(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3736379号
(P3736379)
(45)発行日　平成18年1月18日(2006.1.18)　(24)登録日　平成17年11月4日(2005.11.4)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H04N | 1/387 | (2006.01) | H04N | 1/387 | |
| G06T | 1/00 | (2006.01) | G06T | 1/00 | 500B |
| G06T | 3/40 | (2006.01) | G06T | 3/40 | A |
| G09C | 5/00 | (2006.01) | G09C | 5/00 | |
| H04N | 1/393 | (2006.01) | H04N | 1/393 | |

請求項の数 6　(全 35 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2001-120495(P2001-120495)
(22)出願日　平成13年4月19日(2001.4.19)
(65)公開番号　特開2002-320083(P2002-320083A)
(43)公開日　平成14年10月31日(2002.10.31)
審査請求日　平成15年2月21日(2003.2.21)

前置審査

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100093241
弁理士　宮田　正昭
(72)発明者　中村　理
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　西野　洋一
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　小橋　貴志
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子透かし埋め込み処理装置、電子透かし検出処理装置、および電子透かし埋め込み処理方法、電子透かし検出処理方法、並びにプログラム記憶媒体、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

画像サイズ変換をおこなう元画像データに対して、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに電子透かしパターン埋め込み処理を実行する電子透かしパターン埋め込み処理装置であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成手段と、

前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正手段と、

前記電子透かしパターン修正手段において修正された電子透かしパターンを前記元画像データに埋め込む電子透かしパターン埋め込み手段とを有し、

前記電子透かしパターン修正手段は、前記第１の画像サイズと前記第２の画像サイズの最小公倍数画像サイズに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を算出し、該電子透かしパターン$W_{LCM}$内の要素値を単位領域毎にまとめた総和を各要素値とする修正電子透かしパターンを生成し、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし埋め込み領域である小領域を設定することを特徴とする電子透かし埋め込み処理装置。

【請求項２】

画像サイズ変換をおこなう元画像データに対して、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに電子透かしパターン埋め込み処理を実行する電子透かしパターン埋め込み処理方法であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成ステップと、

前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成するステップであり、前記第１の画像サイズと前記第２の画像サイズの最小公倍数画像サイズに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を算出し、該電子透かしパターン$W_{LCM}$内の要素値を単位領域毎にまとめた総和を各要素値とする修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正ステップと、

前記電子透かしパターン修正ステップにおいて修正された電子透かしパターンを前記元画像データに埋め込む電子透かしパターン埋め込みステップとを有し、

前記電子透かしパターン修正ステップは、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし埋め込み領域である小領域を設定するステップを含むことを特徴とする電子透かし埋め込み処理方法。

【請求項３】

前記電子透かしパターン修正ステップは、

電子透かしパターンの各ピクセルに対する設定値の総和を０とした修正電子透かしパターンを生成するステップを含むことを特徴とする請求項２に記載の電子透かし埋め込み処理方法。

【請求項４】

画像サイズ変換をおこなう元画像データから、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに埋め込まれた電子透かしパターンの検出処理を実行する電子透かし検出処理装置であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成手段と、

前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正手段と、

前記電子透かしパターン修正手段において修正された電子透かしパターンに基づいて、電子透かしパターンの検出をおこなう検出手段とを有し、

前記電子透かしパターン修正手段は、前記第１の画像サイズと前記第２の画像サイズの最小公倍数画像サイズに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を算出し、該電子透かしパターン$W_{LCM}$内の要素値を単位領域毎にまとめた総和を各要素値とする修正電子透かしパターンを生成し、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし設定領域として小領域を設定することを特徴とする電子透かし検出処理装置。

【請求項５】

画像サイズ変換をおこなう元画像データから、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに埋め込まれた電子透かしパターンの検出処理を実行する電子透かしパターン検出処理方法であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成ステップと、

前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成するステップであり、前記第１の画像サイズと前記第２の画像サイズの最小公倍数画像サイズに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を算出し、該電子透か

しパターン$W_{LCM}$内の要素値を単位領域毎にまとめた総和を各要素値とする修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正ステップと、
前記電子透かしパターン修正ステップにおいて修正された電子透かしパターンに基づいて、電子透かしパターンの検出をおこなう検出ステップとを有し、
前記電子透かしパターン修正ステップは、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし設定領域として小領域を設定するステップを含むことを特徴とする電子透かし検出処理方法。
【請求項６】
前記電子透かしパターン修正ステップは、
電子透かしパターンの各ピクセルに対する設定値の総和を０とした修正電子透かしパターンを生成するステップを含むことを特徴とする請求項５に記載の電子透かし検出処理方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、画像等のデータに著作権情報、編集情報などの付加情報を埋め込みまたは読み取る技術に関し、例えば画像中に通常の観察状態では認識困難な付加情報として電子透かし（ウォーターマーク:Digital Watermarkingまたは、Data Hidingとも呼ばれる）を埋め込む処理を実行する電子透かし埋め込み処理装置、電子透かし検出処理装置、および電子透かし埋め込み処理方法、電子透かし検出処理方法、並びにプログラム記憶媒体、およびプログラムに関する。
【０００２】
【従来の技術】
デジタル技術の進歩に伴い、記録、再生処理の繰り返し実行による画質劣化、音質劣化等の発生しないデジタル記録再生装置が普及し、また一方では、様々な画像、音楽等のデジタテルコンテンツがＤＶＤ，ＣＤなどの媒体またはネットワーク等を通じて配信、流通可能な状態となってきている。
【０００３】
デジタル記録再生では、アナログ記録再生と異なり、記録再生処理を繰り返し実行してもデータの劣化が発生しないため、オリジナルデータと同様の品質が保たれる。このようなデジタル記録再生技術の普及は不正コピーの氾濫を招く結果となり、著作権の保護という観点から大きな問題となっている。
【０００４】
デジタルコンテンツについての不正な複製（コピー）による著作権侵害に対処するため、デジタルコンテンツに複製制御のための複製制御情報を付加し、コンテンツの記録再生時に複製制御情報を読み取り、読み取られた制御情報に従った処理を実行することにより不正な複製を防止する構成が提案されている。
【０００５】
コンテンツ複製制御態様には様々な態様があるが、例えば代表的方式として、ＣＧＭＳ（Ｃｏｐｙ Ｇｅｎｅｒａｔｉｏｎ Ｍａｎａｇｅｍｅｎｔ Ｓｙｓｔｅｍ；コピー・ジェネレーション・マネージメント・システム）方式がある。このＣＧＭＳ方式は、アナログ映像信号（ＣＧＭＳ－Ａと呼ばれる）であれば、その輝度信号の垂直ブランキング期間内の特定の１水平区間、例えばＮＴＳＣ信号の場合には、第２０水平区間の有効映像部分に重畳する２０ビットの付加情報のうちの２ビットを複製制御用の情報として重畳し、また、デジタル映像信号（ＣＧＭＳ－Ｄと呼ばれる）であれば、デジタル映像データに挿入付加する付加情報として、複製制御用の２ビットの情報を含めて伝送する方式である。
【０００６】
このＣＧＭＳ方式の場合の２ビットの情報（以下、ＣＧＭＳ情報という）の意味内容は、
［００］……複製可能［１０］……１回複製可能（１世代だけ複製可能）

［１１］……複製禁止（絶対複製禁止）
である。
【０００７】
上述のＣＧＭＳ方式は代表的な複製制御方式の１例であり、他にもコンテンツの著作権保護のための方式が様々ある。例えば放送局が行なうデジタル放送などでは、デジタルデータを構成するトランスポートストリーム（ＴＳ）パケットに含まれる番組配列情報（ＳＩ：Service Information）内にデジタル複製制御記述子（Digital Copy Control Descriptor）を格納し、受信機器において受信したデータを記録装置に記録する際に記述子に従った複製世代制御を行なう方式がある。
【０００８】
しかし、上述の制御情報は例えばコンテンツのヘッダ等にビットデータとして付加されるものであり、付加されたデータの改竄の可能性を完全に排除することが困難である。データ改竄の可能性の排除という点で有利な構成が電子透かし（ウォーターマーク）である。電子透かし（ウォーターマーク）は、通常のコンテンツ（画像データまたは音声データ）の再生状態では視覚あるいは知覚困難であり、電子透かしの検出、埋め込みは特定のアルゴリズムの実行、または特定のデバイスによる処理によってのみ可能となる。受信器、記録再生装置等におけるコンテンツ処理時に電子透かし（ウォーターマーク（ＷＭ））を検出して、電子透かしに従った制御を行なうことにより、より信頼度の高い制御が可能となる。
【０００９】
電子透かし（ウォーターマーク（ＷＭ））によってコンテンツに埋め込まれる情報としては、上述の複製制御情報に限らず、コンテンツの著作権情報、コンテンツ加工情報、コンテンツ構成情報、コンテンツ処理情報、コンテンツ編集情報、あるいはコンテンツ再生処理方式等、様々な情報が埋め込み可能であり、例えばコンテンツの編集処理時に編集情報を埋め込み、各編集ステップにおいて、電子透かしを参照して処理ステップを確認することなどが行なわれる。このような編集情報は、例えばコンテンツの編集ステップ毎にコンテンツに対して新たな電子透かしとして埋め込まれ、最終的にコンテンツから取り除かれるなどの処理が行なわれる。
【００１０】
［電子透かしの埋め込み］
データに対する電子透かしの埋め込みおよび検出態様としては様々な手法が提案されている。ここで適用する電子透かしは、元信号としてのデータ、例えば画像のもつ統計的性質に基づいた手法であり、この画像のもつ統計的性質に基づいた電子透かしの埋め込み処理について説明する。電子透かしの埋め込み対象となる元画像をＰ、元画像Ｐに対して埋め込む電子透かしパターンをＷとする。このとき、電子透かしパターンＷは、下式の性質を満たすものとする。
【００１１】
【数１】

$$\sum_{i,j} W_{i,j} = 0$$

【００１２】
例として、元画像Ｐと、電子透かしパターンＷを下式のようにおく。すなわち、
【００１３】
【数２】

$$P=\begin{pmatrix}21 & 22 & 23 & 25 & 24\\ 22 & 24 & 28 & 30 & 26\\ 21 & 23 & 27 & 31 & 29\\ 22 & 25 & 30 & 30 & 28\end{pmatrix}$$

$$W=\begin{pmatrix}-1 & 1 & -1 & 1 & -1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1\\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1\end{pmatrix}$$

【００１４】
ただし、上記式では、簡単のため元画像Ｐの大きさを５×４ピクセルとしている。画像では隣り合うピクセルは一般的に近い値を持つという性質があることから、元画像Ｐの隣り合う各要素を近い値として設定してある。上記［数２］に示す例では、元画像Ｐと電子透かしパターンＷの大きさを同じに設定したが、元画像Ｐと電子透かしパターンＷの大きさは、必ずしも同じ大きさである必要はない。同じ大きさでないときは元画像と電子透かしパターンの重なっている部分について演算を施すことになる。
【００１５】
電子透かしの埋め込み処理は下式に基づいて実行される。
【００１６】
【数３】
Ｍ＝Ｐ＋Ｗ
【００１７】
ここで、Ｍは元画像Ｐに対して電子透かしパターンＷを埋め込んだ画像を示す。Ｍの値は、前記の［数２］に示す例では次のように計算される。
【００１８】
【数４】

$$M=P+W$$

$$=\begin{pmatrix}21 & 22 & 23 & 25 & 24\\ 22 & 24 & 28 & 30 & 26\\ 21 & 23 & 27 & 31 & 29\\ 22 & 25 & 30 & 30 & 28\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-1 & 1 & -1 & 1 & -1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1\\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1\\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1\end{pmatrix}$$

$$=\begin{pmatrix}20 & 23 & 22 & 26 & 23\\ 23 & 23 & 29 & 29 & 27\\ 20 & 24 & 26 & 32 & 28\\ 23 & 24 & 31 & 29 & 29\end{pmatrix}$$

【００１９】
［電子透かしの検出］
電子透かしの検出はこの電子透かしパターンＷを用いる。電子透かしＷの埋め込まれていない元画像Ｐに対する電子透かしの検出を下式のように定義する。

【００２０】
【数５】
ｘ＝Ｐ・Ｗ
【００２１】
と定義する。ここで演算子“・”は行列の内積であり、ｘは元画像Ｐと電子透かしパターンＷとの内積値である。
【００２２】
電子透かしパターンの要素の総和が０であること（［数１］参照のこと）と、画像の隣り合うピクセルは一般に近い値を持つ傾向があることから、内積値Ｓは０の近傍値となる。上記［数２］に示した例では、その内積値は以下のようになる。
【００２３】
【数６】

$$
\begin{aligned}
x &= P \bullet W \\
&= \begin{pmatrix} 21 & 22 & 23 & 25 & 24 \\ 22 & 24 & 28 & 30 & 26 \\ 21 & 23 & 27 & 31 & 29 \\ 22 & 25 & 30 & 30 & 28 \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \\
&= (-21+22-23+25-24) \\
&\quad +(+22-24+28-30+26) \\
&\quad +(-21+23-27+31-29) \\
&\quad +(+22-25+30-30+28) \\
&= 3
\end{aligned}
$$

【００２４】
次に、電子透かしの埋め込まれている画像Ｍに対して同様の演算を施す。電子透かしＷの埋め込まれている画像Ｍに対する電子透かしの検出は、上記と同様、下記式に従って内積値ｘ’を求める。
【００２５】
【数７】

$$
\begin{aligned}
x' &= M \bullet W \\
&= (P+W) \bullet W \\
&= P \bullet W + W \bullet W \\
&= 3 + W \bullet W \\
&= 3 + \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \bullet \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix} \\
&= 3 \\
&\quad + (+1+1+1+1+1) \\
&\quad + (+1+1+1+1+1) \\
&\quad + (+1+1+1+1+1) \\
&\quad + (+1+1+1+1+1) \\
&= 3 + 20
\end{aligned}
$$

【００２６】
元画像Ｐと電子透かしパターンＷとの内積値が０の近傍値になるのに対し、電子透かしの埋め込まれた画像Ｍと電子透かしパターンＷとの内積値ｘ’は、電子透かしパターンＷ自身の内積値の近傍となる。すなわち、
【００２７】
【数８】
Ｗ・Ｗ
【００２８】
上記式［数８］の近傍の値となる。この内積値Ｗ・Ｗは電子透かしの埋め込み強度の尺度として利用できる。電子透かしパターンを埋め込む際に目標とする内積値Ｗ・Ｗが大きいとき電子透かしの埋め込み強度が「強い」と表現し、内積値Ｗ・Ｗが小さいとき電子透かしの埋め込み強度が「弱い」と表現する。
【００２９】
また、元画像Ｐと電子透かしパターンＷの内積値ｘ、電子透かしの埋め込まれた画像Ｍと電子透かしパターンＷとの内積値ｘ’の絶対値が大きな値となるとき電子透かしの検出強度が「強い」と表現し、内積値ｘや内積値ｘ’の絶対値が小さな値となるとき電子透かしの検出強度が「弱い」と表現する。
【００３０】
また、電子透かしの検出強度が強いことを画像と電子透かしパターンとの相関が「大きい」又は「高い」、電子透かしの検出強度が弱いことを画像と電子透かしパターンとの相関が「小さい」又は「低い」と表現することもある。
【００３１】
元画像Ｐと電子透かしパターンＷの内積値ｘ、電子透かしの埋め込まれた画像Ｍと電子透かしパターンＷとの内積値ｘ’を様々な画像において求めると、それらの相対頻度分布は確率密度関数ｆとｆ’によって表され、図１のようになる。
【００３２】
画像に電子透かしが埋め込まれているかどうかを判断する際は、電子透かしの埋め込まれていない画像Ｐと電子透かしパターンＷとの内積値ｘが０を中心に分布することと、電子透かしが埋め込まれている画像Ｍと電子透かしパターンＷとの内積値ｘ’が電子透かしパターンＷ自身の内積値であるＷ・Ｗを中心に分布することを利用する。電子透かしの有無

を確認したい画像と電子透かしパターンWとの内積値ｘ”を求め、ある閾値（ｔｈ）に対する比較を行ない電子透かしパターンの有無の判別を行なう。具体的には下式が適用可能である。

【００３３】

【数９】

ｘ”＜ｔｈ　then　no-watermark

ｘ”≧ｔｈ　then　watermarked

【００３４】

上記式は、電子透かしの有無を確認したい画像と電子透かしパターンWとの内積値ｘ”が閾値（ｔｈ）より小であるときは電子透かしパターンの埋め込みなし。内積値ｘ”が閾値（ｔｈ）以上であるときは電子透かしパターンの埋め込みありと判定することを示しており、図示すると図２のようになる。

【００３５】

この閾値（ｔｈ）は内積値ｘの確率密度関数ｆと内積値ｘ’の確率密度関数ｆ’の統計的性質から定める値である。電子透かしが埋め込まれていないにもかかわらず閾値（ｔｈ）を超えること、つまり電子透かしが埋め込まれていないにもかかわらず電子透かしが埋め込まれていると判定することを“false positive”という。逆に電子透かしが埋め込まれているにもかかわらず閾値に満たないこと、つまり電子透かしが埋め込まれているにもかかわらず電子透かしが埋め込まれていないと判定することを“false negative”という。

【００３６】

このような誤判定である“false positive”になる確率$p_{FP}$と“false negative”になる確率$p_{FN}$を定めると閾値（ｔｈ）は定まる。但し、確率密度関数ｆ’の分布の中心位置W・Wが十分に大きくないと確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$をともに満足させることが不可能になりうる。そこで、電子透かしパターンWの元画像への埋め込み処理を上記式［数３］から下式に変更する。すなわち、

【００３７】

【数１０】

Ｍ＝Ｐ＋ｃＷ

【００３８】

に変更する。上記式において、ｃは負でないスカラー値である。この変更に伴い、電子透かしの埋め込み強度を電子透かしパターンW自身の内積値W・Wから、スカラー値を乗じたｃW・Wとする。

【００３９】

閾値を定めるためには、まず電子透かしを用いるアプリケーションにて必要とされる確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$を定め、そのときの境界値$th_{FP}$と境界値$th_{FN}$を定める。このとき、下式が満足されていることが必要である。

【００４０】

【数１１】

$th_{FP} \leqq th_{FN}$

【００４１】

次に、上記式$th_{FP} \leqq th_{FN}$を満たすように確率密度関数ｆと確率密度関数ｆ’の統計的性質を勘案しながら確率密度関数ｆ’の中心位置ｃW・Wを定める。最後に閾値（ｔｈ）を定める。閾値（ｔｈ）のとり得る範囲は図３の通りである。

【００４２】

電子透かしパターンWを元画像Ｐに埋め込む際、元画像Ｐに対する変更が多ければ多いほど、つまりｃW・Wが大きければ大きいほど、画像の受けるダメージは大きくなる。そこで、ｃW・Wが所望の確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$を満たし、かつ、ｃW・Wが最小となるようにスカラー値ｃを定めることが一般的である。つまり下式に示す関係が成立する。これは具体的には図４に示す関係となる。

【００４３】

【数１２】
$th_{FP}=th_{FN}=th$
【００４４】
電子透かしを用いるアプリケーションによっては、確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$に関して極めて小さな値が求められることがある。特に確率$p_{FP}$はその要求が著しい。例えば、電子透かしを著作権保護に利用する場合、違法複製画像を合法的な画像と誤って判断したとしてもユーザークレームにはつながり難いのに対し、合法的な画像を誤って違法複製画像だと判断するとユーザークレームにつながる可能性が大きいためである。図４の例よりも確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$を小さくした例が図５である。
【００４５】
確率$p_{FP}$と確率$p_{FN}$は限りなく０に近いことが理想的である。しかしながら、そのように閾値（ｔｈ）を定めると埋め込まなければならない電子透かしの強度ｃＷ・Ｗが増大してしまい、電子透かしの埋め込みによる画質への影響が無視できなくなる。電子透かしの検出の信頼性と電子透かしによる画質への影響はトレードオフの関係にある。
【００４６】
電子透かしの検出の信頼性を確保しつつ、電子透かしの画質への影響を極力抑える種々の手法が提案されている。広く採用されている基本的な方法として、元画像内のエッジ部分に強く埋め込み平坦な部分には弱く埋め込むというものが挙げられる。ピクセル値の変更が数値的に同じであるとき、平坦な部分ではその変更が目立ちやすいが、エッジ部分ではその変更が目立ち難いという人間の視覚特性を利用したものである。エッジ部分と平坦部分で電子透かしの埋め込み強度に強弱をつけた場合であっても、画像全体として一定量の電子透かしパターンが埋め込まれていれば、その電子透かしの検出の信頼性はほぼ同程度となる。
【００４７】
［埋め込み情報の多ビット化］
ここまでの内容は画像に対しての電子透かしパターンの埋め込み処理方法とその電子透かしの検出処理方法である。この電子透かし埋め込み検出方法では、画像に電子透かしパターンが埋め込まれているのかそれとも埋め込まれていないのかの２通りしか判別ができない。言い換えれば１ビットの情報しか表現できない。以下では埋め込む情報を多ビット化する方法について触れる。
【００４８】
多ビットの情報を電子透かしにて画像に埋め込む方法は、複数の電子透かしパターンを用いる方法と画像を小領域に分割する方法とこれらの複合に大別される。
【００４９】
複数の電子透かしパターンを用いる方法では、複数の電子透かしパターンのそれぞれに異なる意味を持たせ排他的に画像に埋め込むことによって所望の情報を表現する方法と複数の電子透かしパターンを同時に重ねて画像に埋め込みその組み合わせによって所望の情報を表現する方法、そして、これら２つの方法を複合した方法が考えられる。複数の電子透かしパターンを元画像に埋め込む様子を図６に示す。
【００５０】
複数の電子透かしパターンのそれぞれに異なる意味を持たせ排他的に画像に埋め込むことによって所望の情報を表現する方法では、画像に埋め込みたい情報のビット数をｂとしたとき、必要となる電子透かしパターンの種類ｎはｎ＝$2^b$となる。他方、複数の電子透かしパターンを同時に重ねて画像に埋め込みその組み合わせによって所望の情報を表現する方法では、必要となる電子透かしパターンの種類ｎはｎ＝ｂとなる。但し、後者は電子透かしパターンの種類が少なくて済むものの、電子透かしパターンを画像に複数重ねて埋め込むため画像の劣化に対する適切な処置を必要とする場合が多い。最後にこれら２つの方法を複合した方法では、必要となる電子透かしパターンの種類ｎは$b \leqq n \leqq 2^b$となり、両方法の特徴を併せ持ったものとなる。
【００５１】

画像を小領域に分割する方法は、多ビットの情報を電子透かしにて画像に埋め込むもう１つの方法であり、小領域毎に異なる役割を持たせることで画像の中に複数の電子透かしを同時に存在させようというものである。小領域の配置の仕方は種々提案されている。ここでは図７のように小領域を格子状に配置した例で説明を行なう。図７におけるｉ，ｊは負でない整数である。

【００５２】

画像を小領域に分割する際に分割数が問題になる。画像に埋め込みたい情報がｂビットであるとき、画像をｂ個の小領域に分割する方法がまず考えらるが、様々な画像に対して電子透かしパターンを埋め込む場合、画像の持つ視覚特性を考慮して電子透かしパターンを埋め込むことが多いことからこの方法は問題が発生しやすい。例えば埋め込み画像のエッジ部分に強く、画像の平坦部分に弱く埋め込むなどの処理を加えるとき、あるビットに対応する小領域が偶然にも平坦部分であった場合に、そこの領域に埋め込まれている電子透かしを検出できない恐れがある。たとえ１つの領域でも電子透かしの検出に失敗した領域があると、残りの領域に埋め込まれている電子透かしが検出されたとしても、全体の組み合わせとしての意味がなくなるという事態に陥る。画像を小領域に分割するときには、ｂよりも多い小領域に分割する方が、様々な画像に対して安定して電子透かしの検出を行なえるという利点がある。たとえ１小領域で電子透かしパターンの埋め込み強度が非常に弱くなったとしても、同じビット情報を埋め込む残りの小領域で必要な電子透かしパターンの埋め込み量が確保されていれば全体として電子透かしの検出が可能となるのである。

【００５３】

図８に埋め込み情報が８ビットであるときの小領域の分割例を示す。同じビットに対応する複数の小領域が画像中に割り当てられている。

【００５４】

［電子透かしパターンの埋め込みの流れ］

電子透かしパターンの画像への埋め込み処理を実行する装置における処理例を図９に示す。電子透かしパターン生成部１６０４は画像に埋め込む埋め込み情報１６０２と電子透かしパターン生成キー（key)記憶部１６０３の電子透かしパターン生成キー（key)から電子透かしパターンを生成する。

【００５５】

埋め込み情報１６０２は、電子透かしとして埋め込む情報であり、複製制御情報、著作権情報、編集情報などの任意な情報である。電子透かしパターン生成キー（key）は、具体的には電子透かしパターンを画像に埋め込む際の画像分割情報や、ビット配列情報などであり、埋め込み情報１６０２を電子透かしパターンとして生成するために必要となる加工情報である。

【００５６】

電子透かしパターン埋め込み部１６０５では、電子透かしパターン生成部１６０４にて生成された電子透かしパターンを元画像１６０１へ埋め込む。元画像のエッジ部分や平坦部分での電子透かしパターンの埋め込み強度を調整するのはこの電子透かしパターン埋め込み部１６０５である。電子透かしパターンの埋め込まれた画像は電子透かし埋め込み画像１６０６として出力される。

【００５７】

［電子透かしの検出の流れ］

電子透かしの検出処理を実行する装置における処理例を図１０に示す。電子透かしパターン生成部１７０３は電子透かしパターン生成キー（key)記憶部１７０２の電子透かしパターン生成キー（key)から電子透かしパターンを生成する。

【００５８】

電子透かしパターン生成キー（key）は、具体的には電子透かしパターンを画像に埋め込む際の画像分割情報や、ビット配列情報などであり、電子透かしパターンの検出に必要となる情報である。

【００５９】

電子透かしパターン修正部１７０４は、画像情報検査部１７０５にて得られる入力画像１７０１の画像フォーマットを用いて、電子透かしパターン生成部１７０３で生成された電子透かしパターンを修正する。ここで実行される修正処理は、例えば入力画像サイズが７２０×４８０のＳＤ画像であるか、あるいは１９２０×１０８０のＨＤ画像であるかに応じて、生成した電子透かしパターンを適応させる処理である。この処理については、次に詳細に説明する。

【００６０】

検出部１７０６では、電子透かしパターン修正部１７０４にて修正された電子透かしパターンを用いて、入力画像１７０１の電子透かしを検出する。検出部１７０６にて検出された情報は検出情報１７０７として出力される。

【００６１】

［画像のフォーマット変換］

昨今、テレビ放送などに用いられる画像情報として、例えばハイビジョン画像と呼ばれる高画質画像（ＨＤ:High Definition）が様々な通信媒体あるいは記憶媒体を介して提供されている。高画質画像（ＨＤ:High Definition）データは、従来の標準画像（ＳＤ：Standard Definition）と異なるアスペクト比（画像の縦と横の長さの比）、異なる周波数帯域を持つ画像であり、例えば再生装置側に高画質画像（以下ＨＤ画像とする）の処理機能がない場合は、ＨＤ画像を標準画像（以下ＳＤ画像とする）に変換（ダウンコンバート）する処理が実行されて表示される。また、逆にＳＤ画像からＨＤ画像への変換処理（アップコンバート）が実行されることもある。

【００６２】

画像のサイズやアスペクト比等を変換することを画像のフォーマット変換という。以下では、ＳＤ画像からＨＤ画像へのアップコンバートや、ＨＤ画像からＳＤ画像へのダウンコンバートもフォーマット変換の一種として扱うことにする。ある画像に対して電子透かしパターンを埋め込み、その画像のフォーマットを変換した場合、埋め込んだ電子透かしの検出は、例えば、図１０で説明した電子透かしパターン修正部１７０４にて修正された電子透かしパターンの適用により実行することがあるが、修正を行なった場合でも検出が困難になったりエラーとなったりすることがある。

【００６３】

例えば、図１１（ａ）は、ＳＤ(Standard Definition)画像に電子透かしパターンを埋め込み、その画像をアップコンバートしてＨＤ(High Definition)画像にする様子を示している。元のＳＤ画像から電子透かしを検出することは容易であるものの、ＨＤ画像からの検出は容易であるとはいえない。理由として、画像のフォーマット変換が整数にて行なわれていないことが挙げられる。例えば、ＳＤ画像サイズを７２０×４８０、ＨＤ画像サイズを１９２０×１０８０とすると、ＳＤ画像からＨＤ画像への変換は、水平方向が８／３倍、垂直方向が９／４倍という変換である。但し、画像サイズを（水平方向のピクセル数）×（垂直方向のピクセル数）と表記している。

【００６４】

このように非整数倍の変換が行なわれると、画像に埋め込まれている電子透かしパターンも同様に非整数倍の変換をされることになる。電子透かしの検出は、電子透かしパターン埋め込み画像に対して電子透かしパターンを乗じることで実現されるので、画像に埋め込まれた電子透かしパターンが微妙な変形をしていた場合には、電子透かしを検出するのに用いる電子透かしパターンにも画像と同様の変形を施す必要がある。検出に用いる電子透かしパターンに施す変形が適当なものでなければ、電子透かしの検出が失敗する可能性がある。

【００６５】

図１１（ｂ）は、図１１（ａ）とは逆に、ＨＤ画像に電子透かしパターンを埋め込み、その画像をダウンコンバートしてＳＤ画像にし、このＳＤ画像から電子透かしを検出する様子を示している。図１１（ａ）と同様に、この変換は非整数倍の変換であり、適当な変形を施された電子透かしパターンを検出に用いなければ、電子透かしの検出が失敗する可能

性がある。

【００６６】

画像がフォーマット変換されることで電子透かしの検出がどのように難しくなるのかを、例を挙げながら説明する。図１２にこれから説明する変換を示す。ここでは元画像を７２０×４８０のＳＤ画像、変換後の画像を１９２０×１０８０のＨＤ画像として説明するが、この組み合わせに限るものではない。

【００６７】

ＳＤ画像をＨＤ画像にアップコンバートしたときに、ＳＤ画像内の８×８ピクセルの小領域はＨＤ画像内において図１３のように変換される。図１３の下部に示す小領域がＳＤ画像の８×８ピクセルの小領域であり、この小領域がＨＤ画像に変換、すなわちアップコンバートされると、ＳＤ画像の縦８ピクセルは、ＨＤ画像において８×（１０８０／４８０）ピクセル、ＳＤ画像の横８ピクセルは、ＨＤ画像において８×（１９２０／７２０）ピクセルに変換されることになる。この図のようにピクセルサイズを分数で表現できれば問題は起きないが、現実には１／３ピクセルや１／４ピクセルなどの端数をもったピクセルは存在しない。図１３において、色分けは、白を値１、黒を値－１としている。図１３の上段に示すＨＤ画像の各矩形領域には複数のピクセルが存在し、その実体は、例えば図１４、または図１５のようになる。

【００６８】

ＳＤ画像内の８×８ピクセルの小領域が、ＨＤ画像内において実際にどのようになるのかを示した例の１つが図１４である。ＳＤ画像内で８×８ピクセルであった小領域はＨＤ画像内で（８×（１９２０／７２０））×（８×（１０８０／４８０））、すなわち（６４／３）×１８ピクセルとなる。現実には１／３ピクセルや１／４ピクセルなどの端数をもったピクセルは存在しないので、ＨＤ画像のピクセルにおいて、白と黒の境界に存在するピクセルは、白または黒のいずれかに設定されることになる。１つの方法としては例えば白５０％以上であれば白、黒５０％以上であれば黒として設定する。あるいは黒の設定がわずかでもあれば黒に設定するなどの方法がある。

【００６９】

この結果、ＳＤからＨＤ変換した場合は、ＳＤ画像のピクセル分布とＨＤ画像のピクセル分布とが正確に一致しないという問題が発生する。ＳＤからＨＤ変換した場合、垂直方向は８ピクセルであったものが１８ピクセルになり、ＳＤ画像における１ピクセルは、ＨＤ画像における１８／８＝９／４ピクセルとなる。その結果、ＳＤ画像における１ピクセルあるいは２ピクセルなどの整数ピクセルをＨＤ画像において整数ピクセルとして設定できず端数が生じてしまう。その結果、図１４の上段に示すように白と黒の境界に存在するピクセルが発生し、例えば白５０％以上であれば白、黒５０％以上であれば黒として設定され、誤差が発生することになる。

【００７０】

水平方向についても同様であり、ＳＤ画像における１ピクセルは、ＨＤ画像における（６４／３）／８＝８／３ピクセルとなり、ＳＤ画像における整数ピクセルをＨＤ画像において整数ピクセルとして設定できず端数が生じてしまう。その結果、図１４の上段に示すように白と黒の境界に存在するピクセルが発生し、例えば白５０％以上であれば白、黒５０％以上であれば黒として設定され、誤差が発生することになる。

【００７１】

図１５は、ＳＤ画像内の８×８ピクセルの小領域が、ＨＤ画像内において実際にどのようになるのかを示した他の例である。図１４の上段に示すＨＤ画像では、左端部をＳＤ画像の左端部と一致させる処理とし、右端に２／３ピクセルの余りピクセル領域を発生させた場合の例であり、図１５（ａ）は、ＳＤ画像内の８×８ピクセルの小領域をＨＤ画像の中央に設定し、両端に１／３ピクセルの余りピクセル領域を発生させた場合の例、図１５（ｂ）は、右端部をＳＤ画像の右端部と一致させる処理とし、左端に２／３ピクセルの余りピクセル領域を発生させた場合の例である。いずれの場合もＳＤ画像とＨＤ画像の変換において整数ピクセルから整数ピクセルに変換することはできないので、結果として白領域

または黒領域の比率にずれが発生することになる。

【００７２】

先に説明したように電子透かしの画像に対する埋め込み処理においては、図７や図８のように画像を小領域分割して、各小領域毎に電子透かしパターンの埋め込みが行われる。この各小領域各々がＳＤ画像の８×８ピクセルで定義されていると仮定する。すると、ＳＤ画像を８×８ピクセル単位に図７や図８のように小領域に分割したものは、ＨＤ画像では（６４／３）×１８ピクセル単位の小領域に相当するものとなる。

【００７３】

しかし、上述したように実際には端数ピクセルは許されないため、ＨＤ画像における各分割小領域の設定は、例えば、図１６のような設定になる。図１６の斜線部分は、隣り合う小領域同士が互いに重なる部分を示している。これは、図１４の横方向２２ピクセル中の右側１ピクセルや図１５（ａ）の両側１ピクセルや、図１５（ｂ）の左側１ピクセルの部分に相当する。

【００７４】

ＨＤ画像では小領域が図１６のように設定することが可能であることから、ＨＤ画像からの電子透かしの検出を行なうとき、斜線部分を無視して検出するという方法が考えられる。斜線部分のピクセルの値は、斜線部分以外のピクセルの値ほど電子透かしパターンを含んでいないため、斜線部分以外のピクセルのみを用いて電子透かしの検出を行なうのである。

【００７５】

また、ＳＤ画像をアップコンバートして得られたＨＤ画像において、隣の小領域との重なりはあるものの、図１７のように、図１６で示した小領域の境界部の斜線部分をどちらかの小領域に含めるという処理方法も考えられる。図１７では、斜線部分に占める割合の多い小領域に斜線部分を含める処理を行なったものである。このような処理により、ＳＤ画像の８×８ピクセルの小領域はＨＤ画像の２１×１８ピクセルまたは２２×１８ピクセルの小領域に対応することになる。

【００７６】

【発明が解決しようとする課題】

上述のようにコンバート処理された画像において、図１６や図１７のような小領域の設定方法を実行して電子透かしを検出しようとする場合でっあっても、電子透かしパターンＷは［数１］を満たさなければならないことに注意が必要である。

【００７７】

例えば、図１７のＡの部分に当たる小領域に図１４のようなパターンが埋め込まれていると仮定する。値としては、１と－１の２種類のみを用い、中間値はこの２値に丸める。ＨＤ画像における電子透かしパターンＷを求めると、図１８のようになる。この２１×１８ピクセルのパターンＷには、１（白ピクセル）が１８０個あり、－１（黒ピクセル）が１９８個ある。この結果、コンバートされたＨＤ画像においては、

$\Sigma_{i,j} W_{i,j} \neq 0$

となり、［数１］を満足しないものとなる。

【００７８】

電子透かしパターンＷが［数１］を満たしていないとき、その検出結果は大きな誤差を伴う可能性が大きい。例えば、±１にて構成される８×８ピクセルの電子透かしパターンＷが埋め込まれていると仮定する。このとき、この小領域から検出される検出値ｘとして６４が期待できる。この６４は、電子透かしパターンＷ同士の内積Ｗ・Ｗによって得られる値である（［数７］、［数８］参照）。しかし、もし電子透かしパターンＷが［数１］を満足せず、電子透かしパターンＷの総和が０でなく１であったとしたら、この１と画素値を乗じた値が誤差として含まれることになる。

【００７９】

すなわち、電子透かしの検出時に実行される処理、先に説明した［数７］の式に従って、電子透かしの埋め込まれている画像Ｍと電子透かしＷの内積ｘ’の演算が実行される。演

算結果は、この数式に含まれるＰ・Ｗの値の大きさがＷ・Ｗに対して相対的に無視できないレベルで大となってしまう。ピクセル値はピクセルが８ビットで表現されていれば、０，１，…２５５である。この０，１，…２５５という誤差は電子透かしの検出値として得られるはずの６４を無意味なものとするのに十分な大きさである。

【００８０】

ＨＤ画像における小領域の分割を図１６や図１７のように定めた場合、図１８にて示したような電子透かしパターンＷをどんなに緻密に求めても［数１］を満たすことはない。それは、図１６や図１７のように表現した時点で領域の丸めによる誤差が乗っているためである。

【００８１】

図１８にて示したような電子透かしパターンＷの中の値を調整することで電子透かしパターンＷが［数１］を満たすようにすることができる。しかしながら、元々領域の丸めによる誤差を含んでいるものを後から調整しているため、電子透かしの正確な検出は期待できない。

【００８２】

本発明は、上記従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、フォーマット変換（コンバート）処理によって変換前後の画像の対応、すなわち画素（ピクセル）が正確に対応しない場合であっても、変換後の画像において正確な電子透かしの検出の実行を可能とした電子透かし埋め込み処理装置、電子透かし検出処理装置、および電子透かし埋め込み処理方法、電子透かし検出処理方法、並びにプログラム記憶媒体、およびプログラムを提供することを目的とする。

【００８３】

【課題を解決するための手段】

本発明の第１の側面は、

画像サイズ変換をおこなう元画像データに対して、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに電子透かしパターン埋め込み処理を実行する電子透かしパターン埋め込み処理装置であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成手段と、

前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正手段と、

前記電子透かしパターン修正手段において修正された電子透かしパターンを前記元画像データに埋め込む電子透かしパターン埋め込み手段とを有し、

前記電子透かしパターン修正手段は、前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンを、前記元画像データの画像サイズ情報に基づいて前記第２の画像サイズに対応するよう各要素値を多値化して修正した修正電子透かしパターンを生成し、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし埋め込み領域である小領域を設定することを特徴とする電子透かし埋め込み処理装置にある。

【００８８】

さらに、本発明の第２の側面は、

画像サイズ変換をおこなう元画像データに対して、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに電子透かしパターン埋め込み処理を実行する電子透かしパターン埋め込み処理方法であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成ステップと、

前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応し、各要

素値を多値化した修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正ステップと、

前記電子透かしパターン修正ステップにおいて修正された電子透かしパターンを前記元画像データに埋め込む電子透かしパターン埋め込みステップとを有し、

前記電子透かしパターン修正ステップは、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし埋め込み領域である小領域を設定するステップを含むことを特徴とする電子透かし埋め込み処理方法にある。

【００８９】

さらに、本発明の電子透かし埋め込み処理方法の一実施態様において、前記電子透かしパターン修正ステップは、前記第１の画像サイズと、前記第２の画像サイズの各サイズの最小公倍数画像サイズを算出し、該最小公倍数画像サイズにおいて、前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を生成する電子透かしパターン$W_{LCM}$生成ステップと、前記電子透かしパターン$W_{LCM}$生成ステップの生成した電子透かしパターン$W_{LCM}$に基づいて、前記第２の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターンＷｂ生成ステップと、を含むことを特徴とする。

【００９３】

さらに、本発明の第３の側面は、

画像サイズ変換をおこなう元画像データから、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに埋め込まれた電子透かしパターンの検出処理を実行する電子透かし検出処理装置であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成手段と、

前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応する修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正手段と、

前記電子透かしパターン修正手段において修正された電子透かしパターンに基づいて、電子透かしパターンの検出をおこなう検出手段とを有し、

前記電子透かしパターン修正手段は、前記電子透かしパターン生成手段において生成した電子透かしパターンを、前記元画像データの画像サイズ情報に基づいて前記第２の画像サイズに対応するよう各要素値を多値化して修正した修正電子透かしパターンを生成し、画像サイズ変換により前記小領域の少なくとも縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし設定領域として小領域を設定することを特徴とする電子透かし検出処理装置にある。

【００９８】

さらに、本発明の第４の側面は、

画像サイズ変換をおこなう元画像データから、画像を複数の小領域に分割し、小領域ごとに埋め込まれた電子透かしパターンの検出処理を実行する電子透かしパターン検出処理方法であり、

予め設定された第１の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン生成ステップと、

前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに基づいて、予め設定された前記元画像データの画像サイズである第２の画像サイズに対応し、各要素値を多値化した修正電子透かしパターンを生成する電子透かしパターン修正ステップと、

前記電子透かしパターン修正ステップにおいて修正された電子透かしパターンに基づいて、電子透かしパターンの検出をおこなう検出ステップとを有し、

前記電子透かしパターン修正ステップは、画像サイズ変換により前記小領域の少なくと

も縦または横の画素数が整数倍に変換されない場合には、隣接小領域間の重なり領域を両方の小領域に含めて前記第２の画像サイズの電子透かし設定領域として小領域を設定するステップを含むことを特徴とする電子透かし検出処理方法にある。

【００９９】

さらに、本発明の電子透かし検出処理方法の一実施態様において、前記電子透かしパターン修正ステップは、前記第１の画像サイズと、前記第２の画像サイズの各サイズの最小公倍数画像サイズを算出し、該最小公倍数画像サイズにおいて、前記電子透かしパターン生成ステップにおいて生成した電子透かしパターンに対応する電子透かしパターン$W_{LCM}$を生成する電子透かしパターン$W_{LCM}$生成ステップと、前記電子透かしパターン$W_{LCM}$生成ステップの生成した電子透かしパターン$W_{LCM}$に基づいて、前記第２の画像サイズに対応する電子透かしパターンを生成する電子透かしパターンＷｂ生成ステップとを含むことを特徴とする。

【０１０７】

なお、本発明のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する媒体、例えば、ＣＤやＦＤ、ＭＯなどの記憶媒体に格納されて提供可能であり、本発明のプログラム記憶媒体は、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ・プログラムをコンピュータ可読な形式で提供する媒体である。媒体は、ＣＤやＦＤ、ＭＯなどの記録媒体、あるいは、ネットワークなどの伝送媒体など、その形態は特に限定されない。

【０１０８】

このようなプログラムは、プロセッサ制御の下でプログラムの読み取りに基づき、システムの有する各種機能の実行を規程するとともに、システム上の協働的作用を発揮するものであり、本発明の他の側面と同様の作用効果を得ることができるものである。

【０１０９】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【０１１０】

【発明の実施の形態】

まず、本発明における電子透かしの埋め込み処理と検出処理に適用される画像に対して実行されるフォーマット変換処理について説明する。なお、以下ではフォーマット変換の例としてテレビ放送などに用いられる例えばハイビジョン画像と呼ばれる高画質画像（ＨＤ:High Definition）と、従来の標準画像（ＳＤ：Standard Definition）との変換例を説明するが、本発明は、ＨＤ画像とＳＤ画像間の変換処理のみに適用されるものではなく、他の異なるアスペクト比（画像の縦と横の長さの比）や画像サイズを持つ画像変換処理においても適用可能である。

【０１１１】

［画像のフォーマット変換］

ＨＤ画像（高画質画像（ＨＤ:High Definition））データは、従来のＳＤ画像（標準画像（ＳＤ：Standard Definition））と異なるアスペクト比と画像サイズ（解像度）を持つ画像であり、例えば再生装置側に高画質画像（以下ＨＤ画像とする）の処理機能がない場合は、ＨＤ画像を標準画像（以下ＳＤ画像とする）に変換（ダウンコンバート）する処理が実行されて表示される。また、逆にＳＤ画像からＨＤ画像への変換処理（アップコンバート）が実行される。画像のサイズ（解像度）やアスペクト比等を変換することを画像のフォーマット変換という。

【０１１２】

図１９に電子透かし埋め込み画像のフォーマット変換処理について説明する図を示す。図１９（ａ）は、画像サイズ７２０×４８０のＳＤ(Standard Definition)画像に電子透かしパターンを埋め込み、その画像をアップコンバートして画像サイズ１９２０×１０８０のＨＤ(High Definition)画像にした後、電子透かしを検出する処理を示している。図１

９（ｂ）は、（ａ）の逆の処理であり、画像サイズ１９２０×１０８０のＨＤ(High Definition)画像に電子透かしパターンを埋め込み、その画像をダウンコンバートして画像サイズ７２０×４８０のＳＤ(Standard Definition)画像にした後、電子透かしを検出する処理を示している。

【０１１３】

従来は、このような画像変換を行なうと、先述したように電子透かしを埋め込んだ各小領域（例えばＳＤ画像の８×８ピクセル）がコンバート後の小領域として設定されるピクセル数が整数値にならず、前述の［数１］：$\Sigma_{i,j}W_{i,j}=0$を満足せず、電子透かしの検出エラーが発生してしまうという結果を招いていた。

【０１１４】

本発明の構成は、このようなエラーの発生しない構成を提供するものである。本発明の構成において、ＳＤ画像で電子透かしを埋め込み、これをＨＤ画像に変換する場合のＨＤ画像の小領域の設定構成例を図２０を用いて説明する。

【０１１５】

［小領域の設定および電子透かしパターン］

図２０はＨＤ画像の小領域Ａ、Ｂ、Ｃを切り出した構成を示している。図１６、図１７の小領域Ａ，Ｂ，Ｃと同様である。例えばＳＤ画像の各小領域（８×８ピクセル）に電子透かしを埋め込み（図７，８参照）、その後、ＳＤ画像からＨＤ画像へのアップコンバート処理を実行した例であり、変換前のＳＤ画像の小領域（８×８ピクセル）が変換後のＨＤ画像の２２×１８ピクセルの小領域Ａ，Ｂ，Ｃに対応する。

【０１１６】

図２０の各小領域は、重なった部分を両サイドの小領域両方に含めている。すなわち、例えば小領域Ａと小領域Ｂの重なりの領域部分２００１は小領域Ａの電子透かしの検出のときにも、小領域Ｂの電子透かしの検出のときにも使用されることになる。小領域Ｂと小領域Ｃの重なりの領域部分２００２も同様である。小領域Ｂの電子透かしの検出のときにも、小領域Ｃの電子透かしの検出のときにも使用されることになる。

【０１１７】

本発明の構成では、画像フォーマット変換後の画像である図２０の画像中に設定される各小領域Ａ，Ｂ，Ｃは一定サイズを有し、この決められたサイズの小領域毎に、画像フォーマット変換前の電子透かしパターン埋め込み画像中の電子透かしと同様のパターンを精度良く埋め込み、また検出することができる。

【０１１８】

小領域Ａに当てはめる電子透かしパターン$W_{HD}$の例を図２１に示す。図２１において、垂直方向は１８ピクセルであるが、上９ピクセルと下９ピクセルは同じ値を持つので上９ピクセルのみのパターン内の値を示した。また、電子透かしパターン$W_{HD}$の要素値は±１に限定していない。この電子透かしパターン$W_{HD}$は、ＨＤ画像の小領域Ａに対応するＳＤ画像の小領域の電子透かしパターン$W_{SD}$を完全に反映させており、電子透かしパターン$W_{HD}$の各要素値の総和は０となる。

【０１１９】

この図２１に示す電子透かしパターン$W_{HD}$の定め方の例を図２２に示す。ＳＤ画像サイズ２１０１をＨＤ画像サイズに変換するとき、ＳＤ画像サイズにおけるピクセルはＨＤ画像サイズにおいて、水平方向に１／３ピクセル、垂直方向に１／４ピクセルの端数を持つ。すなわち、画像サイズ７２０×４８０のＳＤ(Standard Definition)画像と画像サイズ１９２０×１０８０のＨＤ(High Definition)画像において、ＳＤ画像サイズにおける１ピクセルは、ＨＤ画像の水平方向において、（１９２０／７２０）＝（２＋２／３）ピクセルとなり、ＨＤ画像の垂直方向において、（１０８０／４８０）＝（２＋１／４）ピクセルとなり、ＳＤ画像サイズにおける各ピクセルはＨＤ画像サイズにおいて、水平方向に１／３ピクセル、垂直方向に１／４ピクセルの端数を持つ。

【０１２０】

この端数を整数で扱えるようにするために、ＨＤ画像サイズを水平方向に３倍、垂直方向

に４倍した画像サイズ２１０２を考える。この画像サイズ２１０２は、ＨＤ画像が１９２０×１０８０であるから、（１９２０×３）×（１０８０×４）、すなわち５７６０×４３２０のサイズとなる。この５７６０×４３２０のサイズは、ＳＤ画像サイズ７２０×４８０を水平方向に８倍、垂直方向に９倍したものとなる。すなわちＨＤ画像、ＳＤ画像の双方の整数倍の最小の画像サイズであり、最小公倍数の画像サイズである。

【０１２１】

この最小公倍数の画像サイズ（５７６０×４３２０）では例えばＳＤ画像サイズにおける３×４ピクセルは、２４×３６ピクセルに相当する。最小公倍数の画像サイズ２１０２において２４×３６ピクセルは、ＨＤ画像サイズでは８×９ピクセルとなる。

【０１２２】

すなわち、ＳＤ画像サイズにおける３×４ピクセルは、最小公倍数の画像サイズ（５７６０×４３２０）では２４×３６ピクセル、ＨＤ画像サイズでは８×９ピクセルとなり、すべて整数値として設定可能となる。

【０１２３】

ＨＤ画像サイズにおける８×９ピクセルを構成する各１ピクセルは、最小公倍数の画像サイズ（５７６０×４３２０）においては、（２４／８）×（３６／９）＝３×４ピクセルとなる。最小公倍数の画像サイズ（５７６０×４３２０）における３×４ピクセルにおける各ピクセル値を白または黒の±１として設定すると、３×４の１２ピクセルの取り得る値の総和は－１２，…，＋１２となる。この最小公倍数の画像サイズ（５７６０×４３２０）における３×４ピクセルにおける総和として求められる値－１２，…，＋１２をＨＤ画像サイズにおける８×９ピクセルを構成する各１ピクセルに対応して設定することで、ＨＤ画像サイズにおける電子透かしパターンの要素値が図２１に示したように－１２，…，＋１２として設定される。

【０１２４】

図２１と図２２で示したＨＤ画像における電子透かしパターン$W_{HD}$の定め方を、画像サイズと埋め込む電子透かしパターンの大きさが同じ場合について改めて図２３を用いて説明する。

【０１２５】

ＳＤ画像２２０１の水平方向サイズを$X_{SD}$、垂直方向サイズを$Y_{SD}$とし、ＨＤ画像２２０３の水平方向サイズを$X_{HD}$、垂直サイズを$Y_{HD}$とする。$X_{SD}$と$X_{HD}$の最小公倍数を$X_{LCM}$＝lcm（$X_{SD}$，$X_{HD}$）と表し、$Y_{SD}$と$Y_{HD}$の最小公倍数を$Y_{LCM}$＝lcm（$Y_{SD}$，$Y_{HD}$）と表すことにする。すると、水平方向サイズが$X_{LCM}$、垂直方向が$Y_{LCM}$である画像サイズ２２０２は、ＳＤ画像サイズ２２０１からも、ＨＤ画像サイズ２２０３からも整数倍で求まる画像サイズである。

【０１２６】

この最小公倍数に対応する画像サイズ２２０２を用いてＨＤ画像サイズ２２０３における電子透かしパターン$W_{HD}$を求める。まず、ＳＤ画像サイズ２２０１を最小公倍数に対応する画像サイズ２２０２に変換する。このとき、ＳＤ画像サイズにおける電子透かしパターン$W_{SD}$の要素値を画像サイズ２２０２における電子透かしパターン$W_{LCM}$でもそのまま用いる。

【０１２７】

次に、画像サイズ２２０２に拡大された電子透かしパターン$W_{LCM}$を、ＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$における１要素に対応する単位領域２２０４ごとにまとめる。その単位領域２２０４のサイズは、水平方向は$X_{LCM}$／$X_{HD}$であり、垂直方向は$Y_{LCM}$／$Y_{HD}$である。ＨＤ画像サイズ２２０３における電子透かしパターン$W_{HD}$の１要素に対応する単位領域２２０４ごとにまとめられた値はそのままＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$の要素値となる。このようにして得られる電子透かしパターン$W_{HD}$は、ＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$をよく近似し、かつ、［数１］を満たしたものとなる。画像に埋め込む電子透かしパターンのサイズが画像サイズより小さい場合も考え方は同様である。

【０１２８】
ＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$からＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$を求める図２３に示した方法の処理の流れを図２４のフローチャートを用いて説明する。
【０１２９】
まずステップ２４０１でＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$を準備する。続いて、２４０２では、ＳＤ画像サイズとＨＤ画像サイズの最小公倍数となる画像サイズに電子透かしパターン$W_{SD}$を拡大して電子透かしパターン$W_{LCM}$を求める。２４０３では、この電子透かしパターン$W_{LCM}$内の要素を（$X_{LCM}$／$X_{HD}$）×（$Y_{LCM}$／$Y_{HD}$）単位に総和を求める。ここで求めた各々の総和を、２４０４ではＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$の１つの要素の値として構成する。電子透かしパターン$W_{HD}$の全要素の値が定まれば終了である。
【０１３０】
図２３を用いた説明、および図２４の処理フローはＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$からＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$を求める処理例を示しているが、ＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$からＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$を求める処理についても、同様に実行可能である。また、例に示したＳＤ画像サイズ、ＨＤ画像サイズ以外の画像間における処理も同様に実行できる。
【０１３１】
また、図２３、図２４では、ＳＤ画像サイズとＨＤ画像サイズの最小公倍数の画像サイズを用いて、ＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$からＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$を導いた。だが、図２０のような重なりを許した小領域の設定方法を用いれば、ＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$からＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$を直接求めることも可能である。例えば、精度の高い補間などである。但し、電子透かしパターン$W_{HD}$は、前述の［数１］を満たすように注意が必要である。
【０１３２】
ここまでの例で用いてきたＳＤ画像サイズとＨＤ画像サイズでは、図１６のように全ての各小領域間において重なりが生じるということはなかったが、一般には全ての各小領域間において重なりが生じる可能性がある。よって、重なりを考慮した場合、図８に示した元画像サイズにおける各小領域は、画像フォーマットの変換の後で図２５のように各隣接する小領域間に重なり２５０１を持ったものになる。従って、この変換後の小領域に合わせて、検出に用いる電子透かしパターンを用意することになる。
【０１３３】
画像フォーマットの変換後の画像から電子透かしを検出するために用意された上記電子透かしパターンを、電子透かしの埋め込み時に利用することでコンバート処理のなされた画像おいても正確で効率のよい電子透かし検出が可能となる。
【０１３４】
例えば、ＳＤ画像で最も効率良く電子透かしを検出するために、図２３,図２４を用いて説明した方法にてＨＤ画像用の電子透かしパターン$W_{HD}$を作成する。この電子透かしパターン$W_{HD}$をＨＤ画像に埋め込んだ場合、この電子透かしの埋め込まれたＨＤ画像がダウンコンバートされて得られるＳＤ画像上の電子透かしパターンは、ＳＤ画像にＳＤ画像用の電子透かしパターン$W_{SD}$を埋め込んだ場合と同様なものとなる。
【０１３５】
［電子透かし埋め込み処理装置］
ＳＤ画像またはＨＤ画像において埋め込まれた電子透かしをＨＤ画像またはＳＤ画像に変換し、変換後の画像おいても正確な電子透かし検出を可能とする電子透かしの埋め込み処理装置の構成における処理例を図２６に示す。
【０１３６】
元画像２６０１は、電子透かしパターンの埋め込み対象画像であり例えばハードディスク、ＤＶＤなどの記憶媒体から読み出されたり、あるいはスキャナ、デジタルカメラなどの画像取り込み装置から供給された画像など、様々な画像が含まれる。

【０１３７】
電子透かしパターン生成部２６０４は画像に埋め込む埋め込み情報２６０２と電子透かしパターン生成キー（key)記憶部２６０３の電子透かしパターン生成キー（key)から電子透かしパターンを生成する。
【０１３８】
埋め込み情報２６０２は、電子透かしとして埋め込む情報であり、複製制御情報、著作権情報、編集情報など様々であり、任意な情報である。電子透かしパターン生成キー（key）は、具体的には電子透かしパターンを画像に埋め込む際の画像分割情報や、ビット配列情報などであり、埋め込み情報２６０２を電子透かしパターンとして生成するために必要となる加工情報である。
【０１３９】
電子透かしパターン修正部２６０５は電子透かしパターン生成部２６０４にて生成された電子透かしパターンを、画像情報検査部２６０６から得られる元画像２６０１の画像フォーマットに従って修正する。
【０１４０】
例えば、ＨＤ画像に電子透かしを埋め込む処理である場合において、ＳＤ画像でも正確に効率良く電子透かしを検出するために、図２３,図２４を用いて説明した方法に従ってＳＤ画像用の電子透かしパターン$W_{SD}$を修正し、ＨＤ画像用の電子透かしパターン$W_{HD}$を得る。また、ＳＤ画像に電子透かしを埋め込む処理である場合において、ＨＤ画像でも正確に効率良く電子透かしを検出するために、図２３,図２４を用いて説明した方法に従ってＨＤ画像用の電子透かしパターン$W_{HD}$を修正し、ＳＤ画像用の電子透かしパターン$W_{SD}$を得る。
【０１４１】
図２７に電子透かしパターン修正部２６０５の詳細を示す。電子透かしパターン修正部２６０５は、変換処理前後画像の最小公倍数画像における電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２６１１と、変換処理前（埋め込み対象）画像の電子透かしパターンＷｂ生成手段２６１２を有する。電子透かしパターン生成部２６０４は、変換処理後画像に対応する電子透かしパターンＷａを生成する。
【０１４２】
電子透かしパターン修正部２６０５の電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２６１１は、電子透かしを埋め込む画像情報の持つ画像サイズと、電子透かしパターン生成部２６０４の生成した電子透かしパターンに対応する変換後の画像サイズとから両画像の最小公倍数画像における電子透かしパターン$W_{LCM}$を生成する。これは図２４のフロー２４０２に従った処理である。
【０１４３】
電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２６１１の生成した電子透かしパターン$W_{LCM}$は、電子透かしパターンＷｂ生成手段２６１２に入力され、電子透かしパターンＷｂ生成手段２６１２において、図２４のフロー２４０３、２４０４に従った処理が実行されて変換処理前（埋め込み対象）画像の電子透かしパターンＷｂが生成され、生成された電子透かしパターンＷｂが電子透かしパターン埋め込み部２６０７に出力される。なお、この際、電子透かしが例えば多ビット構成であり小領域に埋め込む方式が採用される場合は、図２２で説明した重複領域を有する小領域の設定処理が実行され、設定された小領域に応じて電子透かしパターンＷｂが生成される。
【０１４４】
電子透かしパターン埋め込み部２６０７では、電子透かしパターン修正部２６０５にて生成された電子透かしパターンを元画像２６０１へ埋め込む。元画像のエッジ部分や平坦部分での電子透かしパターンの埋め込み強度を調整するのはこの電子透かしパターン埋め込み部２６０７である。電子透かしパターンの埋め込まれた画像は電子透かし埋め込み画像２６０８として出力される。
【０１４５】

図２６、図２７の処理構成によれば、ＳＤ画像で正確に電子透かしが検出できるようにＨＤ画像に修正された電子透かしパターンを埋め込んだり、ＨＤ画像で正確に電子透かしが検出できるようにＳＤ画像に修正された電子透かしパターンを埋め込む処理が可能となる。

【０１４６】

［電子透かし検出処理装置］

次に、ＳＤ画像またはＨＤ画像において埋め込まれた電子透かしをＨＤ画像またはＳＤ画像に変換が実行され、変換後の画像おいても正確な電子透かし検出を可能とする電子透かしの検出処理装置の構成における処理例を図２８に示す。

【０１４７】

電子透かしパターン生成部２８０３は電子透かしパターン生成キー（key)記憶部２８０２の電子透かしパターン生成キー（key)から電子透かしパターンを生成する。

【０１４８】

電子透かしパターン生成キー（key）は、具体的には電子透かしパターンを画像に埋め込む際の画像分割情報や、ビット配列情報などであり、電子透かしパターンの検出に必要となる情報である。

【０１４９】

電子透かしパターン修正部２８０４は、画像情報検査部２８０５にて得られる入力画像２８０１の画像フォーマットを用いて、電子透かしパターン生成部２８０３で生成された電子透かしパターンを修正する。

【０１５０】

図２９に電子透かしパターン修正部２８０４の詳細を示す。電子透かしパターン修正部２８０４は、変換処理前後画像の最小公倍数画像における電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２８１１と、変換処理後（検出対象）画像に適用する電子透かしパターンＷｂ生成手段２８１２を有する。電子透かしパターン生成部２８０４は、変換処理前画像に対応する電子透かしパターンＷａを生成する。

【０１５１】

電子透かしパターン修正部２８０４の電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２８１１は、電子透かしを検出する画像情報の持つ画像サイズと、電子透かしパターン生成部２８０３の生成した電子透かしパターンに対応する変換前の画像サイズとから両画像の最小公倍数画像における電子透かしパターン$W_{LCM}$を生成する。これは図２４のフロー２４０２に従った処理である。

【０１５２】

電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段２８１１の生成した電子透かしパターン$W_{LCM}$は、電子透かしパターンＷｂ生成手段２８１２に入力され、電子透かしパターンＷｂ生成手段２８１２において、図２４のフロー２４０３、２４０４に従った処理が実行されて変換処理後（検出対象）画像用の電子透かしパターンＷｂが生成され、生成された電子透かしパターンＷｂが検出部２８０６に出力される。なお、この際、電子透かしが例えば多ビット構成であり小領域に埋め込む方式が採用されている場合は、図２２で説明した重複領域を有する小領域の設定処理が実行され、設定された小領域に応じて電子透かしパターンＷｂが生成される。

【０１５３】

なお、前述したように、各小領域間における重なりを考慮した場合、図８に示した元画像サイズにおける各小領域は、画像フォーマットの変換の後で図２５のように各隣接する小領域間に重なり２５０１を持ったものになる。従って、この変換後の小領域に合わせて、検出に用いる電子透かしパターンを用意することになる。

【０１５４】

図２０のような重なりを許した小領域の設定方法を用いれば、ＳＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{SD}$からＨＤ画像サイズの電子透かしパターン$W_{HD}$を直接求めることも可能である。例えば、精度の高い補間などである。但し、電子透かしパターン$W_{HD}$は、前述の［

数１］を満たすように注意が必要である。
【０１５５】
検出部２８０６では、電子透かしパターン修正部２８０４にて修正された電子透かしパターンＷｂを用いて、入力画像２８０１の電子透かしを検出する。検出部２８０６にて検出された情報は検出情報２８０７として出力される。
【０１５６】
図２８、図２９の処理構成によれば、電子透かしの埋め込み後にＳＤ画像、ＨＤ画像間の変換が実行された画像であっても画像で正確に電子透かしが検出できる。
【０１５７】
［システム構成］
上述の実施例で述べた一連の処理は、ハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたデータ処理装置内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、例えば汎用のコンピュータや１チップのマイクロコンピュータ等にインストールされる。図３０は、上述した一連の処理、具体的には、電子透かしの生成、埋め込み、検出の少なくともいずれかの処理を実行する装置のシステム構成例を示している。
【０１５８】
システムは、ＣＰＵ(Central Processing Unit)２０２を有する。ＣＰＵ(Central processing Unit)２０２は、各種アプリケーションプログラムや、ＯＳ（Operating System）を実際に実行する。ＲＯＭ（Read-Only-Memory）２０３は、ＣＰＵ２０２が実行するプログラム、あるいは演算パラメータとしての固定データを格納する。ＲＡＭ（Random Access Memory）２０４は、ＣＰＵ２０２の処理において実行されるプログラム、およびプログラム処理において適宜変化するパラメータの格納エリア、ワーク領域として使用される。ＣＰＵ２０２、ＲＯＭ２０３、ＲＡＭ２０４、およびハードディスク２０５はバス２０１によって接続されており、相互にデータ転送が実行可能である。さらに入出力インタフェース２１１に接続された各種入出力装置とのデータ転送が可能となっている。
【０１５９】
キーボード２１２、マウス２１３はＣＰＵ２０２に各種の指令を入力するためにユーザにより操作され、コマンド入力データ入力などの際にユーザによって操作され、キーボードマウスコントローラ２１１介して入力される。
【０１６０】
ドライブ２０９は、フロッピーディスク、ＣＤ－ＲＯＭ(Compact Disc Read Only Memory), ＭＯ(Magneto optical)ディスク, ＤＶＤ(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体２１０の記録再生を実行するドライブであり、各リムーバブル記録媒体２１０からのプログラムまたはデータ再生、リムーバブル記録媒体２１０に対するプログラムまたはデータ格納を実行する。
【０１６１】
ＣＰＵ２０２は、入出力インタフェース２１０を介して、キーボード２１２やマウス２１３等を介して指令が入力されると、入力にしたがって、ＲＯＭ(Read Only Memory)２０３に格納されているプログラムを実行する。
【０１６２】
上述の実施例における電子透かしの埋め込み対象となる画像、あるいは検出対象となる画像は、入力部２０７に接続されたカメラ２０７１他の入力機器、例えばスキャナ等のデータ入力装置、あるいはドライブ２０９に接続されたフロッピーディスク、ＣＤ－ＲＯＭ(Compact Disc Read Only Memory), ＭＯ(Magneto optical)ディスク, ＤＶＤ(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体２１０から入力可能である。なお、本システムは音声データの入力もマイク２０７２を介して可能な構成

である。さらに、通信部２０８を介して受信するデータを電子透かしの埋め込み対象とする画像データ、あるいは検出対象となる画像データとして処理することも可能である。

【０１６３】

ＣＰＵ２０２は、ＲＯＭ格納プログラムに限らず、ハードディスク２０５に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部２０８で受信されてハードディスク２０５にインストールされたプログラム、またはドライブ２０９に装着されたリムーバブル記録媒体２１０から読み出されてハードディスク２０５にインストールされたプログラムを、ＲＡＭ(Random Access Memory)２０４にロードして実行することも可能である。

【０１６４】

図３０に示す構成を持つシステムにおいて、ＣＰＵ２０２は、上述した各実施例にしたがった処理、あるいは上述したブロック図、フローチャートに従って行われる処理を行う。そして、ＣＰＵ２０２は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース２１１を介して、ＬＣＤ(Liquid Crystal Display)やＣＲＴなどの表示装置２０６１、スピーカ２０６２に対して出力部２０６を介して出力する。また、処理データは通信部２０８からの送信、さらには、ハードディスク２０５等の記録媒体に対する格納処理が可能である。

【０１６５】

各種処理の実行プログラムは、システムに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク２０５やＲＯＭ２０３に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフロッピーディスク、ＣＤ－ＲＯＭ(Compact Disc Read Only Memory), ＭＯ(Magneto optical)ディスク, ＤＶＤ(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体２１０に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体２１０は、いわゆるパッケージソフトウエアとして提供することができる。

【０１６６】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体２１０からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、ディジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、ＬＡＮ(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部２０８で受信し、内蔵するハードディスク２０５にインストールすることができる。

【０１６７】

ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【０１６８】

また、プログラムは、１つのコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【０１６９】

以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。実施例では、電子透かしの埋め込み、検出処理対象としてＨＤおよびＳＤ画像信号について説明してきたが、本発明の構成は、これらの特定の画像信号に限定されず、フォーマット変換処理の実行される可能性のある信号に対して適用可能である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【０１７０】

なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

【０１７１】

【発明の効果】

以上、説明してきた本発明の構成によれば、以下に説明する様々な効果が得られる。画像フォーマットが変換された画像においても、電子透かし埋め込み画像の画像フォーマットが変換される前の電子透かしパターンを精度良く近似することができることから、電子透かしが埋め込まれた画像が画像フォーマットの変換処理をされても、埋め込まれた電子透かしを確実に検出することができる。

【０１７２】

さらに、本発明の構成によれば、電子透かしの埋め込みに際し、フォーマット変換前後の画像サイズの最小公倍数画像サイズを設定し、最小公倍数画像において変換後の画像における電子透かしの値を設定して、その値に基づいて変換前の画像における電子透かしを設定し、これを画像に埋め込むように構成したので電子透かしを埋め込んだ画像のフォーマット変換処理がなされても、変換後の画像から電子透かしを確実に検出することができる。

【０１７３】

さらに、本発明の構成によれば、電子透かしが埋め込まれた画像のフォーマット変換処理がなされても、電子透かしを確実に検出することができることから、もっともスタンダードな画像フォーマットに基づいて電子透かしパターンを埋め込んでおけば、その画像が他の画像フォーマットに変換されても確実に検出できることになるので、画像フォーマットは様々あるものの、電子透かしパターンの埋め込みをもっともスタンダードな画像フォーマットを前提にして行なうことができる。

【０１７４】

さらに、本発明の構成によれば、例えばＳＤ画像で電子透かしの検出が必要である場合に、上述した方法に従ってＨＤ画像用の電子透かしパターン$W_{HD}$をＨＤ画像に埋め込んだとしても、電子透かしの埋め込まれたＨＤ画像がダウンコンバートされて得られるＳＤ画像上の電子透かしパターンは、ＳＤ画像にＳＤ画像用の電子透かしパターン$W_{SD}$を埋め込んだ場合と同様なものとなる。このように、ＳＤ画像で正確に効率良く検出でき、かつＨＤ画像用としても適用される電子透かしパターンが利用可能となる。これはＳＤ画像とＨＤ画像の間だけでなく、様々な画像フォーマットの異なる画像間でも適用可能となる。

【０１７５】

さらに、本発明の構成によれば、電子透かしパターンが埋め込まれる各小領域を重複を許して設定することにより、画像フォーマットが変換された画像においても、決められたサイズの小領域毎に、画像フォーマットが変換される前の電子透かしパターン埋め込み画像中の電子透かしと同様のパターンを精度良く埋め込みまたは検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】元画像と電子透かしパターン、電子透かし埋め込み画像と電子透かしパターンの内積値の相対頻度分布を説明する図である。

【図２】電子透かしの有無の判別基準を説明する図である。

【図３】電子透かしの検出に適用される閾値（ｔｈ）を説明する図である。

【図４】電子透かし埋め込み量をもっとも少なくする閾値（ｔｈ）を説明する図である。

【図５】確率$p_{FP}$と$p_{FN}$が小さい場合の閾値（ｔｈ）を説明する図である。

【図６】複数の電子透かしパターンの画像への埋め込み処理を説明する図である。

【図７】元画像の小領域への分割を説明する図である。

【図８】同一情報ビットの複数小領域への割り当てを説明する図である。

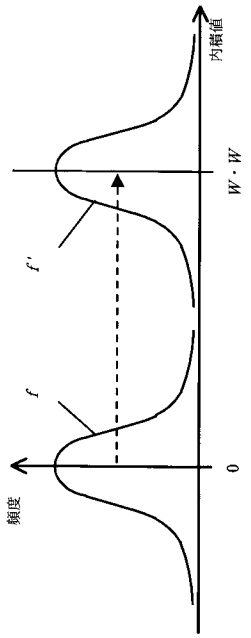
【図９】電子透かしパターンの埋め込み装置の処理について説明する図である。

【図１０】電子透かしの検出装置の処理について説明する図である。

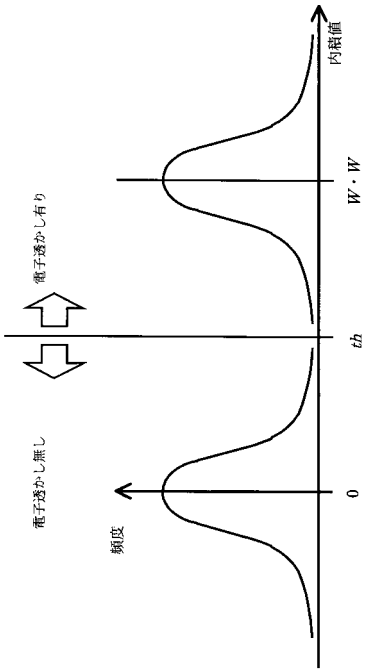
【図１１】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理について説明する図である。
【図１２】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理について説明する図である。
【図１３】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理について説明する図である。
【図１４】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理におけるピクセルの対応について説明する図である。
【図１５】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理におけるピクセルの対応について説明する図である。
【図１６】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理における小領域設定調整について説明する図である。
【図１７】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理における小領域設定調整について説明する図である。
【図１８】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理における小領域設定の問題点について説明する図である。
【図１９】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換処理について説明する図である。
【図２０】ＨＤ画像とＳＤ画像の変換時の小領域設定処理について説明する図である。
【図２１】ＳＤ画像からＨＤ画像へ変換した場合の電子透かしの設定値について説明する図である。
【図２２】ＳＤ画像とＨＤ画像との変換処理において適用される最小公倍数画像について説明する図である。
【図２３】ＳＤ画像とＨＤ画像との最小公倍数画像を用いた変換処理について説明する図である。
【図２４】ＳＤ画像とＨＤ画像との最小公倍数画像を用いた変換処理について説明するフロー図である。
【図２５】ＳＤ画像とＨＤ画像との変換処理において重なり領域を持つ小領域構成について説明する図である。
【図２６】電子透かしパターンの修正を行なって埋め込む処理を実行する電子透かしパターン埋め込み装置における処理例を説明する図である。
【図２７】電子透かしパターン埋め込み装置における電子透かしパターン修正部を中心とした詳細構成図である。
【図２８】電子透かしパターンの修正を行なって電子透かし検出処理を実行する電子透かしパターン検出装置における処理例を説明する図である。
【図２９】電子透かしパターン検出装置における電子透かしパターン修正部を中心とした詳細構成図である。
【図３０】電子透かしの生成、埋め込み、検出の少なくともいずれかの処理を実行するシステム構成例を示す図である。
【符号の説明】
２０２　ＣＰＵ
２０３　ＲＯＭ
２０４　ＲＡＭ
２０５　ハードディスク
２０６　出力部
２０７　入力部
２０８　通信部
２０９　ドライブ
２１０　リムーバブル記録媒体
２１１　キーボードマウスコントローラ
２１２　キーボード
２１３　マウス
２０６１　表示装置
２０６２　スピーカ

２０７１　カメラ
２０７２　マイク
１６０１　元画像
１６０２　埋め込み情報
１６０３　電子透かしパターン生成キー記憶部
１６０４　電子透かしパターン生成部
１６０５　電子透かしパターン埋め込み部
１６０６　電子透かし埋め込み画像
１７０１　電子透かし検出対象画像
１７０２　電子透かしパターン生成キー記憶部
１７０３　電子透かしパターン生成部
１７０４　電子透かしパターン修正部
１７０５　画像情報検査部
１７０６　検出部
１７０７　検出情報
２００１，２００２　重なり領域
２１０１　ＳＤ画像サイズ
２１０２　最小公倍数画像
２２０１　ＳＤ画像サイズ
２２０２　最小公倍数画像
２２０３　ＨＤ画像サイズ
２２０４　単位領域
２５０１　重なり領域
２６０１　元画像
２６０２　埋め込み情報
２６０３　電子透かしパターン生成キー記憶部
２６０４　電子透かしパターン生成部
２６０５　電子透かしパターン修正部
２６０６　画像情報検査部
２６０７　電子透かしパターン埋め込み部
２６０８　電子透かし埋め込み画像
２６１１　電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段
２６１２　電子透かしパターンＷｂ生成手段
２８０１　電子透かし検出対象画像
２８０２　電子透かしパターン生成キー記憶部
２８０３　電子透かしパターン生成部
２８０４　電子透かしパターン修正部
２８０５　画像情報検査部
２８０６　検出部
２８０７　検出情報
２８１１　電子透かしパターン$W_{LCM}$生成手段
２８１２　電子透かしパターンＷｂ生成手段

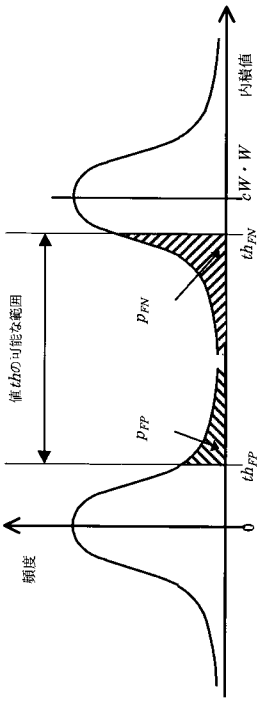
【図１】


内積値
W・W
0
f'
f
頻度

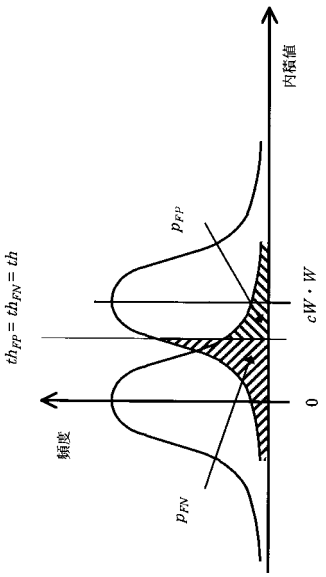
【図２】


内積値
W・W
th
0
電子透かし有り
電子透かし無し
頻度

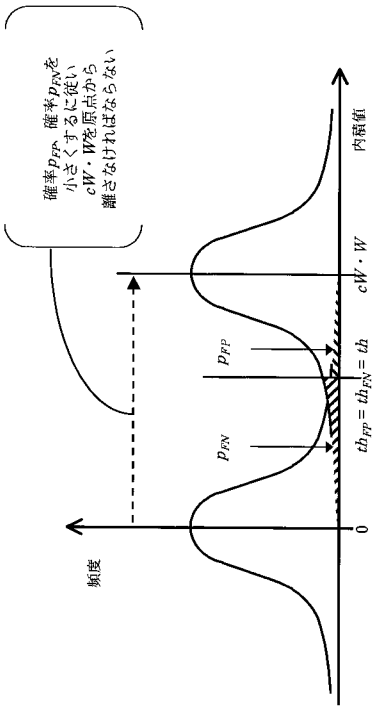
【図３】


内積値
cW・W
th_FN
th_FP
0
p_FN
p_FP
値thの可能な範囲
頻度

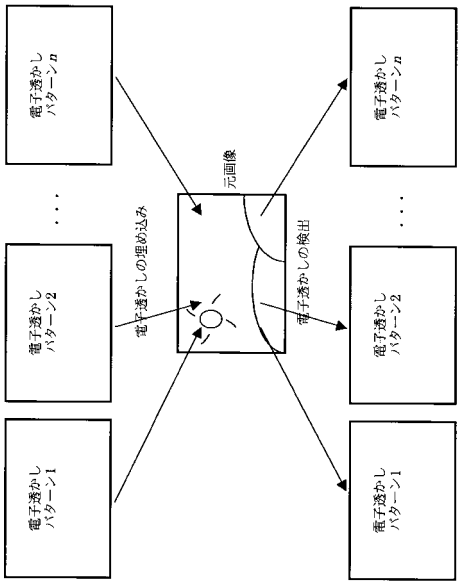
【図４】


内積値
cW・W
0
th_FP = th_FN = th
p_FP
p_FN
頻度

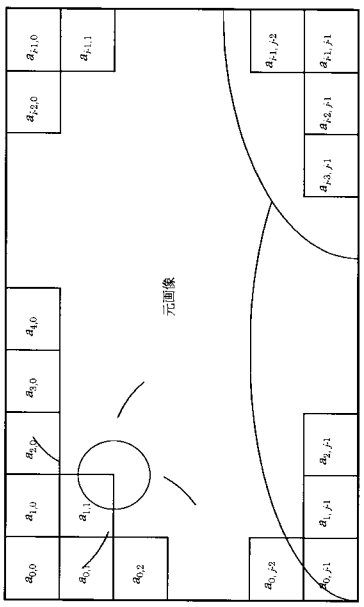
【図５】


確率$p_{FP}$, 確率$p_{FN}$を
小さくするに従い
$cW \cdot W$を原点から
離さなければならない
内積値
頻度
$cW \cdot W$
$p_{FP}$
$p_{FN}$
$th_{FP} = th_{FN} = th$
0

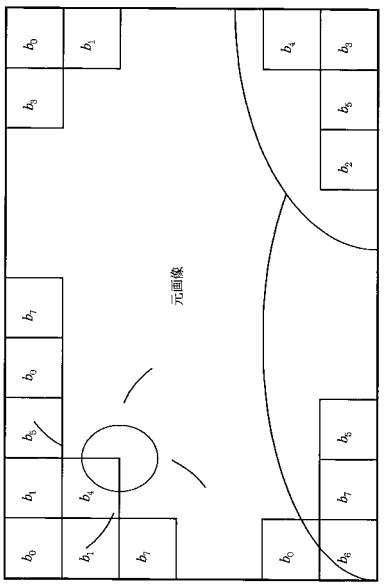
【図６】


電子透かし
パターン$n$
電子透かし
パターン2
電子透かし
パターン1
電子透かしの埋め込み
元画像
電子透かしの検出
電子透かし
パターン$n$
電子透かし
パターン2
電子透かし
パターン1

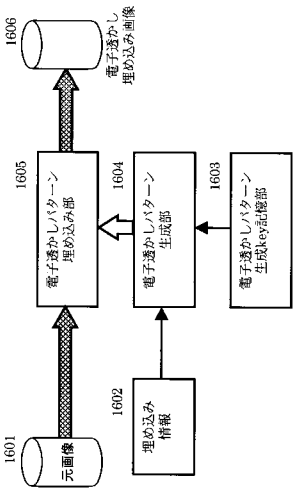
【図７】


元画像

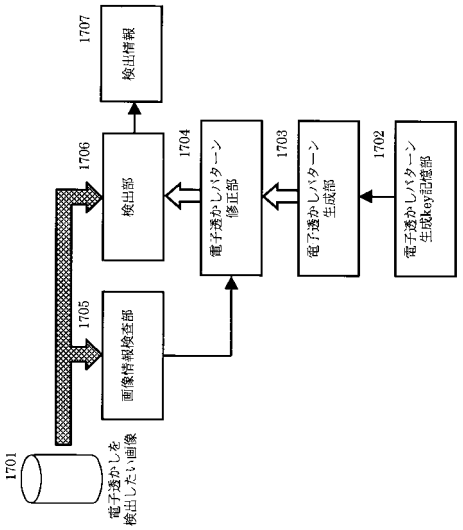
【図８】


元画像

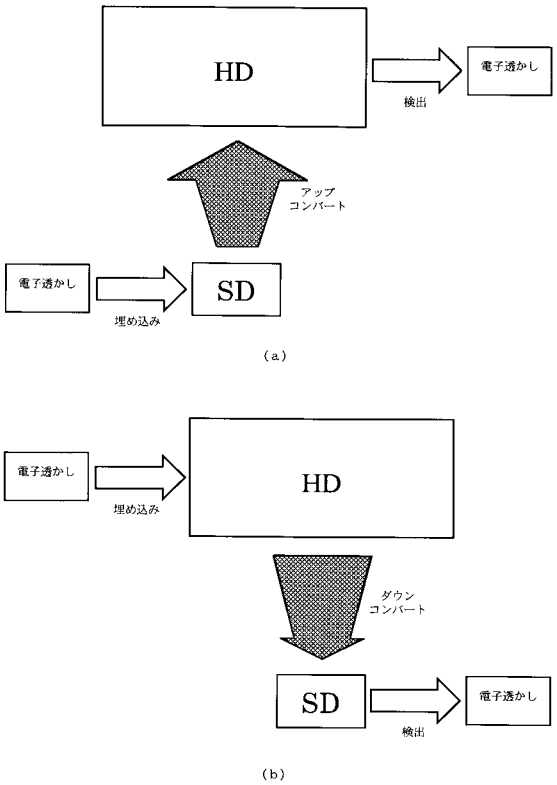
【図９】



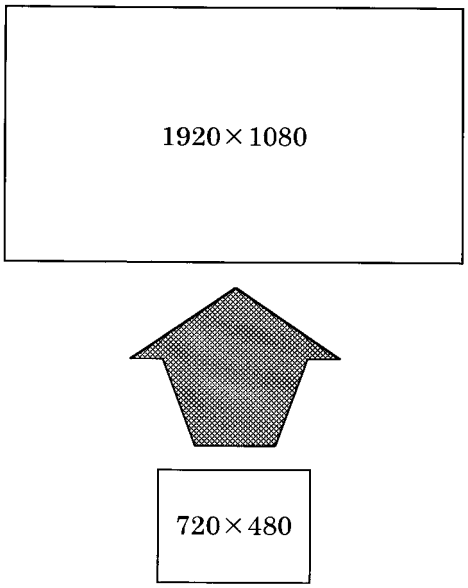

【図１０】



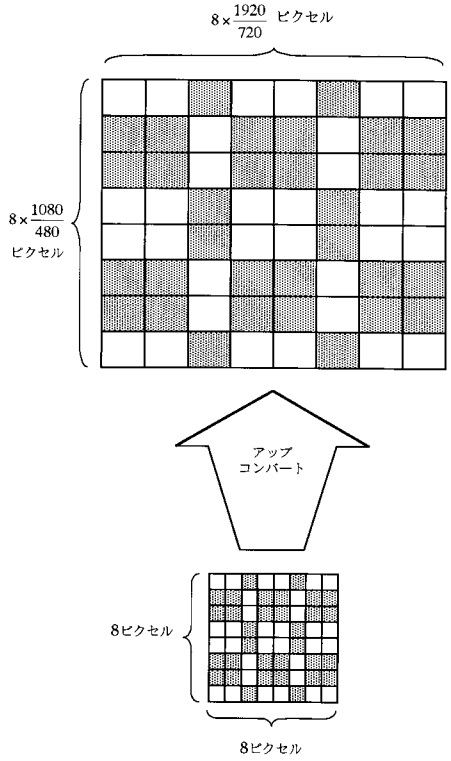

【図１１】



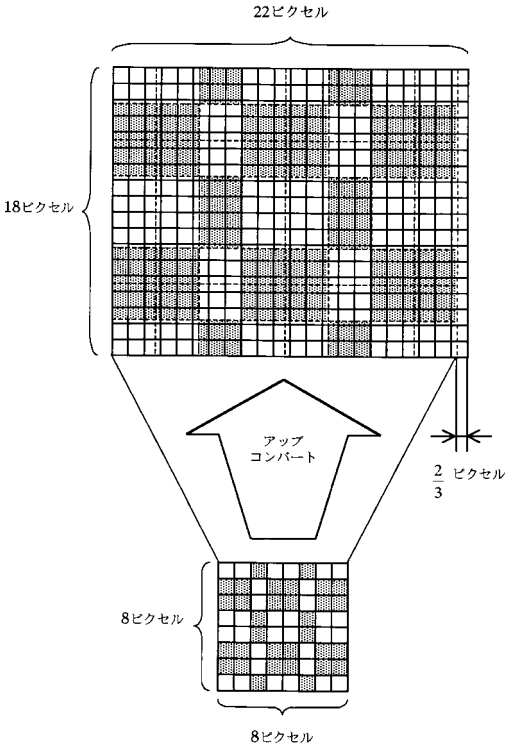

【図１２】



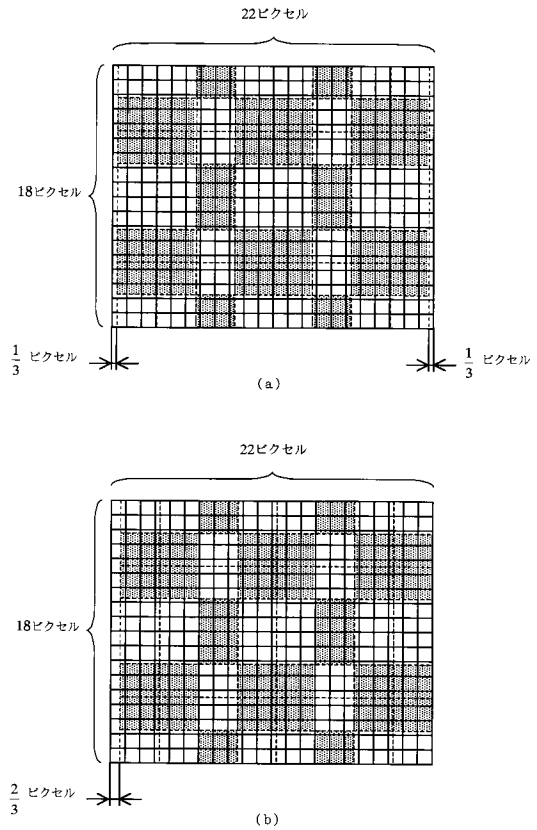
【図１３】



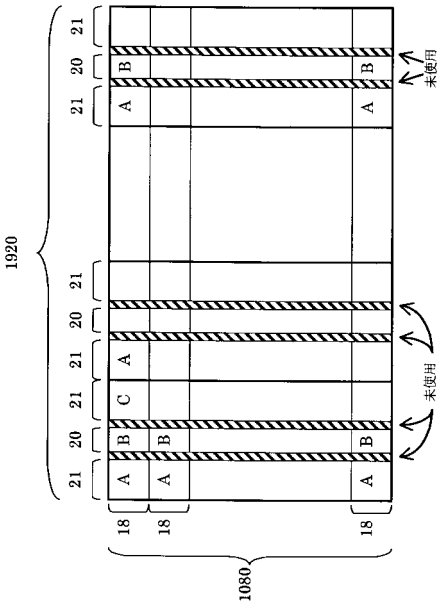

【図１４】



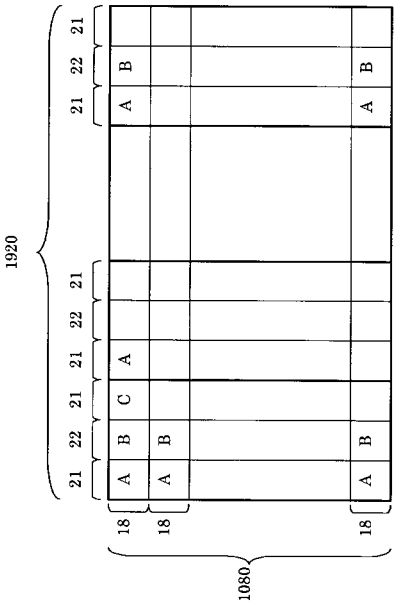

【図１５】



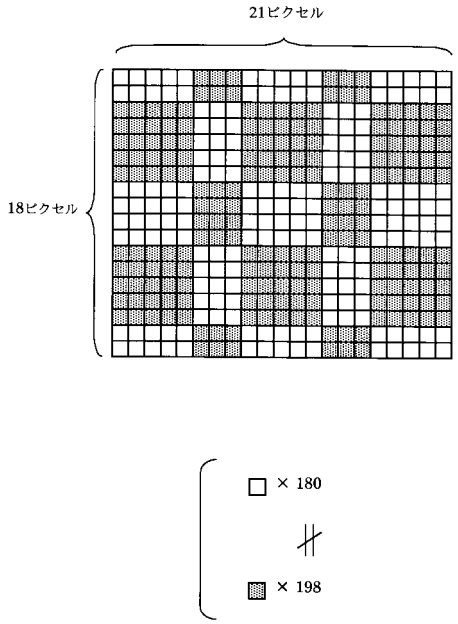

【図１６】



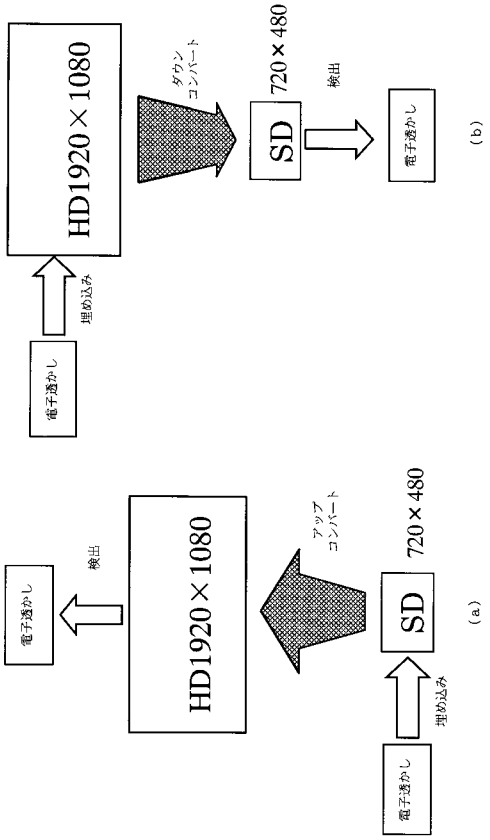
【図１７】



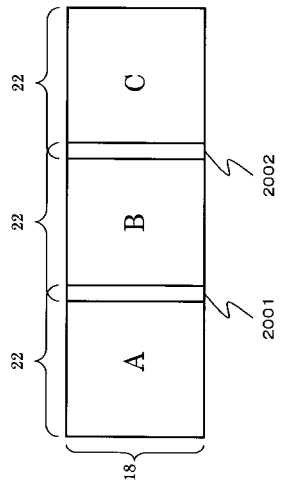

【図１８】



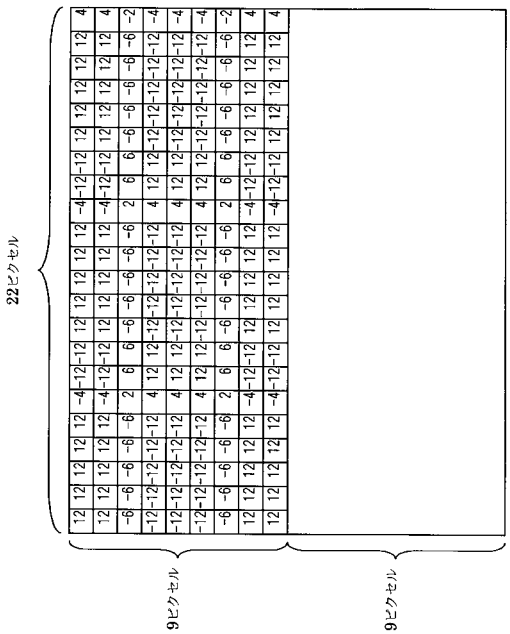

【図１９】



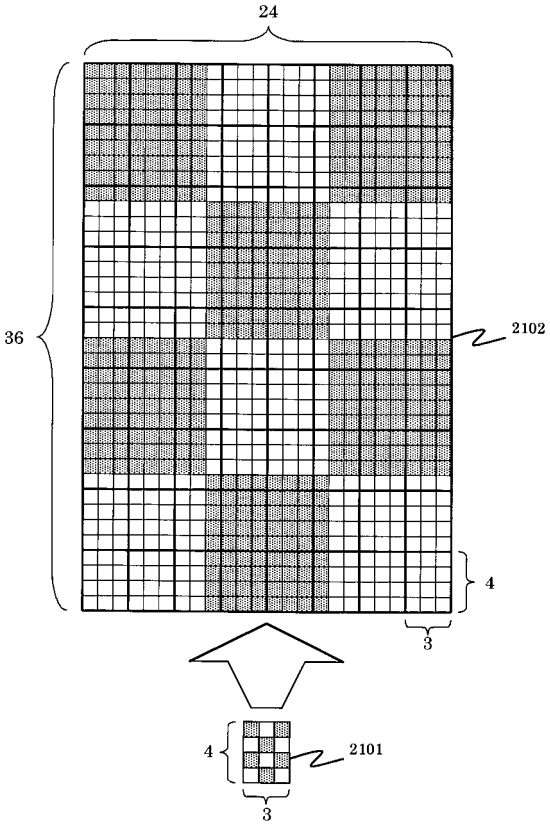

【図２０】



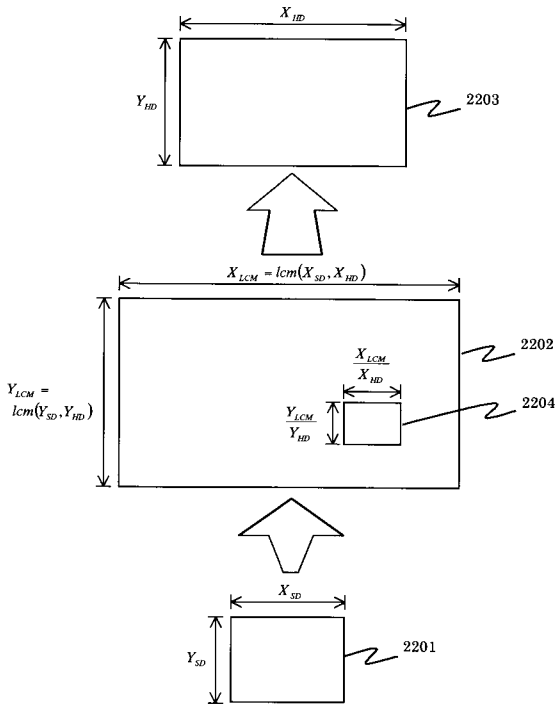
【図２１】



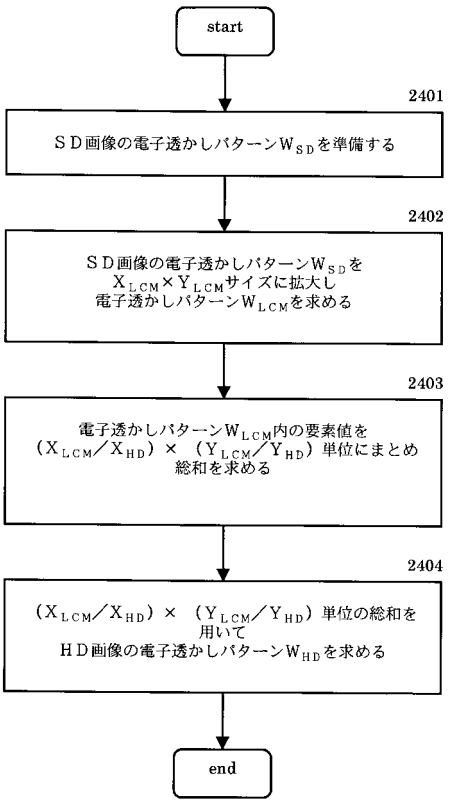

【図２２】



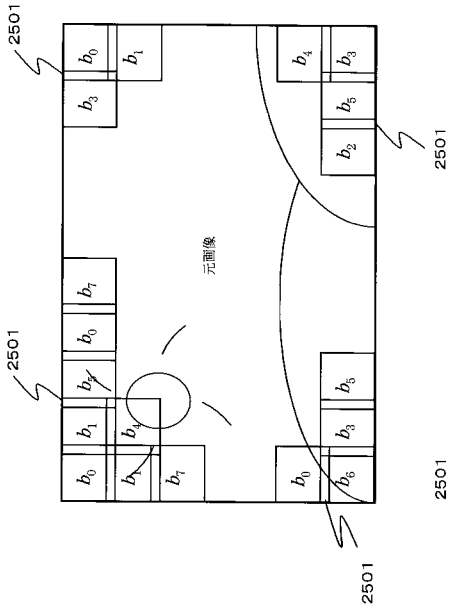

【図２３】



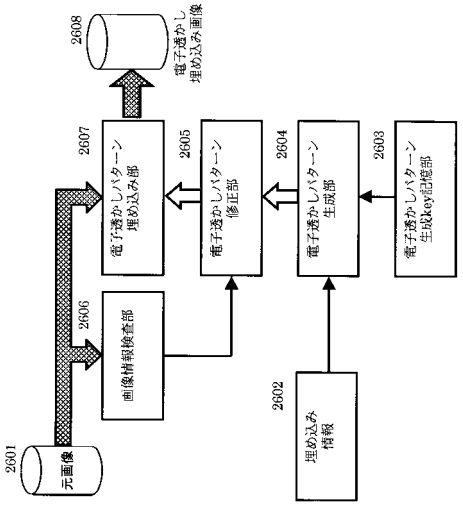

【図２４】



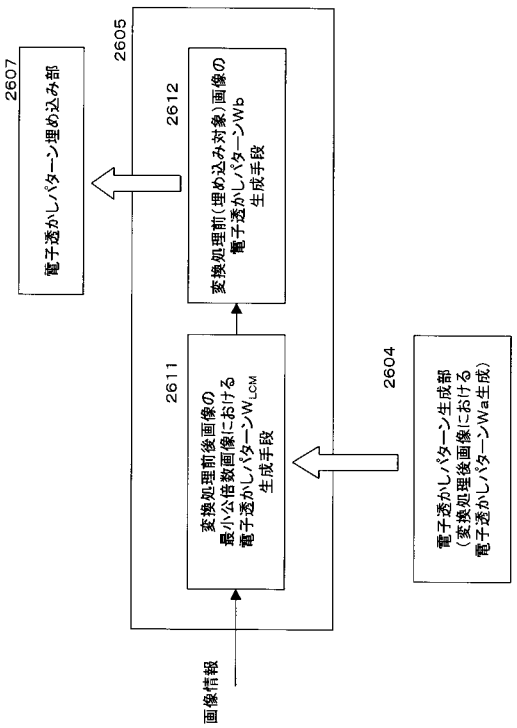
【図２５】



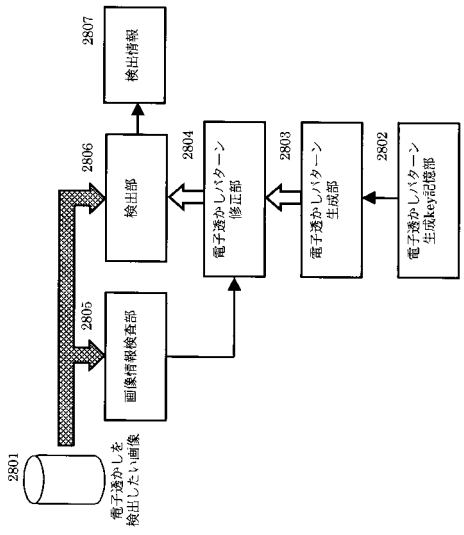

【図２６】



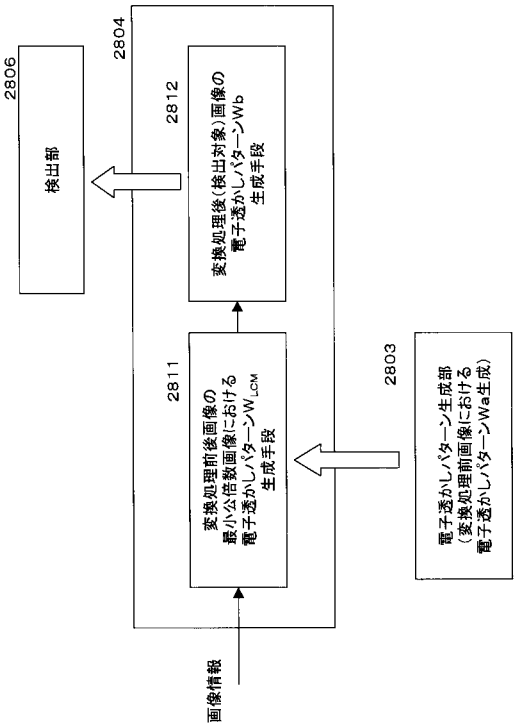

【図２７】



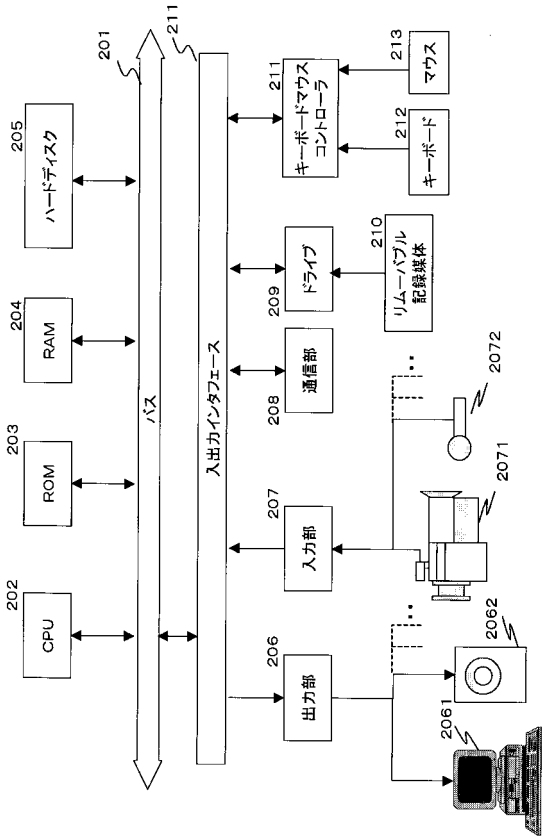

【図２８】



【図２９】


2806
検出部
2804
2812
変換処理後(検出対象)画像の
電子透かしパターンWb
生成手段
2811
変換処理前後画像の
最小公倍数画像における
電子透かしパターン$W_{LCM}$
生成手段
2803
電子透かしパターン生成部
(変換処理前画像における
電子透かしパターンWa生成)
画像情報

【図３０】


201
211
バス
入出力インタフェース
CPU
202
ROM
203
RAM
204
ハードディスク
205
出力部
206
入力部
207
通信部
208
ドライブ
209
リムーバブル
記録媒体
210
キーボードマウス
コントローラ
211
キーボード
212
マウス
213
2061
2062
2071
2072

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | | FI | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ***H04N*** | ***7/08*** | ***(2006.01)*** | H04N | 7/08 | Z |
| ***H04N*** | ***7/081*** | ***(2006.01)*** | | | |

(72)発明者 松村 祐樹
東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内
(72)発明者 相馬 俊一
東京都品川区北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内

審査官 千葉 輝久

(56)参考文献 特開平１１－１２７３３９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３０４１７６（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１６５８０５（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１１１９９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N 1/387
G06T 1/00 500
H04N 7/08