

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4822304号
(P4822304)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日(2011.9.16)

(51) Int.Cl.	F I	
G 1 O L 15/00 (2006.01)	G 1 O L 5/06	Z
G 1 O L 11/00 (2006.01)	G 1 O L 9/18	Z
H O 4 N 1/387 (2006.01)	H O 4 N 1/387	
H O 4 N 5/91 (2006.01)	H O 4 N 5/91	Z
H O 4 N 7/08 (2006.01)	H O 4 N 7/08	Z

請求項の数 24 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平10-222951	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成10年8月6日(1998.8.6)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2000-59743(P2000-59743A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成12年2月25日(2000.2.25)	(74) 代理人	100082131
審査請求日	平成17年3月3日(2005.3.3)		弁理士 稲本 義雄
審判番号	不服2009-19414(P2009-19414/J1)	(72) 発明者	近藤 哲二郎
審判請求日	平成21年10月9日(2009.10.9)		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	田中 健司
			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	渡邊 義教
			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】 画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を構成する一部の画素を選択する選択手段と、
前記選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、前記選択手段によって選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理手段であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理手段と

を備える画像処理装置。

10

【請求項2】

前記処理手段は、1画素に対して、1ビットの前記付加情報を埋め込む請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記処理手段は、複数画素に対して、1ビットの前記付加情報を埋め込む請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記選択手段は、前記画像から、五の目格子状に、画素を選択する請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】

20

画像に、情報を埋め込むための処理を行う画像処理装置が、
前記画像を構成する一部の画素を選択し、

選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行う

ステップを含む画像処理方法。

【請求項6】

画像を構成する一部の画素を選択する選択手段と、

前記選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、前記選択手段によって選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理手段であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理手段と

して、コンピュータを機能させるためのプログラムが記録された記録媒体。

【請求項7】

前記処理手段は、1画素に対して、1ビットの前記付加情報を埋め込む
請求項6に記載の記録媒体。

【請求項8】

前記処理手段は、複数画素に対して、1ビットの前記付加情報を埋め込む
請求項6に記載の記録媒体。

【請求項9】

前記選択手段は、前記画像から、五の目格子状に、画素を選択する
請求項6に記載の記録媒体。

【請求項10】

画像を構成する一部の画素を選択し、

その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行う

ことにより得られる情報埋め込み画像が記録されている
記録媒体。

【請求項11】

1画素に対して、1ビットの前記付加情報が埋め込まれている
請求項10に記載の記録媒体。

【請求項12】

複数画素に対して、1ビットの前記付加情報が埋め込まれている
請求項10に記載の記録媒体。

【請求項13】

前記画像から、五の目格子状に、画素が選択されている
請求項10に記載の記録媒体。

【請求項14】

画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理

10

20

30

40

50

を行う

ことにより得られる情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択する選択手段と

前記選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施す処理手段と、

前記選択手段によって選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、前記選択手段によって選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算する相関演算手段と、

前記第1の相関と第2の相関とを比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記選択手段によって選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する復号手段と

を備える画像処理装置。

【請求項15】

前記復号手段は、1画素から、1ビットの前記付加情報を復号する

請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項16】

前記復号手段は、複数画素から、1ビットの前記付加情報を復号する

請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項17】

前記選択手段は、前記情報埋め込み画像から、五の目格子状に、画素を選択する

請求項14に記載の画像処理装置。

【請求項18】

画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理

を行う

ことにより得られる情報埋め込み画像を、元の画像と付加情報に復号するための処理を行う画像処理装置が、

前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択し、

選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施し、

選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算し、

前記第1の相関と第2の相関とを比較し、

その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する

ステップを含む画像処理方法。

【請求項19】

画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当て

10

20

30

40

50

られている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行う

ことにより得られる情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択する選択手段と

、
前記選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、
前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施す処理手段と、

前記選択手段によって選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の
周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、前記選択手段によって選択された
前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その
画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算する相関演算手段と、

10

前記第1の相関と第2の相関とを比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記選択手段によって選択された画素の画素
値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られ
る方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記
付加情報を復号する復号手段と

して、コンピュータを機能させるためのプログラムが記録された記録媒体。

【請求項20】

前記復号手段は、1画素から、1ビットの前記付加情報を復号する

請求項19に記載の記録媒体。

【請求項21】

前記復号手段は、複数画素から、1ビットの前記付加情報を復号する

請求項19に記載の記録媒体。

20

【請求項22】

前記選択手段は、前記情報埋め込み画像から、五の目格子状に、画素を選択する

請求項19に記載の記録媒体。

【請求項23】

画像を構成する画素に付加情報を埋め込むことにより得られる情報埋め込み画像を送信
する送信装置と、

前記送信装置からの前記情報埋め込み画像を受信して復号する受信装置と

を備え、

30

前記送信装置は、

前記画像を構成する一部の画素を選択する第1の選択手段と、

前記第1の選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対
して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより
、前記第1の選択手段によって選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せ
るように、前記画素に、前記付加情報を埋め込み、前記情報埋め込み画像を出力する第1
の処理手段であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ピッ
トの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する第1の処理手段と

を有し、

前記受信装置は、

40

前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択する第2の選択手段と、

前記第2の選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対
して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施す第2の処理手段と

、
前記第2の選択手段によって選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その
画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、前記第2の選択手段によっ
て選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画
素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算する相関演算手段と、

前記第1の相関と第2の相関とを比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第2の選択手段によって選択された画素

50

の画素値の輝度成分または色成分を、前記第 1 及び第 2 の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する復号手段と

を有する

画像処理装置。

【請求項 2 4】

画像を構成する画素に付加情報を埋め込むことにより得られる情報埋め込み画像を送信する送信装置と、

前記送信装置からの前記情報埋め込み画像を受信して復号する受信装置と

を備える画像処理装置の

10

前記送信装置が、

前記画像を構成する一部の画素を選択し、

選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込み、前記情報埋め込み画像を出力する処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行い

、前記受信装置が、

前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択し、

20

選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施し、

選択された前記画素の画素値である第 1 の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第 1 の相関を演算するとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第 2 の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第 2 の相関を演算し、

前記第 1 の相関と第 2 の相関とを比較し、

その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第 1 及び第 2 の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する

30

画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関し、再生画像の画質の劣化を極力なくし、かつデータ量を増加せずに、画像に情報を埋め込むことができるようにする画像処理装置および画像処理方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

信号に対して、そのデータ量を増加させることなく、情報を埋め込む手法としては、例えば、デジタルオーディオデータの最下位ビットや、下位 2 ビットなどを、埋め込む情報に変換するものなどがある。この手法は、デジタルオーディオデータの下位ビットが、その音質にあまり影響を与えないことを利用し、その下位ビットを、単に、埋め込む情報に置き換えるものであり、従って、再生時には、情報が埋め込まれたデジタルオーディオデータは、その下位ビットを元に戻さずに、そのまま出力される。即ち、情報が埋め込まれた下位ビットを、元に戻すのは困難であり、また、下位ビットは、音質に、あまり影響を与えないことから、デジタルオーディオデータは、情報が埋め込まれた状態で出力される。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

50

しかしながら、以上のような手法では、本来の信号と異なる信号が出力される。従って、信号がオーディオデータである場合には、その音質に、また、信号がビデオデータである場合には、その画質に、少なからず影響がある。

【0004】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、画像の画質の劣化を極力なくし、かつデータ量を増加せずに、画像に情報を埋め込むことができるようにするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の側面の画像処理装置、又は、記録媒体は、画像を構成する一部の画素を選択する選択手段と、前記選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、前記選択手段によって選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理手段であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理手段とを備える画像処理装置、又は、画像処理装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムが記録された記録媒体である。

【0006】

本発明の第1の側面の画像処理方法は、情報を埋め込むための処理を行う画像処理装置が、前記画像を構成する一部の画素を選択し、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行うステップを含む画像処理方法である。

【0007】

以上のような第1の側面においては、前記画像を構成する一部の画素が選択され、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報が埋め込まれる。付加情報の埋め込みでは、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} が加算される。

【0008】

本発明の第2の側面の記録媒体は、画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行うことにより得られる情報埋め込み画像が記録されている記録媒体である。

以上のような第2の側面においては、前記付加情報にしたがった所定値を加算することにより、前記画素に、前記付加情報が埋め込まれた情報埋め込み画像が提供される。

【0009】

本発明の第3の側面の画像処理装置、又は、記録媒体は、画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行うことにより得られる情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択する選択手段と、前記選択手段によって選

10

20

30

40

50

択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施す処理手段と、前記選択手段によって選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、前記選択手段によって選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算する相関演算手段と、前記第1の相関と第2の相関とを比較する比較手段と、前記比較手段による比較結果に基づいて、前記選択手段によって選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する復号手段とを備える画像処理装置、又は、画像処理装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムが記録された記録媒体である。

10

【0010】

本発明の第3の側面の画像処理方法は、画像を構成する一部の画素を選択し、その選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込む処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行うことにより得られる情報埋め込み画像を、元の画像と付加情報に復号するための処理を行う画像処理装置が、前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択し、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施し、選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算し、前記第1の相関と第2の相関とを比較し、その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号するステップを含む画像処理方法である。

20

【0011】

以上のような第3の側面においては、前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素が選択され、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理が、所定の処理として施される。さらに、選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関が演算されるとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関が演算され、前記第1の相関と第2の相関とが比較される。そして、その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分が、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号されるとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報が復号される。

30

【0012】

本発明の第4の側面の画像処理装置は、画像を構成する画素に付加情報を埋め込むことにより得られる情報埋め込み画像を送信する送信装置と、前記送信装置からの前記情報埋め込み画像を受信して復号する受信装置とを備え、前記送信装置は、画像を構成する一部の画素を選択する第1の選択手段と、前記第1の選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、前記第1の選択手段によって選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込み、前記情報埋め込み画像を出力する第1の処理手段であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する第1の処理手段とを有し、前記受信装置は、前記情報埋め込み画像を構成する前記一

40

50

部の画素を選択する第2の選択手段と、前記第2の選択手段によって選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施す第2の処理手段と、前記第2の選択手段によって選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、前記第2の選択手段によって選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算する相関演算手段と、前記第1の相関と第2の相関とを比較する比較手段と、前記比較手段による比較結果に基づいて、前記第2の選択手段によって選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する復号手段とを有する画像処理装置である。

10

【0013】

本発明の第4の側面の画像処理方法は、画像を構成する画素に付加情報を埋め込むことにより得られる情報埋め込み画像を送信する送信装置と、前記送信装置からの前記情報埋め込み画像を受信して復号する受信装置とを備える画像処理装置の前記送信装置が、前記画像を構成する一部の画素を選択し、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報を埋め込み、前記情報埋め込み画像を出力する処理であって、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} を加算する処理を行い、前記受信装置が、前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素を選択し、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理を、所定の処理として施し、選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関を演算するとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関を演算し、前記第1の相関と第2の相関とを比較し、その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分を、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号するとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報を復号する画像処理方法である。

20

30

【0014】

以上のような第4の側面においては、前記送信装置において、前記画像を構成する一部の画素が選択され、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記画素に埋め込む情報である前記付加情報にしたがった所定値を加算することにより、選択された画素の周辺画素との相関性を利用して元に戻せるように、前記画素に、前記付加情報が埋め込まれて、前記情報埋め込み画像が出力される。このとき、付加情報の埋め込みでは、前記画素の画素値にNビットが割り当てられている場合に、1ビットの付加情報にしたがった所定値として、 2^{N-1} が加算される。一方、前記受信装置において、前記情報埋め込み画像を構成する前記一部の画素が選択され、選択された前記画素の画素値の輝度成分または色成分に対して、前記所定値である 2^{N-1} を減算する処理が、所定の処理として施される。さらに、選択された前記画素の画素値である第1の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第1の相関が演算されるとともに、選択された前記画素の画素値に対して前記所定の処理が施された画素値である第2の画素値と、その画素の周辺画素の画素値との第2の相関が演算され、前記第1の相関と第2の相関とが比較される。そして、その比較結果に基づいて、選択された画素の画素値の輝度成分または色成分が、前記第1及び第2の画素値のうちの、大きい相関が得られる方の画素値の輝度成分または色成分に復号されるとともに、その画素に埋め込まれた前記付加情報が復号される。

40

【0028】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用した画像伝送システム（システムとは、複数の装置が論理的に集

50

合した物をいい、各構成の装置が同一筐体中にあるか否かは問わない)の一実施の形態の構成例を示している。

【0029】

この画像伝送システムは、符号化装置10および復号装置20で構成されており、符号化装置10は、符号化対象としての、例えば、画像(第1の情報)を符号化して符号化データを出力し、復号装置20は、その符号化データを、元の画像に復号するようになされている。

【0030】

即ち、画像データベース1は、符号化すべき画像(例えば、デジタル画像)を記憶している。そして、画像データベース1からは、そこに記憶されている画像が読み出され、埋め込み符号化器3に供給される。

10

【0031】

また、付加情報データベース2は、符号化対象の画像に埋め込むべき情報としての付加情報(デジタルデータ)を記憶している。そして、付加情報データベース2からも、そこに記憶されている付加情報が読み出され、埋め込み符号化器3に供給される。

【0032】

埋め込み符号化器3では、画像データベース1からの画像、および付加情報データベース2からの付加情報が受信される。さらに、埋め込み符号化器3は、画像データベース1からの画像が有するエネルギーの偏りを利用して復号を行うことができるように、その画像を、付加情報データベース2からの付加情報にしたがって符号化して出力する。即ち、埋め込み符号化器3は、画像が有するエネルギーの偏りを利用して復号を行うことができるように、画像に付加情報を埋め込むことで、その画像を符号化し、符号化データを出力する。埋め込み符号化器3が出力する符号化データは、例えば、光磁気ディスク、磁気ディスク、光ディスク、磁気テープ、相変化ディスクなどでなる記録媒体4に記録され、あるいは、また、例えば、地上波、衛星回線、CATV(Cable Television)網、インターネット、公衆回線などでなる伝送媒体5を介して伝送され、復号装置20に提供される。

20

【0033】

復号装置20は、埋め込み復号器6で構成され、ここでは、記録媒体4または伝送媒体5を介して提供される符号化データが受信される。さらに、埋め込み復号器6は、その符号化データを、画像が有するエネルギーの偏りを利用して、元の画像および付加情報に復号する。復号された画像は、例えば、図示せぬモニタに供給されて表示される。また、復号された付加情報は、例えば、所定の処理を行うのに用いられる。

30

【0034】

次に、図1の埋め込み符号化器3における符号化、および埋め込み復号器6における復号の原理について説明する。

【0035】

一般に、情報と呼ばれるものは、エネルギー(エントロピー)の偏り(普遍性)を有し、この偏りが、情報(価値ある情報)として認識される。即ち、例えば、ある風景を撮影して得られる画像が、そのような風景の画像であると認識されるのは、画像(画像を構成する各画素の画素値など)が、その風景に対応したエネルギーの偏りを有するからであり、エネルギーの偏りが無い画像は、雑音等にすぎず、情報としての利用価値はない。

40

【0036】

従って、価値ある情報に対して、何らかの操作を施し、その情報が有する本来のエネルギーの偏りを、いわば破壊した場合でも、その破壊されたエネルギーの偏りを元に戻すことで、何らかの操作が施された情報も、元の情報に戻すことができる。即ち、情報を符号化して得られる符号化データは、その情報が有する本来のエネルギーの偏りを利用して、元の情報に復号することができる。

【0037】

ここで、情報が有するエネルギー(の偏り)を表すものとしては、例えば、相関性、連続性、相似性などがある。

50

【 0 0 3 8 】

情報の相関性とは、その情報の構成要素（例えば、画像であれば、その画像を構成する画素やラインなど）どうしの相関（例えば、自己相関や、ある構成要素と他の構成要素との距離など）を意味する。

【 0 0 3 9 】

即ち、例えば、いま、図 2 に示すような H ラインでなる画像があった場合に、その上から 1 行目のライン（第 1 ライン）と、他のラインとの相関は、一般に、図 3（A）に示すように、第 1 ラインとの距離が近いライン（図 2 における画面の上の行のライン）ほど大きくなり、第 1 ラインとの距離が遠いライン（図 2 における画面の下の方の行のライン）ほど小さくなる（第 1 ラインから近いほど相関が大きくなり、遠いほど相関が小さくなるという相関の偏りがある）。

10

【 0 0 4 0 】

そこで、いま、図 2 の画像において、第 1 ラインから近い第 M ラインと、第 1 ラインから遠い第 N ラインとを入れ替え（ $1 < M < N \leq H$ ）、その入れ替え後の画像について、第 1 ラインと、他のラインとの相関を計算すると、それは、例えば、図 3（B）に示すようになる。

【 0 0 4 1 】

即ち、入れ替え後の画像では、第 1 ラインから近い第 M ライン（入れ替え前の第 N ライン）との相関が小さくなり、第 1 ラインから遠い第 N ライン（入れ替え前の第 M ライン）との相関が大きくなる。

20

【 0 0 4 2 】

従って、図 3（B）では、第 1 ラインから近いほど相関が大きくなり、遠いほど相関が小さくなるという相関の偏りが破壊されている。しかしながら、画像については、一般に、第 1 ラインから近いほど相関が大きくなり、遠いほど相関が小さくなるという相関の偏りを利用することにより、破壊された相関の偏りを、元に戻すことができる。即ち、図 3（B）において、第 1 ラインから近い第 M ラインとの相関が小さく、第 1 ラインから遠い第 N ラインとの相関が大きいのは、画像が有する本来の相関の偏りからすれば、明らかに不自然であり（おかしく）、第 M ラインと第 N ラインとは入れ替えるべきである。そして、図 3（B）における第 M ラインと第 N ラインとを入れ替えることで、図 3（A）に示すような相関、即ち、元の画像を復号することができる。

30

【 0 0 4 3 】

ここで、図 2 および図 3 で説明した場合においては、ラインの入れ替えが、画像の符号化を行うこととなる。また、その符号化に際し、埋め込み符号化器 3 では、例えば、何ライン目を移動するかや、どのラインどうしを入れ替えるかなどが、付加情報にしたがって決定されることになる。一方、埋め込み復号器 6 では、符号化後の画像、即ち、ラインの入れ替えられた画像を、その相関を利用して、ラインを元の位置に入れ替えることにより、元の画像に戻すことが、画像を復号することとなる。さらに、その復号に際し、埋め込み復号器 6 において、例えば、何ライン目を移動したかや、どのラインどうしを入れ替えたかなどを検出することが、画像に埋め込まれた付加情報を復号することになる。

【 0 0 4 4 】

次に、連続性についてであるが、例えば、画像のある 1 ラインについては、一般に、図 4（A）に示すような、周波数の変化が連続している（周波数が滑らかに変化する）信号波形が観察される。即ち、1 ラインの周波数に注目すると、一般に、その変化の仕方は連続している。

40

【 0 0 4 5 】

そこで、いま、図 4（A）に示した周波数の変化が連続している信号波形の一部を、例えば、図 4（B）に示すように、周波数が極端に低いものに入れ替える。

【 0 0 4 6 】

この場合、周波数の変化が連続しているという連続性が破壊される。しかしながら、信号波形については、一般に、周波数の変化が連続しているという連続性を利用することによ

50

り、破壊された連続性を元に戻すことができる。即ち、図4(B)において、信号波形の一部の周波数が、他の部分の周波数に比較して急激に低くなっているのは、信号波形が有する本来の連続性からすれば、明らかに不自然であり、周波数の極端に低い部分は、他の部分の周波数と同様の周波数の信号波形に入れ替えるべきである。そして、そのような入れ替えを行うことで、図4(B)に示した信号波形から、図4(A)に示した信号波形、即ち、元の信号波形を復号することができる。

【0047】

ここで、図4で説明した場合においては、信号波形の一部について、周波数を大きく変化させること(周波数の大きく異なるものに入れ替えること)が、画像の符号化を行うこととなる。また、その符号化に際し、埋め込み符号化器3では、例えば、信号波形のどの部分の周波数を大きく変化させるのかや、周波数をどの程度大きく変化させるのかなどが、付加情報にしたがって決定されることになる。一方、埋め込み復号器6では、符号化後の信号、即ち、大きく異なる周波数を一部に有する信号波形を、その連続性を利用して、元の信号波形に戻すことが、その元の信号波形を復号することとなる。さらに、その復号に際し、埋め込み復号器6において、例えば、信号波形のどの部分の周波数が大きく変化していたのかや、周波数がどの程度大きく変化していたのかなどを検出することが、埋め込まれた付加情報を復号することになる。

【0048】

次に、相似性についてであるが、例えば、風景を撮影した画像などについては、その拡大画像を、フラクタル(自己相似性)を利用して生成することができることが知られている。即ち、例えば、図5(A)に示すような、海を撮影した画像を、フラクタルを利用して拡大すると、元の画像と同様の特性を有する画像(拡大画像)を得ることができ、従って、風景等を撮影した画像は、相似性を有する。

【0049】

そこで、いま、図5(A)に示した海を撮影した画像の一部を、例えば、図5(B)に示すように、森を撮影した画像の一部(図5(B)において、斜線を付してある部分)に入れ替える。

【0050】

この場合、図5(B)において、森を撮影した画像に入れ替えられた部分については、海を撮影した画像の相似性が破壊される。しかしながら、海を撮影した画像については、一般に、その、どの部分を拡大しても、海を撮影した画像と同様の特性を有する画像が得られるという相似性を利用することにより、破壊された相似性を元に戻すことができる。即ち、図5(B)において、海を撮影した画像の一部が、森を撮影した画像になっているのは、海を撮影した画像が有する本来の相似性からすれば、明らかに不自然であり、森を撮影した画像になっている部分は、その周辺の海の画像と同様の特性を有する画像に入れ替えるべきである。そして、そのような入れ替えを行うことで、図5(B)に示した画像から、図5(A)に示した海のみ画像、即ち、元の画像を復号することができる。

【0051】

ここで、図5で説明した場合においては、海の画像の一部を、森の画像に入れ替えることが、画像の符号化を行うこととなる。また、その符号化に際し、埋め込み符号化器3では、例えば、海の画像のどの部分(画面上の位置)を、森の画像に入れ替えるのかなどが、付加情報にしたがって決定されることになる。一方、埋め込み復号器6では、符号化後の信号、即ち、一部に森の画像を有する海の画像を、その相似性を利用して、元の海のみ画像に戻すことが、その元の画像を復号することとなる。さらに、その復号に際し、埋め込み復号器6において、例えば、海の画像のどの部分が、森の画像に入れ替えられていたのかなどを検出することが、埋め込まれた付加情報を復号することになる。

【0052】

以上のように、埋め込み符号化器3において、符号化対象の画像が有するエネルギーの偏りを利用して復号を行うことができるように、その画像を、付加情報にしたがって符号化して、符号化データを出力する場合には、埋め込み復号器6では、その符号化データを、画

10

20

30

40

50

像が有するエネルギーの偏りを利用することにより、復号のためのオーバーヘッドなしで、元の画像および付加情報に復号することができる。

【 0 0 5 3 】

また、符号化対象の画像には、付加情報が埋め込まれることで、その画像は、元の状態と異なる状態とされることから、符号化対象の画像については、オーバーヘッドなしの暗号化を実現することができる。

【 0 0 5 4 】

さらに、完全可逆の電子透かしを実現することができる。即ち、従来の電子透かしでは、例えば、画質にあまり影響のない画素値の下位ビットが、電子透かしに対応する値に、単に変更されていたが、この場合、その下位ビットを、元の値に戻すことは困難である。従って、復号画像の画質は、電子透かしとしての下位ビットの変更により、少なからず劣化する。これに対して、符号化データを、元の画像が有するエネルギーの偏りを利用して復号する場合には、元の画像および付加情報を得ることができ、従って、付加情報を電子透かしとして用いることで、電子透かしに起因して復号画像の画質が劣化することはない。

【 0 0 5 5 】

また、埋め込まれた付加情報は、符号化データから画像を復号することで取り出すことができるので、画像の符号化結果とともに、オーバーヘッドなしでサイドインフォメーションを提供することができる。言い換えれば、付加情報を取り出すためのオーバーヘッドなしで、その付加情報を画像に埋め込むことができるので、その埋め込みの結果得られる符号化データは、付加情報の分だけ圧縮（埋め込み圧縮）されているといえることができる。従って、例えば、ある画像の半分を符号化対象とするとともに、残りの半分を付加情報とすれば、符号化対象である半分の画像に、残りの半分の画像を埋め込むことができるから、この場合、画像は、1 / 2 に圧縮されることになる。

【 0 0 5 6 】

さらに、符号化データは、元の画像が有するエネルギーの偏りという、いわば統計量を利用して復号されるため、誤りに対する耐性の強いものとなる。即ち、ロバスト性の高い符号化であるロバスト符号化（統計的符号化）を実現することができる。

【 0 0 5 7 】

また、符号化データは、元の画像が有するエネルギーの偏りを利用して復号されるため、そのエネルギーの偏りに特徴があるほど、即ち、例えば、画像については、そのアクティビティが高いほど、あるいは、冗長性が低いほど、多くの付加情報を埋め込むことができる。ここで、上述したように、付加情報の埋め込みの結果得られる符号化データは、付加情報の分だけ圧縮されているといえることができるが、この圧縮という観点からすれば、符号化対象の情報が有するエネルギーの偏りを利用して復号を行うことができるように、その情報を、付加情報にしたがって符号化する方式（埋め込み符号化方式）によれば、画像のアクティビティが高いほど、あるいは、画像の冗長性が低いほど、圧縮率が高くなる。この点、埋め込み符号化方式は、従来の符号化方式と大きく異なる（従来の符号化方式では、画像のアクティビティが高いほど、あるいは、画像の冗長性が低いほど、圧縮率は低くなる）。

【 0 0 5 8 】

さらに、例えば、上述したように、画像を符号化対象とする一方、付加情報として、画像とは異なるメディアの、例えば、音声を用いるようにすることで、音声をキーとして、画像の提供を行うようなことが可能となる。即ち、符号化装置 10 側において、例えば、契約者が発話した音声「開けゴマ」など付加情報として画像に埋め込んでおき、復号装置 20 側では、ユーザに、音声「開けゴマ」を発話してもらい、その音声と、画像に埋め込まれた音声とを用いて話者認識を行うようにする。そして、話者認識の結果、ユーザが契約者である場合にのみ、自動的に、画像を提示するようなことが可能となる。なお、この場合、付加情報としての音声は、いわゆる特徴パラメータではなく、音声波形そのものを用いることが可能である。

【 0 0 5 9 】

また、例えば、音声を符号化対象とする一方、付加情報として、音声とは異なるメディアの、例えば、画像を用いるようにすることで、画像をキーとして、音声の提供を行うようなこと（例えば、顔認識音声応答）が可能となる。即ち、符号化装置10側において、例えば、ユーザへの応答としての音声に、そのユーザの顔の画像を埋め込み、復号装置20側では、ユーザの顔を撮影し、その結果得られる画像とマッチングする顔画像が埋め込まれている音声を出力するようにすることで、ユーザごとに異なる音声応答を行う音声応答システムを実現することが可能となる。

【0060】

さらに、音声に、音声を埋め込んだり、画像に、画像を埋め込んだりするような、あるメディアの情報に、それと同一メディアの情報を埋め込むようなことも可能である。あるいは、また、画像に、契約者の音声と顔画像を埋め込んでおけば、ユーザの音声と顔画像とが、画像に埋め込まれているものと一致するときのみ、その画像を提示するようにする、いわば二重鍵システムなどの実現も可能となる。

【0061】

また、例えば、テレビジョン放送信号を構成する、いわば同期した画像と音声のうちのいずれか一方に、他方を埋め込むようなことも可能であり、この場合、異なるメディアの情報どうしを統合した、いわば統合符号化を実現することができる。

【0062】

さらに、埋め込み符号化方式では、上述したように、情報には、そのエネルギーの偏りに特徴があるほど、多くの付加情報を埋め込むことができる。従って、例えば、ある2つの情報について、エネルギーの偏りに特徴がある方を適応的に選択し、その選択した方に、他方を埋め込むようにすることで、全体のデータ量を制御することが可能となる。即ち、2つの情報どうしの間で、他方の情報量を、いわば吸収するようなことが可能となる。そして、このように全体のデータ量を制御することができる結果、伝送路の伝送帯域や使用状況、その他の伝送環境にあったデータ量による情報伝送（環境対応ネットワーク伝送）が可能となる。

【0063】

また、例えば、画像に、その画像を縮小した画像を埋め込むことで（あるいは、音声に、その音声を間引いたものを埋め込むことで）、データ量を増加することなく、いわゆる階層符号化を実現することができる。

【0064】

さらに、例えば、画像に、その画像を検索するためのキーとなる画像を埋め込んでおくことで、そのキーとなる画像に基づいて、画像の検索を行うデータベースを実現することが可能となる。

【0065】

次に、図6は、画像の相関性を利用して元に戻すことができるように、画像に付加情報を埋め込む埋め込み符号化を行う場合の図1の埋め込み符号化器3の構成例を示している。

【0066】

画像データベース1から供給される画像は、フレームメモリ31に供給されるようになされており、フレームメモリ31は、画像データベース1からの画像を、例えば、フレーム単位で一時記憶するようになされている。

【0067】

CPU（Central Processing Unit）32は、プログラムメモリ33に記憶されたプログラムを実行することで、後述する埋め込み符号化処理を行うようになされている。即ち、CPU32は、付加情報データベース2から供給される付加情報を、例えば、1ビット単位で受信し、その1ビットごとの付加情報を、フレームメモリ31に記憶された画像に埋め込むようになされている。具体的には、CPU32は、フレームメモリ31に記憶された画像を構成する一部の画素を選択し、その選択した画素に対して、付加情報に対応した処理であって、画像の相関性を利用して元に戻すことができるものを施すことにより、画素に、付加情報を埋め込むようになされている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

プログラムメモリ 3 3 は、例えば、R O M (Read Only Memory) や R A M (Random Access Memory) など構成され、C P U 3 2 に、埋め込み符号化処理を行わせるためのコンピュータプログラムを記憶している。

【 0 0 6 9 】

出力 I / F (Interface) 3 4 は、フレームメモリ 3 1 から、付加情報の埋め込まれた画像を読み出し、符号化データとして出力するようになされている。

【 0 0 7 0 】

なお、フレームメモリ 3 1 は、複数のフレームを記憶することできるように、複数バンクで構成されており、バンク切り替えを行うことで、フレームメモリ 3 1 では、画像データベース 1 から供給される画像の記憶、C P U 3 2 による埋め込み符号化処理の対象となっている画像の記憶、および埋め込み符号化処理後の画像(符号化データ)の出力を、同時に行うことができるようになされている。これにより、画像データベース 1 から供給される画像が、動画であっても、符号化データのリアルタイム出力を行うことができるようになされている。

10

【 0 0 7 1 】

次に、図 7 のフローチャートを参照して、埋め込み符号化器 3 において行われる埋め込み符号化処理について説明する。

【 0 0 7 2 】

画像データベース 1 では、そこに記憶されている画像が読み出され、例えば、1 フレーム単位で、フレームメモリ 3 1 に供給されて記憶される。

20

【 0 0 7 3 】

一方、C P U 3 2 は、付加情報データベース 2 から、付加情報を 1 ビットずつ受信しており、1 ビットの付加情報を受信すると、ステップ S 1 において、その 1 ビットの付加情報を埋め込む処理の対象とする画素(処理対象画素)を、フレームメモリ 3 1 に記憶された画像から選択する。

【 0 0 7 4 】

ここで、本実施の形態では、例えば、図 8 に示すように、フレームメモリ 3 1 に記憶された画像から、五の目格子状に、画素が選択されるようになされている。即ち、C P U 3 2 では、ステップ S 1 の処理が行われるごとに、図 8 において、斜線を付していない画素が、例えば、ラインスキャン順に、順次、処理対象画素として選択されるようになされている。なお、図 8 における $p(x, y)$ は、左から x 番目の、上から y 番目の画素を表している(後述する図 1 2 においても同様)。

30

【 0 0 7 5 】

その後、C P U 3 2 は、ステップ S 2 において、付加情報データベース 2 から受信した付加情報が 1 または 0 のうちのいずれであるかを判定する。ステップ S 2 において、付加情報が、1 または 0 のうちの、例えば 0 であると判定された場合、ステップ S 1 に戻る。即ち、C P U 3 2 は、付加情報が 0 である場合には、処理対象画素に、何らの処理も施さずに(所定の定数としての 0 を加算し)、ステップ S 1 に戻り、次の 1 ビットの付加情報が、付加情報データベース 2 から送信されてくるのを待って、次に処理対象画素とすべき画素を選択し、以下、同様の処理を繰り返す。

40

【 0 0 7 6 】

また、ステップ S 2 において、付加情報が、1 または 0 のうちの、例えば 1 であると判定された場合、ステップ S 3 に進み、C P U 3 2 は、処理対象画素に対して、所定の処理を施す。即ち、C P U 3 2 は、所定の定数としての、例えば、2 の、画像を構成する画素に割り当てられているビット数 - 1 乗を、処理対象画素の画素値に加算する。

【 0 0 7 7 】

従って、画像を構成する画素の画素値として、例えば、8 ビットが割り当てられている場合には、ステップ S 3 では、 2^7 が、処理対象画素の画素値に加算されることになる。

【 0 0 7 8 】

50

なお、この加算は、画素値が、例えば、Y U Vなどで表現されている場合には、輝度成分 Y、または色成分 U、Vのいずれに対して行っても良い。また、加算は、画素値が、例えば、R G Bで表現されている場合には、R、G、Bのいずれに対して行っても良い。

【0079】

ステップ S 3 において、処理対象画素の画素値に、 2^7 が加算された後は、ステップ S 4 に進み、その加算結果がオーバーフローしているかどうか判定される。ステップ S 4 において、加算結果がオーバーフローしていないと判定された場合、ステップ S 6 に進み、CPU 3 2 は、その加算結果を、処理対象画素の画素値として、フレームメモリ 3 1 に書き込み（上書きし）、ステップ S 1 に戻る。

【0080】

また、ステップ S 4 において、加算結果がオーバーフローしていると判定された場合、即ち、加算結果が、 2^8 以上となった場合、ステップ S 5 に進み、その加算値の補正が行われる。即ち、ステップ S 5 では、オーバーフローした加算値が、例えば、そのオーバーフローした分（オーバーフローした加算値から 2^8 を減算した値）に補正される。そして、ステップ S 6 に進み、CPU 3 2 は、その補正後の加算結果を、処理対象画素の画素値として、フレームメモリ 3 1 に書き込み、次の1ビットの付加情報が、付加情報データベース 2 から送信されてくるのを待って、ステップ S 1 に戻る。

【0081】

なお、フレームメモリ 3 1 に記憶された、ある1フレームの画像について処理が行われた後は、出力 I / F 3 4 は、その1フレームの画像（付加情報が埋め込まれた画像）を、符号化データとして読み出し、また、CPU 3 2 は、フレームメモリ 3 1 に記憶された、次の1フレームの画像を対象に、処理を続行する。

【0082】

以上のように、フレームメモリ 3 1 に記憶された画像を構成する一部の画素を選択し、その選択した画素に対して、付加情報に対応した処理であって、画像の相関性を利用して元に戻すことができるものを施すことにより、画素に、付加情報を埋め込むことで、画像の画質の劣化を極力なくし、かつデータ量を増加せずに、画像に付加情報を埋め込むことができる。

【0083】

即ち、付加情報が埋め込まれた画素は、画像の相関性、即ち、ここでは、付加情報が埋め込まれなかった画素との間の相関を利用することにより、オーバーヘッドなしで、元の画素と付加情報に復号（戻す）ことができる。従って、その結果得られる復号画像（再生画像）には、基本的に、付加情報を埋め込むことによる画質の劣化は生じない。

【0084】

次に、図 9 は、図 6 の埋め込み符号化器 3 が出力する符号化データを、画像の相関性を利用して元の画像と付加情報に復号する図 1 の埋め込み復号器 6 の構成例を示している。

【0085】

符号化データ、即ち、付加情報が埋め込まれた画像（以下、適宜、埋め込み画像という）は、フレームメモリ 4 1 に供給されるようになされており、フレームメモリ 4 1 は、埋め込み画像を、例えば、フレーム単位で一時記憶するようになされている。なお、フレームメモリ 4 1 も、図 6 のフレームメモリ 3 1 と同様に構成され、バンク切り替えを行うことにより、埋め込み画像が、動画であっても、そのリアルタイム処理が可能となっている。

【0086】

出力 I / F 4 2 は、フレームメモリ 4 1 から、CPU 4 3 による、後述する埋め込み復号処理の結果得られる画像（復号画像）を読み出して出力するようになされている。

【0087】

CPU 4 3 は、プログラムメモリ 4 4 に記憶されたプログラムを実行することで、埋め込み復号処理を行うようになされている。即ち、CPU 4 3 は、フレームメモリ 4 1 に記憶された埋め込み画像を、画像の相関性を利用して元の画像と付加情報に復号するようになされている。具体的には、CPU 4 3 は、埋め込み画像を構成する一部の画素を、処理対

10

20

30

40

50

象画素として選択し、図10に示すように、その処理対象画素に対して、図6のCPU32が施した処理と逆の処理を施すことで、その画素値を変更する。さらに、図10に示すように、CPU43は、画素値の変更前の処理対象画素と、その周辺画素(図10の実施の形態では、左右に隣接する画素)との相関値 R_1 (第1の相関)を演算するとともに、画素値の変更された処理対象画素と、その画素の周辺画素との相関値 R_2 (第2の相関)を演算し、その相関値 R_1 と R_2 とを比較する。そして、CPU43は、その比較結果に基づいて、画素値の変更前または変更後の処理対象画素のうちのいずれか一方を、復号結果とするとともに、その処理対象画素に埋め込まれた付加情報(ここでは、1ビットの1または0のうちのいずれか一方)を復号する。

【0088】

プログラムメモリ43は、例えば、図6のプログラムメモリ33と同様に構成され、CPU43に、埋め込み復号化処理を行わせるためのコンピュータプログラムを記憶している。

【0089】

次に、図11のフローチャートを参照して、埋め込み復号器6において行われる埋め込み復号処理について説明する。

【0090】

フレームメモリ41では、そこに供給される埋め込み画像が、例えば、1フレーム単位で順次記憶される。

【0091】

一方、CPU43は、ステップS11において、フレームメモリ41に記憶されたあるフレームの埋め込み画像から、復号を行う処理の対象とする画素(処理対象画素)を選択する。

【0092】

ここで、CPU43では、図8に示したように、図6のCPU32と同様に、フレームメモリ41に記憶された埋め込み画像から、五の目格子状に、画素が選択されるようになされている。即ち、CPU43では、ステップS11の処理が行われるごとに、図8において、斜線を付していない画素が、例えば、ラインスキャン順に、順次、処理対象画素として選択されるようになされている。

【0093】

その後、ステップS12に進み、CPU43は、処理対象画素に対し、図6のCPU32が行った処理と逆の処理を施す。即ち、CPU32は、所定の定数としての、例えば、2の、画像を構成する画素に割り当てられているビット数-1乗を、処理対象画素の画素値から減算する。

【0094】

従って、上述したように、画像を構成する画素の画素値として、例えば、8ビットが割り当てられている場合においては、ステップS12では、 2^7 が、処理対象画素の画素値から減算されることになる。

【0095】

なお、この減算は、画素値が、例えば、YUVなどで表現されている場合には、輝度成分Y、または色成分U、Vのいずれに対して行っても良い。また、減算は、画素値が、例えば、RGBで表現されている場合には、R、G、Bのいずれに対して行っても良い。但し、ステップS12における減算は、図7のステップS3における加算が行われたものと同じのものに対して行う必要がある。即ち、画素値が、例えば、YUVなどで表現されており、図7のステップS3における加算が、YUVのうちの、例えば、Y成分に対して行われた場合には、ステップS12における減算は、やはり、Y成分に対して行う必要がある。

【0096】

ステップS12において、処理対象画素の画素値から、 2^7 が減算された後は、ステップS13に進み、その減算結果がアンダフローしているかどうか判定される。ステップS

10

20

30

40

50

13において、減算結果がアンダフローしていないと判定された場合、ステップS14をスキップして、ステップS15に進む。

【0097】

また、ステップS13において、減算結果がアンダフローしていると判定された場合、即ち、加算結果が、0未満となった場合、ステップS14に進み、その減算値の補正が行われる。即ち、ステップS14では、アンダフローした減算値が、例えば、その減算値に 2^8 を加算した値に補正され、ステップS15に進む。

【0098】

ステップS15では、処理対象画素の画素値（ステップS12で 2^7 を減算していないもの）（以下、適宜、第1の画素値という） P_1 と、その画素値から 2^7 を減算した減算値（以下では、ステップS14で補正されたものも含むものとする）（以下、適宜、第2の画素値という） P_2 のそれぞれについて、処理対象画素の周辺画素としての、例えば、その左右に隣接する画素との間の相関値が演算される。

10

【0099】

即ち、ステップS15では、例えば、処理対象画素の第1の画素値 P_1 と、その左右の画素それぞれの画素値との差分の絶対値が演算され、その2つの絶対値の加算値が、処理対象画素の第1の画素値 P_1 についての相関値 R_1 として求められる。さらに、ステップS15では、処理対象画素の第2の画素値 P_2 についても、その左右の画素それぞれの画素値との差分の絶対値どうしの加算値が演算され、それが、処理対象画素の第2の画素値 P_2 の相関値 R_2 として求められる。

20

【0100】

なお、ステップS15において、処理対象画素との間の相関を求めるのに用いる画素は、その左右に隣接する画素に限定されるものではなく、上下に隣接する画素であっても良いし、時間的に隣接する画素であっても良い。また、必ずしも、空間的または時間的に隣接する画素である必要もない。但し、処理対象画素との相関を求めるにあたっては、図8において、斜線を付した画素、即ち、付加情報が埋め込まれていない画素を用いるのが望ましい。これは、処理対象画素について、付加情報が埋め込まれた画素との相関を求めても、元の画像についての相関を得ることができず、従って、画像の相関性を利用することができないため、付加情報が埋め込まれた画素から、元の画素値および付加情報を、正確に復号するのが困難となるからである。また、画像の相関性を利用して、処理対象画素を復号する以上、処理対象画素との相関値を求めるのに用いる画素は、その処理対象画素との空間的または時間的距離が近いものであるのが望ましい。

30

【0101】

第1の画素値 P_1 についての相関値 R_1 、および第2の画素値 P_2 についての相関値 R_2 の算出後は、ステップS16に進み、CPU43において、その相関値 R_1 と R_2 とが比較される。

【0102】

ステップS16において、相関値 R_1 が、相関値 R_2 より大きい（以上である）と判定された場合、ステップS17に進み、CPU43において、付加情報の復号結果として、0が出力され、ステップS11に戻る。そして、この場合、フレームメモリ41の記憶値は書き換えられず、従って、処理対象画素の画素値の復号結果は、その画素値 P_1 のままとされる。

40

【0103】

即ち、第1の画素値 P_1 についての相関値 R_1 の方が、第2の画素値 P_2 についての相関値 R_2 より大きいということは、処理対象画素の画素値としては、画素値 P_2 よりも、画素値 P_1 の方が確からしいこととなるので、処理対象画素の画素値の復号結果は、その確からしい画素値 P_1 とされる。さらに、画素値 P_1 は、ステップS12で 2^7 が減算されていないものであるから、図7のステップS3で 2^7 が加算されていないと考えられる。そして、図7の埋め込み符号化処理では、付加情報が0の場合には、 2^7 を加算しないこととしているから、第1の画素値 P_1 についての相関値 R_1 の方が大きく、画素値 P_1 が、処理対

50

象画素の画素値として確からしい場合には、そこに埋め込まれた付加情報は0ということになる。

【0104】

一方、ステップS16において、相関値 R_2 が、相関値 R_1 より大きい(以上である)と判定された場合、ステップS18に進み、CPU43において、フレームメモリ41に記憶された処理対象画素の画素値が、その画素値から 2^7 を減算した減算値、即ち、第2の画素値 P_2 に書き換えられる。従って、この場合、処理対象画素の画素値の復号結果は、その画素値 P_2 とされる。そして、ステップS19に進み、CPU43において、付加情報の復号結果として、1が出力され、ステップS11に戻る。

【0105】

即ち、第2の画素値 P_2 についての相関値 R_2 の方が、第1の画素値 P_1 についての相関値 R_1 より大きいということは、処理対象画素の画素値としては、画素値 P_1 よりも、画素値 P_2 の方が確からしいこととなるので、処理対象画素の画素値の復号結果は、その確からしい画素値 P_2 とされる。さらに、画素値 P_2 は、ステップS12で、画素値 P_1 から 2^7 が減算されたものであるから、図7のステップS3で、元の画素値に 2^7 が加算されたものであると考えられる。そして、図7の埋め込み符号化処理では、付加情報が1の場合には、 2^7 を加算することとしているから、第2の画素値 P_2 についての相関値 R_2 の方が大きく、画素値 P_2 が、処理対象画素の画素値として確からしい場合には、そこに埋め込まれた付加情報は1ということになる。

【0106】

ここで、上述のようにして求められる相関値 R_1 と R_2 との差分が小さい場合には、画素値 P_1 と P_2 のうちのいずれが、処理対象画素の画素値として確からしいかは、一概にはいえない。そこで、このような場合には、処理対象画素の左右に隣接する画素だけでなく、他の画素をも用いて、画素値 P_1 、 P_2 それぞれについての相関値を求め、その相関値を比較することで、画素値 P_1 、 P_2 のうちのいずれが、処理対象画素の画素値として確からしいかを決定することができる。

【0107】

以上のように、付加情報が埋め込まれた画像である符号化データを、画像の相関性を利用して、元の画像と付加情報に復号するようにしたので、その復号のためのオーバーヘッドがなくても、符号化データを、元の画像と付加情報に復号することができる。従って、その復号画像(再生画像)には、基本的に、付加情報を埋め込むことによる画質の劣化は生じない。

【0108】

なお、本実施の形態では、処理対象画素と、他の画素との相関値として、それらの画素値の差分の絶対値を用いるようにしたが、相関値は、これに限定されるものではない。

【0109】

また、本実施の形態では、図8に示したように、画像から、五の目格子状に、画素を選択し、その画素に、付加情報を埋め込むようにしたが、付加情報を埋め込む画素の選択パターンは、これに限定されるものではない。但し、付加情報を埋め込んだ画素の復号にあたっては、上述したように、付加情報が埋め込まれていない画素を用いて相関を求めるのが望ましく、また、画素どうしの相関は、基本的に、それらの間の空間的または時間的距離が離れるほど小さくなっていく。従って、正確な復号を行う観点からは、付加情報を埋め込む画素は、空間的または時間的に、いわゆる疎らになるように選択するのが望ましい。一方、多くの付加情報を埋め込む観点、即ち、圧縮率の観点からは、付加情報を埋め込む画素は、ある程度多くする必要がある。従って、付加情報を埋め込む画素は、復号の正確さと、圧縮率とをバランスさせて選択するのが望ましい。

【0110】

さらに、本実施の形態では、処理対象画素として選択された1画素に、1ビットの付加情報を埋め込むようにしたが、1画素に、2ビット以上の付加情報を埋め込むようにすることも可能である。例えば、1画素に、2ビットの付加情報を埋め込む場合には、その2ビ

10

20

30

40

50

ットの付加情報にしたがって、例えば、 0 、 2^6 、 2^7 、 $2^6 + 2^7$ のうちのいずれかを、画素値に加算するようにすれば良い。

【0111】

また、本実施の形態では、画素値に、 0 または 2^7 のうちのいずれかを加算することで（画素値に、 2^7 を加算しないか、または加算することで）、付加情報を埋め込むようにしたが、画素値に加算する値は、 2^7 に限定されるものではない。但し、画素値の下位ビットにしか影響を与えないような値を加算する場合には、その加算値と、元の画素値とが、あまり異なったものとならず、従って、図11のステップS15で求められる相関値 R_1 と R_2 も、あまり異なったものとならなくなる。これは、画素値および付加情報の復号結果の精度を劣化させることとなるから、付加情報にしたがって、画素値に加算する値は、元の画素値の上位ビットに影響を与えるような値とするのが望ましい。

10

【0112】

さらに、本実施の形態では、画素値に、所定値を加算することで、付加情報の埋め込みを行うようにしたが、付加情報の埋め込みは、加算以外の操作（例えば、ビット反転など）を、画素値に施すことによって行うことも可能である。但し、上述したように、画素値および付加情報の復号結果の精度の劣化を防止する観点から、画素値に施す操作は、元の画素値についての相関と、操作を施した画素値についての相関とが大きく異なるようなものであることが望ましい。

【0113】

また、本実施の形態では、処理対象画素として選択された1画素に、1ビットの付加情報を埋め込むようにしたが、複数画素に、1ビットの付加情報を埋め込むようにすることも可能である。即ち、例えば、図12において印で示す位置関係にある4画素に、1ビットの付加情報を埋め込むようにすることなどが可能である。

20

【0114】

具体的には、例えば、図12において、4つの画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ に注目した場合、符号化時には、1ビットの付加情報にしたがい、画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ それぞれの画素値に対して、同一の操作を施すことで、1ビットの付加情報を埋め込む。一方、復号時には、4つの画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ それぞれについて、上述したような第1および第2の画素値 P_1 、 P_2 の相関値 R_1 、 R_2 を求め、その相関値 R_1 、 R_2 の大小関係を比較する。そして、その比較結果の多数決によって、4つの画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ それぞれの画素値と、付加情報の復号結果を決定すれば良い。あるいは、また、4つの画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ それぞれについての第1の画素値 P_1 の相関値 R_1 の総和と、第2の画素値 P_2 の相関値 R_2 の総和とを求め、その2つの総和の大小関係に基づいて、4つの画素 $p(1, 4)$ 、 $p(5, 4)$ 、 $p(1, 8)$ 、 $p(5, 8)$ それぞれの画素値と、付加情報の復号結果を決定しても良い。

30

【0115】

ここで、図8に示したように、処理対象画素として、画像から、五の目格子状に、画素を選択し、その選択された各画素に、1ビットの付加情報を埋め込むようにした場合には、画像の画素数の約半分のビット数の付加情報を埋め込むことができるが、上述したように、4画素に、1ビットの付加情報を埋め込む場合には、画像に埋め込むことのできる付加情報は、その画像の画素数の約半分の $1/4$ のビット数となる。

40

【0116】

さらに、付加情報として用いる情報は、特に限定されるものではなく、例えば、画像や、音声、テキスト、コンピュータプログラム、その他のデータを付加情報として用いることが可能である。なお、画像データベース1の画像の一部を付加情報とし、残りを、フレームメモリ31への供給対象とすれば、その残りの部分に、付加情報とされた画像の一部が埋め込まれるから、画像の圧縮が実現されることになる。

【0117】

50

また、本実施の形態では、CPU 32または43に、コンピュータプログラムを実行させることで、埋め込み符号化処理または埋め込み復号処理をそれぞれ行うようにしたが、これらの処理は、それ専用のハードウェアによって行うことも可能である。

【0118】

さらに、本実施の形態では、CPU 32または43に実行させるコンピュータプログラムを、プログラムメモリ33または44にそれぞれ記憶させておくようにしたが、このコンピュータプログラムは、例えば、磁気テープ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、相変化ディスクなどの記録媒体や、インターネット、地上波、衛星回線、公衆網、CATV (Cable Television) 網などの伝送媒体を介して提供するようにすることが可能である。

10

【0119】

【発明の効果】

本発明の第1ないし第4の側面によれば、データ量を増加せずに、画像に付加情報を埋め込むことができ、また、元の画像および付加情報を復号することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像伝送システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】符号化対象の画像を示す図である。

【図3】相関性を利用した符号化/復号を説明するための図である。

【図4】連続性を利用した符号化/復号を説明するための図である。

20

【図5】相似性を利用した符号化/復号を説明するための図である。

【図6】図1の埋め込み符号化器3の構成例を示すブロック図である。

【図7】埋め込み符号化処理を説明するためのフローチャートである。

【図8】図7のステップS1の処理を説明するための図である。

【図9】図1の埋め込み復号器6の構成例を示すブロック図である。

【図10】図9のCPU43の処理を説明するための図である。

【図11】埋め込み復号処理を説明するためのフローチャートである。

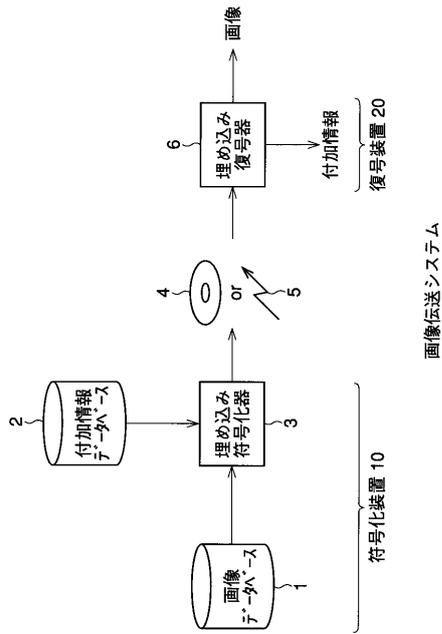
【図12】4画素に、1ビットの情報を埋め込む場合の処理を説明するための図である。

【符号の説明】

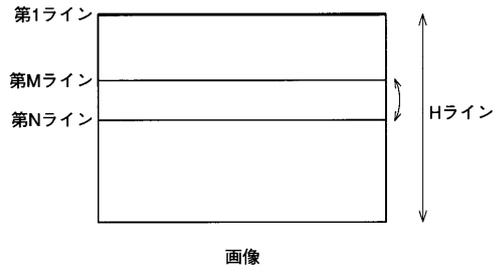
1 画像データベース, 2 付加情報データベース, 3 埋め込み符号化器, 4 記録媒体, 5 伝送媒体, 6 埋め込み復号器, 10 符号化装置, 20 復号装置, 31 フレームメモリ, 32 CPU, 33 プログラムメモリ, 34 出力I/F, 41 フレームメモリ, 42 出力I/F, 43 CPU, 44 プログラムメモリ

30

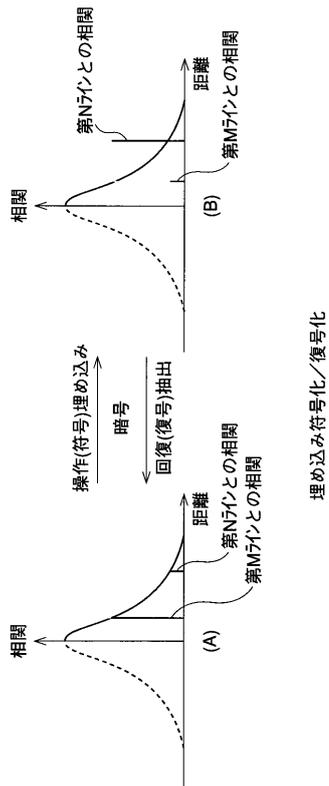
【図1】



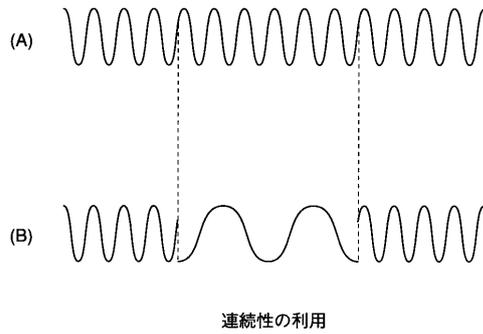
【図2】



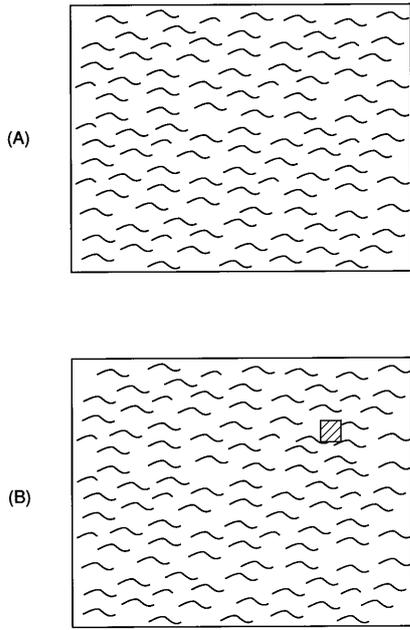
【図3】



【図4】

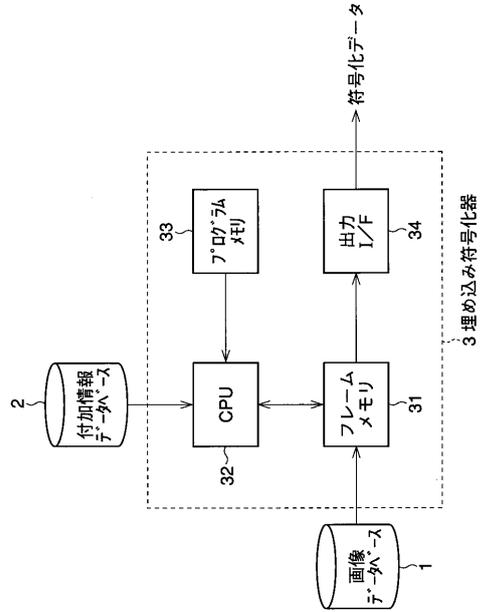


【図5】

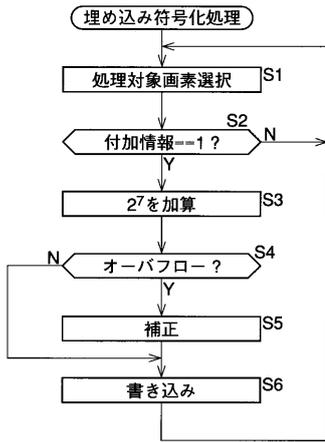


相似性の利用

【図6】



【図7】

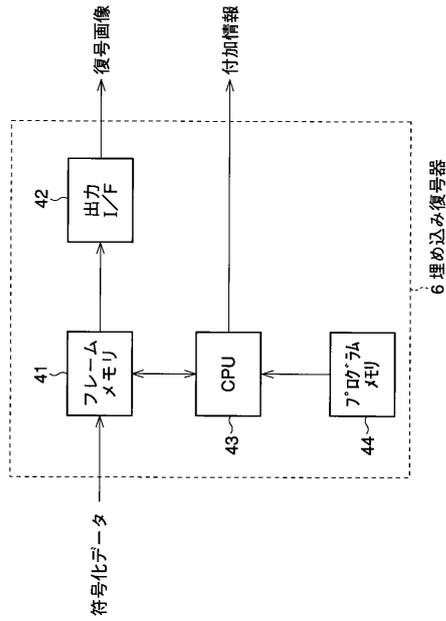


【図8】

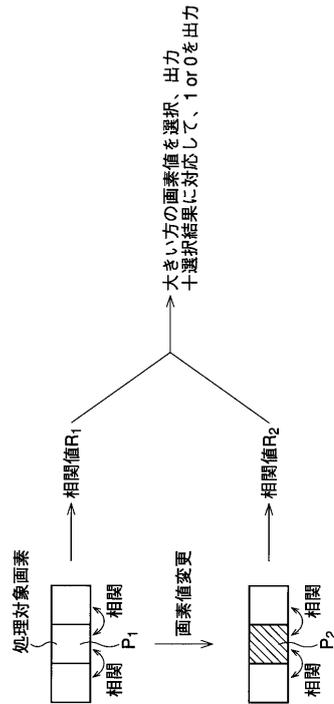
画素

p(1,1)	p(2,1)	p(3,1)	p(4,1)	p(5,1)	p(6,1)	p(7,1)	p(8,1)	p(9,1)
p(1,2)	p(2,2)	p(3,2)	p(4,2)	p(5,2)	p(6,2)	p(7,2)	p(8,2)	p(9,2)
p(1,3)	p(2,3)	p(3,3)	p(4,3)	p(5,3)	p(6,3)	p(7,3)	p(8,3)	p(9,3)
p(1,4)	p(2,4)	p(3,4)	p(4,4)	p(5,4)	p(6,4)	p(7,4)	p(8,4)	p(9,4)
p(1,5)	p(2,5)	p(3,5)	p(4,5)	p(5,5)	p(6,5)	p(7,5)	p(8,5)	p(9,5)
p(1,6)	p(2,6)	p(3,6)	p(4,6)	p(5,6)	p(6,6)	p(7,6)	p(8,6)	p(9,6)
p(1,7)	p(2,7)	p(3,7)	p(4,7)	p(5,7)	p(6,7)	p(7,7)	p(8,7)	p(9,7)
p(1,8)	p(2,8)	p(3,8)	p(4,8)	p(5,8)	p(6,8)	p(7,8)	p(8,8)	p(9,8)
p(1,9)	p(2,9)	p(3,9)	p(4,9)	p(5,9)	p(6,9)	p(7,9)	p(8,9)	p(9,9)
p(1,10)	p(2,10)	p(3,10)	p(4,10)	p(5,10)	p(6,10)	p(7,10)	p(8,10)	p(9,10)

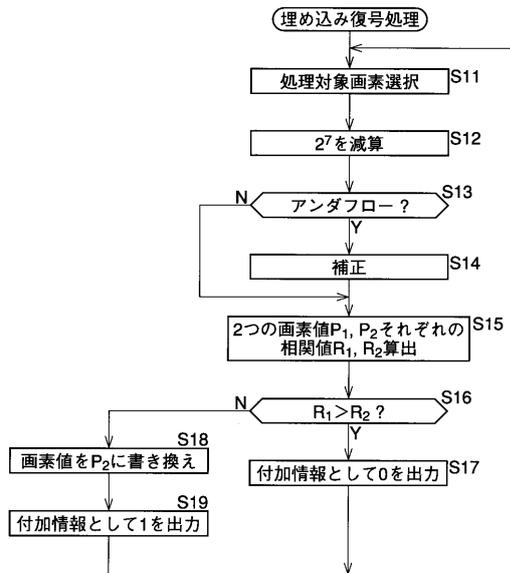
【図9】



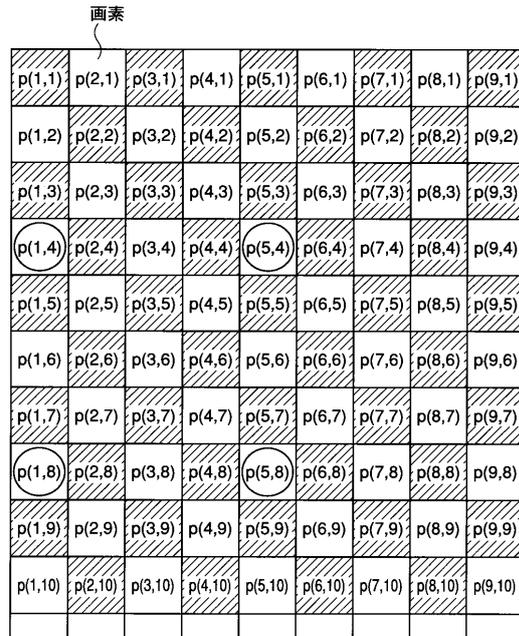
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 4 N 7/081 (2006.01) H 0 4 N 11/04 Z
H 0 4 N 11/04 (2006.01)

合議体

審判長 乾 雅浩

審判官 小池 正彦

審判官 徳 田 賢二

(56) 参考文献 特開平 3 - 1 6 2 0 7 1 (J P , A)