0177] 次に、制御部 2 0 は、衝突指標又は回避指標に基づいて、自船が他船を回避すべきか否かを判定する（S 3 5、回避判定部 3 7 としての処理）。具体的には、制御部 2 0 は、近距離については衝突指標に基づいて他船を回避すべきかを判定し、中距離については回避指標に基づいて他船を回避すべきかを判定する。

[0178] 自船が他船を回避すべきと判定されなかった場合（S 3 5 : N O）、制御部 2 0 は、衝突指標及び回避指標を更新して回避判定を繰り返す（S 1 1 - S 3 5）。

[0179] 一方、自船が他船を回避すべきと判定された場合には（S 3 5 : Y E S）、制御部 2 0 は、自船が他船を回避するための避航経路を算出する（S 3 6、航路算出部 3 8 としての処理）。

[0180] 次に、制御部 2 0 は、避航経路を採用するか否かを判定する（S 3 7、採用判定部 3 9 としての処理）。具体的には、制御部 2 0 は、航路の変化量に応じて避航経路の採否を判定する。

[0181] 避航経路を採用しないと判定された場合（S 3 7 : N O）、制御部 2 0 は、避航経路を再度算出して、衝突指標及び回避指標を更新して回避判定及び採用判定を繰り返す（S 1 1 - S 3 7）。

[0182] 一方、避航経路を採用すると判定された場合（S 3 7 : Y E S）、制御部

20は、避航経路を操船制御部10に出力する(S38)。操船制御部10に出力された避航経路は、操船制御に用いられる。

[0183] [第4実施形態]

図28は、第4実施形態に係る航行支援装置1の構成例を示すブロック図である。第4実施形態において、制御部20は、自船データ取得部11、他船データ取得部12、航路生成部14、見合い関係判定部43、保持／避航判定部44、及び衝突予防航路評価部46を備えている。航路生成部14は、避航経路生成部451及び保持航路生成部452を備えている。

[0184] 衝突の回避を目的に生成される避航経路は、衝突の回避は可能であるものの、衝突予防のための規則に準拠していないことがある。衝突予防のための規則とは、例えば、海上における衝突の予防のための国際規則に関する条約(COLREG条約)又は日本国における海上衝突予防法などである。

[0185] 例えば図29に示すように、自船SHが右舷から接近する他船OPの衝突リスク領域OZを回避する場合、他船OPの船首方向を横切る航路Rfと、他船OPの船尾方向を横切る航路Rrとが生成され得るが、衝突予防のための規則では、他船OPの船首方向を横切る航路Rfは禁止されている。

[0186] そこで、本実施形態では、以下に説明するように、自船と他船の見合い関係を判定し、さらに自船と他船が避航船と保持船のどちらに該当するか判定した上で、予定航路が衝突予防のための規則に則っているか評価する。

[0187] 図28に示すように、見合い関係判定部43は、自船データ取得部11により取得された自船データと、他船データ取得部12により取得された他船データとに基づいて、自船と他船の見合い関係を判定する。具体的には、見合い関係判定部43は、自船と他船の針路差を算出し、自船を基準とする他船の位置及び針路差から見合い関係を分類する。

[0188] 図30は、自船と他船の見合い関係を説明する図である。見合い関係には、行会い関係、横切り関係、及び追越し関係がある。

[0189] 行会い関係は、自船と他船が真向かい又はほとんど真向かいに行き会う関係である。例えば他船が自船の前方の位置にあり、且つ他船の針路が自船の

針路とは逆（針路差がほぼ180度）である場合に、行会い関係と判定される。

[0190] 追越し関係は、他船が自船の後方の位置から自船を追い越す関係である。自船の後方の位置は、例えば自船の正横後22度30分を超える範囲である。例えば他船が自船の後方の位置にあり、且つ他船の針路が自船の針路に近い場合に、追越し関係と判定される。

[0191] 横切り関係は、自船と他船の一方が他方の進路を横切る関係である。例えば他船が自船に対して左舷側の範囲にあり、且つ他船の針路が自船の右舷側を向く場合、又は他船が自船に対して右舷側にあり、且つ他船の針路が自船の左舷側を向く場合に、横切り関係と判定される。

[0192] 図28の説明に戻る。保持／避航判定部44は、自船データ取得部11により取得された自船データ、他船データ取得部12により取得された他船データ、及び見合い関係判定部43により判定された見合い関係に基づき、自船又は他船が保持船に該当するか、避航船に該当するか、又は何れにも該当しないか判定する（以下、保持／避航判定という）。

[0193] なお、保持／避航判定では、自船及び他船の一方が保持船若しくは避航船に決まると、同時に他方も保持船若しくは避航船に決まる。

[0194] 図31は、保持船と避航船の関係を説明する図である。図32は、針路差の正負を説明する図である。自船の針路に対して他船の針路が時計回り方向にずれる場合を「正」とし、反時計回り方向にずれる場合を「負」とする。

[0195] 自船の針路に対して他船の針路が時計回り方向にずれる場合とは、自船に対して左舷側から他船が接近する場合、すなわち他船が右舷側に自船を見る場合である。自船の針路に対して他船の針路が反時計回り方向にずれる場合とは、自船に対して右舷側から他船が接近する場合、すなわち自船が右舷側に他船を見る場合である。

[0196] 行会い関係の場合、針路差の正負に関わらず、自船及び他船ともに「避航船」となる。

[0197] 横切り関係において針路差が正である場合、すなわち他船が右舷側に自船

を見る場合、自船が「保持船」となり、他船が「避航船」となる。

[0198] これとは逆に、横切り関係において針路差が負である場合、すなわち自船が右舷側に他船を見る場合、自船が「避航船」となり、他船が「保持船」となる。

[0199] 追越し関係の場合、針路差の正負に関わらず、自船が「保持船」となり、他船が「避航船」となる。

[0200] 以下、保持／避航判定部44による保持／避航判定の詳細について、図33ないし図36を用いて説明する。保持／避航判定部44は、自船に対する他船の接近を表す指標が予め定められた判定基準に達した場合に、自船及び他船が保持船若しくは避航船に該当すると判定する。

[0201] 自船に対する他船の接近を表す指標は、例えば自船の船首線を他船が横切るまでの時間（BC T : Bow Crossing Time）である。これに代えて、自船に他船が最接近するまでの時間（TC P A : Time to Closest Point of Approach）が用いられてもよい。また、自船に対する他船の接近を表す指標は、例えば自船と他船の船間距離であってもよい。

[0202] 判定基準は、自船と他船の針路差に応じて定められている。すなわち、自船と他船の針路差ごとに判定基準が定められており、針路差の少なくとも一部の範囲において針路差の変化に伴って判定基準も変化する。

[0203] 具体的には、保持／避航判定部44は、BC Tが基準時間T1以下となった場合又は船間距離が基準距離D1以下となった場合に、自船及び他船が保持船若しくは避航船に該当すると判定する。一方、保持／避航判定部44は、BC Tが基準時間T1を超える場合及び船間距離が基準距離D1を超える場合に、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定する。

[0204] 本実施形態では、BC Tに関する条件と船間距離に関する条件の論理和により、保持船若しくは避航船に該当するか判定しているが、これに限らず、2つの条件の論理積によって判定してもよいし、2つの条件の何れか一方のみを用いて判定してもよい。

[0205] 図33及び図34は、自船及び他船の針路差（COG diff : Course Over Ground Difference）と、BC Tの基準時間T1, T2との関係を示すグラフである。見合い関係はおおよそ針路差に対応するため、図33には針路差と見合い関係の関係も示している。図34には、針路差と基準時間T1の関係を分かり易くするため、自船を取り囲む、基準時間T1を表す仮想的な枠を示している。

[0206] 図33に示すように、針路差が大きい一部の範囲では、針路差の増加に伴って基準時間T1が増加する。針路差が当該範囲よりも小さい範囲では、基準時間T1が一定である。これにより、図34に示すように、基準時間T1を表す枠が自船の前方に延び、針路差が大きいほど保持船若しくは避航船に該当すると判定されるタイミングが早くなる。

[0207] 針路差と基準時間T1の関係は、この例に限らず、例えば針路差の全ての範囲において針路差の増加に伴って基準時間T1が増加してもよいし、後述の基準距離D1のように針路差の増加に伴って基準時間T1が段状に増加してもよい（図35参照）。

[0208] 保持／避航判定部44は、見合い関係が行会い関係となり、且つBC Tが基準時間T1以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定する。このとき、他船も避航船に該当すると判定される。

[0209] 保持／避航判定部44は、見合い関係が自船が他船を右舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が負の横切り関係）となり、且つBC Tが基準時間T1以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定する。このとき、他船は保持船に該当すると判定される。

[0210] 保持／避航判定部44は、見合い関係が追越し関係となり、且つBC Tが基準時間T1以下となった場合に、自船が保持船に該当すると判定する。このとき、他船は避航船に該当すると判定される。

[0211] 保持／避航判定部44は、見合い関係が自船が他船を左舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が正の横切り関係）となり、且つBC Tが基準時間T1以下となった場合に、自船が保持船に該当すると判定する。このとき、

他船は避航船に該当すると判定される。

[0212] また、保持／避航判定部 44 は、自船が保持船に該当すると判定された後に、BC_T がさらに下がって、基準時間 T₁ よりも小さい基準時間 T₂ 以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定してもよい。すなわち、自船が保持船、他船が避航船となったのに、他船が避航せずにさらに接近して BC_T がさらに低下した場合に、判定結果を保持船から避航船に切り替える。

[0213] 本実施形態では、自船が他船を左舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が正の横切り関係）の場合のみ、保持船から避航船に切り替えるための基準時間 T₂ を設定しているが、これに限らず、追越し関係の場合にも基準時間 T₂ を設定してもよい。

[0214] 図 35 及び図 36 は、自船及び他船の針路差（COG diff）と、船間距離の基準距離 D₁、D₂ との関係を示すグラフである。見合い関係はおおよそ針路差に対応するため、図 35 には針路差と見合い関係の関係も示している。図 36 には、針路差と基準距離 D₁ の関係を分かり易くするため、自船を取り囲む、基準距離 D₁ を表す仮想的な枠を示している。

[0215] 図 35 に示すように、針路差が中程度の一部の範囲では、針路差の増加に伴って基準距離 D₁ が増加する。針路差が当該範囲よりも大きい範囲と小さい範囲では、基準距離 D₁ が一定である。すなわち、針路差の増加に伴って基準距離 D₁ は段状に増加する。これにより、図 36 に示すように、基準距離 D₁ を表す枠は後部よりも前部が大きくなり、針路差が大きいほど保持船若しくは避航船に該当すると判定されるタイミングが早くなる。

[0216] 針路差と基準距離 D₁ の関係は、この例に限らず、例えば針路差の全ての範囲において針路差の増加に伴って基準距離 D₁ が増加してもよいし、前述の基準時間 T₁ のように針路差が大きい範囲で基準距離 D₁ が指数関数的に増加してもよい（図 33 参照）。

[0217] 保持／避航判定部 44 は、見合い関係が行会い関係となり、且つ船間距離が基準距離 D₁ 以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定する。

このとき、他船も避航船に該当すると判定される。

[0218] 保持／避航判定部44は、見合い関係が自船が他船を右舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が負の横切り関係）となり、且つ船間距離が基準距離D1以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定する。このとき、他船は保持船に該当すると判定される。

[0219] 保持／避航判定部44は、見合い関係が追越し関係となり、且つ船間距離が基準距離D1以下となった場合に、自船が保持船に該当すると判定する。このとき、他船も避航船に該当すると判定される。

[0220] 保持／避航判定部44は、見合い関係が自船が他船を左舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が正の横切り関係）となり、且つ船間距離が基準距離D1以下となった場合に、自船が保持船に該当すると判定する。このとき、他船は避航船に該当すると判定される。

[0221] また、保持／避航判定部44は、自船が保持船に該当すると判定された後に、船間距離がさらに短くなって、基準距離D1よりも小さい基準距離D2以下となった場合に、自船が避航船に該当すると判定してもよい。すなわち、自船が保持船、他船が避航船となったのに、他船が避航せずにさらに接近して船間距離がさらに低下した場合に、判定結果を保持船から避航船に切り替える。

[0222] 本実施形態では、自船が他船を左舷側に見る横切り関係（すなわち、針路差が正の横切り関係）の場合のみ、保持船から避航船に切り替えるための基準距離D2を設定しているが、これに限らず、追越し関係の場合にも基準距離D2を設定してもよい。

[0223] なお、保持／避航判定部44は、自船に他船が近づいているか否かを判定基準にさらに加えてもよい。すなわち、保持／避航判定部44は、BC Tが基準時間T1以下となった場合又は船間距離が基準距離D1以下となった場合、且つ自船に他船が近づいている場合に、自船及び他船が保持船若しくは避航船に該当すると判定する。

[0224] 一方、保持／避航判定部44は、BC Tが基準時間T1以下となった場合

又は船間距離が基準距離 D_1 以下となった場合であっても、自船から他船が遠ざかっている場合は、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定する。

[0225] 自船に他船が近づいているか否かは、例えばTCPAの正負によって判定することができる。自船に他船が近づいている場合にはTCPAが正の値となり、自船から他船が遠ざかっている場合にはTCPAが負の値となる。

[0226] この場合、見合い関係が解消した後（例えば行会った後、横切った後、又は追越した後）は、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定されるため、見合い関係判定部43は、自船と他船の位置を考慮せずに、自船と他船の針路差のみで見合い関係を判定してもよい。

[0227] また、保持／避航判定部44は、BCTが基準時間 T_1 以下となった場合又は船間距離が基準距離 D_1 以下となった場合であっても、自船又は他船が避航船となって回避行動を取った後であれば、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定してもよい。

[0228] 自船又は他船が回避行動を取ったか否かは、自船と他船の針路差（COG diff）が変化したこと、又はBCT若しくは線間距離が該当なし側へ変化したこと等によって判定することができる。

[0229] この場合も、自船又は他船が回避行動を取った後は、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定されるため、見合い関係判定部43は、自船と他船の位置を考慮せずに、自船と他船の針路差のみで見合い関係を判定してもよい。

[0230] 図28の説明に戻る。航路生成部14は、保持／避航判定部44により自船が保持船又は避航船に該当すると判定された場合に、予定航路を算出する。

[0231] 具体的には、航路生成部14に含まれる避航経路生成部451は、保持／避航判定部44により自船が避航船に該当すると判定された場合に、避航船として行動するための予定航路（以下、「避航経路」ともいう）を算出する。避航経路は、他船を回避するように生成される。

- [0232] また、航路生成部 1 4 に含まれる保持航路生成部 4 5 2 は、保持／避航判定部 4 4 により自船が保持船に該当すると判定された場合に、保持船として行動するための予定航路（以下、「保持経路」ともいう）を算出する。保持経路は、他船の回避を行わない航路である。
- [0233] 衝突予防航路評価部 4 6 は、見合い関係判定部 4 3 により判定された見合い関係に応じて、航路生成部 1 4 により生成された予定航路を評価する。具体的には、衝突予防航路評価部 4 6 は、予定航路が衝突予防のための規則に則っているか評価する。
- [0234] 衝突予防航路評価部 4 6 は、予定航路の評価結果が所定の基準を満たす場合に、予定航路を操船制御部 1 0 に出力する。操船制御部 1 0 は、予定航路に基づいて自船の操船制御を行う。一方、衝突予防航路評価部 4 6 は、予定航路の評価結果が所定の基準を満たさない場合には、航路生成部 1 4 に新たな予定航路を算出させ、予定航路の評価を再度実行する。
- [0235] 衝突予防航路評価部 4 6 は、自船が避航船と判定され、避航経路が入力された場合に、避航経路が適当であるか評価する。すなわち、避航経路が、避航船として行動するための航路として適当であるか評価する。衝突予防のための規則には、避航船について「できる限り早期に、かつ、大幅に動作をとらなければならない」ことが規定されている。そこで、衝突予防航路評価部 4 6 は、避航経路がこの規定を満たしているか否か判定する。
- [0236] 詳しくは、衝突予防航路評価部 4 6 は、避航経路において回避開始までの時間が閾値以下であるか判定する。すなわち、「できる限り早期」に回避を開始しているか判定する。図 3 7 に示すように、避航経路 A R のうち、自船 S H の現在位置から回避開始のウェイポイント W P 1 までの距離を D とし、自船 S H の船速を v_o とするとき、回避開始までの時間 D / v_o が閾値以下であるか判定される。
- [0237] また、衝突予防航路評価部 4 6 は、避航経路において回避時の舵角が閾値以上であるか判定する。すなわち、「大幅に動作」をとっているか判定する。図 3 7 に示すように、自船 S H の現在位置から回避開始のウェイポイント

WP 1 への線分と、回避開始のウェイポイントWP 1 から次のウェイポイントWP 2 への線分との角度差で表される回避時の舵角 θ が閾値以上であるか判定される。

[0238] さらに、衝突予防航路評価部 46 は、避航経路上の点において、自船と他船が所定の位置関係にあるか否か判定する。具体的には、衝突予防航路評価部 46 は、避航経路上の自船と他船が最も接近する最接近点又はその近傍における、自船と他船の相対位置関係を評価する。

[0239] 最接近点は、避航経路に含まれる各々のレグについて TCPA を計算することにより求められる。例えば、最接近点は、TCPA < レグ終端時刻となる条件を満たすときの TCPA として求められる。

[0240] 例えば、図 38 に示すように、見合い関係が行会い関係である場合には、衝突予防航路評価部 46 は、避航経路 AR 上の最接近点において、自船 SH と他船 OP が左舷対左舷の関係にあるか判定する。すなわち、互いが相手の左舷側を通過するか判定する。

[0241] また、図 39 に示すように、見合い関係が横切り関係である場合には、衝突予防航路評価部 46 は、避航経路 AR 上の最接近点において、自船 SH が他船 OP の船尾方向を通過するか判定する。例えば、最接近点において、自船 SH からみた BCT が負であるか判定する。

[0242] また、図 40 に示すように、見合い関係が自船 SH が他船 OP を追越す追越し関係である場合もあるが、この場合、衝突予防航路評価部 46 は、避航経路 AR 上の最接近点において、自船 SH と他船 OP の距離が所定以上であるか判定する。

[0243] その他、衝突予防航路評価部 46 は、自船が保持船と判定され、保持経路が入力された場合には、保持経路が適当であるか評価する。すなわち、保持経路が、保持船として行動するための航路として適当であるか評価する。衝突予防のための規則には、保持船について「その針路及び速力を保たなければならない」ことが規定されている。そこで、衝突予防航路評価部 46 は、保持経路の全体に亘って針路及び総力が一定であるか判定する。

- [0244] なお、衝突予防航路評価部46は、予定航路が衝突予防のための規則に則っていない場合に、その旨を表示部2に表示してもよい。また、衝突予防航路評価部46は、予定航路を表示部2に表示するとともに、予定航路のうち、衝突予防のための規則に則っていない位置若しくはタイミング、及びその理由を、表示部2に表示してもよい。
- [0245] 図41及び図42は、航行支援装置1において実現される、第4実施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置1の制御部20は、これらの図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。
- [0246] まず、制御部20は、GNSS受信機6等から、自船の位置及び速度を表す自船データを取得する（S11、自船データ取得部11としての処理）。
- [0247] 次に、制御部20は、レーダー3、AIS4又はカメラ5から、他船の位置及び速度を表す他船データを取得する（S12、他船データ取得部12としての処理）。
- [0248] 次に、制御部20は、自船データ及び他船データに基づいて、自船と他船の見合い関係を判定する（S43、見合い関係判定部43としての処理）。自船と他船の見合い関係は、行会い関係、横切り関係、又は追越し関係に分類される。
- [0249] 次に、制御部20は、自船データ及び他船データに基づいて、自船の船首線を他船が横切るまでの時間（BC T）及び自船と他船の船間距離を算出し（S44）、保持／避航判定を行う（S45－S47、保持／避航判定部44としての処理）。
- [0250] 具体的には、制御部20は、BC Tが基準時間T1以下であるか又は船間距離が基準距離D1以下であるか判定する（S45）。
- [0251] BC Tが基準時間T1超過且つ船間距離が基準距離D1超過である場合には（S45：NO）、制御部20は、自船及び他船が保持船及び避航船の何れにも該当しないと判定し（S47）、処理を終了する。
- [0252] 一方、BC Tが基準時間T1以下又は船間距離が基準距離D1以下である場合には（S45：YES）、制御部20は、自船及び他船のそれぞれが保

持船と避航船のどちらに該当するか判定する（S 4 6）。

[0253] 上述したように、行会い関係では自船及び他船ともに「避航船」に判定され、針路差が正の横切り関係では自船が「保持船」、他船が「避航船」に判定され、針路差が負の横切り関係では自船が「避航船」、他船が「保持船」に判定され、追越し関係では自船が「保持船」、他船が「避航船」に判定される。

[0254] なお、針路差が正の横切り関係では、B C Tが基準時間T 1よりも小さい基準時間T 2以下又は船間距離が基準距離D 1よりも小さい基準距離D 2以下である場合に、自船が「避航船」と判定される（図3 3及び図3 5参照）。

[0255] 図4 2に示すように、次に、制御部2 0は、予定航路を算出する（S 5 1、航路生成部1 4としての処理）。具体的には、制御部2 0は、自船が「避航船」である場合には、避航船として行動するための避航経路を算出し（避航経路生成部4 5 1としての処理）、自船が「保持船」である場合には、保持船として行動するための保持経路を算出する（保持航路生成部4 5 2としての処理）。

[0256] 次に、制御部2 0は、自船が「避航船」である場合には（S 5 2：避航）、避航経路において回避開始までの時間が閾値以下であるか、回避時の舵角が閾値以上であるか評価する（S 5 3、衝突予防航路評価部4 6としての処理）。さらに、制御部2 0は、避航経路上の最接近点における自船と他船の相対関係を評価する（S 5 4、衝突予防航路評価部4 6としての処理）。

[0257] 一方、制御部2 0は、自船が「保持船」である場合には（S 5 2：保持）、保持経路の全体に亘って針路及び速力が一定であるか判定する（S 5 5、衝突予防航路評価部4 6としての処理）。

[0258] その後、制御部2 0は、予定航路の評価結果に応じて、予定航路を採用するか否か判定する（S 5 6）。例えば、回避開始までの時間が閾値以下である、回避時の舵角が閾値以上である等の条件を全て満たす場合に予定航路を採用すると判定してもよいし、それらの条件を点数化して、点数の合計が閾

値以上である場合に予定航路を採用すると判定してもよい。

[0259] 予定航路を採用すると判定した場合（S 5 6 : Y E S）、制御部 2 0 は、予定航路を操船制御部 1 0 に出力する（S 5 7）。操船制御部 1 0 に出力された予定航路は、操船制御に用いられる。一方、予定航路を採用しないと判定した場合（S 5 6 : N O）、制御部 2 0 は、予定航路を算出及び評価する一連の処理 S 5 1 - S 5 6 を再度実行する。

[0260] [第 5 実施形態]

図 4 3 は、第 5 実施形態に係る航行支援装置 1 の構成例を示すブロック図である。第 5 実施形態において、制御部 2 0 は、自船データ取得部 1 1、他船データ取得部 1 2、航路生成部 1 4、航路選択部 1 5、及びリスク値算出部 5 1 を備えている。

[0261] リスク値算出部 5 1 は、自船データ 1 1 により取得された自船データ及び他船データ取得部 1 2 により取得された他船データに基づいて、航路生成部 1 4 により生成された複数の候補航路のそれぞれを自船が航行した場合の、自船と他船が接近するリスクを互いに異なる指標で表した複数種類のリスク値を算出する。

[0262] リスク値算出部 5 1 は、侵入度算出部 1 6、リスク区間特定部 2 3、閉塞範囲特定部 2 6、回避指標算出部 3 6、中距離回避判定部 3 7 6、見合い関係判定部 4 3、及び衝突予防航路評価部 4 6 などを含んでいる。

[0263] 侵入度算出部 1 6 は、自船が候補航路を航行した場合の侵入度を、複数種類のリスク値の 1 つとして算出する（図 4 ないし図 9 参照）。すなわち、侵入度算出部 1 6 は、自船 S H を基準とする方位に応じて定まるリスク係数を有し、自船 S H を基準とする各方位において自船 S H に近いほどリスク係数 R C が高くなるバンパー領域 B M に、他船 O P の侵入が予測されるときに侵入度を算出する。

[0264] リスク区間特定部 2 3 は、候補航路上の O Z T 等の衝突リスク領域の有無を、複数種類のリスク値の 1 つとして算出する（図 1 3 参照）。すなわち、リスク区間特定部 2 3 は、自船 S H が任意の方向に変針して航行し、他船 O

Pの予測航路Rを横切ると仮定したときの、他船OPの予測航路Rのうちの、自船SHと他船OPが衝突するリスクがあるリスク区間L1, L2を特定する。

[0265] リスク区間特定部23は、候補航路上の衝突リスク領域の有無を、近距離に衝突リスク領域があるとき（すなわち、到達までの距離又は時間が所定値よりも小さいとき）に用いるリスク値として算出してもよい。

[0266] 閉塞範囲特定部26は、自船が候補航路を航行した場合の閉塞範囲又は閉塞度を、複数種類のリスク値の1つとして算出する（図14ないし図16参照）。すなわち、閉塞範囲特定部26は、自船SHが任意の方向に変針して航行した場合に、リスク区間特定部23により特定されたリスク区間L1, L2を自船SHが横切る角度範囲を表す閉塞範囲C1, C2を特定するとともに、角度範囲SAに対する閉塞範囲C1, C2の割合を閉塞度として算出する。

[0267] 回避指標算出部36は、自船が候補航路を航行した場合の回避指標を、中距離に回避指標に係るリスクがあるとき（すなわち、到達までの距離又は時間が所定値よりも大きいとき）に用いるリスク値として算出する。中距離回避判定部376は、リスクまでの余裕が大きくなるほど徐々に大きくなるように重み付けされた回避指標が閾値以上であるか否かを判定してもよいし、回避指標に適用する閾値を、リスクまでの余裕が大きくなるほど徐々に小さくしてもよい（図22及び図23参照）。

[0268] 衝突予防航路評価部46は、見合い関係判定部43により判定される見合い関係に応じた候補航路の評価値を、複数種類のリスク値の1つとして算出する。衝突予防航路評価部46は、候補航路が衝突予防のための規則に則っているか、すなわち自船が避航船である場合に避航経路が適当であるか、自船が保持船である場合に保持経路が適当であるか、評価する（図37ないし図40参照）。

[0269] 航路選択部15は、複数の候補航路のそれぞれについて算出された複数種類のリスク値に基づいて、複数の予定航路のうちの一部の予定航路を選択す

る。具体的には、航路選択部 15 は、複数の候補航路のうち、複数種類のリスク値の総和が最小となる候補航路を選択し、操船制御部 10 に出力する。操船制御部 10 は、選択された予定航路に基づいて自船の操船制御を行う。

[0270] また、航路選択部 15 は、複数種類のリスク値のうちの特定のリスク値の重みを高くして（1 以上の係数を乗算して）重み付け和を算出し、重み付け和が最小となる候補航路を選択してもよい。リスク値の重みは、ユーザが調整可能としてもよい。これにより、ユーザのリスク感覚に合った評価が可能となる。

[0271] これに限らず、航路選択部 15 は、複数種類のリスク値の総和が所定以下の予定航路を全て抽出してもよく、抽出された複数の予定航路を表示部 2 に表示して、予定航路の選択をユーザに促してもよい。また、航路生成部 14 により算出された又は航路選択部 15 により抽出された複数の予定航路は、複数種類のリスク値に応じた表示態様で表示部 2 に表示されてもよい（上記図 10 参照）。

[0272] 図 44 は、航行支援装置 1 において実現される、第 5 実施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置 1 の制御部 20 は、同図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。

[0273] まず、制御部 20 は、GNSS 受信機 6 等から、自船の位置及び速度を表す自船データを取得する（S11、自船データ取得部 11 としての処理）。

[0274] 次に、制御部 20 は、レーダー 3、AIS 4 又はカメラ 5 から、他船の位置及び速度を表す他船データを取得する（S12、他船データ取得部 12 としての処理）。

[0275] 次に、制御部 20 は、複数の候補航路を生成する（S13、航路生成部 14 としての処理）。制御部 20 は、複数の候補航路のそれぞれについて、下記 S61－S66 の処理を実行する。

[0276] 具体的には、制御部 20 は、自船が候補航路を航行した場合の侵入度を算出する（S61、侵入度算出部 16 としての処理）。

[0277] 次に、制御部 20 は、候補航路上の衝突リスク領域の有無を算出する（S

62、リスク区間特定部23としての処理)。

[0278] 次に、制御部20は、自船が候補航路を航行した場合の閉塞範囲及び閉塞度を算出する(S63、閉塞範囲特定部26としての処理)。

[0279] 次に、制御部20は、自船が候補航路を航行した場合の回避指標を算出する(S64、回避指標算出部36としての処理)。

[0280] 次に、制御部20は、見合い関係に応じた候補航路の評価値を算出する(S65、衝突予防航路評価部46としての処理)。

[0281] 次に、制御部20は、上記S61－S65の処理による算出結果に基づいて、候補航路を評価する(S66)。制御部20は、全ての候補航路について上記S61－S66の処理を実行する(S67)。

[0282] 次に、制御部20は、評価結果に基づいて、複数の候補航路から操船制御に用いる候補航路を選択する(S68、航路選択部15としての処理)。選択された候補航路は、操船制御部10に出力される。

[0283] [第6実施形態]

図45は、第6実施形態に係る航行支援装置1の構成例を示すブロック図である。第6実施形態において、制御部20は、自船データ取得部11、他船データ取得部12、指標算出部63、航路算出部64、航路分類部65、情報算出部66、表示制御部67、及び操作受付部68を備えている。

[0284] 指標算出部63は、自船データ取得部11により取得された自船データと、他船データ取得部12により取得された他船データとに基づいて、自船が他船等の障害物と衝突するリスクを表すリスク指標を算出する(上記衝突リスク算出部13と同様)。例えば、指標算出部63は、OZT等の衝突リスク領域又はCPA衝突警報のTCPAなどをリスク指標として算出する。

[0285] 航路算出部64は、自船のための複数の候補航路を算出する(上記航路生成部14と同様)例えば、航路算出部64は、指標算出部63により算出されたリスク指標に基づいて、他船等の障害物との衝突を避けるための複数の避航経路を、複数の候補航路として算出する。図46に示すように、航路算出部64は、他船OPとの衝突を避けるように、自船SHから目標点DSに

向かう複数の候補航路C Rを算出する。

[0286] これに限らず、航路算出部64は、E C D I S 8等の他の装置から複数の候補航路を取得してもよい。

[0287] このような航路生成機能を用いる場合、多くの候補航路が生成されるため、それらを全てユーザに提示すると、ユーザにとって分かり難いおそれがある。特に、輻輳海域で他船との衝突を回避する場合には、非常に多くの避航経路が算出されるため、そのような課題は顕著となる。

[0288] そこで、本実施形態では、以下に説明するように、複数の候補航路をグループ分けし、それぞれの代表航路を絞り込むことで、候補航路をユーザに分かり易く提示することを可能にしている。

[0289] 航路分類部65は、航路算出部64により生成された複数の候補航路を類似度に基づいて複数のグループにグループ分けし、それぞれのグループの代表航路を決定する。言い換えると、航路分類部65は、複数の候補航路をグループごとに統合し、各グループを代表する代表航路を選出する。グループの数は、候補航路の数よりも少ない。

[0290] 具体的には、航路分類部65は、複数の候補航路をクラスタリングにより複数のグループに分ける。クラスタリングには、例えばK-Means、DBSCAN、Mean-shift等の既知の手法を用いることができる。クラスタリングにより分けられるグループの数は、ユーザにより予め指定された所定の数であってもよい。

[0291] 図47に示すように、複数の候補航路C R 1-C R 4のそれぞれは、スタートSからゴールGまで順に並んだ点（ノード）S Dで構成される。候補航路C R 1-C R 4の類似度は、例えば各時刻における点S Dの位置関係に基づいて評価される。

[0292] 図48に示すように、スタート直後の時刻t 1では、4つの候補航路C R 1-C R 4は同じグループGと評価されるが、図49に示すように、その後の時刻t 2では、候補航路C R 1はグループG a、点S Dの位置が比較的近い候補航路C R 2、C R 3はグループG b、候補航路C R 4はグループG c

とされる。

- [0293] 以降の時刻では、各グループ内でグループ分けが行われ、新たなグループが生成されると、新たなグループを含む各グループ内でグループ分けがさらに行われる。このようなグループ分けは、スタートSからゴールGまでの各時刻で順次行われる。
- [0294] 航路分類部65は、クラスタリングに限らず、その他の手法によって複数の候補航路をグループ分けしてもよい。上記では、経路の2次元空間的な位置（変針角度を含む）に基づくクラスタリングの例を説明したが、これに限らず、例えばゴールまでの距離や燃費、遭遇するリスク等の経路評価値を特徴としたクラスタリングが適用されてもよい。
- [0295] 具体的には、航路分類部65は、複数の候補航路のそれぞれを構成する点群の位置に基づいて、複数の候補航路を複数のグループに分けてもよい。例えば、複数の候補航路の各時刻の点SD間の距離が所定値以下である場合、又は各時刻の点SDの密度が所定値以上である場合に、それらの候補航路を同じグループとする。
- [0296] また、航路分類部65は、複数の候補航路のそれぞれの変針角度に基づいて、複数の候補航路を複数のグループに分けてもよい。例えば、複数の候補経路において変針角度範囲が所定値以下である場合、それらの候補航路を同じグループとする。対比する変針角度は、各時刻の点SDにおける変針角度でもよいし、候補経路全体の変針角度でもよい。
- [0297] 航路分類部65は、複数のグループにグループ分けされた候補航路の中から、それぞれのグループの代表航路を決定する。これにより、図50に示すように、候補航路CRよりも少ない数の代表航路RRに絞り込まれる。
- [0298] 具体的には、航路分類部65は、候補航路の長さに基づいて代表航路を決定する。例えば、同じグループに含まれる候補航路のうち、最も短い候補航路が代表航路として決定される。
- [0299] また、航路分類部65は、候補航路の変針点の数に基づいて代表航路を決定してもよい。例えば、同じグループに含まれる候補航路のうち、最も変針

点が少ない候補航路が代表航路として決定される。

[0300] また、航路分類部 65 は、候補航路を航行した場合のリスク指標に基づいて代表航路を決定してもよい。例えば、同じグループに含まれる候補航路のうち、衝突リスク領域との遭遇が最も少ない候補航路が代表航路として決定される。

[0301] 情報算出部 66 は、航路分類部 65 により選出された代表航路の航路情報をそれぞれ算出する。航路情報は、自船が代表航路を航行した場合に発生が予測される状態を表す。航路情報は、例えば代表航路の航行距離、燃費、遭遇する他船、又は混雑度など、航路の選択に有用な情報である。

[0302] 表示制御部 67 は、航路分類部 65 により選出されたそれぞれの代表航路を表示部 2 に表示する。また、表示制御部 67 は、代表航路とともに、情報算出部 66 により算出された航路情報を表示部 2 に表示する。

[0303] 操作受付部 68 は、表示部 2 のタッチパネルからユーザによる操作入力を受け付ける。具体的には、操作受付部 68 は、表示部 2 に表示された代表航路の選択を受け付ける。また、操作受付部 68 は、グループ分けのための類似度の調整を受け付ける。

[0304] 図 51 に示すように、表示部 2 に表示される画像 MG には、自船 SH の現在位置から目的地 DS までの複数の代表航路 RR が表示される。ユーザにより代表航路 RR が選択されると、選択された代表航路 RR が識別表示される。画像 MG には、選択された代表航路 RR を航行した場合に発生が予測される衝突リスク領域 OZ も表示される。

[0305] また、画像 MG には、選択された代表航路 RR の航路情報を示すバルーン JH も表示される。バルーン JH には、例えば、選択された代表航路 RR を航行した場合の航行距離、目的地 DS までの予測到達時間、及び遭遇船舶の数などの航路情報が表示される。

[0306] 代表航路 RR の識別表示は、例えば選択された代表航路 RR の太さ、明度、又は色彩などの表示態様を他の代表航路 RR と異ならせる、いわゆるハイライト表示である。また、選択された代表航路 RR をそのままにし、他の代

表航路 R R を透過表示としてもよい。

[0307] 図 5 2 ないし図 5 4 は、代表航路 R R の識別表示をさらに詳しく説明するための図である。例えば図 5 2 に示すように、中央の代表航路 R R 1 が選択されると、選択された代表航路 R R 1 が識別表示されるとともに、代表航路 R R 1 を航行した場合に接近する他線 O P 1 - O P 3 及びそれらに係る衝突リスク領域 O Z が識別表示される。

[0308] 図 5 3 に示すように、左の代表航路 R R 2 が選択されると、選択された代表航路 R R 2 が識別表示されるとともに、代表航路 R R 2 を航行した場合に接近する他船 O P 1 及びそれに係る衝突リスク領域 O Z も識別表示される。代表航路 R R 2 を航行した場合に接近しない他船 O P 2, O P 3 は透過表示される。

[0309] 図 5 4 に示すように、右の代表航路 R R 3 が選択されると、選択された代表航路 R R 3 が識別表示されるとともに、代表航路 R R 3 を航行した場合に接近する他船 O P 1, O P 3 及びそれらに係る衝突リスク領域 O Z も識別表示される。代表航路 R R 3 を航行した場合に接近しない他船 O P 2 は透過表示される。

[0310] なお、操作受付部 6 8 が、グループ分けのための類似度の調整をユーザから受け付けると、航路分類部 6 5 は、調整された類似度を用いて、候補航路のグループ分けと各グループの代表航路の決定とを再度実行し、表示制御部 6 7 は、代表航路の表示を更新する。これにより、ユーザは、表示部 2 に表示される画像 M G を見ながら、類似度を調整して、代表航路の数を変更することが可能となる。

[0311] 図 5 5 は、航行支援装置 1 において実現される、第 6 実施形態に係る航行支援方法の手順例を示す図である。航行支援装置 1 の制御部 2 0 は、同図に示す情報処理をプログラムに従って実行する。

[0312] まず、制御部 2 0 は、G N S S 受信機 6 等から、自船の位置及び速度を表す自船データを取得する（S 1 1、自船データ取得部 1 1 としての処理）。

[0313] 次に、制御部 2 0 は、レーダー 3、A I S 4 又はカメラ 5 から、他船の位

置及び速度を表す他船データを取得する（S 1 2、他船データ取得部 1 2 としての処理）。

[0314] 次に、制御部 2 0 は、複数の候補航路を生成する（S 1 3、航路算出部 6 4 としての処理）。

[0315] 次に、制御部 2 0 は、複数の候補航路を類似度に基づいて複数のグループにグループ分けし、各グループの代表経路を決定する（S 7 1、S 7 2、航路分類部 6 5 としての処理）。

[0316] 次に、制御部 2 0 は、各代表航路の航路情報を算出する（S 7 3、情報算出部 6 6 としての処理）。

[0317] 次に、制御部 2 0 は、表示部 2 に各代表航路を表示する（S 7 4、表示制御部 6 7 としての処理、図 5 1 ないし図 5 4 参照）。

[0318] 表示部 2 に表示された代表航路が選択されると（S 7 5 : Y E S）、制御部 2 0 は、選択された代表経路を識別表示するとともに、選択された代表経路の航路情報を表示する（S 7 6、S 7 7、表示制御部 6 7 としての処理、図 5 1 ないし図 5 4 参照）。

[0319] 代表航路が決定されると（S 7 8 : Y E S）、制御部 2 0 は、決定された代表航路を操船制御部 1 0 に出力する（S 7 9）。操船制御部 1 0 に出力された代表航路は、操船制御に用いられる。

[0320] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は以上に説明した実施形態に限定されるものではなく、種々の変更が当業者にとって可能であることはもちろんである。

[0321] 図 5 6 は、上記第 1 ないし第 6 実施形態を包括する総合的な実施形態に係る航行支援装置 1 の構成例を示すブロック図である。同図に示す機能部から、上記第 1 ないし第 6 実施形態のように又はそれに限らず一部の機能部を適宜抽出することによって、各種効果を実現することが可能である。

[0322] 以下、本発明の代表的な実施形態を列挙する。

[0323] (1)

第 1 船舶の位置及び速度を含む第 1 船舶データを取得する第 1 取得部と、

第2船舶の位置及び速度を含む第2船舶データを取得する第2取得部と、
前記第1船舶データ及び前記第2船舶データに基づいて、前記第1船舶と
前記第2船舶の見合い関係を判定する見合い関係判定部と、
前記第1船舶の予定航路を算出する航路算出部と、
前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する航路評価部と、
を備える、航行支援装置。

[0324] (2)

前記航路評価部は、前記予定航路が衝突予防のための規則に則っているか
評価する、

(1)に記載の航行支援装置。

[0325] (3)

前記第1船舶データ、前記第2船舶データ、及び前記見合い関係に基づい
て、前記第1船舶が保持船に該当するか、避航船に該当するか、又は何れに
も該当しないか判定する保持／避航判定部をさらに備え、

前記航路算出部は、前記第1船舶が保持船又は避航船に該当する場合に、
前記予定航路を算出する、

(1)または(2)に記載の航行支援装置。

[0326] (4)

前記航路算出部は、前記第1船舶が避航船に該当する場合に、避航船のた
めの前記予定航路を算出し、

前記航路評価部は、前記予定航路が避航船として適当であるか評価する、

(3)に記載の航行支援装置。

[0327] (5)

前記航路評価部は、前記予定航路において回避開始までの時間が閾値以下
であるか判定する、

(4)に記載の航行支援装置。

[0328] (6)

前記航路評価部は、前記予定航路において回避時の舵角が閾値以上である

か判定する、

(4) または (5) に記載の航行支援装置。

[0329] (7)

前記航路評価部は、前記見合い関係が行会い関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶が左舷対左舷の関係にあるか判定する、

(4) ないし (6) の何れかに記載の航行支援装置。

[0330] (8)

前記航路評価部は、前記見合い関係が追越し関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶の距離が所定以上であるか判定する、

(4) ないし (7) の何れかに記載の航行支援装置。

[0331] (9)

前記航路評価部は、前記見合い関係が横切り関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶が前記第2船舶の船尾方向を通過するか判定する、

(4) ないし (8) の何れかに記載の航行支援装置。

[0332] (10)

前記航路算出部は、前記第1船舶が保持船に該当する場合に、保持船のための前記予定航路を算出し、

前記航路評価部は、前記予定航路において針路及び船速が一定であるか判定する、

(3) に記載の航行支援装置。

[0333] (11)

第1船舶の位置及び速度を含む第1船舶データを取得し、

第2船舶の位置及び速度を含む第2船舶データを取得し、

前記第1船舶データ及び前記第2船舶データに基づいて、前記第1船舶と前記第2船舶の見合い関係を判定し、

前記第 1 船舶の予定航路を算出し、
前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する、
航行支援方法。

[0334] (12)

第 1 船舶の位置及び速度を含む第 1 船舶データを取得すること、
第 2 船舶の位置及び速度を含む第 2 船舶データを取得すること、
前記第 1 船舶データ及び前記第 2 船舶データに基づいて、前記第 1 船舶と
前記第 2 船舶の見合い関係を判定すること、
前記第 1 船舶の予定航路を算出すること、及び
前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価すること、
をコンピュータに実行させるためのプログラム。

用語

[0335] 必ずしも全ての目的または効果・利点が、本明細書中に記載される任意の特定の実施形態に則って達成され得るわけではない。従って、例えば当業者であれば、特定の実施形態は、本明細書中で教示または示唆されるような他の目的または効果・利点を必ずしも達成することなく、本明細書中で教示されるような1つまたは複数の効果・利点を達成または最適化するように動作するように構成され得ることを想到するであろう。

[0336] 本明細書中に記載される全ての処理は、1つまたは複数のコンピュータまたはプロセッサを含むコンピューティングシステムによって実行されるソフトウェアコードモジュールにより具現化され、完全に自動化され得る。コードモジュールは、任意のタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体または他のコンピュータ記憶装置に記憶することができる。一部または全ての方法は、専用のコンピュータハードウェアで具現化され得る。

[0337] 本明細書中に記載されるもの以外でも、多くの他の変形例があることは、本開示から明らかである。例えば、実施形態に応じて、本明細書中に記載されるアルゴリズムのいずれかの特定の動作、イベント、または機能は、異なるシーケンスで実行することができ、追加、併合、または完全に除外するこ

とができる（例えば、記述された全ての行為または事象がアルゴリズムの実行に必要というわけではない）。さらに、特定の実施形態では、動作またはイベントは、例えば、マルチスレッド処理、割り込み処理、または複数のプロセッサまたはプロセッサコアを介して、または他の並列アーキテクチャ上で、逐次ではなく、並列に実行することができる。さらに、異なるタスクまたはプロセスは、一緒に機能し得る異なるマシンおよび/またはコンピューティングシステムによっても実行され得る。

[0338] 本明細書中に開示された実施形態に関連して説明された様々な例示的論理ブロックおよびモジュールは、プロセッサなどのマシンによって実施または実行することができる。プロセッサは、マイクロプロセッサであってもよいが、代替的に、プロセッサは、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシン、またはそれらの組み合わせなどであってもよい。プロセッサは、コンピュータ実行可能命令を処理するように構成された電気回路を含むことができる。別の実施形態では、プロセッサは、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、またはコンピュータ実行可能命令を処理することなく論理演算を実行する他のプログラマブルデバイスを含む。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組み合わせ、例えば、デジタル信号プロセッサ(デジタル信号処理装置)とマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと組み合わせた1つ以上のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装することができる。本明細書中では、主にデジタル技術に関して説明するが、プロセッサは、主にアナログ素子を含むこともできる。例えば、本明細書中に記載される信号処理アルゴリズムの一部または全部は、アナログ回路またはアナログとデジタルの混合回路により実装することができる。コンピューティング環境は、マイクロプロセッサ、メインフレームコンピュータ、デジタル信号プロセッサ、ポータブルコンピューティングデバイス、デバイスコントローラ、または装置内の計算エンジンに基づくコンピュータシステムを含むが、これらに限定されない任意のタイプのコンピュータシステム

を含むことができる。

[0339] 特に明記しない限り、「できる」「できた」「だろう」または「可能性がある」などの条件付き言語は、特定の実施形態が特定の特徵、要素および/またはステップを含むが、他の実施形態は含まないことを伝達するために一般に使用される文脈内での意味で理解される。従って、このような条件付き言語は、一般に、特徵、要素および/またはステップが1つ以上の実施形態に必要とされる任意の方法であること、または1つ以上の実施形態が、これらの特徵、要素および/またはステップが任意の特定の実施形態に含まれるか、または実行されるかどうかを決定するための論理を必然的に含むことを意味するという訳ではない。

[0340] 語句「X、Y、Zの少なくとも1つ」のような選言的言語は、特に別段の記載がない限り、項目、用語等が X, Y, Z、のいずれか、又はそれらの任意の組み合わせであり得ることを示すために一般的に使用されている文脈で理解される(例: X、Y、Z)。従って、このような選言的言語は、一般的には、特定の実施形態がそれぞれ存在するXの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、またはZの少なくとも1つ、の各々を必要とすることを意味するものではない。

[0341] 本明細書中に記載されかつ/または添付の図面に示されたフロー図における任意のプロセス記述、要素またはブロックは、プロセスにおける特定の論理機能または要素を実装するための1つ以上の実行可能命令を含む、潜在的にモジュール、セグメント、またはコードの一部を表すものとして理解されるべきである。代替の実施形態は、本明細書中に記載された実施形態の範囲内に含まれ、ここでは、要素または機能は、当業者に理解されるように、関連する機能性に応じて、実質的に同時にまたは逆の順序で、図示または説明されたものから削除、順不同で実行され得る。

[0342] 特に明示されていない限り、「一つ」のような数詞は、一般的に、1つ以上の記述された項目を含むと解釈されるべきである。従って、「～するように設定された一つのデバイス」などの語句は、1つ以上の列挙されたデバイスを含むことを意図している。このような1つまたは複数の列挙されたデバイスは

、記載された引用を実行するように集合的に構成することもできる。例えば、「以下のA、BおよびCを実行するように構成されたプロセッサ」は、Aを実行するように構成された第1のプロセッサと、BおよびCを実行するように構成された第2のプロセッサとを含むことができる。加えて、導入された実施例の具体的な数の列挙が明示的に列挙されたとしても、当業者は、このような列挙が典型的には少なくとも列挙された数(例えば、他の修飾語を用いない「2つの列挙と」の単なる列挙は、通常、少なくとも2つの列挙、または2つ以上の列挙を意味する)を意味すると解釈されるべきである。

[0343] 一般に、本明細書中で使用される用語は、一般に、「非限定」用語(例えば、「～を含む」という用語は「それだけでなく、少なくとも～を含む」と解釈すべきであり、「～を持つ」という用語は「少なくとも～を持っている」と解釈すべきであり、「含む」という用語は「以下を含むが、これらに限定されない。」などと解釈すべきである。)を意図していると、当業者には判断される。

[0344] 説明の目的のために、本明細書中で使用される「水平」という用語は、その方向に関係なく、説明されるシステムが使用される領域の床の平面または表面に平行な平面、または説明される方法が実施される平面として定義される。「床」という用語は、「地面」または「水面」という用語と置き換えることができる。「垂直/鉛直」という用語は、定義された水平線に垂直/鉛直な方向を指します。「上側」「下側」「下」「上」「側面」「より高く」「より低く」「上の方に」「～を越えて」「下の」などの用語は水平面に対して定義されている。

[0345] 本明細書中で使用される用語の「付着する」、「接続する」、「対になる」及び他の関連用語は、別段の注記がない限り、取り外し可能、移動可能、固定、調節可能、及び/または、取り外し可能な接続または連結を含むと解釈されるべきである。接続/連結は、直接接続及び/または説明した2つの構成要素間の中間構造を有する接続を含む。

[0346] 特に明示されていない限り、本明細書中で使用される、「およそ」、「約

」、および「実質的に」のような用語が先行する数は、列挙された数を含み、また、さらに所望の機能を実行するか、または所望の結果を達成する、記載された量に近い量を表す。例えば、「およそ」、「約」及び「実質的に」とは、特に明示されていない限り、記載された数値の10%未満の値をいう。本明細書中で使用されているように、「およそ」、「約」、および「実質的に」などの用語が先行して開示されている実施形態の特徴は、さらに所望の機能を実行するか、またはその特徴について所望の結果を達成するいくつかの可変性を有する特徴を表す。

[0347] 上述した実施形態には、多くの変形例および修正例を加えることができ、それらの要素は、他の許容可能な例の中にあるものとして理解されるべきである。そのような全ての修正および変形は、本開示の範囲内に含まれることを意図し、以下の請求の範囲によって保護される。

符号の説明

[0348] 1 航行支援装置、2 表示部、3 レーダー、4 A I S、5 カメラ、6 G N S S受信機、7 ジャイロコンパス、8 E C D I S、9 無線通信部、10 操船制御部、20 制御部、11 自船データ取得部（第1取得部の例）、12 他船データ取得部（第2取得部の例）、13 衝突リスク算出部、14 航路生成部、15 航路選択部、16 侵入度算出部、23 リスク区間特定部、26 閉塞範囲特定部、33 衝突指標算出部、36 回避指標算出部、37 回避判定部、38 航路算出部、39 採用判定部、373 近距離回避判定部、376 中距離回避判定部、43 見合い関係判定部、44 保持／避航判定部、46 衝突予防航路評価部、51 リスク値算出部、63 指標算出部、64 航路算出部、65 航路分類部、66 情報算出部、67 表示制御部、68 操作受付部、100 船載システム

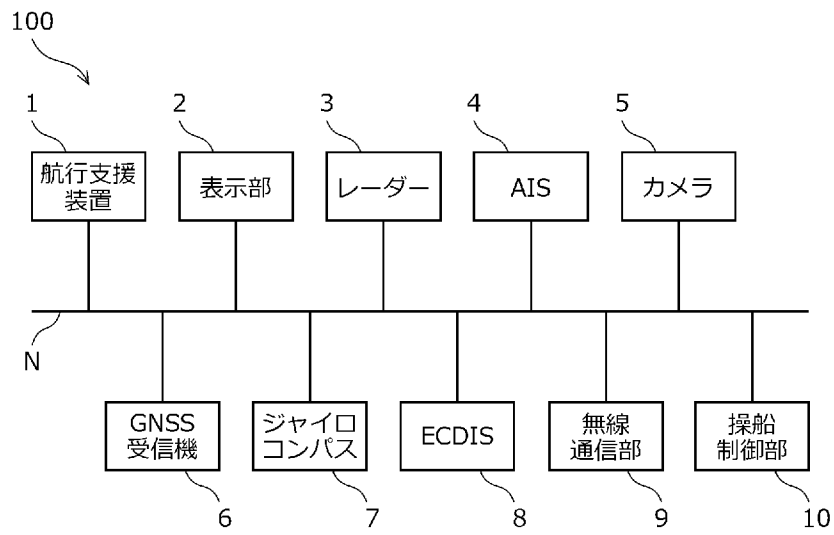
請求の範囲

- [請求項1] 第1船舶の位置及び速度を含む第1船舶データを取得する第1取得部と、
- 第2船舶の位置及び速度を含む第2船舶データを取得する第2取得部と、
- 前記第1船舶データ及び前記第2船舶データに基づいて、前記第1船舶と前記第2船舶の見合い関係を判定する見合い関係判定部と、
- 前記第1船舶の予定航路を算出する航路算出部と、
- 前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する航路評価部と、
- を備える、航行支援装置。
- [請求項2] 前記航路評価部は、前記予定航路が衝突予防のための規則に則っているか評価する、
- 請求項1に記載の航行支援装置。
- [請求項3] 前記第1船舶データ、前記第2船舶データ、及び前記見合い関係に基づいて、前記第1船舶が保持船に該当するか、避航船に該当するか、又は何れにも該当しないか判定する保持／避航判定部をさらに備え、
- 前記航路算出部は、前記第1船舶が保持船又は避航船に該当する場合に、前記予定航路を算出する、
- 請求項1に記載の航行支援装置。
- [請求項4] 前記航路算出部は、前記第1船舶が避航船に該当する場合に、避航船のための前記予定航路を算出し、
- 前記航路評価部は、前記予定航路が避航船として適当であるか評価する、
- 請求項3に記載の航行支援装置。
- [請求項5] 前記航路評価部は、前記予定航路において回避開始までの時間が閾値以下であるか判定する、
- 請求項4に記載の航行支援装置。

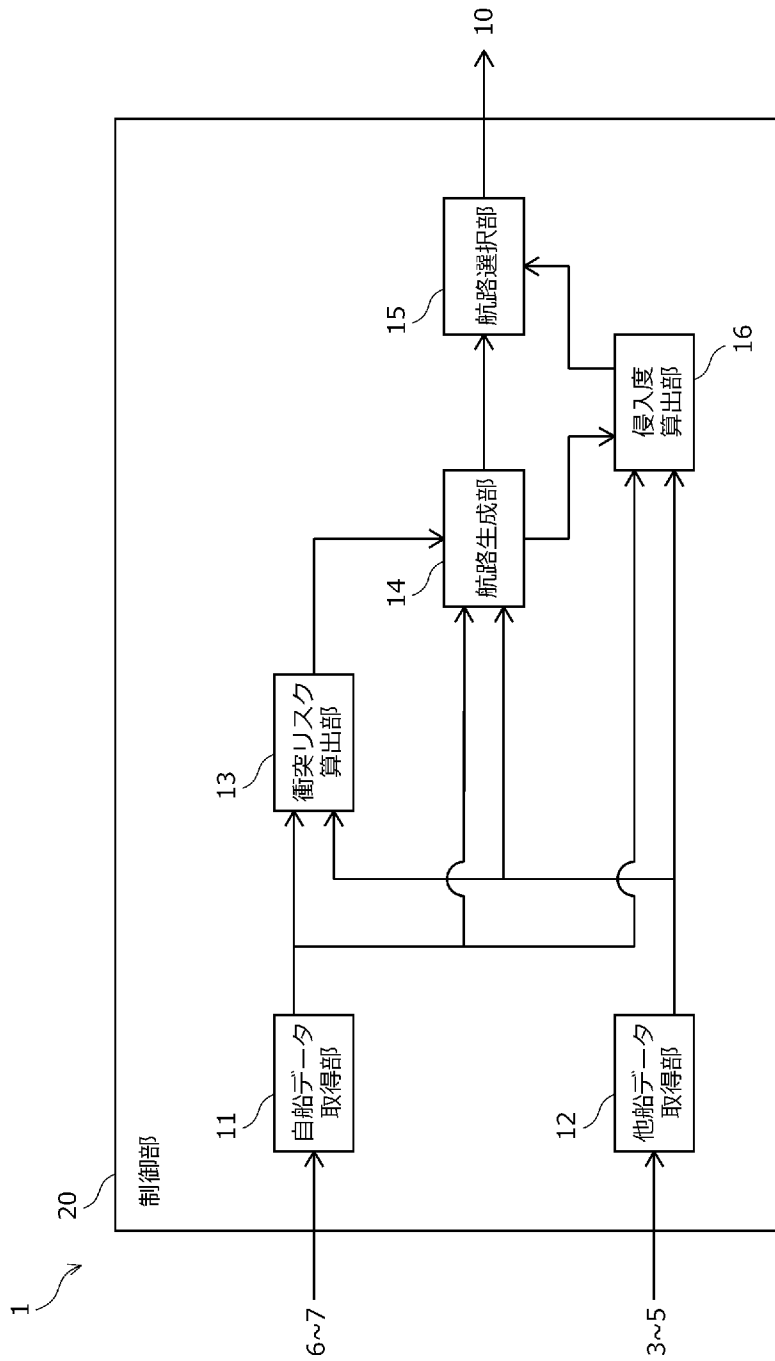
- [請求項6] 前記航路評価部は、前記予定航路において回避時の舵角が閾値以上であるか判定する、
請求項4に記載の航行支援装置。
- [請求項7] 前記航路評価部は、前記見合い関係が行会い関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶が左舷対左舷の関係にあるか判定する、
請求項4に記載の航行支援装置。
- [請求項8] 前記航路評価部は、前記見合い関係が追越し関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶と前記第2船舶の距離が所定以上であるか判定する、
請求項4に記載の航行支援装置。
- [請求項9] 前記航路評価部は、前記見合い関係が横切り関係である場合に、前記予定航路上の点において、前記第1船舶が前記第2船舶の船尾方向を通過するか判定する、
請求項4に記載の航行支援装置。
- [請求項10] 前記航路算出部は、前記第1船舶が保持船に該当する場合に、保持船のための前記予定航路を算出し、
前記航路評価部は、前記予定航路において針路及び船速が一定であるか判定する、
請求項3に記載の航行支援装置。
- [請求項11] 第1船舶の位置及び速度を含む第1船舶データを取得し、
第2船舶の位置及び速度を含む第2船舶データを取得し、
前記第1船舶データ及び前記第2船舶データに基づいて、前記第1船舶と前記第2船舶の見合い関係を判定し、
前記第1船舶の予定航路を算出し、
前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価する、
航行支援方法。
- [請求項12] 第1船舶の位置及び速度を含む第1船舶データを取得すること、

第 2 船舶の位置及び速度を含む第 2 船舶データを取得すること、
前記第 1 船舶データ及び前記第 2 船舶データに基づいて、前記第 1
船舶と前記第 2 船舶の見合い関係を判定すること、
前記第 1 船舶の予定航路を算出すること、及び
前記見合い関係に応じて前記予定航路を評価すること、
をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[図1]



[図2]

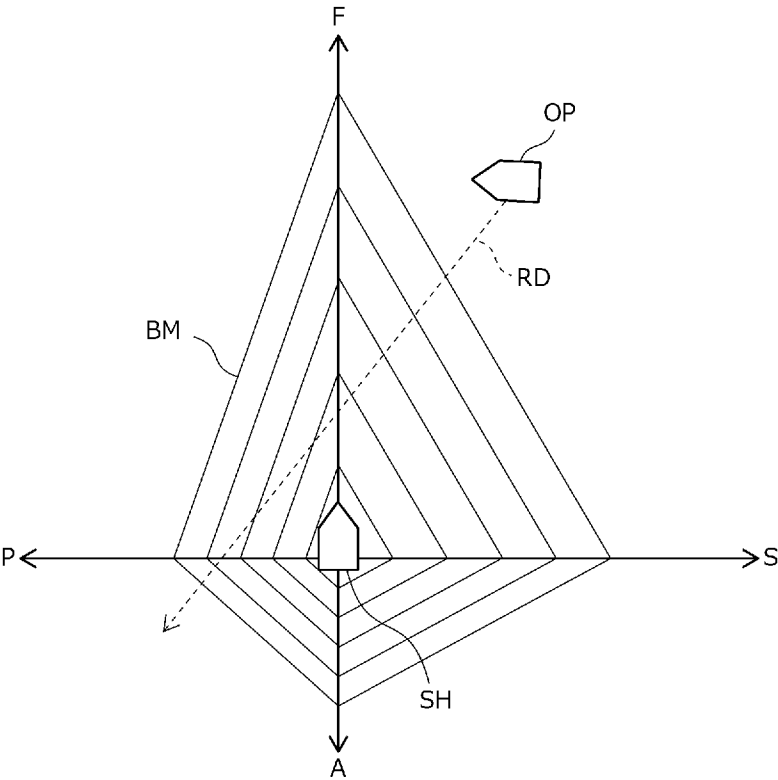


[図3]

他船管理データベース

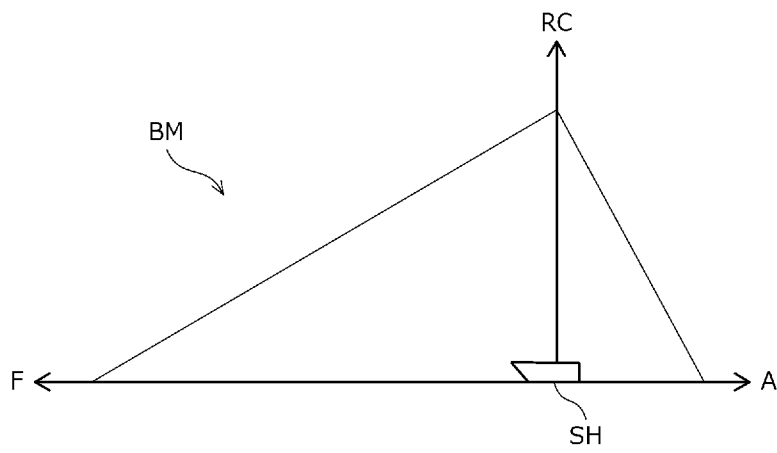
船舶ID	ソース	位置	船速	針路	...
001	レーダー	X1,Y1	V1	D1	...
002	レーダー	X2,Y2	V2	D2	...
003	レーダー /AIS	X3,Y3	V3	D3	...
004	AIS	X4,Y4	V4	D4	...
005	AIS/ カメラ	X5,Y5	V5	D5	...
006	カメラ	X6,Y6	V6	D6	...
007	レーダー /カメラ	X7,Y7	V7	D7	...

[図4]

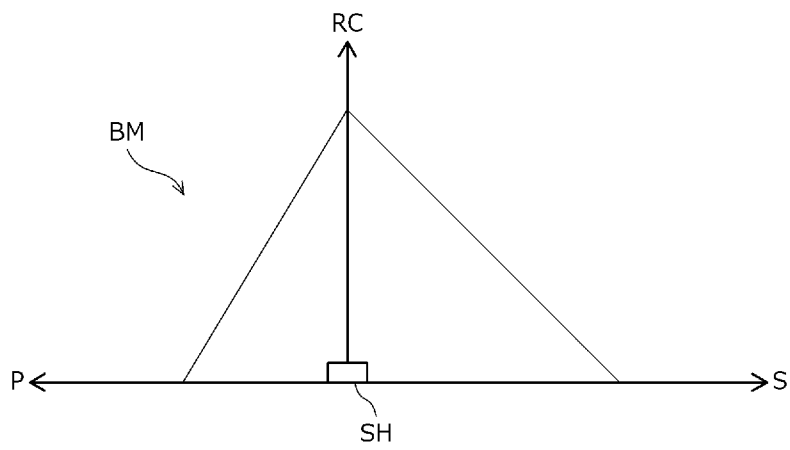


[図5]

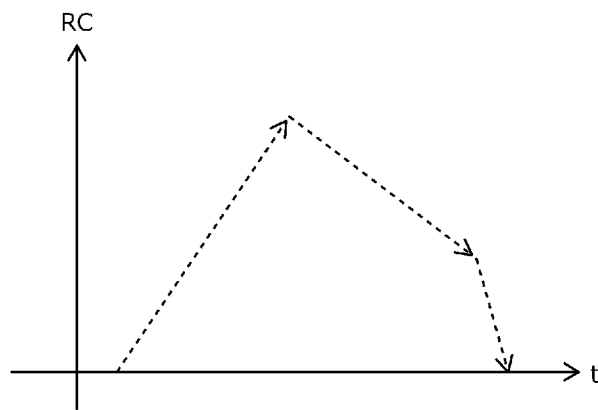
(a)



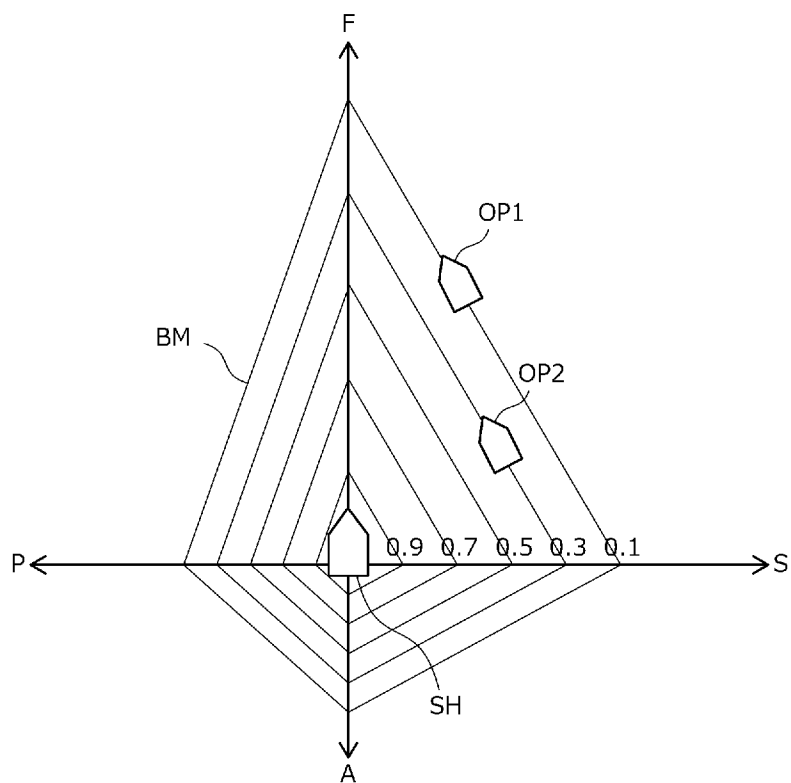
(b)



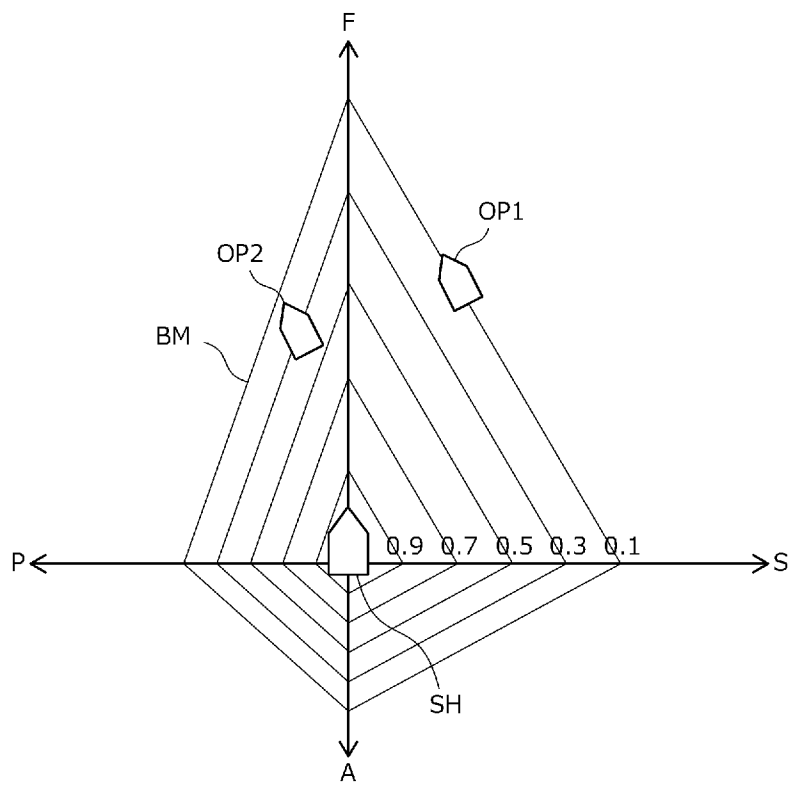
[図6]



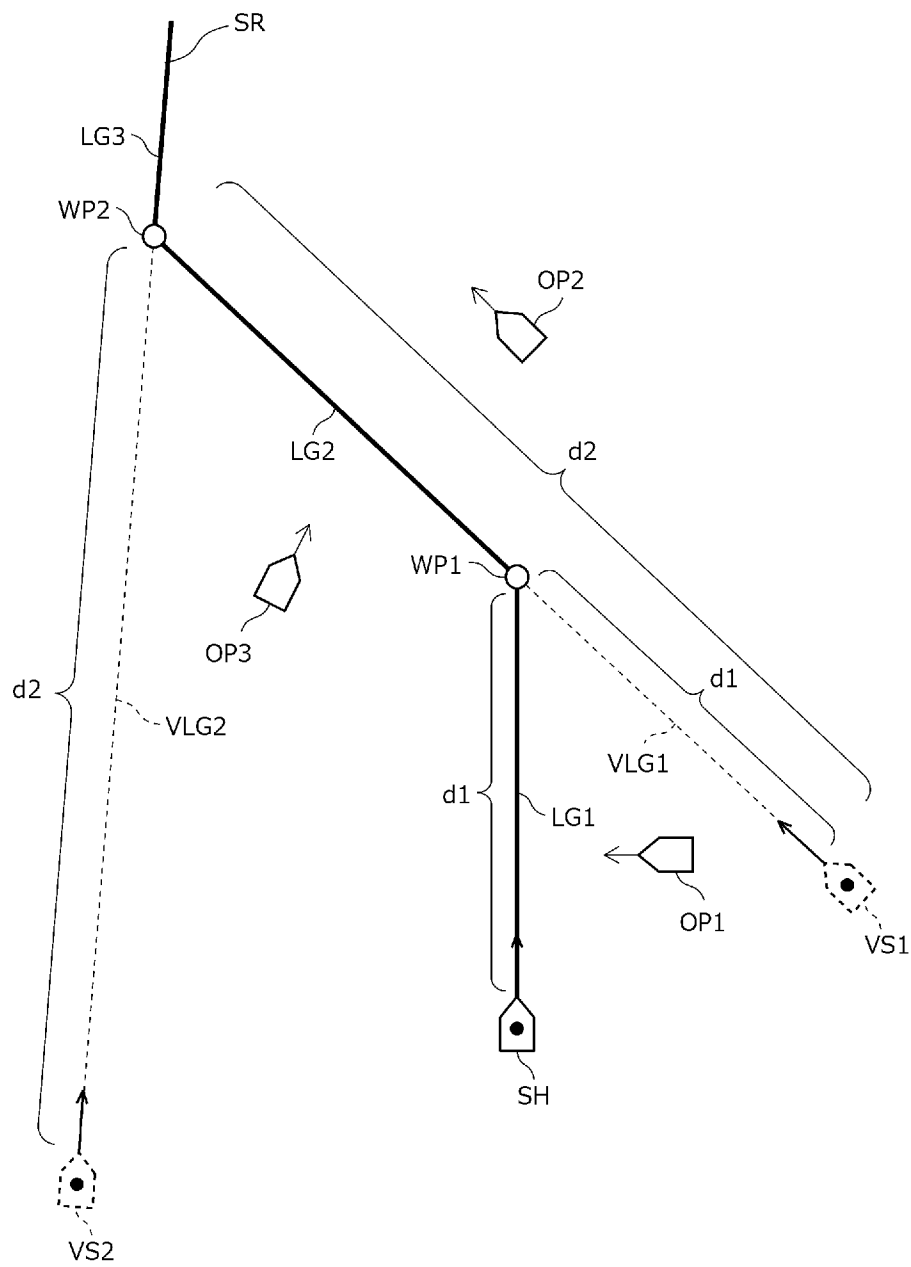
[図7]



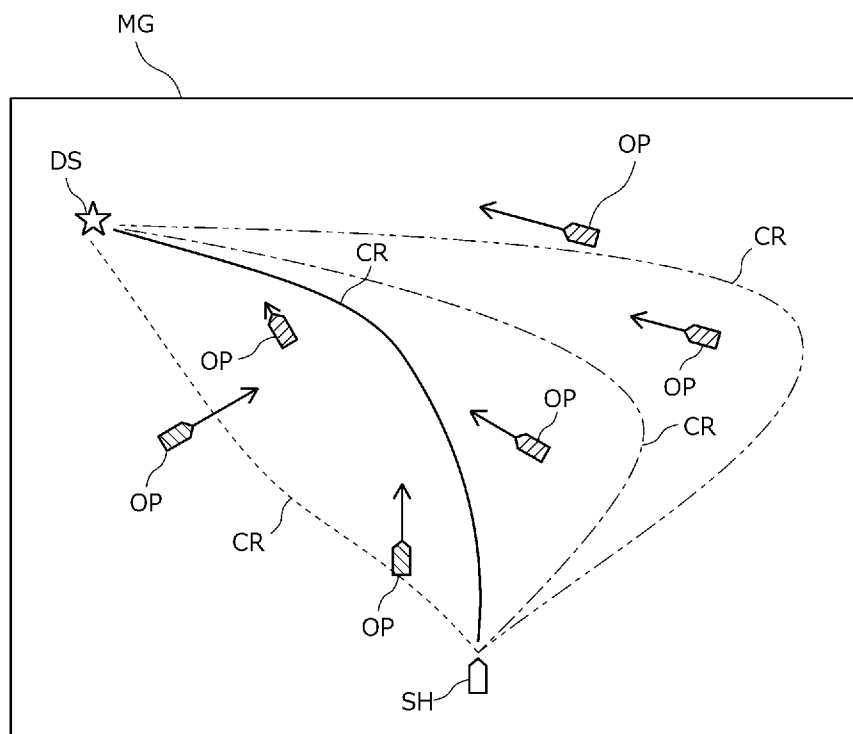
[図8]



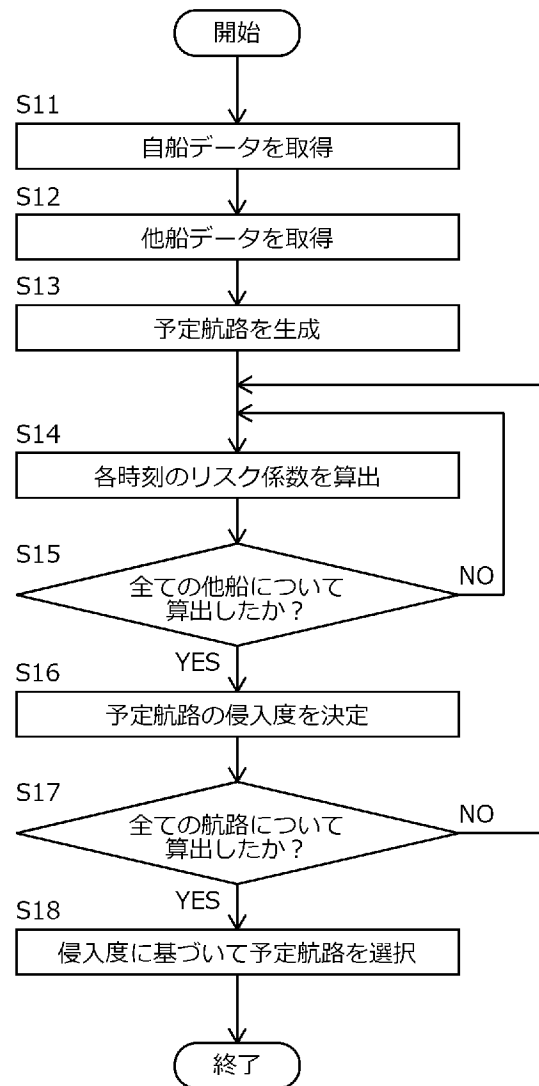
[図9]



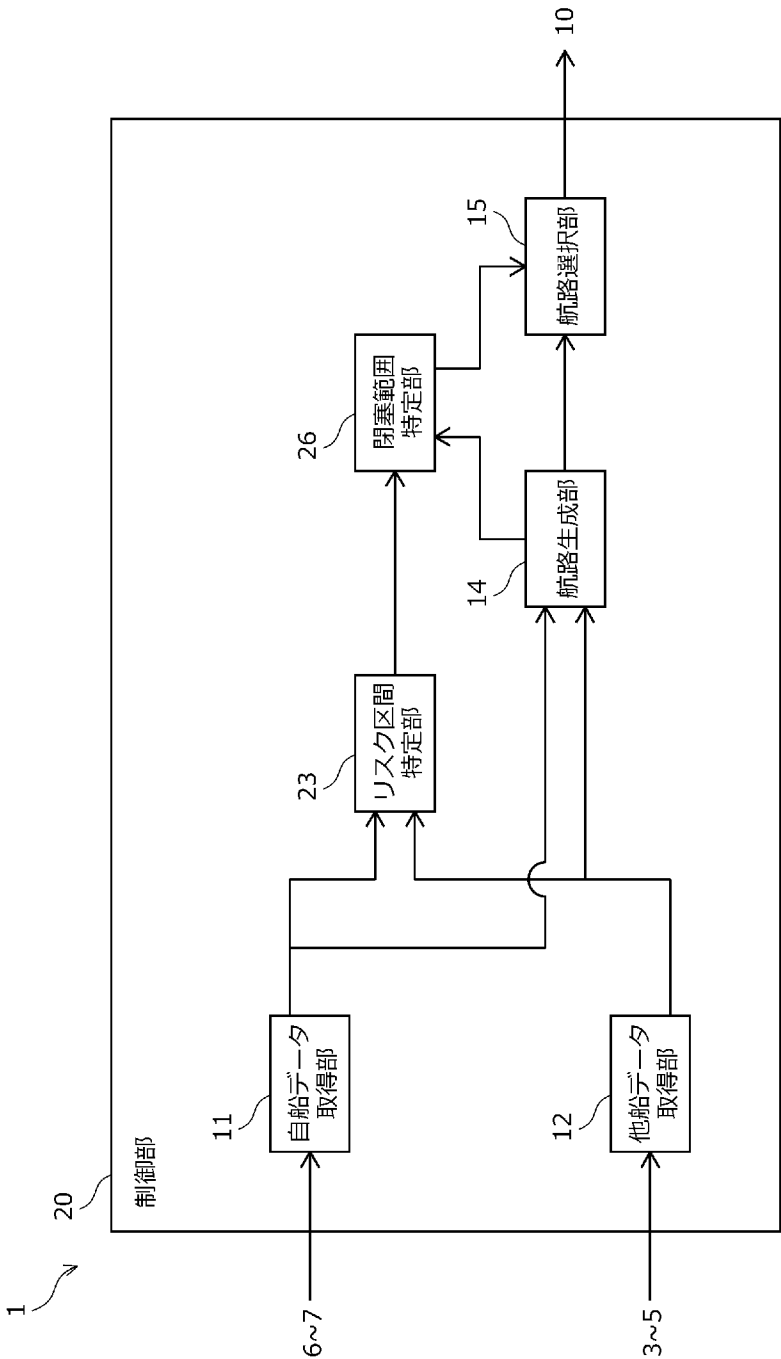
[図10]



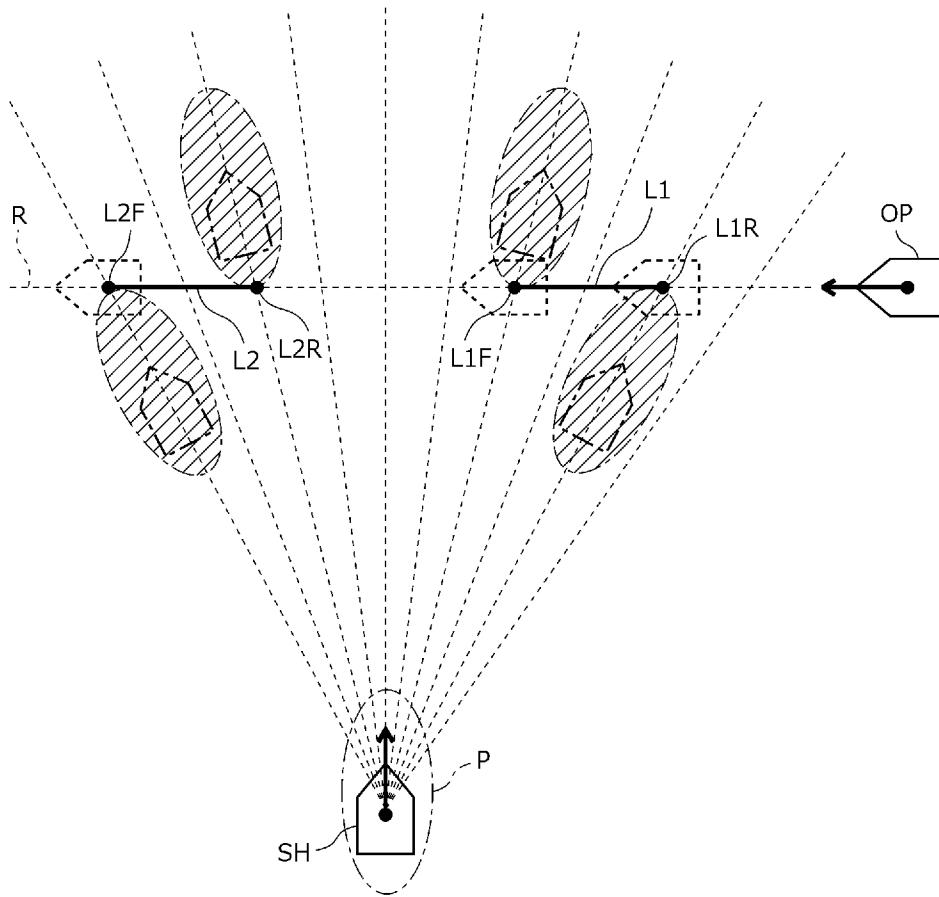
[図11]



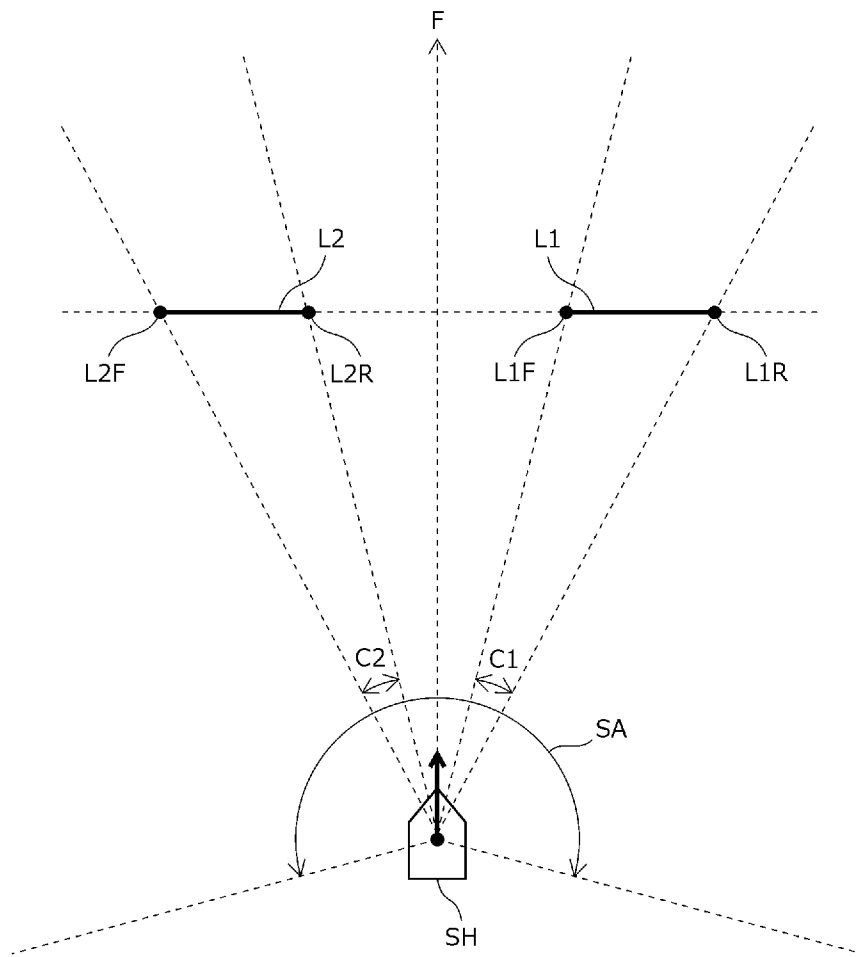
[図12]



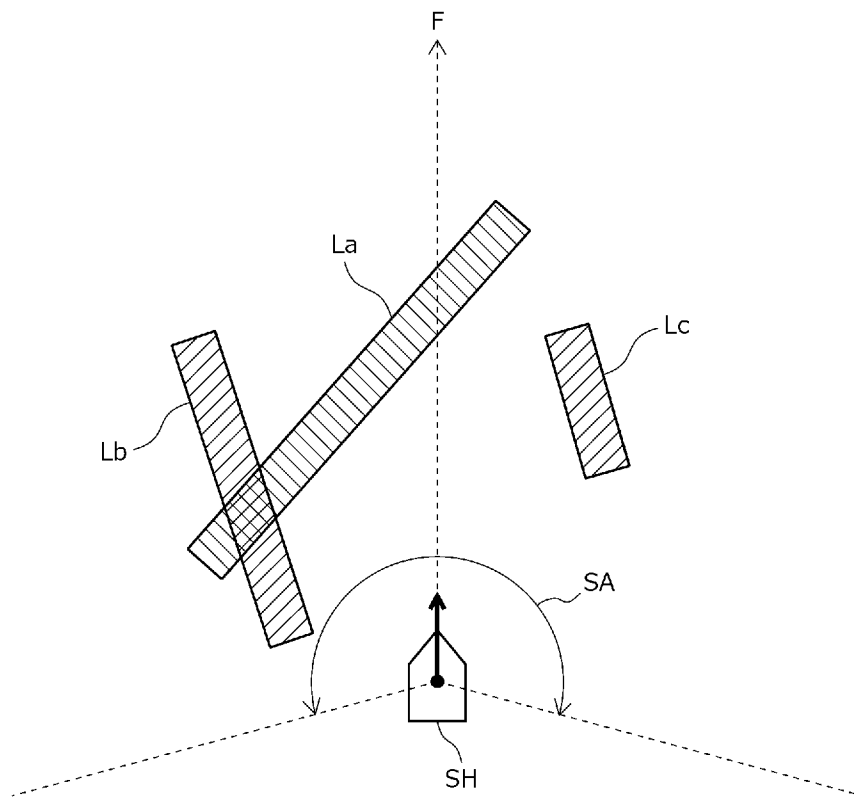
[図13]



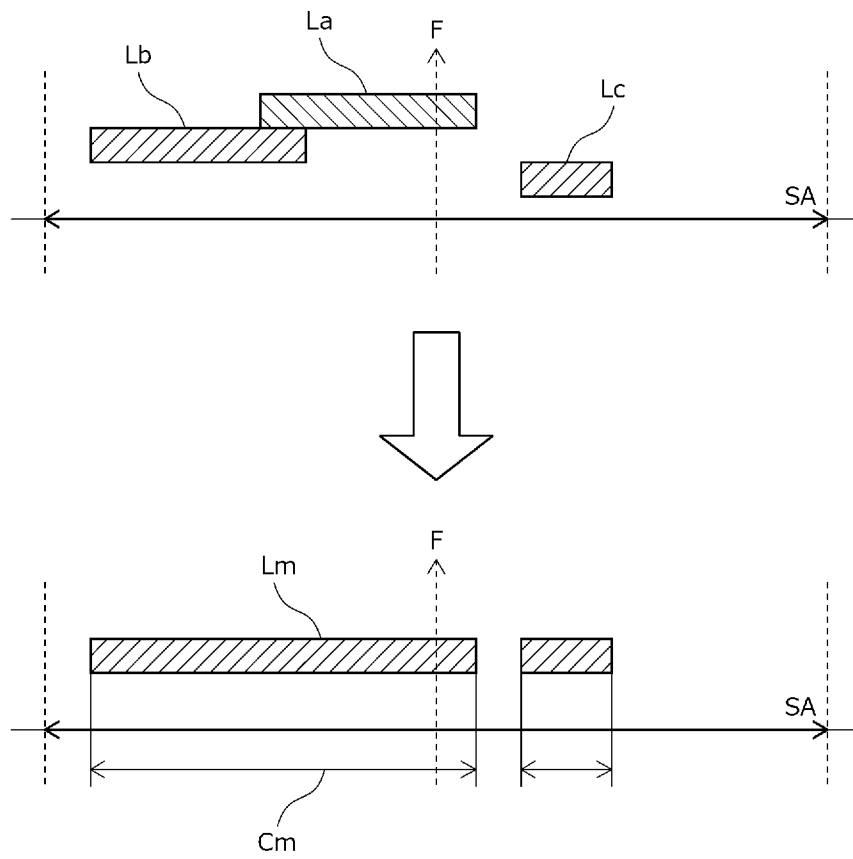
[図14]



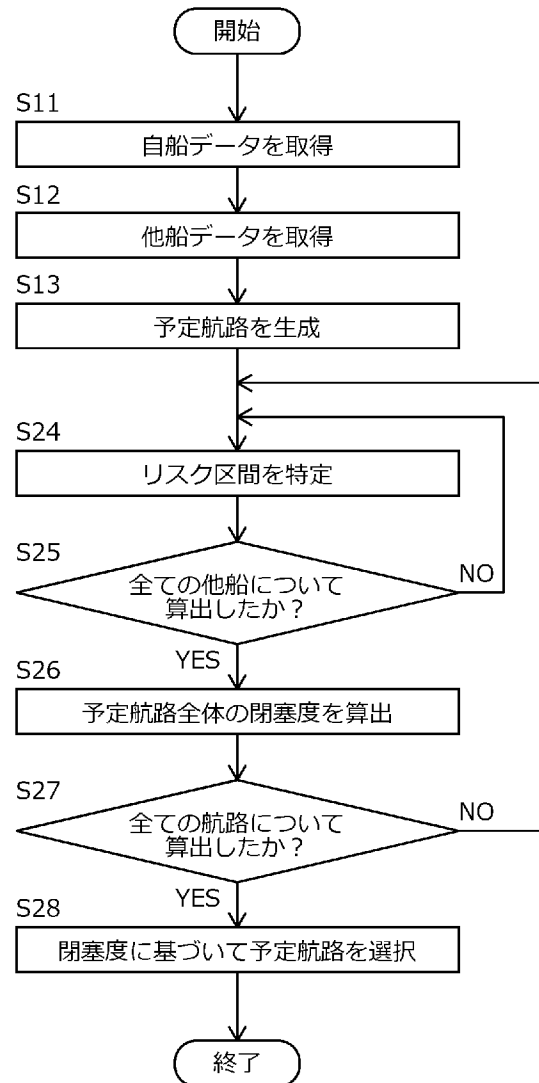
[図15]



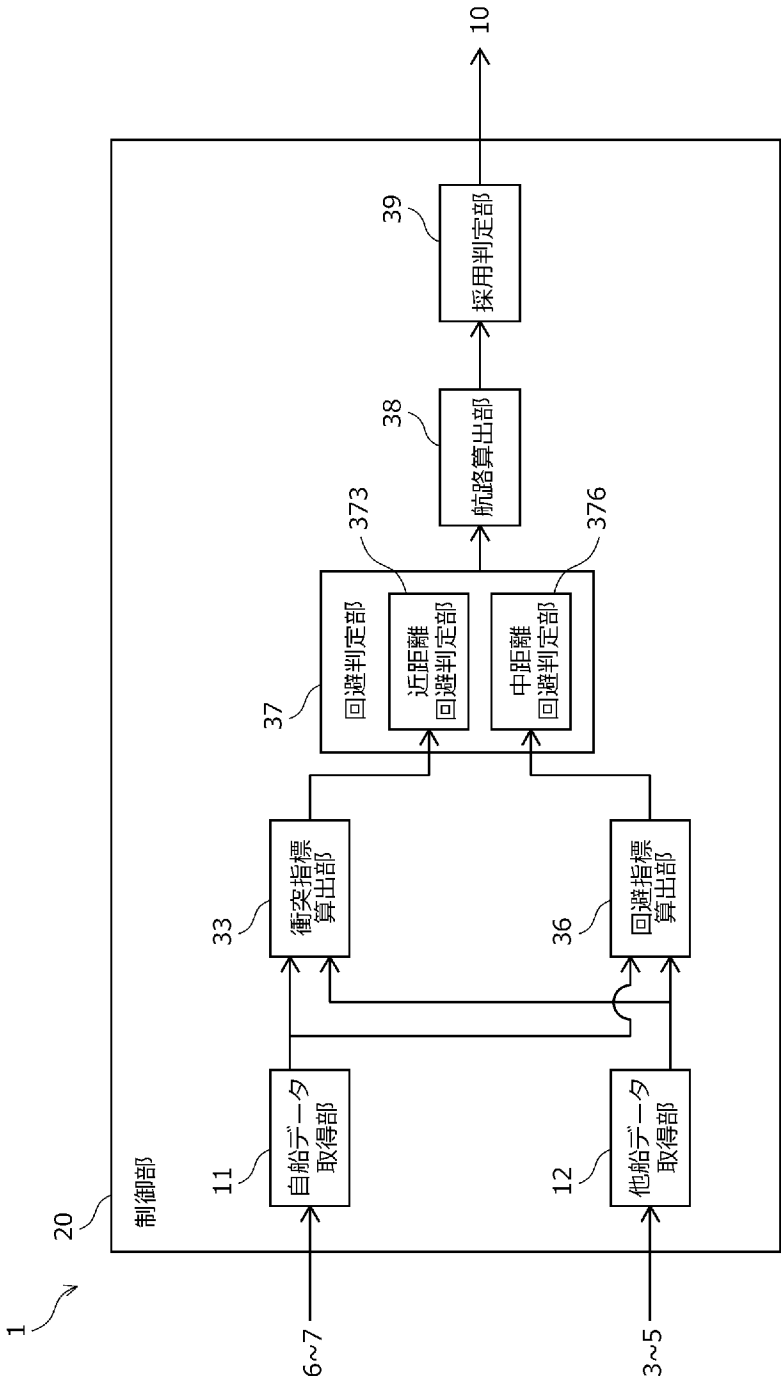
[図16]



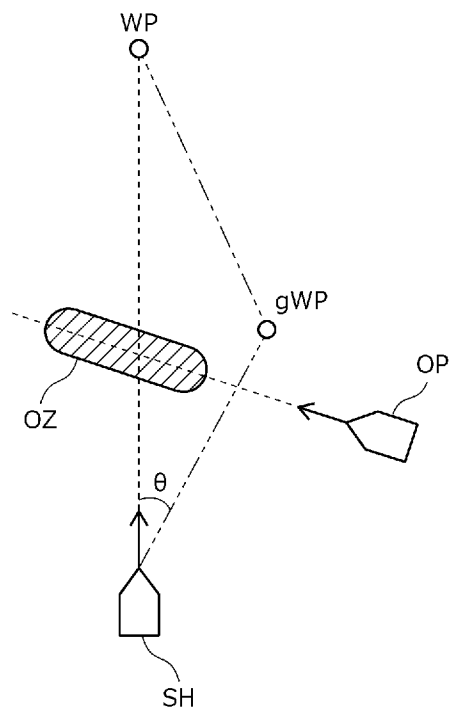
[図17]



[図18]

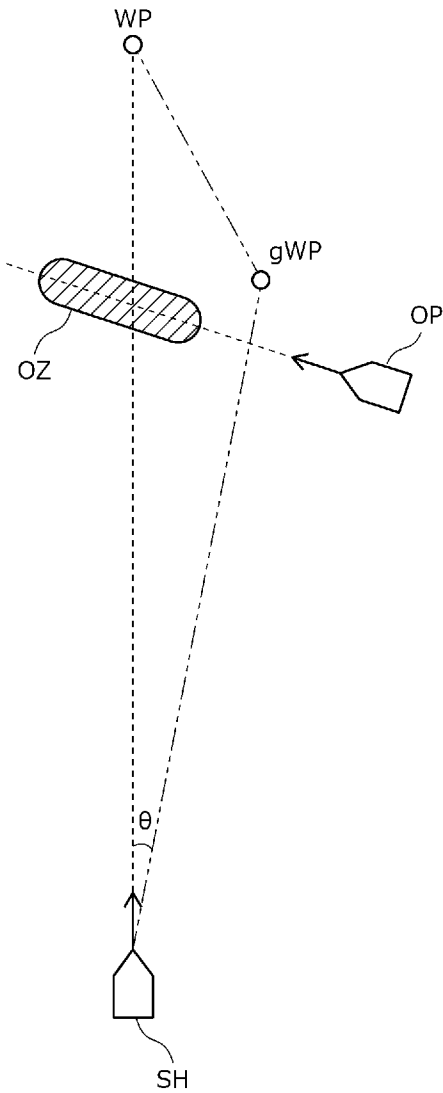


[図19]

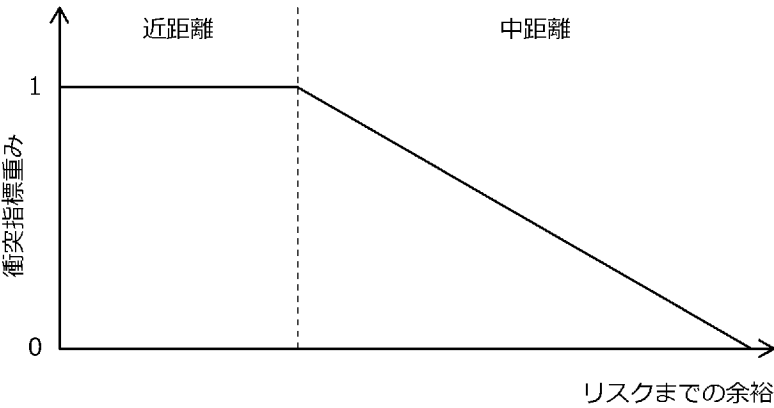
参考例

[図20]

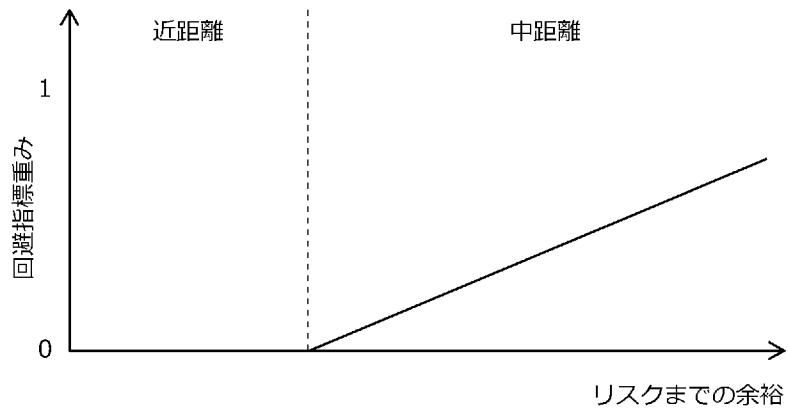
参考例



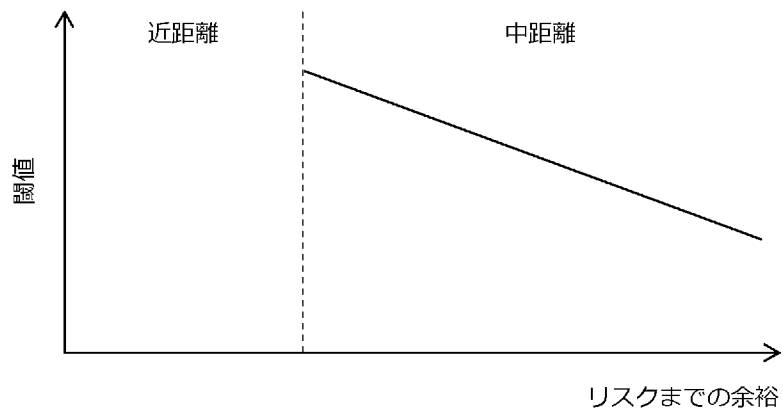
[図21]



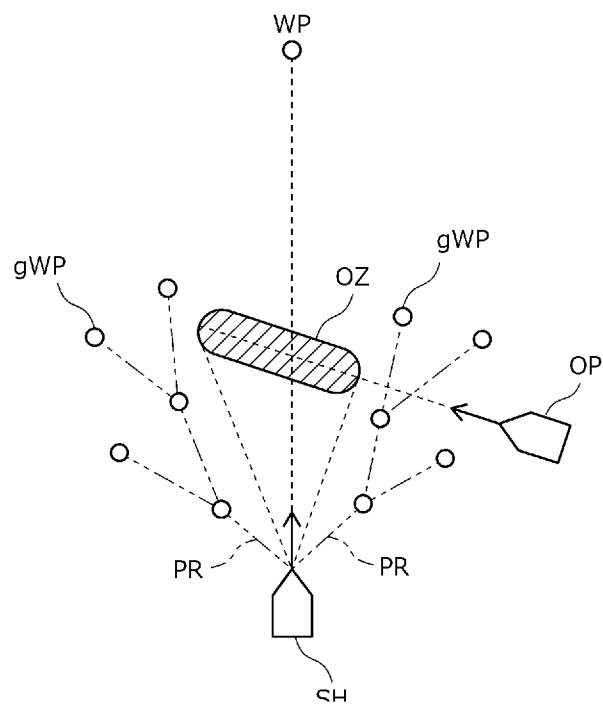
[図22]



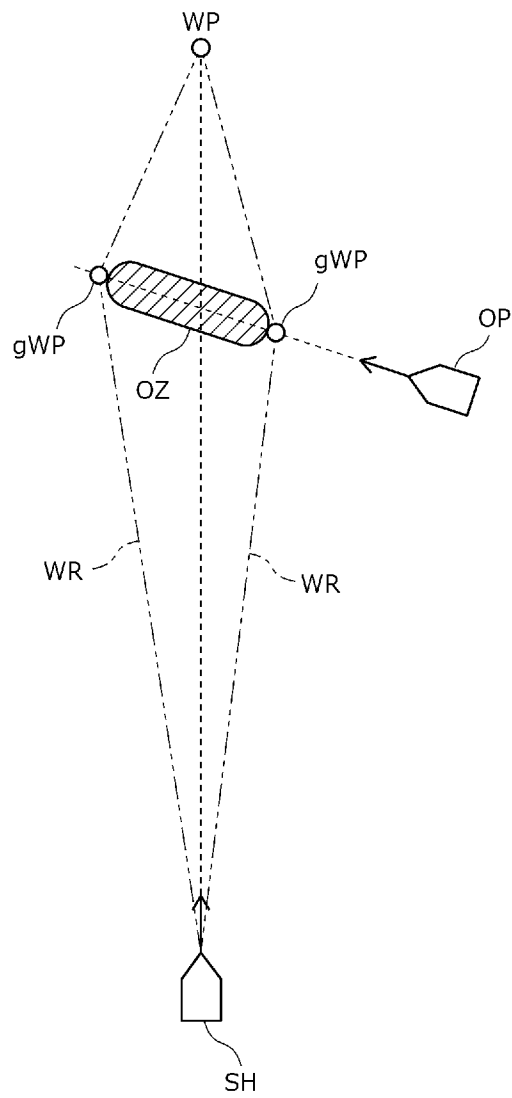
[図23]



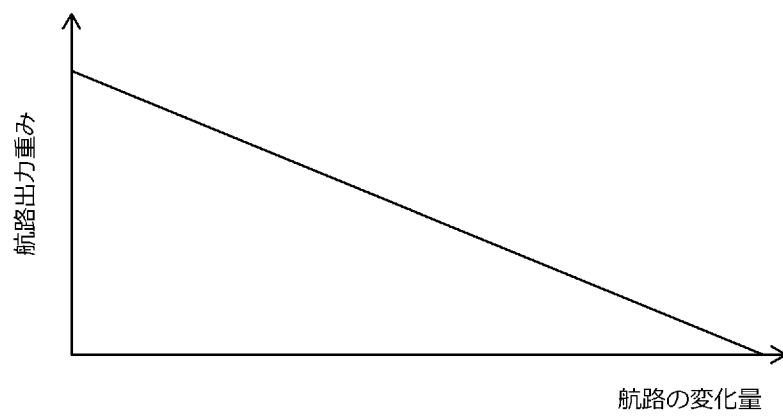
[図24]



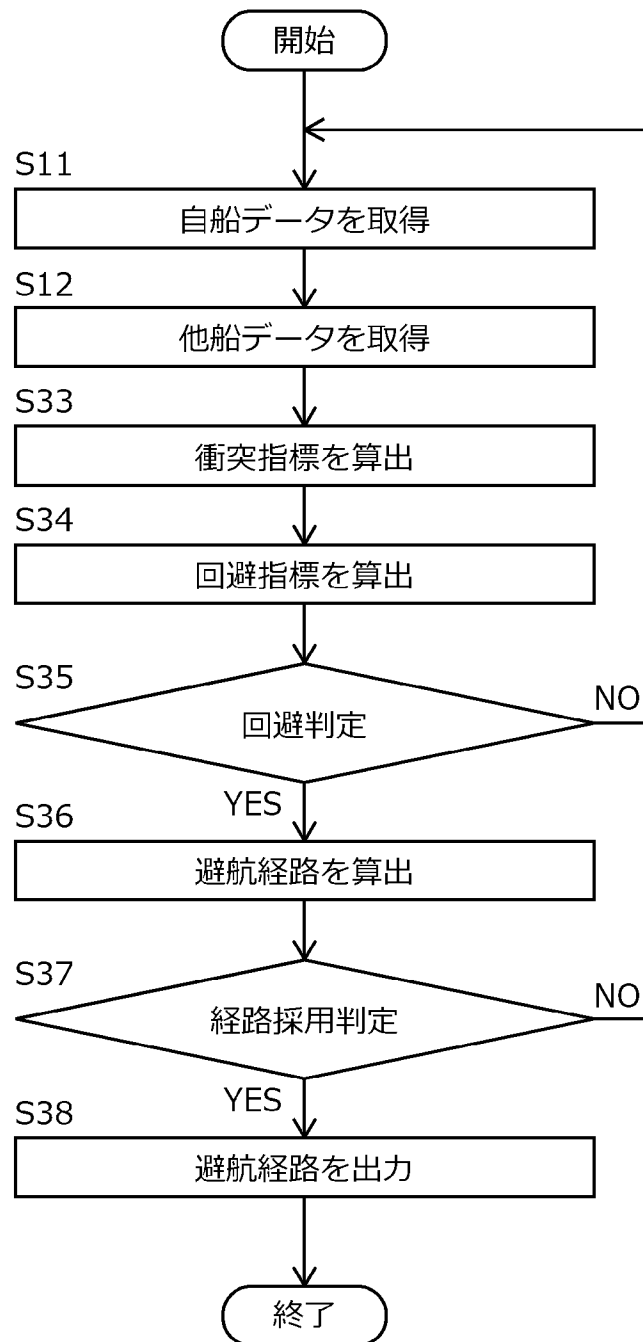
[図25]



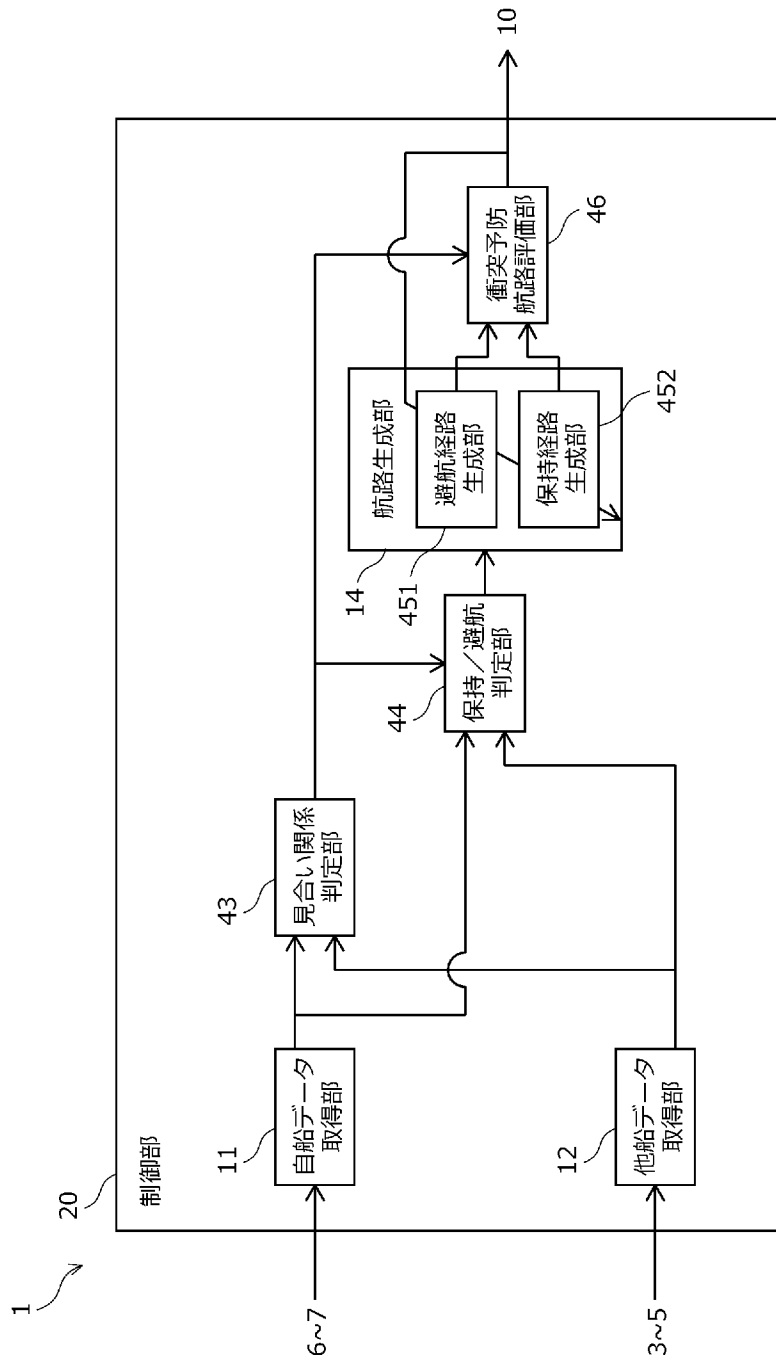
[図26]



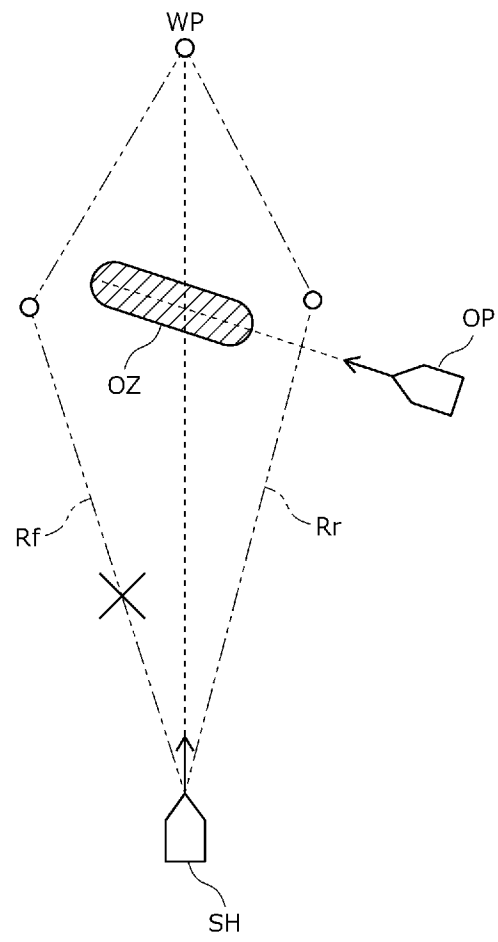
[図27]



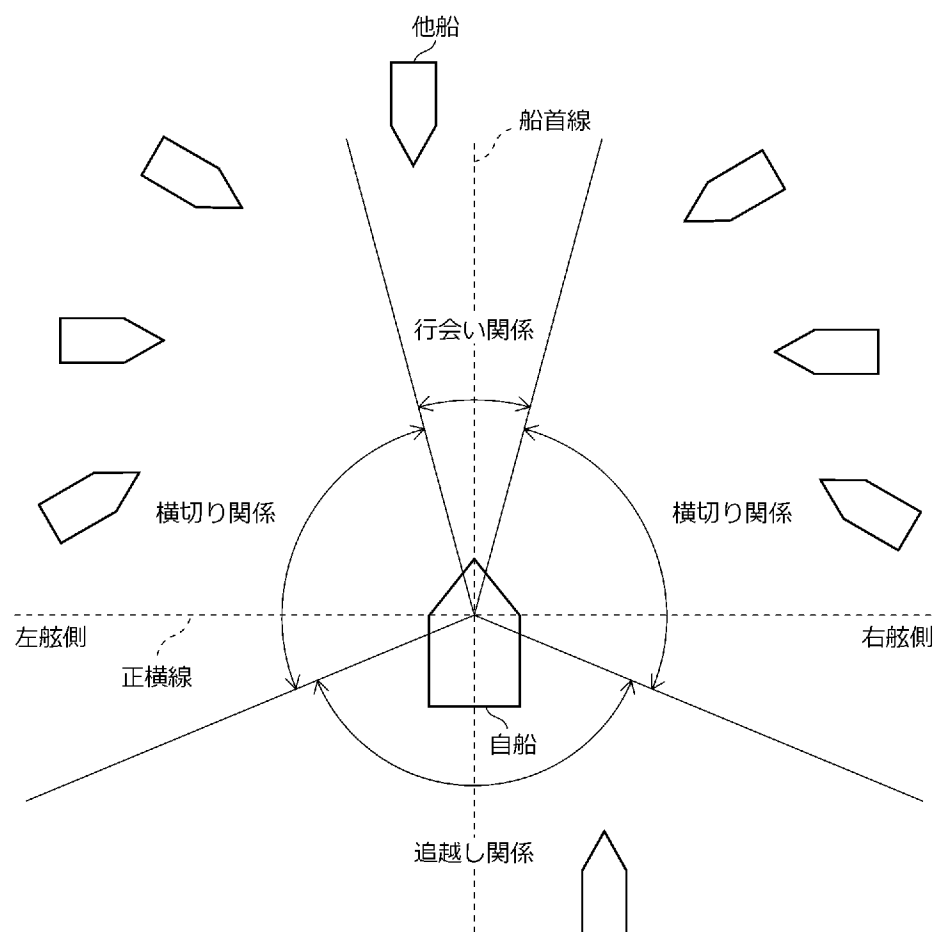
[図28]



[図29]



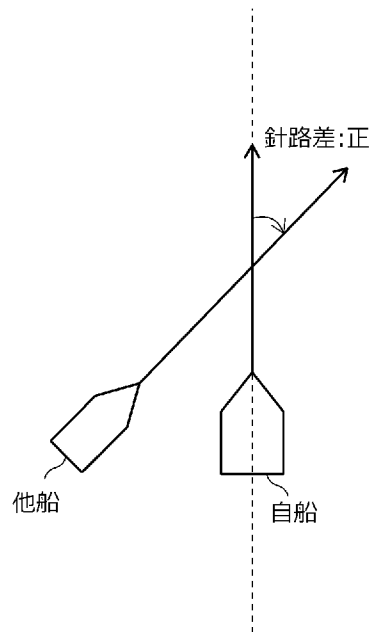
[図30]



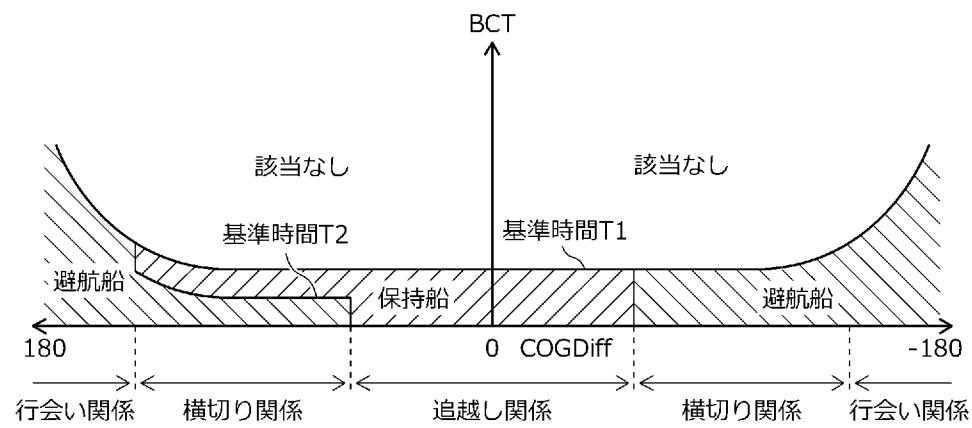
[図31]

見合い関係	自船（基準）		他船	
	針路差：正	針路差：負	針路差：正	針路差：負
行会い関係	避航船		避航船	
横切り関係	保持船	避航船	避航船	保持船
追越し関係	保持船		避航船	

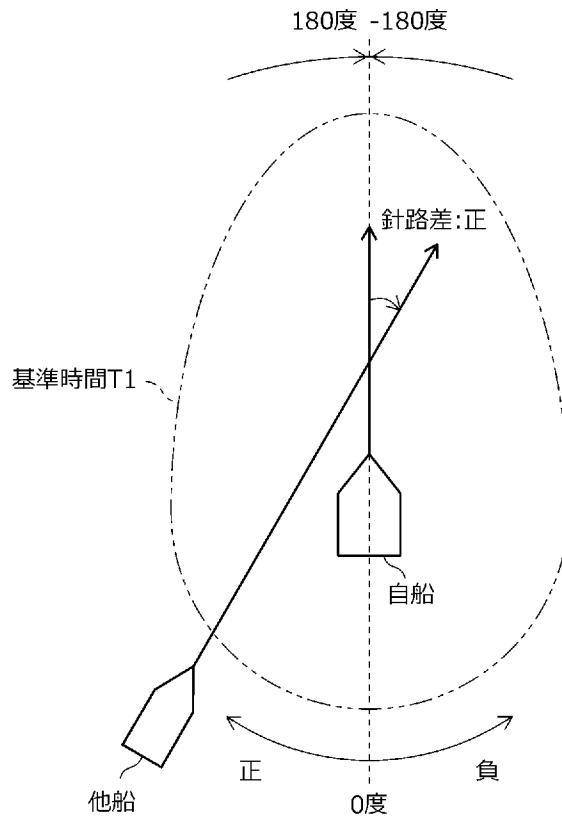
[図32]



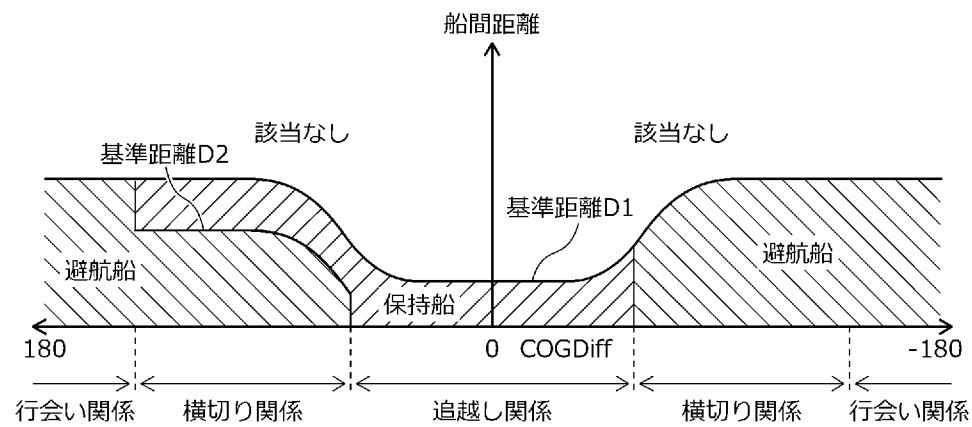
[図33]



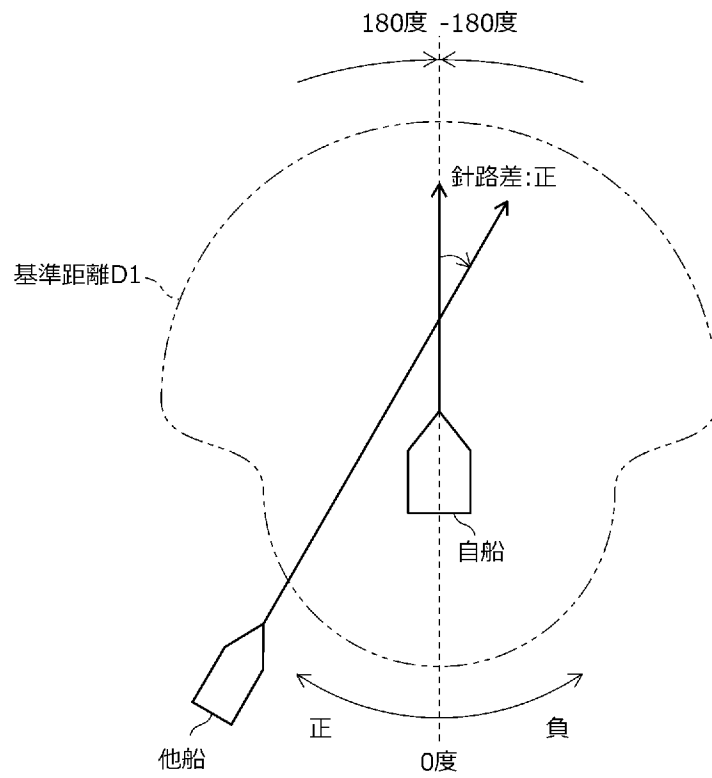
[図34]



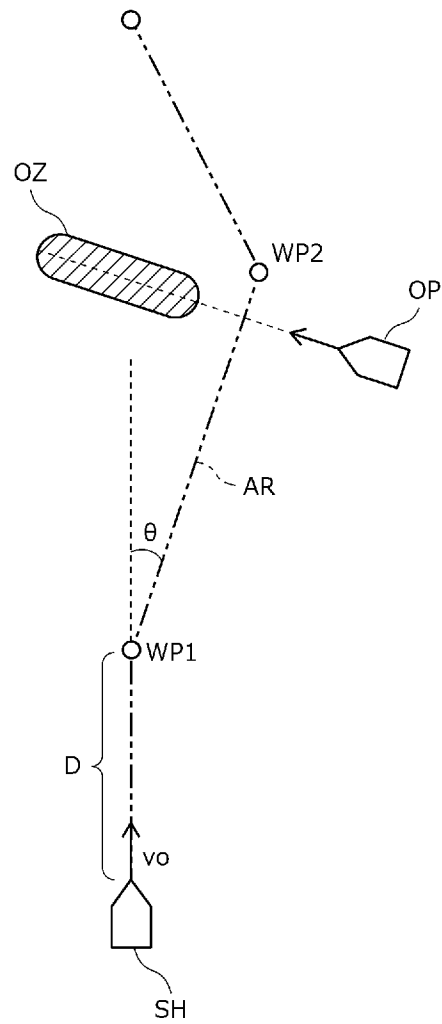
[図35]



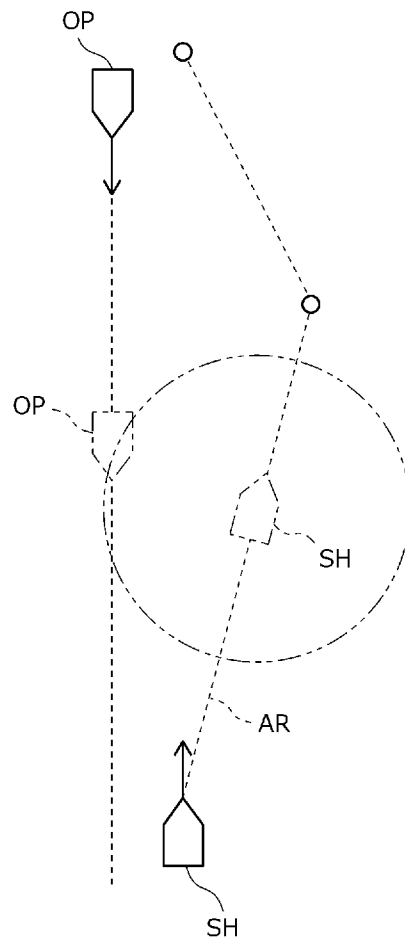
[図36]



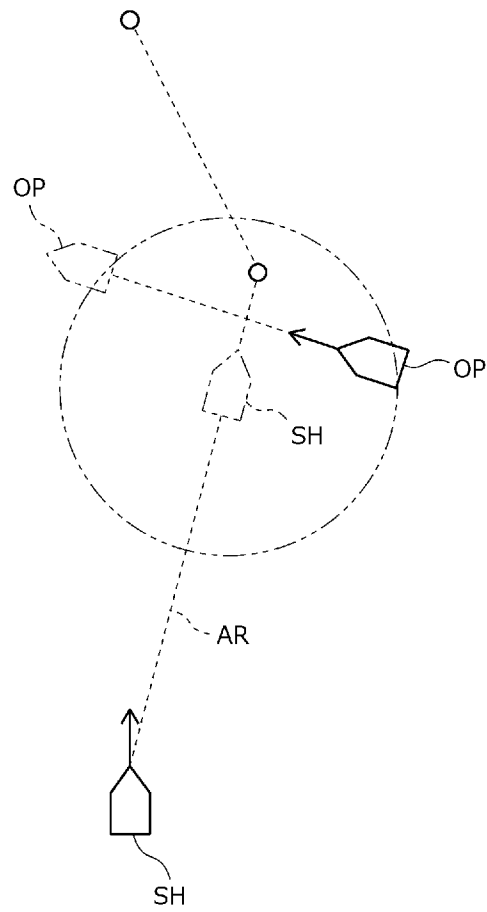
[図37]



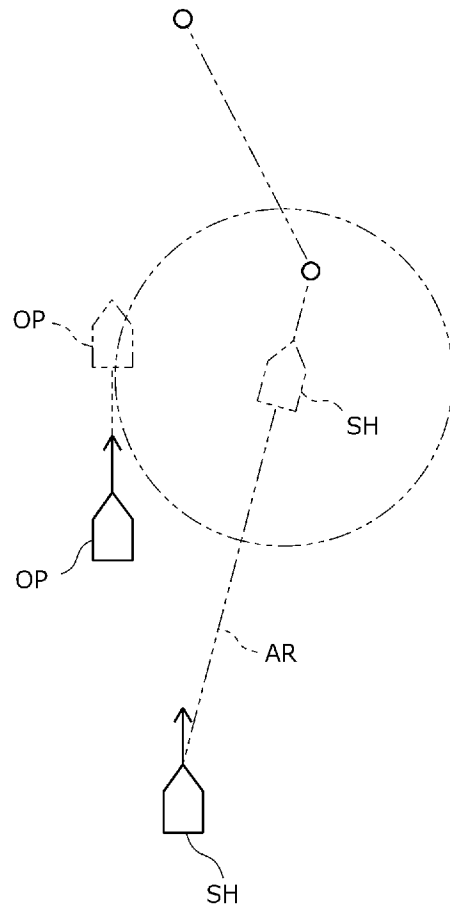
[図38]



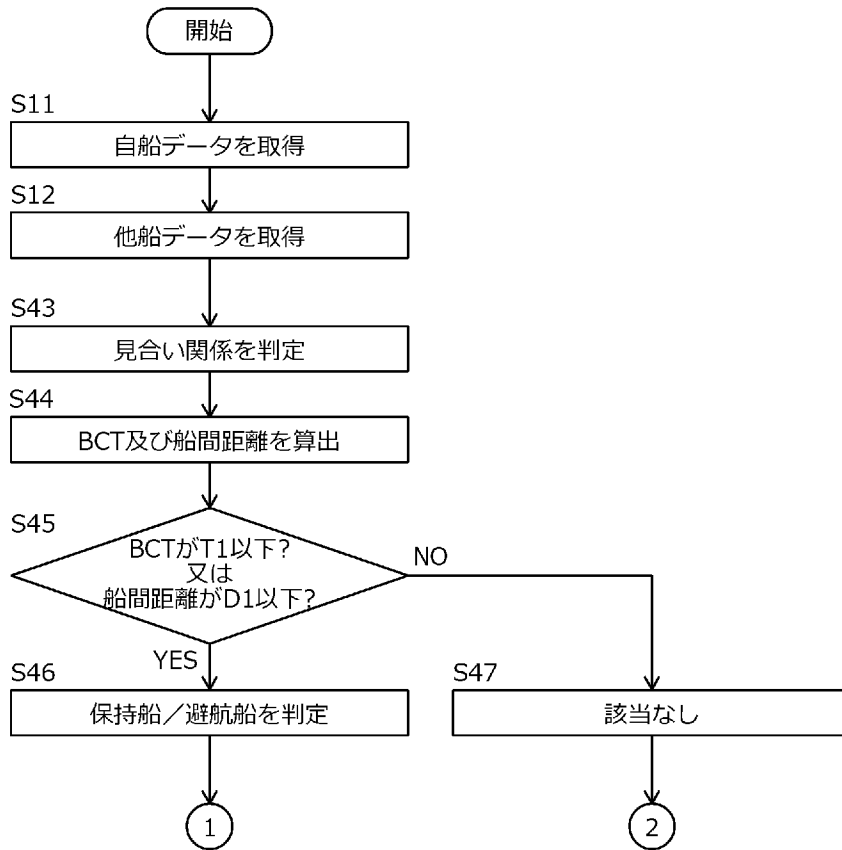
[図39]



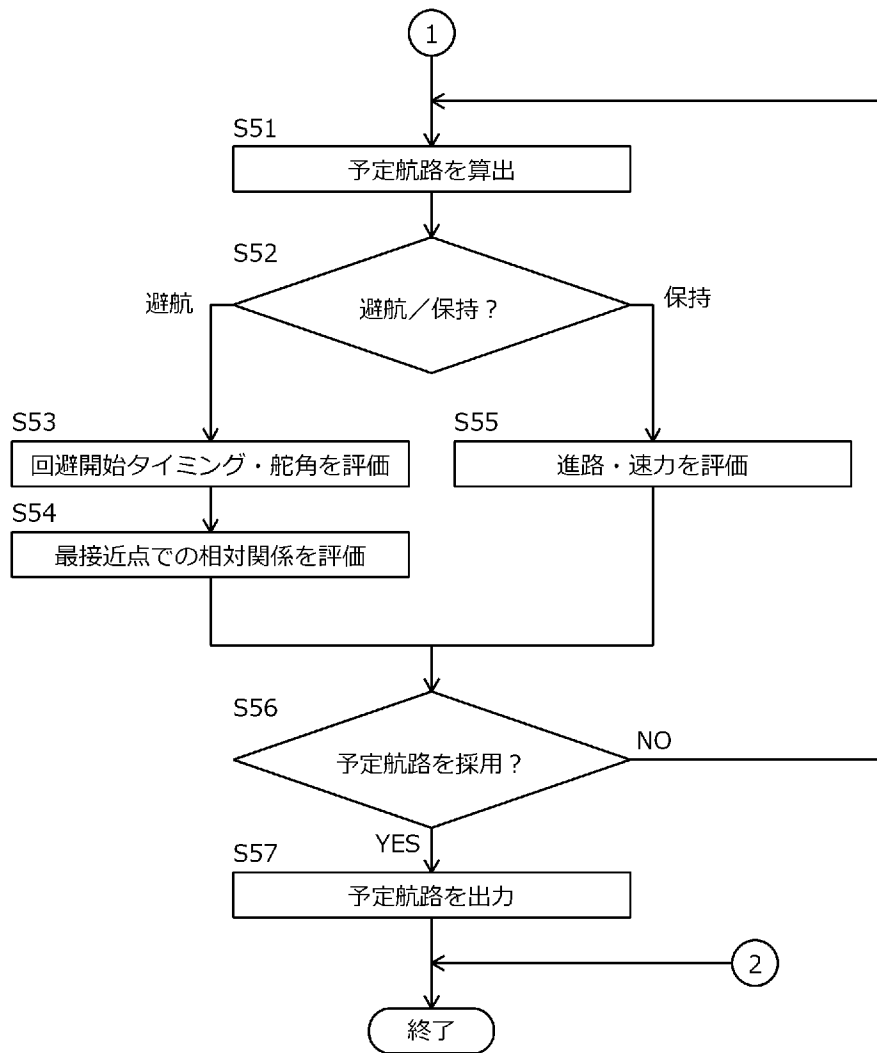
[図40]



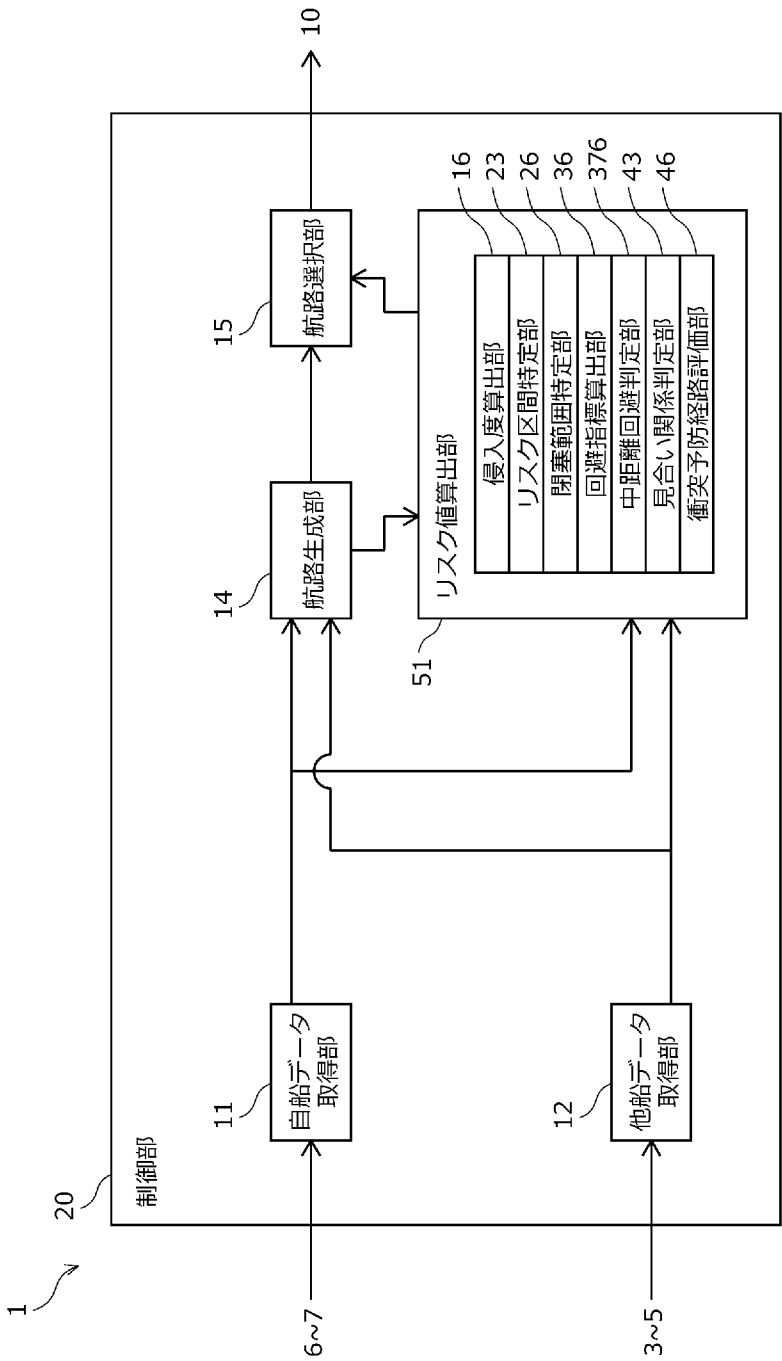
[図41]



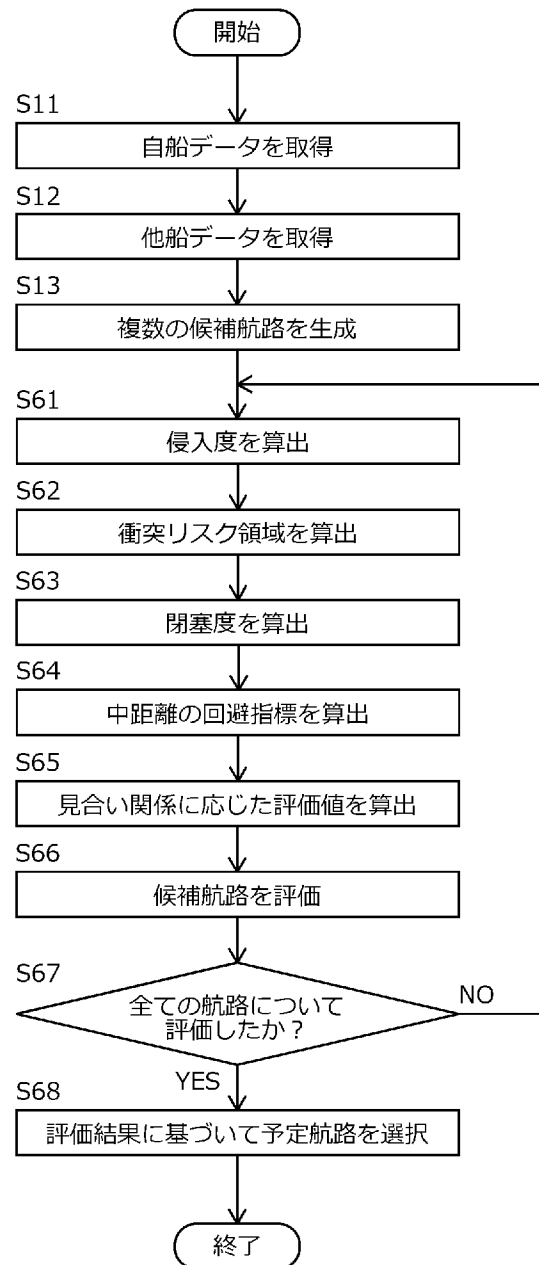
[図42]



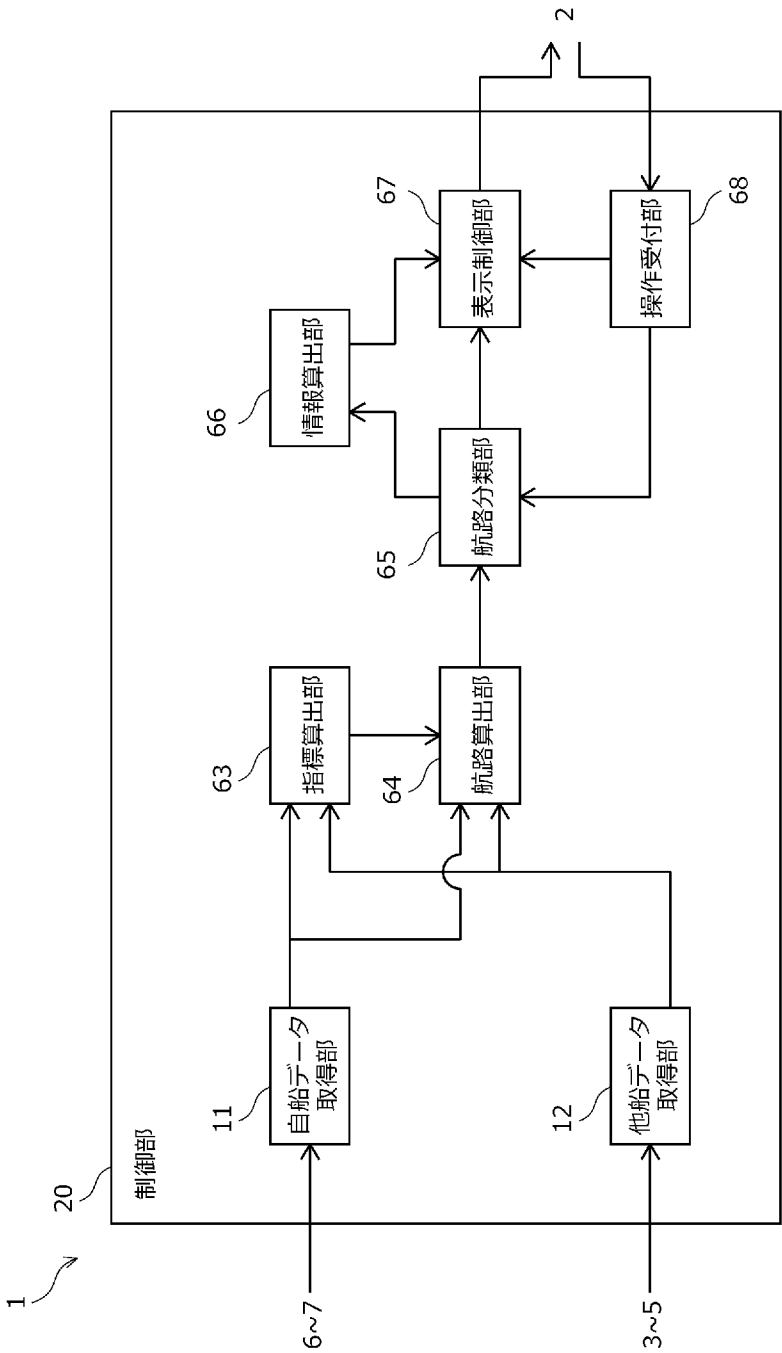
[図43]



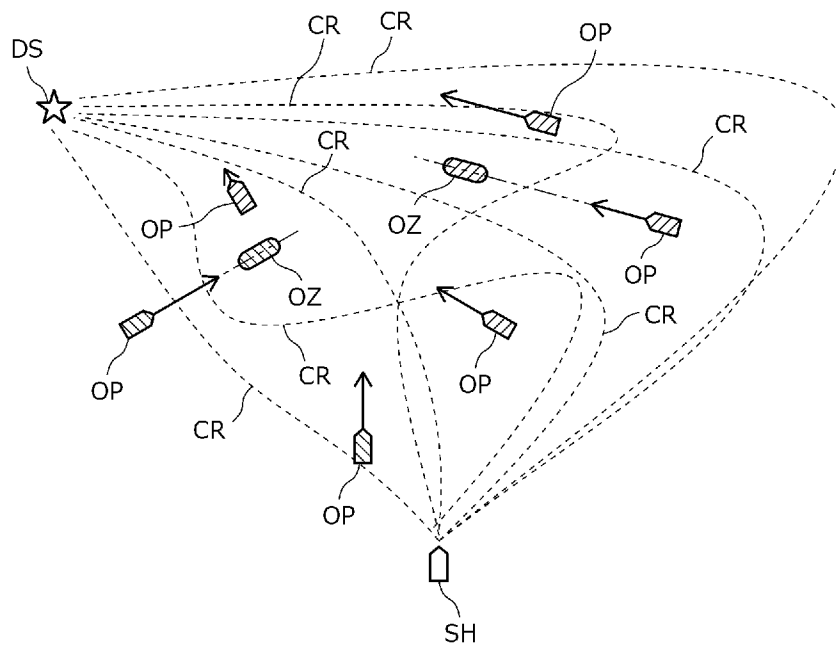
[図44]



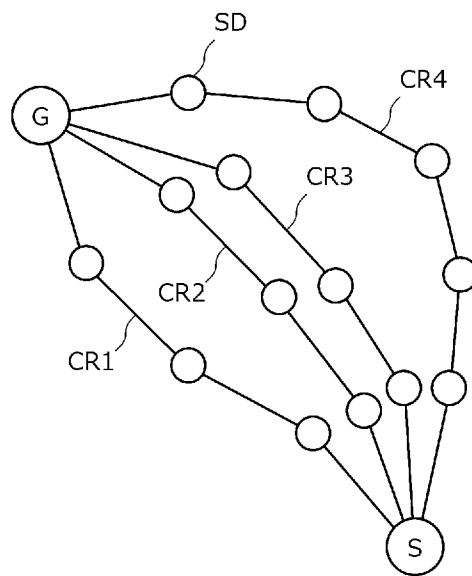
[図45]



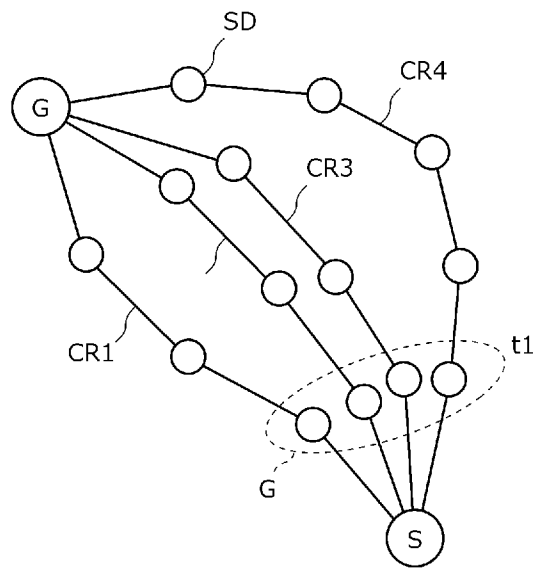
[図46]



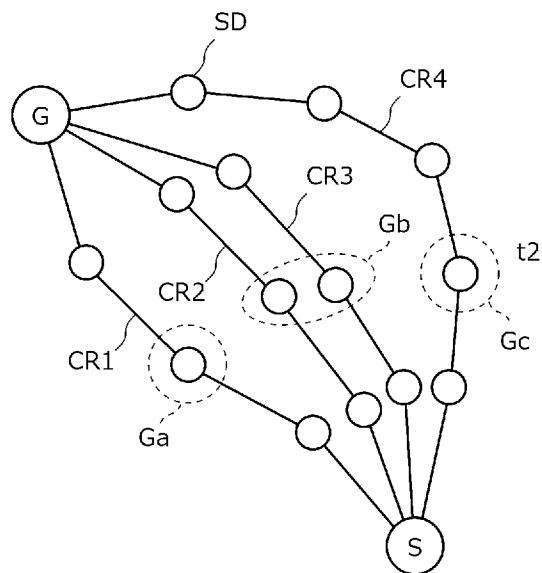
[図47]



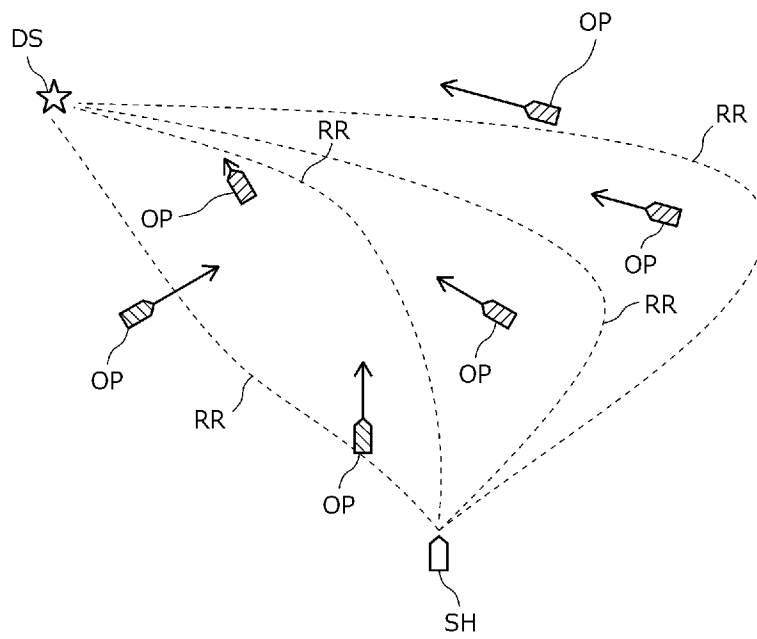
[図48]



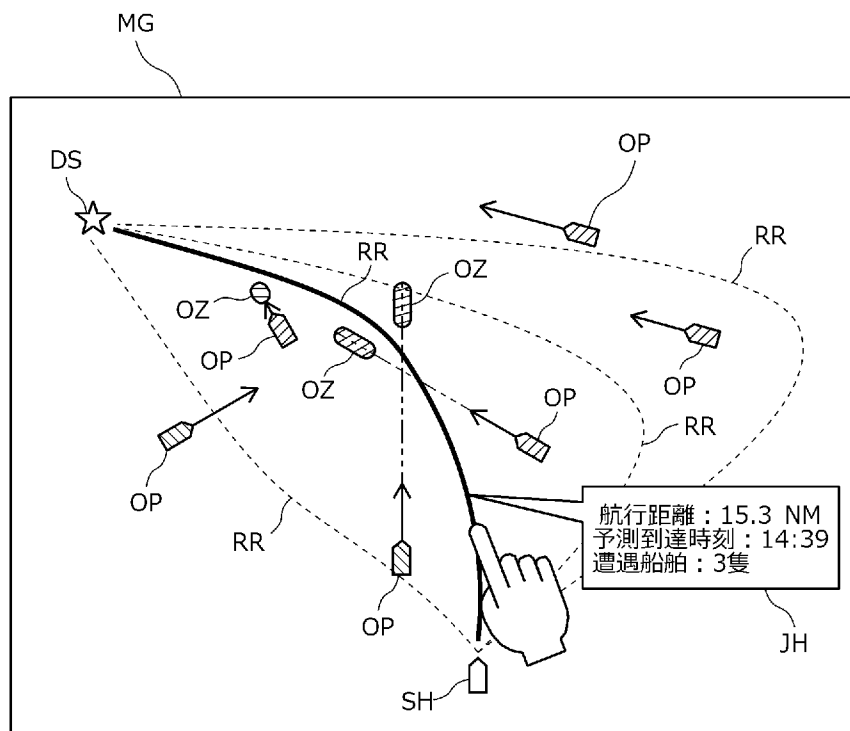
[図49]



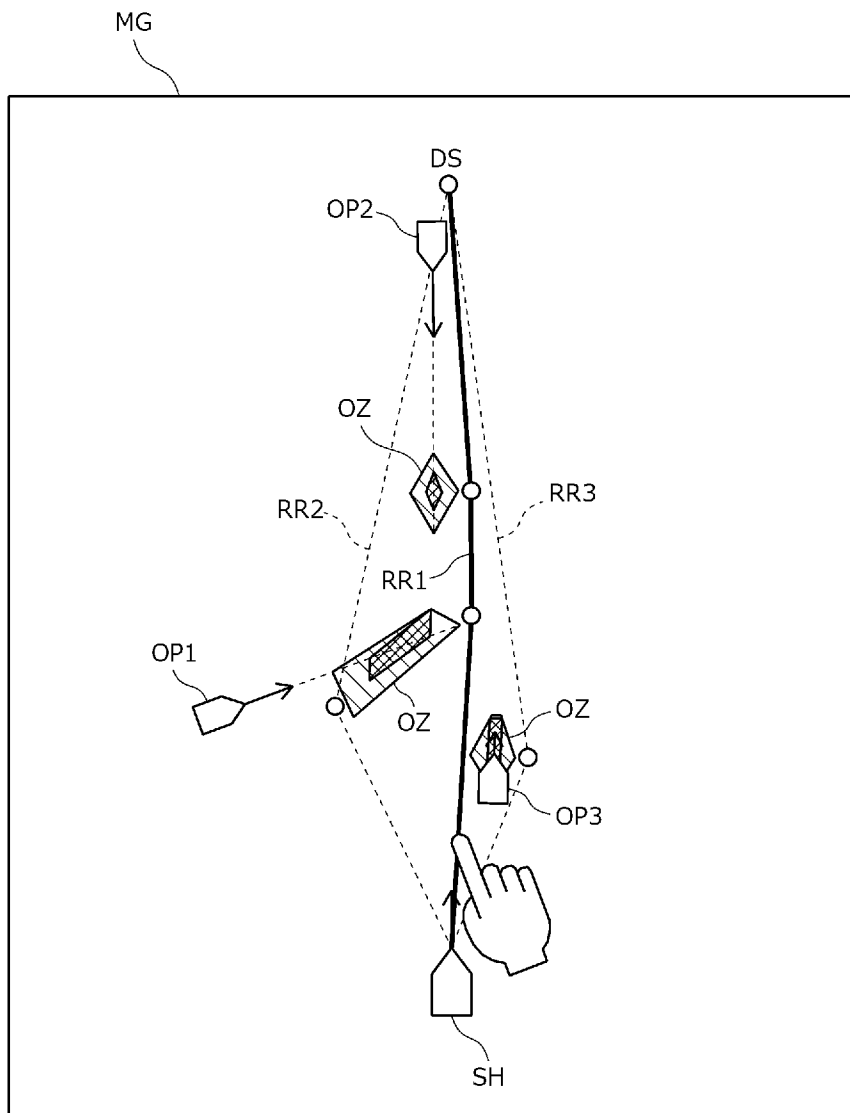
[図50]



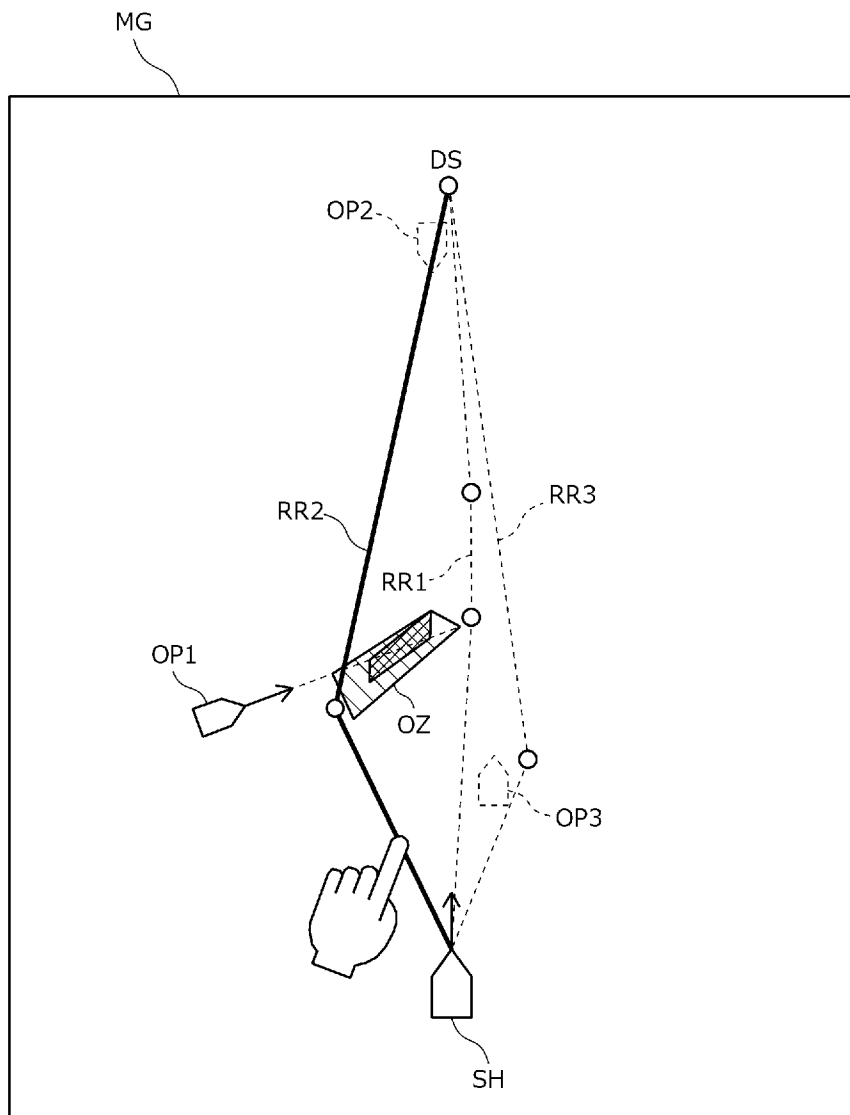
[図51]



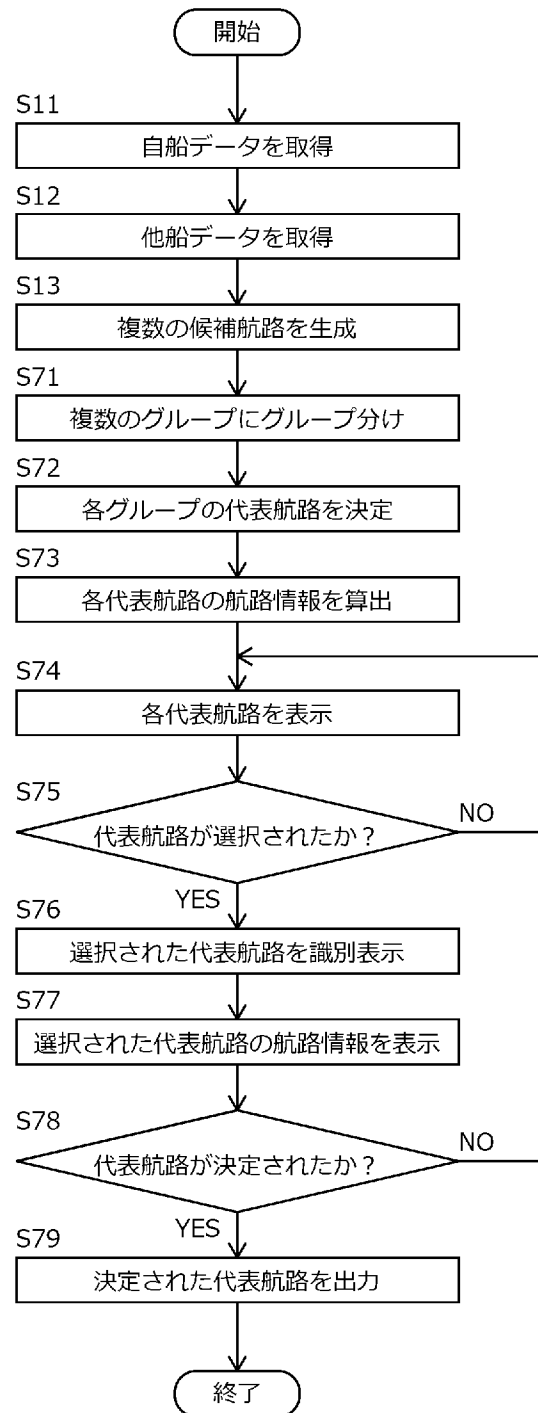
[図52]



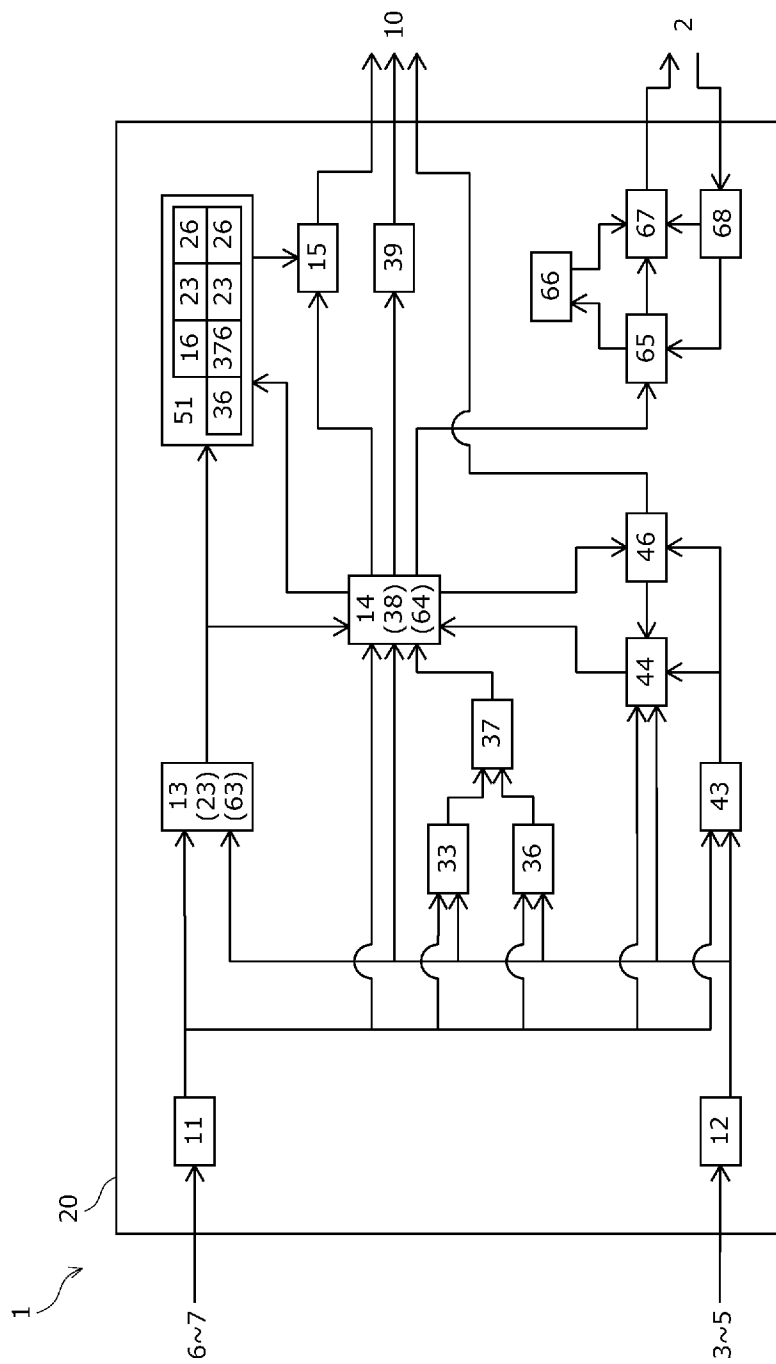
[図53]



[図55]



[図56]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/014455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G08G 3/02**(2006.01)i; **G01C 21/20**(2006.01)i

FI: G08G3/02 A; G01C21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G3/02; G01C21/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/19301 A1 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND. CO., LTD.) 04 March 2004 (2004-03-04) description, p. 5, lines 1-22, p. 6 lines 9-15, 21-23, p. 11 lines 11, 12, 14, 15, p. 13, lines 18-28, fig. 1c, 2, 10	1, 11-12
Y	description, p. 6, lines 21-23, p. 11, lines 11, 12, 14-25, p. 12, lines 14-22, p. 13, lines 18-28, fig. 2, 10	2-10
Y	JP 2019-510679 A (A. P. MØLLER - MÆRSK A/S) 18 April 2019 (2019-04-18) paragraphs [0030], [0073]-[0075], [0144], fig. 4, 10, 33	2-10
Y	JP 4-332893 A (NEC CORPORATION) 19 November 1992 (1992-11-19) paragraphs [0015], [0016], [0020]-[0027], fig. 1	3-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“D” document cited by the applicant in the international application
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 June 2024

Date of mailing of the international search report

25 June 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/014455

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
WO	2004/19301	A1	04 March 2004	KR 10-2005-0114771	A	
				CN 1541380	A	

JP	2019-510679	A	18 April 2019	US 2022/0009602	A1	
				paragraphs [0055], [0098]- [0100], [0169], fig. 4, 10, 33		
				WO 2017/167890	A1	
				EP 3436340	A1	
				AU 2017242677	A	
				SG 11201808584P	A	
				CN 109153434	A	

JP	4-332893	A	19 November 1992	(Family: none)		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
G08G 3/02(2006.01)i; G01C 21/20(2006.01)i
FI: G08G3/02 A; G01C21/20

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
G08G3/02; G01C21/20
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922 - 1996年
日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2004/19301 A1（石川島播磨重工業株式会社）04.03.2004（2004 - 03 - 04） 明細書第5ページ第1-22行，第6ページ第9-15行，第21-23行，第11ページ第11-12 行，第14-15行，第13ページ第18-28行，図1c，図2，図10	1,11-12
Y	明細書第6ページ第21-23行，第11ページ第11-12行，第14-25行，第12ページ第 14-22行，第13ページ第18-28行，図2，図10	2-10
Y	JP 2019-510679 A（エー・ピー・モラー・マースク エー／エス）18.04.2019 (2019 - 04 - 18) 段落 [0030]， [0073] - [0075]， [0144]，図4，図10，図33	2-10
Y	JP 4-332893 A（日本電気株式会社）19.11.1992（1992 - 11 - 19） 段落 [0015] - [0016]， [0020] - [0027]，第1図	3-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に
公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し
くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を
付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の
後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵
触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引
用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性
又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献
との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな
いと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
05.06.2024

国際調査報告の発送日
25.06.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

田中 将一 3Z 5069

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/014455

引用文献			公表日	パテントファミリー文献		公表日
WO	2004/19301	A1	04.03.2004	KR 10-2005-0114771	A	
				CN 1541380	A	

JP	2019-510679	A	18.04.2019	US 2022/0009602	A1	
				段落 [0055] , [0098] - [0100] , [0169] , 図4, 図10, 図33		
				WO 2017/167890	A1	
				EP 3436340	A1	
				AU 2017242677	A	
				SG 11201808584P	A	
				CN 109153434	A	

JP	4-332893	A	19.11.1992	(ファミリーなし)		
