

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第4055915号
(P4055915)**

(45) 発行日 **平成20年3月5日(2008.3.5)**

(24) 登録日 平成19年12月21日(2007.12.21)

(51) Int. Cl.

G01S 13/93 (2006.01)

F I

G01S 13/93

S

請求項の数 1 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-291332 (22) 出願日 平成9年10月23日(1997.10.23) (65) 公開番号 特開平11-125675 (43) 公開日 平成11年5月11日(1999.5.11) 審査請求日 平成16年10月18日(2004.10.18)</p>	<p>(73) 特許権者 000004330 日本無線株式会社 東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 (73) 特許権者 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 (74) 代理人 100075258 弁理士 吉田 研二 (74) 代理人 100096976 弁理士 石田 純 (72) 発明者 有村 信夫 東京都三鷹市新川6丁目38番地2号 (72) 発明者 田北 順二 東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 自動衝突予防援助装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーダ装置と共に船舶に搭載される自動衝突予防援助装置において、
 自船の周囲に存する他船の長さ、針路及び速度を、レーダ装置にて得られる映像情報から検出する他船検出手段と、

他船検出手段により検出された自船に対する他船の相対速度と検出された船の長さとのに基づき停止性能を算出する停止性能算出手段と、

算出された停止性能と航行している海域の特性とに基づき、自船が進入すると他船との衝突の危険が生じるであろう危険領域を求める危険領域算出手段と、

求めた危険領域を画面上に表示する手段と、

を備え、

航行している海域の特性は、船舶が密に存在する輻輳海域から、そうでない海域までを示す特性であり、

検出された船の長さは、自船の長さ L と他船検出手段によって検出された他船の長さ l とのうち、 L と l の二乗和平方根により加重平均を取った長さ L' を用いたことを特徴とする自動衝突予防援助装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーダ装置と共に船舶に搭載され避航線船を援助する装置即ち自動衝突予防

助装置(Automatic Radar Plotting Aids : A R P A)に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

レーダ装置の出力たるレーダ映像に現れている他船の映像のうち任意の他船に係る映像を複数スキャンに亘り追尾し、その動向や大きさを表示することによって、船舶の避航線船を援助することができる(特公平3-57426号公報を参照)。ARPAはこの種の機能を有する装置であり、レーダ装置と共に船舶に搭載される。また、避航線船を更に強力に援助するため、自船が進入すると他船との衝突の危険が生じるであろう領域(危険領域)を併せて表示する装置も提案されている(特開平7-246998号公報参照)。特開平7-246998号公報においては、線船者が手動で或いは装置が自動的に、衝突を回避できるであろう一定の船間距離(航過距離)を設定し、この航過距離に基づき定めた危険領域を表示している。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この手法にて設定される危険領域は、航海の実状に応じたものとはならないことがある。例えば、船舶同士の接近速度等からみて過小な航過距離が設定されたとする。この場合、線船者が危険領域を回避するつもりで線船しても、実際には、他船に非常に接近してしまうことがある。逆に、船舶同士の接近速度等からみて過大な航過距離が設定されたとする。この場合、多くの他船が比較的密に存する輻輳領域では、自船周囲が危険領域によりおおむねふさがれてしまい、どの航路を採ればよいのかに関し線船者への援助とはなり得ない表示となる。

【 0 0 0 4 】

本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、船舶の大きさ及び動向を踏まえて危険領域を設定することにより、線船者にとりより有用な援助を与えうる装置を実現することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

以上のような目的を達成するために、本発明に係る自動衝突予防援助装置は、レーダ装置と共に船舶に搭載される自動衝突予防援助装置において、自船の周囲に存する他船の長さ、針路及び速度を、レーダ装置にて得られる映像情報から検出する他船検出手段と、他船検出手段により検出された自船に対する他船の相対速度と検出された船の長さとのに基づき停止性能を算出する停止性能算出手段と、算出された停止性能と航行している海域の特性とのに基づき、自船が進入すると他船との衝突の危険が生じるであろう危険領域を求める危険領域算出手段と、求めた危険領域を画面上に表示する手段と、を備え、航行している海域の特性は、船舶が密に存在する輻輳海域から、そうでない海域までを示す特性であり、検出された船の長さは、自船の長さ和他船検出手段によって検出された他船の長さとのうち、自船の長さ和他船の長さとの二乗和平方根により加重平均を取った長さをを用いたことを特徴とする。本発明の発明者は、ARPAの性能の評価及び改善のために、船舶の避航に関し多年に亘る実船調査を行った。その結果、(1)自船を取り巻くある領域(避航領域)内に他船が進来しないよう避航線船を行うという線船の実状、(2)この避航領域の大きさが自船對他船の接近速度(相対速度)や自船及び他船の長さ(特に大きい方の船舶の長さ)によって異なること、(3)相手船が横切り船(自船の前方を横切る船)であるときには更に見会い状態によっても避航領域の大きさが変わる事、(4)海域の性質によっても避航領域の大きさが変わる事等が明らかになった。

【 0 0 0 6 】

図6に、発明者による実船調査の結果の一部として、他船と衝突する恐れがなく、自船及び他船が避航線船を行わないときに避航領域が相対速度(自船對他船の接近速度) V_r によってどのように変化するかを示す統計的な調査の結果を示す。この図に示すように、相対速度 V_r が増加すると、他船の進入を許したくない自船周囲の領域即ち避航領域が広がる。また、自船及びその相手船たる他船のうち大きな方の船の長さ、もしくは、自船及び

他船の長さの加重平均をとった船の長さを L とすると、この長さ L が大きければ大きいほど、その他船に関する避航領域が広がる。接近船に対する停止距離の大きさは、次の式

【数 1】

$$D_s = \exp(A \cdot \log V_s + B) \cdot L \quad (1)$$

但し、 A ：単位換算（例えばノット系からメートル系へ）のための係数

B ： V_s のばらつき等に対処し安全性を確保するための係数

で近似的に与えられる距離 D_s 、即ち自船から避航領域航過領域境界線までの距離 D_s によって表すことができる（統計的停止性能特性）。

【0007】

横切り船等の場合、避航判断が難しい等のため、避航領域の大きさは、相手船の見会角 θ や相手船の相対速度ベクトルの見会角 θ_{RH} によって変化する。また、船舶が密に存在する輻輳海域かそれともそうではない沿岸海域かにより、危険度は変化する。従って、避航領域の大きさは、一般には次の式

【数 2】

$$D_B = D_s \cdot (1 + \cos \theta_{RH}) \cdot (1 + |\sin \theta|) \cdot K \quad (2)$$

但し、 $\theta_{RH} = \theta - \alpha - 180$ (deg)

θ ：目標の方位

α ：自船に対する目標の相対移動の方位

α ：自船の針路を方位基準としたときの目標の針路

K ：定数

K ：海域の特質（輻輳海域 / 沿岸海域の別等）に応じ定める係数

で与えられる距離 D_B にて、表すことができる。

【0008】

これらの式(1)及び(2)にて表されている実船調査の結果によれば、避航領域の大きさ D_B は、自船及び他船の大きさ及び動向（例えば針路及び速力）や、航行している領域の特質により、定まる。他方、他船の大きさ及び長さはARPAにてある程度の精度を以て検出することができ、自船の大きさは既知であり、自船の動向はジャイロコンパスやスピードログ等の航海機器にて検出できる。従って、検出乃至入力した自船及び他船の大きさ及び動向を利用して避航領域の大きさ D_B を推定することが可能である。

【0009】

本発明では、検出乃至入力した自船及び他船の大きさ及び動向を利用して避航領域の大きさ D_B を推定し、推定した大きさ D_B に基づき危険領域を定める。即ち、前述の目的を達成すべく、本発明においては、自船の周囲に存する他船の大きさ及び動向（例えば針路及び速力）を、自船に搭載されるレーダ装置にて得られる映像情報から検出する手段と、自船の大きさ及び動向を入力乃至検出する手段と、自船及び他船双方の大きさ及び動向に基づき、自船が進入すると他船との衝突の危険が生じるであろう危険領域を求める手段と、求めた危険領域を画面上に表示する手段と、を設けている。従って、本発明によれば、航海の実状に応じ危険領域を定められるため、操船者に対しより強力な援助を提供できる。なお、式(2)に示されているように、海域の特質を係数 K 等の形で繰り込むようにするとよい。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。

【0011】

図1に、本発明の一実施形態に係る装置の構成を示す。この図に示す装置は、空中線部10及びレーダ処理部12から構成されるレーダ装置と共に、船舶に搭載される装置である。空中線部10は、搭載に係る船舶（自船）の上の見晴らしの良い箇所に設けられている空中線、この空中線のビーム方向が平面内で回転するよう当該空中線を駆動する機構、このレーダ空中線によってレーダパルスを送信し目標（例えば他船）からの反射波を受信する回路等から構成されている。レーダ処理部12は、空中線部10にて受信された信号即

10

20

30

40

50

ち目標からの反射波に、スイープ相関処理、スキャン相関処理等クラッタ抑圧に役立つ信号処理や、表示器 16 の画面に対応した座標系に係る映像を得るための座標変換処理（スキャンコンバージョン）等の信号処理を施す。この信号処理の結果得られるレーダ映像は、表示回路 14 によって表示部（例えば CRT や LCD）16 の画面上に表示される。なお、図中の操作部 15 は例えばキーボードやキーパッドであり、表示器 16 の輝度や表示レンジ等を手動設定するために使用される。

【0012】

また、ARPA 目標検出回路 18 は、レーダ処理部 12 にて得られたレーダ映像から、目標（例えば他船）と見なしうる映像を検出する。なお、この検出に先立ち上述のスイープ相関処理、スキャン相関処理等が行われているのがこのましい。また、レーダ処理部 12 10
では単にこれらの処理に用いるしきい値等を決定するにとどめ、ARPA 目標検出回路 18 がこのしきい値等を利用してスイープ相関処理、スキャン相関処理等を実行するようにしてもよい。検出された目標に係る映像は、レーダ処理部 12 の出力に基づき表示器 16 の画面上に表示されており、使用者（例えば操船者）は、最大 N_{max} （2 以上の自然数）個の範囲内で、表示されている目標の映像のなかから任意のものを、マウス、トラックボール等のポインティングデバイス 22 を操作して選択する。目標選択回路 20 は、選択された目標を、目標追尾回路 24 が追尾すべき目標（追尾目標）として指定する。

【0013】

目標追尾回路 24 は、あるスキャンに係る追尾目標が指定されたとき、後のスキャンにおいて得られたレーダ映像上のいずれの映像がこの追尾目標に係る映像なのかを、スキャン 20
毎にかつ追尾目標毎に逐次判別することにより、一般に複数個指定される追尾目標を個別に追尾する。目標針路速力演算回路 26 は、各追尾目標の針路（現在の移動方向）及び速力（単位時間当たり移動量）を求め、各追尾目標の移動速度ベクトルを示す映像や各種のシンボルを発生させる。これらベクトル、シンボルは表示回路 14 に供給され、表示器 16 の画面に表示される。また、目標針路速力演算回路 26 にて生成し表示に供する移動速度ベクトルは、追尾目標の真運動を示す速度ベクトル即ち真速度ベクトルであるため、その導出に際しては、目標追尾回路 24 にて得られる情報即ち自船に対する追尾目標の相対運動及びその履歴を示す情報の他、ジャイロコンパス等により得られる自船針路や、スピードログ等により得られる自船速力等、自船の真運動を示す情報乃至はその種の情報を導く基礎となる情報を、入力する。目標長演算回路 28 は、追尾目標の長さ（レーダ映像上 30
で占める領域の長手寸法）を、目標追尾回路 24 の出力に基づき求める。

【0014】

目標針路速力演算回路 26 及び目標長演算回路 28 は、求めた目標針路及び速力並びに長さを危険領域演算回路 30 に供給する。危険領域演算回路 30 は、これらに基づき危険領域を示す危険領域表示データを作成し、表示回路 14 に与える。表示回路 14 は、この危険領域表示データに基づく危険領域の映像や、目標針路速力演算回路 26 にて生成されたベクトル、シンボル等を、レーダ映像に重畳して表示器 16 の画面上に表示させる。

【0015】

図 2 に、この実施形態における危険領域演算回路 30 の動作の流れを示す。危険領域演算回路 30 は、最大で N_{max} 個選択されている追尾目標それぞれについて、危険領域を示す 40
危険領域表示データを作成する回路であり、追尾目標の針路、速力及び長さに関する情報を目標針路速力演算回路 26 や目標長演算回路 28 から入力し（104）危険領域表示データを作成する（112）という処理を、1 を初期値として（100）かつ N_{max} を限度として（116）変数 N を 1 ずつインクリメントしながら（114）繰返し実行する。追尾中でない目標については、使用者（操船者が）特に注意を払う必要がないと考えている目標であるため、ステップ 112 を省略する（102）。更に、現在追尾している目標であっても、衝突点がない場合や（106）、衝突点があっても自船の予定航路から遠く離れている場合や（108）、衝突点に到着するまでに時間的な余裕があると見込まれる場合には（110）、危険領域を定め表示するまでもなくその他船との衝突を回避できると考え得るため、処理を簡略化すべくやはりステップ 112 を省略する。 50

【 0 0 1 6 】

ここでいう衝突点とは、図 3 において印で表されている点、即ち、自船及び目標（他船）が現在の針路及び速力を維持した場合に衝突に至る点をさす。衝突点は、図 3 に示されているように他船が自船前方を横切っているとき即ち横切り船であるときには存在するが、他船が自船と同じ方位に進行していかつ自船より高速である場合には存在しない。ステップ 1 0 6 では、衝突点が存在するか否かを、自船及び他船の針路及び速力、言い換えれば自船及び他船の（真）速度ベクトル V_0 及び V_1 に基づき判定する。また、衝突点が存する場合でも、自船予定航路が大きく曲がっているときには、自船針路（速度ベクトル V_0 の方向）延長に存する衝突点が自船予定航路から遠く離れていることがある。ステップ 1 0 8 では、ステップ 1 0 6 にて検出した衝突点と、予め設定されている自船予定航路との距離 d が、所定の上限値を上回っているときに、“遠く離れている”と判定する。更に、ステップ 1 1 0 では、自船が現在の速力を維持した場合にステップ 1 0 6 にて検出された衝突点までどの程度の時間がかかるかを、衝突点の位置並びに自船の位置、速力及び針路から求め、求めた時間が所定の時間を上回っているときには時間的な余裕があると判定する。

【 0 0 1 7 】

図 4 及び図 5 に、ステップ 1 1 2 の概略を示す。図 4 に示されているように、自船及び他船が現在の針路及び速力を維持しているとしたときの衝突点が P_1 であり、自船から衝突点 P_1 までの距離が R_1 、自船から見た衝突点 P_1 の方位が θ_1 であるとする。また、自船の速度をベクトル V_0 で、他船の真速度をベクトル V_1 で表すこととする。従って、自船に対する他船の相対速度はベクトル $V_R = V_1 - V_0$ となる。更に、この点 P_1 における衝突を回避するために自船操縦者が採ることができる操船は、左方向への変針、右方向への変針、減速及びこれらの組合せであり、この図では、左方向への変針の角度を θ_L で、右方向への変針の角度を θ_R でそれぞれ表し、速力を維持したまま左方向へ変針したときの自船速度をベクトル V_{0L} で、右方向へ変針したときの自船速度をベクトル V_{0R} で、それぞれ表している。従って、自船が左方向へ変針したときの自船に対する他船の相対速度はベクトル $V_{RL} = V_1 - V_{0L}$ 、右方向へ変針したときの自船に対する他船の相対速度はベクトル $V_{RR} = V_1 - V_{0R}$ となる。

【 0 0 1 8 】

ステップ 1 1 2 において危険領域を定める際には、まず、自船が左方向に変針したときの他船の相対速度ベクトル V_{RL} が、自船から D_{0L} 以上の距離だけ離れた点を通るベクトルとなるよう、 θ_L 従って V_{0L} を決め、同様に、自船が右方向に変針したときの他船の相対速度ベクトル V_{RR} が、自船から D_{0R} 以上の距離だけ離れた点を通るベクトルとなるよう、 θ_R 従って V_{0R} を決める。ここで用いている D_{0L} 及び D_{0R} は、それぞれ、式 (1) 及び (2) にて求めた D_0 であり、左変針時と右変針時とでは相対速度が異なる速度になるため（即ち V_{RL} と V_{RR} の絶対値が同じでないため）、左変針時と右変針時とで異なる変数で表している。なお、式 (1) による演算を行う際には、 L として、自船及び他船のうちいずれか大きい方の船舶の長さか、もしくは、自船と他船の加重平均を取った長さを用いる。

【 0 0 1 9 】

このようにして決めた θ_L 及び θ_R は、他船との衝突を回避する上で必要な最小の変針角度を示しているといえる。そこで、図 5 に示すように、自船針路に対し角度 θ_L だけ変針した方向を、当該他船に係る危険領域の広がり左辺とし、自船針路に対し角度 θ_R だけ変針した方向を、当該他船に係る危険領域の広がり右辺とする。また、これらの辺の上であり自船からの距離が R_0 である点をそれぞれ P_1 、 P_2 とし、これらの点 P_1 、 P_2 と衝突点 P_0 とによって、危険領域の奥側の 2 辺を定める。更に、自船及び他船が現在の針路及び速力を維持し続けたとして式 (1) 及び (2) に従い D_0 を求め、自船から見て衝突点 P_0 と同じ方向にありかつ衝突点 P_0 よりも D_0 だけ手前にある点を P_3 とし、この点と、左辺上にある点 P_1 及び右辺上にある点 P_2 とをそれぞれ結ぶことにより、危険領域の手前側の 2 辺を定める。このようにして得られる六角形 $P_0 P_1 P_2 P_3 P_4 P_5$ を以て図 4 中の他船に係る危険領域とし、表示器 1 6 の画面上に表示させることにより、操船者は、自船や他

船の動向や大きさ更には航行領域の現状に応じた支援を受けることができる。

【0020】

なお、図5中の点P₁、P₂は、自船から見て点P₁、P₂と同じ方向にありかつ自船からの距離がR₁ - D₁/2である点とするのが、演算上簡便であるが、より一般には、自船から衝突点P₁までの距離と自船から点P₁までの距離とを加重加算する等の処理にて求めればよい。また、自船から点P₁までの距離については、避航のための減速を見込んで設定してもよい。即ち、他船との接近に伴う減速の度合を予め設定しておき或いは直前の減速履歴に従い推定し、この減速分を見込んで点P₁の位置を上掲の例による位置よりもやや衝突点P₁寄りにおくようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 この実施形態における危険領域演算回路の動作の流れを示すフローチャートである。

【図3】 衝突点を説明するための概念図である。

【図4】 危険領域の設定手法を示す概念図である。

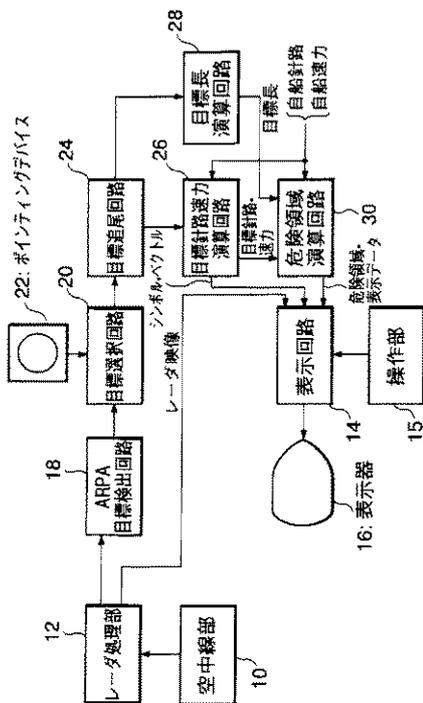
【図5】 危険領域の一例を示す画面図である。

【図6】 避航領域と航過領域の速度等による変化を示す図である。

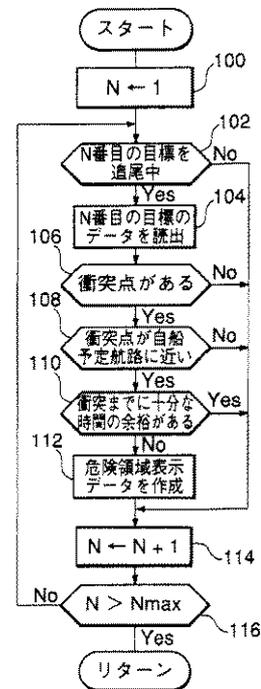
【符号の説明】

26 目標針路速度演算回路、28 目標長演算回路、30 危険領域演算回路。

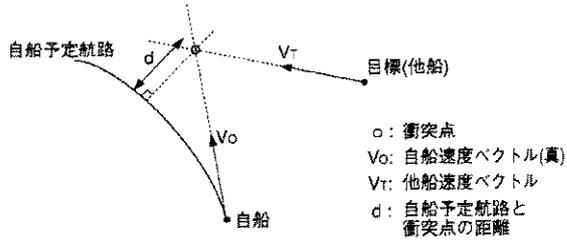
【図1】



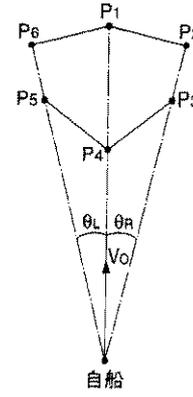
【図2】



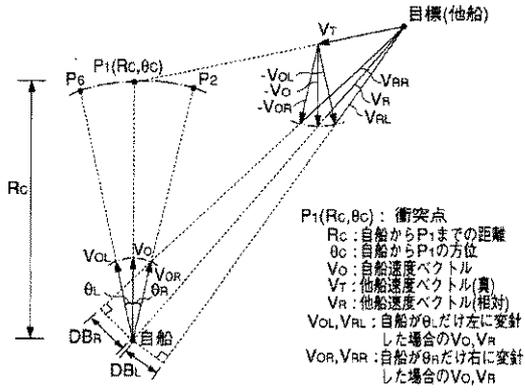
【 図 3 】



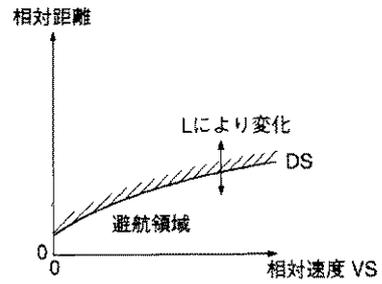
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 中村 説志

- (56)参考文献 特開平07 - 129872 (JP, A)
特開平08 - 235500 (JP, A)
特開平09 - 257918 (JP, A)
特開平09 - 022500 (JP, A)
特開平09 - 022499 (JP, A)
特開平07 - 234721 (JP, A)
特開平05 - 297135 (JP, A)
特開昭61 - 247988 (JP, A)
特開昭62 - 204178 (JP, A)
特開平05 - 188140 (JP, A)
特開平06 - 318300 (JP, A)
特開平10 - 250681 (JP, A)
特開平08 - 253194 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

G01S 7/00 7/42
G01S13/00 13/95
G08G 3/00 3/02
B63B43/18 43/20
B63B49/00