



(11) **EP 1 496 483 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.03.2007 Patentblatt 2007/12**

(51) Int Cl.:  
**G08B 17/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **03015846.3**

(22) Anmeldetag: **11.07.2003**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Detektion von Flammen**

Method and apparatus for the detection of flames

Méthode et dispositif de détection de flammes

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.2005 Patentblatt 2005/02**

(73) Patentinhaber: **Siemens Schweiz AG**  
**8047 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Marbach, Giuseppe, Dr.**  
**5503 Schafisheim (CH)**

(74) Vertreter: **Weise, Wolfgang**  
**Siemens Schweiz AG**  
**Intellectual Property Department Zug**  
**Gubelstrasse 22**  
**6300 Zug (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 256 105** **WO-A-02/054364**  
**WO-A-02/093525**

**EP 1 496 483 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Detektion von Flammen in einem nachfolgend als Überwachungsraum bezeichneten überwachten Gebiet durch Analyse mindestens eines Parameters einer im Überwachungsraum auftretenden Strahlung.

**[0002]** Die WO 02/093525 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum gleichzeitigen Verarbeiten einer ersten und zweiten Bildverarbeitung, speziell zur Detektion von Flammen auf den Bildern. Die Vorrichtung beinhaltet einen Bildsensor zum Erstellen von Videobildern, eine Bildfangschaltung zum Empfangen von einem ersten und einem zweiten Bild (Frame), einen Prozessor zum Verarbeiten der aufgenommenen Bilder und eine Ausgabeeinheit.

**[0003]** Bisher bekannte Einrichtungen, wie sie beispielsweise in der US-Patenten Nr. 4 866 420 und Nr. 4 280 058 beschrieben sind, enthalten mindestens einen Sensor, welcher das Flackerfrequenzspektrum der Strahlung auswertet, wobei ausserhalb eines bestimmten Frequenzbandes liegende Signale als Störsignale bewertet werden. Man benutzt also das typische Flackern der Flammen in einem sehr niederfrequenten Schwingungsbereich als Merkmal zur Unterscheidung zwischen der von einer Flamme ausgesandten Strahlung und Störstrahlung. Die Festlegung des Frequenzbandes erfolgt im einfachsten Fall durch dem Sensor vorgeschaltete Filter oder durch diesem nach-geschaltete frequenzselektive Verstärker, wobei in beiden Fällen ein bestimmter Durchlassbereich von beispielsweise 5 bis 25 Hz erhalten wird.

**[0004]** Diese bekannten Flammenmelder haben sich durchaus bewährt, sie stellen aber in einer Brandmeldeanlage einen nicht unbeträchtlichen Kostenfaktor dar. Abgesehen davon, können auch bei optimaler Abstimmung des Frequenzbandes auf das Flackern von Flammen Störungen und Fehlanzeigen nicht ausgeschlossen werden, weil es immer wieder vorkommt, dass zufällige Intensitätsänderungen der Umgebungsstrahlung im Durchlassbereich liegen. Solche Intensitätsänderungen können beispielsweise durch Abschattungen oder Reflexe von vibrierenden oder sich langsam bewegenden Gegenständen, durch Reflexe des Sonnenlichts an Wasseroberflächen oder durch flackernde oder schwankende Lichtquellen verursacht sein.

**[0005]** Durch die Erfindung soll nun ein Verfahren zur Detektion von Flammen angegeben werden, welches sich durch eine hohe Störsicherheit bei geringen Kosten und auszeichnet.

**[0006]** Diese Aufgabe wird gemäss der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

**[0007]** Nach dem erfindungsgemässen Verfahren erfolgt die Suche nach Gebieten von hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung mit Hilfe einer Akkumulationsmatrix, welche aus den mit einem Gewichtungsfaktor gewichteten Differenzbildern aufeinanderfolgender Intensitätsbilder gewonnen wird, wobei der Gewichtungsfaktor angibt, wie stark die Akkumulationsmatrix an die Differenzbilder akkumuliert wird.

**[0008]** Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Videobilder mit einer bestimmten Frequenz erzeugt und daraus Intensitätsbilder gewonnen werden.

**[0009]** Eine zweite bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens dadurch gekennzeichnet, dass mit Hilfe der Akkumulationsmatrix die Koordinaten der hellsten Pixel gesucht werden.

**[0010]** Eine dritte bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass ein das hellste oder die hellsten Pixel enthaltender und gegenüber dem ursprünglichen Bildbereich reduzierter, interessierender Bildbereich definiert und auf das Vorhandensein einer Flamme analysiert wird.

**[0011]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 7 bis 9.

**[0012]** Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Einrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen 11 bis 15 beansprucht.

**[0013]** Mit der immer stärkeren Verbreitung von CCTV-Systemen und -Anlagen kann man davon ausgehen, dass in vielen Fällen in einem Überwachungsraum eine Videokamera vorhanden sein wird, so für die Flammendetektion nicht ein eigener Sensor installiert werden muss, was zweifellos eine Kostenreduktion bedeutet. Eine weitere Kostenreduktion ergibt sich durch die Beschränkung der Auswertung auf die eventuell eine Flamme enthaltenden Bildausschnitte, was eine deutliche Reduktion der Rechnerleistung ermöglicht. Man kann auch davon ausgehen, dass die Auswertung dieser Bildausschnitte gegenüber Störungen ausreichend robust ist.

**[0014]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines erfindungsgemässe Einrichtung zur Detektion von Flammen zeigenden Blockschemas beispielsweise näher erläutert. Mit dem Bezugszeichen 1 ist eine Videokamera bezeichnet, welche über einen Ausgang Videosequenzen an eine Auswertestufe 2 liefert, wobei die Auswertestufe 2 in die Kamera 1 integriert oder mit dieser verbunden sein kann. Die Auswertestufe 2 kann am Aufstellungsort der Kamera 1 oder in unmittelbarer Nähe zu diesem oder sie kann auch räumlich entfernt von der Kamera 1 vorgesehen sein, wobei im letzteren Fall zwischen Kamera 1 und Auswertestufe 2 eine Kommunikationsverbindung besteht.

**[0015]** Die Auswertestufe 2 enthält einen Prozessor (nicht dargestellt), welcher einen Algorithmus für die Lokalisierung von in den Bildern der Kamera 1 gefundenen Flammen und die nachfolgende Analyse der entsprechenden Bildausschnitte aufweist. Darstellungsgemäss erfolgt in einem mit Bildgewinnung bezeichneten ersten Prozess des Algorithmus die Gewinnung von Intensitäts- und/oder Chrominanzbildern  $X_{ij}(t)$  (nachfolgend als Intensitätsbilder bezeichnet) aus

## EP 1 496 483 B1

den von der Kamera 1 gelieferten Videosequenzen;  $i$  und  $j$  sind die Koordinaten der einzelnen Pixel. Die Frequenz dieser Bilder beträgt mindestens 15 Bilder pro Sekunde, die Bildgrösse beispielsweise 352 mal 288 Pixel. Intensitätsbilder werden deswegen gewonnen, weil man davon ausgehen kann, dass eine Flamme einen Ort hoher Lichtintensität darstellt und ausserdem eine charakteristische Farbtonung aufweist.

**[0016]** In einem mit Vorverarbeitung 4 bezeichneten nächsten Prozess wird nach Flammen in den Intensitätsbildern  $X_{ij}(t)$  gesucht und es erfolgt eine Lokalisierung der gefundenen Flammen in entsprechenden Bildausschnitten. Diese Lokalisierung erfolgt mit Hilfe einer so genannten Akkumulationsmatrix, die auf folgende Weise gebildet wird:

In einem ersten Schritt erfolgt die Bestimmung des Maximalwerts  $\max [X_{ij}(t)]$  und des Mittelwerts  $\text{mean} [X_{ij}(t)]$  der Intensität und daraus wird eine Helligkeitsschwelle  $q(t)$  bestimmt, wobei gilt:

$$q(t+1) = \lambda_1 \max [X_{ij}(t)], \text{ wenn } \text{mean} [X_{ij}(t)] < \lambda_1 \max [X_{ij}(t)],$$

und

$$q(t+1) = \lambda_2 \{ \max [X_{ij}(t)] - \text{mean} [X_{ij}(t)] \} + \text{mean} [X_{ij}(t)],$$

in allen anderen Fällen.  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  sind Konstante, die zwischen 0 und 1 liegen, wobei beispielsweise  $\lambda_1$  gleich 0.68 und  $\lambda_2$  gleich 0.05 ist.

Mit Hilfe dieser beiden Bedingungen wird ein die Flammeneigenschaften berücksichtigender Gewichtungsfaktor  $w_{ij}(t)$  bestimmt:

$$w_{ij}(t) = X_{ij}(t), \text{ wenn } X_{ij}(t) > \max [X_{ij}(t)] - q(t),$$

und

$$w_{ij}(t) = 0$$

in allen anderen Fällen.

**[0017]** Das bedeutet, dass alle Pixel mit einer Intensität unterhalb des Werts  $\max [X_{ij}(t)] - q(t)$ , also dunkle Objekte, heraus gefiltert und nicht weiter berücksichtigt werden. Wie sich gleich zeigen wird, sind es dunkle, bewegte Objekte, die heraus gefiltert werden.

**[0018]** Da man davon ausgehen kann, dass eine Flamme als Bewegung von hoher Lichtintensität erkennbar ist, bildet man durch Vergleich aufeinander folgender Bilder ein Differenzbild, um eine solche Bewegung herauszufinden; da dunkle Objekte aufgrund der Definition des Gewichtungsfaktors  $w_{ij}(t)$  heraus fallen, werden also bei der Bildung des Differenzbildes bewegte, dunkle Objekte, die keine Flammen sein können, heraus gefiltert. Man sucht also nach Gebieten hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung und das bedeutet, dass beispielsweise eine stationäre Lichtquelle, die nicht flackert, nicht als Flamme interpretiert würde und ebenso auch nicht eine quer durch den Überwachungsraum bewegte Lampe.

**[0019]** Für das Differenzbild  $Q_{ij}(t)$  gilt:

$$Q_{ij}(t) = |X_{ij}(t) - X_{ij}(t-1)| w_{ij}(t)$$

**[0020]** Dann wird aus dem Differenzbild  $Q_{ij}(t)$  die Akkumulationsmatrix  $A_{ij}(t)$  bestimmt:

$$A_{ij}(t) = \alpha A_{ij}(t-1) + (1-\alpha) Q_{ij}(t)$$

**[0021]**  $\alpha$  ist eine Konstante zwischen 0 und 1, die angibt, wie stark das Differenzbild  $Q_{ij}(t)$  in die Akkumulationsmatrix  $A_{ij}(t)$  einfließt. Für  $\alpha = 0$  wird die Akkumulationsmatrix gleich dem Differenzbild und für  $\alpha = 1$  hat das Differenzbild keinen Einfluss mehr, weil  $A_{ij}(t)$  gleich  $A_{ij}(t-1)$  ist. Die Akkumulationsmatrix wird in erster Linie deswegen gebildet, um ein geglättetes Bild ohne Rauschen und kurzfristige Änderungen zu erhalten.

**[0022]** Als letzter Schritt der Vorverarbeitung 4 wird mit Hilfe der Akkumulationsmatrix das Pixel oder die Pixel  $[i_m, j_m](t)$  mit dem höchsten Wert gesucht und es wird ein dieses oder diese Pixel enthaltender, so genannter interessierender Bildbereich ROI definiert, in dem sich eine Flamme befinden könnte:

$$[i_m, j_m](t) = \{(i, j) \mid \max [A_{ij}(t)]\}$$

**[0023]** Diese Bestimmung liefert also die Koordinaten der Pixel mit lokaler Flackerbewegung und maximaler Helligkeit. Es wird sich in der Regel um ein einziges Pixel handeln, wobei aber selbstverständlich auch mehrere hellste Pixel bestimmt werden können, wozu man sich einer Mehrkanal-Selektion bedienen kann und vorzugsweise Mindestabstände zwischen den einzelnen Pixeln festlegt.

**[0024]** In dem mit Analyse 5 bezeichneten nächsten Prozess erfolgt zunächst eine deutliche Datenreduktion, indem die Analyse nicht im gesamten ursprünglichen Bild von 352 mal 288 Pixel erfolgt, sondern im interessierenden Bildbereich ROI einer reduzierten Grösse von beispielsweise 32 mal 32 Pixel. Das ergibt eine Reduktion auf ein Hunderstel. Diese Reduktion kann selbstverständlich auch geringer sein, beispielsweise auf ein Fünzigstel, oder auch wesentlich stärker.

**[0025]** Dann werden für jeden interessierenden Bildbereich die folgenden Bildinformationen bestimmt:

- Mittlere Helligkeit  $L(t)$  des interessierenden Bildbereichs  $X_{ROI}(t)$ :

$$L(t) = [\text{mean von } X_{ij}(t)|_{ROI}]$$

- Chrominanz  $C(t)$  des interessierenden Bildbereichs  $X_{ROI}(t)$ :

$C(t) = [\text{Anzahl der } C_{ij}(t)|_{ROI}] \in \text{"Feuer-Chroma-Sektor"}/R(t)$ , wobei  $C_{ij}(t)$  das Chrominanzpaar  $(V_{ij}, U_{ij})$  des Bildes  $X_{ij}(t)$  zur Zeit  $t$  bezeichnet. YUV ist eine bekannte Darstellung des Farbraums, mit zwei Farbkomponenten U und V auf der x- bzw. der y-Achse und der Intensität Y auf der z-Achse, wobei die Länge des Vektors vom Nullpunkt zu einem Pixel in der UV-Ebene die Farbsättigung dieses Pixels angibt. Der Feuer-Chroma-Sektor  $R(t)$  ist ein Sektor des Farbraums in der UV-Ebene, in dem für eine Flamme typischen Farbbereich, der insbesondere die Farbe rot enthält.

- Anzahl der aktiven Pixel  $R(t)$  der Akkumulationsmatrix  $A_{ROI}(t)$ :

$$R(t) = [\text{Anzahl der } A_{ij}(t)|_{ROI} > \eta_1]; \quad 1 \leq \eta_1 < Z \quad (Z = \text{Gesamtanzahl Pixel des interessierenden Bildbereichs ROI}), \text{ beispielsweise ist } \eta_1 = 30$$

- Sättigungsgrad  $S(t)$  des interessierenden Bildbereichs  $X_{ROI}(t)$ :

$$S(t) = [\text{Anzahl der } X_{ij}(t)|_{ROI} > \eta_2]. \quad 1 \leq \eta_2 < Z \quad \text{beispielsweise ist } \eta_2 = 5$$

**[0026]** Damit das Ergebnis stabil bleibt, erfolgt anschliessend in einem mit Extraktion 6 bezeichneten Prozess eine Zeitintegration der bei der Analyse 5 bestimmten Bildinformationen. Wenn die Integration beispielsweise über 1 Sekunde durchgeführt wird, erstreckt sie sich im PAL-Format über 25 Bilder. Man integriert also die mittlere Helligkeit, die Chrominanz, die aktiven Pixel und den Sättigungsgrad über die Zeit  $t$  von  $t_0$  bis  $t_n$  und erhält die folgenden Eigenschaften:

- Mittelwert Helligkeit:  $F_L = L$
- Mittelwert Frequenz:  $F_F = F$
- Mittelwert Amplitude:  $F_M = M$
- Mittelwert Feuer-Chroma-Pixel:  $F_C = C$
- Mittelwert aktive Pixel:  $F_R = R$

- Mittelwert Sättigung:  $F_S = S$

[0027] Den Mittelwert der Frequenz erhält man beispielsweise durch Zählen der Pixel der mittleren Helligkeit  $L(t)$ . Die Frequenz, die durch das charakteristische Flackern einer Flamme verursacht wird, ist eine für die Detektion einer Flamme wichtige Grösse, weil sie in einem definierten engen Bereich von in der Regel zwischen 1 Hz und 10 Hz liegt.

[0028] Im anschliessenden mit Mustererkennung 7 bezeichneten Prozess wird aus den bei der Extraktion 6 gewonnenen Eigenschaften die Wahrscheinlichkeit berechnet, dass eine Flamme vorliegt. Dabei wird beispielsweise für jede der obigen Eigenschaften untersucht, ob der Mittelwert oberhalb oder unterhalb eines Schwellwertes liegt und die Wahrscheinlichkeit entsprechend gleich eins bzw. gleich null gesetzt. Dann wird aus den Wahrscheinlichkeiten aller  $n$  Eigenschaften eine Gesamtwahrscheinlichkeit gebildet.

$$\Psi_L = \Pi(F_L) = 1, \text{ wenn } F_L > \delta_L$$

$$\Psi_L = \Pi(F_L) = 0, \text{ wenn } F_L < \delta_L$$

und so weiter für die anderen Eigenschaften.

[0029] Gesamtwahrscheinlichkeit  $\Pi(t)$ :

$$\Pi(t) := 1/N_F \sum \Psi_n = (\Psi_L \cdot w_L + \Psi_F \cdot w_F + \Psi_M \cdot w_M + \Psi_C \cdot w_C + \Psi_R \cdot w_R + \Psi_S \cdot w_S) / N_F$$

$$\Pi(t) := \frac{1}{N_F} \sum_n \Psi_n = (\Psi_L w_L + \Psi_F w_F + \Psi_M w_M + \Psi_C w_C + \Psi_R w_R + \Psi_S w_S) / N_F$$

für  $w_i$  gilt  $0 \leq w_i \leq 1$ , wobei die Werte  $w_i$  empirisch bestimmt werden.  $N_F$  ist die Summe der  $w_i$  über alle  $i$ .

[0030] In dem mit Entscheidung 8 bezeichneten Prozess erfolgt anschliessend die Entscheidung, ob Alarm ausgelöst wird. Dieser Prozess enthält eine Integration, bei der die Gesamtwahrscheinlichkeit  $\Pi(t)$  über aufeinanderfolgende Bilder aufintegriert wird. Die Integration beginnt bei null und zählt für jedes  $\Pi(t) > \kappa$  ( $\kappa$  ist eine Schwelle) ein Inkrement dazu und zieht für jedes  $\Pi(t) < \kappa$  ein Inkrement ab. Wenn  $I(t)$  den Wert des Integrals bezeichnet, gilt:

$$I(t=0) = 0$$

wenn  $\Pi(t) > \kappa$  dann  $I(t) = I(t-1) + \sigma_+$  (gesättigt zu  $S_+$ , wenn  $I(t) > S_+$  in allen anderen Fällen gilt  $I(t) = I(t-1) - \sigma_-$  (gesättigt zu  $S_-$  (üblicherweise 0), wenn  $I(t) < S_-$ ).

$\sigma_+$  und  $\sigma_-$  sind in der Regel gleich +1.

[0031] Mit Hilfe des Integrals  $I(t)$  erfolgt nun die Entscheidung, ob ein Alarm ausgelöst wird:

Wenn  $I(t) > \beta$  ( $\beta$  ist eine Schwelle), wird Alarm ausgelöst, in allen anderen Fällen nicht.

[0032] Die beschriebene Einrichtung hat den Vorteil, dass in vielen Anwendungsfällen auf bereits installierte Videokameras zurückgegriffen werden kann und eine Installation spezieller Flammensensoren nicht erforderlich ist, was zweifellos eine Kostenreduktion bedeutet. Eine weitere Kostenreduktion ergibt sich durch die Beschränkung der Auswertung auf die eventuell eine Flamme enthaltenden Bildausschnitte, was eine deutliche Reduktion der Rechnerleistung ermöglicht. Man kann auch davon ausgehen, dass die Auswertung dieser Bildausschnitte gegenüber Störungen ausreichend robust ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion von Flammen in einem nachfolgend als Überwachungsraum bezeichneten überwachten

- Gebiet durch Analyse mindestens eines Parameters einer im Überwachungsraum auftretenden Strahlung, wobei ein Videobild des Überwachungsraums erzeugt und in diesem Videobild nach Gebieten von hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung gesucht wird, wobei in einem ersten Schritt eine Lokalisierung dieser Gebiete und anschließend eine Analyse der betreffenden Bildausschnitte auf das Vorhandensein einer Flamme erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Gebieten von hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung mit Hilfe einer Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  gesucht wird, welche aus den mit einem Gewichtungsfaktor gewichteten Differenzbildern aufeinander folgender Intensitätsbilder  $[X_{ij}(t)]$  gewonnen wird, wobei der Gewichtungsfaktor angibt, wie stark die Differenzbilder in die Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  einfließen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Videobilder mit einer bestimmten Frequenz erzeugt und daraus Intensitätsbilder  $[X_{ij}(t)]$  gewonnen werden.
  3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Bildung der Differenzbilder und damit der Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  alle Pixel mit einer unterhalb einer vorgebbaren Schwelle liegenden Helligkeit und somit alle bewegten, dunklen Objekte heraus gefiltert werden.
  4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe der Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  die Koordinaten der hellsten Pixel gesucht werden.
  5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein das hellste oder die hellsten Pixel enthaltender und gegenüber dem ursprünglichen Bild reduzierter, interessierender Bildbereich [ROI] definiert und auf das Vorhandensein einer Flamme analysiert wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des interessierenden Bildbereichs (ROI) höchstens ein Fünfzigstel der Größe des ursprünglichen Bildes beträgt.
  7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im interessierenden Bildbereich [ROI] die Bildinformationen Helligkeit  $[L(t)]$  Chrominanz  $[C(t)]$ , Anzahl der aktiven Pixel  $[R(t)]$  oberhalb einer bestimmten Intensitätsschwelle, und die Sättigung  $[S(t)]$  bestimmt werden.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Bildinformationen über eine bestimmte Zeit und damit über mehrere Bilder integriert werden und ihr Mittelwert bestimmt wird, dass bei der Integration als zusätzliche Parameter der Mittelwert der Frequenz  $[F]$  und der Mittelwert der Amplitude  $[M]$  bestimmt werden, und dass für jeden dieser Mittelwerte die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Flamme berechnet wird.
  9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Wahrscheinlichkeiten der Mittelwerte eine Gesamtwahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Flamme im reduzierten Bildbereich [ROI] berechnet wird, dass diese Gesamtwahrscheinlichkeit über mehrere Bilder integriert wird, und dass bei Überschreiten einer Schwelle durch den integrierten Wert Alarm ausgelöst wird.
  10. Einrichtung zur Detektion von Flammen in einem nachfolgend als Überwachungsraum bezeichneten überwachten Gebiet durch Analyse mindestens eines Parameters einer im Überwachungsraum auftretenden Strahlung, **gekennzeichnet durch** eine Videokamera [1] mit einer Auswertestufe [2] für die von der Kamera [1] gelieferten Bilder, wobei die Auswertestufe [2] einen Prozessor mit einem Algorithmus für die Lokalisierung von Bereichen von hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung in den Bildern der Kamera [1] und die nachfolgende Analyse der entsprechenden Bildausschnitte auf das Vorhandensein einer Flamme aufweist und wobei der Algorithmus einen im Folgenden als Vorverarbeitung [4] bezeichneten Prozess enthält, bei dem für die Suche nach Gebieten von hoher Lichtintensität und lokaler Flackerbewegung eine Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  bestimmt wird, welche aus den mit einem Gewichtungsfaktor gewichteten Differenzbildern aufeinanderfolgender Intensitätsbilder  $[X_{ij}(t)]$  gewonnen wird, wobei der Gewichtungsfaktor angibt, wie stark die Differenzbilder in die Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  einfließen.
  11. Einrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus einen im Folgenden als Bildgewinnung [3] bezeichneten Prozess enthält, bei welchem aus den mit einer bestimmten Frequenz erzeugten Videobildern Intensitätsbilder  $[X_{ij}(t)]$  gewonnen werden.
  12. Einrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Vorverarbeitung [4] mit Hilfe der Akkumulationsmatrix  $[A_{ij}(t)]$  eine Bestimmung der Koordinaten der hellsten Pixel und die Festlegung eines das hellste oder die hellsten Pixel enthaltenden, gegenüber dem ursprünglichen Bild reduzierten, interessierenden Bildbereichs

(ROI) erfolgt.

- 5 13. Einrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus einen im Folgenden als Analyse [5] bezeichneten Prozess für die Analyse des interessierenden Bildbereichs [ROI] enthält, bei welcher eine Bestimmung der Bildinformationen Helligkeit  $[L(t)]$ , Chrominanz  $[C(t)]$ , Anzahl der aktiven Pixel  $[R(t)]$  oberhalb einer bestimmten Intensitätsschwelle, und der Sättigung  $[S(t)]$  erfolgt.
- 10 14. Einrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus einen im Folgenden als Extraktion [6] bezeichneten Prozess enthält, bei welchem eine Integration der genannten Bildinformationen über eine bestimmte Zeit und damit über mehrere Bilder und eine Bestimmung der Mittelwerte der Bildinformationen erfolgt, dass bei der Integration als zusätzliche Parameter der Mittelwert der Frequenz  $[F]$  und der Mittelwert der Amplitude  $[M]$  bestimmt werden, und dass für jeden dieser Mittelwerte eine Berechnung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Flamme erfolgt.
- 15 15. Einrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus einen Prozess Mustererkennung [7] und einen Prozess Entscheidung [8] enthält, bei denen aus den Wahrscheinlichkeiten der Mittelwerte die Berechnung einer Gesamtwahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Flamme im reduzierten Bildbereich [ROI] und eine Integration dieser Gesamtwahrscheinlichkeit über mehrere Bilder und bei Überschreiten einer Schwelle durch den integrierten Wert eine Alarmauslösung erfolgt.
- 20

### Claims

- 25 1. Method for detecting flames in a monitored zone, referred to hereinafter as monitoring space, by analysis of at least one parameter of a radiation that occurs in the monitoring space, in which case a video image of the monitoring space is generated and zones having high light intensity and local flicker motion are sought in said video image, in which case, in a first step, said zones are localized and the relevant image excerpts are subsequently analyzed with regard to the presence of a flame, **characterized in that** the search for zones having high light intensity and local flicker motion is effected with the aid of an accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ , which is obtained from the difference images of successive intensity images  $[X_{ij}(t)]$ , said difference images being weighted with a weighting factor, the weighting factor specifying the extent to which the difference images influence the accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ .
- 30 2. Method according to claim 1, **characterized in that** the video images are generated with a specific frequency and intensity images  $[X_{ij}(t)]$  are obtained therefrom.
- 35 3. Method according to claim 1, **characterized in that** all pixels having a brightness that lies below a predetermined threshold and thus all moving, dark objects are filtered out during the formation of the difference images and thus of the accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ .
- 40 4. Method according to claim 3, **characterized in that** the coordinates of the brightest pixels are sought with the aid of the accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ .
- 45 5. Method according to claim 4, **characterized in that** an image region of interest [ROI] which contains the brightest pixel or pixels and is reduced with respect to the original image is defined and analyzed with regard to the presence of a flame.
6. Method according to claim 5, **characterized in that** the size of the image region of interest (ROI) amounts at most to one fiftieth of the size of the original image.
- 50 7. Method according to claim 6, **characterized in that** the image information items of brightness  $[L(t)]$ , chrominance  $[C(t)]$ , number of active pixels  $[R(t)]$  above a specific intensity threshold, and the saturation  $[S(t)]$ , are determined in the image region of interest [ROI].
- 55 8. Method according to claim 7, **characterized in that** said image information items are integrated over a specific time and thus over a plurality of images and their mean value is determined **in that** the mean value of the frequency  $[F]$  and the mean value of the amplitude  $[M]$  are determined as additional parameters during the integration, and **in that** the probability for the presence of a flame is calculated for each of said mean values.

- 5
9. Method according to claim 8, **characterized in that** the probabilities of the mean values are used to calculate an overall probability for the presence of a flame in the reduced image region [ROI], **in that** said overall probability is integrated over a plurality of images, and **in that** an alarm is triggered when a threshold is exceeded by the integrated value.
10. Device for detecting flames in a monitored zone, referred to hereinafter as monitoring space, by analysis of at least one parameter of a radiation that occurs in the monitoring space, **characterized by** a video camera [1] with an evaluation stage [2] for the images supplied by the camera [1], the evaluation stage [2] having a processor with an algorithm for the localization of regions having high light intensity and local flicker motion in the images of the camera [1] and the subsequent analysis of the corresponding image excerpts with regard to the presence of a flame, and the algorithm containing a process, referred to below as preprocessing [4], during which an accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$  is determined for the search for zones having high light intensity and local flicker motion, said accumulation matrix being obtained from the difference images of successive intensity images  $[X_{ij}(t)]$ , said difference images being weighted with a weighting factor, the weighting factor specifying the extent to which the difference images influence the accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ .
11. Device according to claim 10, **characterized in that** the algorithm contains a process, referred to below as image obtaining [3], during which intensity images  $[X_{ij}(t)]$  are obtained from the video images generated with a specific frequency.
12. Device according to claim 10, **characterized in that** during the preprocessing [4], with the aid of the accumulation matrix  $[A_{ij}(t)]$ , the coordinates of the brightest pixels are determined and an image region of interest (ROI) which contains the brightest pixel or pixels and is reduced with respect to the original image is defined.
13. Device according to claim 12, **characterized in that**, the algorithm contains a process, referred to below as analysis [5], for the analysis of the image region of interest [ROI] during which analysis the image information items of brightness  $[L(t)]$ , chrominance  $[C(t)]$ , number of active pixels  $[R(t)]$  above a specific intensity threshold, and the saturation  $[S(t)]$  are determined.
14. Device according to claim 13, **characterized in that** the algorithm contains a process, referred to below as extraction [6], during which said image information items are integrated over a specific time and thus over a plurality of images and the mean values of the image information items are determined, **in that** the mean value of the frequency  $[F]$  and the mean value of the amplitude  $[M]$  are determined as additional parameters during the integration, and **in that** the probability for the presence of a flame is calculated for each of said mean values.
15. Device according to claim 14, **characterized in that** the algorithm contains a process of pattern recognition [7] and a process of decision [8], during which the probabilities of the mean values are used to calculate an overall probability for the presence of a flame in the reduced image region [ROI] and said overall probability is integrated over a plurality of images and an alarm is triggered in the event of a threshold being exceeded by the integrated value.

## Revendications

1. Procédé pour la détection de flammes dans une zone surveillée désignée ci-dessous par espace de surveillance par l'analyse d'au moins un paramètre d'un rayonnement apparaissant dans l'espace de surveillance, une image vidéo de l'espace de surveillance étant générée et dans cette image vidéo des zones présentant une intensité lumineuse élevée et un mouvement de vacillement local étant cherchés, une localisation de ces zones s'effectuant dans une première étape et ensuite une analyse des extraits d'image concernés quant à la présence d'une flamme s'effectuant ensuite, **caractérisé en ce qu'on** recherche des zones présentant une intensité lumineuse élevée et un mouvement de vacillement local à l'aide d'une matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$  qui est obtenue à partir des images de différence, pondérées avec un facteur de pondération, d'images d'intensité  $[X_{ij}(t)]$  consécutives, le facteur de pondération indiquant à quel point les images de différence sont intégrées dans la matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$ .
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les images vidéos sont générées avec une fréquence définie et des images d'intensité  $[X_{ij}(t)]$  sont obtenues à partir de là.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lors de la formation des images de différence et donc de la matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$ , tous les pixels présentant une luminosité située au-dessous d'un seuil prédéfini-



sable et donc tous les objets sombres et déplacés sont éliminés par filtrage.

- 5
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les coordonnées des pixels les plus clairs sont recherchées à l'aide de la matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$ .
- 10
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**une zone d'image [ROI] intéressante, contenant le pixel le plus clair ou les pixels les plus clairs et réduite par rapport à l'image d'origine, est définie et analysée quant à la présence d'une flamme.
- 15
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la grandeur de la zone d'image [ROI] intéressante représente au maximum 1/50ème de la grandeur de l'image d'origine.
- 20
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, dans la zone d'image [ROI] intéressante, les informations d'image luminosité  $[L(t)]$ , chrominance  $[C(t)]$ , nombre des pixels actifs  $[R(t)]$  au-dessus d'un seuil d'intensité défini, et la saturation  $[S(t)]$  sont déterminées.
- 25
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdites informations d'image sont intégrées pendant un temps défini et donc sur plusieurs images et leur valeur moyenne est déterminée, **en ce que**, lors de l'intégration, la valeur moyenne de la fréquence  $[F]$  et la valeur moyenne de l'amplitude  $[M]$  sont déterminées en tant que paramètres supplémentaires et **en ce que** la probabilité de la présence d'une flamme est calculée pour chacune de ces valeurs moyennes.
- 30
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, à partir des probabilités des valeurs moyennes, on calcule une probabilité globale pour la présence d'une flamme dans la zone d'image [ROI] réduite, **en ce que** cette probabilité globale est intégrée sur plusieurs images et **en ce qu'**une alarme est déclenchée en cas de dépassement d'un seuil par la valeur intégrée.
- 35
10. Dispositif pour la détection de flammes dans une zone surveillée et désignée ci-dessous par espace de surveillance par l'analyse d'au moins un paramètre d'un rayonnement apparaissant dans l'espace de surveillance, **caractérisé par** une caméra vidéo [1] avec un niveau d'analyse [2] pour les images livrées par la caméra [1], le niveau d'analyse [2] présentant un processeur avec un algorithme pour la localisation de zones présentant une intensité lumineuse élevée et un mouvement de vacillement local dans les images de la caméra [1] et l'analyse consécutive des extraits d'image correspondants quant à la présence d'une flamme et l'algorithme contenant un processus désigné ci-dessous par pré-traitement [4], dans lequel on détermine pour la recherche de zones présentant une intensité lumineuse élevée et un mouvement de vacillement local une matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$  qui est obtenue à partir des images de différence, pondérées avec un facteur de pondération, d'images d'intensité  $[X_{ij}(t)]$  successives, le facteur de pondération indiquant à quel point les images de différence sont intégrées dans la matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$ .
- 40
11. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'algorithme contient un processus désigné ci-dessous par obtention d'image [3], dans lequel des images d'intensité  $[X_{ij}(t)]$  sont obtenues à partir des images vidéo générées avec une fréquence définie.
- 45
12. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que**, lors du pré-traitement [4], on effectue à l'aide de la matrice d'accumulation  $[A_{ij}(t)]$  la détermination des coordonnées des pixels les plus clairs et la fixation d'une zone d'image (ROI) intéressante, contenant le pixel le plus clair ou les pixels les plus clairs, réduite par rapport à l'image d'origine.
- 50
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'algorithme contient un processus désigné ci-dessous par analyse [5] pour l'analyse de la zone d'image [ROI] intéressante, avec lequel on effectue une détermination des informations d'image luminosité  $[L(t)]$ , chrominance  $[C(t)]$ , nombre des pixels actifs  $[R(t)]$  au-dessus d'un seuil d'intensité défini, et de la saturation  $[S(t)]$ .
- 55
14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'algorithme contient un processus désigné ci-dessous par extraction [6], lors duquel on effectue une intégration desdites informations d'image sur un temps défini et donc sur plusieurs images et une détermination des valeurs moyennes des informations d'image, **en ce que**, lors de l'intégration, la valeur moyenne de la fréquence  $[F]$  et la valeur moyenne de l'amplitude  $[M]$  sont déterminées en tant que paramètres supplémentaires, et **en ce qu'**un calcul de la probabilité pour la présence d'une flamme est

effectué pour chacune de ces valeurs moyennes.

- 5      **15.** Dispositif selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'algorithme contient un processus de reconnaissance de formes [7] et un processus de décision [8], avec lesquels, à partir des probabilités des valeurs moyennes, on effectue le calcul d'une probabilité globale pour la présence d'une flamme dans la zone d'image [ROI] réduite et une intégration de cette probabilité globale sur plusieurs images et on procède à un déclenchement d'alarme en cas de dépassement d'un seuil par la valeur intégrée.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

