(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4623402号
(P4623402)

(45)発行日　平成23年2月2日(2011.2.2)　(24)登録日　平成22年11月12日(2010.11.12)

(51)Int.Cl.		F I		
G08B 17/12	(2006.01)	G08B	17/12	B
G06T 7/20	(2006.01)	G06T	7/20	200A
G06T 7/60	(2006.01)	G06T	7/60	150C
G08B 17/00	(2006.01)	G08B	17/00	C
H04N 7/18	(2006.01)	H04N	7/18	K

請求項の数 1　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2000-212747 (P2000-212747)
(22)出願日　平成12年7月13日 (2000.7.13)
(65)公開番号　特開2002-32876 (P2002-32876A)
(43)公開日　平成14年1月31日 (2002.1.31)
審査請求日　平成19年7月5日 (2007.7.5)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100079359
弁理士　竹内　進
(72)発明者　青木　隆浩
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内
(72)発明者　塩原　守人
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

審査官　佐々木　訓

最終頁に続く

(54)【発明の名称】火災検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
監視カメラで監視してその画像を処理して火災を検出する火災検出装置において、
前記監視カメラの入力画像の各ピクセル毎の輝度の時間変動を記憶する記憶手段と、
前記各ピクセル毎の輝度の時間変動と正規分布にモデル化したノイズと比較して前記ピクセルの輝度変動がノイズによって生じたかを判定するノイズ判定手段と、
時間軸を円状に配置し、前記輝度が成す重心位置を求め、前記重心位置から検定統計量を求め、前記検定統計量から有意確率を求め、前記有意が予め設定してある有意水準より小さい場合は前記ピクセルの輝度変動が物体の移動によって生じたかを判定する移動物体判定手段と、
前記ノイズ判定手段の出力と前記移動物体判定手段の出力に基づいてノイズでなくかつ移動物体でない領域のみをゆらぎ領域として判定するゆらぎ判定手段と、
前記カメラの入力画像の輝度値が一定値以上である領域を２値化する２値化処理部と、
前記ゆらぎ判定手段でゆらぎと判定された部分と前記２値化処理部で輝度値が一定値以上である部分を火災候補領域として、該火災候補領域が一定面積以上である場合に火災が発生したと判断して警報を発する火災判定部と、
を備えたことを特徴とする火災検出装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、赤外線カメラや可視カメラで屋外や屋内の広い範囲を監視し、その画像を処理することによって、火災を検出する火災検出装置に関する。

【０００２】

画像を用いて火災を検出する方法として、赤外線カメラを利用して温度を検出する方法やゆらぎを抽出する方法があるが、安価でかつ物体の移動をゆらぎと誤認しないで正しく火災を判定する火災検出装置の開発が望まれていた。

【０００３】

【従来の技術】

従来の画像を用いた火災検出方法としては、赤外線カメラを利用して、温度を検出する方法がある。これは高精度で温度を測定できるセンサを用いて、温度が一定以上の領域を求め、それを火災領域とし、火災を検知するものである。

【０００４】

例えば、赤外線カメラが捕らえた発熱体の特徴として、画素の重心位置の移動がないこと、画像の時間差分の変化によって発熱体にゆらぎがあること、画像素子の検出温度が各波長に対して予め設定した所定のレベル範囲内にあることを抽出し、この抽出した特徴を火災判定基準として火災発生の判定を行う。

【０００５】

図２５は、画像上の任意の点（エリア）におけるある時間の波長λ－相対強度１の関係を示し、炎のスペクトルＳを実線の曲線で表わし、各波長帯λ１～λｎ毎に下限値α１～αｎと上限値γ１～γｎを設定した場合、斜線部分が各波長帯λ１～λｎにおいてそれぞれ下限値α１～αｎと上限値γ１～γｎの設定レベル範囲内にあるとき、火災と判定する。

【０００６】

これを簡便にして、ピーク値のみの波長帯について設定レベル範囲内であることを火災の判定とする方法もある。

【０００７】

図２５において、ピーク値が波長帯λｐであり、斜線部分が下限値αｐと上限値γｐの設定レベル範囲内にあるとき、火災と判定する。

【０００８】

また、他の従来例として、ゆらぎを抽出する方法もある。これは、安価であるが温度測定精度の余り高くない赤外線カメラや可視カメラを用いて炎が持っている固有のゆらぎを抽出することで火災を検出するものである。この方法ではまず、温度が高い領域（赤外線カメラの場合）または、ある範囲の色を持っている領域を求め（可視カメラの場合）、その領域がゆらぎを持っているかどうかを判定し、ゆらぎがあるのなら、火災として通報をあげる。

【０００９】

赤外線カメラの場合には、一定の温度以上かつゆらぎがあるとき炎と判定し、可視カメラの場合には一定の色範囲内かつゆらぎがあるとき炎と判定する。

【００１０】

同様にして、煙を抽出することができる。

【００１１】

炎や煙のゆらぎを抽出する従来の手段として、フレーム間差分画像をとり、その絶対値を累積するという方法が使われている。図２６に示すように、まず、原画の各フレーム間で差分をとり、それを絶対値化した画像を作る。ゆらぎは僅かな変化なので、増幅するために差分の絶対値画像を累積して、ゆらぎを抽出する。

【００１２】

すなわち、図２６（Ａ）に示すように、原画ａと原画ｂの差分画像ｅをとり、原画ｂと原画ｃの差分画像ｆをとり、さらに、原画ｃと原画ｄの差分画像ｇをとる。そして、差分画像ｅ，ｆ，ｇを累積して、累積画像ｈを得る。この累積画像ｈによりゆらぎを抽出する。

【００１３】

この方法のハード構成例を図２７に示す。図２７において、この従来例は複数のカメラ１

０１，１０２，１０３と、複数のＤＩＰ（dual-in-line Package）ユニット１０４，１０５，１０６と、ＩＰ（image processing）ユニット１０７と、ＰＳＰユニット１０８と、ホストユニット１０９とにより構成される。

【００１４】

複数のカメラ１０１，１０２，１０３を切り換えて、画像を順次入力し、ＤＩＰユニット１０４，１０５，１０６で簡単な動画処理を予め行い、各ＤＩＰユニット１０４，１０５，１０６の処理結果は、ＩＰユニット１０７に送られＩＰユニット１０７で外乱除去、特徴抽出を行う。さらに、画像処理専用のＤＳＰユニット１０８でさらに処理され、ホストコンピュータ１０９に送られる。

【００１５】

図２８にＤＩＰユニット１０４，１０５，１０６の構成例を示す。ＤＩＰユニット１０４，１０５，１０６はＡＤ変換器１１０、マルチプレクサ１１１～１１３、画像メモリ１１４～１１８、減算器１１９、加算器１２０およびラッチ１２１という簡単な回路で構成されている。煙を検出するためにはＣＣＤカメラを接続し、ＡＤ変換器１１０でディジタル量に変換された画像を、画像メモリ１１４から１１７へ順次記憶する。減算器１１９で各画像間の差分を取り、得られた差分画像を加算器１２０および画像メモリ１１８を用いて累積する。図２９に煙検出の処理フローを示す。まずＣＣＤカメラから取り込まれた画像に対して、各ＤＩＰユニット１０４，１０５，１０６で差分画像の累積処理を行う。次に、その結果をＩＰユニット１０７に転送し、一括して外乱除去および特徴抽出を行う。

【００１６】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来の火災検出方法にあっては、赤外線カメラを用いた火災検出方法の場合、この方法は信頼性の高い方法であるが、センサが非常に高価であり、コストがかかるという問題がある。

【００１７】

また、ゆらぎを抽出する従来の方法を用いることでゆらぎを抽出することは可能であるが、物体が移動した場合でも差分画像に変化が現れるため、物体の移動をゆらぎとして誤認する問題が生じる。図３０に示すように、物体が移動すると、原画ｉと原画ｊより差分画像ｋが得られ、物体の移動をゆらぎと誤認する。

【００１８】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであって安価で、かつ、移動物体の影響を受けずに、ゆらぎを抽出することで火災を精度良く検出する火災検出装置を提供することを目的とする。

【００１９】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は、次のように構成する（図１、参照）。

【００２０】

本発明は監視カメラ１で監視してその画像を処理して火災を検出する際に、記憶手段１０に監視カメラ１の入力画像の各ピクセル毎の輝度の時間変動を記憶しておき、ノイズ判定手段１１で各ピクセル毎の輝度の時間変動と正規分布にモデル化したノイズと比較して前記ピクセルの輝度変動がノイズによって生じたかを判定する。

【００２１】

また、移動物体判定手段１２で時間軸を円状に配置し、前記輝度が成す重心位置を求め、前記ピクセルの輝度変動が物体の移動によって生じたかを判定し、ゆらぎ判定手段１３で前記ノイズ判定手段１１の出力と前記移動物体判定手段１２の出力に基づいてノイズでなくかつ移動物体でない領域のみをゆらぎ領域として判定する。

【００２２】

また、本発明においては、前記重心位置を計算するための重み係数情報を格納したテーブルを備える。

【００２３】

また、本発明においては、第１の２値化処理手段で前記監視カメラ１からの入力画像の輝度値による物体の高温部のみを抽出するようにしている。

【００２４】

さらに、本発明においては、第２の２値化処理手段で前記監視カメラ１からの入力画像の色成分により特定の領域のみを抽出するようにしている。

【００２５】

このような構成を備えた本発明によれば、各ピクセル毎の輝度の時間変動と正規分布にモデル化したノイズと比較してピクセルの輝度変動がノイズによって生じたかを判定し、時間軸を円状に配置し、輝度が成す重心位置を求め、ピクセルの輝度変動が物体の移動によって生じたかを判定し、ノイズ判定手段１１の出力と移動物体判定手段１２の出力に基づいてノイズでなくかつ移動物体でない領域のみをゆらぎ領域として判定するため、移動物体の影響を受けることなく、炎や煙などのゆらぎを持っている領域を抽出し、精度良く火災を検出することができ、信頼性を大幅に向上させることができる。また、安価な装置を利用できるため、コストを大幅に低減することができる。

【００２６】

また、重心位置を計算するための重み係数情報を格納したテーブルを備えるため、重心位置を計算するとき係数を改めて計算する必要がなく、演算量を低減することができる。

【００２７】

また、画像を２値化して特定の領域のみを抽出するため、より信頼性の高い火災検出を行うことができる。

【００２８】

さらに、監視カメラ１からの入力画像の輝度値により画像を２値化して物体の高温部のみを抽出するため、より信頼性の高い火災検出を行うことができる。

【００２９】

【発明の実施の形態】

図２は本発明の実施形態を示す全体構成図である。

【００３０】

図２において、１は複数の監視カメラであり、監視カメラ１は屋外、屋内（ここでは屋外）の広い範囲を監視し、入力画像を火災検出装置２の装置本体３に送る。監視カメラ１としては、安価であるが温度測定精度の余り高くない赤外線カメラや可視カメラを用いる。赤外線カメラは、温度が高い領域を求めるために用いられ、可視カメラはある範囲の色成分を持っている領域を求めるために用いられる。

【００３１】

装置本体３は、監視カメラ１からの入力画像を画像処理し、ゆらぎとノイズを区別し、ゆらぎと物体の移動を区別し、火災の条件を満たしており、ゆらぎありと判定し、火災候補領域が一定の面積以上になったとき、火災が発生したと判断する。火災が発生したと判断すると、モニター装置４に警報を表示し、警報装置５では例えばベルで火災の発生を報知する。

【００３２】

図３は火災検出装置２を示すブロック図である。

【００３３】

図３において、３は監視カメラ１からの画像が入力する装置本体であり、装置本体３は、ＡＤ変換部６、ゆらぎ抽出部７、第１，第２の２値化処理手段としての２値化処理部８、火災判定部９により構成されている。

【００３４】

ゆらぎ抽出部７は、記憶手段としてのフレームメモリ１０、ノイズ判定手段としてのノイズ判定部１１、移動物体判定手段としての移動物体判定部１２、ゆらぎ判定手段としてのゆらぎ判定部１３およびウェイトテーブル（テーブル）１４により構成されている。

【００３５】

装置本体３には複数の監視カメラ１、警報装置５およびモニター装置４がそれぞれ接続さ

れている。監視カメラ１、装置本体３、警報装置５およびモニター装置４が全体として火災検出装置２を構成している。

【００３６】

監視カメラ１からの入力画像は、ＡＤ変換部６によりアナログ信号からデジタル信号に変換され、監視カメラ１が赤外線カメラの場合には、輝度値がフレームメモリ１０および２値化処理部８に送られる。また、監視カメラ１が可視カメラの場合、ＡＤ変換部６から色成分が２値化処理部８に送られる。

【００３７】

記憶手段としてのフレームメモリ１０には監視カメラ１からの過去の入力画像が記憶される。フレームメモリ１０には、図４に示すようにｔ＝ｔ０、ｔ＝ｔ１、ｔ＝ｔ２・・・における入力画像がそれぞれ格納される。すなわち、図５に示すように、あるピクセルの一定時間にわたる輝度変動がデータとして格納される。

【００３８】

図６は輝度の時間変動を示す図である。

【００３９】

図６において、Ｓはフレームメモリ１０上のあるピクセル輝度値を示し、時間軸Ｔ上で変化している。

【００４０】

図６に示すように、各点毎の輝度の時間変化に注目し、その変動からゆらぎかどうかを判定する。具体的には、画像上の各点における一定期間に渡る輝度の時間変動に注目し、その変動の特徴からその点がゆらぎに属するかどうかを判定する。

【００４１】

ゆらぎ判定をする際には、次の２つの区別を行う必要がある。

(1)ゆらぎとノイズの区別

(2)ゆらぎと物体の移動の区別

まず、ゆらぎとノイズの区別について説明する。

【００４２】

火炎のゆらぎを正確に抽出するためには、センサより発生するノイズを取り除く必要がある。センサによるノイズは正規分布と仮定することができる。そのパラメータである分散値はセンサ固有の値として事前に測定することができる。つまり、ノイズに関しては、事前にその性質が分かっている。そこで、一定期間中に観測された標本データが、ノイズにより生じたものなのかどうかを統計的に検定することで、ノイズ点を除去することができる。

【００４３】

このために、ゆらぎとノイズの区別を次のようにして行う。

【００４４】

ノイズは正規分布と仮定でき、そのパラメータである分散値はセンサ固有の値として事前に測定することができる。そこで、一定期間中に観測された標本データが、ノイズにより生じたものなのかどうかを統計的に検定する。

【００４５】

具体的には標本データがノイズから発生したものだと仮定すると、標本データの平方和を

【００４６】

【数１】

$$S\ \left(=\sum_{i}\left(x_i-\langle x\rangle\right)^2\right)$$

【００４７】

としたとき、Ｓ／σ^2（σ^{2}は母集団＝ノイズの分散）は自由度（Ｎ－１）のχ^{2}分布に従う（Ｎ＝標本データ数）。よってＳ／σ^{2}を検定統計量としてχ^{2}片側検定することで、ノイズを除去する。

【００４８】
すなわち、図７に示すように、検定統計量Ｓ／σ^2が自由度２９のχ^2分布に従うとき、検定統計量Ｓ／σ^2が例えば５２以上のときは、矢印Ａで示すように、ノイズ以外と判定し、５２未満のときは矢印Ｂで示すように、ノイズと判定する。
【００４９】
図３に戻って、前記のように、ノイズ判定部１１は、フレームメモリ１０に記録されている各ピクセル毎の一定時間にわたる輝度の時間変動を入力し、正規分布にモデル化したノイズと比較し、ピクセルの輝度変動がノイズによって生じたものかを判定する。
【００５０】
次に、ゆらぎと物体の区別について説明する。
【００５１】
火災などによるゆらぎを安定に抽出するためには、物体の移動の影響を取り除かなくてはならない。移動物体を取り除くため、ある区間においてデータのバラツキが均一かどうかを検証する。これは、物体が移動した場合には、ゆらぎとは異なり均一でない輝度の変動が生ずるためである。
【００５２】
図８（Ａ）に示すように、ゆらぎの場合には、フレームに対する炎の輝度変化は、１３０～１６０の内にあり、ばらつきがほぼ均一である。これに対して、図８（Ｂ）に示すように、移動物体の場合には、フレームに対する物体通過時の輝度変化は、５０から２００近くまで大きく変化し、バラツキが均一でなくなる。
【００５３】
ここで、各データ点を均一の重さの重りに見立て、注目している区間を円形に配置した時の重心の位置に注目する。もし、バラツキが均一であるなら、重心は中心付近に集まるはずである。しかし、輝度の変動が移動物体により生じた場合には、均一でない分布が生じるため、重心は円の中心から大きく外れる。そのため、この重心位置が円の中心からどれだけ外れているかを測定することにより、移動物体とゆらぎを区別することができる。
【００５４】
図９（Ａ）に示すように、ゆらぎの場合には、時間変化に対して輝度のバラツキは均一となっており、図９（Ｂ）に示すように、注目している区間の時間軸を円状に配置し、輝度が成す重心位置Ｏを求めると、重心位置Ｏは円Ｅの中心付近になる。一方、図９（Ｃ）に示すように、物体が移動物体の場合には、時間変化に対する輝度は大きく変化し、バラツキが大きい。図９（Ｄ）に示すように、注目している区間の時間軸を円状に配置し、輝度が成す重心位置Ｏを求めると、重心位置Ｏは円Ｅの中心から大きく外れる。
【００５５】
これを図１０（Ａ）に示すように、輝度ｒ１～ｒ４のデータがＤ１～Ｄ４が４個の場合について説明する。
【００５６】
図１０（Ｂ）に示すように、時間軸を円状に配置し、円Ｅの中心Ｍから垂直な輝度ｒ１のデータＤ１、９０度の右側に輝度ｒ２のデータＤ２、１８０度の下側に輝度ｒ３のデータＤ３、９０度左側に輝度ｒ４のデータＤ４を配置すると、重心位置Ｏは円Ｅの中心Ｍから少し下側にくる。
【００５７】
このように、測定されたデータがゆらぎの場合、移動物体とは異なり、一定区間におけるデータのバラツキが均一であるので、その均一性を用いて検証する。
【００５８】
注目しているデータ区間を円形に配置し、各データ点を重りに見立て、その重りが成す重心位置によってゆらぎかどうかを判定する。
【００５９】
データを円形に配置した時の重心座標を（X_m，Y_m）とする。すると、
【００６０】

【数２】

$$X_m = V_c \cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 0\right) + V_1 \cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 1\right) + V_2 \cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 2\right) + \ldots \Big/ N \qquad \cdots (式1)$$

$$Y_m = V_c \sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 0\right) + V_1 \sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 1\right) + V_2 \sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 2\right) + \ldots \Big/ N$$

【００６１】

となる。ここで、V_0，V_1…は各点における輝度を表している。また、Ｎは評価に用いるデータの個数である。

【００６２】

今考えている点が「ゆらぎ」に属していると仮定する。ここでゆらぎにおける各輝度、V_0，V_1…は正規分布、Ｎｄ（μ，σ^2）に従うものとする。

【００６３】

すると、X_mは次の正規分布に従うことが分かる。

【００６４】

【数３】

$$Nd\left(0, \frac{\sigma^2}{2}\right) \qquad \cdots (式2)$$

【００６５】

従って次のように変換することで、X_mを平均値＝０、標準偏差＝１の正規分布に正準化することができる。

【００６６】

【数４】

$$x_m = \frac{X_m - 0}{\sqrt{\sigma^2/2}} \qquad \cdots (式3)$$

【００６７】

同様にY_mを変換したy_mを求め、その２乗和Ｒを求めると、Ｒは自由度の２のχ^2分布に従う。

【００６８】

【数５】

$$R = x_m^2 + y_m^2 \quad : \chi^2 \text{分布に従う。} \qquad \cdots (式4)$$

【００６９】

Ｒを検定統計量として有意水準αによって、「今考えている点はゆらぎである」という仮定を検定することで、ゆらぎかどうかの判定を行う。

【００７０】

図１１はゆらぎの検定統計量Ｒと確率密度関係を示すグラフである。

【００７１】

図１１において、検定統計量Ｒは自由度２のχ^2分布に従う。この例では、検定統計量Ｒが例えば９以上のときは矢印Ｇで示すように移動物体であると判定し、９未満のときは矢印Ｈで示すように、ゆらぎであると判定する。

【００７２】

図３に戻って、移動物体判定部１２は、前述したように、時間軸を円状に配置し、輝度が

成す重心位置を求め、その重心位置により、ピクセルの輝度変動が物体の移動によって生じたものかゆらぎによるものかを判定する。

【００７３】

移動物体判定部１２は、ウェイトテーブル（テーブル）１４を有し、（式１）において重心位置（X_m，Y_m）を計算する際、係数部分については、予め値を計算しておき、ウェイトテーブル１４に格納しておく。図１２（Ａ）に示すようにウェイトテーブル１４には、Ｘ座標用として、データcos(2π/N×0)、データcos(2π/N×1)、データcos(2π/N×2)・・・がそれぞれ格納され、図１２（Ｂ）に示すようにウェイトテーブル１４にはＹ座標用としてデータsin(2π/N×0)、データsin(2π/N×1)、データsin(2π/N×2)・・・がそれぞれ格納される。

【００７４】

このように、（式１）において（X_m，Y_m）を計算する際、係数部分については、事前に値を決めることができるので、係数部分を予め計算しておきウェイトテーブル１４に記録しておく。（X_m，Y_m）を計算する際に係数を改めて計算するのでなく、テーブル１４から値を参照することによって演算量を低減することができるようにしている。

【００７５】

移動物体判定部１２の出力は、ゆらぎ判定部１３に送られ、また、ノイズ判定部１１の出力もゆらぎ判定部１３に送られる。ゆらぎ判定部１３は、ノイズ判定部１１の出力と移動物体判定部１２の出力を統合して、ノイズでなく、かつ、移動物体でもない領域のみをゆらぎ領域として抽出する。

【００７６】

２値化処理部８は、赤外線カメラの場合、その監視カメラ１から入力画像をＡＤ変換部６で輝度値に変換されたデータを入力し、物体の高温部のみを抽出する。

【００７７】

すなわち、２値化処理部８は、監視カメラ１からの入力画像より、輝度値が一定の値以上である領域を取り出すことで画像を２値化し、その２値化された領域とゆらぎ抽出部で検出されたゆらぎ領域の共通部分を火災領域として抽出する。

【００７８】

２値化で抽出する輝度の範囲は、炎を検出する場合には炎によって生じる輝度の範囲を選択し、煙を抽出する場合には、煙によって生じる輝度の範囲を選択する。

【００７９】

図１３（Ａ）に示すように、Ｓで示すような輝度信号があるとき、しきい値Ｔを超える領域Ｘを取り出し、図１３（Ｂ）に示すように２値化信号Ｙとする。

【００８０】

また、２値化処理部８は、可視カメラの場合、その監視カメラ１からの入力画像の色成分により、特定の領域のみを抽出する。

【００８１】

すなわち、２値化処理部８は、監視カメラ１からの入力画像より、色が予め設定された範囲内にある領域のみを取り出すことで画像を２値化し、その２値化された領域とゆらぎ抽出部で検出されたゆらぎ領域の共通部分を火災領域として抽出する。

【００８２】

２値化で抽出する色の範囲は炎を抽出する場合には炎が生成する色範囲を選択し、煙を抽出する場合には煙によって生じる色範囲を選択する。

【００８３】

なお、この２値化の処理も、図１３に示したような方法で行う。

【００８４】

２値化処理部８の出力は、火災判定部９に送られ、また、ゆらぎ判定部１３の出力も火災判定部９に送られる。ゆらぎ判定部１３と２値化処理部８から出力された結果は火災判定部９によって最終判定が行われる。まず、２値化処理部８の結果が火災の条件を満たしていることを確認し、かつ、ゆらぎ判定部１３でゆらぎであると判定されたピクセルを火災

候補領域とする。この火災候補領域が一定の面積以上となった場合、火災が発生したと判断して警報を発する。警報装置５ではベルを鳴動して火災の発生を報知し、モニター装置４には火災の発生が表示される。

【００８５】

図１４はノイズ判定部１１の処理を示すフローチャートである。

【００８６】

図１４において、まず、ステップＳ１でフレームメモリ１０のデータ（輝度値）から各ピクセル毎に平方和Ｓを計算する。

【００８７】

【数６】

$(N-1)$ の χ^2 分布に従う（Ｎ＝標本データ数）。よって、$S/\sigma 2$ を検定統計量として χ^2 片側検定することで、ノイズを除去する。（図４参照）

【００８８】

次に、ステップＳ２で検定統計量Ｓ／σ^2が自由度（Ｎ－１）のχ^2分布に行うことからその有意確率Ｐを求める。σ^2はノイズの分散、Ｎは標本データ数である。

【００８９】

図１５に示すように、ＭＥで示す面積（＝確率）が有意確率Ｐを示す。例えば、矢印Ｚで示すように、現在測定された検定統計量Ｓ／σ^2の値が例えば３５のときは、有意確率Ｐは２０％となる。図１６は検定統計量Ｓ／σ^2と有意確率Ｐの関係を示す。例えば、検定統計量Ｓ／σ^2が１，５，１０では有意確率Ｐはすべて１００％、２０では８９％、３０では４１％、４０では８％、５０では１％である。

【００９０】

次に、ステップＳ３で求めた有意確率Ｐを予め設定してある有意水準αと比較する。

【００９１】

次に、有意確率Ｐが有意水準αより小さければステップＳ４で該当ピクセルは、ノイズでないと判定する。有意確率Ｐが有意水準αより大きいときは、ステップＳ５で該当ピクセルはノイズであると判定する。例えば、有意水準αを３％とすると、有意確率Ｐが３％以下のときはノイズでないと判定し、有意確率Ｐが３％を超えるときノイズであると判定する。

【００９２】

次に、ステップＳ６で全ピクセルについて処理が終了していないときは、ステップＳ１に戻り、処理が終了したときは、エンドとする。

【００９３】

図１７は移動物体判定部１２の処理を示すフローチャートである。

【００９４】

図１７において、まず、ステップＳ１１でフレームメモリ１０のデータ（輝度値）から各ピクセル毎に重心（X_m，Y_m）を求める。重心（X_m，Y_m）は、式１より求める。このとき、ウェイトテーブル１４に予め格納してある係数部分（図１２、参照）を取り出して計算し、演算量を低減する。

【００９５】

次に、ステップＳ１２で検定統計量Ｒが自由度２のχ^2分布に従うことからその有意確率Ｐを求める。検定統計量Ｒは、式４より求める。なお、式４は、

【００９６】

【数７】

$$R = x_m^2 + y_m^2$$

【００９７】

である。

【００９８】

検定統計量Ｒは、図１８に示すように、自由度２のχ^2分布に従う。図１８において、ＭＥで示す領域が成す面積（＝確率）が有意確率Ｐを示す。今矢印Ｚで示すように、検定統計量Ｒの現在測定された値が例えば４であるとすると、有意確率Ｐは１４％になる。

【００９９】

図１９は検定統計量Ｒと有意確率Ｐの関係を示す。例えば、検定統計量Ｒが１のとき有意確率Ｐは６１％、３のときは２２％、５のときは８％、７のときは３％、９のときは１８％となる。

【０１００】

次に、ステップＳ１３では求めた有意確率Ｐを予め設定してある有意水準αと比較する。有意確率Ｐが有意水準αより小さいときは、ステップＳ１４で該当ピクセルは移動物体であると判定し、有意確率Ｐが有意水準αより大きいときは、ステップＳ１５で該当ピクセルは移動物体でないと判定する。有意水準αを例えば２％に設定すると、有意確率Ｐが２％以下のときは、該当ピクセルは移動物体であると判定し、有意確率が２％を超えるときは、該当ピクセルは移動物体でないと判定する。

【０１０１】

次に、ステップＳ１６で全ピクセルについてこの処理を終了したか判別し、終了していないときは、ステップＳ１１に戻り、全ピクセルについて処理を終了したときは、エンドとする。

【０１０２】

図２０はゆらぎ判定部１３の処理を示すフローチャートである。

【０１０３】

図２０において、まず、ステップＳ２１でノイズ判定部１１の出力から該当ピクセルはノイズか否かを判別する。ノイズのときは、ステップＳ２４に進み、ノイズでないときは、ステップＳ２２に進む。

【０１０４】

ステップＳ２２では移動物体判定部１２の出力から該当ピクセルは移動物体か否かを判別する。移動物体のときはステップＳ２４に進み、移動物体でないときは、ステップＳ２３に進む。ステップＳ２３では、該当ピクセルはノイズではなく、かつ、移動物体でないので、該当ピクセルはゆらぎであると判定する。

【０１０５】

ステップＳ２４では、該当ピクセルはノイズであるかまたは移動物体であるので、該当ピクセルはゆらぎでないと、判定する。

【０１０６】

そして、ステップＳ２５で全ピクセルのこの処理が終了したか否かを判別し、終了していないときは、ステップＳ２１に戻り、終了したときは、処理をエンドとする。こうして、ノイズでなく、かつ、移動物体でもない領域のみをゆらぎ領域として抽出する。

【０１０７】

図２１は２値化処理部８の処理を示すフローチャートである。ここでは、監視カメラ１が赤外線カメラであり、高温部を取り出す場合について説明する。

【０１０８】

図２１において、まず、ステップＳ３１で該当ピクセルの輝度値が一定の輝度のしきい値以上であるか否かを判別し、一定のしきい値未満のときは、ステップＳ３３に進み、一定のしきい値以上のときは、ステップＳ３２に進む。

【０１０９】

ステップＳ３２では該当ピクセルは火災候補領域であると判定する。すなわち、監視カメラ１からの入力画像より、輝度値が一定の値以上である領域を取り出すことで画像を２値化し、その２値化された領域を火災候補領域とする。

【０１１０】

２値化で抽出する輝度の範囲は、炎を検出する場合には炎によって生じる輝度の範囲を選択し、煙を抽出する場合には煙によって生じる輝度の範囲を選択する。該当ピクセルの輝度値が一定のしきい値未満のときは、該当ピクセルは火災でないと判定する。

【０１１１】

ステップＳ３４では全ピクセルについて処理を終了としたか判別し、終了していないときは、ステップＳ３１に戻り、全ピクセルの処理をしたら、エンドとする。こうして、輝度によって画像を２値化することにより、炎または煙が存在する可能性がある領域を抽出することができる。

【０１１２】

図２２は他の２値化処理部８の処理を示すフローチャートである。ここでは監視カメラ１が可視カメラであり、特定の色領域を取り出す場合について説明する。

【０１１３】

図２２において、まず、ステップＳ４１では該当ピクセルのＲ成分がＲ成分の上限のしきい値ThR_1以下でかつＲ成分の下限のしきい値ThR_0以上の間にあるか否かを判別し、その範囲内にないときはステップＳ４５に進み、その範囲内にあるときは、ステップＳ４２に進む。

【０１１４】

次に、ステップＳ４２では該当ピクセルのＧ成分がＧ成分の上限のしきい値ThG_1以下でかつＧ成分の下限のしきい値ThG_0以上の間にあるか否かを判別し、その範囲内にないときはステップＳ４５に進み、その範囲内にあるときは、ステップＳ４３に進む。

【０１１５】

次に、ステップＳ４３では該当ピクセルのＢ成分がＢ成分の上限のしきい値ThB_1以下でかつＢ成分の下限のしきい値ThB_0以上の間にあるか否かを判別し、その範囲内にないときはステップＳ４５に進み、その範囲内にあるときは、ステップＳ４４に進む。

【０１１６】

ステップＳ４４では、Ｒ成分、Ｇ成分、Ｂ成分が予め設定された範囲内にある色領域のみを取り出して、該当ピクセルは火災候補領域であると判定する。Ｒ成分、Ｇ成分、Ｂ成分がそれぞれ予め設定された範囲内にないときは、ステップＳ４５で該当ピクセルは火災ではないと判定する。

【０１１７】

次に、ステップＳ４６で全ピクセルについてこの処理が終了したか判別し、終了していないときはステップＳ４１に戻り、終了したら処理をエンドとする。２値化で抽出する色の範囲は、炎を抽出する場合には炎が生成する色範囲を選択し、煙を抽出する場合には、煙によって生じる色範囲を選択する。このように、監視カメラからの入力画像により、色が予め設定された範囲内にある領域のみを取り出し、火災候補領域と判定する。

【０１１８】

図２３は火災判定部９の処理を説明するフローチャートである。

【０１１９】

図２３において、まず、ステップＳ５１で２値化処理部８の結果が火災の条件を満たしているかを判定し、満たしていないときは、ステップＳ５４に進み、満たしているときは、ステップＳ５２に進む。

【０１２０】

次に、ステップＳ５２で該当ピクセルは、ゆらぎ判定部１３でゆらぎと判定されたか否かを判別し、ゆらぎでないと判定されたときは、ステップＳ５４に進み、ゆらぎであると判定されたときは、ステップＳ５３に進む。

【０１２１】

ステップＳ５３では、２値化処理部８で火災の条件を満たしており、ゆらぎであると判定されたので、該当ピクセルは火災候補領域であると判定する。

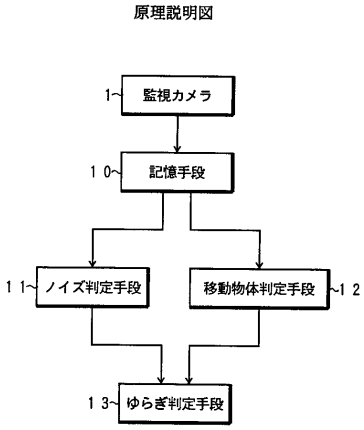
【０１２２】

ステップＳ５４では、２値化処理部８で火災の条件を満たしておらず、ゆらぎであると判

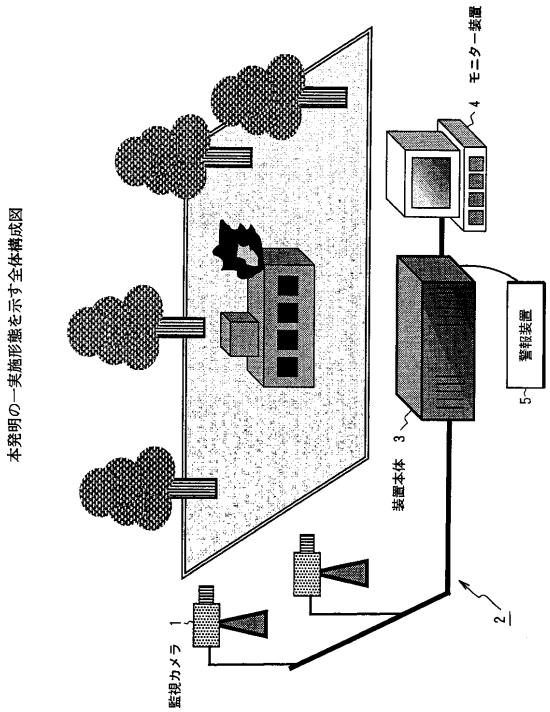
定されていないので、該当ピクセルは火災候補領域でないと判定する。
【０１２３】
次に、ステップＳ５５では全ピクセルについてこの処理が終了したか判別し、終了していないときはステップＳ５１に戻り、終了しているときはステップＳ５６に進む。
【０１２４】
ステップＳ５６では火災候補領域が一定の面積を超えたか否かを判別し、超えていないときは処理を終了とし、超えたときはステップＳ５７に進む。火災候補領域が一定の面積を超えたか否か、例えば、図２４に示すようにフレームメモリ１０上の火災候補領域ＫＬが一定の面積を超えたか否かで判定する。
【０１２５】
ステップＳ５７では火災の発生を判定し、火災通知を行う。警報装置５を作動し、例えばベルを鳴動させ、またモニター装置４上に火災の発生を表示する。
【０１２６】
このように本実施形態においては、安価な装置で、移動物体の影響を受けることなく、炎や煙などのゆらぎをもっている領域を抽出し、精度良く火災を検出することができる。
（付記）
（付記１）
請求項１記載の火災検出装置において、
前記重心位置を計算するための重み係数情報を格納したテーブルを備えたことを特徴とする火災検出装置。
【０１２７】
（付記２）
請求項１又は付記１記載の火災検出装置において、
前記監視カメラからの入力画像の輝度値による物体の高温部のみを抽出する第１の２値化処理手段を備えたことを特徴とする火災検出装置。
【０１２８】
（付記３）
請求項１又は付記１記載の火災検出装置において、
前記監視カメラからの入力画像の色成分により特定の領域のみを抽出する第２の２値化処理手段を備えたことを特徴とする火災検出装置。
【０１２９】
【発明の効果】
以上説明してきたように、本発明によれば、各ピクセル毎の輝度の時間変動と正規分布にモデル化したノイズと比較してピクセルの輝度変動がノイズによって生じたかを判定し、時間軸を円状に配置し、輝度が成す重心位置を求め、ピクセルの輝度変動が物体の移動によって生じたかを判定し、ノイズ判定手段の出力と移動物体判定部の出力に基づいてノイズでなくかつ移動物体でない領域のみをゆらぎ領域として判定するため、移動物体の影響を受けることなく、炎や煙などのゆらぎを持っている領域を抽出し、精度良く火災を検出することができ、信頼性を大幅に向上させることができる。また、安価な装置を利用できるため、コストを大幅に低減することができる。
【０１３０】
また、重心位置を計算するための重み係数情報を格納したテーブルを備えるため、重心位置を計算するとき係数を改めて計算する必要がなく、演算量を低減することができる。
【０１３１】
また、画像を２値化して特定の領域のみを抽出するため、より信頼性の高い火災検出を行うことができる。
【０１３２】
さらに、監視カメラからの入力画像の輝度値により画像を２値化して物体の高温部のみを抽出するため、より信頼性の高い火災検出を行うことができる。
【図面の簡単な説明】

【図１】原理説明図
【図２】本発明の一実施形態を示す全体構成図
【図３】火災検出装置のブロック図
【図４】フレームメモリの記録内容を示す図
【図５】フレームメモリのデータの例を示す図
【図６】輝度の変動を示す図
【図７】ノイズ判定の説明図
【図８】ゆらぎと移動物体の輝度変動を示す図
【図９】時間軸を円形に配置したときの重心位置の説明図
【図１０】重心位置を求める説明図
【図１１】ゆらぎの判定の説明図
【図１２】ウェイトテーブルの格納例を示す図
【図１３】２値化の説明図
【図１４】ノイズ判定部の処理を示すフローチャート
【図１５】有意確率の説明図
【図１６】検定統計量と有意確率の関係を示す図
【図１７】移動物体判定部の処理を示すフローチャート
【図１８】有意確率を示す図
【図１９】検定統計量と有意確率の関係を示す図
【図２０】ゆらぎ判定部の処理を示すフローチャート
【図２１】２値化処理部の処理を示すフローチャート（その一）
【図２２】２値化処理部の処理を示すフローチャート（その二）
【図２３】火災判定部の処理を示すフローチャート
【図２４】火災候補領域の例を示す図
【図２５】従来例の説明図
【図２６】従来のゆらぎ抽出の説明図
【図２７】他の従来例を示すハード構成図
【図２８】図２７のＤＩＰユニットの構成図
【図２９】図２７の処理フローを示す図
【図３０】問題点の説明図
【符号の説明】
１：監視カメラ
２：火災検出装置
３：装置本体
４：モニター装置
５：警報装置
６：ＡＤ変換部
７：ゆらぎ抽出部
８：２値化処理部（第１，第２の２値化処理手段）
９：火災判定部
１０：フレームメモリ（記憶手段）
１１：ノイズ判定部（ノイズ判定手段）
１２：移動物体判定部（移動物体判定手段）
１３：ゆらぎ判定部（ゆらぎ判定手段）
１４：ウェイトテーブル（テーブル）

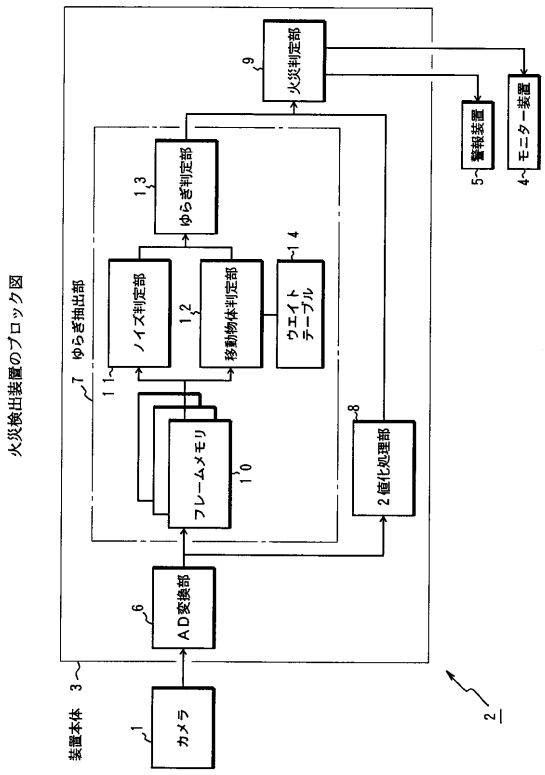
【図１】


原理説明図
1 監視カメラ
10 記憶手段
11 ノイズ判定手段
12 移動物体判定手段
13 ゆらぎ判定手段

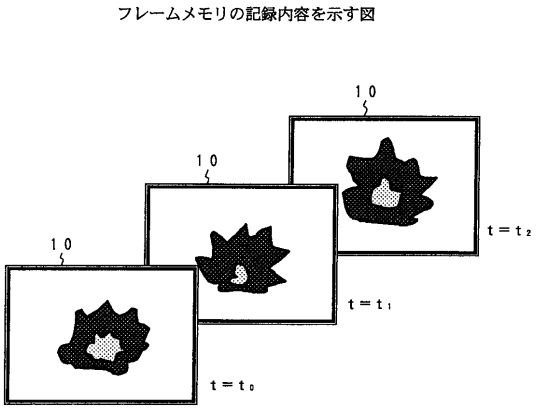
【図２】


本発明の一実施形態を示す全体構成図
モニター装置 4
警報装置 5
装置本体 3
監視カメラ 1
2

【図３】

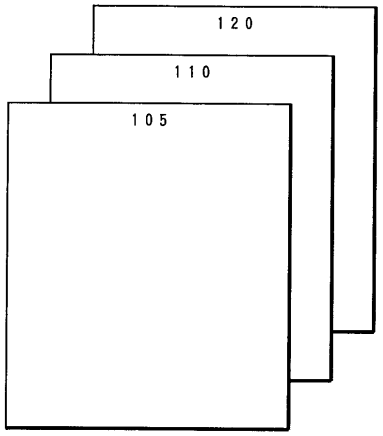

火災検出装置のブロック図
火災判定部 9
警報装置 5
モニター装置 4
ゆらぎ判定部 13
ノイズ判定部 11
移動物体判定部 12
ウエイトテーブル 14
ゆらぎ抽出部 7
フレームメモリ 10
2値化処理部 8
AD変換部 6
カメラ 1
装置本体 3
2

【図４】


フレームメモリの記録内容を示す図
10
10
10
t = t₂
t = t₁
t = t₀

【図５】

フレームメモリのデータの例を示す図

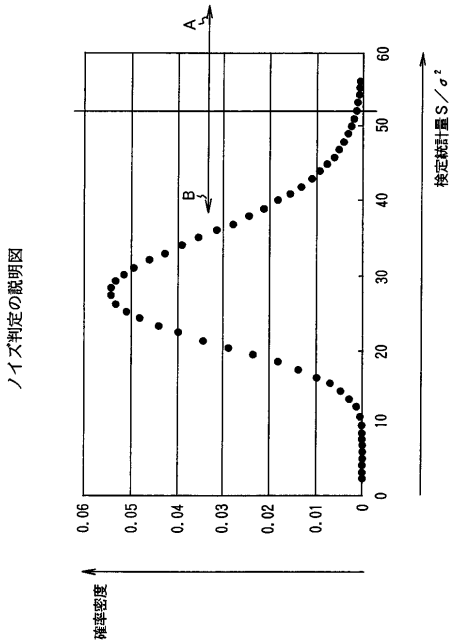


【図６】

輝度の変動を示す図

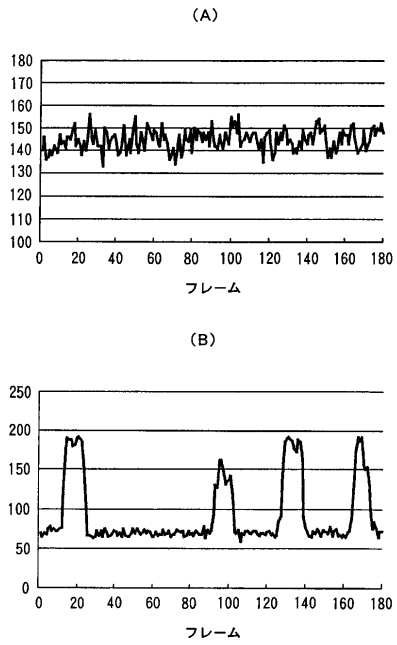


【図７】

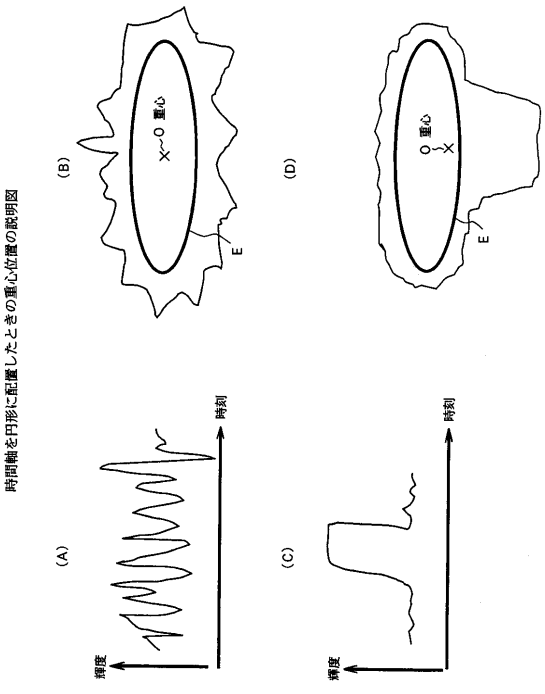


【図８】

ゆらぎと移動物体の輝度変動を示す図

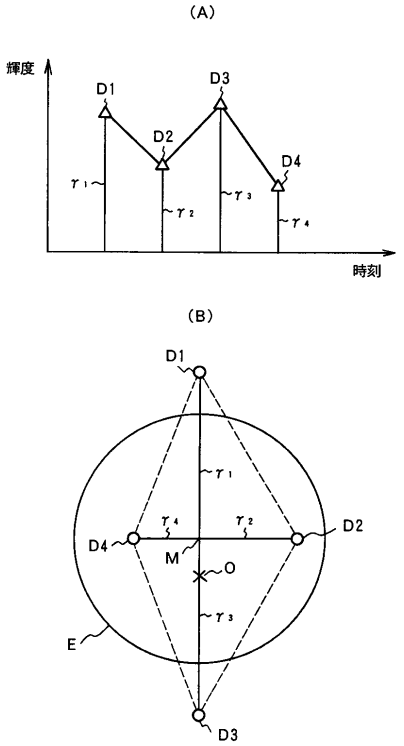


【図９】

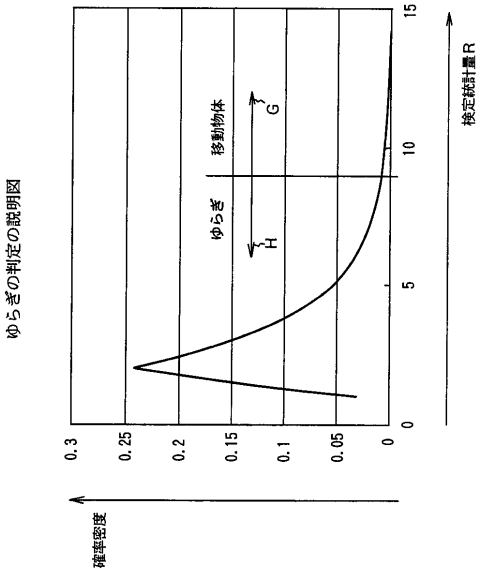


【図１０】

重心位置を求める説明図



【図１１】



【図１２】

ウェイトテーブルの格納例を示す図

(A)

番号	値
0	$\cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 0\right)$
1	$\cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 1\right)$
2	$\cos\left(\frac{2\pi}{N}\times 2\right)$
・・・	・・・

14

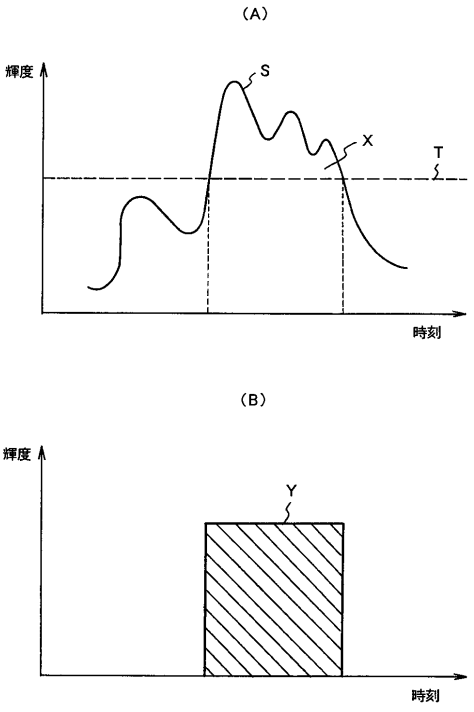
(B)

番号	値
0	$\sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 0\right)$
1	$\sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 1\right)$
2	$\sin\left(\frac{2\pi}{N}\times 2\right)$
・・・	・・・

14

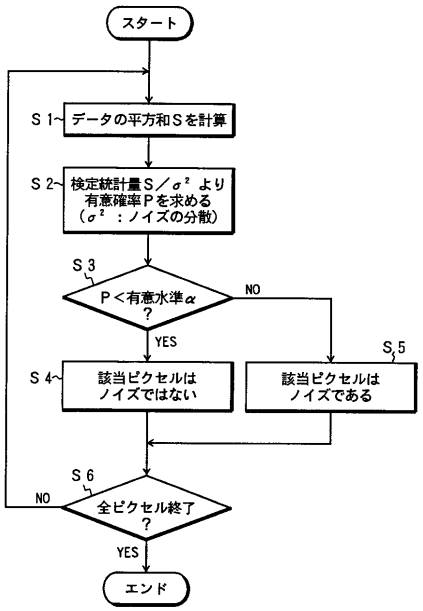
【図１３】

２値化の説明図



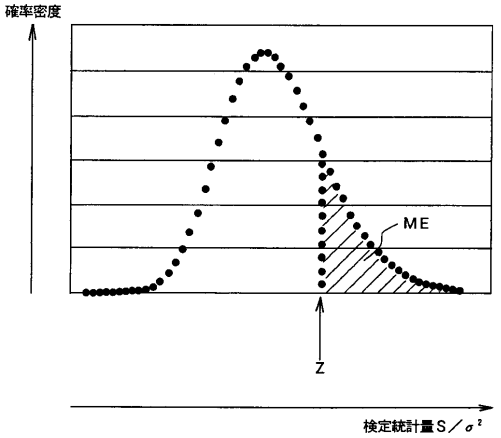
【図１４】

ノイズ判定部の処理を示すフローチャート



【図１５】

有意確率の説明図



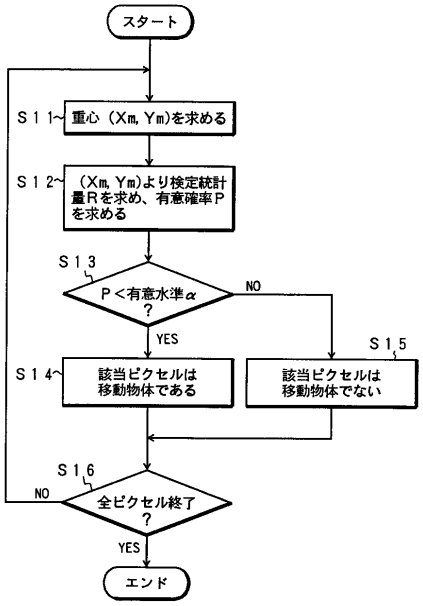
【図１６】

検定統計量と有意確率の関係を示す図

検定統計量	有意確率
1	１００％
5	１００％
１０	１００％
１５	９９％
２０	８９％
２５	６８％
３０	４１％
３５	２０％
４０	８％
４５	３％
５０	１％

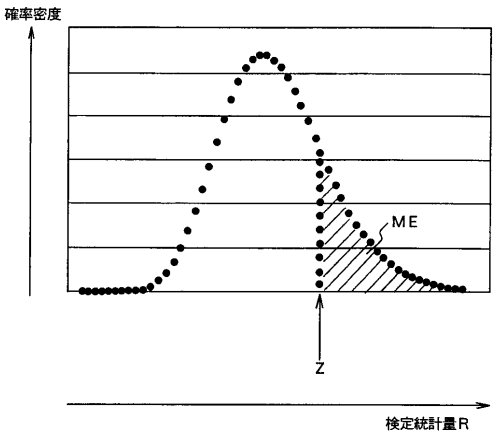
【図１７】

移動物体判定部の処理を示すフローチャート



【図１８】

有意確率を示す図



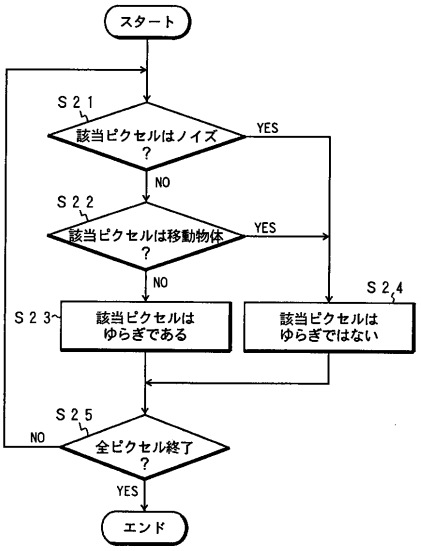
【図１９】

検定統計量と有意確率の関係を示す図

検定統計量	有意確率
1	61%
2	37%
3	22%
4	14%
5	8%
6	5%
7	3%
8	2%
9	1%
10	1%

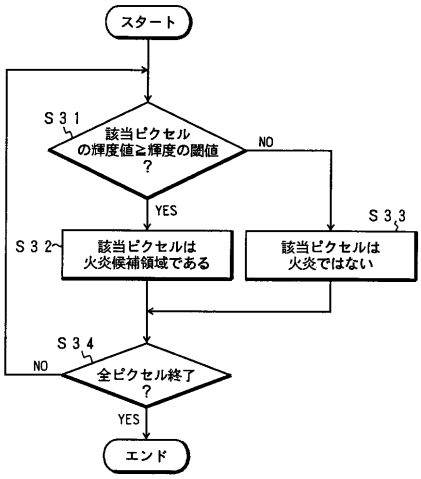
【図２０】

ゆらぎ判定部の処理を示すフローチャート



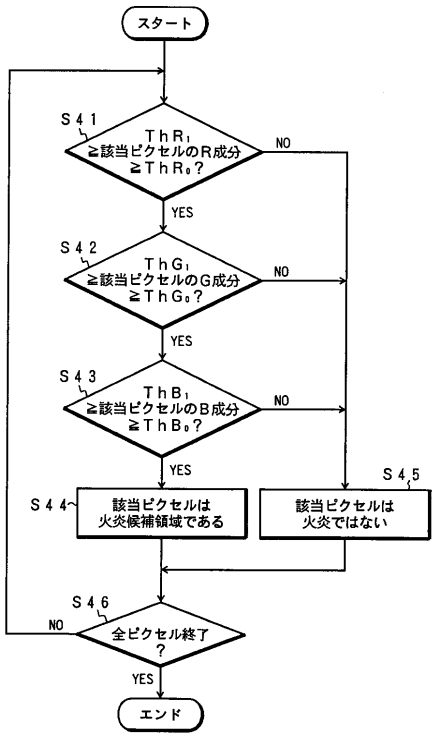
【図２１】

２値化処理部の処理を示すフローチャート（その一）



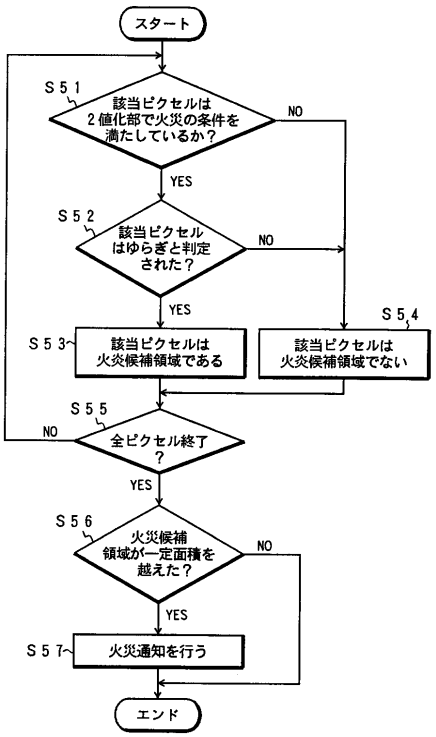
【図２２】

２値化処理部の処理を示すフローチャート（その二）



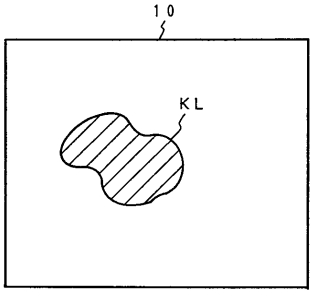
【図２３】

火災判定部の処理を示すフローチャート

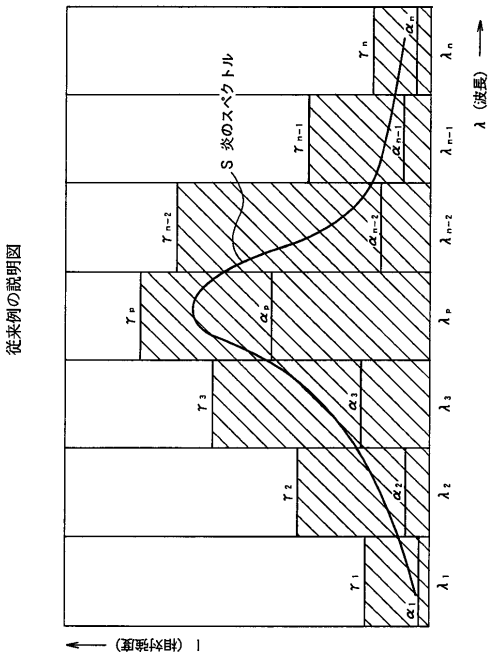


【図２４】

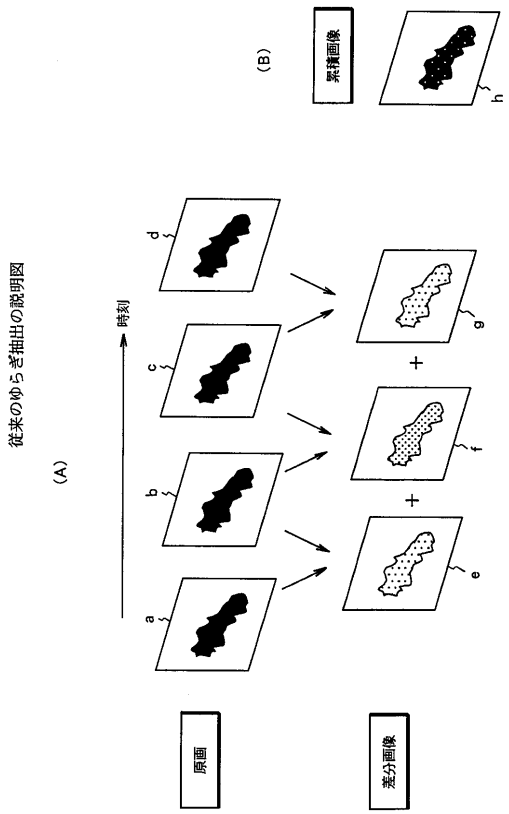
火災候補領域の例を示す図



【図２５】

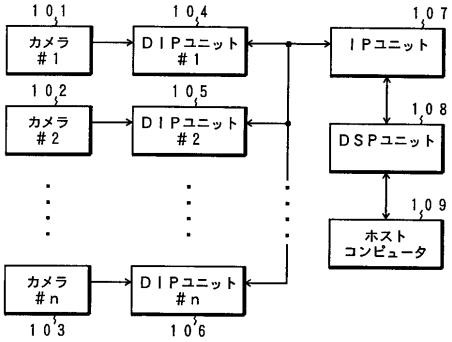


【図２６】



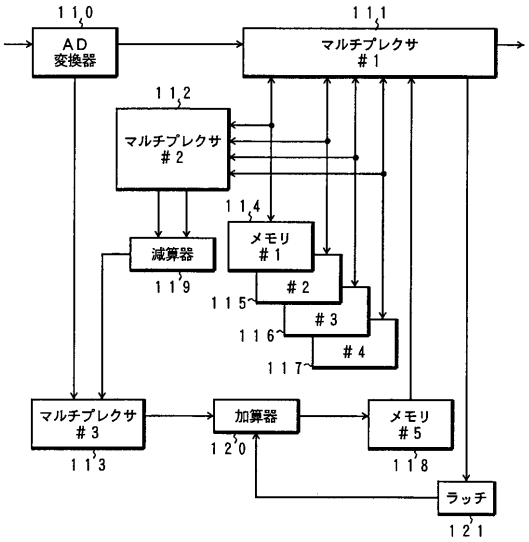
【図２７】

他の従来例を示すハード構成図



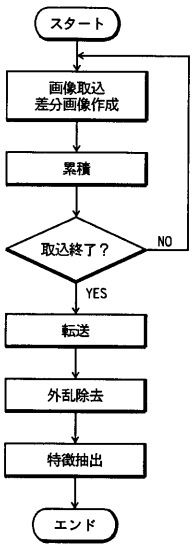
【図２８】

図２７のＤＩＰユニットの構成図



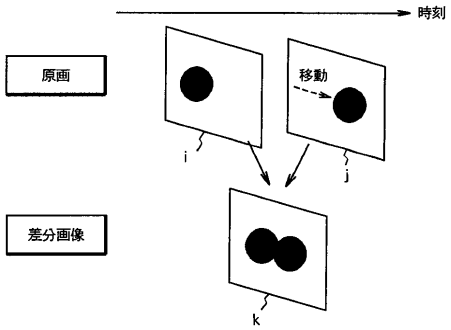
【図２９】

図２７の処理フローを示す図



【図３０】

問題点の説明図



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０９－２９３１８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３０５９８０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０５７４５６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０４９７７１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G08B 17/12
G06T 7/20
G06T 7/60
G08B 17/00
H04N 7/18