

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/013920 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 19/90 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027258

(22) 国際出願日: 2020年7月13日(13.07.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 杉本志織 (SUGIMOTO Shiori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 黒

住 隆行 (KUROZUMI Takayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 木全 英明 (KIMATA Hideaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

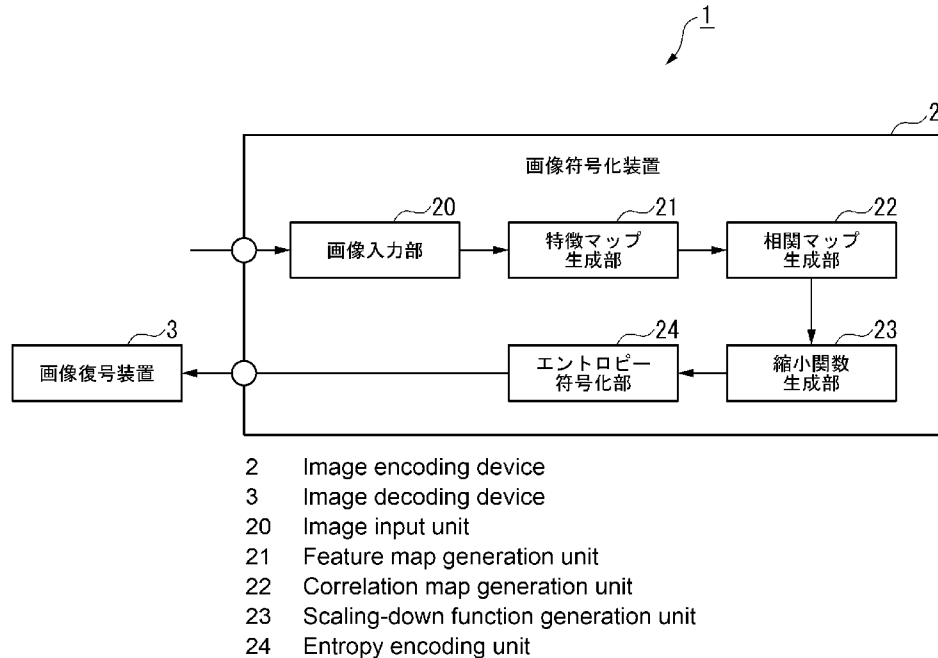
(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: IMAGE ENCODING METHOD, IMAGE ENCODING DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像符号化方法、画像符号化装置及びプログラム

[図1]



(57) Abstract: An image encoding method according to the present invention, which is to be implemented by an image encoding device, comprises: a feature map generation step of generating, in mutually different resolutions, a first feature map representative of a feature of a to-be-encoded image that is to be encoded and a second feature map representative of a feature of the to-be-encoded image; a correlation map generation step of generating a correlation map representative of a distribution of correlation between the first feature map and the second feature map; a scaling-down function generation

[続葉有]



HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

step of generating, on the basis of the correlation map, a scaling-down function that is a function to be used for a pre-determined image scaling-down processing in a decoding process; and an encoding step of executing an encoding process for the scaling-down function, thereby outputting a result of the encoding process.

(57) 要約: 画像符号化方法は、画像符号化装置が実行する画像符号化方法であって、符号化の対象とされた画像である符号化対象画像の特徴を表す第1特徴マップと符号化対象画像の特徴を表す第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する特徴マップ生成ステップと、第1特徴マップと第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する相関マップ生成ステップと、復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮小関数を、相関マップに基づいて生成する縮小関数生成ステップと、縮小関数に対して符号化処理を実行し、符号化処理の結果を出力する符号化ステップとを含む。

明 細 書

発明の名称：画像符号化方法、画像符号化装置及びプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、画像符号化方法、画像符号化装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 画像の圧縮符号化では、離散コサイン変換（DCT）、離散サイン変換（DST）又はウェーブレット変換によって画像領域（空間領域）から周波数領域への直交変換が実行された後で、エントロピー符号化が実行される場合がある。このような場合、変換基底の次元と画像の次元とが同一であるため、変換の前後で情報量が削減されないが、変換によってデータの分布が偏ることで、エントロピー符号化によって符号化効率が向上する。また、このような場合、主観的な画像品質への寄与率が低い高周波成分が粗く量子化されることによって、情報量を更に削減することが可能である。

[0003] 動画画像符号化では、圧縮率をより向上させるために、処理単位のブロックに画像が分割される。画像の空間的及び時間的な連続性を利用して、被写体の画像信号がブロックごとに空間的及び時間的に予測されることによって、予測残差信号がブロックごとに生成される。その予測方法を示す予測情報と、予測残差信号が変換及び量子化が実行された結果とが符号化されることによって、画像信号そのものが符号化される場合と比較して、符号化効率は大幅に向上する。

[0004] 静止画の標準規格であるJPEGと、動画画像符号化の標準規格である「H. 264/AVC」及び「H. 265/HEVC」とでは、DCT及びDSTの係数を量子化する際に用いられる量子化パラメータ（Quantization Parameter：QP）が調整されることによって、発生符号量が制御される。一方、量子化パラメータが大きくなることによって画像の高周波成分が欠落するので、画像品質が低下する。また、ブロックの境界に発生するブロック歪みが、画像品質に影響を与える。

- [0005] フラクタル圧縮を用いる符号化（以下「フラクタル圧縮符号化」という。）では、画像が自己相似性を持つと仮定される。すなわち、画像の各部分領域が他の部分領域の縮小結果を用いて近似可能であると仮定される。フラクタル圧縮符号化では、この仮定に基づいて、復号処理において所定の画像（初期画像）の縮小処理に用いられる関数（以下「縮小関数」という。）が、原画像及び変換係数が符号化される代わりに符号化される（非特許文献 1 参照）。
- [0006] フラクタル圧縮符号化に対する復号処理では、任意の画像に対して縮小関数が繰り返し適用されることによって、原画像が復号される。このような復号処理は、コラージュ定理に基づいている。コラージュ定理とは、原画像の縮小画像から生成されたコラージュが原画像を良好に近似している場合には、任意の画像から同様に生成されたコラージュに対して縮小関数が繰り返し適用されることによってそのコラージュが原画像を良好に近似するようになる、という定理である。
- [0007] フラクタル圧縮符号化では、予測及び変換に基づく画像符号化の符号量と比較して、ごく少ない符号量で画像を表現可能である。またフラクタル圧縮符号化では、任意の解像度（スケール）の復号画像を劣化なく生成可能であるという特性がある。
- [0008] フラクタル圧縮符号化では、符号化の対象とされた画像（以下「符号化対象画像」という。）を分割するブロックごとに、縮小関数が導出される。平行移動と回転とスケールとをパラメータに持つアフィン変換が、縮小関数の形式として多く用いられる。ここで、符号化対象画像に対して解像度が変更された画像（スケーリング画像）と符号化対象画像との間でブロックごとのマッチング（ブロックマッチング）が実行されることによって、アフィン変換のパラメータが導出される場合がある。
- [0009] ブロックマッチングのコスト関数として平均二乗誤差（Mean Square Error : MSE）が用いられことによって、ピクセル同士の誤差を最小化する対応領域が導出される。十分な探索が実行されることによって、単純なアフィン変

換を用いて縮小関数が表現される。しかしながら、取りうるパラメータの組み合わせが膨大であるために、演算コストは著しく高い。

[0010] 画像の部分領域同士の対応関係を導出するためのマッチング方法として、ブロックマッチング以外の方法では、特徴点マッチングがある。特徴点マッチングとして、例えば、S I F T (Scale-Invariant Feature Transform) と、S U R F (Speeded Up Robust Feature) とがある。例えば、オプティカルフローが検出される場合、又は、三次元形状が推定される場合に、異なる2枚の画像の間における対応点を導出する方法として特徴点マッチングが用いられる。

[0011] 特徴点マッチングでは、各画像における特徴的な点だけが、少数のキーポイントとして導出される。各キーポイントについて、画像の回転と解像度変化（スケール変化）とに対して不変な特徴量が、ガウシアンピラミッドに基づいて生成される。このような特徴量がキーポイント同士で比較されることによって、画像間の対応点が高速に導出される。

[0012] 同一の画像において検出されたキーポイント同士の特徴量が比較されることによって、同一の画像における部分領域同士の対応関係を導出することも可能である。しかしながら、同一の画像における全てのブロックに対応する箇所が導出される必要がある場合には、ブロックごとの特徴量と全画素の特徴量とが比較される必要がある。このため、特徴点マッチングに必要とされる演算量と、ブロックマッチングに必要とされる演算量との間の差は大きくない。

[0013] また、異なる2枚の画像の間における対応点を導出するための方法として、ディープニューラルネットワークが用いられる場合がある。例えば、F l o w N e t C (非特許文献2参照)と呼ばれる方法では、画像の特徴を抽出するニューラルネットワークによる特徴マップの抽出が符号化対象画像ごとに実行され、2個の特徴マップに基づいて相関マップが生成される。相関マップを入力されたニューラルネットワーク（フロー推定ネットワーク）を用いて、異なる2枚の画像のうちの一方の画像から他方の画像へのオプティカ

ルフローが導出される。

[0014] この方法では、異なる2枚の画像の間における画素同士の平行移動パラメータが高速に導出される。しかしながら、この方法は、大きさを持った領域についての解像度変化及び回転を伴う変換パラメータを、アフィン変換の変換パラメータのように導出する方法ではない。

[0015] また、同一の特徴マップ同士の相関の分布（マップ）は、移動量「0」の点において必ずピークとなる。したがって、オプティカルフローを抽出するネットワークが出力する全てのフローの値は0となる。このため、オプティカルフローを抽出するニューラルネットワークは、自己相似性の検出には使用できない。

先行技術文献

非特許文献

[0016] 非特許文献1: A.E.Jacquin, "Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations," IEEE Transactions on Image Processing, vol.1, no.1, pp.18-30, Jan 1992.

非特許文献2: Philipp Fischer, et al., "FlowNet: Learning Optical Flow with Convolutional Networks," arXiv:1504.06852v2 [cs.CV], 4 May 2015.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] フラクタル圧縮符号化では、復号に必要とされる演算量は、時間に対して線形である。これに対して、符号化に必要とされる演算量は、復号に必要とされる演算量と比較して多い。符号化に必要とされる演算量が多い理由は、画像における部分領域に対応する他の部分領域が探索される際に、縮小関数の各パラメータ（位置パラメータ、回転パラメータ及び縮小率パラメータ）の組み合わせが膨大になるからである。このため、探索領域及び回転角度が制限される場合がある。また、縮小率が固定される場合がある。しかしながら、そのような制限下では、符号化対象画像が適切に近似可能である場合が

少なく、高画質の符号化をフラクタル圧縮符号化によって達成することは難しい。

[0018] また、フラクタル圧縮符号化以外の画像符号化方式では、符号量と画質とのバランスを最適化するために、「レート歪み」(Rate-Distortion Optimization)の最適化(以下「RD最適化」という。)の処理が実行される。しかしながら、フラクタル圧縮符号化では、RD最適化は困難である。

[0019] 一般に、フラクタル圧縮符号化以外の画像符号化方式の予測符号化処理では、部分領域が他の部分領域から参照されることによって、符号化対象画像が復号される。復号された部分領域の品質が、その復号された部分領域を参照する他の部分領域の復号品質(画質)に影響する。このため、部分領域が順番に復号されることを前提として、既に復号された部分領域のみが、他の部分領域から参照可能とされている。また、符号化処理でも、復号された画像に基づいて参照領域が決定される。このため、符号量との兼ね合いで、各部分領域の画質をコントロールすることが可能である。

[0020] これに対して、フラクタル圧縮符号化では、符号化対象画像における全ての部分領域に対して、繰り返し処理による復号が同時に実行される。このため、全ての部分領域のうちの一部の部分領域だけを先に復号することができない。したがって、RD最適化が実行される場合には、部分領域ごとではなく、符号化対象画像の全ての部分領域に対して、縮小関数が同時に決定される必要がある。

[0021] このように、フラクタル圧縮符号化の演算量を抑えた上で画質を向上させることができない場合があった。

[0022] 上記事情に鑑み、本発明は、フラクタル圧縮符号化の演算量を抑えた上で画質を向上させることが可能である画像符号化方法、画像符号化装置及びプログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0023] 本発明の一態様は、画像符号化装置が実行する画像符号化方法であって、符号化の対象とされた画像である符号化対象画像の特徴を表す第1特徴マッ

プと前記符号化対象画像の特徴を表す第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する特徴マップ生成ステップと、前記第1特徴マップと前記第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する相関マップ生成ステップと、復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮小関数を、前記相関マップに基づいて生成する縮小関数生成ステップと、前記縮小関数に対して符号化処理を実行する符号化ステップとを含む画像符号化方法である。

[0024] 本発明の一態様は、符号化の対象とされた画像である符号化対象画像の特徴を表す第1特徴マップと前記符号化対象画像の特徴を表す第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する特徴マップ生成部と、前記第1特徴マップと前記第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する相関マップ生成部と、復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮小関数を、前記相関マップに基づいて生成する縮小関数生成部と、前記縮小関数に対して符号化処理を実行する符号化部とを備える画像符号化装置である。

[0025] 本発明の一態様は、上記の画像符号化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である。

発明の効果

[0026] 本発明により、フラクタル圧縮符号化の演算量を抑えた上で画質を向上させることが可能である。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]画像処理システムの構成例を示す図である。

[図2]画像符号化装置の動作例を示すフローチャートである。

[図3]画像符号化装置のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、画像処理システム1の構成例を示す図である。画像処理システム1は、画像符号化装置2と、画像復号装置3とを備える。画像符号化装置2

は、画像を符号化する装置である。画像復号装置 3 は、画像を復号する装置である。

[0029] 画像符号化装置 2 は、画像入力部 20 と、特徴マップ生成部 21 と、相関マップ生成部 22 と、縮小関数生成部 23 と、エントロピー符号化部 24 とを備える。特徴マップ生成部 21 と縮小関数生成部 23 とは、機械学習の手法を用いて学習したニューラルネットワークを備える。画像復号装置 3 は、ニューラルネットワークと、機械学習の手法に用いられる辞書とを備えてもよい。

[0030] 次に、画像符号化装置 2 について説明する。

画像入力部 20 は、符号化対象画像を入力として取得する。画像入力部 20 は、符号化対象画像を特徴マップ生成部 21 に出力する。

[0031] 以下、符号化対象画像の特徴を表す 1 個以上の特徴マップの第 1 集合を「第 1 特徴マップ」という。以下、符号化対象画像の特徴を表す 1 個以上の特徴マップの第 2 集合を「第 2 特徴マップ」という。

[0032] 特徴マップ生成部 21 は、符号化対象画像に基づいて、第 1 特徴マップと第 2 特徴マップとを生成する。特徴マップ生成部 21 は、第 1 特徴マップと第 2 特徴マップとを、相関マップ生成部 22 に出力する。

[0033] 第 1 特徴マップのスケールは、第 2 特徴マップのスケールとは異なる。例えば、第 1 特徴マップと第 2 特徴マップとのうちの一方が等倍スケール（オリジナルの解像度）であり、他方が「 $1/2$ 」スケールである。

[0034] 第 1 特徴マップは、複数のスケールの特徴マップを含んでもよい。同様に、第 2 特徴マップは、複数のスケールの特徴マップを含んでもよい。例えば、第 1 特徴マップと第 2 特徴マップとのうちの一方が等倍スケールの特徴マップと「 $1/2$ 」スケールの特徴マップとを含み、他方が「 $1/3$ 」スケールの特徴マップと「 $1/5$ 」スケールの特徴マップとを含んでもよい。

[0035] 特徴マップ生成部 21 が特徴マップを生成する方法は、特定の方法に限定されない。例えば、特徴マップ生成部 21 は、符号化対象画像に対して様々なフィルタリング処理を実行し、フィルタリング処理の結果に対してサンパ

リング処理を実行した結果として得られたサンプルの集合を特徴マップとしてもよい。

[0036] ここで、第2特徴マップのサンプリング密度は、第1特徴マップのサンプリング密度よりも粗い密度に設定されてもよい。このような設定の下で、第1特徴マップと第2特徴マップとに対して、互いに独立にサンプリング処理が実行される。なお、特徴マップ生成部21は、第1特徴マップに対してサンプリング処理を実行し、このサンプリング処理を実行した結果を第2特徴マップとしてもよい。

[0037] 特徴マップ生成部21は、例えば、1個のニューラルネットワークを備える。ここで、特徴マップ生成部21は、第1特徴マップをニューラルネットワークの第1の中間層から生成し、第2特徴マップをそのニューラルネットワークの第2の中間層から生成してもよい。

[0038] 特徴マップ生成部21は、複数のニューラルネットワークを備えてもよい。例えば、特徴マップ生成部21は、第1のニューラルネットワークを用いて第1特徴マップを生成し、第2のニューラルネットワークを用いて第2特徴マップを生成してもよい。

[0039] 相関マップ生成部22は、第1特徴マップと第2特徴マップとに基づいて、相関マップを生成する。相関マップ生成部22は、相関マップを縮小関数生成部23に出力する。相関マップ生成部22が相関マップを生成する方法は、特定の方法に限定されない。

[0040] 例えば、相関マップ生成部22は、第1特徴マップの行列と第2特徴マップの行列とを用いる演算を実行し、実行した結果を相関マップとしてもよい。

[0041] 例えば、相関マップ生成部22は、第1特徴マップと第2特徴マップとが入力されたニューラルネットワークの出力を、相関マップとしてもよい。

[0042] 例えば、相関マップ生成部22は、第1特徴マップ「 F_1 」と第2特徴マップ「 F_2 」との内積を、相関マップ「 C 」としてもよい。相関マップ「 C 」は、例えば、式(1)のように表される。

[0043] [数1]

$$C(x_1, x_2) = \sum_{o \in [-k, k] \times [-k, k]} \langle F_1(x_1 + o), F_2(x_2 + o) \rangle \quad \dots (1)$$

[0044] ここで、「k」は、任意のパッチサイズを表す。また、符号化対象画像「I」が「w×h」の2階のテンソルであり、第1特徴マップ「F₁」が「w'₁×h'₁×d」の3階のテンソルであり、第2特徴マップ「F₂」が「w'₂×h'₂×d」の3階のテンソルである場合、相関マップ「C」は「w'₁×h'₁×w'₂×h'₂」の4階のテンソルとなる。

[0045] 相関マップ「C」が第1特徴マップ「F₁」と第2特徴マップ「F₂」との内積である場合、第1特徴マップに含まれている特徴マップの枚数と、第2特徴マップに含まれている特徴マップの枚数とは等しい。

[0046] 縮小関数生成部23は、相関マップに基づいて、縮小関数を生成する。縮小関数生成部23は、相関マップをエントロピー符号化部24に出力する。縮小関数生成部23が縮小関数を生成する方法は、特定の生成方法に限定されない。

[0047] 例えば、縮小関数生成部23は、相関マップにおける相関のピークの位置に基づいて、相関マップの間における対応点の位置ずれ量及び位置ずれ方向と、各相関マップの解像度（スケール）と、相関マップの間における対応点の回転ずれ量及び回転方向とを推定する。縮小関数生成部23は、これらの推定結果に基づいて、縮小関数を生成してもよい。

[0048] 例えば、縮小関数生成部23は、ニューラルネットワーク等を用いる機械学習の手法を用いて、縮小関数を生成してもよい。このニューラルネットワークは、相関マップが入力されることによって、縮小関数（縮小関数を定義するためのパラメータ）を出力する。

[0049] 縮小関数を定義するためのパラメータは、特定のパラメータに限定されない。例えば、縮小関数を定義するためのパラメータは、アフィン変換の行列と、対応点の位置及び回転を表すベクトルと、サンプリングフィルタを表すパラメータと、輝度の変化を補正するためのパラメータとのいずれでもよい。

。

[0050] また、相関マップに基づいて生成される縮小関数は、複数の縮小関数の集合（縮小関数系）でもよい。例えば、縮小関数生成部 2 3 は、符号化対象画像を複数のブロックに分割し、ブロックごとに縮小関数を生成してもよい。例えば、縮小関数生成部 2 3 は、符号化対象画像において代表点（特徴的な点）を定め、代表点を中心とする部分領域ごとに縮小関数を生成してもよい。

。

[0051] エントロピー符号化部 2 4 は、縮小関数に対してエントロピー符号化を実行する。ここで、エントロピー符号化部 2 4 は、縮小関数と任意の付加情報とを符号化してもよい。例えば、付加情報は、画像を復号の際に用いられる初期化パラメータでもよいし、最適化パラメータでもよい。エントロピー符号化部 2 4 は、エントロピー符号化の結果を、画像復号装置 3 に出力する。エントロピー符号化部 2 4 は、エントロピー符号化の結果を、記憶装置に記録してもよい。

[0052] 次に、画像復号装置 3 について説明する。

画像復号装置 3 は、エントロピー符号化の結果を、エントロピー符号化部 2 4 から取得する。画像復号装置 3 が実行する復号処理は、エントロピー符号化における特定の復号処理に限定されない。例えば、画像復号装置 3 は、一般的なフラクタル圧縮の復号処理を実行する。すなわち、画像復号装置 3 は、エントロピー符号化された縮小関数に対してエントロピー復号を実行することによって、復号された縮小関数（以下「復号縮小関数」という。）を生成する。画像復号装置 3 は、復号縮小関数を用いて、エントロピー符号化された符号化対象画像に対して復号処理を実行することによって、符号化対象画像を復号する。

[0053] 画像復号装置 3 は、予め定められた画像（初期画像）に対して復号縮小関数を用いて、初期画像を第 1 の復号画像に変換する。画像復号装置 3 は、第 1 の復号画像に対して復号縮小関数を用いて、第 1 の復号画像を第 2 の復号画像に変換する。このような変換を繰り返すことによって、画像復号装置 3

は、最終的な復号画像を生成する。

[0054] 次に、特徴マップ生成部 2 1 が特徴マップを生成する方法の例と、縮小関数生成部 2 3 が縮小関数を生成する方法の例とを説明する。

[0055] 特徴マップ生成部 2 1 と縮小関数生成部 2 3 とは、ニューラルネットワークをそれぞれ備える。特徴マップ生成部 2 1 と縮小関数生成部 2 3 とは、式 (2) を満たすように学習処理を実行する。

[0056] [数2]

$$M, F = \arg \min_{M, F} \left| R \left(F \left(C \left(M \left(I_{org} \right) \right) \right), I_0 \right) - I_{org} \right|_2^2 \quad \dots (2)$$

[0057] ここで、「 I_{org} 」は、符号化対象画像を表す。「 M 」は、特徴マップ生成部 2 1 のニューラルネットワークを表す。「 $M(I_{org})$ 」は、特徴マップ生成部 2 1 のニューラルネットワークの出力（特徴マップ）を表す。「 C 」は、相関マップ生成部 2 2 のニューラルネットワークを表す。「 $C()$ 」は、相関マップ生成部 2 2 のニューラルネットワークの出力（相関マップ）を表す。「 F 」は、縮小関数生成部 2 3 のニューラルネットワークを表す。「 $F()$ 」は、縮小関数生成部 2 3 のニューラルネットワークの出力（縮小関数系）を表す。「 R 」は、画像復号装置 3 の復号器を表す。「 $R()$ 」は、画像復号装置 3 の復号器の出力（最終的な復号画像）を表す。「 I_0 」は、予め定められた画像（初期画像）を表す。

[0058] すなわち、特徴マップ生成部 2 1 と縮小関数生成部 2 3 とは、符号化対象画像「 I_{org} 」に対する最終的な復号画像「 $R()$ 」の誤差（例えば、自乗誤差）を最小化するように、ニューラルネットワークのパラメータを更新する。

[0059] 式 (2) には、正則化項が追加されてもよい。また、式 (2) には、縮小関数のパラメータの符号量が、損失として追加されてもよい。

[0060] 特徴マップ生成部 2 1 と縮小関数生成部 2 3 とは、自乗誤差を使用する代わりに所定の画質評価指標を使用して、ニューラルネットワークのパラメータを更新してもよい。特徴マップ生成部 2 1 と縮小関数生成部 2 3 とは、所

定の画像生成問題で使用する他の評価指標を使用して、ニューラルネットワークのパラメータを更新してもよい。特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23とは、例えば、低次元（低解像度）の画像における各特徴量の誤差を使用して、ニューラルネットワークのパラメータを更新してもよい。

[0061] 特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23とは、例えば、特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23との各ニューラルネットワークと、敵対的生成ネットワークとしての画像識別ネットワークとを、同時に学習してもよい。これによって、特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23とは、従来のマッチング探索では不可能である知覚品質の最大化を実現することが可能である。

[0062] また、特徴マップ生成部21と相関マップ生成部22は、符号化対象の入力前に学習処理（事前学習）を実行してもよいし、符号化対象の入力ごとに学習処理（再学習）を実行してもよい。例えば、特徴マップ生成部21と相関マップ生成部22は、式（1）のように事前学習を実行し、パラメータの符号量に関する損失を符号化対象画像ごとに式（1）に追加する再学習を実行してもよい。これによって、RD最適化を実現することが可能である。

[0063] また、特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23とは、学習処理を同時に実行してもよいし、互いに異なる時刻に学習処理を実行してもよい。例えば、画像復号装置3がニューラルネットワークを備えている場合には、特徴マップ生成部21と縮小関数生成部23と画像復号装置3とは、学習処理を同時に実行してもよい。

[0064] 次に、画像符号化装置2の動作例を説明する。

図2は、画像符号化装置2の動作例を示すフローチャートである。画像入力部20は、符号化対象画像を出力する（ステップS101）。特徴マップ生成部21は、符号化対象画像に基づいて、第1特徴マップと第2特徴マップとを生成する（ステップS102）。相関マップ生成部22は、第1特徴マップと第2特徴マップとに基づいて、相関マップを生成する（ステップS103）。

- [0065] 縮小関数生成部23は、相関マップに基づいて、縮小関数を生成する（ステップS104）。エントロピー符号化部24（符号化部）は、縮小関数に対して符号化処理を実行する（ステップS105）。エントロピー符号化部24は、符号化の結果を出力する（ステップS106）。
- [0066] 以上のように、特徴マップ生成部21は、第1特徴マップと第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する。相関マップ生成部22は、第1特徴マップと第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する。縮小関数生成部23は、画像復号装置3によって実行される復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮小関数を、相関マップに基づいて生成する。エントロピー符号化部24は、縮小関数に対して符号化処理を実行する。
- [0067] このように、画像符号化装置2は、解像度（スケール）の異なる2個の特徴マップを、1枚の符号化対象画像に基づいて導出する。画像符号化装置2は、解像度の異なる2個の特徴マップの間の相関マップを生成する。解像度の異なる2個の特徴マップの間の相関マップでは、移動量「0」の点において相関がピークとならないので、符号化対象画像内の自己相似性の検出に相関マップを使用することができる。画像符号化装置2は、相関マップ（符号化対象画像内の自己相似性の検出結果）に基づいて、縮小関数系を生成する。
- [0068] これによって、フラクタル圧縮符号化の演算量を抑えた上で画質を向上させることが可能である。すなわち、符号化に必要とされる演算量を抑えた上で、高効率のフラクタル圧縮符号化を実現し、かつ、RD最適化を実現することが可能である。
- [0069] 縮小関数生成部23は、相関マップにおける相関のピークの位置に基づいて、相関マップの間における対応点の位置ずれ量及び位置ずれ方向と、各相関マップの解像度と、相関マップの間における対応点の回転ずれ量及び回転方向とを推定してもよい。縮小関数生成部23は、推定結果に基づいて縮小関数を生成してもよい。縮小関数生成部23は、ニューラルネットワークを

備えてもよい。縮小関数生成部23のニューラルネットワークは、相関マップを入力として、縮小関数を生成してもよい。

[0070] 図3は、画像符号化装置2のハードウェア構成例を示す図である。画像符号化装置2の各機能部のうちの一部又は全部は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサ200が、不揮発性の記録媒体（非一時的な記録媒体）を有する記憶装置201とメモリ202とに記憶されたプログラムを実行することにより、ソフトウェアとして実現される。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置などの非一時的な記録媒体である。表示部203は、例えば、復号された画像を表示する。

[0071] 画像符号化装置2の各機能部の一部又は全部は、例えば、LSI (Large Scale Integration circuit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device) 又はFPGA (Field Programmable Gate Array) 等を用いた電子回路 (electronic circuit又はcircuitry) を含むハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0072] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明は、画像を符号化する装置に適用可能である。

符号の説明

[0074] 1…画像処理システム、2…画像符号化装置、3…画像復号装置、20…画像入力部、21…特徴マップ生成部、22…相関マップ生成部、23…縮小関数生成部、24…エントロピー符号化部、200…プロセッサ、201…記憶装置、202…メモリ、203…表示部

請求の範囲

[請求項1]

画像符号化装置が実行する画像符号化方法であって、
符号化の対象とされた画像である符号化対象画像の特徴を表す第1特徴マップと前記符号化対象画像の特徴を表す第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する特徴マップ生成ステップと、
前記第1特徴マップと前記第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する相関マップ生成ステップと、
復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮小関数を、前記相関マップに基づいて生成する縮小関数生成ステップと、
前記縮小関数に対して符号化処理を実行する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

[請求項2]

前記縮小関数生成ステップでは、前記相関マップにおける相関のピーク的位置に基づいて、前記相関マップの間における対応点の位置ずれ量及び位置ずれ方向と、各前記相関マップの解像度と、前記相関マップの間における対応点の回転ずれ量及び回転方向とを推定し、推定結果に基づいて前記縮小関数を生成する、
請求項1に記載の画像符号化方法。

[請求項3]

前記画像符号化装置は、ニューラルネットワークを備え、
前記縮小関数生成ステップでは、前記ニューラルネットワークは、前記相関マップを入力として、前記縮小関数を生成する、
請求項1に記載の画像符号化方法。

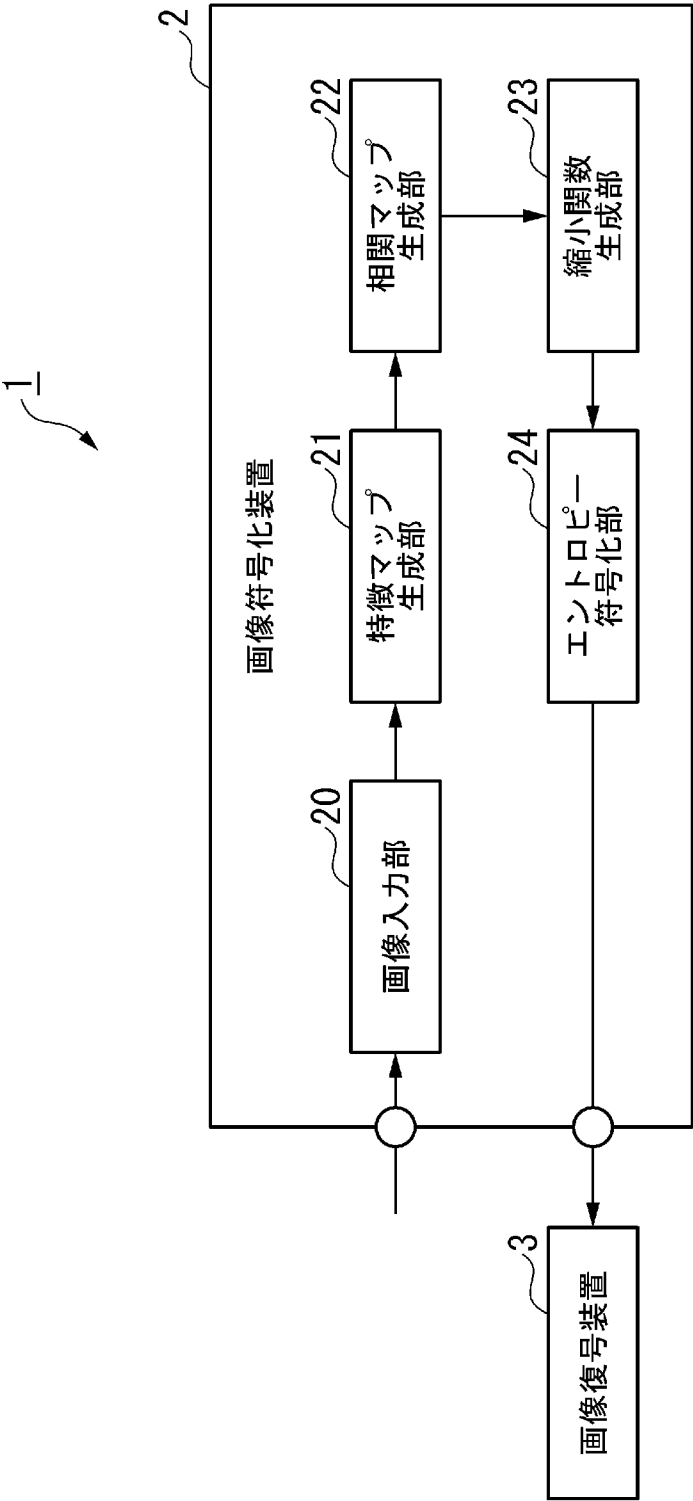
[請求項4]

符号化の対象とされた画像である符号化対象画像の特徴を表す第1特徴マップと前記符号化対象画像の特徴を表す第2特徴マップとを、互いに異なる解像度で生成する特徴マップ生成部と、
前記第1特徴マップと前記第2特徴マップとの間の相関の分布を表す相関マップを生成する相関マップ生成部と、
復号処理において所定の画像の縮小処理に用いられる関数である縮

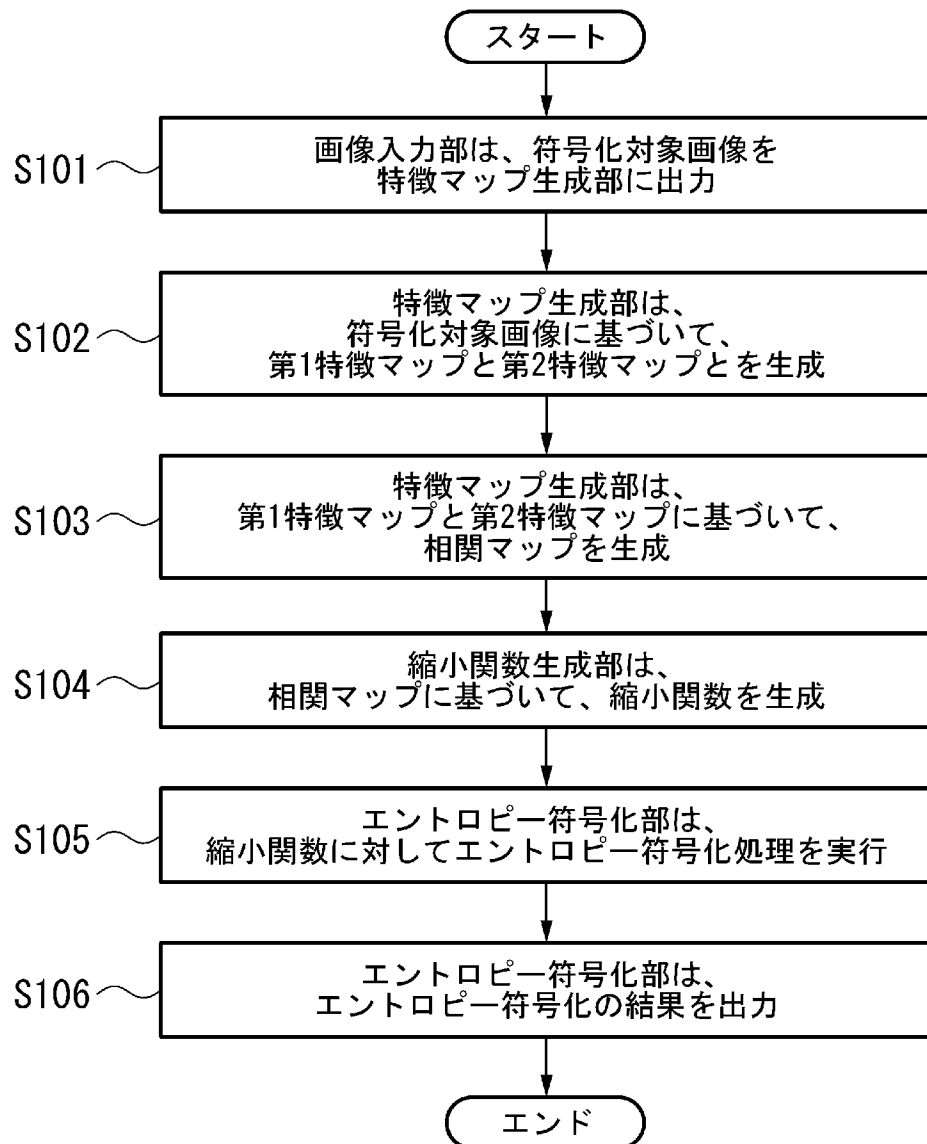
小関数を、前記相関マップに基づいて生成する縮小関数生成部と、
前記縮小関数に対して符号化処理を実行する符号化部と
を備える画像符号化装置。

[請求項5] 請求項4に記載の画像符号化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。

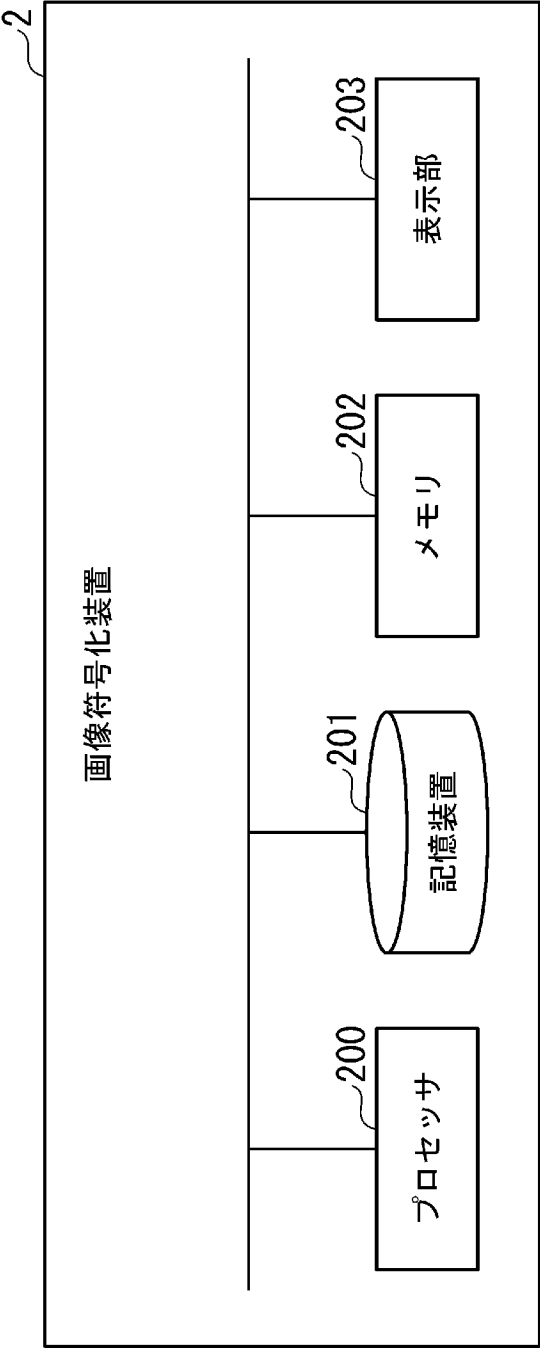
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04N19/90 (2014.01) i
FI: H04N19/90 200

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04N19/00-19/98

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore & Keywords: fractal, neural network, feature map

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-238339 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 09 September 1997, entire text	1-5
A	JP 2003-153275 A (SONY CORP.) 23 May 2003, entire text	1-5
A	DISTASI, Riccardo et al. A range/domain approximation error-based approach for fractal image compression, IEEE Transactions on Image Processing, 12 December 2005, vol. 15, issue 1, pp. 89-97, <DOI: 10.1109/TIP.2005.860334>, entire text	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.11.2020

Date of mailing of the international search report
01.12.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027258

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GUO, Jianwei and SUN, Jinguang, An Image Compression Method of Fractal Based on GSOFM Network, 2008 Congress on Image and Signal Processing, 16 July 2008, pp. 421-425, <DOI: 10.1109/CISP.2008.683>, entire text	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/027258

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 9-238339 A	09.09.1997	(Family: none)	
JP 2003-153275 A	23.05.2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 19/90(2014.01)i FI: H04N19/90 200														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04N19/00-19/98 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） IEEE Xplore & Keywords: fractal, neural network, feature map			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 9-238339 A (オリンパス光学工業株式会社) 09.09.1997 (1997-09-09) 全文	1-5												
A	JP 2003-153275 A (ソニー株式会社) 23.05.2003 (2003-05-23) 全文	1-5												
A	DISTASI, Riccardo et al., A range/domain approximation error-based approach for fractal image compression, IEEE Transactions on Image Processing, 2005.12.12, Volume: 15, Issue: 1, pp. 89-97, <DOI: 10.1109/TIP.2005.860334> 全文	1-5												
A	GUO, Jianwei and SUN, Jinguang, An Image Compression Method of Fractal Based on GSOFM Network, 2008 Congress on Image and Signal Processing, 2008.07.16, pp. 421-425, <DOI: 10.1109/CISP.2008.683> 全文	1-5												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 19.11.2020	国際調査報告の発送日 01.12.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鉢呂 健 5C 1213 電話番号 03-3581-1101 内線 3539													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/027258

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	9-238339	A	09.09.1997	(ファミリーなし)	
JP	2003-153275	A	23.05.2003	(ファミリーなし)	