

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-125675

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51) Int.Cl.⁵
G 0 1 S 13/93
7/22

識別記号

F I
G 0 1 S 13/93
7/22 S

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 6 頁)

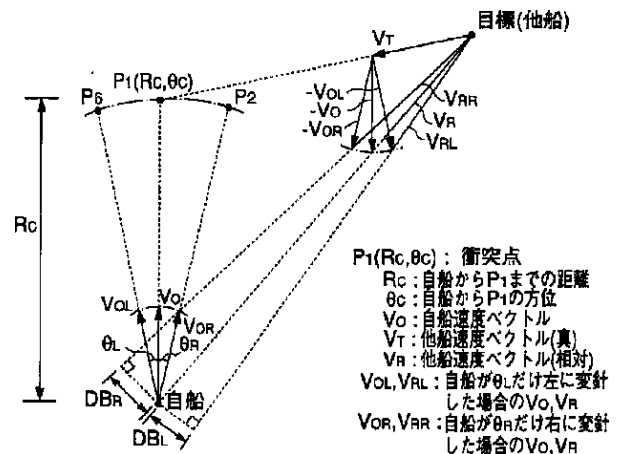
(21) 出願番号 特願平9-291332
(22) 出願日 平成9年(1997)10月23日

(71) 出願人 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
(71) 出願人 591159491
運輸省船舶技術研究所長
東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(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五丁目1番1号 日本無線株式会社内
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動衝突予防援助装置

(57) 【要約】

【課題】 船舶の運行状況に即した援助を提供する。
【解決手段】 避航領域が相対速度や船舶の長さにより変化することを利用して、自船の変針によって他船との衝突を回避するのに必要な変針の角度 θ_L 及び θ_R を求め、これら並びに衝突点 P までの距離及びその方向に基づき、自船が進入するとその他船と衝突の危険が生じる危険領域を求め、これを表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自船の周囲に存する他船の長さ及び動向を、レーダ装置にて得られる映像情報から検出する手段と、
自船の長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長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、
を備え、レーダ装置と共に船舶に搭載される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援助装置(Automatic Radar Plotting Aids : A R P A)に関する。

【0002】

【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 - 5 7 4 2 6 号公報を参照)。A R P A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 - 2 4 6 9 9 8 号公報参照)。特開平 7 - 2 4 6 9 9 8 号公報においては、操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。

【0003】

【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 *

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

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)。

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

但し、 $\theta_{RH} = \theta_B - \theta_R - 180 (deg)$

θ_B : 目標の方位

θ_R : 自船に対する目標の相対移動の方位

* 合、操船者が危険領域を回避するつもりで操船しても、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操船者への援助とはなり得ない表示となる。

【0004】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、操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。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の発明者は、A R P A 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)内に他船が進入しないよう避航線船を行うという操船の実状、(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こと、(4) 海域の性質によっても避航領域の大きさが変わること等が明らかになった。

【0006】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_s 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_s 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】

$$(1)$$

【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_{RH} 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が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】

$$(2)$$

θ_B : 自船の針路を方位基準としたときの目標の針路

θ_R : 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_0 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_0 は、自船及び他船の大きさ及び動向(例えば針路及び速度)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_0 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_0 を推定し、推定した大きさ D_0 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(例えば針路及び速度)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では単にこれらの処理に用いるしきい値等を決定するととどめ、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。目標針路速度演算回路26は、各追尾目標の針路(現在の移動方向)及び速度(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、目標針路速度演算回路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度等、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】目標針路速度演算回路26及び目標長演算回路28は、求めた目標針路及び速度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、目標針路速度演算回路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。

【0016】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るか自船より高速である場合には存在しない。ステップ106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、衝突点が存在する場合でも、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108では、ステップ106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、所定の上限值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110では、自船が現在の速力を維持した場合にステップ106にて検出された衝突点まで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。

【0017】図4及び図5に、ステップ112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 $V_{r1} = V_1 - V_0$ 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 α_1 で、右方向への変針の角度を β_1 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_{L1} で、右方向へ変針したときの自船速度をベクトル V_{R1} 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 $V_{rL1} = V_1 - V_{L1}$ 、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 $V_{rR1} = V_1 - V_{R1}$ となる。

【0018】ステップ112において危険領域を定める際には、まず、自船が左方向へ変針したときの他船の相対速度ベクトル V_{rL1} が、自船から D_{L1} 以上の距離だけ離れた点を通るベクトルとなるよう、 α_1 に従って V_{L1} を決め、同様に、自船が右方向へ変針したときの他船の相対速度ベクトル V_{rR1} が、自船から D_{R1} 以上の距離だけ離れた点を通るベクトルとなるよう、 β_1 に従って V_{R1} を決める。ここで用いている D_{L1} 及び D_{R1} は、それぞれ、式(1)及び(2)にて求めた D_1 であり、左変針時と右変針時とは相対速度が異なる速度になるため(即ち V_{L1} と V_{R1} 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を用いる。

【0019】このようにして決めた α_1 及び β_1 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 α_1 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 β_1 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、これらの辺の上にある自船からの距離が R_1 である点をそれぞれ P_2 、 P_3 とし、これらの点 P_2 、 P_3 と衝突点 P_1 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_1 を求め、自船から見て衝突点 P_1 と同じ方向にありかつ衝突点 P_1 よりも D_1 だけ手前にある点を P_4 とし、この点と、左辺上にある点 P_2 及び右辺上にある点 P_3 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 $P_1P_2P_3P_4P_5P_6$ を以て図4中の他船に係る危険領域とし、表示器16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 P_2 、 P_3 は、自船から見て点 P_2 、 P_3 と同じ方向にありかつ自船からの距離が $R_1 - D_1/2$ 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 P_1 までの距離と自船から点 P_1 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 P_1 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P.の位置を上掲の例による位置よりもやや衝突点P.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。

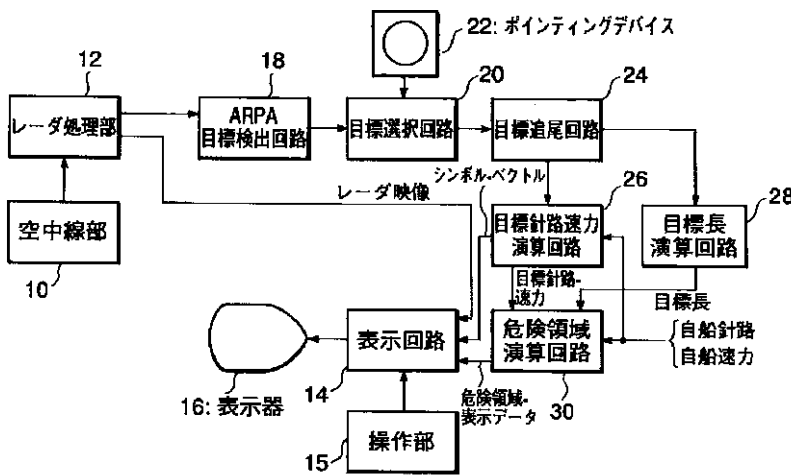
【図5】 危険領域の一例を示す画面図である。

【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。

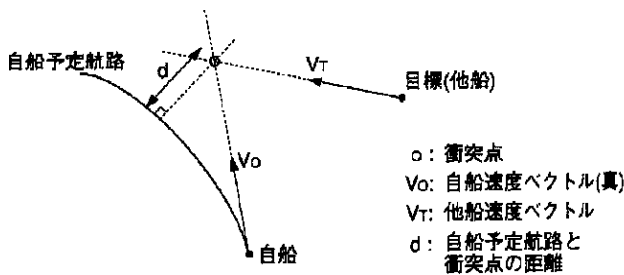
【符号の説明】

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。

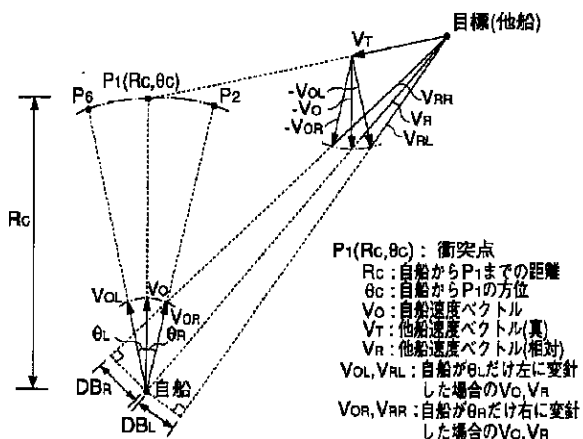
【図1】



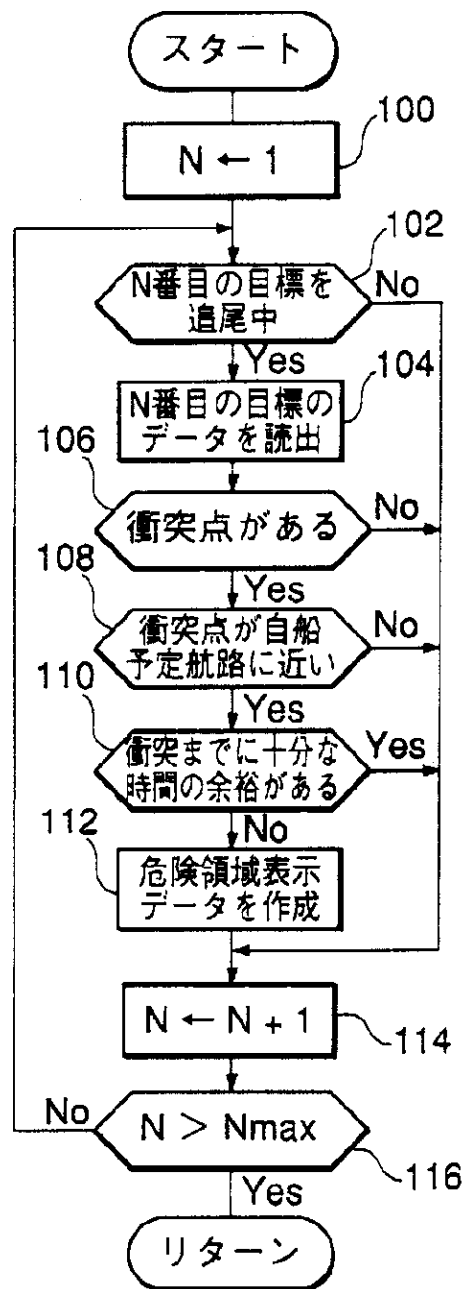
【図3】



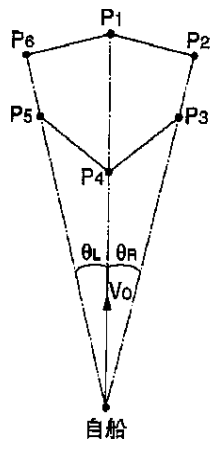
【図4】



【図2】



【図 5】



【図 6】

