

(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2015-105868

(P2015-105868A)

(43) 公開日 平成27年6月8日(2015.6.8)

(51) Int.Cl.
G01S 13/90 (2006.01)F I
G O I S 13/90テーマコード (参考)
5 J O 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-247867 (P2013-247867)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成25年11月29日 (2013.11.29)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100123434
			弁理士 田澤 英昭
		(74) 代理人	100101133
			弁理士 濱田 初音
		(74) 代理人	100173934
			弁理士 久米 輝代
		(74) 代理人	100156351
			弁理士 河村 秀央
		(72) 発明者	山岡 智也
			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
		Fターム(参考)	5J070 AC01 AC15 AE02 AH14 AH31
			AK17 BE04

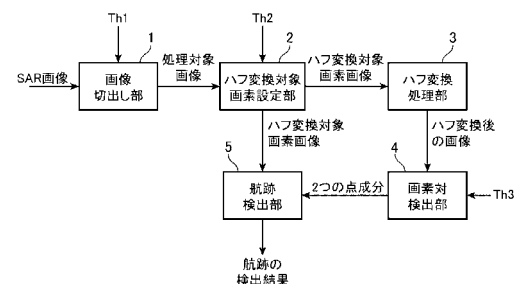
(54) 【発明の名称】 レーダ信号処理装置及びレーダ信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】移動体の航跡の検出に必要な画素だけをハフ変換対象画素に含めて、ハフ変換に要する演算時間を短縮することができるようにする。

【解決手段】SAR画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値 Th_2 より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、そのハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定部2と、ハフ変換対象画素設定部2から出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換処理部3とを設けるように構成する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

海洋の撮像画像である合成開口レーダ画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、前記ハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定手段と、

前記ハフ変換対象画素設定手段から出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換手段と、

前記ハフ変換手段から出力されたハフ変換後の画像を用いて、前記ハフ変換対象画素設定手段から出力されたハフ変換対象画素からなる画像から移動体の航跡を検出する航跡検出手段と

10

を備えたレーダ信号処理装置。

【請求項 2】

前記航跡検出手段は、

前記ハフ変換手段から出力されたハフ変換後の画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている航跡点成分検出用閾値より大きい画素の対を検出する画素対検出部と、

前記画素対検出部により検出された画素対の間隔に対応する角度が、ケルビン波による 2 本の航跡がなす規定角度と一致していれば、前記ハフ変換対象画素設定手段により設定されたハフ変換対象画素が連なる線分のうち、前記画素対に対応している 2 本の線分を前記移動体の航跡として検出する航跡検出部とから構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のレーダ信号処理装置。

20

【請求項 3】

前記ハフ変換対象画素設定手段は、前記合成開口レーダ画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている画像切出し用閾値より大きい画素を検出し、前記合成開口レーダ画像から、前記画像切出し用閾値より大きい画素を中心とする画像を切出す前処理を実施し、その切出した画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、前記ハフ変換対象画素からなる画像を前記ハフ変換手段に出力することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のレーダ信号処理装置。

【請求項 4】

30

前記ハフ変換対象画素設定手段は、前記移動体の航跡における明線及び暗線のうち、前記明線の航跡を検出する場合、画素値が予め設定されている第 1 のシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、前記暗線の航跡を検出する場合、前記合成開口レーダ画像を構成している画素の画素値の明暗を逆転し、明暗逆転後の画素値が予め設定されている第 2 のシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項記載のレーダ信号処理装置。

【請求項 5】

ハフ変換対象画素設定手段が、海洋の撮像画像である合成開口レーダ画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、前記ハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定処理ステップと、

40

ハフ変換手段が、前記ハフ変換対象画素設定処理ステップで出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換処理ステップと、

航跡検出手段が、前記ハフ変換処理ステップで出力されたハフ変換後の画像を用いて、前記ハフ変換対象画素設定処理ステップで出力されたハフ変換対象画素からなる画像から移動体の航跡を検出する航跡検出処理ステップと

を備えたレーダ信号処理方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

この発明は、海洋を移動する船舶や潜水艦などの移動体が発生する航跡を検出するレーダ信号処理装置及びレーダ信号処理方法に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

以下の特許文献 1 に開示されているレーダ信号処理装置では、合成開口レーダ画像である S A R (S y n t h e t i c A p e r t u r e R a d a r) 画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を参照して、その S A R 画像から移動体の航跡を検出する処理が開示されている。

S A R 画像をハフ変換することで、移動体の航跡の可能性がある S A R 画像内の直線成分を容易に検出することができるが、S A R 画像を構成している画素の数が多い場合、ハフ変換に要する演算時間が長くなる。

【 0 0 0 3 】

以下の非特許文献 1 には、ケルビン波による 2 本の航跡がなす角度が約 3 9 度で一定になる固有の幾何関係が存在することが開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 4 3 9 8 号公報 (段落番号 [0 0 4 7] から [0 0 4 8])

【 非特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 非特許文献 1 】 一般財団法人防衛技術協会発行 “ 防衛技術ジャーナル 2 0 0 5 年 5 月号 ”、p p . 1 2 - 1 7 .

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

従来のレーダ信号処理装置は以上のように構成されているので、S A R 画像が海洋の撮像画像である場合、大部分の画素が移動体の航跡ではないシークラッタを表しているのにも関わらず、S A R 画像を構成している全ての画素をハフ変換対象画素に含めている。このため、多くの画素を含む S A R 画像をハフ変換する必要がある、ハフ変換に要する演算時間が長くなってしまいう課題があった。

【 0 0 0 7 】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、移動体の航跡の検出に必要な画素だけをハフ変換対象画素に含めて、ハフ変換に要する演算時間を短縮することができるレーダ信号処理装置及びレーダ信号処理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 】

【 0 0 0 8 】

この発明に係るレーダ信号処理装置は、海洋の撮像画像である合成開口レーダ画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、そのハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定手段と、ハフ変換対象画素設定手段から出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換手段とを設け、航跡検出手段が、ハフ変換手段から出力されたハフ変換後の画像を用いて、ハフ変換対象画素設定手段から出力されたハフ変換対象画素からなる画像から移動体の航跡を検出するようにしたものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

この発明によれば、海洋の撮像画像である合成開口レーダ画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値より大きい画素をハフ変換対象

10

20

30

40

50

画素に設定し、そのハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定手段と、ハフ変換対象画素設定手段から出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換手段とを設けるように構成したので、移動体の航跡の検出に必要な画素だけがハフ変換対象画素に含まれるようになり、ハフ変換に要する演算時間を短縮することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1によるレーダ信号処理装置を示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1によるレーダ信号処理装置の処理内容（レーダ信号処理方法）を示すフローチャートである。

【図3】画像切出し部1及びハフ変換対象画素設定部2の処理内容を示す説明図である。

【図4】ハフ変換後の画像の一例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるレーダ信号処理装置を示す構成図である。

図1において、画像切出し部1は海洋の撮像画像である合成開口レーダ画像（SAR（Synthetic Aperture Radar）画像）を入力すると、そのSAR画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている画像切出し用閾値 $Th1$ より大きい画素を検出する処理を実施する。

また、画像切出し部1はSAR画像から、画素値が画像切出し用閾値 $Th1$ より大きい画素を中心とする一定範囲内の画像（SAR画像より小さい画像）を切出す処理を実施する。

【0012】

ハフ変換対象画素設定部2は画像切出し部1により切出された画像（以下、「処理対象画像」と称する）を構成している画素の中で、例えば、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値 $Th2$ （ $Th1 > Th2$ ）より大きい画素だけをハフ変換対象画素に設定し、そのハフ変換対象画素からなる画像（以下、「ハフ変換対象画素画像」と称する）を出力する処理を実施する。

なお、画像切出し部1及びハフ変換対象画素設定部2からハフ変換対象画素設定手段が構成されている。

ハフ変換処理部3はハフ変換対象画素設定部2から出力されたハフ変換対象画素画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力する処理を実施する。なお、ハフ変換処理部3はハフ変換手段を構成している。

【0013】

画素対検出部4はハフ変換処理部3から出力されたハフ変換後の画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている航跡点成分検出用閾値 $Th3$ より大きい画素の対（航跡に起因する2つの点成分）を検出する処理を実施する。

航跡検出部5は画素対検出部4により検出された航跡に起因する2つの点成分の間隔に対応する角度が、ケルビン波による2本の航跡がなす規定角度（約39度）と一致していれば、ハフ変換対象画素設定部2により設定されたハフ変換対象画素が連なる線分のうち、航跡に起因する2つの点成分に対応している2本の線分を移動体の航跡として検出する処理を実施する。

なお、画素対検出部4及び航跡検出部5から航跡検出手段が構成されている。

【0014】

図1の例では、レーダ信号処理装置の構成要素である画像切出し部1、ハフ変換対象画素設定部2、ハフ変換処理部3、画素対検出部4及び航跡検出部5のそれぞれが専用のハードウェア（例えば、CPUを実装している半導体集積回路、あるいは、ワンチップマイコンなど）で構成されているものを想定しているが、レーダ信号処理装置がコンピュータで構成されていてもよい。

10

20

30

40

50

レーダ信号処理装置をコンピュータで構成する場合、画像切出し部 1、ハフ変換対象画素設定部 2、ハフ変換処理部 3、画素対検出部 4 及び航跡検出部 5 の処理内容を記述しているプログラムをコンピュータのメモリに格納し、当該コンピュータの CPU が当該メモリに格納されているプログラムを実行するようにすればよい。

図 2 はこの発明の実施の形態 1 によるレーダ信号処理装置の処理内容（レーダ信号処理方法）を示すフローチャートである。

【0015】

次に動作について説明する。

この実施の形態 1 では、図示せぬレーダ装置によって、海洋を航行中の船舶や潜水艦などの移動体が観測されているものとする。

図 1 のレーダ信号処理装置には、図示せぬレーダ装置から移動体が撮影されている SAR 画像が与えられる。

【0016】

移動体の航跡は移動体が移動することによって発生するものであるが、航跡は移動体による輝点（または、輝点の近傍）から派生する性質がある。

したがって、移動体の航跡は線分となるが、移動体による輝点の信号強度が最も大きくなり、輝点から離れるほど、信号強度が小さくなる。

そこで、画像切出し部 1 は、SAR 画像を入力する毎に（ステップ ST 1）、その SAR 画像を構成している画素の中で、画素値（輝度）が予め設定されている画像切出し用閾値 Th_1 より大きい画素を検出する（ステップ ST 2）。

移動体による輝点の信号強度は、例えば、移動体の種類や天候変化などで変化するので、画像切出し用閾値 Th_1 は、検出対象の移動体や現在の天候などを考慮して、事前に設定される。例えば、予想される輝点の信号強度の 80～90% 程度の値が画像切出し用閾値 Th_1 として設定される。

【0017】

ここで、図 3 は画像切出し部 1 及びハフ変換対象画素設定部 2 の処理内容を示す説明図である。

図 3 において、SAR 画像内の A は移動体による輝点を示しており、航跡が輝点 A から派生している様子を示している。

また、輝点 A から派生する航跡には、輝度が明るい明線の航跡 B 1、B 2 と、輝度が暗い暗線の航跡 C 1、C 2 とがある。

なお、ケルビン波によって輝点 A から派生する 2 本の航跡 B 1、B 2（または、C 1、C 2）がなす角度は、約 39 度の角度（規定角度）になることが知られている（非特許文献 1 を参照）。SAR 画像において、スラントレンジからグラウンドレンジへの縮尺の変換を施しているのであれば、上記の角度は保持される。

【0018】

画像切出し部 1 は、SAR 画像から、画素値が画像切出し用閾値 Th_1 より大きい画素である輝点 A を検出すると、図 3（b）に示すように、その輝点 A を中心とする一定範囲内の画像（SAR 画像より小さい画像）を切出し、その切出した画像を処理対象画像としてハフ変換対象画素設定部 2 に出力する（ステップ ST 3）。

このように、処理対象画像を SAR 画像より小さい画像に制限することで、画像に対する線分（航跡）の長さの割合が大きくなるため、航跡の検出精度が向上することが考えられる。

また、後段のハフ変換処理部 3 でのハフ変換対象が小さくなるため、演算負荷を軽減する効果も得られる。

【0019】

ハフ変換対象画素設定部 2 は、画像切出し部 1 から処理対象画像を受けると、移動体の航跡の検出に必要な画素ではないシークラッタを構成している画素をハフ変換対象から除外するため、その処理対象画像内を構成している画素の中で、明線の航跡 B 1、B 2 又は暗線の航跡 C 1、C 2 を構成している可能性が高い画素を検出して、その画素をハフ変換

10

20

30

40

50

対象画素に設定する処理を実施する。

例えば、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定する場合、処理対象画像を構成している各画素の画素値と、予め設定されているシークラッタ検出用閾値 T h 2 (第 1 のシークラッタ検出用閾値) とを比較して、画素値がシークラッタ検出用閾値 T h 2 より大きい画素を検出し、その画素をハフ変換対象画素に設定する (ステップ S T 4) 。画素値がシークラッタ検出用閾値 T h 2 より小さい画素をハフ変換対象から除外している。

なお、シークラッタ検出用閾値 T h 2 は、画像切出し用閾値 T h 1 より小さい閾値である。

【 0 0 2 0 】

一方、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定する場合、まず、処理対象画像を構成している画素の画素値の明暗を逆転する。

例えば、画素の画素値が 0 ~ 5 の範囲であるときには、以下のように、画素値の明暗を逆転する。

画素値 “ 0 ” の画素	→	画素値 “ 5 ”
画素値 “ 1 ” の画素	→	画素値 “ 4 ”
画素値 “ 2 ” の画素	→	画素値 “ 3 ”
画素値 “ 3 ” の画素	→	画素値 “ 2 ”
画素値 “ 4 ” の画素	→	画素値 “ 1 ”
画素値 “ 5 ” の画素	→	画素値 “ 0 ”

次に、明暗逆転後の各画素の画素値と、予め設定されているシークラッタ検出用閾値 T h 2 ' (第 2 のシークラッタ検出用閾値) とを比較して、画素値がシークラッタ検出用閾値 T h 2 ' より大きい画素を検出し、その画素をハフ変換対象画素に設定する (ステップ S T 4) 。

シークラッタ検出用閾値 T h 2 ' は、シークラッタ検出用閾値 T h 2 と同じ値でもよいし、異なる値でもよい。

【 0 0 2 1 】

ハフ変換対象画素設定部 2 は、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定すると、そのハフ変換対象画素からなる画像であるハフ変換対象画素画像 (図 3 (c) を参照) をハフ変換処理部 3 に出力する (ステップ S T 5) 。

一方、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定すると、そのハフ変換対象画素からなる画像であるハフ変換対象画素画像 (図 3 (d) を参照) をハフ変換処理部 3 に出力する (ステップ S T 5) 。

なお、ハフ変換対象画素画像における航跡 B 1 , B 2 又は航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素以外の画素には、例えば、“ 0 ” の画素値が与えられて、ハフ変換対象から除外されている。

【 0 0 2 2 】

ハフ変換処理部 3 は、ハフ変換対象画素設定部 2 からハフ変換対象画素画像を受けると、そのハフ変換対象画素画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を画素対検出部 4 に出力する (ステップ S T 6) 。

図 4 はハフ変換後の画像の一例を示す説明図である。

図 4 におけるハフ変換後の画像の横軸は、航跡の可能性のある線分の傾きを示しており、ハフ変換後の画像内には、航跡に起因する信号強度の強い点成分が表出される。

例えば、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素がハフ変換対象画素に設定されている場合、点成分 D 1 は、航跡 B 1 に起因する点成分であり、点成分 D 2 は、航跡 B 2 に起因する点成分である。

一方、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素がハフ変換対象画素に設定されている場合、点成分 D 1 は、航跡 C 1 に起因する点成分であり、点成分 D 2 は、航跡 C 2 に起因する点成分である。

【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

なお、図 4 におけるハフ変換後の画像の縦軸が、線分の切片や、線分と画像中心の距離を表出するように与えられている場合、船舶や潜水艦などの移動体のドブラーシフトが過度のものでない限り、図 3 (c) (d) における航跡 B 1, B 2 又は航跡 C 1, C 2 は、画像内の中心近くの輝点 A から派生するため、画像中心からの距離が 0 に近い領域で、点成分 D 1, D 2 検出される。このため、後段の航跡検出部 5 での航跡の検出精度や検出効率の向上が期待される。

【 0 0 2 4 】

画素対検出部 4 は、ハフ変換処理部 3 からハフ変換後の画像を受けると、ハフ変換後の画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている航跡点成分検出用閾値 T_h 3 より大きい画素の対 (航跡に起因する 2 つの点成分) を検出する (ステップ S T 7)。

10

図 4 の例では、点成分 D 1, D 2 が航跡に起因する点成分として検出される。

なお、航跡点成分検出用閾値 T_h 3 は、航跡の検出性能や誤検出率などを考慮して、事前に設定される。

【 0 0 2 5 】

航跡検出部 5 は、画素対検出部 4 が航跡に起因する 2 つの点成分 D 1, D 2 を検出すると、2 つの点成分 D 1, D 2 の間隔 (図 4 における点成分 D 1 と点成分 D 2 間の距離) に対応する角度が、ケルビン波による 2 本の航跡がなす規定角度 (約 39 度) と一致しているか否かを判定する (ステップ S T 8)。

即ち、航跡検出部 5 は、2 つの点成分 D 1, D 2 の間隔に対応する角度が約 39 度 (例えば、38 度 ~ 40 度の範囲内) であれば、ケルビン波による 2 本の航跡がなす規定角度と一致していると判定する。

20

【 0 0 2 6 】

航跡検出部 5 は、一致していると判定すると、ハフ変換対象画素設定部 2 が明線の航跡 B 1, B 2 を構成している可能性が高い画素のほか、図示せぬ航跡を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定している場合、それらのハフ変換対象画素の中で、2 つの点成分 D 1, D 2 に対応しているハフ変換対象画素が連なっている線分が、明線の航跡 B 1, B 2 であるとして検出する (ステップ S T 9)。

一方、暗線の航跡 C 1, C 2 を構成している可能性が高い画素がハフ変換対象画素に設定されている場合、2 つの点成分 D 1, D 2 に対応しているハフ変換対象画素が連なっている線分が、暗線の航跡 C 1, C 2 であるとして検出する (ステップ S T 9)。

30

なお、2 つの点成分 D 1, D 2 に対応しているハフ変換対象画素が連なっている線分は、2 つの点成分 D 1, D 2 を逆ハフ変換することでも特定することができるが、ハフ変換後の画像における 2 つの点成分 D 1, D 2 の縦軸方向の値から、線分の切片や、線分と画像中心の距離が分かるので、ハフ変換対象画素設定部 2 から出力されたハフ変換対象画素画像内のハフ変換対象画素が連なっている線分と見比べれば特定することができる。

【 0 0 2 7 】

以上で明らかなように、この実施の形態 1 によれば、SAR 画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されているシークラッタ検出用閾値 T_h 2 より大きい画素をハフ変換対象画素に設定し、そのハフ変換対象画素からなる画像を出力するハフ変換対象画素設定部 2 と、ハフ変換対象画素設定部 2 から出力されたハフ変換対象画素からなる画像をハフ変換し、ハフ変換後の画像を出力するハフ変換処理部 3 とを設けるように構成したので、移動体の航跡の検出に必要な画素だけがハフ変換対象画素に含められるようになり、ハフ変換に要する演算時間を短縮することができる効果を奏する。

40

【 0 0 2 8 】

また、この実施の形態 1 によれば、ハフ変換処理部 3 から出力されたハフ変換後の画像を構成している画素の中で、画素値が予め設定されている航跡点成分検出用閾値 T_h 3 より大きい画素の対 (航跡に起因する 2 つの点成分 D 1, D 2) を検出する画素対検出部 4 と、画素対検出部 4 により検出された航跡に起因する 2 つの点成分 D 1, D 2 の間隔に対応する角度が、ケルビン波による 2 本の航跡がなす規定角度 (約 39 度) と一致していれば、ハフ変換対象画素設定部 2 により設定されたハフ変換対象画素が連なる線分のうち、

50

航跡に起因する２つの点成分 D 1 , D 2 に対応している２本の線分を移動体の航跡として検出する航跡検出部 5 とを設けるように構成したので、移動体の航跡を高精度に検出することができる効果を奏する。

【 0 0 2 9 】

実施の形態 2 .

上記実施の形態 1 では、ハフ変換対象画素設定部 2 が、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素、または、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素のいずれか一方をハフ変換対象画素に設定するものを示したが、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定するとともに、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素をハフ変換対象画素に設定するようにしてもよい。

10

【 0 0 3 0 】

この場合、ハフ変換処理部 3 は、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素からなるハフ変換対象画素画像をハフ変換するとともに、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素からなるハフ変換対象画素画像をハフ変換する。

また、画素対検出部 4 は、明線の航跡 B 1 , B 2 に係るハフ変換後の画像内から航跡 B 1 , B 2 に起因する２つの点成分を検出するとともに、暗線の航跡 C 1 , C 2 に係るハフ変換後の画像内から航跡 C 1 , C 2 に起因する２つの点成分を検出する。

【 0 0 3 1 】

航跡検出部 5 は、航跡 B 1 , B 2 に起因する２つの点成分の間隔に対応する角度が、ケルビン波による２本の航跡がなす規定角度（約 3 9 度）と一致しているか否かを判定するとともに、航跡 C 1 , C 2 に起因する２つの点成分の間隔に対応する角度が、ケルビン波による２本の航跡がなす規定角度（約 3 9 度）と一致しているか否かを判定する。

20

そして、航跡検出部 5 は、２つの判定結果が共に、規定角度（約 3 9 度）と一致している旨の判定結果である場合に限り、移動体の航跡として、明線の航跡 B 1 , B 2 を構成している可能性が高い画素からなるハフ変換対象画素が連なっている線分が、明線の航跡 B 1 , B 2 であるとして検出する。

また、暗線の航跡 C 1 , C 2 を構成している可能性が高い画素からなるハフ変換対象画素が連なっている線分が、暗線の航跡 C 1 , C 2 であるとして検出する。

【 0 0 3 2 】

30

この実施の形態 2 によれば、移動体の航跡を検出するまでの処理時間が上記実施の形態 1 よりも長くなるが、上記実施の形態 1 よりも航跡の検出精度を高めることができる効果を奏する。

【 0 0 3 3 】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

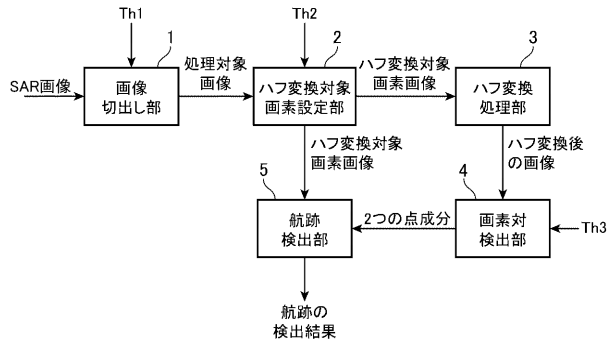
【 符号の説明 】

【 0 0 3 4 】

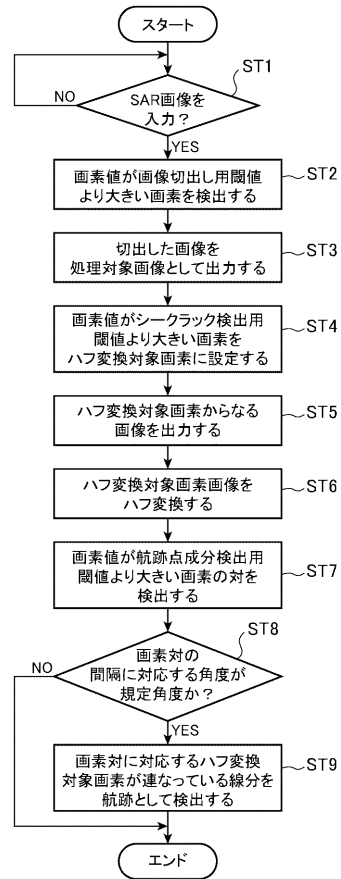
1 画像切出し部（ハフ変換対象画素設定手段）、2 ハフ変換対象画素設定部（ハフ変換対象画素設定手段）、3 ハフ変換処理部（ハフ変換手段）、4 画素対検出部（航跡検出手段）、5 航跡検出部（航跡検出手段）。

40

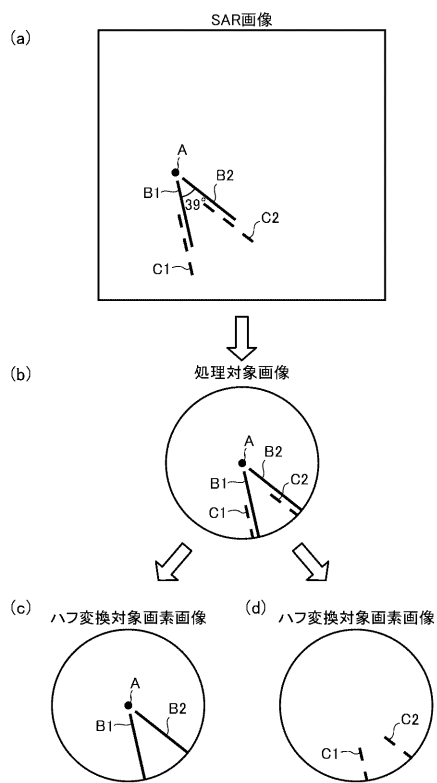
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

