

(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2017-156146
(P2017-156146A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 S 13/04 (2006.01)	GO 1 S 13/04	5 J 0 7 0
GO 1 S 15/04 (2006.01)	GO 1 S 15/04	5 J 0 8 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-37755 (P2016-37755)
(22) 出願日 平成28年2月29日 (2016. 2. 29)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(74) 代理人 110001737
特許業務法人スズエ国際特許事務所
(72) 発明者 古川 英俊
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝内
Fターム(参考) 5J070 AH19 AK40
5J083 AC40 BE60

(54) 【発明の名称】 目標検出装置、目標検出方法及び目標検出プログラム

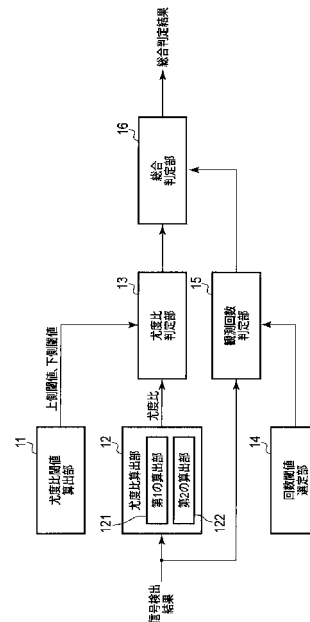
(57) 【要約】

【課題】 センサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する際に、目標検出の判定に要する平均観測回数を削減する。

【解決手段】 本実施形態の目標検出装置は、目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅、偽目標の信号振幅の確率密度関数、真目標の信号振幅の確率密度関数に基づいて評価値を算出し、「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率、真目標の信号不検出確率に基づいて評価値を算出する。一方、評価値について上側閾値と下側閾値に基づいて判定を行い、信号検出結果における観測回数について、観測回数閾値に達した時点で判定終了の判定を行って「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択し、評価値について判定を行った結果と観測回数について判定を行った結果に基づいて「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択し、出力する。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する目標検出装置であって、

前記信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅、偽目標の信号振幅の確率密度関数、真目標の信号振幅の確率密度関数に基づいて評価値を算出し、前記信号検出結果が「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率、真目標の信号不検出確率に基づいて評価値を算出する評価値算出部と、

前記評価値算出部で算出される評価値について、前記評価値の上側閾値と下側閾値に基づいて判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する評価値判定部と、

前記信号検出結果における観測回数について、前記観測回数が閾値に達した時点で判定終了の判定を行い、その判定の結果として「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択する観測回数判定部と、

前記評価値判定部による判定の結果と前記観測回数判定部による判定の結果に基づいて総合的に判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する総合判定部と

を具備する目標検出装置。

【請求項 2】

目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する目標検出方法であって、

前記信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅、偽目標の信号振幅の確率密度関数、真目標の信号振幅の確率密度関数に基づいて評価値を算出し、前記信号検出結果が「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率、真目標の信号不検出確率に基づいて評価値を算出し、

前記評価値について、前記評価値の上側閾値と下側閾値に基づいて判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択し、

前記信号検出結果における観測回数について、観測回数閾値に達した時点で判定終了の判定を行い、その判定の結果として「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択し、

前記評価値について判定を行った結果と前記観測回数について判定を行った結果に基づいて総合的に判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する目標検出方法。

【請求項 3】

目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する処理をコンピュータに実行させるための目標検出プログラムであって、

前記信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅、偽目標の信号振幅の確率密度関数、真目標の信号振幅の確率密度関数に基づいて評価値を算出し、前記信号検出結果が「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率、真目標の信号不検出確率に基づいて評価値を算出する評価値算出ステップと、

前記評価値算出ステップで算出される評価値について、前記評価値の上側閾値と下側閾値に基づいて判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する評価値判定ステップと、

前記信号検出結果における観測回数について、観測回数閾値に達した時点で判定終了の判定を行い、その判定の結果として「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択する観測回数判定ステップと、

前記評価値判定ステップによる判定の結果と前記観測回数判定ステップによる判定の結果に基づいて総合的に判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する総合判定ステップと

を具備する目標検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、目標を観測するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する目標検出装置、目標検出方法及び目標検出プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、目標検出装置にあつては、レーダ装置、ソナー装置等の目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する。このとき、目標を確実に検出するための方法として、SPRT (Sequential Probability Ratio Test: 逐次確率比検定) による目標検出処理 (非特許文献1参照) が用いられる。このSPRTによる目標検出処理は、「目標が存在しない」とする仮説 H_0 と「目標が存在する」とする仮説 H_1 を設定し、仮説検定により「目標が存在する」とする仮説 H_1 が採択された場合に「目標検出」と判定する方法である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-43132号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】Samuel S. Blackman, Multiple-Target Tracking with Radar Applications, Artech House, 1986.

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のSPRTを用いた目標検出装置では、予めサンプルサイズ(「標本の大きさ」と同じ意味)に対応する観測回数を定めず、信号検出結果が入力される度に評価値を算出し、評価値が上側閾値以上の場合は「目標検出」、評価値が下側閾値以下の場合は「目標不検出」、評価値が下側閾値よりも大きく、上側閾値よりも小さい場合は「判定保留」と判定する。

【0006】

この目標検出の判定方法は、予めサンプルサイズに対応する観測回数を定めて判定を行う方法と比較して、偽目標と真目標のモデルを規定する二つの規定点において、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数の削減に寄与している。しかしながら、実際の運用においては、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数の更なる削減が要求されるという課題がある。また、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に非常に多くの観測回数を要するケースが発生するという課題もある。

30

【0007】

本実施形態は上記課題に鑑みなされたもので、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数を削減することができ、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に非常に多くの観測回数を要するケースの発生を防止することができる目標検出装置、目標検出方法及び目標検出プログラムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施形態によれば、目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果に基づいて目標を検出する目標検出装置であつて、評価値算出部と、評価値判定部と、観測回数判定部と、総合判定部とを備える。前記評価値算出部は、前記信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅、偽目標の信号振幅の確率密度関数、真目標の信号振幅の確率密度関数に基づいて評価値を算出し、前記信号検出結果が「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率、真目標の信号不検出確率に基づいて評価値を算出する。前記評価値判定部は、前記評価値算出部で算出される評価値について、前記評価

50

値の上側閾値と下側閾値に基づいて判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する。前記観測回数判定部は、前記信号検出結果における観測回数について、前記観測回数が閾値に達した時点で判定終了の判定を行い、その判定の結果として「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択する。前記総合判定部は、前記評価値判定部による判定の結果と前記観測回数判定部による判定の結果に基づいて総合的に判定を行い、その判定の結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係る目標検出装置の構成を示すブロック図。

10

【図2A】本実施形態に係る目標検出装置の処理の流れの前半を示すフローチャート。

【図2B】本実施形態に係る目標検出装置の処理の流れの後半を示すフローチャート。

【図3】S P R Tを用いた目標検出装置の基本構成を示すブロック図。

【図4】図3に示した目標検出装置の処理の流れの具体例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0011】

まず、本実施形態を説明するに先立ち、S P R Tを用いた目標検出装置の基本構成について説明する。

20

【0012】

図3は、S P R Tを用いた目標検出装置の基本構成を示すブロック図である。図3に示す目標検出装置は、閾値算出部21、尤度比算出部22、判定部23を備える。

【0013】

上記閾値算出部21は、評価値である尤度比の上側閾値 T_U と下側閾値 T_L を算出する。上記尤度比算出部22は、目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサ（図示せず、例えばレーダ装置、ソナー装置等）からの信号検出結果として観測回数 k における信号検出回数 m を入力し、その信号検出結果に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ （以下、「観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ 」を「尤度比 $ST(k)$ 」と略する場合がある）を算出する。上記判定部23は、閾値算出部21からの上側閾値 T_U と下側閾値 T_L 、尤度比算出部22からの尤度比 $ST(k)$ に基づいて、以下の(1)式により目標検出の判定を行い、判定結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する。

30

【数1】

$$\begin{cases} ST(k) \geq T_U & \text{目標検出} \\ ST(k) \leq T_L & \text{目標不検出} \\ T_L < ST(k) < T_U & \text{判定保留} \end{cases} \quad (1)$$

【0014】

図4は、図3に示した目標検出装置の処理の流れの具体例を示すフローチャートである。同図に沿って、上記目標検出装置の処理の流れを説明する。

40

【0015】

まず、上記閾値算出部21において、第一種の過誤率と第二種の過誤率に基づいて、尤度比 $ST(k)$ の上側閾値 T_U と下側閾値 T_L を算出する（ステップS201）。上側閾値 T_U と下側閾値 T_L は、以下の(2)式で算出される。

【数 2】

$$T_U = \log\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)$$

$$T_L = \log\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right) \quad (2)$$

【0016】

次に、上記尤度比算出部 22 において、偽目標の信号検出確率 P_F 、真目標の信号検出確率 P_D 、センサからの信号検出結果である観測回数 k と信号検出回数 m に基づいて、尤度比 $ST(k)$ を算出する (ステップ S202)。尤度比 $ST(k)$ は、以下の (3) 式で算出される。

10

【数 3】

$$ST(k) = ma_1 + ka_2$$

$$a_1 = \log\left(\frac{P_D/(1-P_D)}{P_F/(1-P_F)}\right)$$

$$a_2 = \log\left(\frac{1-P_D}{1-P_F}\right) \quad (3)$$

20

【0017】

次に、上記判定部 23 において、尤度比算出部 22 からの尤度比 $ST(k)$ と閾値算出部 21 からの上側閾値 T_U とを比較し (ステップ S203)、尤度比 $ST(k)$ が上側閾値 T_U 以上の場合 ($ST(k) \geq T_U$) には (YES)、判定結果を「目標検出」とする (ステップ S204)。また、尤度比 $ST(k)$ が上側閾値 T_U よりも小さい場合 ($ST(k) < T_U$) には (NO)、尤度比 $ST(k)$ と閾値算出部 21 からの下側閾値 T_L とを比較し (ステップ S205)、尤度比 $ST(k)$ が下側閾値 T_L 以下の場合 ($ST(k) \leq T_L$) には (YES)、判定結果を「目標不検出」とする (ステップ S206)。上記以外の場合 (尤度比 $ST(k)$ が下側閾値 T_L よりも大きく、上側閾値 T_U よりも小さい場合 ($T_L < ST(k) < T_U$)) には (NO)、判定結果を「判定保留」とする (ステップ S207)。そして、上記の判定結果を出力し (ステップ S208)、そのうち判定部 23 の判定結果が「判定保留」の場合には、観測 ($k+1$) 回目の信号検出結果に基づいて、ステップ S201 からの処理を繰り返し実行する。

30

【0018】

ここで、上記構成による目標検出装置では、尤度比算出部 22 において、目標を観測して閾値以上の信号を検出するセンサからの信号検出結果である観測回数 k と信号検出回数 m 、偽目標の信号検出確率 P_F 、真目標の信号検出確率 P_D に基づいて尤度比 $ST(k)$ を算出するようにしている。この場合、閾値以上の信号振幅に着目してみると、より多くの情報量を持つにもかかわらず、尤度比 $ST(k)$ の算出に用いられていない。また、上記構成による目標検出装置では、観測回数についての判定を行っていないため、観測回数の最大値を所定の値に制限することができない。

40

【0019】

そこで、以下に示す実施形態では、センサ (図示せず、例えばレーダ装置、ソナー装置等) からの信号検出結果が「信号検出」の場合には、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(a | 0)$ 、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(a | 1)$ に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。また、信号検出結

50

果が「信号不検出」の場合には、偽目標の信号不検出確率（ $1 - P_F$ ）、真目標の信号不検出確率（ $1 - P_D$ ）に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。そして、上側閾値 T_U と下側閾値 T_L に基づいて観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ についての判定を行うと共に、観測回数 k についての判定を行い、これらの判定に基づいて、総合的に「目標検出」、「目標不検出」及び「判定保留」を判定する。このようにして、目標検出の判定において、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数を削減すると共に、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に非常に多くの観測回数を要するケースの発生を防止するようにしている。

【0020】

（実施形態）

以下、図1及び図2を参照して、本実施形態について説明する。

10

【0021】

図1は、本実施形態に係る目標検出装置の構成を示すブロック図である。この目標検出装置は、尤度比閾値算出部11、尤度比算出部12、尤度比判定部13、回数閾値選定部14、観測回数判定部15、総合判定部16を備える。

【0022】

上記尤度比閾値算出部11は、本実施形態の評価値である尤度比の上側閾値 T_U と下側閾値 T_L を算出する。

【0023】

上記尤度比算出部12は、確率密度関数に基づいて尤度比を算出する第1の算出部121と、信号不検出確率に基づいて尤度比を算出する第2の算出部122とを備える。すなわち、センサからの信号検出結果を入力し、信号検出結果が「信号検出」の場合（信号振幅が閾値以上）には、第1の算出部121において、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(a|0)$ 、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(a|1)$ に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。また、センサからの信号検出結果が「信号不検出」の場合（信号振幅が閾値未満）には、第2の算出部122において、偽目標の信号不検出確率（ $1 - P_F$ ）、真目標の信号不検出確率（ $1 - P_D$ ）に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。

20

【0024】

上記尤度比判定部13は、尤度比閾値算出部11からの上側閾値 T_U と下側閾値 T_L 、尤度比算出部12からの尤度比 $ST(k)$ に基づいて、以下の(4)式((1)式と同じ)により目標検出の判定を行い、尤度比による判定の結果（以下、尤度比判定結果）として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する。

30

【数4】

$$\begin{cases} ST(k) \geq T_U & \text{目標検出} \\ ST(k) \leq T_L & \text{目標不検出} \\ T_L < ST(k) < T_U & \text{判定保留} \end{cases} \quad (4)$$

【0025】

上記回数閾値選定部14は、観測回数閾値 T_k を選定する。上記観測回数判定部15は、センサからの信号検出結果として入力した観測回数 k と上記回数閾値選定部14で選定された観測回数閾値 T_k に基づいて、以下の(5)式により判定を行い、観測回数による判定の結果（以下、観測回数判定結果）として「判定終了」、「判定保留」のいずれかを選択する。

40

【数5】

$$\begin{cases} k \geq T_k & \text{判定終了} \\ k < T_k & \text{判定保留} \end{cases} \quad (5)$$

50

【 0 0 2 6 】

上記総合判定部 1 6 は、尤度比判定部 1 3 からの尤度比判定結果と観測回数判定部 1 5 からの観測回数判定結果に基づいて、総合的な判定の結果（以下、総合判定結果）として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択する。総合判定の具体例を表 1 に示す。

【表 1】

尤度比判定結果	観測回数判定結果	総合判定結果
目標検出	判定終了	目標検出
目標検出	判定保留	目標検出
目標不検出	判定終了	目標不検出
目標不検出	判定保留	目標不検出
判定保留	判定終了	目標検出
判定保留	判定保留	判定保留

10

【 0 0 2 7 】

なお、上記表 1 に示す具体例では、尤度比判定部 1 3 からの尤度比判定結果が「判定保留」であり、観測回数判定部 1 5 からの観測回数判定結果が「判定終了」の場合、総合判定結果を「目標検出」とする例を示したが、総合判定結果を「目標不検出」とするよう構成することや、「判定終了」時の尤度比 $ST(k)$ と判定終了用閾値に基づいて「目標検出」と「目標不検出」のいずれかを選択するよう構成することもできる。また、上記以外の対応関係に設定することもできる。

20

【 0 0 2 8 】

図 2 A、同図 B は、それぞれ本実施形態に係る目標検出装置の前半、後半の処理の流れを示すフローチャートである。同図に沿って、本実施形態に係る目標検出装置の処理の流れを説明する。

【 0 0 2 9 】

まず、上記尤度比閾値算出部 1 1 において、第一種の過誤率 α と第二種の過誤率 β に基づいて、上側閾値 T_U と下側閾値 T_L を算出する（ステップ S 1 0 1）。上側閾値 T_U と下側閾値 T_L の概略値は、以下の（6）式で算出される。

【数 6】

$$T_U \approx \frac{1-\beta}{\alpha}$$

$$T_L \approx \frac{\beta}{1-\alpha} \quad (6)$$

30

【 0 0 3 0 】

次に、上記尤度比算出部 1 2 において、信号検出結果が「信号検出」か否か（信号振幅が閾値以上か否か）を判定する（ステップ S 1 0 2）。この判定で、信号検出結果が「信号検出」の場合には（YES）、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(a | \theta_0)$ 、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(a | \theta_1)$ に基づいて、評価値として尤度比 $ST(k)$ を算出する（ステップ S 1 0 3）。また、信号検出結果が「信号検出でない」（信号振幅が閾値未満で「信号不検出」）の場合には（NO）、偽目標の信号不検出確率 $(1 - P_F)$ 、真目標の信号不検出確率 $(1 - P_D)$ に基づいて、評価値として尤度比 $ST(k)$ を算出する（ステップ S 1 0 4）。尤度比 $ST(k)$ は、以下の（7）式で算出される。

40

【数 7】

$$ST(k) = \begin{cases} ST(k-1) \cdot \frac{g(a|\theta_1)}{f(a|\theta_0)} & \text{観測}k\text{回目が信号検出の場合} \\ ST(k-1) \cdot \frac{1-P_D}{1-P_F} & \text{観測}k\text{回目が信号不検出の場合} \end{cases} \quad (7)$$

【0031】

ここで、 θ_0 は、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(\cdot)$ のパラメータ又は複数のパラメータからなるパラメータ群を表し、 θ_1 は、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(\cdot)$ のパラメータ又は複数のパラメータからなるパラメータ群を表す。また、偽目標の信号不検出確率 $(1 - P_F)$ は、偽目標の信号振幅が閾値未満である確率に対応しており、偽目標の信号振幅変数 x の確率密度関数 $f(x | \theta_0)$ の 0 から閾値までの積分値として算出することができる。同様に、真目標の信号不検出確率 $(1 - P_D)$ は、真目標の信号振幅が閾値未満である確率に対応しており、真目標の信号振幅変数 x の確率密度関数 $g(x | \theta_1)$ の 0 から閾値までの積分値として算出することができる。

10

【0032】

なお、真目標の信号振幅の確率分布が、偽目標の信号振幅の確率分布と同じ確率分布に属する場合、真目標の信号振幅の確率密度関数は、 $f(a | \theta_1)$ で表すことができる。

【0033】

20

次に、上記尤度比判定部 13 において、尤度比算出部 12 からの尤度比 $ST(k)$ と尤度比閾値算出部 11 からの上側閾値 T_U とを比較する (ステップ S105)。比較の結果、尤度比 $ST(k)$ が上側閾値 T_U 以上の場合 ($ST(k) \geq T_U$) には (YES)、尤度比判定結果を「目標検出」とする (ステップ S106)。尤度比 $ST(k)$ が上側閾値 T_U よりも小さい場合 ($ST(k) < T_U$) には (NO)、尤度比 $ST(k)$ と尤度比閾値算出部 11 からの下側閾値 T_L とを比較する (ステップ S107)。比較の結果、尤度比 $ST(k)$ が下側閾値 T_L 以下の場合 ($ST(k) \leq T_L$) には (YES)、尤度比判定結果を「目標不検出」とする (ステップ S108)。上記以外の場合 (尤度比 $ST(k)$ が下側閾値 T_L よりも大きく、上側閾値 T_U よりも小さい場合 ($T_L < ST(k) < T_U$)) には (NO)、尤度比判定結果を「判定保留」とする (ステップ S109)。

30

【0034】

次に、上記回数閾値選定部 14 において、観測回数閾値 T_k を選定する (ステップ S110)。次に、上記観測回数判定部 15 において、センサからの信号検出結果である観測回数 k と選定された観測回数閾値 T_k とを比較する (ステップ S111)。比較の結果、観測回数 k が観測回数閾値 T_k 以上の場合 ($k \geq T_k$) には (YES)、観測回数判定結果を「判定終了」とする (ステップ S112)。上記以外の場合 (観測回数 k が観測回数閾値 T_k よりも小さい場合 ($k < T_k$)) には (NO)、観測回数判定結果を「判定保留」とする (ステップ S113)。

【0035】

次に、上記総合判定部 16 において、尤度比判定部 13 からの尤度比判定結果と観測回数判定部 15 からの観測回数判定結果に基づいて、総合判定結果として「目標検出」、「目標不検出」、「判定保留」のいずれかを選択し (ステップ S114)、選択された総合判定結果を出力する (ステップ S115)。総合判定部 16 の総合判定結果が「判定保留」の場合には、観測 ($k + 1$) 回目の信号検出結果に基づいて、ステップ S101 からの処理を繰り返し実行する。

40

【0036】

なお、上記の実施形態では、信号検出結果が「信号検出」の場合、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(a | \theta_0)$ 、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(a | \theta_1)$ に基づいて、評価値として尤度比 $ST(k)$ を算出する例を示したが、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の尤度関数 $L_0(a)$ 、真目標の信号振幅の尤度

50

関数 $L_1(a)$ に基づいて、評価値として尤度比 $ST(k)$ を算出することができる。また、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の尤度関数 $L_0(a)$ と真目標の信号振幅の尤度関数 $L_1(a)$ の尤度比 $LR(a) (= L_1(a) / L_0(a))$ に基づいて、評価値として尤度比 $ST(k)$ を算出することができる。

【0037】

また、上記の実施形態では、評価値として尤度比を用いる例を示したが、目標検出装置の基本構成に示したように、それぞれの値を対数変換した尤度比（より正確には対数尤度比）を用いて処理を行うように構成することができる。この場合、上側閾値 T_U と下側閾値 T_L の概略値は、以下の(8)式で算出される。

【数8】

$$\begin{aligned} T_U &\approx \log\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right) \\ T_L &\approx \log\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right) \end{aligned} \quad (8)$$

10

【0038】

対応する尤度比 $ST(k)$ は、以下の(9)式で算出される。

【数9】

$$ST(k) = \begin{cases} ST(k-1) + \log\left(\frac{g(a|\theta_1)}{f(a|\theta_0)}\right) & \text{観測}k\text{回目が信号検出の場合} \\ ST(k-1) + \log\left(\frac{1-P_D}{1-P_F}\right) & \text{観測}k\text{回目が信号不検出の場合} \end{cases} \quad (9)$$

20

【0039】

更に、センサからの信号検出結果を入力する代わりに、特許文献1に記載された関連手段や仮目標登録更新手段で処理された信号検出結果（検出信号に対し、仮目標の運動諸元を用いて相関ゲートによる判定を行った結果）を入力するように構成することができる。これにより、誤警報環境下、複数目標環境下、及びこれらの複合環境下において、誤りの少ない信号検出結果を入力して、判定を行うことができる。

30

【0040】

また、上記の処理は、1回の信号検出結果が入力される度に処理を行う逐次処理の他に、複数回（例えば、観測 k 回目から観測 $(k+2)$ 回目までの3回分）の信号検出結果を纏めて処理を行うミニバッチ処理によって実施するように構成することができる。更に、ミニバッチ処理では、複数回の信号検出結果を用いて、評価値として尤度比を算出し、算出された尤度比について、判定を行うように構成することができる。

【0041】

以上説明したように、本実施形態に係る目標検出装置によれば、センサからの信号検出結果を入力し、信号検出結果が「信号検出」の場合、検出された信号振幅 a 、偽目標の信号振幅の確率密度関数 $f(a|\theta_0)$ 、真目標の信号振幅の確率密度関数 $g(a|\theta_1)$ に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。また、信号検出結果が「信号不検出」の場合、偽目標の信号不検出確率 $(1 - P_F)$ 、真目標の信号不検出確率 $(1 - P_D)$ に基づいて、評価値として観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ を算出する。そして、上側閾値 T_U と下側閾値 T_L に基づいて観測 k 回目の尤度比 $ST(k)$ についての判定を行うと共に、観測回数 k についての判定を行い、これらの判定に基づいて、総合的に「目標検出」、「目標不検出」及び「判定保留」を判定する。このようにしたことで、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数を削減することができる

40

50

。

【0042】

なお、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する平均観測回数を削減する代わりに、第一種の過誤率 や第二種の過誤率 を低く抑えるようにすることもできる。

【0043】

また、本実施形態に係る目標検出装置によれば、観測回数についての判定を行うため、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に要する観測回数の最大値を所定の値に制限することができる。その結果、「目標検出」又は「目標不検出」の判定に非常に多くの観測回数を要するケースの発生を防止することができる。

【0044】

なお、上記実施形態に係る目標検出処理は、尤度比閾値算出部11、尤度比算出部12、尤度比判定部13、回数閾値選定部14、観測回数判定部15、総合判定部16それぞれの処理機能をコンピュータに実行させるプログラムとして構成することができる。

【0045】

上記実施形態は、いずれもレーダ装置、ソナー装置等のセンサからの信号検出結果に基づいて、目標を検出する目標検出装置に適用可能である。

【0046】

その他、本実施形態は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0047】

- 11 ... 尤度比閾値算出部、
- 12 ... 尤度比算出部、 121 ... 第1の算出部、 122 ... 第2の算出部、
- 13 ... 尤度比判定部、
- 14 ... 回数閾値選定部、
- 15 ... 観測回数判定部、
- 16 ... 総合判定部。

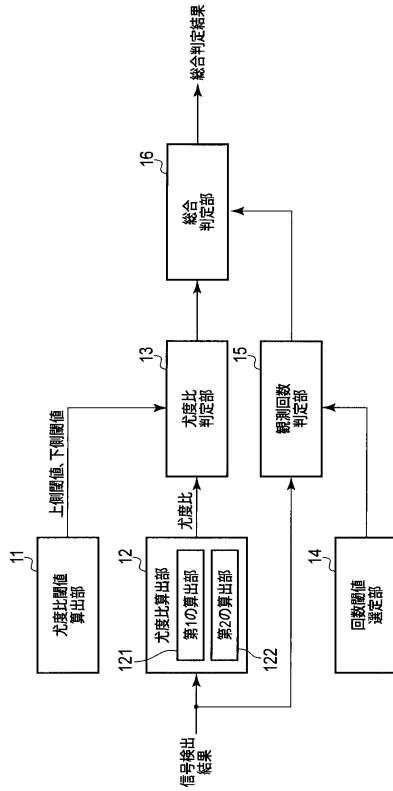
10

20

30

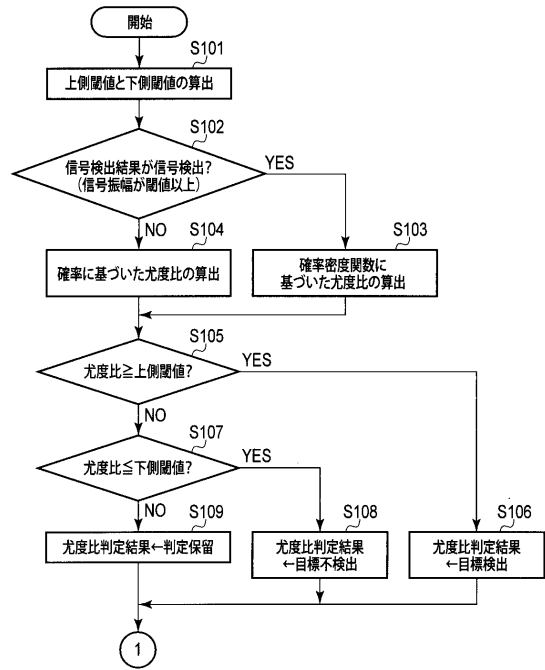
【 図 1 】

図 1



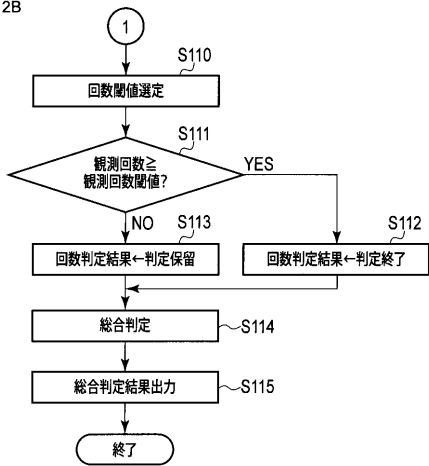
【 図 2 A 】

図 2A



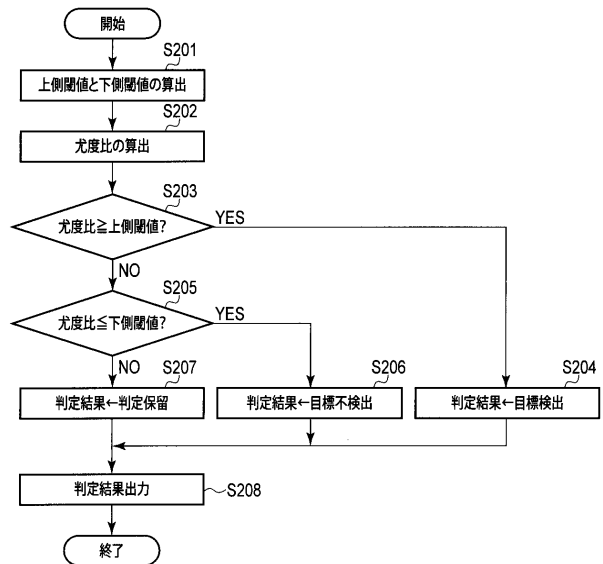
【 図 2 B 】

図 2B



【 図 4 】

図 4



【 図 3 】

図 3

