

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1682/2008  
(22) Anmeldetag: 28.10.2008  
(45) Veröffentlicht am: 15.11.2010

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **G03B 37/02** (2006.01)  
**G06T 1/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
US 2007 122058 A1  
EP 977425 A1 EP 1 422 660 A2

(73) Patentinhaber:  
AUSTRIAN RESEARCH CENTERS GMBH -  
ARC  
A-1220 WIEN (AT)

### (54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUFNAHME VON BILDERN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme von Bildern mit einem Helligkeitssensor (2) mit einer Vielzahl von in Form von zumindest einer Spalte angeordneten Helligkeitssensor-Pixel (21), wobei jedes der Helligkeitssensor-Pixel (21) bei von ihm festgestellter Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen oberen oder unteren Helligkeitsschwellenwerts in dem von ihm detektierten Licht eine Nachricht (11) in Form eines Signals abgibt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen,

a) dass der Aufnahmebereich des Helligkeitssensors (2) gegenüber der aufzunehmenden Szene rotiert wird,

b) dass aus den Nachrichten (11) Bildpunkte ermittelt werden und der Zeitpunkt der Verarbeitung oder der jeweiligen Nachricht (11) als Koordinaten des der Nachricht (11) zugeordneten Bildpunktes festgelegt werden, und

c) dass ein Gesamtbild der Szene basierend auf den Bildpunkten ein Bild erstellt wird.

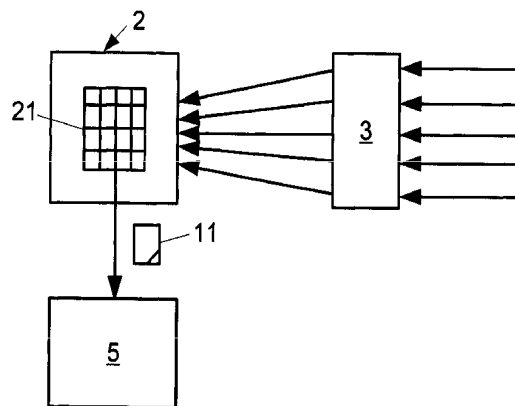


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme von Bildern gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Anordnung zur Aufnahme von Bildern gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10. Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Datenträger, auf dem Programme zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens abgespeichert sind.

**[0002]** Erfindungsgemäße Verfahren und Vorrichtungen werden insbesondere im Bereich der automatisierten Überwachung, insbesondere von öffentlichen Plätzen, eingesetzt.

**[0003]** Als weitwinkelig wird eine Aufnahme mit einem horizontalen Aufnahmewinkel von über  $60^\circ$ , insbesondere über  $180^\circ$ , abhängig vom jeweiligen Bildformat, verstanden. Die Erfindung bietet auch bei Panorama-Aufnahmen mit einem horizontalen Aufnahmewinkel von  $360^\circ$  sehr gute Ergebnisse.

**[0004]** Der Einsatz rotierender Flächen- oder Zeilenkameras zur Aufnahme von weitwinkeligen, insbesondere  $360^\circ$  Panoramabildern in Echtzeit, also etwa mit 25 - 30 Bildern pro Sekunde, ist aufgrund des hohen Datenvolumens und wegen der beschränkten Übertragungskapazität bzw. Verarbeitungsfähigkeit gängiger Rechnersysteme derzeit nicht vertretbar.

**[0005]** Eine andere, weit verbreitete Technologie zur Aufnahme von Panoramabildern stellen katadioptrische Kameras dar. Diese Kameras arbeiten mit einem ihnen vorgelagerten, parabolischen Spiegel, welcher einen Großteil der Szene auf die Kamera abbildet. Um zu dem endgültigen Bild zu gelangen, ist es erforderlich, die parabolische Verzerrung, welche durch den der Kamera vorgeschalteten Spiegel hervorgerufen wird, aus dem Panoramabild durch Entzerrung zu entfernen, wodurch ein perspektivisches Panoramabild entsteht. Dieser Schritt ist im Allgemeinen rechenintensiv und muss für jedes der aufgenommenen Panoramabilder durchgeführt werden.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, die eingangs geschilderten Probleme zu überwinden und ein Aufnahmeverfahren sowie eine Aufnahmeanordnung zu schaffen, bei welcher die eingangs genannten Probleme vermieden werden.

**[0007]** Die Erfindung löst die Aufgabe mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 1 sowie des Anspruchs 10.

**[0008]** Als Lösung werden transiente oder neuromorphe optische Sensoren, wie in der AT502032 beschrieben, herangezogen, die bedingt durch ihren Aufbau geringere Datenraten aufweisen als herkömmliche Kameras, welche zu vorgegebenen Zeitintervallen Bilder, insbesondere mit einer konstanten Datenrate, erstellen. Für die Erstellung eines perspektivischen  $360^\circ$  Panoramabildes in Echtzeit mit 25 - 30 Panoramabildern pro Sekunde ist bei rotierenden Flächen- oder Zeilensensoren ein Vielfaches an Einzelaufnahmen erforderlich. Neuromorphe Helligkeitssensoren weisen hingegen durch ihr charakteristisches Aufnahme- und Datenübertragungsverhalten sehr geringe Datenraten auf, sodass sehr hohe Umdrehungszahlen von mit derartigen Sensoren gebildeten, rotierten Flächensensoren oder Zeilensensoren zur Aufnahme von perspektivischen  $360^\circ$  Panoramabildern von bis zu 1500 Umdrehungen pro Minute möglich sind.

**[0009]** Die Erfindung erlaubt die Aufnahme eines preiswerten, hochauflösenden und unverzerrten  $360^\circ$  Panoramabildes in Echtzeit. Ferner lassen sich durch die geringen Datenraten der vom Sensor abgegebenen Daten eines erfindungsgemäß eingesetzten schnell rotierenden, neuromorphen Helligkeitssensors Panoramabilder in Echtzeit rekonstruieren.

**[0010]** Bei herkömmlichen, katadioptrischen Sensoren besteht häufig das Problem, dass aufgrund der großen Verzerrung die Auflösung an den Rändern des Panoramabildes sehr gering ist. Im Gegensatz zu katadioptrischen Sensoren besteht bei der gegenständlichen Erfindung der Vorteil, dass neben der geringen Anzahl auszuwertender Daten keinerlei rechenintensive Entzerrung des Bildes durchgeführt werden muss. Es ergibt sich somit eine Vielzahl neuer Anwendungen in den Bereichen Überwachung und Robotik, aber auch im Automotivbereich,

wie in Luft- und Raumfahrt.

**[0011]** Durch die vorteilhaften Merkmale des Kennzeichens der Ansprüche 2 und 11 kann eine Kalibrierung der Relativgeschwindigkeit des Sensors bzw. des Spiegels unterbleiben, da ein Zusammenhang zwischen Zeit und Bogenlänge direkt aus den aufgezeichneten Daten abgeleitet werden kann.

**[0012]** Besonders vorteilhaft sind in diesem Zusammenhang die Merkmale des Kennzeichens der Ansprüche 3 und 12. Mit deren Merkmalen wird das Problem der mehrfachen Detektion von Nachrichten durch in ein und derselben Reihe liegende Helligkeitssensor-Pixel vermieden.

**[0013]** Die Merkmale der Ansprüche 4 und 13 ermöglichen einen besonders einfachen Aufbau der zur Verfahrensführung benötigten Einheiten und bieten eine einfache und effiziente Durchführung des Verfahrens.

**[0014]** Eine weitere Ausführungsform gemäß den Ansprüchen 5 und 14 sieht vor, dass bei stillstehendem Sensor bzw. stillstehender Kamera ein Spiegel rotiert wird und die aufzunehmende Szene durch Verschwenken des Spiegels auf dem Sensor abgebildet wird. Hierdurch wird das Problem der Datenübertragung von einem bewegten Sensor vermieden.

**[0015]** Mit dem Merkmal der Ansprüche 6 und 15 werden geometrisch bedingte Mehrfachdetektionen wirkungsvoll vermieden.

**[0016]** Zur Kalibrierung sowie zur Einstellung der Drehzahl der Abbildungseinheit bzw. des Helligkeitssensors kann ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 7 geführt werden.

**[0017]** Mit den Merkmalen der Ansprüche 8 und 16 können einzelne Panoramabilder im Zuge der Endlosaufnahme einfach voneinander separiert werden bzw. Panoramabilder erzeugt werden, deren Bilder stets gleiche Szenenbereiche wiedergeben.

**[0018]** Mit einer Anordnung mit dem Merkmal des Anspruchs 17 wird eine besonders verzerungsarme Aufnahme der Szene ermöglicht.

**[0019]** Vorteilhafterweise werden Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 8 automatisiert durchgeführt und Programme zur Durchführung dieser Verfahren auf Datenträgern gespeichert.

**[0020]** Fig. 1 zeigt schematisch einen grundlegenden Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung.

**[0021]** Die Fig. 2a, 2b und 2c zeigen schematisch verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Helligkeitssensoren.

**[0022]** Die Fig. 3a, 3b und 3c zeigen schematisch Zeitverläufe von Helligkeit, Geschwindigkeit und Bogenlänge.

**[0023]** Fig. 4 zeigt schematisch die Weiterverarbeitung der den Helligkeitssensorextrahierten Datenwerte bzw. die Ermittlung der Drehgeschwindigkeit auf Grundlage der von den Helligkeitssensorextrahierten Helligkeitswerte.

**[0024]** Fig. 5 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Aufzeichnung und Abspeicherung eines Bildes mit angeschlossenem Bildspeicher.

**[0025]** Fig. 6 zeigt ein erfindungsgemäß aufgenommenes Panoramabild.

**[0026]** Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Aufnahme von weitwinkligen Bildern von Szenen, insbesondere 360° Bildern, mit einem Helligkeitssensor 2, umfassend eine Vielzahl von Helligkeitssensor-Pixel 21. Diesem Helligkeitssensor 2 ist eine Abbildungseinheit 3 vorgeschaltet, welche das von der Szene einfallende Licht auf die Helligkeitssensor-Pixel 21 des Helligkeitssensors 2 abbildet. Die einzelnen Helligkeitssensor-Pixel 21 sind hierbei derart ausgestaltet, dass bei jeder vom Helligkeitssensor-Pixel 21 detektierten Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen Helligkeitsschwellenwerts durch das detektierte Licht eine Nachricht in Form eines Signals vom jeweiligen Helligkeitssens-

sor-Pixel 21 abgegeben wird. Dabei können vorteilhafterweise ein oberer und ein unterer Helligkeitsschwellenwert vorgegeben werden, wobei bei Überschreitung des oberen Helligkeitsschwellenwerts und bei der Unterschreitung des unteren Helligkeitsschwellenwertes eine Nachricht 11 in Form eines Signals abgegeben wird.

**[0027]** Eine derartige Nachricht 11 umfasst Information über die Koordinate oder Koordinaten des Helligkeitssensor-Pixels 21, den Zeitpunkt der Feststellung des Überschreitens bzw. des Unterschreitens des vorgegebenen oberen bzw. unteren Helligkeitsschwellenwertes, sowie die Information darüber, ob eine Überschreitung des vorgegebenen oberen Helligkeitsschwellenwertes oder eine Unterschreitung des vorgegebenen unteren Helligkeitsschwellenwertes erfolgt ist.

**[0028]** Die Helligkeitssensor-Pixel 21 des Helligkeitssensors 2 sind in Form eines Feldes angeordnet und umfassen in der Regel eine Vielzahl von Reihen und Spalten. Vom Prinzip her ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens aber lediglich eine Spalte von Helligkeitssensor-Pixel 21 erforderlich. Zum Ausgleich von fertigungsbedingten, mechanischen Unregelmäßigkeiten der Bewegung des Helligkeitssensors 2 und/oder der Abbildungseinheit 3 ist es jedoch vorteilhaft, zumindest eine zweite Spalte von Helligkeitssensor-Pixel 21 vorzusehen, insbesondere um Unregelmäßigkeiten der Bewegung nachträglich rechnerisch korrigieren zu können. Mechanische Unregelmäßigkeiten entstehen beispielsweise durch unregelmäßige Drehzahlen des den Helligkeitssensor 2 bzw. des die Abbildungseinheit 3 antreibenden Motors.

**[0029]** Der Helligkeitssensor 2 weist durch die spezielle Ausformung, insbesondere seiner Aufnahmeoptik und/oder Anordnung seiner Helligkeitssensor-Pixel 21 und gegebenenfalls Ausbildung seiner Abbildungseinheit 3, einen Aufnahmebereich auf, welcher einen Teilbereich der Szene erfasst. Dieser Aufnahmebereich kann, wie in den Fig. 2a bis 2c dargestellt, auf unterschiedliche Art und Weise gegenüber der Szene rotiert bzw. periodisch verschwenkt werden. Das Licht von jeweils denselben aufgenommen bzw. abzubildenden Bereichen der Szene wird dabei in zeitlich periodischen Abständen auf die jeweils selben Helligkeitssensor-Pixel 21 abgebildet.

**[0030]** Nachdem die Nachrichten der einzelnen Helligkeitssensor-Pixel 21 aufgenommen worden sind, kann ein Panoramabild folgendermaßen erstellt werden:

**[0031]** Zunächst wird aus jeder Nachricht 11 jeweils ein Bildpunkt ermittelt, indem die Zeilennummer des die jeweilige Nachricht 11 erstellenden Helligkeitssensor-Pixels 21 und der Zeitpunkt der Verarbeitung oder des Generierens der jeweiligen Nachricht als Koordinaten des der Nachricht 11 zugeordneten Bildpunktes im zu erstellenden Panoramabild festgelegt werden. Alternativ kann vorgesehen werden, dass anstelle des Zeitpunktes der Verarbeitung oder des Generierens der jeweiligen Nachricht 11 ein von diesem Zeitpunkt abgeleiteter Parameter, beispielsweise eine Bogenlänge oder eine Integralfunktion, zur numerischen Elimination von Unregelmäßigkeiten der Bewegung des Helligkeitssensors 2 oder der Abbildungseinheit 3 als zweite Koordinate des der Nachricht 11 zugeordneten Bildpunktes festgelegt wird. Ein Gesamtbild der Szene wird basierend auf den einlangenden Nachrichten 11 erstellt, indem die aus den Nachrichten 11 ermittelten Bildpunkte aufgrund der ihnen zugeordneten Koordinaten in ein, insbesondere leeres, Bild eingefügt werden, wobei sich die aus den Nachrichten ermittelten Bildpunkte gegenüber dem Hintergrund des Gesamtbildes, vorzugsweise farblich, abheben oder unterscheiden.

**[0032]** Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 2 wird durch die Fig. 3a bis 3c näher erläutert. Hierbei ist vorgesehen, dass der Helligkeitssensor 2 zumindest zwei Spalten von Helligkeitssensor-Pixel 21 auf einem Träger 22 umfasst. Im Zuge des periodischen Verschwenkens oder Rotierens des Helligkeitssensors 2 werden jeweils Szenenbereiche des Aufnahmebereiches auf diejenigen Helligkeitssensors-Pixel 21 abgebildet, welche in derselben Zeile und in benachbarten Spalten des Helligkeitssensors 2 angeordnet sind.

**[0033]** In Fig. 3a sind schematisch Ausgangswerte  $A_1$  zweier Helligkeitssensor-Pixel 21 dargestellt. Die beiden Helligkeitssensor-Pixel 21 sind in derselben Zeile und in benachbarten Spalten

angeordnet. Eine festgestellte Überschreitung eines vorgegebenen oberen Helligkeitsschwellenwertes  $T_o$  des detektierten Lichtes durch einen Helligkeitssensor-Pixel 21 wird durch eine ansteigende Flanke im Graphen des Verlaufs des Ausgangssignals des jeweiligen Pixels dargestellt. Auf dieselbe Weise wird das Unterschreiten des vorgegebenen unteren Helligkeitsschwellenwertes  $T_u$  des detektierten Lichtes durch eine fallende Flanke dargestellt. So ergibt beispielsweise im Zeitpunkt  $t_1$  eine Nachricht, welche das Überschreiten eines vorgegebenen oberen Helligkeitsschwellenwertes anzeigt, eine steigende Flanke im Graphen des Helligkeitssensor-Pixels  $S_1$ . Analog dazu ergibt das Überschreiten eines vorgegebenen oberen Helligkeitsschwellenwertes des detektierten Lichtes zum Zeitpunkt  $t_2$ , sowie eine darauf generierte Nachricht 11 eine steigende Flanke im Graphen des Helligkeitssensor-Pixels  $S_2$ .

**[0034]** Treten Nachrichten von zwei benachbart gelegenen Helligkeitssensor-Pixel 21 auf, wobei diese Helligkeitssensor-Pixel 21 in derselben Reihe und in benachbarten Spalten liegen, wird angenommen, dass die Nachrichten von jeweils demselben Ereignis herrühren. Aufgrund des zeitlichen Unterschieds des Generierens der beiden Nachrichten durch die beiden Helligkeitssensor-Pixel  $S_1$ ,  $S_2$  kann unmittelbar auf die Bewegungsgeschwindigkeit des jeweiligen Helligkeitssensor-Pixels 21 gegenüber der Szene geschlossen werden. Im Falle einer Ausführungsform wie in Fig. 2b dargestellt, gemäß der sowohl die Helligkeitssensoren als auch die Szene still stehen, kann der Zeitabstand  $\Delta t$  zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit der Abbildungseinheit 3 herangezogen werden. Sofern aufgrund einer unregelmäßigen Bewegung des Helligkeitssensors 2 und/oder der Abbildungseinheit 3 Bildverzerrungen auftreten, können diese durch die folgende Vorgangsweise unterdrückt werden:

**[0035]** Tritt im Verlauf der Drehung der beiden Helligkeitssensor-Pixel  $S_1$  und  $S_2$  gegenüber der Szene, eine Verlangsamung der Bewegung ein, wird der Zeitabstand zwischen den zu den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$  erhaltenen fallenden Flanken gegenüber dem Zeitabstand zwischen den in den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  erhaltenen steigenden Flanken vergrößert. Dies bedeutet, dass sich durch mechanische Schwankungen die Geschwindigkeit bzw. Drehgeschwindigkeit  $v$  verringert und ohne entsprechende Korrektur das durch die erfindungsgemäße Anordnung aufgenommene Bild in Drehrichtung gestaucht erscheinen würde. Zwischen den steigenden Flanken zu den Zeitpunkten  $t_5$  und  $t_6$  bzw.  $t_6$  und  $t_7$  ist die Geschwindigkeit des Helligkeitssensors 2 aufgrund des weiter gestiegenen Zeitabstands zwischen den jeweils korrespondierenden Flanken abermals verringert. In Fig. 3b ist der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit  $v$  des Helligkeitssensors 2 gegenüber der Szene graphisch dargestellt. Im Falle einer Ausführungsform mit einem gegenüber der Szene unbewegten Helligkeitssensor 2 und mit bewegter Abbildungseinheit 3 tritt im Falle einer Verzögerung oder Verringerung der Geschwindigkeit der Abbildungseinheit 3 ein vergleichbarer Fall ein. Ziel dieser Weiterbildung des Verfahrens ist es, Stauchungen, welche aufgrund der verzögerten Bewegung der Abbildungseinheit 3 bzw. des Helligkeitssensors 2 hervorgerufen sind, rechnerisch zu eliminieren bzw. zu korrigieren. Zu diesem Zweck wird erfindungsgemäß ein Parameter 11, welcher insbesondere für die von den einzelnen Helligkeitssensoren 2 zurückgelegte Bogenlänge  $l$  steht, ermittelt. Diese Bogenlänge  $l$  ist aufgrund des Gleichbleibens der Rotationsrichtung monoton ansteigend und wird von einem vorgegebenen Zeitnullpunkt an gemessen. Insbesondere kann diese Bogenlänge  $l$  durch eine Funktion  $T(t)$  dargestellt werden, welche durch Akkumulation oder Integration der Geschwindigkeit über die Zeit  $t$  ermittelt wird. Dies kann insbesondere gemäß dem Zusammenhang

$$T(t) = l = \int_0^t v(t') dt'$$

ermittelt werden.

**[0036]** Bei dem in Fig. 3c dargestellten Verlauf der Bogenlänge  $l$  wird der Zeitpunkt  $t_2$  als Zeit-Nullpunkt angenommen. Den Zeitpunkten  $t_4$  und  $t_6$  ist jeweils eine Bogenlänge  $l_2$  und  $l_1$  zugeordnet. Fig. 3c ist ferner zu entnehmen, dass aufgrund der verringerten Geschwindigkeit der Anstieg des Parameters  $T(t)$  bzw. der Bogenlänge  $l$  mit fortschreitender Zeit  $t$  immer weniger stark zunimmt.

**[0037]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist, dass die bei einer Vielzahl von Spalten auftretende Mehrfachdetektion von Pixel mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 3 verhindert wird. Hierbei ist vorgesehen, dass einer der zeitlich beabstandeten, hintereinander einlangenden Nachrichten 11, insbesondere der letzten dieser Nachrichten 11, diejenige zuvor ermittelte Bogenlänge  $l$  zugeordnet wird, welche dem Zeitpunkt des Einlangens dieser Nachricht 11 zugeordnet ist. Alle übrigen Nachrichten, welche von Helligkeitssensor-Pixel 21 anderer Spalten generiert worden sind, bleiben in diesem Fall zur Bildung von Bildpunkten außer Betracht. Dies bedeutet, dass ausschließlich Nachrichten 11, denen bereits eine Bogenlänge  $l$  zugeordnet worden ist, als Bildpunkte in das Bild eingetragen werden, wobei die Bogenlänge  $l$  und die Zeilennummer der jeweiligen Nachricht 11 als Bildkoordinaten eines in das zu erstellende Bild einzutragenden Punktes festgelegt werden. Da bei einer Relativbewegung des Aufnahmebereichs der Kamera 2 gegenüber der Szene die einzelnen, in der selben Reihe befindlichen Helligkeitssensor-Pixel 21 bei Detektion einer Helligkeitsschwankung hintereinander in der Reihenfolge der Detektion der Helligkeitsschwankung durch die Helligkeitssensor-Pixel 21 jeweils eine Nachricht 11 abgeben, welche von ein und der selben Helligkeitsschwankung der Szene herrührt, scheint es sinnvoll, ausschließlich eine einzige Nachricht 11 zur Bildung eines Bildpunktes heranzuziehen, da widrigenfalls jeder Hell-Dunkel-Übergang der Szene zu einer Vielzahl von eng aneinander liegenden Bildpunkten mit derselben Zeilennummer-Koordinate und unterschiedlichen Bogenlängen-Koordinaten führen würde.

**[0038]** Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß den Ansprüchen 4 und 13 wird in Fig. 2a näher erläutert. Hierbei ist vorgesehen, dass der Helligkeitssensor 2 um eine vorgegebene Rotationsachse oder Schwenkachse  $X$  mit vorgegebener Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  rotiert wird, wobei sich der Aufnahmebereich des Helligkeitssensors 2 zeitlich periodisch bewegt. Anspruch 5 und Anspruch 14 sind auf eine Ausführungsform gemäß Fig. 2b gerichtet, bei der der Helligkeitssensor 2 gegenüber der Szene lagefest festgelegt ist und die Bewegung des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors 2 durch die gegenüber dem Helligkeitssensor 2 und einer Szene 1 rotierende oder schwenkende Abbildungseinheit 3 festgelegt wird. Auch in diesem Fall wird der Aufnahmebereich des Helligkeitssensors 2 zeitlich periodisch über die Szene hinweg geführt oder bewegt. Hierbei kann die Abbildungseinheit 3, wie in Figur 2b dargestellt, als Spiegel ausgeführt sein, welcher mittels eines Motors 4 gegenüber der Rotationsachse rotiert oder verschwenkt wird. Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass die elektrischen Bauteile des Helligkeitssensors 2 keiner Rotationsbewegung unterliegen und somit eine aufwendige Signalübertragung von rotierten elektrischen Bauelementen auf feststehende elektrische Bauelemente nicht erforderlich ist.

**[0039]** In Fig. 2c wird eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt, wobei vorteilhafterweise festgelegt wird, dass die Rotations- oder Schwenkachse  $X$  und die durch eine der Spalten der Helligkeitssensor-Pixel 21 auf dem Helligkeitssensor 2 gebildete Achse  $Y$  zueinander parallel verlaufen. Dies verbessert die Aufzeichnung und vermeidet eine mehrfache Detektion von Pixel, welche von derselben Helligkeitsänderung innerhalb der Szene herrühren.

**[0040]** Zur Kalibrierung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Anordnung kann vorgesehen werden, dass eine maximale Szenenänderungsrate bestimmt wird, welche anhand der Nachrichten ermittelt wird, welche innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne bei stillstehendem Aufnahmebereich des Helligkeitssensors 2 gegenüber der Szene ermittelt worden sind. Alternativ dazu kann für die Szenenänderungsrate ein Schätzwert vorgegeben werden oder es können Erfahrungswerte aus ähnlichen Szenen hierfür herangezogen werden.

**[0041]** Weiters wird die durch die periodische Bewegung erzielte Frequenz des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors 2 solange erhöht, bis die für eine unverändert bleibende Szene ermittelte Nachrichtenrate  $R_2$  einem Vielfachen, insbesondere dem 10- bis 1000-fachen, der maximalen Szenenänderungsrate  $R_1$  entspricht. Hierdurch wird erreicht, dass Gesamtbilder wesentlich schneller aufgezeichnet werden als Szenenbewegungen auftreten. Damit wird die Bildung von Bewegungsartefakten vermieden und es wird die Aufnahme scharfer Bilder ermöglicht.

licht.

**[0042]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ein Bild erzeugt werden, welches als Koordinaten die zurückgelegte Bogenlänge  $l$  sowie die Zeilenkoordinate des die jeweilige Helligkeitsschwankung detektierenden Helligkeitssensor-Pixels 21 aufweist. Um aus diesem Gesamtbild einzelne Panoramabilder ermitteln zu können, ist vorgesehen, dass nach dem Zurücklegen einer vorgegebenen Bogenlänge  $l$  oder einer Zeitspanne bezüglich des festgelegten Zeit-Nullpunkts die Aufnahme eines neuen Bildes gestartet und die Aufnahme des bisherigen Bildes beendet wird. Typischerweise entspricht die vorgegebene Bogenlänge derjenigen Bogenlänge  $l$ , welche von der Kamera oder der Abbildungseinheit 3 im Verlauf einer zeitlichen Periode zurückgelegt wird. Somit wird erreicht, dass jedes der Bilder denselben örtliche Ursprung bezogen auf die Szene aufweist, was die Bilder untereinander vergleichbar macht und auch die Aufnahme bewegter Bilder ermöglicht. Nach Erreichen der vorgegebenen Bogenlänge wird diese auf einen vorgegebenen Wert, insbesondere Null, zurückgesetzt. Alternativ wird nach Erreichen einer vorgegebenen Zeitspanne der Zeit-Nullpunkt auf den Zeitpunkt des Beginns der Aufnahme des neuen Bildes für die Zeitkoordinate dieses neuen Bildes neu festgesetzt. Zur Erstellung bewegter Bilder kann vorgesehen werden, dass jedes der so aufgezeichneten Bilder bzw. bei sehr hohen Bildraten jedes zweite bis jedes hunderste der aufgezeichneten Bilder abgespeichert und zur Verfügung gehalten wird.

**[0043]** Fig. 5 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Anordnung zur Aufnahme von weitwinkligen Bildern von Szenen. Die Anordnung umfasst einen Helligkeitssensor 2 mit einer Vielzahl von Helligkeitssensor-Pixel 21. Jedes der Helligkeitssensor-Pixel 21 gibt bei von ihm festgestellter Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen oberen oder unteren Helligkeitsschwellenwerts eine Nachricht in Form eines Signals ab. Der Kamera bzw. Bilderzeugungseinheit, umfassend die Helligkeitssensor-Pixel 21, ist eine Bilderzeugungseinheit 9 nachgeschaltet, welche eine Punkterzeugungseinheit 91 und einen Bildspeicher 92 umfasst. Die Ausgänge der Helligkeitssensor-Pixel 21 sind hierbei zu einem gemeinsamen Ausgang zusammengefasst und der Eingang der Punkterzeugungseinheit 91 ist direkt dem gemeinsamen Ausgang der Helligkeitssensor-Pixel 21 nachgeschaltet. Die Punkterzeugungseinheit 91 umfasst eine Zeiterfassungseinheit 93, welche die in den Nachrichten 11 enthaltene Generierungszeit ausliest oder der Nachricht einen durch einen externen Zeitgeber erstellten Zeitwert zuordnet. Ferner umfasst die Punkterzeugungseinheit 91 eine Zeilenerfassungseinheit 95, welche direkt an den Eingang der Punkterzeugungseinheit 91 angeschlossen ist, an deren Eingang die generierten Nachrichten 11 anliegen. Die Zeilenerfassungseinheit 95 erfasst die Zeilennummern der jeweiligen Nachrichten und leitet diese an ihren Ausgang weiter. Der am Ausgang der Zeiterfassungseinheit 93 anliegende Zeitwert wird einer der Zeiterfassungseinheit 93 nachgeschalteten Parameterbildungseinheit 94 geführt, wobei die Parameterbildungseinheit 94 dem Zeitwert mittels einer vorgegebenen Funktion  $T$  (siehe unten) einen Parameter zuweist. Der Ausgang der Zeilenerfassungseinheit 95 und der Ausgang der Parameterbildungseinheit 94 sind zum Ausgang der Punkterzeugungseinheit 91 geführt bzw. an diesem angeschlossen. Die Zeilennummer und der Parameter werden als Koordinaten des Bildpunktes einem der Punkterzeugungseinheit 91 nachgeschalteten Bildspeicher 92 zugeführt.

**[0044]** Alternativ kann vorgesehen werden, dass der Ausgang der Zeiterfassungseinheit 93 anstelle des Ausgangs der Zeiterfassungseinheit 93 direkt dem Ausgang der Punkterzeugungseinheit 91 zugeführt und die Zeilennummer und die Zeit als Koordinaten eines Bildpunktes dem Bildspeicher 92 zugeführt sind.

**[0045]** Zur Bestimmung der Funktion  $T$  kann, wie bereits erwähnt, der folgende Zusammenhang herangezogen werden:

$$T(t) = 1 = \int_0^t v(t') dt'$$

**[0046]** Eine Ermittlung des Parameters  $T(t)$  kann erfolgen, indem zumindest 2 Spalten von Helligkeitssensor-Pixel 21 auf dem Träger 22 der Kamera 2 in Form eines Pixel-Arrays vorge-

sehen sind. Jeder Zeile von Helligkeitssensor-Pixel 21 ist je eine Zeitabstandsmesseinheit 31 nachgeschaltet, welche den zeitlichen Abstand des Erzeugens oder Generierens von Nachrichten 11 der in der jeweiligen Zeile liegenden Helligkeitssensor-Pixel 21 ermittelt. Jeder Zeitabstandsmesseinheit 31 ist jeweils eine Geschwindigkeitsbildungseinheit 32 nachgeschaltet, welche aus dem zeitlichen Abstand  $\Delta t$  und einem vorgegebenen oder gemessenen räumlichen Abstand von benachbarten Helligkeitssensor-Pixel 21 der jeweiligen Zeile eine momentane Geschwindigkeit der Helligkeitssensor-Pixel 21 relativ zur Szene ermittelt. Hieraus kann gegebenenfalls eine Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  einer Anordnung, wie in Fig. 2a dargestellt, ermittelt werden. Allen Geschwindigkeitsbildungseinheiten 32 sind an einen gemeinsamen Geschwindigkeitsspeicher 33 angeschlossen. Jede der Geschwindigkeitsbildungseinheiten 32 überschreibt nach Bestimmung einer Geschwindigkeit den Geschwindigkeitsspeicher 33, wodurch im Geschwindigkeitsspeicher 33 die jeweils aktuellste ermittelte Geschwindigkeit vorliegt.

**[0047]** Dem Geschwindigkeitsspeicher 33 ist eine Bogenlängebildungseinheit 34 nachgeschaltet, wobei die am Eingang der Bogenlängebildungseinheit 34 anliegende Geschwindigkeit integriert und akkumuliert wird. Dies kann insbesondere mit der oben genannten Integrationsformel bewerkstelligt werden. Der Ausgang der Bogenlängebildungseinheit 34 ist an die Parameterbildungseinheit 94 angeschlossen und liefert an diese die Funktion  $T(t)$  zur Bestimmung des Parameters, insbesondere der Bogenlänge  $l$ .

**[0048]** Um die mehrfache Erzeugung von Nachrichten beruhend auf den selben Helligkeitsschwankungen in der Szene zu vermeiden, kann vorgesehen werden, dass die Nachrichten lediglich einer Spalte von Helligkeitssensor-Pixel 21, wie in Fig. 5 dargestellt, an die Bilderzeugungseinheit 9 weitergeleitet werden.

**[0049]** Ferner kann vorgesehen werden, dass eine Triggereinheit 45 der Bogenlängebestimmungseinheit 34 zugeordnet ist. Bei Vorliegen einer vorgegebenen Bogenlänge  $l$  am Ausgang der Bogenlängebestimmungseinheit 34 gibt die Triggereinheit 45 ein Triggersignal ab, wodurch die Bogenlängebestimmungseinheit 34 zurückgesetzt wird.

**[0050]** Auf ähnliche Weise kann an Stelle der Bogenlängebestimmungseinheit 34 ein Zeitgeber vorgesehen werden, welcher nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne die Triggereinheit 45 zur Abgabe eines Triggersignals veranlasst. Die Triggereinheit 45 setzt den Zeitgeber zurück, woraufhin dieser erneut zu zählen beginnt.

**[0051]** Ferner kann vorgesehen werden, dass die Triggereinheit 45 direkt mit dem Bildspeicher 92 gekoppelt ist und der Bildspeicher 92 bei Abgabe eines Triggersignals die einlangenden Bildpunkte einem neuen Bild zuordnet.

**[0052]** Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass zur Vermeidung von Beschleunigungsartefakten und Bildverzerrungen die Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) bzw. die Geschwindigkeit  $v$ , nämlich die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Aufnahmebereich und der Szene über einen vorgegebenen Zeitraum weitestgehend konstant gehalten ist.

**[0053]** Als Resultat liefert das erfindungsgemäße Verfahren ein Kantenbild, in dem Kanten im Bereich von Hell-Dunkel-Übergängen des Abbildes der Szene angeordnet sind. Es fällt daher eine geringere Datenmenge an, wodurch eine automatisierte Weiterverarbeitung wesentlich erleichtert wird.

**[0054]** Fig. 6 zeigt ein erfindungsgemäß aufgenommenes Panoramabild, wobei aus Platzgründen zwei Teilbereiche des Bildes untereinander dargestellt sind. Die horizontale Achse stellt den Drehwinkel bzw. die zurückgelegte Bogenlänge  $l$  dar. Die vertikale Achse entspricht der Zeilennummer des jeweiligen, das Bild aufzeichnenden Helligkeitssensor-Pixel 21. Helle Punkte stellen detektierte Helligkeitsänderungen von Dunkel zu dunkle Punkte stellen detektierte Helligkeitsänderungen von Hell zu Dunkel dar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufnahme von Bildern, insbesondere weitwinkeligen Bildern oder 360° Panoramabildern, mit einem Helligkeitssensor (2) mit einer Vielzahl von in Form von zumindest einer Spalte angeordneten Helligkeitssensor-Pixel (21), wobei jedes der Helligkeitssensor-Pixel (21) bei von ihm festgestellter Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen oberen oder unteren Helligkeitsschwellenwerts in dem von ihm detektierten Licht eine Nachricht (11) in Form eines Signals abgibt, **dadurch gekennzeichnet**,
  - a) dass der Aufnahmebereich des Helligkeitssensors (2) gegenüber der aufzunehmenden Szene rotiert oder periodisch verschwenkt wird, wobei das Licht von jeweils denselben abzubildenden Bereichen der Szene in zeitlich periodischen Abständen auf die jeweils selben Helligkeitssensor-Pixel (21) trifft bzw. abgebildet wird,
  - b) dass aus den Nachrichten (11) Bildpunkte ermittelt werden, indem die Zeilennummer des die jeweilige Nachricht (11) erstellenden Helligkeitssensor-Pixels (21) und der Zeitpunkt der Verarbeitung oder des Generierens der jeweiligen Nachricht (11) oder ein von diesem Zeitpunkt abgeleiteter Parameter als Koordinaten des der Nachricht (11) zugeordneten Bildpunktes festgelegt oder herangezogen werden, und
  - c) dass ein Gesamtbild der Szene basierend auf den einlangenden Nachrichten (11) sowie den diesen Nachrichten (11) zugeordneten Bildpunkten erstellt wird, vorzugsweise indem diese Bildpunkte gegenüber dem Hintergrund des Gesamtbildes, insbesondere sich farblich abhebend, sich unterscheidend dargestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
  - a) dass zumindest zwei Spalten von Helligkeitssensor-Pixel (21) auf dem Träger (22) in Form eines Pixel-Arrays angeordnet werden,
  - b) dass gleiche Szenenbereiche im Zuge des periodischen Verschwenkens oder des Rotierens des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors (2) auf diejenigen Helligkeitssensor-Pixel (21) abgebildet werden, welche in derselben Zeile und in benachbarten Spalten angeordnet sind,
  - c) dass der zeitliche Abstand ( $\Delta t$ ) zwischen dem Generieren oder Verarbeiten von Nachrichten (11), welche von zwei in derselben Zeile und in benachbarten Spalten angeordneten Helligkeitssensor-Pixel (21) abgegeben werden, ermittelt wird,
  - d) dass gegebenenfalls die Reihenfolge der Erzeugung oder der Verarbeitung der Nachrichten (11) mit der Reihenfolge der Anordnung der die jeweiligen Nachrichten (11) abgebenden Helligkeitssensor-Pixel (21) in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Gegenstandsbereichs des Helligkeitssensors (2) gegenüber der Szene übereinstimmt,
  - e) dass aus dem zeitlichen Abstand ( $\Delta t$ ) und dem räumlichen Abstand der Helligkeitssensor-Pixel (21) einer Zeile eine momentane Geschwindigkeit ( $v$ ) bzw. Drehgeschwindigkeit, der Helligkeitssensor-Pixel (21) relativ zur Szene und gegebenenfalls eine darauf basierende Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ), abgeleitet wird,
  - f) dass jedem Zeitpunkt ( $t$ ) bezüglich eines vorgegebenen Zeit-Nullpunkts durch eine Funktion ( $T$ ) eine, insbesondere monoton ansteigende, zurückgelegte Bogenlänge ( $l$ ) durch Akkumulation und/oder Integration der Geschwindigkeit über die Zeit ( $t$ ) zugeordnet wird, wobei insbesondere die Geschwindigkeit ( $v$ ) für jede auftretende Aueinanderfolge von zeitlich beabstandeten, hintereinander einlangenden Nachrichten neu ermittelt wird, insbesondere nach dem Zusammenhang

$$l = \int_0^t v(t') dt'$$

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**,
  - a) dass einer der zeitlich beabstandeten, hintereinander einlangenden Nachrichten (11), insbesondere der letzten dieser Nachrichten (11), diejenige Bogenlänge (l) zugeordnet wird, welche dem Zeitpunkt des Einlangens dieser Nachricht (11) zugeordnet worden ist, und
  - b) dass ausschließlich Nachrichten (11), denen bereits eine Bogenlänge (l) zugeordnet worden ist, als Bildpunkte in das Bild eingetragen werden, wobei die Bogenlänge (l) und die Zeilennummer der jeweiligen Nachricht (11) als Bildkoordinaten des einzutragenden Punktes festgelegt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Helligkeitssensor (2) oder eine dem Helligkeitssensor (2) vorgeschaltete Abbildungseinheit (3) um eine vorgegebenen Rotationsachse oder Schwenkachse (X) mit vorgegebener Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) rotiert oder verschwenkt wird.
5. Verfahren nach einem Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Helligkeitssensor (2) gegenüber der Szene lagefest festgelegt ist und die Bewegung des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors (2) durch die gegenüber dem Helligkeitssensor (2) und der Szene (1) rotierende oder verschwenkte Abbildungseinheit (3) festgelegt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rotationsachse oder Schwenkachse (X) und die durch eine der Spalten von Helligkeitssensor-Pixel (21) auf dem Helligkeitssensor (2) gebildete Achse (Y) zueinander parallel ausgerichtet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine maximale Szenenänderungsrate ( $R_1$ ) in Form der Anzahl von Nachrichten (11) innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne bei stillstehendem Aufnahmebereich des Helligkeitssensor (2) gegenüber der Szene ermittelt oder ein Wert hierfür vorgegeben wird, und
  - a) dass die durch die Frequenz der periodischen Bewegung des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors (2) so lange erhöht wird, bis die für eine unverändert beibehaltene Szene (1) ermittelte Nachrichtenrate ( $R_2$ ) einem Vielfachen, insbesondere dem 10-fachen bis 1000-fachen, der maximalen Szenenänderungsrate ( $R_1$ ) entspricht.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Zurücklegen einer vorgegebenen Bogenlänge (l) oder nach Ablauf einer Zeitspanne bezüglich eines festgelegten Zeit-Nullpunkts die Aufnahme eines neuen Bildes gestartet wird und die Aufnahme des bisherigen Bildes beendet wird, wobei gegebenenfalls die Bogenlänge (l) auf einen vorgegebenen Wert, insbesondere 0, zurückgesetzt wird, oder der Zeitpunkt des Beginns der Aufnahme des neuen Bildes als Zeitnullpunkt für die Zeitkoordinate dieses neuen Bildes festgesetzt wird, wobei vorzugsweise das bisherige Bild abgespeichert und/oder zur Verfügung gehalten wird.
9. Datenträger, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf ihm ein Programm zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 gespeichert ist.
10. Anordnung zur Aufnahme von, insbesondere weitwinkligen, Bildern einer Szene, insbesondere 360° Bildern, mit einem Helligkeitssensor (2) mit einer Vielzahl von Helligkeitssensor-Pixel (21), wobei jedes der Helligkeitssensor-Pixel (21) bei von ihm festgestellter Überschreitung oder Unterschreitung eines vorgegebenen oberen oder unteren Helligkeitsschwellenwerts in dem von ihm detektierten Licht eine Nachricht (11) in Form eines Signals abgibt, und wobei die Helligkeitssensor-Pixel (21) in Form von zumindest einer Spalte angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**,
  - a) dass die Anordnung eine Antriebseinheit (4) umfasst, welche den Aufnahmebereich des Helligkeitssensors (2) gegenüber der Szene rotiert oder periodisch verschwenkt,
  - b) dass die Anordnung eine Bilderzeugungseinheit (9) umfasst, welche eine Punkterzeugungseinheit (91) und einen Bildspeicher (92) umfasst,

- c) dass die Punkterzeugungseinheit (91) den Helligkeitssensor-Pixel (21) nachgeschaltet ist,
  - d) dass die Punkterzeugungseinheit (91) eine Zeiterfassungseinheit (93) umfasst, welche die in den Nachrichten enthaltene Generierungszeit ausliest oder der Nachricht einen durch einen externen Zeitgeber erstellten Zeitwert zuordnet,
  - e) dass die Punkterzeugungseinheit (91) eine Zeilenerfassungseinheit (95) umfasst, welche die dem die Nachricht generierenden Helligkeitssensor-Pixel (21) zugeordnete Zeilennummer detektiert und diese am Ausgang der Zeilenerfassungseinheit (95) anliegt,
  - f) dass der am Ausgang der Zeiterfassungseinheit (93) anliegende Zeitwert gegebenenfalls einer der Zeiterfassungseinheit (93) nachgeschalteten Parameterbildungseinheit (94) zugeführt ist, welche dem Zeitwert mittels einer vorgegebenen Funktion (T) einen Parameter zuweist, und
  - g) dass der Ausgang der Zeilenerfassungseinheit (95) und der Ausgang der Zeiterfassungseinheit (93) oder der Parameterbildungseinheit (94) an den Ausgang der Punkterzeugungseinheit (91) angeschlossen sind und die Zeilennummer und die Zeit oder der Parameter als Koordinaten eines Bildpunktes dem Bildspeicher (92) zugeführt sind.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**,
- a) dass zumindest zwei Spalten von Helligkeitssensor-Pixel (21) in Form eines Pixel-Arrays angeordnet sind,
  - b) dass je einer Zeile von Helligkeitssensor-Pixel (21) eine Zeitabstandsmesseinheit (31) nachgeschaltet ist, welche den zeitliche Abstand ( $\Delta t$ ) des Erzeugens oder Generierens von Nachrichten (11), welche von in der jeweiligen Zeile liegenden Helligkeitssensor-Pixel (21) abgegeben worden sind, ermittelt,
  - c) dass jeder Zeitabstandsmesseinheit (31) jeweils eine Geschwindigkeitsbildungseinheit (32) nachgeschaltet ist, welche aus dem zeitlichen Abstand ( $\Delta t$ ) und dem vorgegebenen räumlichen Abstand der Helligkeitssensor-Pixel (21) der jeweiligen Zeile eine momentane Geschwindigkeit ( $v$ ) der Helligkeitssensor-Pixel (21) relativ zur Szene, und gegebenenfalls eine Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ), ableitet und an ihrem Ausgang zur Verfügung hält,
  - d) dass alle Geschwindigkeitsbildungseinheiten (32) an einen gemeinsamen Geschwindigkeitsspeicher (33) angeschlossen sind, wobei jede der Geschwindigkeitsbildungseinheiten (32) nach Bestimmung einer Geschwindigkeit den Geschwindigkeitsspeicher (33) überschreibt, und
  - f) dass eine Bogenlängenbildungseinheit (34) vorgesehen ist, welche dem Geschwindigkeitsspeicher (33) nachgeschaltet ist und welche die an ihrem Eingang anliegende Geschwindigkeit ( $v$ ) integriert oder akkumuliert, insbesondere gemäß der Formel

$$l = \int_0^t v(t') dt'$$

- 12. Anordnung gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ausschließlich diejenigen Helligkeitssensor-Pixel (21), welche einer vorgegebenen Spalte angehören, an die Punkterzeugungseinheit (91) angeschlossen sind.
- 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Helligkeitssensor (2) eine die Szene auf die Helligkeitssensor-Pixel (21) abbildende Abbildungseinheit (3) vorgeschaltet ist, wobei entweder der Helligkeitssensor (2) oder die Abbildungseinheit um eine vorgegebene Achse (X) mit vorgegebener Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ) rotierbar oder verschwenkbar gelagert ist.
- 14. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 13 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Helligkeitssensor (2) gegenüber der Szene lagefest festgelegt ist und die Bewegung des Aufnahmebereichs des Helligkeitssensors (2) durch die gegenüber dem Helligkeitssensor (2) und der Szene (1) rotierende oder schwenkende Abbildungseinheit (3) festgelegt ist.

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rotationsachse oder Schwenkachse (X) und die durch eine der Spalten von Helligkeitssensor-Pixel (21) auf dem Helligkeitssensor (2) gebildete Achse (Y) zueinander parallel sind.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Triggereinheit (45) vorgesehen ist, welche an die Bogenlängenbestimmungseinheit (34) oder einen Zeitgeber angeschlossen ist und welche bei Vorliegen einer vorgegebenen Bogenlänge am Ausgang der Bogenlängenbestimmungseinheit (34) oder nach Verstreichen einer vorgegebenen Zeitspanne am Ausgang des Zeitgebers ein Triggersignal abgibt, wobei bei Vorliegen eines Signals am Ausgang der Triggereinheit (45) der Zeitgeber oder die Bogenlängenbestimmungseinheit (34) zurückgesetzt wird.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geschwindigkeit ( $v$ ) der Helligkeitssensor oder Pixel (21), insbesondere die Winkelgeschwindigkeit ( $\omega$ ), über einen vorgegebenen Zeitraum konstant gehalten ist.
18. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird,
19. Computerprogramm nach Anspruch 18, gespeichert auf einem Datenträger.
20. Datenträger mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgeführt wird.
21. Computerprogrammprodukt mit Programmcode zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**

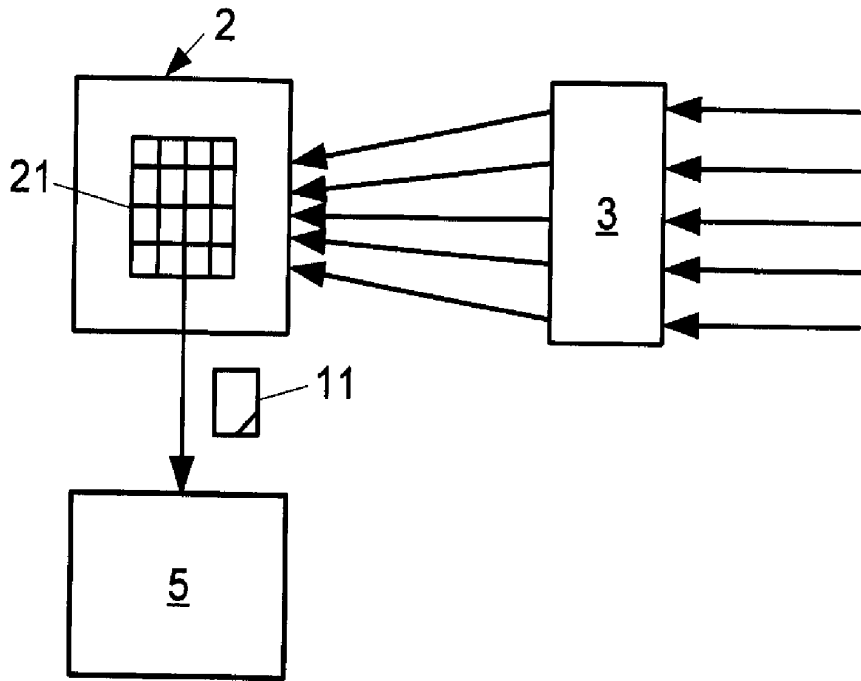


Fig. 1

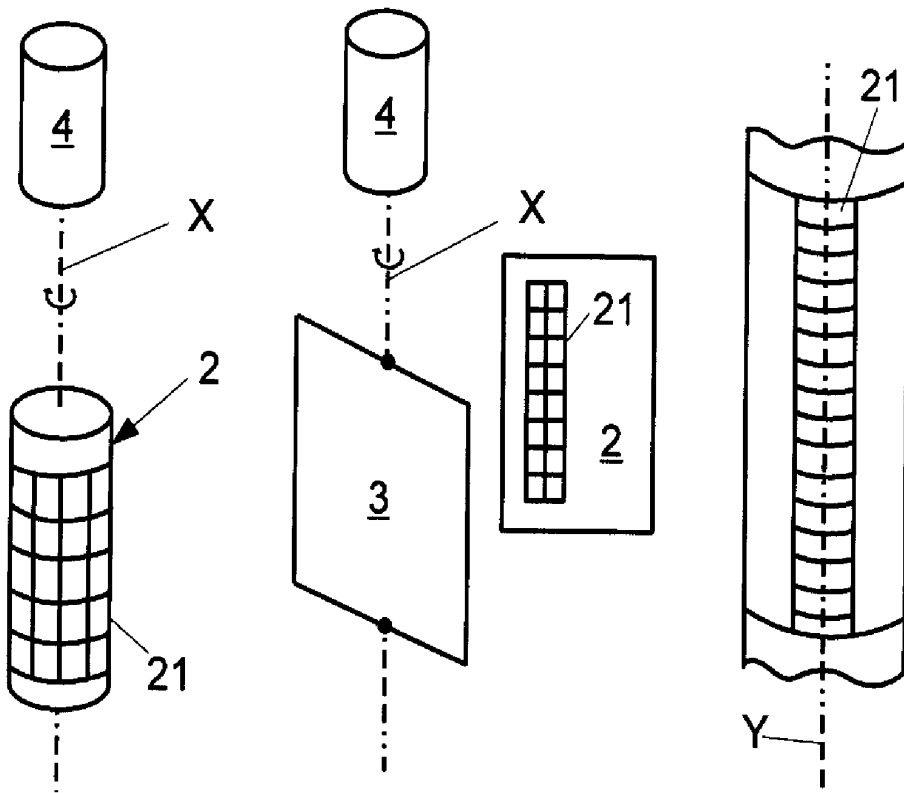


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2c

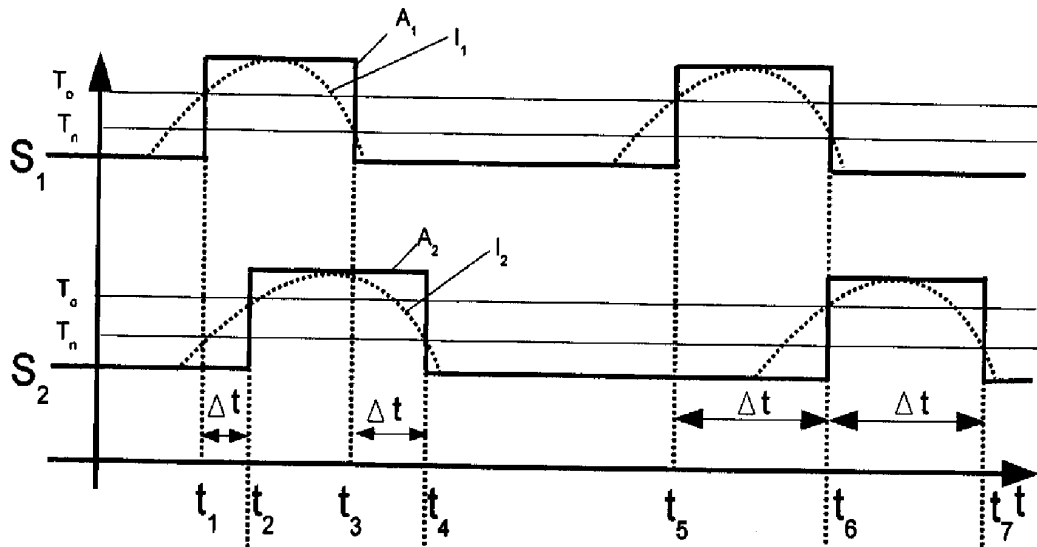


Fig. 3a

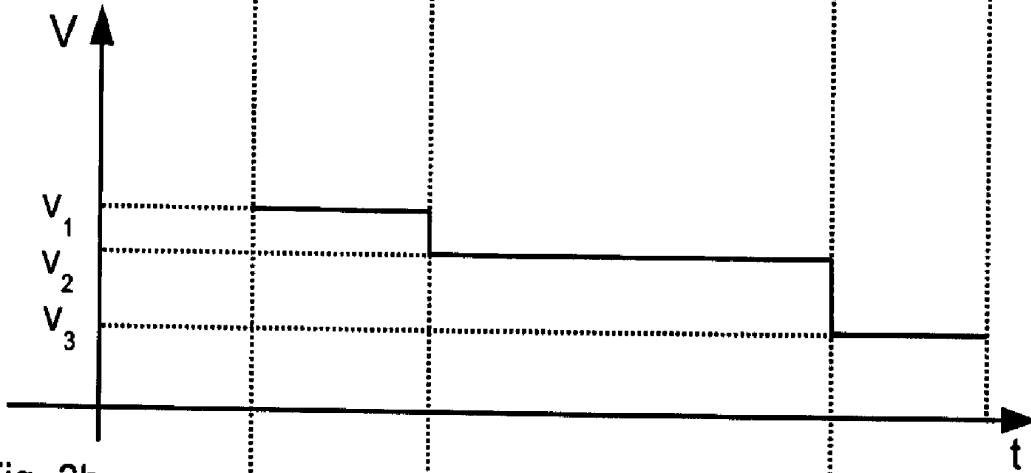


Fig. 3b

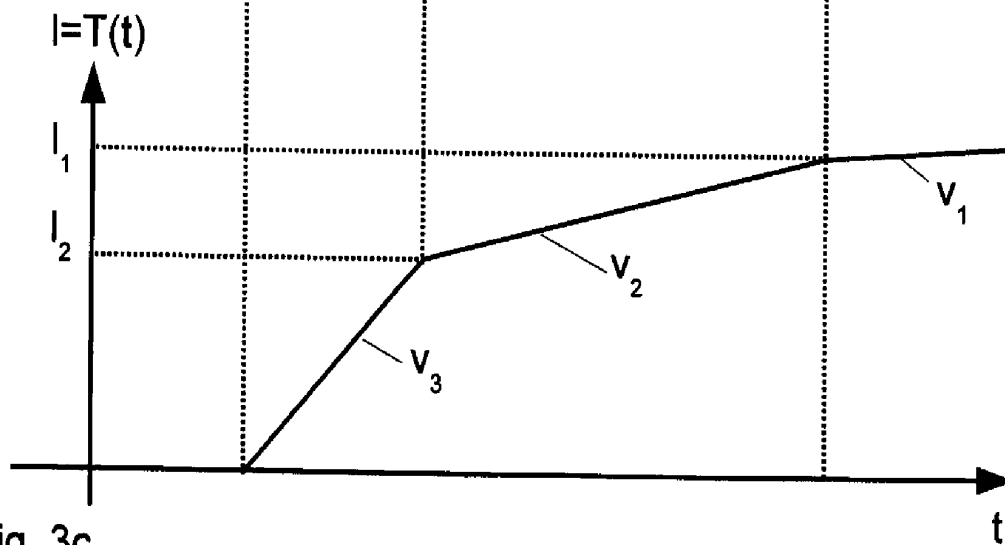


Fig. 3c

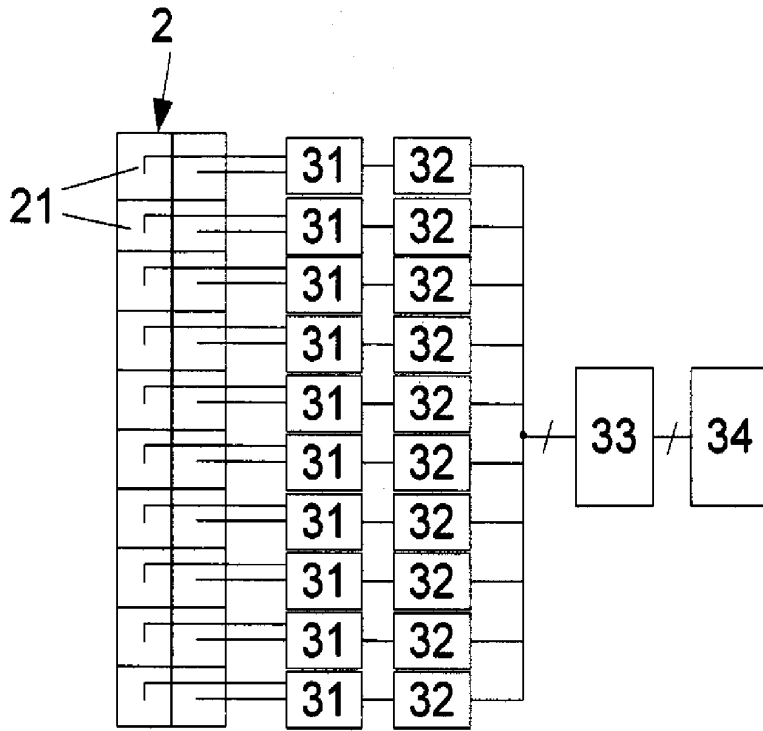


Fig. 4

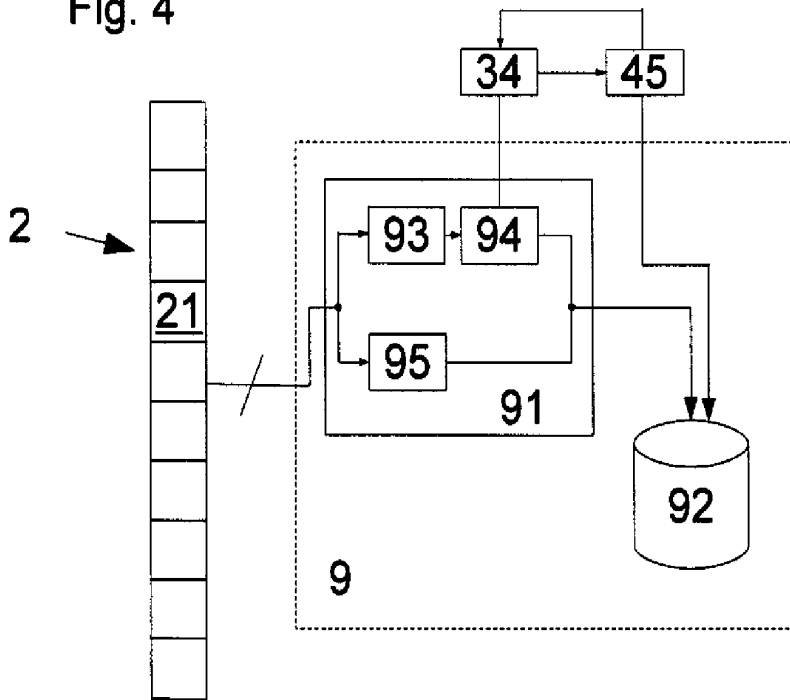


Fig. 5

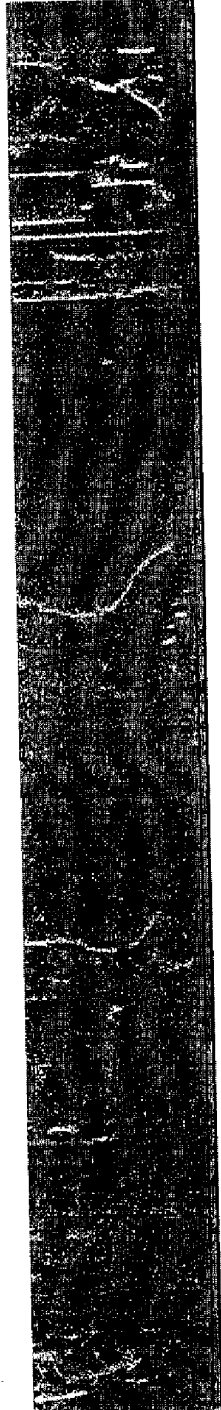


Fig. 6