

(12)

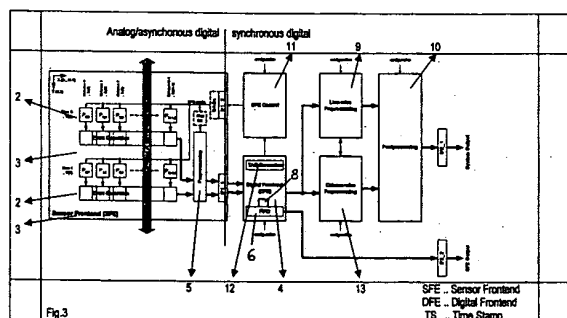
Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 906/2005 (51) Int. Cl.⁸: **G01N 21/00** (2006.01)
G06T 01/00 (2006.01)
G06T 07/00 (2006.01)
(22) Anmeldetag: 2005-05-25
(43) Veröffentlicht am: 2007-01-15

- | | |
|---|---|
| <p>(72) Erfinder:
 MILOSEVIC NENAD DR.
 WIEN (AT)
 POSCH CHRISTOPH DR.
 WIEN (AT)
 SCHÖN PETER DR.
 WIEN (AT)</p> | <p>(73) Patentanmelder:
 ARC SEIBERSDORF RESEARCH GMBH
 A-1010 WIEN (AT)</p> <p>(72) Erfinder:
 BAUER DANIEL
 WIEN (AT)
 DONATH NIKOLAUS DIPL.ING.
 WIEN (AT)
 HOFSTÄTTER MICHAEL DIPL.ING.
 PERCHTOLDS DORF (AT)
 KOHN BERNHARD DR.
 WIEN (AT)
 LITZENBERGER MARTIN DR.
 BRUCK AN DER LEITHA (AT)
 MESER JOSEF DIPL.ING.
 TULLN (AT)</p> |
|---|---|

(54) VERFAHREN ZUR AUSWERTUNG VON SZENEN UND SENSOR- BZW. AUFNAHMEELEMENT

- (57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung und Auswerteeinheit zur Auswertung der Ausgangssignale einer zur Aufnahme von Szenen einsetzbaren optischen Aufnahmeeinheit, die zumindest einen, gegebenenfalls zwei oder mehrere in Abstand voneinander Zeilensensor(en) (1) aufweist, wobei jedes Pixel (2) des(r) Zeilensensor(s)(en) (1) bei jeder Feststellung einer einen vorgegebenen Schwellwert überschreitenden Lichtintensitätsänderung ein Signal generiert und an eine digitale Verarbeitungsstufe (4) abgibt, dadurch gekennzeichnet,
- dass jedem von einem Pixel (2) abgegebenen Signal, das bezüglich Lage und/oder Koordinaten des jeweiligen Pixels (2) definiert ist, ein Zeitwert bzw. Zeitstempel zugeordnet wird, der dem Einlangen des jeweiligen Signals in einem Zeitzähler (8) entspricht, und
 - dass in der Verarbeitungsstufe die mit dem Zeitstempel versehenen Signale unter Einsatz von Korrelationsverfahren, statistischen Methoden und/oder Signalverarbeitungsalgorithmen zur Auswertung und/oder Vermessung der Szeneninformationen herangezogen werden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein optisches Sensor- bzw. Aufnahmeelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 12. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt.

5 Bekannte Zeilensensoren für die Bilderfassung basieren auf so genannten "charge-coupled-devices" (CCDs), Diese Einheiten sind im Prinzip analoge Schieberegister, die mit konstantem Takt ausgelesen werden. Dadurch ergibt sich eine minimale Wiederholzeit für die Auslesung, die sich aus der Taktperiode multipliziert mit der Zellzahl des Schieberegisters ergibt. Diese Zeit beträgt üblicherweise 20 bis 40 ms, bei speziell schnellen Zeilensensoren bestenfalls etwa
10 100 µs. Damit ist die Änderung des Bildinhaltes auch nur auf dieses Zeitintervall quantisierbar. Ziel der Erfindung ist es, ein nahezu frei wählbares Zeitintervall zu erreichen und die erzielbare Zeitauflösung gegenüber herkömmlichen Systemen wesentlich zu verbessern.

15 Dies wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Merkmale erreicht. Ein optisches Sensorelement der eingangs genannten Art ist durch die im Kennzeichen des Anspruches 12 angeführten Merkmale erfindungsgemäß charakterisiert. Es ist vorgesehen, dass jedes Pixel autonom und asynchron auf eine definierte, minimale Lichtintensitätsänderung mit einem Signal reagiert, welches Daten über die Position des Pixels im Bildfeld beinhaltet. Die Größe dieser minimalen
20 Änderung ist kontrollierbar bzw. vorgebar. Demzufolge erfolgt a priori keinerlei Zeitquantisierung. Bei Übertragung der Signale zur digitalen Auswertestufe kann mit dem Zeitzähler eine nahezu beliebig genaue Erfassung des Zeitpunktes der Signalgabe durchgeführt werden.

25 Damit ist eine höchst genaue Bewertung und Messung von in den einzelnen Pixel auftretenden Lichtintensitätsänderungen bzw. von im Bild auftretenden Änderungen des Bildinhaltes (z. B. Bewegungen, Helligkeitsänderungen, usw.) möglich. Die erfindungsgemäße Vorgangsweise ist unabhängig von der Taktperiode von Schieberegistern; die Reaktion eines Pixels bzw. die Abgabe eines Signals bei Feststellung einer Überschreitung eines vorgegebenen Schwellwertes einer Lichtintensitätsänderung erfolgt um Größenordnungen rascher als die Wiederholungs-
30 rate eines Schieberegisters.

35 Sofern, wie erfindungsgemäß vorgesehen ist, jedem Signal eines Pixels ein entsprechender Zeitwert bzw. Zeitstempel zugeordnet wird, so kann aus dem Zeitpunkt, zu dem eine Lichtintensitätsänderung von einem Pixel registriert wird bzw. aus den Zeitdifferenzen von Lichtintensitätsänderungen, die durch Pixel von benachbart angeordneten Zeilensensoren festgestellt werden, eine ausgesprochen genaue und wesentlich raschere Auswertung, verglichen mit den bisherigen Methoden, erfolgen.

40 Änderungen in der überwachten Szene können somit nahezu instantan aufgezeichnet bzw. ausgewertet werden.

Für die erfindungsgemäßen Sensor- bzw. Aufnahmeelemente sind sowohl in ein-, zwei- oder mehrzeiliger Ausführung vielfältige Anwendungsgebiete vorstellbar. Bei einem Ein-Zeilen-Sensor kann die hohe zeitliche Auflösung z. B. genutzt werden, um das exakte Eintreffen einer
45 Objektkante im Bildfeld zu bestimmen. Anwendungen dafür sind z. B. Zieleinlaufkameras, komplexe Lichtschranken, Objekterkennung bei definierter Bewegung des Objektes (Überwachung von Förderbändern), Kontrolle von Schweißnähten, usw. Weiters können aus den Sensordaten bei einer Bewegung des Objekts normal zur Längsrichtung des Zeilensensors Umrisse rekonstruiert werden. Bei einem Zwei-Zeilen-Sensor kann durch Korrelation der Datenströme der
50 beiden Pixelzeilen die Geschwindigkeit des Objekts im Bildfeld bestimmt werden. Weiters können mit diesen Informationen die Umrisse des Objekts rekonstruiert werden. Damit sind vielfältige Einsatzmöglichkeiten wie Fahrzeug-Überwachung und -Klassifizierung, Verkehrszählung, Personenzählung, Förderbandüberwachung mit Objektvermessung, usw. gegeben. Bei Sensor- bzw. Aufnahmeelementen mit drei Pixelzeilen, die in unterschiedlichen Abständen angeordnet
55 sind, können durch Kombination von jeweils zwei Pixelzeilen, unterschiedliche Messbereiche

verwirklicht werden. Dies kann zum Beispiel für die Messung unterschiedlicher Geschwindigkeitsbereiche Verwendung finden. Drei oder mehr Pixelzeilen erlauben die Messung von Geschwindigkeitsänderungen in einfacher Weise.

5 Weitere Objekteigenschaften, die man mittels Mehrzeilensensorelementen erfassen kann, sind:

- Winkelfehler (Abweichung von einer vorgegebenen Bewegungsrichtung)
- Breitenänderungen (z. B. einer Schweißnaht).

10 Eine rechentechnisch bzw. auswertungsmäßig vorteilhafte Vorgangsweise ergibt sich mit den Merkmalen des Anspruches 2.

Für die Auswertung ist es vorteilhaft, wenn die Merkmale des Anspruches 3 vorgesehen werden, da in diesem Fall die Zählperiode bzw. Taktfrequenz des Zeitzählers die kleinste Zeiteinheit bzw. -spanne ist, die mit der erfindungsgemäßen Vorgangsweise bzw. mit dem erfindungsgemäßen Sensorelement festgestellt bzw. überwacht werden kann.

Um jedes Pixel entsprechend mit einem Zeitstempel versehen zu können bzw. aufgrund des Vorteils, der erreicht wird, wenn jedes Pixel eines Zeilensensors getrennt ausgewertet werden kann, sind die Merkmale des Anspruches 4 vorteilhaft.

Mit den Merkmalen des Anspruches 5 wird eine vorteilhafte Auswertung der mit gleichen Zeitstempeln versehenen Signalen erreicht, wobei der Speicher die Möglichkeit bietet, diese gleichrangigen Signale, die parallel erhalten werden, seriell auszulesen. Um fehlerhafte Pixel eines Zeilensensors nicht für die Auswertung vorzusehen bzw. die Zeilensensoren an spezielle Anwendungsfälle anzupassen, können die Merkmale des Anspruches 6 von Vorteil sein.

Für eine Auswertung von Szenen ist es von Vorteil, wenn die Merkmale des Anspruches 7 verwendet werden, da damit Kanten eines zu detektierenden Objektes rasch und exakt festgestellt werden können.

Die Merkmale des Anspruches 8 ergeben eine exakte Zuordnung einer Bewegung eines Objektes zu der Intensitätsänderung der Pixel bzw. lassen eine Kante bzw. Umrisse exakt detektieren.

35 Zur Feststellung von Geschwindigkeiten von Objekten sind die Merkmale des Anspruches 9 von Vorteil.

Um die Ansprechgeschwindigkeit bzw. die Ansprechempfindlichkeit der Pixel an die Anforderungen einer Anwendung anpassen zu können, sind die Merkmale des Anspruches 10 von Vorteil.

45 Sofern die Merkmale des Anspruches 11 vorgesehen werden, wird es einfach, mit der erfindungsgemäßen Vorgangsweise bzw. mit einem erfindungsgemäßen optischen Sensorelement Bewegungsverläufe festzustellen, die im Winkel zur Längsachse des optischen Sensorelementes verlaufen.

Bei einem erfindungsgemäßen Sensorelement gemäß Anspruch 13 ist es von besonderem Vorteil, wenn der Zeitzähler an der angegebenen Stelle angeordnet ist und den von den Pixel abgegebenen Signalen unmittelbar und sofort den entsprechenden Zeitstempel zuordnen kann.

55 Die Merkmale des Anspruches 14 ermöglichen es, insbesondere von unterschiedlichen Pixel erhaltene Signale als gleichrangig zu bewerten bzw. einer Zählperiode eines Zeitzählers zuzuordnen und die parallel einlangenden Signale seriell für eine weitere Verarbeitung bzw. Auswertung zur Verfügung zu stellen. Prinzipiell ist es zweckmäßig, wenn die Pixelsignale in Zeitab-

ständen abgegeben werden, die kleiner oder gleich der Zeitperiode des Zeitzählers sind. Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes optisches Sensorelement mit zwei Zeilensensoren. Fig. 2 zeigt schematisch die Zuordnung von Zeitstempeln zu von den einzelnen Pixeln abgegebenen Signalen. Fig. 3 zeigt schematisch ein Blockschaltbild für ein Ausführungsbeispiel eines Zweizeilensensorelements mit einer digitalen Auswertestufe. Unter Verwendung von optischen Sensorelementen und Schaltungen zur analogen Datenvorverarbeitung werden eine lineare Anordnung von Pixel bzw. zueinander ein Zeilensensor 1 aufgebaut, an den eine digitale Verarbeitungsstufe und weiteren Baugruppen angeschlossen sind. Eine schematische Darstellung für ein erfindungsgemäßes Sensorelement mit einem Zwei-Zeilen-Sensor zeigt Fig. 1. Jedes Pixel 2 reagiert autonom bzw. unabhängig auf eine definierte Lichtintensitätsänderung mit einem Signal, welches die Daten über seine Position im Bildfeld beinhaltet, wobei die Größe dieser minimalen Änderung einstellbar ist.

Demzufolge erfolgt a priori keinerlei Zeitquantisierung, sondern lediglich eine Intensitätsquantisierung. Bei Übertragung des Signals zur digitalen Auswertestufe kann eine nahezu beliebig genaue Erfassung des Zeitpunktes durchgeführt werden, welche alleine von der gewählten Taktfrequenz eines Zeitzählers 8 abhängt. Mit 3 sind die den beiden Zeilensensoren 1 zugeordneten Auswerteeinheiten bezeichnet, mit denen die von den Pixel 2 abgegebenen Signale an das digitale frontend 4 bzw. an die digitale Auswertestufe 12 weitergegeben werden. Zur Steuerung ist eine SFE Control 11 vorhanden.

Die digitale Auswertestufe 12 gemäß Fig. 2 empfängt von jedem Pixel 2 über eine eigene Signalleitung ein Signal sofern eine Überschreitung eines Schwellwertes in der Intensitätsänderung festgestellt wird. Jedes dieser Signale wird von einem Zeitzähler 8 mit einem Zeitstempel ("Timestamp") versehen und in einem Speicher bzw. FIFO Speicher 6 zwischengespeichert. Dieser Timestamp ist der jeweils aktuelle Zählerstand des schnellen digitalen Zählers 8. Wenn mehrere Pixel 2 innerhalb einer Zählperiode eine Schwellwertüberschreitung signalisieren, werden sie zum selben Timestamp zwischengespeichert, das bedeutet, ihre Signale werden als "gleichzeitig" betrachtet und in dieselbe Zeile des Speichers 6 eingeordnet. Wenn der Zählerstand des Zählers 8 beim Eintreffen eines folgenden Signals eines Pixel 2 schon erhöht ist, wird diesem Signal eine andere Speicherzeile im Zwischenspeicher 6 zugeordnet. In der Auswertestufe 12 ist ein "Arbiter" 7 enthalten, der die Speicherzeiten des Zwischenspeichers 6 ausliest und die Daten als "timed address event" (= TAE) serialisiert. Jeder TAE enthält die Adresse des Pixels und den Zählerstand des Zeitzählers (= relativer Zeitpunkt), zu dem die Intensitätsänderung erfolgt ist, zugeordnet. Nach der Serialisierung stehen die TAE's sortiert nach Timestamps und nach Pixeladressen zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung. Durch diese Sortierung wird die nachfolgende Verarbeitung (z. B. Korrelation, Signaturbildung, Histogrammbildung,...) vereinfacht.

Von Vorteil ist es, wenn die Periode bzw. Zählintervalle des Zählers 8 für die Timestamps wählbar sind. Daraus können sich Vorteile bei applikationsbezogenen Auswertearithmen ergeben, da dann adress-events über längere bzw. vorgegebene Zeiträume automatisch zusammengefasst werden. Alternativ könnte eine Anpassung der Zählerperiode an geänderte Bedingungen (z. B. Höhere Objektdichte, Helligkeit oder veränderte Geschwindigkeit der Objekte) erfolgen. Ferner können einzelne Pixel am Eingang der Auswertestufe 12 mittels einer Maske gezielt blockiert werden. Damit können Signale von defekten Pixel ausgefiltert werden, die die Messung negativ beeinflussen würden. Weiters kann damit die gesamte Datenrate der Sensorzeilen verringert werden, falls eine Nachverarbeitung dies erfordert.

Fig. 2 zeigt, wie von den einzelnen Pixeln 2 abgeleitete Signale einem Speicher 6 zugeführt werden und dabei mit Zeitstempeln eines Zählers 8 versehen werden. Von den Pixeln P0,0,...,PN-1,0 werden abgegebene Signale einzelnen Zählperioden des Zählers 8 zugeordnet, der Zählperioden TSO, TS1...TSL-1 als aktuelle Zählerstände abgibt. In den einzelnen Spei-

cherzellen E0,0, E1,0...EN-1,0 werden alle diejenigen Signale der Pixel eingereicht welche in die selbe Zählperiode fallen. Dies bedeutet, dass alle in eine Zählperiode des Zählers 8 fallenden Pixel demselben Timestamp TSm zugeordnet werden. Mit Rn,0 wird das n-te Request-Signal eines Pixels 2 zum Signalisieren einer Kontraständerung bezeichnet. Mit An,0 wird das n-te-acknowledge zum Pixel 2 zum Signalisieren der Verarbeitung (Abspeicherung) bezeichnet. In dem Arbiter 7, der einen Adress-Encoder umfasst, werden die Timeaddress-Events (TAE) generiert, das heisst, die Adresse des jeweiligen Pixels 2 und der Zählerstand des Zählers 8 zum Zeitpunkt der Signalisierung des Pixels 2. Der Zwischenspeicher 6 ist als FIFO-Puffer oder Ringpuffer ausgelegt. Dieser Speicher 6 besitzt für jede Zeitperiode des Zeitzählers 8 eine eigene Speicheradresse AX(X = 0...L-1).

Fig. 3 zeigt schematisch ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen optischen Sensorelementes. Dieses Sensorelement umfasst zwei Reihen von Pixel 2 bzw. zwei Zeilensensoren 1. Die von den Pixel 2 abgegebenen Signale werden mit Timestamps von dem Zähler 8 versehen und gelangen von der Auswertungsstufe 12 über einen Parallel-Seriellwandler zu den Auswertestufen 9, 10 und 13. Diese weiters vorgesehenen Einheiten 13, 9 und 10 dienen zur Auswertung der mit den Zeitstempeln versehenen Signale der einzelnen Pixel in Hinblick auf die in der aufgenommenen Szene stattfindenden Ereignisse.

Wenn bei der Beobachtung eines bewegten Objektes aus den beiden Zeilen 1 des Sensors gleichartige bzw. korrelierbare Datenströme, jedoch mit unterschiedlichen Timestamps, beobachtet werden, kann aus der Differenz der Timestamps und dem bekannten Abstand der Sensorzeilen (siehe D in Fig. 1) die Geschwindigkeit des Objekts aus den erfolgten Intensitätsänderungen berechnet werden. Dabei wird die Genauigkeit der Berechnung nur durch die Periode des Zeitzählers 8 bestimmt, die in der Größenordnung von < 10 ns liegt. Die Datenströme (TAEs) von zwei (oder mehr) Sensorzeilen 1 können auf gemeinsame Signaturen untersucht und deren örtlicher Versatz in x-Richtung (Pixel-Position) bzw. Längsrichtung der Zeilensensoren 1 ausgewertet werden. Daraus kann der Winkel der Bewegungstrajektorie relativ zu den Pixelzeilen ermittelt werden.

Das Computerprogramm kann in der Einheit 11 implementiert sein.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Auswertung der Ausgangssignale einer zur Aufnahme von Szenen einsetzbaren optischen Aufnahmeeinheit, die zumindest einen, gegebenenfalls zwei oder mehrere in Abstand voneinander, vorzugsweise parallel zueinander angeordnete. Zeilensensor(en) (1) aufweist, wobei jedes Pixel (2) des(r) Zeilensensor(s)(en) (1) bei jeder Feststellung einer einen vorgegebenen, insbesondere einstellbaren, Schwellwert überschreitenden Lichtintensitätsänderung ein Signal generiert und an eine digitale Verarbeitungsstufe (4) abgibt, *dadurch gekennzeichnet*,
 - dass jedem von einem Pixel (2) abgegebenen Signal, das bezüglich Lage und/oder Koordinaten des jeweiligen Pixels (2) definiert ist, ein Zeitwert bzw. Zeitstempel zugeordnet wird, der dem Einlangen des jeweiligen Signals in einem Zeitzähler (8) entspricht, und
 - dass in der Verarbeitungsstufe die mit dem Zeitstempel versehenen Signale unter Einsatz von Korrelationsverfahren, statistischen Methoden und/oder Signalverarbeitungsalgorithmen zur Auswertung und/oder Vermessung der Szeneninformationen herangezogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Zeitstempel vom aktuellen Zählerstand eines schnellen digitalen Zählers (8) abgeleitet wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass alle innerhalb einer vorgegebenen, insbesondere einstellbaren, Zählperiode des Zeitzählers von den

einzelnen Pixel (2) einlangenden Signale mit demselben Zeitstempel versehen werden, da sie als gleichzeitig generiert betrachtet werden.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Signal jedes Pixels (2) mit dem zugeordneten Zeitstempel, vor seinem Einlangen in einem Arbitr (7), zwischengespeichert wird.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass die mit gleichen Zeitstempeln versehenen Signale gleichrangig, insbesondere in derselben Zeile eines Speichers (6), insbesondere FIFO-Puffers, parallel zwischengespeichert werden und aus dieser Zeile seriell, insbesondere nach einer bestimmten, dieser Zeile des Zwischenspeichers (6) zugeordneten Reihenfolge ausgelesen werden.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Ausfilterung defekter Pixel Signale von ausgewählten bzw. vorgegebenen Pixel (2) unterdrückt bzw. ausgefiltert werden.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei Ein- oder Mehr-Zeilen-Sensoren bei hoher zeitlicher Auflösung des Zeitzählers (8), die von dem Pixel (2) abgegebenen Signale, denen zeitlich insbesondere unmittelbar aufeinander folgende Zeitstempel zugeordnet sind, auf Basis ihrer Intensitätsänderung auf ihre Zugehörigkeit zu einer Hell-Dunkel-Trennlinie eines detektierten Objektes, insbesondere einer Kante, untersucht werden.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Längsachse des(r) Zeilensensors(en) (1) in einem vorgegebenen Winkel vorzugsweise senkrecht zu der Bewegungsrichtung eines zu detektierenden Objektes ausgerichtet wird.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei Sensoren mit zwei oder mehr Zeilensensoren (1), die von den insbesondere parallel angeordneten Pixelreihen der Sensoren erhaltenen Signale in Hinblick auf die Geschwindigkeit eines Objektes basierend auf dem Abstand der einzelnen Pixelreihen und der Differenz der Zeitstempel, die den von den einzelnen Pixelreihen eintreffenden Signalen zugeordnet sind, korreliert werden.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, dass die von zumindest zwei Sensorzeilen von in einem Abstand angeordneten Zeilensensoren (1) einlangenden Signale auf gemeinsame Erscheinungsbilder bzw. Signalverläufe bzw. Signaturen untersucht werden und bei Feststellung von einander entsprechenden Erscheinungsbildern bzw. Signalverläufen bzw. Signaturen der örtliche Versatz dieser Erscheinungsbilder, Signalverläufe oder Signaturen in Längsrichtung des jeweiligen Zeilensensors (1) festgestellt und daraus ein Winkel der Bewegungsrichtung des betrachteten Objektes relativ zur Längserstreckung des(r) Zeilensensors(en) ermittelt wird.
- 40 11. Optisches Aufnahme- und Auswerteeinheit für Szenen mit zumindest einem, insbesondere zwei oder mehreren, im Abstand voneinander, vorzugsweise parallel zueinander angeordneten, Zeilensensor(en) (1), wobei jedes Pixel (2) des(r) Zeilensensors(en) (1) bei jeder Feststellung einer einen vorgegebene, insbesondere einstellbaren Schwellwert überschreitenden Lichtintensitätsänderung ein Signal generiert und an eine angeschlossene digitale Verarbeitungsstufe (4) abgibt, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, *dadurch gekennzeichnet*,
 - 45 - dass eine Arbeitsstufe (4) einen Zeitzähler (8) umfasst, der den einzelnen von den Pixel (2) einlangenden, nach Lage und/oder Koordinaten des jeweiligen Pixels (2) definierten Signalen einen dem Zeitpunkt Ihres Eintreffens entsprechenden Zeitwert bzw. Zeitstempel zuordnet,
 - 50
 - 55

- dass das mit dem Zeitstempel versehene Signal jedes Pixel (2) einem dem Zeitzähler (8) unmittelbar nachgeschalteten Zwischenspeicher (6) zugeführt ist, der von der Arbeitsstufe (4) umfasst ist und dem ein Arbiter (7) nachgeschaltet ist, und
- dass in der dem Arbiter (7) nachgeordneten Verarbeitungsstufe eine Auswertung der mit dem Zeitstempel versehenen Signale unter Einsatz von Korrelationsverfahren, statistischen Methoden und/oder Signalverarbeitungsalgorithmen erfolgt.

12. Optische Aufnahmeeinheit nach Anspruch 11, *dadurch gekennzeichnet*, dass die den Zeitzähler (8) umfassende Arbeitsstufe (4) zwischen den (die) Zeilensensor(en) (1) und die digitalen Verarbeitungsstufen (9, 10 und 13) zwischengeschaltet ist.
13. Optische Aufnahmeeinheit nach Anspruch 11 oder 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass der als FIFO-Speicher ausgebildete Zwischenspeicher (6), in dem mit gleichen Zeitstempel versehene Signale als gleichrangig bzw. zeitgleich in einer Speicherzelle parallel zwischengespeichert sind, dem(n) Zeilensensor(en) (1) nachgeschaltet ist.
14. Computerprogrammprodukt mit Programmcode-Mitteln, die auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sind, um das Verfahren nach jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 10 durchzuführen, wenn das Programmprodukt auf einem Computer ausgeführt wird.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

