

(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2017-194760

(P2017-194760A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
<b>G06T 1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T 1/00	285			5B057
<b>G06T 7/00</b>	<b>(2017.01)</b>	G06T 7/00	Z			5L096

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-83240 (P2016-83240)  
 (22) 出願日 平成28年4月18日 (2016.4.18)

(71) 出願人 516116976  
 株式会社スカイシーカー  
 東京都板橋区中丸町11番2号 ワコーレ  
 要町ビル7階  
 (74) 代理人 100112003  
 弁理士 星野 裕司  
 (74) 代理人 100145344  
 弁理士 渡辺 和徳  
 (72) 発明者 中野 知和  
 東京都板橋区南町14-6  
 (72) 発明者 二階 直哉  
 東京都港区赤坂7-6-65 401  
 (72) 発明者 佐々木 政聡  
 岩手県盛岡市加賀野1-9-40 304

最終頁に続く

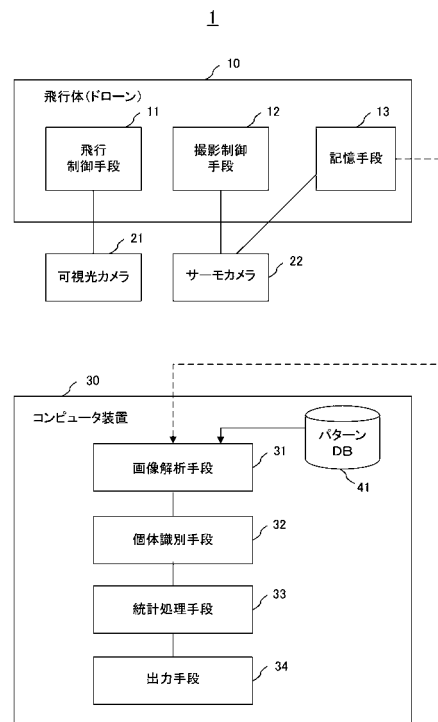
(54) 【発明の名称】 動物生息状況調査方法および動物生息状況調査システム

(57) 【要約】

【課題】 一定のエリアごとに特定の動物の個体数を迅速に計測することのできることを。

【解決手段】 赤外線サーモグラフィカメラを搭載した飛行体を予め設定した飛行ルートに沿って飛行させ、撮影位置に到達したとき又は周期的に、赤外線サーモグラフィカメラで撮影し、撮影画像に緯度、経度、高度を含む撮影位置を付して記憶手段に保存する撮影段階と、コンピュータ装置において前記記憶手段に保存されている撮影画像から特定の動物を検出する画像解析段階と、当該画像解析段階で抽出したある範囲の動物の個体数を用いて対象エリア全体の当該動物の個体数を推定演算する統計処理段階と、を含む。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

赤外線サーモグラフィカメラを搭載した飛行体を予め設定した飛行ルートに沿って飛行させ、予め定めた撮影位置に到達したとき又は周期的に、前記赤外線サーモグラフィカメラで撮影し、撮影画像に緯度、経度、高度を含む撮影位置を付して記憶手段に保存する撮影段階と、

コンピュータ装置において、前記記憶手段に保存されている前記撮影画像から特定の動物を検出する画像解析段階と、

前記画像解析段階で抽出したある範囲の動物の個体数をもとに対象エリア全体の当該動物の個体数を推定演算する統計処理段階と、

を含むことを特徴とする動物生息状況調査方法。

10

## 【請求項 2】

GPSと、赤外線サーモグラフィ撮影手段と、前記赤外線サーモグラフィカメラで撮影した撮影画像を格納する記憶手段とを備えた飛行体と、

前記記憶手段に格納されている撮影画像から特定の動物を検出するコンピュータ装置と、を備えた動物生息状況調査システムであって、

前記飛行体は、

予め設定した飛行ルートあるいは操縦器からの指令に基づいて飛行させる飛行制御手段と、

予め定めた撮影位置に到達したとき又は周期的に、前記赤外線サーモグラフィカメラで撮影し、撮影画像に緯度、経度、高度を含む撮影位置情報を付して前記記憶手段に保存する撮影制御手段と、を備え、

20

前記コンピュータ装置は、

前記記憶手段に保存されている撮影画像から特定の動物を検出する画像解析手段と、

前記画像解析手段で抽出したある範囲の動物の個体数をもとに対象エリア全体の当該動物の個体数を推定演算する統計処理手段と、

前記統計処理手段で推定演算した結果を出力する手段と、

を備えたことを特徴とする動物生息状況調査システム。

## 【請求項 3】

前記画像解析手段は、前記撮影画像の輝度画像から予め定めたパターン形状を抽出し、当該パターン形状の温度分布により、対象の動物を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の動物生息状況調査システム。

30

## 【請求項 4】

時期、地表面温度範囲ごとに検出対象の動物のパターンを格納するパターンデータベースを備え、撮影時の時期および地表面温度に基づいて前記パターンデータベースから該当するパターンを抽出し、該パターンに基づいて対象の動物を検出することを特徴とする請求項 3 に記載の動物生息状況調査システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ドローン等の飛行体を用いて動物の生息状況を調査する動物生息状況調査方法および動物生息状況調査システムに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

現在、一定の地域や範囲に生息する鳥獣の個体数を把握する場合、まず限られた狭い範囲について目視で計測を行い、このデータをもとに一定範囲について生息する個体数を予測している。このような目視による方法では、個体数を正確に把握できず、また観測範囲が狭くなるため、捕獲・狩猟により個体数調整を行った場合に、その効果を正確に判断することが困難である。

## 【0003】

50

一方、従来から鳥獣の撮影画像をもとに、その画像中の鳥獣を識別する技術が提案されている。例えば特許文献1では、停留状態の鳥類を所定時間撮影して得た映像データから、動いている物を消去する消去処理を施して対象データとし、予め作成された停留状態の鳥類の態様を特定した基準データと前記対象データとのテンプレートマッチングを行い、停留状態の鳥類の数及び停留位置を確定する方法が提案されている。

【0004】

また、特許文献2では、特定の空間領域を撮影することにより取得した複数枚の画像について、フレーム間差分処理を行う一方、フレームを複数の小領域に分割して、さらに当該領域を鳥獣の胴体として仮定する胴体領域と鳥獣の翼部として仮定する翼領域とに分割し、胴体領域と翼領域それぞれの差分処理により得られた画素数の大きさに基づいて、前記小領域が1羽の羽ばたいている鳥獣が存在する領域であるか否かを判定することにより、特定の空間領域に存在する鳥獣のうち羽ばたいている状態の鳥獣を識別する技術が提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-138310号公報

【特許文献2】特開2014-92842号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

しかしながら、特許文献1, 2の技術は、鳥類には適用できても、例えば鹿や猪のような動物に対して適用するのは困難である。

【0007】

本発明は、上述のかかる事情に鑑みてなされたものであり、鳥類のみならず広範囲に動き回る動物に対しても適用でき、一定のエリアごとに特定の動物の個体数を精度よく計測することのできる動物生息状況調査方法および動物生息状況調査システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明に係る動物生息状況調査方法は、

赤外線サーモグラフィカメラを搭載した飛行体を予め設定した飛行ルートに沿って飛行させ、撮影位置に到達したときに、前記飛行体を空中停止させ、赤外線サーモグラフィカメラで撮影し、撮影画像に緯度、経度、高度を含む撮影位置および時刻を付して記憶手段に保存する撮影段階と、

コンピュータ装置に前記記憶手段に保存されているデータを入力し、前記撮影画像から特定の動物を検出する画像解析段階と、

マルコフ連鎖モンテカルロ法等を用いてメッシュデータを作成すると共に、前記メッシュデータと前記画像解析段階で抽出した動物の個体数とを用いて、撮影範囲を含みそれよりも広い対象エリア全体の当該動物の個体数を推定演算する統計処理段階と、を含むことを特徴とする。

40

【0009】

また、本発明に係る動物生息状況調査方法は、

GPSと、赤外線サーモグラフィ撮影手段と、前記赤外線サーモグラフィカメラで撮影した撮影画像を格納する記憶手段とを有し、空中浮遊可能な飛行体と、

前記記憶手段に格納されている撮影画像から特定の動物を検出するコンピュータ装置と、を備えた動物生息状況調査システムであって、

前記飛行体は、

予め設定した飛行ルートあるいはリモコンからの指令に基づいて飛行し、撮影位置に到達したことを検知して、前記飛行体を空中停止させる飛行制御手段と、

50

赤外線サーモグラフィカメラで下方を撮影し、撮影画像に緯度、経度、高度を含む撮影位置情報および時刻を付して前記記憶手段に保存する撮影制御手段と、を備え、

前記コンピュータ装置は、

前記記憶手段に保存されている撮影画像から特定の動物を検出する画像解析手段と、

マルコフ連鎖モンテカルロ法等を用いてメッシュデータを作成すると共に、前記メッシュデータと前記画像解析手段で検出した動物の個体数とを用いて対象エリア全体の当該動物の個体数を推定演算する統計処理手段と、

前記統計処理手段で推定演算した結果を出力する手段と、

を備えたことを特徴とする。

【0010】

特に、前記コンピュータ装置の前記画像解析手段は、前記撮影画像の輝度画像から予め定めたパターン形状を抽出し、当該パターン形状の温度分布により、対象の動物を検出する。動物は種類ごとに温度分布が異なるので、輝度画像から個体位置を特定し、サーモ画像の当該個体位置の温度分布により、検出対象の動物が否かを判定する。

【0011】

そして、統計処理手段により、対象エリアをメッシュ化したメッシュデータに当該メッシュ内の個体数を入力することにより、対象エリア全体の個体数を推定演算する。

これにより、特定の動物を精度よく検出でき、またエリア全体の個体数を迅速かつ簡便に求めることができる。特に飛行体としてドローンを用いる場合、ドローンは飛行可能時間が限られているので多大な効果を奏する。

【発明の効果】

【0012】

以上の如く、本発明によれば、一定のエリアごとに特定の動物の個体数を精度よく、従来よりも低コストで計測することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態による動物生息状況調査システムの機能ブロック図である。

【図2】図1の記憶手段内のサーモ画像データファイルのデータ構成図である。

【図3】図1の飛行制御手段の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】図1の撮影制御手段の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】図1の画像解析手段の処理手順を示すフローチャートである。

【図6】図1のパターンDBのデータ構成例の説明図である。

【図7】図1の出力手段によりコンピュータ画面に表示されるメッシュデータ例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本発明に係る動物生息状況調査システムの第1の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0015】

図1において、本実施の形態の動物生息状況調査システム1は、概略的には赤外線サーモグラフィカメラ(以下、「サーモカメラ」という。)22とGPS機能を搭載したドローン(飛行体)10と、サーモカメラ22で撮影した画像(以下、「サーモ画像」という。)をもとに特定の動物を検出して、当該動物の個体数の演算処理を実行するコンピュータ装置30で構成される。

【0016】

<準備段階>

ドローン10の飛行ルートをマップ上の複数の地点を選択することにより行う。選択された地点は、緯度、経度情報としてドローンの備えるメモリに格納される。飛行ルート情報はこの他、高度情報も入力可能であり、またドローンの備えるカメラ(可視光カメラ)21の向き倍率なども設定できるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

ドローン 1 0 は、またサーモカメラ 2 2 を備えている。ユーザは、当該サーモカメラ 2 2 の撮影位置（緯度、経度、高度）を予め設定しておく。サーモカメラ 2 2 の撮影位置は、倍率、高度から撮影範囲がある程度重複するように設定する。なお撮影位置を予め設定することに代えて、飛行体 1 0 の移動速度をもとに一定の周期で撮影するようにしてもよい。この設定情報はドローン 1 0 の備える記憶手段 1 3 に格納される。

## 【 0 0 1 8 】

## &lt; 撮影段階 &gt;

本実施の形態によるドローンは上記の手順によって設定された飛行ルートに沿った自律飛行を基本とするが、操縦者がドローン 1 0 の可視光カメラ 2 1 から送られてくる映像を確認しながら操縦器（リモコン）を用いて指令をすることも可能である。この場合は、操縦器から送られてくる指令が優先され、ドローン 1 0 はその指令に基づいて飛行する。

10

## 【 0 0 1 9 】

このようにドローン 1 0 は飛行制御手段 1 1 によって、操縦器からの指令に基づいて飛行し、あるいは予め入力された飛行ルートに沿って自律飛行する。ドローン 1 0 の撮影制御手段 1 2 は、GPS からドローン 1 0 の位置情報を常時収集し、ドローン 1 0 が予め設定された位置に到達するとサーモカメラ 2 2 のシャッターを切り、画像データを取得する。なお、撮影制御手段 1 2 は周期的にサーモカメラ 2 2 のシャッターを切るようにしても良い。このとき、取得する画像が一定の幅だけ重複するように、ドローン 1 0 の飛行速度に応じて周期を可変にすると良い。その他、サーモカメラ 2 2 のシャッターは、操縦器を介して送られてくる操縦者の指令によって動作するようにしておくのが好ましい。

20

## 【 0 0 2 0 】

サーモカメラ 2 2 によって取得された画像データは、ドローン 1 0 の備える着脱自在の記憶手段 1 3（たとえばSDカード）に格納される。図 2 に記憶手段 1 3 に格納されるサーモ画像データファイル 1 3 a のデータ構成例を示す。撮影されたサーモ画像（撮影画像）ごとに、撮影位置、撮影時刻、倍率などの撮影条件が関連付けられて保存される。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 に飛行制御手段 1 1 の処理手順の一例を示す。

飛行制御手段 1 1 は起動されると、GPS や高度センサからの位置情報を取得する（S 1 0 1）。そして撮影位置に到着すると空中停止し（S 1 0 2, S 1 0 3）、撮影制御手段 1 2 を起動してサーモ画像を取得する（S 1 0 4）。そして、全ての撮影を終了したか否かを判定し（S 1 0 5）、終了していない場合は、次の撮影位置を目標地点としてセットして飛行し（S 1 0 6）、ステップ S 1 0 1 からの処理を繰り返す。一方、ステップ S 1 0 5 で全ての撮影が終了した場合は、目標地点を出発地点にセットして帰路にいたる。

30

## 【 0 0 2 2 】

図 4 に撮影制御手段 1 2 の処理手順の一例を示す。撮影制御手段 1 2 は、飛行制御手段 1 1 により起動されると、ドローン 1 0 の高度やサーモカメラ 2 2 の倍率を予め設定された値に調整し、サーモカメラ 2 2 からサーモ画像を取得して、記憶手段 1 3 に保存する。なお、地理的な状況等によりドローン 1 0 を所定の高度に移動できない場合がある。このため撮影制御手段 1 2 は、前回取得した画像と一定範囲の領域がオーバーラップするように、ステップ S 2 0 4 で倍率を調整するようにしても良い。

40

## 【 0 0 2 3 】

上述した手順により自律飛行させ、予め撮影画像の一定領域がオーバーラップするように撮影地点を設定しておくことにより、確実にサーモ画像を取得することができる。なお、より簡便な方法としては、操縦者が操縦器から逐次飛行指令をドローン 1 0 へ送る一方、撮影制御手段 1 2 は周期的に、あるいは前回撮影した位置から一定距離移動するごとにサーモカメラ 2 2 からサーモ画像を取得するというやり方がある。

## 【 0 0 2 4 】

## &lt; 画像解析段階 &gt;

ドローン 1 0 が撮影飛行から戻ってくると、ユーザはコンピュータ装置 3 0 に記憶手段

50

13を装着し、そのデータを読み込み可能にする。このコンピュータ装置30は、汎用のコンピュータで実現することができる。なお、着脱自在の記憶手段13に代えて、ドローン10が記憶手段13のデータを無線通信等によりコンピュータ装置30へ送るようにしても良い。

【0025】

そして、コンピュータ装置30の画像解析手段31を起動して、記憶手段13に保存されているサーモ画像データを読み込み、概略的には次の手順によってこの画像データから特定の動物を検出する。

【0026】

(特定動物検出手順の例)

10

(S1)サーモ画像中の輝度画像をもとにパターンマッチングで個体位置を抽出する。この際、画像解析手段31は、パターンDB41から、撮影時の時期や地表面温度(あるいは気温)に基づいて検出対象の動物のパターンを抽出する。このパターンは、パターン形状のほか、パターン形状内ないしその周辺の温度分布を含んでいる。動物は、時期、たとえば季節により皮膚表面の毛の量が異なり、また地表面温度によりそのサーモグラフィ画像が変化するので、パターンDB41には、図6に示すように時期や地表面温度ごとに検出対象の動物のパターンを保存しておくのが好ましい。

(S2)当該個体位置に対して、さらにパターン中の所定位置の温度(及び/又は温度分布)が予め設定した温度(及び/又は温度分布)と一致するか否かを判定する。

20

(S3)その判定の結果、一致した場合は、当該抽出した個体が対象の動物であるとしてカウントアップする。

(S4)サーモ画像に紐付けられているGPS情報をもとに抽出した個体の位置情報を演算して、コンピュータ装置の記憶手段に格納する。

【0027】

図5に画像解析手段31の処理手順の一例を示す。

画像解析手段31は、コンピュータ装置30の入力インタフェース(図示せず)を介して起動されると、まずサーモ画像の輝度画像を生成して(S301)、パターンDB41のパターン形状(テンプレート)とマッチングするものの位置を全て抽出する(S302)。このとき、撮影時期や地表温度(あるいは大気温度で代用可)に対応するパターンを抽出するようにする。そして、ある個体位置について、その位置における温度(温度分布)を抽出し、パターンDB41に保存されている設定値であるパターン(温度ないし温度分布)と比較する(S304)。

30

その結果、検出対象の設定値との誤差が一定の範囲内である場合は、抽出したパターン形状は検出対象であるとしてカウントアップする(S306)。

上記の処理をステップS302で抽出した全ての個体位置についてについて実行して(S307, S308)、そのカウント値を記憶手段に保存する(S309)。

【0028】

<個体識別段階>

この段階では、個体の一つ一つにIDを付し、複数のサーモ画像間でその動きをトラッキングする。たとえば個体識別手段32によりサーモ画像の重複領域を含む一定の範囲について、2画像間にパターン形状およびパターン形状内の温度分布が同一、すなわち比較量の差が閾値以下の場合には、同一個体であると認識して同じIDを付す。このとき、一の画像中のパターンについて、動物の通常の移動速度から他の画像中での探索範囲を定めるようにしても良い。

40

【0029】

以上の処理により、複数のサーモ画像間で重複して撮像される同一個体を排除して、撮像エリア全体について正確な個体数を求める。

【0030】

<統計処理段階>

統計処理手段33は、画像解析段階、個体識別段階で抽出された個体及び、当該画像の

50

GPS情報をもとに、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いてメッシュデータを作成する。メッシュデータに抽出した個体数を入れ、統計処理手段を用いることにより調査対象エリア全体を観測することなく、当該エリアの個体数を予測することができる。

【0031】

< 結果出力段階 >

前記統計処理段階で作成されたメッシュデータをもとに出力手段34によりコンピュータ装置のユーザインタフェース上に抽出位置やエリアごとの個体数等の情報を表示させる。図7は、ユーザインタフェースへのメッシュデータの表示例である。統計処理手段33で求めたメッシュごとの統計データを地図に重ねて表示する。例えば、調査対象の動物の個体数などを表示することができる。

10

【0032】

以上、本実施の形態によれば、撮影エリア内の特定の動物の個体数を精度よく、従来よりも低コストで計測することが可能になる。これにより、撮影エリアを含む調査対象エリア全体の個体数の推定も精度よく行うことができる。

【0033】

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実現することができる。たとえば、ドローンで動画を撮影し、その画像データを目視で確認しながら個体のトラッキング、特に撮影画像重複領域の同一個体の認定をするようにしても良い。このとき、個体識別手段32の判定結果と組み合わせることによって、より正確な判定が可能になる。

20

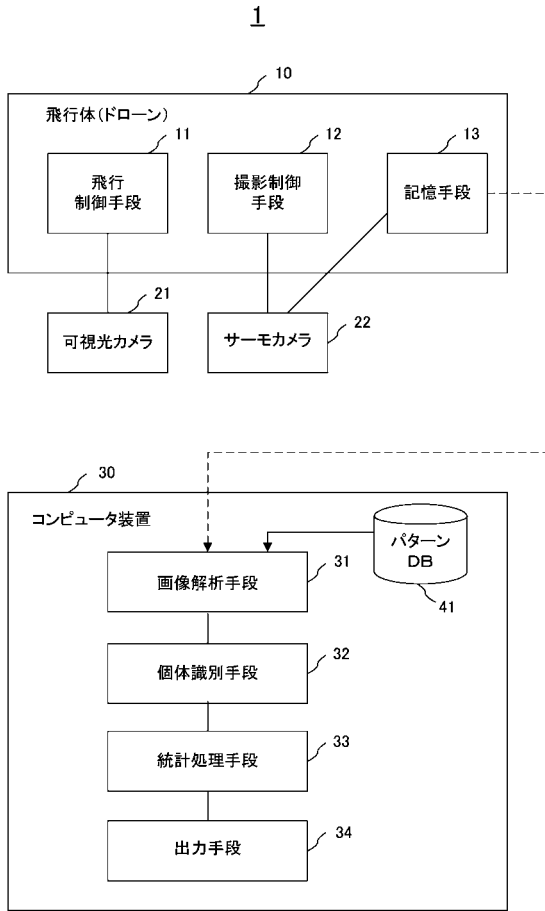
【符号の説明】

【0034】

- 1 動物生息状況調査システム
- 10 飛行体（ドローン）
- 11 飛行制御手段
- 12 撮影制御手段
- 13 記憶手段
- 13 a サーモ画像データファイル
- 21 可視光カメラ
- 22 サーモカメラ
- 30 コンピュータ装置
- 31 画像解析手段
- 32 個体識別手段
- 33 統計処理手段
- 34 出力手段

30

【 図 1 】

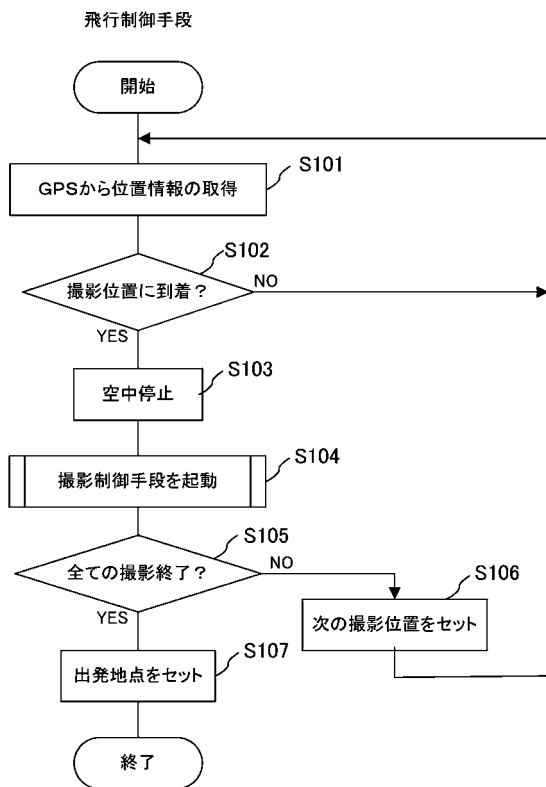


【 図 2 】

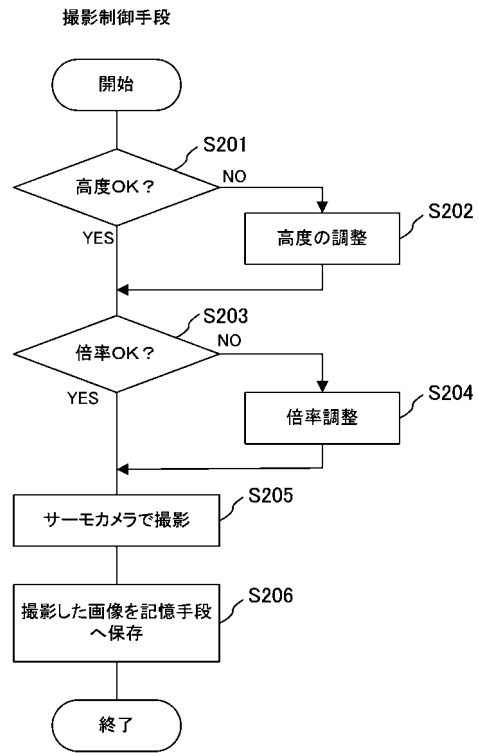
サーモ画像データファイル

ID	
撮影画像	
位置情報	… 緯度 経度 高度
時刻情報	
撮影条件	… 倍率
⋮	
⋮	

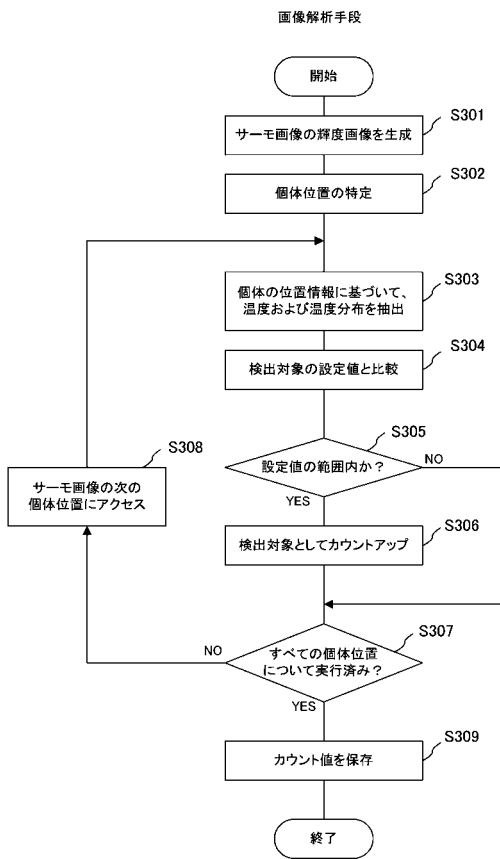
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

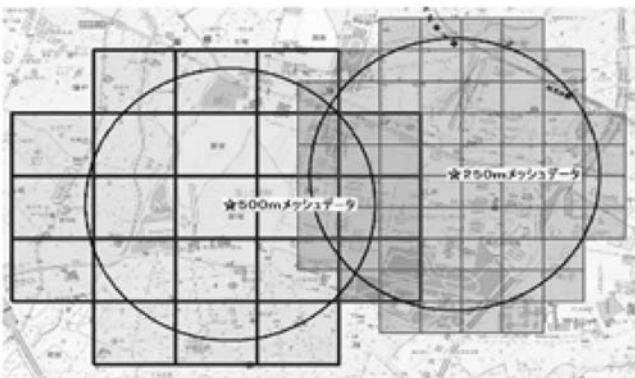


【 図 6 】

パターンDB

時期(季節)	地表温度範囲 (°C)	マッチング用パターン
X月~Y月	xx~oo	ID11
	oo~△△	ID12
	△△~□□	ID13
	...	...
W月~Z月	xx~oo	ID21
	oo~△△	ID22
	△△~□□	ID23
	...	...
...	...	...

【 図 7 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松岡 孝幸

神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 2 4 - 5

Fターム(参考) 5B057 AA14 BA08 CC01 DA06 DA13 DC33  
5L096 AA13 CA04 DA02 FA52 HA03 HA07