

明 細 書

発明の名称：

鳥検知装置、鳥検知システム、鳥検知方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、鳥検知装置、鳥検知システム、鳥検知方法およびプログラムに

関する。

背景技術

[0002] 航空機等に鳥が衝突する、いわゆるバードストライクに対する対策を効果

的に行うために、鳥を検知することが求められる。例えば、空港において鳥

を検知することで、空砲の音などで鳥を追い払うといった対応策や、鳥の活

動範囲を把握して鳥の餌場などを除去するといった予防的な対策を行うこと

ができる。

[0003] 鳥の検知に関して、特許文献1には、地上に立設させたタワー、そのタワ

ーに固定されたナセル (nacelle)、およびそのナセルに対してハブを介して

回転自在に固定された複数のブレードを備えた風力発電装置における風上か

らの飛来物を検知するための飛来物検知システムが示されている。

この飛来物検知システムは、ナセルにおけるブレードの後方に備えられた

風上側を撮影領域とする撮影手段と、回転するブレードが撮影領域を遮らな

いタイミングで撮影手段が撮影可能であるように撮影を制御する撮影制御手

段と、撮影手段が取得した撮影データをを用いて飛来物の検知に適したデータ

加工を実行するデータ加工手段と、そのデータ加工手段によって加工された

加工データから飛来物を検出する検出手段と、その検出手段の検出結果を風

力発電装置に出力する検出結果出力手段とを備える。

特許文献1では、この飛来物検知システムにより、風力発電装置において

、バードストライクを効率的に減らす、とされている。

[0004] また、特許文献2には、所定の空間領域を連続撮影する撮影装置と、その

撮影装置が取得した複数の画像データ間のモード変化で画像内の飛翔体の速

度をオプティカルフロー方式で算出し、その算出した飛翔体の速度が予め設定した速度以上であって当該速度が鳥による速度に相応しい場合に鳥であると判断する鳥検出装置と、その鳥検出装置が鳥であることを検出したときに所定の空間領域に向けて威嚇出力を出力する威嚇装置と、を備える鳥威嚇装置が示されている。

特許文献2では、この鳥威嚇装置により、高性能なコンピュータを使わなくても飛翔物の速度をリアルタイムで算出し、飛翔物が鳥であることを検出し、鳥に対して効果的な威嚇を行うことによってバードストライク回避の可能性を高める、とされている。

[0005] また、特許文献3には、鳥を検出するための鳥類検出アルゴリズムに、粒子画像流速手法やオプティカルフローの手法を用いることが記載されている。

より具体的には、粒子画像流速手法では、鳥を粒子と捉えて、撮像部が撮影した画像内の粒子の動く様子から鳥を検出する、とされている。

また、オプティカルフローの手法では、撮像部が撮影した画像内の各位置座標における速度ベクトルを算出し、例えば、速度ベクトルの大きさや向きが所定の基準値を超えた場合にその速度ベクトルは鳥に起因したものであると判断することにより鳥を検出する、とされている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2009-203873号公報
特許文献2：特開2010-193768号公報
特許文献3：特開2011-229453号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1～3に記載されている、速度場またはオプティカルフローを用いる方法では、飛翔体の速度を算出するために、撮像装置から飛翔体までの

距離を検出する必要がある。従って、例えば、ステレオカメラや、ステレオ画像から被写体の距離を算出する装置またはプログラムなど、撮像装置から飛翔体までの距離を検出するための仕組みが必要となり、設備コストが増大してしまう。

[0008] また、特許文献3には、粒子画像流速手法を用いて鳥を検出する方法について、画像内の粒子の動く様子からどのように鳥を検出するか示されていない。このため、粒子画像流速手法を用いて鳥を検出する方法を実現することが出来ない。

また、空港においては、鳥以外に航空機も撮像される。画像内の粒子の動く様子から鳥を検出する際、鳥と航空機とを区別できずに誤判定してしまうおそれがある。

[0009] 本発明は、上述の課題を解決することのできる鳥検知装置、鳥検知システム、鳥検知方法およびプログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、撮像画像を取得する撮像画像取得部と、鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出部と、前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定部と、を具備する鳥検知装置を提供する。

[0011] また、本発明は、撮像を行う撮像装置と、鳥検知装置とを具備し、前記鳥検知装置は、撮像画像を取得する撮像画像取得部と、鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出部と、前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定部と、を具備する鳥検知システムも提供する。

[0012] また、本発明は、鳥検知装置が行う鳥検知方法であって、撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像

画像から抽出する鳥候補画像抽出ステップと、前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定ステップと、を具備する鳥検知方法も提供する。

[0013] また、本発明は、鳥検知装置としてのコンピュータに、撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出ステップと、前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定ステップと、を実行させるためのプログラムも提供する。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、飛翔体までの距離を検出するための仕組みを必要とせずに、より正確に鳥を検知することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態における鳥検知システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

[図2]同実施形態における撮像部 1 2 1 の旋回を図示した説明図である。

[図3]同実施形態における差分抽出部 1 1 4 が取得する画像間の関係を示す説明図である。

[図4]同実施形態におけるフィルタ処理部 1 1 5 が孤立点除去に用いるマスクの例を示す説明図である。

[図5]同実施形態における鳥形状判定部 1 1 6 が行う判別基準データの学習の説明図である。

[図6]同実施形態における鳥形状判定部 1 1 6 が取得する判別基準データの説明図である。

[図7]同実施形態における鳥形状判定部 1 1 6 が行う鳥の画像の候補の絞り込み処理の説明図である。

[図8]同実施形態の撮像画像における鳥候補画像の大きさに応じた移動量の例

を示す説明図である。

[図9]同実施形態における鳥の画像の時系列の例を示す説明図である。

[図10]同実施形態における航空機の画像の時系列の例を示す説明図である。

[図11]同実施形態において、鳥検知装置110が鳥の検知を行う処理手順を示す説明図である。

[図12]本発明における鳥検知装置の最小構成を示す概略ブロック図である。

[図13]本発明における鳥検知システムの最小構成を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態における鳥検知システムの機能構成を示す概略ブロック図である。

同図において、鳥検知システム100は、鳥検知装置110と、撮像装置120とを具備する。

鳥検知装置110は、撮像画像取得部111と、画像記憶部112と、鳥候補画像抽出部113と、鳥検知判定部117と、アラーム通知部118とを具備する。鳥候補画像抽出部113は、差分抽出部114と、フィルタ処理部115と、鳥形状判定部116とを具備する。

撮像装置120は、撮像部121と、駆動部122と、駆動制御部123と、画像処理部124と、撮像画像送信部125とを具備する。

[0017] なお、鳥検知システム100が具備する装置の数は、図1に示す2つに限らない。例えば、鳥検知装置110と撮像装置120とが1つの装置として構成され、鳥検知システム100が、当該1つの装置を具備するようにしてもよい。

あるいは、画像記憶部112が鳥検知装置110の外部の記憶装置として構成されるなど、鳥検知システム100が3つ以上の装置を具備するようにしてもよい。

[0018] 鳥検知システム100は、空港や空港周辺の画像を撮像して鳥を検知する

システムである。

撮像装置 120 は、例えば滑走路の端などに設置されて、滑走路の方向を含む各方向の画像を撮像するなど、空港や空港周辺の画像を撮像する。特に、撮像装置 120 は、地表や海面付近など比較的低高度の領域を撮像して鳥を検知する。

比較的高高度の領域における鳥検知はレーダーを用いて行うことができるが、低高度の領域では、クラッタ（レーダーの電波が海面や雨などによって反射されて発生する、不要な電波）の影響によりレーダーを用いての鳥の検出精度が低下してしまう。そこで、鳥検知システム 100 は、撮像画像から鳥を検知することで、レーダーにおけるクラッタの影響を受けずに鳥検知を行う。

[0019] 撮像部 121 は、撮像素子を有し、撮像装置 120 の外部からの入射光を画像データに変換することで撮像を行う。撮像部 121 は、例えば 100 ミリ秒毎など所定の撮像周期毎に撮像を行う。

駆動部 122 は、撮像部 121 に対して水平方向の旋回や垂直方向の首振りやズームを行わせるなど、撮像部 121 を駆動する。特に、駆動部 122 は、撮像部 121 の撮像方向を一定速度で水平に旋回させる。また、駆動部 122 は、ユーザ操作に従って撮像部 121 の撮像方向を上下に変化させる。また、駆動部 122 は、ユーザ操作に従って撮像部 121 のズーム状態を変化させる。

[0020] 図 2 は、撮像部 121 の旋回を図示した説明図である。同図において、撮像部 121 としてのカメラと、撮像部 121 の撮像範囲 A11 とが示されている。

駆動部 122 は、例えば 5 分周期で撮像部 121 を 1 周させるなど、撮像部 121 を一定速度で旋回させることで、撮像部 121 の撮像範囲 A11 を一定周期で回転させる。これにより、鳥検知システム 100 は、撮像部 121 として 1 台のカメラを用いて広範な領域を監視することができる。

[0021] 但し、撮像部 121 の旋回は本発明に必須ではない。例えば、撮像部 12

１が固定カメラにて滑走路の方向を撮像するなど、一定方向を撮像するようにしてもよい。また、撮像部１２１が複数の固定カメラを有し、各カメラで得られる画像から鳥を検知することで、広範な領域を監視するようにしてもよい。

[0022] 駆動制御部１２３は、駆動部１２２を制御することで撮像部１２１の動作を制御する。

画像処理部１２４は、例えば撮像部１２１の旋回にて生じるローリングシャッター現象（カメラで映った画像をスキャンする速度よりも早い速度で被写体が動いていると発生する現象）に対する補正を行うなど、撮像部１２１の撮像画像に対する処理を行う。

撮像画像送信部１２５は、画像処理部１２４が画像処理を行った撮像画像を、鳥検知装置１１０へ画像データにて送信する。

[0023] 鳥検知装置１１０は、撮像装置１２０（撮像部１２１）の撮像画像に基づいて鳥の検知を行う。鳥検知装置１１０は、例えばコンピュータにて構成される。

撮像画像取得部１１１は、撮像装置１２０からの画像データを受信することで、画像処理部１２４が画像処理を行った撮像部１２１の撮像画像を取得する。

[0024] 画像記憶部１１２は、撮像画像取得部１１１が取得する撮像画像を記憶する。

上述したように、撮像部１２１は、所定の撮像周期毎に撮像を行っており、撮像画像取得部１１１は、撮像周期毎に撮像画像を取得する。そして、画像記憶部１１２は、撮像画像取得部１１１が取得する撮像画像を、所定期間分（例えば、最新の画像から順に１０画像）記憶する。

[0025] 鳥候補画像抽出部１１３は、撮像画像取得部１１１が取得する撮像画像から、鳥の画像の候補となる部分（以下、「鳥候補画像」と称する）を抽出する。

鳥候補画像抽出部１１３内の差分抽出部１１４は、撮像画像取得部１１１

が取得した最新の撮像画像と、当該最新の撮像画像よりも1つ前の撮像画像との差分を抽出する。より具体的には、差分抽出部114は、撮像画像取得部111から最新の撮像画像を取得し、最新の撮像画像よりも1つ前の撮像画像を、画像記憶部112から取得する（読み出す）。

そして、差分抽出部114は、撮像部121の旋回による撮像画像のずれ量を算出し、得られたずれ量を補正した画像にて差分を抽出することで、撮像画像における物体の動きを検出する。

[0026] 差分抽出部114が2枚の画像P11とP12とのずれ量を算出する方法として、様々な方法を用いることができる。例えば、差分抽出部114が、撮像部121の撮像周期あたりの回転角（旋回量）を取得し、当該回転角に基づいてずれ量を算出するようにしてもよい。

特に、撮像部121が一定速度で旋回する場合、差分抽出部が画像のずれ量を予め記憶しておくようにしてもよい。あるいは、差分抽出部114が、画像P11とP12との各々において、ターミナルビルなど固定物（地面に対して位置を移動しない物体）の画像の位置を検出し、得られた画像間の位置の差から画像P11とP12とのずれ量を算出するようにしてもよい。

[0027] 差分抽出部114は、得られたずれ量に基づいて、画像P11とP12との水平方向の位置を補正して、撮像部121の旋回の影響による撮像画像のずれを除去する。そして、差分抽出部114は、補正後の画像P11とP12との差分を抽出する（差分画像を得る）ことで、撮像画像における動体の画像の候補（以下、「動体候補画像」と称する）を検出する。

さらに、差分抽出部114は、今回得られた差分画像と前回得られた差分画像との積を求めることで、ノイズの除去を行う。

[0028] 図3は、差分抽出部114が取得する画像間の関係を示す説明図である。同図において、画像nは、撮像画像取得部111が取得した最新の撮像画像を示す。画像n-1は、最新の撮像画像よりも1つ前の撮像画像を示す。画像n-2は、最新の撮像画像よりも2つ前の撮像画像を示す。

[0029] 差分抽出部114は、最新の撮像画像（画像n）と、1つ前の撮像画像（

画像 $n - 1$) との差分を抽出して差分画像 m を取得する。また、前回の差分抽出において、差分抽出部 114 は、最新の撮像画像よりも 1 つ前の撮像画像 (画像 $n - 1$) と、2 つ前の撮像画像 (画像 $n - 2$) との差分を抽出して差分画像 $m - 1$ を取得している。

[0030] そして、差分抽出部 114 は、差分画像 m と差分画像 $m - 1$ との積 (図 3 における積の画像) を求める。

具体的には、差分抽出部 114 は、差分画像 m と差分画像 $m - 1$ とに対して、撮像画像の場合と同様にずれ量の算出を行い、撮像部 121 の旋回の影響による差分画像のずれを除去する補正を行う。そして、差分抽出部 114 は、補正後の差分画像 m と差分画像 $m - 1$ とを画素毎に比較して、小さいほうの画素値 (従って、差分が小さいほうの差分値) を、積の画像における該当画素の値とする。このように、今回の差分画像と前回の差分画像との小さいほうの差分値を用いることで、例えば水面のさざ波による太陽光の反射など、瞬間的に出現し消滅する差分を、動体の画像の抽出におけるノイズとして除去し得る。

[0031] 鳥候補画像抽出部 113 内のフィルタ処理部 115 は、差分抽出部 114 が算出するノイズ除去後の差分画像 (積の画像) に対してフィルタリング処理を行うことで動体候補画像の絞り込みを行う。例えばフィルタ処理部 115 は、差分画像に対して、孤立点除去を行う。

[0032] 図 4 は、フィルタ処理部 115 が孤立点除去に用いるマスクの例を示す説明図である。

フィルタ処理部 115 は、図 4 に示す 4×4 画素のマスクのうち、中央の 2×2 画素を除いた周囲の 12 画素の何れにも差分が無い (すなわち、画素値 0) 場合、マスクを適用した 16 画素全ての画素値を 0 とする。これにより、フィルタ処理部 115 は、 2×2 画素以下の大きさの差分で周囲の画素には差分の無い孤立点をノイズとして除去する。

[0033] フィルタ処理部 115 は、このマスクを、差分の大きさに基づくフィルタリング後の差分画像の各部に適用して孤立点除去を行う。

但し、フィルタ処理部 115 が行うフィルタリングは、差分の大きさに基づくフィルタリングや孤立点除去に限らず、動体候補画像の絞り込みとなる様々なフィルタリング手法を用いることができる。

[0034] 鳥候補画像抽出部 113 内の鳥形状判定部 116 は、フィルタ処理部 115 の絞り込みの結果得られた動体候補画像毎（差分画像における一纏まりの部分画像毎）に形状判別を行って、動体候補画像から鳥候補画像を抽出する。

例えば、鳥形状判定部 116 は、SVM (Support Vector Machine) を用いた機械学習により、動体候補画像を鳥候補画像とそれ以外とに分類する。

[0035] 図 5 は、鳥形状判定部 116 が行う判別基準データの学習の説明図である。鳥形状判定部 116 は、鳥の画像の正のサンプル（正解例）E11 と、負のサンプル（不正解例）E12 との各々について HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を算出し、算出した HOG 特徴量に基づいて、SVM による HOG 特徴量に対する判別基準データのオフライン学習を行う。

[0036] 図 6 は、鳥形状判定部 116 が取得する判別基準データの説明図である。同図において、判別基準データを示す線 L21 は、HOG 特徴量の空間を正の領域 A21 と負の領域 A22 とに区分している。

[0037] 図 7 は、鳥形状判定部 116 が行う鳥の画像の候補の絞り込み処理の説明図である。鳥形状判定部 116 は、フィルタ処理部 115 の絞り込みの結果得られた動体候補画像をオンラインで取得して HOG 特徴量を算出し、算出した HOG 特徴量を判別基準データと比較して正の領域に属するか負の領域に属するかを判定する。このようにして、鳥形状判定部 116 は、フィルタ処理部 115 の絞り込みの結果得られた動体候補画像毎に、鳥であるか否かの形状判別を行うことで、鳥候補画像を抽出する。

但し、鳥形状判定部 116 が行う鳥候補画像の抽出は、SVM および HOG 特徴量を用いたものに限らない。鳥形状判定部 116 が鳥候補画像を抽出する手法として、鳥の形状のパターンマッチングを行う様々な手法を用いることができる。

[0038] 鳥検知判定部 117 は、鳥形状判定部 116 が抽出した鳥候補画像に基づいて、鳥を検出したか否かの判定を行う。

具体的には、鳥検知判定部 117 は、撮像画像において、鳥候補画像の大きさに応じて当該鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。さらに、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いの大きさに基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。

[0039] 図 8 は、撮像画像における鳥候補画像の大きさに応じた移動量の例を示す説明図である。同図では、鳥候補画像の大きさに応じた移動量の例として、鳥候補画像の水平方向の大きさが示されている。具体的には、長さ D11 は、航空機の画像の水平方向の大きさを示す。また、長さ D12 は、鳥の画像の水平方向の大きさを示す。これらはいずれも、鳥候補画像として抽出されたものである。

鳥検知判定部 117 は、例えば、鳥候補画像が、当該鳥候補画像の水平方向の大きさを水平方向に移動するのに要する時間と、所定の閾値（例えば 500 ミリ秒）とを比較し、移動に要する時間が閾値以下である場合に、鳥を検知したと判定する。

[0040] ここで、撮像装置 120 の撮像画像からは、通常、被写体（飛翔体）と撮像装置 120 との距離を検出することは出来ない。このため、被写体の速度を算出することは出来ない。

一方、鳥の大きさは航空機よりも小さく、鳥の大きさに対する鳥の飛行速度（単位時間当たりの飛行距離）の割合と、航空機の大きさに対する航空機の飛行速度の割合とを比較すると、鳥の大きさに対する鳥の飛行速度の割合の方が大きいことが考えられる。

そこで、鳥検知判定部 117 は、撮像画像において鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて被写体が鳥か航空機かの判定を行う。

[0041] なお、鳥検知判定部 117 が鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補

画像が移動するのに要する時間に基づいて判定する際の指標値として、様々な指標値を用いることができる。

例えば、鳥候補画像が鳥候補画像の大きさに応じた距離を移動するのに要する時間に基づいて判定を行うようにしてもよい。この場合、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像が鳥候補画像の大きさに応じた距離を移動するのに要する時間を検出し、得られた時間が所定の閾値時間以下である場合に、鳥を検知したと判定する。

あるいは、鳥候補画像の単位時間あたりの移動量を、鳥候補画像の大きさに応じた距離で除算して得られる、いわば鳥候補画像の相対速度に基づいて判定を行うようにしてもよい。この場合、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像の相対速度を算出し、得られた相対速度が所定の閾値速度以上である場合に、鳥を検知したと判定する。

[0042] 鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間が上述の閾値を超える場合、鳥検知判定部 117 は、上記の判定において、鳥を検知したとは判定しない。

しかしながら、この場合でも、鳥が撮像装置 120 の撮像軸方向に飛んでいる可能性がある。すなわち、飛翔体が撮像装置 120 に向かって飛んでいる場合や、撮像装置 120 から遠ざかる方向に飛んでいる場合、撮像画像における飛翔体の像の移動量は比較的小さくなる。このように、撮像画像において鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づく判定において、鳥の画像であることを検出できない場合がある。

[0043] そこで、鳥検知判定部 117 はさらに、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いの評価値が所定の閾値より大きいかに基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。

より具体的には、鳥検知判定部 117 は、最新の撮像画像における鳥候補画像に対して、前の撮像画像における当該鳥候補画像の形状との類似度を判定するパターンマッチングを行い、類似度が所定の閾値より小さい場合に

、鳥を検知したと判定する。

[0044] 図9は、鳥の画像の時系列の例を示す説明図である。鳥が羽ばたくことにより、鳥の画像の形状は、時間変化が大きくなっている。

図10は、航空機の画像の時系列の例を示す説明図である。鳥の場合との比較において、航空機の画像の形状は時間変化が小さい。

そこで、鳥検知判定部117は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いの評価値が所定の閾値より大きいか否かに基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。これにより、鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づく判定において鳥を検知できなかった場合でも、鳥検知判定部117は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いに基づく判定にて鳥を検知し得る。

[0045] アラーム通知部118は、鳥検知判定部117が鳥を検知したと判定すると、鳥を検知した旨のアラームを出力し、バードストライク対策の作業員に当該検知を通知する。当該通知により、バードストライク対策の作業員は、鳥の出現を認識し、撮像画像等で鳥の出現場所を知ることができ、空砲の音などで鳥を追い払うといった対応策や、鳥の活動範囲を把握して鳥の餌場などを除去するといった予防的な対策を行うことができる。

[0046] なお、アラーム通知部118がアラームにより検知を通知する方法として、さまざまな方法を用いることができる。例えば、アラーム通知部118が、警報ランプを点灯させることで当該検知を通知するようにしてもよいし、警報メッセージを表示画面に表示することで当該検知を通知するようにしてもよい。あるいは、アラーム通知部118が、アラーム音またはメッセージ音声を出力することで当該検知を通知するようにしてもよい。さらには、アラーム通知部118が、これらの方法の組み合わせによって当該検知を通知するようにしてもよい。

[0047] 次に、図11を参照して、鳥検知装置110の動作について説明する。

図11は、鳥検知装置110が鳥の検知を行う処理手順を示す説明図である。

同図の処理において、まず、撮像画像取得部 111 が、周期的に撮像画像を取得する（ステップ S101）。

具体的には、撮像装置 120 において、駆動制御部 123 が駆動部 122 を制御して撮像部 121 を巡回させながら所定の撮像周期毎に撮像を行わせる。撮像部 121 が撮像を行って画像データを出力すると、画像処理部 124 がローリングシャッター現象に対する補正などの画像処理を行い、撮像画像送信部 125 が、画像処理された撮像画像を画像データにて送信する。そして、撮像画像取得部 111 は、撮像画像送信部 125 が送信した画像データを受信することで、撮像画像を取得する。

[0048] 次に、差分抽出部 114 は、撮像画像取得部 111 が取得した最新の撮像画像と、最新の撮像画像よりも 1 つ前の撮像画像とのずれ量を算出する（ステップ S102）。

そして、差分抽出部 114 は、ステップ S102 で得られたずれ量に基づいて撮像画像の水平方向の位置を補正して、撮像部 121 の巡回の影響を除去した後、最新の撮像画像と、最新の撮像画像よりも 1 つ前の撮像画像との差分を抽出することで、撮像画像における動体の画像の候補を検出する（ステップ S103）。

さらに、差分抽出部 114 は、図 3 を参照して説明したように、今回得られた差分画像と前回得られた差分画像との積を求めることで、ノイズの除去を行う（ステップ S104）。

[0049] 次に、フィルタ処理部 115 は、差分抽出部 114 が算出するノイズ除去後の差分画像（積の画像）に対してフィルタリング処理を行うことで動体候補画像の絞り込みを行う（ステップ S105）。例えばフィルタ処理部 115 は、図 4 を参照して説明したように、孤立点除去を行う。

[0050] 次に、鳥形状判定部 116 は、フィルタ処理部 115 の絞り込みの結果得られた動体候補画像毎に形状判別を行って、動体候補画像から鳥候補画像を抽出する（ステップ S106）。例えば、鳥形状判定部 116 は、図 5 ～図 7 を参照して説明したように、SVM (Support Vector Machine) を用いた

機械学習により鳥候補画像の抽出を行う。

[0051] そして、鳥検知判定部 117 は、ステップ S106 での抽出の結果、鳥候補画像が有るか否かを判定する（ステップ S107）。

鳥の画像の候補が無いと判定した場合（ステップ S107：NO）、ステップ S101 へ戻る。

一方、鳥の画像の候補があると判定した場合（ステップ S107：YES）、鳥検知判定部 117 は、撮像画像において鳥候補画像の大きさに応じて鳥候補画像が移動するのに要する時間を検出し（ステップ S111）、得られた時間が所定の閾値時間以下か否かを判定する（ステップ S112）。

[0052] ステップ S112 において、鳥を検知したと判定した場合（ステップ S112：YES）、アラーム通知部 118 が、鳥を検知した旨のアラームを出力して通知する（ステップ S131）。その後、ステップ S101 へ戻る。

一方、ステップ S112 において、鳥を検知していないと判定した場合（ステップ S112：NO）、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いを評価し（ステップ S121）、形状変化度合いが比較的大きいか否かを判定する（ステップ S122）。例えば、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いの評価値を算出し、得られた評価値が所定の閾値より大きいか否かを判定する。

[0053] ステップ S122 において、形状変化度合いが比較的大きくはないと判定した場合（ステップ S122：NO）、ステップ S101 へ戻る。

一方、ステップ S122 において、形状変化度合いが比較的大きいと判定した場合（ステップ S122：YES）、ステップ S131 へ進む。

[0054] 以上のように、鳥候補画像抽出部 113 は、鳥の画像の候補である鳥候補画像を、撮像装置 120 の撮像画像から抽出する。そして、鳥検知判定部 117 は、撮像装置 120 の撮像画像において鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。

これにより、鳥検知判定部 117 は、被写体となっている飛翔体までの距

離を検出する必要無しに、鳥画像候補が鳥の画像か飛行機の画像かを判定して、鳥を検知したか否かを判定することができる。この点において、鳥検知装置 110 は、飛翔体までの距離を検出ための仕組みを必要とせずに、より正確に鳥を検知することができる。

[0055] また、鳥検知判定部 117 は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いの評価値が所定の閾値より大きいかな否かに基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。

これにより、飛翔体が撮像装置 120 に向かって飛んでいる場合や、撮像装置 120 から遠ざかる方向に飛んでいる場合など、鳥候補画像の大きさに応じた移動量を鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づく判定において鳥を検知できなかった場合でも、鳥検知装置 110（鳥検知判定部 117）は、鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化度合いに基づく判定により鳥を検知し得る。

[0056] 次に、図 12～図 13 を参照して本発明における最小構成について説明する。

図 12 は、本発明における鳥検知装置の最小構成を示す概略ブロック図である。

同図において、鳥検知装置 10 は、撮像画像取得部 11 と、鳥候補画像抽出部 12 と、鳥検知判定部 13 とを具備する。

[0057] 撮像画像取得部 11 は、撮像画像を取得する。鳥候補画像抽出部 12 は、撮像画像取得部 11 が取得した撮像画像から鳥候補画像を抽出する。鳥検知判定部 13 は、撮像画像取得部 11 が取得した撮像画像において、鳥候補画像抽出部 12 が抽出した鳥候補画像の大きさに応じた移動量を、当該鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する。

かかる構成にて、鳥検知装置 110（図 1）の場合と同様、鳥検知装置 10 は、飛翔体までの距離を検出ための仕組みを必要とせずに、より正確に鳥を検知することができる。

[0058] 図13は、本発明における鳥検知システムの最小構成を示す概略ブロック図である。同図において、鳥検知システム1は、鳥検知装置10と、撮像装置20とを具備する。鳥検知装置10は、撮像画像取得部11と、鳥候補画像抽出部12と、鳥検知判定部13とを具備する。

[0059] 図13において、図12の各部に対応して同様の機能を有する部分には同一の符号（10、11、12、13）を付し、説明を省略する。

撮像装置20は、撮像を行って撮像画像を鳥検知装置へ出力する。

かかる構成にて、図12の場合と同様、鳥検知装置10は、飛翔体までの距離を検出ための仕組みを必要とせずに、より正確に鳥を検知することができる。

[0060] なお、鳥検知システム1または100の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0061] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

[0062] この出願は、２０１３年３月２８日に提出された日本出願特願２０１３－０６８９１５号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明によれば、飛翔体までの距離を検出するための仕組みを必要とせずに、より正確に鳥を検知することができる。

符号の説明

- [0064] １、１００ 鳥検知システム
１０、１１０ 鳥検知装置
１１、１１１ 撮像画像取得部
１１２ 画像記憶部
１２、１１３ 鳥候補画像抽出部
１１４ 差分抽出部
１１５ フィルタ処理部
１１６ 鳥形状判定部
１３、１１７ 鳥検知判定部
１１８ アラーム通知部
２０、１２０ 撮像装置
１２１ 撮像部
１２２ 駆動部
１２３ 駆動制御部
１２４ 画像処理部
１２５ 撮像画像送信部

請求の範囲

- [請求項1] 撮像画像を取得する撮像画像取得部と、
 鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出部と、
 前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定部と、
 を具備することを特徴とする鳥検知装置。
- [請求項2] 前記鳥検知判定部は、前記鳥候補画像の所定時間当たりの形状変化に基づいて、鳥を検知したか否かを判定することを特徴とする請求項1に記載の鳥検知装置。
- [請求項3] 鳥の検出を伝えるアラームを出力するアラーム通知部を更に有し、
 前記アラーム通知部は、前記鳥検知判定部により鳥を検知した場合に、前記アラームを出力することを特徴とする請求項1または2に記載の鳥検知装置。
- [請求項4] 前記鳥候補画像抽出部は、
 第1の撮像画像と、前記第1の撮像画像より以前に取得された第2の撮像画像との差分を抽出して第1差分画像を取得するとともに、前記第2の撮像画像と、当該第2の撮像画像より以前に取得された第3の撮像画像との差分を抽出して第2差分画像を取得し、前記第1差分画像と前記第2差分画像との積の画像を取得する差分抽出部と、
 前記差分抽出部により取得された前記積の画像に基づいて前記鳥候補画像を抽出する鳥形状判定部と
 を有することを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の鳥検知装置。
- [請求項5] 撮像を行う撮像装置と、鳥検知装置とを具備し、
 前記鳥検知装置は、
 撮像画像を取得する撮像画像取得部と、

鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出部と、

前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定部と、

を具備することを特徴とする鳥検知システム。

[請求項6]

鳥検知装置が行う鳥検知方法であって、

撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、

鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出ステップと、

前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定ステップと、

を具備することを特徴とする鳥検知方法。

[請求項7]

鳥検知装置としてのコンピュータに、

撮像画像を取得する撮像画像取得ステップと、

鳥の画像の候補である鳥候補画像を前記撮像画像から抽出する鳥候補画像抽出ステップと、

前記撮像画像において前記鳥候補画像の大きさに応じて前記鳥候補画像が移動するのに要する時間に基づいて、鳥を検知したか否かを判定する鳥検知判定ステップと、

を実行させるためのプログラム。