

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
09. November 2017 (09.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/190881 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G08B 17/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/056757

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. März 2017 (22.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 207 705.8
04. Mai 2016 (04.05.2016) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: STADLER, Anton; Eichertstrasse 5, 83233 Bernau (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

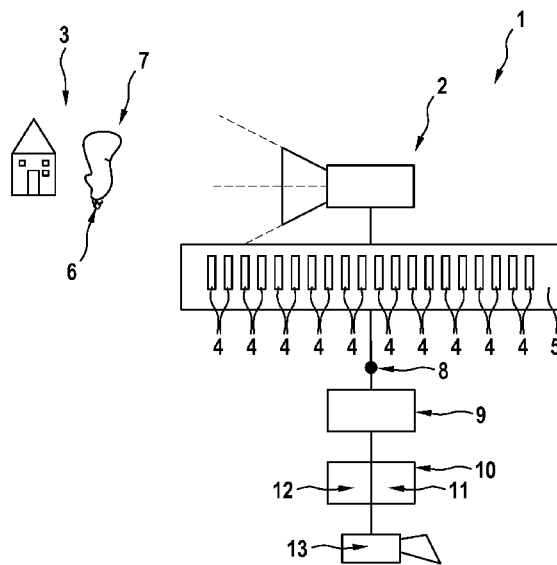
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SMOKE DETECTION DEVICE, METHOD FOR DETECTING SMOKE FROM A FIRE, AND COMPUTER PROGRAM

(54) Bezeichnung: RAUCHDETEKTIONSVORRICHTUNG, VERFAHREN ZUR DETEKTION VON RAUCH EINES BRANDES SOWIE COMPUTERPROGRAMM

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a smoke detection device (1) for detecting smoke (7) from a fire (6) in a monitoring area (3), comprising a camera interface (8) for receiving an image sequence having chronologically successive individual images from a monitoring camera (2), wherein the individual images (4) show the monitoring area (3), and comprising an evaluating device (9) for detecting at least one moving object in the monitoring area (3), wherein the evaluating device (9) is designed to detect a motion of the at least one moving object from at least two individual images (4) of the image sequence (5), characterized by a filter device (10) for distinguishing the moving object as smoke (7) or as a non-smoke object on the basis of the motion of the moving object.

(57) Zusammenfassung: Rauchdetektionsvorrichtung (1) zur Detektion von Rauch (7) eines Brandes (6) in einem Überwachungsbereich (3), mit einer Kameraschnittstelle (8) zur Übernahme einer Bildfolge mit zeitlich aufeinanderfolgenden Einzelbildern von einer Überwachungskamera (2), wobei die Einzelbilder (4) den Überwachungsbereich (3) zeigen, mit einer Auswerteeinrichtung (9) zur Bestimmung mindestens eines sich bewegenden Objektes im Überwachungsbereich (3), wobei die Auswerteeinrichtung (9) ausgebildet ist, eine Bewegung des mindestens einen sich bewegenden Objektes aus mindestens zwei Einzelbildern (4) der Bildfolge (5) zu bestimmen, gekennzeichnet durch eine Filtereinrichtung (10) zur Unterscheidung des sich bewegenden Objektes in Rauch (7) oder ein Nichtrauchobjekt auf Basis der Bewegung des bewegenden Objektes.



WO 2017/190881 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

5 Titel

Rauchdetektionsvorrichtung, Verfahren zur Detektion von Rauch eines Brandes
sowie Computerprogramm

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Rauchdetektionsvorrichtung zur Detektion von Rauch eines Brandes in einem Überwachungsbereich, mit einer Kameraschnittstelle zur Übernahme einer Bildfolge mit zeitlich aufeinanderfolgenden Einzelbilder von einer Überwachskamera, wobei die Einzelbilder den Überwachungsbereich zeigen, mit einer Auswerteeinrichtung zur Bestimmung mindestens eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich, wobei die Auswerteeinrichtung ausgebildet ist, eine Bewegung des mindestens einen bewegenden Objektes aus mindestens zwei Einzelbilder der Bildfolge zu bestimmen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Detektion von Rauch sowie ein Computerprogramm.

Neben automatisierten Brandmeldern, welche über Temperaturmessung, Streulichtmessung und andere Messmethoden Merkmale eines Brandes detektieren und darauf basierend einen Alarm ausgeben, sind mittlerweile eine Vielzahl von videobasierten Brandmeldern bekannt geworden, welche mittels Bildverarbeitung einen Brand über aussagekräftige Brandmerkmale wie zum Beispiel optische Emissionen oder Rauchemissionen erkennen und melden können.

In der Druckschrift WO 2008/037 293, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion von Rauch mit einer Videokamera vorgeschlagen. Bei dem Verfahren wird mindestens ein Videobild einer ein Gebiet überwachenden Videokamera aufgenommen. Nachfolgend wird mindestens ein sich bewegendes Bereich des mindestens einen Videobildes durch Bestimmung der Richtung und der Größe des sich bewegenden

Bereiches auf das wahrscheinliche Vorliegen von Rauch überprüft. Bei einem positiven Prüfergebnis wird zumindest ein Teil des mindestens einen sich bewegenden Bereichs abhängig von mindestens einer für Rauch charakteristischen Information hinsichtlich des Vorliegens von Rauch ausgewertet.

5

Offenbarung der Erfindung

10 Im Rahmen der Erfindung wird eine Rauchdetektionsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 sowie ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 11 vorgeschlagen. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

15 Im Rahmen der Erfindung wird eine Rauchdetektionsvorrichtung zur Detektion von Rauch eines Brandes in einem Überwachungsbereich. Der Rauch wird durch Rauchemissionen, insbesondere von Verbrennungsprodukten des Brandes, gebildet. Der Überwachungsbereich kann als ein geschlossener Überwachungsbereich, wie zum Beispiel ein Raum und/oder eine Halle
20 ausgebildet sein. Alternativ und/oder ergänzend kann der Überwachungsbereich auch ein offener Überwachungsbereich sein, wie zum Beispiel ein Freilandbereich. Optional ergänzend ist die Rauchdetektionsvorrichtung ausgebildet, einen Brandalarm bei detektiertem Rauch auszugeben und ist so beispielsweise als ein Brandmelder ausgebildet.

25

Die Rauchdetektionsvorrichtung weist eine Kameraschnittstelle auf, welche zur Übernahme einer Bildfolge mit mindestens zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Einzelbildern ausgebildet. Die Kameraschnittstelle kann kabelgebunden und oder kabellos ausgebildet sein. Insbesondere ist die Kameraschnittstelle als eine
30 Netzwerkschnittstelle ausgebildet.

30

Die Bildfolge wird von einer Kamera bereitgestellt. Optional umfasst die Rauchdetektionsvorrichtung die Kamera, wobei die Kamera beispielsweise als CCD- oder CMOS Kamera ausgebildet ist. Die Kamera nimmt vorzugsweise Bilder
35 im sichtbaren Bereich auf. Alternativ und/oder ergänzend ist die Kamera

35

ausgebildet, Bilder im NIR-, IR- oder UV-Bereich aufzunehmen. Die Kamera ist insbesondere auf den Überwachungsbereich zur Aufnahme und Bereitstellung der Bildfolge gerichtet. Die Einzelbilder der Kamera zeigen vorzugsweise einen gleichen Abschnitt des Überwachungsbereichs. Die Einzelbilder der Bilderserie sind vorzugsweise durch einen konstanten Zeitabstand dt beabstandet. Der Zeitabstand dt ist vorzugsweise zwischen 20 Millisekunden und 300 Millisekunden. Beispielsweise ist die Kamera als eine Kamera mit einer Bildfrequenz 25, 30, 50 oder 60 ausgebildet.

Die Rauchdetektionsvorrichtung umfasst eine Auswerteeinrichtung zur Bestimmung mindestens eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich. Die Auswerteeinrichtung ist insbesondere datentechnisch mit der Kameraschnittstelle verbunden, um von dieser die Einzelbilder der Bildfolge zu erhalten. Die Auswerteeinrichtung ist beispielsweise als ein Computer, Mikrochip oder Prozessor ausgebildet.

Das mindestens eine bewegende Objekt ist insbesondere Rauch oder ein Nichtrauchobjekt. Als bewegende Nichtrauchobjekte werden vorzugsweise Objekte verstanden, die als bewegende starre Körper ausgebildet sind, wie zum Beispiel Förderbänder, Tore oder langsam bewegende Fahrzeuge. Die Auswerteeinheit ist ausgebildet, die Bewegung des mindestens einen bewegenden Objektes aus mindestens zwei Einzelbildern der Bildfolge zu bestimmen. Als Bewegung wird vorzugsweise eine Veränderung einer Position des Objektes und/oder eines Abschnittes des Objektes in einem ersten Einzelbild zu einem zweiten Einzelbild verstanden, wobei die Veränderung der Position in Pixel und/oder einer Längeneinheit wie zum Beispiel Meter ausdrückbar ist. Die Bewegung des bewegenden Objektes wird beispielsweise durch die Geschwindigkeit der Positionsänderung des Objektes und/oder eines Abschnittes des Objektes näher charakterisiert, die einer Änderung in Pixel pro Bildpaar und/oder cm/Bildpaar entspricht. Alternativ und/oder ergänzend kann die Bewegung, bei bekannter Zeitdifferenz zwischen den zwei Einzelbildern, zum Beispiel als Pixel/s und/oder cm/s charakterisiert werden. Die Zeitdifferenz zwischen zwei Einzelbildern ist vorzugsweise so gewählt, dass für Rauch ein Unterschied von mehr als 0,5 Pixel pro Bildpaar erreicht wird. Insbesondere ist die Bewegung als eine Bewegung des Objektes und/oder eines Abschnittes des

Objektes in Aufwärtsrichtung und/oder die gemittelte Bewegungsrichtung in Aufwärtsrichtung gerichtet, wobei als Aufwärtsrichtung die Richtung von Boden zu Horizont verstanden wird.

5 Die Rauchdetektionsvorrichtung umfasst eine Filtereinrichtung zur Unterscheidung des bewegenden Objektes in Rauch oder Nichtrauchobjekt auf Basis der Bewegung des bewegenden Objektes. Die Filtereinrichtung ist vorzugsweise Teil der Auswerteeinrichtung. Alternativ und/oder ergänzend kann die Filtereinrichtung als separater Chip, Computer oder Prozessor ausgebildet sein. Insbesondere ist
10 die Filtereinrichtung mit der Kameraschnittstelle und/oder Auswerteeinrichtung datentechnisch verbunden. Die Unterscheidung in Rauch und Nichtrauchobjekt, insbesondere starrer Körper, erfolgt beispielsweise auf Basis der Auswertung von Turbulenzen, Geschwindigkeit und/oder Bewegungsrichtung des bewegenden Objektes.

15 Es ist dabei eine Überlegung der Erfindung, dass durch die Verwendung der Filtereinrichtung eine besonders aussagekräftige Auswertung von Rauch in einem Überwachungsbereich geschaffen wird, wobei Fehlalarme durch Detektion von Nichtrauchobjekten als Rauch reduziert werden können. Nachdem Rauch im Vergleich zu Nichtrauchobjekten üblicherweise ein anders Bewegungsverhalten und höhere Turbulenzen aufweist, kann eine Filtereinrichtung auf Basis einer Analyse der Bewegung von Objekten im Überwachungsbereich, eine
20 Unterscheidung in Rauch und Nichtrauchobjekte treffen.

25 Bei einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Auswerteeinrichtung eine Geschwindigkeitsmesseinheit zum Bestimmen einer Geschwindigkeit des mittleren optischen Flusses v_F des bewegenden Objektes und zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Konturbereichs des bewegenden Objektes. Als optischer Fluss wird insbesondere die Veränderung von Grauwerten zwischen
30 zwei Einzelbildern der Bildfolge auf Grund von Bewegung verstanden. Vorzugsweise ist der optische Fluss eines Bildpaares (G_k, G_{k+1}) das Vektorfeld

$$f_k(x, y) = (u_k(x, y); v_k(x, y))^T$$

mit $G(x + u_k(x, y), y + v_k(x, y), t_k + \Delta t_{const}) = G(x, y, t_k)$, wobei G_k Grauwerte im Bild zum Zeitpunkt t_k , $u_k(x, y)$ ein Verschiebungsvektor in der horizontalen und $v_k(x, y)$ in vertikalen Richtung an der Position mit den Koordinaten (x, y) sind.

5 Der mittlere optische Fluss ist insbesondere der über das gesamte bewegende Objekt gemittelte optische Fluss und/oder resultierende optische Fluss. Die Geschwindigkeit des mittleren Flusses v_F des bewegenden Objektes ist insbesondere das Vektorfeld der in die Bildebene projizierten Geschwindigkeit von Punkten des bewegenden Objektes im Bezugssystem der Abbildungsoptik.

10

Der Konturbereich ist vorzugsweise ein ausgewählter Bereich des bewegenden Objektes in der Bildfolge. Der Konturbereich kann ein flächiger Abschnitt des bewegenden Objektes sein, wobei der flächige Abschnitt vorzugsweise eine Fläche von mehr als 4 Pixel umfasst. Alternativ kann der Konturbereich ein Linienelement der Kontur des bewegenden Objektes sein, wobei das Linienelement vorzugsweise mehr als 2 Pixel umfasst. Insbesondere kann der Konturbereich auch ein punktförmiger Abschnitt des bewegenden Objektes sein. Die Geschwindigkeit des Konturbereiches v_G bildet vorzugsweise die Positionsänderung des Konturbereiches von einem ersten Einzelbild zu einem zweiten Einzelbild pro Bildpaar und/oder pro Zeit zwischen den Einzelbildern des Bildpaares. Die Einheit der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses und v_G des Konturbereiches wird insbesondere in Pixeländerung pro Bildpaar und/oder Zeit gemessen, alternativ und/oder ergänzend werden die Geschwindigkeiten in cm/s gemessen.

25

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Filtereinrichtung eine Vergleichseinheit zum Detektieren eines bewegenden Objektes als Rauch, wenn die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches kleiner ist als die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses. Die Vergleichseinheit ist ferner ausgebildet, das bewegende Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren wenn die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses kleiner oder gleich der Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches ist. Der Ausgestaltung liegt die Überlegung zu Grunde, dass Rauch bei einem Brand ständig produziert wird und sich ein festgehaltener beobachteter Rauchbereich, insbesondere ein nahe am Brand angeordneter Rauchbereich, nicht verändert, da immer Rauch nachgebildet

35

wird. Bei einem Nichtrauchobjekt, wie zum Beispiel einem Fahrzeug, ist die Geschwindigkeit v_G eines Konturbereiches größer als die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses.

5 In einer möglichen Ausgestaltung umfasst die Vergleichseinheit einen ersten Sicherheitsfaktor b_1 und einen zweiten Sicherheitsfaktor b_2 , wobei für die Sicherheitsfaktoren gilt $0 < b_1 \leq b_2 < 1$. Die Vergleichseinheit ist vorzugsweise so ausgebildet, mindestens ein bewegendes Objekt als Rauch zu detektieren, wenn die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches kleiner ist als erster Sicherheitsfaktor
10 b_1 mal der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses. Insbesondere ist die Vergleichseinheit ausgebildet, ein bewegendes Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren, wenn die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches größer oder gleich der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses mal dem Sicherheitsfaktor b_2 . Vorzugsweise detektiert die Vergleichseinheit für $b_1 \neq b_2$ eine Voralarmstufe im
15 Fall, dass die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches größer oder gleich der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses mal ersten Sicherheitsfaktor b_1 ist und die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches kleiner als die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses mal zweiten Sicherheitsfaktor b_2 zwei ist.

20 Besonders bevorzugt weist der mittlere optische Fluss des bewegenden Objektes eine gemittelte Flussrichtung auf. Insbesondere ist die gemittelte Flussrichtung der Vektor, der aus der Addition aller optischen Flussvektoren des bewegenden Objekts resultiert. Im Speziellen entspricht die Richtung des Vektors der
25 gemittelten Flussrichtung der Bewegungsrichtung des Schwerpunktes des bewegenden Objekts. Der Konturbereich ist vorzugsweise an der, der gemittelten Flussrichtung entgegengesetzten Objektseite des bewegenden Objekts angeordnet. Insbesondere ist der Konturbereich Teil des Umrisses des bewegenden Objektes. Zum Beispiel ist der Konturbereich für einen Brand mit
30 Windrichtung von links, der Teil der schräg nach rechts aufsteigenden Rauchsäule, der unten links angeordnet ist.

In einer weiteren möglichen Ausgestaltung weist der Überwachungsbereich einen Boden auf. Der Boden kann beispielsweise der Boden einer zu überwachenden
35 Halle oder eines zu überwachenden Hauses sein. Insbesondere bildet die, in den

Einzelbildern dem Boden gegenüberliegende Seite, den Horizont, wobei der Horizont beispielsweise die Decke der Halle oder des Raumes sein kann. In einer möglichen Ausgestaltung ist der Konturbereich auf der Seite des bewegenden Objektes angeordnet, welche nahe am Boden angeordnet ist. Der Ausgestaltung liegt die Überlegung zu Grunde, dass Rauch vom Boden zum Horizont aufsteigt und Rauch am Boden ständig nachproduziert wird, so dass die Geschwindigkeit eines Konturbereiches nahe am Boden sehr klein und/oder Null ist. Für ein solches bewegendes Objekt wäre der mittlere optische Fluss ungleich Null, da sich der Rauch nach oben ausbreitet. Die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses wäre somit auch größer als die Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Filtereinrichtung eine Turbulenzanalyseeinheit zur Unterscheidung des bewegenden Objektes in Rauch und Nichtrauchobjekt auf Basis von Turbulenzen im bewegenden Objekt. Als Turbulenzen werden insbesondere Verwirbelungen verstanden, die sich beispielsweise als scheinbar zeitlich und räumlich zufällige Variationen in den Einzelbildern zeigen. Die Turbulenzanalyseeinheit ist insbesondere ausgebildet, Turbulenzen durch Vergleich des bewegenden Objektes in mindestens zwei Einzelbildern der Bildfolge zu bestimmen. Insbesondere detektiert die Turbulenzanalyseeinheit das bewegende Objekt als Rauch, bei Vorhandensein von Turbulenzen und/oder als Nichtrauchobjekt, bei fehlenden Turbulenzen. Der Ausgestaltung liegt die Überlegung zu Grunde, dass Rauch eine natürliche Turbulenz aufweist und die Bewegung starrer Körper kaum bis keine Turbulenzen aufweist, so dass auf Basis der Turbulenzen ein Unterscheiden von Rauch und Nichtrauch möglich ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, eine erste Korrespondenz R_1 des bewegten Objektes als ein Vergleichs- und/oder Übereinstimmungsmaß von mindestens einem ersten Bildbereich des bewegenden Objektes in einem ersten und einem zweiten Einzelbild der Bildfolge zu bestimmen, wobei das erste und das zweite Einzelbild in einem zeitlichen Abstand dt aufgenommen wurden. Beispielsweise entspricht eine Korrespondenz einem Wiederfinden eines Featurepunktes und/oder eines Bildmerkmals eines ersten Bildes in einem zweiten Bild der Bildfolge. Ferner ist in dieser Ausgestaltung die Auswerteeinrichtung ausgebildet, mindestens eine

zweite Korrespondenz R_2 als ein Vergleichs- und/oder Übereinstimmungsmaß des mindestens ersten Bildbereiches in dem ersten und einem dritten Einzelbild der Bildfolge zu bestimmen, wobei das erste und das dritte Einzelbild in einem zeitlichen Abstand von $n \cdot dt$ aufgenommen wurden, wobei n eine positive Zahl ist. Vorzugsweise ist n eine Zahl zwischen zwei und fünf.

Vorzugsweise ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, den Bildbereich des bewegenden Objektes im ersten Einzelbild mit dem Bildbereich des bewegenden Objektes im zweiten Einzelbild zu vergleichen, wobei die Auswerteeinrichtung jeden Abschnitt des Bildbereiches in den zwei Bilder abgleicht und wie folgt als Übereinstimmung r_1 bewertet:

$$r_1 = \begin{cases} 1, & \text{Übereinstimmung bei } dt \\ 0, & \text{Keine Übereinstimmung bei } dt \end{cases}$$

Die Korrespondenz R_1 wird insbesondere als die Übereinstimmung innerhalb der gesamten region of interest wie folgt bestimmt, wobei beispielsweise das gesamte bewegende Objekt die region of interest bildet:

$$R_1 = \sum_{y,x \in ROI} r_1(x,y)$$

Die Auswerteeinrichtung ist vorzugsweise ferner dazu ausgebildet, eine Übereinstimmung r_2 im ersten Bild und dritten Bild analog zu r_1 folgt zu bestimmen:

$$r_2 = \begin{cases} 1, & \text{Übereinstimmung bei } n \cdot dT \\ 0, & \text{Keine Übereinstimmung bei } n \cdot dT \end{cases}$$

Die zweite Korrespondenz R_2 wird insbesondere bestimmt als:

$$R_2 = \sum_{y,x \in ROI} r_2(x,y)$$

In einer möglichen Ausgestaltung umfasst die Turbulenzanalyseeinheit zwei Faktoren c_1 und c_2 , wobei $0 < c_1 \leq c_2 < 1$ gilt. Die Turbulenzanalyseeinheit ist insbesondere ausgebildet, ein bewegendes Objekt aus Rauch zu detektieren, wenn $R_2 < c_1 \cdot R_1$ und/oder ein bewegendes Objekt als Nichtrauchobjekt zu

detektieren, wenn $R_2 > c_2 \cdot R_1$. Die Turbulenzanalyseeinheit kann ausgebildet sein, das bewegende Objekt als Voralarm zu bewerten, wenn $c_1 \cdot R_1 \geq R_2 < c_2 \cdot R_1$.

5 Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, die erste Korrespondenz R_1 und die zweite Korrespondenz R_2 mit einer region of interest auf relative Korrespondenzen \tilde{R}_1 und \tilde{R}_2 zu normieren. Die region of interest ist zum Beispiel der gesamte Bildbereich des bewegenden Objektes oder ein beliebig festgelegter Bereich in den Einzelbilder. Die region of interest besitzt eine Fläche, die beispielsweise in Pixel
10 messbar ist, und die Größe $size(ROI)$ besitzt. Die Normierung erfolgt vorzugsweise wie folgt:

$$\tilde{R}_1 = \frac{R_1}{size(ROI)}$$

$$15 \quad \tilde{R}_2 = \frac{R_2}{size(ROI)}$$

In dieser Ausgestaltung umfasst die Turbulenzanalyseeinheit zwei Sicherheitsfaktoren d_1 und d_2 , wobei $0 < d_1 \leq d_2 < 1$. Die Turbulenzanalyseeinheit ist insbesondere ausgebildet ein bewegendes Objekt als Rauch zu detektieren, wenn
20 $\tilde{R}_2 < d_1 \cdot \tilde{R}_1$ und/oder ein bewegendes Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren, wenn $\tilde{R}_2 \geq d_1 \cdot \tilde{R}_1$. Der Bereich $d_1 \cdot \tilde{R}_1 \leq \tilde{R}_2 < d_2 \cdot \tilde{R}_1$ wird von der Turbulenzanalyseeinheit vorzugsweise als Voralarm gewertet. Im Speziellen kann $d_1 = d_2 = d$ gewählt sein, wobei d beispielsweise größer als 0,4 und kleiner als 0,6 ist.

25 Einen weiteren Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren mit einer Rauchdetektionsvorrichtung zur Detektion von Rauch in einem Überwachungsbereich, wobei eine Auswerteeinrichtung auf Basis mindestens zweier Einzelbilder einer Bilderserie eines Überwachungsbereiches die Bewegung eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich bestimmt und eine
30 Filtereinrichtung das bewegende Objekt in Rauch und Nichtrauchobjekt auf Basis der Bewegung des bewegenden Objektes bestimmt.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung bildet ein Computerprogramm mit Programmcodemitteln zur Durchführung des zuvor beschriebenen Verfahrens,

vorzugsweise auf einer Rauchdetektionsvorrichtung oder auf einer Datenverarbeitungsanlage.

5 Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

10 Figur 1 eine schematische Blockdarstellung einer Rauchdetektionsvorrichtung als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2a und Figur 2b jeweils eine Illustration eines Einzelbildes eines Überwachungsbereiches;

15 Figur 3a und Figur 3b eine Illustration eines Brandes mit Rauch.

In Figur 1 ist in einer stark schematisierten Darstellung eine Rauchdetektionsvorrichtung 1 als ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Rauchdetektionsvorrichtung 1 umfasst optional eine Überwachungskamera 2. Die Überwachungskamera 2 kann als eine Farb- und/oder Schwarzweißkamera ausgeführt sein. Die Überwachungskamera 2 ist ausgebildet von einem Überwachungsbereich 3 mehrere Einzelbilder 4 aufzunehmen, wobei die mehreren Einzelbilder 4 eine Bildfolge 5 bilden. Der Überwachungsbereich 3 weist in diesem Ausführungsbeispiel ein Haus auf, sowie einen Brand 6 und dem davon produzierten Rauch 7 auf. Die Einzelbilder 4 der Bildfolge 5 zeigen den Überwachungsbereich 3 und wurden in einem zeitlichen Abstand dt aufgenommen.

Die Rauchdetektionsvorrichtung 1 umfasst eine Kameraschnittstelle 8, wobei die Kameraschnittstelle 8 mit der Überwachungskamera 2 datentechnisch verbunden ist. Die Überwachungskamera 2 ist ausgebildet, der Rauchdetektionsvorrichtung 1 über die Kameraschnittstelle 8 die Einzelbilder 4 der Bildfolge 5 als digitale Daten bereitzustellen.

Die Rauchdetektionsvorrichtung 1 umfasst eine Auswerteeinrichtung 9. Die Auswerteeinrichtung 9 ist in diesem Ausführungsbeispiel als embedded Computer ausgestaltet. Insbesondere ist die Auswerteeinrichtung als eine Bildauswerteeinheit ausgebildet und kann einen Framegrabber umfassen. Die Auswerteeinrichtung 9 bestimmt durch den Vergleich von mindestens zwei Einzelbilder 4 der Bildfolge 5, ob sich in dem Überwachungsbereich 3 ein sich bewegendes Objekt befindet. Beispielsweise vergleicht die Auswerteeinheit 9 dazu, ob sich die Position eines Objektes in einem ersten Einzelbild 4 der Bildfolge in einem zweiten Einzelbild 4 der Bildfolge 5 verändert hat.

Ferner ist die Auswerteeinrichtung 9 ausgebildet, die Bewegung eines sich im Überwachungsbereich 3 bewegendes Objekt näher zu bestimmen. Beispielsweise umfasst die nähere Bestimmung der Bewegung des bewegendes Objekt die Bestimmung des Betrages und der Richtung der Geschwindigkeit des bewegendes Objekt, sowie die Bestimmung des mittleren optischen Flusses 16 (Figur 2a und 2b) des bewegendes Objekt und der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16.

Die Rauchdetektionseinrichtung 1 umfasst eine Filtereinrichtung 10 zur Unterscheidung des bewegendes Objekt auf Basis der Bewegung des bewegendes Objekt, ob es sich bei dem bewegendes Objekt um Rauch 7 oder ein bewegendes Nichtrauchobjekt 14 (Figur 2a und 2b), wie zum Beispiel ein sich bewegendes Rolltor oder Menschen handelt. Die Filtereinrichtung 10 ist hier Teil der Auswerteeinrichtung 9 sein, kann aber alternativ als ein separater Computer oder Chip ausgebildet sein. Die Filtereinrichtung 10 unterscheidet in diesem Ausführungsbeispiel das bewegendes Objekt auf zwei Arten als Rauch 7 oder bewegendes Nichtrauchobjekt 14. Dazu umfasst die Filtereinrichtung 10 eine Vergleichseinheit 11 und eine Turbulenzanalyseeinheit 12.

Die Vergleichseinheit 11 ist ausgebildet, ein bewegendes Objekt in Rauch 7 oder bewegendes Nichtrauchobjekt 14 zu unterscheiden, indem es die Geschwindigkeit v_G , insbesondere den Betrag der Geschwindigkeit, eines Konturbereiches 17 (Figur 2a und 2b) mit der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 vergleicht. Als Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 wird in diesem Ausführungsbeispiel die resultierende Geschwindigkeit des bewegendes

Objektes angesehen. Alternativ und/oder ergänzen wird als Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 als die Geschwindigkeit des Schwerpunktes des bewegenden Objektes angesehen. Als Konturbereich 17 kann jeder beliebiger Abschnitt des bewegenden Objektes dienen, wobei der Konturbereich 17 in diesem Beispiel am unteren Bereich des bewegenden Objektes angeordnet ist. Die Geschwindigkeit v_G des Konturbereichs 17 entspricht der Positionsänderung des Konturbereichs 17 von einem ersten Einzelbild 4 zu einem zweiten Einzelbild 4. Als Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 und/oder der Geschwindigkeit v_G des Konturbereichs 17 wird im Folgenden als deren Geschwindigkeitsbeträge angesehen. Beispielsweise werden die Geschwindigkeiten in Änderung der Position in Pixel und/oder Zentimeter pro Zeiteinheit oder pro Bildpaar bestimmt.

Die Vergleichseinheit 11 umfasst zwei Sicherheitsfaktoren b_1 und b_2 , die zum Vergleichen der Geschwindigkeiten des Konturbereichs 17 und des mittleren optischen Flusses 16 dienen. Die Sicherheitsfaktoren ermöglichen ein sichereres Detektieren von Rauch 7 im Überwachungsbereich 3 und eine Reduktion von Fehlalarmen durch Detektion von bewegenden Nichtrauchobjekten 14 als Rauch 7. Die Vergleichseinheit 11 wertet ein sich bewegendes Objekt als Rauch 7, in dem Fall, dass die Geschwindigkeit v_G des Konturbereichs 17 kleiner als das Produkt aus dem Sicherheitsfaktor b_1 und der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16. Ein sich bewegendes Objekt wird von der Vergleichseinheit 11 als bewegendes Nichtrauchobjekt 14 detektiert, wenn die Geschwindigkeit v_G des Konturbereichs 17 größer oder gleich dem Produkt aus Sicherheitsfaktor b_2 und Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses ist.

Die Vergleichseinheit 11 nutzt den Effekt, dass ein Brand 6 kontinuierlich Rauch 7 produziert, so dass Rauchabschnitt nahe dem Brand 6 keine optische Veränderung zu detektieren ist, da dort ständig Rauch 7 nachgeliefert wird. Eine Geschwindigkeit, die in diesem Bereich als eine Veränderung des ersten Einzelbildes zum zweiten Einzelbild gemessen wird, ist für Rauch daher sehr niedrig und/oder Null. Bei sich bewegende Nichtrauchobjekte 14, die insbesondere von starren Körpern gebildet werden, bewegen sich alle Kanten und Konturen gleichförmig mit derselben Geschwindigkeit, eben der

Schwerpunktsgeschwindigkeit, so weist der auch der Konturbereich 17 eine Geschwindigkeit größer Null auf.

5 Die Turbulenzanalyseeinheit 12 benutzt den Effekt, dass Rauch 7 eine starke natürliche Turbulenz aufweist, so dass sich die Merkmale innerhalb von Rauch 7 als bewegende Objekte von Einzelbild 4 zu Einzelbild 4 verändern. Zur Bestimmung der Turbulenz eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich, ist die Auswerteeinrichtung ausgebildet, eine erste Korrespondenz R_1 und eine zweite Korrespondenz R_2 des sich im
10 Überwachungsbereich 3 bewegendes Objektes zu bestimmen. Dazu vergleicht die Auswerteeinrichtung 9 mindestens einen Bildbereich des sich bewegenden Objektes im einem ersten Einzelbild 4 mit dem entsprechenden Bildbereich im einem zweiten Einzelbild 4. Dazu ist die Auswerteeinrichtung 9 beispielsweise in der Lage, den Bildbereich des bewegenden Objektes im ersten Einzelbild 4 mithilfe
15 der der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 in das zweite Einzelbild 4 zu extrapolieren und so die Position des entsprechenden Bildbereiches im zweiten und/oder dritten Einzelbild zu bestimmen, so dass die Bildbereiche im ersten und zweiten Einzelbild 4 vergleichbar sind. Der Vergleich des Bildbereiches in den Einzelbildern 4 erfolgt vorzugsweise pixelweise, wobei
20 die Auswerteeinrichtung 9 einen im zweiten Einzelbild 4 wiedergefunden Bildbereich als Übereinstimmung $r_1=1$ wertet und keine Übereinstimmung als $r_1 = 0$ wertet Die eigentliche Korrespondenz R_1 wird von der Auswerteeinrichtung 9 als die Summe aller Übereinstimmungen r_1 von ersten und zweiten Einzelbild 4 bestimmt.

25 Zusätzlich ist die Auswerteeinrichtung 9 ausgebildet die zweite Korrespondenz R_2 des sich bewegenden Objektes zu bestimmen. Dazu vergleicht die Auswerteeinrichtung 9 den mindestens einen Bildbereich im ersten Einzelbild 4 mit dem entsprechenden Bildbereich in einem dritten Einzelbild 4. Das dritte Einzelbild
30 4 ist in einem zeitlichen Abstand von $4*dt$ zum ersten Einzelbild 4 aufgenommen. Alternativ kann der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Einzelbild 4 und dem dritten Einzelbild 4 beliebig gewählt sein, wobei darauf zu achten ist, dass auch natürliche Veränderungen im Überwachungsbereich 3 bei zu großen zeitlichem Abstand als bewegendes Objekt detektiert werden können. Für einen zu klein

gewählten zeitlichen Abstand, kann die Veränderung hingegen zu klein sein, so dass diese nicht als Bewegung erfasst werden kann.

5 Die Turbulenzanalyseeinheit 12 umfasst zwei Faktoren c_1 und c_2 , die beide größer Null und kleiner Eins sind. Insbesondere ist in diesem Ausführungsbeispiel $c_1 = c_2 = 0,5$. Die Turbulenzanalyseeinheit 12 ist ausgebildet die Korrespondenz R_1 mit der Korrespondenz R_2 zu vergleichen. Ein bewegendes Objekt wird von der Turbulenzanalyseeinheit 12 als Rauch 7 detektiert, wenn die Korrespondenz R_2 kleiner als das Produkt von Sicherheitsfaktor c_1 und Korrespondenz R_1 ist. Ein bewegendes Objekt wird von der Turbulenzanalyseeinheit 12 als ein bewegendes Nichtrauchobjekt 14 detektiert, wenn das Produkt aus Sicherheitsfaktor c_2 und Korrespondenz R_1 kleiner oder gleich der Korrespondenz R_1 ist. Diese Unterscheidung in Rauch 7 und Nichtrauchobjekt 14 nutzt, dass die Korrespondenzen R_1 und R_2 bei bewegenden Nichtrauchobjekt 14 annähernd
10 gleich sind, wohingegen bei Rauch 7 R_2 meist geringer als $0,6 \cdot R_1$ ist.
15

In diesem Ausführungsbeispiel weist die Rauchdetektionsvorrichtung 1 eine Alarmierungseinheit 13 auf, die hier als Hupe ausgeführt ist. Die Hupe wird von der Filtereinrichtung 11 aktiviert, sofern sowohl die Turbulenzanalyseeinheit 12 als auch die Vergleichseinheit 11 das sich bewegende als Rauch 7 detektieren oder keine der beiden das bewegende Objekt als bewegendes Nichtrauchobjekt 14 detektiert.
20

Die Figuren 2a und 2b zwei beispielhafte Einzelbilder 4, die in einem zeitlichen Abstand dt aufgenommen wurden. Jedes der Einzelbilder 4 zeigt beispielhaft als bewegendes Nichtrauchobjekt 14 einen Menschen und einen Brand 6 mit Rauch 7. In beiden Bildern ist beispielhaft jeweils ein Ausschnitt innerhalb des Rauches 7 als Rauchausschnitt 15 ausgewählt und mit den Vektoren des optischen Flusses 16 dieses Rauchausschnittes versehen. Die Vektoren des optischen Flusses 16 dieses Rauchausschnittes zeigen an, in welche Richtung und wie schnell sich ein ausgewählter von Einzelbild zu Einzelbild verändern wird.
25
30

In Figur 2b ist in das Einzelbild 4 im Rauch 7 zusätzlich der Bereich des Rauches 7 im vorhergehenden Einzelbild 4 der Bildfolge 5 als gestrichelte Linie eingezeichnet. Wie durch den Vergleich der beiden Einzelbilder von Figur 2a und
35

2b erkenntlich ist, ändert sich der im unteren Bereich des Einzelbild 4 befindliche Abschnitt des Rauches 7 kaum und/oder nicht, wohingegen sich der im oberen Bereich des Einzelbild 4 befindliche Abschnitt des Rauches 7 weiterbewegt und somit ändert. Die Auswerteeinrichtung 9 kann durch den Vergleich der Weiterbewegung des Rauches 7 im oberen Bereich des Einzelbildes 4 die Geschwindigkeit der Rauchfortbewegung bestimmen, die in diesem Ausführungsbeispiel als die Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 verwendet wird.

Die Turbulenzanalyseeinheit 12 vergleicht beispielsweise den herausgegriffenen Rauchbereich 15 von Figur 2a mit dem herausgegriffenen Rauchbereich 15 von Figur 2. Aufgrund der natürlichen intrinsischen Turbulenz von Rauch 7, wird sich die Verteilung der Grauwerte und/oder Farbwerte in diesem Bereich von ersten Einzelbild 4 zum zweiten Einzelbild 4 verändert haben, was in einer niedrigen Übereinstimmung und Korrespondenz als bei einem starren Körper resultiert.

Im unteren Bereich des Rauches 7 wurde ein Konturbereich 17 ausgewählt. Der Konturbereich 17 ist ein flächiger mehr als 5 Pixel und weniger als 500 Pixel umfassender Bereich am Rand des Rauchs 7. Ein Vergleichen der Übereinstimmung des eingezeichneten Konturbereiches 17 im ersten und zweiten Einzelbild würde zu einer höheren Übereinstimmung führen als ein möglicher Konturbereich 17 im oberen Bereich des Rauchs 7. Als Maß der Übereinstimmung des bewegenden Objektes von ersten Einzelbild 4 zu einem weiteren Einzelbild 4 dient die Summe der Übereinstimmung des gesamten bewegenden Objektes von dem ersten Einzelbild 4 zum weiteren Einzelbild 4. Durch Vergleich der Korrespondenz von ersten zum zweiten Einzelbild 4 mit der Korrespondenz des ersten zu einem dritten Einzelbild 4, kann die Turbulenzanalyseeinheit 12 Rauch 7 von einem bewegenden Nichtrauchobjekt 14 unterscheiden und so ggf. einen Brand im Überwachungsbereich 3 melden.

Die Figuren 3a und 3b zeigen jeweils einen Brand 6 mit darüber liegenden Rauch 7, wobei in beiden Fällen im Rauch 7 ein Konturbereich 17 ausgewählt ist. Figur 3a zeigt einen Brand 6 in einem windstillen Überwachungsbereich 3, wie zum Beispiel einer Fabrikhalle, wo der Rauch 7 in vertikale Richtung aufsteigt. Das vertikale Aufsteigen des Rauches 7 resultiert in einer Geschwindigkeit des

mittleren optischen Flusses 16 in vertikale Richtung. Der Konturbereich 17 ist in Figur 3a im unteren Bereich des Rauches 7 angeordnet. Ebenso entspricht diese Anordnung des Konturbereiches 17 im unteren Bereich einer Anordnung des Konturbereiches 17 auf der der gemittelten Flussrichtung gegenüberliegenden Seite des Rauches 7.

Die Auswerteeinrichtung 9 bestimmt in diesem Fall eine Geschwindigkeit des mittleren optischen Flusses 16 in vertikale Richtung. Die Auswerteeinrichtung 9 für den unten liegenden ausgewählten Konturbereich 14 eine Geschwindigkeit von Null, da kontinuierlich Rauch 7 nachproduziert wird und so keine optischen Variationen detektierbar sind.

Die Figur 3b zeigt einen Brand 6 mit Rauchentwicklung in einem Überwachungsbereich 3 mit Wind von links kommend, so dass der Rauch 7 nach rechts oben aufsteigt. Die Geschwindigkeit des mittleren optischen Flusses 16 des bewegenden Objektes eine vertikale Komponente nach oben und eine horizontale Komponente nach rechts aufweist. Der Konturbereich 14 ist in diesem Ausführungsbeispiel, ebenso wie bei 2a, auf der Seite des bewegenden Objektes angeordnet, die der gemittelten optischen Flussrichtung des bewegenden Objektes entgegen liegt. Auch in diesem Beispiel würde die Auswerteeinrichtung 9 eine Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 ungleich Null bestimmen, sowie eine Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches 17 von Null oder näherungsweise Null detektieren. In diesem Fall wird die Vergleichseinheit 11 das bewegende Objekt als Rauch 7 oder bewegendes Nichtrauchobjekt 14 auf Basis eines Vergleiches der Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses 16 und der Geschwindigkeit v_G des Konturbereiches 17 unterscheiden können.

Ansprüche

5

1. Rauchdetektionsvorrichtung (1) zur Detektion von Rauch (7) eines Brandes (6) in einem Überwachungsbereich (3),

10

mit einer Kameraschnittstelle (8) zur Übernahme einer Bildfolge mit zeitlich aufeinanderfolgenden Einzelbilder von einer Überwachskamera (2), wobei die Einzelbilder (4) den Überwachungsbereich (3) zeigen,

15

mit einer Auswerteeinrichtung (9) zur Bestimmung mindestens eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich (3), wobei die Auswerteeinrichtung (9) ausgebildet ist, eine Bewegung des mindestens einen bewegenden Objektes aus mindestens zwei Einzelbilder (4) der Bildfolge (5) zu bestimmen,

20

gekennzeichnet durch

eine Filtereinrichtung (10) zur Unterscheidung des bewegenden Objektes in Rauch (7) oder ein Nichtrauchobjekt auf Basis der Bewegung des bewegenden Objektes.

25

2. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (9) eine Geschwindigkeitsmesseinheit zum Bestimmen einer Geschwindigkeit v_F des mittleren optischen Flusses (16) des bewegenden Objektes und zum Bestimmen einer Geschwindigkeit v_G eines Konturbereichs (17) des bewegenden Objektes umfasst.

30

3. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (10) eine Vergleichseinheit (11) umfasst, wobei die Vergleichseinheit (11) ausgebildet ist, das bewegende Objekt als Rauch (7) zu detektieren wenn $v_G < v_F$ und/oder das bewegende Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren wenn $v_G \geq v_F$.

35

4. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (10) eine Vergleichseinheit (11) mit zwei Sicherheitsfaktoren b_1 und b_2 mit $0 < b_1 \leq b_2 < 1$ umfasst, wobei die Vergleichseinheit (10) ausgebildet ist, das bewegende Objekt als Rauch (7) zu detektieren wenn $v_G < b_1 \cdot v_F$ und/oder das bewegende Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren wenn $v_G \geq b_2 \cdot v_F$.
- 5
5. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere optische Fluss (16) des bewegenden Objekts eine gemittelte Flussrichtung aufweist, wobei der Konturbereich (17) an der der gemittelte Flussrichtung entgegen gerichteten Seite des bewegenden Objekt angeordnet ist.
- 10
6. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Überwachungsbereich (3) einen Boden umfasst, wobei der Konturbereich (17) auf der zum Boden weisenden Seite des bewegenden Objekts angeordnet ist.
- 15
7. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (10) eine Turbulenzanalyseeinheit (12) zur Unterscheidung des bewegenden Objektes in Rauch (7) und Nichtrauchobjekt auf Basis von Turbulenzen im bewegenden Objekt umfasst.
- 20
8. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (9) ausgebildet ist, eine erste Korrespondenz R_1 des bewegenden Objektes als ein Vergleichs- und/oder Übereinstimmungsmaß von mindestens einem ersten Bildbereichen in einem ersten und einem zweiten Einzelbild (4) zu bestimmen, wobei die zwei Einzelbilder (4) einen zeitlichen Abstand dt aufweisen, und die Auswerteeinrichtung (9) ausgebildet ist, mindestens eine zweite Korrespondenz R_2 des bewegenden Objektes als ein Vergleichs- und/oder Übereinstimmungsmaß des ersten Bildbereiches in dem ersten und einem dritten Einzelbild (4) zu bestimmen, wobei das erste Einzelbild (4) und das dritte Einzelbild (4) einen zeitlichen Abstand von $n \cdot dt$ aufweisen, wobei die
- 25
- 30
- 35

Turbulenzanalyseeinheit (12) zwei Faktoren c_1 und c_2 mit $0 < c_1 \leq c_2 < 1$ umfasst und ausgebildet ist, das bewegende Objekt als Rauch (7) zu detektieren wenn $R_2 < c_1 \cdot R_1$ und das bewegende Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren wenn $R_2 \geq c_2 \cdot R_1$.

5

9. Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (9) ausgebildet ist, die erste Korrespondenz R_1 und zweite Korrespondenz R_2 mit einer region of interest (ROI) auf eine relative erste Korrespondenz \tilde{R}_1 und eine relative zweite Korrespondenz \tilde{R}_2 zu normieren und die Turbulenzanalyseeinheit (12) zwei Faktoren d_1 und d_2 mit $0 < d_1 \leq d_2 < 1$ umfasst und ausgebildet ist, das bewegende Objekt als Rauch (7) zu detektieren wenn $\tilde{R}_2 < d_1 \cdot \tilde{R}_1$ und das bewegende Objekt als Nichtrauchobjekt zu detektieren wenn $\tilde{R}_2 \geq d_2 \cdot \tilde{R}_1$.

10

15

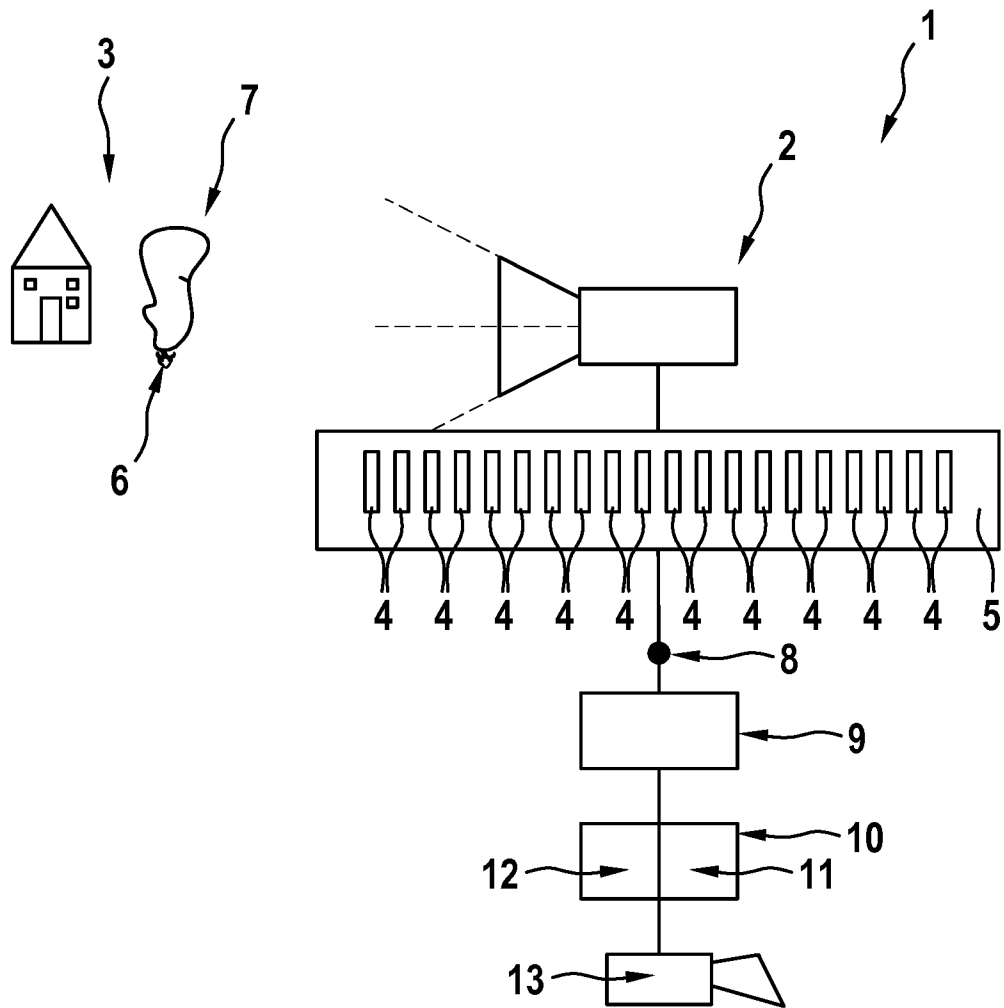
10. Verfahren mit einer erfindungsgemäßen Rauchdetektionsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Auswerteeinrichtung (9) auf Basis mindestens zweier Einzelbilder (4) einer Bilderserie eines Überwachungsbereiches (3) die Bewegung eines bewegenden Objektes im Überwachungsbereich (3) bestimmt und eine Filtereinrichtung (10) das bewegende Objekt in Rauch (7) und Nichtrauchobjekt auf Basis der Bewegung des bewegenden Objektes bestimmt.

20

25

11. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte des Verfahrens nach Anspruch 10 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer und/oder auf der Rauchdetektionsvorrichtung (1) von jedem Beliebigen der Ansprüche 1 bis 9 ausgeführt wird.

Fig. 1



2 / 3

Fig. 2a

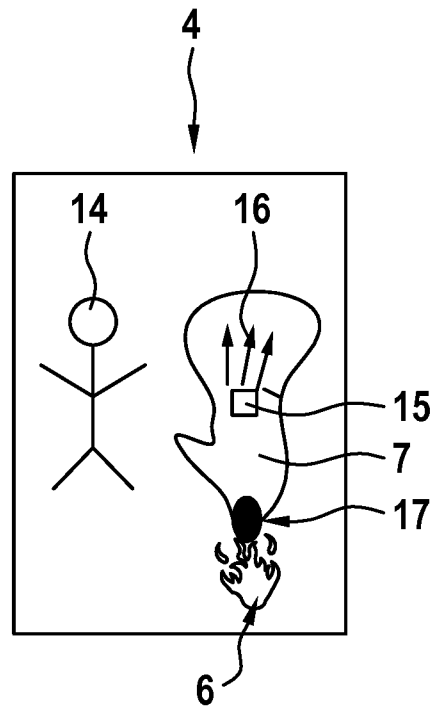


Fig. 2b

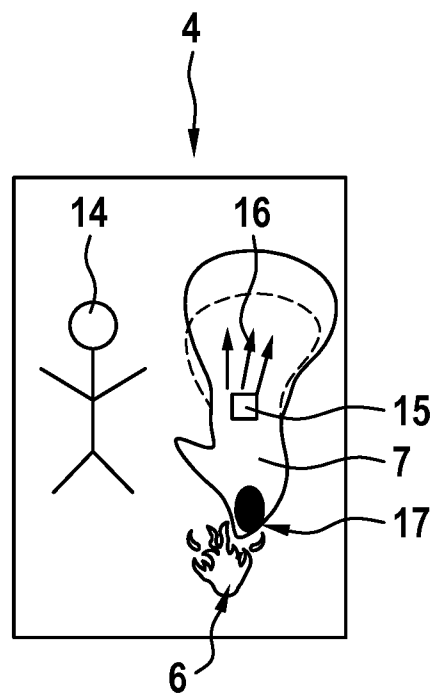


Fig. 3a

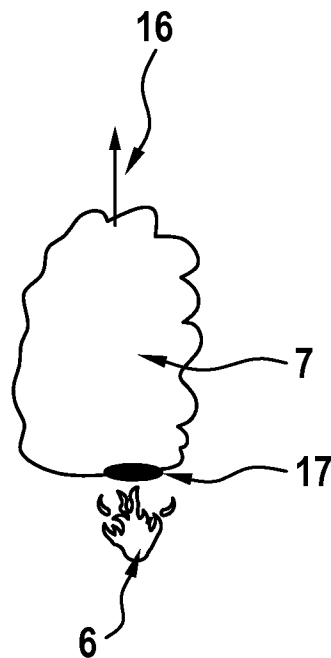


Fig. 3b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G08B17/12
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G08B G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | WO 01/57819 A2 (VSD LTD [GB]; INTELLIGENT SECURITY LTD [GB]; BLACK MICHAEL JOHN [GB];) 9 August 2001 (2001-08-09) | 1-11 |
| Y | page 1, line 21 - page 3, line 28; figure 1 page 5, line 11 - page 10, line 15; figure 2 page 24, line 21 - line 28; figure 3 ----- | 2-5 |
| X | US 2013/279803 A1 (CETIN AHMET ENIS [TR]) 24 October 2013 (2013-10-24) paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0023] - paragraph [0029]; figure 1 ----- -/-- | 1-11 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

| | |
|--|--|
| Date of the actual completion of the international search 30 May 2017 | Date of mailing of the international search report 12/06/2017 |
|--|--|

| | |
|--|--|
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Heß, Rüdiger |
|--|--|

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/056757

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X | DE 198 40 873 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 9 March 2000 (2000-03-09) abstract column 3, line 51 - column 4, line 3; figure 1 column 2, line 24 - line 63 claims 1,4 | 1-7,10, 11 |
| Y | ----- DE 10 2014 219829 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 March 2016 (2016-03-31) abstract | 2-5 |
| A | paragraph [0009] - paragraph [0013] paragraph [0019] paragraph [0026] - paragraph [0037]; figures 1,2a,2b | 1,10,11 |
| X | ----- WO 2008/037293 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; MARBACH GIUSEPPE [CH]) 3 April 2008 (2008-04-03) cited in the application abstract page 3, line 22 - page 4, line 2; figure 1 page 5, line 10 - page 6, line 32 page 8, line 9 - line 13; figure 2 ----- | 1-6,10, 11 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056757

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date | |
|--|------------------|-------------------------|------------------|------------|
| WO 0157819 | A2 | 09-08-2001 | DE 60123214 T2 | 20-09-2007 |
| | | | EP 1256105 A2 | 13-11-2002 |
| | | | WO 0157819 A2 | 09-08-2001 |
| ----- | | | | |
| US 2013279803 | A1 | 24-10-2013 | US 2013279803 A1 | 24-10-2013 |
| | | | WO 2011088439 A1 | 21-07-2011 |
| ----- | | | | |
| DE 19840873 | A1 | 09-03-2000 | AT 326737 T | 15-06-2006 |
| | | | AT 348370 T | 15-01-2007 |
| | | | DE 19840873 A1 | 09-03-2000 |
| | | | EP 0984413 A2 | 08-03-2000 |
| | | | EP 1628260 A1 | 22-02-2006 |
| | | | ES 2264242 T3 | 16-12-2006 |
| | | | ES 2277316 T3 | 01-07-2007 |
| | | | PT 984413 E | 31-08-2006 |
| | | | PT 1628260 E | 28-02-2007 |
| | | | SI 1628260 T1 | 30-06-2007 |
| ----- | | | | |
| DE 102014219829 | A1 | 31-03-2016 | NONE | |
| ----- | | | | |
| WO 2008037293 | A1 | 03-04-2008 | CN 101395643 A | 25-03-2009 |
| | | | KR 20090086898 A | 14-08-2009 |
| | | | US 2009219389 A1 | 03-09-2009 |
| | | | WO 2008037293 A1 | 03-04-2008 |
| ----- | | | | |

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G08B17/12 ADD. | | |
|---|--|--|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G08B G06T | | |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | WO 01/57819 A2 (VSD LTD [GB]; INTELLIGENT SECURITY LTD [GB]; BLACK MICHAEL JOHN [GB];) 9. August 2001 (2001-08-09) | 1-11 |
| Y | Seite 1, Zeile 21 - Seite 3, Zeile 28; Abbildung 1 Seite 5, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 15; Abbildung 2 Seite 24, Zeile 21 - Zeile 28; Abbildung 3 ----- | 2-5 |
| X | US 2013/279803 A1 (CETIN AHMET ENIS [TR]) 24. Oktober 2013 (2013-10-24) Absatz [0012] - Absatz [0013] Absatz [0023] - Absatz [0029]; Abbildung 1 ----- -/-- | 1-11 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 30. Mai 2017 | | 12/06/2017 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Heß, Rüdiger |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|---|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | DE 198 40 873 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 9. März 2000 (2000-03-09) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 3; Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 63 Ansprüche 1,4 ----- | 1-7,10, 11 |
| Y | DE 10 2014 219829 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. März 2016 (2016-03-31) Zusammenfassung | 2-5 |
| A | Absatz [0009] - Absatz [0013] Absatz [0019] Absatz [0026] - Absatz [0037]; Abbildungen 1,2a,2b ----- | 1,10,11 |
| X | WO 2008/037293 A1 (SIEMENS SCHWEIZ AG [CH]; MARBACH GIUSEPPE [CH]) 3. April 2008 (2008-04-03) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 3, Zeile 22 - Seite 4, Zeile 2; Abbildung 1 Seite 5, Zeile 10 - Seite 6, Zeile 32 Seite 8, Zeile 9 - Zeile 13; Abbildung 2 ----- | 1-6,10, 11 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/056757

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung | |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------|
| WO 0157819 | A2 | 09-08-2001 | DE 60123214 T2 | 20-09-2007 |
| | | | EP 1256105 A2 | 13-11-2002 |
| | | | WO 0157819 A2 | 09-08-2001 |
| ----- | | | | |
| US 2013279803 | A1 | 24-10-2013 | US 2013279803 A1 | 24-10-2013 |
| | | | WO 2011088439 A1 | 21-07-2011 |
| ----- | | | | |
| DE 19840873 | A1 | 09-03-2000 | AT 326737 T | 15-06-2006 |
| | | | AT 348370 T | 15-01-2007 |
| | | | DE 19840873 A1 | 09-03-2000 |
| | | | EP 0984413 A2 | 08-03-2000 |
| | | | EP 1628260 A1 | 22-02-2006 |
| | | | ES 2264242 T3 | 16-12-2006 |
| | | | ES 2277316 T3 | 01-07-2007 |
| | | | PT 984413 E | 31-08-2006 |
| | | | PT 1628260 E | 28-02-2007 |
| | | | SI 1628260 T1 | 30-06-2007 |
| ----- | | | | |
| DE 102014219829 | A1 | 31-03-2016 | KEINE | |
| ----- | | | | |
| WO 2008037293 | A1 | 03-04-2008 | CN 101395643 A | 25-03-2009 |
| | | | KR 20090086898 A | 14-08-2009 |
| | | | US 2009219389 A1 | 03-09-2009 |
| | | | WO 2008037293 A1 | 03-04-2008 |
| ----- | | | | |