

(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2014-106133

(P2014-106133A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014.6.9)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<b>GO 1 S</b>	<b>7/292</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	7/292	A	5 J 0 7 0
<b>GO 1 S</b>	<b>13/66</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	13/66		
<b>GO 1 S</b>	<b>13/88</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	13/88	M	
<b>B 6 4 C</b>	<b>13/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C	13/18	B	
<b>F 4 2 B</b>	<b>15/08</b>	<b>(2006.01)</b>	F 4 2 B	15/08		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-259557 (P2012-259557)  
 (22) 出願日 平成24年11月28日 (2012.11.28)

(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  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100109830  
 弁理士 福原 淑弘  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100103034  
 弁理士 野河 信久  
 (74) 代理人 100095441  
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

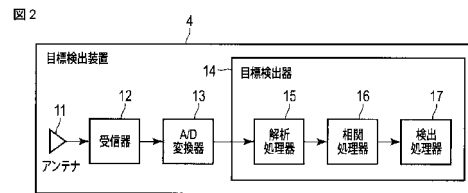
(54) 【発明の名称】 目標検出装置及び目標検出方法

(57) 【要約】

【課題】 T B D アルゴリズムが用いられている場合でも、低 S N R 環境下での目標の検出確率を維持する。

【解決手段】 T B D アルゴリズムを用いて、レーダ反射波の受信検波信号を観測領域の距離及び周波数の分解能単位毎のセル受信信号に変換し、各セルの距離、周波数、速度を解析する解析処理器 1 5 と、セル受信信号と前回の観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の目標推定点を決定し、その目標推定点が送信ブランキング期間か否かを判定する相関処理器 1 6 と、解析処理器 1 5 の解析結果及び相関処理器 1 6 の目標推定点の送信ブランキング期間判定結果に基づいて目標の航跡を求める検出処理器 1 7 とを備える。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーダ反射波の受信検波信号について、T B D (Track Before Detect) アルゴリズムを用いて目標の検出を行う目標検出装置であって、

前記受信検波信号を観測領域の距離及び周波数の分解能単位毎のセル受信信号に変換し、当該セル受信信号から各セルの距離、周波数、速度を解析する解析処理手段と、

前記セル受信信号と前回の観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の目標推定点を決定し、その目標推定点が送信ブランキング期間か否かを判定する相関処理手段と、

前記解析処理手段の解析結果及び相関処理手段の目標推定点の送信ブランキング期間判定結果に基づいて前記目標の航跡を求める検出処理器とを具備することを特徴とする目標検出装置。 10

## 【請求項 2】

前記相関処理器は、

前記セル受信信号と前回時刻の相関値を取得し、

前記粒子フィルタによる相関処理として、前回時刻に求めた目標推定点である粒子について、今回の距離及び周波数の予測値を設定し、各粒子の予測距離及び周波数に対応するセル受信信号の値からゆう度を算出し、前記ゆう度の大きいものを抽出してこれを今回時刻の粒子とし、

予め設定したブランキング期間外の対象区間内にある粒子の個数をカウントし、 20

カウントした粒子数が予め設定した判定しきい値より多いか否かを判定し、

前記粒子数が判定しきい値より多ければ、送信ブランキング領域内に目標がいる間の対処のための追加処理を実行することを特徴とする請求項 1 記載の目標検出装置。

## 【請求項 3】

前記追加処理は、前記送信ブランキング領域の通過まで処理を休止し、通過後に処理を再開させるものとし、再開時は、前記粒子の分布を送信ブランキング領域にあたる距離レンジの手前側にシフトさせ、休止する時間は、前記送信ブランキング領域の期間の長さ目標速度から求めるようにしたことを特徴とする請求項 2 記載の目標検出装置。

## 【請求項 4】

前記検出処理器は、 30

前記相関処理器で検出された粒子の相関処理結果を予め設定したしきい値と比較して、当該しきい値を超えるゆう度を持つ粒子または同じ点に当該しきい値を超える個数集まった粒子を目標として検出し、

前記検出された粒子の相関処理結果から、観測中の目標の距離及び速度の変化を示す航跡を求め、

前記目標の距離情報と速度情報から、観測時間内の距離変化量から算出した速度と観測時間内の速度情報の平均値を比較して、その差が予め定めたしきい値より大きいときは目標ではなくノイズの誤検出をとみなし、検出結果から除外することを特徴とする請求項 1 記載の目標検出装置。

## 【請求項 5】 40

レーダ反射波の受信検波信号について、T B D (Track Before Detect) アルゴリズムを用いて目標の検出を行う目標検出方法であって、

前記受信検波信号を観測領域の距離及び周波数の分解能単位毎のセル受信信号に変換し、当該セル受信信号から各セルの距離、周波数、速度を解析し、

前記セル受信信号と前回の観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の目標推定点を決定し、その目標推定点が送信ブランキング期間か否かを判定し、

前記解析処理結果及び前記目標推定点の送信ブランキング期間の判定結果に基づいて前記目標の航跡を求めることを特徴とする目標検出方法。

## 【請求項 6】 50

前記送信ブランキング期間の判定処理は、  
前記セル受信信号と前回時刻の相関値を取得し、  
前回時刻に求めた目標推定点である粒子について、今回の距離及び周波数の予測値を設定し、各粒子の予測距離及び周波数に対応するセル受信信号の値からゆう度を算出し、前記ゆう度の大きいものを抽出してこれを今回時刻の粒子とし、  
予め設定したブランキング期間外の対象区間内にある粒子の個数をカウントし、  
カウントした粒子数が予め設定した判定しきい値より多いか否かを判定し、  
前記粒子数が判定しきい値より多ければ、送信ブランキング領域内に目標がいる間の対処のための追加処理を実行することを特徴とする請求項5記載の目標検出方法。

【請求項7】

前記追加処理は、前記送信ブランキング領域の通過まで処理を休止し、通過後に処理を再開させるものとし、再開時は、前記粒子の分布を送信ブランキング領域にあたる距離レンジの手前側にシフトさせ、休止する時間は、前記送信ブランキング領域の期間の長さと同目標速度から求めるようにしたことを特徴とする請求項6記載の目標検出方法。

【請求項8】

前記検出処理は、  
前記相関処理器で検出された粒子の相関処理結果を予め設定したしきい値と比較して、当該しきい値を超えるゆう度を持つ粒子または同じ点に当該しきい値を超える個数集まった粒子を目標として検出し、  
前記検出された粒子の相関処理結果から、観測中の目標の距離及び速度の変化を示す航跡を求め、

前記目標の距離情報と速度情報から、観測時間内の距離変化量から算出した速度と観測時間内の速度情報の平均値を比較して、その差が予め定めたしきい値より大きいときは目標ではなくノイズの誤検出をとみなし、検出結果から除外することを特徴とする請求項5記載の目標検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本実施形態は、飛翔体にて、レーダ装置を用いて目標の距離や方向を求める目標検出装置及び目標検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

飛翔体に搭載するレーダ装置を用いた目標検出装置では、小型化の観点から簡素な構造となっており、レーダ反射波の受信信号をフーリエ変換し、予め設定したしきい値を超えたものを目標と判定する。

【0003】

周知のように、レーダ装置にあつては、低S N R (Signal to Noise Ratio: 信号対雑音比) 環境下では、誤検出を避けるためにしきい値を高くする必要があり、目標成分がしきい値を超えない場合には、その目標を検出することができない。しきい値を下げると、目標以外の誤検出が増えてしまう。地上レーダ装置で動きの遅い目標であれば、観測時間を延ばすことでS N Rを改善できるが、飛翔体では目標との速い距離変化が起きるためその効果が得られない。

【0004】

この問題を解決する手段としては、観測を複数回繰り返し、T B D (Track Before Detect) アルゴリズムを用いて距離や速度の変化に対応する方法が考案されている。これらの方法であれば、従来の飛翔体とほぼ同じハードウェア規模で目標を検出することができる。

【0005】

飛翔体搭載のレーダ装置では、速度検出範囲の広い高P R F (Pulse Repetition Frequency: パルス繰り返し周波数) を採用することがある。高P R Fでは、送信パルスを目

10

20

30

40

50

の距離に対して短い間隔（P R I : Pulse Repetition Interval）で送信するため、一定のP R Iでは送信するタイミングで目標からの反射波が返ってきてしまい、受信できない期間（送信ブランキング期間）が生じる。そこで、目標の相対距離に応じてP R Iを切り替え、送信と反射波の受信のタイミングが重ならないようにしている。

【0006】

しかしながら、T B Dアルゴリズムを用いた微小目標検出では、観測時に目標の詳細な位置が分からないため、P R Iを切り替えることができず、目標からの反射波が得られない期間ができてしまう。そのため、その間の目標検出の動作が不安定となり、その結果ノイズを誤検出したり、反射波が再び受信できるようになっても目標が検出できなかつたりしてしまう。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2010-261734号公報

【特許文献2】特開2011-117845号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】樋口、「粒子フィルタ」、電子情報通信学会誌、Vol.88、No.12、pp.989-994、2005年12月

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

以上のように、T B Dアルゴリズムを用いて目標検出を行う場合には、観測時に目標の詳細な位置が分からないため、P R Iを切り替えることができず、目標からの反射波が得られない期間ができてしまい、その間の目標検出の動作が不安定となり、その結果ノイズを誤検出したり、反射波が再び受信できるようになっても目標が検出できなかつたりしてしまう。

【0010】

本実施形態は上記の問題を解決するためになされたもので、T B Dアルゴリズムが用いられている場合でも、低S N R環境下での目標の検出確率を維持することのできる目標検出装置及び目標検出方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の課題を解決するために、本実施形態に係る目標検出装置は、レーダ反射波の受信検波信号について、T B D (Track Before Detect) アルゴリズムを用いて目標の検出を行う目標検出装置であって、前記受信検波信号を観測領域の距離及び周波数の分解能単位毎のセル受信信号に変換し、各セルの距離、周波数、速度を解析する解析処理手段と、前記セル受信信号と前回の観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の目標推定点を決定し、その目標推定点が送信ブランキング期間か否かを判定する相関処理手段と、前記解析処理手段の解析結果及び相関処理手段の目標推定点の送信ブランキング期間判定結果に基づいて前記目標の航跡を求める検出処理器とを具備する態様とする。

40

【0012】

また、本実施形態に係る目標検出方法は、レーダ反射波の受信検波信号について、T B D (Track Before Detect) アルゴリズムを用いて目標の検出を行う目標検出方法であって、前記受信検波信号を観測領域の距離及び周波数の分解能単位毎のセル受信信号に変換し、各セルの距離、周波数、速度を解析し、前記セル受信信号と前回の観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の目標推定点を決定し、その目標推定点が送信ブランキング期間か否かを判定し、前記解析処理結果及び前記目標推定点の送信ブランキング期間の判定結果に基づいて前記目標の航跡を求める態様とす

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施形態に係る目標検出装置が搭載される飛翔体の概略構成を示すブロック図。

【図2】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。

【図3】図2に示す解析処理器によって得られる観測領域の距離、周波数の分解能単位（セル）毎の受信信号の解析例を示す分布図。

【図4】図2に示す相関処理器の処理の流れを示すフローチャート。

【図5】図4に示す相関処理のランキング判定対象区間の一例を示す分布図。

10

【図6】図4に示す相関処理のランキング判定対象区間の他の例を示す分布図。

【図7】図4に示す相関処理において、送信部ランキング通過後に処理を再開させるときの粒子の位置を例示する分布図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、実施形態について、図面を参照して説明する。

【0015】

図1は本実施形態に係る目標検出装置が搭載される飛翔体の概略構成を示すブロック図である。図1に示す飛翔体1は、目標Tの方向へ飛翔させるための誘導信号を生成する誘導装置2と、誘導信号に従って目標Tの方向へ飛翔姿勢を変える操舵装置3とを備える。また、上記誘導装置2は、目標Tを検出する目標検出装置4と、誘導信号を生成する目標追従装置5を備える。

20

【0016】

図2は上記目標検出装置4の具体的な構成を示すブロック図である。図2に示す目標検出装置4は、目標Tからのレーダ反射波を受信するアンテナ11と、反射波を検波する受信器12と、検波信号をデジタル信号に変換するA/D変換器13と、TBDアルゴリズムを用いてデジタル検波信号から目標の検出を行い、その航跡を求める目標検出器14から構成される。

【0017】

目標検出器14は、デジタル検波信号の解析演算を行う解析処理器15と、解析処理結果について相関処理およびランキング判定処理を行う相関処理器16と、相関処理・判定処理結果から目標を検出し航跡を求める検出処理器17を備える。

30

【0018】

上記構成において、以下に目標検出装置4の動作を説明する。

【0019】

目標Tからのレーダ反射波はアンテナ11で受信され、受信器12で検波される。検波された信号はA/D変換器13でデジタル信号に変換される。デジタル検波信号は目標検出器14に取り込まれ、目標検出処理に供される。

【0020】

目標検出器14に取り込まれたデジタル検波信号は、解析処理器15にてフーリエ変換されて時間領域の信号から周波数領域の信号に変換され、図3に示す分布図のように、観測領域（1PRI相当）の距離、周波数の分解能単位（セル）毎の受信信号に変換される。解析処理器15は、セル毎の距離、周波数を解析すると共に、周波数のドップラシフト量を求めて速度を解析する。相関処理器16は解析処理器15で得られたセル毎の受信信号と前回観測時刻の解析処理結果から、粒子フィルタを用いて現在時刻の目標距離と目標速度の推定点（以下、目標推定点）を決定する。

40

【0021】

ここで、相関処理器16の処理について、図4に示す相関処理フローチャートを参照して説明する。

まず、セル毎の受信信号と前回時刻の相関値を取得する（ステップS1）。

50

続いて、粒子フィルタ（公知文献 1 参照）による相関処理を行う（ステップ S 2 ~ S 4）。すなわち、ステップ S 2 にて、前回時刻に求めた粒子（目標推定点）について、今回の距離及び周波数の予測値を設定する。次に、ステップ S 3 にて、各粒子の予測距離及び周波数に対応する入力（セル毎の受信信号）の値から、ゆう度を算出する。続いて、ステップ S 4 にて、ゆう度の大きいものを抽出し、これを今回時刻の粒子とする。

【 0 0 2 2 】

次に、ブランキング判定処理を行う（ステップ S 5 ~ S 7）。まず、ステップ S 5 にて、予め設定した対象区間内にある粒子の個数をカウントする。対象区間は、例えば図 5 に示すように、ブランキング領域にあたる距離レンジの隣（遠方側）2 ~ 3 レンジ分とする。周波数が高いほど目標の速度が速いので、図 6 に示すように、周波数に応じて対象区間を変え、低い周波数領域よりも高い周波数領域での対象区間を長く取るとしてもよい。

10

【 0 0 2 3 】

ステップ S 6 にて、カウントした粒子数が予め設定した判定しきい値より多ければ、ステップ S 7 の追加処理を、少なければステップ S 8 を実行する。

ステップ S 7 の追加処理は、ブランキング領域内に目標がいる間の対処のための処理である。追加処理は、例えば送信ブランキング通過まで処理を休止し、通過後に処理を再開する。再開時は、図 7 に示すように、粒子の分布（位置）をブランキング領域にあたる距離レンジの手前側にシフトさせる。休止する時間は、送信ブランキングの長さ（既知）と目標速度（観測・相関処理の過程で推定可能）から求める。

ステップ S 8 にて予め設定した繰り返し数までステップ S 1 ~ S 7 の処理を繰り返す。

20

【 0 0 2 4 】

上記相関処理器 1 6 で検出された粒子の相関処理結果は検出処理器 1 7 に送られる。この検出処理器 1 7 では、予め設定したしきい値を超えるゆう度を持つ粒子または同一セルに予め設定したしきい値を超える個数が集まった粒子が目標として検出される。また、検出された粒子の相関処理の情報から、観測中の目標の航跡（速度・距離の変化）が求められる。距離情報と速度情報から、観測時間内の距離変化量から算出した速度と観測時間内の速度情報の平均値を比較して、その差が予め定めたしきい値より大きいときは目標ではなくノイズの誤検出をとみなし、検出結果から除外する。

【 0 0 2 5 】

ここで、上記粒子フィルタでは、観測値から粒子のゆう度を計算し、目標が存在すると思われるセルに粒子が徐々に集中していく。送信ブランキング期間に入るまでに粒子が 1 ~ 2 セル程度に集中すれば目標がいると認識できるが、数セルに散らばった状態では目標と認識できない。しかし、粒子数を数える範囲を広めに許容することで「いるかもしれない」ということは認識できる。これを利用することで、送信ブランキング期間に目標が入ることを検知することにより、ブランキングを避けた処理を効果的に行うことができるようになる。

30

【 0 0 2 6 】

以上から、本実施形態によれば、高 P R F においても、T B D アルゴリズムを用いたときの低 S N R 環境であっても、目標の検出確率を維持・向上させることができる。

【 0 0 2 7 】

尚、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。更に、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。

40

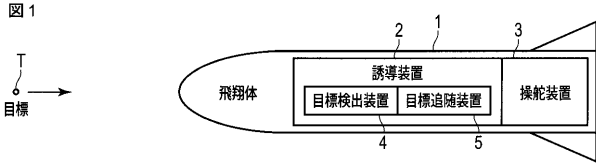
【符号の説明】

【 0 0 2 8 】

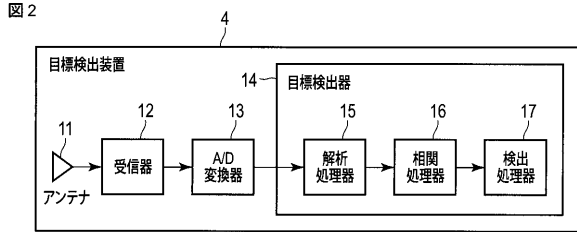
1 ... 飛翔体、2 ... 誘導装置、3 ... 操舵装置、4 ... 目標検出装置、5 ... 目標追従装置、1 1 ... アンテナ、1 2 ... 受信器、1 3 ... A / D 変換器、1 4 ... 目標検出部、1 5 ... 解析処理器、1 6 ... 相関処理器、1 7 ... 検出処理器。

50

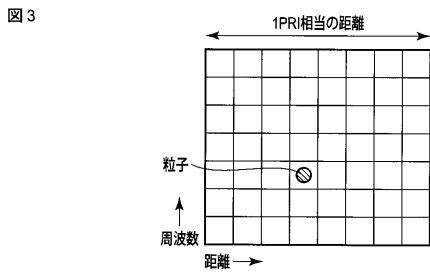
【 図 1 】



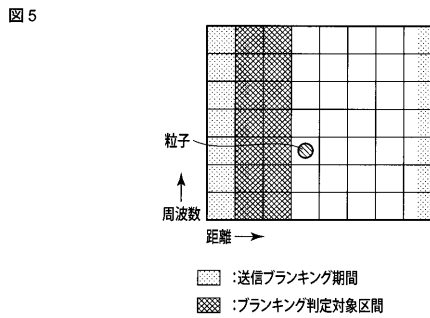
【 図 2 】



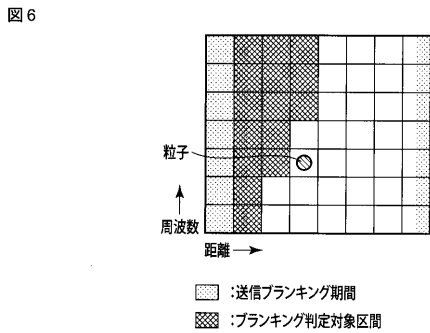
【 図 3 】



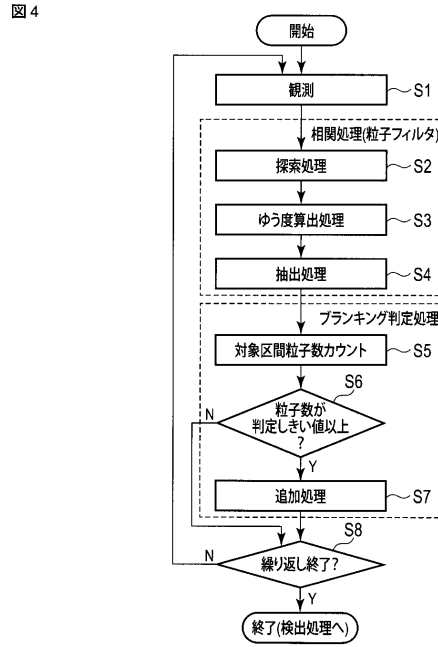
【 図 5 】



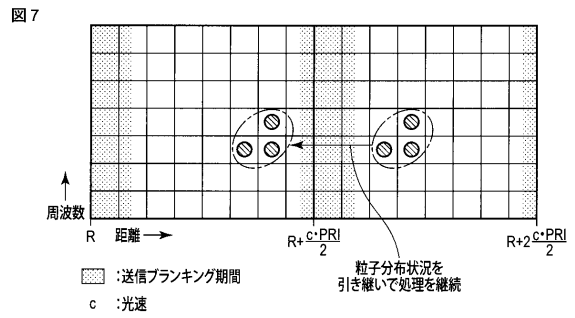
【 図 6 】



【 図 4 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805  
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580  
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062  
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 篠田 賢司  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 佐藤 賢  
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 AC02 AC06 AF07 AH31 AH45 AJ13 AK22 BB14 BB16