

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4865757号
(P4865757)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	1/41	(2006.01)	HO4N	1/41	B
HO4N	7/32	(2006.01)	HO4N	7/137	Z

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-101845 (P2008-101845)	(73) 特許権者	398012616
(22) 出願日	平成20年4月9日(2008.4.9)		ノキア コーポレイション
(62) 分割の表示	特願2005-518701 (P2005-518701) の分割		フィンランド エフイーエンー02150 エスプー ケイララーデンティエ 4
原出願日	平成16年1月9日(2004.1.9)	(74) 代理人	100099759
(65) 公開番号	特開2008-228329 (P2008-228329A)		弁理士 青木 篤
(43) 公開日	平成20年9月25日(2008.9.25)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成20年5月8日(2008.5.8)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	20030045	(74) 代理人	100102819
(32) 優先日	平成15年1月13日(2003.1.13)		弁理士 島田 哲郎
(33) 優先権主張国	フィンランド(FI)	(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 限定されたビット数を用いる画像処理のための装置、画像処理システム、カメラモジュールおよび画像処理用回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像のピクセルを獲得するために、コードワード及び値を含み且つビット数が限定されるビット列を復号化するデコーダを有する装置であって、前記デコーダは、

前記ビット列を生成するために使用される符号化方法に対応する少なくとも第1の復号化方法及び第2の復号化方法の中で、前記コードワードによって指示される復号化方法を選択するための前記コードワードを認識する手段と、

前記選択された復号化方法に基づいて逆量子化値を判断する手段と、

予測値として、少なくとも1つの復号化ピクセルを格納する格納手段と、を有し、

前記装置は、前記格納手段から前記ピクセルに対応する前記予測値を検索するように設定され、且つ、逆量子化された値を獲得するために、前記逆量子化値により前記ビット列に含まれる前記値を逆量子化するように適合され、

前記第1の復号化方法が選択された場合、前記装置は前記ピクセル値を獲得するために前記逆量子化された値を使用するように適合され、

前記第2の復号化方法が選択された場合、前記装置は前記ピクセル値を獲得するために前記逆量子化された値及び前記予測値を使用するように適合され、

前記ビット列は、前記画像の中の各ピクセル値のために獲得されたピクセル値の長さより小さい固定長を有する装置であり、

前記第2の復号化方法はそれぞれ異なる逆量子化値を有するDPCM法のセットを有し、

前記DPCM法のセットは、

前記オフセット値が0であり、前記逆量子化値が1であり、且つ、前記装置は、前記獲得したピクセル値 = 前記予測値 × 前記符号 × 前記値 という式によって前記ピクセル値を獲得するために適合される第1の差分パルスコード復調法と、

前記オフセット値が32であり、前記逆量子化値が2であり、且つ、前記装置は、前記獲得したピクセル値 = 前記予測値 × 前記符号 × (前記オフセット値 + 2 × 前記値) という式によって前記ピクセル値を獲得するために適合される第2の差分パルスコード復調法と、

前記オフセット値が65であり、前記逆量子化値が4であり、且つ、前記装置は、前記獲得したピクセル値 = 前記予測値 × 前記符号 × (前記オフセット値 + 4 × 概数値) ここで概数値 = 1である、 という式によって前記ピクセル値を獲得するために適合される第3の差分パルスコード復調法を有することを特徴とする装置。

10

【請求項2】

画像のピクセルを獲得するために、コードワード及び値を含み且つビット数が限定されるビット列を復号化するデコーダを有する装置であって、前記デコーダは、

前記ビット列を生成するために使用される符号化方法に対応する少なくとも第1の復号化方法及び第2の復号化方法の中で、前記コードワードによって指示される復号化方法を選択するための前記コードワードを認識する手段と、

前記選択された復号化方法に基づいて逆量子化値を判断する手段と、

予測値として、少なくとも1つの復号化ピクセルを格納する格納手段と、を有し、

20

前記装置は、前記格納手段から前記ピクセルに対応する前記予測値を検索するように設定され、且つ、逆量子化された値を獲得するために、前記逆量子化値により前記ビット列に含まれる前記値を逆量子化するように適合され、

前記第1の復号化方法が選択された場合、前記装置は前記ピクセル値を獲得するために前記逆量子化された値を使用するように適合され、

前記第2の復号化方法が選択された場合、前記装置は前記ピクセル値を獲得するために前記逆量子化された値及び前記予測値を使用するように適合され、

前記ビット列は、前記画像の中の各ピクセル値のために獲得されたピクセル値の長さより小さい固定長を有する装置であり、

前記第1の復号化方法はDPCM法であり、

30

前記装置は、前記第1の復号化方法が実行される時、

if 前記値 = 64 then 前記値 = 0 ;

if 前記値 > 64 then 前記値 = 128 - 前記値、及び前記値は変更され、

if 前記値 = 0 then

Xdeco(n) = Xpred(n) + 前記符号 × (8 × 64 + 7)

else

Xdeco(n) = Xpred(n) + 前記符号 × (8 × 前記値)

if Xdeco(n) < 0, then

Xdeco(n) = Xdeco(n) + 1024 + 3

but if Xdeco(n) > 1023 then

Xdeco(n) = Xdeco(n) - 1024 - 3

40

else

Xdeco(n) = Xdeco + 前記符号 × 3

if Xdeco(n) > 1023, then Xdeco(n) = 1023

if Xdeco(n) < 0, then Xdeco(n) = 0

そこで、Xdeco(n)は前記獲得したピクセル値であり、且つ、Xpred(n)は前記予測値という工程、

を実行するように適合される装置。

【請求項3】

前記ビット列は、符号を有し、前記装置は前記ピクセル値を獲得するために前記符号を

50

使用するように適合されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 2 の復号化方法が選択された場合、前記装置は、前記ピクセル値を獲得するために、前記逆量子化された値及び前記予測値を使用するように適合されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 2 の復号化方法が選択された場合、前記装置は、前記ピクセル値を獲得するために、前記符号、前記逆量子化された値、前記予測値、及びオフセット値を使用するように適合されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 6】

前記装置は、前記逆量子化値で前記値を積算し、前記オフセット値を前記積算の結果に加算し、前記符号が正のとき前記結果を前記予測値に加え、前記符号が負のとき前記予測値から前記結果を引くことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の装置。

【請求項 7】

カメラモジュールをさらに有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

移動通信を行う手段をさらに有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 に記載の装置。

【請求項 9】

請求項 1 又は 2 に記載の装置を有する画像処理システム。

【請求項 10】

カメラモジュール及び電子装置をさらに有することを特徴とする請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記電子装置が移動通信を行う手段を有することを特徴とする請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

請求項 1 又は 2 に記載の装置を有するカメラモジュール。

【請求項 13】

請求項 1 又は 2 に記載の装置を有する画像処理用回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理方法に関し、その方法ではピクセル当たりのビット数が限定され、これらの限定されたビット数を用いてピクセルの符号化が行われる。本発明は、画像処理システムにも関し、そのシステムは、ピクセル毎にビット列で表される限定されたビット数を用いて画像処理を行うように構成され、その場合、上記システムはピクセルを限定されたビット数に符号化する手段も具備する。さらに、本発明は画像処理装置に関し、その装置はピクセル毎にビット列で表される限定されたビット数を用いて画像処理を行うように構成され、その場合、上記装置は、限定されたビット数に合わせてピクセルを符号化する手段も具備する。本発明はまた画像処理用コンピュータソフトウェア製品にも関する。本発明はまたカメラモジュール並びにエンコーダとデコーダとを具備する回路にも関する。さらに、本発明は、デコーダを具備する画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラは、感光センサを備える CCD (電荷結合素子) あるいは CMOS (CMOS (相補型金属酸化膜半導体)セルなどの半導体セルを具備している。セル内のセンサの動作は、放射エネルギーがセルに対して入射されると、常にセルが荷電されるという原理に基づいている。セルは高密度で配置された平行なピクセルを備え、これらのピクセルは光を電気信号に変換する。カラー検出のため、セルのピクセルはフィルタによってカバ

10

20

30

40

50

一され、このフィルタによって赤色のみ、緑色のみ、および青色のみがそれぞれ或るピクセルに向けて送信され、カラーフィルタアレイが形成される。個々のピクセル当たり所定数(N)のビットが存在する。データ処理部がMビットの画像処理能力を持っていれば、かつ、 $N > M$ であれば、さらに小さなサイズへの画像変換が必要となる。これはピクセル当たりのビット数の減少を意味する。

【0003】

一般に、ピクセル当たりのビット数は8ビットであるが、例えば、ピクセル当たり10ビットなどのさらに大きい数が用いられる場合がある。一般に、データ処理装置では、1バイトは8ビットから構成される。したがって、10ビットの画像に圧縮を施す必要がある。

10

【0004】

さらに、画像の圧縮が必要とされている。というのは、画像のデジタル再現と処理とはもはやコンピュータに限られるものではなく、例えば、移動通信装置のようなさらに小型の装置などで、画像の形成と表示とを広範囲に行うことが可能となるからである。移動通信装置では、画像の利用はコンピュータでの利用の場合と大部分類似している。複数の画像が装置に格納され、次いで、これらの画像は使用中の通信ネットワークを横断して別の装置へ送信される。移動電話ネットワークなどの通信ネットワークでの画像の伝送には多量の情報に起因する厄介な問題が含まれている。利用可能な通信チャネルが低速であることに起因して、単一の画像の送信に数分かからないため、画像データの圧縮を行う必要がある。

20

【0005】

DPCM(差分パルス符号変調)は、前回のピクセルに基づいてピクセルの符号化/送信を行う周知の方法である。アナログ信号をデジタル信号へ変換する方法が利用され、アナログ信号のサンプル値と、その予測値との差分がデジタル形式で量子化される。DPCM法によって形成されるコードワード(Code word)は、値間の差分を表す。

【0006】

パルス符号変調(PCM)化コードワードの識別によって、可変長のDPCMコードワードシーケンスが得られる。このDPCMコードワードシーケンスによって、通常所定のデータが送信に適したフォーマットへ圧縮される。コードワードは、通常、可変長であるため、結果は必ずしも所定のビット数(M)未満になるとはかぎらない。というのは、最長コードワードが元のビット数(N)よりも長いからである。コードワードが限界値(M)よりも短いことを確認するために、DPCMコードワードの量子化を行う必要がある。この量子化を行った後、圧縮方法は損失が多くなる。

30

【0007】

PCM技術によって補足されるDPCM画像コーデック(Codec)を開示している公報DE4210246A1でこの問題が論じられている。問題の多い方法を利用してデジタル画像内のデータ量が減らされている。上記方法では、 $N < M$ のとき、デジタルデータを符号化するプロセスを利用してピクセル当たりMビットを持つデータがNビットのコードワードに変換される。PCM法とDPCM法との間での選択は、グレーレベルでの差値を参照して行われる。復号化処理を利用して形成されたコードワードが9ビット未満であることが確認されるが、このコードワード長は固定されたものではなく、画像のグレーレベルの変化に応じて変動する。上記公報に記載の方法は状態機械(state machine)に基づく方法であり、作動用制御信号を必要とする。したがって、変動する長さのピクセルの復号化は別のピクセルに大きく依存することになる。関連技術に従って、変動する長さを持つピクセルの復号化を行う際の別の問題点として、個々のコードがどのピクセルを表すかをコードストリームから判定することが簡単ではないという点が挙げられる。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

本発明の目的は、画像データを圧縮する改善方法を提供することであり、この方法では、個々の符号化済みピクセルの位置を独立に決定することが可能である。コードワードが固定長を有するという点で上記改善方法の提供は可能であり、その場合、次のコードワードの先頭ポイントを示す分割信号が不要となる。本発明の方法によって、個々の画像ラインの符号化および復号化を独立に行うことが可能となる。このことが可能となる理由として、ピクセルが別のライン上の別のピクセルに関する情報を必要としないということが挙げられる。本発明によって、Nビットの生 (raw) データに対する高品質の圧縮が達成され、Mビット ($M < N$) の画像処理モジュールへの送信が図られる。本発明によって、著しく画像品質に影響を与えることなく、迅速、かつ、少ないメモリ容量で画像内のピクセルの符号化が可能となる。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の目的を達成するために、本発明による方法はピクセルに対応する予測値を発見することを主たる特徴とするものである。この予測値が発見された場合、上記ピクセルと上記予測値間の差分が決定され、この差分を利用して、前記ピクセルのビット列の符号化に使用する符号化方法が選択され、固定長を持つこの符号化済みビット列には、上記ピクセル用として選択された符号化方法を示すコードワードも含まれる。

【0010】

本発明による画像処理システムは、そのシステムがピクセルに対応する予測値を探索するように構成されることを特徴とする。この予測値が発見された場合、上記システムは、上記ピクセルと上記予測値との差分を決定するように構成され、その場合、上記ピクセルを符号化する手段は、上記ピクセルのビット列を符号化するための、上記差分に対応する方法を適用するように構成され、さらに、上記選択した符号化方法を示すコードワードも上記ビット列で符号化して、上記符号化済みビット列が固定長を有するように構成される。

20

【0011】

本発明による装置は、その装置がピクセルに対応する予測値を探索することを特徴とする。この予測値が発見された場合、上記装置は上記ピクセルと上記予測値との差分を決定するように構成され、その場合、上記ピクセルを符号化する手段は、上記ピクセルのビット列を符号化するための、上記差分に対応する方法を適用するように構成され、さらに、上記選択した符号化方法を示すコードワードも上記ビット列で符号化して、上記符号化済みビット列が固定長を有するように構成される。

30

【0012】

本発明によるコンピュータソフトウェア製品は、そのコンピュータソフトウェア製品の格納手段が、ピクセルに対応する予測値を探索するコンピュータ命令と、上記ピクセルと上記予測値との差分を決定するコンピュータ命令と、上記差分が示す符号化方法によってピクセルを符号化するコンピュータ命令と、上記差分が示す符号化方法を表すコードワードを符号化して、上記符号化済みビット列が固定長を有するようにするコンピュータ命令と、を具備することを特徴とする。

【0013】

本発明によるカメラモジュールは、そのカメラモジュールが上記ピクセルに対応する予測値を探索する手段を具備することを特徴とし、上記カメラモジュールは上記ピクセルと上記予測値との差分を決定する手段を具備し、上記ピクセルを符号化する上記手段は、上記差分が示す符号化方法によって上記ピクセルのビット列の符号化を実行するように構成され、さらに、上記差分が示す符号化方法を表すコードワードも上記ビット列で符号化して、画像のほぼすべての符号化済みピクセルに対して限定されたビット数が固定されるように構成される。

40

【0014】

本発明による回路は、エンコーダが予測値としてピクセルを格納するメモリ手段を備えることを特徴とし、該エンコーダはピクセルに対応する予測値をメモリ手段から検索する

50

ように構成される。上記エンコーダは、上記ピクセルと上記予測値との差分を決定する手段も具備し、該エンコーダは、上記差分が示す符号化方法によって上記ピクセルを符号化するように構成され、さらに、上記差分が示す符号化方法を表すコードワードも上記ビット列で符号化して、画像のほぼすべての符号化済みピクセルに対して限定されたビット数が固定されるように構成される。

【 0 0 1 5 】

本発明による装置は、デコーダを備え、上記デコーダが、上記ビット列でコードワードを認識して、上記コードワードが示す符号化方法によってピクセルを復号化するように構成されることを特徴とする。上記デコーダは、少なくとも1つの復号化済みピクセルを予測値として格納する格納手段も具備し、該デコーダはピクセルに対応する予測値を格納手段から検索するように構成される。

10

【 0 0 1 6 】

言い換えれば、本発明では、ピクセル間での小さな変動値は差分パルスコードを用いて符号化され、ピクセル間での大きな変動値はパルスコードを用いて符号化される。本発明による方法では、ピクセルを復号化する方法を選択するのに制御信号を必要とせず、個々のピクセルを独立に復号化することが可能となる。ビット列の始めに在るビットフォーマットが、利用する復号化方法を示すという点で上記復号化は達成される。上記符号化システムは、個々の符号化用代替システムでカラーの数が増加するのに比べて、ビット分解能が徐々に緩慢に低下するように形成される。この方法では画像の品質が影響を受けることはない。というのは、最後の符号化方法を示すビットフォーマットがすべてのなかで最も短くなり、別の代替システムにおける場合よりも多くのビットがカラー値の符号化用として残されるからである。しかし、カラーの数に比例して、より少数のビットが存在することになる。

20

【 0 0 1 7 】

本発明によって、ピクセルを符号化するプロセスはより高速になり、さらに、本発明の方法は、関連技術による方法よりもメモリ容量が少なくてすむ。本発明により生成される画像は関連技術の損失の多い方法により生成される画像よりも良好な品質のものとなる。本方法では、固定されたコードワードが形成され、復号化が容易になり、さらに、送信に適した出力が保証される。本発明に準拠するコーデックは実現が単純であり、大きなバッファを必要としない。というのは、固定されたコードワードと関連して、より少ないバッファ処理の利用が可能となるからであり、あるいはバッファ処理が全く不要となるからである。

30

【 0 0 1 8 】

以下、添付図面を参照して本発明についてさらに詳細に説明する。

【 発明を実施するための最良の形態 】**【 0 0 1 9 】**

本発明のさらに詳細な説明では、以下の変数を用いることにする：元のピクセル値（10ビットなど）を決定する X_{orig} 、予測ピクセル値を決定する X_{pred} 、元の値と予測値との間の差分（ $X_{orig} - X_{pred}$ ）を決定する X_{diff} 、符号化済みピクセル値（8ビットなど）を決定する X_{enco} 、および、復号化済みピクセル値を決定する X_{deco} 。

40

【 0 0 2 0 】

本発明の基本的着想として、予測値が十分に良好なものであれば、すなわち、元のピクセル値と予測ピクセル値との間の差分が所定の限界値（ $abs(X_{diff}) < Lim$ ）よりも小さければ、量子化済みのフォーマットでこの差値をDPCMコーデックへ送信するという着想が挙げられる。予測値が十分に良好なものでなければ、量子化済みのフォーマットで元の値をPCMコーデックへ送信する。選択されたコーデックに関する情報も前述の値と関連して送信される。双方の方法では、固定ビット数（M）を利用して1つのピクセルが表される。ビット数Mは使用する容量に基づいて決定される。

【 0 0 2 1 】

50

本発明の好適な実施形態では、10ビットのカラー画像の1例が処理され、このカラー画像は画像送信および画像処理時間の間8ビットに圧縮される。図1は、本方法を実現するエンコーダ/デコーダの好適な実施形態を示す図である。さらに、以下の表1は一例としてピクセルの符号化を示す表である。この表では、ランダムなピクセルラインの14個のピクセルが収集され、これらのピクセルは本発明による方法によって符号化される。この表は元のピクセル(Xorig)、元の値に対応する予測値(Xpred)、元のピクセルと予測値との間の差分(Xdiff)およびピクセルの符号化済みビット列(Xenco)と復号化済みピクセル(Xdeco)を示す。この表の例では、元のピクセル(Xorig)は10ビットから構成され、8ビット(Xenco)のピクセルに符号化される。符号化済みビット列(Xenco)は本発明による方法によってさらに10ビットに復号化される。当然のことであるが、これらの提示された値は例示にすぎず、本発明を制限するものと解釈すべきではない。

【0022】

【表1】

<u>Xorig</u>	<u>Xpred</u>	<u>Xdiff</u>	<u>Xenco</u>	<u>Xdeco</u>
302	使用不能		01001011	302
120	使用不能		00011110	122
156	302	-146	10010011	156
90	122	-32	01010000	90
135	156	-21	00110101	135
94	90	4	00000100	94
154	135	19	00010011	154
118	94	24	00011000	118
235	154	81	01100100	235
98	118	-20	00110100	98
137	235	-98	01111000	138
90	98	-8	00101000	90
138	138	0	00100000	138
88	90	-2	00100010	88

表1

【0023】

本発明の好適な実施形態では、1つのピクセルが予測用として用いられ、ピクセルの左側の値は予測値(Xpred)として用いられる。利用可能な予測値が存在しない場合、すなわち、画像ラインの2つの第1のピクセルを処理する状況では、元のピクセルはNビットからMビットへ量子化され、PCMコーデックへ送信される。この予測の第2の好適な実施形態では、例えば3つのピクセルなどのさらに多くのピクセルの使用が可能であり

10

20

30

40

50

、その場合、予測値は1つのピクセルに隣接する3つのピクセル(上、左、左上のピクセル)から評価される。上記3ピクセル予測は、本願出願人のフィンランド特許出願第20000131号に記載の或る方法で実行することが望ましい。この種の予測値によって、本発明ではより良好な最終結果が得られることになるが、1つのピクセルによる予測よりも多くのメモリ容量が必要となり、個々の画像ラインを独立に符号化し、復号化する可能性が排除されることになる。この理由のため、本発明のさらに詳細な説明では1つのピクセルを用いる予測に焦点を合わせることにする。

【0024】

画像は、画像内の個々のラインを符号化するために用いられる同一ライン法のように符号化される。1つのラインに対する本発明による符号化原理が図4のフローチャートに記載されている。カラー・マトリックス(CFA)の最善の周知の形式であるベイヤーマトリックス画像から、(赤R、緑G、青Bと共にGRGRGRやBGBGBGなどの)別のカラー成分が同一ライン上の2つの同一カラー成分の間に存在するようにカラー画像のデータが表されることが知られている。この情報に基づいて、ピクセルX(N)の予測時に、同じカラーの前の復号化済みピクセルを利用するように予測を実行することが可能となる。言い換えれば、前々回のピクセルX(N-2)が使用されることになる。したがって、この前々回のピクセルX(N-2)はピクセルX(N)と同じカラーのピクセルとなる。当然のことであるが、画像ラインの最初の2つのピクセルについては前回の値(予測時に使用する)は存在しない。その場合元の値が量子化される。

$$X_{enco}(0) = X_{orig}(0) / 4$$

【0025】

量子化数(quantizer)として4という数字を使用する理由として、この例では、値が10ビットデータから8ビットデータ(1024/256=4)へ圧縮されるという理由が挙げられる。X_{enco}(0)=0の場合、コードワード'0'(00000000)を避けるために値1(00000001)が送信される。この復号化済みコードワードは以下のように形成することができる:

$$X_{deco}(0) = 4 \times X_{enco}(0) + 2, \text{ ここで、数 } 2 \text{ は丸め処理のために加算される数である。}$$

【0026】

第2のピクセルX_{orig}(1)が適宜処理される(X_{enco}(0)=X_{orig}(1)/4)。というのは、第2のピクセルX_{orig}(1)はピクセルX_{orig}(0)とは異なる色のピクセルであるからである。第3のピクセル(N=2)を符号化するために、予測値が必要となり、この予測値用として同じカラーの復号化された値、当該ピクセルの前の値を用いて、第3のピクセルX_{pred}(2)=X_{deco}(2-2)に対する予測値を取得する。一般的フォーマットでは、Nがピクセル位置を示すとき、予測値は、X_{pred}(N)=X_{deco}(N-2)で得られる。X_{diff}(N)=X_{orig}(N)-X_{pred}(N)を計算することによりピクセルにおける変動値(差分)を決定することができる。

【0027】

当該ピクセルと予測値との間のこの変動値の絶対値が十分に小さな値(<128)であれば、符号化時にDPCMコーデックを使用することになる。当該ピクセルと予測値との間の変動の絶対値が大きければ(>127)、PCMコーデックが符号化時に使用されることになる(以下セクション(1)でさらに詳細に説明する)。

【0028】

符号化済みビット列は、始めにコードワードを含み、このコードワードから、変動の大きさ(それぞれ、00、010、011; <32、32~63、64~127)が検出される。コードワードの長さはハフマン(Huffman)コードワードの長さに対応し、このハフマンコードワードの長さは1、2、3および3である。1の長さを持つコードワードは、符号化方法からのエスケープ記号を示すために予約されたワードであり、“0”または“1”のいずれかであることが望ましい。好適には、エスケープ記号用のコードワ

10

20

30

40

50

ードは“1”であることが望ましい。というのは、そうすることによって、2の長さを有する第2の最小コードワードが“00”になるように選択することが可能となるからである。この選択の理由として、値-0、すなわち、“00100000”として差分0を送信するとき、上記コードワードを“1”にすることによって完全なコードワード“00000000”を避けることが可能となるという事実を挙げるができる。このようにして、完全なコードワード“00000000”をどこか別の場所に回避させる必要がなくなる。というのは、別のコードワードの中に少なくとも1つの“1”を含むものが存在するからである。復号化を曖昧性のないものにするために、第2のコードワードを“00”となるように選択するとき、1の長さを持つコードワードは“1”でなければならない。曖昧性のない復号化に起因して、他の2つのコードワードはしたがって、“010”および“011”となる。完全なコードワード“00000000”の使用を回避する必要がなかった場合、当然のことであるが、コードワードは、例えば“0”、“10”、“110”および“111”になる可能性もある。“11111111”などの別の完全なコードワードを避ける必要も生じる可能性があることに留意されたい。コードワードを変更する必要がある可能性もある。したがって、コードワードの選択は、本説明で述べたコードワードに限定されるものではない。

10

【0029】

コードワードの後に、符号用として1ビットが予約される。というのは、ピクセル間の上記の変動値は負の場合もあるからである。残りのビットによってこの変動値は2進表示で示される。復号化処理プロセスでは、これに対応して、デコーダが、復号化に使用する

20

【0030】

DPCM1:

もし (if) $abs(Xdiff(N)) < 32$ 、ならば (then)、

$$Xenco(N) = "00 \quad s \quad xxxxx"$$

$$Xdeco(N) = Xpred(N) + sign * value$$

ここで、00はコードワードであり、sは符号を表し、“xxxxx”は値 = $abs(Xdiff(N)) / 1$ を5ビットで示し、量子化数は1である。例えば、 $Xdiff(N) = -9$ のとき、符号化された値 $Xenco(N) = "00101001"$ となる。

30

【0031】

DPCM2:

もし (if) $abs(Xdiff(N)) < 64$ 、ならば (then)、

$$Xenco(N) = "010 \quad s \quad xxxx"$$

$$Xdeco(N) = Xpred(N) + sign * (32 + 2 * value)$$

ここで、010はコードワードであり、sは符号を表し、“xxxx”は値 = $(abs(Xdiff(N)) - 32) / 2$ を4ビットで示し、量子化数は2である。例えば、 $Xdiff(N) = 54$ または55のとき、符号化された値 $Xenco(N) = 01001011$ となる。

40

【0032】

DPCM3:

もし (if) $abs(Xdiff(N)) < 128$ 、ならば (then)、

$$Xenco(N) = "011 \quad s \quad xxxx"$$

$$Xdeco(N) = Xpred(N) + sign * (64 + 4 * value + 1)$$

$$Xdeco(N) > 1023 \text{ ならば、} Xdeco(N) = 1023$$

$$Xdeco(N) < 0 \text{ ならば、} Xdeco(N) = 0$$

50

ここで、011はコードワードの開始を表し、sは符号を表し、“xxxx”は値 = $(abs(Xdiff(N)) - 64) / 4$ を4ビットで示し、量子化数は4である。例えば、 $Xdiff(N) = -123$ 、 -122 、 -121 、あるいは -120 のとき、符号化された値 $Xenco(N) = 01111011$ となる。

【0033】

最後の節において、数1が復号化された値に加算されるということがわかる。この加算は丸め処理に起因するものである。量子化数が4であるとき、当然の結果として、同じ伝信値の中に4つの異なる値が量子化されることになる。これらの値は (X) 、 $(X+1)$ 、 $(X+2)$ および $(X+3)$ であり。ここで、 X は4で割り切れる整数である。丸め誤差を最小化するために、選択する戻り値は $(X+1.5)$ にすべきである。しかし、これは起り得ることではない。というのは、戻り値は整数でなければならないからである。したがって、最善の選択として、 $(X+1)$ と $(X+2)$ がある。確率によって、低位の数値 (X) と $(X+1)$ の方が高位の数値 $(X+2)$ と $(X+3)$ よりもわずかに発生頻度が高くなる。というのは、予測子(predictor)の成功した処理の結果、差分が増加すると、発生回数が常にわずかに減少するからである。上記引数に起因して $(X+1)$ が戻り値として選択される。

10

【0034】

上記変動値が限界値の最高値を越えた場合(>127)、本発明の好適な実施形態(ケース1)ではPCMコーデックが使用される。したがって、符号化値は前回の値からは予測されず、元のピクセル値から形成されることになる。符号化方法の変更は特別のコードワード、コードワードの形成と関連して上記で導入したエスケープ記号によって示される。

20

【0035】

ケース1：第1の実施形態PCM
でなければ(else)、

$$Xenco(N) = "1 \quad xxxxxxxx"$$

$$Xdeco(N) = 8 * 値 + 4$$

ここで、1は上記この変更を示すコードワードであり、“xxxxxxx”は7ビットで、値 = $(Xorig(N) / 8)$ を示し、量子化数は8である。例えば、 $Xdiff(N) = 520 - 527$ のとき、符号化済みビット列は“11000001”となる。

30

【0036】

PCM法を適用する符号化済みビット列は第1のビットとして、エスケープ記号コードワード1を備え、このコードワード1は、DPCM方法の場合よりも多くのビットをカラー値の符号化に使用できるように選択されたものである。この配置構成によって、画質の保証が可能となる。というのは、異なる符号化代替方法でカラーの数が増加する場合よりも徐々に緩慢にビット分解能が低下するからである。

【0037】

ラインの端縁(EOR)に対して同様に、DPCM法によって小さな変動値を、また、PCM法によってより大きな変動値を符号化することにより、画像ラインのピクセルの符号化は行われる。これに対応して、前回のピクセルラインの場合と同様、画像の端縁までのラインの残り部分は独立に処理され、画像全体の圧縮を行うことができる。

40

【0038】

DPCMコーデックとPCMコーデックとの組み合わせをDPCMコーデックの単独使用と比較するとき、単独のDPCMコーデック対する、DPCMコーデックとPCMコーデックとの組み合わせの優越性は十分根拠のあるものである。一例として、小さな変動値と大きな変動値の双方の符号化のためにDPCMコーデックを用いる状況(ケース2)を示すことにする。本例の場合、本発明によるある方法でDPCM法をPCM法と組み合わせることにより達成される利点は当業者がより良く理解できるものである。本例は、本発明の利点を例示するために示すものにすぎず、本発明の実施時に重要性を有するものではないことを付記しておく。

50

【0039】

ケース2：第2の実施形態

でなければ (else)、

$$X_{enco}(N) = "1 \quad s \quad xxxxxx"$$

$$X_{deco}(N) = X_{pred}(N) + sign(16 * 値 + 7)$$

$$X_{deco}(N) > 1023 \text{ であれば、} X_{deco}(N) = 1023$$

$$X_{deco}(N) < 0 \text{ であれば、} X_{deco}(N) = 0$$

ここで、1はコードワードを示し、sは符号を表し、“xxxxxx”は、6ビットで、値 = (abs(Xdiff(N)) / 16) を示し、量子化数は16である。例えば、Xdiff(N) = 528 - 543 のとき、符号化済みビット列は、“1010001”となる。

10

【0040】

符号ビットsが、量子化を行うために1ビットの値を“食べ”(eat)、DPCMコーデックを用いる場合の誤差の方がPCMコーデックを用いる場合の誤差よりも大きいことがわかる。というのは、DPCMコーデックを用いる量子化の方を大きしななければならないからである。これは、PCMコーデックとDPCMコーデックへの伝送値が、それぞれ[0、1023](10ビット)と[-1023、1023](11ビット)との範囲内にあることに起因する。

【0041】

本発明の好適な実施形態では、使用するエスケープ記号は上に示したように最短コードワード“1”である。このエスケープ記号は最も発生確率の高い記号ではないが、このエスケープ記号を選択することによって、量子化誤差が非常に高くなり、そのためコードワード長をそれ以上長くすることができなくなる状況が結果として生じることになる。例えば、他の記号のコードワードを短くしたり、さらに発生確率の高い記号の非量子化範囲を大きくしたりすることによって、より長いエスケープ記号のコードワードに起因して生じる品質上の欠陥を回復することはもはや不可能になる。さらに、DPCMコーデックの大きな変動値の処理を実行することは行うに値することではない。というのは、元の解決方法でエスケープ記号の長さを大きくした場合と同じ状況が結果として生じることになるからである。

20

【0042】

エスケープ記号とは別の記号もこれらの記号の実際の発生確率に従うものであることにも留意されたい。このことはさらに大きな変動値に対して量子化数がさらに大きくなる場合にも当てはまることである。コードワードの長さは以下のような変動量に基づいて定められている：1 = 変動量[128 ~ 1023]、2 = [0 ~ 31]、3 = [32 ~ 63]、3 = [64 ~ 127]。これらの長さは量子化誤差を取り除いた後の変動分布の形状に基づいて定められる。DPCMコーデックで必要とする記号の数はN - (M - 1) (例えば10 - (8 - 1) = 3) 以下である。本発明に準拠するDPCM符号化では、好適には上記3つのすべてを使用することが望ましい。DPCMキャラクタの最大数の計算では、上式は、M - 1 (8 - 1 = 7) ビットであるエスケープ記号の値の長さに基づくものとなる。したがって、DPCMコーデックの記号の場合、PCMコーデックと関連するような、上記エスケープ記号値の長さ以上の量子化を行う実質的な必要性が存在しなくなる。さらに、同じ量子化数用として2つの異なるコードワードを使用する必要がなくなる。というのは、コードワードの順序をこのように変更したり、2つのコードワードを組み合わせたりすることが可能となるからである。

30

40

【0043】

本発明の方法を利用することにより、最悪のケースでの出力値は7 ~ 10ビットで符号化されることになる。対応する状況では、DPCMコーデックの単独使用によって、6 ~ 10ビットの出力値が結果として得られる。本発明による方法を利用することにより、画質の測定に使用する信号対雑音比PSNR(ピーク信号雑音比)は67.48dBから78.01dBの範囲に及ぶことになる。PCMコーデックをDPCMコーデックと入れ替

50

えた場合、対応する数値は、63.67 ~ 74.48 dBの範囲まで低下することになる。

【0044】

本発明の前の実施形態による配置構成によって達成される画質は、スマートDPCMコーデック（ケース3）を使用することにより達成することも可能であるが、この使用はコーデックの複雑さを増すことになる。このコーデックの複雑さは、環境によっては本発明の当実施形態の利用にとって著しい障害になる可能性がある。本発明の当実施形態では、たとえ符号化対象の値が-1023 ~ 1023の範囲にある場合であっても、予測用として1024の異なる値しか存在しないことが知られている。その他の値によって、0よりも小さいか、1023よりも大きいXdeco値が得られる。これらの値が原画像内で生じることは決してない。したがって、大きな変動値と関連して、以下のようにスマート法でDPCMコーデックを使用することが可能となる。

【0045】

ケース3：第3の実施形態
でなければ（else）、

$X_{enco}(N) = "1 \quad s \quad xxxxxx"$

ここで、1はコードワードの開始を示し、sは符号を表し、“xxxxxx”は6ビットで値 = (abs(Xdiff(N)) / 8) を示し、量子化数は8である。

予測符号化時に別様に使用されない値を用いることにより、上記高い絶対値を符号化することが望ましい。

以下の例は範囲の変動と復号化とを最初に示すものである。

もし（if）値 = 64、ならば（then）、値 = 0

もし（if）値 > 64、ならば（then）、値 = 128 - valueで、符号は変更される。

例えば、abs(Xdiff(N)) = 528 - 543のとき、符号化済みビット列は“11111110”となる。

復号化時には以下のステップがとられる：

もし（if）値 = 0、ならば（then）、

$X_{deco}(N) = X_{pred}(N) + \text{sign}(8 * 64 + 7)$

そうでなければ（else）、

$X_{deco}(N) = X_{pred}(N) + \text{sign}(8 * \text{value})$

$X_{deco}(N) < 0$ 、ならば（then）、

$X_{deco}(N) = X_{deco}(N) + 1024 + 3$

但し（butif）、 $X_{deco}(N) > 1023$ 、ならば（then）、

$X_{deco}(N) = X_{deco}(N) - 1024 - 3$

そうでなければ（else）、

$X_{deco}(N) = X_{deco} + \text{sign} * 3$

もし（if） $X_{deco}(N) > 1023$ 、ならば（then）、 $X_{deco}(N) = 1023$

もし（if） $X_{deco}(N) < 0$ 、ならば（then）、 $X_{deco}(N) = 0$ 。

【0046】

図1は、本発明の方法を実現するエンコーダと、対応するデコーダとの好適な例を示す図である。上記エンコーダは10ビットから8ビットへのビット変換を実行するものであり、それに応じて上記デコーダは8ビットから10ビットへのビット変換を実行するものである。エンコーダ（Enc）は、当該変動の大きさに応じてコーデックを変更する選択装置（Sel/Enc）を具備する。 $X_{diff} < 32$ のとき、DPCM1が使用中となり、 $X_{diff} < 64$ のとき、DPCM2が使用中となり、 $X_{diff} < 128$ のとき、DPCM3が使用中となり、それ以外の場合、PCMが使用中となる。上記エンコーダは予測（Pred）用記号の復号化を実行する内部デコーダ（Dec）も具備する。この目的のために、復号化対象の記号に先行する2つの記号が復号化された形でメモリ（MEM

)に格納される。同様の復号化処理が実際のデコーダ (Dec 8 ~ 10) によって実行される。

【0047】

図2は本発明に準拠するエンコーダとデコーダの好適な例を示し、これらの装置は10ビットから7ビットへ、さらに、10のビットへ戻るビット変換を行うように構成される。予測時には、図2の予測子は、ライン内のすべてのカラー値(ペイヤーマトリックス内のライン当たり2つのカラー)を使用する。第1のピクセルは予測なしで符号化される。第2のピクセルは、前回の復号化された値を予測値: $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-1)$ として用いることにより予測される。第3のピクセルは同じカラーの前回の復号化値を予測値: $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-2)$ として用いることにより予測される。第4のピクセルは下式を用いることにより予測される:

もし (if)

$((X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-2) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-3)) \text{ あるいは (or) } (X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-2) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-3)))$

ならば (then)、 $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-1)$

そうでなければ (else)、 $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-2)$

【0048】

ライン内の別のピクセルは下式を用いることにより予測される:

もし (if)

$((X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-2) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-3)) \text{ あるいは (or) } (X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-2) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-3)))$

ならば (then)、 $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-1)$

但し (but if)、 $((X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-3) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-4)) \text{ あるいは (or) } (X_{deco}(N-1) \quad X_{deco}(N-3) \text{ かつ (and) } X_{deco}(N-2) \quad X_{deco}(N-4)))$

ならば (then)、 $X_{pred}(N) = X_{deco}(N-2)$

そうでなければ (else)、 $X_{pred}(N) = (X_{deco}(N-2) + X_{deco}(N-4) + 1) / 2$

【0049】

図2の例によるエンコーダが予測時に4つの前回のピクセルを使用するため、これに応じて、4つのピクセル用メモリ (Mem) が構成される。

【0050】

このビット変換 (10 - 7 - 10) と関連して、10ビットから8ビットへの変換の場合と同様のある方法で符号化/復号化が実行される。但し、使用するコードワードおよびこれらのコードワードに対応する範囲が以下の規定に従うものであることに留意する必要がある:

もし (if) $abs(X_{diff}(N)) < 8$ 、ならば (then)、

$X_{enco} = 000 \quad s \quad xxx$

コードワードは000であり、s = 符号、3ビットで示される xxx = 値 = $abs(X_{diff}(N) / 1)$ 、量子化数 = 1

もし (if) $abs(X_{diff}(N)) < 16$ 、ならば (then)、

$X_{enco}(N) = "0010 \quad s \quad xx"$

コードワードは0010であり、s = 符号、2ビットで示される xx = 値 = $(abs(X_{diff}(N)) - 8) / 2$ 、量子化数 = 2

もし (if) $abs(X_{diff}(N)) < 32$ 、ならば (then)、

$X_{enco}(N) = "0011 \quad s \quad xx"$

コードワードは0011であり、s = 符号、2ビットで示される xx = 値 = $(abs$

10

20

30

40

50

(X d i f f (N)) - 1 6) / 4、量子化数 = 4
 もし (i f) a b s (X d i f f (N)) < 1 6 0、ならば (t h e n)、
 X e n c o (N) = “ 0 1 s x x x x ”、
 コードワードは 0 1 であり、s = 符号、2 ビットで示される x x x x = 値 = (a b s (X d i f f (N)) - 3 2) / 8、量子化数 = 8
 もし (i f) a b s (X d i f f (N)) > 1 6 0、ならば (t h e n)、
 X e n c o (N) = “ 1 x x x x x x ”
 コードワードは 2 であり、s = 符号、6 ビットで示される x x x x x = 値 = X o r i g (N) / 1 6、量子化数 = 1 6

【 0 0 5 1 】

上記からわかるように、ビット変換 (1 0 - 8 - 1 0) と関連して 4 つのコードワードが必要となる場合、上記で説明した種類のビット変換と関連して 5 つのコードワードが必要となる。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、本発明の好適な実施形態を実現するシステムの非常に簡略な図を示すものである。このシステムは、好適には、本発明による符号化 (E n c) / 復号化 (D e c) をそれぞれ実行する装置 A および B を具備することが望ましい。装置 A、B はシステムの中に物理的に別個に配置することができる。装置 A、B は単一の物理ユニットとして実装することも可能である。D P C M 変調と P C M 変調とを組み合わせる、あるいは、スマート D P C M 変調を利用する上記説明したタイプの配置構成は、したがって、例えばカメラの中のデジタル信号処理ユニット (D P S) 等における電子装置の一部として実装することも可能である。一般に、電子装置は、ユーザに対して画像情報を表示する手段などのような別の機能、および、電子装置を制御するプロセッサも具備している。本発明に準拠する画像処理システムを具備するデジタルカメラ (C) は、好適には、別個のユニットか、装置の中に組み込まれたユニットかのいずれかとして、移动通信装置と接続して実装できることが望ましい。上記移动通信装置は移动通信手段も具備するものである。さらに、本発明による画像処理システムを具備するデジタルカメラは、W e b C a m などの通信ネットワーク (インターネットなど) と接続されたものであってもよい。ハードウェア配置構成、マイクロコード可能なプロセッサによって、或いは単独のコンピュータソフトウェアによって、本発明全体を実現することが可能である。これらすべてを組み合わせることも可能である。したがって、本発明は一般に、より大きなソフトウェアの一部として利用することが可能であり、別々の符号化用回路の一部として構成することが可能であり、さらに、個々に販売されるカメラモジュールと関連して実現することが可能である。

【 0 0 5 3 】

本明細書では、2 つの好適な実施形態に従って本発明について説明した。上記記載の本発明の異なる実施形態を組み合わせ、本発明の精神に従う本発明の種々の実施形態を提供できることは言うまでもない。したがって、如上の例が本発明に限定されると解釈すべきではなく、本発明の実施形態は、本願の以下の特許請求の範囲に記載の本発明の特徴の範囲内で自由に変更が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 4 】

【 図 1 】 1 0 - 8 - 1 0 ビット変換を行う本発明によるエンコーダ / デコーダの好適な例を示す図である。

【 図 2 】 1 0 - 7 - 1 0 ビット変換を実現する本発明によるエンコーダ / デコーダの別の好適な例を示す図である。

【 図 3 】 特に本発明の好適な実施形態による画像の符号化および / または復号化を行う装置を示す図である。

【 図 4 】 特に本発明の好適な実施形態によるエンコーダの操作のフローチャートを示す図である。

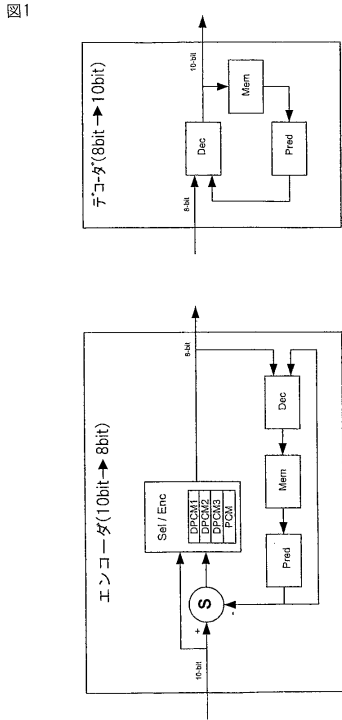
10

20

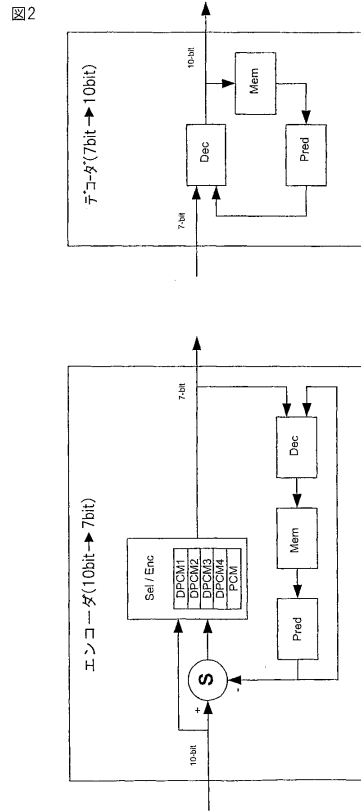
30

40

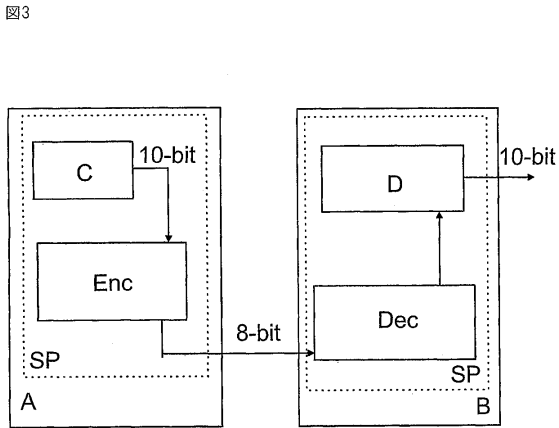
【 図 1 】



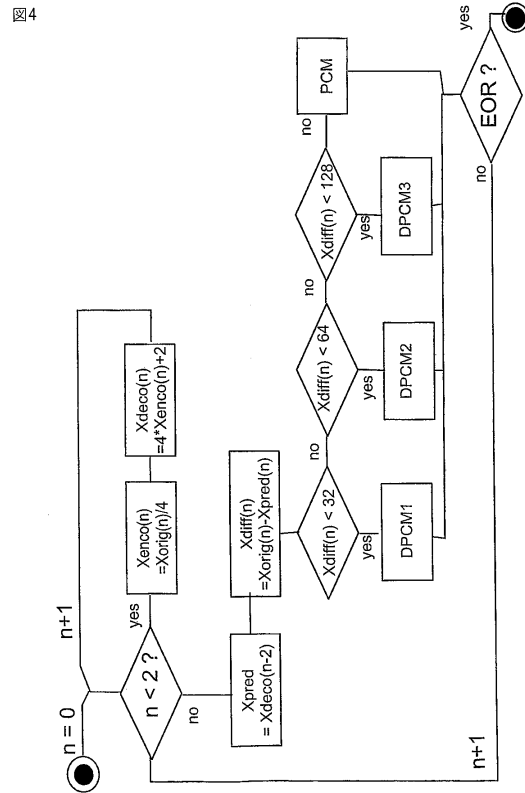
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100122965

弁理士 水谷 好男

(72)発明者 カレボ, オッシ

フィンランド国, エフイーエン - 37800 トイヤラ, ケトゥンハンタ 1

審査官 堀井 啓明

(56)参考文献 特開平02 - 312383 (JP, A)

特開平02 - 305271 (JP, A)

特開平02 - 288695 (JP, A)

特開平02 - 312382 (JP, A)

特開平03 - 001724 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N1/41 - 1/419

H04N7/12 - 7/137