(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2017-102719
(P2017-102719A)
(43)公開日　平成29年6月8日(2017.6.8)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G06T 7/20	(2017.01)	G06T	7/20	C	5C085
G08B 17/12	(2006.01)	G08B	17/12	A	5L096

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 12 頁）

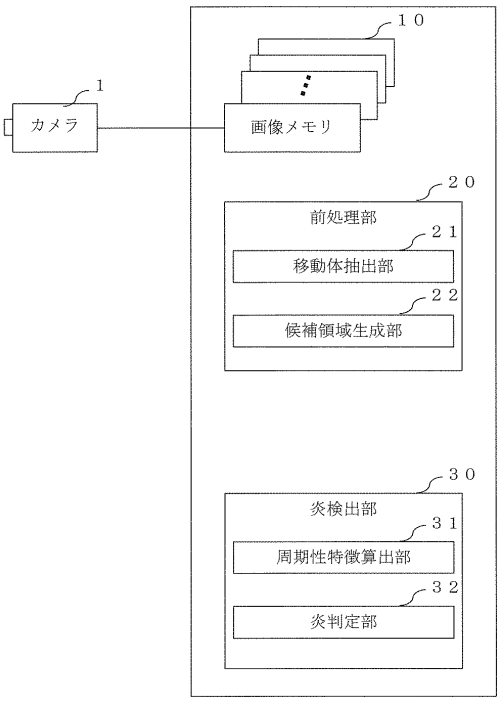
(21)出願番号　特願2015-235647 (P2015-235647)
(22)出願日　平成27年12月2日 (2015.12.2)

(71)出願人　000233826
能美防災株式会社
東京都千代田区九段南４丁目７番３号
(71)出願人　304020292
国立大学法人徳島大学
徳島県徳島市新蔵町２丁目２４番地
(74)代理人　100110423
弁理士　曾我　道治
(74)代理人　100111648
弁理士　梶並　順
(74)代理人　100147566
弁理士　上田　俊一
(74)代理人　100161171
弁理士　吉田　潤一郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】炎検出装置および炎検出方法

(57)【要約】
【課題】種々の誤検出要因を含む様々な設置環境において炎を高精度に検出する。
【解決手段】画像を時系列画像と基準画像を記憶する画像メモリと、１サイクル分の時系列画像に基づいて、画像内に存在する移動体を抽出し、周期性特徴を算出すべき候補領域を特定する前処理部と、候補領域に限定して周期性特徴の抽出処理を行うことで、炎の発生の有無を判断する炎検出部とを備え、炎検出部は、候補領域内のそれぞれの画素ごとに、１サイクルにわたる輝度値変化データを生成し、輝度値変化データの輝度値の統計量的なばらつき状態を周期性特徴として算出し、周期性特徴が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定し、候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことにより、炎の発生を検出する炎検出装置であって、
前記監視カメラにより時系列で撮像された複数の画像を時系列画像として記憶するとともに、検出対象である炎が発生していない基準画像を記憶する画像メモリと、
前記画像メモリに記憶された複数Ｎフレーム（Ｎは、２以上の整数）からなる１サイクル分の時系列画像に基づいて、画像内に存在する移動体を抽出し、炎の発生の有無を判断する指標となる周期性特徴を算出すべき領域を、候補領域として特定する前処理部と、
前記前処理部により特定された前記候補領域において、前記候補領域に限定して前記周期性特徴の抽出処理を行うことで、炎の発生の有無を判断する炎検出部と
を備え、
前記炎検出部は、前記候補領域内のそれぞれの画素ごとに、前記複数Ｎフレームにわたる輝度値変化データを生成し、前記輝度値変化データの輝度値の統計量的なばらつき状態を前記周期性特徴として算出し、前記周期性特徴が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定し、前記候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断する
炎検出装置。
【請求項２】
前記炎検出部は、候補領域を特定したサイクルの次のサイクルにおいて、前記候補領域内のそれぞれの画素ごとに、前記複数Ｎフレームにわたる輝度値変化データを生成し、前記輝度値変化データの輝度値が所定閾値未満の状態から前記所定閾値以上の状態に切り替わる時間間隔の分散値を前記統計量的なばらつき状態を示す前記周期性特徴として算出し、前記分散値が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定し、前記候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断する
請求項１に記載の炎検出装置。
【請求項３】
前記炎検出部は、前記候補領域内のそれぞれの画素ごとに生成した前記輝度値変化データに対して高速フーリエ変換を施し、高速フーリエ変換結果のピーク値から、前記輝度値変化データにおける山の数を推定し、前記輝度値変化データにおいて、前記所定閾値以上となる山の数が、前記高速フーリエ変換結果から推定した山の数と一致するように、前記所定閾値を設定し、炎の発生の有無を判断する
請求項２に記載の炎検出装置。
【請求項４】
前記炎検出部は、前記候補領域内において周期性を有するとして特定された画素に関して外接四角形を生成し、前記候補領域の画素数に対する前記外接四角形の画素数の割合が、あらかじめ設定した密度閾値以上の場合には、抽出した前記移動体が誤検出要因であると判断する
請求項２または３に記載の炎検出装置。
【請求項５】
前記炎検出部は、前記候補領域内において周期性を有するとして特定された画素に関して外接四角形を生成し、前記外接四角形の画素数が、あらかじめ設定した判定画素数以上の場合には、抽出した前記移動体が誤検出要因であると判断する
請求項２または３に記載の炎検出装置。
【請求項６】
監視カメラにより時系列で撮像された複数の画像を時系列画像として記憶するとともに、検出対象である炎が発生していない基準画像を記憶する画像メモリと、
前記画像メモリに記憶された複数Ｎフレーム（Ｎは、２以上の整数）からなる１サイクル分の時系列画像に基づいて、画像内に存在する移動体を抽出し、炎の発生の有無を判断

する指標となる周期性特徴を算出すべき領域を、候補領域として特定する前処理部と、
前記前処理部により特定された前記候補領域において、前記候補領域に限定して前記周期性特徴の抽出処理を行うことで、炎の発生の有無を判断する炎検出部と
を備え、前記監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことにより、炎の発生を検出する炎検出装置において実行される炎検出方法であって、
前記炎検出部において、
前記候補領域内のそれぞれの画素ごとに、前記複数Ｎフレームにわたる輝度値変化データを生成する第１ステップと、　前記輝度値変化データの統計量的なばらつき状態を前記周期性特徴として算出する第２ステップと、
前記周期性特徴が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定する第３ステップと、
前記候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断する第４ステップと
を有する炎検出方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことにより、炎を検出する炎検出装置に関し、特に、輝度変化が周期的な光源を誤検出してしまうことを防止し、炎を高精度に検出するためのアルゴリズムを備えた炎検出装置および炎検出方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
火災による死亡者数が依然として途絶えておらず、火災発生時の初期消火、あるいは火災事故における逃げ遅れの防止の観点から、火災の早期発見が非常に重要となっている。火災は、短時間で大きくなり、被害が甚大になってしまうため、早期発見・消火を行うことで、被害を抑えることが特に重要となる。人の目視や嗅覚等による発見は、確実であるが、見えない場所で発生すると発見に遅れてしまい、監視による労働力も大きい。
【０００３】
そこで、火災検出装置の分野においては、監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことで、火災要因の早期発見を行うことが研究されている。２次元画像から火災を検出する方法は、これまで多種多様な方法が提案されており、実用化されているものもある。また、火災の検出対象は、炎と煙に大別されるが、炎の存在を直接検出する火災検出装置も実用化されている。
【０００４】
その一例として、イルミネーション等の外乱光の影響を受けることなく、確実に火災による炎を画像処理により認識する従来技術がある（例えば、特許文献１参照）。この特許文献１による炎検出装置は、警戒区域の画像データに基づいた色温度の高い領域を検出する空間色温度検出処理に加え、特定のカラー成分について位置的な変化が大きい部分の密度分布である空間周波数を解析する空間周波数検出処理を備えている。このような構成を備えることで、イルミネーション等の外乱光を区別して火災による炎を確実に認識することができ、画像処理による炎判断の信頼性を大幅に向上させることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開平１０－１２６７６５公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、従来技術には次のような課題がある。

炎の検出精度に悪影響を与える要因としては、イルミネーション等の外乱光以外にも、種々の要因が考えられる。また、特許文献１の技術は、大規模な空間における炎を早期発見することは困難である。そのため、種々の外乱要因の影響を抑えるとともに、広い空間における炎の早期発見を、画像処理技術を用いて高精度に検出する炎検出装置が望まれている。

【０００７】

また、炎を検出するために取得した画像データには、輝度変化が周期的な特性を示す光源が含まれることも考えられ、誤検出が発生してしまうおそれがある。従って、このような誤検出要因の影響が無視できない条件下においても、炎の早期発見を、画像処理技術を用いて高精度に検出する炎検出装置が望まれている。

【０００８】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、種々の誤検出要因を含む様々な設置環境において炎を高精度に検出することのできる炎検出装置および炎検出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】

【０００９】

本発明に係る火災検出装置は、監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことにより、炎の発生を検出する炎検出装置であって、監視カメラにより時系列で撮像された複数の画像を時系列画像として記憶するとともに、検出対象である炎が発生していない基準画像を記憶する画像メモリと、画像メモリに記憶された複数Ｎフレーム（Ｎは、２以上の整数）からなる１サイクル分の時系列画像に基づいて、画像内に存在する移動体を抽出し、炎の発生の有無を判断する指標となる周期性特徴を算出すべき領域を、候補領域として特定する前処理部と、前処理部により特定された候補領域において、候補領域に限定して周期性特徴の抽出処理を行うことで、炎の発生の有無を判断する炎検出部とを備え、炎検出部は、候補領域内のそれぞれの画素ごとに、複数Ｎフレームにわたる輝度値変化データを生成し、輝度値変化データの輝度値の統計量的なばらつき状態を周期性特徴として算出し、周期性特徴が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定し、候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断するものである。

【００１０】

また、本発明に係る炎検出方法は、監視カメラにより時系列で撮像された複数の画像を時系列画像として記憶するとともに、検出対象である炎が発生していない基準画像を記憶する画像メモリと、画像メモリに記憶された複数Ｎフレーム（Ｎは、２以上の整数）からなる１サイクル分の時系列画像に基づいて、画像内に存在する移動体を抽出し、炎の発生の有無を判断する指標となる周期性特徴を算出すべき領域を、候補領域として特定する前処理部と、前処理部により特定された候補領域において、候補領域に限定して周期性特徴の抽出処理を行うことで、炎の発生の有無を判断する炎検出部とを備え、監視カメラにより撮像された画像に対して画像処理を施すことにより、炎の発生を検出する炎検出装置において実行される炎検出方法であって、炎検出部において、候補領域内のそれぞれの画素ごとに、複数Ｎフレームにわたる輝度値変化データを生成する第１ステップと、輝度値変化データの統計量的なばらつき状態を周期性特徴として算出する第２ステップと、周期性特徴が判定閾値よりも小さい場合には、周期性がある画素として特定する第３ステップと、候補領域内において周期性を有するとして特定された画素の数および位置に応じて炎の発生の有無を判断する第４ステップとを有するものである。

【発明の効果】

【００１１】

本発明によれば、候補領域内の輝度変化が周期性を有するか否かを特定できる周期性特徴を判定指標として算出し、輝度変化に周期性がないと判定された移動体を炎として検出する構成を備えている。この結果、種々の誤検出要因を含む様々な設置環境において炎を高精度に検出することのできる炎検出装置および炎検出方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】本発明の実施の形態１における炎検出装置の構成図である。
【図２】本発明の実施の形態１における炎検出装置の前処理部による移動体画素の抽出処理に関する説明図である。
【図３】本発明の実施の形態１において、移動体が炎である場合と、移動体が誤報源である場合に、ある１画素に着目して１サイクル内での各フレームでの輝度値変化の様子を示した説明図である。
【図４】本発明の実施の形態１における輝度値変化データに対して高速フーリエ変換を施した結果を示した図である。
【図５】本発明の実施の形態１における周期性特徴算出部によって実行される輝度値変化の周期性を定量的に評価する手法の説明図である。
【図６】本発明の実施の形態１における周期性特徴算出部によって周期性があると判定された画素をマッピングした説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明の炎検出装置および炎検出方法の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。
本発明は、炎特有の輝度変化に周期性がないという特性に着目し、誤報要因を識別するための周期性特徴を定量的に抽出し、特に、輝度変化に周期性を有する光源を識別して、炎検出の精度向上を実現することを技術的特徴とするものである。
【００１４】
実施の形態１．
図１は、本発明の実施の形態１における炎検出装置の構成図である。本実施の形態１における炎検出装置は、画像メモリ１０、前処理部２０、および炎検出部３０を備えている。画像メモリ１０は、カメラ１により撮像された画像を、過去一定期間分、時系列データとして記憶できるように、複数フレーム分の画像メモリとして構成されている。
【００１５】
前処理部２０は、移動体抽出部２１、および候補領域生成部２２で構成される。そして、この前処理部２０は、画像メモリ１０に記憶された、カメラ１により撮像された過去一定期間（１サイクル）に含まれる各フレームの画像に基づいて、移動体と思われる部分の画素を抽出し、炎検出を行うための領域を候補領域として特定する機能を有している。さらに、前処理部２０は、周期性特徴を算出するための基準位置となる境界線を算出する機能も有している。
【００１６】
また、炎検出部３０は、周期性特徴算出部３１、および炎判定部３２で構成される。そして、この炎検出部３０は、前処理部２０でサイクルごとに特定された候補領域および境界線を用いて、炎の発生の有無を検出するための周期性特徴を算出し、算出結果に基づいて炎が発生しているか否かを判断する機能を有している。
【００１７】
ここで、本願発明の検出原理について、概略を説明する。
まず始めに、カメラ１から取得された画像に対して、移動体に対応する画素の抽出を行う（ステップ１）。次に、抽出された画素を元に、炎候補領域を作成するとともに、境界線を算出する（ステップ２）。次に、作成した炎候補領域内で、抽出された移動体の周期性特徴を計算する（ステップ３）。そして、最後に、その周期性特徴の値から炎らしさを判別し、火災の判定を行うこととなる（ステップ４）。
【００１８】
ここで、本実施の形態１では、毎フレーム処理と毎サイクル処理に分けて行い、１サイクルを６４フレームとして処理する場合を例に説明する。本実施の形態１では、具体的には、炎候補領域を作成するまでのステップ１、２の処理を、毎フレーム処理として１サイ

クル分繰り返し行い、１サイクル処理した結果として抽出された炎候補領域について、次のサイクルでステップ３の周期性特徴の計算、およびステップ４の火災判定を行うこととなる。

【００１９】

そして、ステップ１の移動体抽出処理が、前処理部２０内の移動体抽出部２１で毎フレーム実行され、ステップ２の炎候補領域作成処理が、前処理部２０内の候補領域生成部２２で毎フレーム実行され、各サイクルの終了時点で、後段の炎検出部３０で使用する候補領域（最終候補領域）が特定される。また、ステップ３の周期性特徴計算処理が、炎検出部３０内の周期性特徴算出部３１で毎サイクル実行され、ステップ４の火災判定処理が、炎検出部３０内の炎判定部３２で毎サイクル実行される。そこで、前処理部２０により毎フレーム実行される処理と、炎検出部３０により毎サイクル実行される処理に分けて、以下に説明する。

【００２０】

（１）前処理部２０により毎フレーム実行される処理について

前処理部２０は、カメラ１により取得されたカメラ映像から、移動している物体の抽出を行なう。図２は、本発明の実施の形態１における炎検出装置の前処理部２０による移動体画素の抽出処理に関する説明図である。なお、図２では、説明をわかりやすくするために、本来の検出対象である炎の代わりに、歩行中の人を移動体として抽出する場合を示している。さらに、この移動体が、背景よりも明るいと仮定して説明する。

【００２１】

図２（ａ）には、カメラ１により取り込まれる画像として、次の３つの画像が示されている。

（画像ａ１）移動体が存在しない状態の基準画像（炎が存在しない背景画像に相当）であり、例えば、プログラム起動時などにあらかじめ取得される画像に相当する。

（画像ａ２）時系列で取得される１サイクル分の画像のうち、ある時刻ｔ－１に取得された画像であり、左側に移動体が撮像された画像を例示している。

（画像ａ３）時系列で取得される１サイクル分の画像のうち、ある時刻ｔに取得された画像であり、時刻ｔ－１において左側に存在した移動体が、中央寄りに移動した状態の画像を例示している。

【００２２】

次に、図２（ｂ）には、図２（ａ）の３つの画像に基づいて得られる、次の２種類の差分画像が示されている。

（画像ｂ１）画像ａ２と画像ａ３の差分画像であり、時系列差分画像を示している。具体的には、時系列である時刻ｔ－１の画像ａ２と時刻ｔの画像ａ３に基づいて、両画像の対応する画素ごとに、両画素の輝度値（濃淡値）の差分の絶対値を求めることで生成される画像を、時系列差分画像と称している。

（画像ｂ２）画像ａ１と画像ａ３の差分画像であり、背景差分画像を示している。具体的には、基準画像ａ１と時刻ｔの画像ａ３に基づいて、両画像の対応する画素ごとに、両画素の輝度値の差分の絶対値を求めることで生成される画像を、背景差分画像と称している。

【００２３】

次に、図２（ｃ）には、図２（ｂ）の２種類の差分画像のそれぞれに対して、所定の閾値で２値化することで得られる、次の２つの２値画像が示されている。

（画像ｃ１）画像ｂ１に関して所定の閾値により２値化して得られる２値画像であり、時系列差分画像として、所定の閾値以上の差分を有する画素が抽出されることとなる。従って、炎のように揺れている場合には、時刻ｔ－１と時刻ｔの画像で、一方の時刻のみ炎と検出された画素を抽出できることとなる。

（画像ｃ２）画像ｂ２に関して所定の閾値により２値化して得られる２値画像であり、背景差分画像として、所定の閾値以上の差分を有する画素が抽出されることとなる。従って、時刻ｔの画像で、炎と検出された画素を抽出できることとなる。

【００２４】
次に、図２（ｄ）には、画像ｃ１と画像ｃ２の論理和をとって得られる、次の２値画像が示されている。
（画像ｄ１）時系列差分に基づく２値画像ｃ１と、背景差分に基づく２値画像ｃ２に基づいて、少なくとも一方の画像で黒の画素を黒とし、両方の画像とも白の画素を白とすることで、炎検出領域を抽出することができる。
【００２５】
なお、炎として検出される画素は、所定の高輝度値以上を有することが前提となる。そこで、図２（ａ）の２つの画像に基づいて、時系列差分画像ｂ１あるいは背景差分画像ｂ２を算出する際には、少なくとも一方の画像において所定の高輝度値以上を有する画素のみを抽出して差分画像を生成することで、余分な領域を最終的に炎検出領域として抽出しないようにすることができる。
【００２６】
そして、前処理部２０内の移動体抽出部２１は、図２（ａ）～図２（ｃ）に示した一連処理をフレームごとに繰り返し実行する。また、前処理部２０内の候補領域生成部２２は、図２（ｄ）としてフレームごとに抽出される炎検出領域について、１サイクル分（６４サイクル分）の論理和をとることで、最終的に１サイクル処理後の炎候補領域を特定することとなる。すなわち、候補領域生成部２２は、６４サイクルの中で１回でも炎候補領域として抽出された画素を集計し、炎候補領域を特定する。
【００２７】
さらに、候補領域生成部２２は、画素ごとに、１サイクル内において、炎候補領域として抽出された回数（以下、この回数のことを抽出回数と称す）をカウントすることで、画素ごとの抽出回数を算出しておくことができる。すなわち、この抽出回数は、６４フレーム中何フレームで炎候補領域として特定された画素に相当するかを示す指標となる。
【００２８】
そして、候補領域生成部２２は、抽出回数が所定回数未満の画素を候補領域から除外することもできる。
【００２９】
また、候補領域生成部２２は、１サイクル中の６４フレームの中で１回でも炎候補領域として抽出された画素のうち、隣接して１つの島を形成している画素の集合に対して、外接長方形を設定することで、矩形状の領域として炎候補領域を特定することもできる。
【００３０】
また、本実施の形態１における候補領域生成部２２は、後段の炎検出部３０で使用するための移動体の境界線を、以下のようにして算出する。具体的には、候補領域生成部２２は、既知である判別分析法を用いて、特定された候補領域内で２値化処理を行う。このような２値化処理を実際に炎が存在している領域において行った場合には、炎が発生している領域を、中央部分と外側の部分に２分割することが可能となる。
【００３１】
（２）炎検出部３０により毎サイクル実行される処理について
前処理部２０により１サイクル処理ごとに特定される炎候補領域に対して、本実施の形態１における炎検出部３０内の周期性特徴算出部３１は、以下のような周期性特徴に基づく炎判別処理を行うこととなる。
［炎判別処理］次の１サイクル内のそれぞれのフレームについて、炎候補領域内のそれぞれの画素について、周期性の有無を判断する。そして、炎候補領域中の周期性があると判定された画素の外接四角形を作成し、炎候補領域に占める外接四角形の密度、および外接四角形の大きさを炎判別の指標値として算出する。
【００３２】
そして、本実施の形態１における炎検出部３０内の炎判定部３２は、周期性特徴算出部３１による炎判別処理で算出された指標値の大きさから、最終的に炎判定を実行する。そこで、次に、炎判別処理について、詳細を説明する。

【００３３】
検出対象である炎と異なり、回転灯などの人工物は、輝度変化がダイナミックで周期的である特性を有している。逆に、炎は、ランダムに揺らぎが発生し、特定の画素における輝度変化に周期性が見られない傾向にある。
【００３４】
そこで、誤報源を炎と分離する目的で、炎判別処理では、炎候補領域における各画素の周期性を定量的に評価し、炎であるか否かを判別している。以下に、周期性の指標を用いた具体的な判別方法を説明する。
【００３５】
図３は、本発明の実施の形態１において、移動体が炎である場合と、移動体が誤報源である場合に、ある１画素に着目して１サイクル内での各フレームでの輝度値変化の様子を示した説明図である。具体的には、図３（ａ）は、検出対象である炎に対応する輝度値変化を示した図である。また、図３（ｂ）は、誤検出要因であるフラッシュライトに対応する輝度値変化を示した図であり、図３（ｃ）は、誤検出要因である回転灯に対応する輝度値変化を示した図である。
【００３６】
図３（ａ）に示した炎の輝度値変化と比較すると、図３（ｂ）、図３（ｃ）に示した誤報要因による輝度値変化は、周期性を有していることがわかる。そこで、このような輝度値変化の周期性を定量的に評価するために、周期性特徴算出部３１は、まず始めに、それぞれの画素ごとに収集した輝度値変化データに対して、高速フーリエ変換を施す。
【００３７】
図４は、本発明の実施の形態１における輝度値変化データに対して高速フーリエ変換を施した結果を示した図であり、図４（ａ）は炎、図４（ｂ）はフラッシュライト、図４（ｃ）は回転灯についての、高速フーリエ変換結果を示している。
【００３８】
さらに、周期性特徴算出部３１によって行われる処理を、図５、図６を用いて詳細に説明する。図５は、本発明の実施の形態１における周期性特徴算出部３１によって実行される輝度値変化の周期性を定量的に評価する手法の説明図である。具体的には、この図５は、移動体が炎である場合について、輝度値変化の周期性を定量的に評価した状態を示している。
【００３９】
周期性特徴算出部３１は、高速フーリエ変換結果からピーク値を抽出し、輝度値変化データにおける山の数を推定する。図５（ａ）においては、炎の高速フーリエ変換結果から、ピーク値が２．５Ｈｚとして抽出される。このピーク値にサンプリングの時間を乗じて山の数を推定する。その結果として、輝度値変化データにおける山の数を１０個として推定した状態を例示している。
【００４０】
次に、周期性特徴算出部３１は、図５（ｂ）、図５（ｃ）に示すように、輝度値変化データに対して、輝度値に関する基準閾値を下げていくことで下方向の検索を行い、輝度値変化データが基準閾値を超える回数が、推定した山の数と一致する輝度値を抽出する。図５（ｃ）は、輝度値変化データが基準閾値を超える回数が１０個となった検索結果を示している。
【００４１】
次に、周期性特徴算出部３１は、図５（ｃ）において、輝度値変化データが基準閾値以上の状態から、基準閾値未満の状態に切り替わるフレームの時刻を、「消灯時間」として抽出する。従って、この図５（ｃ）の場合には、１サイクル内で１０個の「消灯時間」が抽出されることとなる。
【００４２】
次に、周期性特徴算出部３１は、抽出した消灯時間の時間間隔に関する分散値を算出する。そして、周期性特徴算出部３１は、算出した分散値をあらかじめ設定された判定閾値

と比較し、分散値が判定閾値よりも小さい場合には、この画素は、周期性があると判断する。判定閾値としては、例えば、分散値が２未満として設定することが考えられる。

【００４３】

周期性特徴算出部３１は、これらの処理を、炎候補領域内の全画素について実施し、それぞれの画素毎に、周期性の有無を判断することとなる。図６は、本発明の実施の形態１における周期性特徴算出部３１によって周期性があると判定された画素をマッピングした説明図である。具体的には、図３（ａ）は炎、図３（ｂ）はフラッシュライト、図３（ｃ）は回転灯について、周期性があると判定された画素をマッピングした状態を示している。

【００４４】

図６（ａ）に示すように、炎は、輝度値変化に周期性を有する画素が少ないため、周期性があると判定された画素の外接四角形は、比較的小さくなる。一方、図６（ｂ）、図６（ｃ）に示すように、誤報源であるフラッシュライトや回転灯は、輝度値変化に周期性を有する画素が、炎の場合よりも多いため、周期性があると判定された画素の外接四角形は、比較的大きくなる。

【００４５】

そこで、炎判定部３２は、炎候補領域に占める外接四角形の密度、あるいは外接四角形の大きさを炎判別の指標値として用いることで、炎と誤報源とを識別することが可能となる。図６の例では、例えば、密度が１０％以上のもの、あるいは、外接四角形の大きさ（面積）が１００画素以上のものについては、周期性がある誤報源であると識別することができる。

【００４６】

以上のように、実施の形態１によれば、候補領域内において、各画素の１サイクル内での輝度値変化の周期性特徴に基づく判断処理を行うことで、誤検出を抑制し、かつ、炎自体の検出精度を向上させることができる。

【００４７】

この結果、特に、輝度変化に周期性を有する誤報源を検出対象から排除することができ、種々の誤検出要因を含む様々な設置環境において炎を高精度に検出することのできる炎検出装置および炎検出方法を実現できる。

【００４８】

なお、本願発明では、全ての画素に対して周期性特徴量を算出したが、炎候補領域内の数カ所をサンプリングして行うようにしてもよい。また、炎を判定する際に、外接四角形を求めることは必須ではない。周期性特徴が得られた画素の数や炎候補領域内での位置を定量的に評価するために外接四角形を採用しており、外接四角形を用いずに、周期性特徴が得られた画素の数や位置を評価することによって炎と判断するようにしてもよい。

【００４９】

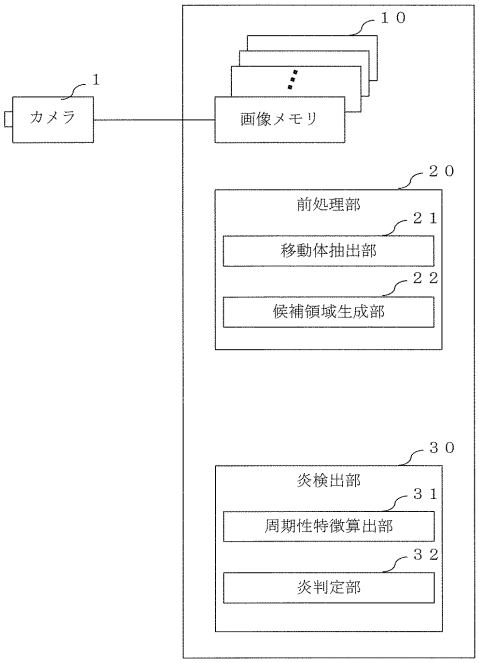
また、上述した実施の形態では、輝度値変化データのばらつき度合いを評価する指標として、分散値を求めたが、統計量的なばらつき状態を定量的に評価できれば、分散値以外の指標を採用することも可能である。

【符号の説明】

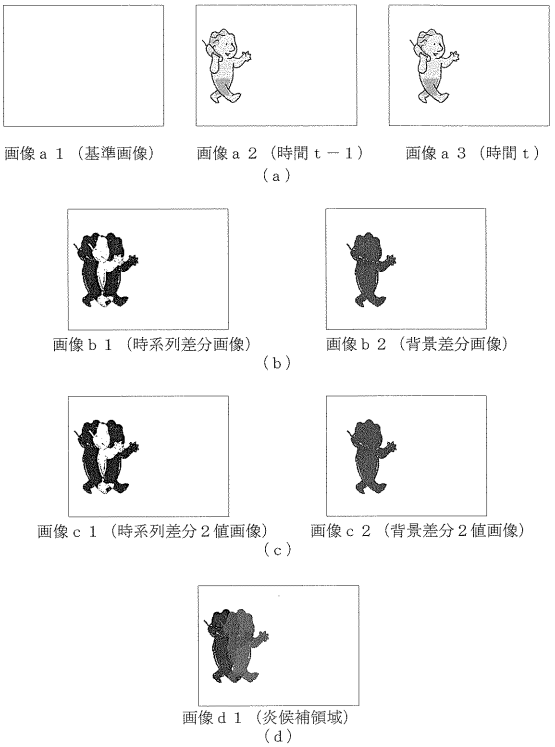
【００５０】

１　カメラ、１０　画像メモリ、２０　前処理部、２１　移動体抽出部、２２　候補領域生成部、３０　炎検出部、３１　周期性特徴算出部、３２　炎判定部。

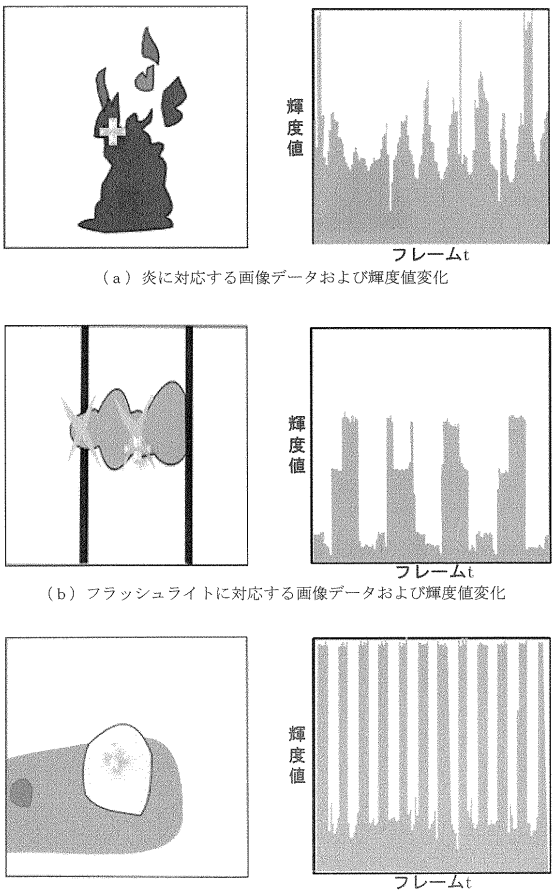
【図１】


１０
１
カメラ
画像メモリ
２０
前処理部
２１
移動体抽出部
２２
候補領域生成部
３０
炎検出部
３１
周期性特徴算出部
３２
炎判定部

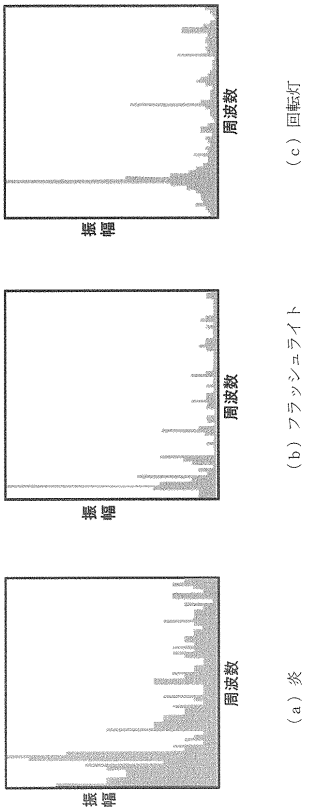
【図２】


画像ａ１（基準画像）
画像ａ２（時間ｔ－１）
画像ａ３（時間ｔ）
（ａ）
画像ｂ１（時系列差分画像）
画像ｂ２（背景差分画像）
（ｂ）
画像ｃ１（時系列差分２値画像）
画像ｃ２（背景差分２値画像）
（ｃ）
画像ｄ１（炎候補領域）
（ｄ）

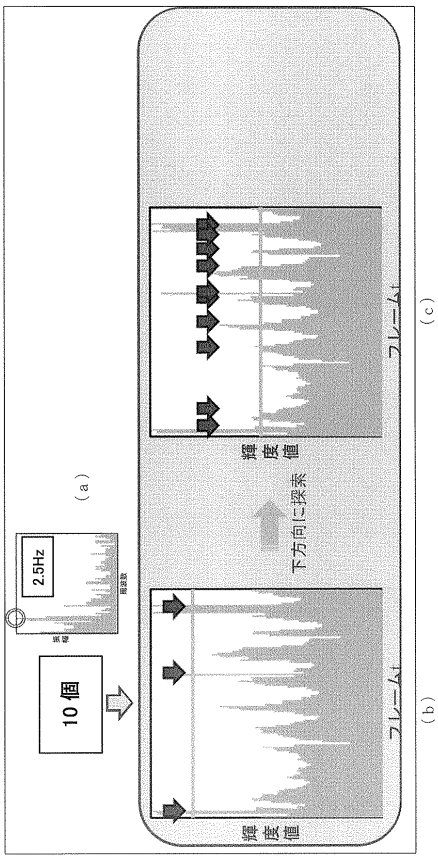
【図３】


輝度値
フレームt
（ａ）炎に対応する画像データおよび輝度値変化
輝度値
フレームt
（ｂ）フラッシュライトに対応する画像データおよび輝度値変化
輝度値
フレームt
（ｃ）回転灯に対応する画像データおよび輝度値変化

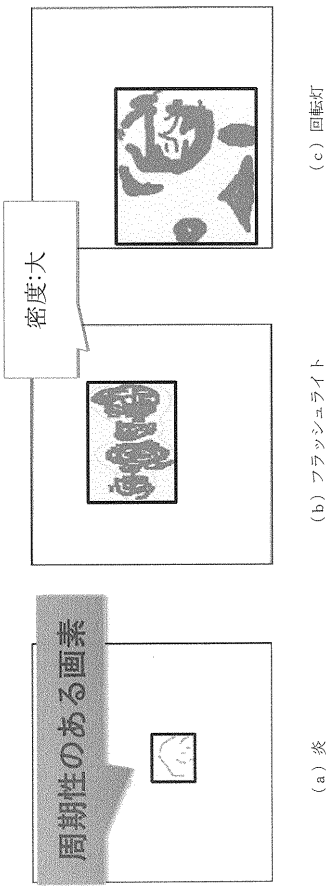
【図４】


周波数
振幅
（ｃ）回転灯
周波数
振幅
（ｂ）フラッシュライト
周波数
振幅
（ａ）炎

【図５】


（ａ）
2.5Hz
10個
（ｂ）
輝度値
フレーム t
下方向に探索
輝度値
フレーム t
（ｃ）

【図６】


周期性のある画素
密度:大
（ａ）炎
（ｂ）フラッシュライト
（ｃ）回転灯

フロントページの続き

(74)代理人 100117776
弁理士 武井 義一
(74)代理人 100188329
弁理士 田村 義行
(74)代理人 100188514
弁理士 松岡 隆裕
(74)代理人 100090011
弁理士 茂泉 修司
(74)代理人 100194939
弁理士 別所 公博
(72)発明者 岩藤 那留
東京都千代田区九段南４丁目７番３号 能美防災株式会社内
(72)発明者 遠藤 義英
東京都千代田区九段南４丁目７番３号 能美防災株式会社内
(72)発明者 中野 主久
東京都千代田区九段南４丁目７番３号 能美防災株式会社内
(72)発明者 寺田 賢治
徳島県徳島市新蔵町２丁目２４番地 国立大学法人徳島大学内

Ｆターム(参考) 5C085 AA12 AB05 BA34 EA41
5L096 CA04 EA43 FA05 FA23 HA03