



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09

(51) Int. Cl.⁷: **G08B 13/194**

(21) Anmeldenummer: **99113899.1**

(22) Anmeldetag: **16.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
**Waldmann, Günter, Dipl.-Ing.
91052 Erlangen (DE)**

(30) Priorität: **21.08.1998 DE 29815027 U**

(74) Vertreter:
**Lippert, Hans, Dipl.-Ing.
Holtz Martin Lippert
Alzheimer Eck 5
80331 München (DE)**

(71) Anmelder:
**Copperhead Patentmarketing GmbH
90530 Wendelstein (DE)**

(54) **Vorrichtung zur automatisierten, intelligenten Überwachung geographischer Räume, Areale, Objekte sowie Grenzlinien jeglicher Art**

(57) Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zu schaffen, die autark und selbständig die Überwachung von geographischen Räumen, Arealen, Objekten sowie Grenzlinien jeglicher Art ermöglicht, wobei unter Reduzierung des Personalaufwands für Überwachungsaufgaben meldewürdige Ereignisse wie das Annähern und Eindringen von Personen oder das Einfliegen von Flugobjekten in definierte Lufträume an eine Zentrale gemeldet werden.

Hierzu werden die Komponenten Bildaufnahme, Bild-Digitalisierung, Differenzbild-Erstellung, Extraktion von bewegten Bildteilen aus dem festen Hintergrundbild, Analyse und Sortierung der extrahierten bewegten Bildteile nach Meldewürdigkeit verwendet; die Bildgewinnung erfolgt auf optischem Wege und/oder im Infrarot- bzw. Wärmestrahlungsbereich und/oder über sonstige elektromagnetische Detektion.

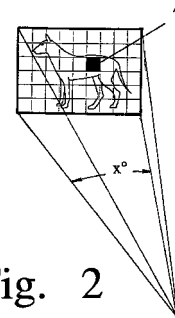


Fig. 2

$x^\circ = 20^\circ$	
Reichweite 1 km	5x5 cm
Reichweite 2 km	10x10 cm
Reichweite 3 km	12x12 cm

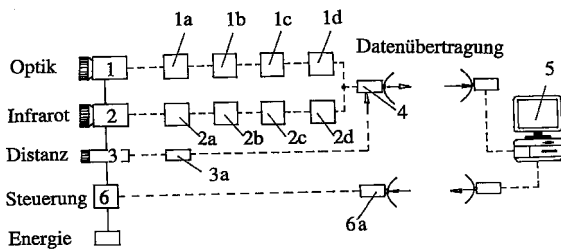


Fig. 1

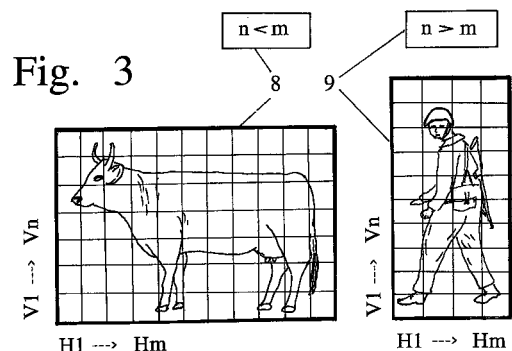


Fig. 3

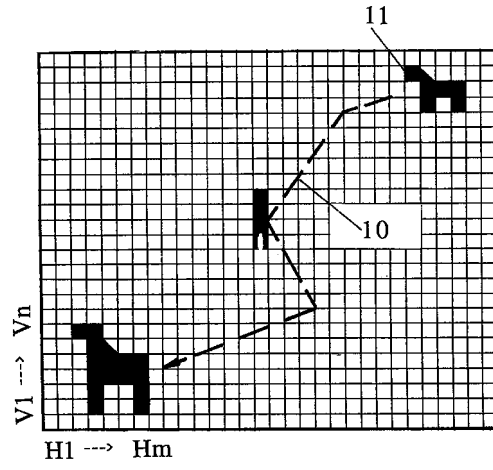


Fig. 4

Beschreibung**[0001]**a) Gegenstand der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur automatisierten, intelligenten Überwachung geographischer Räume, Areale, Objekte sowie Grenzlinien jeglicher Art.

Die Vorrichtung selektiert selbständig meldewürdige Ereignisse aus der Menge tolerierbarer oder harmloser Bewegungen innerhalb des Überwachungsraumes und gibt die Information an eine Zentrale weiter.

Meldewürdige Ereignisse sind beispielsweise die Annäherung oder das Eindringen von Personen in geschlossene zivile oder militärische Areale und Schutzzonen, das Überschreiten von Grenzlinien oder das Einfliegen von Flugobjekten in definierte Lufträume.

Tolerierbare Ereignisse sind beispielsweise Bewegungen von Tieren, Weidevieh oder Wildwechsel in den genannten Zonen und Räumen oder auch Vogelflug.

Ebenfalls tolerierbar ist normaler Straßenverkehr innerhalb des Überwachungsraums. Verläßt ein Fahrzeug die Straße und nähert sich einem zu schützenden Objekt oder Areal, ist dieses Ereignis meldewürdig.

Gegenüber dem Stand der Technik ermöglicht die Vorrichtung eine hocheffektive Überwachung unter Ausschaltung bisheriger Fehlerquellen. Sie reduziert den Personalaufwand für Überwachungsaufgaben beträchtlich.

Erfindungsgemäß ausgeführte Vorrichtungen sind überall dort von Vorteil, wo eine lückenlose Überwachung rund um die Uhr gefordert ist und/oder bei der Überwachung großer Areale und Geländeabschnitte, die nach dem bisherigen Stand eine große Anzahl von Sicherungskräften binden würde.

Typische Beispiele sind Werksanlagen, zivile und militärische Depots, Kasernen, Kraftwerke und ähnliche Einrichtungen. Bei dem günstigen Kosten-/Nutzen-Verhältnis kommen auch private Anwesen oder Areale in Betracht. Typische Einsatzgebiete sind weiterhin die Überwachung nationaler Grenzen oder von Sperrgebieten jeglicher Art.

b) Stand der Technik

Nach dem bisherigen Stand der Technik werden Überwachungsaufgaben durch stationäre oder mobile Vorrichtungen gelöst, wie optische Kameras (mit oder ohne Restlichtverstärkung), Wärmebild- bzw. Infrarot-Geräten; deren Aufnahme werden zur Beobachtung meist auf Bildmonitore übertragen. Weiterhin werden Bewegungsmelder, sowie Licht-, Ultraschall- oder elektronische Signalschranken

verwendet. Radaranlagen finden für Spezialzwecke, wie Luftraumüberwachung Anwendung.

Auch Kombinationen dieser Systeme sind möglich. So kann beispielsweise ein Bewegungsmelder oder eine Signalschranke durch eine Bild- bzw. Videokamera ergänzt werden.

Die Zuverlässigkeit der bisherigen Systeme (auch in Kombination) ist vergleichsweise gering.

Visuelle Vorrichtungen erfordern die permanente Beobachtung von Bildträgern, wie Bildschirmen oder Monitoren. Das hierfür tätige Personal muß in relativ kurzen Schichtzyklen ausgewechselt werden, da Monotonie und daraus resultierende Ermüdung bzw. Konzentrationsschwäche die lückenlose Überwachung beeinträchtigen. Verbunden damit ist hoher Personalaufwand.

Bewegungsmelder haben eine vergleichsweise sehr geringe Reichweite. Sie können zwar auf Körpervolumina justiert werden, unterscheiden aber nicht zwischen meldewürdigen und tolerierbaren Ereignissen. Signalschranken können Ereignisse überhaupt nicht nach Meldewürdigkeit selektieren.

c) Funktionsweise der Erfindung

Die Vorrichtung besteht aus den Komponenten Bildaufnahme, Bild-Digitalisierung, Differenzbild-Erstellung, Extraktion von bewegten Bildteilen aus dem festen Hintergrundbild, Analyse und Sortierung der extrahierten bewegten Bildteile nach Meldewürdigkeit sowie der Datenübertragung für die sortierte Information.

Die Bildgewinnung erfolgt auf optischem Wege und/oder im Infrarot- bzw. Wärmestrahlungsbereich und/oder über sonstige elektromagnetische Detektion.

Ein Gebiet von beispielsweise 1 qkm Fläche wird zunächst bildtechnisch erfasst, als Festbild digitalisiert und als Referenzdatei im Prozessor der Vorrichtung abgelegt.

Hierzu wird das zu überwachende Gebiet gerastert und abgespeichert. Eine Rasterfläche von beispielsweise 12,5 x 12,5 cm entspricht einem Bildpunkt. Bei einem Byte pro Bildpunkt und der genannten Fläche von 1 qkm sind zu Abbildung 64 Mbyte Prozessorkapazität erforderlich. Die Erstellung des Festbildes bzw. der Referenzdatei übernimmt die Vorrichtung selbständig als Selbstkalibrierung.

Nach der Aktivierung nimmt die Vorrichtung in definierbaren Abständen ein Bild des zu überwachenden Gebietes. Diese Bilder werden jeweils als Datei DAT i, DAT i+1, DAT i+2, ... DAT i+n gespeichert und mit der Referenzdatei und/oder untereinander verglichen.

Bei diesem Vergleich wird das feste Hintergrundbild DAT i von der Aufnahme DAT i+n subtrahiert. Es entsteht ein extrahiertes Differenzbild allein aus den Bildpunkten bzw. Signalen eines

bewegten Objektes.

Der Vergleich bzw. die Subtraktion von DAT i und DAT i+1 --> DAT i+n, und/oder DAT i+1 --> DAT i+n untereinander, ermöglicht zusätzlich die Bestimmung der Bewegungsrichtung und Bewegungsgeschwindigkeit. 5

Der Abgleich zwischen zwei Dateien erfordert etwa eine Mikrosekunde.

Zur Entfernungsbestimmung wird in der Vorrichtung eine Distanzmeßkomponente, z.B. ein Laser aktiviert, dessen Signal der Bildauswertung aufgeschaltet wird. Sind zwei Vorrichtungen in einem Mindestabstand (abhängig von der Reichweite) positioniert, stellt sich „räumliches Sehen“ ein, das ebenfalls die Distanzbestimmung ermöglicht. 10 15

Das Fest- bzw. Hintergrundbild kann leichten Veränderungen unterworfen sein, beispielsweise Baum- oder Vegetationsbewegungen infolge Windeinfluß oder Schärfenrelation durch Niederschlag. Die Signaländerungen werden bei der Bildauswertung in den Toleranzbereich gelegt und damit unterdrückt. 20

Bis zu diesem Funktionsschritt hat die Vorrichtung generell bewegte Objekte aus dem festen Hintergrundbild selektiert. Die Analyse der Differenzbilder nach der Kategorie der bewegten Objekte übernimmt sie in einem weiteren Schritt. 25

Den Unterschied zwischen Mensch und Tier erkennt die Vorrichtung zunächst am Höhen-/Seitenverhältnis des extrahierten Rasterbildes. Bei Rind, Pferd, Reh, Hund o.ä. ist die Horizontale dominierend. Frontal erfasst, ähneln die Proportionen zunächst durchaus denen eines Menschen, wandern bei Bewegung aber wieder in die Horizontale aus. Auch in geduckter Haltung erreicht ein Mensch nie die Höhen-/Seiten-Verhältnisse eines Vierbeiners. 30 35

Nach diesem Sortierungsschritt werden im Auswertungsteil der Vorrichtung typische Bewegungsabläufe analysiert und verglichen. Die Bewegungsvorgänge beispielsweise von Rind, Pferd, Wild oder Hunden sind in sich arttypisch und unterscheiden sich in jeder Phase (egal ob Normal- oder Fluchtbewegung) deutlich von denen eines Menschen. Selbst eine Person, die sich am Boden an eine Sperrzone oder an ein zu sicherndes Objekt heranrobbt, kann auf diese Weise selektiert werden. 40 45

Gleiches gilt für Objekte in der Luft. Künstliche Flugobjekte und Vögel sind sich in den Proportionen zwar meist sehr ähnlich, unterscheiden sich aber signifikant im Ablauf des Flugverhaltens. 50

Fahrzeugverkehr auf öffentlichen Verkehrswegen innerhalb einer überwachten Zone verläuft in mindestens zwei definierten Richtungen. Nur durch Kreuzungen oder Abzweigungen erhöht sich die Zahl dieser Richtungen. Jede Abweichung ist ein 55

nicht tolerierbares Ereignis. Die Vorrichtung unterscheidet hier zwischen Kfz und Zweirädern. Auch das Verlassen von Fahrzeugen durch Personen kann registriert werden.

Die Erkennungsschritte gliedern sich damit in Extrahierung des gerasterten, bewegten Objektes aus dem Festbild, Analyse nach den Rasterungsproportionen, arttypische Zuordnung des bewegten Rasterbildes, Selektierung nach tolerierbaren und meldewürdigen Kriterien, Wegfilterung der tolerierbaren Bewegungsereignisse aus dem Auswertungsteil der Vorrichtung und schließlich Meldung des eingegrenzten Ereignisses nach den festgelegten bzw. eingegebenen Kriterien.

Die Kriterien eines meldewürdigen Ereignisses sind frei wählbar und richten sich nach dem individuellen Aufklärungsbedarf im jeweiligen Überwachungsraum. In Übersee kann beispielsweise die Abwehr von Groß- oder Raubwild in Landwirtschaft und Viehzucht ein derartiges Kriterium sein, während woanders die Verhinderung illegaler Grenzübertritte oder der Schutz vor unbefugtem Betreten eines Areals im Vordergrund steht.

d) Aufgabe der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zu schaffen, die autark und selbständig Überwachungsaufgaben wahrnimmt, und dabei ohne direkte Eingriffe oder Mitwirkung des Menschen die Lage in der überwachten Zone analysiert und nur gezielt Vorgänge von besonderem Interesse an den Menschen als Meldung weiterleitet.

Die Vorrichtung übernimmt dabei Funktionen und Tätigkeitsmerkmale, die bisher im Wesentlichen nur vom Menschen mit oder ohne zusätzliche technische Hilfsmittel wahrgenommen werden konnten.

Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung diese Vorrichtung in einem Kostenrahmen zu realisieren, der eine breite Anwendung im staatlichen und privaten Bereich ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß handelsübliche und dem Stand der Technik entsprechende Komponenten wie optische Kameras, Infrarotkameras, elektromagnetische oder akustische Systeme so mit elektronischer hardware und software verknüpft werden, daß das Kriterium der „künstlichen Intelligenz“ für den Tätigkeitsbereich der Vorrichtung erfüllt ist.

Die Aufgabe wird weiter dadurch gelöst, daß die Vorrichtung kompakt gebaut ist und damit stationär oder mobil an jedem gewünschten Ort eingesetzt werden kann. Zusätzlich ist die Vorrichtung in der Lage, sich durch Rundum-Beobachtung selbst zu schützen, so daß begleitende menschliche Bewachung entfallen kann.

e) Darstellung der Erfindung

Der in den Patentansprüchen 1 und 2 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die eine gezielte Überwachung unter Ausschluß menschlicher Beobachtungs- und Konzentrationsschwächen ermöglicht. Sie soll auch anonyme oder undefinierbare Alarmvorgänge, wie sie beispielsweise von Bewegungsmeldern ausgelöst werden, auf ein meldewürdiges Ereignis präzisieren.

Dieses Problem wird mit den in den Patentansprüchen 1 und 2 aufgeführten Merkmalen

Eine zusätzlich vorteilhafte Ausgestaltung ist in Patentanspruch 3 angegeben.

Patentanspruch 4 gibt eine Ausführungsvariante der Vorrichtung an.

Das der Erfindung zugrundeliegende Wirkungsprinzip wird in Figur 2 bis 4 erläutert.

Es zeigen:

* Fig. 2 die Rasterung eines gewonnenen Bildes, wobei die einem Bildpunkt entsprechende Fläche (7) abhängig ist von der überstrichenen Reichweite der Vorrichtung. Der in Fig. 2 angegebene Bildwinkel von 20° entspricht der optischen Brennweite eines Kameraobjektivs von 36 mm. Die in Fig. 2 angegebenen Bildpunktf lächen werden erreicht, wenn die Vorrichtung insgesamt 3,24 Millionen Bildpunkte erfasst. Dies ist beispielsweise durch Zusammenschaltung von vier handelsüblichen digitalen Kameras möglich.

Der in Fig. 2 beispielhaft angegebene Blickwinkel von 20° ist mit entsprechender Wahl der Objektiv-Brennweite oder durch gesteuerten Zoom veränderlich. Bei Schwenk der Vorrichtung wird ein frei wählbares Umfeld überwacht. Durch 360° Schwenk sichert sich die Vorrichtung auch in freiem Gelände selbst gegen unerwünschte Annäherung, bzw. meldet dieses Ereignis. Mit Annäherung eines bewegten Objektes an die Vorrichtung verkleinert sich die Fläche eines Bildpunktes, d.h. die Bildauflösung wird höher. Die Bildauflösung läßt sich auch durch parallele Zusammenschaltung von Bilderfassungsgeräten innerhalb der Vorrichtung fast beliebig steigern.

* Fig. 3 die charakteristischen Unterschiede in den vertikalen und horizontalen Proportionen bei der Bildraasterung von Tier (8) und Mensch (9). Diese Proportionen ähneln sich, wenn (8) frontal erfasst wird. Sie werden jedoch bei Bewegung von (8) immer wieder in den Zustand $n < m$ auswandern, während bei (9) $n > m$ dominiert oder sich in geduckter Haltung auf $n = m$ reduziert. Auch bei einem kriechenden Menschen bleiben charakteristische Raster-Merkmale erhalten. Ob die Bildgewin-

nung im Wellenbereich des sichtbaren Lichtes, der Wärmestrahlung oder sonstiger elektromagnetischer Strahlung erfolgt, ist für die Rasterkriterien unerheblich. Im Spektralbereich des Wärmebildes wird zusätzlich der Emissionsgrad vom Material und von der Oberfläche bestimmt. Dies kann als ergänzende Information verwertet werden. Gleiches gilt für Fahrzeuge oder andere bewegte Objekte.

f)

* Fig. 4 schematisch den Weg (10) eines bewegten Objekts (11) im Rasterbild. Alle Tierarten, seien es Pferd, Kuh, Reh, Hund etc., wie auch der Mensch verhalten sich in einer arttypischen Bandbreite von Bewegungssequenzen, die signifikante Merkmale bzw. Unterschiede zu anderen Arten aufweisen. Diese signifikanten Merkmale und Unterschiede kommen auf der Bewegungsspur (10) zum Ausdruck und werden durch Erfassung, Abspeicherung und internen Vergleich der Dateien Dat i+n bis Dat i+(n+x) registriert, mit den im hard-/software-Teil (4) der Vorrichtung vorgegebenen Mustern verglichen, sowie nach den vorgegebenen Kriterien der Meldewürdigkeit sortiert. Ist nach der Summe aller Abgleichungsschritte das Kriterium der Meldewürdigkeit erfüllt, erfolgt Alarm in der Zentralstation. Zur präzisen Ortung kann dem Bild des bewegten Objekts das Fest- bzw. Hintergrundbild Dat i unterlegt werden. Zusätzlich läßt sich über (6a) und (6) die Distanzmessung aktivieren. Ebenso kann über (6a) und (6) eine fokussierte Bildverfolgung gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung von Gebieten, Arealen, Schutzzonen und Objekten mit selbständiger, „intelligenter“ Erkennung und Meldung unerwünschter Bewegungen und Ereignisse, dadurch gekennzeichnet,

daß dem Stand der Technik entsprechende und handelsübliche Geräte zur Bild- und Signalerfassung (1), (2) mit einem neuartigen Bild-/Signalverarbeitungssystem versehen werden, bestehend aus:

* einem hardware-/software-Teil zur digitalen Festbilderstellung und Festbildabspeicherung (1a), (2a),

* einem hardware-/software-Teil zur Differenzbilderstellung (Dat i+n)-(Dat i) oder (Dat i+(n+x))-(Dat i+n) und damit Extra-

hierung des bewegten Bildes (1b), (2b),

- * einem hardware-/software-Teil zur Sortierung der Differenzbilder nach Grundmustern wie Höhen-/Seitenverhältnis oder/und elektromagnetischer Wellenlänge (1c), (2c), 5
- * einem hardware-/software-Teil zur Feinanalyse der extrahierten Bilder nach arttypischen Merkmalen, wie Bewegungsabläufe (1d), (2d), 10
- * einem hardware-/software-Teil zur digitalen Erfassung oder Umwandlung von Distanzmeßsignalen (3a). 15

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1,

deren Analyseergebnisse in einem hardware-/software-Teil (4) mit den vorgegebenen Kriterien der Meldewürdigkeit verglichen werden, um bei positivem Ergebnis, ggfls. unter Aufschaltung der Distanzmeldung aus (3a), Meldung an eine Zentralstation (5) durchzuführen und die Abbildung des Objektes dorthin zu übertragen. 20
25

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1 und 2,

deren hardware-/software-Teil (6a) Steuerungssignale aus einer Zentralstation (5) empfängt. Über diese Steuerungssignale kann die Vorrichtung kontinuierlich aufein Objekt fokussiert werden. 30
35

4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, 2, 3,

bei welcher der hardware-/software-Teil (4) zum Abgleich der Analyseergebnisse mit den vorgegebenen Kriterien der Meldewürdigkeit in eine Zentralstation (5) verlegt ist. 40
45
50
55

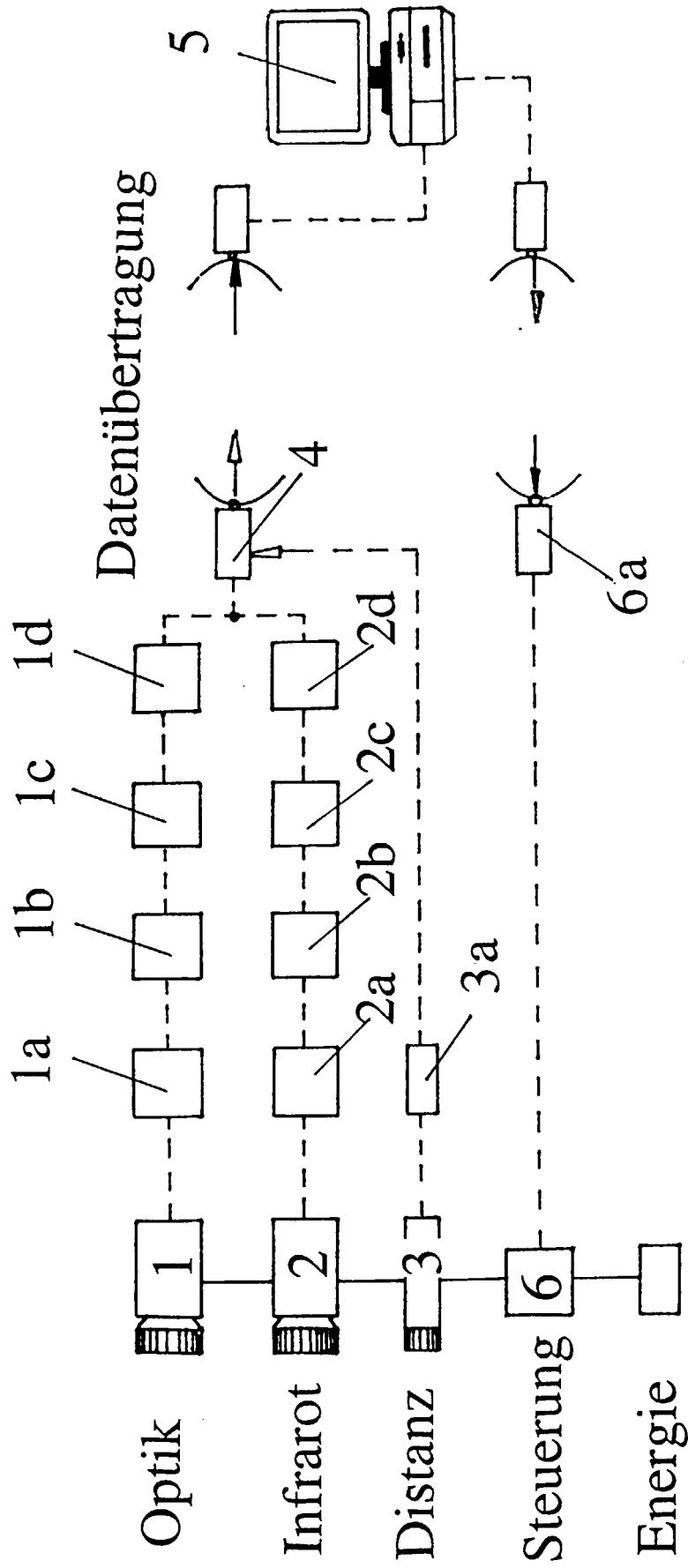


Fig. 1

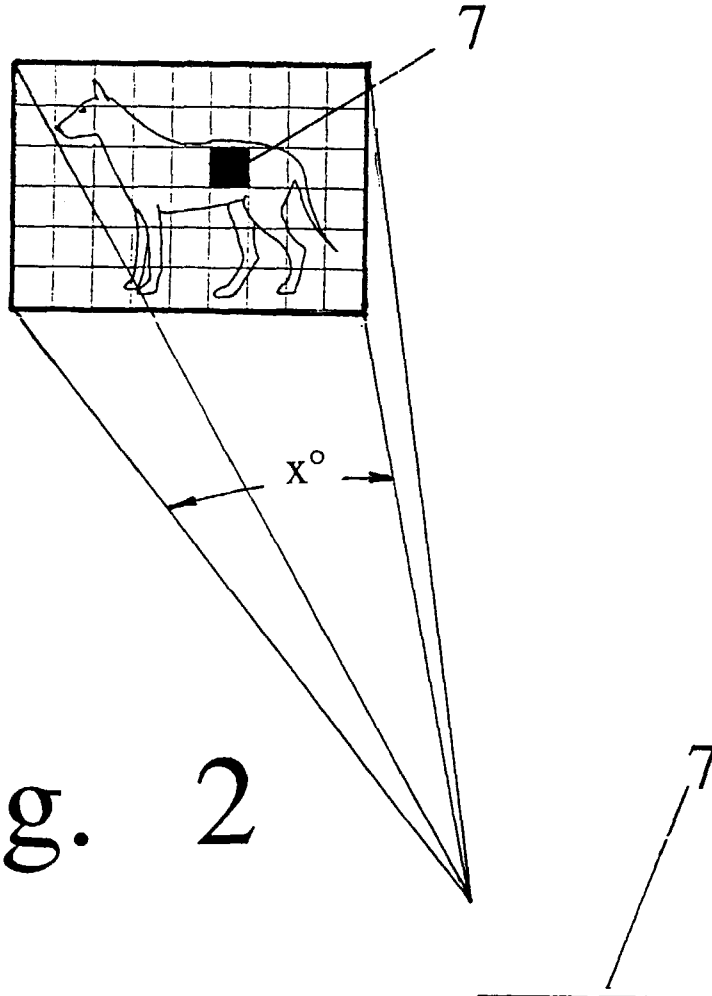


Fig. 2

7
 $x^\circ = 20^\circ$

Reichweite 1 km
Reichweite 2 km
Reichweite 3 km

5x5 cm
10x10 cm
12x12 cm

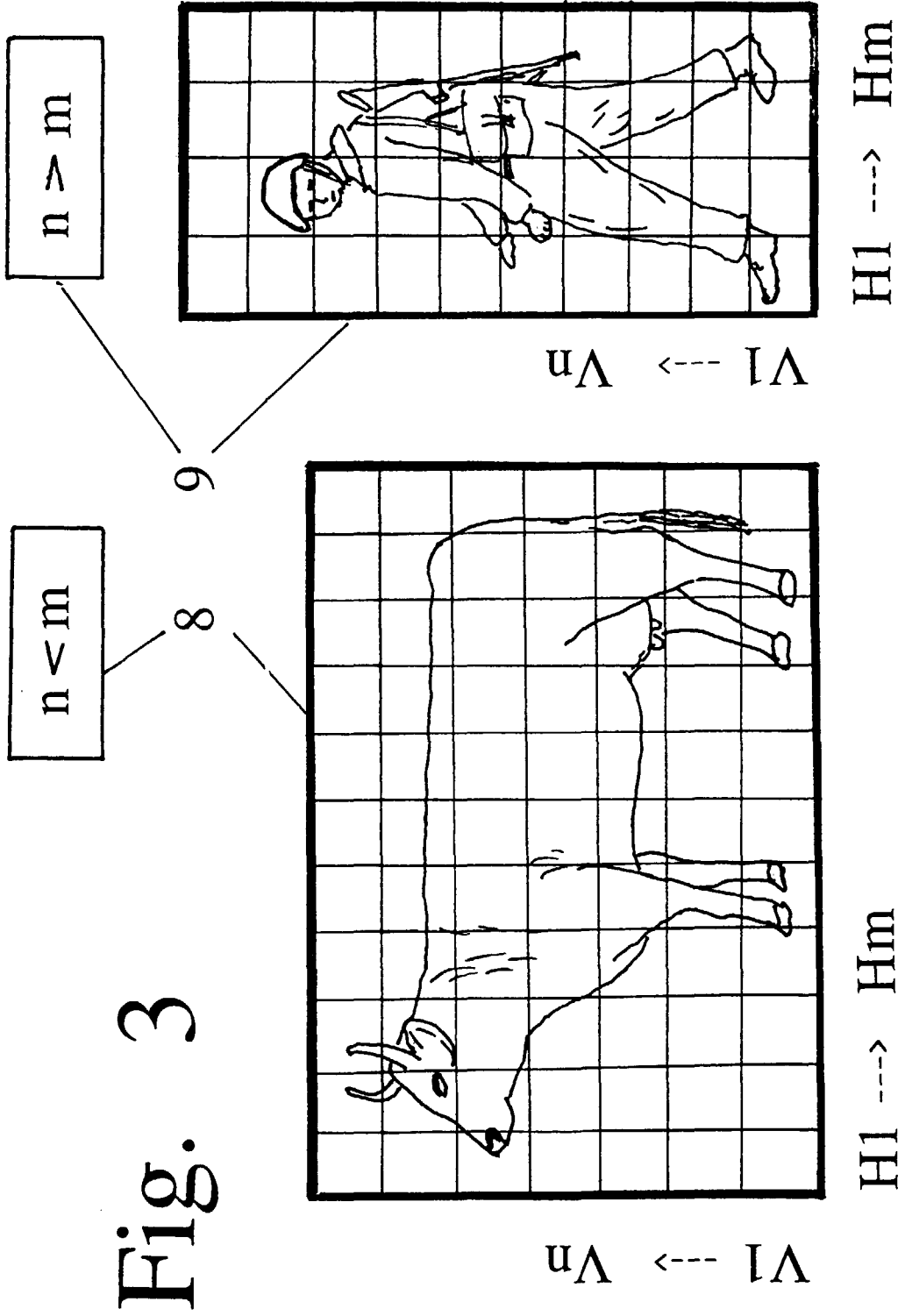


Fig. 3

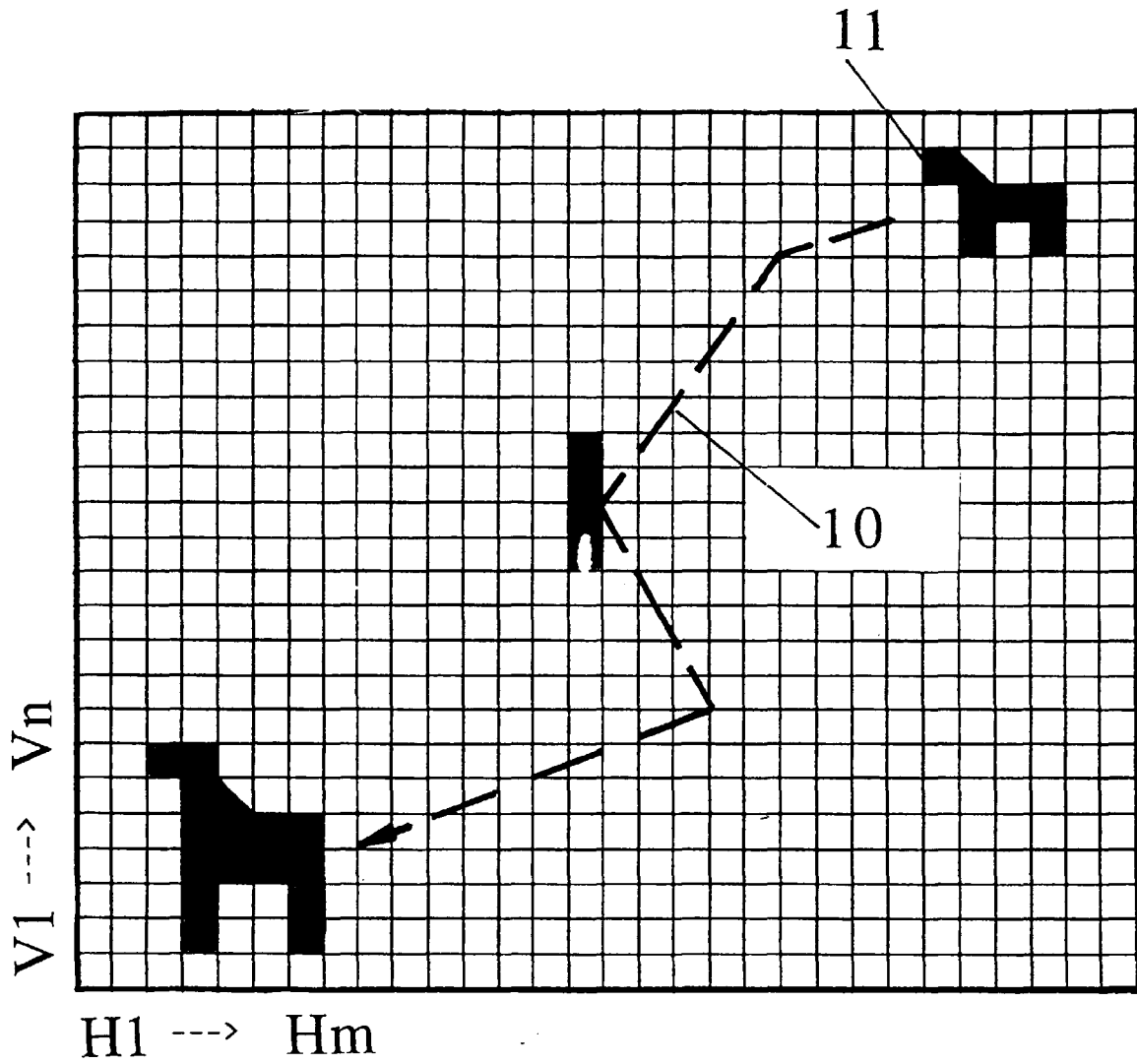


Fig. 4