

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年3月12日(12.03.2020)



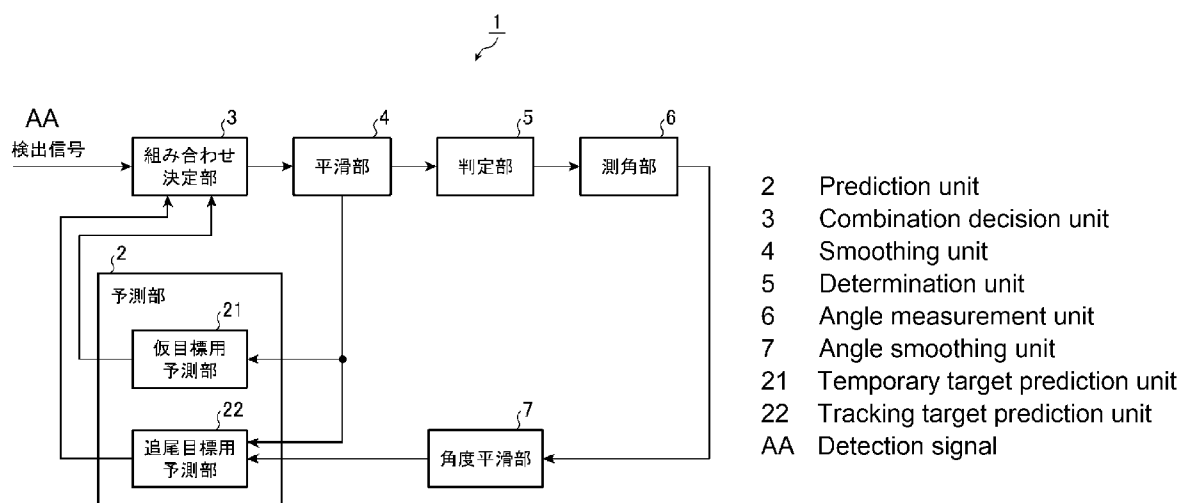
(10) 国際公開番号

WO 2020/049686 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 13/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/033026
- (22) 国際出願日: 2018年9月6日(06.09.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 亀田 洋志 (KAMEDA, Hiroshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 勝又 洋介 (KATSUMATA, Yosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小林 立範(KOBAYASHI, Tatsunori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: TARGET TRACKING DEVICE AND TARGET TRACKING METHOD

(54) 発明の名称: 目標追尾装置および目標追尾方法



(57) Abstract: Provided is a target tracking device (1) comprising a prediction unit (2), a combination decision unit (3), a smoothing unit (4), and a determination unit (5). With respect to the smoothing unit (4), which is a tracking filter, a target distance contained in a detected signal and Doppler velocity are set as initial smoothing values.

(57) 要約: 目標追尾装置 (1) は、予測部 (2)、組み合わせ決定部 (3)、平滑部 (4) および判定部 (5) を備え、追尾フィルタである平滑部 (4) に対し、検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定される。

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：目標追尾装置および目標追尾方法

技術分野

[0001] 本発明は、目標を追尾する目標追尾装置および目標追尾方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献 1 には、北基準直交座標系における目標の位置および速度ベクトルで構成される目標の状態ベクトルと目標の運動モデルとに基づいて、目標の運動予測を行う目標追尾装置が記載されている。目標の運動予測は、レーダから送信された電波が目標で反射された反射信号がレーダによって受信されると、受信信号に基づいて目標のドップラ周波数の予測値が算出され、新たに得られた検出信号と予測値との相関に基づいて目標が追尾される。

[0003] 目標のドップラ周波数の予測値の算出には、追尾フィルタによって算出された検出信号の平滑値が必要である。追尾フィルタが北基準直交座標系の信号を処理対象とする場合、追尾フィルタには、異なる 2 つの観測時刻に得られた検出信号に含まれる目標の位置変化に基づいて決定された目標の速度ベクトルが、初期平滑値として設定される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2014-153088 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載された目標追尾装置では、異なる 2 つの観測時刻に得られた検出信号の目標の位置変化から決定された目標の速度ベクトルが、初期平滑値として追尾フィルタに設定されるまで、目標の追尾を確立できないという課題があった。

[0006] 本発明は上記課題を解決するものであって、目標の追尾が確立されるまで

の時間を短縮することができる目標追尾装置および目標追尾方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る目標追尾装置は、予測部、組み合わせ決定部、平滑部および判定部を備える。予測部は、目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する。組み合わせ決定部は、予測部によって算出された予測値に基づいて、レーダの受信信号が信号処理されて得られた目標の距離およびドップラ速度を含む検出信号とこの検出信号が得られた目標との組み合わせを決定する。平滑部は、既存の目標と相関がない検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定され、組み合わせ決定部によって組み合わせが決定された検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度の平滑値を算出する。判定部は、時系列で相関がある検出信号の系列のうち、追尾対象の目標によるものを判定する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、平滑部に対して既存の目標と相関がない検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定されるので、従来のように、異なる2つの観測時刻に得られた検出信号を用いて初期平滑値を設定する必要がない。これにより、これらの検出信号を得る時間だけ目標の追尾が確立されるまでの時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る目標追尾装置の構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1に係る目標追尾装置で扱われるレーダの受信信号の信号処理の流れを示す図である。

[図3]レンジとドップラ速度とで表されるスペクトル空間を示す図である。

[図4]図4 Aは、実施の形態1に係る目標追尾装置の機能を実現するハードウェアの構成を示すブロック図である。図4 Bは、実施の形態1に係る目標追尾装置の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェアの構成を示す

ブロック図である。

[図5]実施の形態1に係る目標追尾方法を示すフローチャートである。

[図6]実施の形態1における測角処理の概要を示す図である。

[図7]実施の形態2に係る目標追尾装置の構成を示すブロック図である。

[図8]実施の形態2に係る目標追尾方法を示すフローチャートである。

[図9]検出信号と仮目標との組み合わせの決定に使用されるゲートの概要を示すイメージ図である。

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る目標追尾装置1の構成を示すブロック図である。図2は、目標追尾装置1で扱われるレーダの受信信号の信号処理の流れを示す図である。図3は、レンジとドップラ速度とで表されるスペクトル空間を示す図である。目標追尾装置1は、図2に示すようにレーダの受信信号を信号処理して得られた検出信号に基づいて、目標を追尾する。上記検出信号は、レンジとドップラ速度によって表される、図3に示すレンジドップラ速度のスペクトル空間の座標を有する。

[0011] 図2において、レーダは、例えば、送信した電波が目標で反射された反射信号を n 個の素子アンテナで受信する。 n は2以上の正の自然数である。レーダに設けられた信号処理装置は、素子アンテナごとの受信CH(1)から受信CH(n)までの受信信号に対して1次FFT(高速フーリエ変換)を行う。1次FFT処理において、上記信号処理装置が受信信号をFFTすることで、目標の距離を示すデータが求められる。

[0012] DBF(デジタルビーム形成)において、上記信号処理装置が受信CH(1)から受信CH(n)の目標の距離を示すデータに対してDBF処理を行うことにより、互いに方位が異なる受信ビーム(1)から受信ビーム(m)が形成される。 m は2以上の正の自然数である。2次FFT処理において、上記信号処理装置が受信ビーム(1)から受信ビーム(m)までの信号をFFTすることで、目標の距離ごとのドップラ速度が求められる。

[0013] CFAR (Constant False Alarm Rate) 処理において、上記信号処理装置は、2次FFTまでの信号処理を行った信号から、信号強度が一定の閾値を超える信号を自動検出する。自動検出された検出信号には、目標の距離およびドップラ速度に加えて、この検出信号が得られた受信信号の受信ビームを識別する受信ビーム番号と、この受信信号の信号強度が含まれる。なお、受信ビーム番号は、受信ビームごとに付与された識別番号である。

[0014] 受信ビーム(1)から受信ビーム(m)までの検出信号は、上記信号処理装置から目標追尾装置1に入力される。目標追尾装置1では、検出信号を用いて目標の追尾処理および測角処理が行われる。目標追尾装置1によって算出された追尾目標の航跡を示す信号は、例えば、北基準直交座標系の信号に変換されてユーザに提示される。

[0015] このように、目標追尾装置1は、目標の追尾処理および測角処理において、従来の目標追尾装置のように、検出信号を北基準直交座標系の信号に変換しないので、目標の速度の初期平滑値を算出するための2サンプルの検出信号が不要である。これにより、目標追尾装置1では、これらの検出信号を検出する時間だけ目標の追尾が確立されるまでの時間を短縮することができる。

[0016] なお、下記参考文献に記載される従来の目標追尾装置では、一度の観測で得られた目標の検出信号に含まれる目標の位置ベクトルと速度変化に基づいて、目標の速度ベクトルの初期値を決定し、追尾フィルタの初期値として設定している。しかしながら、目標の速度変化を含む検出信号を、分散配置された2局以上の受信局で観測する必要がある。

これに対して、目標追尾装置1は、目標の速度の初期平滑値として検出信号に含まれるドップラ速度を利用するので、一つの受信局によって得られた検出信号に基づいて目標を追尾することが可能である。

(参考文献) M. Jabbarian, "Target Tracking in Pulse-Doppler MIMO Radar by Extended Kalman Filter Using Velocity Vector," 20th Iranian Co

nference on Electrical Engineering, (ICEE2012), May 15-17, 2012, Tehran, Iran.

[0017] 以降の説明において、実施の形態 1 における目標には、仮目標および追尾目標がある。仮目標は、判定部 5 によって追尾目標であると判定されていない追尾目標の候補であり、C F A R で自動検出された検出信号の系列である。検出信号の系列は、時系列で相関がある検出信号の系列である。追尾目標は、追尾が確立した追尾対象の目標であり、仮目標である追尾目標の候補のうち、判定部 5 によって追尾目標であると判定された候補に対応する検出信号の系列である。追尾が確立した状態とは、時系列で相関がある検出信号の系列で表される航跡に追尾目標の存在が確定された状態である。従って、仮目標では、追尾が確立していない。

[0018] 目標追尾装置 1 は、図 1 に示すように、予測部 2、組み合わせ決定部 3、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 を備える。予測部 2 は、仮目標用予測部 2 1 および追尾目標用予測部 2 2 を備える。なお、図 1 には、目標追尾装置 1 が測角部 6 および角度平滑部 7 を備える構成を示したが、測角部 6 および角度平滑部 7 は、目標追尾装置 1 とは別に設けられた装置が備える構成要素であってもよい。例えば、目標追尾装置 1 とは別に設けられた上記信号処理装置が、測角部 6 および角度平滑部 7 を備えてもよい。

[0019] 予測部 2 は、目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、目標についての距離およびドップラ速度の予測値を算出する。仮目標用予測部 2 1 は、仮目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、仮目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する。追尾目標用予測部 2 2 は、追尾目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する。

[0020] 組み合わせ決定部 3 は、予測部 2 によって算出された予測値に基づいて、仮目標と検出信号との組み合わせと、追尾目標と検出信号との組み合わせとを決定する。

例えば、組み合わせ決定部 3 は、仮目標用予測部 2 1 によって算出された

仮目標の距離およびドップラ速度の予測値と当該予測値の誤差とに基づいて、仮目標についてのゲートを設定する。続いて、組み合わせ決定部3は、レーダの受信信号を信号処理して得られた検出信号が上記ゲート内に含まれるか否かを判定し、上記ゲート内に含まれる検出信号と仮目標との組み合わせを決定する。

[0021] 組み合わせ決定部3は、追尾目標用予測部22によって算出された追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値と受信ビームの中心角度の予測値とこれらの予測値の誤差とに基づいて、追尾目標についてのゲートを設定する。続いて、組み合わせ決定部3は、レーダの受信信号を信号処理して得られた検出信号が上記ゲート内に含まれるか否かを判定し、上記ゲート内に含まれる検出信号と追尾目標との組み合わせを決定する。

[0022] レーダの受信信号を信号処理して得られた検出信号が仮目標のゲートおよび追尾目標のゲートのいずれにも含まれない場合、この検出信号は、既存の目標と相関がない検出信号である。組み合わせ決定部3は、この検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度を、初期平滑値として平滑部4に設定する。

[0023] 平滑部4は、検出信号の平滑処理を開始するときに、既存の目標と相関がない検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定され、組み合わせ決定部3によって組み合わせが決定された検出信号に含まれる、目標の距離およびドップラ速度の平滑値を算出する。例えば、平滑部4は、初期平滑値が設定されると、カルマンフィルタの処理に従った平滑処理を実行する。

[0024] 判定部5は、時系列で相関がある検出信号の系列のうち、追尾目標によるものを判定する。例えば、判定部5は、仮目標との組み合わせが決定された検出信号の系列のうち、追尾目標との組み合わせが決定された検出信号との相関が成立した回数が一定閾値を超える検出信号の系列を、追尾目標によるものと判定する。

[0025] 測角部6は、判定部5によって追尾目標によるものと判定された検出信号

の系列を用いて追尾目標ごとに測角処理を行う。例えば、測角部 6 は、追尾目標による検出信号の系列と検出信号の系列に関連する受信ビームの振幅値の蓄積データとを用いて、測角値を算出する。なお、測角値は、例えば、追尾目標の方位角である。

[0026] なお、上記受信ビームの振幅値は、追尾目標と相関があると判定された検出信号に対応する受信ビームに隣接し、かつ、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、上記検出信号と同一の座標（距離およびドップラ速度）を有した検出信号の受信ビームの振幅値である。

[0027] さらに、測角部 6 は、追尾目標の移動によって変化する方位角の角速度（以下、方位角速度と記載する）の初期値を算出する。測角部 6 によって算出された測角値および方位角速度の初期値は、角度平滑部 7 に出力される。

[0028] 角度平滑部 7 は、測角部 6 から入力した測角値および方位角速度の初期値に基づいて、測角値の測角誤差を平滑した平滑値を算出する。例えば、角度平滑部 7 は、方位角速度の初期値が設定されると、測角部 6 から入力した測角値に対し、カルマンフィルタの処理に従った平滑処理を行う。角度平滑部 7 によって算出された測角値の平滑値は、追尾目標用予測部 22 に出力される。

[0029] 追尾目標用予測部 22 は、平滑部 4 によって算出された検出信号の平滑値と角度平滑部 7 によって算出された測角値の平滑値とに基づいて、追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出し、さらに、追尾目標の検出信号に対応する受信ビームの中心角度の予測値を算出する。追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値と、受信ビームの中心角度の予測値とは、追尾目標用予測部 22 から組み合わせ決定部 3 に出力される。

[0030] 次に、目標追尾装置 1 の機能を実現するハードウェア構成について説明する。

目標追尾装置 1 における、予測部 2、組み合わせ決定部 3、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 の機能は、処理回路によって実現される。すなわち、目標追尾装置 1 は、図 5 を用いて後述するステップ S T 10

1 からステップ S T 1 0 8 までの処理を実行するための処理回路を備える。処理回路は、専用のハードウェアであってもよいが、メモリに記憶されたプログラムを実行する CPU (Central Processing Unit) であってもよい。

[0031] 図 4 A は、目標追尾装置 1 の機能を実現するハードウェアの構成を示すブロック図である。図 4 B は、目標追尾装置 1 の機能を実現するソフトウェアを実行するハードウェアの構成を示すブロック図である。図 4 A および図 4 B において、インタフェース 1 0 0 は、図 2 に示した信号処理を行うレーダとの間でやり取りされる信号を中継するインタフェースである。

[0032] 処理回路が、図 4 A に示す専用のハードウェアの処理回路 1 0 1 である場合、処理回路 1 0 1 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、または、これらを組み合わせたものが該当する。目標追尾装置 1 における、予測部 2、組み合わせ決定部 3、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 の機能を、別々の処理回路で実現してもよく、これらの機能をまとめて 1 つの処理回路で実現してもよい。

[0033] 処理回路が、図 4 B に示すプロセッサ 1 0 2 である場合に、目標追尾装置 1 における、予測部 2、組み合わせ決定部 3、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 の機能は、ソフトウェア、ファームウェアまたはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現される。なお、ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述されてメモリ 1 0 3 に記憶される。

[0034] プロセッサ 1 0 2 は、メモリ 1 0 3 に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって、目標追尾装置 1 における、予測部 2、組み合わせ決定部 3、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 の機能を実現する。すなわち、目標追尾装置 1 は、プロセッサ 1 0 2 によって実行されると

きに後述する図5に示すステップST101からステップST108までの処理が結果的に実行されるプログラムを記憶するためのメモリ103を備える。

[0035] これらのプログラムは、予測部2、組み合わせ決定部3、平滑部4、判定部5、測角部6および角度平滑部7の手順または方法をコンピュータに実行させる。メモリ103は、コンピュータを、予測部2、組み合わせ決定部3、平滑部4、判定部5、測角部6および角度平滑部7として機能させるためのプログラムが記憶されたコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

[0036] メモリ103には、例えば、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM(Electrically EPROM)などの不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVDなどが該当する。

[0037] 予測部2、組み合わせ決定部3、平滑部4、判定部5、測角部6および角度平滑部7の機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。例えば、予測部2、組み合わせ決定部3、平滑部4および判定部5は専用のハードウェアである処理回路101で機能を実現し、測角部6および角度平滑部7は、プロセッサ102がメモリ103に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって機能を実現する。このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせにより上記機能を実現することができる。

[0038] 次に動作について説明する。

図5は、実施の形態1に係る目標追尾方法を示すフローチャートである。

以降の説明において、追尾フィルタである平滑部4によって推定される、観測時刻 k における目標の状態ベクトルを x_k とする。状態ベクトル x_k は、

下記式（１）に示すように、観測時刻 k までのレーダから目標までの距離の平滑値 r_k および目標のドップラ速度の平滑値 V_k を要素として含むベクトルである。観測時刻 k の検出信号の観測値ベクトルを z_k とする。観測ベクトル z_k は、下記式（２）に示すように、観測時刻 k における、レーダから目標までの距離 $r_{o,k}$ 、目標のドップラ速度 $V_{o,k}$ 、受信ビームの振幅値 $v_{m,k}$ 、および受信ビーム番号 $b_{m,k}$ を、要素として含むベクトルである。下記式（１）および（２）において、 T は、行列の転置を表している。

$$x_k = [r_k \quad V_k]^T \quad \dots (1)$$

$$z_k = [r_{o,k} \quad V_{o,k} \quad v_{m,k} \quad b_{m,k}]^T \quad \dots (2)$$

[0039] 組み合わせ決定部 3 は、上記信号処理装置から検出信号を入力する（ステップ S T 1 0 1）。検出信号には、目標の距離およびドップラ速度と、受信ビーム番号と、信号強度とが含まれる。予測部 2 は、平滑部 4 によって算出された検出信号の平滑値に基づいた予測処理を行うことで、仮目標または追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する（ステップ S T 1 0 2）。例えば、予測部 2 は、組み合わせ決定部 3 が上記信号処理装置から検出信号を取得した取得時刻と、ステップ S T 1 0 4 において平滑部 4 によって算出された検出信号の平滑時刻との時刻差 Δt に基づいて、上記検出信号の取得時刻における目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する。

[0040] 予測値の算出処理において、目標が仮目標または追尾目標であるかに応じて異なる内容の処理が行われる。例えば、仮目標用予測部 2 1 は、ステップ S T 1 0 4 において平滑部 4 によって算出された目標の距離の平滑値 r_k とドップラ速度の平滑値 V_k とを用いて、下記式（３）に従い、仮目標の距離の予測値 r_{k+1} およびドップラ速度の予測値 V_{k+1} を算出する。なお、予測値の算出処理で使用される平滑値は、同一の受信ビーム番号を含む検出信号の平滑値である。

$$\begin{bmatrix} r_{k+1} \\ V_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_k \\ V_k \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

[0041] 追尾目標用予測部 2 2 は、ステップ S T 1 0 4 において平滑部 4 により算

出された検出信号の平滑値を用いて、上記式（３）に従い、追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する。さらに、追尾目標用予測部２２は、ステップＳＴ１０７において角度平滑部７により算出された角度平滑値を用いて、下記式（４）に従い、受信ビームの中心角度の予測値を算出する。下記式（４）において、 θ_k は、観測時刻ｋにおける方位角（測角値）である。 $d\theta_k$ は、観測時刻ｋまでの測角誤差が平滑された方位角速度の初期平滑値であり、ステップＳＴ１０７において角度平滑部７によって算出される。 θ_{k+1} は、観測時刻ｋよりも１観測時刻経過した後の観測時刻ｋ＋１における、方位角の予測値であり、 $d\theta_{k+1}$ は、観測時刻ｋ＋１における方位角速度の予測値である。受信ビームの中心角度の予測値は、予測値 θ_{k+1} と予測値 $d\theta_{k+1}$ によって決定される。

$$\begin{bmatrix} \theta_{k+1} \\ d\theta_{k+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_k \\ d\theta_k \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

[0042] なお、ステップＳＴ１０２に最初に移行した段階では、ステップＳＴ１０３以降の処理が実行されておらず、予測部２は、ステップＳＴ１０４において平滑部４によって算出される検出信号の平滑値と、ステップＳＴ１０７において角度平滑部７によって算出される角度平滑値が得られない。このとき、予測部２は、前述したような予測処理を実行せず、目標追尾装置１の処理は、ステップＳＴ１０３に移行する。

[0043] 組み合わせ決定部３は、ステップＳＴ１０２において算出された仮目標または追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値と、ステップＳＴ１０１において入力された検出信号とを用いて、検出信号とこの検出信号が得られた仮目標または追尾目標との組み合わせを決定する（ステップＳＴ１０３）。組み合わせの決定処理において、目標が仮目標または追尾目標であるかに応じて異なるゲートが設定される。

[0044] 例えば、組み合わせ決定部３は、仮目標用予測部２１によって算出された仮目標の距離およびドップラ速度の予測値とこれらの予測値の誤差とに基づいて、レンジドップラ速度のスペクトル空間にゲートを設定する。続いて

、組み合わせ決定部3は、レーダの受信信号を信号処理して得られた検出信号のうち、上記ゲート内に含まれる検出信号を、仮目標の検出信号と相関があると判定し、この検出信号と仮目標とを組み合わせる。

組み合わせの決定処理で使用される検出信号は、同一の受信ビーム番号を含む検出信号である。すなわち、組み合わせは、同一の受信ビーム番号ごとに決定される。

[0045] さらに、組み合わせ決定部3は、追尾目標用予測部22によって算出された追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値と受信ビームの中心角度の予測値と、これらの予測値の誤差とに基づいて、レンジドップラ速度のスペクトル空間にゲートを設定する。続いて、組み合わせ決定部3は、上記ゲート内に含まれる検出信号を追尾目標の検出信号と相関があると判定し、この検出信号と追尾目標とを組み合わせる。組み合わせ決定部3は、予測された受信ビーム方向に対応する検出信号について追尾目標との組み合わせを決定する。

[0046] 組み合わせ決定部3は、上記検出信号から、前述した2種類のゲートのいずれにも含まれない検出信号の値を初期平滑値として平滑部4に設定する。すなわち、平滑部4には、今回の観測時刻までに検出された仮目標および追尾目標と相関がない検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が、初期平滑値として設定される。

[0047] 組み合わせ決定部3は、検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度から、仮目標または追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値に最も近い検出信号を特定し、特定した検出信号と仮目標または追尾目標とを組み合わせてもよい。また、組み合わせ決定部3は、ゲート内に含まれる全ての検出信号に含まれる仮目標または追尾目標の距離およびドップラ速度と、目標の距離およびドップラ速度とを総当たりで比較し、両者が最も近い検出信号と仮目標または追尾目標とを組み合わせてもよい。

[0048] さらに、組み合わせ決定部3は、検出信号と目標との組み合わせを示す情報に対して、受信ビームの振幅値を設定する。受信ビームの振幅値は、追尾

目標と相関があると判定された検出信号に対応する受信ビームに隣接し、かつ、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、上記検出信号と同一の座標（距離およびドップラ速度）を有した検出信号の受信ビームの振幅値である。

- [0049] 平滑部4は、ステップS T 1 0 3において組み合わせ決定部3によって決定された目標と検出信号との組み合わせに基づいて、平滑処理を実行して検出信号の平滑値を算出する（ステップS T 1 0 4）。なお、平滑部4には、下記式（5）に従った初期平滑値が設定される。 x_1 は目標の状態ベクトルの初期平滑値であり、 $r_{0,1}$ は、仮目標および追尾目標と相関がない検出信号に含まれる目標の距離であり、目標の距離の初期平滑値である。 $V_{0,1}$ は、仮目標および追尾目標と相関がない検出信号に含まれる目標のドップラ速度であり、目標のドップラ速度の初期平滑値である。

$$x_1 = [r_{0,1} \quad V_{0,1}]^T \quad \dots (5)$$

- [0050] 初期平滑値が設定された後に、平滑部4は、例えば、カルマンフィルタの処理に従って平滑処理を行う。例えば、平滑部4は、検出信号と仮目標または追尾目標との組み合わせに関する情報を、組み合わせ決定部3から入力する。検出信号と仮目標または追尾目標との組み合わせに関する情報には、相関判定情報が含まれる。相関判定情報は、検出信号と仮目標または追尾目標との相関を判定した結果を示す情報である。

- [0051] 平滑部4は、相関判定情報に基づいて、仮目標または追尾目標と相関がある検出信号を順次特定する。平滑部4は、特定した検出信号の系列および初期平滑値を用いて平滑処理を実行し、仮目標または追尾目標の距離およびドップラ速度の誤差が平滑された平滑値を算出する。なお、相関判定情報には、組み合わせ決定部3によって判定された検出信号と仮目標または追尾目標との相関が成立した度合いが含まれる。相関が成立した度合いは、例えば、組み合わせ決定部3によって設定された仮目標または追尾目標のゲート内に検出信号が含まれた回数、または、検出信号と仮目標または追尾目標との組み合わせについての仮説の信頼度である。

[0052] さらに、平滑部4は、組み合わせ決定部3によって目標との組み合わせが決定された検出信号ごとに、受信ビームの振幅値を記憶部に記憶する。なお、この記憶部は、平滑部4によって情報の書き込みが可能でかつ測角部6によって情報の読み出しが可能な記憶部である。また、受信ビームの振幅値は、追尾目標と相関があると判定された検出信号に対応する受信ビームに隣接し、かつ、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、上記検出信号と同一の座標（距離およびドップラ速度）を有した検出信号の受信ビームの振幅値である。

[0053] 次に、判定部5は、時系列で相関がある検出信号の系列のうち、追尾目標によるものを判定する（ステップS T 1 0 5）。例えば、判定部5は、平滑部4から入力した上記相関判定情報に基づいて、組み合わせ決定部3によって仮目標との組み合わせられた検出信号の系列から、追尾目標と組み合わせられた検出信号と相関があるものを判定する。追尾目標と組み合わせられた検出信号の系列と相関がある仮目標は、追尾が確立した追尾目標と判定される。

[0054] 測角部6は、判定部5によって追尾目標と相関があると判定された検出信号の系列を用いて、追尾目標ごとに測角処理を行う（ステップS T 1 0 6）。図6は、測角処理の概要を示す図である。図6において、レンジドップラ速度のスペクトル空間200aには、追尾目標と組み合わせられた、受信ビーム(k)の検出信号201aが含まれる。また、レンジドップラ速度のスペクトル空間200bには、受信ビーム(k)に隣接する受信ビーム(k+1)に対応する、検出信号201aと同一の座標を有する検出信号201bが含まれる。

[0055] 測角部6は、検出信号201aの受信ビーム(k)の振幅値と検出信号201bの受信ビーム(k+1)の振幅値との差信号 Δ を算出し、さらに、両者の和信号 Σ を算出する。次に、測角部6は、下記式(6)に従い、追尾目標の測角値 θ_k を算出する。測角値 θ_k は追尾目標の方位角である。測角用係数 k_{dsc} は、差信号 Δ を和信号 Σ で正規化したときの振幅角度特性の傾きであ

る。 θ_0 は、受信ビーム（ k ）の中心角度である。 Δ/Σ は、ディスクリートカーブである。

$$\theta_k = \sin^{-1} \{k_{dsc} (\Delta/\Sigma) + \sin \theta_0\} \quad \dots (6)$$

[0056] さらに、測角部6は、組み合わせ決定部3によって今回の観測時刻以前に追尾目標との組み合わせが決定された検出信号の系列に対応する測角値の蓄積データを用いて、下記式（7）に従い、追尾目標の方位角速度の初期値 $d\theta_k$ を算出する。測角値 θ_{k-1} は、観測時刻 k よりも1観測時刻前の観測時刻 $k-1$ における追尾目標の測角値であり、 Δt は、観測時刻 k と、観測時刻 $k-1$ までに得られた検出信号の平滑時刻との時刻差である。

$$d\theta_k = (\theta_k - \theta_{k-1}) / \Delta t \quad \dots (7)$$

[0057] 次に、角度平滑部7は、測角部6の測角処理で算出された測角値を平滑する（ステップST107）。例えば、角度平滑部7は、方位角速度の初期値 $d\theta_k$ が設定された後に、測角部6から入力した測角値 θ_k について、カルマンフィルタの処理に従った平滑処理を行う。角度平滑部7によって算出された測角値の平滑値は、追尾目標用予測部22に出力される。追尾目標用予測部22は、角度平滑部7によって算出された平滑値に基づいて、追尾目標に対応する受信ビームの中心角度の予測値を算出する。

[0058] 続いて、組み合わせ決定部3は、目標追尾処理が終了か否かを確認する（ステップST108）。処理終了である場合（ステップST108；YES）、図5に示す一連の処理が終了する。処理終了ではない場合（ステップST108；NO）、ステップST101に戻り、ステップST101からの一連の処理が繰り返される。

[0059] 以上のように、実施の形態1に係る目標追尾装置1では、既存の目標と関係がない検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が、初期平滑値として平滑部4に設定される。このため、目標追尾装置1では、従来の目標追尾装置のように異なる2つの観測時刻に得られた検出信号を用いて初期平滑値を設定する必要がなく、2サンプルの検出信号を得る時間だけ目標の追尾が確立されるまでの時間を短縮することができる。

[0060] 従来の目標追尾装置では追尾目標が判定される前に測角処理を行っていたが、測角部 6 は、判定部 5 によって追尾目標と相関があると判定された検出信号の系列を用いて、追尾目標ごとに測角処理を行う。測角値を算出すべき目標が追尾目標に限定されるので、測角処理の演算量が削減され、処理時間も短縮することができる。

[0061] さらに、実施の形態 1 に係る目標追尾装置 1 において、角度平滑部 7 が、測角部 6 の測角処理で算出された測角値を平滑する。追尾目標用予測部 2 2 が、平滑部 4 によって算出された追尾目標の距離およびドップラ速度の平滑値と、角度平滑部 7 によって算出された測角値の平滑値とに基づいて、追尾目標の距離およびドップラ速度の予測値と追尾目標に対応する受信ビームの中心角度の予測値とを算出する。これにより、追尾目標の検出信号が得られる受信ビーム方向を予測することができる。

[0062] 実施の形態 2.

図 7 は、実施の形態 2 に係る目標追尾装置 1 A の構成を示すブロック図であり、図 1 と同一の構成要素には、同一の符号を付して説明を省略する。図 1 に示すように、目標追尾装置 1 A は、予測部 2、組み合わせ決定部 3 A、平滑部 4、判定部 5、測角部 6、および角度平滑部 7 を備える。予測部 2 は、仮目標用予測部 2 1 および追尾目標用予測部 2 2 を備えている。

[0063] 組み合わせ決定部 3 A は、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、第一のゲートと第二のゲートとのうち、いずれのゲート内に検出信号があるかに応じて検出信号と仮目標との組み合わせを決定する。第一のゲートは、仮目標の距離の予測値がゲート中心に設定されたゲートである。第二のゲートは、レーダの観測可能速度範囲を超える速度でレンジ方向範囲が設定されたゲートである。

[0064] 図 4 A および図 4 B に示したように、予測部 2、組み合わせ決定部 3 A、平滑部 4、判定部 5、測角部 6 および角度平滑部 7 の機能について専用のハードウェアで実現しても、ソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。また、予測部 2、組み合わせ決定部 3 A、平滑部 4、判定部 5、測角

部 6 および角度平滑部 7 の機能について一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。

このように、処理回路は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせにより上記機能を実現することができる。

[0065] 次に動作について説明する。

図 8 は、実施の形態 2 に係る目標追尾方法を示すフローチャートである。図 8 に示したステップ S T 1 0 1、ステップ S T 1 0 2、ステップ S T 1 0 4 からステップ S T 1 0 8 までの処理は図 5 と同一の処理であるので説明を省略する。

組み合わせ決定部 3 A は、予測部 2 によって算出された予測値に基づいて、仮目標と検出信号との組み合わせ、および追尾目標と検出信号との組み合わせとを決定する（ステップ S T 1 0 3 A）。図 9 は、検出信号と仮目標との組み合わせの決定に使用されるゲートの概要を示すイメージ図である。組み合わせ決定部 3 A は、検出信号と仮目標との組み合わせを決定するときに、図 9 に示すような第一のゲート 3 0 1 と第二のゲート 3 0 2 とを設定する。

[0066] 第一のゲート 3 0 1 は、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、レーダから仮目標までの距離の予測値がゲート中心となるゲートである。仮目標までの距離の予測値を含む検出信号 3 0 0 は、第一のゲート 3 0 1 に含まれる。第二のゲート 3 0 2 は、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、レーダの観測可能速度範囲を超える速度でレンジ方向範囲が設定されたゲートであり、ゲート中心は仮目標の距離の予測値である。目標の最大移動速度が V_{max} であり、目標の観測時刻 k と観測時刻 $k - 1$ までに得られた目標の検出信号の平滑時刻との時刻差が Δt である場合に、第二のゲート 3 0 2 のレンジ方向範囲は、図 9 に示すように、 $V_{max} \Delta t$ で規定される。

[0067] 組み合わせ決定部 3 A は、第一のゲート 3 0 1 に含まれる検出信号および第二のゲート 3 0 2 に含まれる検出信号を、仮目標との組み合わせ候補とする。目標の移動速度 v が、レーダの観測可能速度範囲に対して下記式（8）

に示す関係が成立する検出信号が、第二のゲート 302 に含まれる。下記式 (8) において、右辺がレーダの観測可能速度範囲を示しており、レーダによる電波の送信波長が λ であり、 T_{PRI} はレーダのパルス繰り返し周期である。

$$v > \lambda / (4 T_{PRI}) \quad \dots (8)$$

[0068] 続いて、組み合わせ決定部 3A は、第二のゲート 302 内の検出信号に含まれる目標の距離 $r_{k-1}^{(p)}$ と、ゲート中心である仮目標の距離の予測値 r_k との時間変化である距離変化率を用いて、下記式 (9) に従い、ドップラ速度 V_k チルダを算出する。組み合わせ決定部 3A は、レンジドップラ速度のスペクトル空間において、下記式 (9) に従って算出されたドップラ速度 V_k チルダの座標と、仮目標との組み合わせ候補とした検出信号に含まれる目標のドップラ速度 V_k の座標との差が、下記式 (10) に示すように一定値 ε 以下であれば、この検出信号を仮目標と組み合わせる。このようにして、第一のゲート 301 内の検出信号および第二のゲート 302 内の検出信号のうちのいずれかが仮目標と組み合わせられる。下記式 (9) において、 $\text{mod} \{ \}$ はモジュロ演算関数であり、 $(r_k - r_{k-1}^{(p)}) / \Delta t$ は距離変化率である。

$$\tilde{V}_k = \text{mod} \left(\frac{r_k - r_{k-1}^{(p)}}{\Delta t}, \frac{\lambda}{4 T_{PRI}} \right) \quad \dots (9)$$

$$(V_k - \tilde{V}_k) \leq \varepsilon \quad \dots (10)$$

[0069] 以上のように、実施の形態 2 に係る目標追尾装置 1A において、組み合わせ決定部 3A は、レンジとドップラ速度で表されるスペクトル空間において、仮目標の距離の予測値がゲート中心に設定された第一のゲート 301 と、レーダの観測可能速度範囲を超える速度でレンジ方向範囲が設定された第二のゲート 302 とのうち、いずれのゲート内に検出信号があるかに応じて検出信号と仮目標との組み合わせを決定する。第二のゲート 302 を設定することで、レーダの観測可能速度範囲を超える速度で移動する目標の追尾が可能である。

[0070] なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内において、実施の形態のそれぞれの自由な組み合わせまたは実施の形態のそれぞれの任意の構成要素の変形もしくは実施の形態のそれぞれにおいて任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明に係る目標追尾装置では、目標の追尾が確立されるまでの時間を短縮することができるので、例えば、船舶または航空機といった移動目標を観測するレーダに利用可能である。

符号の説明

[0072] 1, 1 A 目標追尾装置、2 予測部、3, 3 A 組み合わせ決定部、4 平滑部、5 判定部、6 測角部、7 角度平滑部、21 仮目標用予測部、22 追尾目標用予測部、100 インタフェース、101 処理回路、102 プロセッサ、103 メモリ、200 a, 200 b スペクトル空間、201 a, 201 b, 300 検出信号、301 第一のゲート、302 第二のゲート。

請求の範囲

- [請求項1] 目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出する予測部と、
- 前記予測部によって算出された予測値に基づいて、レーダの受信信号が信号処理されて得られた目標の距離およびドップラ速度を含む検出信号とこの検出信号が得られた目標との組み合わせを決定する組み合わせ決定部と、
- 既存の目標と相関がない前記検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定され、前記組み合わせ決定部によって組み合わせが決定された前記検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度の平滑値を算出する平滑部と、
- 時系列で相関がある前記検出信号の系列のうち、追尾対象の目標によるものを判定する判定部とを備えたこと
- を特徴とする目標追尾装置。
- [請求項2] 前記判定部によって追尾対象の目標によるものと判定された前記検出信号の系列を用いて、追尾対象の目標ごとに測角処理を行う測角部を備えたこと
- を特徴とする請求項1記載の目標追尾装置。
- [請求項3] 前記測角部の測角処理で算出された測角値を平滑する角度平滑部を備え、
- 前記予測部は、前記平滑部によって算出された目標の距離およびドップラ速度の平滑値と、前記角度平滑部によって算出された測角値の平滑値とに基づいて、追尾対象の目標の距離およびドップラ速度の予測値と、追尾対象の目標に対応する受信ビームの中心角度の予測値とを算出すること
- を特徴とする請求項2記載の目標追尾装置。
- [請求項4] 前記組み合わせ決定部は、レンジとドップラ速度で表されるスペクトル空間において、目標の距離の予測値がゲート中心に設定された第

一のゲートと前記レーダの観測可能速度範囲を超える速度でレンジ方向範囲が設定された第二のゲートとのうち、いずれのゲート内に前記検出信号があるかに応じて前記検出信号と目標との組み合わせを決定すること

を特徴とする請求項1記載の目標追尾装置。

[請求項5]

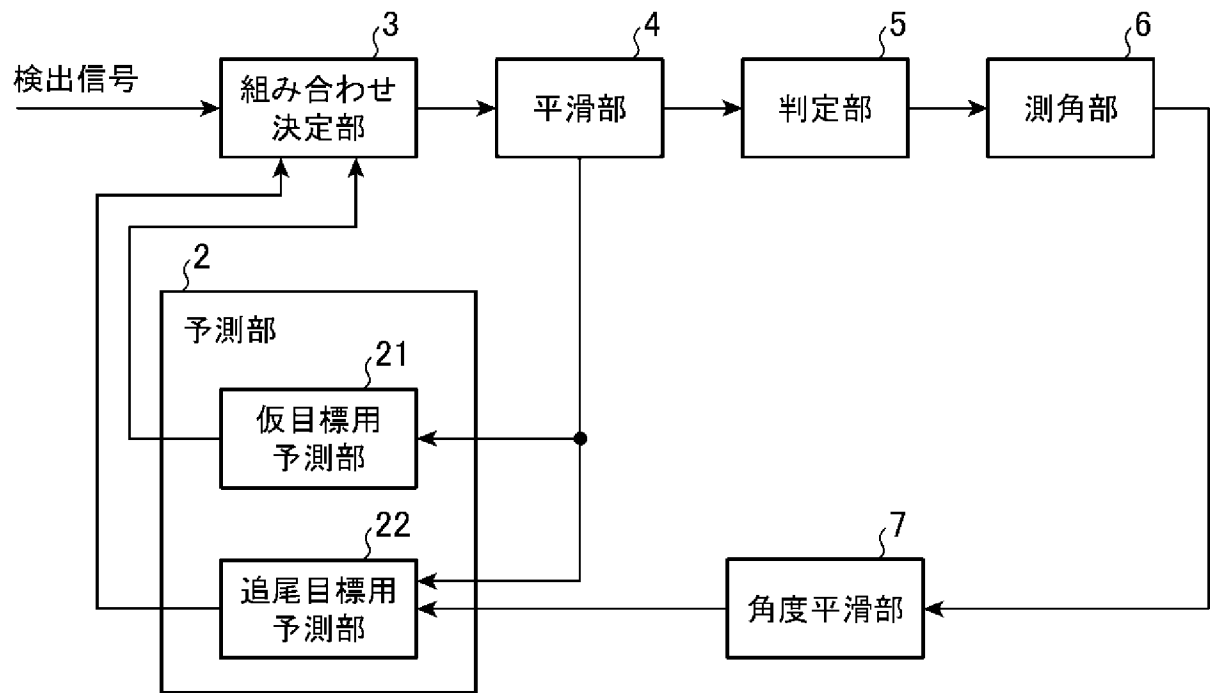
予測部が、目標の距離およびドップラ速度の平滑値に基づいて、目標の距離およびドップラ速度の予測値を算出するステップと、

組み合わせ決定部が、前記予測部によって算出された予測値に基づいて、レーダの受信信号が信号処理されて得られた目標の距離およびドップラ速度を含む検出信号とこの検出信号が得られた目標との組み合わせを決定するステップと、

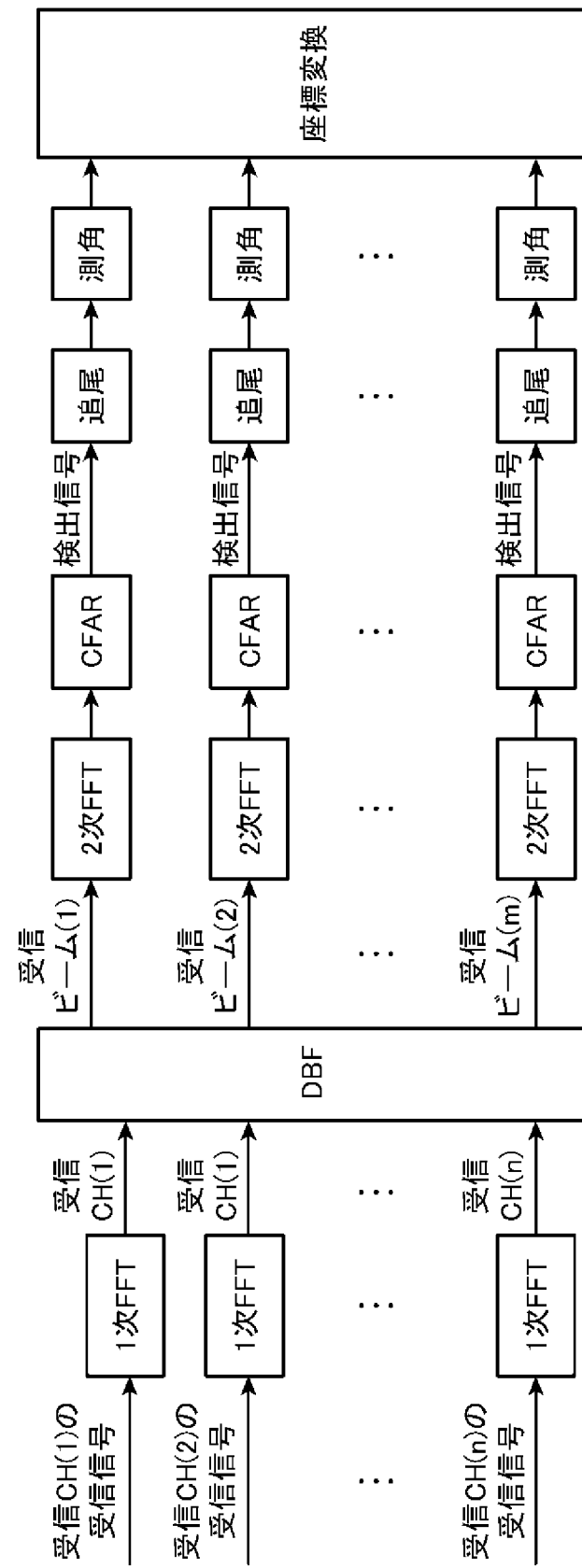
平滑部が、既存の目標と相関がない前記検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度が初期平滑値に設定され、前記組み合わせ決定部によって組み合わせが決定された前記検出信号に含まれる目標の距離およびドップラ速度の平滑値を算出するステップと、

判定部が、時系列で相関がある前記検出信号の系列のうち、追尾対象の目標によるものを判定するステップとを備えたこと

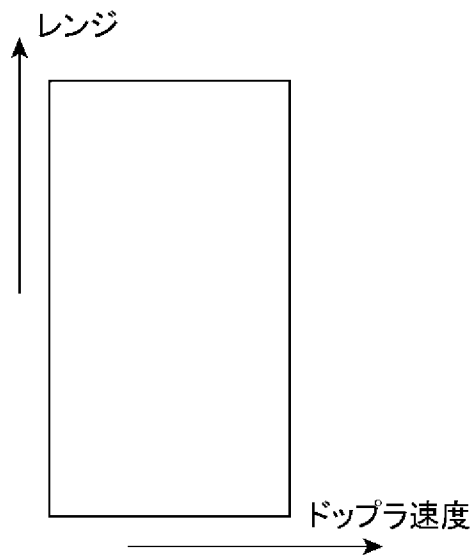
を特徴とする目標追尾方法。

$$\frac{1}{\downarrow}$$


[図2]



[図3]



[図4]

図4A

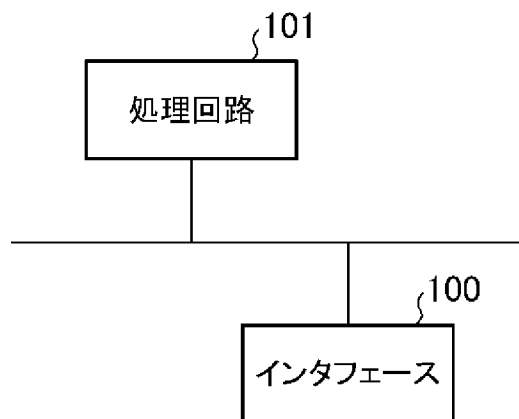
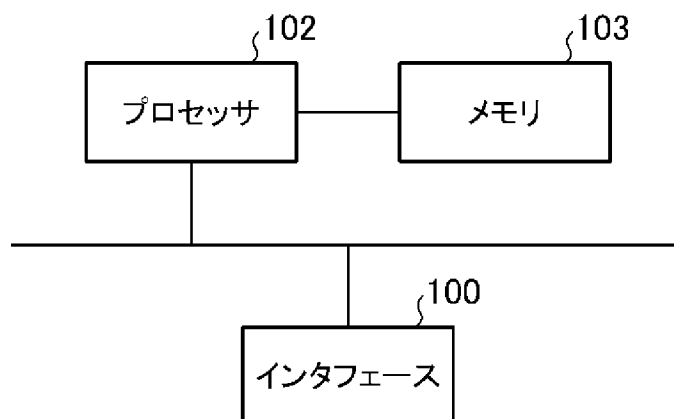
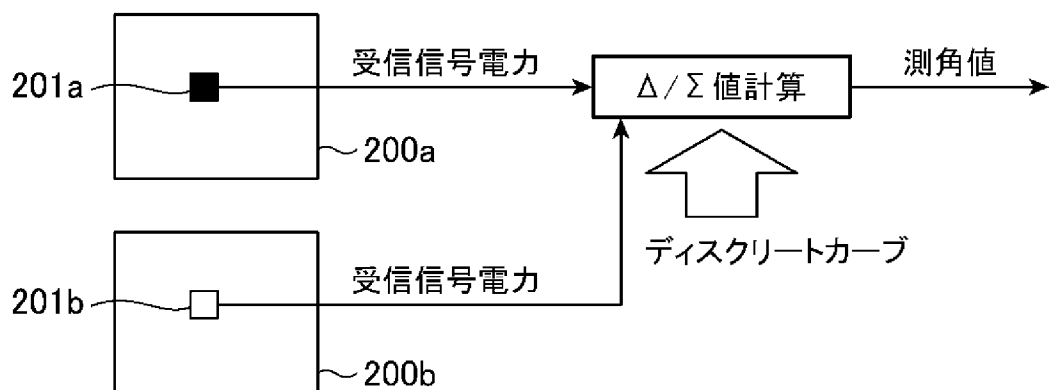
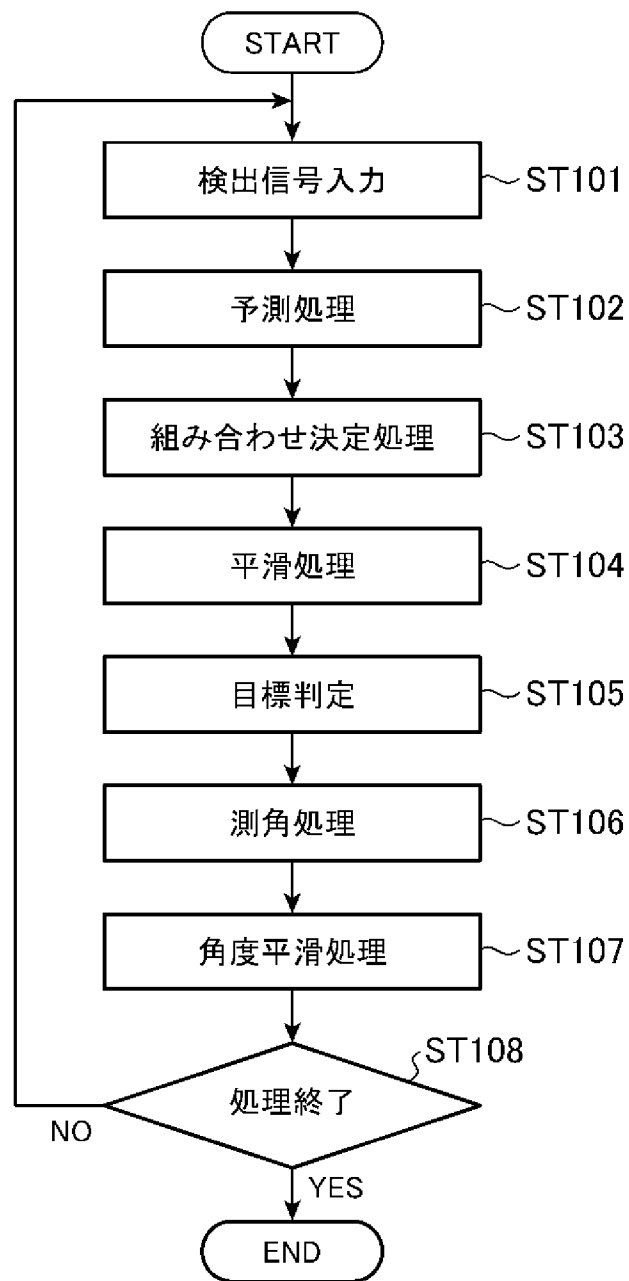
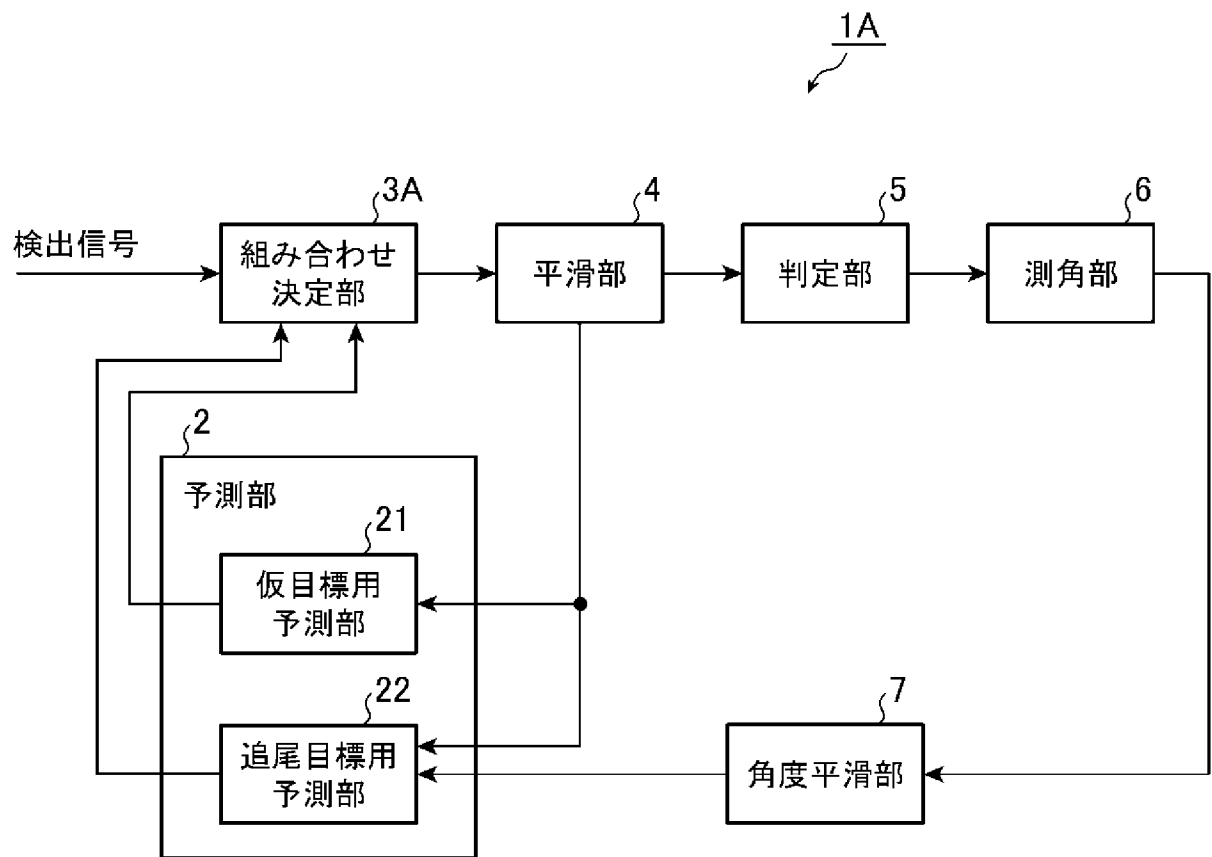


図4B

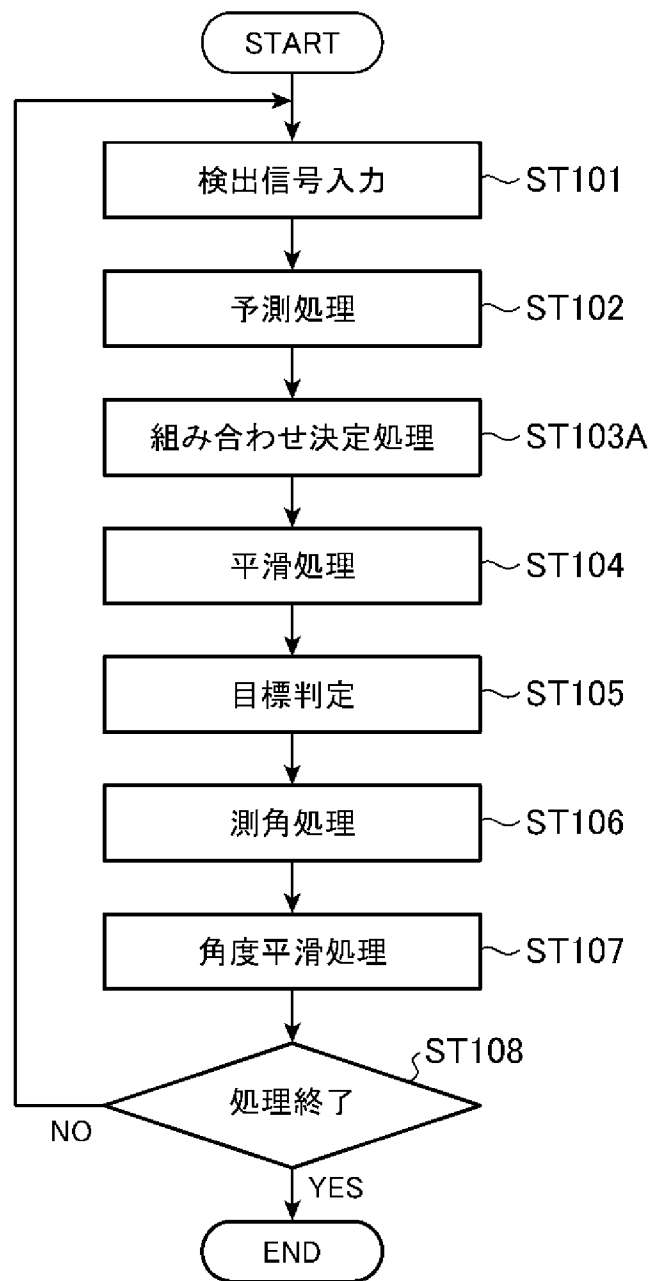




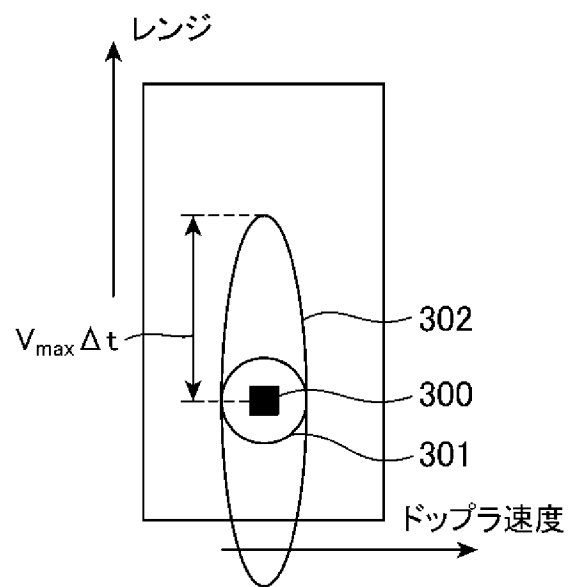
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/033026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01S13/66(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01S 7/00-G01S 7/42, G01S 13/00-G01S 13/95

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2018-084522 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 31	1-3, 5
Y	May 2018, paragraphs [0011]-[0016], [0024], [0025], [0032]-[0037], [0049]-[0061]	4
Y	JP 2005-083867 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 31	4
	March 2005, paragraphs [0021]-[0027], [0045]-[0069], fig. 3	
A	US 9194947 B1 (MOHAMED, J. A.) 24 November 2015, abstract, fig. 3	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2018/033026

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-084522 A	2018.05.31	JP 6316390 B1	2018.04.25
JP 2005-083867 A	2005.03.31	JP 4166651 B2	2008.10.15
US 9194947 B1	2015.11.24	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S13/66(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S 7/00 - G01S 7/42, G01S 13/00 - G01S 13/95

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2018-084522 A (三菱電機株式会社) 2018.05.31	1-3, 5
Y	* [0011]-[0016], [0024]-[0025], [0032]-[0037], [0049]-[0061] *	4
Y	JP 2005-083867 A (三菱電機株式会社) 2005.03.31 * [0021]-[0027], [0045]-[0069], 図3 *	4
A	US 9194947 B1 (MOHAMED, J. A.) 2015.11.24 * 要約, 図3 *	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高場 正光

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

JP 2018-084522 A	2018. 05. 31	JP 6316390 B1	2018. 04. 25
JP 2005-083867 A	2005. 03. 31	JP 4166651 B2	2008. 10. 15
US 9194947 B1	2015. 11. 24	(ファミリーなし)	