

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4374712号  
(P4374712)

(45) 発行日 平成21年12月2日 (2009. 12. 2)

(24) 登録日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 1/419 (2006. 01)

H O 4 N 1/419

H O 3 M 7/40 (2006. 01)

H O 3 M 7/40

H O 4 N 1/387 (2006. 01)

H O 4 N 1/387

H O 4 N 7/26 (2006. 01)

H O 4 N 7/13

Z

請求項の数 25 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2000-102131 (P2000-102131)  
 (22) 出願日 平成12年4月4日 (2000. 4. 4)  
 (65) 公開番号 特開2001-285650 (P2001-285650A)  
 (43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)  
 審査請求日 平成19年3月15日 (2007. 3. 15)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100082131  
 弁理士 稲本 義雄  
 (72) 発明者 近藤 哲二郎  
 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  
 審査官 松永 稔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1のデータを、第2のデータに変換するときに用いる、前記第1および第2のデータ  
 を対応付けた変換テーブルを作成するデータ処理装置であって、

前記第1のデータは近接する値の間に相関があり、前記第1のデータが取り得る値を順  
 に基準データの値として設定し、前記第1のデータのうちの、前記基準データの値である  
 全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータ  
 の値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成する度数分布生成手段と、

前記基準データの値ごとの前記第1のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準デー  
 タの値ごとに、前記変換テーブルを生成するテーブル生成手段と  
 を備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項 2】

前記度数分布生成手段は、前記基準データに対して、時間的または空間的に隣接する前  
 記第1のデータの値の度数分布を生成する

ことを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項 3】

前記テーブル生成手段は、前記基準データに対して度数分布が求められた各値の前記第  
 1のデータに対して、その度数の昇順または降順に、前記第2のデータを割り当てること  
 により、前記基準データの値ごとの前記変換テーブルを生成する

ことを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 のデータは、画像を構成する画素値である  
ことを特徴とする請求項 1 に記載のデータ処理装置。

## 【請求項 5】

第 1 のデータを、第 2 のデータに変換するときに用いる、前記第 1 および第 2 のデータ  
を対応付けた変換テーブルを作成するデータ処理方法であって、

前記第 1 のデータは近接する値の間に相関があり、前記第 1 のデータが取り得る値を順  
に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である  
全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータ  
の値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成する度数分布生成ステップと、

10

前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準デー  
タの値ごとに、前記変換テーブルを生成するテーブル生成ステップと

を備えることを特徴とするデータ処理方法。

## 【請求項 6】

第 1 のデータを、第 2 のデータに変換するときに用いる、前記第 1 および第 2 のデータ  
を対応付けた変換テーブルを作成するデータ処理を、コンピュータに行わせるプログラム  
が記録されている記録媒体であって、

前記第 1 のデータは近接する値の間に相関があり、前記第 1 のデータが取り得る値を順  
に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である  
全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータ  
の値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成する度数分布生成ステップと、

20

前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準デー  
タの値ごとに、前記変換テーブルを生成するテーブル生成ステップと

を備えるプログラムが記録されている

ことを特徴とする記録媒体。

## 【請求項 7】

第 1 のデータを、第 2 のデータに変換するデータ処理装置であって、

変換対象となる前記第 1 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第  
1 のデータに対して所定の位置関係にある他の前記第 1 のデータを、基準データとして選  
択する選択手段と、

30

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変  
換テーブルに基づいて、前記第 1 のデータを、前記第 2 のデータに変換する変換手段と

を備え、

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定  
し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各デー  
タに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準  
データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数  
分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

40

前記変換手段は、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記  
選択手段により選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択手段により選択  
された変換対象の前記第 1 のデータを、その第 1 のデータに対応付けられている第 2 のデ  
ータに変換する

ことを特徴とするデータ処理装置。

## 【請求項 8】

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータのうちの所定の値のデータを前記基準データと  
して、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データに対して時間的または空間的に隣接す  
るものの度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごと  
の前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたも  
のである

50

ことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 9】

前記変換テーブルは、前記基準データに対して度数分布が求められた各値の前記第 1 のデータに対して、その度数の昇順または降順に、前記第 2 のデータを割り当てることにより、前記基準データの値ごとに生成されたものである

ことを特徴とする請求項 8 に記載のデータ処理装置。

【請求項 10】

前記第 1 のデータは、画像を構成する画素値である

ことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 11】

前記基準データの値ごとの前記変換テーブルを記憶する記憶手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 12】

前記基準データの値ごとの前記変換テーブルを生成する生成手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 13】

前記第 1 のデータを変換して得られる前記第 2 のデータを圧縮する圧縮手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 7 に記載のデータ処理装置。

【請求項 14】

第 1 のデータを、第 2 のデータに変換するデータ処理方法であって、  
変換対象となる前記第 1 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 1 のデータに対して所定の位置関係にある他の前記第 1 のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、前記第 1 のデータを、前記第 2 のデータに変換する変換ステップと

を備え、

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

前記変換ステップにおいて、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択ステップにおいて選択された変換対象の前記第 1 のデータを、その第 1 のデータに対応付けられている第 2 のデータに変換する

ことを特徴とするデータ処理方法。

【請求項 15】

第 1 のデータを、第 2 のデータに変換するデータ処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

変換対象となる前記第 1 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 1 のデータに対して所定の位置関係にある他の前記第 1 のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、前記第 1 のデータを、前記第 2 のデータに変換する変換ステップと

を備え、

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

10

20

30

40

50

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

前記変換ステップにおいて、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択ステップにおいて選択された変換対象の前記第 1 のデータを、その第 1 のデータに対応付けられている第 2 のデータに変換する

プログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

10

【請求項 16】

第 1 のデータを変換して得られる第 2 のデータを、元の第 1 のデータに逆変換するデータ処理装置であって、

逆変換対象となる前記第 2 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 2 のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された前記第 1 のデータを、基準データとして選択する選択手段と、

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、前記第 2 のデータを、前記第 1 のデータに逆変換する逆変換手段と

を備え、

20

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

前記逆変換手段は、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記選択手段により選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択手段により選択された逆変換対象の前記第 2 のデータを、その第 2 のデータに対応付けられている第 1 のデータに変換し、

30

前記選択手段は、最初に逆変換対象となる前記第 2 のデータについての前記基準データとして、その第 2 のデータと同一の値、または、所定の値を使用する

ことを特徴とするデータ処理装置。

【請求項 17】

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータのうちの所定の値のデータを前記基準データとして、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データに対して時間的または空間的に近い位置にあるものの度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものである

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

40

【請求項 18】

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータのうちの所定の値のデータを前記基準データとして、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データに対して時間的または空間的に隣接するものの度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものである

ことを特徴とする請求項 17 に記載のデータ処理装置。

【請求項 19】

前記変換テーブルは、前記基準データに対して度数分布が求められた各値の前記第 1 のデータに対して、その度数の昇順または降順に、前記第 2 のデータを割り当てることによ

50

り、前記基準データの値ごとに生成されたものである

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 20】

前記第 1 のデータは、画像を構成する画素値である

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 21】

前記基準データの値ごとの前記変換テーブルを記憶する記憶手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 22】

前記基準データの値ごとの前記変換テーブルを取得する取得手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 23】

圧縮された前記第 2 のデータを伸張する伸張手段をさらに備える

ことを特徴とする請求項 16 に記載のデータ処理装置。

【請求項 24】

第 1 のデータを変換して得られる第 2 のデータを、元の第 1 のデータに逆変換するデータ処理方法であって、

逆変換対象となる前記第 2 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 2 のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された前記第 1 のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、前記第 2 のデータを、前記第 1 のデータに逆変換する逆変換ステップと

を備え、

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

前記逆変換ステップにおいて、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択ステップにおいて選択された逆変換対象の前記第 2 のデータを、その第 2 のデータに対応付けられている第 1 のデータに変換し、

前記選択ステップにおいて、最初に逆変換対象となる前記第 2 のデータについての前記基準データとして、その第 2 のデータと同一の値、または、所定の値を使用する

ことを特徴とするデータ処理方法。

【請求項 25】

第 1 のデータを変換して得られる第 2 のデータを、元の第 1 のデータに逆変換するデータ処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

逆変換対象となる前記第 2 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 2 のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された前記第 1 のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、

前記基準データの値ごとに生成され、前記第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、前記第 2 のデータを、前記第 1 のデータに逆変換する逆変換ステップと

を備え、

前記第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、

前記変換テーブルは、前記第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、前記第 1 のデータのうちの、前記基準データの値である全てのデータのうちの各デー

10

20

30

40

50

タに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、前記基準データの値ごとに生成し、その、前記基準データの値ごとの前記第1のデータの値の度数分布に基づいて、前記基準データの値ごとに生成されたものであり、

前記逆変換ステップにおいて、前記基準データの値ごとに生成された前記変換テーブルのうち、前記選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、前記選択ステップにおいて選択された逆変換対象の前記第2のデータを、その第2のデータに対応付けられている第1のデータに変換し、

前記選択ステップにおいて、最初に逆変換対象となる前記第2のデータについての前記基準データとして、その第2のデータと同一の値、または、所定の値を使用する

プログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体に関し、特に、例えば、画像等を、高圧縮すること等ができるようにするデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、画像その他のデータを圧縮する方法としては、ハフマン符号化等のエントロピー符号化を用いる方法がある。

20

【0003】

エントロピー符号化は、ビット列に対し統計的な性質を利用してより少ないビット列に変換する可逆符号化であり、例えば、ハフマン符号化が該当する。ハフマン符号化では、出現頻度の高い値に対して、短い符号語を割り当てる一方、出現頻度の低い値に対して、長い符号語を割り当てることで、データの圧縮が行われる。

【0004】

このため、画像を、ハフマン符号化によって圧縮する場合には、その画像を構成する各画素について、その画素に隣接する画素（隣接画素）との差分を計算し、その差分値を、ハフマン符号化することが行われる。

【0005】

30

即ち、画像を構成する画素の画素値そのものの度数分布には、ある程度の偏りはあるものの、一般には、それほど大きな偏りはない。これに対して、差分値は、隣接する画素どうしの差であり、一般には、0付近に集中するため、その度数分布は、0付近を最大度数とする比較的急峻な、大きな偏りを有するものとなる。

【0006】

従って、差分値を対象として、ハフマン符号化を行うことにより、画素値そのものを対象とする場合に比較して、圧縮率を大きく向上させることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、画素値どうしの単純な差分値は、元の画素値がNビットで表されるとすると、最大でN+1ビットで表される値になる。即ち、例えば、画素値が、0乃至255の範囲の8ビットで表されるとすると、そのような画素どうしの単純な差分は、-255乃至+255の範囲の値となり、その表現に、9ビットが必要となる。この場合、差分値がとり得る値の数は、元の画素値がとり得る値の数のほぼ2倍になるから、ハフマン符号化において必要となる符号語の数も2倍となり、圧縮率を劣化させることになる。

40

【0008】

そこで、差分をとる2つの画素値どうしの大小関係を判定し、その判定結果に基づいて、差分値を計算する方法を変えることにより、上述のような差分値のビット数の増加を防止する方法がある。

【0009】

50

即ち、差分値を計算しようとして注目している注目画素（の画素値）Aが、それに隣接する隣接画素（の画素値）B以上である場合には、注目画素Aから隣接画素Bを減算し、その減算値を、そのまま差分データCとする。具体的には、例えば、注目画素値Aが200で、隣接画素値Bが10である場合には、 $200 - 10 = 190$ が、差分値Cとされる。

【0010】

一方、注目画素Aが、隣接画素Bより小さい場合には、注目画素Aから隣接画素Bを減算し、その減算値に、ある値を加算し、その加算結果を、差分値とする。即ち、画素がNビットで表現されるとすると、注目画素Aから隣接画素Bを減算して得られる減算値に、 $2^N$ を加算し、その加算結果を、差分値Cとする。具体的には、例えば、画素が8ビットで表され、注目画素値Aが10で、隣接画素値Bが200である場合には、 $10 - 200 + 2^8 = 66$ が、差分値Cとされる。

10

【0011】

以上のような差分値Cを求めるようにすることで、その差分値Cのビット数は、元の画素のビット数と変わらない（元の画素がNビットで表現されるものであれば、差分データもNビットで表現することができる）。従って、差分値のビット数が増加することによる圧縮率の低下を防止することができる。

【0012】

なお、以上のようにして求められた差分値Cは、次のようにして、元の画素（注目画素）Aに復元することができる。

【0013】

20

即ち、まず、差分値Cを隣接画素Bと加算し、その加算値を求める。そして、いま、画素がNビットで表されるとすると、その加算値が $2^N - 1$ 以下である場合には、その加算値が、そのまま、元の画素Aの復元結果となる。

【0014】

一方、差分値Cとを隣接画素Bとの加算値が $2^N - 1$ より大きい場合には、その加算値から、 $2^N$ を減算する。この場合、その減算値が、元の画素Aの復元結果となる。

【0015】

以上のようにすることで、ある画素Aと、他の画素Bとの差分を、そのビット数を増加させずに表現することができ、さらに、その差分を、元の画素Aに復元することができる。

【0016】

30

なお、この場合、差分値の度数分布は、0および $2^N - 1$ 付近を最大度数とする比較的急峻な、大きな偏りを有するものとなる。

【0017】

以上のように、隣接する画素どうしの差分値の度数分布は、ある値を中心として比較的急峻な、大きな偏りを有する分布となるが、画像について、より急峻で、より大きな偏りを有する度数分布が得られれば、より高い圧縮率を実現することができる。

【0018】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、画像その他のデータを、より高い圧縮率で圧縮することができるようにするものである。

【0019】

40

【課題を解決するための手段】

本発明の第1のデータ処理装置は、第1のデータは近接する値の間に相関があり、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成する度数分布生成手段と、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに、変換テーブルを生成するテーブル生成手段とを備えることを特徴とする。

【0021】

第1のデータ処理装置において、度数分布生成手段には、基準データに対して、時間的または空間的に隣接する第1のデータの値の度数分布を生成させることができる。

50

## 【 0 0 2 2 】

第 1 のデータ処理装置において、テーブル生成手段には、基準データに対して度数分布が求められた各値の第 1 のデータに対して、その度数の昇順または降順に、第 2 のデータを割り当てることにより、基準データの値ごとの変換テーブルを生成させることができる。

## 【 0 0 2 3 】

第 1 のデータ処理装置において、第 1 のデータは、画像を構成する画素値とすることができる。

## 【 0 0 2 4 】

本発明の第 1 のデータ処理方法は、第 1 のデータは近接する値の間に相関があり、第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第 1 のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成する度数分布生成ステップと、基準データの値ごとの第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに、変換テーブルを生成するテーブル生成ステップとを備えることを特徴とする。

10

## 【 0 0 2 5 】

本発明の第 1 の記録媒体は、第 1 のデータは近接する値の間に相関があり、第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第 1 のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成する度数分布生成ステップと、基準データの値ごとの第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに、変換テーブルを生成するテーブル生成ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

20

## 【 0 0 2 6 】

本発明の第 2 のデータ処理装置は、変換対象となる第 1 のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第 1 のデータに対して所定の位置関係にある他の第 1 のデータを、基準データとして選択する選択手段と、基準データの値ごとに生成され、第 1 および第 2 のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第 1 のデータを、第 2 のデータに変換する変換手段とを備え、第 1 のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第 1 のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第 1 のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものであり、変換手段は、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択手段により選択された基準データに対応するものを参照し、選択手段により選択された変換対象の第 1 のデータを、その第 1 のデータに対応付けられている第 2 のデータに変換することを特徴とする。

30

## 【 0 0 2 9 】

第 2 のデータ処理装置において、変換テーブルは、第 1 のデータのうちの所定の値のデータを基準データとして、第 1 のデータのうちの、基準データに対して時間的または空間的に隣接するものの度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第 1 のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものとするることができる。

40

## 【 0 0 3 0 】

第 2 のデータ処理装置において、変換テーブルは、基準データに対して度数分布が求められた各値の第 1 のデータに対して、その度数の昇順または降順に、第 2 のデータを割り当てることにより、基準データの値ごとに生成されたものとするることができる。

## 【 0 0 3 1 】

第 2 のデータ処理装置において、第 1 のデータは、画像を構成する画素値とすることができる。

## 【 0 0 3 2 】

50



第2のデータ処理装置には、基準データの値ごとの変換テーブルを記憶する記憶手段をさらに設けることができる。

【0033】

第2のデータ処理装置には、基準データの値ごとの変換テーブルを生成する生成手段をさらに設けることができる。

【0034】

第2のデータ処理装置には、第1のデータを変換して得られる第2のデータを圧縮する圧縮手段をさらに設けることができる。

【0035】

本発明の第2のデータ処理方法は、変換対象となる第1のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第1のデータに対して所定の位置関係にある他の第1のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第1のデータを、第2のデータに変換する変換ステップとを備え、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものであり、変換ステップにおいて、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、選択ステップにおいて選択された変換対象の第1のデータを、その第1のデータに対応付けられている第2のデータに変換することを特徴とする。

【0036】

本発明の第2の記録媒体は、変換対象となる第1のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第1のデータに対して所定の位置関係にある他の第1のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第1のデータを、第2のデータに変換する変換ステップとを備え、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものであり、変換ステップにおいて、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、選択ステップにおいて選択された変換対象の第1のデータを、その第1のデータに対応付けられている第2のデータに変換するプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0037】

本発明の第3のデータ処理装置は、逆変換対象となる第2のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第2のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された第1のデータを、基準データとして選択する選択手段と、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第2のデータを、第1のデータに逆変換する逆変換手段とを備え、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものであり、逆変換手段は、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択手段により選択された基準データに対応するものを参照し、選択手段により選択された逆変換対象の第2のデータを、その第2のデータに対応付けられている第1のデータに変換し、選択手段は、最初に逆変換対象となる第2のデータ

についての基準データとして、その第2のデータと同一の値、または、所定の値を使用することを特徴とする。

【0040】

第3のデータ処理装置において、変換テーブルは、第1のデータのうちの所定の値のデータを基準データとして、第1のデータのうちの、基準データに対して時間的または空間的に隣接するものの度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものとすることができる。

【0041】

第3のデータ処理装置において、変換テーブルは、基準データに対して度数分布が求められた各値の第1のデータに対して、その度数の昇順または降順に、第2のデータを割り当てることにより、基準データの値ごとに生成されたものとすることができる。

10

【0042】

第3のデータ処理装置において、第1のデータは、画像を構成する画素値とすることができる。

【0043】

第3のデータ処理装置には、基準データの値ごとの変換テーブルを記憶する記憶手段をさらに設けることができる。

【0044】

第3のデータ処理装置には、基準データの値ごとの変換テーブルを取得する取得手段をさらに設けることができる。

20

【0045】

第3のデータ処理装置には、圧縮された第2のデータを伸張する伸張手段をさらに設けることができる。

【0046】

本発明の第3のデータ処理方法は、逆変換対象となる第2のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第2のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された第1のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第2のデータを、第1のデータに逆変換する逆変換ステップとを備え、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものであり、逆変換ステップにおいて、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、選択ステップにおいて選択された逆変換対象の第2のデータを、その第2のデータに対応付けられている第1のデータに変換し、選択ステップにおいて、最初に逆変換対象となる第2のデータについての基準データとして、その第2のデータと同一の値、または、所定の値を使用することを特徴とする。

30

40

【0047】

本発明の第3の記録媒体は、逆変換対象となる第2のデータを所定の順番で選択するとともに、その選択された第2のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された第1のデータを、基準データとして選択する選択ステップと、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第2のデータを、第1のデータに逆変換する逆変換ステップとを備え、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて

50

、基準データの値ごとに生成されたものであり、逆変換ステップにおいて、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択ステップにおいて選択された基準データに対応するものを参照し、選択ステップにおいて選択された逆変換対象の第2のデータを、その第2のデータに対応付けられている第1のデータに変換し、選択ステップにおいて、最初に逆変換対象となる第2のデータについての基準データとして、その第2のデータと同一の値、または、所定の値を使用するプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0073】

本発明の第1のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体においては、第1のデータは近接する値の間に相関があり、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布が、基準データの値ごとに生成され、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに、変換テーブルが生成される。

【0074】

本発明の第2のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体においては、変換対象となる第1のデータが所定の順番で選択されるとともに、その選択された第1のデータに対して所定の位置関係にある他の第1のデータが、基準データとして選択される。そして、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第1のデータが、第2のデータに変換される。さらに、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものである。そして、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択された基準データに対応するものが参照され、選択された変換対象の第1のデータが、その第1のデータに対応付けられている第2のデータに変換される。

【0075】

本発明の第3のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体においては、第2のデータが選択されるとともに、その選択された第2のデータに対して所定の位置関係にある、既に逆変換された第1のデータが、基準データとして選択される。そして、基準データの値ごとに生成され、第1および第2のデータが対応付けられた変換テーブルに基づいて、第2のデータが、第1のデータに逆変換される。さらに、第1のデータは、近接する値の間に相関があり、変換テーブルは、第1のデータが取り得る値を順に基準データの値として設定し、第1のデータのうちの、基準データの値である全てのデータのうちの各データに対して時間的または空間的に近い位置関係にあるデータの値の度数分布を、基準データの値ごとに生成し、その、基準データの値ごとの第1のデータの値の度数分布に基づいて、基準データの値ごとに生成されたものである。そして、基準データの値ごとに生成された変換テーブルのうち、選択された基準データに対応するものが参照され、選択された逆変換対象の第2のデータが、その第2のデータに対応付けられている第1のデータに変換される。なお、最初に逆変換対象となる第2のデータについての基準データとして、その第2のデータと同一の値、または、所定の値が使用される。

【0078】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用した画像変換装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0079】

この画像変換装置においては、画像データが、隣接する画素どうしの差分値以上に、急峻で大きな偏りを有する度数分布となるようなデータに変換されるようになっている。

【0080】

即ち、フレームメモリ1には、変換の対象であるデジタル画像データが、例えば、1フ

10

20

30

40

50

フレームごとに供給されるようになっており、フレームメモリ 1 は、そこに供給される画像データを、順次記憶する。

【0081】

コードテーブル作成部 2 は、画像データを構成する画素値を変換するのに用いるコードテーブルを、画像データを構成する画素値が取り得る値ごとに作成（生成）し、コードテーブル記憶部 3 に供給する。

【0082】

なお、コードテーブル作成部 2 においては、フレームメモリ 1 に記憶された各フレームごとの画像データを用いて、そのフレームに使用するコードテーブルを作成することもできるし、コードテーブル作成用にあらかじめ用意された画像データを用いて、すべてのフレームに共通に使用するコードテーブルを作成することもできる。

10

【0083】

コードテーブル記憶部 3 は、コードテーブル作成部 2 から供給されるコードテーブルを一時記憶する。

【0084】

変換対象画素取得部 4 は、フレームメモリ 1 に記憶されたフレームを構成する画素（画素値）を、いわゆるラスタスキャン順に読み出し（取得し）、読み出した画素を、コードテーブル記憶部 3 に記憶されたコードテーブルにしたがって変換する対象（以下、適宜、変換対象画素という）として、変換部 6 に供給する。

【0085】

20

基準画素取得部 5 は、変換対象画素に対して所定の位置関係にある画素を、フレームメモリ 1 から読み出し（取得し）、基準画素として、変換部 6 に出力する。即ち、基準画素取得部 5 は、変換対象画素に対して空間的または時間的に隣接する画素等の、近い位置にある画素を、基準画素として、フレームメモリ 1 から読み出し、変換部 6 に出力する。なお、本実施の形態では、基準画素取得部 5 は、例えば、変換対象画素の左隣の画素を、基準画素として、フレームメモリ 1 から読み出すものとする。

【0086】

変換部 6 は、コードテーブル記憶部 3 に記憶された、画素値が取り得る値ごとのコードテーブルのうち、基準画素取得部 5 からの基準画素の画素値に対するものを参照し、そのコードテーブルにしたがって、変換対象画素取得部 4 からの変換対象画素の画素値を変換する。さらに、変換部 6 は、その変換後の画素値を、フレームメモリ 7 に供給する。

30

【0087】

フレームメモリ 7 は、変換部 6 からの、変換対象画素の変換後の画素値を、対応する位置のアドレスに記憶し、1 フレーム分の画素値を記憶すると、そのような画素値でなる画像（以下、適宜、変換画像という）を出力する。

【0088】

次に、図 2 は、図 1 のコードテーブル作成部 2 の構成例を示している。

【0089】

フレームメモリ 11 には、コードテーブルの作成に用いる画像データであるコードテーブル作成用画像データが供給されるようになっており、フレームメモリ 11 は、そのコードテーブル作成用画像データを記憶する。

40

【0090】

ここで、上述したように、コードテーブル作成用画像データは、図 1 のフレームメモリ 1 に記憶された画像データであっても良いし、コードテーブルの作成用にあらかじめ用意された画像データであっても良い。

【0091】

画素選択部 12 は、フレームメモリ 11 に記憶された画像データのフレームを構成する画素のうち、ある画素値のものを、基準画素として選択する。さらに、画素選択部 12 は、その選択した基準画素について、図 1 の変換対象画素取得部 4 が取得する変換対象画素と、その変換対象画素に対して、基準画素取得部 5 が取得する基準画素との位置関係が成立

50

する画素を、フレームメモリ 11 から、さらに選択する。

【0092】

即ち、本実施の形態では、上述したように、基準画素取得部 5 は、変換対象画素取得部 4 が取得する変換対象画素に対して、その左隣の画素を、基準画素として取得する。従って、画素選択部 12 は、図 3 に示すように、自身が選択した基準画素に対して、その右隣の画素を選択する。このように、画素選択部 12 は、図 1 の変換対象画素選択部 4 が変換対象画素として取得する画素に相当する画素を選択する。

【0093】

ここで、画素選択部 12 が、基準画素に対して選択する、変換対象画素に相当する画素を、以下、適宜、選択画素という。

10

【0094】

画素選択部 12 において選択された基準画素と、その基準画素に対する選択画素は、ヒストグラム作成部 13 に供給されるようになっている。

【0095】

ヒストグラム作成部 13 は、図 4 に示すように、基準画素に対して、画素選択部 12 が選択する選択画素の画素値（例えば、輝度値）の度数分布（ヒストグラム）を、基準画素の画素値ごとに作成し、コード生成部 14 に供給する。

【0096】

コード生成部 14 は、ヒストグラム作成部 13 から供給される、基準画素の画素値ごとの選択画素の度数分布に基づいて、基準画素の画素値ごとに、選択画素の画素値と、その画素値に割り当てる割当コードとを対応付けたコードテーブルを生成し、コードテーブル記憶部 3（図 1）に供給する。

20

【0097】

ここで、コード生成部 14 において、選択画素の度数分布に基づいて生成されるコードテーブルについて説明する。

【0098】

図 5 は、実際の画像を用いて求めた選択画素の度数分布を示している。

【0099】

即ち、図 5 は、画素値が 8 ビットで表現される画像において、画素値が 20 の画素を基準画素としたときの、その右隣の画素である選択画素の画素値の度数分布と、画素値が 128 の画素を基準画素としたときの、その右隣の画素である選択画素の画素値の度数分布とを示している。

30

【0100】

図 5 から、ある画素値の基準画素の右隣の画素である選択画素の画素値の度数分布は、一様な分布ではなく、不均一な分布となり、さらに、基準画素の画素値を中心とする左右対称の分布にはならない（ことが多い）。

【0101】

このため、ある画素から、その左隣の画素（本実施の形態では、基準画素）を減算して得られる差分値が、必ずしも、最適な偏りを有するとは限らない。

【0102】

40

即ち、例えば、いま、ある画素値の基準画素の右隣の画素（選択画素）の画素値の度数分布が、図 6（A）に示すようであったとする。ここで、図 6（A）において、横軸は、基準画素の画素値を基準とする、その右隣の画素の画素値を表し、即ち、基準画素の右隣の画素から、基準画素を減算して得られる差分値を表し、縦軸は、その差分値の度数（頻度）を表す。

【0103】

画素値を、その画素の左隣の画素（基準画素）との差分値で表現するということは、その差分値の絶対値が小さい方が度数が高く、差分値の絶対値が大きい方が度数が低いことを前提として、各画素値に対して、その差分値の絶対値の昇順（または降順）に、コードを割り当てることに相当する。

50

## 【0104】

従って、差分値による表現では、例えば、図6(B)に示すように、差分値が0の画素値には、コード0が、差分値が+1の画素値には、コード1が、差分値が-1の画素値には、コード2が、差分値が+2の画素値には、コード3が、差分値が-2の画素値には、コード3が、・・・、それぞれ割り当てられる。

## 【0105】

この場合、割り当てられたコード(割当コード)を、横軸にした度数分布は、図6(C)に示すようになり、マクロ的には(全体としては)、コードが大きくなるにつれて、度数が減少するような分布となるが、ミクロ的には、度数は、単調減少せず、多少の凹凸をもったものとなる。この凹凸は、図6(A)に示した度数分布において、差分値の絶対値が小さい方(大きい方)が、必ずしも度数が高く(低く)なるとはならないことに起因する。

10

## 【0106】

このように、ある画素値の基準画素の右隣の画素(選択画素)について、基準画素との差分値に基づいて割り当てた割当コードの度数分布は、図6(C)に示すような凹凸をもったものとなることから、他の画素値の基準画素の右隣の画素についての割当コードの度数分布も、同様に、凹凸をもったものとなる。

## 【0107】

従って、画像全体についての差分値に基づく割当コードの度数分布は、マクロ的には、コードが大きくなるにつれて度数が減少する、各画素値の基準画素に対する度数分布を加算したものとなるから、全体としては、ある程度急峻で、かつある程度大きな偏りを有する分布となる。しかしながら、画像全体についての差分値に基づく割当コードの度数分布は、ミクロ的には、上述したような凹凸をもった、各画素値の基準画素に対する度数分布を加算したものであるから、その急峻さおよび偏りは、凹凸の影響で、いわば鈍ったものとなる。

20

## 【0108】

そこで、コード生成部14は、度数分布が、より急峻で、かつ、より偏りを有するものとなるように、各画素値に、次のような割当コードを割り当てるコードテーブルを生成するようになっている。

## 【0109】

即ち、例えば、いま、ある画素値の基準画素の右隣の画素(選択画素)の画素値の度数分布として、図6(A)と同様の図7(A)に示すものが、ヒストグラム作成部13から、コード生成部14に供給されたとする。

30

## 【0110】

この場合、コード生成部14は、ヒストグラム作成部13からの度数分布に基づいて、選択画素の各画素値(基準画素を基準とする画素値)に対して、その画素値の度数の昇順(または降順)に、コードを割り当てる。

## 【0111】

従って、図7(A)に示した度数分布においては、画素値(基準画素を基準とする画素値)が、0, +1, +2, -1, +3, -2, +4, +5, -3, -4(-5), ...の順で、度数が小さくなっているから、コード生成部14では、図7(B)に示すように、各画素値に対して、そのような順番で、例えば、0からの整数値のコードが割り当てられたコードテーブルが作成される。

40

## 【0112】

この場合、割り当てられたコード(割当コード)を、横軸にした度数分布は、図7(C)に示すように、単調減少の分布となる。

## 【0113】

同様に、他の画素値の基準画素の右隣の画素(選択画素)について、基準画素を基準とする画素値の度数分布に基づいて割り当てた割当コードの度数分布も、図7(C)に示すような単調減少の分布となる。

50

## 【0114】

従って、この場合、画像全体の割当コードの度数分布は、上述したような単調減少の各度数分布を加算したものとなるから、図6において差分値表現について説明した場合に比較して、より急峻で、かつより大きな偏りを有する分布となる。

## 【0115】

以上のように、基準画素の右隣の画素の画素値の度数、つまり、画素値の存在確率に基づいて、その画素値に割り当てるコードを決定し、そのようなコードに変換することで、コードの度数分布は、より急峻で、かつより大きな偏りを有するものとなる。

## 【0116】

その結果、図7(B)に示したコードテーブルに基づいて、画素値を割当コードに変換した画素(以下、適宜、変換画素という)で構成される画像(変換画像)は、より高い圧縮率で圧縮することが可能となる。

10

## 【0117】

次に、図8のフローチャートを参照して、図1の画像変換装置で行われる、画像を変換画像に変換する変換処理について説明する。

## 【0118】

フレームメモリ1には、変換対象の画像が、順次供給されて記憶され、また、コードテーブル作成部2には、コードテーブル作成用画像が供給される。なお、ここでは、例えば、フレームメモリ1に記憶された、変換対象の画像が、その画像を変換するためのコードテーブルを作成するのに用いるコードテーブル作成用画像として供給されるものとする。

20

## 【0119】

コードテーブル作成部2は、ステップS1において、フレームメモリ1に記憶された、いま変換の対象となっているフレームである注目フレームの画像を用いて、コードテーブル作成処理を行い、これにより、基準画素となる画素がとり得る各画素値ごとのコードテーブルを作成する。この各画素値ごとのコードテーブルは、コードテーブル記憶部3に供給されて記憶され、ステップS2に進む。

## 【0120】

ステップS2では、変換対象画素取得部4は、フレームメモリ1の注目フレームを構成する画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、変換対象画素とされていない画素を、変換対象画素として読み出し、変換部6に供給する。さらに、ステップS2では、基準画素取得部5は、フレームメモリ1から、変換対象画素の左隣の画素を、基準画素として読み出し、変換部6に供給する。

30

## 【0121】

そして、ステップS3に進み、変換部6は、コードテーブル記憶部3に記憶された、画素値が取り得る値ごとのコードテーブルのうち、基準画素取得部5からの基準画素の画素値に対するものを参照し、そのコードテーブルにしたがって、変換対象画素取得部4からの変換対象画素の画素値を、その画素値に対応付けられている割当コードに変換して、ステップS4に進む。ステップS4では、変換部6は、画素値を割当コードに変換した変換対象画素、即ち、変換画素を、フレームメモリ7に供給して、対応する位置のアドレスに記憶させる。

40

## 【0122】

その後、ステップS5に進み、注目フレームを構成するすべての画素を、変換対象画素として、その画素値の変換を行ったかどうか判定される。ステップS5において、注目フレームを構成する画素のすべてを、変換対象画素として、その画素値の変換を、まだ行っていないと判定された場合、ステップS2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

## 【0123】

また、ステップS5において、注目フレームを構成する画素のすべてを、変換対象画素として、その画素値の変換を行ったと判定された場合、即ち、フレームメモリ7に、注目フレームに対応する変換画像が記憶された場合、フレームメモリ7から変換画像が読み出されるとともに、コードテーブル記憶部3に記憶された、その変換画像を得るのに用いたコ

50

ードテーブル（各画素値ごとのコードテーブルのセット）が読み出されて出力される。

【0124】

そして、ステップS6に進み、フレームメモリ1に、注目フレームの次のフレームが記憶されているかどうか判定される。ステップS6において、注目フレームの次のフレームが記憶されていると判定された場合、その、次のフレームを、新たに注目フレームとして、ステップS1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0125】

また、ステップS6において、フレームメモリ1に、注目フレームの次のフレームが記憶されていないと判定された場合、処理を終了する。

【0126】

なお、図8のフローチャートによれば、あるフレームの画像が変換画像に変換されるごとに、その変換に用いるコードテーブルが作成されるから、各フレームごとに、そのフレームに対するコードテーブルが得られることになる。

【0127】

但し、コードテーブルの作成は、例えば、2フレーム以上の画像ごとに作成することが可能である。

【0128】

また、コードテーブルは、所定の画像を用いて、あらかじめ作成しておき、コードテーブル記憶部3に記憶させておくことも可能である。この場合、図1の画像変換装置において、コードテーブル作成部2は不要となる（従って、図8のステップS1の処理も不要である）。さらに、この場合、一連の画像を変換するのに、1セットのコードテーブルがあれば済むことになる。

【0129】

次に、図9のフローチャートを参照して、図8のステップS1で行われる、コードテーブル作成部2（図2）によるコードテーブル作成処理について、さらに説明する。

【0130】

フレームメモリ11には、コードテーブル作成用画像データが供給されて記憶される。

【0131】

そして、ステップS11において、画素選択部12は、画像データを構成する画素値が取り得る値のうちの1つを、基準画素の画素値として設定し、ステップS12に進む。ステップS12では、画素選択部12は、フレームメモリ11のコードテーブル作成用画像データから、ステップS11で設定された画素値（以下、適宜、設定画素値という）を有する画素を、基準画素として検索し、その基準画素の右隣の画素を、選択画素として選択して、ヒストグラム作成部13に供給する。

【0132】

ヒストグラム作成部13は、ステップS13において、画素選択部12からの選択画素の画素値の度数分布（ヒストグラム）を作成し、コード生成部14に供給する。コード生成部14は、ステップS14において、ヒストグラム作成部13からの度数分布に基づいて、いま基準画素となっている画素値（設定画素値）に対するコードテーブルを、図7で説明したようにして作成する。

【0133】

即ち、コード生成部14は、ヒストグラム作成部13からの度数分布に基づき、基準画素の右隣の画素（選択画素）の各画素値（基準画素を基準とする画素値）に対して、その画素値の度数の昇順に、コードを割り当て、これにより、いま基準画素となっている画素値（設定画素値）に対するコードテーブルを作成する。

【0134】

そして、ステップS15に進み、画素選択部12は、画像データを構成する画素値が取り得る値のすべてを、設定画素値として処理を行ったかどうかを判定する。ステップS15において、画像データを構成する画素値が取り得る値のすべてを、設定画素値として、まだ、処理を行っていないと判定された場合、ステップS11に戻り、画素選択部12にお

10

20

30

40

50



いて、画像データを構成する画素値が取り得る値のうちの、まだ設定画素値とされていない画素値の１つが、新たな設定画素値とされ、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 1 3 5 】

一方、ステップ S 1 5 において、画像データを構成する画素値が取り得る値のすべてを、設定画素値として処理を行ったと判定された場合、即ち、画像データを構成する画素値が取り得る値のすべてに対して、コードテーブルが得られた場合、コード生成部 1 4 は、そのコードテーブルを、コードテーブル記憶部 3 ( 図 1 ) に出力して、リターンする。

【 0 1 3 6 】

なお、図 1 の画像変換装置において ( 後述する図 1 0 の画像逆変換装置においても同様 ) 、フレームの左端または右端の画素の左隣または右隣の画素が必要な場合は、その左隣または右隣の画素は、例えば、左端または右端の画素と同一の画素値を有するものとして、あるいは、所定の画素値 ( 例えば、0 など ) を有するものとして、処理が行われる。

10

【 0 1 3 7 】

次に、図 1 0 は、図 1 の画像変換装置が出力する変換画像を、元の画像に逆変換する画像逆変換装置の一実施の形態の構成例を示している。

【 0 1 3 8 】

図 1 の画像変換装置が出力する変換画像とコードテーブルは、フレームメモリ 2 3 とコードテーブル取得部 2 1 に、それぞれ供給されるようになっている。

【 0 1 3 9 】

コードテーブル取得部 2 1 は、そこに供給される各画素値ごとのコードテーブルを取得し、コードテーブル記憶部 2 2 に供給する。コードテーブル記憶部 2 2 は、コードテーブル取得部 2 1 からのコードテーブルを記憶する。

20

【 0 1 4 0 】

フレームメモリ 2 3 は、そこに供給される変換画像を、例えば、1 フレーム単位で順次記憶する。逆変換対象画素取得部 2 4 は、フレームメモリ 2 3 に記憶された変換画像を構成する変換画素を、例えば、ラスタスキャン順に、順次、逆変換の対象 ( 以下、適宜、逆変換対象画素という ) として取得し、逆変換部 2 5 に供給する。

【 0 1 4 1 】

逆変換部 2 5 には、逆変換対象画素取得部 2 4 から逆変換対象画素が供給される他、基準画素取得部 2 7 から、基準画素が供給されるようになっている。逆変換部 2 5 は、コードテーブル記憶部 2 2 に記憶された、画素値が取り得る値ごとのコードテーブルのうち、基準画素取得部 2 7 からの基準画素の画素値に対するものを参照し、そのコードテーブルにしたがって、逆変換対象画素取得部 2 4 からの逆変換対象画素の画素値としての割当コードを、元の画素値に逆変換する。さらに、逆変換部 2 5 は、その逆変換後の画素値を、フレームメモリ 2 6 に供給する。

30

【 0 1 4 2 】

フレームメモリ 2 6 は、逆変換部 2 5 からの、逆変換された画素の画素値 ( 元の画素値 ) を、対応する位置のアドレスに記憶し、1 フレーム分の画素値を記憶すると、即ち、元の画像を復元すると、その復元した元の画像を出力する。

【 0 1 4 3 】

基準画素取得部 2 7 は、フレームメモリ 2 6 に記憶された、既に逆変換された画素のうち、逆変換対象画素が、変換対象画素とされた場合に、図 1 の画像変換装置において基準画素とされる画素を取得し、これを基準画素として、逆変換部 2 5 に供給する。即ち、本実施の形態では、基準画素取得部 2 7 は、フレームメモリ 2 6 に記憶された、既に逆変換された画素のうち、逆変換対象画素の左隣の画素を、基準画素として取得し、逆変換部 2 5 に供給する。

40

【 0 1 4 4 】

なお、本実施の形態では、逆変換対象画素取得部 2 4 は、フレームメモリ 2 3 に記憶された変換画像を構成する変換画素を、ラスタスキャン順に、逆変換対象画素として取得するので、その逆変換対象画素の左隣の画素は、既に、逆変換され、元の画素に復元されて、

50

フレームメモリ 26 に記憶されている。

【0145】

次に、図 11 のフローチャートを参照して、図 10 の画像逆変換装置で行われる、変換画像を、元の画像に逆変換する逆変換処理について説明する。

【0146】

図 1 の画像変換装置が出力する変換画像と各画素値ごとのコードテーブルが供給されると、ステップ S21 において、フレームメモリ 23 は、その変換画像を記憶し、コードテーブル取得部 21 は、変換画像とともに供給されるコードテーブルを取得して、コードテーブル記憶部 22 に供給する。コードテーブル記憶部 22 では、コードテーブル取得部 21 からのコードテーブルが記憶される。

10

【0147】

そして、ステップ S22 に進み、逆変換対象画素取得部 24 において、フレームメモリ 23 に記憶された変換画像を構成する変換画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、逆変換対象画素とされていないものが、逆変換対象画素として読み出され、逆変換部 25 に供給される。さらに、ステップ S22 では、基準画素取得部 27 において、フレームメモリ 26 に記憶された、既に逆変換された画素のうち、逆変換対象画素の左隣の画素が、基準画素として取得され、逆変換部 25 に供給される。

【0148】

逆変換部 25 は、ステップ S23 において、コードテーブル記憶部 22 に記憶された、画素値が取り得る値ごとのコードテーブルのうち、基準画素取得部 27 からの基準画素の画素値に対するものを参照し、そのコードテーブルにしたがって、逆変換対象画素取得部 24 からの逆変換対象画素の画素値としての割当コードを、元の画素値に逆変換する。そして、ステップ S24 において、逆変換部 25 は、その逆変換後の画素値を、フレームメモリ 26 に供給し、対応する位置のアドレスに記憶させて、ステップ S25 に進む。

20

【0149】

ステップ S25 では、逆変換対象画素取得部 24 において、フレームメモリ 23 に記憶された変換画像を構成するすべての画素を、逆変換対象画素として、その画素値の逆変換を行ったかどうかが判定される。ステップ S25 において、変換画像を構成する画素のすべてを、逆変換対象画素として、その画素値の変換を、まだ行っていないと判定された場合、ステップ S22 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

30

【0150】

また、ステップ S25 において、変換画像を構成する画素のすべてを、逆変換対象画素として、その画素値の逆変換を行ったと判定された場合、即ち、フレームメモリ 26 に、変換画像を逆変換した元の画像が記憶された場合、フレームメモリ 26 から、その元の画像が読み出され、処理を終了する。

【0151】

なお、図 11 のフローチャートにしたがった逆変換処理は、画像逆変換装置に対して、変換画像と各画素値ごとのコードテーブルが供給されるごとに行われる。

【0152】

また、ここでは、図 10 の画像逆変換装置に対して、変換画像とともに、コードテーブルが供給されるものとしたが、図 1 の画像変換装置において、上述したように、コードテーブルを、あらかじめ作成しておき、コードテーブル記憶部 3 に記憶させておく場合には、図 10 の画像逆変換装置においても、それと同一のコードテーブルを、コードテーブル記憶部 22 に記憶させておくようにすることができる。この場合、図 10 の画像逆変換装置は、コードテーブル取得部 21 を設けずに構成することができる。

40

【0153】

次に、上述したように、図 1 の画像変換装置が出力する変換画像は、それを構成する画素値である割当コードが、急峻で、かつ大きな偏りを有する分布となることから、ハフマン符号化等のエントロピー符号化することで、高い圧縮率で圧縮することが可能となる。

【0154】

50

そこで、図 1 2 は、画像を、そのように圧縮して伝送する画像伝送システムの一実施の形態の構成例を示している。

【 0 1 5 5 】

この画像伝送システムは、画像データの圧縮を行う圧縮装置 3 1 と、圧縮された画像データを、元の画像データに伸張する伸張装置 3 4 とから構成されている。

【 0 1 5 6 】

圧縮装置 3 1 は、画像変換装置 4 1、エントロピー符号化部 4 2、およびマルチプレクサ 4 3 で構成されている。

【 0 1 5 7 】

画像変換装置 4 1 は、図 1 に示した画像変換装置と同様に構成され、圧縮対象の画像データを、上述したようにして、変換画像に変換し、コードテーブルとともに、エントロピー符号化部 4 2 に出力する。エントロピー符号化部 4 2 は、変換画像と、コードテーブルそれぞれに対して、ハフマン符号化等のエントロピー符号化処理を施すことで、その圧縮を行い、マルチプレクサ 4 3 に出力する。

10

【 0 1 5 8 】

ここで、上述したように、変換画像は、それを構成する画素値である割当コードが、急峻で、かつ大きな偏りを有する分布となることから、エントロピー符号化部 4 2 では、高圧縮が実現される。

【 0 1 5 9 】

マルチプレクサ 4 3 は、エントロピー符号化部 4 2 からの圧縮された変換画像とコードテーブルとが多重化され、その多重化の結果得られたデータは、例えば、地上波、衛星回線、CATV (Cable Television) 網、インターネット、公衆回線などとなる伝送媒体 3 2 を介して伝送され、あるいは、また、例えば、半導体メモリ、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となる記録媒体 3 3 に記録され、伸張装置 3 4 に提供される。

20

【 0 1 6 0 】

伸張装置 3 4 は、デマルチプレクサ 4 4、エントロピー復号部 4 5、および画像逆変換装置 4 6 で構成されている。

【 0 1 6 1 】

デマルチプレクサ 4 4 は、伝送媒体 3 2 または記録媒体 3 3 を介して提供されるデータを受信し、そのデータを、エントロピー符号化された変換画像とコードテーブルとに分離して、エントロピー復号部 4 5 に供給する。エントロピー復号部 4 5 は、デマルチプレクサ 4 4 の出力を、元の変換画像とコードテーブルにそれぞれ復号し、画像逆変換装置 4 6 に供給する。

30

【 0 1 6 2 】

画像逆変換装置 4 6 は、図 1 0 の画像逆変換装置と同様に構成され、上述したように、そこに供給される変換画像を、同じくそこに供給されるコードテーブルを用いて、元の画像に逆変換して出力する。

【 0 1 6 3 】

次に、上述のように、画像を、その画素値が、急峻で、かつ大きな偏りを有する分布となるものに変換し、その逆変換を行う方法は、本件出願人が先に提案した、例えば、特願平 1 1 - 2 8 4 1 9 9 号等に関示されている埋め込み符号化 / 復号を行う場合に適用することができる。

40

【 0 1 6 4 】

そこで、図 1 3 は、本件出願人が先に提案した画像伝送システムの構成例を示している。

【 0 1 6 5 】

この画像伝送システムは、符号化装置 1 1 0 および復号装置 1 2 0 で構成されており、符号化装置 1 1 0 は、符号化対象としての、例えば、画像を符号化して符号化データを出力し、復号装置 1 2 0 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。

【 0 1 6 6 】

50

即ち、画像データベース 101 は、符号化すべきデジタル画像データを記憶している。そして、画像データベース 101 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 103 に供給される。

【0167】

また、付加情報データベース 102 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 102 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 103 に供給される。

【0168】

埋め込み符号化器 103 では、画像データベース 101 からの画像、および付加情報データベース 102 からの付加情報が受信される。さらに、埋め込み符号化器 103 は、画像データベース 101 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 102 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 103 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 103 が出力する符号化データは、例えば、半導体メモリ、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 104 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 105 を介して伝送され、復号装置 120 に提供される。

【0169】

復号装置 120 は、埋め込み復号器 106 で構成され、そこでは、記録媒体 104 または伝送媒体 105 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 106 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。

【0170】

なお、付加情報としては、例えば、元の画像に関連するテキストデータや、音声データ、その画像を縮小した縮小画像等は勿論、元の画像に無関係なデータも用いることができる。

【0171】

次に、図 13 の埋め込み符号化器 103 における符号化（埋め込み符号化）、および埋め込み復号器 106 における復号（埋め込み復号）の原理について説明する。

【0172】

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人によって認識されるのは、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ない画像は、雑音等にすぎず、情報としての利用価値はない。

【0173】

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、元の価値ある情報に復号することができる。

【0174】

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。

【0175】

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

10

20

30

40

50

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。例えば、画像の相関性を表すものとしては、画像のライン間の相関があり、この相関を表す相関値としては、例えば、2つのラインにおける、対応する各画素値の差分の2乗和等を用いることができる(この場合、相関値が小さいことは、ライン間の相関が大きいことを表し、相関値が大きいことは、ライン間の相関が小さいことを表す)。

#### 【0176】

即ち、例えば、いま、図14に示すようなHラインを有す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15(A)に示すように、第1ラインとの距離が近いライン(図14における画像の上側のライン)ほど、第Mラインについての相関として示すように大きくなり、第1ラインとの距離が遠いライン(図14における画像の下側のライン)ほど、第Nラインについての相関として示すように小さくなる。従って、第1ラインから近いほど、第1ラインとの相関が大きくなり、遠いほど相関が小さくなるという相関の偏りがある。

#### 【0177】

そこで、いま、図14の画像において、第1ラインから比較的近い第Mラインと、第1ラインから比較的遠い第Nラインとの画素値を入れ替える操作を行い( $1 < M < N \leq H$ )、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値すると、それは、例えば、図15(B)に示すようになる。

#### 【0178】

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。

#### 【0179】

従って、図15(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性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性の偏りを利用することにより、破壊された相関性の偏りを復元することができる。即ち、図15(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性の偏りからすれば、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15(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15(A)に示すような本来の相関性の偏りを有する画像、即ち、元の画像を復号することができる。

#### 【0180】

ここで、図14および図15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103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106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106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。

#### 【0181】

次に、情報の連続性についてであるが、例えば、画像のある1ラインについて注目した場合に、その注目ラインにおいて、図16(A)に示すような、画素値の変化パターンが連続している波形が観察されたとすると、その注目ラインと離れた他のラインでは、注目ラインとは異なる画素値の変化パターンが観察される。従って、注目ラインと、その注目ラインと離れた他のラインとにおいては、画素値の変化パターンが異なり、連続性において

10

20

30

40

50

も偏りがある。即ち、画像のある部分の画素値の変化パターンに注目すると、その注目部分に隣接する部分には、同様の画素値の変化パターンが存在し、注目部分から離れるにつれて、異なる画素値の変化パターンが存在するという連続性の偏りがある。

【 0 1 8 2 】

そこで、いま、図 1 6 ( A ) に示した、画像のあるラインにおける、画素値の変化パターンが連続している波形の一部を、例えば、図 1 6 ( B ) に示すように、離れたラインにおける波形の一部と入れ替える。

【 0 1 8 3 】

この場合、画像の連続性の偏りが破壊される。しかしながら、近接する部分の画素値の変化パターンは連続しており、離れるほど、画素値の変化パターンが異なるという連続性の偏りを利用することにより、破壊された連続性の偏りを復元することができる。即ち、図 1 6 ( B ) において、波形の一部の画素値の変化パターンが、他の部分の画素値の変化パターンと比較して大きく異なっているのは、波形が有する本来の連続性の偏りからすれば、明らかに不自然であり、他の部分の画素値の変化パターンと異なっている部分は、他の部分の画素値の変化パターンと同様の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、連続性の偏りが復元され、これにより、図 1 6 ( B ) に示した波形から、図 1 6 ( A ) に示した元の波形を復号することができる。

【 0 1 8 4 】

ここで、図 1 6 で説明した場合においては、波形の一部を、その周辺の画素値の変化パターンとは大きく異なる画素値の変化パターンの波形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 1 0 3 では、例えば、波形のどの部分の画素値の変化パターンを入れ替えるのかや、画素値の変化パターン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 1 0 6 では、符号化後の信号、即ち、大きく異なる画素値の変化パターンを一部に有する波形を、周辺の画素値の変化パターンは連続しており、離れるほど、画素値の変化パターンが異なるという連続性の偏りを利用して、元の波形に戻すことが、その元の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 1 0 6 において、例えば、波形のどの部分の画素値の変化パターンが大きく変化していたのかや、画素値の変化パターン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。

【 0 1 8 5 】

次に、情報の相似性についてであるが、例えば、風景を撮影した画像等の一部は、画像のフラクタル性（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 1 7 ( A ) に示すような、海と森を撮影した画像においては、海全体の画素値の変化パターンと、その海の一部の画素値の変化パターンとの相似性は高いが、それらの変化パターンと、海から離れた森の画素値の変化パターンとの相似性は低いという相似性の偏りがある。ここで、画像の相似性は、上述のように画素値の変化パターンを比較して考えるのではなく、エッジ形状を比較して考えても良い。

【 0 1 8 6 】

そこで、いま、図 1 7 ( A ) に示した海の一部と、森の一部とを入れ替える。

【 0 1 8 7 】

この場合、画像の相似性の偏りが破壊され、図 1 7 ( B ) に示すような画像が得られる。しかしながら、近接する部分の画素値の変化パターンは相似性が高く、離れるほど、画素値の変化パターンの相似性が低くなるという相似性の偏りを利用することにより、破壊された相似性の偏りを復元することができる。即ち、図 1 7 ( B ) において、海の画像の一部が、海と相似性の低い森の画像の一部になっていること、および森の画像の一部が、森と相似性の低い海の画像の一部となっていることは、画像が有する本来の相似性の偏りからすれば、明らかに不自然である。具体的には、図 1 7 ( B ) において、海の画像の中の、森の画像の一部についての相似性は、海の他の部分についての相似性に比較して極端に低くなっており、また、森の画像の中の、海の画像の一部についての相似性も、森の他の

10

20

30

40

50

部分についての相似性に比較して極端に低くなっている。

【0188】

従って、画像が本来有する相似性の偏りからすれば、海の画像の一部となっている、森の画像の一部と、森の画像の一部となっている、海の画像の一部とは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、画像の相似性の偏りが復元され、これにより、図17(B)に示した画像から、図17(A)に示した元の画像を復号することができる。

【0189】

ここで、図17で説明した場合においては、海の画像の一部と、森の画像の一部とを入れ替えることが、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103では、例えば、海の画像のどの部分(画面上の位置)と、森の画像のどの部分とを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、埋め込み復号器では、符号化後の信号、即ち、海の一部が、森の一部となっており、森の一部が、海の一部となっている画像を、周辺の画素値の変化パターンの相似性は高く、離れるほど、画素値の変化パターンの相似性が低くなっていくという相似性の偏りを利用して、元の画像に戻すことが、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106において、例えば、海の画像のどの部分と、森の画像のどの部分とが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。

【0190】

以上のように、埋め込み符号化器103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106では、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。

【0191】

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、その埋め込みの結果得られる画像は、元の画像と異なる画像とされ、人が価値ある情報として認識することのできる画像ではなくなることから、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。

【0192】

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、劣化のない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。

【0193】

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)されているということができる。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、残りの半分の付加情報とすれば、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、単純には、1/2に圧縮されることになる。

【0194】

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

10

20

30

40

50

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。

【0195】

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うことが出来るが、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ある、例えばMPEG（Moving Picture Experts Group）方式などでは、基本的に、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）。

10

【0196】

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110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120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。このようにすることで、例えば、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。

20

【0197】

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、顔認識後の音声応答）が可能となる。即ち、符号化装置110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120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。

30

【0198】

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。

【0199】

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。

40

【0200】

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、一方の情報によって、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

50



ットワーク伝送)が可能となる。

【0201】

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(下位階層の情報を少なくすることにより、上位階層の情報を生成する符号化)を実現することができる。

【0202】

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。

10

【0203】

次に、図18は、画像の連続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13の埋め込み符号化器103の構成例を示している。

【0204】

画像データベース101から供給される画像は、フレームメモリ131に供給されるようになされており、フレームメモリ131は、画像データベース101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。

【0205】

CPU(Central Processing Unit)132は、プログラムメモリ133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、CPU132は、プログラムメモリ133に記憶されているプログラムにしたがって、付加情報データベース102からメモリ134を介して供給される付加情報を受信し、その付加情報を、フレームメモリ131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、CPU132は、フレームメモリ131に記憶された画像を構成する画素値を、メモリ134に記憶された付加情報にしたがって変更することで、その画素値に、付加情報を埋め込むようになされている。この付加情報が埋め込まれた画像は、符号化データとして出力されるようになされている。

20

【0206】

プログラムメモリ133は、例えば、ROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)などで構成され、CPU132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や必要なデータを記憶している。

30

【0207】

メモリ134は、付加情報データベース102が記憶している付加情報を読み出し、一時記憶するようになされている。出力バッファ135は、CPU132によって埋め込み符号化処理が行われることにより得られる符号化データを一時記憶して出力するようになされている。

【0208】

なお、フレームメモリ131は、複数のフレームを記憶することのできるように、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131では、画像データベース101から供給される画像の記憶、およびCPU132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101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。

40

【0209】

次に、図19は、図18の埋め込み符号化器103の機能的な構成例を示している。なお、この図19に示した機能的な構成は、CPU132がプログラムメモリ133に記憶されたコンピュータプログラムを実行することで実現されるようになされている。

【0210】

フレームメモリ131、メモリ134、または出力バッファ135それぞれは、図18で

50

説明したものと同一のものである。

【0211】

度数分布算出部141は、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の画像の画素値の度数分布（ヒストグラム）を、例えば、1フレーム単位で求め、変更対象画素値/変更値決定部142に供給するようになされている。変更対象画素値/変更値決定部142は、度数分布算出部141から供給される画素値の度数分布に基づき、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の画像を構成する画素値の中から、付加情報にしたがって変更する画素値（以下、適宜、変更対象画素値という）を決定するとともに、その変更対象画素値を変更する値（以下、適宜、変更値という）を決定し、画素値変更部143に供給するようになされている。画素値変更部143は、フレームメモリ131に記憶された符号化対象のフレームを構成する画素値を、所定の順序としての、例えば、ラスタスキャン順で読み出し、その読み出した画素値が、変更対象画素値に一致しない場合には、そのまま出力バッファ135に供給して対応するアドレスに記憶させるようになされている。また、画素値変更部143は、読み出した画素値が、変更対象画素値に一致する場合には、メモリ134に記憶された付加情報を読み出し、その付加情報にしたがって、変更対象画素値を変更値に変更するか、またはそのままとし、出力バッファ135に供給して対応するアドレスに記憶させるようになされている。

10

【0212】

次に、図20のフローチャートを参照して、図19の埋め込み符号化器103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。

20

【0213】

画像データベース101からは、そこに記憶されている画像が読み出され、フレームメモリ131に、順次供給されて記憶される。また、付加情報データベース102からは、そこに記憶されている付加情報が読み出され、メモリ134に、順次供給されて記憶される。

【0214】

一方、度数分布算出部141では、ステップS101において、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の1フレームを構成する画素値が読み出され、その度数分布が算出される。

【0215】

ここで、図21に、実際の画像の画素値の度数分布を示す。なお、図21は、それぞれ8ビットが割り当てられたRGBコンポーネント信号で構成される1フレームの画像のRコンポーネントの度数分布を示している。Rコンポーネントには、ここでは、上述したように、8ビットが割り当てられおり、従って、0乃至255等の256の範囲の画素値をとり得るが、図21では、250以上の画素値となる画素は存在していない。さらに、図21から明らかなように、一般に、画像には、各画素値（ここでは、0乃至255それぞれの値）が、同じような数だけ存在するのではなく、多数存在する画素値もあれば、まったく存在しない画素値もある。しかしながら、画素値の度数分布の変化は、一般に連続している。

30

【0216】

度数分布算出部141で求められた画素値の度数分布は、変更対象画素値/変更値決定部142に供給される。変更対象画素値/変更値決定部142は、画素値の度数分布を受信すると、ステップS102に進み、その度数分布に基づき、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の画像を構成する画素値の中から、変更対象画素値とするものを決定するとともに、その変更対象画素値を変更する値である変更値を決定する。即ち、変更対象画素値/変更値決定部142は、例えば、度数分布から、最も度数の高い画素値を検出し、それを、変更対象画素値として決定する。さらに、変更対象画素値/変更値決定部142は、度数分布から、度数が0になっている画素値を検出し、それを、変更値として決定する（度数が0になっている画素値が複数ある場合には、例えば、そのうちの1つを選択して、変更値として決定する）。

40

50

## 【 0 2 1 7 】

ここで、本実施の形態では、変更対象画素値に、付加情報が埋め込まれる。そこで、埋め込むことのできる付加情報のデータ量を多くするために、最も度数の高い画素値を、変更対象画素値とするようにしている。但し、変更対象画素値とする画素値は、度数の最も高いものに限定されるものではない。

## 【 0 2 1 8 】

変更対象画素値 / 変更値決定部 1 4 2 において、変更対象画素値および変更値が決定されると、その変更対象画素値および変更値は、画素値変更部 1 4 3 に供給される。

## 【 0 2 1 9 】

画素値変更部 1 4 3 は、変更対象画素値および変更値を受信すると、ステップ S 1 0 3 において、フレームメモリ 1 3 1 に記憶された符号化対象のフレームを構成する最も左上の画素値を読み出し、ステップ S 1 0 4 に進む。ステップ S 1 0 4 では、画素値変更部 1 4 3 において、ステップ S 1 0 4 で読み出された画素値が変更対象画素値であるかどうか判定され、変更対象画素値でないと判定された場合、ステップ S 1 0 5 乃至 S 1 0 7 をスキップして、ステップ S 1 0 8 に進み、その画素値が、そのまま出力バッファ 1 3 5 に供給されて、対応するアドレスに書き込まれる。

10

## 【 0 2 2 0 】

また、ステップ S 1 0 4 において、ステップ S 1 0 4 で読み出された画素値が変更対象画素値であると判定された場合、ステップ S 1 0 5 に進み、画素値変更部 1 4 3 は、メモリ 1 3 4 から付加情報を読み出し、ステップ S 1 0 6 に進む。ここで、ステップ S 1 0 5 では、付加情報が、例えば、1 ビット単位で読み出されるものとする。

20

## 【 0 2 2 1 】

ステップ S 1 0 6 では、画素値変更部 1 4 3 において、ステップ S 1 0 5 で読み出された 1 ビットの付加情報が 0 または 1 のうちのいずれであるかが判定される。ステップ S 1 0 6 において、付加情報が、0 または 1 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 0 7 をスキップして、ステップ S 1 0 8 に進み、画素値変更部 3 4 において、変更対象画素値が、そのまま出力バッファ 1 3 5 に供給されて、対応するアドレスに書き込まれる。即ち、0 である付加情報は、変更対象画素値を変更しないことで、その変更対象画素値を有する画素に埋め込まれる。

## 【 0 2 2 2 】

また、ステップ S 1 0 6 において、付加情報が、0 または 1 のうちの、例えば、1 であると判定された場合、ステップ S 1 0 7 に進み、画素値変更部 1 4 3 において、変更対象画素値が変更値に変更され、ステップ S 1 0 8 に進む。ステップ S 1 0 8 では、画素値変更部 1 4 3 において、ステップ S 1 0 7 で変更された変更値が、出力バッファ 1 3 5 に供給されて、対応するアドレスに書き込まれる。即ち、1 である付加情報は、変更対象画素値を変更値に変更することで、その変更対象画素値を有していた画素に埋め込まれる。

30

## 【 0 2 2 3 】

ステップ S 1 0 8 の処理後は、ステップ S 1 0 9 に進み、いま符号化対象とされているフレームの画素の読み出しがすべて終了したかどうか判定される。ステップ S 1 0 9 において、いま符号化対象とされているフレームの画素すべての読み出しが、まだ終了していないと判定された場合、ステップ S 1 0 3 に戻り、ラスタスキャン順に、次に処理すべき画素値が読み出され、以下、同様の処理が繰り返される。

40

## 【 0 2 2 4 】

また、ステップ S 1 0 9 において、いま符号化対象とされているフレームの画素すべての読み出しが終了したと判定された場合、ステップ S 1 1 0 に進み、出力バッファ 1 3 5 に記憶されている、付加情報が埋め込まれたフレームが、符号化データとして読み出されて出力される。そして、ステップ S 1 1 1 に進み、フレームメモリ 1 3 1 に、次に処理すべきフレームが記憶されているかどうか判定され、記憶されていると判定された場合、ステップ S 1 0 1 に戻り、そのフレームを符号化対象として、同様の処理が繰り返される。

## 【 0 2 2 5 】

50

また、ステップ S 1 1 1 において、フレームメモリ 1 3 1 に、次に処理すべきフレームが記憶されていないと判定された場合、埋め込み符号化処理を終了する。

【 0 2 2 6 】

以上のような埋め込み符号化処理によれば、ある 1 フレームの画像は、次のような符号化データに符号化される。

【 0 2 2 7 】

即ち、例えば、符号化対象のフレームに、図 2 2 ( A ) において・で示すように、変更対象画素値が分布しているとすると、各変更対象画素値のうち、ラストスキャン順で、0 の付加情報に対応する位置にあるものは、そのままとされ、1 の付加情報に対応する位置にあるものは、図 2 2 ( B ) において x で示すように、図 2 2 ( A ) のフレームには存在しない画素値、即ち、度数が 0 の画素値である変更値に変更される。

10

【 0 2 2 8 】

以上のように、フレームメモリ 1 3 1 に記憶された画像を構成する画素値のうち、度数の最も高い画素値である変更対象画素値を、付加情報にしたがって、その画像に存在しない画素値である変更値に変更することにより、付加情報を埋め込む場合には、画像の連続性（画像を構成する画素値の度数分布の連続性）の偏りを利用して、変更値を、元の変更対象画素値に変更することで、元の画像を復号することができるとともに、付加情報を復号することができる。従って、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。

【 0 2 2 9 】

20

即ち、変更値は、画像の連続性、つまり、ここでは、画像を構成する画素値の度数分布の連続性を利用することにより、オーバーヘッドなしで、元の画素値（変更対象画素値）に復号する（戻す）ことができ、さらに、変更値と変更対象画素値を検出することで、付加情報を復号することができる。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。

【 0 2 3 0 】

なお、符号化対象のフレームに、存在しない画素値がない場合には、変更対象画素値を変更すると、その変更後の画素値と、符号化対象のフレームに最初から存在する画素値とを区別することが困難となる。そこで、図 2 0 の埋め込み符号化処理のステップ S 1 0 1 において、度数分布を算出した後に、その度数分布から、フレームに、存在しない画素値がないことが判明した場合には、そのフレームには付加情報を埋め込まず、次のフレームを、符号化対象として、埋め込み符号化処理を行うのが望ましい。

30

【 0 2 3 1 】

次に、図 2 3 は、図 1 9 の埋め込み符号化器 1 0 3 が出力する符号化データを、画像の連続性を利用して元の画像と付加情報に復号する図 1 3 の埋め込み復号器 1 0 6 の構成例を示している。

【 0 2 3 2 】

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、埋め込み画像ともいう）は、入力バッファ 1 5 1 に供給されるようになされており、入力バッファ 1 5 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、入力バッファ 1 5 1 も、図 1 8 のフレームメモリ 1 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。

40

【 0 2 3 3 】

C P U 1 5 2 は、プログラムメモリ 1 5 3 に記憶されたプログラムを実行することで、後述する埋め込み復号処理を行うようになされている。即ち、C P U 1 5 2 は、入力バッファ 1 5 1 に記憶された埋め込み画像を、画像の連続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、C P U 1 5 2 は、入力バッファ 1 5 1 に記憶された復号対象のフレームの画素値のうち、変更対象画素値と変更値とを検出することで、付加情報を復号し、さらに、変更値を変更対象画素値に変更することで、元の画像を復号

50

するようになされている。

【0234】

プログラムメモリ153は、例えば、図18のプログラムメモリ133と同様に構成され、CPU152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や必要なデータを記憶している。

【0235】

フレームメモリ154は、CPU152において復号された画像を、例えば、1フレーム単位で記憶して出力するようになされている。メモリ155は、CPU152で復号された付加情報を一時記憶して出力するようになされている。

【0236】

次に、図24は、図23の埋め込み復号器106の機能的な構成例を示している。なお、この図24に示した機能的な構成は、CPU152がプログラムメモリ153に記憶されたコンピュータプログラムを実行することで実現されるようになされている。

【0237】

入力バッファ151、フレームメモリ154、またはメモリ155それぞれは、図23で説明したものと同一のものである。

【0238】

度数分布算出部161は、入力バッファ151に記憶された復号対象の埋め込み画像のフレームを構成する画素値を読み出し、その度数分布を求めて、変更対象画素値/変更値決定部162に供給するようになされている。変更対象画素値/変更値決定部162は、度数分布算出部161からの画素値の度数分布に基づき、埋め込み画像を構成する画素値の中から、埋め込み符号化器103において変更対象画素値と変更値それぞれに決定された画素値を求め(決定し)、画素値変更部163に供給するようになされている。画素値変更部163は、変更対象画素値/変更値決定部162の出力から、変更対象画素値および変更値を認識し、入力バッファ151に記憶された復号対象の埋め込み画像のフレームの中の変更対象画素値および変更値を検出することで、その埋め込み画像に埋め込まれた付加情報を復号して、メモリ155に供給するようになされている。さらに、画素値変更部163は、埋め込み画像の中の変更値を変更対象画素値に変更することで、その埋め込み画像を、元の画像に復号し、フレームメモリ154に供給するようになされている。

【0239】

次に、図25のフローチャートを参照して、図24の埋め込み復号器106において行われる埋め込み復号処理について説明する。

【0240】

入力バッファ151では、そこに供給される埋め込み画像(符号化データ)が、例えば、1フレーム単位で順次記憶される。

【0241】

一方、度数分布算出部161では、ステップS121において、入力バッファ151に記憶された復号対象の埋め込み画像のフレームが読み出され、そのフレームを構成する画素値の度数分布が求められる。この度数分布は、変更対象画素値/変更値決定部162に供給される。

【0242】

変更対象画素値/変更値決定部162は、度数分布算出部161から度数分布を受信すると、ステップS122において、その度数分布に基づいて、埋め込み符号化器103において決定された変更対象画素値および変更値を求める。

【0243】

即ち、埋め込み画像に符号化された元の画像を構成する画素値が、例えば、図26(A)に示すような連続した度数分布を有していたとすると、埋め込み符号化器103では、度数の最も高い画素値 $P_1$ が変更対象画素値として決定される。なお、図26では、画素値のとりうる範囲が、0乃至MAXとされており、また、元の画像は、画素値 $P_{min}$ 以下の画素および画素値 $P_{max}$ 以上の画素が存在しないものとなっている( $0 < P_{min} < P_{max} <$

10

20

30

40

50

MAX)。

【0244】

さらに、この場合、埋め込み符号化器103において、画素値 $P_{min}$ 以下の、元の画像に存在しないある画素値 $P_2$ が変更値として決定され、埋め込み符号化が行われたとすると、その結果得られる埋め込み画像の画素値の度数分布は、例えば、図26(B)に示すようなものとなる。即ち、変更対象画素値 $P_1$ の度数は、それに近い画素値(例えば、両隣の画素値)の度数に比較して極端に低くなり、変更値 $P_2$ の度数は、逆に、それに近い画素値の度数に比較して極端に高くなる。

【0245】

その結果、例えば、画素値の小さいものから、画素値 $n$ の度数と画素値 $n+1$ の度数との差分(=画素値 $n$ の度数-画素値 $n+1$ の度数)(以下、適宜、度数差分という)を求めていくと、その度数差分は、変更対象画素値 $P_1$ の付近( $n=P_1$ のときと、 $n+1=P_1$ のとき)において、図27(A)に示すように、極端に大きくなった後、極端に小さくなる(不連続になる)。また、度数差分は、変更値 $P_2$ の付近( $n=P_2$ のときと、 $n+1=P_2$ のとき)において、図27(B)に示すように、極端に小さくなった後、極端に大きくなる(不連続になる)。

【0246】

従って、埋め込み符号化器103において決定された変更対象画素値および変更値は、度数差分をサーチしていくことで求めることができ、変更対象画素値/変更値決定部162では、そのようにして、埋め込み画像の画素値の度数分布に基づき、埋め込み符号化器103において決定された変更対象画素値および変更値を求めるようになされている。

【0247】

図25に戻り、変更対象画素値/変更値決定部162は、埋め込み符号化器103において決定された変更対象画素値および変更値を求めると、それらを、画素値変更部163に出力し、ステップS123に進む。

【0248】

ステップS123では、画素値変更部163において、入力バッファ151に記憶された復号対象の埋め込み画像のフレームを構成する最も左上の画素値が読み出され、ステップS124に進み、その画素値が判定される。ステップS124において、読み出された画素値が、変更対象画素値および変更値のいずれでもないかと判定された場合、画素値変更部163は、ステップS128に進み、その画素値を、フレームメモリ154に供給し、対応するアドレスに記憶させる。ここで、変更対象画素値および変更値のいずれでもない画素には、付加情報は埋め込まれていないから、その復号は行われ(することができない)(する必要がない)。

【0249】

また、ステップS124において、読み出された画素値が、変更対象画素値であると判定された場合、ステップS125に進み、画素値変更部163は、メモリ155に、付加情報の復号結果として、0または1のうちの、変更対象画素値に対応する0を供給して記憶させる。そして、ステップS128に進み、画素値変更部163は、変更対象画素値を、そのまま、フレームメモリ154に供給し、対応するアドレスに記憶させる。

【0250】

さらに、ステップS124において、読み出された画素値が、変更値であると判定された場合、ステップS126に進み、画素値変更部163は、変更値を、変更対象画素値に変更し、これにより、元の画素値に復号して、ステップS127に進む。ステップS127では、画素値変更部163において、メモリ155に対して、付加情報の復号結果として、0または1のうちの、変更値に対応する1が供給されて書き込まれる。そして、ステップS128に進み、画素値変更部163は、変更対象画素値(ステップS126において、変更値を変更したもの)を、フレームメモリ154に供給し、対応するアドレスに記憶させる。

【0251】

ステップ S 1 2 8 の処理後は、ステップ S 1 2 9 に進み、いま復号対象とされている埋め込み画像のフレームの画素の読み出しがすべて終了したかどうか判定される。ステップ S 1 2 9 において、いま復号対象とされている埋め込み画像のフレームの画素すべての読み出しが、まだ終了していないと判定された場合、ステップ S 1 2 3 に戻り、ラスタスキャン順に、次に処理すべき画素値が読み出され、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 2 5 2 】

また、ステップ S 1 2 9 において、いま復号対象とされている埋め込み画像の画素すべての読み出しが終了したと判定された場合、フレームメモリ 1 5 4 またはメモリ 1 5 5 にそれぞれ記憶された 1 フレームの復号画像または付加情報が読み出されて出力される。そして、ステップ S 1 3 0 に進み、入力バッファ 1 5 1 に、次に処理すべき埋め込み画像のフレームが記憶されているかどうか判定され、記憶されていると判定された場合、ステップ S 1 2 1 に戻り、そのフレームを復号対象として、同様の処理が繰り返される。

10

【 0 2 5 3 】

また、ステップ S 1 3 0 において、入力バッファ 1 5 1 に、次に処理すべき埋め込み画像のフレームが記憶されていないと判定された場合、埋め込み復号処理を終了する。

【 0 2 5 4 】

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、画像の連続性を利用して、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。

20

【 0 2 5 5 】

なお、本実施の形態では、埋め込み符号化処理において、付加情報にしたがい、変更対象画素値を、そのままとする（変更対象画素値に変更する）か、または変更値に変更するようにしたが、符号化対象の画像に、存在しない画素値が 2 以上ある場合には、例えば、そのうちの 2 つを第 1 の変更値と第 2 の変更値とし、付加情報にしたがい、変更対象画素値を、第 1 の変更値に変更するか、または第 2 の変更値に変更するようにすることが可能である。ここで、変更対象画素値を、そのままとするか、または変更値に変更する場合には、符号化対象の画像に、存在しない画素値が 1 つあれば良いが、変更対象画素値を、第 1 または第 2 の変更値に変更する場合には、符号化対象の画像に、存在しない画素値が 2 以上ある必要がある。しかしながら、変更対象画素値を、第 1 または第 2 の変更値に変更する場合には、埋め込み画像には、変更対象画素値が存在しなくなるので、埋め込み復号器 1 0 6 において、埋め込み画像の度数分布から、より精度良く、変更対象画素値を求めることが可能となる。

30

【 0 2 5 6 】

さらに、符号化対象の画像に、存在しない画素値が複数ある場合には、その複数の画素値をすべて変更値とし、付加情報にしたがい、変更対象画素値を、複数の変更値のうちのいずれかに変更するようにすることが可能である。この場合、1 画素に、2 ビット以上の付加情報を埋め込むことが可能となる。

【 0 2 5 7 】

また、本実施の形態では、埋め込み符号化処理において、符号化対象の画像の画素値を、ラスタスキャン順に処理するようにしたが、その処理の順番は、ラスタスキャン順に限定されるものではない。即ち、度数分布を求める画素値を読み出すことができれば良いので、処理の順番は、列方向や斜め方向であってもかまわない。

40

【 0 2 5 8 】

さらに、本実施の形態では、埋め込み符号化処理および埋め込み復号処理において、フレーム単位で度数分布を求めるようにしたが、度数分布は、その他、例えば、1 フレームを幾つかのブロックに分けて、そのブロック単位で求めても良いし、複数フレーム単位で求めても良い。

【 0 2 5 9 】

また、本実施の形態では、埋め込み復号器 1 0 6 において、埋め込み符号化器 1 0 3 で決

50

定された変更対象画素値および変更値を求めるようにしたが、変更対象画素値および変更値は、僅かな量のデータであり、埋め込み画像に、オーバーヘッドとして含めるようにしても良い。

【0260】

さらに、埋め込み符号化の対象とする画像が、例えば、RGBコンポーネント信号で構成されるカラー画像などである場合には、RGBそれぞれについて、埋め込み符号化処理を施すことが可能である。

【0261】

また、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、制御信号、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101の画像の一部を付加情報とし、残りを、フレームメモリ131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分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。

10

【0262】

さらに、本実施の形態では、付加情報を、画像に埋め込むようにしたが、付加情報は、その他、例えば、音声等の、値の度数分布の形状が連続性を有するメディアに埋め込むことが可能である。

【0263】

また、ここでは、画像に、付加情報そのものを埋め込むようにしたが、画像には、その他、例えば、付加情報の特徴量（例えば、付加情報のヒストグラムや、分散、ダイナミックレンジ等）を埋め込むようにすることも可能である。

20

【0264】

次に、図28は、図13の埋め込み符号化器103を、図1の画像変換装置を利用して構成した場合の機能的構成例を示している。なお、図中、図19における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図28の埋め込み符号化器103は、画像変換装置171が新たに設けられている他は、図19における場合と同様に構成されている。

【0265】

画像変換装置171は、図1の画像変換装置と同様に構成されており、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の画像を、上述したようにして、変換画像に変換し、フレームメモリ131に記憶させるようになっている。

30

【0266】

なお、ここでは、説明を簡単にするために、画像変換装置171においては、あらかじめ作成された、画素値として取り得る値ごとのコードテーブルが記憶されているものとする。

【0267】

従って、図28の実施の形態では、度数分布算出部141、変更対象画素値/変更値決定部142、および画素値変更部143において、変換画像を対象に、上述したような埋め込み符号化処理が行われる。

【0268】

次に、図29のフローチャートを参照して、図28の埋め込み符号化器103における埋め込み符号化処理について説明する。

40

【0269】

図28の埋め込み符号化器103では、まず最初に、ステップS140において、画像変換装置171が、フレームメモリ131に記憶された符号化対象の画像を、変換画像に変換し、フレームメモリ131に記憶させる。

【0270】

そして、ステップS141乃至S151において、図20のステップS101乃至S111における場合とそれぞれ同様の処理が行われ、これにより、変換画像を対象として、図20で説明した場合と同様の埋め込み符号化処理が行われ、付加情報が埋め込まれる。

50



## 【 0 2 7 1 】

以上のように、画像そのものではなく、変換画像に対して、付加情報を埋め込むことで、より効率的な埋め込み符号化を行うことが可能となる。

## 【 0 2 7 2 】

即ち、画像変換装置 1 7 1 において得られる変換画像を構成する変換画素の画素値の分布は、上述したように、急峻で大きな偏りを有する。従って、変換画像に付加情報を埋め込む場合には、変更対象画素値とされる最も度数の高い変換画素（の画素値）の数は、元の画像の画素値そのものに付加情報を埋め込む場合に比較して、膨大な個数となり、その結果、そのような膨大な数の変換画素に対して、多量の付加情報を埋め込むことが可能となる。

10

## 【 0 2 7 3 】

次に、図 3 0 は、埋め込み符号化器 1 0 3 が、図 2 8 に示したように構成される場合の、図 1 3 の埋め込み復号器 1 0 6 の機能的な構成例を示している。なお、図中、図 2 4 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図 3 0 の埋め込み復号器 1 0 6 は、画像逆変換装置 1 8 1 が新たに設けられている他は、図 2 4 における場合と同様に構成されている。

## 【 0 2 7 4 】

画像逆変換装置 1 8 1 は、図 1 0 の画像逆変換装置と同様に構成され、フレームメモリ 1 5 4 に記憶された変換画像を、元の画像に逆変換することで復元し、フレームメモリ 1 5 4 に書き込むようになっている。

20

## 【 0 2 7 5 】

次に、図 3 0 の埋め込み復号器 1 0 6 による埋め込み復号処理について、図 3 1 のフローチャートを参照して説明する。

## 【 0 2 7 6 】

図 3 0 の埋め込み復号器 1 0 6 では、ステップ S 1 6 1 乃至 S 1 7 0 において、図 2 5 のステップ S 1 2 1 乃至 S 1 3 0 における場合とそれぞれ同様の処理が、上述したような変換画像に付加情報を埋め込んで得られる符号化データを対象に行われる。但し、ステップ S 1 6 9 から S 1 7 0 に進む間に、ステップ S 1 7 1 において、画像逆変換装置 1 8 1 は、フレームメモリ 1 5 4 に記憶された変換画像を構成する各変換画素の画素値を、元の画素値に逆変換し、フレームメモリ 1 5 4 に書き込む。

30

## 【 0 2 7 7 】

即ち、図 2 8 の埋め込み符号化器 1 0 3 が出力する符号化データは、上述したように、変換画像に、付加情報が埋め込まれたものであるから、そのような符号化データに対して、図 2 5 のステップ S 1 2 1 乃至 S 1 2 8 とそれぞれ同様のステップ S 1 6 1 乃至 S 1 6 8 の処理が施されることにより、フレームメモリ 1 5 4 には、変換画像が書き込まれることになる。ステップ S 1 7 1 では、画像逆変換装置 1 8 1 において、その変換画像が、上述したようにして逆変換され、その結果得られる元の画像が、フレームメモリ 1 5 4 に書き込まれる。

## 【 0 2 7 8 】

以上のような埋め込み復号処理によれば、上述したように、多量の付加情報が埋め込まれた画像を、元の画像と付加情報とに復号することができる。

40

## 【 0 2 7 9 】

なお、本実施の形態では、CPU 1 3 2 または 1 5 2 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。

## 【 0 2 8 0 】

次に、上述した一連の処理は、汎用のコンピュータ等に、プログラムをインストールして行わせることが可能である。

## 【 0 2 8 1 】

そこで、図 3 2 は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされる汎用

50

のコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0282】

プログラムは、コンピュータ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。

【0283】

あるいはまた、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211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211は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

10

【0284】

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211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。

【0285】

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)202を内蔵している。CPU202には、バス201を介して、入出力インタフェース210が接続されており、CPU202は、入出力インタフェース210を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部207が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)203に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU202は、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211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。これにより、CPU202は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により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210を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部206から出力、あるいは、通信部208から送信、さらには、ハードディスク205に記録等させる。

20

30

【0286】

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。

【0287】

また、プログラムは、1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。

40

【0288】

なお、本実施の形態では、ある画素の左隣の画素を基準画素としたが、その他、例えば、右隣の画素や、その上または下に隣接する画素、隣接しないが近い位置にある画素等を、基準画素とすることが可能である。さらに、例えば、前のフレームの同一位置にある画素や、動き補償を行った後の前のフレームの同一位置にある画素等を、基準画素とすることも可能である。また、近い位置にある幾つかの画素の画素値の平均値を求め、その平均値を有する画素が仮想的に存在するものとして、その仮想的な画素を、基準画素とすることも可能である。

50

## 【 0 2 8 9 】

さらに、本実施の形態では、画像データを変換の対象とするようにしたが、その他、例えば、オーディオデータや、コンピュータプログラム等を変換の対象とすることが可能である。但し、本発明は、画像データやオーディオデータ等のように、データどうしの間に、何らかの相関があるものを、変換の対象とする場合に、特に有用である。

## 【 0 2 9 0 】

## 【発明の効果】

本発明の第 1 のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体によれば、急峻で、大きな偏りを有する分布の第 2 のデータを得ることが可能となる。

## 【 0 2 9 1 】

本発明の第 2 のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体によれば、急峻で、大きな偏りを有する分布の第 2 のデータを得ることが可能となる。

## 【 0 2 9 2 】

本発明の第 3 のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体によれば、急峻で、大きな偏りを有する分布の第 2 のデータを、元の第 1 のデータに逆変換することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用した画像変換装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2】図 1 のコードテーブル作成部 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 3】図 2 の画素選択部 1 2 の処理を説明するための図である。

【図 4】図 2 のヒストグラム作成部 1 3 の処理を説明するための図である。

【図 5】実際の画像から得られた画素値のヒストグラムを示す図である。

【図 6】図 2 のコード生成部 1 4 の処理を説明するための図である。

【図 7】図 2 のコード生成部 1 4 の処理を説明するための図である。

【図 8】図 1 の画像変換装置による変換処理を説明するためのフローチャートである。

【図 9】図 8 のステップ S 1 の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

【図 10】本発明を適用した画像逆変換装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 11】図 10 の画像逆変換装置による逆変換処理を説明するためのフローチャートである。

【図 12】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 13】本件出願人が先に提案した画像伝送システムの構成例を示すブロック図である。

【図 14】符号化対象の画像を示す図である。

【図 15】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 16】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。

【図 17】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 18】図 13 の埋め込み符号化器 103 のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【図 19】図 18 の埋め込み符号化器 103 の機能的構成例を示すブロック図である。

【図 20】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 21】実際の画像の画素値の度数分布を示す図である。

【図 22】埋め込み符号化処理の結果を説明するための図である。

【図 23】図 13 の埋め込み復号器 106 のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【図 24】図 23 の埋め込み復号器 106 の機能的構成例を示すブロック図である。

【図 25】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 26】図 25 のステップ S 122 の処理を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 27】図 25 のステップ S 122 の処理を説明するための図である。

【図 28】本発明を適用した、図 13 の埋め込み符号化器 103 の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 29】図 28 の埋め込み符号化器 103 が行う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 30】本発明を適用した、図 13 の埋め込み復号器 106 の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 31】図 30 の埋め込み復号器 106 が行う埋め込み復号処理を説明するためのブロック図である。

【図 32】本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

10

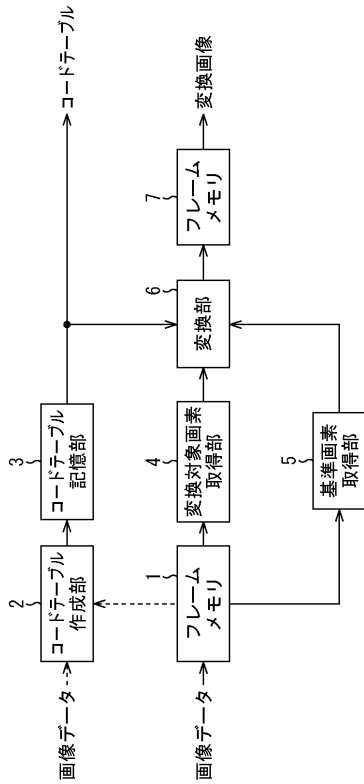
【符号の説明】

1 フレームメモリ, 2 コードテーブル作成部, 3 コードテーブル記憶部, 4 変換対象画素取得部, 5 基準画素取得部, 6 変換部, 7 フレームメモリ, 11 フレームメモリ, 12 画素選択部, 13 ヒストグラム作成部, 14 コード生成部, 21 コードテーブル取得部, 22 コードテーブル記憶部, 23 フレームメモリ, 24 逆変換対象画素取得部, 25 逆変換部, 26 フレームメモリ, 27 基準画素取得部, 31 圧縮装置, 32 伝送媒体, 33 記録媒体, 34 伸張装置, 41 画像変換装置, 42 エントロピー符号化部, 43 マルチプレクサ, 44 デマルチプレクサ, 45 エントロピー復号部, 46 画像逆変換装置, 101 画像データベース, 102 付加情報データベース, 103 埋め込み符号化器, 104 記録媒体, 105 伝送媒体, 106 埋め込み復号器, 110 符号化装置, 120 復号装置, 131 フレームメモリ, 132 CPU, 133 プログラムメモリ, 134 メモリ, 135 出力バッファ, 141 度数分布算出部, 142 変更対象画素値/変更値決定部, 143 画素値変更部, 151 入力バッファ, 152 CPU, 153 プログラムメモリ, 154 フレームメモリ, 155 メモリ, 161 度数分布算出部, 162 変更対象画素値/変更値決定部, 163 画素値変更部, 171 画像変換装置, 181 画像逆変換装置, 201 バス, 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 入出力インタフェース, 211 リムーバブル記録媒体

20

30

【 図 1 】

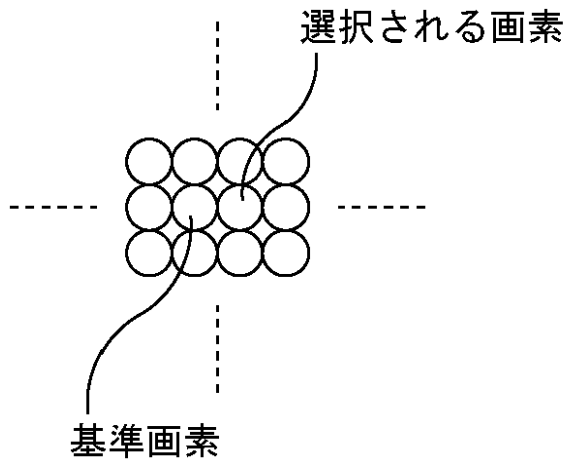


【 図 2 】

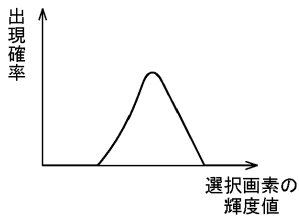


コードテーブル作成部 2

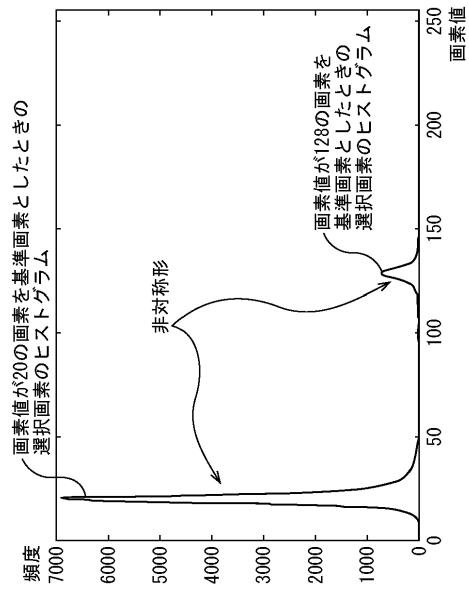
【 図 3 】



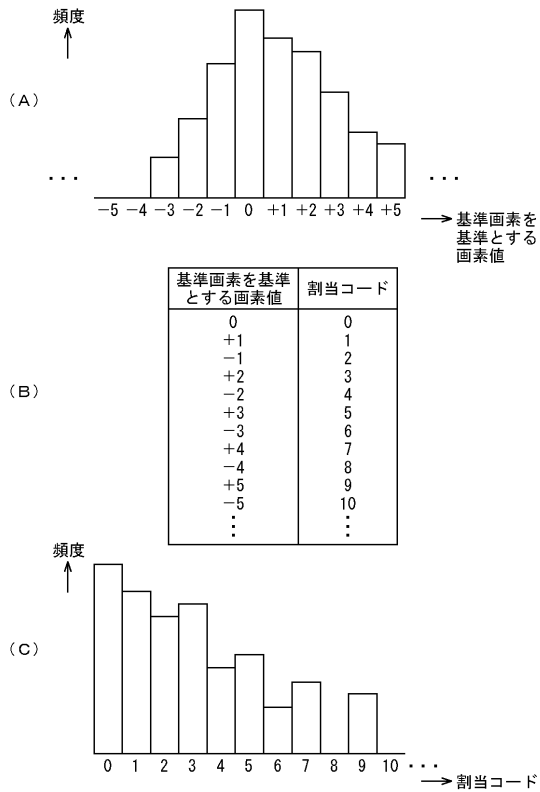
【 図 4 】



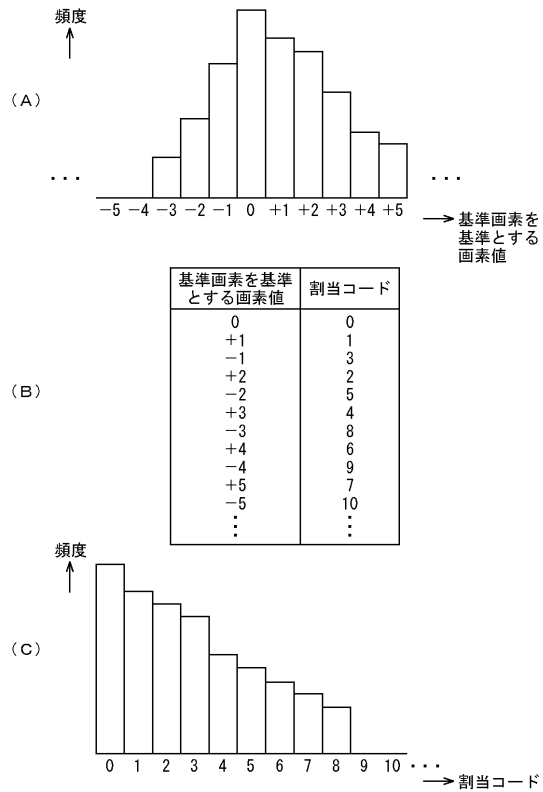
【 図 5 】



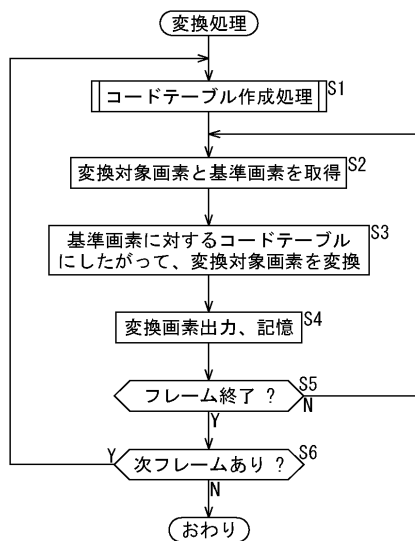
【図 6】



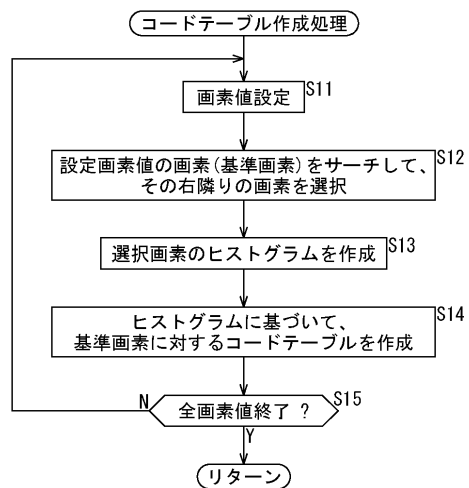
【図 7】



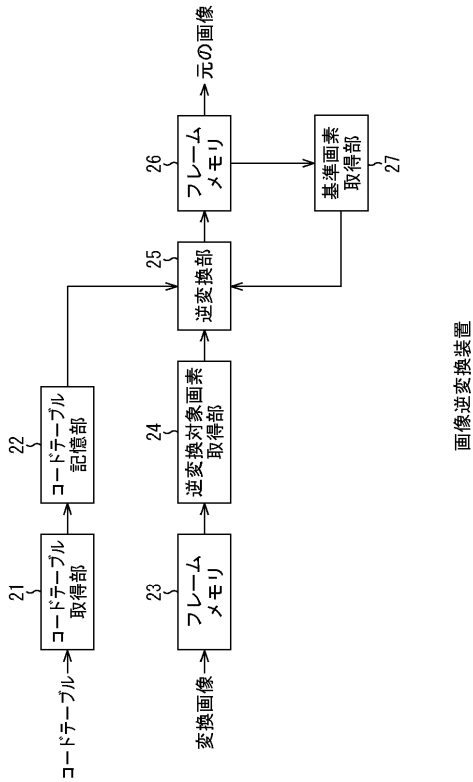
【図 8】



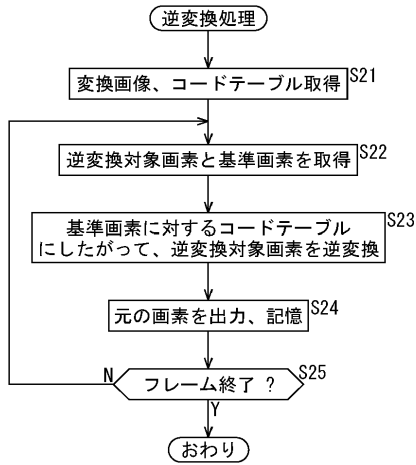
【図 9】



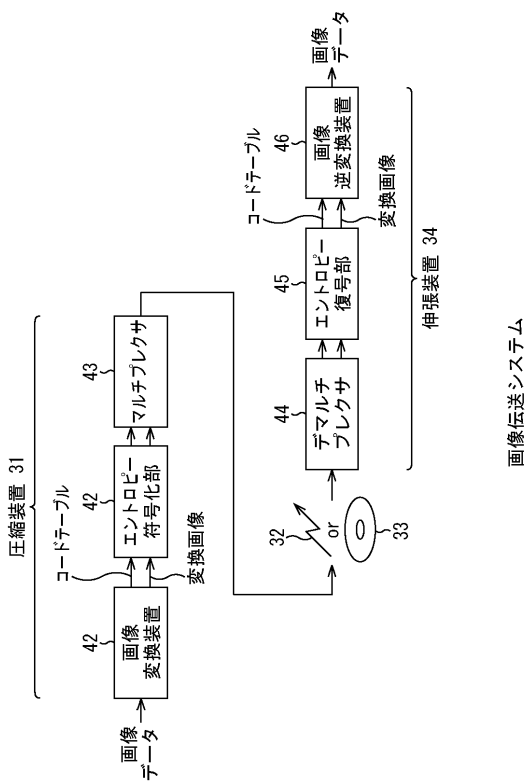
【図 1 0】



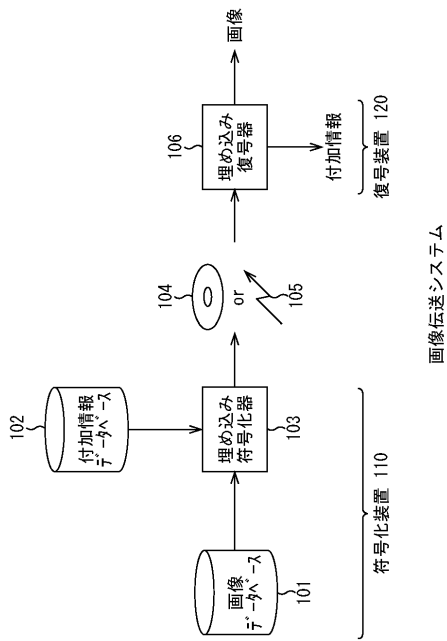
【図 1 1】



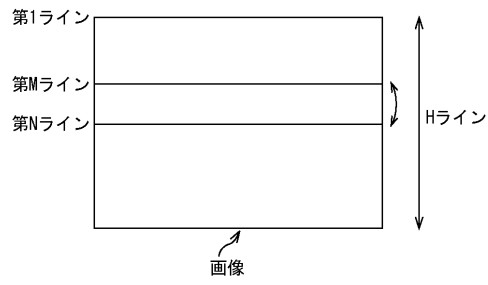
【図 1 2】



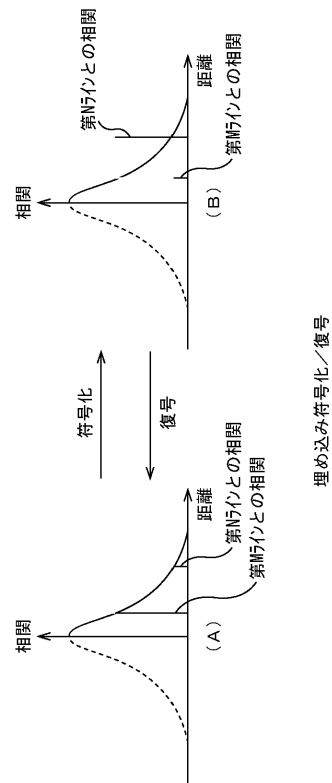
【図 1 3】



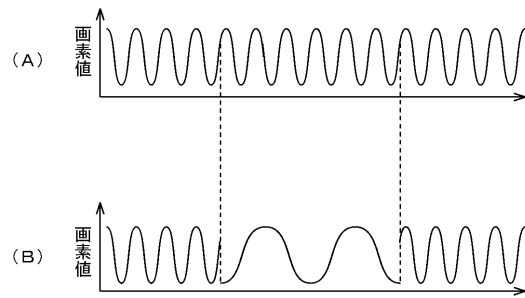
【図 14】



【図 15】

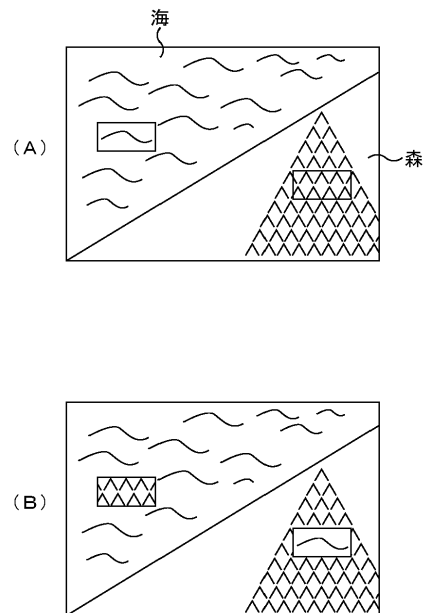


【図 16】



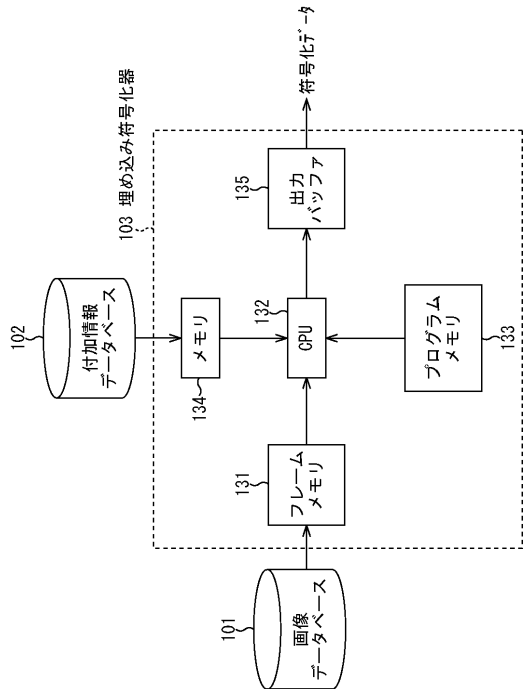
連続性の利用

【図 17】

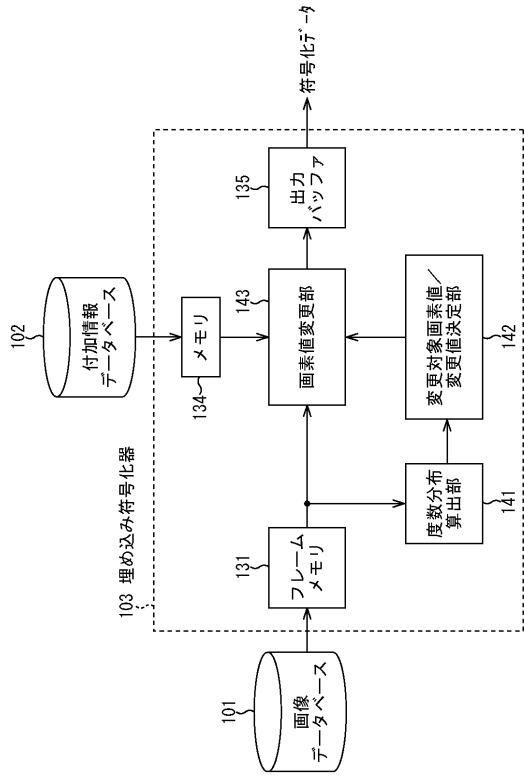




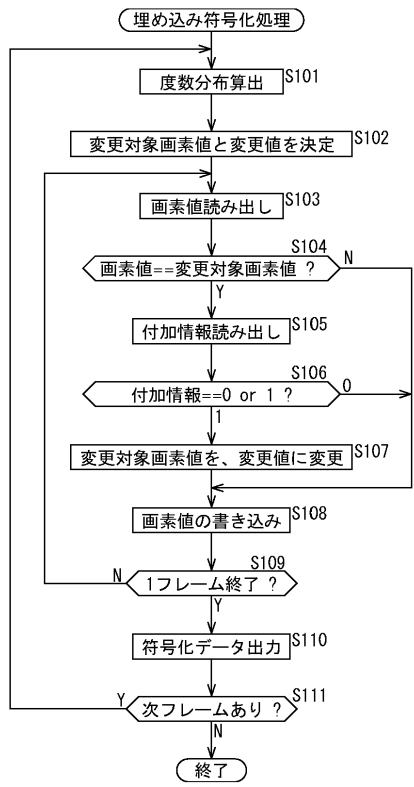
【図 18】



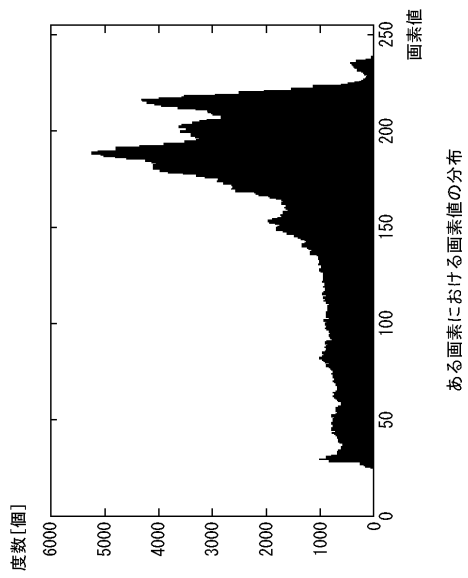
【図 19】



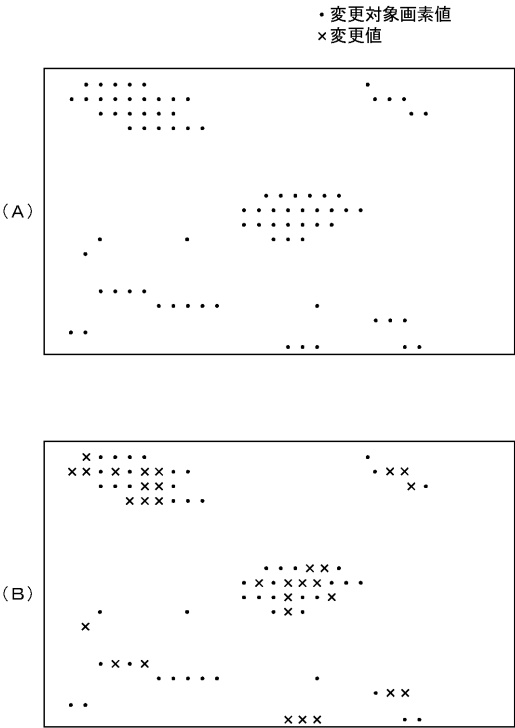
【図 20】



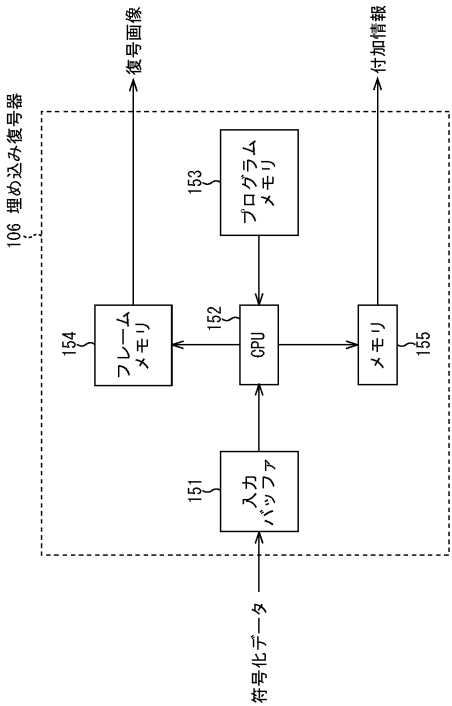
【図 21】



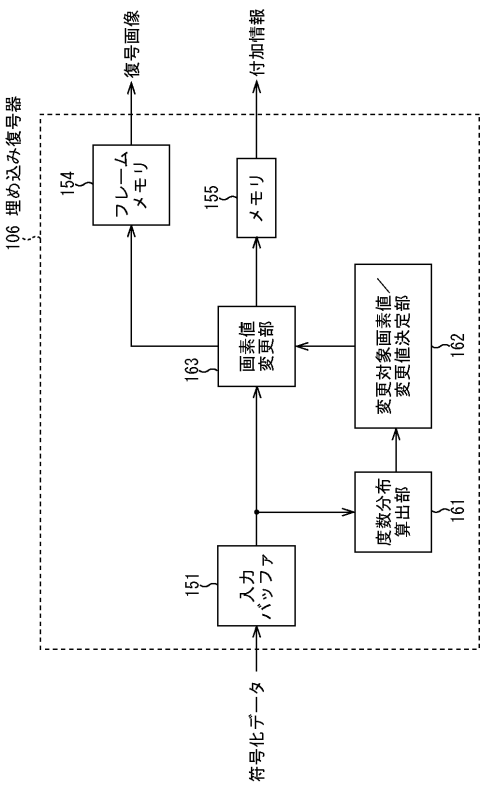
【図 2 2】



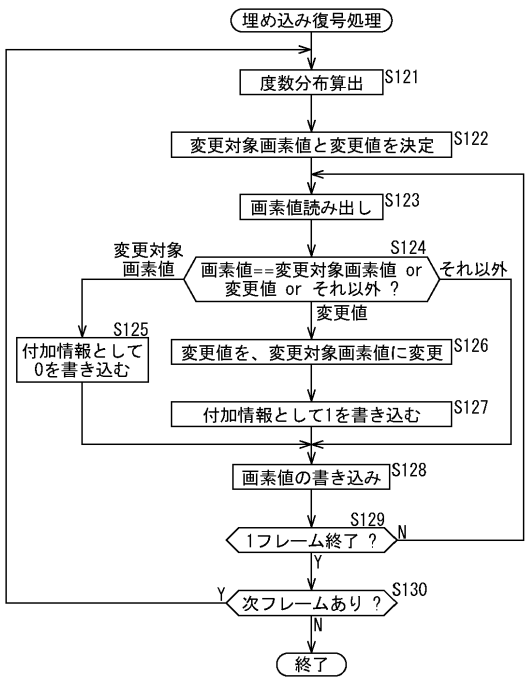
【図 2 3】



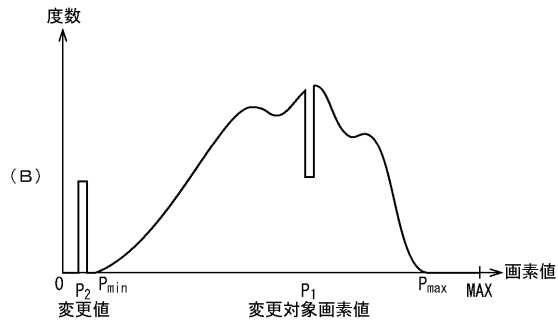
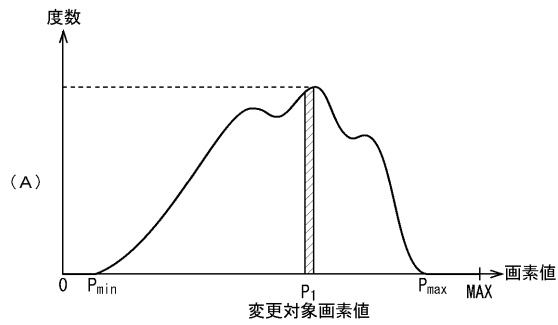
【図 2 4】



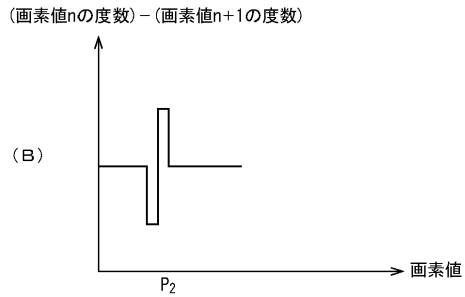
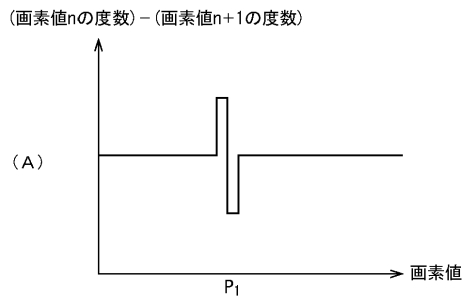
【図 2 5】



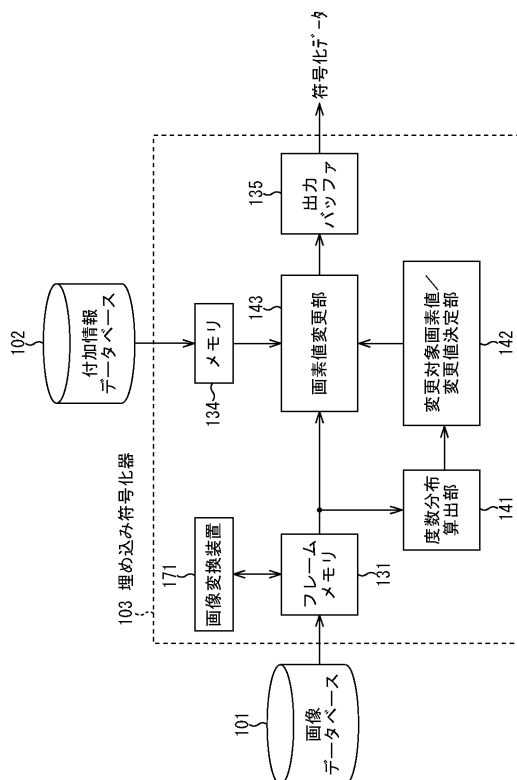
【図 26】



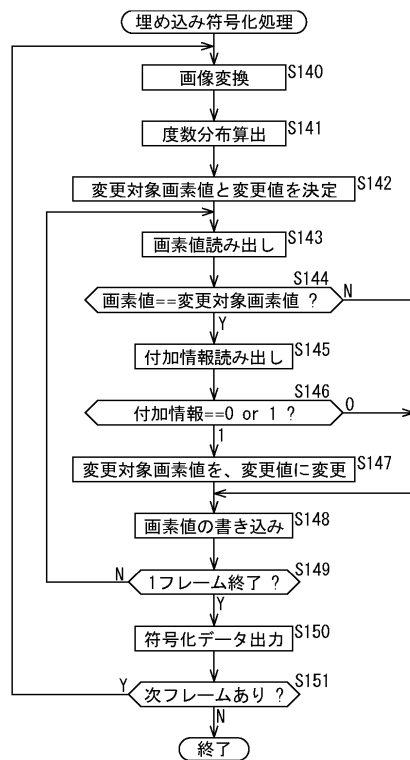
【図 27】



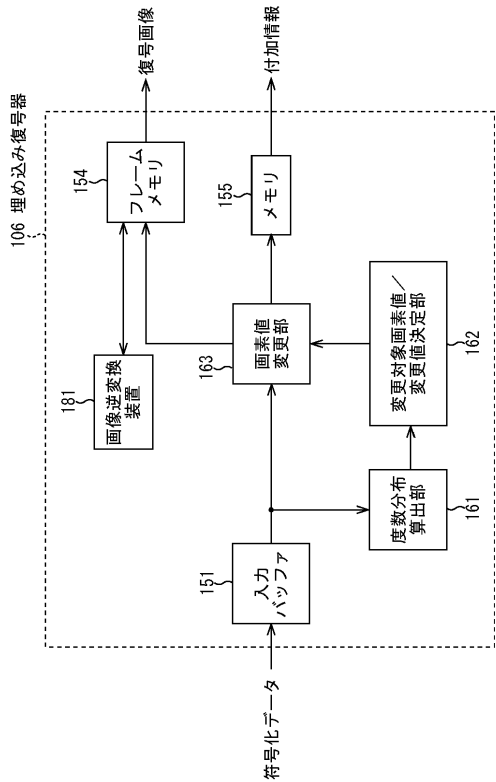
【図 28】



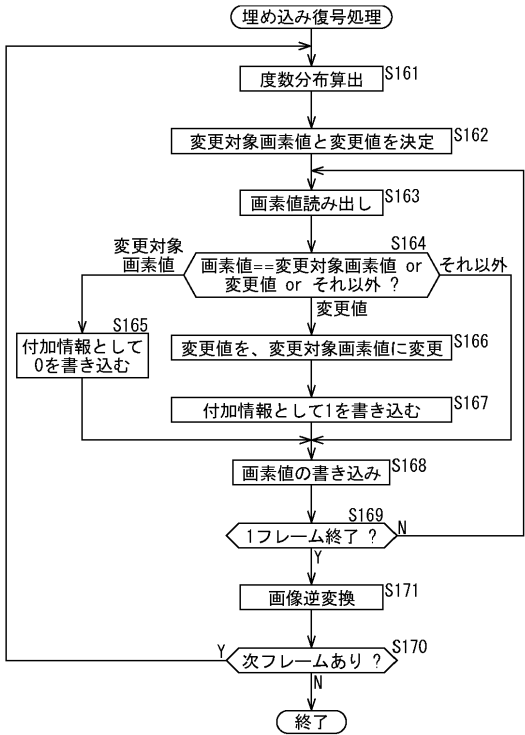
【図 29】



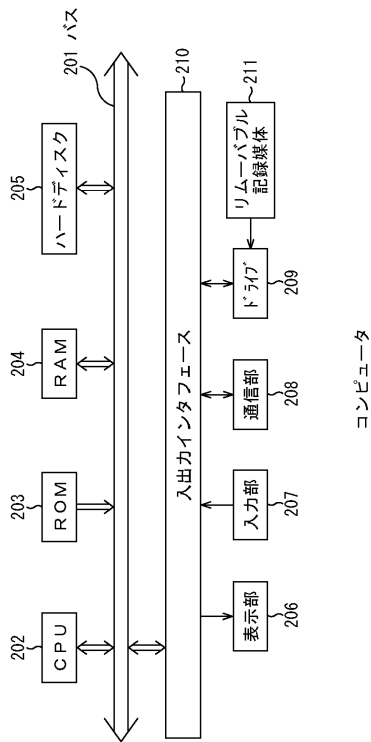
【図 30】



【図 31】



【図 32】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 1 1 6 2 6 3 ( J P , A )  
特開昭 5 7 - 1 8 3 1 7 9 ( J P , A )  
特開平 0 4 - 2 6 6 2 6 6 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 3 3 6 4 6 3 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 2 7 4 1 7 1 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04N 1/419