



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 60 2005 005 321 T2 2009.03.26

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 747 536 B1

(51) Int Cl.⁸: **G06T 9/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 005 321.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP2005/000605**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 706 962.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/098755**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.01.2005**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **20.10.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.01.2007**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **12.03.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.03.2009**

(30) Unionspriorität:

04090138 07.04.2004 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Thomson Licensing, Boulogne-Billancourt, FR

(72) Erfinder:

KEESEN, Heinz Werner, 30173 Hannover, DE

(74) Vertreter:

Hartnack, W., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 30625 Hannover

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR CODIERUNG EINER BILDSEQUENZ UNTER VERWEN-
DUNG VON VORHERGESAGTEN UND NICHT VORHERGESAGTEN BILDERN, DIE JEWELLS MEHRERE MA-
KROBLÖCKE ENTHALTEN**

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 eingelebt, 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

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zum Kodieren einer Bildsequenz unter Verwendung von vorhergesagten und nicht vorhergesagten Bildern, die jeweils Mehrfach-Pixel-Makroblöcke enthalten, insbesondere zum Kodieren von Pixel-Makroblöcken in nicht vorhergesagten Bildern.

Hintergrund

[0002] Bei bekannten Video-Kompressionssystemen, z. B. bei MPEG, werden die meisten Video-Vollbilder oder -Halbbilder in einem Inter-Vollbild- oder Inter-Halbbild-Mode durch Verwendung zum Beispiel einer diskreten Cosinus-Transformations-(DCT)-Kodierung kodiert. Um den Kodier/Dekodier-Wirkungsgrad zu erhöhen, wird bei einigen Video-Kompressionssystemen eine Intra-Vollbild-Vorhersage verwendet, siehe z. B. MPEG-4 AVC.

[0003] Bei vielen Video-Kompressionssystemen, z. B. bei MPEG, wird hier und da ein Video-Vollbild in einem Intra-Vollbild-Mode kodiert, z. B. das erste Vollbild einer GOP (Gruppe von Bildern) in MPEG. Ein GOP enthält normalerweise Intra-, Inter- oder vorhergesagte, und bidirektional vorhergesagte (I, P, B) Bilder. Die Bilder werden in z. B. 8·8 Luminanz-Pixelblöcke oder in 16·16 Luminanz-Makroblöcke unterteilt, denen allen entsprechende Chrominanz-Pixelblöcke zugeordnet werden. Ein Makroblock kann eine Gruppe von 8·8 Luminanzblöcken und zwei zugehörige 8·8 Chrominanzblöcke darstellen. In einem solchen Fall beruht die Kodierung und die Dekodierung auf Makroblöcken und Blöcken.

[0004] Ein Beispiel eines adaptiven Auffrischungs-Schemas findet man in EP-A-0 933 948.

Erfindung

[0005] Obwohl nach Intra-Mode (oder nicht vorhergesagtem Mode) kodierte Bilder in den meisten Fällen mehr Bits zum Kodieren erfordern als Inter-Vollbild- oder Inter-Halbbild-kodierte Bilder, wird allgemein angenommen, dass intra-kodierte Vollbilder benötigt werden, um Zugriffspunkte in der Videosequenz zu berücksichtigen und zum Beispiel eine Kanal-Fehlerausbreitung zu begrenzen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Teil der zusätzlichen Bits einzusparen, die für Intra-Vollbild-Kodierung in einer Videosequenz benötigt werden, und dabei noch Zugriffspunkte zu der Videosequenz vorzusehen und noch eine Fehlerverbreitung zu begrenzen. Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 offenbarte Verfahren gelöst. Eine Vorrichtung, die dieses Verfahren verwendet, ist im Anspruch 3 offenbart.

[0007] Um Fehlerausbreitung zu begrenzen und Zugriffspunkte oder Zugänge zum Beginn der Dekodierung der Videosequenz zu ermöglichen, ist es gemäß der Erfindung ausreichend, in einem Intra-Vollbild nur jene Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche in einem Intra-Mode zu kodieren, von denen wenigstens ein Pixel zur Vorhersage einiger zukünftiger Bildinhalts-Informationen verwendet wird, während die anderen Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke und/oder spezifizierte Pixelbereiche im Inter-Vollbild- oder Inter-Halbbild-Vorhersage-Mode kodiert werden können.

[0008] Um zu prüfen, welche Blöcke oder Makroblöcke in einem Intra-Vollbild im Inter-Mode kodiert werden können, wird eine Bewegungskompensations-Voranalyse des nächsten folgenden P-Vollbildes (= Inter-Vollbild) oder P-Halbbildes (= Inter-Halbbild) ausgeführt, um jene Blöcke zu finden, die nicht in Intra-Mode kodiert zu werden brauchen, weil kein Pixel in solchen Blöcken für die Vorhersage jenes folgenden P-Bildes verwendet wird.

[0009] Blöcke, Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelblöcke in einem I-Vollbild oder -Halbbild, die gerade zum Aufbau vorhergesagter Makroblöcke in dem nächstfolgenden B-Vollbild oder B-Halbbild verwendet werden, können ebenso in Inter-Mode kodiert werden.

[0010] Der Vorteil der erfindungsgemäßen Verarbeitung liegt in dem höheren Kompressions-Wirkungsgrad, der durch höhere Kodierer-Kompliziertheit erzielt wird.

[0011] Im Prinzip ist das erfindungsgemäße Verfahren geeignet zum Kodieren einer Bildsequenz unter Verwendung vorhergesagter und nicht vorhergesagter Vollbilder oder Halbbilder, die jeweils Mehrfach-Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche enthalten, wobei das Verfahren durch die Schritte gekennzeichnet ist:

- Kodieren der Bildsequenz, dadurch
- Bestimmen, ob alle Pixel in einem aktuellen Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten Vollbild oder Halbbild zur Vorhersage eines entsprechenden Blocks oder Makroblocks in einem nächstfolgenden vorhergesagten Vollbild oder Halbbild verwendet werden oder nicht, wobei der entsprechende Block oder Makroblock gemäß der Bewegung in dem Bildinhalt der Bildsequenz versetzt ist, wobei:
 - wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock wenigstens ein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten Mode kodiert wird;
 - wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock kein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock hat, der aktuelle Block oder Ma-

kroblock in einem vorhergesagten Mode kodiert wird.

Ausführungsbeispiele

[0012] Im Prinzip ist die erfindungsgemäße Vorrichtung geeignet zum Kodieren einer Bildsequenz unter Verwendung vorhergesagter und nicht vorhergesagter Vollbilder oder Halbbilder, die jeweils Mehrfach-Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche enthalten, wobei die Vorrichtung umfasst:

- Mittel zum Kodieren der Bildsequenz;
- Mittel zum Bestimmen, ob alle Pixel in einem aktuellen Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten Vollbild oder Halbbild zur Vorhersage eines entsprechenden Blocks oder Makroblocks in einem nächstfolgenden vorhergesagten Vollbild oder Halbbild verwendet werden oder nicht, wobei der entsprechende Block oder Makroblock gemäß der Bewegung in dem Bildinhalt der Bildsequenz versetzt ist, wobei:
- Wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock wenigstens ein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten Mode kodiert wird;
- wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock kein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem vorhergesagten Mode kodiert wird.

[0013] Vorteilhafte zusätzliche Ausführungsformen der Erfindung sind in den entsprechenden Unteransprüchen offenbart.

Zeichnungen

[0014] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen stellen dar:

[0015] [Fig. 1](#) einen bekannten Kodierer für Videodaten;

[0016] [Fig. 2](#) einen bekannten Dekodierer für Videodaten;

[0017] [Fig. 3](#) einen erfindungsgemäßen Kodierer für Videodaten;

[0018] [Fig. 4](#) einen vorhergesagten Pixelblock, der ein Pixel aufweist, das gemeinsam mit dem Bezugs-Pixelblock ist; und

[0019] [Fig. 5](#) einen vorhergesagten Pixelblock, der kein Pixel aufweist, das gemeinsam mit dem Bezugs-Pixelblock ist.

[0020] In [Fig. 1](#) enthält das Videodaten-Eingangssignal IE des Kodierers 16·16 Makroblock-Daten zur Kodierung. Falls Daten Intra-Vollbild-kodiert werden sollen, durchlaufen sie einen Subtraktor SUB unverändert, wobei der Schalter SWE in der Position „I“ ist. Danach werden die 8·8 Blöcke des Makroblocks in diskreten Cosinus-Transformationsmitteln DCT und in Quantisierungsmitteln Q verarbeitet und über einen Entropie-Kodierer ECOD einem Multiplexer MUX zugeführt, der das Videodaten-Ausgangssignal OE des Kodierers ausgibt. Der Entropie-Kodierer ECOD kann eine Huffman-Kodierung für die quantisierten DCT-Koeffizienten ausführen. In dem Multiplexer MUX werden Header-Informationen und Bewegungs-Vektordaten MV und gegebenenfalls kodierte Audiodaten mit den kodierten Videodaten kombiniert.

[0021] Im Fall von Inter-Vollbild-Videodaten ist der Schalter SWE in der Position „P“ und vorhergesagte Makroblock-Daten PMD werden auf einer Blockbasis von dem Eingangssignal IE im Subtraktor SUB subtrahiert, und 8·8 Block-Differenzdaten werden über Transformationsmittel DCT und Quantisierungsmittel Q dem Entropie-Kodierer ECOD zugeführt. Das Ausgangssignal der Quantisierungsmittel Q wird auch in entsprechenden inversen Quantisierungsmitteln Q_E^{-1} verarbeitet, deren Ausgangssignal über entsprechende inverse diskrete Cosinus-Transformationsmittel DCT_E^{-1} dem Addierer ADDE in der Form von rekonstruierten Block- oder Makroblock-Differenzdaten RMDE zugeführt wird. Das Ausgangssignal von ADDE wird in einem Bildspeicher in Bildbewegungs-Abschätzungs- und Kompensationsmitteln FS_MC_E zwischengespeichert, die eine Bewegungskompensation für rekonstruierte Makroblockdaten ausführen und entsprechend vorhergesagte Makroblock-Daten PMD an den subtrahierenden Eingang von SUB und an den anderen Eingang des Addierers ADDE ausgeben.

[0022] Die Eigenschaften der Quantisierungsmittel Q und der inversen Quantisierungsmittel Q_E^{-1} werden durch den Füllstandspegel eines Kodierer-Zwischen-Speichers im Entropie-Kodierer ECOD gesteuert. Der Schalter SWE wird durch eine Steuereinheit CTRL z. B. gemäß der MPEG-GOP-Struktur gesteuert, wobei die Steuereinheit auch andere Einheiten in dem Kodierer steuern kann.

[0023] Der Bewegungsabschätzer ME empfängt das Eingangssignal IE und liefert an Bewegungsabschätzungs- und Kompensationsmittel FS_MC_E die notwendigen Bewegungsinformationen und an den Multiplexer MUX Bewegungsvektor-Daten MV.

[0024] Q_E^{-1} , DCT_E^{-1} , ADDE und FS_MC_E bilden eine Simulation des Dekodierers am Empfängerende, die in Verbindung mit [Fig. 2](#) beschrieben wird.

[0025] In [Fig. 2](#) wird das kodierte Videodaten-Eingangssignal ID über einen Demultiplexer DMUX, Entropie-Dekodiermittel EDEC, inverse Quantisierungs-mittel Q_D^{-1} und inverse diskrete Cosinus-Transformationsmittel DCT_D^{-1} einem Addierer ADDD zugeführt, der das Videodaten-Ausgangssignal OD ausgibt. EDEC kann zum Beispiel eine Huffman-Dekodierung für die Huffmankodierten und quantisierten Koeffizienten ausführen. Der Demultiplexer DMUX trennt Header-Informationen, kodierte Videodaten, Bildtyp-daten und Bewegungsvektor-Daten MV. Q_D^{-1} und DCT_D^{-1} und EDEC haben eine Funktion, die das entsprechende Inverse der Funktionen von Q, DCT und ECOD in dem Kodierer von [Fig. 1](#) ist. Das Ausgangs-signal von ADDD wird in einem Bildspeicher in Bewe-gungskompensationsmitteln FS_MC_D zwischenge-speichert. FS_MC_D bewirkt eine Bewegungskom-pensation für rekonstruierte Makroblock-Daten gemäß den Bewegungsvektor-Daten MV und gibt im Fall von P-Bildern entsprechend vorhergesagte Block- oder Makroblock-Daten PMD über den Schalter SWD an den anderen Eingang des Addierers ADDD aus, in dem im Fall von P-Bildern die vorhergesagten Daten auf einer Blockbasis mit den empfangenen Block-Dif-ferenzdaten kombiniert werden. Der Schalter SWD wird durch eine Steuereinheit CTRLD gesteuert, die Bildtypdaten vom Demultiplexer DMUX empfängt. Im Fall von I- oder Intra-Mode-Vollbildern werden dem zweiten Eingang des Addierers ADDD keine vorher-gesagten Bilddaten zugeführt.

[0026] Bei dem erfindungsgemäßen Kodierer in [Fig. 3](#) führen alle Funktionsblöcke oder -Einheiten grundsätzlich dieselben Operationen wie in den ent-sprechenden Funktionsblöcken oder -Einheiten in [Fig. 1](#) aus. Jedoch wird der Bewegungsabschätzer ME zusätzlich durch einen gemeinsamen Block- oder Makroblock-Pixeldetektor CPDET gesteuert, der zu-sätzlich bestimmt, ob ein vorhergesagter Block oder ein vorhergesagter Makroblock in einem folgenden P-Vollbild oder -Halbbild wenigstens ein Lumi-nanz-(oder Chromianz)-Pixel gemeinsam mit dem I-(oder Intra-Mode)-Vollbild-Referenzblock oder -Ma-kroblock hat, auf dem die Vorhersage beruht. Wenn es kein solches gemeinsames Pixel gibt, wird statt dessen der entsprechende Block oder Makroblock in dem I-Vollbild in P-(oder Inter)-Mode kodiert. CPDET oder ME senden eine entsprechende Information an die Steuereinheit CTRL, so dass der Schalter SWE während der Verarbeitung für diesen Block oder Ma-kroblock von der „I“-Position in die „P“-Position umge-schaltet wird.

[0027] In [Fig. 4](#) ist ein Referenz-Pixelblock $I_{N'}$ eines I-Vollbildes zusammen mit einem davon vorherge-sagten Pixelblock P_{N+1} eines folgenden P-Vollbildes darge-stellt. Das Maß und die Richtung des Blockver-satzes ist durch den Bewegungsvektor MV darge-stellt. Der Block P_{N+1} hat ein Pixel gemeinsam mit dem Block $I_{N'}$. Da Pixel-Informationen vom Block $I_{N'}$

zur Vorhersage von Block P_{N+1} benötigt werden, wird der Block $I_{N'}$ gehalten und kodiert sowie dekodiert wie ein I-Block.

[0028] In [Fig. 5](#) ist ein Referenz-Pixelblock $I_{N'}$ eines I-Vollbildes zusammen mit einem davon vorherge-sagten Pixelblock P_{N+1} eines folgenden P-Vollbildes darge-stellt. Das Maß und die Richtung des Blockver-satzes ist durch den Bewegungsvektor MV darge-stellt. Der Block P_{N+1} hat kein Pixel gemeinsam mit dem Block $I_{N'}$. Da keine Pixel-Informationen vom Block $I_{N'}$ zur Vorhersage des Blocks P_{N+1} benötigt wer-den, wird der Block $I_{N'}$ als P-Block kodiert und deko-diert.

[0029] Zur vereinfachten Darstellung haben in bei-den Figuren die Blöcke nur 4·4 Pixel anstatt 8·8 Pixel.

[0030] Wenn der Dekodierer die Dekodierung eines kodierten Bildes bei einem I-Vollbild beginnt, können die I-Vollbild-Blöcke oder -Makroblöcke, die zuvor als P-Blöcke oder -Makroblöcke kodiert worden sind, wegen der fehlenden Referenz-Block- oder -Makro-block-Information nicht dekodiert werden. Bei Errei-chen des folgenden P-Vollbildes werden jedoch alle Blöcke oder Makroblöcke richtig rekonstruiert, ohne dass Informationen fehlen. Da die Zeitdauer zwi-schen dem Anfangs-I-Vollbild und dem folgenden P-Vollbild zum Beispiel nur drei Vollbilder oder 3·40 ms = 120 ms beträgt, wird ein Betrachter der rekons-truierten Videosequenz nicht gestört, wenn der Emp-fang oder die Wiedergabe beginnt.

[0031] Die Erfindung kann zum Beispiel beim Sen-den von digitalen Fernsehsignalen oder bei der Über-tragung von digitalen Videosignalen, in Netzwerken wie Internet, in einem Bildschirm-Telefon oder beim Aufzeichnen optischer oder magnetischer Aufzeich-nungsträger, z. B. DVD oder BD, in MPEG-1, MPEG-2 und MPEG-4 und anderen Video-Ko-dier/Dekodiersystemen verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kodieren einer Bildsequenz (IE) unter Verwendung vorhergesagter (P) und nicht vorhergesagter (I) Vollbilder oder Halbbilder, die je-weils Mehrfach-Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche enthalten, gekenn-zeichnet durch die Schritte:

- Kodieren (SUB, Q, ECOD, Q_E^{-1} , DCT_E^{-1} , ADDE, FS_MC_E, SWE, CTRL) der Bildsequenz, dadurch:
- Bestimmen (CPDET), ob alle Pixel in einem aktuel-len Block oder Makroblock ($I_{N'}$) in einem nicht vorher-gesagten (I) Vollbild oder Halbbild zur Vorhersage ei-nes entsprechenden Blocks oder Makroblocks (P_{N+1}) in einem nächstfolgenden vorhergesagten (P) Voll-bild oder Halbbild verwendet werden oder nicht, wo-bei der entsprechende Block oder Makroblock ge-mäß der Bewegung in dem Bildinhalt der Bildse-

quenz versetzt ist, wobei:

- wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock (P_{N+1}) wenigstens ein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock (I_N) hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten (I)-Mode kodiert wird;
- wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock (P_{N+1}) kein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock (I_N) hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem vorhergesagten-(P) Mode kodiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Bestimmungsschritt ein Bewegungskompensations-Voranalyseeschritt (CPDET, ME) ist.

3. Vorrichtung zum Kodieren einer Bildsequenz (IE) unter Verwendung vorhergesagter (P)- und nicht vorhergesagter (I)-Vollbilder oder -Halbbilder, die jeweils Mehrfach-Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche enthalten, umfassend:

- Mittel (SUB, Q, ECOD, Q_E^{-1} , DCT_E^{-1} , ADDE, FS_MC_E, SWE, CTRL) zum Kodieren der Bildsequenz;
- Mittel (CPDET, ME) zum Bestimmen, ob alle Pixel in einem aktuellen Block oder Makroblock (I_N) in einem nicht vorhergesagten (I)-Vollbild oder -Halbbild zur Vorhersage eines entsprechenden Blocks oder Makroblocks (P_{N+1}) in einem nächstfolgenden vorhergesagten (P)-Vollbild oder Halbbild verwendet werden oder nicht, wobei der entsprechende Block oder Makroblock gemäß der Bewegung in dem Bildinhalt der Bildsequenz versetzt ist, wobei:
 - wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock (P_{N+1}) wenigstens ein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock (I_N) hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem nicht vorhergesagten (I)-Mode kodiert wird;
 - wenn der vorhergesagte Block oder Makroblock (P_{N+1}) kein Pixel gemeinsam mit dem aktuellen Block oder Makroblock (I_N) hat, der aktuelle Block oder Makroblock in einem vorhergesagten (P)-Mode kodiert wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Bestimmungsmittel Bewegungskompensations-Voranalysemittel (CPDET, ME) sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 oder Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, bei dem bzw. bei der die Kodierung eine MPEG-Kodierung und die vorhergesagten Vollbilder oder Halbbilder vom P-Typ und die nicht vorhergesagten Vollbilder oder Halbbilder vom I-Typ sind.

6. Verfahren oder Vorrichtung nach Anspruch 5, bei dem bzw. bei der Makroblöcke in einem I-Vollbild oder -Halbbild, die gerade zum Aufbau von vorhergesagten Makroblöcken in dem nächstfolgenden

B-Vollbild oder B-Halbbild verwendet werden, auch im P-Mode kodiert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 und 6 oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, bei dem bzw. bei der die Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche Luminanz-Pixel enthalten.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 und 6 oder Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, bei dem bzw. bei der die Pixelblöcke, Pixel-Makroblöcke oder andere spezifizierte Pixelbereiche Chrominanz-Pixel enthalten.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

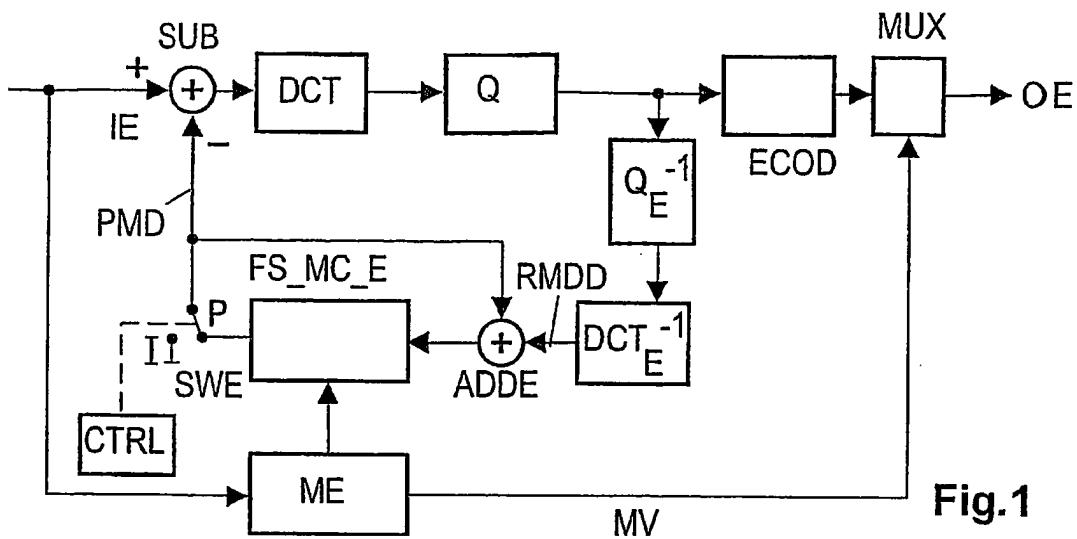


Fig.1

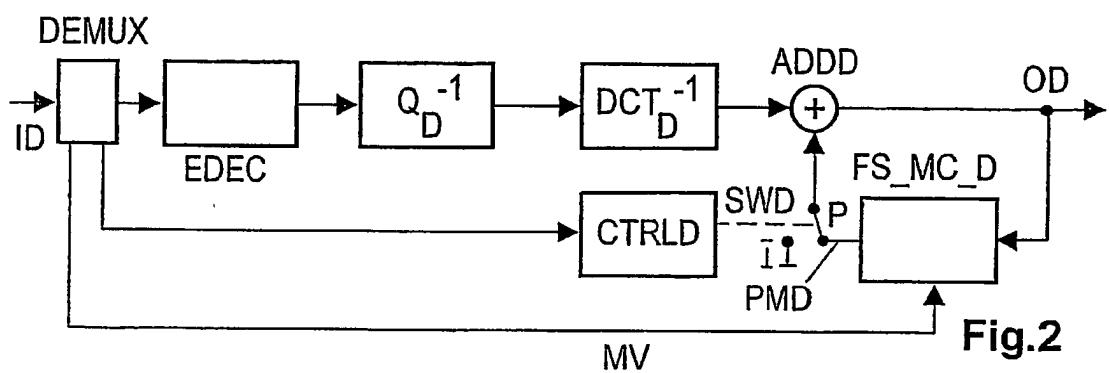


Fig.2

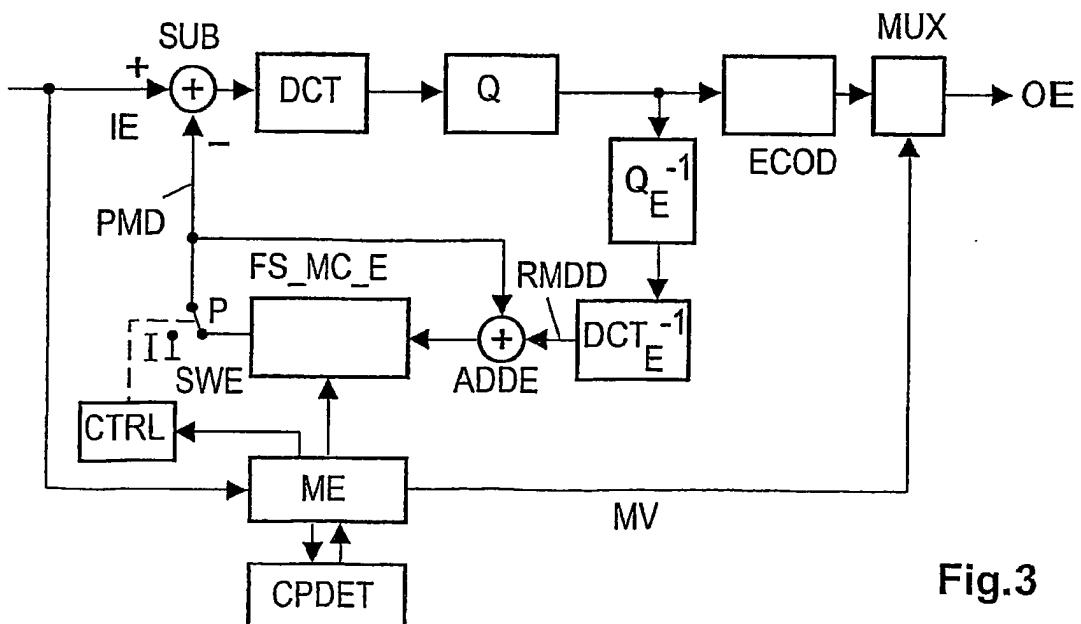


Fig.3

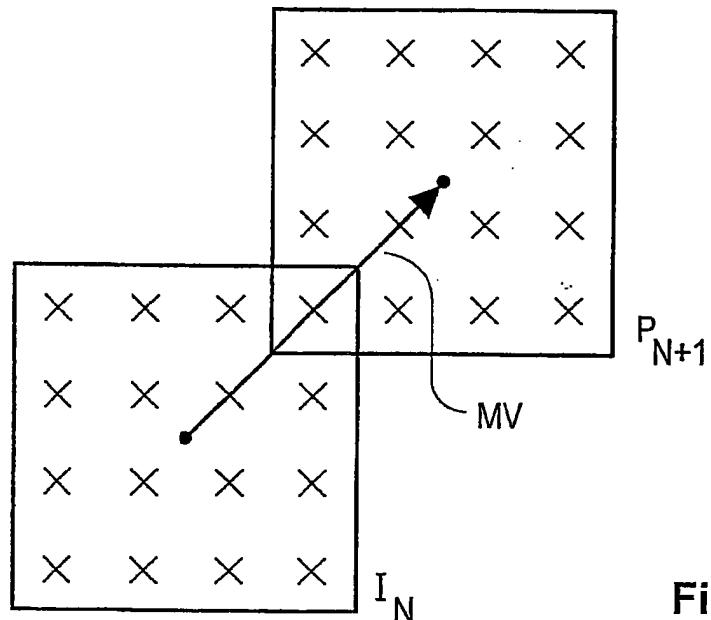


Fig.4

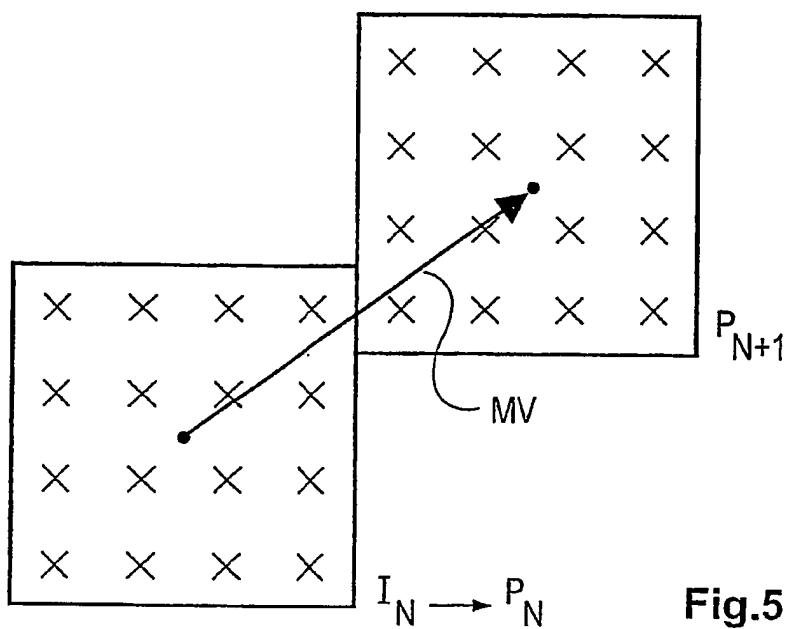


Fig.5