

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-221389

(P2007-221389A)

(43) 公開日 平成19年8月30日(2007.8.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 1/387 (2006.01)	HO4N 1/387	5B057
HO4N 7/30 (2006.01)	HO4N 7/133 Z	5C059
HO4N 1/41 (2006.01)	HO4N 1/41 C	5C076
GO6T 1/00 (2006.01)	GO6T 1/00 500B	5C078
HO3M 7/30 (2006.01)	HO3M 7/30 A	5J064

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2006-38632 (P2006-38632)
 (22) 出願日 平成18年2月15日 (2006.2.15)

(71) 出願人 504297272
 富士フイルムソフトウェア株式会社
 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2
 新百合トウェンティワン
 (74) 代理人 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (72) 発明者 井原 健喜
 神奈川県川崎市麻生区万福寺1丁目2番2
 号 富士フイルムソフトウェア株式会社内
 Fターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01
 CB08 CB12 CB19 CE08 CE18
 CG02 CG05
 5C059 KK02 KK43 MA00 MA23 MC11
 MC22 MC24 MC26 ME02 ME06
 PP16 RC00 RC35
 最終頁に続く

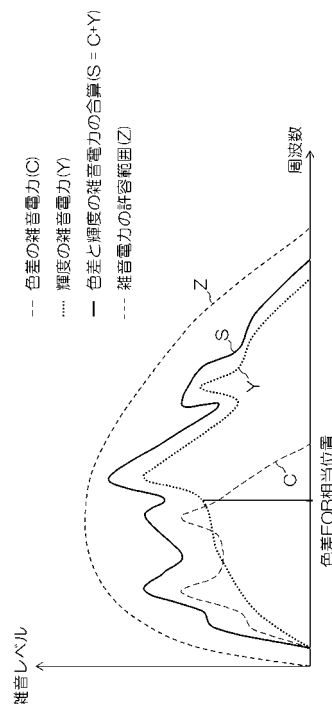
(54) 【発明の名称】 データ挿入装置および方法ならびに画像圧縮符号化装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 画像データへの任意データの埋め込みに際して、画質劣化の防止、画像データへ埋め込むデータ量の増大化、ファイルの長大化防止。

【解決手段】 データ挿入部15は、Y成分のDCT係数に対してデータ挿入を開始するZ番目の係数位置(開始位置)を、Cb、Cr成分のEOBの係数位置に応じて決定し、開始位置からデータを挿入する。色差EOBに相当する係数位置のYデータのDCT係数からデータ埋め込みをすることによって、雑音電力が突出する周波数が輝度と色差で重ならず、輝度と色差で合算した雑音電力を、画質劣化を検知されない雑音電力の範囲内に収めることができる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データを輝度成分および色差成分に変換する Y C 変換部と、輝度成分および色差成分をそれぞれ複数のブロックに分割するブロック化を行い、ブロック毎に D C T (離散コサイン変換) 係数を算出する D C T 変換部と、各ブロックの D C T 係数を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値を丸めることで各 D C T 係数の量子化代表値を決定する量子化部と、各 D C T 係数の量子化代表値を格納した量子化データテーブルを作成し、量子化データテーブルを符号化する符号化部とを備える画像圧縮符号化装置であって、

前記量子化部は、前記 Y C 変換部の変換した色差成分の E O B (End of Block) に相当する輝度成分の D C T 係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定した上、前記開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の方の位置である終了位置までの輝度成分の D C T 係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで前記量子化代表値の最下位 1 ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、前記輝度成分の D C T 係数の量子化代表値に前記任意のデータを挿入する画像圧縮符号化装置。

10

【請求項 2】

前記 Y C 変換部は、前記画像データを輝度成分 Y、青み色差成分 C b および赤み色差成分 C r に変換し、

前記量子化部は、前記 D C T 係数の直流成分の位置を原点として前記 D C T 係数の交流成分の水平方向の周波数成分の位置および前記 D C T 係数の交流成分の垂直方向の周波数成分の位置を示す 2 次元座標系 (x , y) において、前記 Y C 変換部の変換した青み色差成分 C b の E O B (End of Block) および赤み色差成分 C r の E O B (End of Block) の内高周波数側の方の位置 (X , Y) に相当する輝度成分の位置を開始位置に決定する請求項 1 に記載の画像圧縮符号化装置。

20

【請求項 3】

前記 Y C 変換部は、前記画像データを輝度成分 Y、青み色差成分 C b および赤み色差成分 C r にそれぞれ 4 : 1 : 1 の割合で変換し、

前記量子化部は、前記 2 次元座標系における前記位置 (X , Y) に相当する輝度成分の位置 (X / 2 , Y / 2) を開始位置に決定する請求項 2 に記載の画像圧縮符号化装置。

30

【請求項 4】

前記 Y C 変換部は、前記画像データを輝度成分 Y、青み色差成分 C b および赤み色差成分 C r にそれぞれ水平方向に 4 : 2 : 2 の割合で変換し、

前記量子化部は、前記 2 次元座標系における前記位置 (X , Y) に相当する輝度成分の位置 (X / 2 , Y) を開始位置に決定する請求項 2 に記載の画像圧縮符号化装置。

【請求項 5】

前記量子化部は、データ挿入を開始する所定の低周波数側の係数位置である開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の係数位置である終了位置までの色差成分の D C T 係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで前記量子化代表値の最下位 1 ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、前記色差成分の D C T 係数の量子化代表値に前記任意のデータを挿入する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の画像圧縮符号化装置。

40

【請求項 6】

画像データの色差成分の E O B (End of Block) に相当する輝度成分の D C T 係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定した上、前記開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の方の位置である終了位置までの輝度成分の D C T 係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで前記量子化代表値の最下位 1 ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、前記輝度成分の D C T 係数の量子化代表値に前記任意のデータを挿入するデータ挿入装置。

【請求項 7】

50

画像データを輝度成分および色差成分に変換する Y C 変換部と、輝度成分および色差成分をそれぞれ複数のブロックに分割するブロック化を行い、ブロック毎に D C T (離散コサイン変換) 係数を算出する D C T 変換部と、各ブロックの D C T 係数を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値を丸めることで各 D C T 係数の量子化代表値を決定する量子化部と、各 D C T 係数の量子化代表値を格納した量子化データテーブルを作成し、量子化データテーブルを符号化する符号化部とを備える画像圧縮符号化装置で用いられる画像圧縮符号化方法あって、

前記 Y C 変換部の変換した色差成分の E O B (End of Block) に相当する輝度成分の D C T 係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定するステップと、

10

前記開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の位置である終了位置までの輝度成分の D C T 係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで前記量子化代表値の最下位 1 ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、前記輝度成分の D C T 係数の量子化代表値に前記任意のデータを挿入するステップと、

を含む画像圧縮符号化方法。

【請求項 8】

画像データの色差成分の E O B (End of Block) に相当する輝度成分の D C T 係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定するステップと、

前記開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の位置である終了位置までの輝度成分の D C T 係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで前記量子化代表値の最下位 1 ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、前記輝度成分の D C T 係数の量子化代表値に前記任意のデータを挿入するステップと、

20

を含むデータ挿入方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は圧縮符号化された静止画ないし動画データに任意のデータを埋め込む技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

画像データ圧縮の分野において、種々の圧縮アルゴリズムが提案されている。例えば、J P E G 圧縮の場合、オリジナル画像データを離散コサイン変換 (D C T) し、ビット配分を決定して量子化を行う。ベースライン方式の場合、量子化データをハフマン符号化により符号化して符号化データを得る。

【0003】

この圧縮符号化された画像データに対して任意のデータを付加する技術として、ステガノグラフィ (Steganography) がある。ステガノグラフィは、付加情報 (メッセージや画像など) を画像等に対して直接、重畳する処理を実行するものであり、例えば、画像情報の各画素の値を示すビット情報の最下位ビットにデータを入れたり (特許文献 1)、あるいはマクロブロックの量子化された Y 成分の D C T 係数を変更したり (非特許文献 1)、あるいは量子化された D C T 係数の和をある値で割った余りで埋め込みデータを表す (非特許文献 2) など、様々な態様のものがある。

40

【0004】

なお、ステガノグラフィに類似する情報埋め込み技術として、電子透かし (Watermark) がある。例えば、D C T 係数ブロック群の中から電子透かしを埋め込む D C T 係数ブロック (埋込ブロック) を一つ以上選択し、選択された埋込ブロックそれぞれに対して、電子透かしを構成する一つのビットを埋め込む (特許文献 2)。ただしこの技術は、画像自体の情報付加や著作権管理に使われ、電子透かしとして埋め込まれるデータの量が少なく

50

、データ改変などに対して耐性が要求される。また、埋め込まれたデータの抽出が100%可能とは限らず、これらの点でステガノグラフィと異なる。

【0005】

また、データの埋め込みにより画質劣化が生じることがあるが、これを防止する技術としては、例えば、画像を埋め込む場所をDCT係数の最高周波数の位置にするものがある(特許文献3、非特許文献3)。

【特許文献1】特開2003-289435号公報

【特許文献2】特開2000-151973号公報

【特許文献3】特開2002-330279号公報

【非特許文献1】特許庁標準技術集「JPEG符号化列に対するステガノグラフィ」インターネットURL [http://www.jpo.go.jp/shiryou/s_sonota/hyoujun_gijutsu/denshi_sukashi/2_e_2.htm]

【非特許文献2】「埋込位置の特定を必要としないJPEG画像へのデータ埋込法」、電子情報通信学会論文誌2005/10Vol. J88-D-II No. 10 pp. 2037-2045、(社)電子情報通信学会

【非特許文献3】「JPEG符号化列へのバイナリデータのデータ埋込法」、電子情報通信学会論文誌2000/6Vol. J83-D-II No. 6 pp. 1469-1476、(社)電子情報通信学会

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1、非特許文献1および特許文献2の技術では、1マクロブロックにつき1ビットしかデータを埋め込むことができず、埋め込めるデータ量が限られてしまう。非特許文献2の技術でも、埋め込めるデータ量が限られる。また、特許文献3および非特許文献3のようにすると、EOB(End of Block)符号が消滅するため、符号化効率が低下し、JPEGファイルが非常に大きくなる。

【0007】

本発明は、画像データへの任意データの埋め込みに際して、画質劣化の防止、画像データへ埋め込むデータ量の増大化、ファイルの長大化防止を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、画像データを輝度成分および色差成分に変換するYC変換部と、輝度成分および色差成分をそれぞれ複数のブロックに分割するブロック化を行い、ブロック毎にDCT(離散コサイン変換)係数を算出するDCT変換部と、各ブロックのDCT係数を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値を丸めることで各DCT係数の量子化代表値を決定する量子化部と、各DCT係数の量子化代表値を格納した量子化データテーブルを作成し、量子化データテーブルを符号化する符号化部とを備える画像圧縮符号化装置に関する。

【0009】

この画像圧縮符号化装置において、量子化部は、YC変換部の変換した色差成分のEOB(End of Block)に相当する輝度成分のDCT係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定した上、開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の方の位置である終了位置までの輝度成分のDCT係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、輝度成分のDCT係数の量子化代表値に任意のデータを挿入する。

【0010】

この発明によると、画像データを分割することで得られたブロックごとに算出された各DCT係数の最下位1ビットを任意のデータのビットに変更することで、画像データを埋め込む。従来技術のように、各ブロックに1ビットのデータを挿入するのではなく、各D

C T係数に1ビットずつデータを挿入できるから、画像データに挿入できるデータ量が格段に増加する。

【0011】

また、輝度成分に関するデータ埋め込みの開始位置を示す情報は色差成分のEOB相当位置に定まるから、これを別途データ化して画像ファイルのヘッダ部に埋め込んだり、予め符号化側・復号化側でデータ埋め込み開始位置を固定的に決めておいたりする必要がない。

【0012】

また、色差の変化は輝度の変化に比べて鈍感であるという人の視覚特性を考慮して、色差成分の量子化幅は輝度成分の量子化幅よりも大きく設定されているのが通常であるから、色差成分のEOBに相当する輝度成分のDC T係数の位置は、輝度成分のEOBの位置よりも低周波数側にある。このため、輝度成分の本来のEOB以降にデータが挿入されることで輝度成分のEOBが高周波数側に移動しゼロランレングスが発生する確率が低くなり符号化効率が低下することもない。

10

【0013】

なお、万一、あるMCU(最小符号化単位)の色差成分のEOBの位置に相当する輝度成分の位置が輝度成分のEOBの位置と同じかそれよりも高周波数側にあった場合は、そのMCUの輝度成分にデータを挿入しないようにする。こうすれば、輝度成分のEOBが高周波数側に移動しゼロランレングスが発生する確率が低くなり符号化効率が低下することもない。

20

【0014】

以上のようにして決定された開始位置から輝度成分のDC T係数にデータが挿入された場合において、さらに、データ挿入を開始する所定の低周波数側の係数位置である開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の係数位置である終了位置までの色差成分のDC T係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、色差成分のDC T係数の量子化代表値に任意のデータを挿入したとする。

【0015】

この場合、色差成分のEOBに相当する輝度成分のDC T係数の位置からデータ埋め込みをすることによって、雑音電力が突出するDC T係数の周波数が輝度と色差で重ならず、輝度と色差で合算した雑音電力を、画質劣化を検知されない雑音電力の範囲内に収めることができる。

30

【0016】

YC変換部は、画像データを輝度成分Y、青み色差成分Cbおよび赤み色差成分Crに変換し、量子化部は、DC T係数の直流成分の位置を原点としてDC T係数の交流成分の水平方向の周波数成分の位置およびDC T係数の交流成分の垂直方向の周波数成分の位置を示す2次元座標系(x, y)において、YC変換部の変換した青み色差成分CbのEOB(End of Block)および赤み色差成分CrのEOB(End of Block)の内高周波数側の方の位置(X, Y)に相当する輝度成分の位置を開始位置に決定するとよい。

【0017】

例えば、YC変換部が、画像データを輝度成分Y、青み色差成分Cbおよび赤み色差成分Crにそれぞれ4:1:1の割合で変換する場合は、量子化部は、2次元座標系における位置(X, Y)に相当する輝度成分の位置(X/2, Y/2)を開始位置に決定するとよい。

40

【0018】

あるいは、YC変換部が、画像データを輝度成分Y、青み色差成分Cbおよび赤み色差成分Crにそれぞれ水平方向に4:2:2の割合で変換する場合は、量子化部は、2次元座標系における位置(X, Y)に相当する輝度成分の位置(X/2, Y)を開始位置に決定するとよい。

【0019】

50

本発明に係るデータ挿入装置は、画像データ色差成分のEOB(End of Block)に相当する輝度成分のDC T係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定した上、開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の方の位置である終了位置までの輝度成分のDC T係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、輝度成分のDC T係数の量子化代表値に任意のデータを挿入する。

【0020】

また本発明は、画像データを輝度成分および色差成分に変換するYC変換部と、輝度成分および色差成分をそれぞれ複数のブロックに分割するブロック化を行い、ブロック毎にDC T(離散コサイン変換)係数を算出するDC T変換部と、各ブロックのDC T係数を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値を丸めることで各DC T係数の量子化代表値を決定する量子化部と、各DC T係数の量子化代表値を格納した量子化データテーブルを作成し、量子化データテーブルを符号化する符号化部とを備える画像圧縮符号化装置で用いられる画像圧縮符号化方法に関する。

10

【0021】

この方法は、YC変換部の変換した色差成分のEOB(End of Block)に相当する輝度成分のDC T係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定するステップと、開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の位置である終了位置までの輝度成分のDC T係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、輝度成分のDC T係数の量子化代表値に任意のデータを挿入するステップと、データ挿入を開始する所定の低周波数側の係数位置である開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の係数位置である終了位置までの色差成分のDC T係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、色差成分のDC T係数の量子化代表値に任意のデータを挿入するステップとを含む。

20

【0022】

また、本発明に係るデータ挿入方法は、画像データの色差成分のEOB(End of Block)に相当する輝度成分のDC T係数の位置を、データ挿入を開始する低周波数側の位置である開始位置に決定するステップと、開始位置からデータ挿入を終了する所定の高周波数側の位置である終了位置までの輝度成分のDC T係数の各々を対応する量子化幅で除算した値である除算結果値の丸め方向を変更することで量子化代表値の最下位1ビットの各々を挿入すべき任意のデータを構成するビットに変更し、輝度成分のDC T係数の量子化代表値に任意のデータを挿入するステップとを含む。

30

【発明の効果】

【0023】

本発明によると、輝度成分に関するデータ埋め込みの開始位置を示す情報を別途データ化して画像ファイルのヘッダ部に埋め込んだり、予め符号化側・復号化側でデータ埋め込み開始位置を固定的に決めておいたりする必要がない。

40

【0024】

また、輝度成分の本来のEOB以降にデータが挿入されることで輝度成分のEOBが高周波数側に移動しゼロランレングスが発生する確率が低くなり符号化効率が低下することもない。

【0025】

さらに、輝度成分と色差成分の両方のDC T係数にデータを挿入したとしても、雑音電力が突出するDC T係数の周波数が輝度と色差で重ならず、輝度と色差で合算した雑音電力を、画質劣化を検知されない雑音電力の範囲内に収めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0026】

以下、添付した図面を参照し本発明の好ましい実施の形態を説明する。

【0027】

図1は本発明の好ましい第1の実施形態に係る画像圧縮符号化装置のブロック図である。詳細は省略するが、本実施形態で述べる画像圧縮符号化装置の各ブロックはプログラム制御によっても実現可能である。

【0028】

画像データ作成部11は、デジタルスチルカメラに内蔵されたアナログフロントエンドなどの画像信号出力部10から出力された画像信号のガンマ補正、画素補間法による欠陥画素の補間、ホワイトバランスの補正、画像信号の鮮鋭化、手振れによる影響の補正、C M Y Gの色空間からR G Bの色空間への変換等の処理を行って被写体像を表すR G Bの各色毎のデータを生成し、3×3行列による線形変換により輝度を表す輝度信号(Y)、
「青み」成分を表す色差信号(C bないしU)及び「赤み」成分を表す色差信号(C rないしV)のY C b C rの色空間に変換して画像データを出力する。

10

【0029】

R G BからY C b C rの色空間への変換には、

$$Y = aR + bG + cB \quad (\text{ただし } a + b + c = 1)$$

を用いるのが一般的である。

【0030】

例えば、CCIR601では、 $a = 0.299$, $b = 0.587$, $c = 0.114$ として、

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

としている。

20

【0031】

色差としては、

$$C b = B - Y$$

$$C r = R - Y$$

や、

$$C r = p(R - Y)$$

$$C b = q(B - Y) \quad (p, q \text{ は定数})$$

として求めるのが一般的である。

30

【0032】

CCIR601では後者の場合、 $p = 0.5/0.701 = 0.713$ 、 $q = 0.5/0.886 = 0.564$ を推奨している。以後の説明において、特に断らない限りp、qは任意の定数とする。

【0033】

画像データ作成部11によるR、G、B信号からY、C b、C rの映像信号への変換は、人間の目は輝度の変化には敏感だが、色の変化には鈍感だという特性を利用し、輝度Yにより多くの情報を与えて色の情報量を抑えるために行われる。この変換は、Y、U、Vのサンプリングする比率によって、Y C b C r 4 : 1 : 1、Y C b C r 4 : 2 : 2、Y C b C r 4 : 2 : 0などの名称で呼ばれる。

【0034】

Y C b C r 4 : 4 : 4は、Y、C b、C rを同じ割合で変換する。即ち、1ピクセルあたりR、G、Bそれぞれ8ビット、合計 $8 + 8 + 8 = 24$ ビットで色表現されるR G B信号をY C b C r系に座標変換し、水平方向の4ピクセルに対して輝度Y、色差C b、C rを4ピクセル全て取る。Y C b C r 4 : 4 : 4フォーマット変換後のY、C b、C r信号1ピクセルあたりのビット数は $8 + 8 + 8 = 24$ ビット(圧縮率1)であり、1ピクセルあたりのデータ量は変わらない。Y C b C r 4 : 4 : 4フォーマットは医療や映画などの特殊な分野に用いられる。

40

【0035】

Y C b C r 4 : 2 : 2は、画素を構成する色差信号C b、C rのデータ量を水平方向にそれぞれ1/2に間引く。即ち、水平方向の4ピクセルに対して輝度Yを4ピクセル全て

50

取るが、色差 C_b 、 C_r は 2 ピクセルずつ取る。このため、 $Y C_b C_r 4 : 2 : 2$ フォーマット変換後の Y 、 C_b 、 C_r 信号 1 ピクセルあたりのビット数は $8 + 4 + 4 = 16$ ビットとなる（圧縮率 $2/3$ ）。 $Y C_b C_r 4 : 2 : 2$ フォーマットは一般にテレビ局のスタジオ内やプロユースで用いられる。

【0036】

$Y C_b C_r 4 : 1 : 1$ ($4 : 2 : 0$) は、 $Y C_b C_r 4 : 2 : 2$ の色差信号 C_b 、 C_r を垂直方向に $1/2$ 間引く。 $Y C_b C_r 4 : 1 : 1$ フォーマット変換後の Y 、 C_b 、 C_r 信号 1 ピクセルあたりのビット数は $8 + 2 + 2 = 12$ ビットとなる（圧縮率 $1/2$ ）。 $Y C_b C_r 4 : 1 : 1$ は J P E G、M P E G 4 方式などの符号化器で慣用され、データ量は 1 ピクセルあたり $1/2$ 減少する。

10

【0037】

画像データ作成部 11 により変換された Y 、 C_b 、 C_r の映像信号のフォーマットは、 $Y C_b C_r 4 : 4 : 4$ 、 $Y C_b C_r 4 : 2 : 2$ 、 $Y C_b C_r 4 : 1 : 1$ のいずれであってもよい。

【0038】

D C T 処理部 12 は、画像データ作成部 11 から出力された画像データを 8×8 要素からなる複数のブロック（ここでは説明の便宜上 64 個のブロックとする）に分割するブロック化を行い、ブロック毎に D C T（離散コサイン変換）を行う。D C T 処理部 12 は、D C T 係数を格納した 8×8 のテーブル形式の D C T 係数テーブルをブロック毎に作成し、量子化部 13 に出力する。

20

【0039】

8×8 ブロックは、縦方向に 8 画素、横方向に 8 画素の総数 64 画素のブロックを示している。画像フォーマット $4 : 1 : 1$ の場合は、輝度情報 Y の 8×8 ブロック 4 つと、色差情報 C_r ないし C_b の 8×8 ブロック各 1 つで M C U（最小符号化単位）が構成される。画像フォーマット $4 : 2 : 2$ の場合は輝度情報 Y の 8×8 ブロック 4 つと、色差情報 C_b ないし C_r の 8×8 ブロック各 2 つで M C U が構成される。画像フォーマット $4 : 4 : 4$ の場合は輝度情報 Y の 8×8 ブロック 4 つと、色差情報 C_b ないし C_r の 8×8 ブロック各 4 つで M C U が構成される。

【0040】

量子化部 13 は、D C T 処理部 12 から出力されたブロック毎の D C T 係数テーブルの各 D C T 係数を、量子化表の対応する区間幅（量子化幅あるいは量子化ステップと呼ばれる）で割り、その値の少数以下の桁を丸めることで、各 D C T 係数を量子化する。

30

【0041】

量子化代表値 Q は、例えば、 x : 量子化前の D C T 係数の値、 Δ : 量子化幅、 g : 四捨五入・切捨て・切り上げなどの丸め演算をおこなう関数とすると、

【0042】

【数 1】

$$Q = g\left(\frac{x}{\Delta}\right) \times \Delta$$

40

【0043】

で表される。ミッドトレッド型の線形量子化では、 g は四捨五入の丸め処理を行う関数である。J P E G などでは、

【0044】

【数 2】

$$g\left(\frac{x}{\Delta}\right)$$

【0045】

とを別々に符号化している。本明細書では説明の便宜上、数 2 で求まる値、すなわち DCT 係数を量子化した値を量子化代表値と呼ぶ。

【0046】

DCT 処理部 12 は、このようにして決定された DCT 係数の量子化代表値を格納した 8×8 のテーブル形式の量子化データテーブルをブロック毎に作成し、エントロピー符号化部 14 に出力する。

【0047】

エントロピー符号化部 14 は、量子化部 13 から出力されたブロック毎の量子化データテーブルをハフマン符号表などを用いてエントロピー符号化し、ビットストリームを出力する。この際、最高周波数の係数位置まで連続するゼロの量子化代表値の列の長さ（ゼロランゲス）を考慮した符号化を行なうことにより、ビット数が効果的に低減される。

【0048】

符号化データには EOB（エンドオブブロック）のコードが付加される。ここで、EOB とは、ブロック内の後続の量子化代表値は全てゼロであるという意味のコードである。

【0049】

DCT を行って得られる DCT 係数テーブルにおいては、左上に画質の劣化が顕在化しやすい低い空間周波数の DCT 係数が配置され、右下に向かうほど画質の劣化が顕在化しにくい高い空間周波数の DCT 係数が配置される。

【0050】

図 2 は、量子化データテーブルに格納されている量子化代表値をエントロピー符号化する順序及びエントロピー復号化された量子化代表値を量子化データテーブルに格納する順序を表す図である。図示するように、量子化代表値を左上から右下に向かってジグザグの順序でエントロピー符号化又は格納することから、この順序を一般にジグザグ順序あるいはジグザグシーケンスという。従って、例えばこのジグザグ順序の順にエントロピー復号化を行うと、低い空間周波数の DCT 係数を表す量子化代表値ほど先に復元される。ゼロの量子化代表値の列の先頭には、EOB が付加されている。

【0051】

以下、データを挿入しない場合に Y、Cb または Cr 成分の画像データの DCT 係数 $D(m)$ を割る通常の区間幅を第 1 の量子化ステップ $Q1(m)$ で表し、データを挿入する場合に Y 成分の画像データの DCT 係数 $D(m)$ を割る区間幅を第 2 の量子化ステップ $Q2(m)$ で表す（ m はジグザグ順序を示す添え字であり、 $0 \leq m < 63$ ）。また、第 1 の量子化ステップ $Q1(m)$ による量子化によって定まった EOB を本来の EOB と呼び、本来の EOB の量子化代表値のジグザグスキンの順番を $X(0 \leq X < 63)$ とする。また、第 1 の量子化ステップ $Q1(m)$ による DCT 係数 $D(m)$ の量子化で求められた量子化代表値を $R1(m)$ で表す。また、第 2 の量子化ステップ $Q2(m)$ による DCT 係数 $D(m)$ の量子化で求められた量子化代表値を $R2(m)$ で表す。

【0052】

また、第 2 の量子化ステップ $Q2(m)$ による量子化によって定まり、かつ本来の EOB の位置よりも 1 つ分高周波数側の EOB を新たな EOB と呼び、新たな EOB の量子化代表値のジグザグスキンの順番を $W(0 \leq W < 63)$ とする。

【0053】

データ挿入部 15 は、挿入したい任意のデータのビット列の埋め込みを開始する Y、Cb または Cr 成分画像データの量子化代表値 $R2(Z)$ からビット列の埋め込みを終了する量

10

20

30

40

50

量子化代表値 $R2(Y)$ までの各々の最下位1ビットに、データのビット列の先頭から順に1ビットずつ埋め込む(0 Z m Y X 63)。

【0054】

具体的には、データ挿入部15は、DCT係数 $D(m)$ に対応する量子化ステップ $Q1(m)$ と量子化代表値 $R1(m)$ を破棄した上、DCT係数 $D(m)$ に対応する量子化ステップを $Q2(m)$ に設定し、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の丸め演算結果値の偶奇性(パリティ)が埋め込むデータビットの値(0または1)と対応するように除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の丸め方向を設定し、設定した丸め方向に除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ を丸めた値を、DCT係数 $D(m)$ の量子化代表値 $R2(m)$ にすることで、各量子化代表値 $R2(m)$ にビットの挿入を行う。

【0055】

以下では説明の簡略のため、あるブロックのある1つの量子化代表値 $R2(m)$ についてのデータ挿入について説明するが、複数ブロックのそれぞれの量子化代表値 $R2(m)$ について、同様にデータ挿入ができる。

【0056】

本明細書では色差情報Cb、CrのDCT係数へのデータ挿入を開始するZ番目の係数位置は固定(すなわちZは所定の値)であるものとするが、無論、様々なパラメータに応じて可変にしてもよい。データ挿入を終了するY番目の係数位置(終了位置)は、本来のEOBの1つ前の係数位置($Y=X-1$)であることが好ましく、本来のEOBの位置に依存して変化する。これは、本来のEOB以降にビットを挿入することで、ゼロランレングスが短くなり、符号化効率が低下するのを防止するためである。本来のEOBの位置がデータ埋め込み開始位置(ジグザグスキャン順序がZ番目の係数位置)よりも低周波数側であれば、データ挿入は行わない。

【0057】

従来例では、1ブロックにつき1ビットしかデータ挿入できないが、本実施形態では、1ブロックの各量子化代表値 $R2(m)$ (0 Z m Y 63)に1ビットずつデータを挿入することができるから、従来例よりも挿入できるデータ量が格段に増加する。

【0058】

図3は、データ挿入部15によるビット挿入の一例を示す。この図では、説明の便宜上、第2の量子化ステップ $Q2(m)$ は第1の量子化ステップ $Q1(m)$ と同じく1であり($Q1(m)=Q2(m)=1$)、かつ除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ は $-0.5 \sim 0.5$ の範囲内であるとする。

【0059】

データ挿入部15は、挿入すべきビット値が「0」、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ が $-0.5 < D(m)/Q2(m) < 0$ であるとする、丸め方向を+側に設定し、量子化代表値を、 $R1(m)$ から、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の最近傍の偶数 $R2(m)=0$ に変更する。また、挿入すべきビット値が「0」、除算結果値が $0 < D(m)/Q2(m) < 0.5$ であるとする、丸め方向を-側に設定し、量子化代表値を、 $R1(m)$ から、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の最近傍の偶数 $R2(m)=0$ に変更する。これらの丸め演算はいわゆる四捨五入に相当し、量子化代表値を $R1(m)$ から $R2(m)$ に変更した際に生じる誤差は、第1の量子化ステップ $Q1(m)$ の半分($=0.5$)未満であり、第1の量子化ステップ $Q1(m)$ による量子化の際の丸め誤差(除算結果値 $D(m)/Q1(m)$ の四捨五入による丸め誤差)と変わらない。

【0060】

一方、挿入すべきビット値が「1」、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ が $-0.5 < D(m)/Q2(m) < 0$ であるとする、丸め方向を-側に設定し、量子化代表値を、 $R1(m)$ から、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の最近傍の奇数 $R2(m)=-1$ に変更する。また、挿入すべきビット値が「1」、除算結果値が $0 < D(m)/Q2(m) < 0.5$ であるとする、丸め方向を+側に設定し、量子化代表値を、 $R1(m)$ から、除算結果値 $D(m)/Q2(m)$ の最近傍の奇数 $R2(m)=1$ に変更する。これらの丸め演算はいわゆる切り下げ、切り上げに相当し、量子化代表値を $R1(m)$ から $R2(m)$ に変更した際に生じる誤差は、第1の量子化ステップ $Q1(m)$ ($=1$)未満となり、第1の量子化ステップ $Q1(m)$ による量子化の際の丸め誤差(除算結果値 $D(m)/Q1(m)$ の四捨五入による丸め誤差)の倍となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

このように、量子化代表値R2(m)に挿入するデータビットが0であれば量子化代表値R1(m)は除算結果値D(m)/Q2(m)の最近傍の偶数R2(m)に変更され、挿入するデータビットが1であれば量子化代表値R1(m)は除算結果値D(m)/Q2(m)の最近傍の奇数R2(m)に変更される。復号側では、量子化代表値R2(m)が偶数(すなわち最下位ビットが0)であればデータビット0が挿入されており、量子化代表値R2(m)が奇数(すなわち最下位ビットが1)であればデータビット0が挿入されていることを識別できる。

【 0 0 6 2 】

ところで、Q1(m)=Q2(m)とすると、R1(m)からR2(m)への量子化代表値への変更にもなう量子化誤差は、第1の量子化ステップQ1(m)による量子化の際に生じる誤差(量子化誤差)よりも大きくなり、画質劣化の原因となりうる。

10

【 0 0 6 3 】

そこで本実施形態ではさらに、データ埋め込みによる量子化代表値の変更にもなう画質劣化を、第1の量子化ステップQ1(m)による量子化の量子化誤差の範囲内に収めるため、第2の量子化ステップQ2(m)を、第1の量子化ステップQ1(m)の1/2以下とする。

【 0 0 6 4 】

すなわち、

【 0 0 6 5 】

【 数 3 】

$$Q2(m) \leq \frac{1}{2} \times Q1(m)$$

20

【 0 0 6 6 】

を満足するよう第2の量子化ステップQ2(m)を予め設定しておく。

【 0 0 6 7 】

こうすると、第2の量子化ステップQ2(m)による量子化の量子化誤差は、第1の量子化ステップQ1(m)による量子化の量子化誤差と同一か、あるいはそれ未満となり、データビット挿入による画像劣化を発生しにくくすることができる。

30

【 0 0 6 8 】

人間の知覚特性を表すCSF(Contrast Sensitivity Function)を元に決定された、最良のQ2(m)の値は、

【 0 0 6 9 】

【 数 4 】

$$Q2(m) = \frac{1}{\sqrt{7}} \times Q1(m)$$

40

【 0 0 7 0 】

である。

【 0 0 7 1 】

ただし、数3や数4のように、量子化ステップQ2(m)がQ1(m)よりも小さい値だと、高周波数側における変更後の量子化代表値R2(m)が0でない値となる確率が高まり、第1の量子化ステップQ1(m)による量子化に比して新たなEOBまででゼロランレングスが発生する確率が落ちたり、ゼロランレングスが短くなる。このため、符号化の効率が低下してJPEGファイルが長大化する。

【 0 0 7 2 】

このため、本実施形態では、第2の量子化ステップQ2(m)を、低周波数側から高周波数

50

側にかけてジグザグ順に順次増大させるようにする。

【0073】

一例として、量子化ステップ $Q2(m)$ を、

【0074】

【数5】

$$Q2(Z) = \frac{Q1(Z)}{\sqrt{7}}$$

$$Q2(Y) = \frac{Q1(Y)}{2}$$

10

$$Q2(m) = \frac{Q1(m)}{\sqrt{7} + \frac{2-\sqrt{7}}{Y-Z}(m-Z)} \quad \text{ただし } Z < m < Y$$

【0075】

とし、 $Q1(m)$ を小さくする分母を $7^{1/2}$ から2へ順次変化させる。あるいは、

20

【0076】

【数6】

$$Q2(Z) = \frac{Q1(Z)}{\sqrt{7}}$$

$$Q2(Y) = Q1(Y)$$

$$Q2(m) = \frac{Q1(m)}{\sqrt{7} + \frac{1-\sqrt{7}}{Y-Z}(m-Z)} \quad \text{ただし } Z < m < Y$$

30

【0077】

とし、 $Q1(m)$ を小さくする分母を $7^{1/2}$ から1へ順次変化させてもよい。

あるいは、 $k < Y$ となる定数 k を予め設定しておき、

【0078】

【数7】

$$Q2(m) = \frac{Q1(m)}{\sqrt{7} + \frac{1-\sqrt{7}}{k-Z}(m-Z)} \quad (\text{ただし } Z \leq m \leq k)$$

$$= Q1(Y) \quad (\text{ただし } k < m \leq Y)$$

40

【0079】

とし、 m が Z と k との間は $Q1(m)$ を小さくする分母を $7^{1/2}$ から1へ順次変化させ、 m が $k+1$ と Y との間は $Q1(m)$ を小さくする分母を1(すなわち $Q2(m)$ は $Q1(m)$ と同じ値)にしてもよい。

50

【 0 0 8 0 】

元々、低周波数側から高周波数側の係数位置にかけて、徐々に0の量子化代表値が発生する確率が高くなるよう第1の量子化ステップ $Q1(m)$ は設定されている。これに関連させて、第1の量子化ステップ $Q1(m)$ に数5～7のような「 m の単調増加関数」を乗じた値を第2の量子化ステップ $Q2(m)$ とし、 $Q2(m)$ の値をジグザグ順に増大させる。こうすると、第2の量子化ステップ $Q2(m)$ による量子化により高周波数側での量子化代表値 $R2(m)$ が量子化代表値 $R1(m)$ に比して0以外の値となる確率が低くなり、データ挿入にともなうゼロランレングスが短くなりJPEGファイルが長大化するのを可及的に防げる。

【 0 0 8 1 】

さて、上述のように、量子化代表値 $R2(m)$ が偶数であれば、その最下位ビットは0である。復号側からすると、新たなEOBの量子化代表値「0」と最も高い周波数側の係数位置の挿入ビット「0」との区別がつかなければならない。

10

【 0 0 8 2 】

このため、本来のEOBのDCT係数 $D(X)$ の除算結果値 $D(X)/Q1(X)$ の量子化代表値 $R1(X)$ を、データ終了マーカーとして、-1または1のうち除算結果値 $D(X)/Q1(X)$ に最も近い方の値 $R2(X)$ に変更する。データ終了マーカーは、新たなEOBよりも1つ分低周波数側の係数位置にあるから、復号側は、低周波数側から順次DCT係数を復号化する際にデータ終了マーカーを検出することで、挿入ビット「0」とEOB(End of Block)以下のゼロ量子化代表値列とを区別できる。

【 0 0 8 3 】

なお、本来のEOBの量子化代表値が終了マーカーに変更されることで、新たなEOBは本来のEOBよりも1つ分高周波数側の係数位置に繰り上がるが、従来技術のようにEOB自体が消滅してしまうのではなく、たかだか1係数位置ずれるだけであるため、ゼロランレングスの減少による符号化効率の低下、符号量の増加は大きくない。

20

【 0 0 8 4 】

また、本来のEOBの量子化代表値が0から-1または1に変わることで、画質が劣化することも考えられる。このため、 $Q2(X) < Q1(X)$ を本来のEOBのDCT係数 $D(X)$ の量子化ステップに変更し、量子化代表値 $R1(X)$ を、-1または1のうち除算結果値 $D(X)/Q2(X)$ に最も近い方の値 $R2(X)$ に変更すれば、その分、本来のEOBを終了マーカーに変更することによる誤差が小さくなり、画質への影響も小さくなる。

30

【 0 0 8 5 】

これは、復号側において終了マーカーから本来のEOBのDCT係数が、
データ終了マーカー $\times Q2(X)$
によって逆量子化されるが、 $Q2(X)$ が小さければ小さいほど、本来のEOBのDCT係数 = 0 に近づくからである。

【 0 0 8 6 】

特に、 $Q2(X) = Q1(X)/2$ とすれば、量子化代表値 $R1(X)$ をデータ終了マーカーに変更することによる誤差は、第1の量子化ステップ $Q1(X)$ による量子化の量子化誤差と同じかそれ未満となる。

【 0 0 8 7 】

さて、本実施形態のデータ挿入部15は、Y成分のDCT係数に対してデータ挿入を開始するZ番目の係数位置(開始位置)を、Cb、Cr成分のEOBの係数位置に応じて決定する。

40

【 0 0 8 8 】

具体的には、データ挿入部15は、CbデータのEOBの係数位置に相当するYデータのDCT係数の位置か、CrデータのEOBの係数位置に対応するYデータのDCT係数の位置のうち、高周波数の方の係数位置を開始位置に決定する。

【 0 0 8 9 】

図4は、4:1:1フォーマットの画像データにおける、CbデータのEOB、CrデータのEOBおよびYデータの開始位置の関係を示す。4:1:1フォーマットの画像デ

50

ータでは、1つの最小符号化単位(MCU)において、色差信号Cb、Crの1ブロックが輝度信号Yの4ブロックに相当する。色差信号のEOBの係数位置を、水平方向の周波数成分の位置xおよび垂直方向の周波数成分の位置yによって、

$$\text{色差信号CbのEOB} = (X1, Y1)$$

$$\text{色差信号CrのEOB} = (X2, Y2)$$

と表したとする。

【0090】

説明の簡略のため、例えば、色差信号CbのEOBの位置よりも色差信号CrのEOBの位置の方が高周波数側であるとすると($X1 < X2, Y1 < Y2$)、色差信号のEOBの位置に相当する輝度信号の開始位置は、($X2/2, Y2/2$)となる。

10

【0091】

図5は、4:2:2フォーマットの画像データにおける、CbデータのEOB、CrデータのEOBおよびYデータ開始位置の関係を示す。4:2:2フォーマット(色差データの間引き方向は水平方向とする)の画像データでは、1つの最小符号化単位(MCU)において、色差信号Cb、Crの2ブロックが輝度信号Yの4ブロックに相当する。色差信号のEOBの位置を、水平方向の周波数成分の位置(ブロック数)xおよび垂直方向の周波数成分の位置y(ブロック数)によって、

$$\text{色差信号CbのEOB} = (X1, Y1)$$

$$\text{色差信号CrのEOB} = (X2, Y2)$$

と表したとする。

20

【0092】

色差信号CbのEOBよりも色差信号CrのEOBの方が高周波数側であるとすると($X1 < X2, Y1 < Y2$)、色差信号のEOBに相当する開始位置の位置は、($X2/2, Y2$)となる。

【0093】

データ挿入部15は、Y成分のDCT係数にデータを挿入し、かつ色差信号Cbと色差信号Crの双方にデータを挿入する場合、Y成分のDCT係数に関して、上述のように開始位置を決定し、開始位置からデータを挿入する。

【0094】

なお、データ挿入部15は、Y成分のDCT係数にデータを挿入し、かつ色差信号Cbのみにデータを挿入する場合は、色差信号CrのEOB=(0,0)として開始位置を決定し、開始位置からデータを挿入する。同様に、データ挿入部15は、Y成分のDCT係数にデータを挿入し、かつ色差信号Crのみにデータを挿入する場合は、色差信号CbのEOB=(0,0)として開始位置を決定し、開始位置からデータを挿入する。これは、データ挿入を行わない方の色差成分の雑音電力を開始位置の決定の際に考慮する必要がないからである。

30

【0095】

また、データ挿入部15は、あるMCUの輝度信号に関して決定された開始位置が、本来のEOBの位置と同じかそれよりも高周波数側であれば、データ挿入を行わない。こうすれば、本来のEOBの位置以降の位置にデータが埋め込まれてEOBが高周波数側に移動しゼロランレングスが発生する確率が低くなり符号化効率が低下することもない。

40

【0096】

また、データ挿入部15は、あるMCUの輝度信号に関して決定された開始位置が、終了位置よりも高周波数側に存在する場合、そのMCUの輝度信号にはデータ挿入を行わない。

【0097】

このように開始位置を決定した上でデータ挿入を行う効果は、次のとおりである。

【0098】

エントロピー符号化14によって符号化されるべき本来の輝度Y、色差CbおよびCrに、データ挿入部15がデータを挿入することにより、輝度Y、色差CbおよびCrにそれぞれ雑音成分 e_y 、 pe_{cr} 、 qe_{cb} が加わり、 Y' 、 Cr' 、 Cb' に変化したとする(p、qは定数)。

50

【 0 0 9 9 】

すなわち、

$$Y' = Y + e_y$$

$$Cr' = Cr + p \cdot e_{c_r}$$

$$Cb' = Cb + p \cdot e_{c_b}$$

とする。

【 0 1 0 0 】

このとき、不図示の復号化装置側でデコードされる色情報 R' 、 G' 、 B' は以下のようにになる。

【 0 1 0 1 】

$$R' = Y' + Cr' / p = Y + R - Y + e_y + e_{c_r} = R + e_y + e_{c_r}$$

$$G' = Y' - (a/p \cdot Cr' + c/q \cdot Cb') / b = Y - (a/p \cdot Cr + c/q \cdot Cb) / b + e_y - (a \cdot e_{c_r} + c \cdot e_{c_b}) / b = G + e_y - (a \cdot e_{c_r} + c \cdot e_{c_b}) / b$$

$$B' = Y' + Cb' / q = Y + B - Y + e_y + e_{c_b} = B + e_y + e_{c_b}$$

【 0 1 0 2 】

人間の視覚特性に近い色空間の一つ、 $H S V$ を使うと、明度（明るさ）は $R G B$ のうち最も大きいものである。上記 R' 、 G' 、 B' の中で最も大きいものを明度とし、データ挿入された $D C T$ 係数の周波数に応じて変化する雑音成分を、輝度による e_y と色差による e_c (e_{c_r} 、 e_{c_b} または $-(a e_{c_r} + c e_{c_b}) / b$) を使って $e_y + e_c$ と表すことにする。このとき、 e_y と e_c とが互いに無相関だとすると、雑音電力は $E[e_y^2] + E[e_c^2]$ である。

【 0 1 0 3 】

図 6 に示すように、雑音電力が突出する $D C T$ 係数の周波数が輝度 Y と色差 C で重なっていると、輝度 Y と色差 C の合計の雑音電力が、画質劣化を検知されない雑音電力の範囲 Z を超えてしまう場合がある。

【 0 1 0 4 】

ある周波数で突出している雑音電力を合わせても雑音電力の許容範囲に収めるために、データを挿入すべき輝度、色差の $D C T$ 係数の量子化幅を小さくすることも考えられる。しかし、 $J P E G$ や $M P E G$ 等の圧縮規格上小さくするにも限界があるし、ファイルサイズ増大を招く弊害も大きい。

【 0 1 0 5 】

このため、図 7 に示すように、本実施形態では、色差成分の $E O B$ に相当する輝度成分の $D C T$ 係数からデータ埋め込みをすることによって、雑音電力が突出する周波数が輝度と色差で重ならず、輝度 Y と色差 C で合算した雑音電力 S を、画質劣化を検知されない雑音電力 Z の範囲内に収めることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 6 】

【 図 1 】 画像圧縮符号化装置のブロック図

【 図 2 】 $J P E G$ データ量子化におけるデータ挿入の概念説明図

【 図 3 】 量子化代表値の最下位 1 ビット変更によるデータ挿入の概念説明図

【 図 4 】 色差 $E O B$ に相当する輝度 $D C T$ 係数位置 (4 : 1 : 1) の一例を示す図

【 図 5 】 色差 $E O B$ に相当する輝度 $D C T$ 係数位置 (4 : 2 : 2) の一例を示す図

【 図 6 】 輝度雑音レベルと色差雑音レベルの合計が雑音電力の許容範囲を超える状態を示す図

【 図 7 】 色差 $E O B$ に相当する位置の輝度 $D C T$ 係数からデータが挿入されることで $E O B$ 輝度雑音レベルと色差雑音レベルの合計が雑音電力の許容範囲内に収まる状態を概念的に示す図

【 符号の説明 】

【 0 1 0 7 】

1 0 : 画像信号出力部、 1 1 : 画像データ作成部、 1 2 : $D C T$ 処理部、 1 3 : 量子化部、 1 4 : エントロピー符号化部、 1 5 : データ挿入部

10

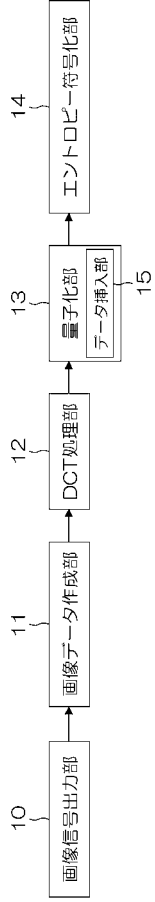
20

30

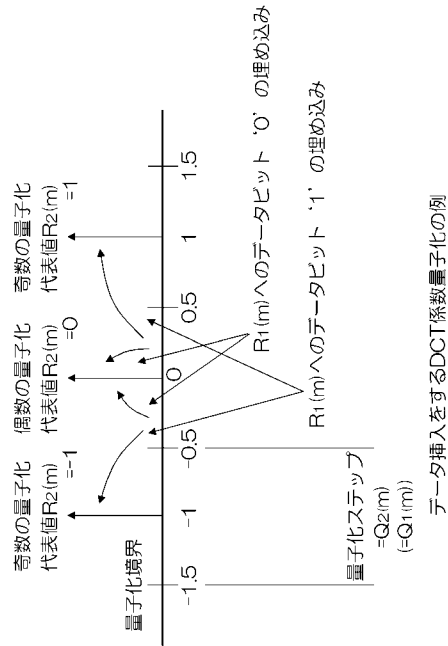
40

50

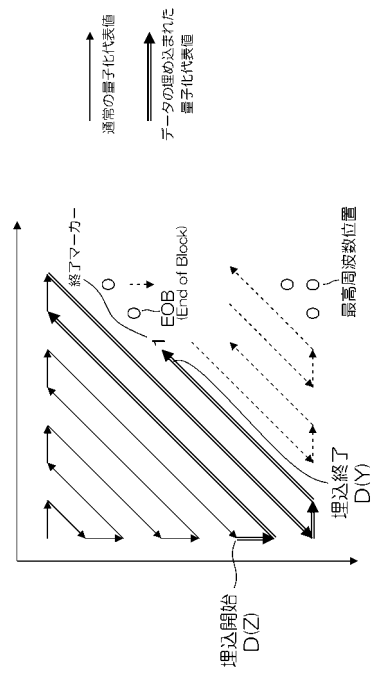
【 図 1 】



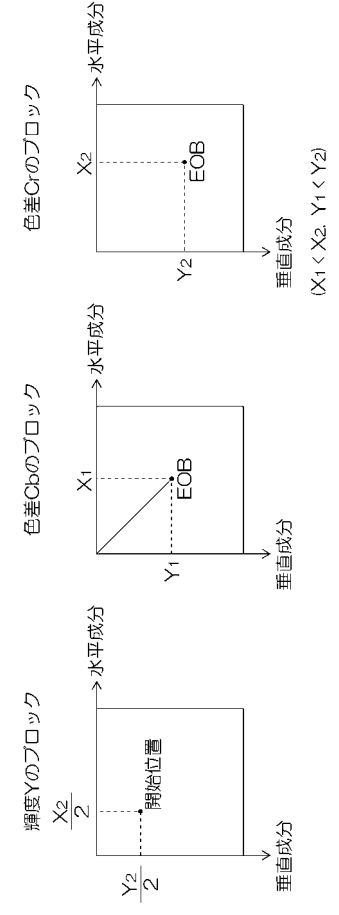
【 図 3 】



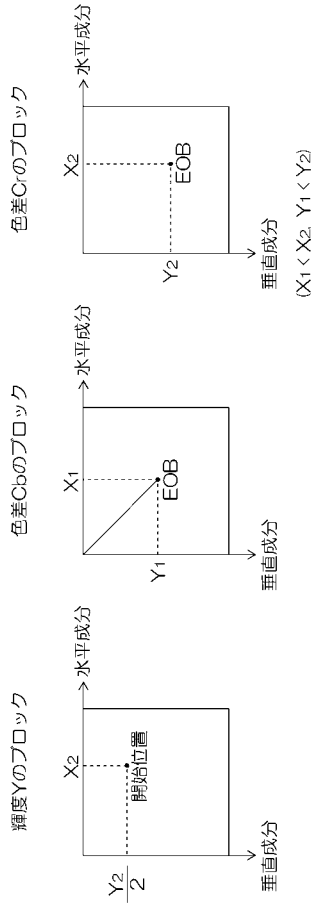
【 図 2 】



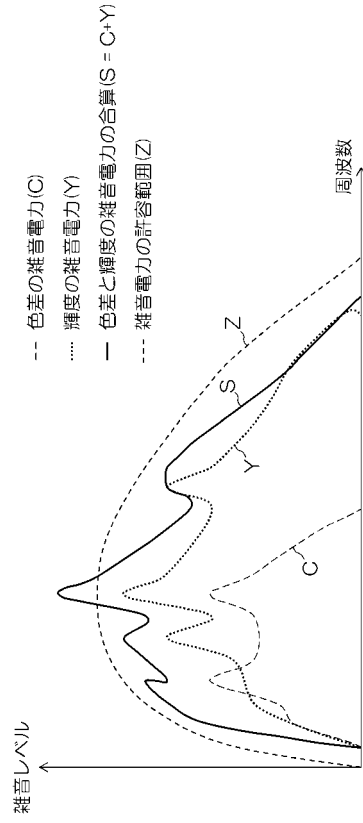
【 図 4 】



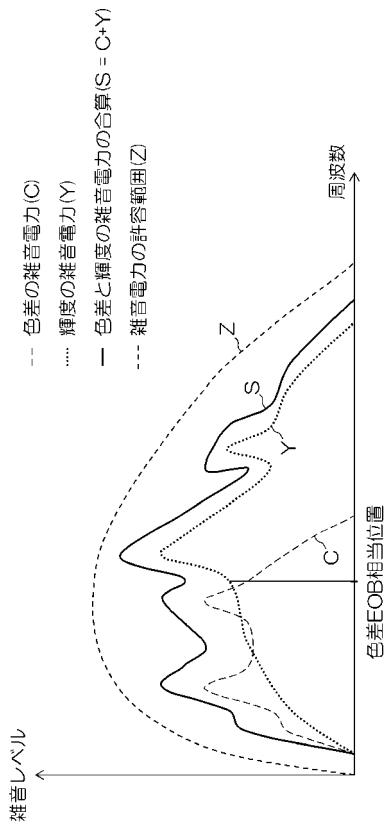
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C076 AA14 BA02
5C078 AA09 BA57 DA01
5J064 AA02 BA09 BA16 BC16 BD02 BD03