

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7255794号
(P7255794)

(45)発行日 令和5年4月11日(2023.4.11)

(24)登録日 令和5年4月3日(2023.4.3)

(51)Int. Cl.	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 49/00 (2006.01)	B 6 3 B 49/00 Z
G 0 1 S 13/937 (2020.01)	G 0 1 S 13/937

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2018-230940(P2018-230940)	(73)特許権者	501204525
(22)出願日	平成30年12月10日(2018.12.10)		国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
(65)公開番号	特開2020-95333(P2020-95333A)		東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(43)公開日	令和2年6月18日(2020.6.18)	(73)特許権者	504196300
審査請求日	令和3年11月19日(2021.11.19)		国立大学法人東京海洋大学
			東京都港区港南4丁目5番7号
		(73)特許権者	000205535
			株式会社 商船三井
			東京都港区虎ノ門二丁目1番1号
		(73)特許権者	502055377
			商船三井テクノトレード株式会社
			東京都千代田区神田錦町二丁目2番地1
		(74)代理人	110001737
			弁理士法人スズエ国際特許事務所
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】妨害ゾーン判断方法、移動体用システム及び妨害ゾーン表示方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

自己の移動体の速力を示す自己速力、相手の移動体の速力を示す相手速力、前記相手の移動体の針路を示す相手針路、前記自己の移動体から見た前記相手の移動体の方位を示す相手方位、前記自己の移動体と前記相手の移動体との距離、及び、前記自己の移動体と前記相手の移動体との間の安全を保つための安全距離に基づいて、前記自己の移動体の前記相手の移動体と衝突する針路を示す複数の衝突針路、及び、前記複数の衝突針路のそれぞれに対応する複数の最接近時間を求め、

求めた前記複数の最接近時間のうち、所定の上限値より小さく、かつ0より大きい有効な最接近時間を抽出し、

抽出された前記有効な最接近時間、及び、前記複数の衝突針路のうち抽出された前記有効な最接近時間に対応する有効な衝突針路に基づいて、方位と距離又は時間で表される座標系において、前記自己の移動体の針路の範囲を示す線分で、前記自己の移動体が前記相手の移動体と衝突する危険性がある範囲を表す妨害ゾーンを判断することを特徴とする妨害ゾーン判断方法。

【請求項2】

求めた前記複数の最接近時間に対応する複数の最接近距離を求めることを含み、

前記妨害ゾーンは、方位と距離で表される座標系において、前記複数の衝突針路及び前記複数の最接近距離で定まる複数の座標点を結ぶ線分とすることを特徴とする請求項1に記載の妨害ゾーン判断方法。

【請求項 3】

前記移動体は、船舶であること
を特徴とする請求項 1 に記載の妨害ゾーン判断方法。

【請求項 4】

自己の移動体の速力を示す自己速力を取得する自己速力取得手段と、
相手の移動体の速力を示す相手速力を取得する相手速力取得手段と、
前記相手の移動体の針路を示す相手針路を取得する相手針路取得手段と、
前記自己の移動体から見た前記相手の移動体の方位を示す相手方位を取得する相手方位
取得手段と、

前記自己の移動体と前記相手の移動体との距離を取得する距離取得手段と、

10

前記自己速力取得手段により取得された前記自己速力、前記相手速力取得手段により取得
された前記相手速力、前記相手針路取得手段により取得された前記相手針路、前記相手
方位取得手段により取得された前記相手方位、前記距離取得手段により取得された前記距離
、前記自己の移動体と前記相手の移動体との間の安全を保つための安全距離に基づいて
、前記自己の移動体の前記相手の移動体と衝突する針路を示す複数の衝突針路、及び、前
記複数の衝突針路のそれぞれに対応する複数の最接近時間を演算する演算手段と、

前記演算手段により演算された前記複数の衝突針路及び前記複数の最接近時間に基づい
て、方位と距離又は時間で表される座標系において、前記自己の移動体の針路の範囲を示
す線分で、前記自己の移動体が前記相手の移動体と衝突する危険性がある範囲を表す妨害
ゾーンを判断する妨害ゾーン判断手段と、

20

前記妨害ゾーン判断手段により判断された前記妨害ゾーンを表示する妨害ゾーン表示手
段と

を備えたことを特徴とする移動体用システム。

【請求項 5】

前記演算手段は、前記複数の最接近時間に対応する複数の最接近距離を演算し、

前記妨害ゾーン判断手段は、方位と距離で表される座標系において、前記演算手段によ
り演算された前記複数の衝突針路及び前記複数の最接近距離で定まる複数の座標点を結ぶ
線分で、前記妨害ゾーンを判断すること

を特徴とする請求項 4 に記載の移動体用システム。

【請求項 6】

30

前記演算手段により演算された前記複数の最接近時間のうち 0 より大きい有効な最接近
時間を抽出する最接近時間抽出手段を備え、

前記妨害ゾーン判断手段は、前記最接近時間抽出手段により抽出された前記有効な最接
近時間、及び、前記複数の衝突針路のうち前記有効な最接近時間に対応する有効な衝突針
路に基づいて、前記妨害ゾーンを判断すること

を特徴とする請求項 4 に記載の移動体用システム。

【請求項 7】

前記最接近時間抽出手段は、所定の上限値より小さい最接近時間を前記有効な最接近時
間として抽出すること

を特徴とする請求項 6 に記載の移動体用システム。

40

【請求項 8】

前記妨害ゾーン表示手段は、画面の横軸を方位とする座標系として、前記妨害ゾーンを
線分で表示すること

を特徴とする請求項 7 に記載の移動体用システム。

【請求項 9】

前記妨害ゾーン表示手段は、前記横軸の中心を前記自己の移動体の針路方位とすること
を特徴とする請求項 8 に記載の移動体用システム。

【請求項 10】

前記妨害ゾーン表示手段は、衝突の危険度に応じて前記妨害ゾーンの表示方法を変更す
ること

50

を特徴とする請求項 4 に記載の移動体用システム。

【請求項 1 1】

前記妨害ゾーン表示手段は、前記自己の移動体の予定経路を示す経路帯を表示することを特徴とする請求項 4 に記載の移動体用システム。

【請求項 1 2】

前記移動体は、船舶であること

を特徴とする請求項 4 に記載の移動体用システム。

【請求項 1 3】

自己の移動体の速力を示す自己速力、相手の移動体の速力を示す相手速力、前記相手の移動体の針路を示す相手針路、前記自己の移動体から見た前記相手の移動体の方位を示す相手方位、前記自己の移動体と前記相手の移動体との距離、及び、前記自己の移動体と前記相手の移動体との間の安全を保つための安全距離に基づいて、前記自己の移動体の前記相手の移動体と衝突する針路を示す複数の衝突針路、及び、前記複数の衝突針路のそれぞれに対応する複数の最接近時間を求め、

求めた前記複数の最接近時間のうち、所定の上限値より小さく、かつ 0 より大きい有効な最接近時間を抽出し、

抽出された前記有効な最接近時間、及び、前記複数の衝突針路のうち抽出された前記有効な最接近時間に対応する有効な衝突針路に基づいて、方位と距離又は時間で表される座標系において、前記自己の移動体の針路の範囲を示す線分で、前記自己の移動体が前記相手の移動体と衝突する危険性がある範囲を表す妨害ゾーンを判断し、

判断した妨害ゾーンを画面に表示することを含むことを特徴とする妨害ゾーン表示方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、他の移動体と衝突する範囲を示す妨害ゾーンを判断する妨害ゾーン判断方法、移動体用システム及び妨害ゾーン表示方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、船舶等の移動体では、他の移動体の位置を予測し、他の移動体との衝突を避けるため、衝突の範囲を示す妨害ゾーンを判断することが行われる。例えば、船舶航行支援装置において、相手船妨害ゾーンを表示することが開示されている（特許文献 1 参照）。また、衝突針路を使って妨害ゾーンの算出時間を短縮することが開示されている（非特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 289264 号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】今津隼馬著、「衝突針路を使った O Z T 算出方法」、日本航海学会誌「Navigation」、公益社団法人日本航海学会、2014 年 4 月、第 188 号、p.78 - 188

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、このような妨害ゾーンを移動体である船舶の航行システムに採用した場合、実用上、妨害ゾーンが十分に機能しない場合がある。例えば、妨害ゾーンには、他船との衝突の可能性がほぼない範囲も含まれる。このため、危険性が高くなくても、航行システムが妨害ゾーンによる警告を発することがある。また、自船が既に妨害ゾーンに侵入

10

20

30

40

50

している状態の場合、実際には他船との衝突が十分に回避できる状況でも、妨害ゾーンでは回避針路は示せない。

【 0 0 0 6 】

本発明の実施形態の目的は、他の移動体との衝突を避けるための妨害ゾーンをより実用的に判断する妨害ゾーン判断方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の観点に従った妨害ゾーン判断方法は、自己の移動体の速力を示す自己速力、相手の移動体の速力を示す相手速力、前記相手の移動体の針路を示す相手針路、前記自己の移動体から見た前記相手の移動体の方位を示す相手方位、前記自己の移動体と前記相手の移動体との距離、及び、前記自己の移動体と前記相手の移動体との間の安全を保つための安全距離に基づいて、前記自己の移動体の前記相手の移動体と衝突する針路を示す複数の衝突針路、及び、前記複数の衝突針路のそれぞれに対応する複数の最接近時間を求め、求めた前記複数の最接近時間のうち、所定の上限値より小さく、かつ0より大きい有効な最接近時間を抽出し、抽出された前記有効な最接近時間、及び、前記複数の衝突針路のうち抽出された前記有効な最接近時間に対応する有効な衝突針路に基づいて、方位と距離又は時間で表される座標系において、前記自己の移動体の針路の範囲を示す線分で、前記自己の移動体が前記相手の移動体と衝突する危険性がある範囲を表す妨害ゾーンを判断することを含む。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明の実施形態によれば、他の移動体との衝突を避けるための妨害ゾーンをより実用的に判断する妨害ゾーン判断方法を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る妨害ゾーンを求めるための衝突針路を示す概念図。

【 図 2 】 本実施形態に係る自船の運動ベクトル、相手船の運動ベクトル、及び、自船と相手船との相対運動ベクトルの関係を簡易的に示す簡易図。

【 図 3 】 本実施形態に係る妨害ゾーンを表示した画面を示すイメージ図。

【 図 4 】 本実施形態に係る妨害ゾーンが1つのときを表示した画面を示すイメージ図。

【 図 5 】 本実施形態に係る妨害ゾーンを簡易的に示す簡易図。

【 図 6 】 本実施形態に係る航行システムの構成を示す構成図。

【 図 7 】 本実施形態に係る妨害ゾーン生成装置における処理手順を示すフロー図。

【 図 8 】 本実施形態に係る航路帯を表示した画面を示すイメージ図。

【 図 9 】 本実施形態に係る操船を支援するための様々な表示をした画面を示すイメージ図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

(実施形態)

図 1 は、本発明の実施形態に係る妨害ゾーン (O Z T、Obstacle Zone by Target) を求めるための衝突針路 C O を示す概念図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

【 0 0 1 1 】

ここでは、移動体として、主に船舶を用いて説明するが、移動するものであれば、どのような移動体でもよい。例えば、水上を移動するものに限らず、自動車のように地上を移動するものでもよいし、航空機又は潜水艦などのように、空中又は水中を移動するものでもよい。

【 0 0 1 2 】

妨害ゾーンを求めるために用いる衝突針路 C O の求め方について説明する。ここで、衝突針路 C O は、自船 (自己の船舶) と相手船との最接近距離 (D C P A、distance of cl

osest point of approach) が安全航過距離 DS となる自船針路とする。また、相手船は、自船以外の他の船舶（他船）のうち、妨害ゾーンを求める対象とした船舶である。

【 0 0 1 3 】

妨害ゾーンを演算するための各種パラメータは、以下のとおりである。

自船の速力を VO 、相手船の速力を VT 、相手船の針路を CT 、自船から見た相手船の方位を AZ 、自船と相手船との距離を D 、安全航過距離を DS とする。方位は、北を基準（0度）として表す。安全航過距離 DS は、安全に航過するために相手船との間で保つ必要のある最小距離である。安全航過距離 DS は、自船の全長の半分の長さと同様、相手船の全長の半分の長さとを合計した距離以上であり、予め決められた固定値でもよい。

【 0 0 1 4 】

衝突針路 CO の作図による求め方について簡単に説明する。

手順 1：自船の位置 PO を中心として、半径が安全航過距離 DS となる円 $C1$ を描く。

手順 2：相手船の位置 PT から、円 $C1$ の 2 つの接点 A 、 B でそれぞれ接する接線 AA' 、 BB' を描く。

手順 3：相手船の位置 PT を先端として、相手船の運動ベクトル UT を描くことで決定される端点 C を求める。ここで、相手船の運動ベクトル UT は、大きさを相手船速力 VT とし、方向を相手船針路 CT としたベクトルである。

手順 4：端点 C を中心として、半径が自船速力 VO となる円 $C2$ を描く。

手順 5：円 $C2$ と接線 AA' との交点を E とし、円 $C2$ と接線 BB' との交点を F とする。

手順 6：端点 C から交点 E を結ぶ線分 CE の方向及び端点 C から交点 F を結ぶ線分 CF の方向が、自船が相手船と衝突する衝突針路 CO となる。

次式により、衝突針路 CO は 4 つ求まる。

【 0 0 1 5 】

【 数 1 】

$$\left. \begin{aligned} CO &= AZ \pm \alpha - \sin^{-1} \left\{ \frac{VT}{VO} \sin(AZ \pm \alpha - CT) \right\} \\ \alpha &= \sin^{-1} \frac{DS}{D} \end{aligned} \right\} \dots \text{式 (1)}$$

次に、衝突針路 CO から最接近時間（TCPA、time of closest point of approach）を求める演算方法について説明する。

図 2 は、本実施形態に係る自船の運動ベクトル UO 、相手船の運動ベクトル UT 、及び、自船と相手船との相対運動ベクトル UR の関係を簡易的に示す簡易図である。

【 0 0 1 6 】

自船と相手船のそれぞれの速力 VO 、 VT 及び針路 CO 、 CT から相対運動の X 軸成分 X 及び Y 軸成分を求めると、次式のようなになる。

【 0 0 1 7 】

【 数 2 】

$$\left. \begin{aligned} \Delta X &= VT \sin CT - VO \sin CO \\ \Delta Y &= VT \cos CT - VO \cos CO \end{aligned} \right\} \dots \text{式 (2)}$$

したがって、相対運動の速力 VR 及び針路 CR は、次式のようなになる。

【 0 0 1 8 】

【数 3】

$$\left. \begin{aligned} VR &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \\ CR &= \tan^{-1} \frac{\Delta X}{\Delta Y} \end{aligned} \right\} \dots\text{式 (3)}$$

相手船は、自船と相手船との距離 D を、この相對運動で自船に接近するため、 $DCPA$ 及び $TCPA$ は、次式のようになる。

【0019】

【数 4】

$$\left. \begin{aligned} DCPA &= D|\sin(CR - AZ + 180^\circ)| \\ TCPA &= \frac{D \cos(CR - AZ + 180^\circ)}{VR} \end{aligned} \right\} \dots\text{式 (4)}$$

これにより、式(1)により求めた衝突針路 CO のそれぞれについて、 $TCPA$ を求める。

求めた $TCPA$ について、 $TCPA < 0$ となる衝突針路 CO については、衝突針路から除外する。これは、理論上、過去に衝突することを意味し、現実的には、衝突の可能性がないからである。

【0020】

さらに、上限値を予め決め、 $TCPA >$ 上限値となる衝突針路 CO を除外してもよい。例えば、自船と相手船が、互いに僅かに近付きながらほぼ平行に併走している場合、衝突点までの時間が極めて長い。このような場合は、衝突の危険性が低いため、上限値を設けることで、このような衝突針路を除外できる。

【0021】

次に、このようにして求められた衝突針路 CO 、 $TCPA$ 、及び、 $DCPA$ に基づいて、妨害ゾーン $Z1$ 、 $Z2$ を決定する方法について説明する。

図3は、本実施形態に係る2つに分割された妨害ゾーン $Z1$ 、 $Z2$ を表示した画面を示すイメージ図である。図4は、本実施形態に係る1つに統合された妨害ゾーン $Z3$ を表示した画面を示すイメージ図である。また、画面イメージとして、主に説明する妨害ゾーン $Z1 \sim Z3$ 以外に、他の相手船の妨害ゾーン ZA 及び地形 GE を参考イメージとして表示している。

【0022】

図3及び図4の画面上部に示す第1座標系 $S1$ は、衝突針路(方位)を横軸で表し、 $DCPA$ (距離)を縦軸で表す。横軸の中心は、例えば、自船の船首方位 AB である。図3及び図4の画面下部に示す第2座標系 $S2$ は、画面の真上を北として、衝突針路(方位)を円周に沿って表し、 $DCPA$ (距離)を径方向に延びる長さで表す。即ち、第2座標系 $S2$ は、自船を中心として上から見た自船の周囲の状態を表すトップビューの画面である。

【0023】

ここで、ある相手船について、 $TCPA$ として、4つの時間 $TC1$ 、 $TC2$ 、 $TC3$ 、 $TC4$ が求まっているものとする。4つの時間 $TC1 \sim TC4$ は、 $TC1 < TC2 < TC3 < TC4$ を満たす関係にあるものとする。

また、4つの $TC1 \sim TC4$ は、衝突針路として、4つの針路 $CO1$ 、 $CO2$ 、 $CO3$ 、 $CO4$ が対応し、 $DCPA$ として、4つの距離 $DC1$ 、 $DC2$ 、 $DC3$ 、 $DC4$ が対応するものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

4つの針路C O 1 ~ C O 4とそれぞれに対応する4つの距離D C 1 ~ D C 4から、第1座標系S 1に示すように、それぞれ4つの座標点P 1, P 2, P 3, P 4が定まる。ここで、求められた座標点P 1 ~ P 4は、それぞれT C P Aである時間T C 1 ~ T C 4に対応する。座標点P 1 ~ P 4は、相手船と衝突したときの自船の位置を示している。

【 0 0 2 5 】

第1座標点P 1と第2座標点P 2を結ぶ線分が第1妨害ゾーンZ 1となる。第3座標点P 3と第4座標点P 4を結ぶ線分が第2妨害ゾーンZ 2となる。即ち、1つの船舶に対する妨害ゾーンが2つに分割された状態になる。

ここでは、所定の条件(例えば、 $0 < T C P A < \text{上限値}$)を満たす有効なT C P Aとして、4つの時間T C 1 ~ T C 4が求まっている場合について説明したが、有効なT C P Aが2つの場合は、それぞれのT C P Aに対応する2つの座標点P Pを結ぶ線分が1つの妨害ゾーンZ 3となる。即ち、1つの船舶に対する妨害ゾーンが1つに統合された状態になる。この場合、妨害ゾーンZ 3は、図4に示す画面のように表示される。

10

【 0 0 2 6 】

図5は、本実施形態に係る妨害ゾーンZ 1, Z 2を簡易的に示す簡易図である。

自船占有空間D Oは、自船の領域とみなす空間である。相手船占有空間D Tは、相手船の領域とみなす空間である。即ち、2つの占有空間D O, D Tが接触した状態は、自船と相手船が接触した状態を示す。

【 0 0 2 7 】

ここでは、自船占有空間D Oと相手船占有空間D Tは、同じ半径の円であるものとする。安全航過距離D Sは、自船占有空間D Oと相手船占有空間D Tをそれぞれ表す円の半径の合計の距離とする。

20

現在(妨害ゾーンZ 1, Z 2を求める時点)、自船は、位置P Oにあり、相手船は、位置P Tにある。位置P 1, P 2, P 3, P 4は、自船が相手船と接触する位置を表し、そのときのそれぞれの方位が衝突針路C O 1, C O 2, C O 3, C O 4となる。自船との接触時の相手船は、位置P T 1, P T 2, P T 3, P T 4で表す。

【 0 0 2 8 】

このとき、妨害ゾーンZ 1, Z 2は、図5に示すようになる。

自船は、位置P Oにおいて、妨害ゾーンZ 1, Z 2を示す線分を避けるように、自船針路を決定することで、相手船との衝突を避けることができる。

30

図6は、本実施形態に係る航行システム10の構成を示す構成図である。

【 0 0 2 9 】

航行システム10は、船舶等に搭載され、航行するために使用される船舶専用のシステムである。例えば、航行システム10は、船舶の操船を支援するためのシステムである。

航行システム10は、妨害ゾーン生成装置1、情報取得機器2、及び、表示装置3を備える。

【 0 0 3 0 】

情報取得機器2は、妨害ゾーンを決定して表示するために必要な情報を収集する機器である。情報取得機器2は、どのように構成されてもよい。例えば、情報取得機器2は、船舶に装備された船舶機器等である。具体的には、情報取得機器2は、G N S S (global navigation satellite system) コンパス、角速度センサ、G N S S 受信機、加速度センサ、A I S (automatic identification system) 受信機、E C D I S (electronic chart display and information system)、プロッタ、レーダ、ソナー、又は、計器類などのうち1以上の機器で構成される。また、本実施形態に用いる任意の情報は、どの機器で取得されてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

G N S S コンパスは、方位センサ及び姿勢センサの機能を有する。G N S S コンパスは、船舶に固定された複数のG N S S アンテナ(測位用アンテナ)を備える。G N S S コンパスは、それぞれのG N S S アンテナの位置関係を、測位衛星から受信した電波に基づい

50

て算出する。特に、GNSSコンパスは、各GNSSアンテナが受信した電波の搬送波位相の位相差に基づいて、GNSSアンテナの位置関係を求める。GNSSアンテナの位置関係の求め方については、既知の処理方法を適用することができる。これにより、GNSSコンパスは、船舶の船首方位を取得する。

【0032】

角速度センサは、例えば、振動ジャイロセンサで構成される。角速度センサは、船舶のヨー角速度、ロール角速度及びピッチ角速度を検出する。

GNSS受信機は、GNSSアンテナが測位衛星から受信した電波に基づいて、船舶の位置を求める。例えば、船舶の位置は、GNSSアンテナの緯度、経度及び高さである。

【0033】

加速度センサは、例えば、静電容量検出型のセンサである。加速度センサは、船舶4のヨー軸、ロール軸及びピッチ軸における加速度を検出する。

AIS受信機は、他船や陸上局等から送信されるAIS情報を受信するための機器である。AIS情報には、船舶4の周囲を航行している他の船舶(他船)の情報、ランドマークの位置及び識別情報などの様々な情報が含まれる。他船の情報は、例えば、位置(緯度・経度)、船体の長さ、船体の幅、船舶の種類、識別情報、船速、針路、及び、目的地などである。

【0034】

ECDISは、GNSS受信機から船舶の位置情報を取得すると共に、予め記憶されている電子海図情報に基づいて、船舶の周囲の情報を生成する。

プロッタは、GNSS受信機から船舶の位置を継続して取得することにより、船舶の航行軌跡の情報を生成する。

【0035】

レーダは、船舶の周囲に存在する他船等の物標を探知する。また、レーダは、物標を捕捉及び追尾することが可能な目標追尾機能(TT)を有する。レーダは、このTTにより、物標の位置及び速度ベクトル(TT情報)を求める。

ソナーは、超音波を水中に送信して、その超音波が物標で反射した反射波を受信することにより、物標を探知する。

【0036】

表示装置3は、妨害ゾーン生成装置1から受信した情報に基づいて、妨害ゾーンを表示する。例えば、操船をする操作者等は、表示装置3に表示された妨害ゾーンを見て、妨害ゾーンを避けるように、自船の針路を操作する。航行システム10が自律航行を行うシステムの場合、妨害ゾーンを避けるように、針路が自動で操作されてもよい。

【0037】

妨害ゾーン生成装置1は、表示装置3に表示するために、情報取得機器2により取得された各種情報に基づいて、妨害ゾーンを生成する。妨害ゾーン生成装置1は、生成した妨害ゾーンを表示するための情報を表示装置3に出力する。妨害ゾーン生成装置1は、主にコンピュータで構成された装置である。例えば、妨害ゾーン生成装置1は、操船を支援する操船支援装置として用いられてもよい。

【0038】

妨害ゾーン生成装置1は、情報生成部11、妨害ゾーン演算部12、及び、表示画面生成部13を備える。

情報生成部11は、情報取得機器2により取得された各種情報に基づいて、各他船について、妨害ゾーンを演算するために必要な演算用情報Icを生成して、妨害ゾーン演算部12に出力する。例えば、演算用情報Icは、自船速力VO、相手船速力VT、相手船針路CT、自船から見た相手船の方位AZ、及び、自船と相手船との距離Dを含む。

【0039】

また、情報生成部11は、情報取得機器2により取得された各種情報に基づいて、妨害ゾーンを表示するために必要な表示用情報Idを生成して、表示画面生成部13に出力する。例えば、表示用情報Idは、自船の位置、自船の船首方位、他船の位置、及び、他船

10

20

30

40

50

の針路を含む。その他に、表示用情報 I d には、他船、地形又は物標に関する情報など、どのような情報が含まれてもよい。

【 0 0 4 0 】

なお、演算用情報 I c と表示用情報 I d は、明確に区別する必要はなく、一部又は全部の情報と同じでもよい。また、情報生成部 1 1 は、演算用情報 I c 及び表示用情報 I d に含まれる各情報を、情報取得機器 2 から直接取得してもよいし、情報取得機器 2 により取得された情報に基づいて、測定、演算又は推定などの演算処理により求められたものでもよい。

【 0 0 4 1 】

妨害ゾーン演算部 1 2 は、情報生成部 1 1 により生成された演算用情報 I c に基づいて、各他船の妨害ゾーンを演算する。妨害ゾーン演算部 1 2 は、演算した各他船の妨害ゾーンに関する情報を含む妨害ゾーン情報 I b を生成して、表示画面生成部 1 3 に出力する。なお、妨害ゾーン演算部 1 2 は、衝突の危険性がないと判断した他船については、妨害ゾーンを演算しなくてもよい。例えば、衝突の危険性の有無は、自船速力 V O、相手船速力 V T、相手船針路 C T、自船と相手船との距離 D、自船針路、又は、予定航路などを用いて判断してもよい。

10

【 0 0 4 2 】

表示画面生成部 1 3 は、情報生成部 1 1 により生成された表示用情報 I d 及び妨害ゾーン演算部 1 2 により生成された妨害ゾーン情報 I b に基づいて、表示装置 3 に各他船の妨害ゾーンを表示するための画面を生成する表示画面情報 I s を生成する。表示画面生成部 1 3 は、表示画面情報 I s を生成するために、妨害ゾーン生成装置 1 に予め記憶されている情報（例えば、電子海図情報）を用いてもよい。表示画面生成部 1 3 は、生成した表示画面情報 I s を表示装置 3 に出力することで、表示装置 3 に各他船の妨害ゾーンが表示される。

20

【 0 0 4 3 】

図 7 は、本実施形態に係る妨害ゾーン生成装置 1 における処理手順を示すフロー図である。

操作者は、妨害ゾーン生成装置 1 に安全航過距離 D S を設定する（ステップ S T 1）。なお、安全航過距離 D S は、妨害ゾーン生成装置 1 に初期値として予め設定されていてもよいし、固定値として操作者が変更できなくてもよい。

30

【 0 0 4 4 】

妨害ゾーン生成装置 1 は、情報取得機器 2 からの各種情報に基づいて、自船速力 V O、相手船速力 V T、相手船針路 C T、相手船の方位 A Z、及び、自船と相手船との距離 D を取得する（ステップ S T 2）。ここで、自船速力 V O は、実際の測定値でもよいし、自船の速力を決定する指令値のようなものでもよい。また、全てのパラメータは、操作者が任意の値を入力又は変更できるようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

妨害ゾーン生成装置 1 は、取得した各種情報に基づいて、衝突針路 C O 及びこれに対応する T C P A を求める（ステップ S T 3）。なお、衝突針路 C O 又は T C P A は、上述の求め方で求めるのが望ましいが、これに限らない。例えば、上述の任意の式について、同等の式又は近似式を用いてもよいし、コンピュータによる演算処理で作図して求めてもよい。さらに、上述の式又は作図とは数学的に無関係の求め方であっても、結果的に、衝突針路 C O 又は T C P A と同等の値が求まる方法であればよい。

40

【 0 0 4 6 】

妨害ゾーン生成装置 1 は、求めた T C P A のうち所定の条件を満たす有効な T C P A を抽出する（ステップ S T 4）。有効な T C P A とは、求めた T C P A のうち衝突の危険性が全くない又は極めて低い T C P A を除外したものである。所定の条件は、予め設定されていてもよいし、操作者が任意の値に設定できるようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

妨害ゾーン生成装置 1 は、抽出された有効な T C P A に基づいて、妨害ゾーンを判断す

50

る（ステップST5）。具体的には、有効なTCPAのそれぞれに対応する衝突針路CO及びDCPAを求める。次に、方位と距離による座標系において、衝突針路とDCPAで定まる座標点を求める。求めた座標点について、1番目と2番目に小さいTCPAにそれぞれ対応する座標点を結ぶ線分を妨害ゾーンとする。有効なTCPAが4つの場合、残りの3番目と4番目に小さいTCPAにそれぞれ対応する座標点を結ぶ線分をもう1つの妨害ゾーンとする。

【0048】

なお、妨害ゾーンは、潮流又は風などの外力を考慮して求めてもよい。例えば、情報取得機器2により取得された情報に基づいて外力を測定し、妨害ゾーンを求めるための各測定値を修正してもよいし、妨害ゾーンを求めた後に修正してもよい。

妨害ゾーン生成装置1は、自船の周囲の情報と共に、決定した妨害ゾーンを表示する（ステップST6）。

【0049】

図3及び図4を参照して、妨害ゾーンZ1～Z3の表示方法について説明する。なお、以降の表示方法は、単なる例であり、一部のみを抽出して実施してもよい。

まず、妨害ゾーンZ1～Z3を表示する第1座標系S1について説明する。縦軸を距離とし、横軸を現在の自船の船首方位ABを中心とした所定の範囲の方位とする。横軸は、画面に表示される範囲において、各方位が均等の間隔で刻まれる。したがって、自船に近いものほど、横に大きく表示される。ここでは、横軸の中心は、船首方位ABとしているが、操作者が任意の方位を中心に変更できるようにしてもよい。操作者が中心を任意の方位に変更できるようにすることで、自船の前方以外（例えば、側方又は後方）を確認したい場合又は自船の針路を大きく変更する場合などで有効である。

【0050】

第1座標系S1の縦軸の距離は、縦軸の長さで実際の距離が比例するようにしてもよいし、片対数のように、遠くにあるものほど、縦軸の長さが短くなるようにしてもよい。

第1座標系S1の縦軸は、距離の代わりに時間としてもよい。この場合、衝突針路とTCPAにより求まる複数の座標点から、これらの座標点を結ぶ線分を求め、これらの線分を妨害ゾーンとしてもよい。

【0051】

妨害ゾーンZ1～Z3は、第2座標系S2のように、自船を中心としたトップビューの画面（例えば、レーダ映像のような画面）で表示してもよい。画面の真上は、北でもよいし、船首方位ABでもよいし、その他の方位でもよい。

表示装置3に表示される画面は、妨害ゾーンZ1～Z3を表示すると共に、船舶に取り付けられたカメラ等から撮影された画像（景観画像等）を同時に表示してもよい。例えば、画面を2分割にし、一方の分割画面（例えば、上側画面）に妨害ゾーンZ1～Z3を表示する画面を表示し、もう一方の分割画面（例えば、下側画面）に、撮影画像を表示してもよい。この場合、妨害ゾーンZ1～Z3を表示する画面と撮影画像を含む画面のそれぞれの位置又は座標の対応関係が分かるように、それぞれの画面の位置を調整してもよい。また、1つの画面に、妨害ゾーンZ1～Z3と撮影画像を重ね合わせて表示してもよい。

【0052】

妨害ゾーンZ1～Z3を表示する画面において、各他船を、進行方向が視覚的に容易に分かるように表示してもよい。例えば、他船を船形のマークとして、船首の向きが容易に分かるようにしてもよい。また、他船のそれぞれの全長に応じて、他船を表示するマークの形状又は大きさを変えてもよい。一般に、船舶が大型になるほど操船性能は悪くなる。このため、操作者は、他船のマークを見て、船舶の大きさを把握することで、事前対応が必要か否か判断し易くなる。また、注目する他船については、操作者が画面上のカーソルなどにより同定できるようにしてもよい。

【0053】

妨害ゾーンZ1～Z3を表示する画面において、情報取得機器2により取得された情報又は妨害ゾーン生成装置1に記憶されている情報などの任意の情報を表示してもよい。例

10

20

30

40

50

えば、自船の予定航路（予定経路）に一定幅を持たせた航路帯（経路帯）を併せて表示することで、各妨害ゾーンZ1～Z3の危険性を操作者が認識し易くなる。

【0054】

衝突の危険度に応じて、妨害ゾーンZ1～Z3の表示方法を変えてもよい。また、緊急性が高いなどの特定の妨害ゾーンZ1～Z3を表示する場合、表示をフリッカーにしたり、警報を鳴らしたりしてもよい。

次に、衝突の危険度に応じて妨害ゾーンZ1～Z3の表示方法を変更する方法について説明する。

【0055】

ここでは、画面に、妨害ゾーンZ1～Z3の他に、一定幅を持つ自船の航路帯が表示されるものとする。航路帯の幅は、操作者が自由に設定できるようにしてもよい。航路帯は、ECDISに設定された予定航路に基づいて表示されてもよいし、現在の自船の針路に基づいて表示されてもよい。

10

【0056】

全ての妨害ゾーンZ1～Z3について、危険度に応じたクラス分けを行う。ここでは、クラスは、危険度の最も高いAクラスから危険度の最も低いDクラスまでの4段階として説明するが、何段階にクラス分けをしてもよい。

妨害ゾーンZ1～Z3が航路帯と重なり、所定条件の範囲内であれば、Aクラスとし、所定条件の範囲外であれば、Bクラスとする。妨害ゾーンZ1～Z3が航路帯と重ならず、所定条件の範囲内であれば、Cクラスとし、所定条件の範囲外であれば、Dクラスとする。

20

【0057】

所定条件は、例えば、TCPAが10分以内、又は、DCPAが2NM以内などである。所定条件は、TCPAとDCPAのそれぞれに条件を設け、OR条件又はAND条件で判断してもよい。また、TCPA及びDCPA以外のパラメータで、所定条件を設定してもよい。さらに、所定条件は、操作者が任意に変更できるようにしてもよいし、自船の速力などに応じて自動的に変更されるようにしてもよい。

【0058】

各妨害ゾーンZ1～Z3について、上述のクラス分けに応じて、表示色を決定する。Aクラスが一番目立つトーンの色にし、Dクラスが一番目立たないトーンの色になるように、各クラスの表示色を予め決定する。例えば、Aクラスは赤系、Bクラスは黄色系、Cクラスは緑系、Dクラスは黒系又は白系とする。危険度が最低のDクラスについては、妨害ゾーンを表示しなくてもよい。危険度が高いクラス（例えば、Aクラス）については、目立つ表示色の他に、フリッカー表示などで、さらに目立たせるようにしてもよい。また、危険度が高いクラスの妨害ゾーンZ1～Z3があることを知らせるために、操作者に任意の警告（例えば、警告音又は警告ランプの点灯）を発するようにしてもよい。

30

【0059】

危険度（例えば、クラス分け）は、他船の航行状態又は交通法規などに基づいて、決定してもよい。例えば、右舷船優先に基づいて、右舷から来る船舶の妨害ゾーンを左舷から来る船舶の妨害ゾーンよりも危険度を高くするようにしてもよい。

40

図8に示すように、画面には、複数の航路帯LN1, LN2を表示してもよい。図8では、画面右側に距離を表示し、画面左側に時間を表示している。

【0060】

例えば、第1航路帯LN1は幅0.1NMとし、第2航路帯LN2は幅0.5NMとする。また、同時に表示される妨害ゾーンの危険度が視覚的に分かり易くなるように、第1航路帯LN1の領域、第2航路帯LN2の領域、及び、その他の領域をそれぞれ別々の色で色分けして表示してもよい。

【0061】

また、妨害ゾーンの危険度も、それぞれの領域に基づいて、決定してもよい。具体的には、第1航路帯LN1の領域にある妨害ゾーンの危険度を最も高くし、第2航路帯LN2

50

の領域にある妨害ゾーンの危険度を次に高くし、第1航路帯LN1及び第2航路帯LN2のいずれの領域にもない妨害ゾーンの危険度を最も低くなるようにしてもよい。

【0062】

図9に示すように、画面には、操船を支援するための様々な表示をしてもよい。例えば、このような表示は、カーソルCS、ターゲットマークM1、M2、又は、ターゲット情報などである。図9では、図8と同様に、画面右側に距離を表示し、画面左側に時間を表示している。

【0063】

カーソルCSは、妨害ゾーンを表示する画面（図9の上側画面、以下、単に「上側画面」という。）に表示された船舶SH1と、撮影画像（図9の下側画面、以下、単に「下側画面」という。）に含まれる船舶SH2を対応付けするための表示である。

航行システム10は、情報取得機器2により取得された情報に基づいて、上側画面に表示された船舶SH1と、この船舶SH1と同一で、下側画面に表示された船舶SH2とを結ぶように矢印形状のカーソルCSを表示する。カーソルCSの表示後は、画面上の船舶SH1、SH2の移動と共に、カーソルCSも移動する。図9では、カーソルCSの矢印は、上側画面から下側画面の方向に向いているが、逆方向に表示してもよい。なお、操作者が、画面上で2つの対応する船舶SH1、SH2を確認して、表示されたカーソルCSを2つの船舶SH1、SH2を結び付けるように画面上で操作するようにしてもよい。

【0064】

このように、カーソルCSを表示することで、上側画面の船舶SH1と下側画面の船舶SH2との対応関係が視覚的に分かり易くなる。例えば、夜間の場合、撮影画像は、全体的に真っ暗になり、船舶の左舷を示す赤ランプ又は右舷を示す緑ランプのみが表示されることがある。このような場合でも、カーソルCSを表示することで、操作者は、下側画面の船舶SH2の存在を把握し易くなる。

【0065】

ターゲットマークM1、M2は、操作者が注目する他船（以下、「対象船」という。）に関する情報を視覚的に目立たせるための表示である。ターゲットマークM1は、操作者が、画面上の対象船TRを選択（例えば、マウスによるクリック）すると、対象船TRが目立つように表示される。対象船TRのターゲットマークM1の表示と共に、対象船TRの妨害ゾーンZTを目立たせるためのターゲットマークM2も表示される。なお、対象船TRの妨害ゾーンZTを選択して、妨害ゾーンZTのターゲットマークM2の表示と共に、対象船TRのターゲットマークM1が表示されてもよい。

【0066】

また、対象船TRが選択されることにより、対象船TRに関する情報であるターゲット情報が表示されてもよい。例えば、図9に示すように、ターゲット情報は、予め決められた下側画面の左側にある領域SPに表示される。ターゲット情報は、どのような情報でもよく、例えば、距離、速度、方位、船名、DCPA、TCPAなどである。ターゲット情報は、操作者が表示される項目を選択できるようにしてもよい。

【0067】

ターゲットマークM1、M2及びターゲット情報を表示することで、操作者は、対象船TRに関する情報を把握し易くなる。また、画面上に、多数の他船が混在して表示されている場合でも、操作者は、対象船TRとその妨害ゾーンZTを常に視覚的に追うことができる。

【0068】

本実施形態によれば、方位の範囲を示す線分で妨害ゾーンZ1～Z3を決定することにより、他船との衝突を回避し易くすることができる。また、妨害ゾーンZ1～Z3を線分という限定された範囲で表すことにより、妨害ゾーンZ1～Z3における衝突の危険性がない範囲を減少させることができる。

【0069】

例えば、一般的に用いられる妨害ゾーンは、一定の面積を有する形状で表示される。こ

10

20

30

40

50

のため、妨害ゾーンの中に自船が含まれる状態になった場合、実際には、回避行動が取れる状況でも、このような妨害ゾーンでは、回避針路を見付けることは困難である。これに対して、本実施形態に係る妨害ゾーンZ1～Z3は、方位の範囲を示す線分で表されているため、自船が妨害ゾーンZ1～Z3の中に含まれることはない。また、妨害ゾーンZ1～Z3を避けるように自船の針路を決定すれば、他船との衝突を避けることができるため、容易に回避針路を見付けることができる。

【0070】

また、妨害ゾーンが一定の面積を有する形状の場合、実際には衝突の危険性がない領域が多く含まれる。このため、このような妨害ゾーンに基づいて警告（例えば、警告音）を行う船舶の場合、危険でない警告も多く受けることになり、操船を行う上では、不便である。これに対して、本実施形態に係る妨害ゾーンZ1～Z3は、線分という非常に限られた範囲で示されるため、危険性のない余分な範囲をほとんど含まない。これにより、無意味な警告を抑制することができる。

10

【0071】

本実施形態では、主に水上（海上）を移動する船舶で説明したが、航空機又は潜水艦のように、3次元空間（空中又は海中）を移動する移動体でもよい。この場合は、本実施形態で説明した2次元空間における妨害ゾーンZ1～Z3を3次元空間に拡張して求めることで、これらの移動体にも適用することができる。また、妨害ゾーンは、2次元で表示することで、2次元空間の場合と同様の作用効果を得ることができる。

【0072】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されず、構成要素を削除、付加又は変更等をしてよい。また、複数の実施形態について構成要素を組合せ又は交換等を行うことで、新たな実施形態としてもよい。このような実施形態が上述した実施形態と直接的に異なるものであっても、本発明と同様の趣旨のものは、本発明の実施形態として説明したものとして、その説明を省略している。

20

【符号の説明】

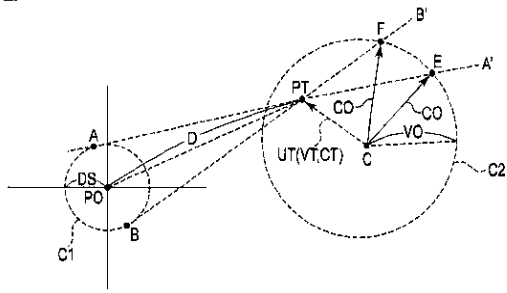
【0073】

C01～C04 衝突針路、D0 自船占有空間、DT 相手船占有空間、P0 自船の現在の位置、P1～P4 自船の位置、PT 相手船の現在の位置、PT1～PT4 相手船の位置、Z1, Z2 妨害ゾーン。

30

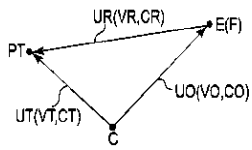
【図1】

図1



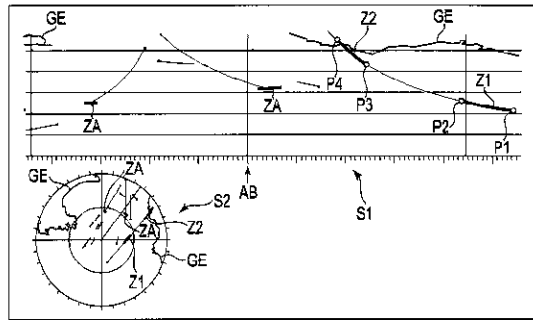
【図2】

図2



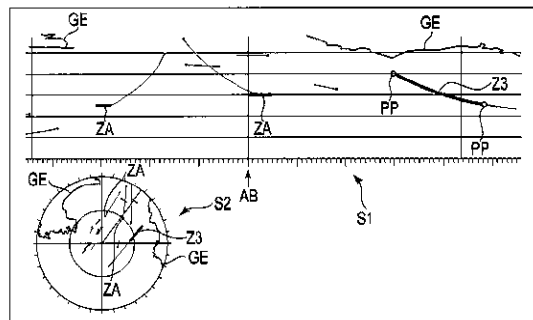
【図3】

図3



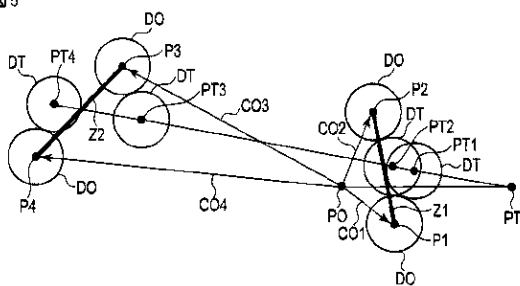
【図4】

図4



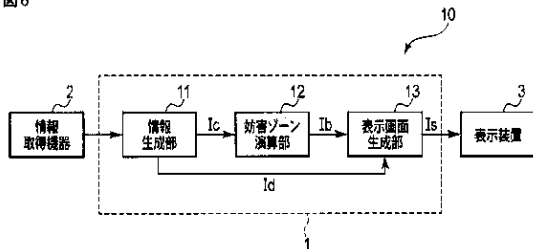
【図5】

図5



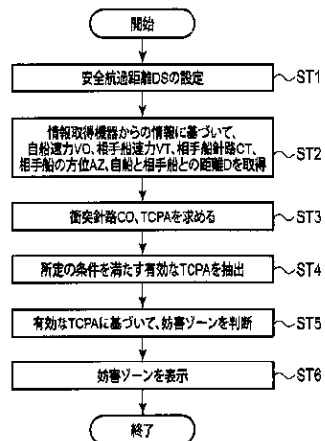
【図6】

図6



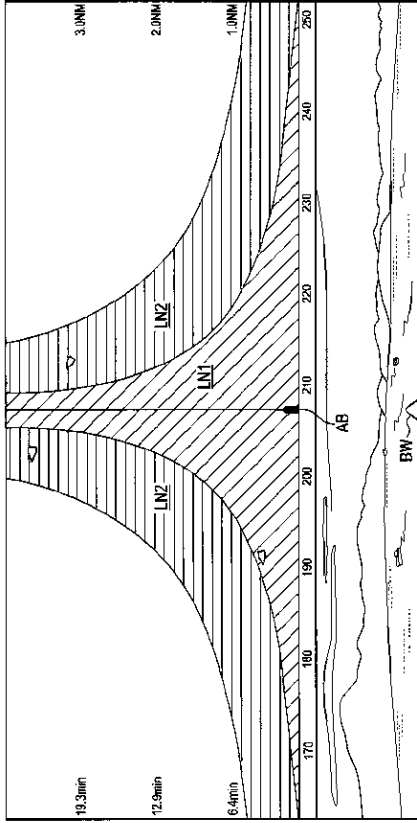
【図7】

図7



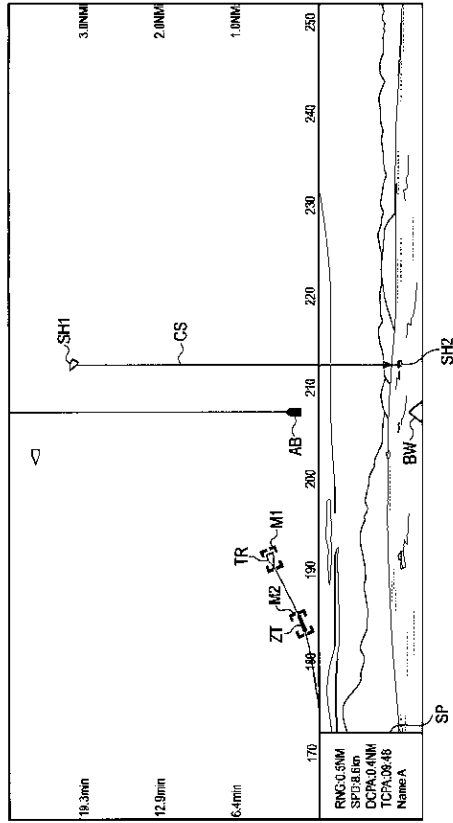
【 8 】

8



【 9 】

9



RWG:0.5NM
 SPO:3.6m
 DCPA:0.4NM
 TCPA:0848
 Name:A

フロントページの続き

- (72)発明者 福戸 淳司
東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 疋田 賢次郎
東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 佐藤 圭二
東京都三鷹市新川6丁目3番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
- (72)発明者 今津 隼馬
東京都江東区越中島2丁目1番6号 国立大学法人東京海洋大学内
- (72)発明者 庄司 るり
東京都江東区越中島2丁目1番6号 国立大学法人東京海洋大学内
- (72)発明者 田丸 人意
東京都江東区越中島2丁目1番6号 国立大学法人東京海洋大学内
- (72)発明者 西崎 ちひろ
東京都江東区越中島2丁目1番6号 国立大学法人東京海洋大学内
- (72)発明者 久嶋 隆紀
東京都港区虎ノ門二丁目1番1号 株式会社商船三井内
- (72)発明者 長谷川 健
東京都港区虎ノ門二丁目1番1号 株式会社商船三井内
- (72)発明者 友野 徳之
東京都港区虎ノ門二丁目1番1号 株式会社商船三井内
- (72)発明者 京田 繁樹
東京都港区虎ノ門二丁目1番1号 株式会社商船三井内
- (72)発明者 田中 良和
東京都中央区京橋1丁目1番1号 商船三井テクノトレード株式会社内
- (72)発明者 中谷 智
東京都中央区京橋1丁目1番1号 商船三井テクノトレード株式会社内
- (72)発明者 山守 志門
東京都中央区京橋1丁目1番1号 商船三井テクノトレード株式会社内
- (72)発明者 織田 博行
東京都中央区京橋1丁目1番1号 商船三井テクノトレード株式会社内

審査官 増子 真

- (56)参考文献 特開2005-289284(JP,A)
特開平09-022499(JP,A)
今津隼馬, 衝突針路を使ったOZT算出方法, 日本航海学会誌, 188号, 日本, 公益社団法人
日本航海学会, 2014年04月, p. 78-81

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
B 6 3 B 1 / 0 0 - 8 5 / 0 0
B 6 3 J 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
G 0 1 S 7 / 0 0 - 7 / 4 2
G 0 1 S 1 3 / 0 0 - 1 3 / 9 5