



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 199 83 560 B4 2008.11.13

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: 199 83 560.8

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06T 5/50 (2006.01)**

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US99/20676

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2000/016265

(86) PCT-Anmeldetag: 10.09.1999

(87) PCT-Veröffentlichungstag: 23.03.2000

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: 09.08.2001

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13.11.2008

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**09/154,176 16.09.1998 US**

(72) Erfinder:  
**Acharya, Tinku, Tempe, Ariz., US**

(73) Patentinhaber:  
**Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 195 30 095 A1**  
**US 57 17 789 A**

(74) Vertreter:  
**ZENZ Patent- und Rechtsanwälte, 45128 Essen**

### (54) Bezeichnung: Ein allgemeines Bildverbesserungsverfahren- und system

(57) Hauptanspruch: Ein Verfahren, umfassend:

Empfangen eines Eingabebildes und filtern dieses Eingabebildes, wobei eine angenäherte Bild aus dem ursprünglichen Eingabebild gebildet wird;

Bilden eines Differenzbildes durch Subtrahieren des angenäherten Bildes von dem Eingabebild oder durch Subtrahieren des Eingabebildes von dem angenäherten Bild;

Verbessern des Differenzbildes in Übereinstimmung mit einer bekannten Bildverbesserungstechnik, wobei ein verbessertes Differenzbild gebildet wird; und

Kombinieren des verbesserten Differenzbildes mit dem angenäherten Bild, um ein verbessertes Bild zu erzeugen.



**Beschreibung****HINTERGRUND**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet der Bildverarbeitung. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die Verbesserung (enhancing) von Bildern.

**[0002]** Das Ziel der Bildverbesserung besteht darin, ein ursprüngliches Bild (wie beispielsweise eines, das durch einen Scanner oder eine Digitalkamera aufgenommen worden ist) auf eine Weise zu verarbeiten, daß das verarbeitete (das heißt angereicherte Bild) besser für eine gewünschte Anwendung geeignet ist. Im allgemeinen deckt die Bildverbesserung verschiedene Techniken zum Verbessern des visuellen Erscheinungsbildes des ursprünglichen Bildes oder möglicherweise zum Konvertieren des ursprünglichen Bildes in eine Form, die besser für eine Analyse durch den Menschen oder Maschinen geeignet ist, ab. Beispielsweise kann die Bildverbesserung verwendet werden, um Bilddetails zu verdeutlichen, die beispielsweise infolge einer Fokussierung verschwommen sind. Eine derartige Entfernung von "Rauschen" aus dem Bild ist oftmals ein ungenauer Prozeß, der zu einem versehentlichen Entfernen wichtiger Bildinformationen zusammen mit dem Rauschen führt. Jüngst wurden fortgeschrittenere Lösungen bei der Rauschentfernungsabbildung verbessert, wie beispielsweise "A New Edge-Detection Based Noise Removal Algorithm", Seriennummer 08/986,761, angemeldet am 08. Dezember 1997.

**[0003]** Aus der US 5,717,789 ist ein Verfahren zur Bildverbesserung bekannt, bei dem eine nichtlineare Extrapolation im Frequenzraum vorgenommen wird.

**[0004]** Selbst mit derartigen Entwicklungen ist die Bildverbesserung eine ungenaue Technik. Ein Haupthindernis bei der Bildverbesserung ist die Charakterisierung oder Vorhersage exakter Bilddetails und falscher Bilddetails in einem Bild. Beispielsweise kann das, was in einem Bild als Verlaufen von Farben erfaßt worden ist, ein natürlicher Übergang einer Farbe in eine andere sein. Einige Bildverbesserungstechniken arbeiten an dem vollständigen Bild in seiner ursprünglichen Form; die meisten jedoch arbeiten an einer "farbinterpolierten" Version des Bildes. Dies ist insbesondere der Fall bei digital abgetasteten oder aufgenommenen Bildern, welche in einem Bayer-Muster aufgenommen werden. Bei dem Bayer-Muster weist jeder Pixelort den Intensitätsspeicher von nur einer der drei Farbkomponenten Rot, Grün oder Blau auf. Das Bayer-Muster-Bild wird dann "farbinterpoliert", so daß die fehlenden Farbkomponenten jedes Pixels approxiiert werden, um jedem Pixel eine vollständige "Farbe" (Rot-, Grün- und Blau-Intensität) zu geben. Jedoch bringen derartige Techni-

ken oftmals Fehler oder Rauschen ein. Somit kann es sein, daß die Verbesserung eines Bildes nach der Farbinterpolation infolge der möglichen Entstellungen relativ zu dem aufgenommenen Bild keine sehr genauen Ergebnisse erbringt.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zum Durchführen einer Bildverbesserung bereitzustellen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 sowie ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

**[0007]** Offenbart wird ein Verfahren, daß das Bilden eines angenäherten Bildes aus einem ursprünglichen Eingabebild, das Bilden einer Vor-Verbesserungs-Abbildung durch Differenzbildung zwischen dem angenäherten Bild und dem Eingabebild, das Verbessern der Vor-Verbesserungs-Abbildung gemäß einer Bildverbesserungstechnik, wodurch eine verbesserte Abbildung gebildet wird, und das Kombinieren der angereicherten Abbildung mit dem angenäherten Bild zum Erzeugen eines angereicherten Bildes umfaßt.

**[0008]** Die Aufgaben, Merkmale und Vorteile des Verfahrens und der Einrichtung für die vorliegende Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung klar, in welcher:

**[0009]** [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht.

**[0010]** [Fig. 2](#) ist ein Beispiel einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0011]** [Fig. 3](#) zeigt ein ursprüngliches Eingabebild, ein angenähertes Bild und ein Differenzbild (Vor-Verbesserungs-Abbildung).

**[0012]** [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Ansicht der Erzeugung einer angereicherten Abbildung.

**[0013]** [Fig. 5](#) ist eine schematische Ansicht der Erzeugung des angereicherten Bildes.

**[0014]** [Fig. 6](#) ist ein Ablaufdiagramm, daß das System zum Erzeugen eines angereicherten Bildes aus einem Eingabebild in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung beschreibt.

**[0015]** [Fig. 7](#) ist ein Systemdiagramm eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

**[0016]** [Fig. 1](#) veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel der Erfindung. Gemäß [Fig. 1](#) empfängt ein Approximator 11 ein Eingabebild und erzeugt an seinem Ausgang eine Annäherung des Bildes. Der Approximator 11 kann in Vorwegnahme der auszuführenden

Bildverbesserung sein. Beispielsweise kann im Falle einer Rauschreduktionsbildverbesserung der Approximator **11** ein Tiefpaßfilter enthalten, daß das Eingabebild bezüglich hochfrequenter Bildinhalte, von denen das Rauschen oftmals ein primärer Anteil ist, filtert. Bei einem anderen Beispiel kann der Approximator **11** einer sein, der eine Mittelwertbildung in einem bewegten Fenster auf das Eingabebild anwendet, um eine "sanftere" (weniger abrupte) Version des Eingabebilds zu erzeugen. Der Approximator sollte so konstruiert sein, daß er eine Version des Bildes erzeugt, bei der es eine höhere Wahrscheinlichkeit gibt, daß sie visuell wichtige Bilddetails enthält, die während der Bildverbesserung nicht entstellt oder fehlinterpretiert werden sollten.

**[0017]** Mit dem so erzeugten angenäherten Bild werden das Eingabebild und das angenäherte Bild einer Differenzabbildung **13** geliefert, die die Bilder verwendet, um eine Vor-Verbesserungs-Abbildung zu bilden. Beispielsweise kann bei einem Ausführungsbeispiel die Differenzabbildung **13** einen Subtrahierer umfassen, der das angenäherte Bild (Pixel für Pixel) von dem Eingabebild subtrahiert, um die Vor-Verbesserungs-Abbildung zu bilden. Die Vor-Verbesserungs-Abbildung enthält Differenzinformationen des Eingabebildes und des angenäherten Bildes, womit beiden Bildern gemeinsame Merkmale beseitigt werden. Im Falle einer Rauschreduktionsbildverbesserung kann die Vor-Verbesserungs-Abbildung einige wahre Bildinformationen zusammen mit dem zu reduzierenden Rauschen enthalten. Der Anteil der kein Rauschen darstellenden wahren Bildinformationen, die in der Vor-Verbesserungs-Abbildung enthalten sind, wäre somit von der Effektivität des Approximators abhängig. Für einen idealen Approximator erbringt die Differenzabbildung hauptsächlich das in dem Bild vorhandene Rauschen. Da dieses Design typischerweise bekannt ist, können Designfaktoren berücksichtigt werden, wenn eine Parametrisierung durchgeführt wird (wie beispielsweise das Setzen von Schwellenwerten für Kanten, und die Rauschdiskriminierung).

**[0018]** Eine Verbesserungsmaschine **15** empfängt die Vor-Verbesserungs-Abbildung an ihrem Eingang, um die Abbildung in eine angereicherte Abbildung zu verarbeiten. Bei der Rauschreduktion beispielsweise kann angenommen werden, daß das Rauschen zufällig und fehlerverursacht ist, womit dadurch, daß Abschnitte der Rauschabbildung genommen werden und der Gradient zwischen den Gruppen von Pixeln in dem Abschnitt analysiert wird (das heißt, ob der Gradient einen bestimmten Schwellenwert überschritten hat), eine Abtrennung auftreten kann, welche Pixel als Rauschen zu betrachten sind und welche Pixel zu dem wahren Bild gehören sollten. Dieser Prozeß wird beträchtlich effektiver gemacht, da die Vor-Verbesserungs-Abbildung einen großen Teil der wahren Bildinformationen entfernt, wobei zum größten Teil Rauschen zurückgelassen wird, sofern der Approximator effektiv konstruiert ist. Somit arbeitet die Verbesserungsmaschine **15** an einem logisch reduzierten Satz von Pixeln. An solchen Pixelorten, an denen der zugehörige Intensitätswert des approximierten Bildes mit dem ursprünglichen Eingabebild übereinstimmt, zeigt die Vor-Verbesserungs-Abbildung eine Null. Beispielsweise können in einem solchen Falle diese Null-Pixel eindeutig von der Verbesserungsmaschine **15** als rauschfrei identifiziert und folglich nicht entfernt werden. Ein Schlüsselmerkmal der Erfindung ist die Anwendung einer Verbesserungstechnik nicht auf das Eingabebild, sondern auf ein vor-verarbeitetes Bild, welches im Falle der Rauschreduktion hauptsächlich Rauschinformationen und weniger Kanteninformationen enthält oder welches im Falle der Kantenverbesserung nur Kanten übrig läßt.

ten Teil Rauschen zurückgelassen wird, sofern der Approximator effektiv konstruiert ist. Somit arbeitet die Verbesserungsmaschine **15** an einem logisch reduzierten Satz von Pixeln. An solchen Pixelorten, an denen der zugehörige Intensitätswert des approximierten Bildes mit dem ursprünglichen Eingabebild übereinstimmt, zeigt die Vor-Verbesserungs-Abbildung eine Null. Beispielsweise können in einem solchen Falle diese Null-Pixel eindeutig von der Verbesserungsmaschine **15** als rauschfrei identifiziert und folglich nicht entfernt werden. Ein Schlüsselmerkmal der Erfindung ist die Anwendung einer Verbesserungstechnik nicht auf das Eingabebild, sondern auf ein vor-verarbeitetes Bild, welches im Falle der Rauschreduktion hauptsächlich Rauschinformationen und weniger Kanteninformationen enthält oder welches im Falle der Kantenverbesserung nur Kanten übrig läßt.

**[0019]** Ein Konstruktor **17** kombiniert dann das angenäherte Bild mit der angereicherten Abbildung (aus der Verbesserungsmaschine **15**), um das angereicherte Bild zu bilden. Der Konstruktor **17** kann ein Addierer sein, der das angereicherte Rausch-Abbild mit dem angenäherten Bild summiert. Wenn die Verbesserung richtig ausgeführt worden ist, bleiben die wahren Bildinformationen im Unterschied zum Rauschen des Eingabebildes in dem angenäherten Bild erhalten, wodurch ein angereichertes Bild besserer Qualität erzeugt wird, als in dem Fall, wenn die Verbesserungsmaschine direkt an dem Eingabebild selbst arbeiten würde.

**[0020]** [Fig. 2](#) ist ein Beispiel einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0021]** [Fig. 2](#) verkörpert eine Rauschreduktionsverbesserung oder -verbesserung gemäß dem in [Fig. 1](#) gezeigten System. In [Fig. 2](#) wird ein Eingabebild I an einen Approximationsmodellierer A **21** gesendet. Der Approximationsmodellierer A **21** kann eine Tiefpaßfilterung oder eine Bewegtes-Fenster-Mittelwertbildung anwenden, um bestimmte Bildinformationen zu isolieren. Das angenäherte Bild A(I), das von dem Approximationsmodellierer erzeugt worden ist, wird dann Pixel für Pixel von dem Eingabebild unter Verwendung eines Subtrahierers **23** subtrahiert. Dies ergibt ein  $\Delta$  oder Differenzbild (das als "vor-angereicherte Abbildung" bezeichnet wird). Das  $\Delta$  wird dann von dem Anreicherer **25** angereichert. Das angereicherte  $\Delta$ ,  $E(\Delta)$  (auch als "angereicherte Abbildung" bezeichnet) wird dann von dem Addierer **27** mit dem angenäherten Bild A(I) kombiniert, um das angereicherte Bild I' zu bilden. Einige Vorteile dieser Verbesserungstechnik umfassen eine potentielle Reduktion bei der Berechnung, da die Verbesserung an einer Abbildung ausgeführt wird, die viele Nullwerte enthalten kann. Obwohl diese Nullwerte berücksichtigt werden, wird die Geschwindigkeit der Berechnung erhöht, da die Bittiefe, das heißt die Anzahl der Bits, die

verwendet werden, um sich mit diesen Werten zu befassen, vom Standpunkt der Berechnung her reduziert wird. Ein anderer möglicher Vorteil ist die Verbesserung der jeweils benutzten Verbesserungstechnik in Bezug auf herkömmliche Bildverbesserungssysteme, sofern man annimmt, daß diese gleiche Technik an dem ursprünglichen Bild angewendet wird. So erbringt für eine gegebene Verbesserungstechnik die beschriebene Methodik ein verbessertes Bild infolge einer mehr optimierten Verbesserung.

[0022] [Fig. 3](#) zeigt ein ursprüngliches Eingabebild, ein angenähertes Bild und ein Differenzbild (Vor-Verbesserungs-Abbildung).

[0023] [Fig. 3](#) zeigt ein ursprüngliches Eingabebild **310**, das eingescannt, aufgenommen oder auf andere Weise synthetisch erzeugt sein kann. Das Eingabebild **310** hat verschiedene charakteristische Merkmale. Das Eingabebild **310** soll das Bild eines Hauses darstellen, und es enthält außerdem versprengeltes Rauschen in der das Haus umgebenden Umgebung. Wie man bemerkt, zeigt das Eingabebild **310** versprengeltes Rauschen, das auch in der Nähe der Kanten des Hauses in der gleichen Vektorrichtung wie diese Kanten verteilt ist. Bei einer typischen Rauschreduktionsverbesserung würde ein derartiges Rauschen schwierig in richtiger Weise von den Kanten selbst zu unterscheiden sein. Gemäß der Erfindung wird eine geglättete Version des Bildes erzeugt. Dieses "approximierte Bild" **320** zeigt noch die Hauptmerkmale des Hauses, wie beispielsweise die Kanten, und glättet die Kanten und das direkt den Kanten benachbarte Rauschen. Im Ergebnis kann das approximierte Bild **320** geringfügig verschwommen sein, das heißt, die Kantendefinition ist nicht so groß wie in dem Eingabebild **310**. Wie oben beschrieben, wird das approximierte Bild **320** Pixel für Pixel von dem Eingabebild **310** subtrahiert. Das sich daraus ergebende Resultat ist eine Vor-Verbesserungs-Abbildung (pre-enhancement map) ( $\Delta$ ), welche diejenigen Ecken und Rauschinformationen enthält, die während der Approximation eliminiert würden. Die Vor-Verbesserungs-Abbildung **330** enthält zum größten Teil Rauschen, zum großen Teil infolge der Effektivität des zum Erzeugen des angenäherten Bildes **320** durchgeführten Glättens. Bei der Vor-Verbesserungs-Abbildung **330** ist ein schwacher Umriß der Kanten des Hauses zu bemerken. Diese schwachen Kanten sind in dem approximierten Bild (im Unterschied zu dem Gesamteingabebild) nicht vorhanden.

[0024] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Ansicht der Erzeugung einer angereicherten Abbildung. Das angenäherte Bild **320**, das in [Fig. 4](#) erzeugt wurde, besteht sowohl aus Rausch- als auch schwachen Kanten-Informationen des ursprünglichen Eingabebildes **310**. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird an Stelle des Benutzens einer Verbesserung, wie beispielsweise der Rauschreduktion, für

das Eingabebild, die Verbesserungstechnik auf die Vor-Verbesserungs-Abbildung **330** angewendet, um eine angereicherte Abbildung **410** zu erzeugen. Im Ergebnis kann die Rauschbeseitigung effizienter und effektiver gemacht werden. Die angereicherte Abbildung **410**, die durch Anwenden der Rauschreduktion auf die Vor-Verbesserungs-Abbildung **330** erzeugt worden ist, zeigt die Beseitigung des größten Teils des Rauschens und die teilweise Beibehaltung der schwachen Kanten des Hauses. Es ist zu bemerken, daß das versprengelte Rauschen, daß den Kanten des Hauses unmittelbar benachbart war, entfernt worden ist.

[0025] [Fig. 5](#) ist eine bildliche Darstellung der Erzeugung des angereicherten Bildes.

[0026] Das angenäherte Bild **320** wird zu der angereicherten Abbildung **410** addiert, um das angereicherte Bild **510** zu erzeugen. Das angereicherte Bild **510** zeigt schärfere Kantenmerkmale und eine merkliche Reduktion des Rauschpegels. Besonders anzumerken ist die Verringerung des Rauschens entlang der Kantenmerkmale des Hauses. Das angereicherte Bild **510** ist eine Pixel für Pixel vorgenommene Summierung der Intensitätswerte der angereicherten Abbildung **410** und des angenäherten Bildes **320**.

[0027] [Fig. 6](#) ist ein Ablaufdiagramm, das das System zum Erzeugen des angereicherten Bildes aus einem Eingabebild gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung beschreibt. Im Block **61** wird ein angenähertes Bild eines Eingabebildes in Übereinstimmung mit einem bestimmten Annäherungsmodell gebildet. Da eine Zwei-Stufen-Lösung verwendet wird (das heißt ein Annäherungsschritt und ein Verbesserungsschritt), führt ein ungenau modellierter Annäherungsblock üblicherweise zu einem eng oder genau modellierten Verbesserungsblock und umgekehrt. Zum Zwecke der Rauschreduktion beispielsweise ist es wünschenswert, das Annäherungsmodell oder Approximationsmodell so zu konstruieren, daß ein minimales Rauschen in dem angenäherten Bild zurückbleibt, da grundsätzlich keine Verbesserung in dem angenäherten Bild durchgeführt wird.

[0028] Im Block **63** wird ein Differenzbild durch eine Subtraktion des angenäherten Bildes von dem Eingabebild erzeugt. Da die Erzeugung einer Vor-Verbesserungs-Abbildung gemeinsame Bildmerkmale beseitigt, brauchen weniger Informationen in dem Verbesserungsprozeß analysiert zu werden.

[0029] So wird im Block **65** die Vor-Verbesserungs-Abbildung dann angereichert. Um diese für den Differenzprozeß verlorenen Bildinformationen wieder herzustellen, wird das angenäherte Bild mit der angereicherten Abbildung kombiniert, um ein angereichertes Bild des Eingabebildes zu erzeugen (Block **67**).

[0030] **Fig. 7** ist eine Systemdarstellung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0031] **Fig. 7** veranschaulicht ein Computersystem **710**, welches irgendeine Mehrzweck- oder spezielle Datenverarbeitungsmaschine, wie beispielsweise ein PC (Personalcomputer), sein kann, die mit einer Kamera **730** gekoppelt ist. Die Kamera **730** kann eine Digitalkamera, eine digitale Videokamera oder irgendeine Bildaufnahmeeinrichtung oder ein Bildverarbeitungssystem sein und wird benutzt, um ein Sensorabbildung eines Objekts oder einer Szene **740** aufzunehmen. Im wesentlichen werden die aufgenommenen Bilder von einer Bildverarbeitungsschaltung **732** komprimiert und verarbeitet, so daß sie effizient in einer Bildspeichereinheit **734**, welche ein RAM oder eine andere Speichereinrichtung, wie beispielsweise eine Festplatte, eine Speicherplatte, etc., sein kann, gespeichert werden können. Bei den meisten Digitalkameras werden aus dem Bildaufnahmemechanismus, wie beispielsweise einem Sensor, gewonnene Rohbilder zunächst auf der Kamera **730** gespeichert und später heruntergeladen, um ausgegeben, angezeigt oder bearbeitet zu werden. Dies gestattet der Kamera **730**, ein nächstes Objekt schnell ohne zusätzliche Verzögerung aufzunehmen. Eine geeignete Rohbilddarstellung ist das Bayer-Muster, bei welchem jedes Pixel einen von drei (R, G oder B) Werten aufweist.

[0032] Bei einem Ausführungsbeispiel wird ein Bild von der Kamera **730** als Roh-Bayer-Muster aufgenommen und dann in irgendein anderes Format komprimiert. Die Bildverbesserung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung arbeitet wie folgt. Zunächst wird das komprimierte Bild aus der Kamera **730** über den I/O-Port **717** auf eine Platte **718** oder eine andere Einrichtung des Computersystems **710** heruntergeladen. Das komprimierte Bild wird auf dem Computersystem **710** dekomprimiert. Dann führt das Computersystem eine Bildverbesserung an dem wiederhergestellten Bayer-Muster-Bild vor irgendeiner Farbinterpolation durch, indem Befehle gemäß dem System bei den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung ausgeführt werden.

[0033] Die bei den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung beschriebene Methodik kann unter Verwendung eines Prozessors **712**, wie beispielsweise des Pentium™ (eines Produkts der Intel Corporation), und eines Speichers **711**, wie beispielsweise eines RAM, welcher verwendet wird, um Befehle, Adressen und Ergebnisdaten zu speichern/zuladen, ausgeführt werden kann. Die zum Ausführen der Rauschbeseitigung an dem CFA(color filter array)-Bild verwendete Anwendung kann ein ausführbares Modul sein, das aus einem in einer Sprache, wie beispielsweise C++, geschriebenen Quellcode kompiliert wurde. Die Befehle dieses ausführbaren Moduls, welche Befehlen entsprechen, welche die

Verbesserung von Bildern durch Anwenden einer ausgewählten Verbesserungstechnik auf eine Differenzabbildung an Stelle des ursprünglichen vollständigen Bildes unterstützen, können auf einer Platte **718** oder in einem Speicher **711** gespeichert werden und können somit über irgendein computerlesbares Medium geladen werden. Es ist einem Fachmann auf dem Gebiet der Computertechnik sofort klar, wie eine bestimmte Maschine zum Ausführen der in den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung beschriebenen Interpolationsmethodik zu programmieren ist.

[0034] Das Computersystem **710** weist einen Systembus **713** auf, welcher die Informationsübertragung zum/aus dem Prozessor **712** ermöglicht, und einen Speicher **711** und darüber hinaus eine Brücke **714**, welche den Systembus **713** mit einem I/O-Bus **715** koppelt. Der I/O-Bus **715** verbindet verschiedene I/O-Einrichtungen, wie beispielsweise einen Anzeigeadapter **716**, eine Platte **718** und einen I/O-Port, wie beispielsweise einen seriellen Port. Viele derartige Kombinationen von I/O-Einrichtungen, Bussen und Brücken können mit der Erfindung benutzt werden, und die gezeigte Kombination ist bloß für eine derartige mögliche Kombination veranschaulichend.

[0035] Wenn ein Bild, wie beispielsweise ein Bild des Objekts/der Szene **740**, aufgenommen wird, wird das Bild als R-, G- und B-Pixel in beispielsweise das Bayer-Muster abgetastet. Diese Pixelwerte werden zu der Bildverarbeitungsschaltung **732** gesendet. Die Bildverarbeitungsschaltung **732** besteht aus ICs und anderen Bauelementen, welche neben weiteren Funktionen ein Bildkompressionsschema ausführen, um die Größe der Übertragung zwischen der Kamera **730** und dem Computersystem **710** zu reduzieren. Wenn der Benutzer oder eine Anwendung ein Herunterladen von Bildern wünscht/anfordert, werden die in der Bildspeichereinheit gespeicherten komprimierten Bilder aus der Bildspeichereinheit **734** zu dem I/O-Port **717** übertragen. Der I/O-Port **717** verwendet die gezeigte Bus-Brücken-Hierarchie (I/O-Bus **715** zur Brücke **714** zum Systembus **713**), um die Bilddaten vorübergehend in dem Speicher **711** oder optional auf Platte **718** zu speichern. Die komprimierten Bilder werden durch geeignete Anwendungssoftware (oder spezielle Hardware) dekomprimiert, wobei der Prozessor **712** benutzt werden kann, um dies auszuführen. Die dekomprimierten Bilddaten werden als Bayer-Muster-Bilddaten wiederhergestellt, die ähnlich oder identisch den Bilddaten sind, wie sie von dem Sensor der Kamera **730** aufgenommen worden sind.

[0036] Das heruntergeladene Bild wird, sobald es dekomprimiert ist, Pixel in ihrer rohen Form mit einer Farbkomponente pro Pixel aufweisen. Sofern es gewünscht wird, daß ein rauschfreies oder anderweitig angereichertes Bild auf dem Monitor **720** ausgegeben

ben wird, so sollte dann diese Rauschbeseitigungs-technik oder Bildverbesserung gemäß den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung ausgeführt werden, bevor die vollständigen Farbpixel über eine Farbinterpolation gebildet werden, und es sollte das Differenzverbesserungssystem, das oben beschrieben wurde, benutzt werden. Das heruntergeladene und dekomprimierte Bild wird durch eine der oben beschriebenen Techniken angereichert, und so mit wird das Bild in ein angereichertes Bild transformiert. Der Datensatz des angereicherten Bildes kann im Speicher 711 oder auf Platte 718 zur weiteren Verarbeitung gespeichert werden. Sobald die Verbesserung durchgängig ausgeführt ist, kann der Datensatz durch den Farbinterpolationsprozeß verarbeitet werden, und sofern gewünscht, das ursprüngliche (wiederhergestellte) Bild verworfen werden. Das bildlich angereicherte und dann farbinterpolierte wiedergegebene Bild 750 wird mit besseren Details (zum Beispiel schärferen Kanten und weniger Rauschen), sofern adäquate Anzeigeeinrichtungen (Monitor 720 und Adapter 716) gegeben sind, wiedergegeben und wird somit das ursprüngliche Objekt/die ursprüngliche Szene 740 besser annähern. Das angereicherte und farbinterpolierte Bild kann auf der Platte 718, in dem Speicher 711 gespeichert werden und/oder direkt zum Monitor 720 ausgegeben werden, nachdem es über den Anzeigeadapter 716 wiedergegeben worden ist.

**[0037]** Der Computerprogrammcode für die Bildverbesserung kann auf einem entnehmbaren computerlesbaren Medium, wie beispielsweise einer Diskette oder einer CDROM, enthalten sein und kann Software begleiten, die die Dekompression der aus der Kamera 730 heruntergeladenen Bilder ausführt. Wie auch beliebige andere Software kann er über ein Netzwerk an Kommunikationssystemen heruntergeladen/verteilt werden oder kann in Firmware erhältlich sein. Diese heruntergeladenen Bilder können so angereichert werden, daß die Bilder das Objekt/die Szene 740 an den Benutzer visuell genauer präsentieren. Solche Bildverbesserungstechniken können alternativ auch in Hardware auf der Kamera 730 selbst implementiert werden.

**[0038]** Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die Bildverarbeitungsschaltung 732 so angepaßt sein, daß sie eine Schaltung zum Ausführen einer Rauschbeseitigung oder einer anderen Bildverbesserung auf der Kamera ausführt, so daß das in der Bildspeichereinheit 734 gespeicherte Bild ein angereichertes Bild ist. Bei einem solchen Ausführungsbeispiel kann das Bild an irgendeiner Stufe der Bildverarbeitung angereichert werden. Bei einem solchen Hardware-Ausführungsbeispiel kann jedes angereicherte Bildpixel, wenn es bestimmt worden ist, direkt zurück in die Bildspeichereinheit 734 oder einen anderen Speichermechanismus geschrieben werden. Ferner kann die angenäherte Abbil-

dung, die Vor-Verbesserungs-Abbildung oder andere derartige Zwischenergebnisdaten ebenfalls die Bildspeichereinheit 730 benutzen. Die oben beschriebenen Verfahren zum Anreichern von Bildern sind in der Lage, in VLSI (Very Large Scale Integration) oder anderen integrierten Schaltungen implementiert zu werden. Das Bildverbesserungssystem, das in den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung präsentiert wurde, hat den Vorteil der potentiellen direkten Hardwareimplementierung, da im Unterschied zu herkömmlichen angereicherten Techniken es so konstruiert ist, daß es auf ein Bayer-Muster-Rohbild anwendbar ist. Das Bildverbesserungssystem kann darüber hinaus nach der Farbinterpolation ausgeführt werden, sofern dies gewünscht wird. Eine beliebige Anzahl von Bildverbesserungstechniken, wie beispielsweise die Artifikatreduktion, Kantenschärfung, Farbverlaufsreduktion usw., kann das bei der Erfindung erörterte System benutzen, so daß diese Techniken, in welcher Form sie auch immer benutzt werden, effektiver arbeiten als bei herkömmlicher Bildverbesserung.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren, umfassend:  
Empfangen eines Eingabebildes und filtern dieses Eingabebildes, wobei eine angenähertes Bild aus dem ursprünglichen Eingabebild gebildet wird;  
Bilden eines Differenzbildes durch Subtrahieren des angenäherten Bildes von dem Eingabebild oder durch Subtrahieren des Eingabebildes von dem angenäherten Bild;  
Verbessern des Differenzbildes in Übereinstimmung mit einer bekannten Bildverbesserungstechnik, wobei ein verbessertes Differenzbild gebildet wird; und  
Kombinieren des verbesserten Differenzbildes mit dem angenäherten Bild, um ein verbessertes Bild zu erzeugen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bilden des angenäherten Bildes eine Tiefpaßfilterung des Eingabebildes umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bilden des angenäherten Bildes eine Mittelung von Abschnitten des Eingabebildes in der Art und Weise eines sich bewegenden Fensters umfaßt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Kombinieren das Addieren des verbesserten Differenzbildes zu dem angenäherten Bild umfaßt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Verbesserung eine Rauschbeseitigung umfaßt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Verbesserung eine Kantenschärfung umfaßt.
7. Ein System, aufweisend:

einen Approximierer, der so konfiguriert ist, daß er ein angenähertes Bild eines Eingabebildes erzeugt; ein Differenzierungsabbildungsmodul, das mit dem Approximierer gekoppelt ist, wobei das Differenzierungsabbildungsmodul so konfiguriert ist, daß es ein Differenzbild aus dem Eingabebild und dem angenäherten Bild durch Subtrahieren des angenäherten Bildes von dem Eingabebild oder durch Subtrahieren des Eingabebildes von dem angenäherten Bild erzeugt;

ein mit dem Differenzierungsabbildungsmodul gekoppeltes Verbesserungsmodul, das so konfiguriert ist, daß es das Differenzbild verbessert und eine verbessertes Differenzbild daraus bildet; und einen mit dem Verbesserungsmodul gekoppelten Konstruierer, der so konfiguriert ist, dass er das verbesserte Differenzbild mit dem Eingabebild kombiniert und eine verbesserte Version des Eingabebildes ausgibt.

8. System nach Anspruch 8, wobei der Approximierer eine Tiefpaßfilterung ist.

9. System nach Anspruch 7, wobei der Approximierer so konfiguriert ist, daß er eine Mittelwertbildung innerhalb eines sich bewegenden Fensters auf das Eingabebild anwendet.

10. System nach Anspruch 7, wobei der Konstruierer ein Addierer ist.

11. System nach Anspruch 7, wobei das Verbesserungsmodul eine Rauschbeseitigung zur Verfügung stellt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

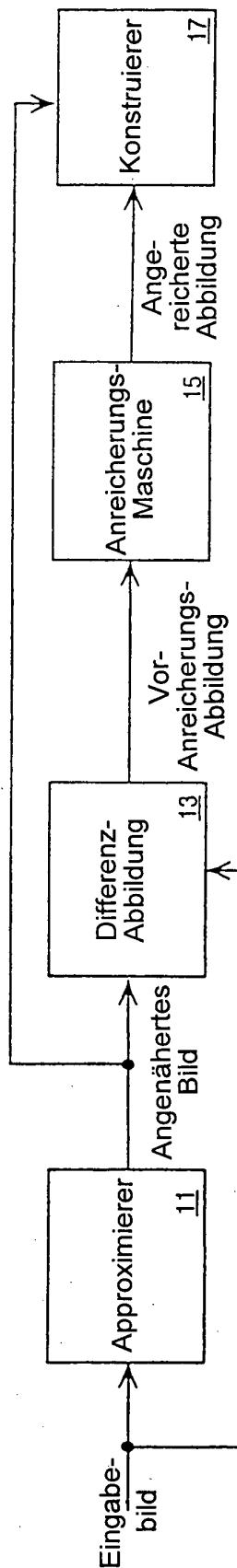


Fig. 1

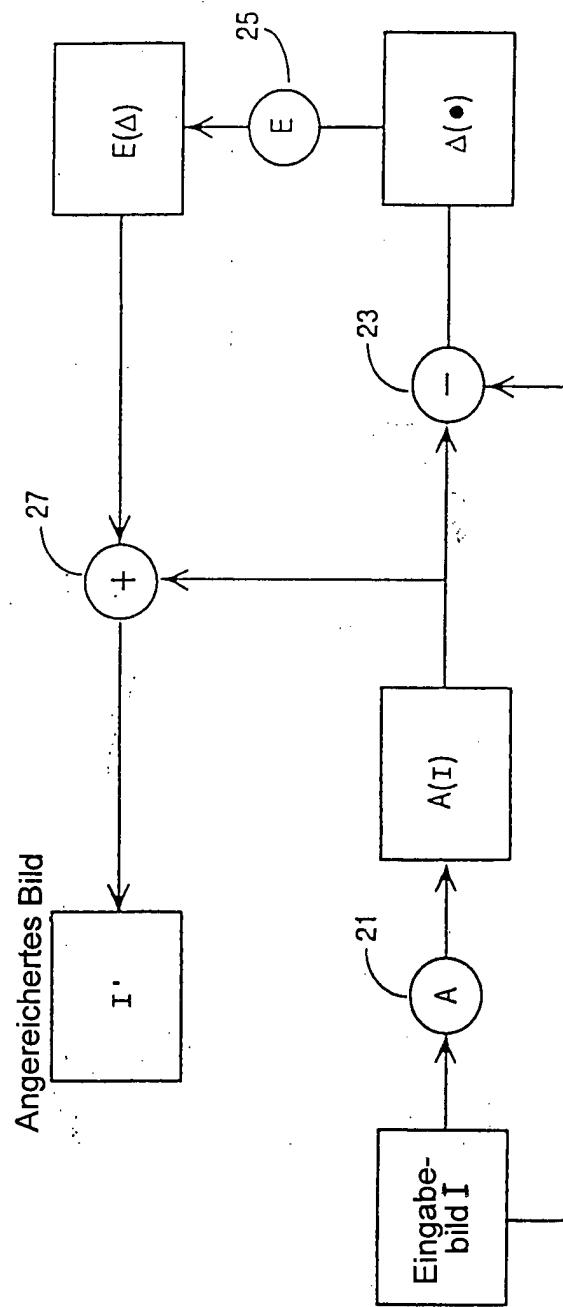


Fig. 2

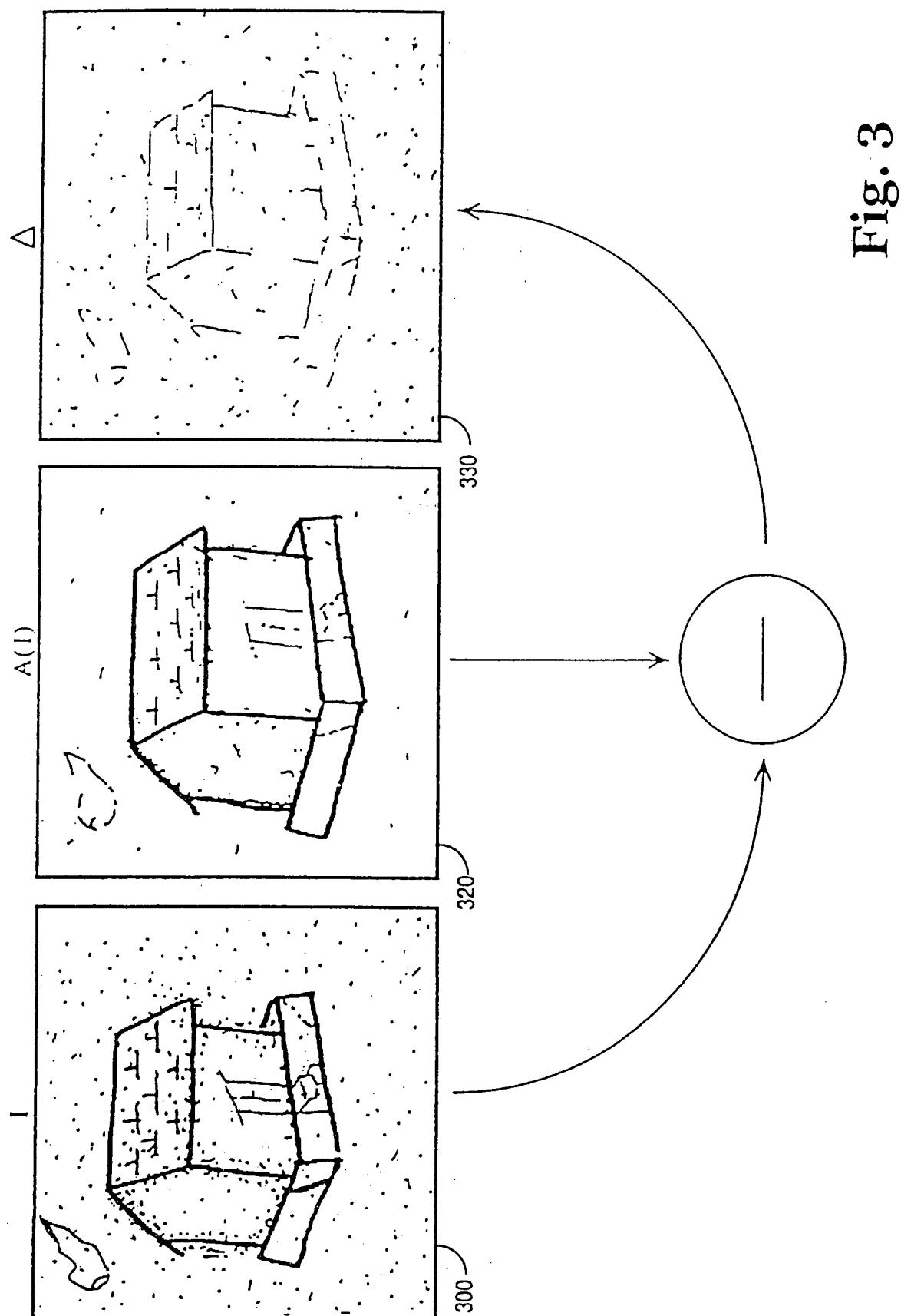


Fig. 3

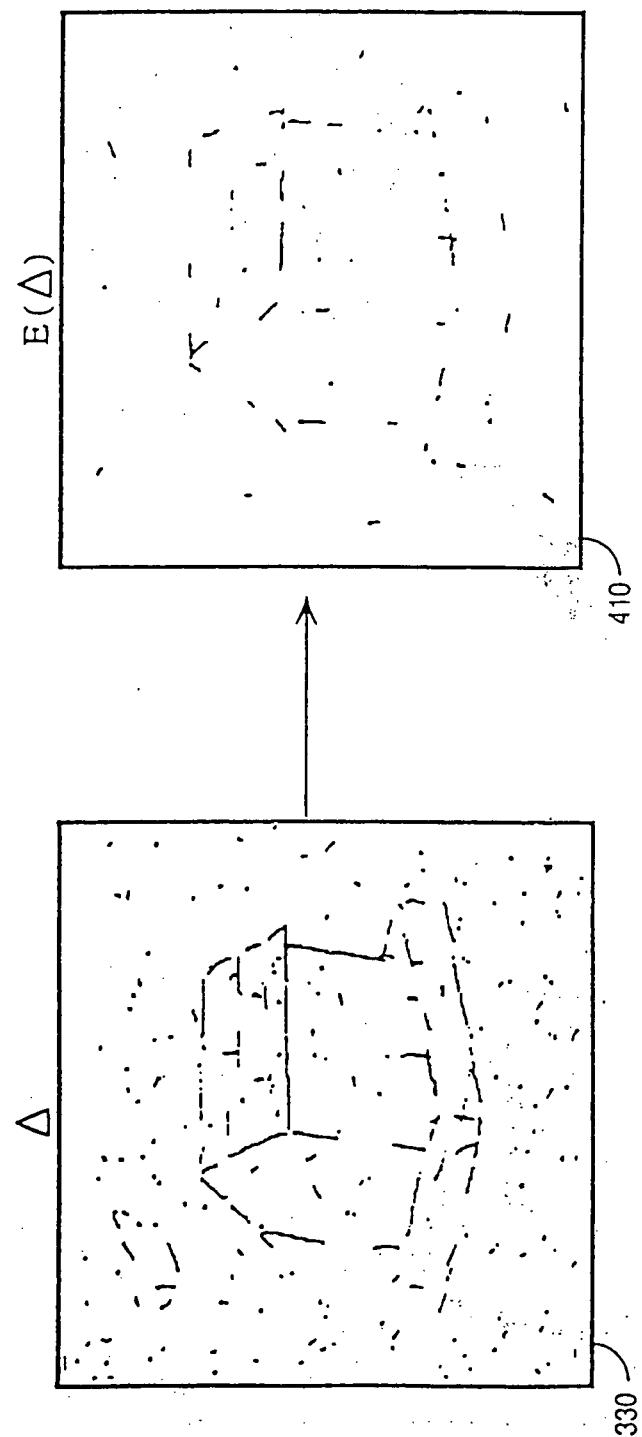


Fig. 4

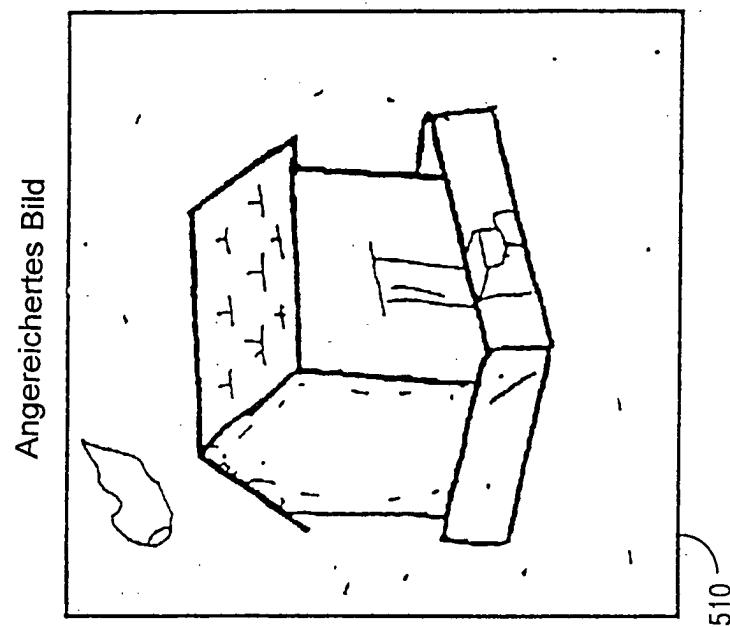
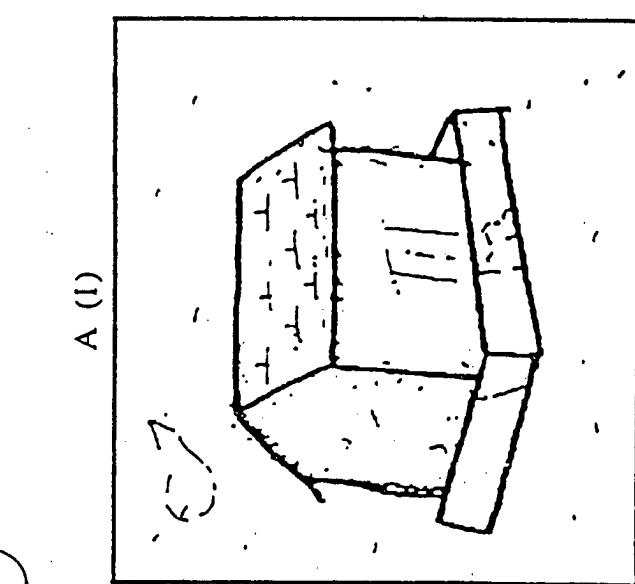
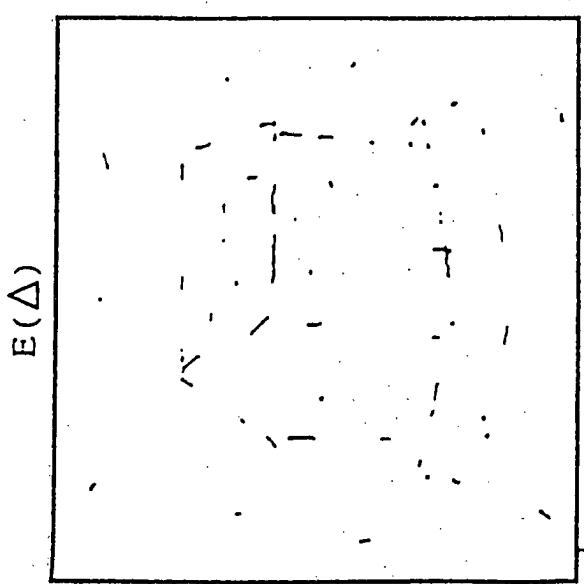
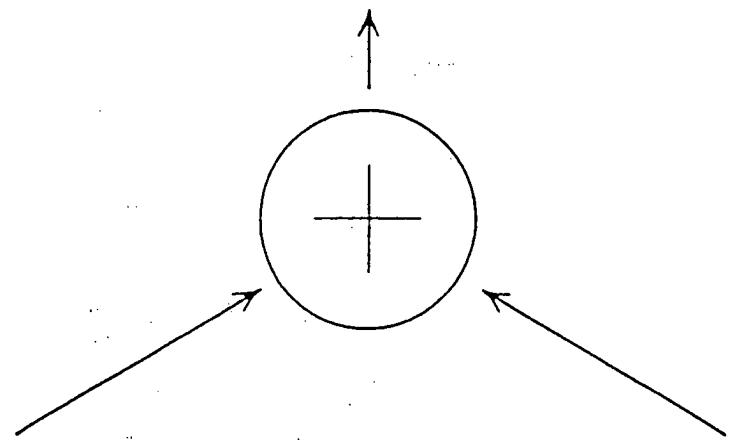


Fig. 5



410

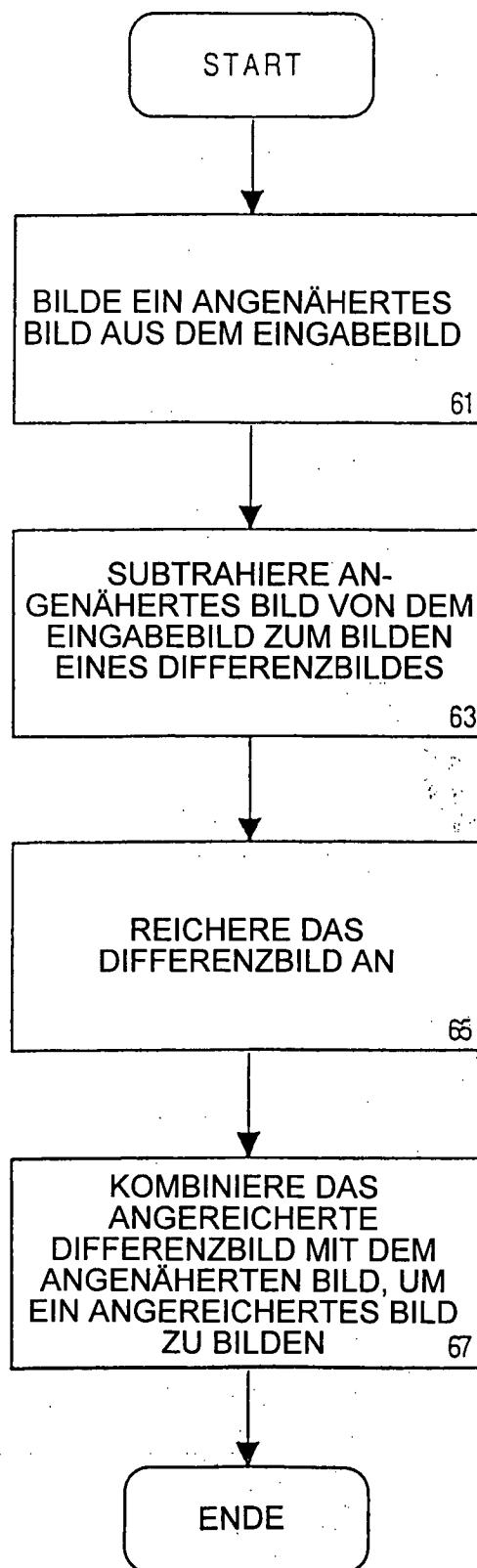


Fig. 6

