



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 02 028 T2 2006.07.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 416 734 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 02 028.3

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 013 858.0

(96) Europäischer Anmeldetag: 18.06.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 06.05.2004

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 26.10.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 27.07.2006

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: H04N 7/18 (2006.01)  
G08B 13/194 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

284698 30.10.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE, GB

(73) Patentinhaber:

Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, Calif., US

(72) Erfinder:

Kakarala, Ramakrishna, Santa Clara, US; Tibbs, Kevin W., Campbell, US; Vook, Dietrich, Los Altos, US

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(54) Bezeichnung: Ereignisdetektion für Videoüberwachungssysteme unter Zuhilfenahme der Transformationsko-effizienten komprimierter Bilder

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Technikbereich der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Videoüberwachungssysteme im allgemeinen und die Erfassung von Ereignissen durch von Videoüberwachungssystemen erzeugte digitale Bilder im besonderen.

**Beschreibung des Stands der Technik**

**[0002]** Videoüberwachungssysteme, die nur dann ein Bild an eine Überwachungszentrale übertragen, wenn ein Ereignis, wie etwa das Auftauchen eines Eindringlings, eine Fehlfunktion oder ein Feuer erfaßt wird, nutzen einen Algorithmus, um festzustellen, wann ein wesentlicher Unterschied zwischen dem momentanen Bild und einer gespeicherten Referenz auftritt. Beispielsweise kann der Algorithmus die Werte der Bildpunkte des aktuellen digitalen Bilds mit den Bildpunkten des gespeicherten digitalen Referenzbilds vergleichen und ein Ereignis erfassen und melden, wenn sich die Werte der Bildpunkte zwischen dem momentanen digitalen Bild und dem gespeicherten digitalen Referenzbild wesentlich unterscheiden.

**[0003]** Üblicherweise ist die gespeicherte Referenz entweder ein zu einem früheren Zeitpunkt aufgenommenes vollständiges digitales Bild oder ein Reihe von Statistiken, die ein vorheriges digitales Bild zusammenfassen. Wird als gespeicherte Referenz ein früheres vollständiges Bild verwendet, beruht die Ereigniserfassung entweder auf Quotienten oder auf Differenzen der Werte der Bildpunkt zum momentanen Bild. Zum Beispiel wird, wie in Durucan und Ebrahimi, Change Detection and Background Extraction by Linear Algebra, Proceedings of the IEEE, Bd. 89, 10, S.1368–1381, 2001, beschrieben, das hiermit durch Bezugnahme aufgenommen ist, die Veränderung in einem momentanen Bild auf der Basis eines Vektormodels des momentanen Bilds erfaßt, der mit dem Vektormodell eines vorherigen Bilds verglichen wird. Der Nachteil bei der Speicherung eines vollständigen vorherigen Bilds (oder auch nur des Luminanzanteils eines Farbbilds) liegt darin, daß dies eine große Menge an Speicher benötigt.

**[0004]** EP 1173020 schlägt ein Bildverarbeitungssystem und ein Verfahren für ein Videoüberwachungssystem vor, das kleinste Merkmale aus komprimierten digitalen Videodaten extrahiert, wobei die kleinsten Merkmale als Inhaltsdeskriptoren codiert sind und die sicherheitsrelevanten Ereignisse aus den Inhaltsdeskriptoren erfaßt werden. Für die weitere Extraktion werden ein Demultiplexer, eine Speichereinheit, ein Memory Controller, ein Frontend-Parser, und ein Symbolprozessor verwendet.

Weiterhin werden für Rekonstruktion und Wiedergabe des Bilds ein Adressengenerator, eine umgekehrte DCT, ein Bewegungskompensator und ein Wiedergabeprozessor verwendet. Diese letzteren Bestandteile der zweiten Verarbeitungsstufe können ausgeschaltet werden, so daß die gesamte Bandbreite des Speichers und die ganze Verarbeitungspriorität für die Merkmalsextraktion in der ersten Entschlüsselungsstufe verwendet wird. Die Merkmalsextraktionseinheit führt eine dynamische Merkmalsextraktion aus. Vorstufendaten einschließlich Informationen zu Bewegungsvektoren, DCT-Koeffizienten und Umrißinformationen werden vom Symbolprozessor an die Merkmalsextraktionsseinheit weitergegeben.

**[0005]** EP 1022667 beschreibt ein Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus komprimierten Videosequenzen. Für die Extraktion der Merkmale wird durch Kontrolle des komprimierten Datenstroms die Komplexität der raum-zeitlichen Kompression ausgewertet und die Komplexität wird als Deskriptor der raum-zeitlichen Charakteristik der Videosequenz verwendet. Das Maß der Komplexität der raum-zeitlichen Kompression dient als Vergleichskriterium und kann zur absoluten Einordnung verwendet werden.

**[0006]** EP 2770724 beschreibt lediglich den Vergleich eines momentanen Videobilds und eines Referenzbilds durch Subtraktion. Das Ergebnis der Subtraktion wird dann umgewandelt, um ein umgewandeltes Bild zu erlangen, das die Unterschiede zwischen dem momentanen Bild und dem Referenzbild abbildet.

**[0007]** In anderen Videoüberwachungssystemen werden verschiedene Arten von Bildstatistiken, wie Mittelwert-, Abweichungs- und Histogrammstatistiken, als gespeicherte Referenz verwendet, um ein früher aufgenommenes Bild abzubilden. Diese Statistiken können entweder über das gesamte Bild gesammelt werden oder über eine vom Nutzer festgelegte heiße Zone, die innerhalb des Bildes einen wichtigen Bereich abdeckt, der auf Ereignisse kontrolliert wird. Ein Nachteil bei der Anwendung von Bildstatistiken liegt jedoch darin, daß Bildstatistiken häufig keine hinreichende Beschreibung der früheren Erscheinung des Schauplatzes liefern und daher entweder falschen Alarm auslösen oder keinen Alarm auslösen, wenn dies nötig wäre. Wenn sich ein Objekt im momentanen Bild im Vergleich zum vorherigen Bild bewegt hat, ist es zum Beispiel bei der Verwendung von Histogrammen nicht möglich, festzustellen, wo im momentanen Bild die Veränderung aufgetreten ist.

**[0008]** Daher wird ein Algorithmus zur Ereigniserfassung zur Verwendung in Videoüberwachungssystemen benötigt, der eine gespeicherte Referenz verwendet, die hinreichend genaue Beschreibungen liefert, um falschen Alarm zu vermeiden, und dennoch

nur wenig Speicher benötigt, um die Kosten des Systems zu verringern.

#### ABRISS DER ERFINDUNG

**[0009]** Die vorliegende Erfindung schlägt ein Bildverarbeitungssystem für die Verwendung in Videoüberwachungssystemen nach Anspruch 1 und ein Verfahren zur Erfassung von Ereignissen in einem momentanen Bild nach Anspruch 6 vor.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung schlägt ein System und ein Verfahren zur Erfassung von Ereignissen für Videoüberwachungssysteme durch die Verwendung von Transformationskoeffizienten, die ein komprimiertes vorheriges Bild abbilden, vor. Das komprimierte vorherige Bild kann zum Beispiel ein komprimiertes JPEG-Bild sein oder eine andere Art von komprimiertem Bild. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung berechnen Transformationskoeffizienten für ein momentanes digitales Bild. Die Transformationskoeffizienten des momentanen digitalen Bilds werden mit den Transformationskoeffizienten verglichen, die ein komprimiertes früheres Bild darstellen, und es wird die Feststellung getroffen, ob eine Veränderung eingetreten ist, die ausreicht, die Erfassung eines Ereignisses auszulösen.

**[0011]** In einer Ausführungsform werden ein oder mehrere Schwellwerte verwendet, um die Menge an Änderungen zu bemessen, die für die Erfassung eines Ereignisses verlangt wird. Wenn zum Beispiel der Differenzwert zwischen dem Transformationskoeffizienten des momentanen digitalen Bilds und dem Transformationskoeffizienten der gespeicherten Referenz den Differenzschwellwert überschreitet, wird ein Ereignis erfaßt. Die Transformationskoeffizienten können weiter, je nach Anwendung, nach ihrer Bedeutung gewichtet sein, um Frequenzen vertikal, horizontal oder diagonal hervorzuheben.

**[0012]** In anderen Ausführungsformen wird das momentane digitale Bild in sich nicht überschneidende Blöcke unterteilt, und die Transformationskoeffizienten werden für jeden der Blöcke berechnet. Übersteigt der Differenzwert zwischen dem Transformationskoeffizienten eines Blocks und dem Transformationskoeffizienten desselben Blocks in der gespeicherten Referenz den Differenzschwellwert dieses Blocks, wird der gesamte Block als veränderter Block gekennzeichnet. Ein Ereignis wird erfaßt, wenn die Zahl der geänderten Blöcke einen Blockschwellwert übersteigt.

**[0013]** In weiteren Ausführungsformen kann im momentanen Bild eine heiße Zone bestimmt werden. In dieser Ausführungsform werden zur Erfassung von Ereignissen nur die Transformationskoeffizienten der Blöcke in der heißen Zone mit den entsprechenden Blöcken der gespeicherten Referenz verglichen. In

anderen Ausführungsformen, können die Blöcke im gesamten Bild oder nur in der heißen Zone nach ihrer Signifikanz gewichtet werden, um die Erfassung von großen Veränderungen in weniger wichtigen Bereichen und von kleinen Veränderungen in wichtigen Bereichen zu ermöglichen. So kann zum Beispiel der Differenzschwellwert zur Entscheidung, ob eine Veränderung in einem einzelnen Block das Niveau eines Ereignisses erreicht, pro Block basierend auf der Signifikanz des Blocks dynamisch festgelegt werden.

**[0014]** In weiteren Ausführungsformen umfaßt die gespeicherte Referenz eine Kombination der Transformationskoeffizienten von zwei oder mehr früheren Bildern, um sich an schrittweise Änderungen im Inhalt des Schauplatzes anzupassen. So kann zum Beispiel die Kombination von Transformationskoeffizienten im gespeicherten Referenzbild aus einem gewichteter Mittelwert aller früheren angepaßten Referenzbilder bestehen, wobei die Gewichtung auf dem aktuellsten Bild liegt. So verlieren die älteren Bilddaten mit jedem neuen Bild an Signifikanz.

**[0015]** Vorteilhaft stellt die Verwendung von Transformationskoeffizienten eines früheren komprimierten Bildes eine hinreichende Grundlage für die Erfassung von Ereignissen bereit, ohne daß eine große Menge an Referenzdaten gespeichert werden muß. Zum Beispiel benötigt ein übliches JPEG komprimiertes Bild nur circa ein Zwanzigstel des Speichers, der zum Speichern eines vollständigen unkomprimierten Bilds nötig ist. Durch die Auswahl spezieller Blöcke und spezieller Koeffizienten kann die benötigte Speichergröße weiter verringert werden. Weiterhin schlägt die Erfindung Ausführungsformen mit anderen Merkmalen und Vorteilen zusätzlich zu oder anstatt der oben ausgeführten vor. Viele dieser Merkmale und Vorteile sind unter Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0016]** Die offenbare Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert, die wichtige beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung zeigen und die in dieser Beschreibung durch Bezugnahme aufgenommen sind, wobei:

**[0017]** [Fig. 1](#) die Übersicht eines Videoüberwachungssystems ist;

**[0018]** [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm zur Darstellung des Betriebs eines Videoüberwachungssystems ist;

**[0019]** [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm ist, das beispielhaft die Logik für die Einführung eines Algorithmus zur Ereigniserfassung zur Verwendung in einem Videoüberwachungssystem gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen darstellt;

[0020] [Fig. 4](#) ein Ablaufdiagramm zur Darstellung der beispielhaften Schritte des Verfahrens zur erfindungsgemäßen Ereigniserfassung ist;

[0021] [Fig. 5](#) ein beispielhaftes digitales Bild darstellt, das gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen zur Verarbeitung in Blöcke aufgeteilt ist;

[0022] [Fig. 6](#) die Umwandlung von Sensorwerten in Transformationskoeffizienten gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen darstellt;

[0023] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) Ablaufdiagramme sind, die beispielhafte Schritte der Ereigniserfassung darstellen, wobei gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen Blöcke eines digitalen Bildes verwendet werden.

[0024] [Fig. 8A](#)–[Fig. 8D](#) Ansichten eines Schauplatzes sind, die die Ereigniserfassung durch Verwendung von Blöcken digitaler Bilder des Schauplatzes zeigen;

[0025] [Fig. 9](#) ein beispielhaftes digitales Bild zeigt, das gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen zur Verarbeitung in Blöcke von heißen Zonen aufgeteilt ist;

[0026] [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) Ablaufdiagramme sind zur Darstellung beispielhafter Schritte der Ereigniserfassung unter Verwendung von Blöcken in heißen Zonen eines digitalen Bildes gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen;

[0027] [Fig. 11](#) ein Ablaufdiagramm ist zur Darstellung beispielhafter Schritte der Ereigniserfassung unter Verwendung von gewichteten Blöcken eines digitalen Bildes gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen;

[0028] [Fig. 12](#) ein Blockdiagramm ist, das beispielhaft die Logik für die Anpassung des Referenzbilds zur Verwendung durch den Algorithmus der erfindungsgemäßen Ereigniserfassung darstellt; und

[0029] [Fig. 13](#) ein Ablaufdiagramm ist zur Darstellung beispielhafter Schritte der Anpassung des Referenzbilds gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen;

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0030] Die zahlreichen Innovationen der vorliegenden Anmeldung werden unter besonderer Bezugnahme auf beispielhafte Ausführungsformen beschrieben. Es versteht sich jedoch, daß diese Ausführungsformen lediglich wenige Beispiele für die vielen vorteilhaften Anwendungen der Lehre geben. Allgemein begrenzen die Aussagen in der Beschreibung nicht

notwendigerweise die verschiedenen beanspruchten Erfindungen. Außerdem können manche Aussagen für einige erfindungsgemäße Merkmale gelten und für andere nicht.

[0031] Ein Videoüberwachungssystem **10** der Art, die in den erfindungsgemäßen Ausführungsformen verwendet werden kann, ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Das Videoüberwachungssystem **10** verwendet eine Videokamera **200** oder eine andere Art von bildgebendem Sensor, um die Aktivität von Zielobjekten auf einem Schauplatz **205** zu überwachen. Der bildgebende Sensor kann zum Beispiel, als Veranschaulichung und nicht als Einschränkung, eine CCTV-Kamera, ein Langwelleninfrarotsensor oder ein Panoramavideo sein. Der Schauplatz **205**, den das Videoüberwachungssystem **10** überwacht, hängt von dem Sichtfeld **210** der Videokamera **200** ab, das teilweise durch das Objektiv bestimmt wird, das die Kamera **200** einsetzt. Das Objektiv kann zum Beispiel ein Weitwinkelobjektiv sein, das ein Sichtfeld von bis zu 180 Grad erfaßt, oder ein normales Objektiv, das ein Sichtfeld von bis zu 120 Grad erfaßt. Das Sichtfeld **210** der Videokamera **200** kann auch von der Anwendung des Videoüberwachungssystems **10** abhängen. Zu diesen Anwendungen gehört zum Beispiel das Verfolgen sich bewegender Objekte drinnen und draußen, die Analyse von Wolkenbewegungen, die Überwachung des Wachstums von Getreide, die Analyse des Verkehrsflusses oder die Abwendung in der Robotertechnik.

[0032] Die Videokamera **200** erfaßt das Bild eines Schauplatzes **205** im Sichtfeld **210** der Kamera **200** und überträgt zu diesem Bild gehörende Daten **215** an eine Überwachungszentrale **250**. Die Daten **215** können zum Beispiel das gesamte Bild oder nur einen Teil des Bilds umfassen. Bilder können je nach Einsatz des Videoüberwachungssystems periodisch oder in der Videobildfrequenz aufgenommen werden. Die Videokamera **200** kann die Daten **205** bei Erfassung eines Ereignisses im momentanen Bild (z.B. bei Veränderungen im momentanen Bild im Vergleich zu einer Referenz) an die Überwachungszentrale **250** übermitteln oder es kann jedes Bild zum Zweck der Ereigniserfassung an die Überwachungszentrale **250** übermittelt werden. Die Daten **215** werden über eine Verbindung **220** zwischen der Videokamera **200** und der Überwachungszentrale **250** an die Überwachungszentrale **250** übermittelt. Die Verbindung **220** kann jedes Übertragungsmedium einschließen, wie zum Beispiel ein Koaxialkabel, eine Glasfaserverbindung, ein verdrilltes Leiterpaar, eine Luftschnittstelle, eine Satellitenverbindung oder eine direkte Schnittstelle zwischen der Videokamera **200** und der Überwachungszentrale.

[0033] Die in der Überwachungszentrale **250** eingehenden Daten **215** werden gemäß dem jeweiligen Einsatz des Videoüberwachungssystems **10** verar-

beitet. In einer Ausführungsform umfaßt die Überwachungszentrale **250** zum Beispiel einen Rechner **255**, der die Daten verarbeiten, als Reaktion auf die Daten ein Bild wiedergeben und einen auf die Daten **215** bezogenen Bericht erstellen kann. Der Rechner **255** kann ein PC, ein Server oder eine andere Art programmierbarer Verarbeitungsvorrichtung sein. Die Überwachungszentrale kann sich abhängig von dem jeweiligen Einsatz physisch in einem von der Videokamera **200** getrennten Gebäude oder in demselben Gebäude wie die Videokamera befinden. In anderen Ausführungsformen kann die Überwachungszentrale **250** aus einem Email-Alarmruf oder einem anderen Benachrichtigungsverfahren (z.B. einem Funkruf) bestehen, der von der Kamera **200** an eine bestimmte Partei übermittelt wird.

**[0034]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird nun der Betrieb eines Videoüberwachungssystems gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen dargestellt. Das Videoüberwachungssystem **10** schließt einen digitalen bilderzeugenden Sensor **20**, wie etwa einen CMOS-Sensorchip oder einen CCD-Sensorchip ein, der ein zweidimensionales Feld von in Zeilen und Reihen angeordneten Bildpunkten umfaßt. Der digitale bilderzeugende Sensor **20** kann ein Schwarzweißsensor oder ein Farbsensor sein. In letzterem Fall kann der digitale bilderzeugende Sensor **20** von einer Farbfiltermatrix (CFA) bedeckt sein, so daß jeder Bildpunkt **25** nur eine Farbe wahrnimmt. Der CFA kann zum Beispiel der verbreitete Bayer CFA sein, der in U.S. Patent Nr. 2.971.065 beschrieben ist, das hiermit unter Bezugnahme aufgenommen ist, in dem Chrominanzfarben (z. B. Rot und Blau) in ein Schachbrettmuster aus Luminanzfarben (z. B. Grün) eingestreut sind.

**[0035]** Der digitale bilderzeugende Sensor **20** liefert unverarbeitete Sensordaten **30**, die ein momentanes Bild abbilden, an ein Bildverarbeitungssystem **100**, das auf die Sensordaten **30** einen Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** anwendet, um Veränderungen im momentanen Bild zu erfassen. Ein Speichermedium **130** im Bildverarbeitungssystem **100** speichert eine Referenz **140** zum Vergleich mit dem momentanen Bild. Gemäß den erfindungsgemäßen Ausführungsformen umfaßt die Referenz **140** ausgewählte Transformationskoeffizienten eines komprimierten früheren Bilds, wie etwa ein komprimiertes JPEG-Bild oder eine andere Art von komprimiertem Bild. Die gewählten Transformationskoeffizienten können sämtliche Transformationskoeffizienten eines komprimierten Bilds oder jeden bestimmten Transformationskoeffizienten einschließen. Das Speichermedium **130** kann jede Art von rechnerlesbarem Medium sein, z.B. ein ZIP®-Laufwerk, eine Floppy Disc, ein Festplattenlaufwerk, eine CD-ROM, eine nichtflüchtige Speichervorrichtung, ein Band oder jede andere Art von Datenspeichereinrichtung.

**[0036]** Ein Prozessor (CPU) **110** steuert den Empfang der Sensorwerte **30** und die Anwendung des Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** auf die empfangenen Sensorwerte **30**, um die empfangenen Sensorwerte **30** mit der gespeicherten Referenz **140** zu vergleichen, um festzustellen, ob ein Ereignis eingetreten ist. Die CPU kann jeder Mikroprozessor oder Micro Controller sein, der dazu konfiguriert ist, den Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** zu laden und/oder anzuwenden und auf das Speichermedium **130** zuzugreifen. Bei der Erfassung eines Ereignisses überträgt weiter das Bildverarbeitungssystem **100** eine Ereignismeldung **40** an die Überwachungszentrale **250** (in [Fig. 1](#) dargestellt). Das Bildverarbeitungssystem **100** kann in der Überwachungszentrale in Fig. enthalten sein, in der Videokamera **200** in [Fig. 1](#) oder in einem Teil der Überwachungszentrale **250** und der Videokamera **200**. In einer Ausführungsform umfaßt die Ereignismeldung **40** die in [Fig. 1](#) dargestellten Daten **215**, die in die Überwachungszentrale **250** übertragen werden. In anderen Ausführungsformen schließt die Ereignismeldung **40** andere Daten ein, die das momentane Bild darstellen, wie das gesamte Bild oder ein auf das Ereignis fokussierter Teil des Bildes, ein als Reaktion auf das Ereignis erzeugter Bericht, ein Signal an das Überwachungspersonal, daß ein Ereignis eingetreten ist oder andere das Ereignis betreffende Informationen.

**[0037]** Die Funktion des Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Der Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** wird auf die vom bilderzeugenden Sensor **20** (dargestellt in [Fig. 2](#)) erzeugten Sensorwerte **30** angewendet, um zu bestimmen, ob im momentanen Bild ein Ereignis eingetreten ist. Um ein Ereignis zu erfassen, berechnet die Transformationslogik **122** unter Verwendung irgendeines trennbaren Bildtransformationsprozesses für eine komprimierte Version des momentanen Bilds die momentanen Transformationskoeffizienten **125** und stellt der Vergleichslogik **124** zum Vergleich mit den zu einem früheren Bild gehörenden aus dem Speichermedium **130** aufgerufenen gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten **145** die momentanen Transformationskoeffizienten **125** des momentanen Bilds zur Verfügung. Die zum Zweck des Vergleichs aus dem Speichermedium **130** aufgerufenen Referenztransformationskoeffizienten **145** können abhängig von der jeweiligen Anwendung jeden der in der Referenz **140** (dargestellt in [Fig. 2](#)) gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten umfassen oder nur bestimmte der in der Referenz gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten. Die Vergleichslogik **124** bestimmt, ob die Differenz zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten **125** und den Referenztransformationskoeffizienten **145** einen oder mehrere der von der Schwellenwertlogik **126** bereitgestellten Schwellenwerte **128** übersteigt und überträgt in diesem Fall eine Ereignismeldung **40**. Die Differenz zwischen den momentanen

nen Transformationskoeffizienten **125** und den Referenztransformationskoeffizienten **145** kann ein Differenzwert oder ein Differenzquotient sein. Es wird davon ausgegangen, daß im Kontext von [Fig. 3](#) und bei jeder folgenden Verwendung der Begriff „Logik“ die Hardware, Software und/oder Firmware bezeichnet, die nötig ist, um die Funktion der Logik auszuführen.

**[0038]** Der Schwellwert **128** für die Bestimmung, ob eine Veränderung im momentanen Bild signifikant genug ist, um ein Ereignis anzuzeigen, kann für alle Bilder voreingestellt sein oder auf Grundlage der Sensorwerte **30** des momentanen Bilds berechnet werden. Zum Beispiel sind bei Restlicht die Sensorwerte **30** üblicherweise niedrig und der Signal-/Rauschabstand ist niedrig, wodurch höhere Schwellwerte **128** nötig sind, um zu bestimmen, ob die Differenz zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten **125** und den Referenztransformationskoeffizienten **145** signifikant genug ist, um anzuzeigen, daß ein Ereignis eingetreten ist. Dagegen sind bei normalem oder hellem Licht die Sensorwerte **30** üblicherweise hoch und der Signal-/Rauschabstand ist hoch, wodurch niedrigere Schwellwerte **128** festgelegt werden können, um zu bestimmen, ob die Differenz zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten **125** und den Referenztransformationskoeffizienten **145** signifikant genug ist, um anzuzeigen, daß ein Ereignis eingetreten ist. Daher können die Schwellenwerte **128** in manchen Ausführungsformen während des Herstellungsprozesses, von einem Anwender des digitalen Bildsystems oder unter Verwendung einer Tabelle mit Werten für den Schwellwert auf Grundlage der Lichtbedingungen, usw. festgelegt werden. In anderen Ausführungsformen können die Schwellenwerte **128** unveränderlich oder auf Grundlage des digitalen bildzeugenden Sensor und der verwendeten CFA vorkonfiguriert sein.

**[0039]** Beispielhafte Schritte im Algorithmus zur Ereigniserfassung sind in [Fig. 4](#) dargestellt. Bei Empfang der Sensorwerte des momentanen digitalen Bilds (Schritt **300**) werden zum Vergleich mit einer auf ein früheres Bild bezogenen Referenz die einer komprimierten Version des momentanen Bilds entsprechenden Transformationskoeffizienten berechnet (Schritt **310**). Der Differenzwert zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten und den Referenztransformationskoeffizienten der gespeicherten Referenz wird berechnet (Schritt **320**), um zu bestimmen, ob im momentanen Bild im Vergleich zum früheren Bild eine Veränderung eingetreten ist.

**[0040]** Übersteigt der Differenzwert einen Differenzschwellwert (Schritt **330**), der auf Grundlage des Sensors, der Vorliebe des Anwenders oder der CFA voreingestellt sein oder sich je nach den Lichtverhältnissen des Bilds ändern kann, wird die Differenz zwischen dem momentanen Bild und dem früheren Bild

für genügend signifikant erachtet, um anzuzeigen, daß im momentanen Bild ein Ereignis eingetreten ist (Schritt **340**). Bei Erfassung eines Ereignisses kann eine Ereignismeldung übermittelt werden, um auf das Ereignis bezogene Daten oder das momentane Bild zu liefern oder das Überwachungspersonal anderweitig darüber zu informieren, daß ein Ereignis eingetreten ist (Schritt **350**). Überschreitet der Differenzwert den Differenzschwellwert nicht (Schritt **330**), wird kein Ereignis erfaßt (Schritt **360**).

**[0041]** Abhängig von der jeweiligen Anwendung des Überwachungssystems und des verwendeten Bildtransformationsprozesses könne die Sensorwerte in Blöcke oder Bereiche aufgeteilt werden, um den Transformationskoeffizienten für jeden der Blöcke zu berechnen und einen Vergleich der Transformationskoeffizienten für jeden der Blöcke durchzuführen. Ein Beispiel für ein gemäß den erfundungsgemäßen Ausführungsformen des Algorithmus zur Ereigniserfassung in Blöcke **450** eingeteiltes digitales Bild **400** ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Jeder der Blöcke **450** umfaßt einen Teil der Sensorwerte, die das digitale Bild **400** bilden. Bei der Einteilung des Bilds in Blöcke **450** kann die Ereigniserfassung auf Grundlage von Veränderungen in einem einzigen Block **450** oder von Veränderungen in einer Reihe von Blöcken erfolgen.

**[0042]** Zum Beispiel wird im Kompressionsprozeß für JPEG-Bilder ein digitales Bild **400**, das entweder ein Farbbild oder ein Graustufenbild sein kann, unterabgetastet, bevor die diskreten Kosinustransformations- (DCT-) Koeffizienten berechnet werden. Ist das digitale Bild **400** zum Beispiel ein Farbbild, werden die Sensorwerte (z.B. R-G-B) in ein Bild mit Luminanz-Chrominanz-Komponenten (Y-Cb-Cr) umgewandelt und die Chrominanzanteile werden mit dem Faktor zwei unterabgetastet, um die relative Unempfindlichkeit des menschlichen Sehsystems für Details der Chrominanz auszunutzen.

**[0043]** Nach der Farb-Raum-Transformation und der Unterabtastung werden die Luminanzwerte in sich nicht überschneidende  $8 \times 8$  Blöcke **450** unterteilt, von denen jeder vierundsechzig Luminanzwerte enthält, und die Chrominanzwerte werden in sich nicht überschneidende  $8 \times 8$  Blöcke **450** geteilt, von denen jeder vierundsechzig unterabgetastet Chrominanzwerte enthält, um die diskreten Kosinustransformations- (DCT-) Koeffizienten der einzelnen Blöcke zu berechnen. Der DCT-Prozeß bildet Daten des Bilds **400** aus dem räumlichen Bereich auf den Frequenzbereich ab. Werden zum Beispiel die diskreten Kosinustransformationskoeffizienten eines bestimmten Blocks **450** mit  $D(i,j)$  ( $i,j_1, \dots, 8$ ) bezeichnet, dann wird der Koeffizient  $D$  als DC-Koeffizient bezeichnet und die übrigen Koeffizienten werden als AC-Koeffizient bezeichnet. Der DC-Koeffizient hat Nullfrequenz in sowohl der  $i$ - als auch der  $j$ -Dimension, wogegen die AC-Koeffizient mit steigendem  $i$ - und  $j$ -

Wert eine steigende Frequenz aufweisen.

**[0044]** Dann werden die DCT-Koeffizienten des Bilds **400** quantifiziert, indem die DCT-Koeffizienten durch entsprechende Einträge in einer bekannten, feststehenden  $8 \times 8$  Quantifizierungstabelle geteilt werden und das Ergebnis gerundet wird. Wenn die Quantifizierungswerte mit  $Dq(i,j)$  bezeichnet werden, kann die Quantifizierung durch die Formel  $Dq(i,j) = \text{gerundet}[D(i,j)/Q(i,j)]$  dargestellt werden. Die resultierenden quantifizierten Werte  $Dq(i,j)$  werden unter Verwendung der im JPEG-Standard vorgeschriebenen Tabelle in binäre Werte kodiert. Für eine weiterführende Erörterung des JPEG-Standards wird auf W. Pennebaker und J. Mitchell, JPEG: Still Image Data Compression Standard, New York, Van Nostrand Reinhold, 1993 Bezug genommen, das hiermit unter Bezugnahme aufgenommen ist.

**[0045]** Ein Beispiel eines  $8 \times 8$  Blocks **450** von Luminanz-(Y-)werten **35** und der zugehörigen DCT-Koeffizienten **500** dieses  $8 \times 8$  Blocks **450** von Y-Werten **35** ist in [Fig. 6](#) dargestellt. Die kodierten DCT-Koeffizienten **500** werden unter Verwendung aller Luminanzwerte **35** im Block **450** berechnet. Der resultierende Block **450** mit kodierten DCT-Koeffizienten **500** hat so viel kodierte DCT-Koeffizienten **500** wie es ursprüngliche Luminanzwerte **35** gibt. Es wird davon ausgegangen, daß (nicht dargestellte) Blöcke mit unterabgetasteten Chrominanzwerten auf eine ähnliche Art umgewandelt werden können.

**[0046]** Zum Beispiel ergibt die diskrete Kosinustransformation eines  $8 \times 8$  Blocks **450** mit vierundsechzig Luminanzwerten **35** einen  $8 \times 8$  Block mit vierundsechzig kodierten DCT-Koeffizienten **500**. In dem  $8 \times 8$  Block der kodierten DCT-Koeffizienten **500**, sind die kodierten DCT-Koeffizienten **500** so angeordnet, daß der kodierte DCT-Koeffizient **500a** in der oberen linken Ecke der DCT-Koeffizient ist, der die durchschnittliche Intensität (Helligkeit) des  $8 \times 8$  Blocks mit Luminanzwerten darstellt. In der obersten Zeile neben dem DCT-Koeffizienten **500a** befinden sich die horizontalen Frequenzkoeffizienten des  $8 \times 8$  Blocks mit Luminanzwerten. Die horizontalen Frequenzkoeffizienten sind so angeordnet, daß der niedrigste horizontale Frequenzkoeffizient (HF1) **500b** unmittelbar räumlich an den DC-Wert **500a** angrenzt und sich der höchste horizontale Frequenzkoeffizient (HF7) **500c** in der oberen rechten Ecke des  $8 \times 8$  Blocks mit kodierten DCT-Koeffizienten befindet. In der rechten Spalte unter dem DC-Koeffizienten **500a** befinden sich die vertikalen Frequenzkoeffizienten des  $8 \times 8$  Blocks mit Luminanzwerten. Die vertikalen Frequenzkoeffizienten sind so angeordnet, daß der niedrigste vertikale Frequenzkoeffizient (VF1) **500d** unmittelbar räumlich an den DC-Koeffizient **500a** angrenzt und sich der höchste vertikale Frequenzkoeffizient (VF7) **500e** in der unteren linken Ecke des  $8 \times 8$  Blocks mit kodierten DCT-Koeffizienten befindet. Alle

übrigen Frequenzkoeffizienten in dem  $8 \times 8$  Block mit Luminanzwerten sind so in dem  $8 \times 8$  Block mit kodierten DCT-Koeffizienten angeordnet, daß der niedrigste Frequenzkoeffizient (DF1) **500f** räumlich an den DC-Koeffizienten **500a** anschließt und der höchste Frequenzkoeffizient (DFN) **500g** sich in der unteren rechten Ecke des  $8 \times 8$  Blocks mit kodierten DCT-Koeffizienten befindet. Für die Herstellung eines komprimierten Bilds wird für jeden Block mindestens einer der kodierten DCT-Koeffizienten **500** ausgewählt und gespeichert, um die Sensorwerte **30** in jedem Block **450** des ursprünglichen Bilds darzustellen.

**[0047]** In der vorliegenden Erfindung variieren die ausgewählten kodierten DCT-Koeffizienten **500** je nach Anwendung. In den meisten Anwendungen umfassen die ausgewählten kodierten DCT-Koeffizienten **500** jedoch die niedrigen Frequenzkoeffizienten (z.B. den oberen linken Teil des  $8 \times 8$  Blocks mit kodierten DCT-Koeffizienten) ohne den DC-Koeffizienten **500a**. Da Veränderungen in den Lichtverhältnissen und im Rauschen sich in den höheren Frequenzen und im DC-Koeffizient **500a** niederschlagen, zeigen Veränderungen in den höheren Frequenzkoeffizienten und im DC-Koeffizient **500a** normalerweise kein Ereignis innerhalb des Bilds an, wie etwa die Anwesenheit eines Eindringlings.

**[0048]** In einer Ausführungsform sind daher die kodierten DCT-Koeffizienten **500**, die zum Zweck des Vergleichs verwendet werden, mindestens der niedrigste vertikale Frequenzkoeffizient **500d** und der niedrigste horizontale Frequenzkoeffizient **500b** ohne den DC-Koeffizienten **500a**. In anderen Ausführungsformen können die ausgewählten kodierten DCT-Koeffizienten **500** nur die niedrigen horizontalen Frequenzkoeffizienten oder nur die niedrigen vertikalen Frequenzkoeffizienten umfassen, um nur Veränderungen in horizontaler oder vertikaler Richtung zu erfassen. Obwohl die Anzahl der zum Zweck des Vergleichs kodierten DCT-Koeffizienten **500** je nach Anwendung variieren kann, liegt bei vielen Anwendungen die Anzahl der kodierten DCT-Koeffizienten **500** zur Erhaltung von Speicherplatz bei weniger als der Hälfte der gesamten Anzahl der kodierten DCT-Koeffizienten **500**, mit dem Schwerpunkt auf den niedrigen Frequenzkoeffizienten.

**[0049]** Es sollte beachtet [werden], daß die Erfindung nicht auf die Verwendung von DCT-(JPEG-Komprimierungs-) Koeffizienten beschränkt ist. Es können auch Wavelet-Transformationskoeffizienten, wie die in der JPEG **200** Bildkomprimierung verwendeten, oder andere Transformationskoeffizienten verwendet werden. Es können zum Beispiel Fourier-Transformationskoeffizienten, Walsh-Transformationskoeffizienten, Hadamard-Transformationskoeffizienten, Haar-Transformationskoeffizienten oder Slant-Transformationskoeffizienten verwendet

werden. Jede dieser Transformationen wird in Gonzales and Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1992 erörtert, das hiermit unter Bezugnahme angenommen ist. Jedes Transformationsverfahren variiert in Bezug auf Komplexität, benötigten Speicher, Immunität gegen verschiedene Produkte und Anzahl der Koeffizienten, die benötigt werden, um zuverlässig Bewegung zu erfassen.

**[0050]** Wenden wir uns nun [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) zu, die beispielhafte Schritte der Ereigniserfassung durch Verwendung von Blöcken von Sensorwerten darstellen. Wie in [Fig. 7A](#) dargestellt werden vor Verarbeitung eines Bilds zur Ereigniserfassung die Blöcke festgelegt (Schritt 600) und die zum Zweck des Vergleichs verwendeten Transformationskoeffizienten für jeden der Blöcke ausgewählt (Schritt 605). Danach werden die Schwellwerte für die Ereigniserfassung zugewiesen (Schritt 610). Die Schwellwerte können sowohl einen Differenzschwellwert umfassen, der bestimmt, ob sich ein bestimmter Block im momentanen Bild gegenüber dem entsprechenden Block in einem früheren Referenzbild signifikant verändert hat, und ein Blockschwellwert, der die Anzahl der veränderten Blöcke bestimmt, die zur Erfassung eines Ereignisses nötig sind. Sind die Schwellenwerte zugewiesen, kann für jeden Transformationskoeffizienten eine Gewichtung bestimmt werden (Schritt 615), die zum Zweck des Vergleichs verwendet wird, um Frequenzen entweder vertikal, horizontal oder diagonal zu betonen. Danach werden die Sensorwerte eines momentanen Bilds empfangen (Schritt 620) und in geeignete Blöcke unterteilt (Schritt 625).

**[0051]** Nun bezugnehmend auf [Fig. 7B](#) werden, um ein Bild zur Ereigniserfassung zu verarbeiten, die Transformationskoeffizienten eines Blocks von Sensorwerten in einem Bild berechnet (Schritt 630). Wenn zum Beispiel  $x(k,l)$  die Werte (Luminanz oder unterabgetastete Chrominanz) bezeichnet, dann bezeichnet  $X(r,c)$  den  $(r,c)$ -ten Frequenzkoeffizienten. Bei Verwendung der JPEG Bildkomprimierung, ist der Wert  $X(0,0)$  der DC-Koeffizient, der wie oben erörtert, den durchschnittlichen Sensorwert im  $8 \times 8$  Block mißt. Die Werte  $X(0,1)$ ,  $X(1,0)$  und  $X(1,1)$  sind die niedrigsten AC-Frequenzkoeffizienten. Wie im Voranstehenden genauer erörtert sollte in vielen Anwendungen wegen der automatischen Verstärkungsregelung oder wegen durch Bewölkung sich ändernder Lichtverhältnisse usw. die Ereigniserfassung nicht zu sensibel für allgemeine Luminanzveränderungen sein. Da der DCT eines  $8 \times 8$  Blocks im DC-Koeffizienten, der auf der Frequenz  $X(0,0)$  ist, am sensibelsten für die gesamte Lichtstärke ist, sollte lichtstärkeinvariante Ereigniserfassung den DC-Koeffizienten nicht verwenden. Entsprechend sollte die Ereigniserfassung in vielen Anwendungen nicht sensibel für kleine Fluktuationen aufgrund von Störungen sein. Da störungsbedingte Fluktuationen sich in

den hohen Frequenzkoeffizienten des  $8 \times 8$  Blocks von kodierten DCT-Koeffizienten äußern, sollten daher die hohen Frequenzkoeffizienten in zuverlässigen Algorithmen zur Ereigniserfassung nicht verwendet werden.

**[0052]** Unter Verwendung dieser Richtlinien vergleicht in einer Ausführungsform ein zuverlässiger Algorithmus zur Ereigniserfassung die niederwertigen Transformationskoeffizienten mit den entsprechenden gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten des entsprechenden Blocks in einem früheren Referenzbild, um zu bestimmen, ob eine ein Ereignis anzeigende Veränderung eingetreten ist. Es wird jedoch davon ausgegangen, daß abhängig von der Anwendung jeder der Transformationskoeffizienten zum Zweck des Vergleichs ausgewählt werden kann. Durch den Vergleich der Transformationskoeffizienten kann eine Ereigniserfassung durchgeführt werden, ohne die gespeicherte Referenz zu dekomprimieren.

**[0053]** Wenn zum Beispiel  $C(r,c)$  und  $R(r,c)$  die ausgewählten Transformationskoeffizienten der jeweiligen Blöcke im momentanen respektive früheren Bild bezeichnen, kann ein Differenzwert, der einer Maßeinheit für Veränderungen entspricht, als nachstehende gewichtete Summe berechnet werden (Schritt 640):

$$D = \alpha_1|C(1,0) - R(1,0)| + \alpha_2|C(0,1) - R(0,1)| + \alpha_3|C(1,1) - R(1,1)|.$$

**[0054]** Hier sind die Koeffizienten  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  Gewichtungen, die angepaßt werden können, um Frequenzen entweder vertikal, horizontal oder diagonal zu betonen. Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  den Differenzschwellwert  $T$  (Schritt 650), ist eine signifikante Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als veränderter Block gekennzeichnet (Schritt 655). Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  nicht den Differenzschwellwert  $T$  (Schritt 650), ist keine signifikante Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als unveränderter Block gekennzeichnet (Schritt 660). Dieser Prozeß wird für jeden Block des Bilds wiederholt (Schritt 670).

**[0055]** Eine Ereigniserfassung tritt ein, wenn die Anzahl der veränderten Blöcke den Blockschwellwert (Schritte 680 und 690) übersteigt. Der Blockschwellwert kann auf Grundlage der Anwendung des Videoüberwachungssystems, der Vorliebe des Anwenders, der Art des bilderzeugenden Sensors oder der verwendeten CFA voreingestellt werden oder abhängig von den Lichtverhältnissen des Bilds auf die gleiche Weise wie der Differenzschwellwert variabel sein. Zusätzlich kann das Videoüberwachungssystem so konfiguriert werden, daß es nur dann ein Ereignis erfaßt, wenn die veränderten Blöcke, die in der Anzahl der den Schwellwert übersteigenden Blöcke enthal-

ten sind, aneinandergrenzen oder innerhalb einer vorbestimmten Anzahl von Blöcken voneinander liegen, um falsche Treffer zu verringern. Übersteigt die Anzahl der veränderten Blöcke nicht den Blockschwellwert (Schritt 680), wird kein Ereignis erfaßt und keine Ereignismeldung an die Überwachungszentrale übermittelt (Schritt 695).

**[0056]** Beispielhafte Ansichten eines Schauplatzes, welche die Ereigniserfassung unter Verwendung von Blöcken digitaler Bilder des Schauplatzes zeigen, werden in [Fig. 8A–Fig. 8D](#) dargestellt. [Fig. 8A](#) stellt das beispielhafte Referenzbild 400a eines Schauplatzes dar, für das lediglich die JPEG-komprimierten Daten gespeichert sind. [Fig. 8B](#) stellt das beispielhafte momentane Bild 400b eines Schauplatzes dar, das zum Vergleich mit den DCT-Koeffizienten des Referenzbilds in DCT-Koeffizienten komprimiert wird. [Fig. 8C](#) stellt beispielhafte veränderte Blöcke 450 da, in denen der Differenzwert den Differenzschwellwert übersteigt ( $D > T$ ), und [Fig. 8D](#) stellt die erfaßten veränderten Blöcke 450 da, abgebildet auf das momentane Bild 400b.

**[0057]** Nun bezugnehmend auf [Fig. 9](#) kann anstatt die DCT-Koeffizienten für jeden Block 450 in einem Bild 400 zu speichern und zu vergleichen, in einem Bild 400 eine heiße Zone 420 oder ein wichtiger Bereich bestimmt werden, um die für die Referenz benötigte Menge an Speicherplatz zu verringern. Im Nachstehenden bezeichnet der Begriff heiße Zone 420 den Teil eines digitalen Bilds 400, der auf Ereignisse überwacht wird. Blöcke 450 von Sensorwerten innerhalb einer heißen Zone 420 eines momentanen Bilds können zur Ereigniserfassung mit entsprechenden Blöcken in einem Referenzbild verglichen werden. Blöcke 450 von Sensorwerten außerhalb der heißen Zone 420 werden nicht verglichen oder gespeichert. Daher werden nur die Transformationskoeffizienten der Blöcke 450 innerhalb einer heißen Zone 420 zur Ereigniserfassung mit den Transformationskoeffizienten der entsprechenden Blöcke des Referenzbilds verglichen.

**[0058]** [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) stellen beispielhafter Schritte der Ereigniserfassung unter Verwendung von Blöcken in heißen Zonen eines digitalen Bilds dar. Wie in [Fig. 10A](#) dargestellt, werden vor Verarbeitung eines Bilds zur Ereigniserfassung die Blöcke innerhalb einer von einem Anwender des Videoüberwachungssystems spezifizierten heißen Zone für die Verwendung zur Ereigniserfassung in dem momentanen Bild (Schritt 700) festgelegt. Danach werden die zum Zweck des Vergleichs verwendeten Transformationskoeffizienten für jeden Block in der heißen Zone ausgewählt (Schritt 705) und die Schwellwerte für die Ereigniserfassung zugewiesen (Schritt 710). Die Schwellwerte können sowohl einen Differenzschwellwert umfassen, der bestimmt, ob ein bestimmter Block im momentanen Bild sich im Vergleich zum ent-

sprechenden Block in einem früheren Referenzbild signifikant verändert hat und einen Blockschwellwert, der die Anzahl der für die Erfassung eines Ereignisses nötigen Blöcke bestimmt. Nach Einstellung der Schwellwerte kann für jeden Transformationskoeffizienten, der zum Zweck des Vergleichs verwendet wird, eine Gewichtung bestimmt werden (Schritt 715), um die Frequenzen entweder vertikal, horizontal oder diagonal zu betonen. Danach werden die Sensorwerte eines momentanen Bilds empfangen (Schritt 720) und in geeignete Blöcke unterteilt (Schritt 725).

**[0059]** Nun bezugnehmend auf [Fig. 10](#) werden die Transformationskoeffizienten eines Blocks von Sensorwerten innerhalb der heißen Zone des momentanen Bilds, wie oben in Verbindung mit [Fig. 7B](#) erörtert, berechnet (Schritt 730), um das Bild für die Ereigniserfassung zu verarbeiten. Wurden die Transformationskoeffizienten für den Block der momentanen heißen Zone berechnet, werden die ausgewählten Transformationskoeffizienten mit den entsprechenden gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten des entsprechenden Blocks im Referenzbild verglichen, um den Differenzwert zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten und den Referenztransformationskoeffizienten zu errechnen (Schritt 735). Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  den Differenzschwellwert  $T$  (Schritt 740), ist eine ein Ereignis anzeigenende Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als veränderter Block gekennzeichnet (Schritt 745). Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  den Differenzschwellwert  $T$  nicht (Schritt 740), ist keine ein Ereignis anzeigenende Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als unveränderter Block gekennzeichnet (Schritt 750).

**[0060]** Dieser Prozeß wird für jeden Block innerhalb der heißen Zone des Bilds wiederholt (Schritt 755). Eine Ereigniserfassung tritt ein, wenn die Anzahl der veränderten Blöcke in der heißen Zone den Blockschwellwert übersteigt (Schritte 760 und 765). Übersteigt die Anzahl der geänderten Blöcke den Blockschwellwert nicht (Schritt 760) nicht, wird kein Ereignis erfaßt und es wird keine Ereignismeldung an die Überwachungszentrale übermittelt (Schritt 770).

**[0061]** Nun bezugnehmend auf die in [Fig. 11](#) dargestellten Schritte können zusätzlich zur Gewichtung bestimmter Transformationskoeffizienten, wie oben in [Fig. 7](#) und [10](#) dargestellt, Blöcke in verschiedenen Bereichen des Bilds mit unterschiedlicher Signifikanz gewichtet werden, um Bewegungserfassung durch varierte Schwellwerte zu ermöglichen, wie in [Fig. 11](#) dargestellt. Zum Beispiel können die Blöcke, die einen weniger signifikanten Bereich des Bilds abdecken so gewichtet werden, daß nur große Veränderungen zu einer Ereigniserfassung führen, und Blöcke, die wichtige Bereiche eines Bilds abdecken,

können so gewichtet werden, daß kleine Veränderungen zu einer Ereigniserfassung führen.

**[0062]** Daher wird, wie in [Fig. 11](#) dargestellt, nachdem die Sensorwerte für das momentane Bild in Blöcke unterteilt und die Blockschwellwerte und die Gewichtung der Transformationskoeffizienten, wie oben in Verbindung mit [Fig. 7A](#) und [Fig. 10A](#) dargestellt, zugewiesen sind, der Differenzschwellwert für einen momentanen Block zugewiesen (Schritt **815**), der bestimmt, ob der momentane Block im momentanen Bild sich gegenüber dem entsprechenden Block im früheren Referenzbild signifikant verändert hat. Danach kann der Transformationskoeffizient des momentanen Blocks des momentanen Bilds, wie oben in Verbindung mit [Fig. 7B](#) erörtert, berechnet werden (Schritt **820**).

**[0063]** Sind die Transformationskoeffizienten des momentanen Blocks berechnet, werden die ausgewählten Transformationskoeffizienten mit den entsprechenden gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten des entsprechenden Blocks im Referenzbild verglichen, um den Differenzwert zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten und den Referenztransformationskoeffizienten zu errechnen (Schritt **825**). Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  den für den momentanen Block zugewiesenen Differenzschwellwert  $T$  (Schritt **830**), ist eine ein Ereignis anzeigenende Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als veränderter Block gekennzeichnet (Schritt **835**). Übersteigt der gemessene Differenzwert  $D$  den für den momentanen Block zugewiesenen Differenzschwellwert  $T$  nicht (Schritt **830**), ist keine ein Ereignis anzeigenende Veränderung eingetreten und der gesamte Block wird als unveränderter Block gekennzeichnet (Schritt **840**).

**[0064]** Dieser Prozeß wird, wie oben in Verbindung mit [Fig. 10](#) erörtert, für jeden Block im Bild oder innerhalb der heißen Zone des Bilds wiederholt (Schritt **845**). Eine Ereigniserfassung tritt ein, wenn die Anzahl der veränderten Blöcke im Bild oder in der heißen Zone den Blockschwellwert übersteigt (Schritte **850** und **855**). Übersteigt die Anzahl der geänderten Blöcke den Blockschwellwert nicht (Schritt **850**) nicht, wird kein Ereignis erfaßt und es wird keine Ereignismeldung an die Überwachungszentrale übermittelt (Schritt **860**).

**[0065]** Nun bezugnehmend auf [Fig. 12](#) kann in weiteren Ausführungsformen die mit dem momentanen Bild verglichene Referenz angepaßt werden, um schrittweise Veränderungen im Inhalt des Schauplatzes wiederzuspiegeln. Um die Anpassung der Referenz zu ermöglichen, kann der Algorithmus zur Ereigniserfassung **120** weiter die durch die Transformationslogik **122** aus den Sensorwerten **30** des momentanen Bilds errechneten momentanen Transformationskoeffizienten **125** an die Kalkulationslogik bereit-

stellen, die in der Lage ist, die gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten **145a** mit den momentanen Transformationskoeffizienten **125** zu kombinieren, um neue Referenztransformationskoeffizienten **145b** zu erzeugen. Die neuen Referenztransformationskoeffizienten **145b** können zum Zweck des Vergleichs mit dem nächsten Bild zur Ereigniserfassung als Referenz **150** im Speichermedium **130** gespeichert werden.

**[0066]** Die Anpassung der gespeicherten Referenz **140** muß ausreichend langsam auftreten, um die Anpassung an sich langsam bewegende Objekte zu vermeiden, die ansonsten ein Ereignis auslösen würden. Zum Beispiel kann die Kalkulationslogik **129** die Referenztransformationskoeffizienten **145b** mit den momentanen Transformationskoeffizienten **125** wie folgt kombinieren:

$$R_{\text{neu}} = (1 - \lambda)C + \lambda R_{\text{alt}}$$

**[0067]** Die obige Kombination des gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten  $R_{\text{alt}}$  mit den momentanen Transformationskoeffizienten  $C$  für die Erzeugung eines neuen Transformationskoeffizienten  $R_{\text{neu}}$  ist ein gewichteter Mittelwert sämtlicher früherer angepaßter Bilder, wobei die Gewichtung das neueste bevorzugt. Daher verlieren die älteren Bilddaten mit jedem neuen Bild an Signifikanz.

**[0068]** Die Referenz **140** kann für alle Blöcke in einem Bild angepaßt werden oder nur für bestimmte Blöcke in einem Bild, die ein bestimmtes Kriterium erfüllen. Zum Beispiel können nur die Blöcke angepaßt werden, deren Veränderung innerhalb der Bildwiederholrate unter dem Differenzschwellwert liegt. In anderen Ausführungsformen kann die Referenz **140** auf Grundlage von durch den Anwender definierten Kriterien oder anderer Parameter unter Verwendung sämtlicher gespeicherter Referenztransformationskoeffizienten eines bestimmten Blocks oder nur von bestimmten Referenztransformationskoeffizienten angepaßt werden.

**[0069]** [Fig. 13](#) stellt beispielhafte Schritte zur Anpassung der Referenz dar, um graduellen Veränderungen des Inhalts des Schauplatzes Rechnung zu tragen. Nachdem die Transformationskoeffizienten für jeden Block berechnet sind (Schritt **900**), kann der Prozeß zur Ereigniserfassung, wie oben in Verbindung mit [Fig. 7, 10](#) und [Fig. 11](#) beschrieben, beginnen (Schritt **910**). Nach Beendigung des Prozesses zur Ereigniserfassung werden die gespeicherten Referenztransformationskoeffizienten für jeden Block mit den entsprechenden momentanen Transformationskoeffizienten des entsprechenden Blocks des momentanen Bilds kombiniert, um neue Referenztransformationskoeffizienten zu berechnen (Schritt **920**). Die neuen Referenztransformationskoeffizienten können dann für spätere Verwendung bei der Er-

eigniserfassung im nächsten digitalen Bild gespeichert werden (Schritt 930).

**[0070]** Wie Fachleute erkennen werden, können die in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen innovativen Ideen für eine Vielzahl von Anwendungen modifiziert und variiert werden. Dementsprechend ist der Umfang des patentierten Gegenstands nicht auf eine der beispielhaft erörterten Lehren beschränkt, sondern ist statt dessen durch die nachstehenden Ansprüche definiert.

### Patentansprüche

1. Bildverarbeitungssystem (**100**) zur Verwendung in einem Videoüberwachungssystem (**20**), gekennzeichnet durch:

ein Speichermedium (**130**) zum Speichern von Referenztransformationskoeffizienten (**145**), die zumindest einen Teil eines früheren Bildes wiedergeben, und

einen Prozessor (**110**) zum Empfangen von Sensorwerten (**30**), die ein momentanes Bild wiedergeben, und zum Berechnen momentaner Transformationskoeffizienten (**125**), die zumindest einen Teil des momentanen Bildes wiedergeben, wobei die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) räumlich entsprechen, der Prozessor (**110**) des weiteren zur Durchführung eines Vergleichs der momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) mit den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) und zum Erfassen eines Ereignisses in dem momentanen Bild basierend auf dem Vergleich bestimmt ist, wobei der Prozessor (**110**) dazu eingerichtet ist, den Vergleich durch Berechnen einer Differenz zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) und den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) durch Zuordnen entsprechender Gewichtungen zu zumindest einem der Referenztransformationskoeffizienten (**145**) und den entsprechenden momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) und durch Bestimmen, ob die Differenz einen Differenzschwellwert (**128**) überschreitet, durchzuführen, und wobei der Prozessor (**110**) dazu eingerichtet ist, das Ereignis zu erfassen, wenn die Differenz den Schwellwert (**128**) übersteigt.

2. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 1, wobei der Prozessor (**110**) dazu eingerichtet ist, die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) unter Verwendung eines diskreten Kosinustransformationsprozesses zu berechnen und die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) und die Referenztransformationskoeffizienten (**145**) niedrfrequente Koeffizienten der diskreten Kosinustransformationskoeffizienten sind, wobei ein DC-artiger Koeffizient der diskreten Kosinustransformationskoeffizienten ausgeschlossen ist.

3. Bildverarbeitungssystem nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der Prozessor (**110**) des weiteren dazu eingerichtet ist, das momentane Bild in Blöcke (**450**) zu unterteilen, wobei die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) für jeden der Blöcke (**450**) berechnet werden und der Vergleich zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) und den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) für jeden der Blöcke (**450**) durchgeführt wird.

4. Bildverarbeitungssystem nach Anspruch 3, wobei der Prozessor (**110**) des weiteren dazu eingerichtet ist, den Vergleich durch Markieren jedes der Blöcke (**450**), bei dem die Differenz den Differenzschwellwert (**128**) übersteigt, als einen geänderten Block durchzuführen, wobei der Prozessor (**110**) des weiteren dazu eingerichtet ist, das Ereignis zu erfassen, wenn die Zahl der geänderten Blöcke einen Blockschwellwert (**128**) übersteigt.

5. Bildverarbeitungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Prozessor (**110**) dazu eingerichtet ist, die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**), die einer heißen Zone (**420**) des momentanen digitalen Bildes entsprechen, mit den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) zu vergleichen, wobei die heiße Zone (**420**) lediglich einen Teil der Sensorwerte (**30**) des momentanen Bildes umfaßt.

6. Verfahren zum Erfassen eines Ereignisses in einem momentanen Bild, gekennzeichnet durch:  
Berechnen (**310**) momentaner Transformationskoeffizienten (**125**), die zumindest einen Teil des momentanen Bildes wiedergeben;  
Durchführen (**320** und **330**) eines Vergleichs der momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) mit Referenztransformationskoeffizienten (**145**), die zumindest einen Teil eines früheren Bildes wiedergeben, wobei die momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) räumlich entsprechen; und  
Erfassen (**340**) des Ereignisses im momentanen Bild basierend auf dem Vergleich, wobei das Durchführen des Vergleichs des weiteren umfaßt:

Berechnen (**320**) einer Differenz zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten (**125**) und den Referenztransformationskoeffizienten (**145**) durch Zuweisen entsprechender Gewichtungen zu zumindest einem der Referenztransformationskoeffizienten (**145**) und den entsprechenden momentanen Transformationskoeffizienten (**125**); und  
Bestimmen (**330**), ob die Differenz einen Differenzschwellwert (**128**) übersteigt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Berechnen (**310**) der momentanen Transformationskoeffizienten des weiteren umfaßt:

Unterteilen (**600**) des momentanen Bildes in Blöcke

(450) und

Berechnen (630) der momentanen Transformationskoeffizienten (125) für jeden der Blöcke (450), wobei der Vergleich zwischen den momentanen Transformationskoeffizienten (125) und den Referenztransformationskoeffizienten (145) für jeden der Blöcke (450) durchgeführt wird.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

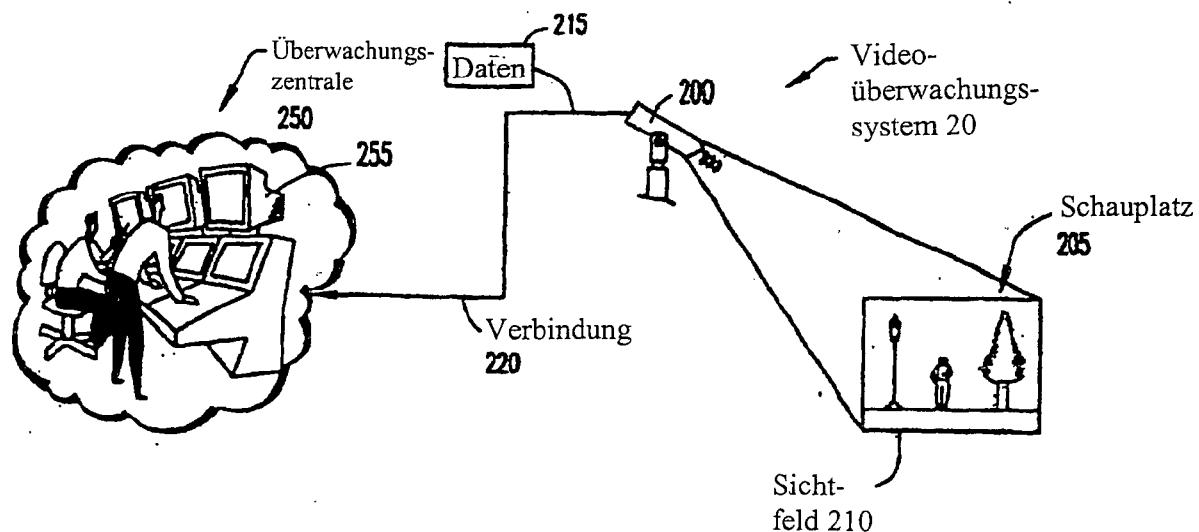


FIG. 1

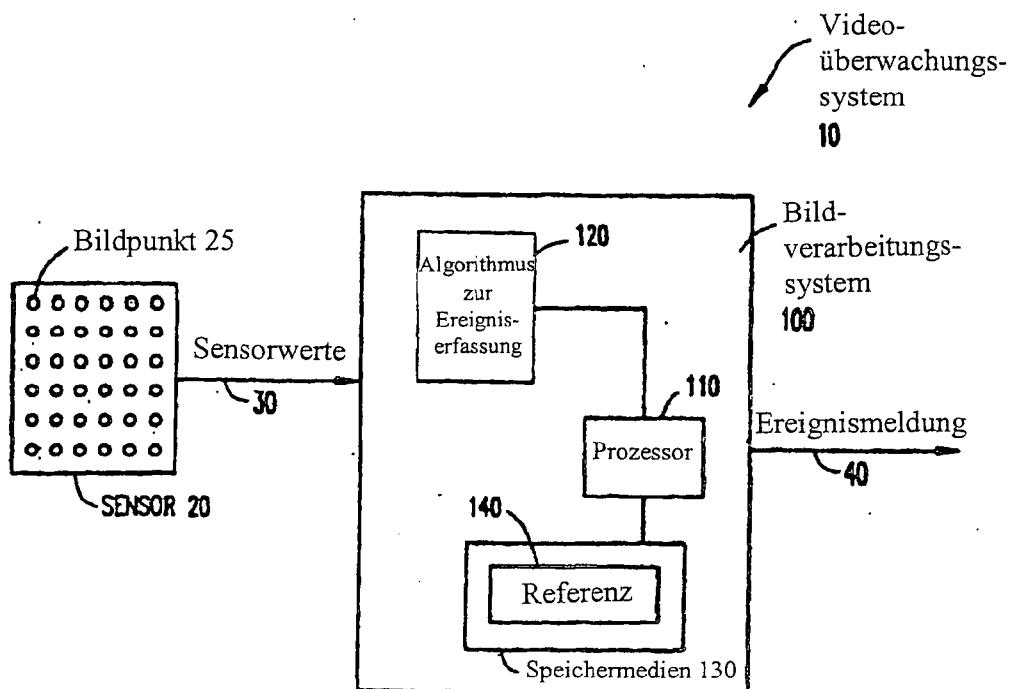
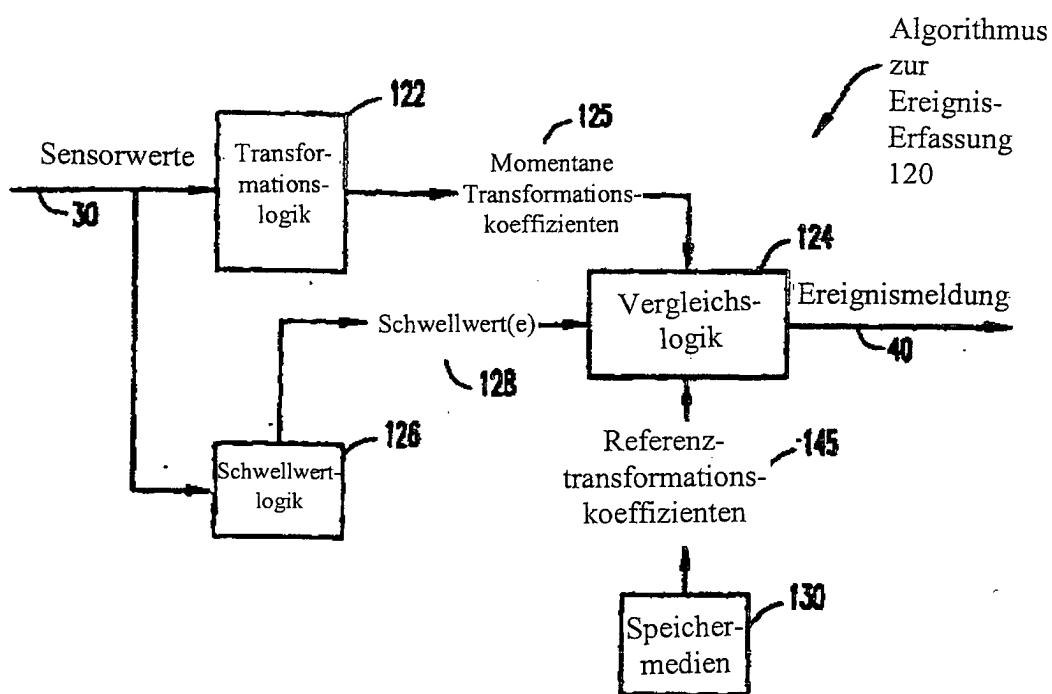
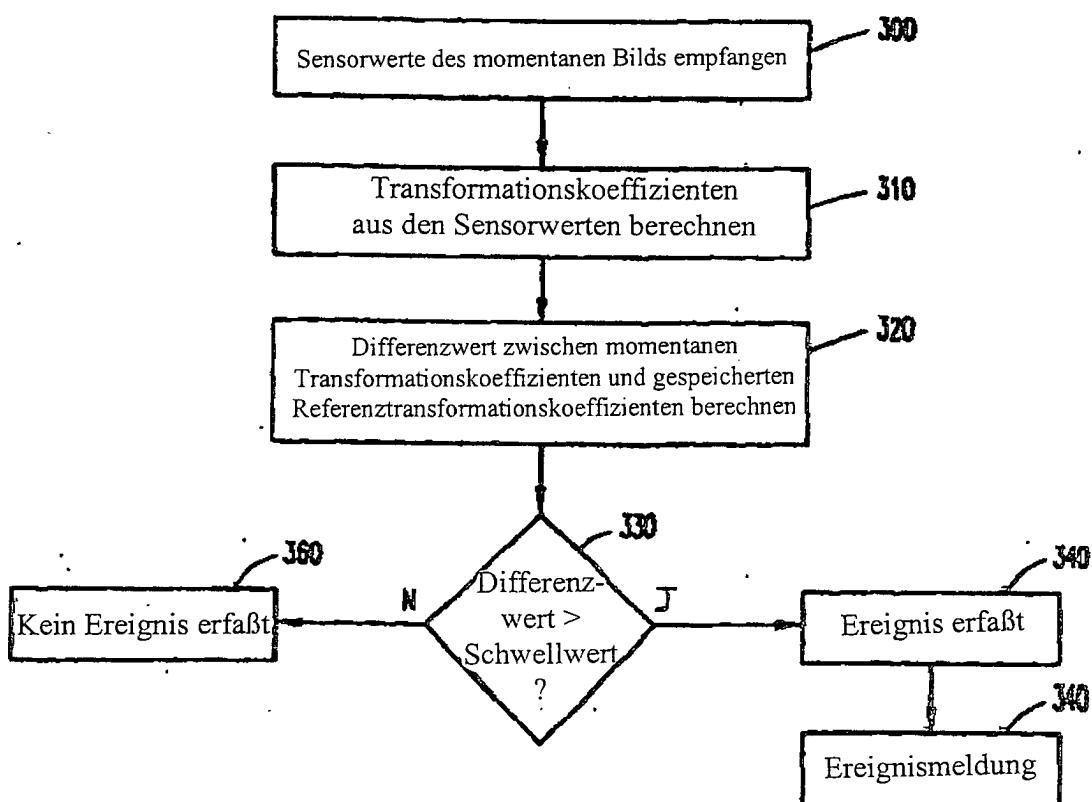
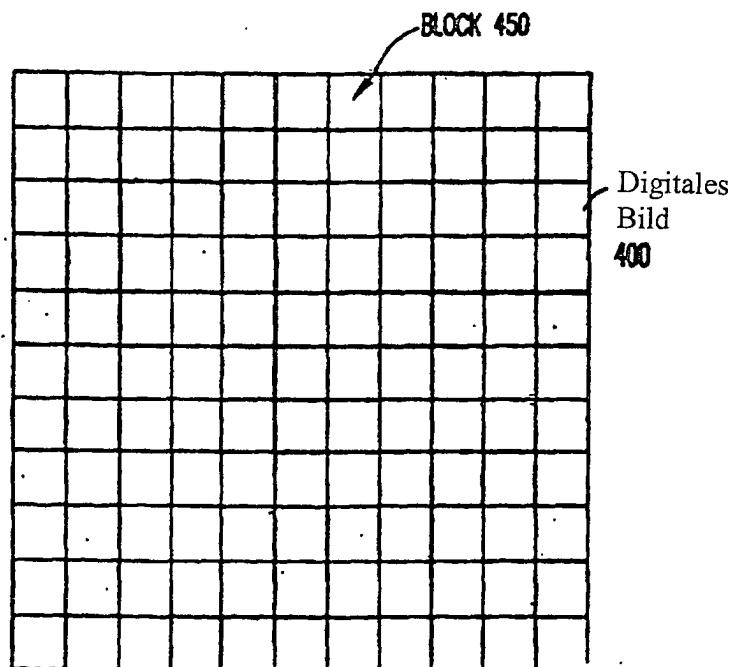
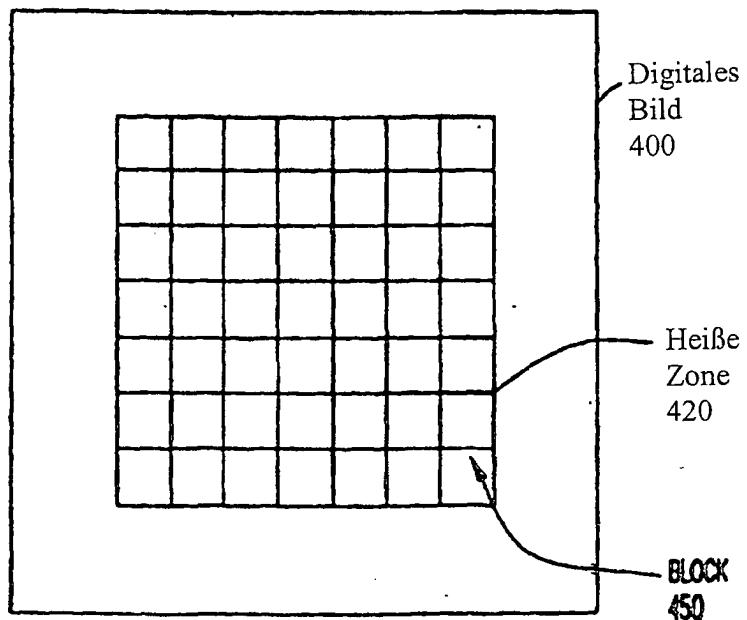


FIG. 2

**FIG. 3****FIG. 4**



*FIG. 5*



*FIG. 9*

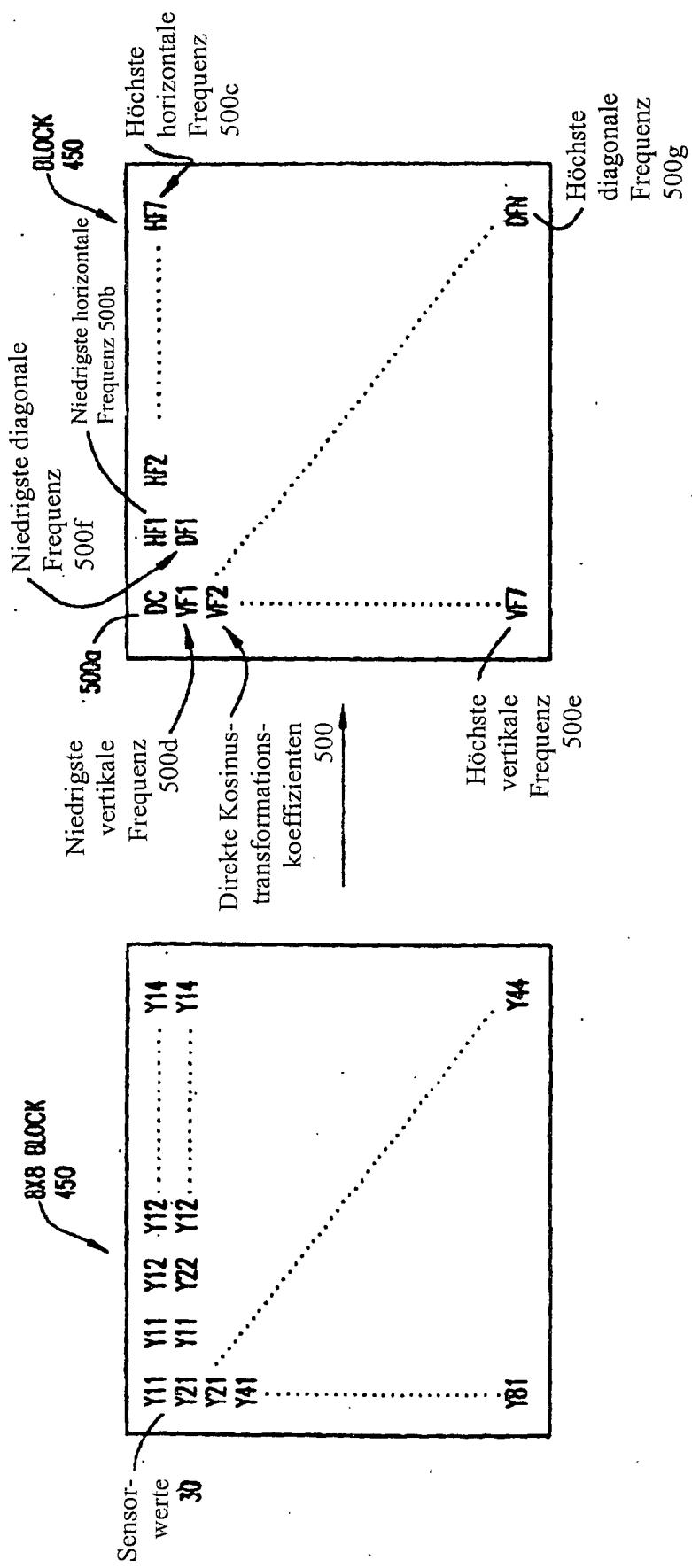
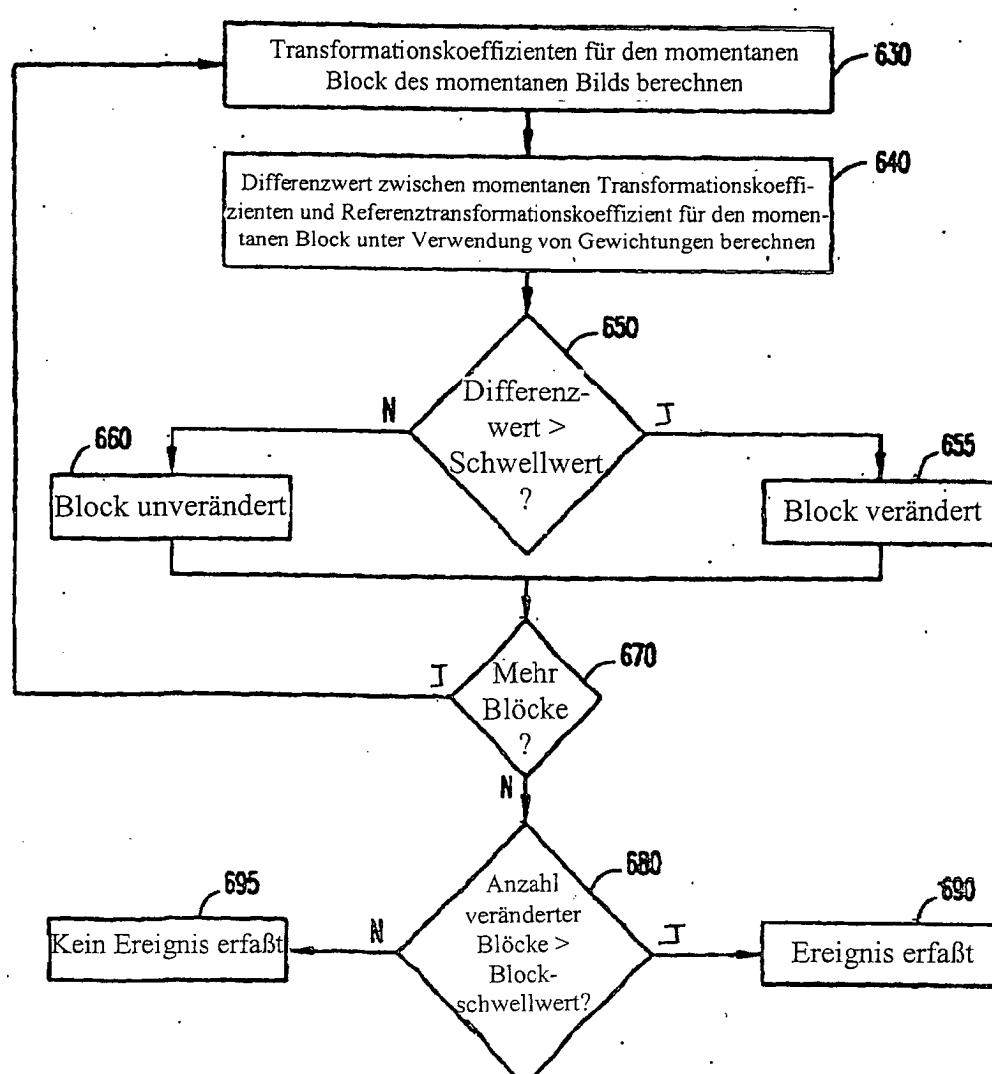
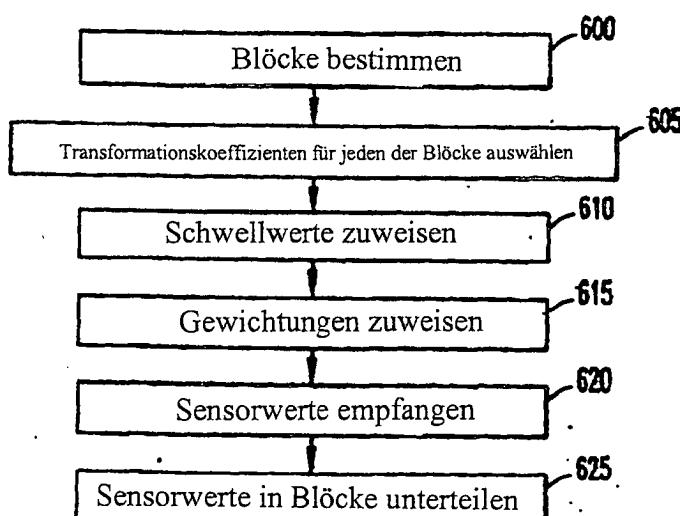
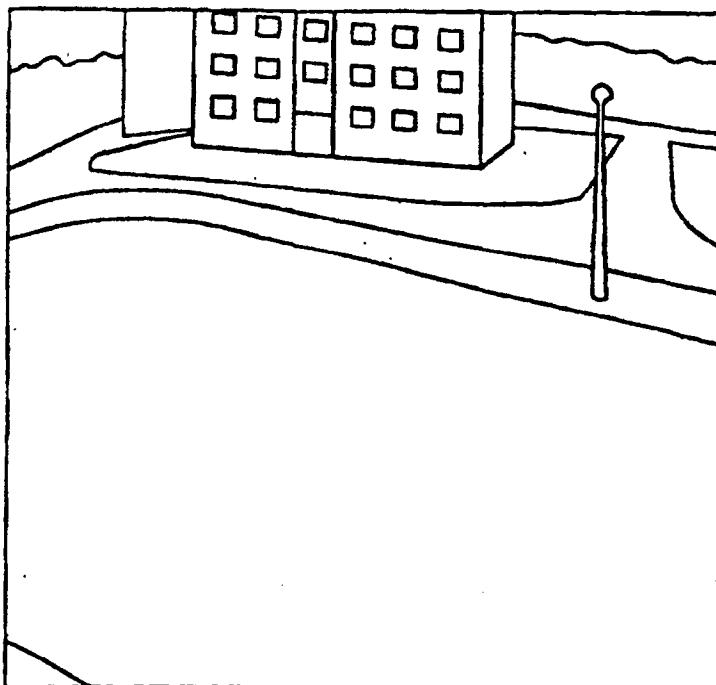


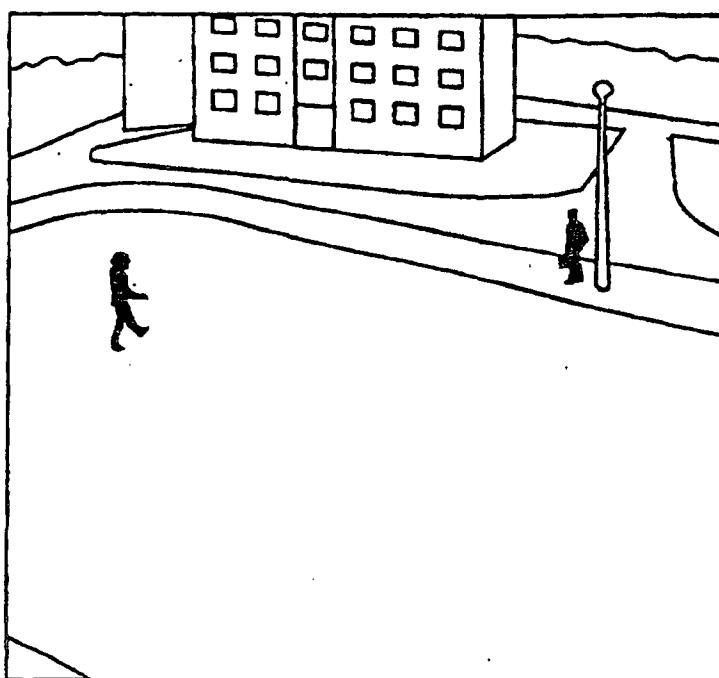
FIG. 6





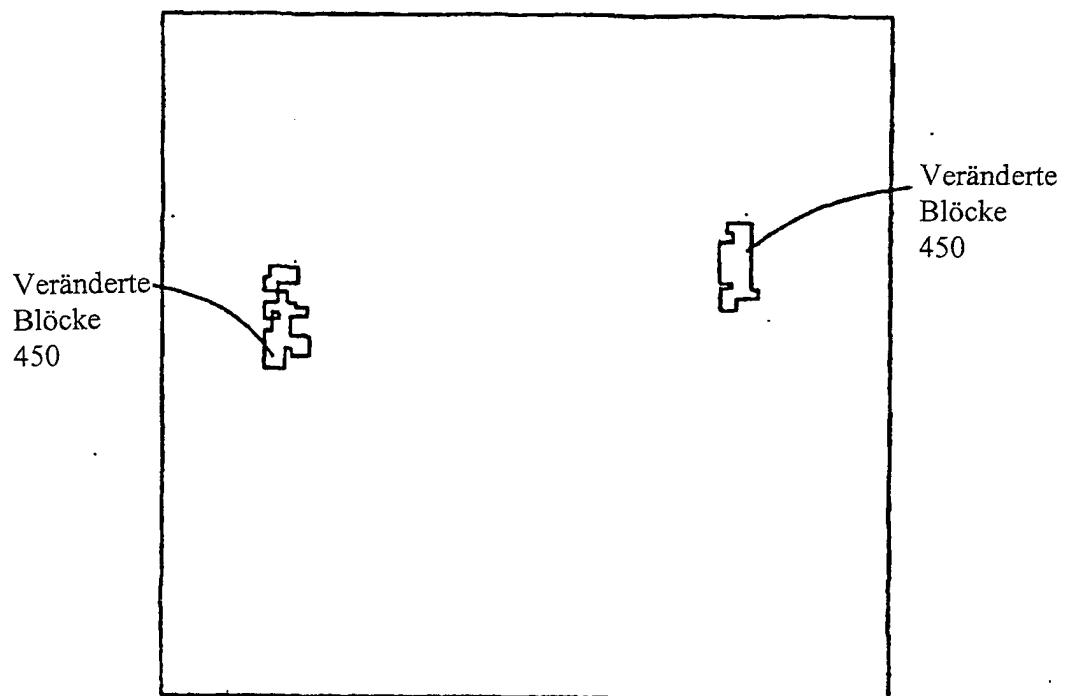
Referenz-  
Bild  
400a

*FIG. 8A*

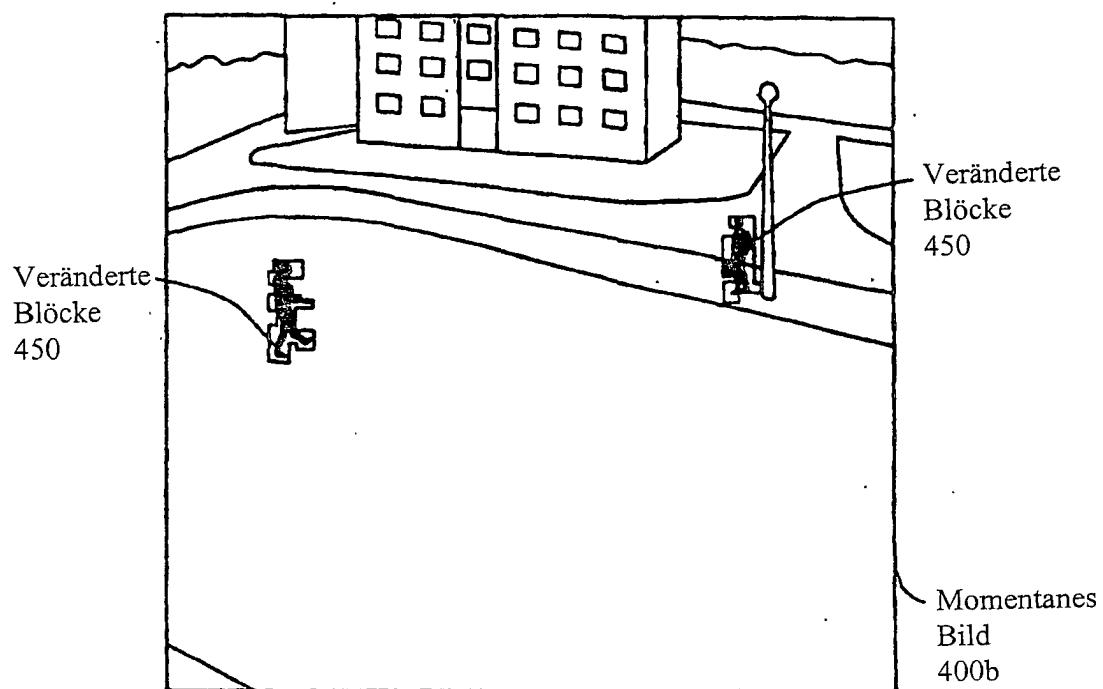


Momentanes  
Bild  
400b

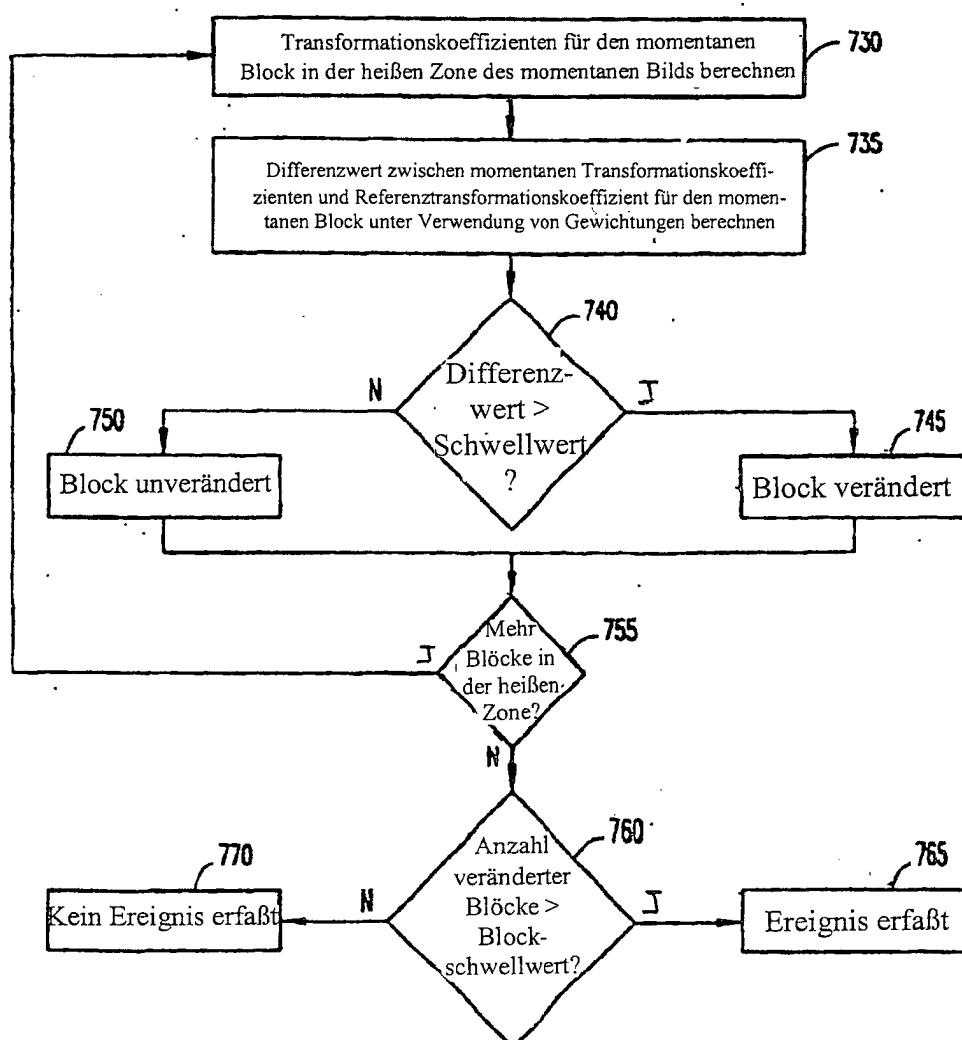
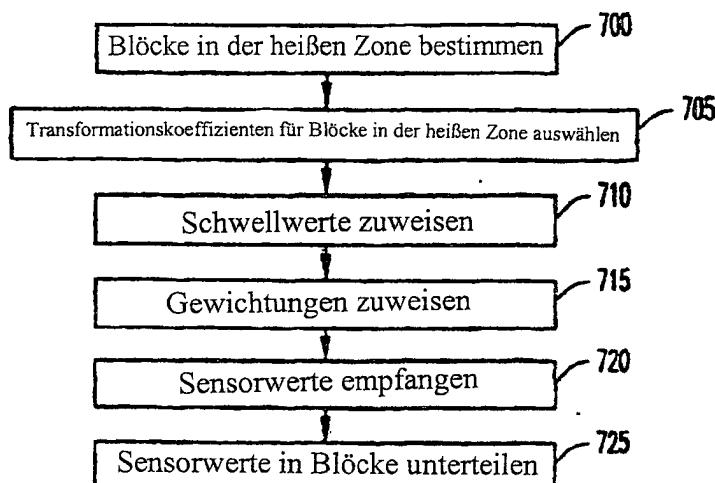
*FIG. 8B*



*FIG. 8C*



*FIG. 8D*



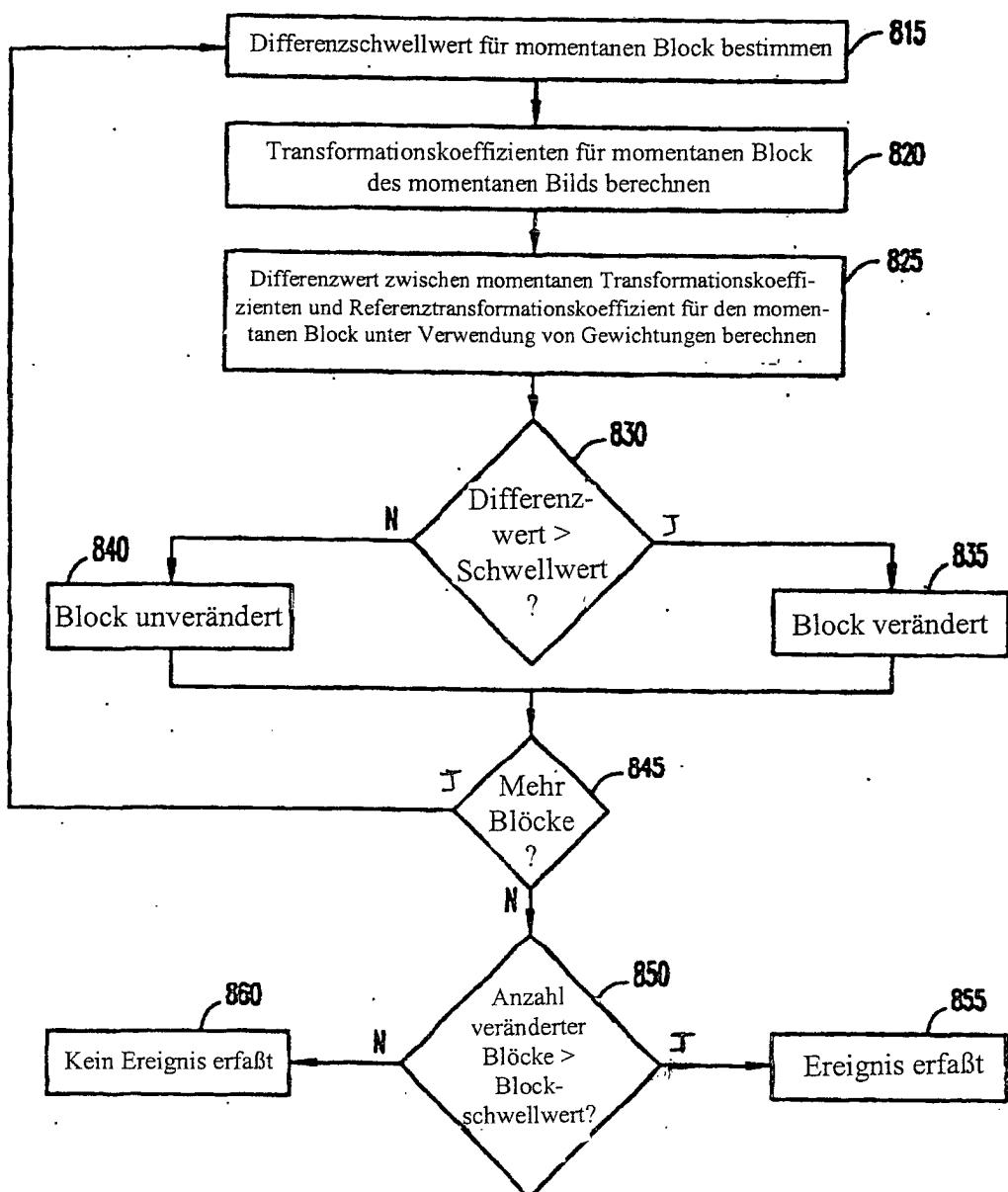
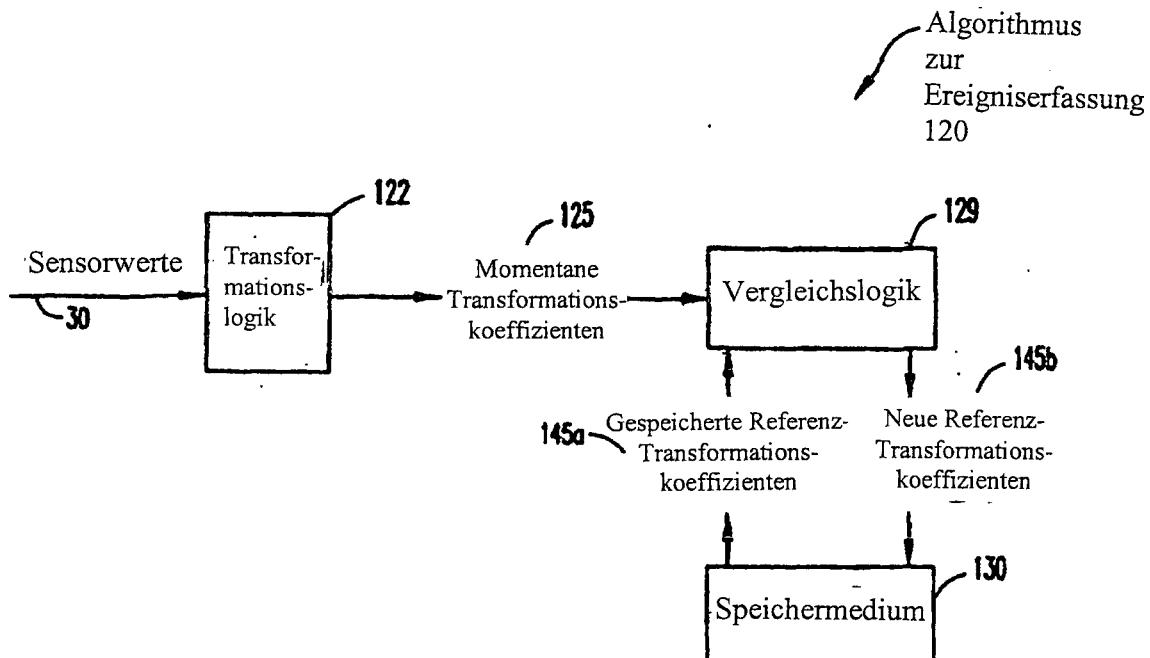
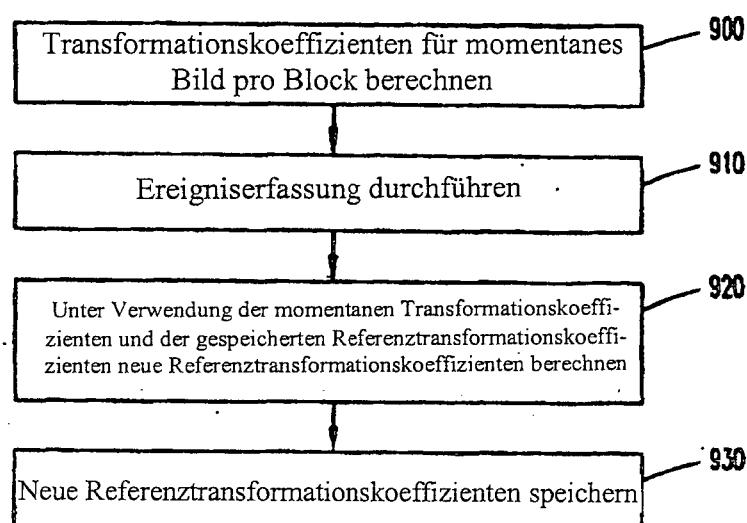


FIG. 11

**FIG. 12****FIG. 13**