

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-353032  
(P2005-353032A)

(43) 公開日 平成17年12月22日(2005. 12. 22)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>G08G 3/02</b>	G08G 3/02	5H180
<b>B63B 43/18</b>	B63B 43/18	
<b>B63B 49/00</b>	B63B 49/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2004-299242 (P2004-299242)	(71) 出願人	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22) 出願日	平成16年10月13日 (2004. 10. 13)	(74) 代理人	100077805 弁理士 佐藤 辰彦
(31) 優先権主張番号	特願2004-142145 (P2004-142145)	(74) 代理人	100099690 弁理士 鷺 健志
(32) 優先日	平成16年5月12日 (2004. 5. 12)	(74) 代理人	100109232 弁理士 本間 賢一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100125210 弁理士 加賀谷 剛
		(72) 発明者	有村 信夫 東京都三鷹市中原4-34-17

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 船舶用航行支援装置

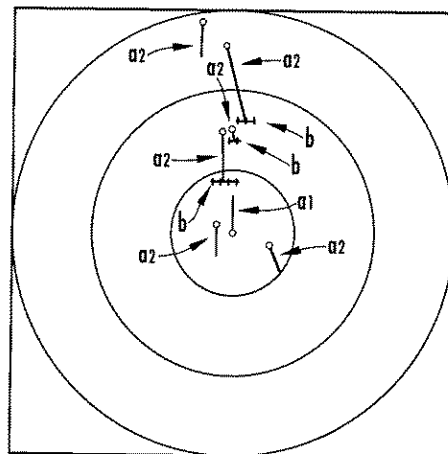
(57) 【要約】

【課題】 他船との衝突回避のために必要な情報を適切な形で操船者に認識させ得る装置を提供する。

【解決手段】 本発明の船舶衝突予防航行支援装置100によれば、モニタ170において、第1船舶の位置及び速度が第1ベクトル $a_1$ の位置、長さ及び向きにより表現される。また、第2船舶の位置及び速度が第2ベクトル $a_2$ の位置、長さ、及び向きにより表現される。さらに危険領域Zの位置及び広がり方が線状のアイコンbの位置、及び長さにより表現される。

【選択図】 図9

FIG.9



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

船舶の衝突事故を予防するため操船者の航行に関する判断を支援する装置であって、航行領域における第 1 及び第 2 船舶のそれぞれの位置、速度及び長さを含む第 1 及び第 2 航行情報を認識する航行情報認識手段と、

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶に対する最接近時点における第 2 船舶の位置を基準として広がる領域を、危険領域として認識する危険領域認識手段と、

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報にそれぞれ含まれている第 1 及び第 2 船舶のそれぞれの位置及び速度が、航行領域を表す平面における第 1 及び第 2 ベクトルのそれぞれの位置及び向き、又は位置、向き及び長さによって表現されているとともに、危険領域認識手段により認識された危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を第 1 船舶に搭載されている画像表示装置に表示させる画像制御手段とを備えていることを特徴とする船舶用航行支援装置。

10

**【請求項 2】**

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段を備え、

危険領域認識手段が、第 1 船舶の位置を基準とした近傍領域の広がり方に基づき、第 1 船舶に対する最接近時点における第 2 船舶の位置を基準とした危険領域の広がり方を認識することを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

20

**【請求項 3】**

危険領域認識手段が、第 1 船舶の位置から近傍領域認識手段により認識された近傍領域の境界までの距離に応じて危険領域の広がり方を認識することを特徴とする請求項 2 記載の船舶用航行支援装置。

**【請求項 4】**

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の有無を判断する衝突判断手段を備え、

画像制御手段が、衝突判断手段により衝突可能性があるかと判断された第 2 船舶に対応する線状アイコンのみを前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

30

**【請求項 5】**

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段を備え、

衝突判断手段が、近傍領域認識手段により認識された領域の第 1 船舶の位置を基準とした広がり方に基づき、第 1 船舶の位置を基準として広がる基準領域を認識するとともに、第 2 船舶の位置から第 1 船舶に対する第 2 船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が基準領域に交わるか否かに応じて、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の有無を判断することを特徴とする請求項 4 記載の船舶用航行支援装置。

40

**【請求項 6】**

衝突判断手段が、第 1 船舶の位置から近傍領域認識手段により認識された近傍領域の境界までの距離に基づき、第 1 船舶の位置を基準とした基準領域の広がり方を認識することを特徴とする請求項 5 記載の船舶用航行支援装置。

**【請求項 7】**

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 及び第 2 船舶の現時点又は最接近時点における衝突可能性の高低を表す衝突係数を認識する衝突係数認識手段を備え、

画像制御手段が、衝突係数認識手段により認識された衝突係数の高低に応じて、第 2 ベ

50

クトル及びアイコンの一方又は両方のデザインが変化した画像を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

【請求項 8】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている第 1 近傍領域を認識するとともに、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 近傍領域を包含するとともに、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性に応じて偏向して広がっている第 2 近傍領域を認識する近傍領域認識手段とを備え、

衝突係数認識手段が、航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報と、近傍領域認識手段により認識された第 1 近傍領域の第 1 船舶の位置を基準とした広がり方と、近傍領域認識手段により認識された第 2 近傍領域の第 1 船舶の位置を基準とした広がり方とに基づき、第 1 及び第 2 船舶の衝突係数を認識することを特徴とする請求項 7 記載の船舶用航行支援装置。

10

【請求項 9】

衝突係数認識手段が、第 1 船舶の位置から第 1 及び第 2 近傍領域のそれぞれの境界までの距離に基づき、衝突係数を認識することを特徴とする請求項 8 記載の船舶用航行支援装置。

【請求項 10】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 及び第 2 船舶の最接近距離を第 1 船舶の針路角度の第 1 関数として認識する第 1 関数認識手段を備え、

20

画像制御手段が第 1 関数認識手段により認識された第 1 関数を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

【請求項 11】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、

第 2 船舶の位置から第 1 船舶に対する第 2 船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第 1 船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段とを備え、

画像制御手段が第 1 関数認識手段により認識された第 1 関数を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度の範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 10 記載の船舶用航行支援装置。

30

【請求項 12】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、

近傍領域認識手段により認識された近傍領域の、第 1 船舶の位置を基準としたサイズを第 1 船舶の針路角度の第 2 関数として認識する第 2 関数認識手段とを備え、

画像制御手段が第 2 関数認識手段により認識された第 2 関数を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

40

【請求項 13】

第 2 船舶の位置から第 1 船舶に対する第 2 船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第 1 船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段を備え、

画像制御手段が第 2 関数認識手段により認識された第 2 関数を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度の範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 12 記載の船舶用航行支援装置。

【請求項 14】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 及び第 2 船舶の最接近距離を第 1 船舶の針路角度の第 1 関数として認識する第 1 関数認識手段と、

50

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、

近傍領域認識手段により認識された近傍領域の第 1 船舶の位置を基準とするサイズを第 1 船舶の針路角度の第 2 関数として認識する第 2 関数認識手段と、

第 1 関数認識手段により認識された第 1 関数が、第 2 関数認識手段により認識された第 2 関数以下となる第 1 船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段とを備え、

画像制御手段が第 1 関数認識手段により認識された第 1 関数、及び第 2 関数認識手段により認識された第 2 関数の一方又は両方を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

10

【請求項 1 5】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 及び第 2 船舶の最接近距離を第 1 船舶の針路角度の第 1 関数として認識する第 1 関数認識手段と、

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、

近傍領域認識手段により認識された近傍領域の第 1 船舶の位置を基準としたサイズを第 1 船舶の針路角度の第 2 関数として認識する第 2 関数認識手段と、

第 1 関数認識手段により認識された第 1 関数が、第 2 関数認識手段により認識された第 2 関数以下となる第 1 船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段と、

20

第 1 船舶に対する最接近時点における第 2 船舶の位置を基準とし、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲に応じて広がる領域を副危険領域として認識する副危険領域認識手段とを備え、

副危険領域認識手段により認識された副危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を線状アイコンとして前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

【請求項 1 6】

航行情報認識手段により認識された第 1 及び第 2 航行情報に基づき、第 1 船舶の位置を基準とし、第 1 及び第 2 船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、

30

第 2 船舶の位置から第 1 船舶に対する第 2 船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第 1 船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段と、

第 1 船舶に対する最接近時点における第 2 船舶の位置を基準とし、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲に応じて広がる領域を副危険領域として認識する副危険領域認識手段とを備え、

副危険領域認識手段により認識された副危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を線状アイコンとして前記画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項 1 記載の船舶用航行支援装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶の衝突事故を予防するため操船者の航行に関する判断を支援する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

船舶の衝突事故を予防するため、船舶にはレーダー / A R P A (自動衝突予防援助装置

50

)やAIS(船舶自動識別装置)が搭載されている。ARPAによれば、図17に示すように自船の位置及び速度(速さ及び方向を含む。)を表す第1ベクトル $a_2$ と、レーダーにより測定された他船の位置及び速度を表す第2ベクトル $Z$ とがモニタに表示される。また、これらアイコンに加えて、図17に示すように自船及び他船が衝突する可能性のある領域 $Z_d$ (斜線部分)をモニタに表示させる技術が提案されている(例えば、特許文献1参照)。当該技術により、操船者による衝突可能性のある船舶の発見や、衝突可能性の高低の判断が助けられる。

【特許文献1】特開平6-318300号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、当該従来技術によれば、輻輳海域において複数の船舶との衝突可能性が高い場合、図17に示されているように、危険領域 $BD$ が重畳してモニタに表示されるため、みづらくなる可能性がある。従って、操船者が他船との衝突を回避するために自船をどのように航行(避航)させるべきであるかを判断しがたくなるおそれがある。

【0004】

そこで、本発明は、他船との衝突回避のために必要な情報を適切な形で操船者に認識させ得る装置を提供することを解決課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題を解決するための本発明の船舶用航行支援装置は、航行領域における第1及び第2船舶のそれぞれの位置、速度及び長さを含む第1及び第2航行情報を認識する航行情報認識手段と、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置を基準として広がる領域を、危険領域として認識する危険領域認識手段と、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報にそれぞれ含まれている第1及び第2船舶のそれぞれの位置及び速度が、航行領域を表す平面における第1及び第2ベクトルのそれぞれの位置及び向き、又は位置、向き及び長さによって表現されているとともに、危険領域認識手段により認識された危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び伸び方によって表現されている画像を第1船舶に搭載されている画像表示装置に表示させる画像制御手段とを備えていることを特徴とする。

【0006】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、航行情報認識手段が、第1船舶の位置、速度及び長さを含む「第1航行情報」を認識するとともに、第2船舶の位置、速度及び長さを含む「第2航行情報」を認識する。本発明の構成要素 $X$ が情報 $Y$ を認識するとは、 $X$ が $Y$ を記憶装置から読み取ること、 $X$ が $Y$ を外部端末から受信すること、 $X$ が $Y$ を決定(測定、推定、判定等を含む。)すること、 $X$ が読取情報や受信情報に基づき $Y$ を決定すること等のうち、少なくともいずれか意味する。

【0007】

また、危険領域認識手段が、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置を基準として広がる領域を「危険領域」として認識する。ここで「第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置」とは、第1及び第2船舶がそれぞれの速度を維持しながら航行した場合に再接近すると予測される時点における第2船舶の予測位置を意味する。

【0008】

そして、画像制御手段が、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報にそれぞれ含まれている第1及び第2船舶のそれぞれの「位置」及び「速度」が、航行領域を表す平面における第1及び第2ベクトルのそれぞれの「位置」及び「向き」(又は「位置」「向き」及び「長さ」)によって表現されている画像を第1船舶に搭載された画像表示装置に表示させる。第1ベクトルの位置は、第1ベクトルの始点等の基準点の位置によ

10

20

30

40

50

り特定される。

【0009】

また、画像制御手段が、危険領域認識手段により認識された危険領域の「位置」及び「広がり方」が航行領域を表す平面における線状アイコンの「位置」及び「延び方」によって表現されている画像を画像表示装置に表示させる。

【0010】

画像表示装置に表示されている第1及び第2ベクトルのそれぞれの位置及び向き、又は位置、向き及び長さによって、第1船舶（自船）及び第2船舶（他船）のそれぞれの位置及び速度を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。また、画像表示装置に表示されているアイコンの位置及び長さによって、危険領域の位置及び範囲を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。

10

【0011】

このため、第1ベクトルの位置からみて第1ベクトルの方向に危険領域を表すアイコンが存在すれば、このままでは第1船舶が危険領域に至り、両船舶が衝突する可能性が高いことを操船者に認識させることができる。また、アイコンが第1ベクトルの位置からみて第1ベクトルの方向からわずかに外れていない場合、第2船舶のわずかな針路変更によって第1船舶が危険領域に至る可能性があり、なおも注意が必要であることを操船者に認識させることができる。一方、アイコンが第1ベクトルの位置からみて第1ベクトルの方向から大きく外れていれば、第1船舶が危険領域に至る可能性が低いこと、ひいては両船舶の衝突可能性が低いことを操船者に認識させることができる。

20

【0012】

また、画像表示装置に表示されているアイコンの位置は、第1及び第2船舶の最接近時点における第2船舶の位置を表す基準点により特定される。従って、アイコンの位置によって、両船舶が最接近するまでの時間的余裕の多少を、操船者に認識させることができる。すなわち、アイコンが第1ベクトルから遠い場合、第1及び第2船舶の最接近時点がまだ先であり、必要に応じて第1船舶の航路を変更する時間的余裕が十分であることを操船者に認識させることができる。一方、アイコンが第1ベクトルから近い場合、第1及び第2船舶がまもなく最接近すると予測され、必要があれば第1船舶の航路を迅速に変更すべきであることを操船者に認識させることができる。

【0013】

さらに、アイコンは線状なので、輻輳海域等、複数の第2船舶（他船）との衝突可能性が高い危険領域が複数存在する場合でも、当該アイコンによって各危険領域の位置等を操船者に容易に認識させることができる。

30

【0014】

従って、本発明の船舶用航行支援装置によれば、第2船舶（他船）との衝突回避のために必要な情報を適切な形で第1船舶（自船）の操船者に認識させ、第1船舶（自船）をどのように航行（避航）させるべきかを操船者に容易に判断させることができる。

【0015】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段を備え、危険領域認識手段が、第1船舶の位置を基準とした近傍領域の広がり方に基づき、第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置を基準とした危険領域の広がり方を認識することを特徴とする。

40

【0016】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、危険領域認識手段が、第1船舶の位置から近傍領域認識手段により認識された近傍領域の境界までの距離に応じて危険領域の広がり方を認識することを特徴とする。

【0017】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第

50

2 航行情報に基づき、第1及び第2船舶の衝突可能性の有無を判断する衝突判断手段を備え、画像制御手段が、衝突判断手段により衝突可能性があると判断された第2船舶に対応する線状アイコンのみを前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0018】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、衝突判断手段により第1船舶と衝突可能性が高いと認識された第2船舶に対応するアイコンのみが画像表示装置に表示される。すなわち、第1船舶と衝突可能性のない第2船舶に対応するアイコンの画像表示装置における表示が禁止される。このため、第1船舶（自船）及び第2船舶（他船）の衝突回避のために注意すべき危険領域を、操船者に明確に認識させることができる。

【0019】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段を備え、衝突判断手段が、近傍領域認識手段により認識された領域の第1船舶の位置を基準とした広がり方に基づき、第1船舶の位置を基準として広がる基準領域を認識するとともに、第2船舶の位置から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が基準領域に交わるか否かに応じて、第1及び第2船舶の衝突可能性の有無を判断することを特徴とする。

【0020】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、衝突判断手段が、第1船舶の位置から近傍領域認識手段により認識された近傍領域の境界までの距離に基づき、第1船舶の位置を基準とした基準領域の広がり方を認識することを特徴とする。

【0021】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の現時点又は最接近時点における衝突可能性の高低を表す衝突係数を認識する衝突係数認識手段を備え、画像制御手段が、衝突係数認識手段により認識された衝突係数の高低に応じて、第2ベクトル及びアイコンの一方又は両方のデザインが変化した画像を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0022】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、衝突係数認識手段が、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の「衝突係数」を認識する。また、画像制御手段が、衝突係数認識手段により認識された衝突係数の高低に基づき、第2ベクトル及びアイコンの一方又は両方の「デザイン」が変化した画像を前記画像表示装置に表示させる。アイコン等のデザインとは、静的なデザイン（アイコン等の形状、模様、若しくは色彩、又はこれらの組合せを意味する。）のほか、アイコン等が点滅させられる等、動的なデザインを意味する。

【0023】

画像表示装置に表示された第2ベクトル及びアイコンの一方又は両方のデザインの相違によって、第1船舶（自船）と、この第2ベクトル又はアイコンに対応する第2船舶（他船）との衝突可能性の高低を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。これにより、第1船舶の航路を変更する必要性の高低を操船者に認識させることができる。そして、第2船舶との衝突回避のために、第1船舶をどのように航行すべきであるかを操船者に容易に判断させることができる。

【0024】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている第1近傍領域を認識するとともに、第1船舶の位置を基準とし、第1近傍領域を包含するとともに、第1及び第2船舶の衝突可能性に応じて偏向して広がっている第2近傍領域を認識する近傍領域認識手段とを備え、衝突係数認識手段が、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報と、近傍領域認識手段により

10

20

30

40

50

認識された第1近傍領域の第1船舶の位置を基準とした広がり方と、近傍領域認識手段により認識された第2近傍領域の第1船舶の位置を基準とした広がり方とに基づき、第1及び第2船舶の衝突係数を認識することを特徴とする。

【0025】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、衝突係数認識手段が、第1船舶の位置から第1及び第2近傍領域のそれぞれの境界までの距離に基づき、衝突係数を認識することを特徴とする。

【0026】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の最接近距離を第1船舶の針路角度の第1関数として認識する第1関数認識手段を備え、画像制御手段が第1関数認識手段により認識された第1関数を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

10

【0027】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、画像表示装置に表示される「第1関数」を通じて、第1及び第2船舶の最接近距離が第1船舶の針路角度によってどのように変化するかを操船者に認識させることができる。これにより、第1船舶（自船）と第2船舶（他船）との最接近距離を十分に大きなものとして航行安全性を確保する観点からとるべき針路角度等を操船者に容易に判断させることができる。

【0028】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、第2船舶の位置から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第1船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段とを備え、画像制御手段が第1関数認識手段により認識された第1関数を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度の範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

20

【0029】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、第2船舶の位置から、第1船舶に対する第2船舶の相対ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域に含まれるような第1船舶の針路角度の範囲、すなわち、両船舶が衝突する可能性が高いと予測される第1船舶の針路角度の範囲を、第1関数の表示角度範囲として操船者に認識させることができる。これにより、第1船舶と第2船舶との衝突防止のためにとるべき針路角度を操船者に認識させることができる。

30

【0030】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、近傍領域認識手段により認識された近傍領域の、第1船舶の位置を基準としたサイズを第1船舶の針路角度の第2関数として認識する第2関数認識手段とを備え、画像制御手段が第2関数認識手段により認識された第2関数を前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

40

【0031】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、画像表示装置に表示される「第2関数」を通じて、第1船舶の位置を基準とした近傍領域のサイズが第1船舶の針路角度によってどのように変化するかを操船者に認識させることができる。

【0032】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、第2船舶の位置から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第1船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段を備え、画像

50



制御手段が第2関数認識手段により認識された第2関数を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度の範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0033】

本発明の船舶用航行支援装置によれば、第2船舶の位置から、第1船舶に対する第2船舶の相対ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域に含まれるような第1船舶の針路角度の範囲、すなわち、両船舶が衝突する可能性が高いと予測される第1船舶の針路角度の範囲を、第2関数の表示角度範囲として操船者に認識させることができる。これにより、第1船舶と第2船舶との衝突防止のためにとるべき針路角度を操船者に認識させることができる。

【0034】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の最接近距離を第1船舶の針路角度の第1関数として認識する第1関数認識手段と、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、近傍領域認識手段により認識された近傍領域の第1船舶の位置を基準とするサイズを第1船舶の針路角度の第2関数として認識する第2関数認識手段と、第1関数認識手段により認識された第1関数が、第2関数認識手段により認識された第2関数以下となる第1船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段とを備え、画像制御手段が第1関数認識手段により認識された第1関数、及び第2関数認識手段により認識された第2関数の一方又は両方を、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲にわたり前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0035】

さらに本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の最接近距離を第1船舶の針路角度の第1関数として認識する第1関数認識手段と、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、近傍領域認識手段により認識された近傍領域の第1船舶の位置を基準としたサイズを第1船舶の針路角度の第2関数として認識する第2関数認識手段と、第1関数認識手段により認識された第1関数が、第2関数認識手段により認識された第2関数以下となる第1船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段と、第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置を基準とし、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲に応じて広がる領域を副危険領域として認識する副危険領域認識手段とを備え、副危険領域認識手段により認識された副危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を線状アイコンとして前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0036】

また、本発明の船舶用航行支援装置は、航行情報認識手段により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1船舶の位置を基準とし、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がっている領域を近傍領域として認識する近傍領域認識手段と、第2船舶の位置から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトルの方向に延びる線分が近傍領域認識手段により認識された近傍領域に含まれるような第1船舶の針路角度の範囲を認識する針路角度範囲認識手段と、第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置を基準とし、針路角度範囲認識手段により認識された針路角度範囲に応じて広がる領域を副危険領域として認識する副危険領域認識手段とを備え、副危険領域認識手段により認識された副危険領域の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を線状アイコンとして前記画像表示装置に表示させることを特徴とする。

【0037】

10

20

30

40

50

本発明の船舶用航行支援装置によれば、画像表示装置に表示される「副危険領域」を表す線状アイコンを通じて、副危険領域の航行回避による安全確保のための第1船舶の針路変更の要否、さらには必要であればその針路変更量を第1船舶の操船者に認識させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

本発明の船舶用航行支援装置の実施形態について図面を用いて説明する。

【0039】

図1は本発明の一実施形態における船舶用航行支援装置の構成説明図であり、図2～図16は本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図であり、図17は従来技術の説明図である。

10

【0040】

本発明の船舶用航行支援装置の構成について図1を用いて説明する。

【0041】

図1に示す船舶用航行支援装置100は、第1船舶（自船）及び第2船舶（他船）の衝突を回避すべく、第1船舶に搭載されている。船舶用航行支援装置100は、航行情報認識ユニット110と、近傍領域認識ユニット120と、危険領域認識ユニット130と、衝突判断ユニット140と、衝突係数認識ユニット150と、画像制御ユニット160と、モニタ（画像表示装置）170とを備えている。各ユニットは、ハードウェアとしてのCPU、ROM、RAM、その他回路により構成されている。また、各ユニットの機能はソフトウェア（プログラム）により付与されている。

20

【0042】

航行情報認識ユニット110は、第1船舶の長さ（以下「第1長さ」という。） $L_1$ 、位置（以下「第1位置」という。） $p_1$ 及び速度（以下「第1速度」という。） $v_1^*$ （ $= (v_{1x}, v_{1y})$ ）を含む「第1航行情報」を認識する（「 $*$ 」はベクトルを表す）。また航行情報認識ユニット110は、第2船舶の長さ（以下「第2長さ」という。） $L_2$ 、位置（以下「第2位置」という。） $p_2^*$ 及び速度（以下「第2速度」という。） $v_2^*$ （ $= (v_{2x}, v_{2y})$ ）を含む「第2航行情報」を認識する。

【0043】

近傍領域認識ユニット120は、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1位置 $p_1$ を基準として後述のように偏向して広がる領域を「第1近傍領域 $A_1$ 」及び「第2近傍領域 $A_2$ 」として認識する。

30

【0044】

危険領域認識ユニット130は、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき、両船舶の最接近時点における第2位置 $p_2$ を基準として広がる領域を「危険領域」として認識する。

【0045】

衝突判断ユニット140は、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の「衝突可能性の有無」を認識する。

【0046】

衝突係数認識ユニット150は、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき、現時点及び両船舶の最接近時点のそれぞれにおける第1及び第2船舶の衝突可能性の高低を表す第1衝突係数 $g_1$ 及び第2衝突係数 $g_2$ を認識する。

40

【0047】

画像制御ユニット160は、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報や、危険領域認識ユニット130により認識された危険領域に応じた画像等、第1船舶の操船者の判断の助けとなるような種々の画像をモニタ170に表示させる。

【0048】

前記構成の船舶用航行支援装置100の機能について図2～図11を用いて説明する。

【0049】

50

航行情報認識ユニット110が「航行情報認識」を実行する(S110)。具体的には、航行情報認識ユニット110が第1長さ $L_1$ を記憶装置(図示略)から読み取るとともに、GPS等の利用によって第1位置 $p_1$ 及び第1速度 $v_1^*$ を測定することで、第1長さ $L_1$ 、第1位置 $p_1$ 及び第1速度 $v_1^*$ を含む「第1航行情報」を認識する。また、航行情報認識ユニット110が、第1長さ $L_2$ を記憶装置(図示略)から読み取るとともに、レーダー、AIS等によって第2位置 $p_2$ 及び第2速度 $v_2^*$ を測定することで、第2長さ $L_2$ 、第2位置 $p_2$ 及び第2速度 $v_2^*$ を含む「第2航行情報」を認識する。

【0050】

また、近傍領域認識ユニット120が、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき「第1近傍領域 $A_1$ 」及び「第2近傍領域 $A_2$ 」を認識する「近傍領域認識処理」を実行する(S120)。

10

【0051】

「第1近傍領域 $A_1$ 」は第1位置 $p_1$ を基準として、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がる領域である。「第2近傍領域 $A_2$ 」は第1近傍領域 $A_1$ を包含するとともに、第1近傍領域 $A_1$ と同様に第1位置 $p_1$ を基準として、第1及び第2船舶の衝突可能性の高低に応じて偏向して広がる領域である。

【0052】

まず、近傍領域認識ユニット120による第1近傍領域 $A_1$ の認識処理の実行手順について図3及び図4を用いて説明する。図3(a)に示されているように、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ を含む直線がX軸とされた上で、第1位置 $p_1$ においてX軸と直交する直線がY軸とされる。すなわち、第1位置 $p_1$ はX-Y平面の原点となる。第2位置 $p_2$ のX座標は正の値とされる。

20

【0053】

さらに、図3(b)に示されているように、第1近傍領域 $A_1$ の境界を特定するX軸上の正負の境界点 $p_{x1+} = (X_{1+} (> 0), 0)$ 及び $p_{x1-} = (-X_{1-} (< 0), 0)$ と、Y軸上の正負の境界点 $p_{y1+} = (0, Y_{1+} (> 0))$ 及び $p_{y1-} = (0, -Y_{1-} (< 0))$ とが認識される。

【0054】

第1近傍領域 $A_1$ の境界点の認識に際して、第1位置 $x_1$ から第1速度 $v_1^*$ の方向に伸びる長さ $v_1 = |v_1^*|$ の線分を直径とする円 $c_1$ と、第2位置 $x_2$ から第2速度 $v_2^*$ の方向に伸びる長さ $v_2 = |v_2^*|$ の線分を直径とする円 $c_2$ との配置が考慮される。

30

【0055】

具体的には、X軸上の正の境界点 $p_{x1+}$ が設定される際、図4(a)に示されているように、第1位置 $p_1$ が原点(0, 0)に位置し、且つ、第2位置 $p_2$ が+X軸上に位置するように円 $c_1$ 及び円 $c_2$ が配置される。X軸上の負の境界点 $p_{x1-}$ が設定される際、図4(b)に示されているように、第1位置 $p_1$ が原点(0, 0)に位置し、且つ、第2位置 $p_2$ が-X軸上に位置するように円 $c_1$ 及び円 $c_2$ が配置される。Y軸上の正の境界点 $p_{y1+}$ が設定される際、図4(c)に示されているように、第1位置 $p_1$ が原点(0, 0)に位置し、且つ、第2位置 $p_2$ が+Y軸上に位置するように円 $c_1$ 及び円 $c_2$ が配置される。Y軸上の負の境界点 $p_{y1-}$ が設定される際、図4(d)に示されているように、第1位置 $p_1$ が原点(0, 0)に位置し、且つ、第2位置 $p_2$ が-Y軸上に位置するように円 $c_1$ 及び円 $c_2$ が配置される。

40

【0056】

また、これら区点の設定に際して、円 $c_1$ の直径を基準として第1位置 $p_1$ から第2位置 $p_2$ を見る場合の仰角 $\theta_1$ と、円 $c_2$ の直径を基準として第2位置 $p_2$ から第1位置 $p_1$ を見る場合の仰角 $\theta_2$ とが考慮される。

【0057】

さらに、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の連結線(図4(a)~図4(d)破線参照)が、円 $c_1$ 及び円 $c_2$ のそれぞれの内側に存在するか否かが判断される。

50

## 【0058】

そして、第1位置 $p_1$ (X-Y平面の原点)から第1近傍領域 $A_1$ のX軸上の正の境界点 $p_{x1+}$ 及び負の境界点 $p_{x1-}$ のそれぞれまでの距離 $X_{1+}$ 及び $X_{1-}$ は、次式(1)に従って認識される。

## 【0059】

$$X_{1+}, X_{1-} = C_{x1} \cdot D(L, v) \quad \dots (1)$$

ここで、 $C_{x1}$ は係数である。また、関数 $D$ 、その変数 $L$ 及び $v$ はそれぞれ次式(2)~(4)のように定義される。

## 【0060】

$$D(L, v) = L \cdot v \cdot e^{\exp(-LnL + Ln v)} \quad \dots (2)$$

式(2)において、係数 $\quad, \quad, \quad$ は、例えば、それぞれ1.25, 0.35, 0.008と設定される。

## 【0061】

$$L = \{ (L_1^2 + L_2^2) / 2 \}^{1/2} \quad \dots (3)$$

$$v = \frac{v_1 \cdot v_2 \cdot \cos \theta_1 + v_2 \cdot v_2 \cdot \cos \theta_2}{\max(v_1, v_2, v_r (= |v_2^* - v_1^*|))} \quad \dots (4)$$

( $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の一方又は両方が1であるとき)

( $\theta_1$ 及び $\theta_2$ の両方が0であるとき)

式(4)において、係数 $\quad$ は例えば「0.08」に設定される。

## 【0062】

また、 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ は、それぞれ第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の連結線(破線)が円 $c_1$ 及び円 $c_2$ のそれぞれの内側にあるか、又は外側にあるかに応じて次式(5)及び(6)に示されているように定義される。

## 【0063】

$$\theta_1 = \begin{cases} 1 & (\text{連結線が円 } c_1 \text{ の内側にあるとき}) \\ 0 & (\text{連結線が円 } c_1 \text{ の内側にないとき}) \end{cases} \quad \dots (5)$$

$$\theta_2 = \begin{cases} 1 & (\text{連結線が円 } c_2 \text{ の内側にあるとき}) \\ 0 & (\text{連結線が円 } c_2 \text{ の内側にないとき}) \end{cases} \quad \dots (6)$$

図4(a)に示されている例では、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の連結線(破線)が円 $c_1$ 内側に存在するとともに、円 $c_2$ の内側に存在しているので、上式(5)及び(6)に従って関数 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ はともに1となる。従って、第1位置 $p_1$ から第1近傍領域 $A_1$ のX軸上の正の境界点 $p_{x1+}$ までの距離 $X_{1+}$ は、次式(7)に従って認識される。

## 【0064】

$$X_{1+} = C_{x1} \cdot L \cdot (v_1 \cdot \cos \theta_1 + v_2 \cdot \cos \theta_2) \cdot e \quad \dots (7)$$

また、図4(b)に示されている例では、連結線(破線)が円 $c_1$ の外側に存在するとともに、円 $c_2$ の外側に存在しているので、上式(5)及び(6)に従って関数 $\theta_1$ 及び $\theta_2$ はともに0となる。従って、第1位置 $p_1$ から第1近傍領域 $A_1$ のX軸上の負の境界点 $p_{x1-}$ までの距離 $X_{1-}$ は、次式(8)に従って認識される。

## 【0065】

$$X_{1-} = C_{x1} \cdot L \cdot \{ \max(v_1, v_2, v_r) \} \cdot e \quad \dots (8)$$

また、第1位置 $p_1$ (X-Y平面の原点)から第1近傍領域 $A_1$ のY軸上の正の境界点 $p_{y1+}$ 及び負の境界点 $p_{y1-}$ のそれぞれまでの距離 $Y_{1+}$ 及び $Y_{1-}$ は、次式(9)に従って認識される。

## 【0066】

$$Y_{1+}, Y_{1-} = C_{y1} \cdot D(L, v) \quad \dots (9)$$

ここで、係数 $C_{y1}$ は係数 $C_{x1}$ の0.6倍等、係数 $C_{x1}$ よりも小さく設定されている。また、関数 $D$ 、その変数 $L$ 及び $v$ はそれぞれ式(2)~(6)に従って定義される。

## 【0067】

10

20

30

40

50

図4(c)に示されている例では、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の連結線(破線)が円 $c_1$ の内側にある一方、円 $c_2$ の外側に存在しているため、上式(5)及び(6)に従って関数 $f_1$ は1、関数 $f_2$ は0となる。従って、第1位置 $p_1$ から第1近傍領域 $A_1$ のY軸上の正の境界点 $p_{y1+}$ までの距離 $Y_{1+}$ は、次式(10)に従って認識される。

【0068】

$$Y_{1+} = C_{y1} \cdot L \cdot (v_1 \cdot \cos \theta_1) \cdot e^{-\dots} \quad (10)$$

また、図4(d)に示されている例では、連結線(破線)が円 $c_1$ の外側にある一方、円 $c_2$ の内側に存在しているため、上式(5)及び(6)に従って関数 $f_1$ は0、関数 $f_2$ は1となる。従って、第1位置 $p_1$ から第1近傍領域 $A_1$ のY軸上の負の境界点 $p_{y1-}$ までの距離 $Y_{1-}$ は、次式(11)に従って認識される。

【0069】

$$Y_{1-} = C_{y1} \cdot L \cdot (v_2 \cdot \cos \theta_2) \cdot e^{-\dots} \quad (11)$$

こうして、各境界点が設定された後(図3(b)参照)、図3(c)に示されているように各境界点を滑らかにつなぐ曲線により囲まれる領域が第1近傍領域 $A_1$ として設定される。第1近傍領域 $A_1$ は、第1位置 $p_1$ を基準として+X方向に偏向して広がっているが、これは現時点での第1速度ベクトル $v_1^*$ 及び第2速度ベクトル $v_2^*$ に鑑みて、+X方向に第2位置 $p_2$ がある場合に両船舶の衝突可能性が高いからである。このように第1近傍領域 $A_1$ は、両船舶の衝突可能性の高低に応じて第1位置 $p_1$ を基準として偏向して広がっている。

【0070】

次に、近傍領域認識ユニット120による第2近傍領域 $A_2$ の認識処理の実行手順について図5を用いて説明する。第2近傍領域 $A_2$ は、式(1)において係数 $C_{x1}$ をこれより大きい係数 $C_{x2}$ に置き換え、式(9)において係数 $C_{y1}$ をこれより大きい係数 $C_{y2}$ に置き換えるほかは、第1近傍領域 $A_1$ と同様の手順に従って認識される。

【0071】

すなわち、図5(a)に示されているように、第2近傍領域 $A_2$ のX軸上の正の境界点 $p_{x2+} (= (X_{2+} (> X_{1+} > 0), 0))$ 及び負の境界点 $p_{x2-} (= (-X_{2-} (< -X_{1-} < 0), 0))$ と、Y軸上の正の境界点 $p_{y2+} (= (0, Y_{2+} (> Y_{1+} > 0))$ 及び負の境界点 $p_{y2-} (= (0, -Y_{2-} (< -Y_{1-} < 0))$ とが設定される。その上で、図5(b)に示されているように、各境界点を滑らかに接続する曲線により囲まれた領域が第2近傍領域 $A_2$ として認識される。第2近傍領域 $A_2$ も、第1近傍領域 $A_1$ と同様に第1位置 $p_1$ を基準として+X方向に偏向して広がっているが、これは現時点での第1速度ベクトル $v_1^*$ 及び第2速度ベクトル $v_2^*$ に鑑みて、+X方向に第2位置 $p_2$ がある場合に両船舶の衝突可能性が高いからである。このように第2近傍領域 $A_2$ は、両船舶の衝突可能性の高低に応じて第1位置 $p_1$ を基準として偏向して広がっている。

【0072】

また、危険領域認識ユニット130が、第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の最接近時点における第2位置 $p_2$ を基準として広がる「危険領域」を認識する「危険領域認識処理」を実行する(S130)。

【0073】

危険領域認識ユニット130による危険領域認識処理の実行手順について図6を用いて説明する。図6(a)に示されているように、第1位置 $p_1$ を原点とし、第1速度ベクトル $v_1^*$ を+y軸上に含むx-y平面において、第2位置 $p_2$ から、第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトル $v_r^* (= v_2^* - v_1^*)$ の方向に延びる線分に対し、第1位置 $p_1$ から下ろされた垂線の足の位置 $q_1$ が第1船舶に対する第2船舶の「相対的な最接近位置」として認識される。

【0074】

また、図6(b)に示されているように、第2位置 $p_2$ から第2速度ベクトル $v_2^*$ の方向に延びる線分上で、x座標が相対的な最接近位置 $q_1$ のx座標に一致する位置 $q_2$ が

10

20

30

40

50

「第1及び第2船舶の最接近時点における第2位置 $p_2$ 」(又は第1船舶に対する第2船舶の「絶対的な最接近位置」として認識される。

【0075】

さらに、図6(c)に示されているように、近傍領域認識ユニット120により認識された第1近傍領域 $A_1$ の第1及び第4象限にある部分の幅 $w_+$ 及び第2及び第3象限にある部分の幅 $w_-$ がそれぞれ認識される。そして、先に認識された絶対的な最接近位置 $q_2$ を基準として、 $-x$ 方向に $w_+$ だけ伸びるとともに、 $+x$ 方向に $w_-$ だけ伸びた線分(領域)が危険領域 $Z$ として認識される。

【0076】

さらに、衝突判断ユニット140が、第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の衝突可能性の有無を認識する「衝突判断処理」を実行する(S140)。

10

【0077】

衝突判断ユニット140による衝突判断処理の実行手順について図7を用いて説明する。図7(a)に示されているように、第1位置 $p_1$ を原点とし、第1速度ベクトル $v_1^*$ を $+y$ 方向とする $x-y$ 平面において、近傍領域認識ユニット120により認識された第1近傍領域 $A_1$ の第1及び第2象限にある部分の $y$ 方向の長さ $h$ が認識される。さらに、第1位置 $p_1$ から $+y$ 方向に伸びる長さ $h$ の線分が基準領域 $Z_0$ として認識される。そして、第1位置 $p_1$ から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトル $v_r^*$ ( $=v_2^*-v_1^*$ )の方向に延びる線分が、基準領域 $Z_0$ と交わるか否かに応じて、第1及び第2船舶の衝突可能性の有無が判定される。

20

【0078】

図7(b)に示されているように相対速度ベクトル $v_r^*$ の延長線が基準領域 $Z_0$ に交わる場合、第1及び第2船舶の衝突可能性があると判定される。一方、図7(c)に示されているように相対速度ベクトル $v_r^*$ の延長線が基準領域 $Z_0$ に交わらない場合、第1及び第2船舶の衝突可能性がないと判定される。

【0079】

また、衝突係数認識ユニット150が、第1及び第2航行情報に基づき、現時点における第1及び第2船舶の衝突可能性を表す第1衝突係数 $g_1$ を認識するとともに、第1及び第2船舶の最接近時点における第2衝突係数 $g_2$ を認識する「衝突係数認識処理」を実行する(S150)。

30

【0080】

衝突係数認識ユニット150による衝突係数認識処理の実行手順について図8を用いて説明する。第1衝突係数 $g_1$ の認識に際して、図8(a)に示されているように、現時点における第1位置 $p_1$ から第2位置 $p_2$ に向かって伸びる線分と第1近傍領域 $A_1$ 及び第2近傍領域 $A_2$ の境界との交点が認識される。また、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の距離 $d$ と、第1位置 $p_1$ と第1近傍領域 $A_1$ の境界交点との距離 $d_1$ と、第1位置 $p_1$ と第2近傍領域 $A_2$ の境界交点との距離 $d_2$ とが認識される。そして、次式(12)に従って第1衝突係数 $g_1$ が認識される。

【0081】

$$\begin{aligned} g_1 &= 1 - \frac{d - d_1}{d_2 - d_1} \quad (12) \\ &= \frac{d_2 - d}{d_2 - d_1} \quad (12) \\ &= 0 \quad \text{--- (12)} \end{aligned}$$

40

第2衝突係数 $g_2$ の認識に際して、図8(b)に示されているように、最接近時点における第1位置 $p_1$ から第2位置 $p_2$ (図6(a)の位置 $q_1$ )に向かって伸びる線分と第1近傍領域 $A_1$ 及び第2近傍領域 $A_2$ の境界との交点が認識される。また、第1位置 $p_1$ 及び第2位置 $p_2$ の距離 $d_{min}$ と、第1位置 $p_1$ と第1近傍領域 $A_1$ の境界交点との距離 $d_1$ と、第1位置 $p_1$ と第2近傍領域 $A_2$ の境界交点との距離 $d_2$ とが認識される。そして、次式(13)に従って第2衝突係数 $g_2$ が認識される。

【0082】

$$g_2 = 1 - \frac{d_{min} - d_1}{d_2 - d_1}$$

50

$$= (d_2 - d_{min}) / (d_2 - d_1) \cdot (d_1 - d_{min} - d_2) / (d_2 - d_{min}) \cdot \dots (13)$$

$$= 0$$

そして画像制御ユニット160が「画像制御処理」を実行する(S160)。これにより、図9に示されているように、第1位置 $p_1$ 及び第1速度 $v_1^*$ が、第1ベクトル $a_1$ の始点位置、向き及び長さによって表現されている画像がモニタ170に表示される。また、図9に示されているように、第2位置 $p_2$ 及び第2速度 $v_2^*$ が、第2ベクトル $a_2$ の始点位置、向き及び長さによって表現されている画像がモニタ170に表示される。図9に示されている例では、第1ベクトル $a_1$ の始点位置がモニタ170の中心にあり、第1ベクトル $a_1$ が上向きとされている。モニタ170には、図9に示されているように、第1位置 $p_1$ を基準とする等距離線が、所定間隔ごとに表示される。

10

## 【0083】

また、図9に示すように、危険領域認識ユニット130により認識された危険領域Z(図6(c)参照)を表す線状のアイコンbがモニタ170に表示される。アイコンbの位置及び幅は、危険領域認識ユニット130によって認識された危険領域Zの位置及び幅(広狭)に対応している。また、危険領域Zのうち、衝突判断ユニット140により第1船舶との衝突可能性があると判断された第2船舶に対応する危険領域Zを表すアイコンbのみがモニタ170に表示される。さらに、アイコンbにはその幅に応じたスケールが付されている。

## 【0084】

さらに、衝突係数認識ユニット150により認識された第1衝突係数及び第2衝突係数の一方又は両方に応じて、第2ベクトル $a_2$ 及びアイコンbの一方又は両方のデザインが変化させられる。具体的には、第2衝突係数 $g_2$ が「50」等の第1度数未満の場合、第2船舶に対応する第2ベクトル $a_2$ 及びアイコンbに「緑色」が付された画像がモニタ170に表示される。また、第2衝突係数 $g_2$ が第1度数以上で且つ「80」等の第2度数未満の場合、第2船舶に対応する第2ベクトル $a_2$ 及びアイコンbに「黄色」が付された画像をモニタ170に表示される。さらに、第2衝突係数 $g_2$ が第2度数以上の場合、第2船舶に対応する第2ベクトル $a_2$ 及びアイコンbに「赤色」が付された画像がモニタ170に表示される。

20

## 【0085】

なお、第1衝突係数 $g_1$ の高低に応じて、第2ベクトル $a_2$ 及びアイコンbの一方又は両方に付される色彩等、それぞれのデザインが変更されてもよい。

30

## 【0086】

前記一連の処理(図2参照)が逐次実行され、図10(a)~図10(e)に示されているような第1船舶の航路変更等に伴い、図11に示されているように、時刻 $t_i$ ( $i = 0, 1, 2, 3$ )においてモニタ170に表示される第2ベクトル $a_2(t_i)$ 及びアイコンb( $t_i$ )の位置等が徐々に変化する。

## 【0087】

第1船舶の針路は、図10(a)に示されているように、 $t_0$ から $t_1$ までは約 $188^\circ$ に維持され、 $t_1$ から $t_2$ にかけて $188^\circ$ から $201^\circ$ に徐々に変更され、 $t_2$ から $t_3$ まで約 $201^\circ$ に維持され、 $t_3$ で $201^\circ$ から $188^\circ$ に戻され、その後 $188^\circ$ に維持されている。

40

## 【0088】

第1及び第2船舶の最接近予測時間Tは、図10(b)に示されているように、時間経過とともに徐々に減少している。

## 【0089】

第1及び第2船舶の最接近距離 $d_{min}$ は、図10(c)に示されているように、 $t_0$ から $t_1$ まで振動しながら略一定のままであり、 $t_1$ から $t_2$ にかけて徐々に増大し、その後略一定のままである。

## 【0090】

衝突係数認識ユニット150により認識された第1衝突係数 $g_1$ は、図10(d)に示

50

されているように、 $t_0$ から後に $t_1$ にかけて徐々に増大し、 $t_1$ から $t_2$ にかけて徐々に減少し、その後 $t_3$ 付近で増大している。

【0091】

衝突係数認識ユニット150により認識された第2衝突係数 $g_2$ は、図10(e)に示されているように、 $t_0$ から $t_1$ までは100のままであり、 $t_1$ から $t_2$ にかけて100から徐々に減少し、その後幅20~40程度で上下変動を繰り返している。

【0092】

図11に示されているような時刻 $t_0$ におけるモニタ170の画像において、アイコン $b(t_0)$ の $y$ 座標が比較的大きいが、これは図10(b)に示されているように、最接近時間 $T$ が時刻 $t_0$ では比較的最長いことに対応している。また、アイコン $b(t_0)$ が第1ベクトル $a_1$ の前方にあるが、これはこのまま第1船舶が直進した場合、第2位置 $p_2$ を基準とする危険領域 $Z$ に至ること、ひいては第1及び第2船舶が衝突する可能性が高いことを表している。さらに、第2ベクトル $a_2(t_0)$ 及びアイコン $b(t_0)$ には「赤色」が付されているが、これは図10(c)に示されているように時刻 $t_0$ では最接近距離 $d_{min}$ が比較的最短いことや、図10(e)に示されているように時刻 $t_0$ では第2衝突係数 $g_2$ が100であり、第2度数(=80)以上であることに対応している。

10

【0093】

また、画像制御ユニット160が、第2速度ベクトル $v_2^*$ の先端から第1船舶に対する最接近時点における第2船舶の位置 $q_2$ に至る線分(図6(b)参照)を、図11に示されているように第2ベクトル $a_2$ の先端からアイコン $b$ に至るまでの線分(破線参照)としてモニタ170に表示させる。

20

【0094】

時刻 $t_1$ におけるモニタ170の画像において、アイコン $b(t_1)$ の $y$ 座標がアイコン $b(t_0)$ の $y$ 座標よりも小さいが、これは、図10(b)に示されているように、最接近時間 $T$ が $t_0$ から $t_1$ にかけて短くなったことに対応している。また、アイコン $b(t_1)$ が第1ベクトル $a_1$ の前方にあるが、これはこのまま第1船舶が直進した場合、第2位置 $p_2$ を基準とする危険領域に至ること、ひいては第1及び第2船舶が衝突する可能性があることを表している。さらに、第2ベクトル $a_2(t_1)$ 及びアイコン $b(t_1)$ には「赤色」が付されているが、これは図10(c)に示されているように時刻 $t_1$ では最接近距離 $d_{min}$ が比較的最短いことや、図10(e)に示されているように時刻 $t_1$ では第2衝突係数 $g_2$ が100であり、第2度数(=80)以上であることに対応している。

30

【0095】

時刻 $t_2$ におけるモニタ170の画像において、第2ベクトル $Z(t_2)$ が第2ベクトル $Z(t_1)$ よりも反時計回りに傾いているが、これは図10(a)に示されているように、第1船舶の針路が $t_1$ から $t_2$ にかけて徐々に変更されたことに対応している。また、アイコン $b(t_2)$ がアイコン $b(t_1)$ よりも左に移動し、第1ベクトル $a_1$ の前方から外れているが、これは第1船舶の針路変更により、第1船舶がその航行方向を維持した場合、危険領域 $Z$ に至らないことを表している。さらに、第2ベクトル $a_2(t_1)$ 及びアイコン $b(t_1)$ に付されていた「赤色」が、その後「黄色」に変化し、第2ベクトル $a_2(t_2)$ 及びアイコン $b(t_2)$ には「緑色」が付されているが、これは第1船舶の針路変更に応じて、図10(e)に示されているように $t_1$ から $t_2$ に至る途中で、第2衝突係数 $g_2$ が徐々に減少し、第2度数(=80)未満になった後、さらに第1度数(=50)未満になったことを表している。

40

【0096】

時刻 $t_3$ におけるモニタ170の画像において、第2ベクトル $a_2(t_3)$ が、第2ベクトル $a_2(t_2)$ よりも時計回りの向きに傾いているが、これは図10(a)に示されているように第1船舶の針路が $t_3$ において変更されたことに対応している。また、アイコン $b(t_3)$ の $y$ 座標がアイコン $b(t_2)$ の $y$ 座標よりも小さいが、これは図10(b)に示されているように、最接近時間 $T$ が、 $t_2$ から $t_3$ までの間に短くなったことに

50



対応している。さらに、アイコン  $b(t_3)$  が  $y$  軸から離反している。これは、このまま第 1 船舶が直進しても、第 2 位置  $p_2$  を基準とする危険領域に至らないことを表している。また、第 2 アイコン  $a_2(t_3)$  及びアイコン  $b(t_3)$  に「緑色」が付されているが、これは図 10 (e) に示されているように時刻  $t_3$  において第 2 衝突係数  $g_2$  が第 1 度数 (= 50) 未満であることを表している。

【0097】

前記機能を発揮する船舶用航行支援装置 100 によれば、モニタ 170 に表示されている第 1 ベクトル  $a_1$  の始点位置、長さ及び向きによって、第 1 船舶 (自船) の位置及び速度を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる (図 9 参照)。また、モニタ 170 に表示されている第 2 ベクトル  $a_2$  の位置、長さ及び向きによって、第 2 船舶 (他船) の位置及び速度を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる (図 9 参照)。

【0098】

さらに、モニタ 170 に表示されているアイコン  $b$  の位置及び  $x$  方向の長さによって、危険領域  $Z$  の位置及び広狭 (図 6 (c) 参照) を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる (図 9 参照)。また、図 11 に示されているアイコン  $b(t_0)$ 、 $b(t_1)$  のように、第 1 ベクトル  $a_1$  の前方にアイコン  $b$  があることによって、第 1 及び第 2 船舶が以後も航行方向を維持した場合、第 1 船舶が危険領域  $Z$  に至ることを操船者にその視覚を通じて認識させることができる。さらに、アイコン  $b$  が第 1 アイコン  $a_1$  の前方からわずかにしか外れていないことによって、第 1 及び第 2 船舶が以後も航行方向を維持したとき、第 1 船舶が危険領域  $Z$  には至らないが、その後の第 1 又は第 2 船舶の航路変更によっては第 1 船舶が危険領域  $Z$  に至る可能性が高いことを操船者にその視覚を通じて認識させることができる。一方、図 11 に示されているアイコン  $b(t_2)$ 、 $b(t_3)$  のように、第 1 ベクトル  $a_1$  の前方からアイコン  $b$  が大きく外れていることによって、第 1 船舶及び第 2 船舶が以後も航行方向を略一定に維持したとき、第 1 船舶が危険領域  $Z$  に至る可能性が低いことを、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。

【0099】

また、アイコン  $b$  にその幅に応じたスケール (目盛) が付されているので (図 9 参照)、危険領域  $Z$  の幅や、第 1 船舶 (自船) と絶対的な最接近位置  $p_2$  (又は相対的な最接近位置  $p_1$ ) との距離を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。

【0100】

また、モニタ 170 に表示されているアイコン  $b$  の  $y$  座標によって、第 1 及び第 2 船舶の最接近時間  $T$  の長短を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる (図 9 参照)。図 5 に示されているアイコン  $b(t_0)$  のようにアイコン  $b$  の  $y$  座標が大きい場合、第 1 及び第 2 船舶が最接近すると予測される時点がまだ先であり、必要に応じて第 1 船舶の航路を変更する時間的余裕が十分であることを操船者に認識させることができる (図 10 (b) 参照)。一方、図 11 に示されているアイコン  $b(t_1)$  のようにアイコン  $b$  の  $y$  座標が小さい場合、第 1 及び第 2 船舶が最接近すると予測される時点がまもなくであり、第 2 船舶との衝突可能性が高い場合、第 1 船舶の航路を迅速に変更する必要性が高いことを操船者に認識させることができる (図 10 (b) 参照)。

【0101】

さらに、モニタ 170 に表示された第 2 ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  の両方の色彩 (デザイン) の相違によって、第 1 船舶と、第 2 ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  に対応する第 2 船舶との衝突可能性の高低を、操船者にその視覚を通じて認識させることができる。具体的には、図 11 に示されている第 2 ベクトル  $a_1(t_0)$ 、 $a_1(t_1)$  及びアイコン  $b(t_0)$ 、 $b(t_1)$  のように、第 2 ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  に「赤色」が付されていることによって、第 2 衝突係数  $g_2$  が第 2 度数 (= 80) 以上であることを操船者に認識させることができる (図 10 (e) 参照)。また、時刻  $t_1$  及び時刻  $t_2$  の中間時点における第 2 ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  のように、第 2 ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  に「黄色」が付されていることによって、第 2 衝突係数が第 2 度数未満で且つ第 1 度数以上であることを操船者に認識させることができる (図 10 (e) 参照)。さらに、図 11 に示

10

20

30

40

50

されている第2ベクトル  $a_2(t_2)$  ,  $a_2(t_3)$  及びアイコン  $b(t_2)$  ,  $b(t_3)$  )のように、第2ベクトル  $a_2$  及びアイコン  $b$  に「緑色」が付されていることによって、第2衝突係数  $g_2$  が第1度数未満であることを操船者に認識させることができる(図10(e)参照)。これにより、第1船舶と第2船舶との衝突可能性、ひいては第1船舶の航路を変更する必要性の高低を操船者に認識させることができる。

#### 【0102】

また、図9に示されているように、アイコン  $b$  は線状なので、輻輳海域等、複数の第2船舶との衝突可能性が高い危険領域が複数存在する場合でも、図17に示されている従来技術とは異なり、当該アイコン  $c$  によって各危険領域の位置等を操船者に容易に認識させることができる。

#### 【0103】

従って、本発明の船舶用航行支援装置によれば、第2船舶(他船)との衝突回避のために必要な情報を適切な形で第1船舶(自船)の操船者に認識させ、第1船舶(自船)をどのように航行(避航)させるべきかを操船者に容易に判断させることができる。例えば、操船者は、図10(a)に示されているように、時刻  $t_2$  において第1船舶の針路を変更すべきであることを容易に判断することができる。

#### 【0104】

また、衝突判断ユニット140により第1船舶と衝突可能性が高いと認識された第2船舶に対応するアイコン  $b$  のみがモニター170に表示される。すなわち、第1船舶と衝突可能性のない第2船舶に対応するアイコン  $b$  はモニター170に表示されない。このため、第1船舶(自船)及び第2船舶(他船)の衝突回避のために注意すべき危険領域  $Z$  を、操船者に明確に認識させることができる。

#### 【0105】

なお、本発明の他の実施形態として、衝突判断ユニット140により第1及び第2船舶の衝突可能性が高いと認識された場合(図2S140, 図7(b)参照)、画像制御ユニット160が、図12(a)に示されている相対速度ベクトル  $v_r^*$  ( $=v_2^* - v_1^*$ ) の大きさ及び向きを表す図12(b)に示されているような第2補助ベクトル  $a_2'$  (破線)を、第2ベクトル  $a_2$  に加えて又は代えてモニター170に表示させてもよい。また、この場合、画像制御ユニット160が、図12(a)に示されている相対速度ベクトル  $v_r^*$  の先端から相対的な最接近位置  $v_r^*$  までのびる線分を表す図12(b)に示されているような線分(一点鎖線)をモニター170に表示させてもよい。

#### 【0106】

また、衝突判断ユニット140により第1及び第2船舶の衝突可能性が高いと認識された場合、画像制御ユニット160が、図12(a)に示されている危険領域  $Z$  を第1速度ベクトル  $v_1^*$  の方向についてそのまま相対的な最接近位置  $p_1$  にずらした領域  $Z'$  の幅及び位置を表している図12(b)に示されているような補助アイコン  $b'$  (破線)を、アイコン  $b$  に加えて又は代えてモニター170に表示させてもよい。この場合、画像制御ユニット160が、基準領域  $Z_0$  の端を表すとともに、図12(b)に示されているように  $y$  軸(第1ベクトル  $a_1$  の方向)に交差する線分をモニター170に表示させてもよい。

#### 【0107】

さらに船舶用航行支援装置100が次に説明するような「第1関数認識ユニット」「第2関数認識ユニット」及び「針路角度範囲認識ユニット」を備え、画像制御ユニット160が次に説明するようにこれらユニットにより認識された関数等をモニター170に表示させてもよい。

#### 【0108】

第1関数認識ユニットは、航行情報認識ユニット110により認識された第1及び第2航行情報に基づき、第1及び第2船舶の最接近距離  $d_{min}$  (図8(b)参照)を第1船舶の針路角度  $\theta$  の第1関数  $f_1(\theta)$  として認識する。図13(a)には第1船舶の現時点の針路角度が維持された場合に予測される両船舶の最接近距離  $d_{min}$  が示されている。図13(b)には第1船舶が左に針路変更した場合に予測される両船舶の最接近距離  $d$

10

20

30

40

50

$d_{min}$ が示されている。図13(c)には第1船舶が右に針路変更した場合に予測される両船舶の最接近距離 $d_{min}$ が示されている。ここでは針路角度 $\theta$ は現時点での針路角度を基準として時計回りに $0^\circ \sim +180^\circ$ まで変化し、反時計回りに $0^\circ \sim -180^\circ$ まで変化するものと定義されるが、北方向や現時点での針路角度を基準として時計回りに $0^\circ$ から $+360^\circ$ まで変化するもの等、さまざまに定義されてもよい。

#### 【0109】

第2関数認識ユニットは、図3(a)に示されているように第1位置 $p_1$ から第2位置 $p_2$ に向かう方向を $+X$ 方向とした場合の $+Y$ 方向及び $-Y$ 方向について、第1近傍領域 $A_1$ (図3(c)参照)の境界までの距離 $Y_{1+}$ 及び $Y_{1-}$ (式(9)参照)の平均値(回避離隔距離)を第1船舶の針路角度 $\theta$ の第2関数 $f_2(\theta)$ として認識する。図13(a)、図13(b)及び図13(c)には、現時点、第1船舶が左に針路変更した場合及び第1船舶が右に針路変更した場合の当該距離 $Y_{1+}$ 及び $Y_{1-}$ が示されている。

10

#### 【0110】

針路角度範囲認識ユニットは、第2位置 $p_2$ から第1船舶に対する第2船舶の相対速度ベクトル $v_{r^*} (= v_2^* - v_1^*)$ の方向に延びる線分が近傍領域認識ユニット120により認識された第1近傍領域 $A_1$ に含まれるような第1船舶の針路角度 $\theta$ の範囲を認識する。例えば図13(a)に示されている状態から第1船舶が左右に針路を変更し、図13(b)及び図13(c)にそれぞれ示されているように針路角度 $\theta$ が $\theta_L (< 0)$ 、 $\theta_R (> 0)$ となるまで、第2位置 $p_2$ から延びる当該線分が第1近傍領域 $A_1$ に含まれている場合、針路角度範囲認識ユニットは第1船舶の針路角度 $\theta$ の範囲 $[\theta_L, \theta_R]$ ( $\theta_L < 0 < \theta_R$ )を認識する。

20

#### 【0111】

そして、画像制御ユニット160が第1関数認識ユニットにより認識された第1関数 $f_1(\theta)$ と、第2関数認識ユニットにより認識された第2関数 $f_2(\theta)$ とを、針路角度範囲認識ユニットにより認識された角度範囲にわたりモニタ170に表示させる。例えば図13(a)に示した状態では、図14に示されているような第1関数 $f_1(\theta)$ (実線)及び第2関数 $f_2(\theta)$ (破線)が角度範囲 $[\theta_L, \theta_R]$ にわたりモニタ170に表示される。第1関数 $f_1(\theta)$ は $\theta = \theta_L$ から徐々に減少して $\theta = \theta_0 (< 0)$ で最小値0をとった後、 $\theta = \theta_R$ にかけて徐々に増加している。第2関数 $f_2(\theta)$ は $\theta = \theta_L$ から $\theta = \theta_R$ にかけて徐々に減少している。また、角度範囲 $[\theta_L, \theta_R]$ の下限 $\theta = \theta_L$ 及び上限 $\theta = \theta_R$ においてそれぞれ第1関数 $f_1(\theta)$ の値及び第2関数 $f_2(\theta)$ の値が一致している。

30

#### 【0112】

当該実施形態によれば、モニタ170に表示される第1関数 $f_1(\theta)$ を通じて、第1及び第2船舶の最接近距離 $d_{min}$ が第1船舶の針路角度 $\theta$ によってどのように変化するかを操船者に認識させることができる。これにより、第1船舶(自船)と第2船舶(他船)との最接近距離 $d_{min}$ を十分に大きなものとして航行安全性を確保する観点からとるべき針路角度 $\theta$ 等を操船者に容易に判断させることができる。また、モニタ170に表示される第2関数 $f_2(\theta)$ を通じて、第1位置 $p_1$ を基準とする第1近傍領域 $A_1$ のサイズ( $= (Y_{1+} + Y_{1-}) / 2$ )が第1船舶の針路角度 $\theta$ によってどのように変化するかを認識させることができる。さらに第2位置 $p_2$ から第1船舶に対する第2船舶の相対ベクトル $v_{r^*}$ の方向に延びる線分が第1近傍領域 $A_1$ に含まれるような第1船舶の針路角度 $\theta$ の範囲 $[\theta_L, \theta_R]$ 、すなわち、両船舶が衝突する可能性が高いと予測される第1船舶の針路角度 $\theta$ の範囲を、第1関数 $f_1(\theta)$ 及び第2関数 $f_2(\theta)$ の表示角度範囲として操船者に認識させることができる(図14参照)。これにより、第1船舶と第2船舶との衝突防止のためにとるべき針路角度 $\theta$ を操船者に認識させることができる。例えば、図14に示されているような画像を通じて、第2船舶(他船)との確実な衝突回避のため、第1船舶(自船)の針路を $\theta_R$ より大きい角度だけ右に変更するか又は $|\theta_L|$ より大きい角度だけ左に変更すればよいことを第1船舶の操船者に認識させることができる。

40

#### 【0113】

50

また、複数の第2船舶（他船）のそれぞれの第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  がそれぞれの角度範囲にわたりモニター170に表示されてもよい。例えば図15に示されているようにある第2船舶との第1関数  $f_{11}(\theta)$  及び第1関数  $f_{12}(\theta)$  が角度範囲  $[\theta_{1L}, \theta_{1R}]$  ( $\theta_{1L} < 0 < \theta_{1R}$ ) にわたりモニター170に表示されるとともに、別の第2船舶との第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  が角度範囲  $[\theta_{2L}, \theta_{2R}]$  ( $\theta_{1R} < \theta_{2L}$ ) にわたりモニター170に表示される。一の第2船舶の第1関数  $f_{11}(\theta)$  は  $\theta = \theta_{10}$  において最小値をとり、他の第2船舶の第1関数  $f_{12}(\theta)$  は  $\theta = \theta_{20}$  において最小値をとっている。なお、第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  のそれぞれの最小値は必ずしも0になるとは限らない。この例によれば、第2船舶との確実な衝突回避のため、 $\theta_{1R}$  より  $\theta_{2L}$  より小さい角度だけ第1船舶の針路を右に変更すればよいことを第1船舶の操船者に認識させることができる。

10

【0114】

前記実施形態では針路角度範囲認識ユニットが、第2位置  $p_2$  から相対速度ベクトル  $v_{r^*}$  ( $= v_2^* - v_1^*$ ) の方向に延びる線分が第1近傍領域  $A_1$  に含まれるような針路角度  $\theta$  の範囲を認識したが、第2位置  $p_2$  から相対速度ベクトル  $v_{r^*}$  の方向に延びる線分が第1近傍領域  $A_1$  に含まれているような針路角度範囲を認識することは、第1関数  $f_1(\theta)$  が第2関数  $f_2(\theta)$  以下となるような針路角度範囲を認識することと等価である。そこで、他の実施形態として針路角度範囲認識ユニットが、第1関数  $f_1(\theta)$  が第2関数  $f_2(\theta)$  以下となるような針路角度  $\theta$  の範囲を認識してもよい。

【0115】

20

また、前記実施形態では第2位置  $p_2$  から相対速度ベクトル  $v_{r^*}$  ( $= v_2^* - v_1^*$ ) の方向に延びる線分が、第1近傍領域  $A_1$  に含まれるような針路角度  $\theta$  の範囲が針路角度範囲認識ユニットにより認識されたが、他の実施形態としてこの線分が第2近傍領域  $A_2$  (図5(b)参照) に含まれるような針路角度  $\theta$  の範囲が針路角度範囲認識ユニットにより認識されてもよい。また、第1近傍領域  $A_1$  及び第2近傍領域  $A_2$  に応じた2つの角度範囲がデザインの相違等により相互に識別可能となるように、第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  の一方又は両方がモニター170に表示されてもよい。また、モニター170において第1関数  $f_1(\theta)$  の近傍に、 $\theta_0$  となる角度の最接近時間(図10(b)参照)の数値が表示されてもよい。

【0116】

30

さらに前記実施形態では第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  が針路角度範囲認識ユニットにより認識された角度範囲にわたってモニター170に表示されたが(図14、図15参照)、他の実施形態として第1関数  $f_1(\theta)$  及び第2関数  $f_2(\theta)$  の一方又は両方がこの範囲とは異なる範囲にわたりモニター170に表示されてもよい。モニター170において、図4及び図5に示されているような画像が天地(上下)を逆にして表示されてもよい。

【0117】

また、船舶用航行支援装置100が、第1位置  $p_1$  に対する最接近時点における第2位置  $p_2$  を基準とし、針路角度範囲認識ユニットにより認識された針路角度範囲に応じて広がる領域を「副危険領域」として認識する「副危険領域認識ユニット」を備え、副危険領域認識ユニットにより認識された「副危険領域」の位置及び広がり方が、航行領域を表す平面における線状アイコンの位置及び延び方によって表現されている画像を線状アイコンとしてモニター170に表示させてもよい。

40

【0118】

副危険領域認識ユニットは例えば図16に示されている副危険領域  $Z''$  を認識する。具体的には、副危険領域認識ユニットは針路角度範囲認識ユニットにより認識された針路角度範囲の下限値  $\theta_L$  及び上限値  $\theta_R$  と、第1関数  $f_1(\theta)$  が最小値をとる針路角度  $\theta_0$  と、第1船舶の針路角度  $\theta = \theta_0$  としたときの第1位置  $p_1$  に対する最接近時点における第2位置  $q_2$  のy座標  $H$  とに基づき、次式(14)及び(15)に従って、第2位置  $q_2$  を基準とした副危険領域  $Z''$  の左右への広がり  $w_L$  及び  $w_R$  を決定する。

50

## 【 0 1 1 9 】

$$w_L = H \cdot | \tan( \theta_L - \theta_0 ) | \quad \dots (14)$$

$$w_R = H \cdot | \tan( \theta_R - \theta_0 ) | \quad \dots (15)$$

その上で、副危険領域認識ユニットは図 16 に示されているように第 1 船舶に対する最接近時点における第 2 位置  $q_2$  を基準として左右に  $w_L$ 、 $w_R$  ずつ広がる副危険領域  $Z''$  を認識する。そして、画像制御ユニット 160 が副危険領域  $Z''$  を表す線状アイコンを、危険領域  $Z$  を表す線状アイコン  $b$  (図 9 参照) に加えて又は代えてモニタ 170 に表示させる。

## 【 0 1 2 0 】

当該実施形態によれば、モニタ 170 に表示される副危険領域  $Z''$  を表す線状アイコンを通じて、副危険領域  $Z''$  の航行回避による安全確保のための第 1 船舶の針路変更の要否、さらには必要であればその針路変更量を第 1 船舶の操船者に認識させることができる。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 1 2 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態における船舶用航行支援装置の構成説明図

【 図 2 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 1 )

【 図 3 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 2 )

【 図 4 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 3 )

【 図 5 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 4 )

【 図 6 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 5 )

20

【 図 7 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 6 )

【 図 8 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 7 )

【 図 9 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 8 )

【 図 10 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 9 )

【 図 11 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 10 )

【 図 12 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 11 )

【 図 13 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 12 )

【 図 14 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 13 )

【 図 15 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 14 )

【 図 16 】 本発明の船舶用航行支援装置の機能説明図 ( その 15 )

30

【 図 17 】 従来技術の説明図

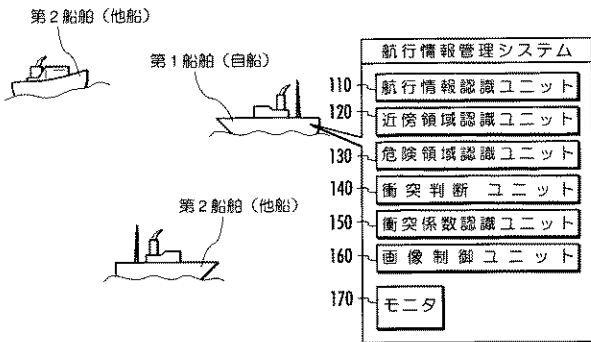
## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 2 2 】

100・・・船舶用航行支援装置、110・・・航行情報認識ユニット、130・・・危険領域認識ユニット、140・・・衝突判断ユニット、150・・・衝突係数認識ユニット、120・・・近傍領域認識ユニット、120・・・近傍領域認識ユニット、160・・・画像制御ユニット、160・・・画像制御ユニット、170・・・モニタ ( 画像表示装置 )

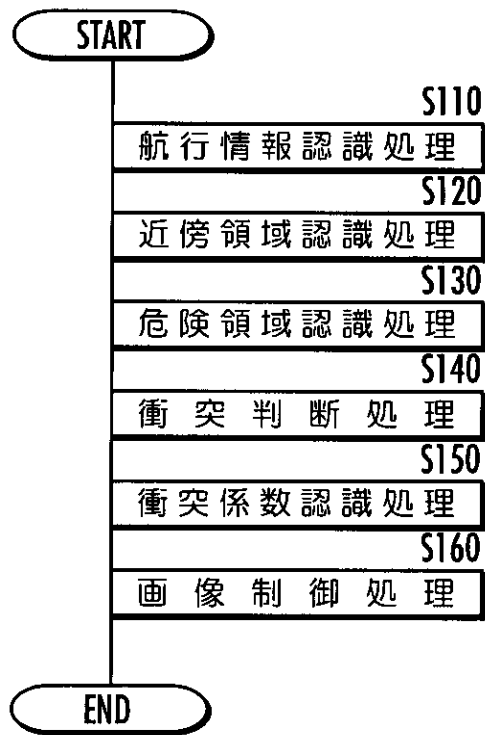
【 図 1 】

FIG.1

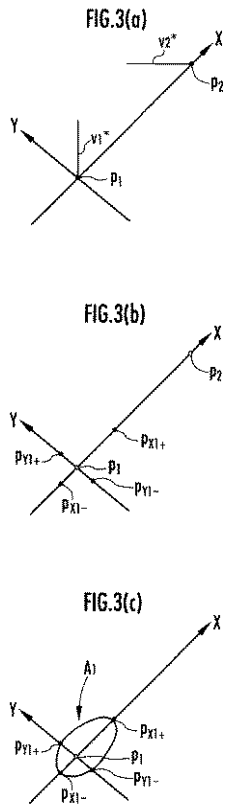


【 図 2 】

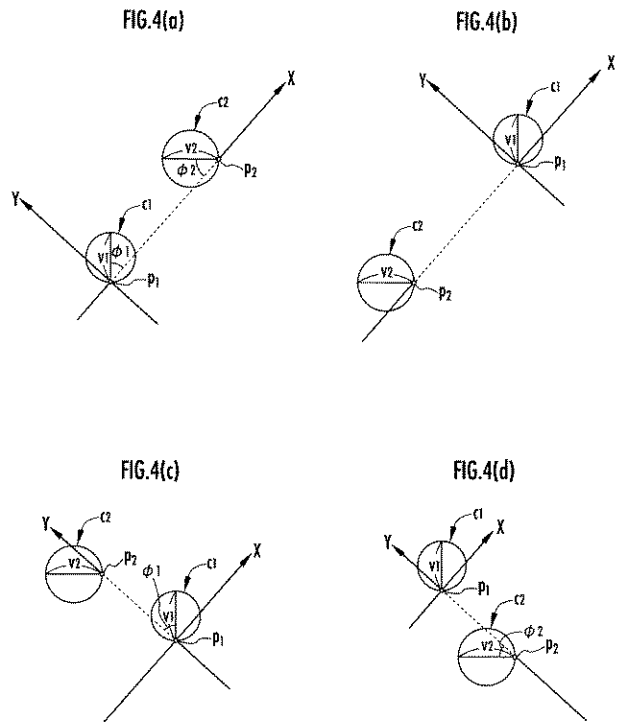
FIG.2



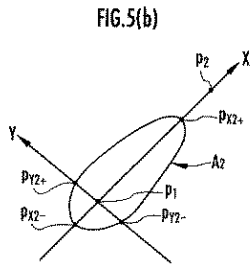
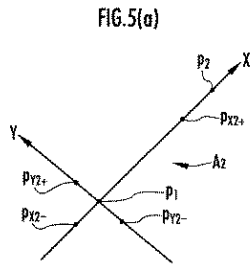
【 図 3 】



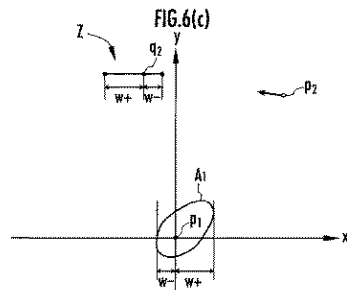
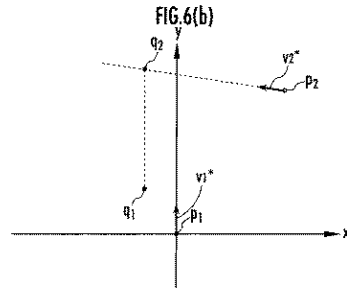
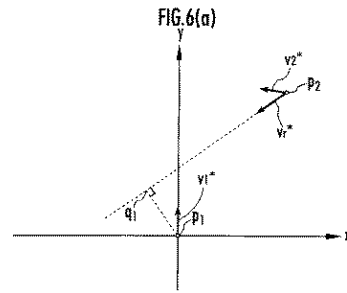
【 図 4 】



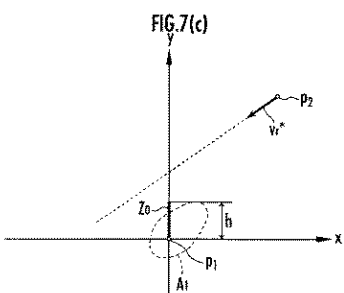
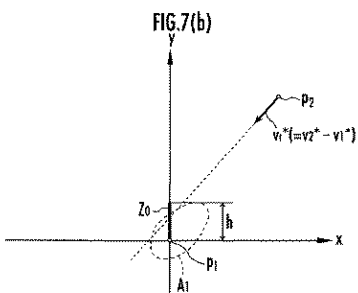
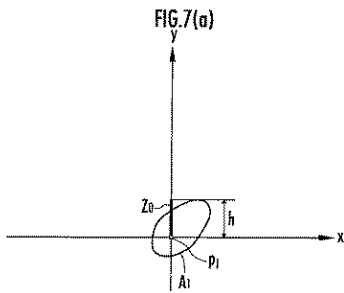
【 図 5 】



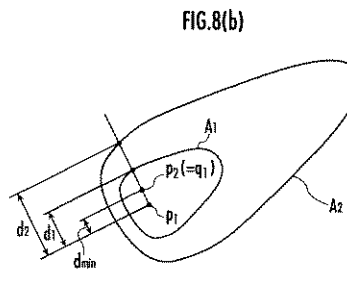
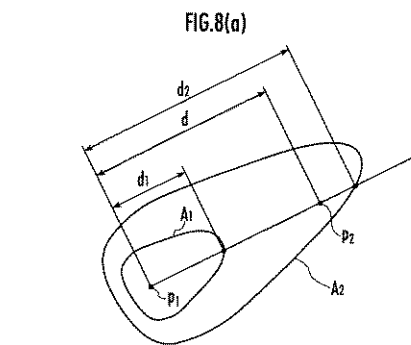
【 図 6 】



【 図 7 】

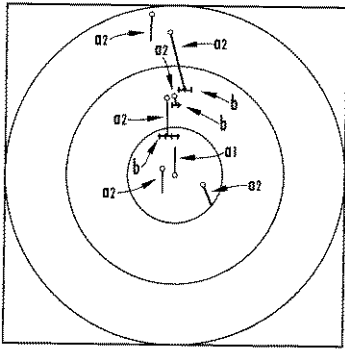


【 図 8 】

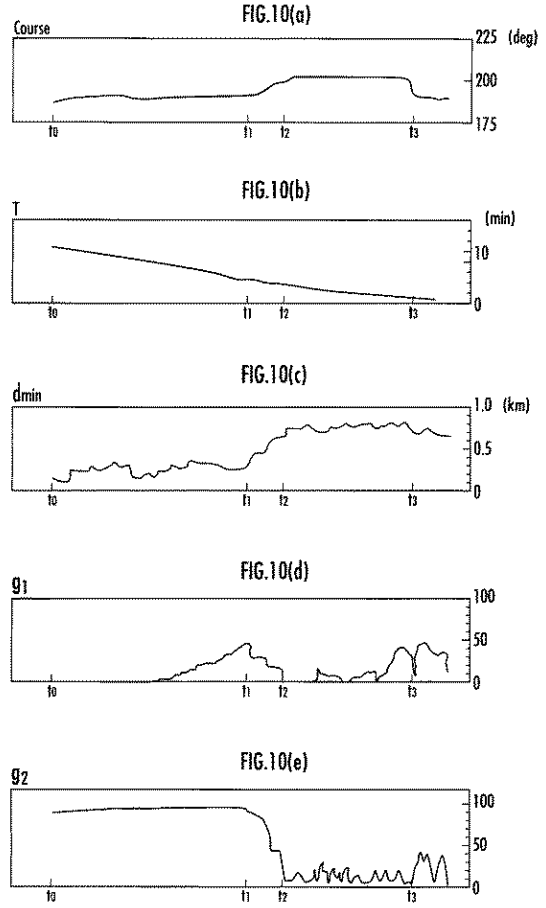


【 図 9 】

FIG.9

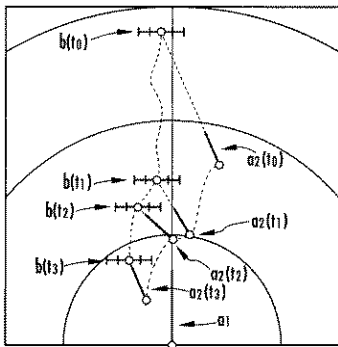


【 図 10 】

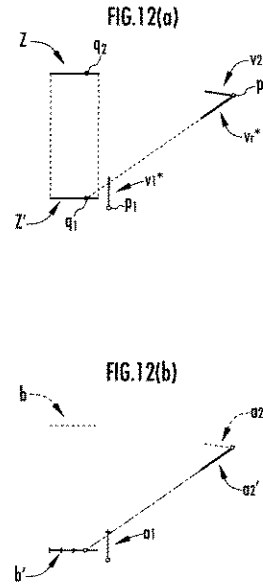


【 図 11 】

FIG.11

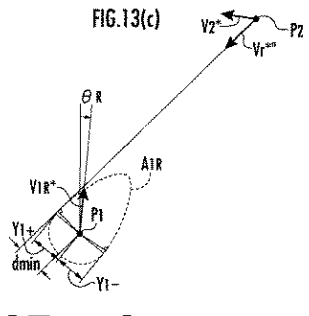
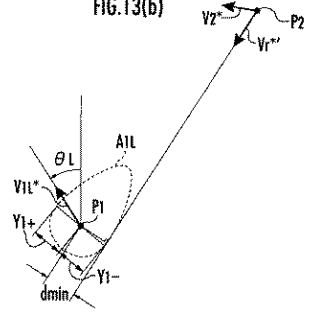
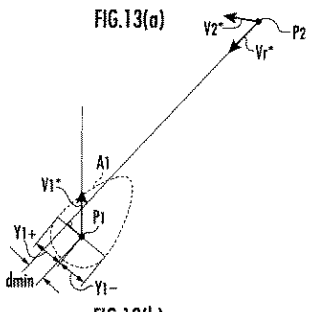


【 図 12 】

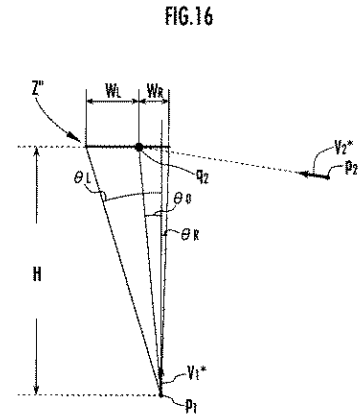




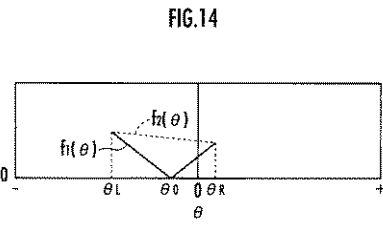
【 図 1 3 】



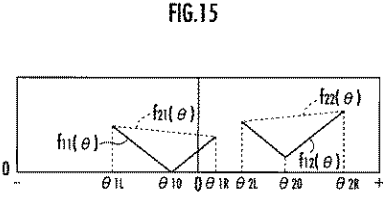
【 図 1 6 】



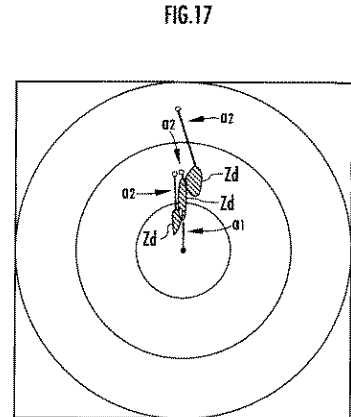
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 福戸 淳司

神奈川県津久井郡相模湖町寸沢嵐 9 8 9 - 1 2

(72)発明者 田中 邦彦

東京都立川市若葉町 1 - 3 - 1 ライオンズヴィアーレ立川 8 0 3

(72)発明者 岡崎 忠胤

東京都杉並区西荻北 4 - 2 - 1 3

(72)発明者 沼野 正義

埼玉県入間郡大井町市沢 2 - 9 - 1 0 - 2 0 5

(72)発明者 丹羽 康之

東京都国分寺市光町 2 - 7 - 1

Fターム(参考) 5H180 AA25 BB15 CC14 LL04 LL08