

(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
2019年6月6日(06.06.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/107182 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 19/117 (2014.01) H04N 19/176 (2014.01)
H04N 19/167 (2014.01) H04N 19/82 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/042428
- (22) 国際出願日: 2018年11月16日(16.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-232061 2017年12月1日(01.12.2017) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川合 拓郎(KAWAI Takuro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式

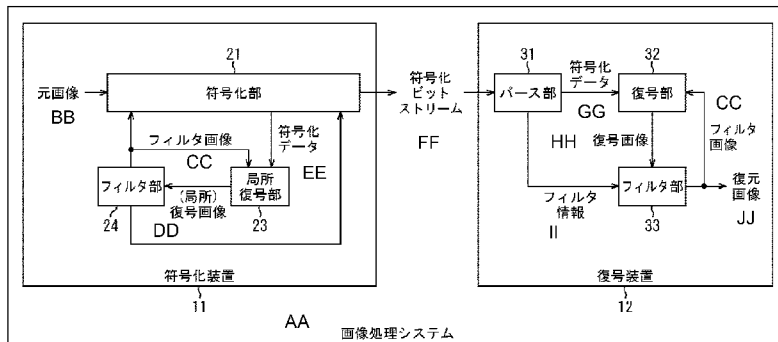
会社内 Tokyo (JP). 細川 健一郎(HOSOKAWA Kenichiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 森藤 孝文(MORIFUJI Takafumi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 池田 優(IKEDA Masaru); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 近藤 健治(KONDO Kenji); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 永野 隆浩(NAGANO Takahiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿プライムスクエア9階 Tokyo (JP).

(54) Title: ENCODING DEVICE, ENCODING METHOD, DECODING DEVICE, AND DECODING METHOD

(54) 発明の名称: 符号化装置、符号化方法、復号装置、及び、復号方法

[図8]
FIG. 8



- 11 Encoding device
- 12 Decoding device
- 21 Encoding unit
- 23 Local decoding unit
- 24, 33 Filter unit
- 31 Pass unit
- 32 Decoding unit
- AA Image processing system
- BB Original image
- CC Filtered image
- DD (Locally) decoded image
- EE Encoded data
- FF Encoded bitstream
- GG Encoded data
- HH Decoded image
- II Filtering information
- JJ Restored image

(57) Abstract: The present technology relates to an encoding device, an encoding method, a decoding device, and a decoding method which enable an image to be precisely restored. The encoding device performs, on a decoded image that is locally decoded, a product-sum calculation between prescribed tap coefficients and pixels of the decoded image, performs a filtering process which applies a prediction expression including higher order terms of second to higher orders, and generates a filtered image. In addition, the encoding device encodes an original image by using the filtered image. The decoding device decodes the encoded data included in an encoded bitstream by using the filtered image to generate a decoded image. In addition, the decoding device performs, on the decoded image, a filtering process which applies the prediction expression, and generates the filtered image. The present technology can be applied for when an image is encoded and decoded.

(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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 本技術は、画像を精度良く復元することができるようにする符号化装置、符号化方法、復号装置、及び、復号方法に関する。符号化装置は、局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成する。さらに、符号化装置は、そのフィルタ画像を用いて、元画像を符号化する。復号装置は、符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成する。さらに、復号装置は、復号画像に、予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成する。本技術は、画像の符号化及び復号を行う場合に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：

符号化装置、符号化方法、復号装置、及び、復号方法

技術分野

[0001] 本技術は、符号化装置、符号化方法、復号装置、及び、復号方法に関し、特に、例えば、画像を精度良く復元することができるようにする符号化装置、符号化方法、復号装置、及び、復号方法に関する。

背景技術

[0002] HEVC(High Efficiency Video Coding)の後継規格としてFVC(Future Video Coding)の標準化の開始に向けた作業が進められており、画像の符号化及び復号に用いるILF(In Loop Filter)として、デブロッキングフィルタ、適応オフセットフィルタに加えて、バイラテラルフィルタ(Bilateral Filter)、適応ループフィルタ(Adaptive Loop Filter)が検討されている（例えば、非特許文献1を参照）。

[0003] また、既存の適応ループフィルタの改善するフィルタとして、GALF(Geometry Adaptive Loop Filter)が提案されている（例えば、非特許文献2を参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM7), 2017-08-19

非特許文献2：Marta Karczewicz, Li Zhang, Wei-Jung Chien, Xiang Li, "Geometry transformation-based adaptive in-loop filter", IEEE Picture Coding Symposium (PCS), 2016.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 現在提案されている適応ループフィルタでは、画像において、符号化によ

り劣化した部分の復元の精度が十分ではなく、より復元の精度の高いインループフィルタの提案が要請されている。

[0006] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、画像を精度良く復元することができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本技術の復号装置は、符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成する復号部と、前記復号部により生成された前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、前記フィルタ画像を生成するフィルタ部とを備える復号装置である。

[0008] 本技術の復号方法は、符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成することと、前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、前記フィルタ画像を生成することを含む復号方法である。

[0009] 本技術の復号装置及び復号方法においては、符号化ビットストリームに含まれる符号化データが、フィルタ画像を用いて復号され、復号画像が生成される。また、前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理が行われ、前記フィルタ画像が生成される。

[0010] 本技術の符号化装置は、局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成するフィルタ部と、前記フィルタ部により生成された前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化する符号化部とを備える符号化装置である。

[0011] 本技術の符号化方法は、局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予

測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成することと、前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化することを含む符号化方法である。

[0012] 本技術の符号化装置及び符号化方法においては、局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理が行われ、フィルタ画像が生成される。そして、前記フィルタ画像を用いて、元画像が符号化される。

[0013] なお、符号化装置や復号装置は、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

[0014] また、符号化装置や復号装置は、コンピュータにプログラムを実行させることにより実現することができる。プログラムは、伝送媒体を介して伝送することにより、又は、記録媒体に記録して、提供することができる。

発明の効果

[0015] 本技術によれば、画像を精度良く復元することができる。

[0016] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]高次予測式を用いて、符号化されて復号された復号画像から、その復号画像に対する元画像を予測する予測処理としてのフィルタ処理の例を説明する図である。

[図2]全通り予測式における予測タップの数とタップ係数の数との関係を示す図である。

[図3]全通り予測式からの一部の項の選択の例を説明する図である。

[図4]全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンの例を説明する図である。

[図5]全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンの他の例を説明する図である。

[図6]全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンのさらに他の例を説明する図である。

[図7]高次予測式を構成するタップ係数の表現形式を説明する図である。

[図8]本技術を適用した画像処理システムの一実施の形態の概要を示すブロック図である。

[図9]フィルタ部24及び33の構成例の概要を示すブロック図である。

[図10]符号化装置11の符号化処理の概要を説明するフローチャートである。

[図11]復号装置12の復号処理の概要を説明するフローチャートである。

[図12]クラス分類予測処理を行う予測装置の第1の構成例を示すブロック図である。

[図13]係数取得部103に記憶されるタップ係数の学習を行う学習装置の構成例を示すブロック図である。

[図14]学習部113の構成例を示すブロック図である。

[図15]クラス分類予測処理を行う予測装置の第2の構成例を示すブロック図である。

[図16]係数取得部131に記憶される種係数を求める学習を行う学習装置の構成例を示すブロック図である。

[図17]学習部143の構成例を示すブロック図である。

[図18]符号化装置11の詳細な構成例を示すブロック図である。

[図19]ILF211の構成例を示すブロック図である。

[図20]学習装置231の構成例を示すブロック図である。

[図21]予測装置232の構成例を示すブロック図である。

[図22]符号化装置11の符号化処理の例を説明するフローチャートである。

[図23]予測符号化処理の例を説明するフローチャートである。

[図24]フィルタ処理の例を説明するフローチャートである。

[図25]復号装置12の詳細な構成例を示すブロック図である。

[図26]ILF306の構成例を示すブロック図である。

[図27]予測装置 3 3 1 の構成例を示すブロック図である。

[図28]復号装置 1 2 の復号処理の例を説明するフローチャートである。

[図29]予測復号処理の例を説明するフローチャートである。

[図30]フィルタ処理の例を説明するフローチャートである。

[図31]本技術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。

発明を実施するための形態

[0018] <技術内容・技術用語をサポートする文献等>

[0019] 本願で開示される範囲は、本明細書及び図面に記載されている内容だけではなく、出願当時において公知となっている以下の文献に記載されている内容も含まれる。

[0020] 文献 1 : AVC規格書("Advanced video coding for generic audiovisual services", ITU-T H.264(04/2017))

文献 2 : HEVC規格書("High efficiency video coding", ITU-T H.265(12/2016))

文献 3 : FVC アルゴリズム解説書(Algorithm description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM7), 2017-08-19)

[0021] つまり、上述の文献に記載されている内容もサポート要件を判断する際の根拠となる。例えば、文献 1 に記載されているQuad-Tree Block Structure、文献 3 に記載されているQTBT (Quad Tree Plus Binary Tree) やBlock Structureが実施の形態において直接的な記載がない場合でも、本技術の開示範囲内であり、請求の範囲のサポート要件を満たすものとする。また、例えば、パース (Parsing)、シンタックス (Syntax)、セマンティクス (Semantics) 等の技術用語についても同様に、実施の形態において直接的な記載がない場合でも、本技術の開示範囲内であり、請求の範囲のサポート要件を満たすものとする。

[0022] また、本明細書において、画像 (ピクチャ) の部分領域や処理単位として説明に用いる「ブロック」 (処理部を示すブロックではない) は、特に言及

しない限り、ピクチャ内の任意の部分領域を示し、その大きさ、形状、および特性等は限定されない。例えば、「ブロック」には、上述の文献1ないし3に記載のTB (Transform Block)、TU (Transform Unit)、PB (Prediction Block)、PU (Prediction Unit)、SCU (Smallest Coding Unit)、CU (Coding Unit)、LCU (Largest Coding Unit)、CTB (Coding Tree Block)、CTU (Coding Tree Unit)、変換ブロック、サブブロック、マクロブロック、タイル、またはスライス等、任意の部分領域（処理単位）が含まれるものとする。

[0023] また、このようなブロックのサイズを指定するに当たって、直接的にブロックサイズを指定するだけでなく、間接的にブロックサイズを指定するようにしてもよい。例えばサイズを識別する識別情報を用いてブロックサイズを指定するようにしてもよい。また、例えば、基準となるブロック（例えばLCUやSCU等）のサイズとの比または差分によってブロックサイズを指定するようにしてもよい。例えば、シンタックス要素等としてブロックサイズを指定する情報を伝送する場合に、その情報として、上述のような間接的にサイズを指定する情報を用いるようにしてもよい。このようにすることにより、その情報の情報量を低減させることができ、符号化効率を向上させることができる場合もある。また、このブロックサイズの指定には、ブロックサイズの範囲の指定（例えば、許容されるブロックサイズの範囲の指定等）も含む。

[0024] <定義>

[0025] 本願では、以下の用語を、以下のように定義する。

[0026] 予測式とは、第1の画像から第2の画像を予測する多項式である。多項式である予測式の各項は、1個のタップ係数と1個以上の予測タップとの積で構成され、したがって、予測式は、タップ係数と予測タップとの積和演算を行う式である。第1の画像の画素のうちの予測に用いる*i*番目の画素（予想タップ）（の画素値）を x_i と、*i*番目のタップ係数を w_i と、第2の画像の画素（の画素値の予測値）を y' と、それぞれ表すとともに、予測式として、1次項のみからなる多項式を採用することとすると、予測式は、式 $y' = \sum w_i x_i$ で表さ

れる。式 $y' = \sum w_i x_i$ において、 Σ は、 i についてのサメーションを表す。予測式を構成するタップ係数 w_i は、予測式により得られる値 y' の、真値 y に対する誤差 $y' - y$ を統計的に最小にする学習により求められる。タップ係数を求める学習の方法としては、最小自乗法がある。タップ係数を求める学習では、予測式が適用される第1の画像に相当する、学習の生徒となる生徒画像と、第1の画像に予測式を適用した結果として得たい第2の画像に相当する、学習の教師となる教師画像とを用いて、正規方程式を構成する各項の足し込みを行うことにより、正規方程式が求められ、その正規方程式を解くことにより、タップ係数が求められる。

[0027] 予測処理とは、第1の画像に、予測式を適用して、第2の画像を予測する処理であり、本技術では、予測処理において、第1の画像の画素（の画素値）を用いて、予測式の積和演算を行うことにより、第2の画像の予測値が求められる。第1の画像を用いて積和演算を行うことは、第1の画像にフィルタをかけるフィルタ処理ということができ、第1の画像を用いて、予測式の積和演算を行う予測処理は、フィルタ処理の一種であるといえることができる。

[0028] フィルタ画像とは、フィルタ処理の結果得られる画像を意味する。予測処理としてのフィルタ処理により、第1の画像から得られる第2の画像（の予測値）は、フィルタ画像である。

[0029] タップ係数とは、予測式である多項式の各項を構成する係数であり、デジタルフィルタのタップにおいて、フィルタリングの対象の信号に乗算されるフィルタ係数に相当する。

[0030] 予測タップとは、予測式の演算に用いられる画素（の画素値）であり、予測式において、タップ係数と乗算される。

[0031] 高次項とは、2個以上の予測タップ（としての画素）の積を有する項である。

[0032] 高次予測式とは、高次項を含む予測式、すなわち、1次項と2次以上の高次項とからなる予測式や、2次以上の高次項のみからなる予測式である。

- [0033] D次項とは、予測式としての多項式を構成する項のうちの、D個の予測タップの積を有する項である。例えば、1次項は、1個の予測タップを有する項であり、2次項は、2個のタップ係数の積を有する項である。
- [0034] D次係数とは、D次項を構成するタップ係数を意味する。
- [0035] D次タップとは、D次項を構成する予測タップ（としての画素）を意味する。ある1個の画素が、D次タップであり、かつ、D次タップとは異なるD'次タップであることもある。また、D次タップのタップ構造と、D次タップとは異なるD'次タップのタップ構造とは、同一である必要はない。ここで、タップ構造とは、予測タップとしての画素の配置を意味する。
- [0036] 全通り予測式とは、注目画素について、予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを予測タップとして用い、かつ、その予測タップとしての（候補）画素から重複を許してD個の画素を選択する全通りの組み合わせそれぞれのD個の画素（の画素値）の積の項を、D次項として有する高次予測式である(D>=2)。
- [0037] 削減予測式とは、全通り予測式から選択された一部の項で構成される高次予測式である。
- [0038] ボリューム化とは、予測式を構成するタップ係数を多項式で近似すること、すなわち、その多項式を構成する係数（種係数）を求めることを意味する。ボリューム化において、タップ係数 w を近似する多項式を係数予測式ということとすると、係数予測式は、種係数 β_m とパラメータ z とを用いた項で構成され、例えば、式 $w = \sum \beta_m z^{m-1}$ で表される。式 $w = \sum \beta_m z^{m-1}$ において、 $\sum$ は、 m についてのサメーションを表し、種係数 β_m は、係数予測式の m 番目の係数を表す。なお、 i 番目のタップ係数 w_i を求める係数予測式の m 番目の種係数を、 $\beta_{m,i}$ と表すとき、 i 番目のタップ係数 w_i を求める係数予測式は、式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ で表される。
- [0039] 種係数とは、ボリューム化に用いられる係数予測式の係数を意味する。種係数は、タップ係数を求める学習と同様の学習により求めることができる。
- [0040] 符号化データとは、画像を符号化することにより得られるデータであり、

例えば、画像（の残差）を直交変換して量子化することにより得られるデータである。

[0041] 符号化ビットストリームとは、符号化データを含むビットストリームであり、必要に応じて、符号化に関する符号化情報を含む。符号化情報には、符号化データを復号するのに必要な情報、すなわち、例えば、符号化で量子化が行われている場合の量子化パラメータであるQPや、符号化で予測符号化（動き補償）が行われている場合の動きベクトル等が、少なくとも含まれる。

[0042] <本技術の概要>

[0043] 図1は、高次予測式を用いて、符号化されて復号（局所復号を含む）された復号画像から、その復号画像に対する元画像を予測する予測処理としてのフィルタ処理の例を説明する図である。

[0044] 適応ループフィルタでは、1次項のみで構成される予測式を用いたフィルタ処理が行われるが、かかるフィルタ処理では、符号化により劣化した元画像のディテールを表現する画素値の微小振幅部分を十分に復元することができないことがある。

[0045] 本技術のILFでは、高次項を含む高次予測式を用いたフィルタ処理を行うことで、復号画像において、元画像のディテールに対応する部分として僅かに残る輝度（波形）変動を効果的に増幅し、これにより、元画像のディテールを含め、元画像を精度良く復元する。

[0046] 高次予測式としては、1個のタップ係数と、1個以上の予測タップとしての画素（の画素値）との積を項とし、高次項を含む多項式であれば、任意の多項式を採用することができる。すなわち、高次予測式としては、例えば、1次項及び2次項のみからなる多項式や、1次項及び2次以上の複数の異なる次数の高次項からなる多項式、2次以上の1又は複数の次数の高次項からなる多項式等を採用することができる。

[0047] 但し、以下では、説明を簡単にするため、1次項及び2次項のみからなる多項式を、高次予測式に採用する場合について説明する。

[0048] かかる高次多項式は、式（1）で表すことができる。

[0049] [数1]

$$y' = \sum_{i=1}^{N1} w_i x_i + \sum_{j=1}^{N2} \left(\sum_{k=j}^{N2} w_{j,k} x_k \right) x_j \quad \dots (1)$$

[0050] ここで、式（１）において、 y' は、復号画像の画素のうちの注目画素に対応する元画像の画素である対応画素（の画素値）の予測値を表す。 $N1$ は、予測タップのうちの１次タップとしての画素 x_i の数、及び、タップ係数のうちの１次係数 w_i の数を表す。 w_i は、タップ係数のうちの、 i 番目の１次係数を表す。 x_i は、予測タップのうちの i 番目の１次タップとしての画素（の画素値）を表す。

[0051] また、式（１）において、 $N2$ は、予測タップのうちの２次タップとしての画素 $x_j(x_k)$ の数、及び、タップ係数のうちの２次係数 $w_{j,k}$ の数を表す。 $w_{j,k}$ は、タップ係数のうちの、 $j \times k$ 番目の２次係数を表す。 x_j 及び x_k は、それぞれ、予測タップのうちの j 番目及び k 番目の２次タップとしての画素を表す($k \geq j$)。

[0052] なお、ここでは、式（１）の説明のために、１次タップを x_i で表すとともに、２次タップを x_j 及び x_k で表すこととしたが、以下では、 x に付すサフィックスによって、１次タップと２次タップとを、特に区別しない。すなわち、例えば、１次タップ及び２次タップのいずれであっても、 x_i を用いて、１次タップ x_i や２次タップ x_i 、あるいは、予測タップ x_i 等と記載する。タップ係数である１次係数 w_i 及び２次係数 $w_{j,k}$ についても、同様である。

[0053] 図１のＡに示すように、式（１）において、 $w_i x_i$ は１次項を表し、 $w_{j,k} x_k x_j$ は２次項を表す。したがって、式（１）の高次予測式は、１次項及び２次項のみからなる多項式である。

[0054] いま、予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを予測タップとして用い、かつ、候補画素から重複を許して D 個の画素を選択する全通りの組み合わせそれぞれの D 個の画素（の画素値）の積の項を、 D 次項として有する高次予測式を、全通り予測式ということとする。

[0055] 式（１）の高次予測式は、１次タップの候補画素の数が $N1$ 個であり、２次

タップの候補画素の数がN2個である場合の全通り予測式になっている。

[0056] 1次タップとしての画素の数がN1個である場合、全通り予測式の1次項の数N1'は、1次タップの数N1に等しい。2次タップとしての画素の数がN2個である場合、全通り予測式の2次項の数N2'は、式(2)で表される。

[0057] [数2]

$$N2' = (N2+1) \times \text{floor}\left(\frac{N2}{2}\right) + \text{ceil}\left(\frac{N2}{2}\right) \quad \dots (2)$$

[0058] 式(2)において、floorは切り下げを表し、ceilは切り上げを表す。

[0059] なお、全通り予測式の2次項の数N2'は、式(2)の他、式 $N2' = {}_{N2}C_2 + N2$ で表すことができる。 ${}_{N2}C_2$ は、N2個から2個を重複なしで選択する組み合わせの数を表す。

[0060] 復号画像に高次予測式を適用するフィルタ処理、すなわち、例えば、式(1)の高次予測式の積和演算を行い、復号画像の注目画素に対応する元画像の対応画素の画素値の予測値y'を求めるにあたっては、復号画像の画素から、予測タップが選択される。

[0061] 図1のBには、予測タップ、すなわち、例えば、1次タップ及び2次タップの例が示されている。

[0062] 図1のBにおいて、1次タップは、注目画素を中心とする菱形状の13画素になっており、2次タップは、注目画素を中心とする菱形状の5画素になっている。したがって、図1のBでは、1次タップのタップ構造と2次タップのタップ構造とは、異なっている。さらに、1次タップになっている13画素のうちの、注目画素を中心とする菱形状の5画素は、2次タップにもなっている。

[0063] ここで、1次タップの数N1と2次タップの数N2とが等しい場合(N1=N2)、全通り予測式において、1次項の数N1'と2次項の数N2'との関係、すなわち、1次係数 w_i の数N1'と2次係数 $w_{j,k}$ の数N2'との関係は、式 $N1' \leq N2'$ で表される。

- [0064] 式(1)の高次予測式のような、高次項を含む予測式を復号画像に適用するフィルタ処理を行うことで、1次項のみからなる予測式では困難であった元画像のディテールを、精度良く復元することができる。
- [0065] なお、高次予測式は、本技術のILFの他、現在提案されている適応ループフィルタその他に適用することができる。
- [0066] また、1次タップの候補画素と2次タップの候補画素とや、1次タップのタップ構造と2次タップのタップ構造とは、一致していても良いし、異なっても良い。
- [0067] さらに、高次予測式のタップ係数(式(1)の1次係数 w_i 及び2次係数 $w_{j,k}$ 等)を求める学習は、1次項のみからなる予測式のタップ係数を求める学習と同様に、最小自乗法に基づく正規方程式を構成する各項の足し込みを行うことにより、正規方程式を求め、その正規方程式を解くことにより行うことができる。
- [0068] また、高次予測式のタップ係数は、ボリューム化して、多項式で近似することができる。高次予測式のタップ係数のボリューム化において、タップ係数を近似する多項式の次数は、タップ係数のうちの1次係数と2次係数とで、同一の値を採用することもできるし、異なる値を採用することもできる。
- [0069] さらに、高次予測式を構成するタップ係数は、画像を符号化する符号化装置において、リアルタイムの学習により求め、画像を復号する復号装置に伝送することができる。
- [0070] また、高次予測式を構成するタップ係数は、オフラインの学習によりあらかじめ求めておき、符号化装置及び復号装置に、プリセットしておくことができる。
- [0071] さらに、高次予測式を構成するタップ係数は、学習において、複数のクラスそれぞれについて求めることができる。この場合、フィルタ処理は、注目画素のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスのタップ係数を用いて構成される高次予測式を用いて行うことができる。なお、クラス分類により得られるクラスの数をも1クラスとする場合は、クラス分類を行わな

いことと等価になる。

[0072] 図2は、全通り予測式における予測タップの数とタップ係数の数との関係を示す図である。

[0073] すなわち、図2は、全通り予測式における1次タップの数 $N1$ と1次係数の数 $N1'$ との関係、及び、2次タップの数 $N2$ と2次係数の数 $N2'$ との関係を示している。

[0074] 全通り予測式において、1次係数の数 $N1'$ は、1次タップの数 $N1$ と一致し、2次係数の数 $N2'$ は、2次タップの数 $N2$ に対して指数的に増加する。

[0075] したがって、高次予測式として、全通り予測式を採用する場合には、タップ係数の数が膨大になる。その結果、タップ係数を、符号化装置から復号装置に伝送する場合には、符号化効率が低下し、タップ係数を、符号化装置及び復号装置にプリセットしておく場合には、タップ係数の記憶に必要な記憶容量が増加する。

[0076] そこで、本技術では、全通り予測式から選択された一部の項で構成される高次予測式である削減予測式を用いて、フィルタ処理を行うことができる。この場合、フィルタ処理に必要なタップ係数の数を削減し、符号化効率の低下や、タップ係数の記憶に必要な記憶容量の増加を抑制することができる。

[0077] ここで、以下では、説明を簡単にするため、全通り予測式を採用する場合の符号化効率の低下、及び、タップ係数の記憶に必要な記憶容量の増加については、符号化効率の低下についてだけ言及する。

[0078] 図3は、全通り予測式からの一部の項の選択の例を説明する図である。

[0079] いま、例えば、注目画素を中心とする菱形状の41個の画素が、予測タップ（1次タップ及び2次タップ）に選択し得る候補画素であることとする。

[0080] 例えば、予測タップとして、41個の候補画素すべてを採用し、その41個の予測タップの1次項のみの予測式を採用する場合、1クラスのタップ係数は、41個で済む。しかしながら、1次項のみの予測式では、符号化により劣化した元画像のディテールを精度良く復元することができないことがある。

[0081] ここで、予測タップとして、41個の候補画素すべてを採用し、その41個の予測タップの1次項のみの予測式を採用するケースを、比較の基準とする基準ケースということとする。また、以下では、説明を簡単にするため、クラスについては、適宜説明を省略する。すなわち、以下において、タップ係数等についてする説明は、特に断らない限り、クラスごとのタップ係数等についての説明である。

[0082] 例えば、図3のAに示すように、予測タップとして、41個の候補画素すべてを採用し、その41個の予測タップの2次項を含む高次予測式、すなわち、例えば、式(1)の1次項及び2次項のみからなる全通り予測式を採用する場合、高次項である2次項の効果により、基準ケースに比較して、符号化により劣化した元画像のディテールを精度良く復元することができる。

[0083] いま、タップ係数を A と表すとともに、予測タップとしての i 番目の画素を、 x_i と表す場合、高次予測式の1次項は、 Ax_i と表され、高次予測式の2次項は、 $Ax_i x_j (i \leq j)$ で表される。

[0084] 例えば、あらかじめ決められた候補画素が41個の画素である場合、全通り予測式の1次項は、41個の候補画素に等しい41個になり、全通り予測式の2次項は、41個の候補画素が取り得る組み合わせ（同一の画素の組み合わせを含む）の数に等しい $41 \times 40 / 2 + 41 = 861$ 個になる。候補画素の数が41個である場合、全通り予測式の41個の1次項は、 $Ax_1, Ax_2, \dots, Ax_{41}$ で表され、全通り予測式の861個の2次項は、 $Ax_1 x_1, Ax_1 x_2, \dots, Ax_1 x_{41}, Ax_2 x_2, Ax_2 x_3, \dots, Ax_2 x_{41}, \dots, Ax_{41} x_{41}$ で表される。

[0085] 予測タップとして、41個の候補画素すべてを採用し、その41個の予測タップの1次項及び2次項とからなる全通り予測式をフィルタ処理に採用する場合、1クラスのタップ係数は、1次項のタップ係数である41個のタップ係数と、2次項のタップ係数である861個のタップ係数とを合わせた902個のタップ係数になり、タップ係数の数、ひいてはデータ量が、基準ケースに比較して大幅に増加し、符号化効率が劣化する。

[0086] そこで、本技術では、全通り予測式を構成する項から、画質改善の効果が

大きい項だけを選択して、フィルタ処理に用いる高次予測式に採用することで、タップ係数のデータ量を抑制しつつ、元画像のディテールが反映された高精度な画像を復元する。

[0087] ここで、全通り予測式から選択された一部の項で構成される高次予測式を、削減予測式ともいう。

[0088] 全通り予測式の項（のタップ係数）の中で、注目画素に近い画素の項（のタップ係数）は、画質改善の効果が大きい傾向がある。

[0089] そこで、本技術では、全通り予測式の項のうちの、注目画素に近い画素（予測タップ）の項を、削減予測式の項に採用する。

[0090] すなわち、本技術では、例えば、41個の予測タップを用いた全通り予測式の41個の1次項のうちの、注目画素に近い画素（予測タップ）の1次項を選択して、削減予測式の1次項に採用する。例えば、41個の候補画素の全部ではなく、注目画素に近い候補画素を、1次項の予測タップに選択することが、注目画素に近い画素の1次項を選択することに相当する。

[0091] 削減予測式の1次項として、注目画素に近い画素の1次項を選択する場合、1次項のタップ係数（1次係数）の数は、基準ケースの41個より少なくなる。

[0092] 例えば、図3のBに示すように、菱形状の41個の候補画素の1次項のうちの、注目画素を中心とする菱形状の25個の候補画素の1次項を、削減予測式の1次項に選択することにより、削減予測式の1次係数の数は、基準ケースよりも16（ $= 41 - 25$ ）個だけ少なくなる。

[0093] 同様に、本技術では、例えば、41個の予測タップを用いた全通り予測式の861個の2次項のうちの、注目画素に近い画素の2次項を選択して、削減予測式の2次項に採用する。例えば、41個の候補画素の全部ではなく、注目画素に近い候補画素を、2次項の予測タップに選択することが、注目画素に近い画素の2次項を選択することに相当する。

[0094] 削減予測式の2次項として、注目画素に近い画素の2次項を選択する場合、2次項のタップ係数（2次係数）の数は、基準ケースの861個より少な

くなる。

[0095] 例えば、図3のBに示すように、菱形状の41個の候補画素の2次項のうちの、注目画素を中心とする十字形状の5個の候補画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択することにより、削減予測式の2次係数の数は、5個の画素の任意の2個の組み合わせ（同一の画素の2個の組み合わせを含む）である15（ $= 5 \times 4 / 2 + 5$ ）個になり、基準ケースに比較して大幅に少なくなる。

[0096] 以上のように、41個の候補画素を予測タップとする全通り予測式の項の中で、注目画素に近い画素の項を選択して、削減予測式の項に採用することで、1次項のタップ係数の数が25個になるとともに、2次項のタップ係数の数が15個になる。したがって、1クラスのタップ係数の数は、1次項と2次項とのタップ係数を合わせて、40個になり、タップ係数のデータ量を、基準ケースとほぼ同量に削減し、符号化効率を向上させることができる。さらに、削減予測式の2次係数（2次項のタップ係数）の効果によって、1次係数（1次項のタップ係数）では復元することが困難であった元画像の詳細を精度良く復元することができる。

[0097] なお、以上のように、1クラスのタップ係数を、1次項のタップ係数の25個と、2次項のタップ係数の15個との、合計で40個のタップ係数とすることは、基準ケースの41個のタップ係数の範囲内で、1次項のタップ係数を少なくすることで、2次項のタップ係数の使用（伝送容量）を確保したとすることができる。

[0098] 全通り予測式を構成する項から、削減予測式の項に採用する、画質改善の効果が大きい項を選択する選択規範には、RD(Rate-Distortion)コストに基づく規範や、PSNR(Peak signal-to-noise ratio)に基づく規範、タップ係数の大きさに基づく規範、タップ係数を表現するのに必要なビット数に基づく規範等がある。

[0099] RDコストに基づく規範やPSNRに基づく規範では、例えば、全通り予測式を用いたフィルタ処理において、全通り予測式からある項を削除した削減予測

式を用いたフィルタ処理よりも、閾値以上のRDコストやPSNRの改善がある場合には、全通り予測式から削除した項が、削減予測式の項に選択される。

[0100] タップ係数の大きさに基づく規範では、例えば、タップ係数の大きさ（絶対値）が所定の閾値以上の項が、削減予測式の項に選択される。

[0101] タップ係数を表現するのに必要なビット数に基づく規範では、例えば、タップ係数を表現するのに必要なビット数、すなわち、タップ係数を2進数で表現したときの有効数字の数（有効桁数）が閾値以上の項が、削減予測式の項に選択される。

[0102] なお、削減予測式の項として、全通り予測式から、R1個の1次項と、R2個の2次項とを選択する場合、例えば、タップ係数を表現するのに必要なビット数に基づく規範では、全通り予測式の1次項から、タップ係数を表現するのに必要なビット数が上位R1位までの1次項が選択されるとともに、全通り予測式の2次項から、タップ係数を表現するのに必要なビット数が上位R2位までの2次項が選択される。RDコストに基づく規範や、PSNRに基づく規範、タップ係数の大きさに基づく規範でも、同様である。

[0103] また、全通り予測式を構成する項から、削減予測式に採用する項の選択では、全通り予測式から項を選択する選択パターンの全通りの中で、全通り予測式を用いたフィルタ処理に対するPSNRの低下量及びタップ係数のデータ量の削減量をバランスさせる選択パターン等を、削減予測式に採用する項の選択パターンに決定し、その選択パターンに従って、削減予測式に採用する項を選択することができる。

[0104] 以上のように、全通り予測式から選択された一部の項で構成される削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、符号化効率の低下を抑制しつつ、符号化により劣化した元画像のディテールを精度良く復元することができる。

[0105] 図4は、全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンの例を説明する図である。

[0106] なお、以下では、特に断らない限り、全通り予測式の1次項から、削減予測式の1次項を選択する1次項の選択パターンとして、例えば、図4のAに

示すように、菱形状の41個の予測タップとしての画素の1次項のうちの、注目画素に近い画素、すなわち、注目画素を中心とする菱形状の25個の画素の1次項を、削減予測式の1次項に選択するパターンを固定的に採用することとする。この場合、1次項のタップ係数（1次係数）の数は、25個になる。

[0107] 2次項の選択パターンとしては、例えば、図4のBに示すように、菱形状の41個の予測タップとしての画素の2次項のうちの、注目画素を中心とする菱形状の5個の画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択する第1の選択パターンを採用することができる。5個の画素の2次項の総数は、15（ $= 5 \times 4 / 2 + 5$ ）個になる。

[0108] さらに、2次項の選択パターンとしては、例えば、図4のCに示すように、菱形状の41個の予測タップとしての画素の2次項のうちの、注目画素を中心とする菱形状の13個の画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択する第2の選択パターンを採用することができる。13個の画素の2次項の総数は、91（ $= 13 \times 12 / 2 + 13$ ）個になる。

[0109] また、2次項の選択パターンとしては、例えば、図4のDに示すように、菱形状の41個の予測タップとしての画素の2次項のうちの、注目画素の1画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択する第3の選択パターンを採用することができる。1個の画素の2次項の総数は、その1個の画素（の画素値）の2乗の項だけの1個になる。

[0110] 削減予測式の2次項の選択では、上述のような選択パターンを固定的に採用することができる。

[0111] また、削減予測式の2次項の選択では、全通り予測式から2次項を選択する選択パターンの全通りの中の、全通り予測式を用いたフィルタ処理に対するPSNRの低下量及びタップ係数のデータ量の削減量をバランスさせる選択パターンや、RDコスト等の符号化効率（の指標）を最良にする選択パターンを、削減予測式に採用する2次項の選択パターン（以下、採用パターンともいう）に決定し、その選択パターンに従って、削減予測式に採用する2次項を

選択することができる。

[0112] さらに、削減予測式の２次項の選択では、図４に示したように、全通り予測式から２次項を選択する選択パターンとして、第１ないし第３の選択パターンのような複数の選択パターンをあらかじめ用意しておき、そのあらかじめ用意された複数の選択パターンの中から、全通り予測式を用いたフィルタ処理に対するPSNRの低下量及びタップ係数のデータ量の削減量をバランスさせる選択パターンや、符号化効率を最良にする選択パターンを、採用パターンに決定し、その採用パターン（に決定された選択パターン）に従って、削減予測式に採用する２次項を選択することができる。

[0113] なお、削減予測式に採用する１次項及び２次項の選択については、１次項及び２次項それぞれについて、選択を行う選択パターンを固定にし、符号化装置及び復号装置では、その固定の選択パターンに従って選択された１次項及び２次項からなる削減予測式を用いてフィルタ処理を行うことができる。

[0114] さらに、削減予測式に採用する１次項及び２次項の選択については、１次項及び２次項の選択を行う選択パターンとして、複数の選択パターンをあらかじめ用意するとともに、各選択パターンと、その選択パターンを採用したときに符号化効率が向上する傾向の画像のQP等の符号化情報とを対応付けておくことができる。そして、符号化装置及び復号装置では、復号画像（に対する元画像）のQP等の符号化情報に応じて、その符号化情報に対応付けられた選択パターンを、採用パターンに決定し、その採用パターンに従って、削減予測式に採用する１次項及び２次項を選択することができる。

[0115] また、削減予測式に採用する１次項及び２次項の選択については、１次項及び２次項の選択を行う選択パターンとして、複数の選択パターンをあらかじめ用意しておくことができる。そして、符号化装置において、例えば、複数の選択パターンのうちの、符号化効率を最良にする選択パターンを、採用パターンに決定し、その採用パターンに従って、削減予測式に採用する１次項及び２次項を選択することができる。さらに、この場合、符号化装置では、採用パターン（に決定された選択パターン）を表す選択情報を、復号装置

に伝送し、復号装置では、符号化装置からの選択情報が表す採用パターンに従って、削減予測式に採用する1次項及び2次項を選択することができる。

[0116] 以上のように、複数の選択パターンを用意しておき、その複数の選択パターンの中から、符号化情報や符号化効率に応じて、採用パターン（とする選択パターン）を決定する方法は、削減予測式の1次項の選択パターンを固定にして、2次項についてだけ、複数の選択パターンを用意する場合にも適用することができる。

[0117] 図5は、全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンの他の例を説明する図である。

[0118] ここで、図5において、丸印は、予測タップとしての画素を表す。また、丸印の中の黒点は、その丸印が表す予測タップとしての画素の2乗（の2次項）を表し、異なる2つの丸印を結ぶ線は、その2つの丸印それぞれが表す予測タップとしての画素どうしの積（の2次項）を表す。

[0119] 例えば、注目画素と、その上下左右に隣接する4画素との、菱形状（十字形状）の5画素を、2次タップとして採用する場合、2次項の選択パターンとしては、図5のAに示すように、菱形状の5画素それぞれの2乗の5個の2次項と、菱形状の5画素のうちの任意の2画素の10通りの組み合わせ（の積）の10個の2次項との、合計で15個の2次項を選択するパターンを採用することができる。

[0120] この場合、（1クラスの）タップ係数の数は、25個の1次係数と、15個の2次項のタップ係数（2次係数）との、合計で40個になる。

[0121] 注目画素と、その上下左右に隣接する4画素との、菱形状（十字形状）の5画素を、2次タップとして採用する場合、2次項の選択パターンとしては、その他、例えば、以下のような選択パターンを採用することができる。

[0122] すなわち、例えば、2次項の選択パターンとしては、図5のBに示すように、2次タップとしての菱形状の5画素それぞれの2乗の5個の2次項と、注目画素と他の4画素それぞれとの積の4個の2次項との、合計で9個の2次項を選択するパターンを採用することができる。

- [0123] この場合、タップ係数の数は、25個の1次係数と、9個の2次項のタップ係数との、合計で、34個になる。
- [0124] また、例えば、2次項の選択パターンとしては、図5のCに示すように、2次タップとしての菱形状の5画素のうちの注目画素の2乗の1個の2次項と、注目画素と他の4画素それぞれとの積の4個の2次項との、合計で5個の2次項を選択するパターンを採用することができる。
- [0125] この場合、タップ係数の数は、25個の1次係数と、5個の2次項のタップ係数との、合計で、30個になる。
- [0126] さらに、例えば、2次項の選択パターンとしては、図5のDに示すように、2次タップとしての菱形状の5画素それぞれの2乗の5個の2次項を選択するパターンを採用することができる。
- [0127] この場合、タップ係数の数は、25個の1次係数と、5個の2次項のタップ係数との、合計で、30個になる。
- [0128] 図6は、全通り予測式の2次項から、削減予測式の2次項を選択する2次項の選択パターンのさらに他の例を説明する図である。
- [0129] なお、図6には、2次項の選択パターンとして、4パターンの選択パターン1, 2, 3, 4が示されている。
- [0130] さらに、図6には、基準ケースのタップ係数と、基準ケースの41個の候補画素すべてを、1次タップ及び2次タップとして用いる場合の全通り予測式のタップ係数とを示してある。
- [0131] 基準ケースのフィルタ処理によれば、(1クラスの)タップ係数の数は、1次係数の41個で済むが、その41個の1次係数で構成される予測式を用いたフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、元画像のディテール(微小振幅部分)を十分に復元することができないことがある。
- [0132] 全通り予測式を用いたフィルタ処理によれば、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、元画像のディテールを十分に復元することができる。但し、この場合、タップ係数の数は、1次係数と2次係数とを合わせて、902個になり、タップ係数のデータ量が大になる。

- [0133] 選択パターン 1 ないし 4 では、基準ケースの 4 1 個の候補画素のうちの、注目画素を中心とする菱形状の 2 5 個の（候補）画素の 1 次項が、削減予測式の 1 次項に選択される。このため、選択パターン 1 ないし 4 では、1 次項のタップ係数（1 次係数）の数は、2 5 個になる。
- [0134] そして、選択パターン 1 では、注目画素と、その上下左右に隣接する 4 画素との、菱形状の 5 画素が、2 次タップとして採用され、その 2 次タップとしての 5 画素それぞれの 2 乗の 5 個の 2 次項と、菱形状の 5 画素のうちの任意の 2 画素の 1 0 通りの組み合わせ（の積）の 1 0 個の 2 次項との、合計で 1 5 個の 2 次項が、削減予測式の 2 次項として選択される。
- [0135] 選択パターン 1 の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、タップ係数の数は、2 5 個の 1 次項の 1 次係数と、1 5 個の 2 次項の 2 次係数との、合計で 4 0 個になり、基準ケースよりも少なくなる。
- [0136] さらに、選択パターン 1 の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、2 次項の効果により、元画像のディテールを十分に復元することができる。
- [0137] すなわち、選択パターン 1 の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、1 次項（のタップ係数）を、基準ケースよりも少なくすることにより、2 次項（のタップ係数）の使用（2 次項のタップ係数を伝送する伝送容量）が確保される。さらに、注目画素に近い画素の 2 次項を、削減予測式の 2 次項に選択することにより、少ない 2 次項、すなわち、少ないデータ量の 2 次係数で、全通り予測式を用いたフィルタ処理とほぼ同等（近い）のディテールの復元性能を維持することができる。
- [0138] 選択パターン 2 では、注目画素と、その周囲（縦横斜め）に隣接する 8 画素との、正形状の 9 画素が、2 次タップとして採用される。そして、2 次タップとしての 9 画素のうちの注目画素の 2 乗の 1 個の 2 次項と、注目画素と他の 8 画素それぞれとの積の 8 個の 2 次項との、合計で 9 個の 2 次項、又は、2 次タップとしての 9 画素それぞれの 2 乗の 9 個の 2 次項が、削減予測式の 2 次項として選択される。

- [0139] 選択パターン2の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、タップ係数の数は、25個の1次項の1次係数と、9個の2次項の2次係数との、合計で34個になり、基準ケース、さらには、選択パターン1よりも少なくなる。
- [0140] さらに、選択パターン2の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、2次項の効果により、元画像のディテールを十分に復元することができる。
- [0141] すなわち、選択パターン2の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、1次項（のタップ係数）を、基準ケースよりも少なくすることにより、2次項（のタップ係数）の使用が確保される。さらに、注目画素に近い画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択することにより、少ない2次項、すなわち、少ないデータ量の2次係数で、全通り予測式を用いたフィルタ処理とほぼ同等のディテールの復元性能を維持することができる。
- [0142] 選択パターン2は、復元対象である元画像が、縦横斜めに広がる（縦横斜めの方向性を持つ）絵柄である場合に特に有効である。
- [0143] 選択パターン3では、注目画素と、その縦横に隣接する4画素との、十字形状の5画素が、2次タップとして採用される。そして、2次タップとしての5画素のうちの注目画素の2乗の1個の2次項と、注目画素と他の4画素それぞれとの積の4個の2次項との、合計で5個の2次項、又は、2次タップとしての5画素それぞれの2乗の5個の2次項が、削減予測式の2次項として選択される。
- [0144] 選択パターン3の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、タップ係数の数は、25個の1次項の1次係数と、5個の2次項の2次係数との、合計で30個になり、基準ケース、さらには、選択パターン1及び2よりも少なくなる。
- [0145] さらに、選択パターン3の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、2次項の効果により、元画像のディテールを十分に復元することができる。

- [0146] すなわち、選択パターン3の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、1次項（のタップ係数）を、基準ケースよりも少なくすることにより、2次項（のタップ係数）の使用が確保される。さらに、注目画素に近い画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択することにより、少ない2次項、すなわち、少ないデータ量の2次係数で、全通り予測式を用いたフィルタ処理とほぼ同等のディテールの復元性能を維持することができる。
- [0147] 選択パターン3は、復元対象である元画像が、縦横の方向性を持つ絵柄である場合に特に有効である。
- [0148] 選択パターン4では、注目画素と、その斜めに隣接する4画素との、X形状の5画素が、2次タップとして採用される。そして、2次タップとしての5画素のうちの注目画素の2乗の1個の2次項と、注目画素と他の4画素それぞれとの積の4個の2次項との、合計で5個の2次項、又は、2次タップとしての5画素それぞれの2乗の5個の2次項が、削減予測式の2次項として選択される。
- [0149] 選択パターン4の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、タップ係数の数は、25個の1次項の1次係数と、5個の2次項の2次係数との、合計で30個になり、基準ケース、さらには、選択パターン1及び2よりも少なくなる。
- [0150] さらに、選択パターン4の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像において、2次項の効果により、元画像のディテールを十分に復元することができる。
- [0151] すなわち、選択パターン4の削減予測式を用いたフィルタ処理によれば、1次項（のタップ係数）を、基準ケースよりも少なくすることにより、2次項（のタップ係数）の使用が確保される。さらに、注目画素に近い画素の2次項を、削減予測式の2次項に選択することにより、少ない2次項、すなわち、少ないデータ量の2次係数で、全通り予測式を用いたフィルタ処理とほぼ同等のディテールの復元性能を維持することができる。
- [0152] 選択パターン4は、復元対象である元画像が、斜めの方向性を持つ絵柄で

ある場合に特に有効である。

[0153] 符号化装置では、例えば、選択パターン 1 ないし 4 のような、画質に寄与しやすい注目画素の近傍の画素の 2 次項を選択する選択パターンを複数パターンだけあらかじめ用意しておき、符号化効率が最良になる選択パターンを、削減予測式に採用する 2 次項の選択パターン（採用パターン）に決定して、採用パターンに決定された選択パターンを表す選択情報を伝送することができる。

[0154] 複数の選択パターンの中からの採用パターンの決定は、フレーム単位やシーケンス単位その他の任意の単位で行うことができる。

[0155] また、採用パターンの決定については、全クラスに共通して、1 つの選択パターンを、採用パターンに決定することや、クラスごとに、1 つの選択パターンを、採用パターンに決定することができる。

[0156] クラスごとに、1 つの選択パターンを、採用パターンに決定する場合、クラスごとに、符号化効率が最良になる選択パターンを、採用パターンに決定することができる。

[0157] 図 7 は、高次予測式を構成するタップ係数の表現形式を説明する図である。

[0158] すなわち、図 7 は、異なる複数の性質（絵柄）の画像を、タップ係数の学習用の学習画像として用いて、選択パターン 1 の高次予測式（削減予測式）を構成するタップ係数（1 次係数及び 2 次係数）を求める学習を行って得られるタップ係数の値の最大値及び最小値を示している。

[0159] 図 7 において、横軸は、タップ係数の順番を表し、縦軸は、タップ係数の値を表す。

[0160] 図 7 では、選択パターン 1 の削減予測式を構成する 25 個の 1 次係数と 15 個の 2 次係数とに、1 からの通し番号が順番として付されている。

[0161] ここで、タップ係数は、8 ビット等の所定のビット数のビットで表現される。タップ係数を表現する表現形式としては、固定小数点及び浮動小数点等の形式を採用することができるが、ここでは、説明を簡単にするため、固定

小数点を考えることとする。固定小数点の表現形式については、所定のビット数のビット列における小数点の位置によって、整数部及び小数部のビット数を、様々なビット数とする表現形式を採用することができる。

[0162] タップ係数の表現形式は、例えば、高次予測式（削減予測式）を構成する項の次数ごとに決定することができる。

[0163] 図7のタップ係数（の値）の最大値及び最小値の傾向によれば、1次項のタップ係数（1次係数）は、値が大きく振れる傾向を有する。そこで、1次係数については、整数部にビット数を割く表現形式を、1次係数の表現形式に決定することができる。整数部にどの程度のビット数を割くかは、1次係数の精度を確保することができるように、1次係数の絶対値に応じて決定することができる。

[0164] また、図7のタップ係数（の値）の最大値及び最小値の傾向によれば、2次項のタップ係数は、値の絶対値が小さい傾向を有する。そこで、2次係数については、小数部にビット数を割く表現形式を、2次係数の表現形式に決定することができる。小数部にどの程度のビット数を割くかは、2次係数の精度を確保することができるように、2次係数の絶対値に応じて決定することができる。

[0165] なお、2次係数は、1未満の桁数の多い小数の値をとる傾向があるので、タップ係数の表現形式として、可変のビット数のビット列を採用することができる場合には、2次項の表現形式は、1次項よりもビット数が多いビット列に決定することができる。

[0166] 1次項のタップ係数（1次係数）及び2次項のタップ係数（2次係数）のそれぞれについては、タップ係数を表す固定長のビット列の小数点の位置を、タップ係数の最大値及び最小値の傾向に応じて、あらかじめ固定の位置に決定しておくことができる。

[0167] この場合、符号化装置は、小数点の位置があらかじめ固定の位置に決定された表現形式でタップ係数を表現したビット列で、タップ係数を伝送する。そして、復号装置は、符号化装置からの各次数の項（1次項及び2次項）の

タップ係数を表すビット列を、小数点の位置があらかじめ固定の位置に決定された表現形式のビット列として扱い、フィルタ処理、すなわち、高次予測式（削減予測式）の演算を行う。

[0168] また、１次係数及び２次係数のそれぞれについては、符号化装置において、例えば、フレームやシーケンス等ごとに、１次係数及び２次係数の絶対値の大きさに応じて、表現形式を決定すること、すなわち、タップ係数を表す固定長のビット列の小数点の位置を、タップ係数の最大値及び最小値の傾向に応じて決定することができる。

[0169] この場合、符号化装置は、決定された小数点の位置の表現形式で、１次係数及び２次係数を伝送するとともに、１次係数及び２次係数のそれぞれについて、表現形式を表す形式情報を伝送する。そして、復号装置は、符号化装置からの各次数の項（１次項及び２次項）のタップ係数を表すビット列の表現形式を、符号化装置からの形式情報から特定し、タップ係数を表すビット列を、形式情報から特定した表現形式のビット列として扱って、フィルタ処理、すなわち、高次予測式（削減予測式）の演算を行う。

[0170] 以上のように、タップ係数の表現形式を、高次予測式（削減予測式）を構成する項の次数ごとに決定することで、各次数の項のタップ係数の精度を確保することができる。

[0171] 図８は、本技術を適用した画像処理システムの一実施の形態の概要を示すブロック図である。

[0172] 図８において、画像処理システムは、符号化装置１１及び復号装置１２を有する。

[0173] 符号化装置１１は、符号化部２１、局所復号部２３、及び、フィルタ部２４を有する。

[0174] 符号化部２１には、符号化対象の画像である元画像（データ）が供給されるとともに、フィルタ部２４からフィルタ画像が供給される。

[0175] 符号化部２１は、フィルタ部２４からのフィルタ画像を用いて、元画像を（予測）符号化し、その符号化により得られる符号化データを、局所復号部

23に供給する。

- [0176] すなわち、符号化部21は、フィルタ部24からのフィルタ画像の動き補償を行って得られる元画像の予測画像を、元画像から減算し、その結果得られる残差を符号化する。
- [0177] 符号化部21は、符号化データと、フィルタ部24から供給されるフィルタ情報とを含む符号化ビットストリームを生成して伝送（送信）する。ここで、フィルタ情報には、必要に応じて、高次予測式（削減予測式）を構成するタップ係数、さらには、選択情報や形式情報が含まれる。
- [0178] したがって、符号化部21が生成する符号化ビットストリームは、符号化データの他、必要に応じて、タップ係数や、選択情報、形式情報を含むビットストリームである。
- [0179] 局所復号部23には、符号化部21から符号化データが供給される他、フィルタ部24からフィルタ画像が供給される。
- [0180] 局所復号部23は、符号化部21からの符号化データの局所復号を、フィルタ部24からのフィルタ画像を用いて行い、その結果得られる（局所）復号画像を、フィルタ部24に供給する。
- [0181] すなわち、局所復号部23は、符号化部21からの符号化データを残差に復号し、その残差に、フィルタ部24からのフィルタ画像の動き補償を行って得られる元画像の予測画像を加算することで、元画像を復号した復号画像を生成する。
- [0182] フィルタ部24は、局所復号部23からの復号画像に、高次予測式（削減予測式）を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して、符号化部21及び局所復号部23に供給する。
- [0183] また、フィルタ部24は、フィルタ処理を行うにあたり、必要に応じて、高次予測式（削減予測式）を構成するタップ係数を求める学習を行うとともに、採用パターンや、タップ係数の表現形式を決定する。そして、フィルタ部24は、タップ係数や、採用パターンを表す選択情報、タップ係数の表現形式を表す形式情報を、フィルタ処理に関係するフィルタ情報として、符号

化部 2 1 に供給する。

[0184] 復号装置 1 2 は、パース部 3 1、復号部 3 2、及び、フィルタ部 3 3 を有する。

[0185] パース部 3 1 は、符号化装置 1 1 が伝送する符号化ビットストリームを受信してパースを行うことで、符号化ビットストリームに含まれるフィルタ情報を抽出し（得て）、フィルタ部 3 3 に供給する。さらに、パース部 3 1 は、符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、復号部 3 2 に供給する。

[0186] 復号部 3 2 には、パース部 3 1 から符号化データが供給される他、フィルタ部 3 3 からフィルタ画像が供給される。

[0187] 復号部 3 2 は、パース部 3 1 からの符号化データの復号を、フィルタ部 3 3 からのフィルタ画像を用いて行い、その結果得られる復号画像を、フィルタ部 3 3 に供給する。

[0188] すなわち、復号部 3 2 は、局所復号部 2 3 と同様に、パース部 3 1 からの符号化データを残差に復号し、その残差に、フィルタ部 3 3 からのフィルタ画像の動き補償を行って得られる元画像の予測画像を加算することで、元画像を復号した復号画像を生成する。

[0189] フィルタ部 3 3 は、フィルタ部 2 4 と同様に、復号部 3 2 からの復号画像に、高次予測式（削減予測式）を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して、復号部 3 2 に供給する。

[0190] フィルタ部 3 3 は、フィルタ処理を行うにあたり、必要に応じて、パース部 3 1 からのフィルタ情報を用いる。また、フィルタ部 3 3 は、フィルタ処理により得られる（生成される）フィルタ画像を、復号部 3 2 に供給する他、元画像を復元した復元画像として出力する。

[0191] 図 9 は、図 8 のフィルタ部 2 4 及び 3 3 の構成例の概要を示すブロック図である。

[0192] 図 9 において、フィルタ部 2 4 は、クラス分類部 4 1、学習部 4 2、DB(database) 4 3、決定部 4 4、DB 4 5、及び、予測部 4 6 を有する。

- [0193] フィルタ部 2 4 には、局所復号部 2 3（図 8）から復号画像が供給される他、元画像が供給される。
- [0194] 復号画像は、クラス分類部 4 1、学習部 4 2、決定部 4 4、及び、予測部 4 6 に供給され、元画像は、学習部 4 2 及び決定部 4 4 に供給される。
- [0195] クラス分類部 4 1 は、そこに供給される復号画像の画素を、順次、注目画素に選択する。さらに、クラス分類部 4 1 は、注目画素のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、学習部 4 2、決定部 4 4、及び、予測部 4 6 に供給する。
- [0196] 学習部 4 2 は、そこに供給される元画像及び復号画像を、タップ係数を求める学習の学習画像として用い、複数の選択パターン、すなわち、例えば、図 6 の選択パターン 1 ないし 4 それぞれについて、その選択パターンの削減予測式を構成するタップ係数である 1 次係数及び 2 次係数を求める学習をクラスごとに行う。学習部 4 2 は、例えば、元画像及び復号画像の 1 フレーム（ピクチャ）ごとに学習を行い、その学習により複数の選択パターンそれぞれについて得られるクラスごとのタップ係数を、DB 4 3 に供給する。
- [0197] DB 4 3 は、学習部 4 2 から供給される複数の選択パターンそれぞれについてのクラスごとのタップ係数を一時記憶する。
- [0198] 決定部 4 4 は、各選択パターンについて、DB 4 3 に記憶されたクラスごとのタップ係数である 1 次係数及び 2 次係数のそれぞれについて、符号化効率を最良にする表現形式（以下、最良表現形式ともいう）を決定する。
- [0199] さらに、決定部 4 4 は、各選択パターンについて、最良表現形式のタップ係数で構成される削減予測式を復号画像に適用するフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にする選択パターンを採用パターンに決定（選択）し、採用パターン（に決定された選択パターン）についてのクラスごとのタップ係数を、DB 4 5 に供給する。
- [0200] また、決定部 4 4 は、採用パターンについてのタップ係数である 1 次係数及び 2 次係数それぞれの最良表現形式を表す形式情報、及び、採用パターンを表す選択情報を出力する。

- [0201] 決定部44が出力する形式情報及び選択情報は、予測部46に供給されるとともに、符号化部21（図8）において、フィルタ情報として、符号化ビットストリームに含められ、復号装置12に伝送される。
- [0202] ここで、決定部44は、必要に応じて、各選択パターンについて、DB43に記憶されたクラスごとのタップ係数で構成される削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理（予測部46で行われるのと同様のフィルタ処理）を行い、その結果得られるフィルタ画像とともに、元画像を用いて、例えば、RDコスト等の符号化効率を求める。
- [0203] DB45は、決定部44から供給される採用パターンについてのクラスごとのタップ係数を一時記憶する。DB45に記憶された採用パターンについてのクラスごとのタップ係数は、符号化部21（図8）において、フィルタ情報として、符号化ビットストリームに含められ、復号装置12に伝送される。
- [0204] 予測部46は、DB45に記憶された採用パターンについてのクラスごとのタップ係数のうちの、クラス分類部41からの注目画素のクラスのタップ係数で構成される削減予測式を、復号画像に適用して、予測処理（高次予測式である削減予測式を用いた、いわば高次予測処理）としてのフィルタ処理を行い、その結果得られるフィルタ画像を、符号化部21及び局所復号部23（図8）に供給する。
- [0205] すなわち、予測部46は、決定部44からの形式情報から、タップ係数（1次係数及び2次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測部46は、決定部44からの選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定し、その採用パターンから、削減多項式を構成する項、ひいては、削減多項式の演算に用いられる予測タップとしての復号画像の画素を特定する。
- [0206] そして、予測部46は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理、すなわち、削減予測式の演算としての、予測タップとしての復号画像の画素（の画素値）とタップ係数との積和演算を行い、フィルタ画像を求める。

。

[0207] フィルタ処理での削減予測式の（積和）演算では、タップ係数の最良表現形式及び復号画像の画素値の表現形式に応じた演算が行われる。すなわち、例えば、復号画像の画素値及びタップ係数が10ビットで表され、復号画像の画素値が整数型で、タップ係数が9ビットの小数部を有する固定小数点である場合、フィルタ処理における、復号画像の画素値とタップ係数との積の演算では、復号画像の画素値を表すビット列とタップ係数を表すビット列との積が求められ、その後、その積を表すビット列が9ビット右シフトされることで、512で除算される。

[0208] フィルタ部33は、クラス分類部51及び予測部52を有する。

[0209] フィルタ部33には、パース部31（図8）からフィルタ情報が供給されるとともに、復号部32（図8）から復号画像が供給される。

[0210] クラス分類部51は、クラス分類部41と同様に、そこに供給される復号画像の画素を、順次、注目画素に選択する。さらに、クラス分類部51は、注目画素のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、予測部52に供給する。

[0211] 予測部52は、フィルタ情報に含まれる採用パターンについてのクラスごとのタップ係数のうちの、クラス分類部51からの注目画素のクラスのタップ係数で構成される削減予測式を、復号画像に適用して、予測処理としてのフィルタ処理を行い、その結果得られるフィルタ画像を、復号部32（図8）に供給する。

[0212] すなわち、予測部52は、フィルタ情報に含まれる形式情報から、タップ係数（1次係数及び2次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測部52は、フィルタ情報に含まれる選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定し、その採用パターンから、削減多項式を構成する項、ひいては、削減多項式の演算に用いられる予測タップとしての復号画像の画素を特定する。

[0213] そして、予測部52は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で

構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理、すなわち、削減予測式の演算としての、予測タップとしての復号画像の画素（の画素値）とタップ係数との積和演算を行い、フィルタ画像を求める。

[0214] 予測部52のフィルタ処理での削減予測式の（積和）演算では、予測部46と同様に、タップ係数の最良表現形式及び復号画像の画素値の表現形式に応じた演算が行われる。

[0215] 図10は、図8の符号化装置11の符号化処理の概要を説明するフローチャートである。

[0216] 図10のフローチャートに従った処理は、例えば、フレーム単位で行われる。

[0217] ステップS11において、符号化部21（図8）は、フィルタ部24からのフィルタ画像を用いて、元画像を（予測）符号化し、その符号化により得られる符号化データを、局所復号部23に供給して、処理は、ステップS12に進む。

[0218] ステップS12では、局所復号部23は、符号化部21からの符号化データの局所復号を、フィルタ部24からのフィルタ画像を用いて行い、その結果得られる（局所）復号画像を、フィルタ部24に供給して、処理は、ステップS13に進む。

[0219] ステップS13では、フィルタ部24において、クラス分類部41（図9）が、局所復号部23からの復号画像の画素を、順次、注目画素に選択する。さらに、クラス分類部41は、注目画素のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、学習部42、決定部44、及び、予測部46に供給して、処理は、ステップS14に進む。

[0220] ステップS14では、学習部42は、局所復号部23からの復号画像の1フレームとその復号画像のフレームに対する元画像の1フレームとを、タップ係数を求める学習の学習画像として用い、複数の選択パターンそれぞれについて、その選択パターンの削減予測式を構成するタップ係数である1次係

数及び2次係数を求める学習をクラスごとに行う。学習部42は、学習により複数の選択パターンそれぞれについて得られるクラスごとのタップ係数を、DB43に記憶させ、処理は、ステップS14からステップS15に進む。

[0221] ステップS15では、決定部44は、各選択パターンについて、DB43に記憶されたクラスごとのタップ係数である1次係数及び2次係数のそれぞれについて、符号化効率を最良にする表現形式である最良表現形式を決定し、処理は、ステップS16に進む。

[0222] ステップS16では、決定部44は、各選択パターンについて、最良表現形式のタップ係数で構成される削減予測式を復号画像に適用するフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にする選択パターンを採用パターンに決定（選択）し、その採用パターン（に決定された選択パターン）についてのクラスごとのタップ係数を、DB45に記憶させる。DB45に記憶された採用パターンについてのクラスごとのタップ係数は、フィルタ情報として、符号化部21に供給される。

[0223] さらに、決定部44は、採用パターンについてのタップ係数である1次係数及び2次係数それぞれの最良表現形式を表す形式情報、及び、採用パターンを表す選択情報を、フィルタ情報として、符号化部21に供給するとともに、予測部46に供給し、処理は、ステップS16からステップS17に進む。

[0224] ステップS17では、予測部46は、DB45に記憶された採用パターンについてのクラスごとのタップ係数のうちの、クラス分類部41からの注目画素のクラスのタップ係数で構成される削減予測式を、局所復号部23からの復号画像に適用して、予測処理としてのフィルタ処理を行う。

[0225] すなわち、予測部46は、決定部44からの形式情報から、タップ係数（1次係数及び2次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測部46は、決定部44からの選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定する。

[0226] そして、予測部46は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で

構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を求める。

[0227] 予測部46は、フィルタ処理の結果得られるフィルタ画像を、符号化部21及び局所復号部23に供給し、処理は、ステップS17からステップS18に進む。

[0228] ここで、ステップS17で予測部46から符号化部21及び局所復号部23に供給されるフィルタ画像は、例えば、復号画像の次のフレームを対象として行われるステップS11及びS12の処理で用いられる。

[0229] ステップS18では、符号化部21は、符号化データと、フィルタ部24からのフィルタ情報、すなわち、選択情報、形式情報、及び、クラスごとのタップ係数とを含む符号化ビットストリームを生成して伝送する。

[0230] なお、ステップS16での採用パターンの決定では、全クラスに共通して、1つの選択パターンを、採用パターンに決定すること、又は、クラスごとに、1つの選択パターンを、採用パターンに決定することができる。

[0231] クラスごとに、1つの選択パターンを、採用パターンに決定する場合、例えば、クラスごとに、符号化効率が最良になる選択パターンが、採用パターンに決定される。そのため、選択情報及び形式情報の数は、全クラスに共通して、1つの選択パターンを、採用パターンに決定する場合のクラスの数（総数）倍になる。

[0232] また、クラスごとに、1つの選択パターンを、採用パターンに決定する場合、予測部46は、ステップS17で行うフィルタ処理にあたって、クラスごとに、タップ係数の表現形式（最良表現形式）を特定するとともに、削減多項式の採用パターンを特定し、その採用パターンから、削減多項式を構成する項、ひいては、削減多項式の演算に用いられる予測タップとしての復号画像の画素を特定する。

[0233] 図11は、図8の復号装置12の復号処理の概要を説明するフローチャートである。

[0234] 図11のフローチャートに従った処理は、例えば、図10の符号化処理と

同様に、フレーム単位で行われる。

- [0235] ステップS 2 1において、パース部3 1（図8）は、符号化装置1 1から伝送されてくる符号化ビットストリームを受信してパースを行うことで、符号化ビットストリームに含まれるフィルタ情報を抽出し（得て）、フィルタ部3 3に供給する。さらに、パース部3 1は、符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、復号部3 2に供給し、処理は、ステップS 2 1からステップS 2 2に進む。
- [0236] ステップS 2 2では、復号部3 2は、パース部3 1からの符号化データの復号を、フィルタ部3 3からのフィルタ画像を用いて行い、その結果得られる復号画像を、フィルタ部3 3に供給して、処理は、ステップS 2 3に進む。
- [0237] ステップS 2 3では、フィルタ部3 3において、クラス分類部5 1（図9）が、復号部3 2からの復号画像の画素を、順次、注目画素に選択する。さらに、クラス分類部5 1は、注目画素のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、予測部5 2に供給して、処理は、ステップS 2 4に進む。
- [0238] ステップS 2 4では、予測部5 2は、パース部3 1からのフィルタ情報に含まれる採用パターンについてのクラスごとのタップ係数のうちの、クラス分類部5 1からの注目画素のクラスのタップ係数で構成される削減予測式を、復号部3 2からの復号画像に適用して、予測処理としてのフィルタ処理を行い、フィルタ画像を求める（生成する）。
- [0239] すなわち、予測部5 2は、フィルタ情報に含まれる形式情報から、タップ係数（1次係数及び2次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測部5 2は、フィルタ情報に含まれる選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定する。
- [0240] そして、予測部5 2は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を求める。

- [0241] 予測部52でのフィルタ処理の結果得られたフィルタ画像は、復号部32（図8）に供給されるとともに、元画像を復元した復元画像として出力される。
- [0242] ステップS24で予測部52から復号部32に供給されるフィルタ画像は、例えば、復号画像の次のフレームを対象として行われるステップS22の処理で用いられる。
- [0243] 次に、本技術の実施の形態の詳細について説明するが、その前に、画像を対象とするクラス分類予測処理について説明する。
- [0244] 画像を対象とするクラス分類予測処理とは、クラス分類予測処理の対象の画像である第1の画像を用いてクラス分類を行い、そのクラス分類の結果得られるクラスのタップ係数と第1の画像の画素（の画素値）との積和演算を行う予測式を用いた予測処理としてのフィルタ処理を行う処理であり、かかるフィルタ処理により第2の画像の予測値が求められる（生成される）。本実施の形態では、第1の画像は、復号画像（局所復号画像を含む）であり、第2の画像は、元画像である。
- [0245] <クラス分類予測処理>
- [0246] 図12は、クラス分類予測処理を行う予測装置の第1の構成例を示すブロック図である。
- [0247] クラス分類予測処理では、第1の画像のうちの注目している注目画素を複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類することにより得られるクラスのタップ係数と、注目画素に対して予測タップとして選択される第1の画像の画素の画素値とを用いた予測式の演算としての積和演算により、注目画素に対応する第2の画像の対応画素の画素値の予測値が求められる。
- [0248] なお、以下のクラス分類予測処理の説明では、説明を簡単にするため、予測式として、1次項のみからなる予測式を採用することとする。
- [0249] 図12は、クラス分類予測処理を行う予測装置の構成例を示している。
- [0250] 図12において、予測装置100は、タップ選択部101、クラス分類部102、係数取得部103、及び、予測演算部104を有する。

- [0251] 予測装置 100 には、第 1 の画像が供給される。予測装置 100 に供給される第 1 の画像は、タップ選択部 101 及びクラス分類部 102 に供給される。
- [0252] タップ選択部 101 は、第 1 の画像を構成する画素を、順次、注目画素に選択する。さらに、タップ選択部 101 は、注目画素に対応する第 2 の画像の対応画素（の画素値）を予測するのに用いる第 1 の画像を構成する画素（の画素値）の幾つかを、予測タップとして選択する。
- [0253] 具体的には、タップ選択部 101 は、注目画素の時空間の位置から空間的又は時間的に近い位置にある第 1 の画像の複数の画素を、予測タップとして選択し、予測演算部 104 に供給する。
- [0254] クラス分類部 102 は、一定の規則に従って、注目画素を、幾つかのクラスのうちのいずれかにクラス分けするクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、係数取得部 103 に供給する。
- [0255] すなわち、クラス分類部 102 は、例えば、注目画素について、クラス分類を行うのに用いる第 1 の画像を構成する画素（の画素値）の幾つかを、クラスタップとして選択する。例えば、クラス分類部 102 は、タップ選択部 101 が予測タップを選択するのと同様にして、クラスタップを選択する。
- [0256] なお、予測タップとクラスタップは、同一のタップ構造を有するものであっても良いし、異なるタップ構造を有するものであっても良い。
- [0257] クラス分類部 102 は、例えば、クラスタップを用いて、注目画素をクラス分類し、その結果得られる注目画素のクラスを、係数取得部 103 に供給する。
- [0258] 例えば、クラス分類部 102 は、クラスタップを用いて、注目画素の画像特徴量を求める。さらに、クラス分類部 102 は、注目画素の画像特徴量に応じて、注目画素をクラス分類し、その結果得られるクラスを、係数取得部 103 に供給する。
- [0259] ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) 等を採用することができる。

- [0260] ADRCを用いる方法では、クラスタップとしての画素（の画素値）が、ADRC処理され、その結果得られるADRCコード（ADRC値）にしたがって、注目画素のクラスが決定される。ADRCコードは、注目画素を含む小領域の画像特徴量としての波形パターンを表す。
- [0261] なお、LビットADRCにおいては、例えば、クラスタップとしての画素の画素値の最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジDRに基づいて、クラスタップとしての各画素の画素値がLビットに再量子化される。すなわち、クラスタップとしての各画素の画素値から、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^L$ で除算（再量子化）される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップとしてのLビットの各画素の画素値を、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。したがって、クラスタップが、例えば、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップとしての各画素の画素値は、最大値MAXと最小値MINとの平均値で除算され（小数点以下切り捨て）、これにより、各画素の画素値が1ビットとされる（2値化される）。そして、その1ビットの画素値を所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。かかるADRCコードが表す値が、クラスを表す。
- [0262] また、クラス分類に用いる画像特徴量としては、ADRCコードの他、例えば、クラスタップとしての画素の輝度等の画素値の最大値と最小値との差分であるDR(Dynamic Range)や、クラスタップにおいて、水平、垂直、斜め方向に隣接する画素の画素値の差分絶対値の最大値であるDiffMax、DR及びDiffMaxを用いて得られる $DiffMax/DR$ 等を採用することができる。
- [0263] その他、クラス分類は、注目画素の量子化パラメータQPその他の符号化情報を用いて行うことができる。すなわち、クラス分類は、例えば、符号化情報の閾値処理等によって行うことができる。
- [0264] 係数取得部103は、学習によって求められたクラスごとのタップ係数を記憶し、さらに、その記憶したタップ係数のうちの、クラス分類部102から供給される注目画素のクラスのタップ係数を取得する。さらに、係数取得

部 103 は、注目画素のクラスのタップ係数を、予測演算部 104 に供給する。

[0265] 予測演算部 104 は、タップ選択部 101 からの予測タップと、係数取得部 103 から供給されるタップ係数とを用いて、注目画素に対応する第 2 の画像の画素（対応画素）の画素値の真値の予測値を求める予測式の積和演算である予測処理としてのフィルタ処理を行う。これにより、予測演算部 104 は、対応画素の画素値（の予測値）、すなわち、第 2 の画像を構成する画素の画素値（の予測値）を求めて出力する。

[0266] 図 13 は、係数取得部 103 に記憶されるタップ係数の学習を行う学習装置の構成例を示すブロック図である。

[0267] ここで、第 1 の画像として、復号画像を採用するとともに、第 2 の画像として、その復号画像に対する元画像を採用し、第 1 の画像から選択される予測タップとタップ係数とを用いて、1 次項のみからなる予測式の積和演算である予測処理としてのフィルタ処理により、第 2 の画像としての元画像の画素（以下、第 2 の画素ともいう）の画素値を予測することとすると、注目画素に対応する第 2 の画像の対応画素としての第 2 の画素の画素値 y は、次の予測式に従って求められる。

[0268] [数3]

$$y = \sum_{n=1}^N w_n x_n \quad \dots (3)$$

[0269] 式 (3) において、 x_n は、注目画素の予測タップとしての n 番目の第 1 の画像の画素（以下、適宜、第 1 の画素ともいう）の画素値を表し、 w_n は、 n 番目の 1 次項のタップ係数（ n 番目のタップ係数）を表す。式 (3) の予測式は、 N 個の項（1 次項）で構成される。

[0270] ここで、本技術では、第 2 の画素の画素値 y は、式 (3) の 1 次項のみからなる予測式ではなく、2 次以上の高次項を含む高次予測式によって求められる。

[0271] いま、第kサンプルの第2の画素の画素値の真値を y_k と表すとともに、式（3）によって得られるその真値 y_k の予測値を y_k' と表すと、その予測誤差 e_k は、次式で表される。

[0272] [数4]

$$e_k = y_k - y_k' \quad \dots (4)$$

[0273] いま、式（4）の予測値 y_k' は、式（3）にしたがって求められるため、式（4）の y_k' を、式（3）にしたがって置き換えると、次式が得られる。

[0274] [数5]

$$e_k = y_k - \left(\sum_{n=1}^N w_n x_{n,k} \right) \quad \dots (5)$$

[0275] 但し、式（5）において、 $x_{n,k}$ は、対応画素としての第kサンプルの第2の画素に対する予測タップとしてのn番目の第1の画素を表す。

[0276] 式（5）（又は式（4））の予測誤差 e_k を0とするタップ係数 w_n が、第2の画素を予測するのに最適なものとなるが、すべての第2の画素について、そのようなタップ係数 w_n を求めることは、一般には困難である。

[0277] そこで、タップ係数 w_n が最適なものであることを表す規範として、例えば、最小自乗法を採用することとすると、最適なタップ係数 w_n は、次式で表される自乗誤差の総和E（統計的な誤差）を最小にすることで求めることができる。

[0278] [数6]

$$E = \sum_{k=1}^K e_k^2 \quad \dots (6)$$

[0279] 但し、式（6）において、Kは、対応画素としての第2の画素 y_k と、その第2の画素 y_k に対する予測タップとしての第1の画素 $x_{1,k}$, $x_{2,k}$, $\dots$, $x_{N,k}$ とのセットのサンプル数（学習用のサンプルの数）を表す。

[0280] 式（６）の自乗誤差の総和Eの最小値（極小値）は、式（７）に示すように、総和Eをタップ係数 w_n で偏微分したものを0とする w_n によって与えられる。

[0281] [数7]

$$\frac{\partial E}{\partial w_n} = e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_n} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_n} + \cdots + e_k \frac{\partial e_k}{\partial w_n} = 0 \quad (n=1, 2, \cdots, N)$$

. . . (7)

[0282] そこで、上述の式（５）をタップ係数 w_n で偏微分すると、次式が得られる。

[0283] [数8]

$$\frac{\partial e_k}{\partial w_1} = -x_{1,k}, \frac{\partial e_k}{\partial w_2} = -x_{2,k}, \cdots, \frac{\partial e_k}{\partial w_N} = -x_{N,k}, (k=1, 2, \cdots, K)$$

. . . (8)

[0284] 式（７）と（８）から、次式が得られる。

[0285] [数9]

$$\sum_{k=1}^K e_k x_{1,k} = 0, \sum_{k=1}^K e_k x_{2,k} = 0, \cdots, \sum_{k=1}^K e_k x_{N,k} = 0$$

. . . (9)

[0286] 式（９）の e_k に、式（５）を代入することにより、式（９）は、式（１０）に示す正規方程式で表すことができる。

[0287] [数10]

$$\begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} x_{N,k} \right) \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} x_{N,k} \right) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{1,k} \right) & \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{2,k} \right) & \cdots & \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} x_{N,k} \right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left(\sum_{k=1}^K x_{1,k} y_k \right) \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{2,k} y_k \right) \\ \vdots \\ \left(\sum_{k=1}^K x_{N,k} y_k \right) \end{bmatrix}$$

. . . (10)

- [0288] 式(10)の正規方程式は、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)等を用いることにより、タップ係数 w_n について解くことができる。
- [0289] 式(10)の正規方程式を、クラスごとにたてて解くことにより、最適なタップ係数(ここでは、自乗誤差の総和 E を最小にするタップ係数) w_n を、クラスごとに求めることができる。
- [0290] 図13は、式(10)の正規方程式をたてて解くことによりタップ係数 w_n を求める学習を行う学習装置の構成例を示している。
- [0291] 図13において、学習装置110は、教師画像生成部111、生徒画像生成部112、及び、学習部113を有する。
- [0292] 教師画像生成部111及び生徒画像生成部112には、タップ係数 w_n の学習に用いられる学習画像(学習用のサンプルとしての画像)が供給される。
- [0293] 教師画像生成部111は、学習画像から、タップ係数の学習の教師(真値)となる教師データとしての教師画像、すなわち、式(3)による予測式の演算としての写像の写像先となる教師画像として、第2の画像に相当する画像を生成し、学習部113に供給する。ここでは、教師画像生成部111は、例えば、学習画像を、そのまま教師画像として、学習部113に供給する。
- [0294] 生徒画像生成部112は、学習画像から、タップ係数の学習の生徒となる生徒データとしての生徒画像、すなわち、式(3)による予測式の演算としての写像の写像元となる生徒画像として、第1の画像に相当する画像を生成し、学習部113に供給する。ここでは、生徒画像生成部112は、例えば、学習画像を、符号化装置11と同様に符号化して局所復号することにより、復号画像を生成し、この復号画像を、生徒画像として、学習部113に供給する。
- [0295] 学習部113は、生徒画像生成部112からの生徒画像を構成する画素を、順次、注目画素とし、その注目画素について、図12のタップ選択部101が選択するのと同じのタップ構造の画素を、生徒画像から予測タップとして選択する。さらに、学習部113は、注目画素に対応する教師画像を構成

する対応画素と、注目画素の予測タップとを用い、クラスごとに、式（１０）の正規方程式をたてて解くことにより、クラスごとのタップ係数を求める。

[0296] 図１４は、図１３の学習部１１３の構成例を示すブロック図である。

[0297] 図１４において、学習部１１３は、タップ選択部１２１、クラス分類部１２２、足し込み部１２３、及び、係数算出部１２４を有する。

[0298] 生徒画像は、タップ選択部１２１及びクラス分類部１２２に供給され、教師画像は、足し込み部１２３に供給される。

[0299] タップ選択部１２１は、生徒画像を構成する画素を、順次、注目画素として選択し、その注目画素を表す情報を、必要なブロックに供給する。

[0300] さらに、タップ選択部１２１は、注目画素について、生徒画像を構成する画素から、図１２のタップ選択部１０１が選択するのと同じ画素を予測タップに選択し、これにより、タップ選択部１０１で得られるのと同じのタップ構造の予測タップを得て、足し込み部１２３に供給する。

[0301] クラス分類部１２２は、生徒画像を用いて、注目画素について、図１２のクラス分類部１０２と同一のクラス分類を行い、その結果得られる注目画素のクラスを、足し込み部１２３に出力する。

[0302] 足し込み部１２３は、教師画像を構成する画素から、注目画素に対応する対応画素（の画素値）を取得し、対応画素と、タップ選択部１２１から供給される注目画素についての予測タップとしての生徒画像の画素（の画素値）とを対象とした足し込みを、クラス分類部１２２から供給される注目画素のクラスごとに行う。

[0303] すなわち、足し込み部１２３には、教師画像の対応画素 y_k 、生徒画像としての注目画素の予測タップ $x_{n,k}$ 、注目画素のクラスが供給される。

[0304] 足し込み部１２３は、注目画素のクラスごとに、予測タップとしての生徒画像の画素 $x_{n,k}$ を用い、式（１０）の左辺の行列における生徒画像の画素どうしの乗算（ $x_{n,k}x_{n',k}$ ）と、サメーション（ Σ ）に相当する演算を行う。

[0305] さらに、足し込み部１２３は、やはり、注目画素のクラスごとに、予測タ

ップ $x_{n,k}$ と教師画像の画素 y_k を用い、式(10)の右辺のベクトルにおける予測タップ $x_{n,k}$ 及び教師画像の画素 y_k の乗算($x_{n,k}y_k$)と、サメーション(Σ)に相当する演算を行う。

[0306] すなわち、足し込み部123は、前回、注目画素に対応する教師画像の対応画素について求められた式(10)における左辺の行列のコンポーネント($\Sigma x_{n,k}x_{n',k}$)と、右辺のベクトルのコンポーネント($\Sigma x_{n,k}y_k$)を、その内蔵するメモリ(図示せず)に記憶しており、その行列のコンポーネント($\Sigma x_{n,k}x_{n',k}$)又はベクトルのコンポーネント($\Sigma x_{n,k}y_k$)に対して、新たな注目画素に対応する対応画素 y_{k+1} について、その対応画素 y_{k+1} 及び予測タップ $x_{n,k+1}$ を用いて計算される、対応するコンポーネント $x_{n,k+1}x_{n',k+1}$ 又は $x_{n,k+1}y_{k+1}$ を足し込む(式(10)のサメーションで表される加算を行う)。

[0307] そして、足し込み部123は、例えば、生徒画像の画素すべてを注目画素として、上述の足し込みを行うことにより、各クラスについて、式(10)に示した正規方程式をたて、その正規方程式を、係数算出部124に供給する。

[0308] 係数算出部124は、足し込み部123から供給される各クラスについての正規方程式を解くことにより、各クラスについて、最適なタップ係数 w_n を求めて出力する。

[0309] 図12の予測装置100における係数取得部103には、以上のようにして求められたクラスごとのタップ係数 w_n を記憶させることができる。

[0310] 図15は、クラス分類予測処理を行う予測装置の第2の構成例を示すブロック図である。

[0311] なお、図中、図12の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。

[0312] 図15において、予測装置130は、タップ選択部101、クラス分類部102、予測演算部104、及び、係数取得部131を有する。

[0313] したがって、図15の予測装置130は、タップ選択部101、クラス分類部102、及び、予測演算部104を有する点で、図12の場合と共通す

る。

[0314] 但し、図 15 では、係数取得部 103 に代えて、係数取得部 131 が設けられている点で、図 12 の場合と相違する。

[0315] 係数取得部 131 は、後述する種係数を記憶する。さらに、係数取得部 131 には、外部からパラメータ z が供給される。

[0316] 係数取得部 131 は、種係数から、パラメータ z に対応する、クラスごとのタップ係数を生成して記憶し、そのクラスごとのタップ係数から、クラス分類部 102 からのクラスのタップ係数を取得して、予測演算部 104 に供給する。

[0317] 図 16 は、係数取得部 131 に記憶される種係数を求める学習を行う学習装置の構成例を示すブロック図である。

[0318] 図 16 の学習装置では、ボリューム化、すなわち、予測式を構成するタップ係数を多項式で近似した場合の、その多項式を構成する係数である種係数が、例えば、クラスごとに求められる。

[0319] いま、タップ係数 w_n を、種係数と、パラメータ z とを用いた以下の多項式によって近似することとする。

[0320] [数11]

$$w_n = \sum_{m=1}^M \beta_{m,n} z^{m-1} \quad \dots (11)$$

[0321] 但し、式 (11) において、 $\beta_{m,n}$ は、 n 番目のタップ係数 w_n を求めるのに用いられる m 番目の種係数を表す。なお、式 (11) では、タップ係数 w_n が、 M 個の種係数 $\beta_{1,n}, \beta_{2,n}, \dots, \beta_{M,n}$ を用いて求められる。

[0322] ここで、種係数 $\beta_{m,n}$ とパラメータ z から、タップ係数 w_n を求める式は、式 (11) に限定されるものではない。

[0323] いま、式 (11) におけるパラメータ z によって決まる値 z^{m-1} を、新たな変数 t_m を導入して、次式で定義する。

[0324]

[数12]

$$t_m = z^{m-1} \quad (m=1, 2, \dots, M)$$

... (12)

[0325] 式(12)を、式(11)に代入することにより、次式が得られる。

[0326] [数13]

$$w_n = \sum_{m=1}^M \beta_{m,n} t_m$$

... (13)

[0327] 式(13)によれば、タップ係数 w_n は、種係数 $\beta_{m,n}$ と変数 t_m との線形1次式によって求められることになる。

[0328] ところで、いま、第 k サンプルの第2の画素の画素値の真値を y_k と表すとともに、式(3)によって得られるその真値 y_k の予測値を y_k' と表すと、その予測誤差 e_k は、次式で表される。

[0329] [数14]

$$e_k = y_k - y_k'$$

... (14)

[0330] いま、式(14)の予測値 y_k' は、式(3)にしたがって求められるため、式(14)の y_k' を、式(3)にしたがって置き換えると、次式が得られる。

[0331] [数15]

$$e_k = y_k - \left(\sum_{n=1}^N w_n x_{n,k} \right)$$

... (15)

[0332] 但し、式(15)において、 $x_{n,k}$ は、対応画素としての第 k サンプルの第2の画素に対する予測タップとしての n 番目の第1の画素を表す。

[0333] 式(15)の w_n に、式(13)を代入することにより、次式が得られる。

[0334] [数16]

$$e_k = y_k - \left(\sum_{n=1}^N \left(\sum_{m=1}^M \beta_{m,n} t_m \right) x_{n,k} \right)$$

・・・ (16)

[0335] 式 (16) の予測誤差 e_k を 0 とする種係数 $\beta_{m,n}$ が、第 2 の画素を予測するのに最適なものとなるが、すべての第 2 の画素について、そのような種係数 $\beta_{m,n}$ を求めることは、一般には困難である。

[0336] そこで、種係数 $\beta_{m,n}$ が最適なものであることを表す規範として、例えば、最小自乗法を採用することとすると、最適な種係数 $\beta_{m,n}$ は、次式で表される自乗誤差の総和 E を最小にすることで求めることができる。

[0337] [数17]

$$E = \sum_{k=1}^K e_k^2$$

・・・ (17)

[0338] 但し、式 (17) において、 K は、対応画素としての第 2 の画素 y_k と、その第 2 の画素 y_k に対する予測タプルとしての第 1 の画素 $x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{N,k}$ とのセットのサンプル数 (学習用のサンプルの数) を表す。

[0339] 式 (17) の自乗誤差の総和 E の最小値 (極小値) は、式 (18) に示すように、総和 E を種係数 $\beta_{m,n}$ で偏微分したものを 0 とする $\beta_{m,n}$ によって与えられる。

[0340] [数18]

$$\frac{\partial E}{\partial \beta_{m,n}} = \sum_{k=1}^K 2 \cdot \frac{\partial e_k}{\partial \beta_{m,n}} \cdot e_k = 0$$

・・・ (18)

[0341] 式 (15) を、式 (18) に代入することにより、次式が得られる。

[0342] [数19]

$$\sum_{k=1}^K t_m x_{n,k} e_k = \sum_{k=1}^K t_m x_{n,k} \left(y_k - \left(\sum_{n=1}^N \left(\sum_{m=1}^M \beta_{m,n} t_m \right) x_{n,k} \right) \right) = 0$$

・・・ (19)

[0343] いま、 $X_{i,p,j,q}$ と $Y_{i,p}$ を、式 (20) と (21) に示すように定義する。

[0344]

[数20]

$$X_{i,p,j,q} = \sum_{k=1}^K x_{i,k} t_{p,j,k} t_{q,k}$$

$$(i=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, N; p=1, 2, \dots, M; q=1, 2, \dots, M)$$

$$\dots (20)$$

[0345] [数21]

$$Y_{i,p} = \sum_{k=1}^K x_{i,k} t_{p,k} y_k$$

$$\dots (21)$$

[0346] この場合、式(19)は、 $X_{i,p,j,q}$ と $Y_{i,p}$ を用いた式(22)に示す正規方程式で表すことができる。

[0347] [数22]

$$\begin{bmatrix} X_{1,1,1,1} & X_{1,1,1,2} & \dots & X_{1,1,1,M} & X_{1,1,2,1} & \dots & X_{1,1,N,M} \\ X_{1,2,1,1} & X_{1,2,1,2} & \dots & X_{1,2,1,M} & X_{1,2,2,1} & \dots & X_{1,2,N,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1,M,1,1} & X_{1,M,1,2} & \dots & X_{1,M,1,M} & X_{1,M,2,1} & \dots & X_{1,M,N,M} \\ X_{2,1,1,1} & X_{2,1,1,2} & \dots & X_{2,M,1,M} & X_{2,M,2,1} & \dots & X_{2,M,N,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{N,M,1,1} & X_{N,M,1,2} & \dots & X_{N,M,1,M} & X_{N,M,2,M} & \dots & X_{N,M,N,M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{1,1} \\ \beta_{2,1} \\ \vdots \\ \beta_{M,1} \\ \beta_{1,2} \\ \vdots \\ \beta_{M,N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{1,2} \\ \vdots \\ Y_{1,M} \\ Y_{2,1} \\ \vdots \\ Y_{N,M} \end{bmatrix}$$

$$\dots (22)$$

[0348] 式(22)の正規方程式は、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)等を用いることにより、種係数 $\beta_{m,n}$ について解くことができる。

[0349] 図15の予測装置130においては、教師画像としての第2の画像(元画像)の第2の画素 $y_1, y_2, \dots, y_K$ と、生徒画像としての第1の画像(復号画像)の第1の画素 $x_{1,k}, x_{2,k}, \dots, x_{N,k}$ とを用いて、クラスごとに式(22)の正規方程式をたてて解く学習を行うことにより求められたクラスごとの種係数 $\beta_{m,n}$ が、係数取得部131に記憶される。そして、係数取得部131では、種係数 $\beta_{m,n}$ と、外部から与えられるパラメータ z から、式(11)にし

たがって、クラスごとのタップ係数 w_n が生成され、予測演算部104において、そのタップ係数 w_n と、注目画素についての予測タップとしての第1の画素 x_n を用いて、式(3)が計算されることにより、第2の画素（注目画素に対応する対応画素）の画素値（の予測値）が求められる。

[0350] 図16は、式(22)の正規方程式をクラスごとにたてて解くことにより、クラスごとの種係数 $\beta_{m,n}$ を求める学習を行う学習装置の構成例を示す図である。

[0351] なお、図中、図13の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。

[0352] 図16において、学習装置140は、教師画像生成部111、パラメータ生成部141、生徒画像生成部142、及び、学習部143を有する。

[0353] したがって、図16の学習装置140は、教師画像生成部111を有する点で、図13の学習装置110と共通する。

[0354] 但し、図16の学習装置140は、パラメータ生成部141を新たに有する点で、図13の学習装置110と相違する。さらに、図16の学習装置140は、生徒画像生成部112及び学習部113に代えて、生徒画像生成部142、及び、学習部143がそれぞれ設けられている点で、図13の学習装置110と相違する。

[0355] パラメータ生成部141は、生徒画像生成部142での学習画像から生徒画像を生成する処理や、その生徒画像に応じてパラメータ z を生成し、学習部143に供給する。

[0356] 例えば、生徒画像生成部142において、学習画像を、符号化装置11と同様に符号化して局所復号することにより、復号画像が生成される場合、パラメータ生成部141は、例えば、生徒画像生成部142で生成された生徒画像の画像特徴量としての、例えば、生徒画像の全画面動きの動き量に応じた値を、パラメータ z として生成する。また、パラメータ生成部141は、例えば、生徒画像生成部142での生徒画像の生成で行われた教師画像（学習画像）の符号化に用いられた量子化パラメータQP（に対応する値）を、パラ

メータ z として生成する。さらに、パラメータ生成部 141 は、生徒画像生成部 142 で生成された生徒画像のS/Nに応じた値を、パラメータ z として生成する。

[0357] パラメータ生成部 141 では、生徒画像生成部 142 で生成される生徒画像（の画素）に対して、パラメータ z が生成される。

[0358] なお、パラメータ生成部 141 では、例えば、生徒画像の全画面動きの動き量に応じた値、及び、生徒画像の生成で行われた教師画像の符号化に用いられた量子化パラメータQPを、2個のパラメータ z 及び z' として生成することができる。その他、パラメータ生成部 141 では、2個以外の複数のパラメータ、すなわち、3個以上のパラメータを生成することができる。

[0359] パラメータ生成部 141 において、例えば、2個のパラメータ z 及び z' が生成される場合、図15の係数取得部 103 では、外部から2個のパラメータ z 及び z' が与えられ、その2個のパラメータ z 及び z' と種係数とを用いて、タップ係数が生成される。

[0360] 以上のように、種係数としては、1個のパラメータ z の他、2個のパラメータ z 及び z' 、さらには、3個以上のパラメータを用いて、タップ係数を生成することができる種係数を求めること、すなわち、タップ係数を、複数のパラメータを用いた多項式で近似することができる。但し、本明細書では、説明を簡単にするため、1個のパラメータ z を用いてタップ係数を生成する種係数を例に、説明を行う。

[0361] 生徒画像生成部 142 には、教師画像生成部 111 に供給されるのと同様の学習画像が供給される。

[0362] 生徒画像生成部 142 は、図13の生徒画像生成部 112 と同様に、学習画像から生徒画像を生成し、生徒画像として、学習部 143 に供給する。すなわち、生徒画像生成部 142 は、例えば、学習画像を、符号化装置 11 と同様に符号化して局所復号することにより、復号画像を生成し、この復号画像を、生徒画像として、学習部 113 に供給する。なお、生徒画像生成部 142 の処理等は、パラメータ生成部 141 から参照される。

- [0363] 学習部 1 4 3 は、教師画像生成部 1 1 1 からの教師画像、パラメータ生成部 1 4 1 からのパラメータ z 、及び、生徒画像生成部 1 4 2 からの生徒画像を用いて、クラスごとの種係数を求めて出力する。
- [0364] 図 1 7 は、図 1 6 の学習部 1 4 3 の構成例を示すブロック図である。
- [0365] なお、図中、図 1 4 の学習部 1 1 3 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。
- [0366] 図 1 7 において、学習部 1 4 3 は、タップ選択部 1 2 1、クラス分類部 1 2 2、足し込み部 1 5 1、及び、係数算出部 1 5 2 を有する。
- [0367] したがって、図 1 7 の学習部 1 4 3 は、タップ選択部 1 2 1、及び、クラス分類部 1 2 2 を有する点で、図 1 4 の学習部 1 1 3 と共通する。
- [0368] 但し、学習部 1 4 3 は、足し込み部 1 2 3 及び係数算出部 1 2 4 に代えて、足し込み部 1 5 1、及び、係数算出部 1 5 2 をそれぞれ有する点で、図 1 4 の学習部 1 1 3 と相違する。
- [0369] 図 1 7 では、タップ選択部 1 2 1 は、図 1 6 のパラメータ生成部 1 4 1 で生成されるパラメータ z に対応する生徒画像から、予測タップを選択し、足し込み部 1 5 1 に供給する。
- [0370] 足し込み部 1 5 1 は、図 1 6 の教師画像生成部 1 1 1 からの教師画像から、注目画素に対応する対応画素を取得し、その対応画素、タップ選択部 1 2 1 から供給される注目画素についての予測タップとしての生徒画像の画素（生徒画素）、及び、その生徒画像（の注目画素）に対するパラメータ z を対象とした足し込みを、クラス分類部 1 2 2 から供給されるクラスごとに行う。
- [0371] すなわち、足し込み部 1 5 1 には、注目画素に対応する教師画像の画素（教師画素） y_k 、タップ選択部 1 2 1 が出力する注目画素についての予測タップ $x_{i,k}$ ($x_{j,k}$)、及び、クラス分類部 1 2 2 が出力する注目画素のクラスが供給されるとともに、注目画素（を含む生徒画像）に対するパラメータ z が、パラメータ生成部 1 4 1 から供給される。
- [0372] 足し込み部 1 5 1 は、クラス分類部 1 2 2 から供給されるクラスごとに、予測タップ（生徒画像） $x_{i,k}$ ($x_{j,k}$) とパラメータ z を用い、式（2 2）の左辺

の行列における、式（２０）で定義されるコンポーネント $X_{i,p,j,q}$ を求めるための生徒画素及びパラメータ z の乗算 $(x_{i,k} t_p x_{j,k} t_q)$ と、サメーション (Σ) に相当する演算を行う。なお、式（２０）の t_p は、式（１２）にしたがって、パラメータ z から計算される。式（２０）の t_q も同様である。

[0373] さらに、足し込み部１５１は、やはり、クラス分類部１２２から供給されるクラスごとに、予測タプル（生徒画素） $x_{i,k}$ 、対応画素（教師画素） y_k 、及び、パラメータ z を用い、式（２２）の右辺のベクトルにおける、式（２１）で定義されるコンポーネント $Y_{i,p}$ を求めるための生徒画素 $x_{i,k}$ 、教師画素 y_k 、及び、パラメータ z の乗算 $(x_{i,k} t_p y_k)$ と、サメーション (Σ) に相当する演算を行う。なお、式（２１）の t_p は、式（１２）にしたがって、パラメータ z から計算される。

[0374] すなわち、足し込み部１５１は、前回、注目画素に対応する対応画素について求められた式（２２）における左辺の行列のコンポーネント $X_{i,p,j,q}$ と、右辺のベクトルのコンポーネント $Y_{i,p}$ を、その内蔵するメモリ（図示せず）に記憶しており、その行列のコンポーネント $X_{i,p,j,q}$ 又はベクトルのコンポーネント $Y_{i,p}$ に対して、新たな注目画素に対応する対応画素となった教師画素について、その教師画素 y_k 、生徒画素 $x_{i,k}(x_{j,k})$ 、及びパラメータ z を用いて計算される、対応するコンポーネント $x_{i,k} t_p x_{j,k} t_q$ 又は $x_{i,k} t_p y_k$ を足し込む（式（２０）のコンポーネント $X_{i,p,j,q}$ 又は式（２１）のコンポーネント $Y_{i,p}$ におけるサメーションで表される加算を行う）。

[0375] そして、足し込み部１５１は、パラメータ z の各値につき、生徒画像の画素すべてを注目画素として、上述の足し込みを行うことにより、各クラスについて、式（２２）に示した正規方程式をたて、その正規方程式を、係数算出部１５２に供給する。

[0376] 係数算出部１５２は、足し込み部１５１から供給されるクラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとの種係数 $\beta_{m,n}$ を求めて出力する。

[0377] ところで、図１６の学習装置１４０では、学習画像を教師画像とするとともに、その教師画像を符号化して（局所）復号することにより得られる復号

画像を生徒画像として、タップ係数 w_n 及び生徒画像 x_n から式（３）の線形１次式で予測される教師画像の予測値 y の自乗誤差の総和を直接的に最小にする種係数 $\beta_{m,n}$ を求める学習を行うようにしたが、種係数 $\beta_{m,n}$ の学習としては、教師画像の予測値 y の自乗誤差の総和を、いわば、間接的に最小にする種係数 $\beta_{m,n}$ を求める学習を行うことができる。

[0378] すなわち、学習画像を教師画像とするとともに、その教師画像を符号化して（局所）復号することにより得られる復号画像を生徒画像として、タップ係数 w_n 及び生徒画像 x_n を用いて式（３）の線形１次予測式で予測される教師画像の予測値 y の自乗誤差の総和を最小にするタップ係数 w_n を、パラメータ z の値ごとに求めることができる。そして、そのパラメータ z の値ごとに求められたタップ係数 w_n を、学習の教師となる教師データとするとともに、パラメータ z を、学習の生徒となる生徒データとして、式（１３）によって種係数 $\beta_{m,n}$ 及び生徒データであるパラメータ z に対応する変数 t_m から予測される教師データとしてのタップ係数 w_n の予測値の自乗誤差の総和を最小にする種係数 $\beta_{m,n}$ を求めることができる。

[0379] タップ係数は、式（１３）に示したように、種係数 $\beta_{m,n}$ と、パラメータ z に対応する変数 t_m とから求められる。そして、いま、この式（１３）によって求められるタップ係数を、 w_n' と表すこととすると、次の式（２３）で表される、最適なタップ係数 w_n と式（１３）により求められるタップ係数 w_n' との誤差 e_n を０とする種係数 $\beta_{m,n}$ が、最適なタップ係数 w_n を求めるのに最適な種係数となるが、すべてのタップ係数 w_n について、そのような種係数 $\beta_{m,n}$ を求めることは、一般には困難である。

[0380] [数23]

$$e_n = w_n - w_n' \quad \dots (23)$$

[0381] なお、式（２３）は、式（１３）によって、次式のように変形することができる。

[0382]

[数24]

$$e_n = w_n - \left(\sum_{m=1}^M \beta_{m,n} t_m \right) \quad \dots (24)$$

[0383] そこで、種係数 $\beta_{m,n}$ が最適なものであることを表す規範として、例えば、やはり、最小自乗法を採用することとすると、最適な種係数 $\beta_{m,n}$ は、次式で表される自乗誤差の総和 E を最小にすることで求めることができる。

[0384] [数25]

$$E = \sum_{n=1}^N e_n^2 \quad \dots (25)$$

[0385] 式 (25) の自乗誤差の総和 E の最小値 (極小値) は、式 (26) に示すように、総和 E を種係数 $\beta_{m,n}$ で偏微分したものを 0 とする $\beta_{m,n}$ によって与えられる。

[0386] [数26]

$$\frac{\partial E}{\partial \beta_{m,n}} = \sum_{m=1}^M 2 \frac{\partial e_n}{\partial \beta_{m,n}} \cdot e_n = 0 \quad \dots (26)$$

[0387] 式 (24) を、式 (26) に代入することにより、次式が得られる。

[0388] [数27]

$$\sum_{m=1}^M t_m \left(w_n - \left(\sum_{m=1}^M \beta_{m,n} t_m \right) \right) = 0 \quad \dots (27)$$

[0389] いま、 $X_{i,j}$ と Y_i を、式 (28) と (29) に示すように定義する。

[0390] [数28]

$$X_{i,j} = \sum_{z=0}^Z t_i t_j \quad (i=1, 2, \dots, M; j=1, 2, \dots, M) \quad \dots (28)$$

[0391] [数29]

$$Y_i = \sum_{z=0}^Z t_i w_n \quad \dots (29)$$

[0392] この場合、式(27)は、 $X_{i,j}$ と Y_i を用いた式(30)に示す正規方程式で表すことができる。

[0393] [数30]

$$\begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & \cdots & X_{1,M} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & \cdots & X_{2,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{M,1} & X_{M,2} & \cdots & X_{M,M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{1,n} \\ \beta_{2,n} \\ \vdots \\ \beta_{M,n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_M \end{bmatrix} \quad \dots (30)$$

[0394] 式(30)の正規方程式も、例えば、掃き出し法等を用いることにより、種係数 $\beta_{m,n}$ について解くことができる。

[0395] 学習部143(図17)では、以上のように、式(30)の正規方程式をたてて解くことにより種係数 $\beta_{m,n}$ を求める学習を行うこともできる。

[0396] この場合、足し込み部151は、教師画像生成部111からの教師画像のうちの、注目画素に対応する教師画像の対応画素と、タップ選択部121から供給される注目画素についての予測タップとしての生徒画素とを対象とした足し込みを、クラス分類部122から供給されるクラスごとに、かつ、パラメータ生成部141が出力するパラメータ z の値ごとに行う。

[0397] すなわち、足し込み部151には、教師画像の教師画素(対応画素) y_k 、予測タップ $x_{n,k}$ 、注目画素のクラス、及び、生徒画像(の注目画素)に対するパラメータ z が供給される。

[0398] 足し込み部151は、注目画素のクラスごとに、かつ、パラメータ z の値ごとに、予測タップ(生徒画素) $x_{n,k}$ を用い、式(10)の左辺の行列における生徒画素どうしの乗算($x_{n,k}x_{n',k}$)と、サメーション(Σ)に相当する演算を行う。

- [0399] さらに、足し込み部 151 は、注目画素のクラスごとに、かつ、パラメータ z の値ごとに、予測タップ（生徒画素） $x_{n,k}$ と教師画素 y_k を用い、式（10）の右辺のベクトルにおける生徒画素 $x_{n,k}$ 及び教師画素 y_k の乗算（ $x_{n,k}y_k$ ）と、サメーション（ Σ ）に相当する演算を行う。
- [0400] すなわち、足し込み部 151 は、前回、注目画素に対応する教師画像の教師画素（対応画素）について求められた式（10）における左辺の行列のコンポーネント（ $\Sigma x_{n,k}x_{n',k}$ ）と、右辺のベクトルのコンポーネント（ $\Sigma x_{n,k}y_k$ ）を、その内蔵するメモリ（図示せず）に記憶しており、その行列のコンポーネント（ $\Sigma x_{n,k}x_{n',k}$ ）又はベクトルのコンポーネント（ $\Sigma x_{n,k}y_k$ ）に対して、新たな注目画素に対応する対応画素となった教師画素について、その教師画素 y_{k+1} 及び生徒画素 $x_{n,k+1}$ を用いて計算される、対応するコンポーネント $x_{n,k+1}x_{n',k+1}$ 又は $x_{n,k+1}y_{k+1}$ を足し込む（式（10）のサメーションで表される加算を行う）。
- [0401] そして、足し込み部 151 は、生徒画像の画素すべてを注目画素として、上述の足し込みを行うことにより、各クラスについて、パラメータ z の各値ごとに、式（10）に示した正規方程式をたてる。
- [0402] したがって、足し込み部 151 は、図 14 の足し込み部 123 と同様に、各クラスについて、式（10）の正規方程式をたてる。但し、足し込み部 151 は、さらに、パラメータ z の各値ごとに、式（10）の正規方程式をたてる点で、図 14 の足し込み部 123 と異なる。
- [0403] さらに、足し込み部 151 は、各クラスについての、パラメータ z の値ごとの正規方程式を解くことにより、各クラスについて、パラメータ z の値ごとの最適なタップ係数 w_n を求める。
- [0404] その後、足し込み部 151 は、パラメータ生成部 141（図 16）から供給されるパラメータ z （に対応する変数 t_m ）と、最適なタップ係数 w_n を対象とした足し込みを、クラスごとに行う。
- [0405] すなわち、足し込み部 151 は、パラメータ生成部 141 から供給されるパラメータ z から式（12）によって求められる変数 t_i （ t_j ）を用い、式（30）の左辺の行列における、式（28）で定義されるコンポーネント $X_{i,j}$ を

求めるためのパラメータ z に対応する変数 t_i (t_j) どのしの乗算 ($t_i t_j$) と、サメーション (Σ) に相当する演算を、クラスごとに行う。

[0406] ここで、コンポーネント $X_{i,j}$ は、パラメータ z によってのみ決まるものであり、クラスとは関係がないので、コンポーネント $X_{i,j}$ の計算は、クラスごとに行う必要はなく、1回行うだけで済む。

[0407] さらに、足し込み部151は、パラメータ生成部141から供給されるパラメータ z から式(12)によって求められる変数 t_i と、足し込み部151から供給される最適なタップ係数 w_n とを用い、式(30)の右辺のベクトルにおける、式(29)で定義されるコンポーネント Y_i を求めるためのパラメータ z に対応する変数 t_i 及び最適なタップ係数 w_n の乗算 ($t_i w_n$) と、サメーション (Σ) に相当する演算を、クラスごとに行う。

[0408] 足し込み部151は、各クラスごとに、式(28)で表されるコンポーネント $X_{i,j}$ と、式(29)で表されるコンポーネント Y_i を求めることにより、各クラスについて、式(30)の正規方程式をたて、その正規方程式を、係数算出部152に供給する。

[0409] 係数算出部152は、足し込み部151から供給されるクラスごとの式(30)の正規方程式を解くことにより、各クラスごとの種係数 $\beta_{m,n}$ を求めて出力する。

[0410] 図15の係数取得部131には、以上のようにして求められたクラスごとの種係数 $\beta_{m,n}$ を記憶させることができる。

[0411] なお、上述の場合には、タップ係数 w_n を、式(11)に示したように、1個のパラメータ z を用いた多項式 $\beta_{1,n}z^0 + \beta_{2,n}z^1 + \dots + \beta_{M,n}z^{M-1}$ で近似することとしたが、タップ係数 w_n は、その他、例えば、2個のパラメータ z_x と z_y を用いた多項式 $\beta_{1,n}z_x^0 z_y^0 + \beta_{2,n}z_x^1 z_y^0 + \beta_{3,n}z_x^2 z_y^0 + \beta_{4,n}z_x^3 z_y^0 + \beta_{5,n}z_x^0 z_y^1 + \beta_{6,n}z_x^0 z_y^2 + \beta_{7,n}z_x^0 z_y^3 + \beta_{8,n}z_x^1 z_y^1 + \beta_{9,n}z_x^2 z_y^1 + \beta_{10,n}z_x^1 z_y^2$ で近似することができる。この場合、式(12)で定義した変数 t_m を、式(12)に代えて、例えば、 $t_1 = z_x^0 z_y^0$, $t_2 = z_x^1 z_y^0$, $t_3 = z_x^2 z_y^0$, $t_4 = z_x^3 z_y^0$, $t_5 = z_x^0 z_y^1$, $t_6 = z_x^0 z_y^2$, $t_7 = z_x^0 z_y^3$, $t_8 = z_x^1 z_y^1$, $t_9 = z_x^2 z_y^1$, $t_{10} = z_x^1 z_y^2$ で定義することにより、タップ係数 w_n は

、最終的には、式（１３）で表すことができ、したがって、図１６の学習装置１４０において、２個のパラメータ z_x と z_y を用いた多項式で近似されるタップ係数 w_n を求めることができる。

[0412] <符号化装置１１の構成例>

[0413] 図１８は、図８の符号化装置１１の詳細な構成例を示すブロック図である。

[0414] なお、以下説明するブロック図については、図が煩雑になるのを避けるため、各ブロックの処理で必要となる情報（データ）を供給する線の記載を、適宜省略する。

[0415] 図１８において、符号化装置１１は、Ａ/D変換部２０１、並べ替えバッファ２０２、演算部２０３、直交変換部２０４、量子化部２０５、可逆符号化部２０６、及び、蓄積バッファ２０７を有する。さらに、符号化装置１１は、逆量子化部２０８、逆直交変換部２０９、演算部２１０、ILF２１１、フレームメモリ２１２、選択部２１３、イントラ予測部２１４、動き予測補償部２１５、予測画像選択部２１６、及び、レート制御部２１７を有する。

[0416] Ａ/D変換部２０１は、アナログ信号の元画像を、デジタル信号の元画像にＡ/D変換し、並べ替えバッファ２０２に供給して記憶させる。

[0417] 並べ替えバッファ２０２は、元画像のフレームを、GOP（Group Of Picture）に応じて、表示順から符号化（復号）順に並べ替え、演算部２０３、イントラ予測部２１４、動き予測補償部２１５、及び、ILF２１１に供給する。

[0418] 演算部２０３は、並べ替えバッファ２０２からの元画像から、予測画像選択部２１６を介してイントラ予測部２１４又は動き予測補償部２１５から供給される予測画像を減算し、その減算により得られる残差（予測残差）を、直交変換部２０４に供給する。

[0419] 例えば、インター符号化が行われる画像の場合、演算部２０３は、並べ替えバッファ２０２から読み出された元画像から、動き予測補償部２１５から供給される予測画像を減算する。

[0420] 直交変換部２０４は、演算部２０３から供給される残差に対して、離散コ

サイン変換やカルーネン・レーベ変換等の直交変換を施す。なお、この直交変換の方法は任意である。直交変換部204は、直交交換により得られる直交変換係数を量子化部205に供給する。

[0421] 量子化部205は、直交変換部204から供給される直交変換係数を量子化する。量子化部205は、レート制御部217から供給される符号量の目標値（符号量目標値）に基づいて量子化パラメータQPを設定し、直交変換係数の量子化を行う。なお、この量子化の方法は任意である。量子化部205は、量子化された直交変換係数である符号化データを、可逆符号化部206に供給する。

[0422] 可逆符号化部206は、量子化部205からの符号化データとしての量子化された直交変換係数を所定の可逆符号化方式で符号化する。直交変換係数は、レート制御部217の制御の下で量子化されているので、可逆符号化部206の可逆符号化により得られる符号化ビットストリームの符号量は、レート制御部217が設定した符号量目標値となる（又は符号量目標値に近似する）。

[0423] また、可逆符号化部206は、符号化装置11での予測符号化に関する符号化情報のうちの、復号装置12での復号に必要な符号化情報を、各ブロックから取得する。

[0424] ここで、符号化情報としては、例えば、イントラ予測やインター予測の予測モード、動きベクトル等の動き情報、符号量目標値、量子化パラメータQP、ピクチャタイプ(I,P,B)、CU(Coding Unit)やCTU(Coding Tree Unit)の情報等がある。

[0425] 例えば、予測モードは、イントラ予測部214や動き予測補償部215から取得することができる。また、例えば、動き情報は、動き予測補償部215から取得することができる。

[0426] 可逆符号化部206は、符号化情報を取得する他、ILF211から、そのILF211でのフィルタ処理に関するフィルタ情報を取得する。

[0427] 可逆符号化部206は、符号化情報及びフィルタ情報を、例えば、CAVLC（

Context-Adaptive Variable Length Coding) やCABAC (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding) 等の可変長符号化又は算術符号化その他の可逆符号化方式で符号化し、符号化後の符号化情報及びフィルタ情報、及び、量子化部205からの符号化データを含む符号化ビットストリームを生成して、蓄積バッファ207に供給する。

[0428] 蓄積バッファ207は、可逆符号化部206から供給される符号化ビットストリームを、一時的に蓄積する。蓄積バッファ207に蓄積された符号化ビットストリームは、所定のタイミングで読み出されて伝送される。

[0429] 量子化部205において量子化された直交変換係数である符号化データは、可逆符号化部206に供給される他、逆量子化部208にも供給される。逆量子化部208は、量子化された直交変換係数を、量子化部205による量子化に対応する方法で逆量子化し、その逆量子化により得られる直交変換係数を、逆直交変換部209に供給する。

[0430] 逆直交変換部209は、逆量子化部208から供給される直交変換係数を、直交変換部204による直交変換処理に対応する方法で逆直交変換し、その逆直交変換の結果得られる残差を、演算部210に供給する。

[0431] 演算部210は、逆直交変換部209から供給される残差に、予測画像選択部216を介してイントラ予測部214又は動き予測補償部215から供給される予測画像を加算し、これにより、元画像を復号した復号画像（の一部）を得て出力する。

[0432] 演算部210が出力する復号画像は、ILF211に供給される。

[0433] ILF211は、例えば、クラス分類予測処理によるフィルタ処理を行い、元画像を予測（復元）する。

[0434] ILF211には、演算部210から復号画像が供給される他、並べ替えバッファ202から、復号画像に対応する元画像が供給される。

[0435] ILF211は、演算部210からの復号画像に相当する生徒画像と、並べ替えバッファ202からの元画像に相当する教師画像とを用いて、クラスごとのタップ係数を求める学習を行う。

- [0436] すなわち、ILF 2 1 1 は、例えば、演算部 2 1 0 からの復号画像そのものを生徒画像として用いるとともに、並べ替えバッファ 2 0 2 からの元画像そのものを教師画像として用いて、高次予測式を構成するクラスごとのタップ係数を求める学習を行う。
- [0437] さらに、ILF 2 1 1 は、学習によって得られるクラスごとのタップ係数や、選択情報、形式情報を必要に応じて含むフィルタ情報を、可逆符号化部 2 0 6 に供給する。
- [0438] また、ILF 2 1 1 は、学習によって得られるタップ係数を用いた予測式を、演算部 2 1 0 からの復号画像に適用するフィルタ処理としてのクラス分類予測処理を行うことにより、元画像を予測したフィルタ画像を生成する。
- [0439] すなわち、ILF 2 1 1 は、演算部 2 1 0 からの復号画像を第 1 の画像として、クラスごとのタップ係数を用いたクラス分類予測処理を行うことで、第 1 の画像としての復号画像を、元画像に相当する第 2 の画像としてのフィルタ画像に変換して（フィルタ画像を生成して）出力する。
- [0440] ILF 2 1 1 が出力するフィルタ画像は、フレームメモリ 2 1 2 に供給される。
- [0441] ここで、ILF 2 1 1 では、上述のように、復号画像を生徒画像とするとともに、元画像を教師画像として、高次予測式を構成するタップ係数を求める学習が行われ、その学習により得られるタップ係数を用いた高次予測式を復号画像に適用して、フィルタ画像が生成される。したがって、ILF 2 1 1 で得られるフィルタ画像は、元画像のディテールを精度良く復元した画像になる。
- [0442] なお、ILF 2 1 1 は、タップ係数の学習に用いる生徒画像及び教師画像によって、デブロッキングフィルタ、適応オフセットフィルタ、バイラテラルフィルタ、及び、適応ループフィルタのうちの 1 以上のフィルタとして機能させることができる。
- [0443] また、ILF 2 1 1 を、デブロッキングフィルタ、適応オフセットフィルタ、バイラテラルフィルタ、及び、適応ループフィルタのうちの 2 以上のフィルタとして機能させる場合、その 2 以上のフィルタの配置順は任意である。

- [0444] さらに、ILF 2 1 1では、タップ係数をボリュウム化した種係数を求め、その種係数から求められるタップ係数を用いて、クラス分類予測処理を行うことができる。この場合、フィルタ情報には、タップ係数に代えて、種係数が含まれる。
- [0445] フレームメモリ 2 1 2は、ILF 2 1 1から供給されるフィルタ画像を、元画像を復元した復元画像として一時記憶する。フレームメモリ 2 1 2に記憶された復元画像は、必要なタイミングで、予測画像の生成に用いられる参照画像として、選択部 2 1 3に供給される。
- [0446] 選択部 2 1 3は、フレームメモリ 2 1 2から供給される参照画像の供給先を選択する。例えば、イントラ予測部 2 1 4においてイントラ予測が行われる場合、選択部 2 1 3は、フレームメモリ 2 1 2から供給される参照画像を、イントラ予測部 2 1 4に供給する。また、例えば、動き予測補償部 2 1 5においてインター予測が行われる場合、選択部 2 1 3は、フレームメモリ 2 1 2から供給される参照画像を、動き予測補償部 2 1 5に供給する。
- [0447] イントラ予測部 2 1 4は、並べ替えバッファ 2 0 2から供給される元画像と、選択部 2 1 3を介してフレームメモリ 2 1 2から供給される参照画像とを用い、例えば、PU(Prediction Unit)を処理単位として、イントラ予測（画面内予測）を行う。イントラ予測部 2 1 4は、所定のコスト関数（例えば、RDコスト等）に基づいて、最適なイントラ予測モードを選択し、その最適なイントラ予測モードで生成された予測画像を、予測画像選択部 2 1 6に供給する。また、上述したように、イントラ予測部 2 1 4は、コスト関数に基づいて選択されたイントラ予測モードを示す予測モードを、可逆符号化部 2 0 6等に適宜供給する。
- [0448] 動き予測補償部 2 1 5は、並べ替えバッファ 2 0 2から供給される元画像と、選択部 2 1 3を介してフレームメモリ 2 1 2から供給される参照画像とを用い、例えば、PUを処理単位として、動き予測（インター予測）を行う。さらに、動き予測補償部 2 1 5は、動き予測により検出される動きベクトルに応じて動き補償を行い、予測画像を生成する。動き予測補償部 2 1 5は、

あらかじめ用意された複数のインター予測モードで、インター予測を行い、予測画像を生成する。

[0449] 動き予測補償部 215 は、複数のインター予測モードそれぞれについて得られた予測画像の所定のコスト関数に基づいて、最適なインター予測モードを選択する。さらに、動き予測補償部 215 は、最適なインター予測モードで生成された予測画像を、予測画像選択部 216 に供給する。

[0450] また、動き予測補償部 215 は、コスト関数に基づいて選択されたインター予測モードを示す予測モードや、そのインター予測モードで符号化された符号化データを復号する際に必要な動きベクトル等の動き情報等を、可逆符号化部 206 に供給する。

[0451] 予測画像選択部 216 は、演算部 203 及び 210 に供給する予測画像の供給元（イントラ予測部 214 又は動き予測補償部 215）を選択し、その選択した方の供給元から供給される予測画像を、演算部 203 及び 210 に供給する。

[0452] レート制御部 217 は、蓄積バッファ 207 に蓄積された符号化ビットストリームの符号量に基づいて、オーバーフローあるいはアンダーフローが発生しないように、量子化部 205 の量子化動作のレートを制御する。すなわち、レート制御部 217 は、蓄積バッファ 207 のオーバーフロー及びアンダーフローが生じないように、符号化ビットストリームの目標符号量を設定し、量子化部 205 に供給する。

[0453] なお、図 18 において、演算部 203 ないし可逆符号化部 206 が図 8 の符号化部 21 に、逆量子化部 208 ないし演算部 210 が図 8 の局所復号部 23 に、ILF 211 が図 8 のフィルタ部 24 に、それぞれ相当する。

[0454] <ILF 211 の構成例>

[0455] 図 19 は、図 18 の ILF 211 の構成例を示すブロック図である。

[0456] 図 19 において、ILF 211 は、学習装置 231、及び、予測装置 232 を有する。

[0457] 学習装置 231 には、並べ替えバッファ 202（図 18）から元画像が供

給されるとともに、演算部 210（図 18）から復号画像が供給される。

[0458] 学習装置 231 は、復号画像を生徒画像とするとともに、元画像を教師画像として、クラスごとのタップ係数を求める学習（以下、タップ係数学習ともいう）を行う。

[0459] さらに、学習装置 231 は、タップ係数学習により得られるクラスごとのタップ係数、さらには、選択情報及び形式情報を、フィルタ情報として、予測装置 232 に供給するとともに、可逆符号化部 206（図 18）に供給する。

[0460] なお、学習装置 231 では、タップ係数学習は、必要に応じて、符号化情報を用いて行うことができる。

[0461] 予測装置 232 には、演算部 210（図 18）から復号画像が供給されるとともに、学習装置 231 からフィルタ情報が供給される。

[0462] 予測装置 232 は、学習装置 231 からのフィルタ情報を用いて、クラスごとのタップ係数を更新する。さらに、予測装置 232 は、復号画像を第 1 の画像として、クラスごとのタップ係数を用いた高次予測式を第 1 の画像に適用するフィルタ処理（としてのクラス分類予測処理）を行うことで、元画像としての第 2 の画像の予測値であるフィルタ画像を生成し、フレームメモリ 212（図 18）に供給する。

[0463] なお、予測装置 232 では、フィルタ処理は、学習装置 231 と同様に、符号化情報を用いて行うことができる。

[0464] <学習装置 231 の構成例>

[0465] 図 20 は、図 19 の学習装置 231 の構成例を示すブロック図である。

[0466] 図 20 において、学習装置 231 は、選択パターン設定部 241、学習部 242、及び、決定部 243 を有する。

[0467] 選択パターン設定部 241 は、全通り予測式を構成する項から、削減予測式に採用する項を選択する選択パターンとして、例えば、あらかじめ用意された複数の選択パターン（の情報）を記憶している。

[0468] 選択パターン設定部 241 は、あらかじめ用意された複数の選択パターン

を、順次、注目する注目パターンに設定し、その注目パターンとしての選択パターンを、学習部 242 及び決定部 243 に供給する。

[0469] 学習部 242 は、タップ選択部 251、クラス分類部 252、足し込み部 253、及び、係数算出部 254 を有する。

[0470] 学習部 242 において、タップ選択部 251 ないし係数算出部 254 は、図 14 の学習部 113 を構成するタップ選択部 121 ないし係数算出部 124 とそれぞれ同様に構成される。したがって、学習部 242 では、図 14 の学習部 113 と同様にして、タップ係数が求められる。

[0471] 但し、タップ選択部 251 は、選択パターン設定部 241 からの注目パターンとしての選択パターンの削減予測式（全通り予測式から選択パターンに従って選択された項で構成される削減予測式）の項を構成する画素を、生徒画像から予測タップとして選択する。

[0472] また、足し込み部 253 は、選択パターン設定部 241 からの注目パターンとしての選択パターンの削減予測式を構成するタップ係数（1 次係数及び 2 次係数）を求める正規方程式を構成する各項の足し込みを行う。

[0473] そして、係数算出部 254 は、足し込み部 253 で得られる正規方程式を解くことにより、選択パターン設定部 241 からの注目パターンとしての選択パターンの削減予測式を構成するクラスごとのタップ係数を求め、決定部 243 に供給する。

[0474] 決定部 243 は、選択パターン設定部 241 からの注目パターンとしての選択パターンと、学習部 242（の係数算出部 254）からの、注目パターンとしての選択パターンの削減予測式の（クラスごとの）タップ係数とを対応付けて記憶する。

[0475] さらに、決定部 243 は、選択パターン設定部 241 から注目パターンとして順次供給される複数の選択パターンそれぞれについて、その選択パターンの削減予測式を用いたフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にするタップ係数の表現形式（最良表現形式）を決定する。

[0476] そして、決定部 243 は、複数の選択パターンそれぞれについて、その選

択パターンの削減予測式であって、最良表現形式のタップ係数で構成される削減予測式を用いたフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にする選択パターンを、削減予測式に採用する項の選択パターン（採用パターン）に決定する。

[0477] なお、決定部 243 において、注目パターンとしての選択パターンの削減予測式を用いたフィルタ処理を行った場合の符号化効率は、学習部 242 の学習に用いられる生徒画像としての復号画像及び教師画像としての元画像とを用い、復号画像に削減予測式を適用してフィルタ画像を生成するとともに、教師画像の符号化を行うことにより求められる。

[0478] 決定部 243 は、最良表現形式及び採用パターンを決定した後、その最良表現形式及び採用パターンをそれぞれ表す形式情報及び選択情報と、採用パターンの削減予測式を構成するタップ係数とを含むフィルタ情報を、予測装置 232（図 19）に供給するとともに、可逆符号化部 206（図 18）に供給する。

[0479] なお、選択パターン設定部 241 では、複数の選択パターンそれぞれを、符号化情報に対応付けておき、例えば、注目画素のフレームの符号化情報（の平均値等）に対応付けられた選択パターンを、注目パターンに設定することができる。この場合、決定部 243 では、選択パターン設定部 241 で注目パターンに設定された選択パターンが採用パターンに決定される。また、この場合、採用パターンを表す選択情報は、フィルタ情報に含められない（伝送する必要がない）。

[0480] <予測装置 232 の構成例>

[0481] 図 21 は、図 19 の予測装置 232 の構成例を示すブロック図である。

[0482] 図 21 において、予測装置 232 は、タップ選択部 271、クラス分類部 272、係数取得部 273、予測演算部 274、及び、フィルタ情報記憶部 281 を有する。

[0483] タップ選択部 271 ないし予測演算部 274 は、図 12 のタップ選択部 101 ないし予測演算部 104 とそれぞれ同様に構成される。

- [0484] 但し、タップ選択部 271、係数取得部 273、及び、予測演算部 274 は、フィルタ情報記憶部 281 から供給されるフィルタ情報に応じて処理を行う。
- [0485] すなわち、フィルタ情報記憶部 281 は、学習装置 231（の決定部 243（図 20））から供給されるフィルタ情報を記憶する。フィルタ情報記憶部 281 に記憶されたフィルタ情報に含まれる選択情報は、タップ選択部 271 及び予測演算部 274 に供給される。また、フィルタ情報記憶部 281 に記憶されたフィルタ情報に含まれるクラスごとのタップ係数（1 次係数及び 2 次係数）は、係数取得部 273 に供給されるとともに、フィルタ情報に含まれる形式情報は、予測演算部 274 に供給される。
- [0486] タップ選択部 271 は、フィルタ情報記憶部 281 から供給される選択情報が表す採用パターン（に決定された選択パターン）の削減予測式の項を構成する画素を、第 1 の画像としての復号画像から予測タップとして選択する。
- [0487] 係数取得部 273 は、フィルタ情報記憶部 281 から供給されるクラスごとのタップ係数を記憶し、その記憶したクラスごとのタップ係数から、クラス分類部 272 からの注目画素のクラスのタップ係数を取得し（読み出し）、予測演算部 274 に供給する。
- [0488] 予測演算部 274 は、フィルタ情報記憶部 281 から供給される選択情報が表す採用パターンの削減予測式を、タップ選択部 251 からの注目画素についての予測タップと、係数取得部 273 からの注目画素のクラスのタップ係数とを用いて演算し、注目画素に対応する元画像の対応画素の画素値（の予測値）を求めて出力する。
- [0489] なお、予測演算部 274 は、削減予測式の演算において、フィルタ情報記憶部 281 から供給される形式情報が表す最良表現形式に応じた演算を行う。すなわち、図 9 で説明したように、例えば、復号画像の画素値及びタップ係数が 10 ビットで表され、復号画像の画素値が整数型で、タップ係数が 9 ビットの小数部を有する固定小数点である場合、削減予測式を構成する復号

画像の画素値とタップ係数との積の演算では、復号画像の画素値を表すビット列とタップ係数を表すビット列との積が求められ、その後、その積を表すビット列が9ビット右シフトされることで、512で除算される。

[0490] また、図19で設定したように、決定部243において、注目画素のフレームの符号化情報に対応付けられた選択パターンが採用パターンに決定される場合には、タップ選択部271及び予測演算部274では、符号化情報から採用パターンが特定される。

[0491] <符号化処理>

[0492] 図22は、図18の符号化装置11の符号化処理の例を説明するフローチャートである。

[0493] なお、図22等を示す符号化処理の各ステップの順番は、説明の便宜上の順番であり、実際の符号化処理の各ステップは、適宜、並列的に、必要な順番で行われる。後述する処理についても、同様である。

[0494] 符号化装置11において、ILF211の学習装置231（図20）は、そこに供給される復号画像を生徒画像として一時記憶するとともに、その復号画像に対応する元画像を教師画像として一時記憶する。

[0495] そして、学習装置231は、ステップS101において、現在のタイミングが、タップ係数を更新する更新タイミングであるかどうかを判定する。

[0496] ここで、タップ係数の更新タイミングは、例えば、1以上のフレーム（ピクチャ）ごとや、1以上のシーケンスごと、1以上のスライスごと、CTU等の所定のブロックの1以上のラインごと等のように、あらかじめ決めておくことができる。

[0497] また、タップ係数の更新タイミングとしては、1以上のフレーム（ピクチャ）ごとのタイミングのような周期的（固定的）なタイミングの他、フィルタ画像のS/Nが閾値以下になったタイミング（フィルタ画像の、元画像に対する誤差が閾値以上になったタイミング）や、残差（の絶対値和等）が閾値以上になったタイミング等の、いわば動的なタイミングを採用することができる。

- [0498] ステップS 1 0 1において、現在のタイミングが、タップ係数の更新タイミングでないと判定された場合、処理は、ステップS 1 0 2ないしS 1 0 6をスキップして、ステップS 1 6に進む。
- [0499] また、ステップS 1 0 1において、現在のタイミングが、タップ係数の更新タイミングであると判定された場合、処理は、ステップS 1 0 2に進み、学習装置2 3 1は、あらかじめ用意された複数の選択パターンそれぞれについて、タップ係数学習を行う。
- [0500] すなわち、学習装置2 3 1は、例えば、前回の更新タイミングから、今回の更新タイミングまでの間に記憶した復号画像及び元画像（や、最新の1フレームの復号画像及び元画像等）を、それぞれ、生徒画像及び教師画像として、あらかじめ用意された複数の選択パターンそれぞれについて、タップ係数学習を行い、クラスごとのタップ係数を求め、処理は、ステップS 1 0 3に進む。
- [0501] ステップS 1 0 3では、学習装置2 3 1は、あらかじめ用意された複数の選択パターンそれぞれについて、その選択パターンの削減予測式を用いたフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にするタップ係数の表現形式である最良表現形式を決定し、処理は、ステップS 1 0 4に進む。
- [0502] ステップS 1 0 4では、学習装置2 3 1は、複数の選択パターンそれぞれについて、その選択パターンの削減予測式であって、最良表現形式のタップ係数で構成される削減予測式を用いたフィルタ処理を行った場合に、符号化効率を最良にする選択パターンを、採用パターンに決定し、処理は、ステップS 1 0 5に進む。
- [0503] ステップS 1 0 5では、学習装置2 3 1は、採用パターンを表す選択情報、ステップS 1 0 2のタップ係数学習によりあらかじめ用意された選択パターンそれぞれについて得られたクラスごとのタップ係数のうちの、採用パターンに決定された選択パターンについてのクラスごとのタップ係数、及び、そのタップ係数の最良表現形式を表す形式情報を含むフィルタ情報を生成し、予測装置2 3 2（図2 1）、及び、可逆符号化部2 0 6（図1 8）に供給

する。

- [0504] 可逆符号化部206（図18）は、学習装置231からのフィルタ情報を、伝送対象に設定して、処理は、ステップS105からステップS106に進む。伝送対象に設定されたフィルタ情報は、後述するステップS107で行われる予測符号化処理において符号化ビットストリームに含められて伝送される。
- [0505] ステップS106では、予測装置232が、学習装置231からのフィルタ情報に含まれるクラスごとのタップ係数、選択情報、及び、形式情報に従って、フィルタ情報記憶部281に記憶されているクラスごとのタップ係数、選択情報、及び、形式情報を更新し（フィルタ情報を上書きする形で記憶させ）、処理は、ステップS107に進む。
- [0506] ステップS107では、元画像の予測符号化処理が行われ、符号化処理は終了する。
- [0507] 図23は、図22のステップS107の予測符号化処理の例を説明するフローチャートである。
- [0508] 予測符号化処理では、ステップS111において、A/D変換部201（図18）は、元画像をA/D変換し、並べ替えバッファ202に供給して、処理は、ステップS112に進む。
- [0509] ステップS112において、並べ替えバッファ202は、A/D変換部201からの元画像を記憶し、符号化順に並べ替えて出力し、処理は、ステップS113に進む。
- [0510] ステップS113では、イントラ予測部214は、イントラ予測モードのイントラ予測処理を行い、処理は、ステップS114に進む。ステップS114において、動き予測補償部215は、インター予測モードでの動き予測や動き補償を行うインター動き予測処理を行い、処理は、ステップS115に進む。
- [0511] イントラ予測部214のイントラ予測処理、及び、動き予測補償部215のインター動き予測処理では、各種の予測モードのコスト関数が演算される

とともに、予測画像が生成される。

- [0512] ステップS 1 1 5では、予測画像選択部2 1 6は、イントラ予測部2 1 4及び動き予測補償部2 1 5で得られる各コスト関数に基づいて、最適な予測モードを決定する。そして、予測画像選択部2 1 6は、イントラ予測部2 1 4により生成された予測画像と、動き予測補償部2 1 5により生成された予測画像のうちの最適な予測モードの予測画像を選択して出力し、処理は、ステップS 1 1 5からステップS 1 1 6に進む。
- [0513] ステップS 1 1 6では、演算部2 0 3は、並べ替えバッファ2 0 2が出力する元画像である符号化対象の対象画像と、予測画像選択部2 1 6が出力する予測画像との残差を演算し、直交変換部2 0 4に供給して、処理は、ステップS 1 1 7に進む。
- [0514] ステップS 1 1 7では、直交変換部2 0 4は、演算部2 0 3からの残差を直交変換し、その結果得られる直交変換係数を、量子化部2 0 5に供給して、処理は、ステップS 1 1 8に進む。
- [0515] ステップS 1 1 8では、量子化部2 0 5は、直交変換部2 0 4からの直交変換係数を量子化し、その量子化により得られる量子化係数を、可逆符号化部2 0 6及び逆量子化部2 0 8に供給して、処理は、ステップS 1 1 9に進む。
- [0516] ステップS 1 1 9では、逆量子化部2 0 8は、量子化部2 0 5からの量子化係数を逆量子化し、その結果得られる直交変換係数を、逆直交変換部2 0 9に供給して、処理は、ステップS 1 2 0に進む。ステップS 1 2 0では、逆直交変換部2 0 9は、逆量子化部2 0 8からの直交変換係数を逆直交変換し、その結果得られる残差を、演算部2 1 0に供給して、処理は、ステップS 1 2 1に進む。
- [0517] ステップS 1 2 1では、演算部2 1 0は、逆直交変換部2 0 9からの残差と、予測画像選択部2 1 6が出力する予測画像とを加算し、演算部2 0 3での残差の演算の対象となった元画像に対応する復号画像を生成する。演算部2 1 0は、復号画像を、ILF 2 1 1に供給し、処理は、ステップS 1 2 1から

ステップS 1 2 2に進む。

[0518] ステップS 1 2 2では、ILF 2 1 1は、演算部 2 1 0からの復号画像に、高次予測式を用いたフィルタ処理としてのクラス分類予測処理を施し、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像を、フレームメモリ 2 1 2に供給して、処理は、ステップS 1 2 2からステップS 1 2 3に進む。

[0519] ステップS 1 2 3では、フレームメモリ 2 1 2は、ILF 2 1 1から供給されるフィルタ画像を、元画像を復元した復元画像として記憶し、処理は、ステップS 1 2 4に進む。フレームメモリ 2 1 2に記憶された復元画像は、ステップS 1 1 4やS 1 1 5で、予測画像を生成する元となる参照画像として使用される。

[0520] ステップS 1 2 4では、可逆符号化部 2 0 6は、量子化部 2 0 5からの量子化係数である符号化データを符号化し、その符号化データを含む符号化ビットストリームを生成する。さらに、可逆符号化部 2 0 6は、量子化部 2 0 5での量子化に用いられた量子化パラメータQPや、イントラ予測部 2 1 4でのイントラ予測処理で得られた予測モード、動き予測補償部 2 1 5でのインター動き予測処理で得られた予測モードや動き情報等の符号化情報を必要に応じて符号化し、符号化ビットストリームに含める。

[0521] また、可逆符号化部 2 0 6は、図 2 2のステップS 1 0 5で伝送対象に設定されたフィルタ情報を必要に応じて符号化し、符号化ビットストリームに含める。そして、可逆符号化部 2 0 6は、符号化ビットストリームを、蓄積バッファ 2 0 7に供給し、処理は、ステップS 1 2 4からステップS 1 2 5に進む。

[0522] ステップS 1 2 5において、蓄積バッファ 2 0 7は、可逆符号化部 2 0 6からの符号化ビットストリームを蓄積し、処理は、ステップS 1 2 6に進む。蓄積バッファ 2 0 7に蓄積された符号化ビットストリームは、適宜読み出されて伝送される。

[0523] ステップS 1 2 6では、レート制御部 2 1 7は、蓄積バッファ 2 0 7に蓄積されている符号化ビットストリームの符号量（発生符号量）に基づいて、

オーバーフローあるいはアンダーフローが発生しないように、量子化部 205 の量子化動作のレートを制御し、符号化処理は終了する。

[0524] 図 24 は、図 23 のステップ S122 で行われるフィルタ処理の例を説明するフローチャートである。

[0525] ステップ S131 において、ILF211 の予測装置 232（図 21）は、演算部 210 から供給される復号画像（としてのブロック）の画素のうちの、まだ、注目画素とされていない画素の 1 つを、注目画素に選択し、処理は、ステップ S132 に進む。

[0526] ステップ S132 において、予測装置 232 は、最新のステップ S106（図 22）でフィルタ情報記憶部 281 に記憶された最新の選択情報が表す採用パターン（に決定された選択パターン）の削減予測式の項を構成する画素を、復号画像から予測タップとして選択し、処理は、ステップ S133 に進む。

[0527] ステップ S133 では、予測装置 232 は、注目画素のクラス分類を行い、処理は、ステップ S134 に進む。

[0528] ステップ S134 では、予測装置 232 は、ステップ S106（図 22）でフィルタ情報記憶部 281 に記憶された最新のクラスごとのタップ係数から、注目画素のクラス分類により得られる注目画素のクラスのタップ係数を取得し、処理は、ステップ S135 に進む。

[0529] ステップ S135 では、予測装置 232 は、ステップ S106（図 22）でフィルタ情報記憶部 281 に記憶された最新の形式情報からタップ係数（1 次係数及び 2 次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測装置 232 は、ステップ S106 でフィルタ情報記憶部 281 に記憶された最新の選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定する。

[0530] そして、予測装置 232 は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理、すなわち、復号画像の予測タップとしての画素と最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数とで構成される採用パターンの削減予測式の演

算（積和演算）を行い、フィルタ画像を求める。

[0531] その後、処理は、ステップS 1 3 5からステップS 1 3 6に進み、予測装置2 3 2は、演算部2 1 0からの復号画像（としてのブロック）の画素の中に、まだ、注目画素としていない画素があるかどうかを判定する。ステップS 1 3 6において、まだ、注目画素としていない画素があると判定された場合、処理は、ステップS 1 3 1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

[0532] また、ステップS 1 3 6において、まだ、注目画素とされていない画素がないと判定された場合、処理は、ステップS 1 3 7に進み、予測装置2 3 2は、演算部2 1 0からの復号画像（としてのブロック）に対して得られた画素値で構成されるフィルタ画像を、フレームメモリ2 1 2（図1 8）に供給する。そして、フィルタ処理は終了され、処理はリターンする。

[0533] <復号装置1 2の構成例>

[0534] 図2 5は、図8の復号装置1 2の詳細な構成例を示すブロック図である。

[0535] 図2 5において、復号装置1 2は、蓄積バッファ3 0 1、可逆復号部3 0 2、逆量子化部3 0 3、逆直交変換部3 0 4、演算部3 0 5、ILF 3 0 6、並べ替えバッファ3 0 7、及び、D/A変換部3 0 8を有する。また、復号装置1 2は、フレームメモリ3 1 0、選択部3 1 1、イントラ予測部3 1 2、動き予測補償部3 1 3、及び、選択部3 1 4を有する。

[0536] 蓄積バッファ3 0 1は、符号化装置1 1から伝送されてくる符号化ビットストリームを一時蓄積し、所定のタイミングにおいて、その符号化ビットストリームを、可逆復号部3 0 2に供給する。

[0537] 可逆復号部3 0 2は、蓄積バッファ3 0 1からの符号化ビットストリームを受信し、図1 8の可逆符号化部2 0 6の符号化方式に対応する方式で復号する。

[0538] そして、可逆復号部3 0 2は、符号化ビットストリームの復号結果に含まれる符号化データとしての量子化係数を、逆量子化部3 0 3に供給する。

[0539] また、可逆復号部3 0 2は、パースを行う機能を有する。可逆復号部3 0 2は、符号化ビットストリームの復号結果をパースし、必要な符号化情報や

フィルタ情報を得て、符号化情報を、イントラ予測部 312 や動き予測補償部 313 その他の必要なブロックに供給する。さらに、可逆復号部 302 は、フィルタ情報を、ILF 306 に供給する。

[0540] 逆量子化部 303 は、可逆復号部 302 からの符号化データとしての量子化係数を、図 18 の量子化部 205 の量子化方式に対応する方式で逆量子化し、その逆量子化により得られる直交変換係数を、逆直交変換部 304 に供給する。

[0541] 逆直交変換部 304 は、逆量子化部 303 から供給される直交変換係数を、図 18 の直交変換部 204 の直交変換方式に対応する方式で逆直交変換し、その結果得られる残差を、演算部 305 に供給する。

[0542] 演算部 305 には、逆直交変換部 304 から残差が供給される他、選択部 314 を介して、イントラ予測部 312 又は動き予測補償部 313 から予測画像が供給される。

[0543] 演算部 305 は、逆直交変換部 304 からの残差と、選択部 314 からの予測画像とを加算し、復号画像を生成して、ILF 306 に供給する。

[0544] ILF 306 は、図 18 の ILF 211 と同様に、クラス分類予測処理によるフィルタ処理を行うことによって、元画像を復元（予測）する。

[0545] すなわち、ILF 306 は、演算部 305 からの復号画像を第 1 の画像として、可逆復号部 302 からのフィルタ情報に含まれるクラスごとのタップ係数を用いた削減予測式の演算を行うことで、第 1 の画像としての復号画像を、元画像に相当する第 2 の画像としてのフィルタ画像に変換して（フィルタ画像を生成して）出力する。

[0546] ILF 306 が出力するフィルタ画像は、図 18 の ILF 211 が出力するフィルタ画像と同様の画像であり、並べ替えバッファ 307 及びフレームメモリ 310 に供給される。

[0547] 並べ替えバッファ 307 は、ILF 306 から供給されるフィルタ画像を、元画像を復元した復元画像として一時記憶し、復元画像のフレーム（ピクチャ）の並びを、符号化（復号）順から表示順に並べ替え、D/A変換部 308 に供

給する。

- [0548] D/A変換部308は、並べ替えバッファ307から供給される復元画像をD/A変換し、図示せぬディスプレイに出力して表示させる。
- [0549] フレームメモリ310は、ILF306から供給されるフィルタ画像を一時記憶する。さらに、フレームメモリ310は、所定のタイミングにおいて、又は、イントラ予測部312や動き予測補償部313等の外部の要求に基づいて、フィルタ画像を、予測画像の生成に用いる参照画像として、選択部311に供給する。
- [0550] 選択部311は、フレームメモリ310から供給される参照画像の供給先を選択する。選択部311は、イントラ符号化された画像を復号する場合、フレームメモリ310から供給される参照画像をイントラ予測部312に供給する。また、選択部311は、インター符号化された画像を復号する場合、フレームメモリ310から供給される参照画像を動き予測補償部313に供給する。
- [0551] イントラ予測部312は、可逆復号部302から供給される符号化情報に含まれる予測モードに従い、図18のイントラ予測部214において用いられたイントラ予測モードで、フレームメモリ310から選択部311を介して供給される参照画像を用いてイントラ予測を行う。そして、イントラ予測部312は、イントラ予測により得られる予測画像を、選択部314に供給する。
- [0552] 動き予測補償部313は、可逆復号部302から供給される符号化情報に含まれる予測モードに従い、図18の動き予測補償部215において用いられたインター予測モードで、フレームメモリ310から選択部311を介して供給される参照画像を用いてインター予測を行う。インター予測は、可逆復号部302から供給される符号化情報に含まれる動き情報等を必要に応じて用いて行われる。
- [0553] 動き予測補償部313は、インター予測により得られる予測画像を、選択部314に供給する。

- [0554] 選択部 314 は、イントラ予測部 312 から供給される予測画像、又は、動き予測補償部 313 から供給される予測画像を選択し、演算部 305 に供給する。
- [0555] なお、図 25 において、可逆復号部 302 が図 8 のパース部 31 に、逆量子化部 303 ないし演算部 305 が図 8 の復号部 32 に、ILF 306 が図 8 のフィルタ部 33 に、それぞれ相当する。
- [0556] <ILF 306 の構成例>
- [0557] 図 26 は、図 25 の ILF 306 の構成例を示すブロック図である。
- [0558] 図 26 において、ILF 306 は、予測装置 331 を有する。
- [0559] 予測装置 331 には、演算部 305（図 25）から復号画像が供給されるとともに、可逆復号部 302 からフィルタ情報（さらには、必要に応じて符号化情報）が供給される。
- [0560] 予測装置 331 は、図 19 の予測装置 232 と同様に、復号画像を第 1 の画像として、クラスごとのタップ係数を用いた高次予測式を第 1 の画像に適用するフィルタ処理（としてのクラス分類予測処理）を行うことで、元画像としての第 2 の画像の予測値であるフィルタ画像を生成し、並べ替えバッファ 307 及びフレームメモリ 310（図 25）に供給する。
- [0561] なお、予測装置 331 において、フィルタ処理に用いるタップ係数は、例えば、フィルタ情報に含まれる。
- [0562] また、予測装置 331 では、フィルタ処理は、図 19 の予測装置 232 と同様に、符号化情報を用いて行うことができる。
- [0563] <予測装置 331 の構成例>
- [0564] 図 27 は、図 26 の予測装置 331 の構成例を示すブロック図である。
- [0565] 図 27 において、予測装置 331 は、タップ選択部 341、クラス分類部 342、係数取得部 343、予測演算部 344、及び、フィルタ情報記憶部 345 を有する。
- [0566] タップ選択部 341 ないしフィルタ情報記憶部 345 は、図 21 のタップ選択部 271 ないし予測演算部 274 及びフィルタ情報記憶部 281 とそれ

ぞれ同様に構成され、予測装置 331 では、図 21 の予測装置 232 と同様の処理が行われるので、説明を省略する。

[0567] <復号処理>

[0568] 図 28 は、図 25 の復号装置 12 の復号処理の例を説明するフローチャートである。

[0569] 復号処理では、ステップ S201 において、蓄積バッファ 301 は、符号化装置 11 から伝送されてくる符号化ビットストリームを一時蓄積し、適宜、可逆復号部 302 に供給して、処理は、ステップ S202 に進む。

[0570] ステップ S202 では、可逆復号部 302 は、蓄積バッファ 301 から供給される符号化ビットストリームを受け取って復号し、符号化ビットストリームの復号結果に含まれる符号化データとしての量子化係数を、逆量子化部 303 に供給する。

[0571] また、可逆復号部 302 は、符号化ビットストリームの復号結果をパースして、符号化ビットストリームの復号結果に、フィルタ情報や符号化情報が含まれる場合には、そのフィルタ情報や符号化情報を得る。そして、可逆復号部 302 は、必要な符号化情報を、イントラ予測部 312 や動き予測補償部 313 その他の必要なブロックに供給する。また、可逆復号部 302 は、フィルタ情報、さらには、必要な符号化情報を、ILF 306 に供給する。

[0572] その後、処理は、ステップ S202 からステップ S203 に進み、ILF 306 は、可逆復号部 302 からフィルタ情報が供給されたかどうかを判定する。

[0573] ステップ S203 において、フィルタ情報が供給されていないと判定された場合、処理は、ステップ S204 をスキップして、ステップ S205 に進む。

[0574] また、ステップ S203 において、フィルタ情報が供給されたと判定された場合、処理は、ステップ S204 に進み、予測装置 331（図 27）が、可逆復号部 302 からのフィルタ情報を取得する。さらに、予測装置 331 は、可逆復号部 302 からのフィルタ情報に含まれるクラスごとのタップ係

数、選択情報、及び、形式情報に従って、予測装置 331 のフィルタ情報記憶部 345 に記憶されているクラスごとのタップ係数、選択情報、及び、形式情報を更新する。

[0575] そして、処理は、ステップ S 204 からステップ S 205 に進み、予測復号処理が行われ、復号処理は終了する。

[0576] 図 29 は、図 28 のステップ S 205 の予測復号処理の例を説明するフローチャートである。

[0577] ステップ S 211 において、逆量子化部 303 は、可逆復号部 302 からの量子化係数を逆量子化し、その結果得られる直交変換係数を、逆直交変換部 304 に供給して、処理は、ステップ S 212 に進む。

[0578] ステップ S 212 では、逆直交変換部 304 は、逆量子化部 303 からの直交変換係数を逆直交変換し、その結果得られる残差を、演算部 305 に供給して、処理は、ステップ S 213 に進む。

[0579] ステップ S 213 では、イントラ予測部 312 又は動き予測補償部 313 が、フレームメモリ 310 から選択部 311 を介して供給される参照画像、及び、可逆復号部 302 から供給される符号化情報を用いて、予測画像を生成するイントラ予測処理又はインター動き予測処理を行う。そして、イントラ予測部 312 又は動き予測補償部 313 は、イントラ予測処理又はインター動き予測処理により得られる予測画像を、選択部 314 に供給し、処理は、ステップ S 213 からステップ S 214 に進む。

[0580] ステップ S 214 では、選択部 314 は、イントラ予測部 312 又は動き予測補償部 313 から供給される予測画像を選択し、演算部 305 に供給して、処理は、ステップ S 215 に進む。

[0581] ステップ S 215 では、演算部 305 は、逆直交変換部 304 からの残差と、選択部 314 からの予測画像を加算することにより、復号画像を生成する。そして、演算部 305 は、復号画像を、ILF 306 に供給して、処理は、ステップ S 215 からステップ S 216 に進む。

[0582] ステップ S 216 では、ILF 306 は、演算部 305 からの復号画像に、高

次予測式を用いたフィルタ処理としてのクラス分類予測処理を施し、そのフィルタ処理により得られるフィルタ画像を、並べ替えバッファ307及びフレームメモリ310に供給して、処理は、ステップS216からステップS217に進む。

[0583] ステップS217では、並べ替えバッファ307は、ILF306から供給されるフィルタ画像を、復元画像として一時記憶する。さらに、並べ替えバッファ307は、記憶した復元画像を、表示順に並べ替えて、D/A変換部308に供給し、処理は、ステップS217からステップS218に進む。

[0584] ステップS218では、D/A変換部308は、並べ替えバッファ307からの復元画像をD/A変換し、処理は、ステップS219に進む。D/A変換後の復元画像は、図示せぬディスプレイに出力されて表示される。

[0585] ステップS219では、フレームメモリ310は、ILF306から供給されるフィルタ画像を、復元画像として記憶し、復号処理は終了する。フレームメモリ310に記憶された復元画像は、ステップS213のイントラ予測処理又はインター動き予測処理で、予測画像を生成する元となる参照画像として使用される。

[0586] 図30は、図29のステップS216で行われるフィルタ処理の例を説明するフローチャートである。

[0587] ステップS221において、ILF306の予測装置331（図27）は、演算部305から供給される復号画像（としてのブロック）の画素のうちの、まだ、注目画素とされていない画素の1つを、注目画素に選択し、処理は、ステップS222に進む。

[0588] ステップS222において、予測装置331は、最新のステップS204（図28）でフィルタ情報記憶部345に記憶された最新の選択情報が表す採用パターン（に決定された選択パターン）の削減予測式の項を構成する画素を、復号画像から予測タップとして選択し、処理は、ステップS223に進む。

[0589] ステップS223では、予測装置331は、注目画素のクラス分類を行い

、処理は、ステップS 2 2 4に進む。

[0590] ステップS 2 2 4では、予測装置3 3 1は、ステップS 2 0 4（図2 8）でフィルタ情報記憶部3 4 5に記憶された最新のクラスごとのタップ係数から、注目画素のクラス分類により得られる注目画素のクラスのタップ係数を取得し、処理は、ステップS 2 2 5に進む。

[0591] ステップS 2 2 5では、予測装置3 3 1は、ステップS 2 0 4（図2 8）でフィルタ情報記憶部3 4 5に記憶された最新の形式情報からタップ係数（1次係数及び2次係数それぞれ）の表現形式（最良表現形式）を特定する。さらに、予測装置3 3 1は、ステップS 2 0 4でフィルタ情報記憶部3 4 5に記憶された最新の選択情報から、削減多項式の採用パターンを特定する。

[0592] そして、予測装置3 3 1は、最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数で構成される、採用パターンの削減予測式を、復号画像に適用するフィルタ処理、すなわち、復号画像の予測タップとしての画素と最良表現形式の注目画素のクラスのタップ係数とで構成される採用パターンの削減予測式の演算（積和演算）を行い、フィルタ画像を求める。

[0593] その後、処理は、ステップS 2 2 5からステップS 2 2 6に進み、予測装置3 3 1は、演算部3 0 5からの復号画像（としてのブロック）の画素の中に、まだ、注目画素としていない画素があるかどうかを判定する。ステップS 2 2 6において、まだ、注目画素としていない画素があると判定された場合、処理は、ステップS 2 2 1に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

[0594] また、ステップS 2 2 6において、まだ、注目画素とされていない画素がないと判定された場合、処理は、ステップS 2 2 7に進み、予測装置3 3 1は、演算部3 0 5からの復号画像（としてのブロック）に対して得られた画素値で構成されるフィルタ画像を、並べ替えバッファ3 0 7及びフレームメモリ3 1 0（図2 5）に供給する。そして、フィルタ処理は終了され、処理はリターンする。

[0595] なお、図1 8ないし図3 0においては、符号化装置1 1において、タップ係数学習を逐次行い、そのタップ係数学習により得られるタップ係数をフィ

ルタ情報に含めて伝送することとしたが、タップ係数学習は、多数の学習画像を用いてあらかじめ行っておき、そのタップ係数学習により得られるタップ係数を、符号化装置 1 1 及び復号装置 1 2 にプリセットしておくことができる。この場合、符号化装置 1 1 から復号装置 1 2 にタップ係数を伝送する必要がなくなるので、符号化効率を向上させることができる。

[0596] また、図 1 8 ないし図 3 0 では、符号化装置 1 1 において、削減予測式に採用する項の選択を行う選択パターンとして、複数の選択パターンをあらかじめ用意しておき、その複数の選択パターンのうちの、符号化効率を最良にする選択パターンを、採用パターンに決定することとしたが、複数の選択パターンからの採用パターンの決定は、符号化ビットストリームから得られる情報、すなわち、例えば、量子化パラメータQP等の符号化情報や、復号画像の画像特徴量に応じて行うことができる。

[0597] すなわち、例えば、複数の量子化パラメータQPそれぞれに対して、符号化効率が良くなる選択パターンを求めておき、符号化装置 1 1 及び復号装置 1 2 において、複数の量子化パラメータQPに対して求められた複数の選択パターンの中から、注目画素の量子化パラメータQP（例えば、注目画素のフレームのQPの平均値等）に対する選択パターンを、採用パターンに決定することができる。この場合、符号化装置 1 1 から復号装置 1 2 に選択情報を伝送する必要がなくなるので、符号化効率を向上させることができる。

[0598] また、削減予測式に採用する項の選択を行う選択パターンを、あらかじめ 1 パターンに固定し、符号化装置 1 1 及び復号装置 1 2 では、その固定の選択パターンの削減予測式を用いてフィルタ処理を行うことができる。この場合、符号化装置 1 1 から復号装置 1 2 に選択情報を伝送する必要がなくなるので、符号化効率を向上させることができる。

[0599] <本技術を適用したコンピュータの説明>

[0600] 次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュ

ータ等にインストールされる。

[0601] 図31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。

[0602] 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405やROM403に予め記録しておくことができる。

[0603] あるいはまた、プログラムは、リムーバブル記録媒体411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411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。ここで、リムーバブル記録媒体411としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto Optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリ等がある。

[0604] 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411からコンピュータにインストールする他、通信網や放送網を介して、コンピュータにダウンロードし、内蔵するハードディスク405にインストールすることができる。すなわち、プログラムは、例えば、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することができる。

[0605] コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)402を内蔵しており、CPU402には、バス401を介して、入出力インタフェース410が接続されている。

[0606] CPU402は、入出力インタフェース410を介して、ユーザによって、入力部407が操作等されることにより指令が入力されると、それに従って、ROM(Read Only Memory)403に格納されているプログラムを実行する。あるいは、CPU402は、ハードディスク405に格納されたプログラムを、RAM(Random Access Memory)404にロードして実行する。

[0607] これにより、CPU402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、CPU4

02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410を介して、出力部406から出力、あるいは、通信部408から送信、さらには、ハードディスク405に記録等させる。

[0608] なお、入力部407は、キーボードや、マウス、マイク等で構成される。また、出力部406は、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される。

[0609] ここで、本明細書において、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、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行われる必要はない。すなわち、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、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。

[0610] また、プログラムは、1のコンピュータ（プロセッサ）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。

[0611] さらに、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0612] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0613] 例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

[0614] また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0615] さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのス

トップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0616] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0617] なお、本技術は、以下の構成をとることができる。

[0618] <1>

符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成する復号部と、

前記復号部により生成された前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、前記フィルタ画像を生成するフィルタ部とを備える復号装置。

<2>

前記フィルタ部は、前記復号画像の画素のうちの注目画素について、前記予測式の演算に用いる予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを用いて構成される前記予測式である全通り予測式から選択された一部の項で構成される前記予測式である削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

<1>に記載の復号装置。

<3>

前記フィルタ部は、前記全通り予測式から選択された、前記注目画素に近い位置の画素の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

<2>に記載の復号装置。

<4>

前記符号化ビットストリームに含まれる前記削減予測式を構成する項を選択する選択パターンを表す選択情報をパースするパース部をさらに備え、

前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記選択情報が表す

選択パターンの前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

＜2＞又は＜3＞に記載の復号装置。

＜5＞

前記フィルタ部は、前記削減予測式を構成する項を選択する複数の選択パターンの中から、元画像の符号化に関する符号化情報に応じて決定された選択パターンに応じて選択された前記一部の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

＜2＞に記載の復号装置。

＜6＞

前記符号化ビットストリームに含まれる前記予測式の各次数の項のタップ係数を所定のビット数で表現する表現形式を表す形式情報をパースするパース部をさらに備え、

前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記形式情報が表す表現形式の前記タップ係数で構成される前記予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

＜1＞ないし＜5＞のいずれかに記載の復号装置。

＜7＞

前記符号化ビットストリームに含まれる前記タップ係数をパースするパース部をさらに備え、

前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記タップ係数で構成される前記予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

＜1＞ないし＜6＞のいずれかに記載の復号装置。

＜8＞

前記フィルタ部は、

前記復号画像の画素のうちの注目画素を、複数のクラスのうちのいずれかのクラスに分類するクラス分類を行い、

前記復号画像に、前記注目画素のクラスの前記タップ係数で構成される前記予測式を適用する前記フィルタ処理を行う

< 1 >ないし< 7 >のいずれかに記載の復号装置。

< 9 >

前記復号部は、Quad-Tree Block Structure、または、QTBT (Quad Tree Plus Binary Tree) Block StructureのCU (Coding Unit) を処理単位として、前記符号化データを復号する

< 1 >ないし< 8 >のいずれかに記載の復号装置。

< 1 0 >

符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成することと、

前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、前記フィルタ画像を生成することと

を含む復号方法。

< 1 1 >

局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成するフィルタ部と、

前記フィルタ部により生成された前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化する符号化部と

を備える符号化装置。

< 1 2 >

前記フィルタ部は、前記復号画像の画素のうちの注目画素について、前記予測式の演算に用いる予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを用いて構成される前記予測式である全通り予測式から選択された一部の項で構成される前記予測式である削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

< 1 1 >に記載の符号化装置。

< 1 3 >

前記フィルタ部は、前記全通り予測式から選択された、前記注目画素に近い位置の画素の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

< 1 2 >に記載の符号化装置。

< 1 4 >

前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記削減予測式を構成する項を選択する選択パターンを表す選択情報とを含む符号化ビットストリームを生成する

< 1 2 >又は< 1 3 >に記載の符号化装置。

< 1 5 >

前記フィルタ部は、前記削減予測式を構成する項を選択する複数の選択パターンの中から、前記元画像の符号化に関する符号化情報に応じて決定された選択パターンに応じて選択された前記一部の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

< 1 2 >に記載の符号化装置。

< 1 6 >

前記フィルタ部は、前記予測式の各次数の項のタップ係数を所定のビット数で表現する表現形式を、次数ごとに決定する

< 1 1 >ないし< 1 5 >のいずれかに記載の符号化装置。

< 1 7 >

前記フィルタ部は、前記予測式の1次項のタップ係数の表現形式よりも、小数点以下を表すビット数が多い表現形式を、前記予測式の2次以上の高次項のタップ係数の表現形式に決定する

< 1 6 >に記載の符号化装置。

< 1 8 >

前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記表現形式を表す形式情報とを含む符号化ビットストリームを生成する

<16>又は<17>に記載の符号化装置。

<19>

前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記タップ係数とを含む符号化ビットストリームを生成する

<11>ないし<18>のいずれかに記載の符号化装置。

<20>

前記フィルタ部は、

前記復号画像と、前記復号画像に対する元画像とを用いて、前記復号画像に前記予測式を適用することにより得られる前記元画像の予測値の予測誤差を統計的に最小にする学習をクラスごとに行うことにより、複数のクラスそれぞれの前記タップ係数を求め、

前記復号画像の画素のうちの注目画素を、前記複数のクラスのうちのいずれかのクラスに分類するクラス分類を行い、

前記復号画像に、前記注目画素のクラスの前記タップ係数で構成される前記予測式を適用する前記フィルタ処理を行う

<11>ないし<19>のいずれかに記載の符号化装置。

<21>

前記符号化部は、Quad-Tree Block Structure、または、QTBT (Quad Tree Plus Binary Tree) Block StructureのCU (Coding Unit) を処理単位として、前記元画像を符号化する

<11>ないし<20>のいずれかに記載の符号化装置。

<22>

局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成することと、

前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化することとを含む符号化方法。

符号の説明

[0619] 1 1 符号化装置, 1 2 復号装置, 2 1 符号化部, 2 3 局所復号部, 2 4 フィルタ部, 3 1 パース部, 3 2 復号部, 3 3 フィルタ部, 4 1 クラス分類部, 4 2 学習部, 4 3 DB, 4 4 決定部, 4 5 DB, 4 6 予測部, 5 1 クラス分類部, 5 2 予測部, 1 0 0 予測装置, 1 0 1 タップ選択部, 1 0 2 クラス分類部, 1 0 3 係数取得部, 1 0 4 予測演算部, 1 1 0 学習装置, 1 1 1 教師画像生成部, 1 1 2 生徒画像生成部, 1 1 3 学習部, 1 2 1 タップ選択部, 1 2 2 クラス分類部, 1 2 3 足し込み部, 1 2 4 係数算出部, 1 3 0 予測装置, 1 3 1 係数取得部, 1 4 0 学習装置, 1 4 1 パラメータ生成部, 1 4 2 生徒画像生成部, 1 4 3 学習部, 1 5 1 足し込み部, 1 5 2 係数算出部, 2 0 1 A/D変換部, 2 0 2 並べ替えバッファ, 2 0 3 演算部, 2 0 4 直交変換部, 2 0 5 量子化部, 2 0 6 可逆符号化部, 2 0 7 蓄積バッファ, 2 0 8 逆量子化部, 2 0 9 逆直交変換部, 2 1 0 演算部, 2 1 1 ILF, 2 1 2 フレームメモリ, 2 1 3 選択部, 2 1 4 イントラ予測部, 2 1 5 動き予測補償部, 2 1 6 予測画像選択部, 2 1 7 レート制御部, 2 3 1 学習装置, 2 3 2 予測装置, 2 4 1 選択パターン設定部, 2 4 2 学習部, 2 4 3 決定部, 2 5 1 タップ選択部, 2 5 2 クラス分類部, 2 5 3 足し込み部, 2 5 4 係数算出部, 2 7 1 タップ選択部, 2 7 2 クラス分類部, 2 7 3 係数取得部, 2 7 4 予測演算部, 2 8 1 フィルタ情報記憶部, 3 0 1 蓄積バッファ, 3 0 2 可逆復号部, 3 0 3 逆量子化部, 3 0 4 逆直交変換部, 3 0 5 演算部, 3 0 6 ILF, 3 0 7 並べ替えバッファ, 3 0 8 D/A変換部, 3 1 0 フレームメモリ, 3 1 1 選択部, 3 1 2 イントラ予測部, 3 1 3 動き予測補償部, 3 1 4 選択部, 3 3 1 予測装置, 3 4 1 タップ選択部, 3 4 2 クラス分類部, 3 4 3 係数取得部, 3 4 4 予測演算部, 3 4 5 フィルタ情報記憶部, 4 0 1 バス, 4

02 CPU, 403 ROM, 404 RAM, 405 ハードディスク,
406 出力部, 407 入力部, 408 通信部, 409 ドライ
ブ, 410 入出インタフェース, 411 リムーバブル記録媒体

請求の範囲

- [請求項1] 符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成する復号部と、
- 前記復号部により生成された前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、前記フィルタ画像を生成するフィルタ部と
- を備える復号装置。
- [請求項2] 前記フィルタ部は、前記復号画像の画素のうちの注目画素について、前記予測式の演算に用いる予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを用いて構成される前記予測式である全通り予測式から選択された一部の項で構成される前記予測式である削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う
- 請求項1に記載の復号装置。
- [請求項3] 前記フィルタ部は、前記全通り予測式から選択された、前記注目画素に近い位置の画素の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う
- 請求項2に記載の復号装置。
- [請求項4] 前記符号化ビットストリームに含まれる前記削減予測式を構成する項を選択する選択パターンを表す選択情報をパースするパース部をさらに備え、
- 前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記選択情報が表す選択パターンの前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う
- 請求項2に記載の復号装置。
- [請求項5] 前記フィルタ部は、前記削減予測式を構成する項を選択する複数の選択パターンの中から、元画像の符号化に関する符号化情報に応じて決定された選択パターンに応じて選択された前記一部の項で構成され

る前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項 2 に記載の復号装置。

[請求項6] 前記符号化ビットストリームに含まれる前記予測式の各次数の項のタップ係数を所定のビット数で表現する表現形式を表す形式情報をパースするパース部をさらに備え、

前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記形式情報が表す表現形式の前記タップ係数で構成される前記予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項 1 に記載の復号装置。

[請求項7] 前記符号化ビットストリームに含まれる前記タップ係数をパースするパース部をさらに備え、

前記フィルタ部は、前記パース部によりパースされた前記タップ係数で構成される前記予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項 1 に記載の復号装置。

[請求項8] 前記フィルタ部は、

前記復号画像の画素のうちの注目画素を、複数のクラスのうちの一つのクラスに分類するクラス分類を行い、

前記復号画像に、前記注目画素のクラスの前記タップ係数で構成される前記予測式を適用する前記フィルタ処理を行う

請求項 1 に記載の復号装置。

[請求項9] 前記復号部は、Quad-Tree Block Structure、または、QTBT (Quad Tree Plus Binary Tree) Block StructureのCU (Coding Unit) を処理単位として、前記符号化データを復号する

請求項 1 に記載の復号装置。

[請求項10] 符号化ビットストリームに含まれる符号化データを、フィルタ画像を用いて復号し、復号画像を生成することと、

前記復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィル

タ処理を行い、前記フィルタ画像を生成することと
を含む復号方法。

[請求項11] 局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成するフィルタ部と、

前記フィルタ部により生成された前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化する符号化部と

を備える符号化装置。

[請求項12] 前記フィルタ部は、前記復号画像の画素のうちの注目画素について、前記予測式の演算に用いる予測タップとなる画素の候補としてあらかじめ決められた候補画素すべてを用いて構成される前記予測式である全通り予測式から選択された一部の項で構成される前記予測式である削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項11に記載の符号化装置。

[請求項13] 前記フィルタ部は、前記全通り予測式から選択された、前記注目画素に近い位置の画素の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項12に記載の符号化装置。

[請求項14] 前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記削減予測式を構成する項を選択する選択パターンを表す選択情報とを含む符号化ビットストリームを生成する

請求項12に記載の符号化装置。

[請求項15] 前記フィルタ部は、前記削減予測式を構成する項を選択する複数の選択パターンの中から、前記元画像の符号化に関する符号化情報に応じて決定された選択パターンに応じて選択された前記一部の項で構成される前記削減予測式を用いて、前記フィルタ処理を行う

請求項12に記載の符号化装置。

[請求項16] 前記フィルタ部は、前記予測式の各次数の項のタップ係数を所定の

ビット数で表現する表現形式を、次数ごとに決定する

請求項 1 1 に記載の符号化装置。

[請求項17] 前記フィルタ部は、前記予測式の 1 次項のタップ係数の表現形式よりも、小数点以下を表すビット数が多い表現形式を、前記予測式の 2 次以上の高次項のタップ係数の表現形式に決定する

請求項 1 6 に記載の符号化装置。

[請求項18] 前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記表現形式を表す形式情報とを含む符号化ビットストリームを生成する

請求項 1 6 に記載の符号化装置。

[請求項19] 前記符号化部は、前記元画像を符号化することにより得られる符号化データと、前記タップ係数とを含む符号化ビットストリームを生成する

請求項 1 0 に記載の符号化装置。

[請求項20] 前記フィルタ部は、

前記復号画像と、前記復号画像に対する元画像とを用いて、前記復号画像に前記予測式を適用することにより得られる前記元画像の予測値の予測誤差を統計的に最小にする学習をクラスごとに行うことにより、複数のクラスそれぞれの前記タップ係数を求め、

前記復号画像の画素のうちの注目画素を、前記複数のクラスのうちのいずれかのクラスに分類するクラス分類を行い、

前記復号画像に、前記注目画素のクラスの前記タップ係数で構成される前記予測式を適用する前記フィルタ処理を行う

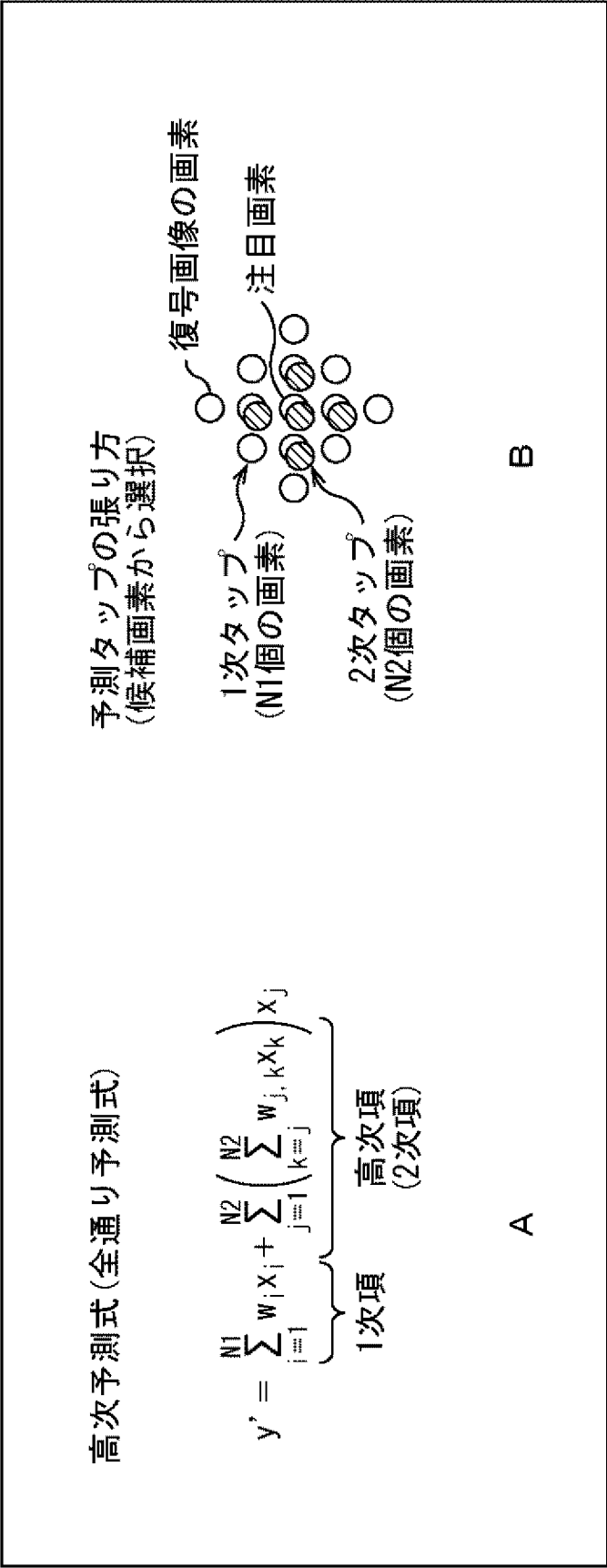
請求項 1 1 に記載の符号化装置。

[請求項21] 前記符号化部は、Quad-Tree Block Structure、または、QTBT (Quad Tree Plus Binary Tree) Block StructureのCU (Coding Unit) を処理単位として、前記元画像を符号化する

請求項 1 1 に記載の符号化装置。

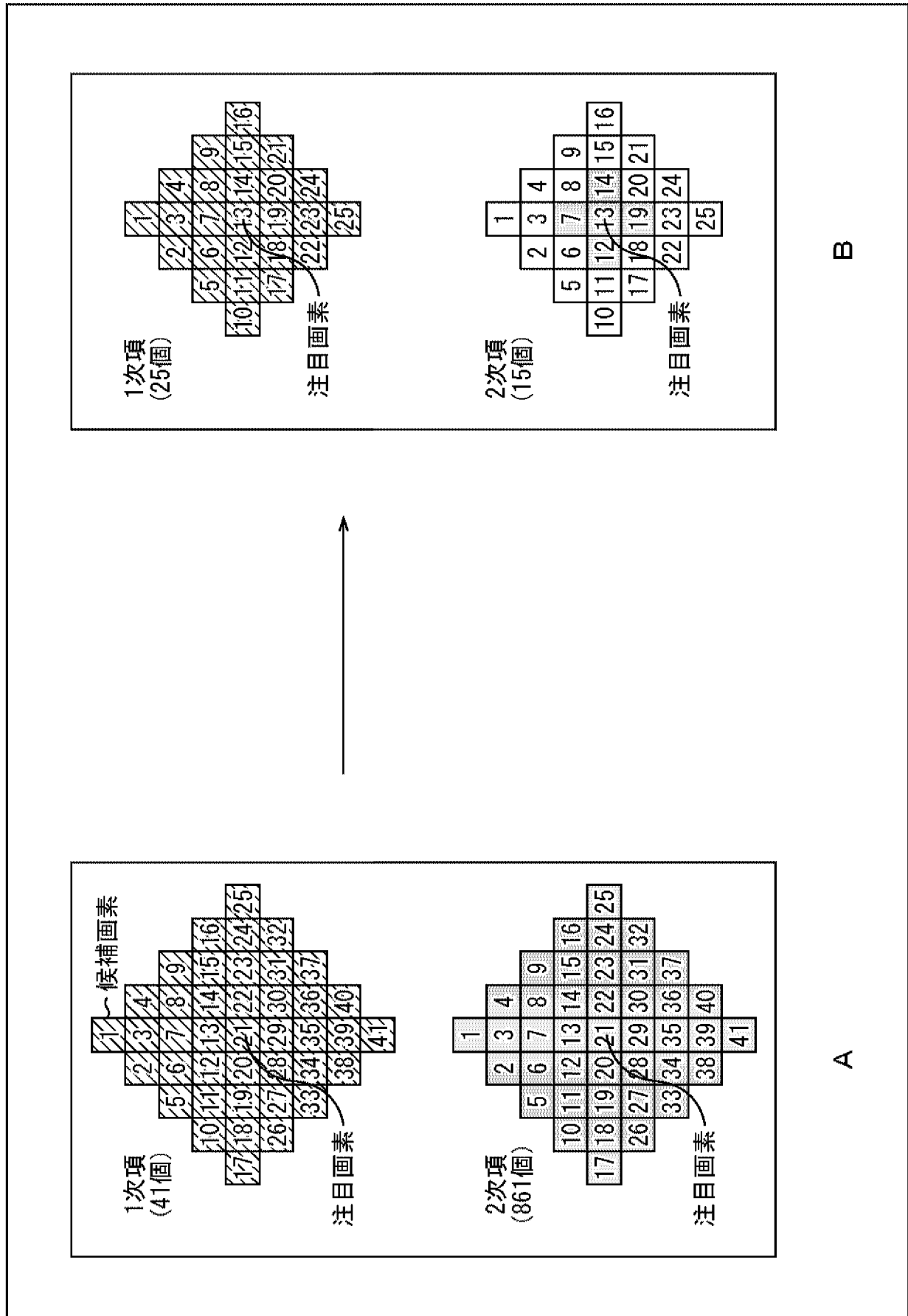
[請求項22] 局所復号された復号画像に、所定のタップ係数と前記復号画像の画素との積和演算を行う、2次以上の高次の高次項を含む予測式を適用するフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成することと、
前記フィルタ画像を用いて、元画像を符号化することとを含む符号化方法。

[図1]
FIG. 1

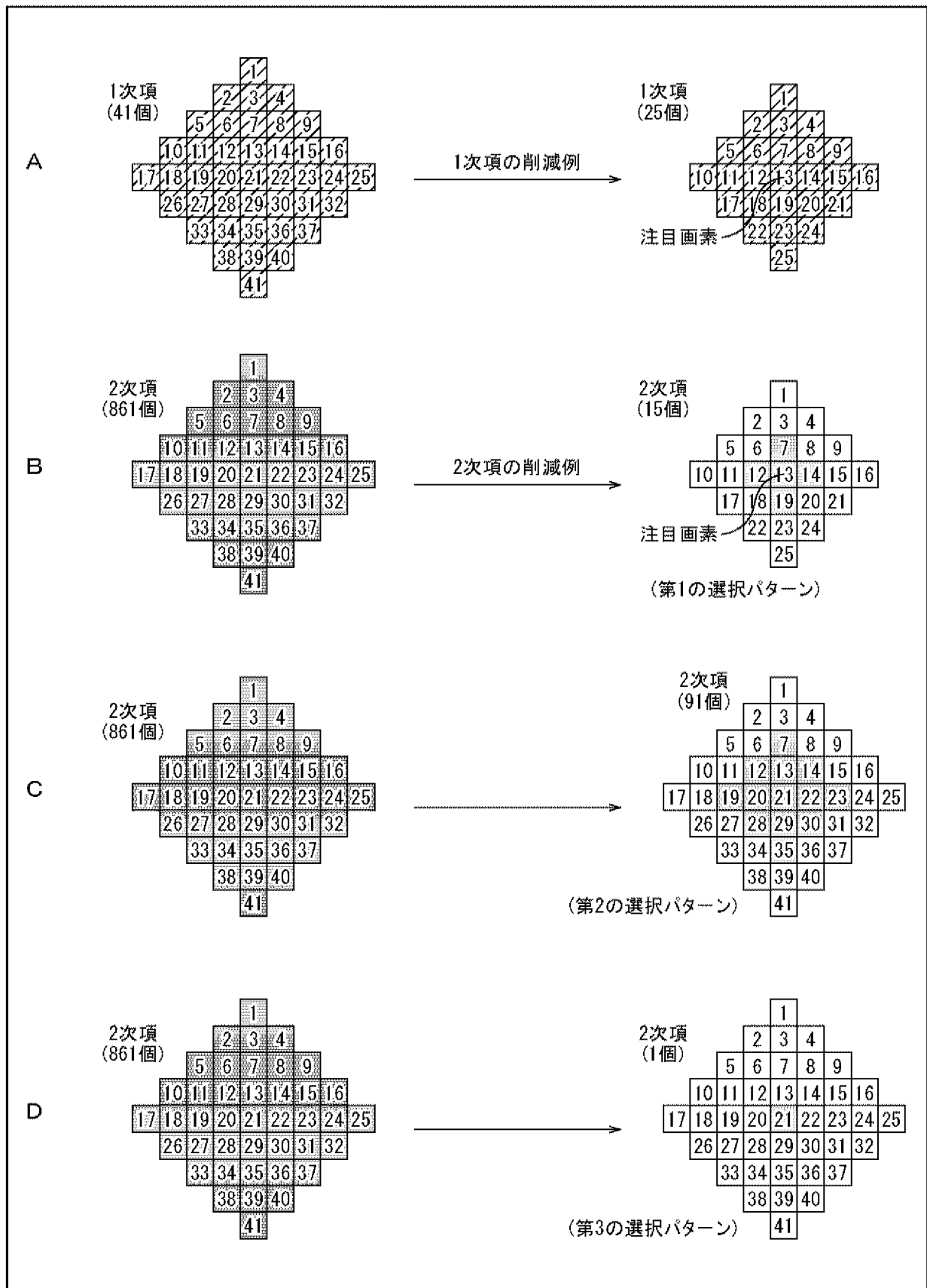


[図2]
FIG. 2

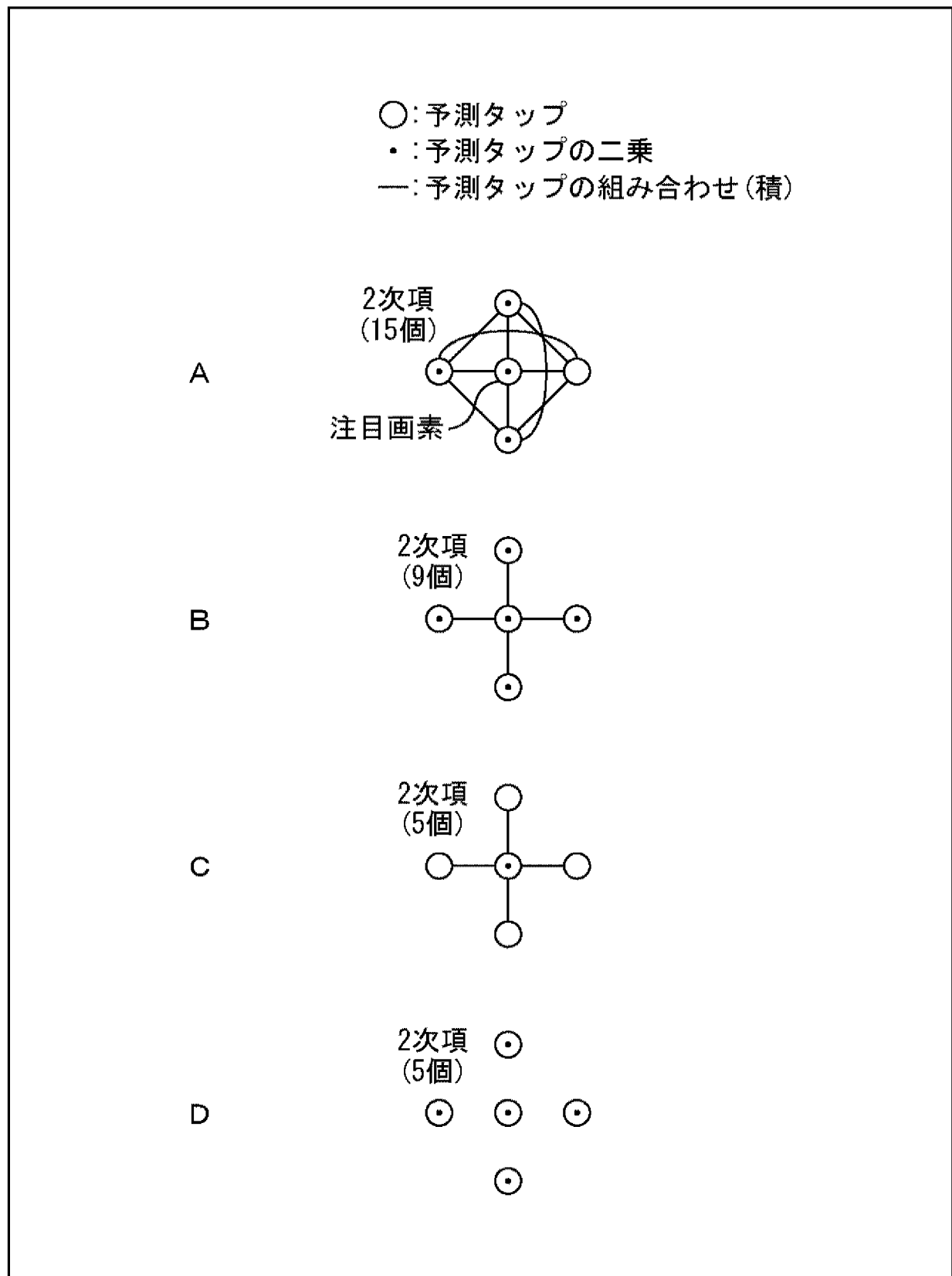
予測タップの数 (N1, N2)	1次係数の数 N1'	2次係数の数 N2'
41	41	861
25	25	325
13	13	91
5	5	15

[図3]
FIG. 3

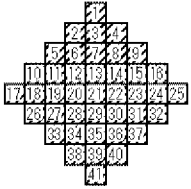
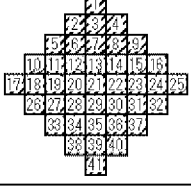
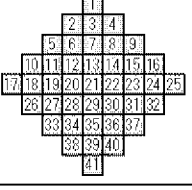
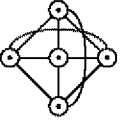
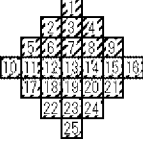
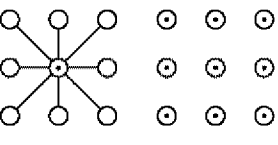
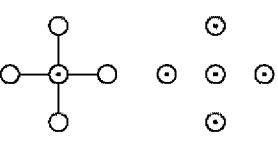
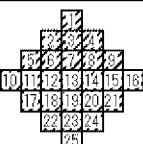
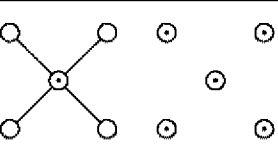
[図4]
FIG. 4



[図5]
FIG. 5

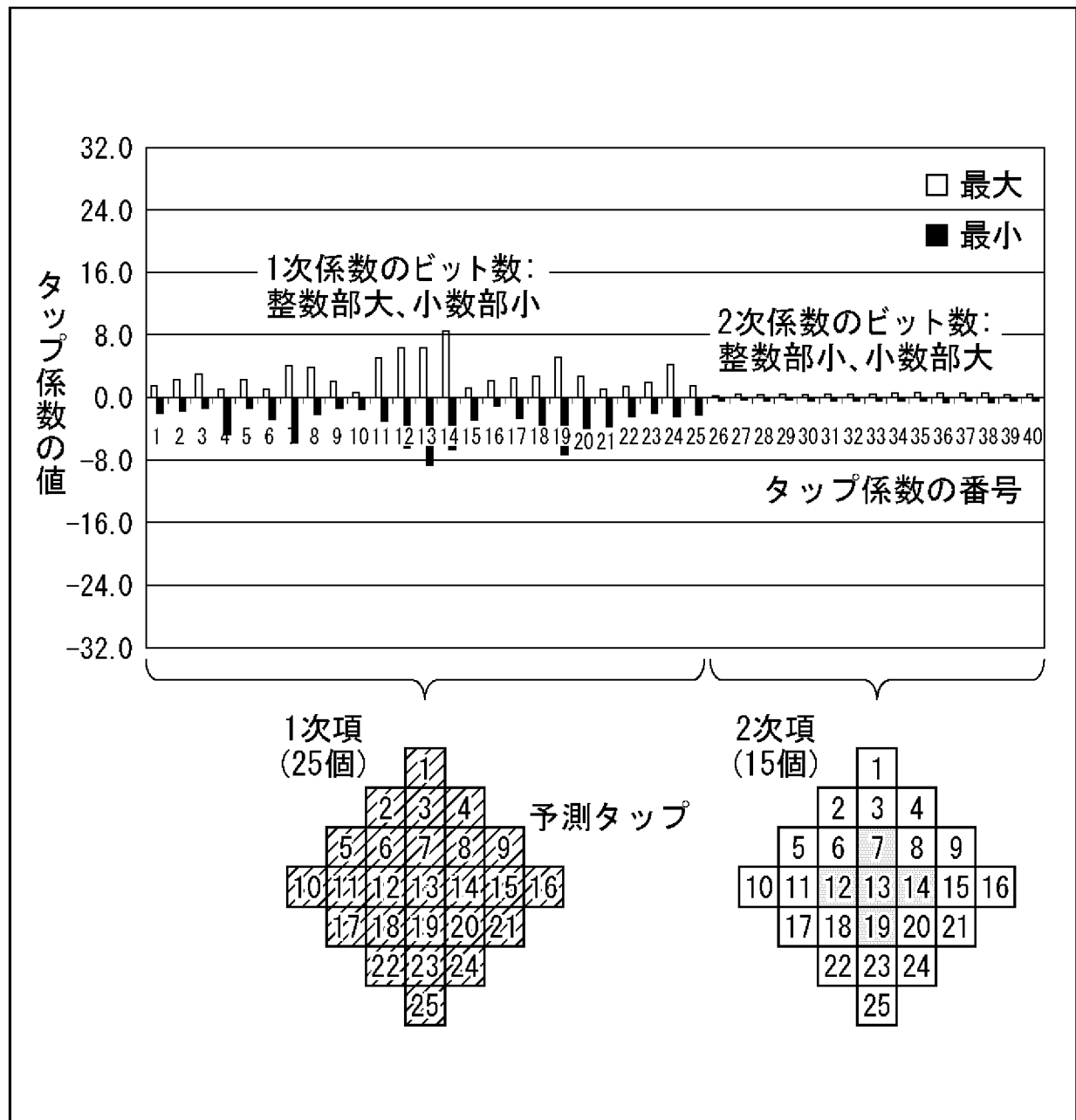


[図6]
FIG. 6

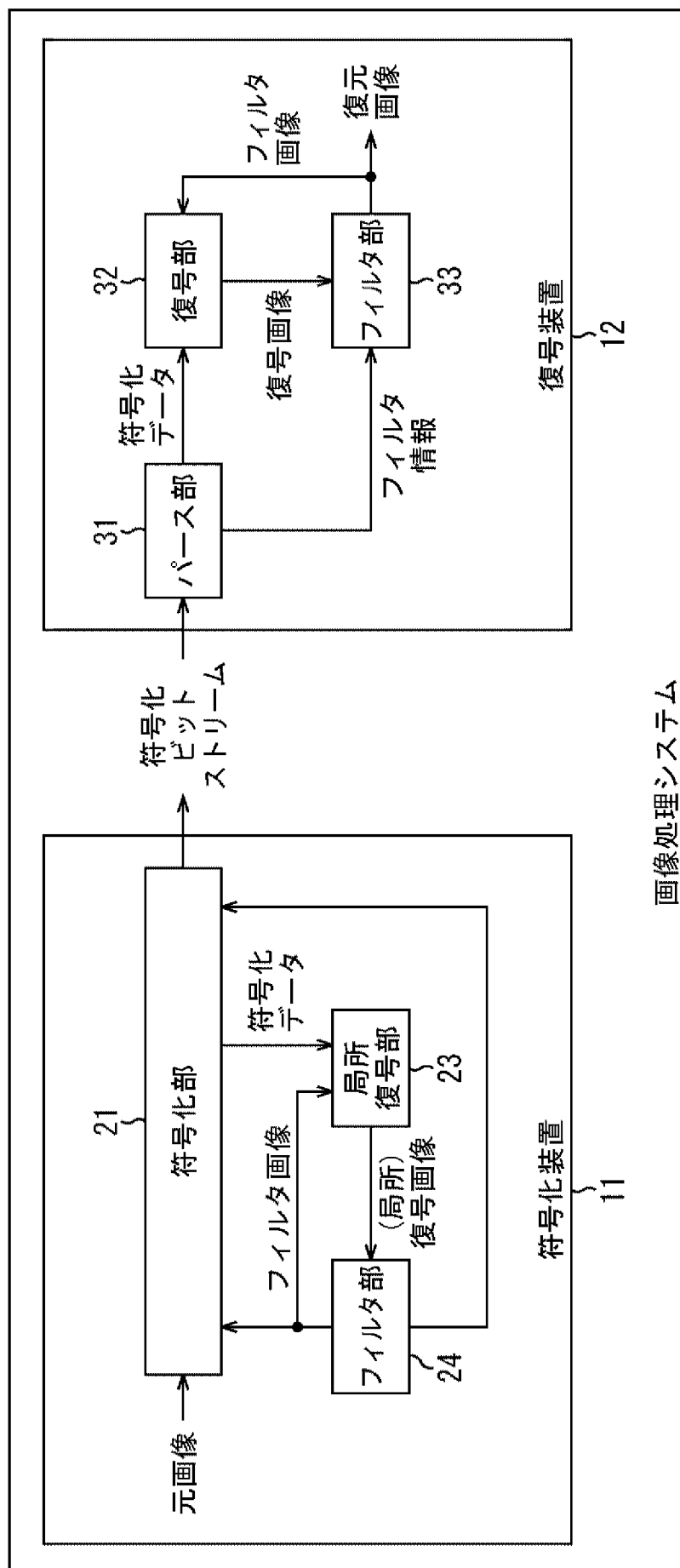
2次項 の選択パターン	1次係数(1次項) の数	2次係数(2次項)の数	1クラスの タップ係数の 数(総数)
基準ケース	41 		41
全通り予測式を用いる場合	41 	861 	902
選択パターン1	25 	15 	40
選択パターン2	25 	9 	34
選択パターン3	25 	5 	30
選択パターン4	25 	5 	30

○: 予測タップ
 ・: 予測タップの二乗
 —: 予測タップの組み合わせ(積)

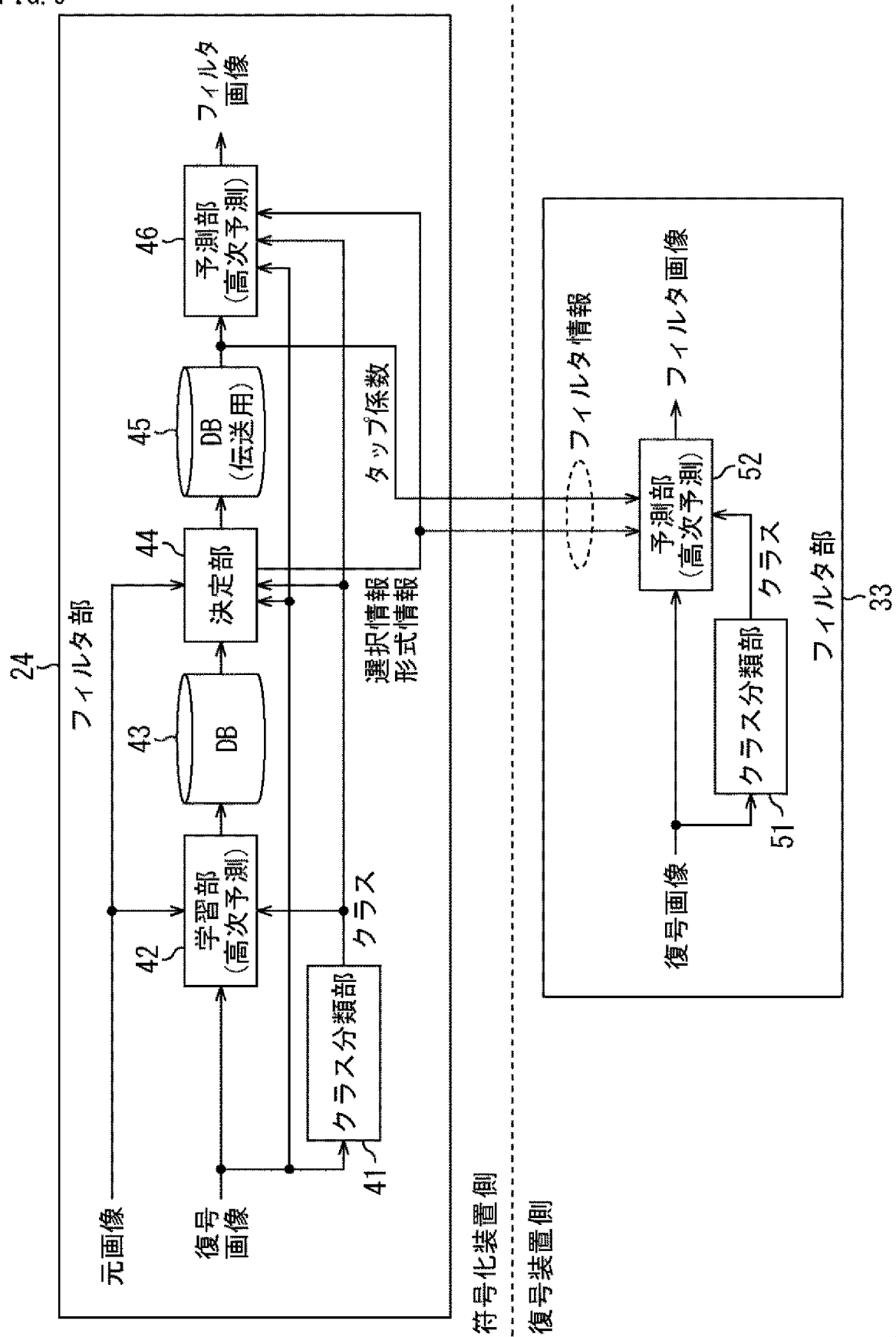
[図7]
FIG. 7



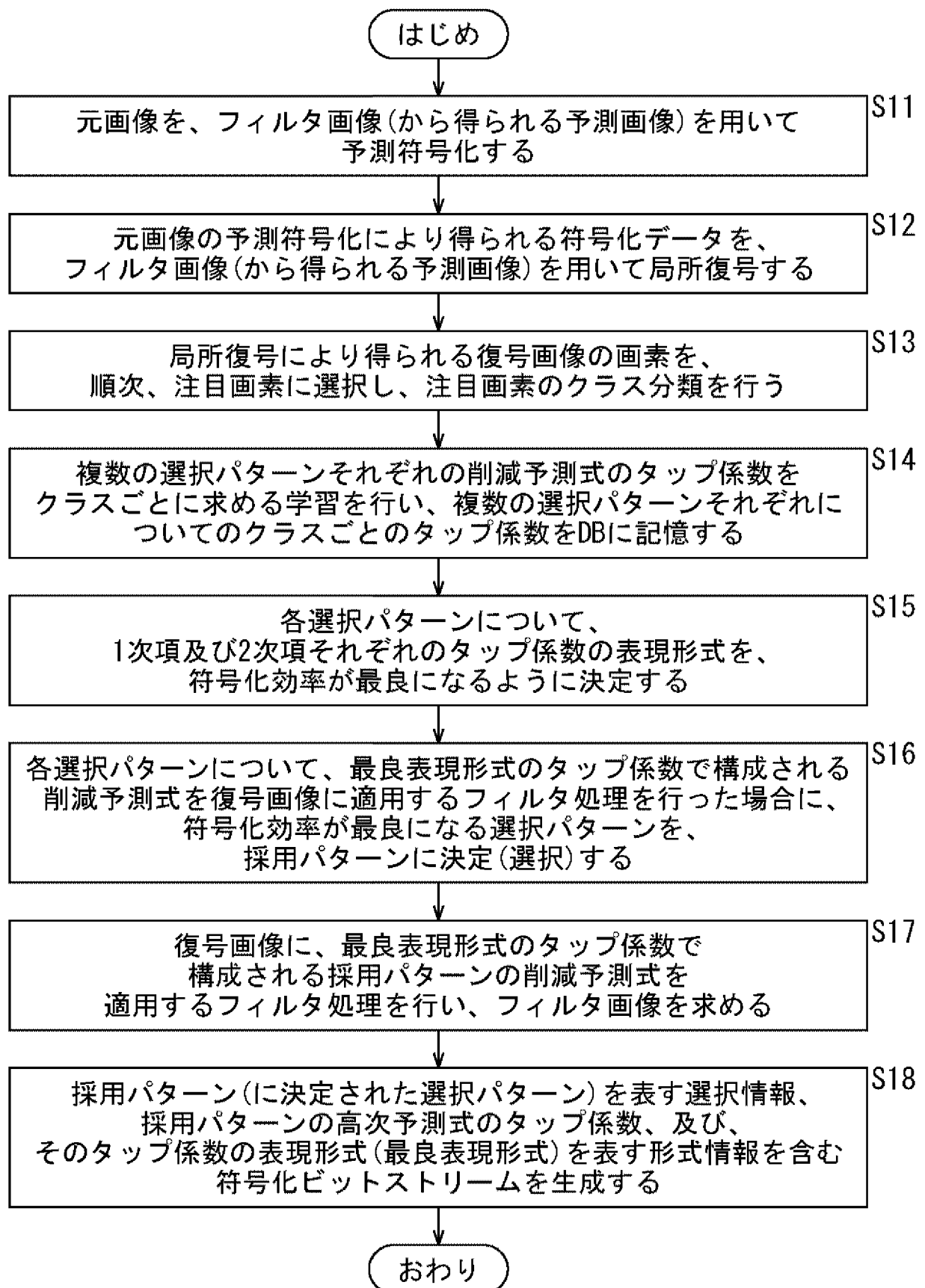
[図8]
FIG. 8



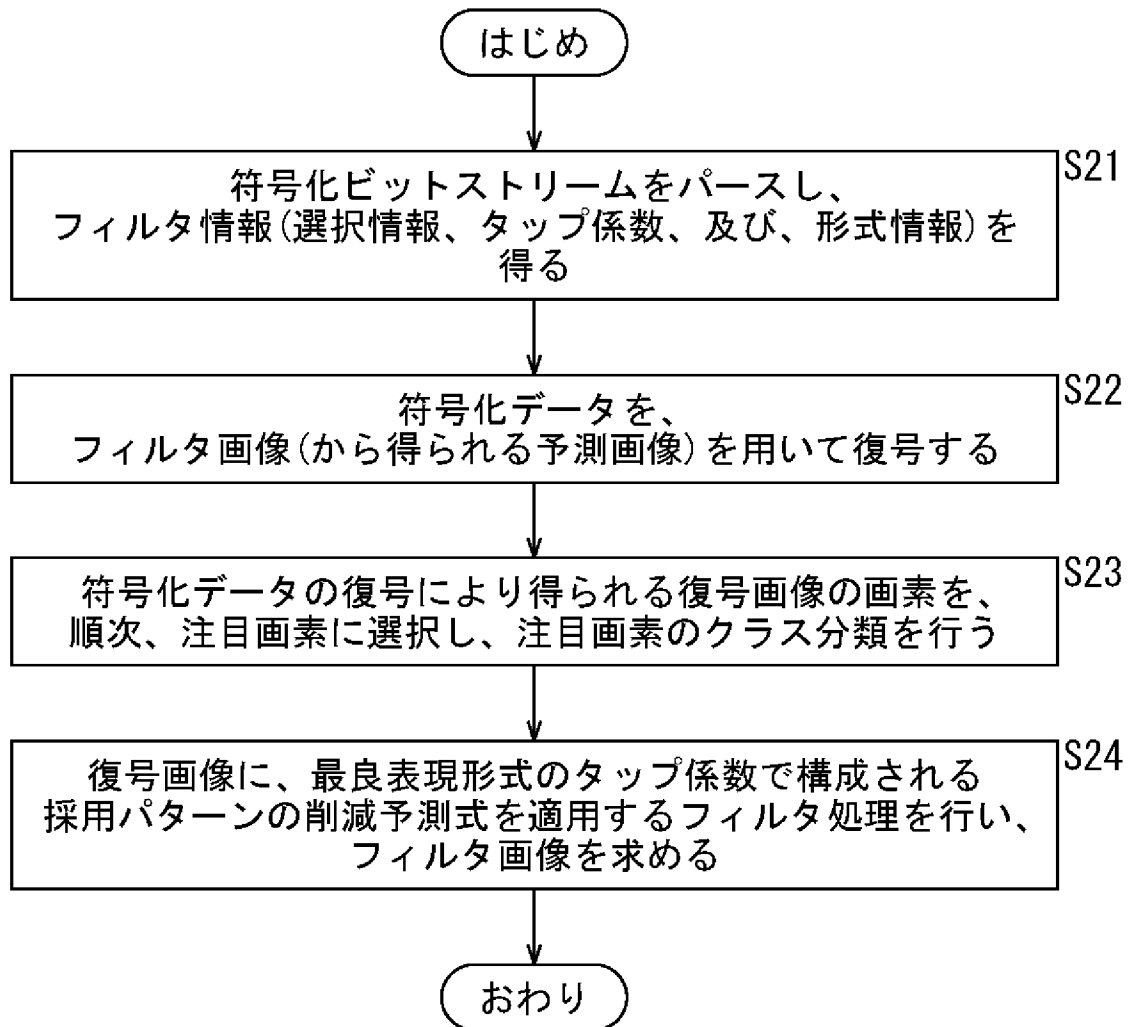
[図9]
FIG. 9



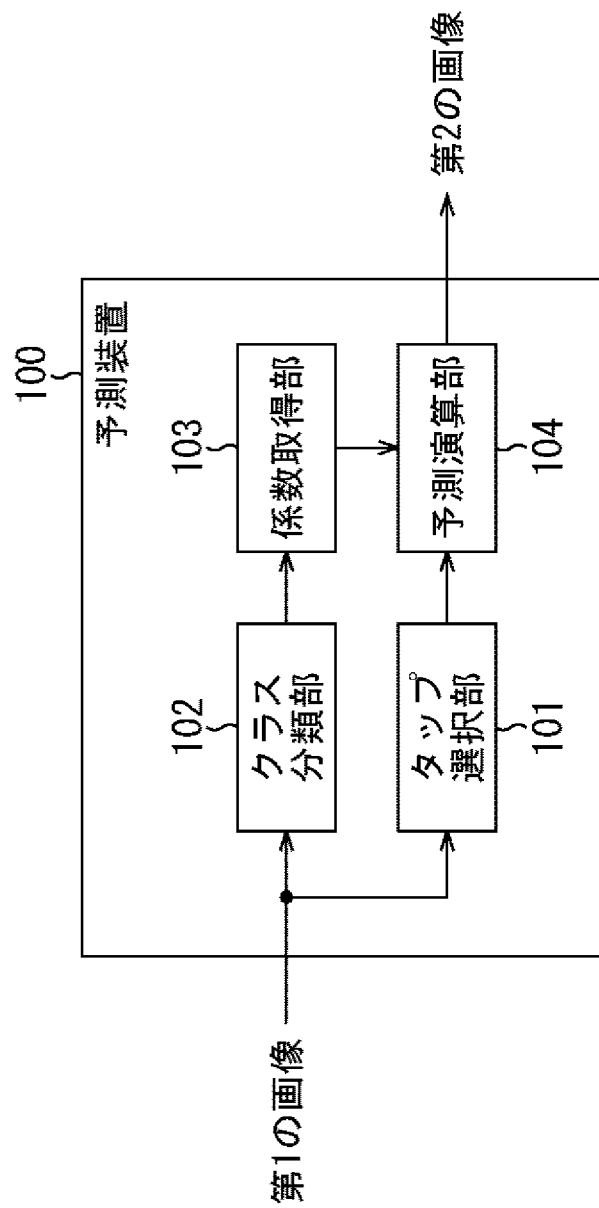
[図10]
FIG. 10



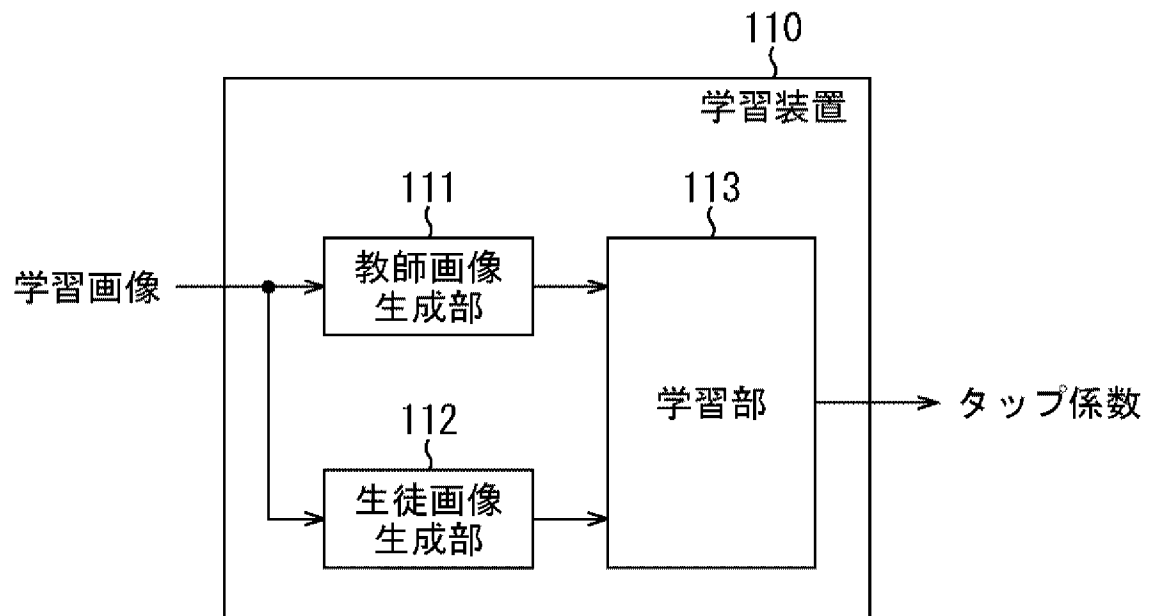
[図11]
FIG. 11



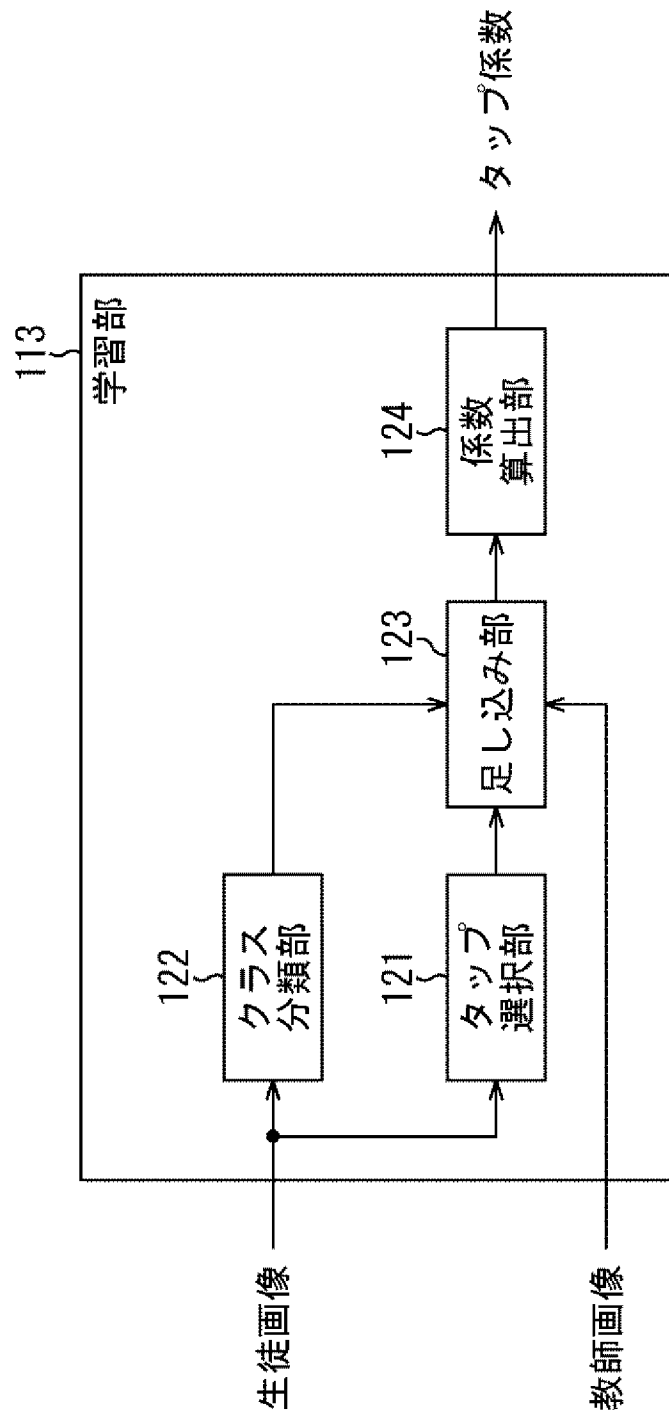
[図12]
FIG. 12



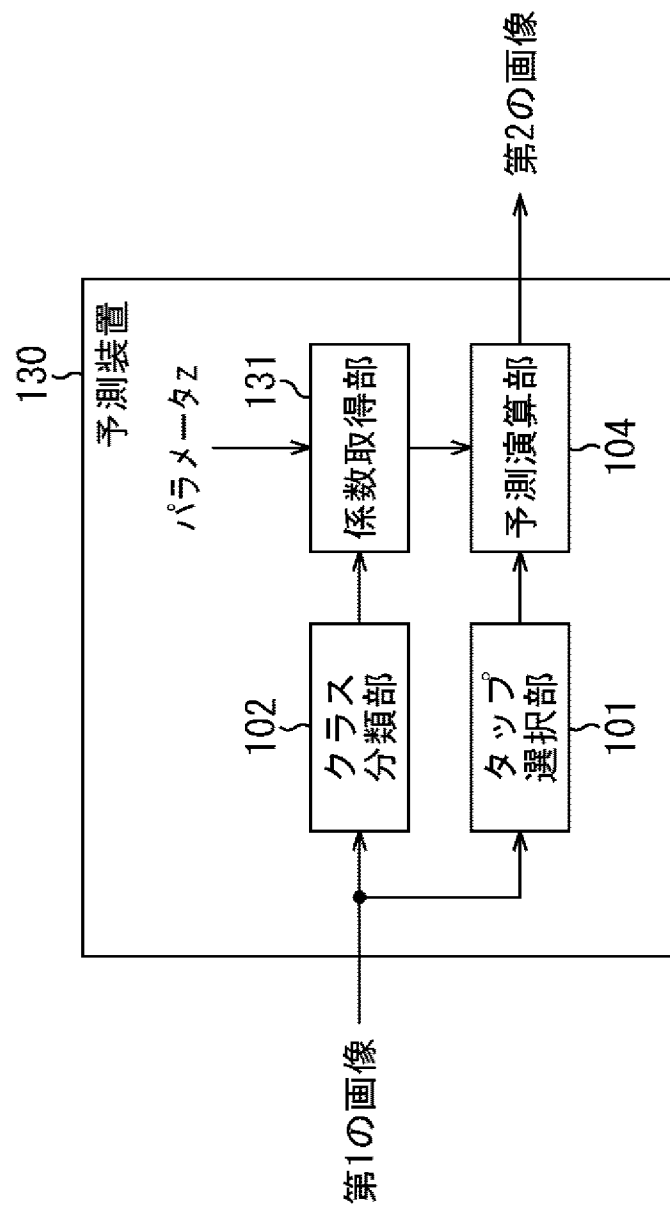
[図13]
FIG. 13



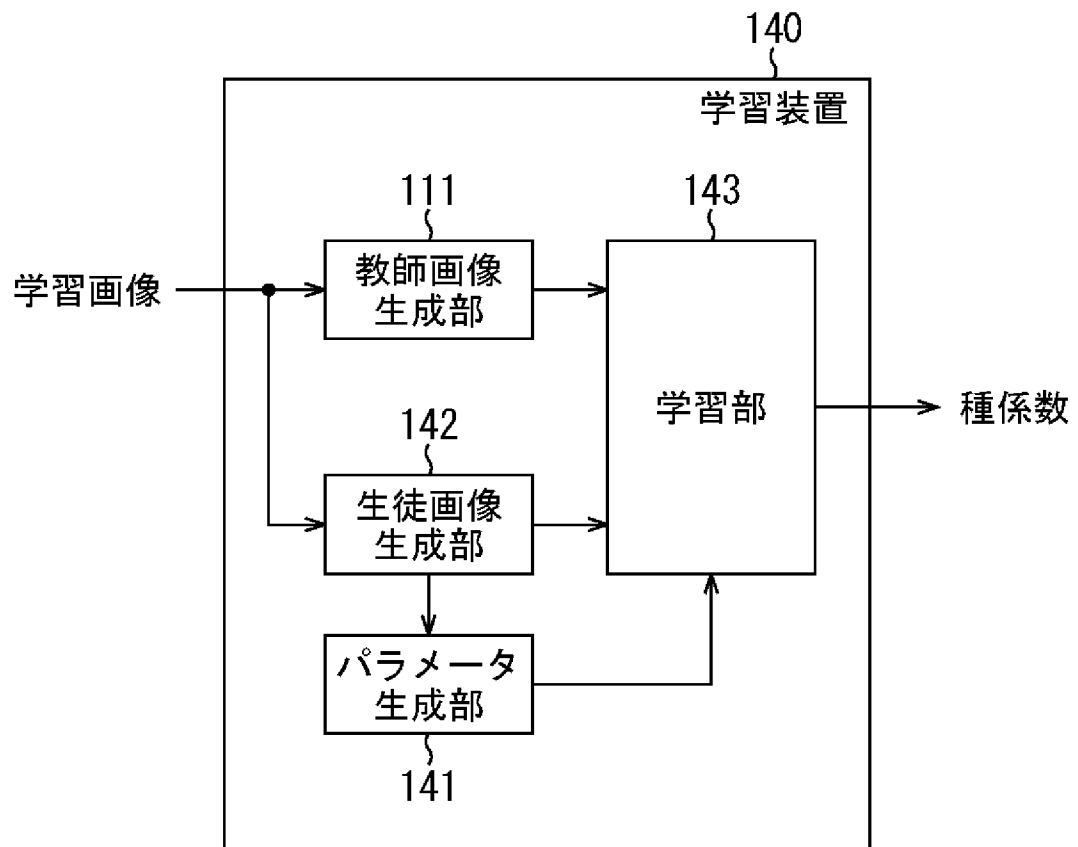
[図14]
FIG. 14



[図15]
FIG. 15



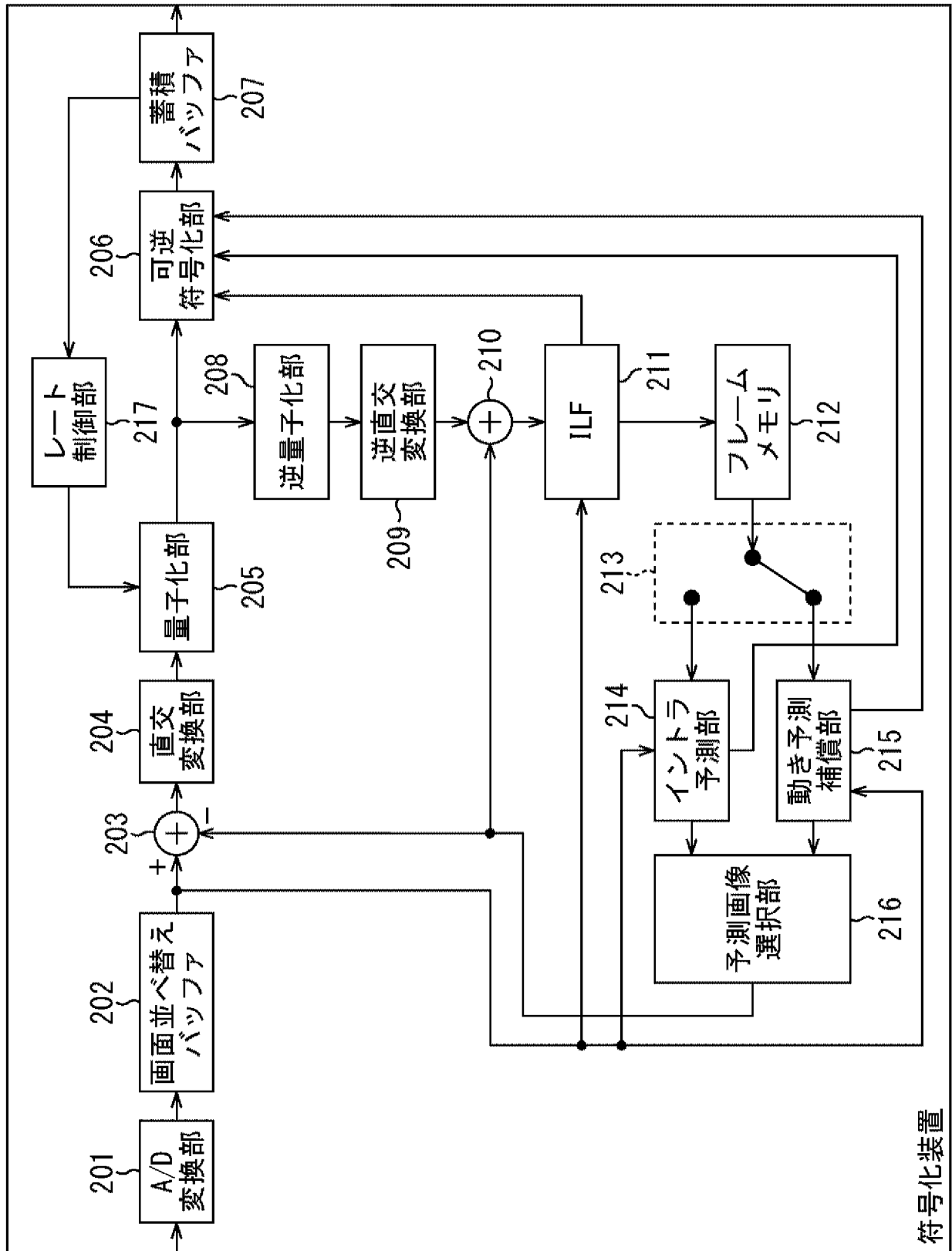
[図16]
FIG. 16



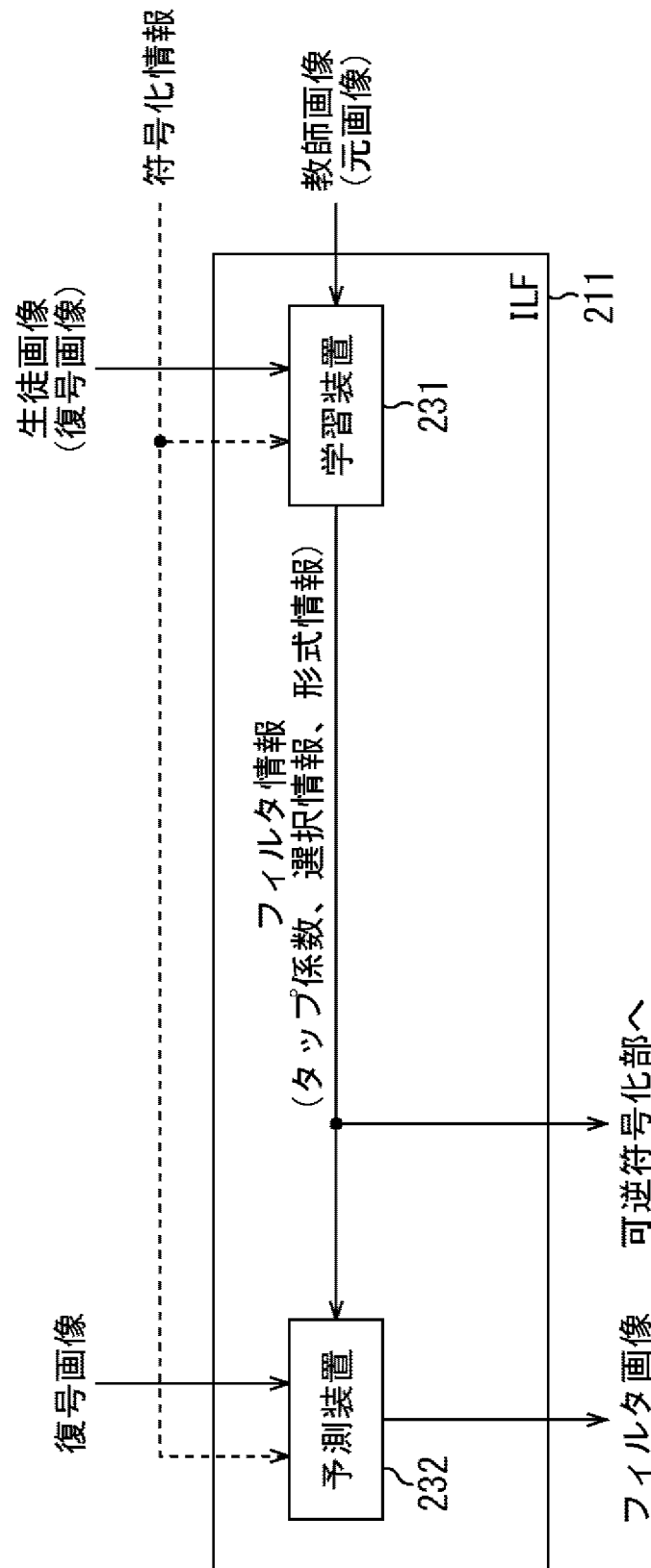
```

graph LR
    SI[生徒画像] --> J(( ))
    J --> CC[クラス分類部 122]
    J --> TS[タップ選択部 121]
    CC --> AD[足し込み部 151]
    TS --> AD
    TI[教師画像] --> AD
    P[パラメータ] --> AD
    AD --> CO[係数算出部 152]
    CO --> SC[種係数]
    subgraph 143 [学習部]
        CC
        TS
        AD
        CO
    end
  
```

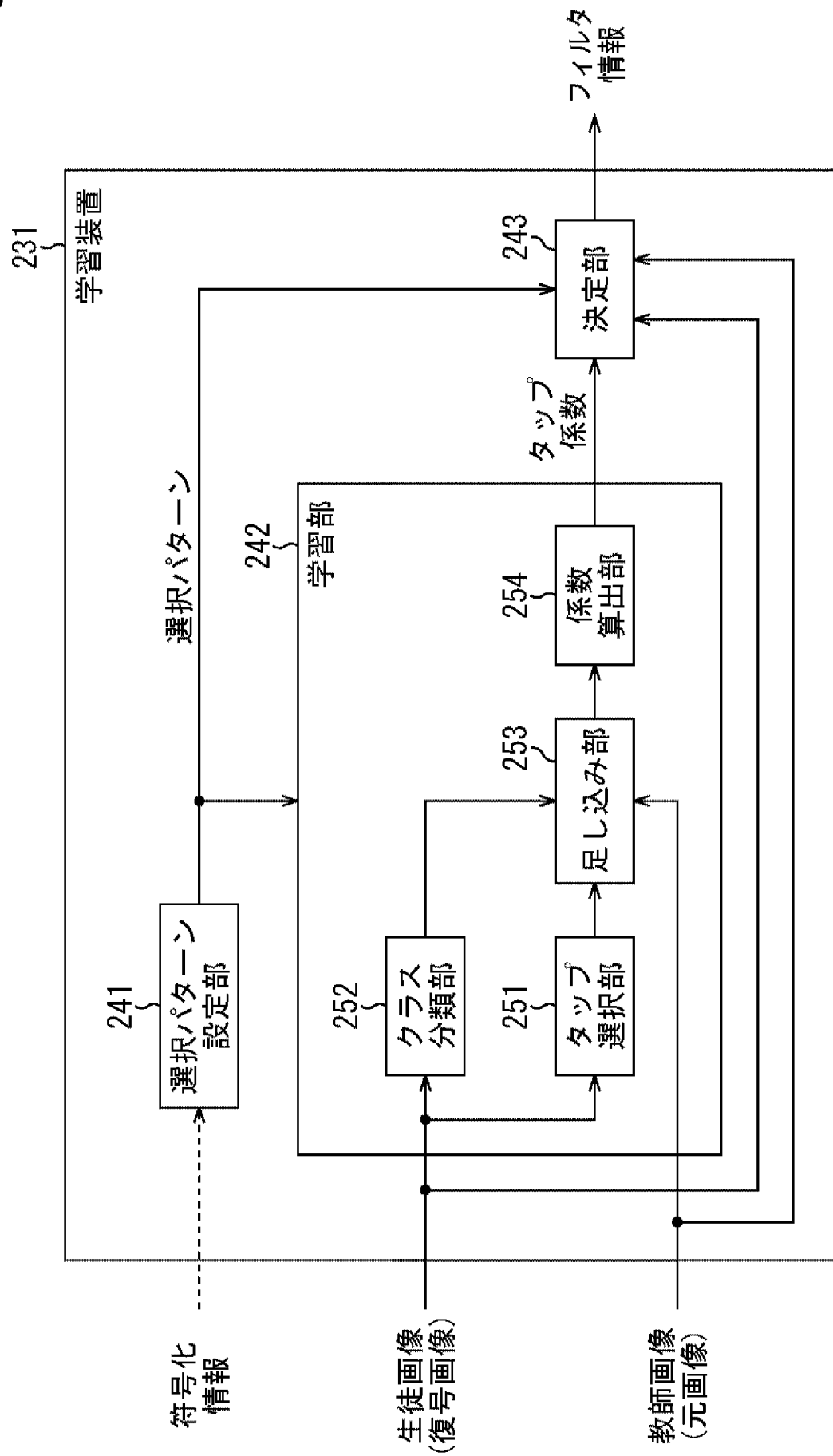
11-符号化装置



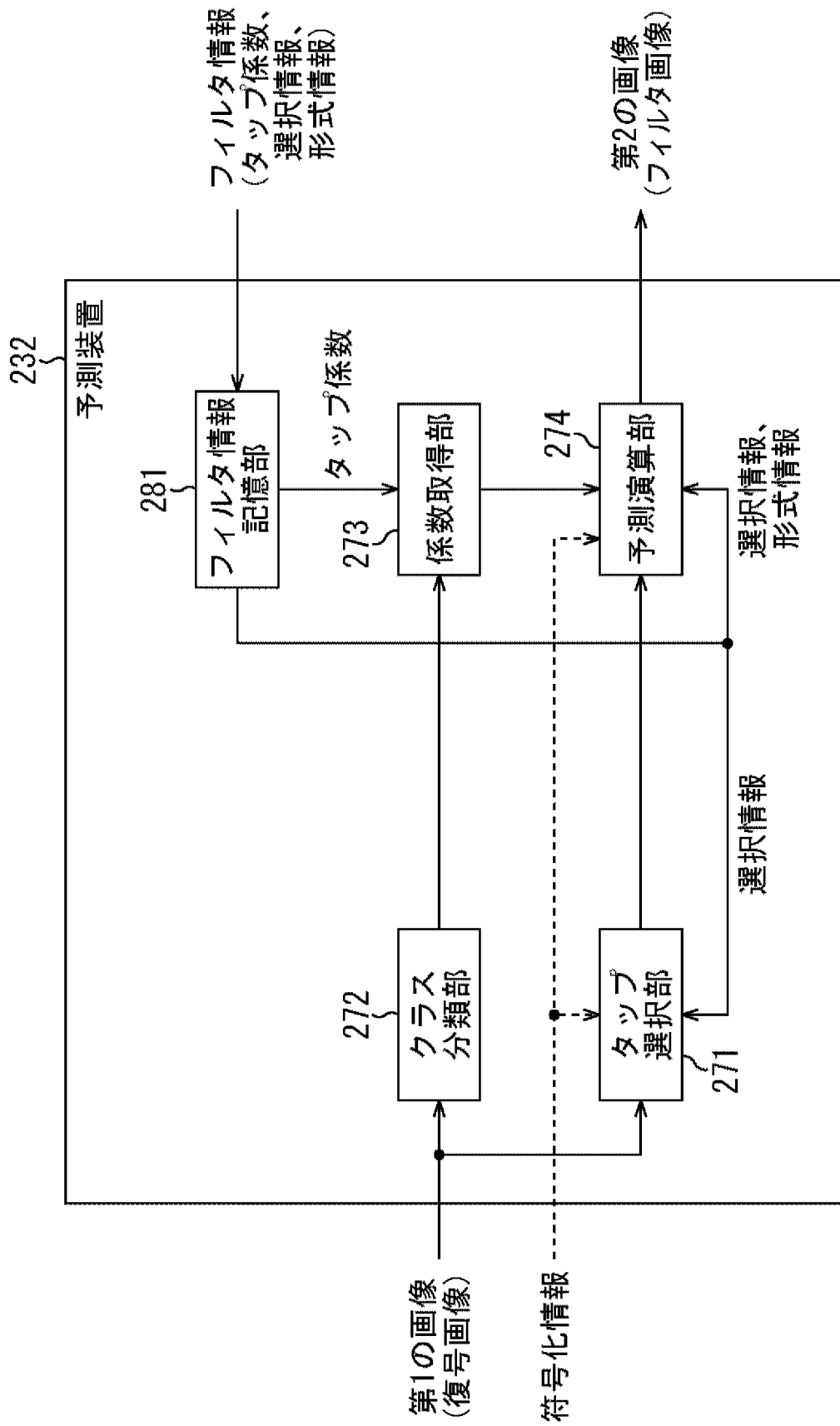
[図19]
FIG. 19



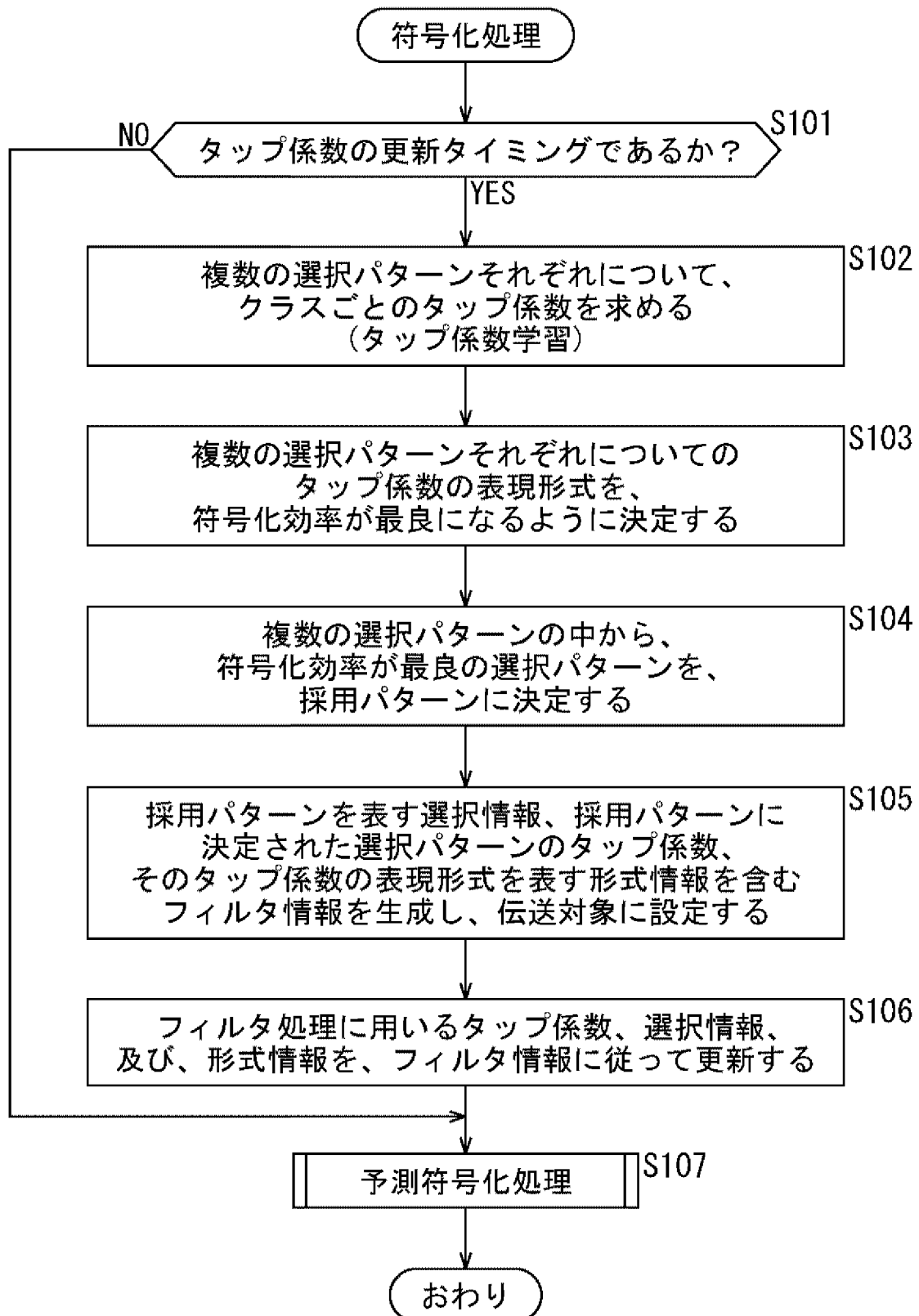
[図20]
FIG. 20



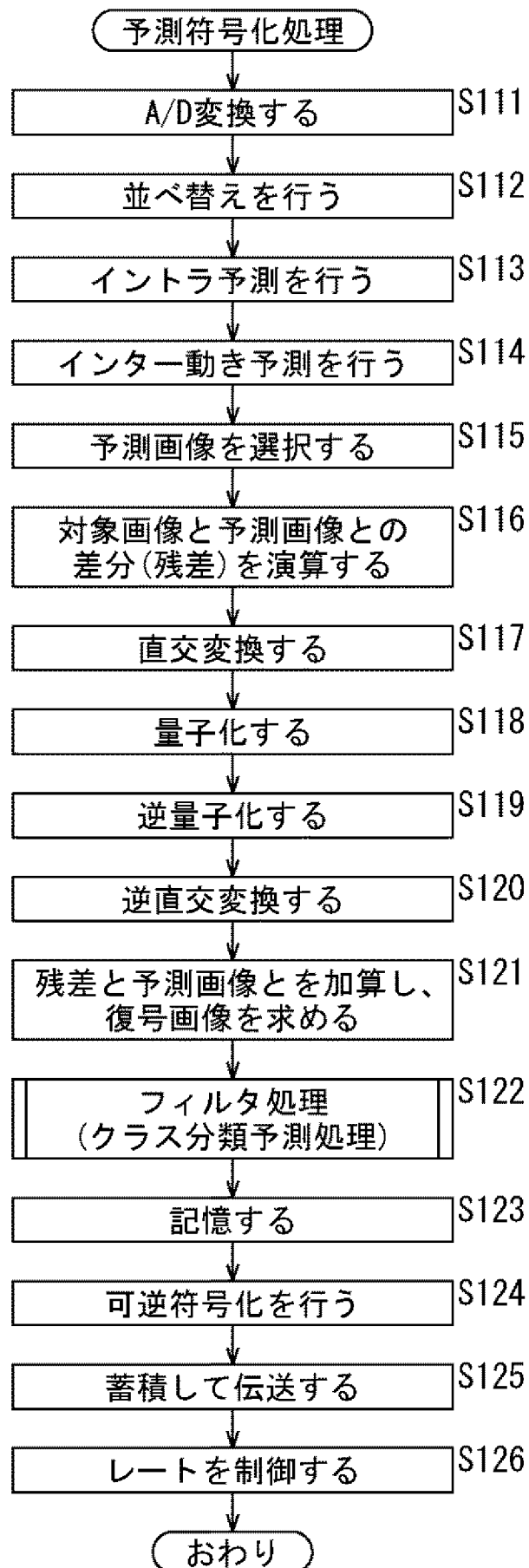
[図21]
FIG. 21



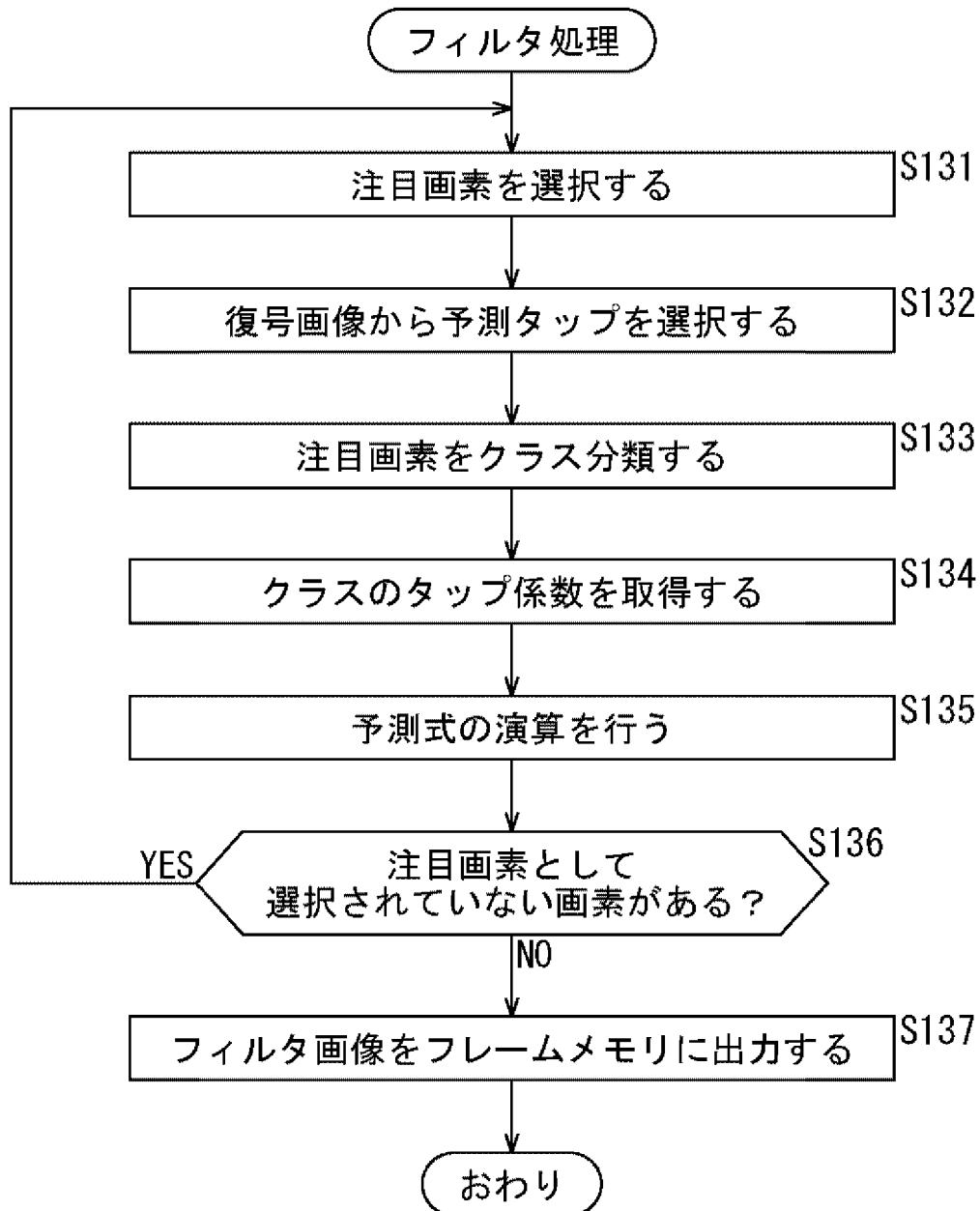
[図22]
FIG. 22



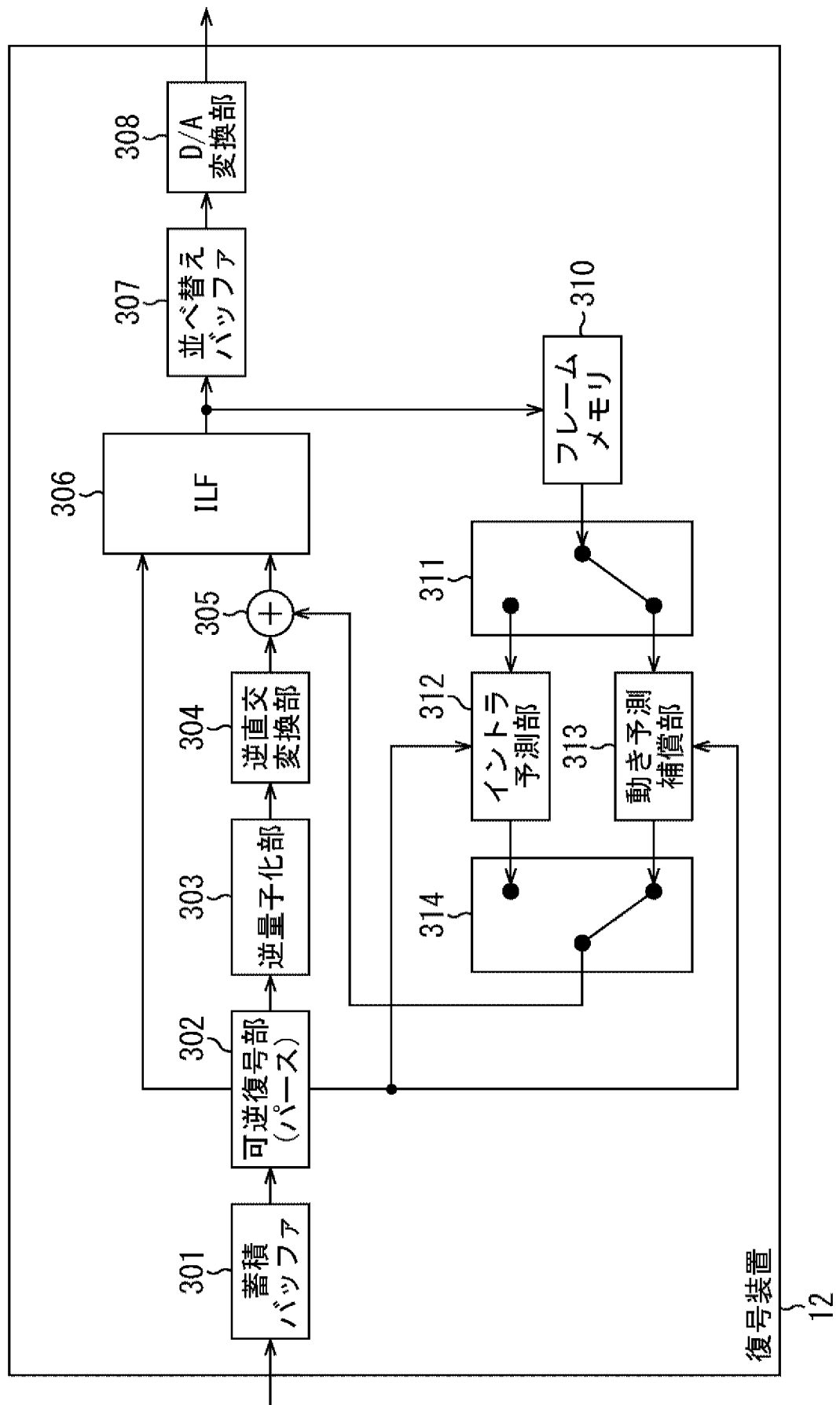
[図23]
FIG. 23



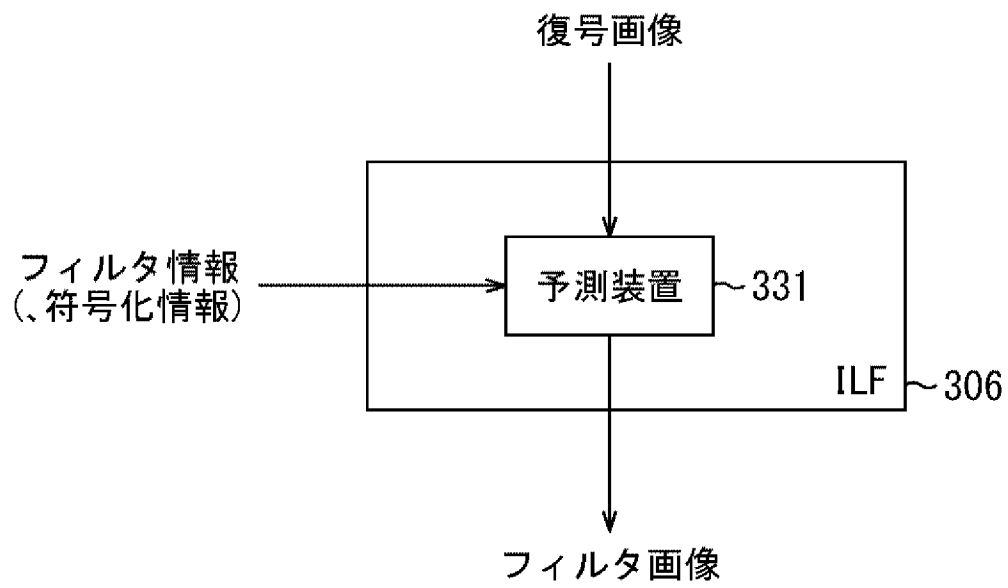
[図24]
FIG. 24



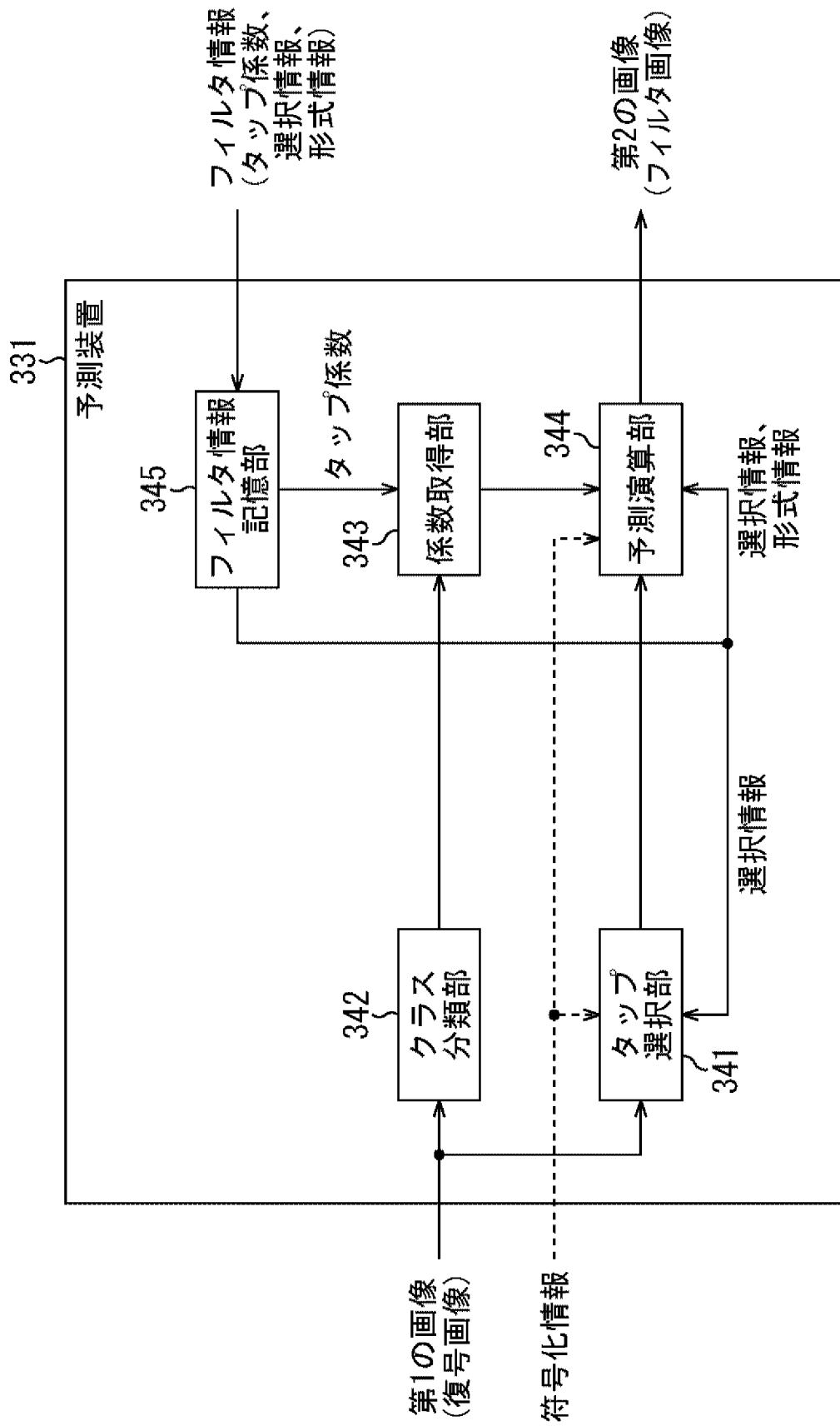
[図25]
FIG. 25



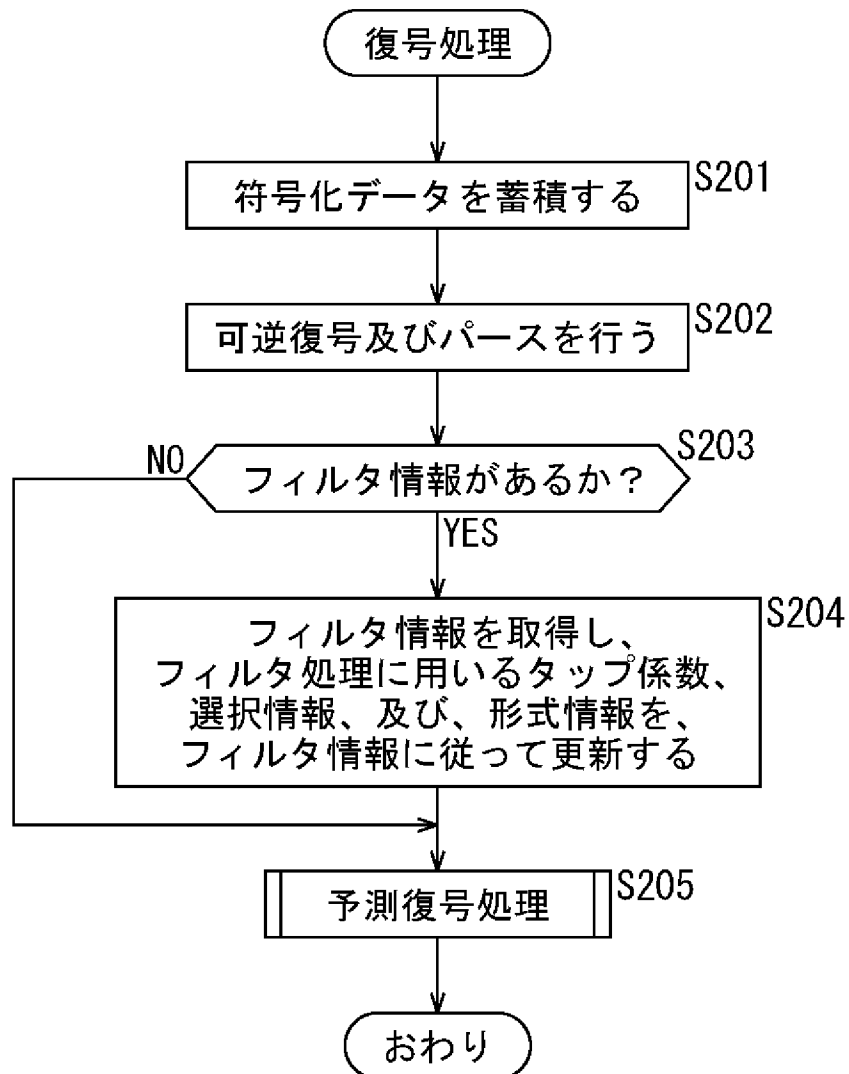
[図26]
FIG. 26



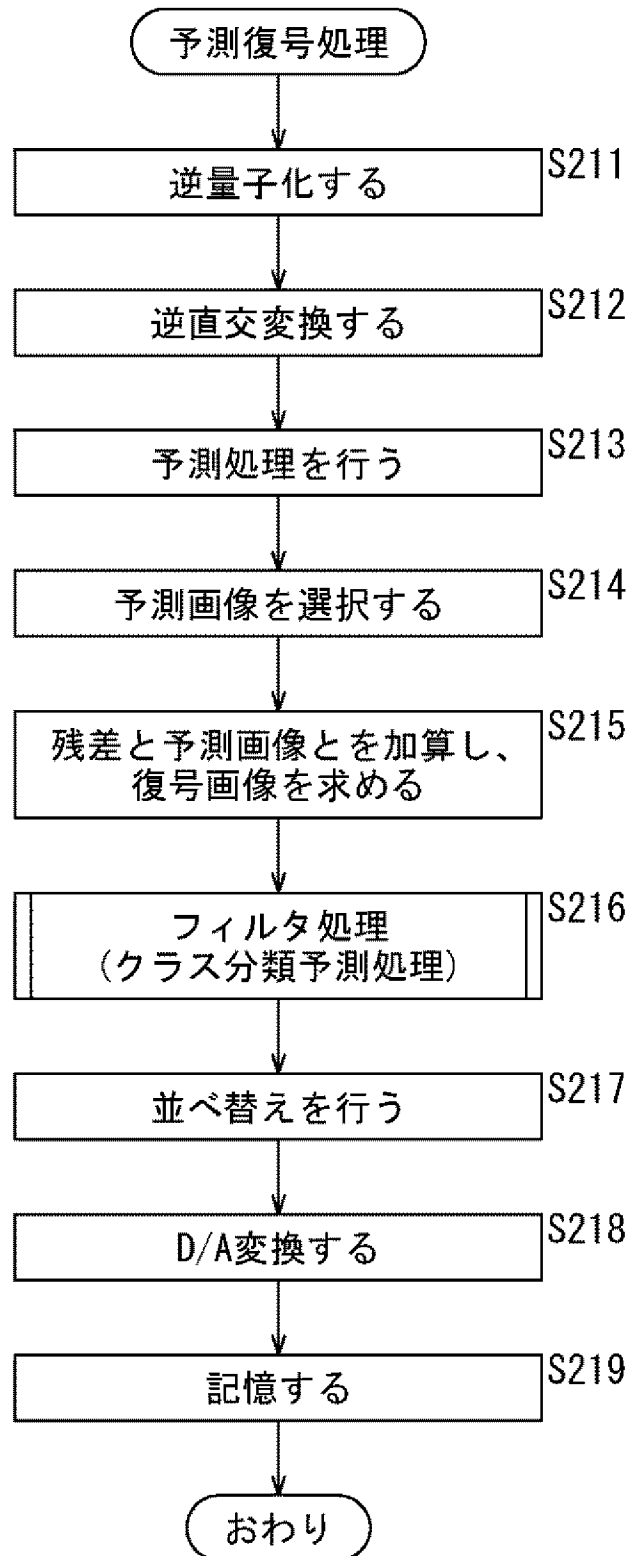
[図27]
FIG. 27



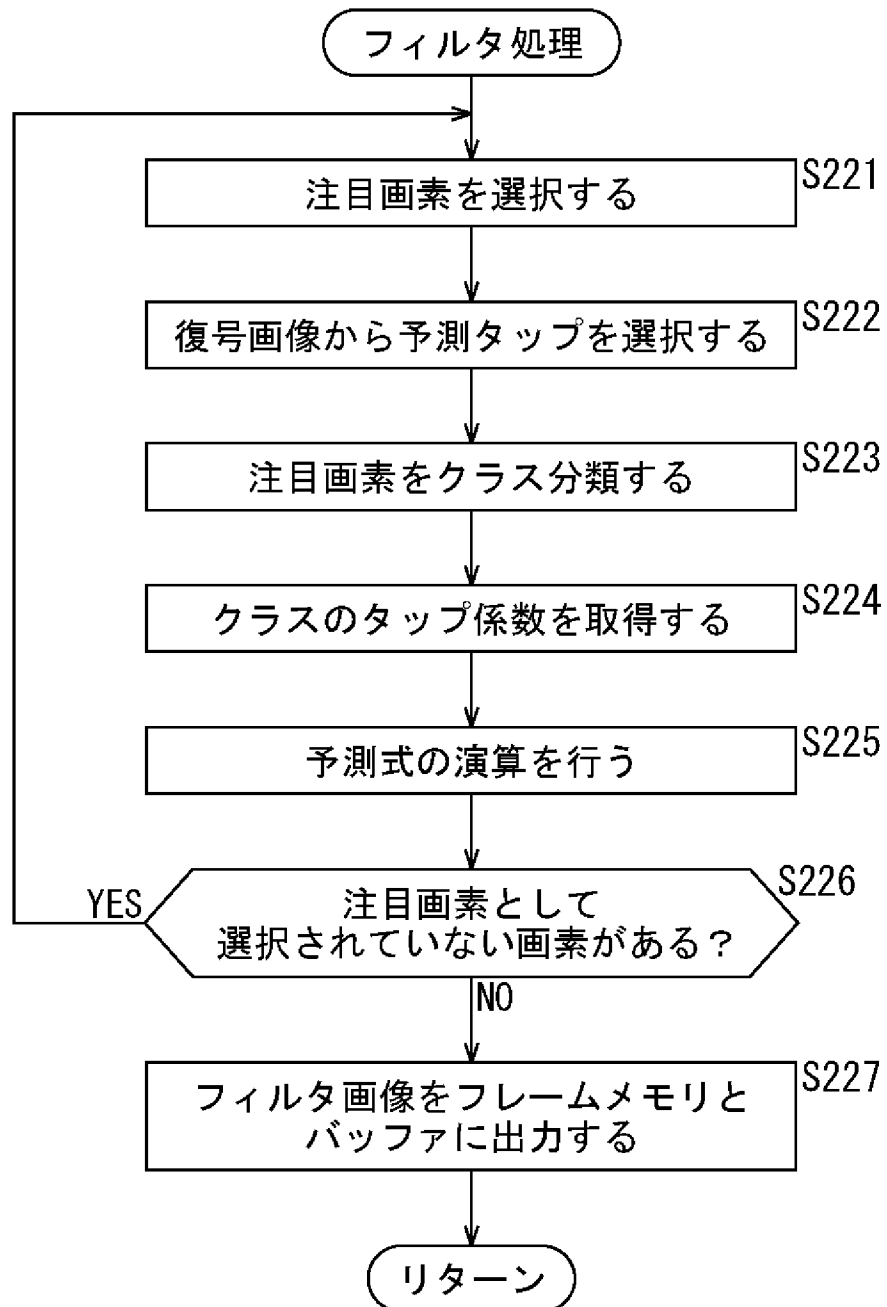
[図28]
FIG. 28



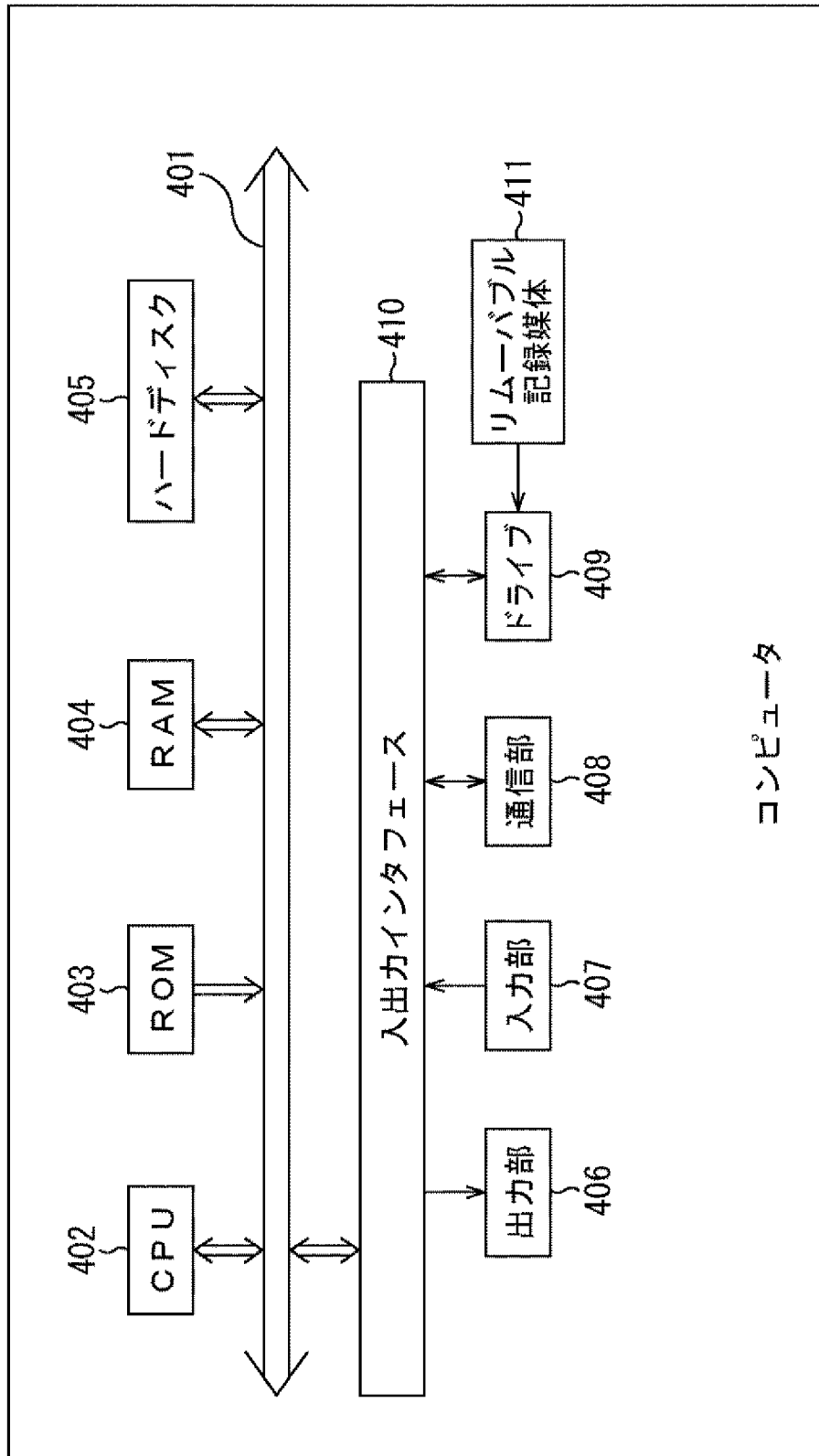
[図29]
FIG. 29



[図30]
FIG. 30



[図31]
FIG. 31



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/042428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. H04N19/117 (2014.01) i, H04N19/167 (2014.01) i, H04N19/176 (2014.01) i, H04N19/82 (2014.01) i 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. H04N19/117, H04N19/167, H04N19/176, H04N19/82 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 1971-2019 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2017/191750 A1 (SONY CORP.) 09 November 2017, paragraphs [0007]-[0078], [0092]-[0098] fig. 78 (Family: none)	1, 7-11, 19-22 2-6, 12-16, 18 17
Y	JP 2001-285881 A (SONY CORP.) 12 October 2001, paragraphs [0029]-[0032], fig. 3 (Family: none)	2-5, 12-15
Y	JP 2003-299096 A (SONY CORP.) 17 October 2003, paragraph [0111], fig. 2 (Family: none)	2-5, 12-15
Y	JP 63-107319 A (RICOH CO., LTD.) 12 May 1988, page 2, lower left column, line 3 to lower right column, line 4 (Family: none)	6, 16, 18
A	CHEN, Yu et al., Decoder-Derived Adaptive Intra Prediction, JCTVC-B080 [online], 26 September 2012, pp. 1-6, URL< http://phenix.it-sudparis.eu/jct/doc_end_user/documents/20_Geneva/wg11/JCTVC-B080.zip >	1-22
☐ 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 23 January 2019 (23.01.2019)		Date of mailing of the international search report 05 February 2019 (05.02.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04N19/117(2014.01)i, H04N19/167(2014.01)i, H04N19/176(2014.01)i, H04N19/82(2014.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H04N19/117, H04N19/167, H04N19/176, H04N19/82

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 9 年

国際調査で利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)

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
X Y A	WO 2017/191750 A1 (ソニー株式会社) 2017.11.09, 段落 [0007] — [0078] [0092] — [0098] [図78] (ファミリー なし)	1, 7-11, 19-22 2-6, 12-16, 18 17
Y	JP 2001-285881 A (ソニー株式会社) 2001.10.12, 段落 [0029] — [0032] [図3] (ファミリーなし)	2-5, 12-15
Y	JP 2003-299096 A (ソニー株式会社) 2003.10.17, 段落 [0111] [図2] (ファミリーなし)	2-5, 12-15

☒ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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)
「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 1 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

0 5 . 0 2 . 2 0 1 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

5 C

4 8 8 1

片岡 利延

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1

C (続き) . 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
Y	JP 63-107319 A (株式会社リコー) 1988.05.12, 第2頁左下欄第3行ー右下欄第4行 (ファミリーなし)	6, 16, 18
A	Yu Chen et al., Decoder-Derived Adaptive Intra Prediction, JCTVC-B080[online], 2012.09.26, pp.1-6, URL< http://phenix.it-sudparis.eu/jct/doc_end_user/documents/20_Geneva/wg11/JCTVC-B080.zip >	1-22