

(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10月17日(17.10.2019)



(10) 国際公開番号

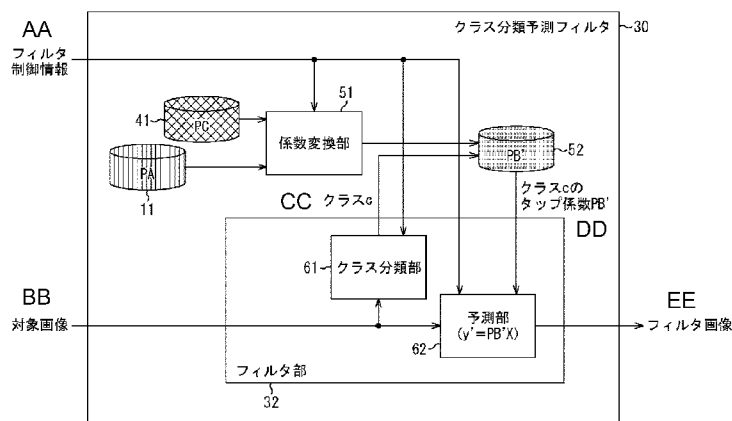
WO 2019/198519 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 19/82 (2014.01) H04N 19/463 (2014.01)
H04N 19/42 (2014.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/013533
- (22) 国際出願日: 2019年3月28日(28.03.2019)
- (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 2018-075806 2018年4月11日(11.04.2018) 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). 千田 圭祐 (CHIDA Keisuke); 〒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).
- (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,

(54) Title: DATA PROCESSING DEVICE AND DATA PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: データ処理装置及びデータ処理方法

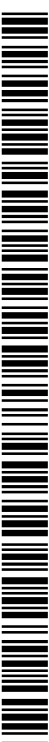
FIG. 13



- 30 Class classification prediction filter
- 32 Filter unit
- 51 Coefficient conversion unit
- 61 Class classification unit
- 62 Prediction unit ($y'=PB'X$)
- AA Filter control information
- BB Target image
- CC Class c
- DD Tap coefficient PB' of class c
- EE Filtered image

(57) Abstract: The present technology relates to a data processing device and a data processing method which enable a filtering process having a high degree of freedom to be performed. A coefficient conversion unit converts a first filter coefficient into a second filter coefficient that is different from the first filter coefficient. A filter unit performs a filtering process by using the second filter coefficient. The present technology can be applied to, for example, a filter, or the like that performs a filtering process on an image or a voice.

(57) 要約: 本技術は、自由度の高いフィルタ処理を行うことができるようにするデータ処理装置及びデータ処理方法に関する。係数変換部は、第1のフィルタ係数を、第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換する。フィルタ部は、第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行う。本技術は、例えば、画像や音声のフィルタ処理を行うフィルタ等に適用することができる。



WO 2019/198519 A1

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))

明 細 書

発明の名称：データ処理装置及びデータ処理方法

技術分野

[0001] 本技術は、データ処理装置及びデータ処理方法に関し、特に、例えば、自由度の高いフィルタ処理を行うことができるようにするデータ処理装置及びデータ処理方法に関する。

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、画像の予測符号化（画像とその画像の予測画像との残差を符号化する符号化）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)、ALF(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ALF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] 既存のILFその他のフィルタについては、自由度の高いフィルタ処理を行うことが要請されている。

[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、自由度の高いフ

フィルタ処理を行う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] 本技術の第1のデータ処理装置は、第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換する係数変換部と、前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うフィルタ部とを備えるデータ処理装置である。
- [0008] 本技術の第1のデータ処理方法は、第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換することと、前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うこととを含むデータ処理方法である。
- [0009] 本技術の第1のデータ処理装置及びデータ処理方法においては、第1のフィルタ係数が、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換され、前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理が行われる。
- [0010] 本技術の第2のデータ処理装置は、第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換する係数変換部と、前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うフィルタ部とを備えるデータ処理装置である。
- [0011] 本技術の第2のデータ処理方法は、第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換することと、前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うこととを含むデータ処理方法である。
- [0012] 本技術の第2のデータ処理装置及びデータ処理方法においては、第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数が、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換され、前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タッ

プ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理が行われる。

[0013] なお、第1のデータ処理装置や第2のデータ処理装置は、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、第1のデータ処理装置や第2のデータ処理装置は、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、自由度の高いフィルタ処理を行うことができる。

[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]クラス分類予測フィルタの構成例を示すブロック図である。

[図2]異なる性能のタップ係数を用いたクラス分類予測処理を説明する図である。

[図3]フィルタ部がフレキシブルなハードウェア構成で実現されたクラス分類適応フィルタを説明する図である。

[図4]あるタップ係数を他のタップ係数に変換する変換係数を求める方法を説明する図である。

[図5]変換係数を用いて、タップ係数PAをタップ係数PB（の予測値）に変換する係数変換を説明する図である。

[図6]変換係数を用いて得られたタップ係数PB'を用いたクラス分類予測処理を説明する図である。

[図7]本技術を適用したデータ処理装置としてのクラス分類予測フィルタの概要を説明する図である。

[図8]変換係数学習と変換係数学習により得られる変換係数を用いた係数変換を説明する図である。

[図9]タップ係数PAを、そのタップ係数PAとはタップ数が異なるタップ係数PBに変換する係数変換式を説明する図である。

[図10]タップ係数PAを、そのタップ係数PAを用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数PBに変換する係数変換式を説明する図である。

[図11]タップ係数PAを、そのタップ係数PAとは異なるクラス数のタップ係数PB'に変換する係数変換式を説明する図である。

[図12]タップ係数PAを、種係数 β （の予測値）に変換する係数変換式を説明する図である。

[図13]クラス分類予測フィルタ30の詳細な構成例を示すブロック図である。

[図14]クラス分類予測フィルタ30の処理を説明するフローチャートである。

[図15]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第1の構成例を示すブロック図である。

[図16]符号化装置101の詳細構成例を示すブロック図である。

[図17]復号装置102の詳細構成例を示すブロック図である。

[図18]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第2の構成例を示すブロック図である。

[図19]符号化装置401の詳細構成例を示すブロック図である。

[図20]復号装置402の詳細構成例を示すブロック図である。

[図21]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第3の構成例を示すブロック図である。

[図22]復号装置531の構成例を示すブロック図である。

[図23]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第4の構成例を示すブロック図である。

[図24]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第5の構成例を示すブロック図である。

[図25]クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第6の構成例を示すブロック図である。

[図26]クラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報を説明する図である。

[図27]コンピュータ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。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。

[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、又は、スライス等、任意の部分領域（処理単位）が含まれる。

[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がある。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] 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。

[0027] 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。

[0028] 取得可能情報とは、符号化ビットストリームから取得可能な情報である。したがって、取得可能情報は、画像を符号化し、符号化ビットストリームを

生成する符号化装置、及び、符号化ビットストリームを画像に復号する復号装置のいずれでも取得可能な情報でもある。取得可能情報には、例えば、符号化ビットストリームに含まれる符号化情報や、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することにより得られる画像の画像特徴量がある。

[0029] 予測式とは、第1のデータから第2のデータを予測する多項式である。第1のデータ及び第2のデータが、例えば、画像（データ）である場合、予測式は、第1の画像から第2の画像を予測する多項式となる。かか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*番目の予測タップとしての画素（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、 \sum 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 との誤差 $y' - y$ 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（以下、タップ係数学習ともいう）の方法としては、最小自乗法がある。タップ係数学習では、例えば、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データ（予測式への入力 x_i ）としての生徒画像と、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データ（予測式の演算により求められる予測値の真値 y ）としての教師画像とを用いて、正規方程式を構成する各項の係数の足し込み（係数のサメーション）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。

[0030] 予測処理とは、第1のデータに、予測式を適用して、第2のデータを予測する処理である。第1のデータ及び第2のデータが、例えば、画像である場合、予測処理は、第1の画像に、予測式を適用して、第2の画像を予測する

処理である。予測処理では、第1の画像の画素（の画素値）を用いて、予測式の演算として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（予測式の演算としての積和演算）を行う予測処理は、フィルタ処理の一種であるということが出来る。

[0031] 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。

[0032] 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データに乗算されるフィルタ係数に相当する。

[0033] 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）等のデータであり、予測式において、タップ係数と乗算される。予測タップには、画素（の画素値）そのものの他、画素から求められる値、例えば、あるブロック内の画素（の画素値）の総和や平均値等が含まれる。

[0034] ここで、予測式の演算に用いる予測タップとしての画素等を選択することは、デジタルフィルタのタップに、入力となる信号を供給する接続線を張る（配する）ことに相当することから、予測式の演算に用いる予測タップとしての画素を選択することを、「予測タップを張る」ともいう。クラスタップについても、同様である。

[0035] クラス分類とは、画素等のデータを複数のクラスのうちのいずれかのクラスに分類することを意味する。クラス分類は、例えば、クラスタップ等を用いて行われる。

[0036] クラスタップとは、クラス分類に用いられる画素（の画素値）等のデータである。クラスタップを用いたクラス分類は、例えば、クラスタップ（となっている画素）の画像特徴量を閾値処理等することにより行うことができる。すなわち、クラスタップを用いたクラス分類では、例えば、クラスタップ

の画像特徴量としてのADRCコードを求め、そのADRCコードを、そのまま、クラス（を表すコード）として出力することができる。また、クラスタップを用いたクラス分類では、例えば、クラスタップの画像特徴量としてのDR(Dynamic Range)を求め、そのDRを閾値処理することにより得られる、DRの大きさを表すコードを、クラスとして出力することができる。

[0037] ここで、クラスタップのADRCコードは、クラスタップ（の画素）を対象に、LビットADRCを行うことにより求められる。LビットADRCでは、クラスタップとしての各画素の画素値から、クラスタップの画素値の最小値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。LビットADRCにより得られる、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コードである。例えば、1ビットADRCでは、クラスタップとしての各画素の画素値は、クラスタップの画素値の最大値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）。なお、クラスタップのDRとは、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との差に相当する値であり、差そのものや差プラス1を採用することができる。

[0038] クラス分類は、クラスタップを用いて行う他、取得可能情報に含まれる符号化情報を用いて行うことができる。例えば、画素のクラス分類は、符号化装置及び復号装置において取得可能な取得可能情報としての、例えば、量子化パラメータQPを閾値処理することにより行うことができる。

[0039] クラス分類予測処理とは、クラスごとに行われる予測処理としてのフィルタ処理である。クラス分類予測処理の基本的な原理については、例えば、特許第4449489号等に記載されている。

[0040] 高次項とは、予測式としての多項式を構成する項のうちの、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。

[0041] 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個の予測タップの積を有する項である。D次項を構

成する予測タップの積については、その積をとる予測タップは、同一の予測タップ（画素）であってもよい。

[0042] D次係数とは、D次項を構成するタップ係数を意味する。

[0043] 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。高次予測式では、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。

[0044] タップ構造とは、（例えば、注目画素の位置を基準とする、）予測タップやクラスタップとしての画素の配置を意味する。タップ構造は、予測タップやクラスタップのタップの張り方、ということもできる。

[0045] DC予測式とは、DC項を含む予測式である。

[0046] DC項とは、予測式としての多項式を構成する項のうちの、予測タップとしての画像のDC成分を表す値とタップ係数との積の項である。

[0047] DCタップとは、DC項の予測タップ、すなわち、DC成分を表す値を意味する。

[0048] DC係数とは、DC項のタップ係数を意味する。

[0049] 1次予測式とは、1次項のみからなる予測式である。

[0050] 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。第1の画像の画素のうちの予測に用いるi番目の予測タップ（画素値等）を x_i と、i番目のタップ係数を w_i と、予測式により求める第2の画像の画素（の画素値の予測値）を y と、それぞれ表すこととすると、1次予測式は、式 $y = \sum w_i x_i$ で表すことができる。1次項及び2次項のみからなる高次予測式は、例えば、式 $y = \sum w_i x_i + \sum (\sum w_{j,k} x_k) x_j$ で表すことができる。1次予測式にDC項を含ませたDC予測式は、例えば、式 $\sum w_i x_i + w_{DCB} DCB$ で表すことができる。ここで、 $w_{j,k}$ は、2次タップとしての画素 x_k 及び x_j の積 $x_k x_j$ を有する2次項 $w_{j,k} x_k x_j$ を構成するタップ係数（2次係数）を表す。また、 w_{DCB} は、DC係数を表し、DCBは、DCタッ

プを表す。

- [0051] 1次予測式、高次予測式、及び、DC予測式のタップ係数は、いずれも、上述したような最小自乗法によるタップ係数学習を行うことにより求めることができる。
- [0052] タップ係数のボリューム化とは、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。
- [0053] 係数近似式とは、ボリューム化において、タップ係数 w を近似する多項式である。係数近似式は、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 $w = \sum \beta_m z^{m-1}$ で表すことができる。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、係数近似式の m 番目の係数を表す。係数近似式 $w = \sum \beta_m z^{m-1}$ によれば、パラメータ z を変数として、様々なタップ係数 w を近似することができる。パラメータ z としては、例えば、係数近似式から求められるタップ係数 w を求めるタップ係数学習に用いられる教師データ及び生徒データの組（以下、学習対ともいう）としての教師画像及び生徒画像のうちの少なくとも一方に関連する学習関連情報に応じた値を採用することができる。例えば、教師画像として、符号化装置で符号化対象となった元画像が採用され、生徒画像として、元画像を符号化した符号化データを復号することにより得られる復号画像が採用される場合、符号化装置での元画像の符号化に用いられた量子化パラメータ QP を、学習関連情報として用いることができる。
- [0054] ここで、 i 番目のタップ係数 w_i を求める係数近似式は、式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ で表すことができる。 $\beta_{m,i}$ は、 i 番目のタップ係数 w_i を求めるのに用いられる m 番目の種係数を表す。タップ係数 w_i のボリューム化、すなわち、種係数 $\beta_{m,i}$ を求める学習（以下、種係数学習ともいう）は、例えば、 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ から求められるタップ係数 w_i の予測値と、そのタップ係数 w_i の真値との誤差を統計的に最小にする種係数 $\beta_{m,i}$ を求めることにより行われる。かかる種係数学習において、例えば、タップ係数 w_i を求めるタップ係数学習に用いられた学習対を構成する生

徒画像が、教師画像を符号化した符号化データを復号して得られる復号画像である場合には、符号化データを含む符号化ビットストリームに含まれる符号化情報、例えば、教師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 として採用することができる。また、種係数学習では、例えば、タップ係数 w_i を求めるタップ係数学習に用いられた学習対を構成する生徒画像が、教師画像にノイズを付加した画像である場合には、教師画像に付加されたノイズのノイズ量に対応する値を、パラメータ z として採用することができる。さらに、種係数学習では、例えば、タップ係数 w_i を求めるタップ係数学習に用いられた学習対を構成する生徒画像の画像特徴量、例えば、局所領域の画素値のDRに対応する値を、パラメータ z として採用することができる。

[0055] 係数近似式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ から、タップ係数 w_i を求める場合、そのタップ係数 w_i で構成される予測式を適用する復号画像の画像特徴量や符号化情報に対応する値を、パラメータ z として用いて、タップ係数 w_i を求めることができる。また、例えば、ユーザの操作等に応じて、パラメータ z を設定（決定）し、そのパラメータ z を用いて、タップ係数 w_i を求めることができる。

[0056] 係数近似式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ において、サメーション（ Σ ）をとる変数 m の最大値 M は、あらかじめ固定の値に決めておくことができる。また、変数 m の最大値 M は、その他、例えば、符号化効率を最良にすること等の所定の指標に基づいて、適応的に選択することができる。

[0057] 種係数とは、ボリューム化に用いられる係数近似式の係数を意味する。種係数は、タップ係数学習と同様の種係数学習を行うことにより求めることができる。例えば、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ を構成する種係数 $\beta_{m,i}$ を求める種係数学習では、上述したように、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ により得られるタップ係数 w_i の予測値と、そのタップ係数 w_i の真値との誤差を統計的に最小にする種係数 $\beta_{m,i}$ が、最小自乗法により求められる。かかる種係数学習は、例えば、ある量子化パラメータQPで符号化されて復号された復号画像から元画像を予測する予測式のタップ係数 w_i を教師データとするとともに、その量子化パラメ

ータQPに対応する値のパラメータ z を生徒データとして用いて行うことができる。

[0058] フィルタ制御情報とは、フィルタ処理を制御する情報であり、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報には、予測関連情報とクラス分類関連情報とがある。予測関連情報とは、クラス分類予測処理における予測処理に関連する情報であり、クラス分類関連情報とは、クラス分類予測処理におけるクラス分類に関連する情報である。予測関連情報としては、例えば、予測処理で用いられる予測式の情報や、予測タップのタップ数（予測タップとなる画素の数）等がある。クラス分類関連情報としては、クラス分類の方法（どのような画像特徴量を使用するかや、どのようなルールでクラス分類を行うか等）や、クラス分類で得られるクラスのクラス数（クラスの総数）、クラスタップのタップ構造（クラスタップの張り方）等がある。

[0059] フィルタ係数とは、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データに乗算される係数である。予測式を適用（演算）する予測処理は、フィルタ処理の一種であり、かかる予測処理に用いられるタップ係数は、フィルタ係数の一種である。

[0060] フィルタ処理とは、フィルタリングの対象のデータに、デジタルフィルタをかける処理であり、具体的には、例えば、フィルタリングの対象のデータとフィルタ係数との積和演算等である。

[0061] 変換係数とは、第1の係数を第2の係数に変換する係数である。第1の係数を第2の係数に変換する係数変換は、変換係数で構成される係数変換式を用いて行うことができる。変換係数を用いて変換される第1の係数や第2の係数には、タップ係数を含むフィルタ係数、及び、種係数が含まれる。

[0062] 係数変換式とは、第1の係数を第2の係数に変換する任意の式である。係数変換式としては、例えば、第1の係数と変換係数との積を項とする多項式、すなわち、第1の係数と変換係数との積和演算を行う式を採用することができる。係数変換式を構成する変換係数は、例えば、係数変換式により得られる第2の係数の（予測）値と、その第2の係数の真値との誤差を統計的に

最小にする学習により求めることができる。変換係数を求める学習（以下、変換係数学習ともいう）の方法としては、最小自乗法がある。

[0063] 係数変換式には、第1のフィルタ係数を第2のフィルタ係数に変換するフィルタ係数変換式が含まれる。フィルタ係数変換式には、あるタップ係数を他のタップ係数に変換するタップ係数変換式が含まれるので、係数変換式には、タップ係数変換式が含まれる。さらに、係数変換式には、タップ係数を種係数に変換する種係数変換式が含まれる。

[0064] 係数近似式では、種係数 $\beta_{m,i}$ とパラメータ z とから、タップ係数 w_i が求められるので、係数近似式は、係数変換式に含まれる。

[0065] したがって、係数変換式には、フィルタ係数変換式、種係数変換式、及び、係数近似式が含まれる。フィルタ係数変換式には、タップ係数変換式が含まれる。

[0066] なお、係数近似式とタップ係数変換式とは、いずれも、タップ係数が求められる点で共通する。但し、係数近似式では、種係数 $\beta_{m,i}$ とパラメータ z とから、タップ係数 w_i が求められ、タップ係数変換式では、あるタップ係数が、変換係数を用いて、他のタップ係数に変換される点で、係数近似式とタップ係数変換式とは、異なる。

[0067] ILF係数とは、既存のILF(In Loop Filter)のフィルタ係数である。既存のILFとしては、例えば、前述した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、ALFがある。

[0068] 予測符号化とは、符号化対象の元画像と、その元画像の予測値（予測画像）との誤差である残差を符号化する符号化である。

[0069] 復号画像とは、元画像を符号化することにより得られる符号化データを復号することにより得られる画像である。復号画像には、復号装置で符号化データを復号することにより得られる画像の他、符号化装置で元画像が予測符号化される場合には、その予測符号化の局所復号で得られる画像も含まれる。すなわち、符号化装置において、元画像が予測符号化される場合には、局所復号において、予測画像と（復号された）残差とが加算されるが、その加

算の加算結果は、復号画像である。符号化装置の局所復号にILFが用いられる場合、予測画像と残差との加算結果である復号画像が、ILFのフィルタ処理の対象となるが、ILFのフィルタ処理後の復号画像は、フィルタ画像でもある。ILFのフィルタ処理後の復号画像であるフィルタ画像を、以下、ILF画像ともいう。

[0070] <予測式>

[0071] 以下、予測処理に用いられる予測式の例を説明する。

[0072] なお、予測式を適用する予測処理としてのフィルタ処理は、画像や音声等（のデータ）を対象として行うことができるが、ここでは、説明を簡単にするため、画像、特に、復号画像から、その復号画像に対する元画像を予測する場合を例に説明する。

[0073] 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）に用いる予測式としては、例えば、式（1）の予測式を採用することができる。

[0074] $y = \sum w_n x_n$

．．．（1）

[0075] 式（1）の予測式 $y = \sum w_n x_n$ において、 y は、復号画像の注目する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）を表し、 \sum は、 n を1から N までの整数に変えてのサメーションを表す。また、 w_n は、 n 番目のタップ係数を表し、 x_n は、注目画素について n 番目の予測タップとして選択される復号画像の画素（の画素値）を表す。 N は、予測式 $y = \sum w_n x_n$ を構成するタップ係数 w_n （及び予測タップ x_n ）の数を表す。

[0076] 予測式 $y = \sum w_n x_n$ は、1次項のみからなる1次予測式であり、1次予測式によれば、それほどデータ量が多くないタップ係数 w_n で、その1次予測式を復号画像に適用することにより得られるフィルタ画像の画質を向上させることができる。但し、1次予測式では、元画像のディテールを、精度良く復元することが困難な場合がある。

[0077] 予測処理に用いる予測式としては、1次予測式の外、2次以上の高次の多

項式である高次予測式や、DC項を含む多項式であるDC予測式等を採用することができる。

[0078] 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（2次以上の高次の項）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（1次の項）及び2次項（2次の項）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。

[0079] 例えば、1次項及び2次項のみからなる高次予測式は、式（2）で表される。

$$[0080] \quad y = \sum w_i x_i + \sum (\sum w_{j,k} x_k x_j) \dots (2)$$

[0081] 式（2）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（2）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。以下、1次項及び2次項のみからなる式（2）の高次予測式を、2次予測式ともいう。

[0082] 式（2）において、1次項 $w_i x_i$ のサメーション（ Σ ）は、変数 i を1から $N1$ までの範囲の整数に変えてとられる。 $N1$ は、予測タップのうちの1次タップ（1次項の予測タップ）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（1次項のタップ係数） 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。

[0083] また、式（2）において、2次項 $w_{j,k} x_k x_j$ の2つのサメーションのうちの1つ目のサメーションは、変数 j を1から $N2$ までの範囲の整数に変えてとられ、2つ目のサメーションは、変数 k を j から $N2$ までの範囲の整数に変えてとられる。 $N2$ は、予測タップのうちの2次タップ（2次項の予測タップ）としての画素 $x_j (x_k)$ 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 ($k > j$)。

[0084] なお、ここでは、式 (2) 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、例えば、 x_n 等を用いて、1 次タップ x_n や 2 次タップ x_n 、あるいは、予測タップ x_n 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。

[0085] 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。

[0086] 式 (2) 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。

[0087] 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 (及び 1 次係数) 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 (及び 2 次係数) の数 $N2'$ は、式 $N2' = {}_{N2}C_2 + N2$ で表される。 ${}_{N2}C_2$ 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。

[0088] 式 (2) のような高次予測式によれば、その高次予測式を復号画像に適用することにより得られるフィルタ画像において、1 次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。但し、高次予測式では、2 次係数の数 $N2'$ が、式 $N2' = {}_{N2}C_2 + N2$ で表されるため、2 次タップの候補画素の数 $N2$ が多いと、2 次係数の数 $N2'$ が膨大となる。

[0089] DC 予測式は、例えば、式 (3) で表される。

[0090] $y = WX$

... (3)

[0091] 式 (3) において、 W は、タップ係数を要素とする行ベクトル (列ベクトル

を転置したベクトル)を表し、 X は、予測タップを要素とする列ベクトルを表す。

[0092] ここで、式(3)のDC予測式は、1次予測式にDC項を含ませた予測式であるが、DC予測式としては、高次予測式にDC項を含ませた予測式を採用することができる。

[0093] 式(3)のDC予測式は、 W の要素、すなわち、タップ係数として、 N 個の1次係数 w_1, w_2, \dots, w_N と N' 個のDC係数 $w_{DC1}, w_{DC2}, \dots, w_{DCN'}$ とを有する。さらに、式(3)のDC予測式は、 X の要素、すなわち、予測タップとして、 N 個の1次タップ x_1, x_2, \dots, x_N と N' 個のDCタップ $DC1, DC2, \dots, DCN'$ を有する。

[0094] この場合、式(3)のDC予測式は、式(4)で表される。

$$[0095] \quad y = \sum w_n x_n + \sum w_{DC\#i} DC\#i \quad \dots (4)$$

[0096] 式(4)において、右辺の1つ目のサメーションは、 n を1から N までの範囲の整数に変えてのサメーションを表し、右辺の2つ目のサメーションは、 i を1から N' までの範囲の整数に変えてのサメーションを表す。

[0097] 式(4)のDC予測式において、 $w_{DC\#i} DC\#i$ がDC項である。DC項 $w_{DC\#i} DC\#i$ を構成するDCタップ $DC\#i$ としては、例えば、復号画像の注目画素を含むブロック(以下、注目ブロックともいう)の上下左右に隣接する4個のブロックそれぞれの、ブロック内の画素値の平均値(や総和)を採用することができる。この場合、DC項は、4項である。DCタップ $DC\#i$ としての画素値の平均値を求めるブロックとしては、例えば、デブロッキングフィルタがかけられるブロックを採用することができる。

[0098] また、DCタップ $DC\#i$ としては、注目ブロックの上下左右に隣接するブロックそれぞれの、ブロック内の画素値の平均値(や総和)を用いた、注目画素と注目ブロックの上下左右に隣接するブロックそれぞれとの距離に応じた補間を行うことにより得られる補間値を採用することができる。この場合、DC項は、1項である。補間には、線形補間やバイリニア補間その他の補間を採用することができる。

[0099] DC予測式によれば、DC項の効果により、そのDC予測式を復号画像に適用することにより得られるフィルタ画像において、ブロック歪み等の符号化歪みを大きく抑制することができる。

[0100] <ボリューム化>

[0101] 以下、タップ係数のボリューム化を説明する。

[0102] ボリューム化では、予測式を構成するタップ係数を多項式で近似する場合の種係数、すなわち、タップ係数を近似する多項式である係数近似式の係数が求められる。

[0103] ボリューム化において、タップ係数 w_n を求める（近似する）係数近似式は、例えば、式（5）で表される。

$$[0104] \quad w_n = \sum \beta_{m,n} z^{m-1} \quad \dots (5)$$

[0105] ここで、式（5）において、 w_n は、 n 番目のタップ係数を表し、 \sum は、 m を1から M までの整数に変えてのサメーションを表す。 $\beta_{m,n}$ は、 n 番目のタップ係数 w_n を求める係数近似式の m 番目の種係数を表し、 z は、種係数 $\beta_{m,n}$ を用いて、タップ係数 w_n を求めるのに用いられるパラメータ（ボリューム）を表す。係数近似式によれば、様々なパラメータ z を与えることにより、種係数 $\beta_{m,n}$ から、様々な性質（画質、動き量、シーン等）の復号画像に適したタップ係数 w_n （例えば、様々な性質の復号画像について、元画像との誤差が少ないフィルタ画像を生成することができるタップ係数 w_n ）を得ることができる。

[0106] なお、種係数は、1次予測式のタップ係数は勿論、高次予測式やDC予測式のタップ係数、その他、任意の予測式のタップ係数について求めることができる。

[0107] タップ係数は、そのタップ係数で構成される予測式を適用する（予測処理としての）フィルタ処理に用いられるので、フィルタ係数そのものである。一方、種係数は、タップ係数を求めるのに用いられるので、フィルタ係数そのものであるとは言えない。かかる点で、タップ係数と種係数とは、異なる。

- [0108] 符号化装置及び復号装置において、既存のILFのフィルタ処理に代えて、種係数から得られるタップ係数で構成される予測式を用いた予測処理を採用する場合、係数近似式のパラメータ z は、例えば、符号化ビットストリームから取得可能な取得可能情報を用いて生成すること、すなわち、取得可能情報に応じた値を採用することができる。
- [0109] 取得可能情報には、例えば、符号化ビットストリームに含まれる量子化パラメータQP等の符号化情報や、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することにより得られる復号画像の画像特徴量がある。
- [0110] ここで、取得可能情報は、符号化装置では勿論、復号装置でも、符号化ビットストリームから得ることができる。したがって、パラメータ z （の値）として、取得可能情報に応じた値を採用する場合には、符号化装置から復号装置に対して、パラメータ z を伝送する必要がない。
- [0111] また、パラメータ z は、取得可能情報に応じて生成する他、元画像に応じて生成することができる。例えば、元画像の画像特徴量に応じた値や、元画像を用いて求められる復号画像のPSNR(Peak signal-to-noise ratio)等に応じた値等を、パラメータ z として採用することができる。但し、元画像は、復号装置で得ることができないため、パラメータ z を、元画像に応じて生成する場合には、例えば、その元画像に応じて生成したパラメータ z を、符号化ビットストリームに含めること等によって、符号化装置から復号装置に伝送する必要がある。
- [0112] <本技術の概要>
- [0113] 以下、本技術の概要について説明する。
- [0114] 図1は、クラス分類予測フィルタの構成例を示すブロック図である。
- [0115] 図1において、クラス分類予測フィルタ10は、DB(Database)11及びフィルタ部12を有し、フィルタ処理の対象の対象画像Iに対して、フィルタ処理であるクラス分類予測処理を行うことで、対象画像Iの画質を改善した高画質のフィルタ画像IAを生成して出力する。
- [0116] ここで、対象画像Iは、例えば、復号画像であり、フィルタ画像IAは、その

復号画像に対する元画像の予測値である。

- [0117] DB 1 1 は、クラスごとのタップ係数PAを記憶している。例えば、DB 1 1 は、復号画像及びその復号画像に対する元画像を学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより得られるクラスごとのタップ係数PAを記憶している。
- [0118] フィルタ部 1 2 は、対象画像Iに、DB 1 1 に記憶されたクラスごとのタップ係数PAで構成される予測式を適用するフィルタ処理を行い、そのフィルタ処理により生成されるフィルタ画像IAを出力する。
- [0119] すなわち、フィルタ部 1 2 は、対象画像Iの各画素を、順次、注目画素に選択し、注目画素のクラス分類を行う。例えば、フィルタ部 1 2 は、対象画像Iの画素のうちの、例えば、注目画素の近傍の複数の画素を、注目画素のクラスタップとして選択し、そのクラスタップの画像特徴量を閾値処理すること等によって、注目画素のクラスを求める。
- [0120] さらに、フィルタ部 1 2 は、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を、DB 1 1 に供給することで、注目画素のクラスのタップ係数を要求する。DB 1 1 は、フィルタ部 1 2 の要求に応じて、クラスごとのタップ係数PAから、注目画素のクラスのタップ係数を取得（選択）し、フィルタ部 1 2 に供給する。
- [0121] また、フィルタ部 1 2 は、対象画像Iの画素のうちの、例えば、注目画素の近傍の複数の画素を、注目画素の予測タップとして選択する。さらに、フィルタ部 1 2 は、対象画像Iに、注目画素のクラスのタップ係数で構成される予測式を適用する予測処理を行うことにより、すなわち、注目画素の予測タップとしての画素（の画素値）と、注目画素のクラスのタップ係数とで構成される予測式を演算することにより、注目画素に対する元画像の画素（の画素値）の予測値を求める。そして、フィルタ部 1 2 は、その予測値を画素値とする画像を生成し、フィルタ画像IAとして出力する。
- [0122] クラス分類予測処理で得られるフィルタ画像の画質の改善の程度は、クラス分類予測処理の内容によって異なる。

- [0123] クラス分類予測処理の内容は、例えば、クラス分類予測処理で用いられるタップ係数によって異なる。
- [0124] 例えば、いま、説明を簡単にするため、クラス分類予測処理で用いられるタップ係数に注目すると、クラス分類予測処理で得られるフィルタ画像の画質の改善の程度は、クラス分類予測処理に用いられるタップ係数によって異なる。
- [0125] ここで、ある第1のタップ係数と、他の第2のタップ係数とが異なる場合には、例えば、以下のような場合がある。
- [0126] すなわち、第1のタップ係数を求めるタップ係数学習に用いられた学習対と、第2のタップ係数を求めるタップ係数学習に用いられた学習対とが異なるために、第1のタップ係数と第2のタップ係数とが異なる場合がある。
- [0127] また、第1のタップ係数を求めるタップ係数学習に用いられた学習対と、第2のタップ係数を求めるタップ係数学習に用いられた学習対とが同一であっても、第1のタップ係数が用いられる予測式と、第2のタップ係数が用いられる予測式とが異なるために、第1のタップ係数と第2のタップ係数とが異なる場合がある。予測式が異なる場合には、例えば、1次予測式及び高次予測式のように、予測式の種類が異なる場合や、同一種類の予測式であっても、予測タップのタップ構造やタップ数（タップ係数の数でもある）が異なる場合がある。
- [0128] さらに、クラス分類の方法、クラスタップのタップ構造やタップ数、クラス数が異なるために、第1のタップ係数と第2のタップ係数とが異なる場合がある。
- [0129] そして、大ざっぱに言えば、例えば、クラス数が多いタップ係数の方が、クラス数が少ないタップ係数よりも、クラス分類予測処理で得られるフィルタ画像の画質の改善の程度が向上する。
- [0130] ここで、タップ係数に「性能」という概念を導入する。タップ係数の性能が良い（高性能である）とは、そのタップ係数を用いたクラス分類予測処理で得られるフィルタ画像の画質の改善の程度が大きいこと（予測値の誤差が

小さいこと)を意味する。

- [0131] 図2は、異なる性能のタップ係数を用いたクラス分類予測処理を説明する図である。
- [0132] 図2において、クラス分類予測フィルタ10は、図1の場合と同様に、DB11及びフィルタ部12で構成される。なお、DB11に記憶されているタップ係数PAは、所定の性能である通常性能のタップ係数であるとする。
- [0133] 図2において、クラス分類予測フィルタ20は、DB21及びフィルタ部22で構成される。
- [0134] DB21は、クラスごとのタップ係数PBを記憶している。但し、DB21に記憶されているタップ係数PBは、例えば、そのタップ係数PBで構成される予測式と、タップ係数PAで構成される予測式とが異なることにより、通常性能よりも高性能のタップ係数になっている。
- [0135] フィルタ部22は、対象画像Iに、DB21に記憶されたクラスごとのタップ係数PBで構成される予測式を適用するフィルタ処理を行い、そのフィルタ処理により生成されるフィルタ画像IBを出力する。
- [0136] フィルタ画像IBは、対象画像Iの画質を改善した超高画質の画像になっている。ここで、超高画質とは、単に、高画質という場合よりも、画質が良いという意味である。
- [0137] クラス分類予測フィルタ20において、クラス分類予測フィルタ10と同一の(画質の)対象画像Iを対象として、クラス分類予測処理が行われた場合、クラス分類予測フィルタ10で得られるフィルタ画像IAよりも高画質のフィルタ画像IBが得られる。
- [0138] ところで、クラス分類予測処理の技術開発では、先に、通常性能のタップ係数PAを用いるクラス分類予測フィルタ10が開発され、その後、高性能のタップ係数PBを用いるクラス分類予測フィルタ20が開発される。
- [0139] そのため、製品に、画質を改善する機能を搭載する場合には、クラス分類予測フィルタ10が開発された後、クラス分類予測フィルタ20が開発されるまでは、製品には、クラス分類予測フィルタ10が搭載され続ける。

- [0140] 製品に、クラス分類予測フィルタ10が搭載され続けている間は、そのクラス分類予測フィルタ10で用いられるタップ係数PAや、クラス分類に用いられる閾値等のフィルタパラメータの微調整（更新）により、クラス分類予測フィルタ10で行われるクラス分類予測処理のアップデートが行われ得る。
- [0141] ここで、フィルタパラメータの微調整とは、フィルタ部12を、タップ係数PAを用いたクラス分類予測処理を行う専用のハードウェアで構成した場合に、その専用のハードウェアを変更することなく、クラス分類予測処理を行うことができる範囲内の調整を意味する。例えば、タップ係数PAについては、クラス数や、予測式、予測タップのタップ数、タップ構造等を一切変更せずに、タップ係数PAの値だけを調整することが、フィルタパラメータの微調整に該当する。
- [0142] クラス分類予測フィルタ10のフィルタパラメータの微調整を行った場合、クラス分類予測フィルタ10で得られるフィルタ画像IAの画質は、フィルタパラメータの微調整に応じて変化したが、フィルタ画像IAのテイスト等を大きく変化させることは難しい。
- [0143] その後、例えば、通常性能のタップ係数PAを用いたクラス分類予測処理で得られるフィルタ画像IAとは、テイスト等が大きく異なるフィルタ画像IBが得られる高性能のタップ係数PBを用いるクラス分類予測フィルタ20が開発された場合には、クラス分類予測フィルタ10に代えて、クラス分類予測フィルタ20が、製品に搭載され始める。
- [0144] この場合、クラス分類予測フィルタ10が搭載された製品でも、クラス分類予測フィルタ20が搭載された製品と同様のテイスト等のフィルタ画像を得ることができるように、クラス分類予測フィルタ10で行われるクラス分類予測処理のアップデートを行うことが望ましい。
- [0145] かかるアップデートを行う方法としては、例えば、DB11に記憶されている通常性能のタップ係数PAを、DB21に記憶されている高性能のタップ係数PBに更新する方法がある。

- [0146] しかしながら、上述したように、タップ係数PAで構成される予測式と、タップ係数PBで構成される予測式とが異なる場合には、タップ係数PAで構成される予測式の演算と、タップ係数PBで構成される予測式の演算とは、異なる処理である。そのため、フィルタ部12が、タップ係数PAで構成される予測式の演算を行う専用のハードウェアで構成されている場合には、単に、DB11に記憶されている通常性能のタップ係数PAを、DB21に記憶されている高性能のタップ係数PBに更新しても、フィルタ部12において、タップ係数PBで構成される予測式の演算、すなわち、タップ係数PBを用いたクラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行うことができない。
- [0147] そこで、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行うフィルタ部12を、様々な（性能）のタップ係数を用いたクラス分類予測処理を行うことができる、フレキシブルなハードウェア構成にする方法がある。
- [0148] フィルタ部12を、フレキシブルなハードウェア構成にすることにより、DB11に記憶されているタップ係数が、通常性能のタップ係数PAから高性能のタップ係数PBに更新される前は、タップ係数PAを用いたクラス分類予測処理を行うことができ、DB11に記憶されているタップ係数が、通常性能のタップ係数PAから高性能のタップ係数PBに更新された後は、高性能のタップ係数PBを用いたクラス分類予測処理を行うことができる。
- [0149] 図3は、フィルタ部がフレキシブルなハードウェア構成で実現されたクラス分類適応フィルタを説明する図である。
- [0150] なお、図中、図1及び図2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。
- [0151] 図3において、クラス分類予測フィルタ30は、DB11及びフィルタ部32で構成される。
- [0152] フィルタ部32は、様々なタップ係数を用いたクラス分類予測処理を行うことができる、フレキシブルなハードウェア構成で実現されている。例えば、フィルタ部32は、DSP(Digital Signal Processor)等で構成され、DSPがプログラムを実行することにより、様々な予測式の演算が可能になってい

る。

- [0153] 上述したように、DB 1 1には、通常性能のタップ係数PAが記憶されており、クラス分類予測フィルタ30において、フィルタ部32が、DB 1 1に記憶されているタップ係数PAを用いてクラス分類予測処理を行うことにより、高画質のフィルタ画像IAを生成することができる。
- [0154] また、クラス分類予測フィルタ30では、DB 1 1に記憶されているタップ係数を、タップ係数PAから、DB 2 1に記憶されたタップ係数PBに更新した場合には、フィルタ部32は、その更新後のタップ係数PBを用いてクラス分類予測処理を行うことができる。その結果、クラス分類予測フィルタ30では、クラス分類予測フィルタ20で得られるフィルタ画像IBと同様の超高画質のフィルタ画像を得ることができる。
- [0155] ところで、クラス分類予測フィルタ30において、DB 1 1に記憶されているタップ係数PAを他のタップ係数に更新するのではなく、DB 1 1に記憶されているタップ係数PAを様々な性能のタップ係数に変換することができれば、DB 1 1に最初から記憶されているタップ係数PAを含む様々な性能のタップ係数を用いて、自由度の高いクラス分類適応処理としてのフィルタ処理を行うことができる。
- [0156] そこで、以下では、ある（性能の）タップ係数を、他の（性能の）タップ係数に変換する係数変換について説明する。
- [0157] 図4は、あるタップ係数を他のタップ係数に変換する変換係数を求める方法を説明する図である。
- [0158] なお、図中、図3の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。
- [0159] 図4において、変換係数学習部40は、タップ係数PA及びPBを学習対として用いて、すなわち、DB 1 1に記憶されたタップ係数PAを生徒データとするとともに、DB 2 1に記憶されたタップ係数PBを教師データとして用いて、変換係数学習を行う。
- [0160] すなわち、変換係数学習部40は、タップ係数PAをタップ係数PBに変換す

る係数変換式として、例えば、タップ係数PAと変換係数との積を項とする多項式を採用し、その係数変換式により得られるタップ係数PBの予測値と、タップ係数PBの真値との誤差を統計的に最小にする変換係数を求める変換係数学習を行う。

[0161] タップ係数PAをタップ係数PBに変換する係数変換式は、タップ係数変換式であり、さらに、タップ係数は、フィルタ係数であるので、タップ係数PAをタップ係数PBに変換する係数変換式は、フィルタ係数変換式でもある。

[0162] 変換係数学習部40は、変換係数学習により得られる変換係数PCを、DB41に供給して記憶させる。

[0163] 図5は、変換係数を用いて、タップ係数PAをタップ係数PB（の予測値）に変換する係数変換を説明する図である。

[0164] なお、図中、図4の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0165] 図5において、係数変換部51は、例えば、式(6)の係数変換式に従い、DB41に記憶された変換係数PCを用いて、DB11に記憶されているタップ係数PAを、DB21に記憶されているタップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'に変換する。なお、係数変換式は、式(6)に限定されるものではなく、任意の式(関数)を採用することができる。

[0166] $PB' = A \cdot PA + B$

・・・(6)

[0167] ここで、PAは、正確には、DB11に記憶されているタップ係数の集合、すなわち、例えば、DB11に記憶されている個々のタップ係数を要素とする列ベクトルを表す。PB'は、正確には、タップ係数PAを、変換係数PCを用いて変換して得られるタップ係数PBの予測値の集合、すなわち、例えば、DB21に記憶されている個々のタップ係数の予測値を要素とする列ベクトルを表す。同様に、PBは、正確には、DB21に記憶されているタップ係数の集合、すなわち、例えば、DB21に記憶されている個々のタップ係数を要素とする列ベクトルを表す。

- [0168] PCは、正確には、式（6）の係数変換式を構成する変換係数の集合を表す。式（6）において、Aは、変換係数の集合PCのうちの、タップ係数PAとの積が計算される変換係数の集合を表し、Bは、変換係数の集合PCのうちの、いわゆる定数項となる変換係数の集合を表す。以上のように、タップ係数PAとの積が計算される変換係数（の集合）Aと、定数項となる変換係数（の集合）Bとを有する変換係数の集合PCを、式 $PC=[A \ B]$ で表す。
- [0169] 係数変換部51は、式（6）の係数変換式に従い、タップ係数PAを変換することにより得られるタップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'を、DB52に供給して記憶させる。
- [0170] タップ係数PB'は、タップ係数PBの予測値と真値との誤差を統計的に最小にする（統計最適にする）変換係数 $PC=[A \ B]$ で構成される式（6）に従い、タップ係数PAから生成されるタップ係数PBの予測値であるので、タップ係数PBと同等の性能のタップ係数となる。
- [0171] 図6は、変換係数を用いて得られたタップ係数PB'を用いたクラス分類予測処理を説明する図である。
- [0172] なお、図中、図5の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。
- [0173] 図6において、フィルタ部32は、DB11に記憶された通常性能のタップ係数PAの他、DB52に記憶された、タップ係数PBと同等の性能のタップ係数PB'を用いて、クラス分類予測処理を行うことができる。
- [0174] フィルタ部32が、DB52に記憶されたタップ係数PB'を用いて、クラス分類予測処理を行った場合、そのクラス分類予測処理により得られるフィルタ画像IB'は、クラス分類予測フィルタ20がタップ係数PBを用いてクラス分類予測処理を行うことにより得られるフィルタ画像IBと同様の超高画質の画像になる。
- [0175] なお、フィルタ部32では、DB11に記憶されたタップ係数PAを用いてクラス分類予測処理を行うこともできる。
- [0176] 図7は、本技術を適用したデータ処理装置としてのクラス分類予測フィル

タの概要を説明する図である。

- [0177] なお、図中、図6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。
- [0178] 本技術を適用したデータ処理装置としてのクラス分類予測フィルタ30は、DB11、フィルタ部32、DB41、係数変換部51、及び、DB52で構成することができる。
- [0179] 以上のように構成されるクラス分類予測フィルタ30では、フィルタ部32において、DB11に記憶された通常性能のタップ係数PAを用いてクラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行うことができる。
- [0180] また、クラス分類予測フィルタ30では、係数変換部51において、DB41に記憶された変換係数PCを用い、式(6)の係数変換式に従って、通常性能のタップ係数PAを、タップ係数PBと同様の高性能のタップ係数PB'に変換し、DB52に記憶させることができる。
- [0181] そして、クラス分類予測フィルタ30では、フィルタ部32において、DB52に記憶された高性能のタップ係数PB'を用いてクラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行うことができる。
- [0182] したがって、クラス分類予測フィルタ30では、画質の改善の程度の自由度の高いフィルタ処理を行うことができる。
- [0183] なお、式(6)の係数変換式は、タップ係数PAをタップ係数PB' (タップ係数PBの予測値)に変換するので、タップ係数変換式でもあり、フィルタ係数変換式でもある。
- [0184] 図8は、変換係数学習と変換係数学習により得られる変換係数を用いた係数変換とを説明する図である。
- [0185] すなわち、図8は、通常性能のタップ係数PAを、高性能のタップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'に変換する変換係数PCを学習する変換係数学習と、その変換係数PCを用いて、タップ係数PAをタップ係数PB'に変換する係数変換との例を説明する図である。
- [0186] 変換係数学習では、まず、タップ係数PA及びPBを求めるタップ係数学習が

行われる。タップ係数学習では、例えば、複数であるL1フレームの教師画像と生徒画像との学習対を、複数であるL2セットだけ用意し、L2セットの学習対の各セットについて、その学習対のセットを用いたタップ係数学習を行うことにより、L2セットのタップ係数PA、及び、L2セットのタップ係数PBが求められる。

- [0187] 変換係数学習では、L2セットのタップ係数PA、及び、L2セットのタップ係数PBのうちの、iセット目のタップ係数PA及びPBを学習対として、L2セットの学習対を用いて、係数変換式 $PB' = A \cdot PA + B$ により得られるタップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'と、タップ係数PBの真値との誤差 $E = (PB - PB')^2$ を統計的に最小にする変換係数 $PC = [A \ B]$ が、最小自乗法等により求められる。
- [0188] ここで、変換係数の集合Aの個々の変換係数をaと表すとともに、変換係数の集合Bの個々の変換係数をbと表すこととする。
- [0189] 変換係数学習では、誤差Eの変換係数aによる偏微分 $\partial E / \partial a$ 、及び、誤差Eの変換係数bによる偏微分 $\partial E / \partial b$ をいずれも0とする変換係数a及びbの集合である変換係数 $PC = [A \ B]$ が求められる。
- [0190] 変換係数PCを用いて、タップ係数PAをタップ係数PB'に変換する係数変換は、係数変換式 $PB' = A \cdot PA + B$ に従って行われる。
- [0191] 係数変換式 $PB' = A \cdot PA + B$ によれば、様々な係数変換を行うことができる。すなわち、例えば、タップ係数PAを、そのタップ係数PAとは（予測タップの）タップ数が異なるタップ係数PB'に変換することができる。また、例えば、タップ係数PAを、そのタップ係数PAを用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数PB'に変換することができる。さらに、例えば、タップ係数PAを、そのタップ係数PAとは異なるクラス数のタップ係数PB'に変換することができる。
- [0192] ここで、タップ係数PA及びPBを学習対として、変換係数学習を行うことにより得られる変換係数PCを用いた係数変換では、正確には、タップ係数PAは、タップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'に変換されるが、便宜上、かかる係数変換を、タップ係数PAが、タップ係数PBに変換される、とも表現する

。同様に、タップ係数PAを、タップ係数PBの予測値であるタップ係数PB'に変換する係数変換式 $PB' = A \cdot PA + B$ を、係数変換式 $PB = A \cdot PA + B$ とも表現する。

[0193] 図9は、タップ係数PAを、そのタップ係数PAとはタップ数が異なるタップ係数PBに変換する係数変換式を説明する図である。

[0194] なお、図9では、説明を簡単にするため、タップ係数PA及びPBのクラスは考慮しないこととする。すなわち、タップ係数PA及びPBのクラス数は、1クラスであることとする。

[0195] また、以下、タップ係数PAの（予測タップの）タップ数がNA個であり、タップ係数PBのタップ数がNB個であるとする。

[0196] タップ係数PA及びPBを要素に含む列ベクトルを、 W^A 及び W^B で、それぞれ表すこととすると、タップ係数PAをタップ係数PB（の予測値であるタップ係数PB'）に変換する係数変換式は、図9に示すように、式 $W^B = QW^A$ で表すことができる。

[0197] 図9において、 W^B は、NB個のタップ係数 w^B_i を要素とする列ベクトルを表す。タップ係数 w^B_i は、タップ係数の集合PBのうちのi番目のタップ係数である。iは、1ないしNBの範囲の整数値をとる。

[0198] 図9において、 W^A は、NA個のタップ係数 w^A_j と、1個の整数1とを要素とする列ベクトルを表す。列ベクトル W^A は、NA個のタップ係数 w^A_j と1個の整数1とが、その順で並んで構成される。タップ係数 w^A_j は、タップ係数の集合PAのうちのj番目のタップ係数である。jは、1ないしNAの範囲の整数値をとる。

[0199] 図9において、Qは、変換係数 $a_{i,j}$ 及び b_i を要素とするNB行NA+1列の行列を表す。変換係数 $a_{i,j}$ は、変換係数の集合Aの個々の変換係数であり、i番目のタップ係数 w^B_i を求めるための、j番目のタップ係数 w^A_j と乗算される変換係数である。変換係数 b_i は、変換係数の集合Bのi番目の定数項としての変換係数である。行列Qにおいて、変換係数 $a_{i,j}$ は、i行j列の要素になっており、変換係数 b_i は、i行NA+1列の要素になっている。

[0200] 以上のような係数変換式 $W^B = QW^A$ によれば、タップ数がNA個のタップ係数PAを、タップ数がNB個のタップ係数PBに変換することができる。

- [0201] なお、図9では、NA及びNBが、 $NA < NB$ の関係になっているが、NA及びNBが、 $NA > NB$ の関係であっても、タップ係数PAをタップ係数PBに変換することができる。
- [0202] 図10は、タップ係数PAを、そのタップ係数PAを用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数PBに変換する係数変換式を説明する図である。
- [0203] なお、図10では、説明を簡単にするため、図9の場合と同様に、タップ係数PA及びPBのクラスは考慮しないこととする。
- [0204] いま、タップ係数PBを用いて構成される予測式が2次以上のD次予測式であるとする。なお、説明を簡単にするため、D次予測式の各次数のタップ係数（1次係数ないしD次係数）の数は、NB個で、同一であるとする。図10では、タップ係数PAを用いて構成される予測式が1次係数のみをタップ係数とする1次予測式になっており、タップ係数PBを用いて構成される予測式が1次係数及び2次係数をタップ係数とする2次予測式になっている。
- [0205] タップ係数PA及びPBを要素に含む列ベクトルを、 W^A 及び W^B で、それぞれ表すこととすると、タップ係数PAをタップ係数PBに変換する係数変換式は、図10に示すように、式 $W^B = QW^A$ で表すことができる。
- [0206] 図10において、 W^B は、 $NB \times D$ 個のタップ係数 $w_{d,i}^B$ を要素とする列ベクトルを表す。タップ係数 $w_{d,i}^B$ は、タップ係数の集合PBのうちの、d次項を構成するi番目のタップ係数（d次係数）である。dは、1ないしDの範囲の整数値をとり、iは、1ないしNBの範囲の整数値をとる。
- [0207] 図10において、 W^A は、図9の場合と同様に、NA個のタップ係数 w_j^A と1個の整数1を要素とする列ベクトルを表す。
- [0208] 図10において、Qは、変換係数 $a_{d,i,j}$ 及び $b_{d,i}$ を要素とする $NB \times D$ 行 $NA+1$ 列の行列を表す。変換係数 $a_{d,i,j}$ は、変換係数の集合Aの個々の変換係数であり、d次項を構成するi番目のタップ係数 $w_{d,i}^B$ を求めるための、j番目のタップ係数 w_j^A と乗算される変換係数である。変換係数 $b_{d,i}$ は、変換係数の集合Bの $(d-1) \times NB + i$ 番目の定数項としての変換係数である。行列Qにおいて、変換係数 $a_{d,i,j}$ は、 $(d-$

1) $\times NB+i$ 行 j 列の要素になっており、変換係数 $b_{d,i}$ は、 $(d-1) \times NB+i$ 行 $NA+1$ 列の要素になっている。

[0209] 変換係数 $a_{d,1,1}$ ないし $a_{d,NB,NA}$ 、及び、変換係数 $b_{d,1}$ ないし $b_{d,NB}$ が、タップ係数（を要素に含む列ベクトル） W^A を、 d 次項を構成するタップ係数（ d 次係数） $w_{d,1}^B$ ないし $w_{d,NB}^B$ に変換する変換係数である。

[0210] 以上のような係数変換式 $W^B=QW^A$ によれば、タップ係数 PA を、そのタップ係数 PA を用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数 PB に変換することができる。

[0211] なお、図 10 では、タップ係数 PA を用いて構成される予測式が 1 次予測式で、タップ係数 PB を用いて構成される予測式が 2 次予測式になっているが、タップ係数 PA を用いて構成される予測式、及び、タップ係数 PB を用いて構成される予測式は、1 次式予測式や 2 次予測式に限定されるものではない。

[0212] また、予測式が異なるとは、上述のように予測式の次数が異なる場合の他、予測式の「形」が異なるあらゆる場合を含む。したがって、次数が同一の予測式であっても、タップ数（項数）が異なる場合には、そのタップ数が異なる予測式どうしは、異なる予測式である。したがって、図 9 で説明した、タップ係数 PA を、そのタップ係数 PA とはタップ数が異なるタップ係数 PB に変換する係数変換式は、図 10 で説明したタップ係数 PA を、そのタップ係数 PA を用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数 PB に変換する係数変換式でもある。同様に、図 10 で説明したタップ係数 PA を、そのタップ係数 PA を用いて構成される予測式とは異なる予測式を構成するタップ係数 PB に変換する係数変換式は、図 9 で説明した、タップ係数 PA を、そのタップ係数 PA とはタップ数が異なるタップ係数 PB に変換する係数変換式でもある。

[0213] 図 11 は、タップ係数 PA を、そのタップ係数 PA とは異なるクラス数のタップ係数 PB' に変換する係数変換式を説明する図である。

[0214] 図 11 では、タップ係数 PA のクラス数が CA クラスになっており、タップ係数 PB のクラス数が CB ($\neq CA$) クラスになっている。また、図 11 では、 NA は、1

クラスのタップ係数PAの（予測タップの）タップ数を表し、NBは、1クラスのタップ係数PBのタップ数を表す。この場合、タップ係数PAの総数は、CA×NA個であり、タップ係数PBの総数は、CB×NB個である。

[0215] タップ係数PA及びPBを要素に含む列ベクトルを、 W^A 及び W^B で、それぞれ表すこととすると、タップ係数PAをタップ係数PBに変換する係数変換式は、図11に示すように、式 $W^B=QW^A$ で表すことができる。

[0216] 図11において、 W^B は、NB×CB個のタップ係数 $w_{cb,i}^B$ を要素とする列ベクトルを表す。タップ係数 $w_{cb,i}^B$ は、タップ係数の集合PBのうちの、クラスcbのi番目のタップ係数である。cbは、1ないしCBの範囲の整数値をとり、iは、1ないしNBの範囲の整数値をとる。

[0217] 図11において、 W^A は、NA×CA個のタップ係数 $w_{ca,i}^A$ と、CA個の整数1とを要素とする列ベクトルを表す。列ベクトル W^A は、NA個のタップ係数 $w_{ca,1}^A$ と1個の整数1とのセットが、caの昇順で、CAセットだけ繰り返し並んで構成される。タップ係数 $w_{ca,i}^A$ は、タップ係数の集合PAのうちの、クラスcaのj番目のタップ係数である。caは、1ないしCAの範囲の整数値をとり、jは、1ないしNAの範囲の整数値をとる。

[0218] 図11において、Qは、変換係数 $a_{cb,ca,i,j}$ 、及び、定数項の変換係数の構成要素 $b_{cb,ca,i}$ を要素とするNB×CB行(NB+1)×CA列の行列を表す。変換係数 $a_{cb,ca,i,j}$ は、変換係数の集合Aの個々の変換係数であり、クラスcbのi番目のタップ係数 $w_{cb,i}^B$ を求めるための、クラスcaのj番目のタップ係数 $w_{ca,j}^A$ と乗算される変換係数である。構成要素 $b_{cb,ca,i}$ は、変換係数の集合Bの(cb-1)×NB+i番目の定数項としての変換係数 $b_{cb,1,i}+b_{cb,2,i}+\dots+b_{cb,CA,i}$ のca番目の構成要素である。行列Qにおいて、(cb-1)×NB+i行には、変換係数 $a_{cb,ca,i,j}$ 及び構成要素 $b_{cb,ca,i}$ が、 $a_{cb,1,i,1}, a_{cb,1,i,2}, \dots, a_{cb,1,i,NA}, b_{cb,1,i}, a_{cb,2,i,1}, a_{cb,2,i,2}, \dots, a_{cb,2,i,NA}, b_{cb,2,i}, \dots, a_{cb,CA,i,1}, a_{cb,CA,i,2}, \dots, a_{cb,CA,i,NA}, b_{cb,CA,i}$ の順に並んでいる。

[0219] 行列Qを、NB行ごとに区切ったときの、そのNB行を、行列Qの部分行列ということとする。行列Qの部分行列は、NB行(NB+1)×CA列の行列であり、この部分行列によって、各クラスのタップ数がNA個の、CAクラスのタップ係数PA、

すなわち、 $NA \times CA$ 個のタップ係数 $w_{ca,j}^A$ が、1クラス分の NB 個のタップ係数 PB 、すなわち、タップ係数 $w_{cb,1}^B, w_{cb,2}^B, \dots, w_{cb,NB}^B$ に変換される。

[0220] 以上のような係数変換式 $W^B=QW^A$ によれば、タップ係数 PA を、そのタップ係数 PA とな異なるクラス数のタップ係数 PB に変換することができる。

[0221] 以上のような係数変換は、第1のフィルタ係数であるタップ係数 PA を、その第1のフィルタ係数とは異なる第2のフィルタ係数であるタップ係数 PB に変換する場合の他、フィルタ係数以外の係数をフィルタ係数に変換する場合や、フィルタ係数を、フィルタ係数以外の係数に変換する場合に適用することができる。

[0222] そこで、タップ係数 PA を種係数に変換する係数変換について説明する。

[0223] 図12は、タップ係数 PA を、種係数 β （の予測値）に変換する係数変換式（種係数変換式）を説明する図である。

[0224] なお、図12では、説明を簡単にするため、図9の場合と同様に、タップ係数 PA 及び種係数 β のクラスは考慮しないこととする。

[0225] 種係数 $\beta_{i,m}$ によれば、パラメータ z が与えられることにより、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{i,m} z^{m-1}$ に従って、例えば、予測式 $y = \sum w_i x_i$ を構成するタップ係数 w_i を求めることができる。

[0226] ここで、種係数 $\beta_{i,m}$ は、 i 番目のタップ係数 w_i を求めるのに用いられる m 番目の種係数 β である。

[0227] i 番目のタップ係数 w_i を求めるのに、 M 個の種係数 $\beta_{i,1}, \beta_{i,2}, \dots, \beta_{i,M}$ が用いられることとすると、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{i,m} z^{m-1}$ のサメーション（ Σ ）は、変数 m を、1ないし M の範囲の整数値に変えてのサメーションを表す。

[0228] また、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{i,m} z^{m-1}$ によって、 N 個のタップ係数 w_1, w_2, \dots, w_N が求められることとすると、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{i,m} z^{m-1}$ によって求められるタップ係数 w_i を用いて構成される予測式 $y = \sum w_i x_i$ のサメーションは、変数 i を、1ないし N の範囲の整数に変えてのサメーションを表す。

[0229] いま、タップ係数 PA のタップ数が NA 個であるとし、タップ係数 PA を、例えば、タップ係数 w_1, w_2, \dots, w_N を含むタップ係数を近似する種係数 β に変

換することとする。種係数 β が近似するタップ係数 w_i には、タップ係数PAを種係数に変換する変換係数を求める変換係数学習に用いる学習対（種係数とタップ係数とのセット）によって、タップ係数PAを含ませることもできるし、含ませないこともできる。

[0230] ここで、 β は、正確には、 $M \times N$ 個の種係数 $\beta_{i,m}$ の集合、すなわち、例えば、種係数 $\beta_{i,m}$ を要素とする列ベクトルを表す。

[0231] タップ係数PAを要素に含む列ベクトルを、 W^A で表すこととすると、タップ係数PAを種係数 β に変換する係数変換式は、図12に示すように、式 $\beta = QW^A$ で表すことができる。

[0232] 図12において、 β は、 $N \times M$ 個の種係数 $\beta_{i,m}$ を要素とする列ベクトルを表す。 m は、1ないし M の範囲の整数値をとり、 i は、1ないし N の範囲の整数値をとる。

[0233] 図12において、 W^A は、図9の場合と同様に、 NA 個のタップ係数 w_j^A と1個の整数1を要素とする列ベクトルを表す。

[0234] 図12において、 Q は、変換係数 $a_{i,m,j}$ 及び $b_{i,m}$ を要素とする $N \times M$ 行 $NA+1$ 列の行列を表す。変換係数 $a_{i,m,j}$ は、変換係数の集合 A の個々の変換係数であり、 i 番目のタップ係数 w_i を求めるときに用いられる m 番目の種係数 $\beta_{i,m}$ を求めるための、 j 番目のタップ係数 w_j^A と乗算される変換係数である。変換係数 $b_{i,m}$ は、変換係数の集合 B の $(i-1) \times M+m$ 番目の定数項としての変換係数である。行列 Q において、変換係数 $a_{i,m,j}$ は、 $(i-1) \times M+m$ 行 j 列の要素になっており、変換係数 $b_{i,m}$ は、 $(i-1) \times M+m$ 行 $NA+1$ 列の要素になっている。

[0235] 変換係数 $a_{i,1,1}$ ないし $a_{i,M,NA}$ 、及び、変換係数 $b_{i,1}$ ないし $b_{i,M}$ が、タップ係数（を要素に含む列ベクトル） W^A を、 i 番目のタップ係数 w_i を求めるのに用いられる M 個の種係数 $\beta_{i,1}$ ないし $\beta_{i,M}$ に変換する変換係数である。

[0236] 以上のような係数変換式 $\beta = QW^A$ によれば、タップ係数PAを、タップ係数 w_i を近似する係数近似式を構成する種係数 β に変換することができる。

[0237] なお、係数変換式 $\beta = QW^A$ は、種係数変換式である。

[0238] 図13は、クラス分類予測フィルタ30の詳細な構成例を示すブロック図

である。

- [0239] すなわち、図13は、例えば、上述したような、タップ係数PAをタップ係数PB（の予測値であるタップ係数PB'）に変換する係数変換や、タップ係数PAを種係数 β に変換する係数変換の機能を有するクラス分類予測フィルタ30の詳細な構成例を示している。
- [0240] なお、図中、図7の場合と対応する部分については、同一の符号を付しており、以下では、その説明は、適宜省略する。
- [0241] クラス分類予測フィルタ30は、DB11、フィルタ部32、DB41、係数変換部51、及び、DB52を有する。フィルタ部32は、クラス分類部61及び予測部62を有する。
- [0242] クラス分類予測フィルタ30には、対象画像及びフィルタ制御情報が供給される。対象画像は、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理の対象となる画像であり、フィルタ制御情報は、タップ数や、タップ構造、クラス分類の方法、予測式（の形）等を表す、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を制御する情報である。フィルタ制御情報は、予測関連情報とクラス分類関連情報とを含む。予測関連情報は、予測処理に関連する情報であり、例えば、予測タップのタップ数やタップ構造、予測処理に用いる予測式等の、予測処理の処理内容を特定するための情報を含む。クラス分類関連情報は、クラス分類に関連する情報であり、クラス分類の方法や、クラス数、クラスタップのタップ数やタップ構造等の、クラス分類の処理内容を特定するための情報を含む。
- [0243] 対象画像は、クラス分類部61及び予測部62に供給され、フィルタ制御情報は、係数変換部51、クラス分類部61、及び、予測部62に供給される。
- [0244] 係数変換部51は、フィルタ制御情報から、係数変換式に従って求めるタップ係数PB'のクラス数等を認識（解析）し、その認識結果に基づき、DB41に記憶された変換係数 $PC=[A \ B]$ を用いて構成される係数変換式に従って、DB11に記憶されているタップ係数PAをタップ係数PB'に変換する。係数変換部

5 1 は、タップ係数PB' を、DB 5 2 に供給して記憶させる。

[0245] 一方、クラス分類部 6 1 は、フィルタ制御情報から、クラス分類の方法等を認識する。また、クラス分類部 6 1 は、対象画像の画素を、順次、注目画素に選択し、フィルタ制御情報からのクラス分類の方法等の認識結果に基づき、注目画素のクラス分類を行う。すなわち、例えば、クラス分類部 6 1 は、対象画像から、注目画素のクラスタップとなる画素を選択し、そのクラスタップを用いてクラス分類を行う。そして、クラス分類部 6 1 は、注目画素のクラスcを、DB 5 2 に供給する。

[0246] DB 5 2 は、記憶している（クラスごとの）タップ係数PB' から、注目画素のクラスcのタップ係数PB' を読み出し、予測部 6 2 に供給する。

[0247] 予測部 6 2 は、フィルタ制御情報から、予測式等を認識し、その認識結果に基づき、対象画像に、DB 5 2 からの注目画素のクラスのタップ係数PB' で構成される予測式を適用する予測処理としてのフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成する。

[0248] すなわち、予測部 6 2 は、対象画像から、注目画素の予測タップとなる画素を選択し、その予測タップと、DB 5 2 からの注目画素のクラスのタップ係数PB' とで構成される予測式を演算することで、タップ係数PBのタップ係数学習で用いられた教師画像に相当する画像の予測値y' を、注目画素に対応する、フィルタ画像の画素の画素値として求める。

[0249] ここで、PB' が、タップ係数を要素とする行ベクトルを表すとともに、Xが、予測タップ（となっている画素の画素値）を要素とする列ベクトルを表すこととすると、予測タップと、注目画素のクラスのタップ係数PB' とで構成される1次予測式は、式 $y' = PB' X$ で表される。

[0250] 以上のように、タップ係数PAを、タップ係数PB' に変換することにより、クラス分類予測フィルタ 3 0 では、タップ係数PAを用いた予測処理としてのフィルタ処理や、タップ係数PB' を用いた予測処理としてのフィルタ処理を、必要に応じて選択的に行うことができ、自由度の高いフィルタ処理が可能となる。

- [0251] 図14は、図13のクラス分類予測フィルタ30の処理を説明するフローチャートである。
- [0252] ステップS11において、係数変換部51は、DB41に記憶された変換係数PCを用いて、DB11に記憶されたタップ係数PAを、フィルタ制御情報が表す内容の予測処理に用いられるタップ係数PB'に変換し、処理は、ステップS12に進む。
- [0253] ステップS12では、係数変換部51は、タップ係数PB'を、DB52に供給して記憶させ、処理は、ステップS13に進む。
- [0254] ステップS13では、クラス分類部61は、対象画像の各画素を、順次、注目画素に選択し、処理は、ステップS14に進む。
- [0255] ステップS14では、クラス分類部61は、注目画素について、フィルタ制御情報が表す内容のクラス分類を行い、注目画素のクラスを求め、DB52に供給して、処理は、ステップS15に進む。
- [0256] ステップS15において、DB52は、ステップS12で記憶したタップ係数PB'から、注目画素のクラスのタップ係数PB'を取得し、予測部62に供給して、処理は、ステップS16に進む。
- [0257] ステップS16では、予測部62は、フィルタ制御情報に従い、対象画像から、注目画素の予測タップとなる画素を選択する。さらに、予測部62は、注目画素の予測タップと、DB52からの注目画素のクラスのタップ係数PB'とを用いて、フィルタ制御情報が表す予測処理としてのフィルタ処理を行う。すなわち、予測部62は、注目画素の予測タップと、DB52からの注目画素のクラスのタップ係数PB'とで構成される、フィルタ制御情報によって（形が）特定される予測式を演算する。予測部62は、予測処理としてのフィルタ処理、すなわち、予測式の演算により得られるフィルタ画像を出力して、処理は、終了する。
- [0258] なお、図13において、係数変換部51では、全クラスのタップ係数PB'をあらかじめ求めておくこともできるし、注目画素のクラスのタップ係数PB'だけを、その都度求めることもできる。全クラスのタップ係数PB'をあらかじめ

求めておく方が、注目画素のクラスのタップ係数 PB' だけを、その都度求める場合よりも、係数変換の演算コストを少なくすることができる。

[0259] また、図13において、係数変換部51では、タップ係数 PA をタップ係数 PB' に変換することとしたが、タップ係数 PA は、種係数 β に変換することができる。タップ係数 PA を、種係数 β に変換する場合、予測部62には、注目画素のクラスの種係数 β が供給される。この場合、予測部62は、その種係数 β で構成される係数近似式からタップ係数を求め、そのタップ係数で構成される予測式を対象画像に適用する予測処理としてのフィルタ処理を行う。

[0260] 以下、クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムについて説明する。なお、以下では、説明を簡単にするため、あるフィルタ係数（第1のフィルタ係数）を、そのフィルタ係数とは異なるフィルタ係数（第2のフィルタ係数）に変換する場合について説明するが、画像処理システムは、あるフィルタ係数を、そのフィルタ係数とは異なるフィルタ係数に変換する場合の他、タップ係数を種係数に変換する場合にも適用することができる。

[0261] <クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第1の構成例>

[0262] 図15は、クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第1の構成例を示すブロック図である。

[0263] 図15において、画像処理システム100は、画像を符号化して復号するコーデックシステムであり、符号化装置101及び復号装置102を有する。

[0264] 符号化装置101は、符号化部110、係数学習部112、及び、変換係数学習部113を有する。

[0265] 符号化部110は、ILF111を有し、符号化対象である元画像を予測符号化する。予測符号化では、局所復号が行われるが、その局所復号では、復号画像が、ILF111でフィルタ処理され、そのフィルタ処理後の画像であるILF画像を参照画像として、元画像の予測画像が生成される。

[0266] 符号化部110は、元画像の予測符号化により得られる符号化データと、I

LF 1 1 1 のフィルタ係数であるILF係数（例えば、ALFのフィルタ係数等）とを含む符号化ビットストリームを生成し、復号装置 1 0 2 に伝送（送信）する。

- [0267] ここで、ILF 1 1 1 は、既存のILFであり、例えば、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、ALFのうちの1以上のフィルタである。ILF 1 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、ALF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。
- [0268] 係数学習部 1 1 2 は、元画像と、ILF 1 1 1 のフィルタ処理の対象の復号画像とを、それぞれ、教師画像と生徒画像として用いて、タップ係数学習を行い、（ILF係数よりも）高性能のタップ係数（以下、高性能係数ともいう）を求め、変換係数学習部 1 1 3 に供給する。
- [0269] 変換係数学習部 1 1 3 には、係数学習部 1 1 2 から高性能係数が供給される他、符号化部 1 1 0 からILF係数が供給される。変換係数学習部 1 1 3 は、係数学習部 1 1 2 からの高性能係数と、ILF 1 1 1 からのILF係数とを、それぞれ、教師データと生徒データとして用いて、変換係数学習を行い、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数を求める。
- [0270] 変換係数は、符号化ビットストリームとは別に、又は、符号化ビットストリームに含められて、復号装置 1 0 2 に伝送される。
- [0271] 復号装置 1 0 2 は、パース部 1 2 0、係数変換部 1 2 1、及び、復号部 1 2 2 を有する。
- [0272] パース部 1 2 0 は、符号化装置 1 0 1 からの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 1 2 2 に供給する。さらに、パース部 1 2 0 は、符号化ビットストリームに含まれるILF係数をパースし、係数変換部 1 2 1 に供給する。また、パース部 1 2 0 は、符号化ビットストリームに変換係数が含まれる場合には、その符号化ビットストリームに含まれる変換係数をパースし、係数変換部 1 2 1 に供給する。
- [0273] なお、パース部 1 2 0 は、変換係数が符号化ビットストリームに含まれず

、別途伝送されてくる場合には、その変換係数を受信し、係数変換部121に供給する。

[0274] 係数変換部121は、クラス分類予測フィルタ30（図13）の係数変換部51に相当する。係数変換部121は、パース部120からのILF係数を、同じくパース部120からの変換係数で構成される係数変換式を用いて、ILF係数よりも画質の改善の程度が大きい（フィルタ処理が行われる）高性能係数（の予測値）に変換する。係数変換部121は、パース部120からのILF係数、又は、高性能係数を、ユーザの操作や外部からの指示等に応じて選択し、復号部122に供給する。

[0275] 復号部122は、クラス分類予測フィルタ30（図13）のフィルタ部32に相当するフィルタ部123を含む。復号部122は、パース部120から供給される符号化データを復号し、復号画像を生成する。さらに、復号部122では、フィルタ部123が、復号画像に、係数変換部121からのILF係数又は高性能係数を用いてフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して、最終的な復号画像として出力する。

[0276] すなわち、フィルタ部123は、係数変換部121から復号部122にILF係数が供給される場合には、そのILF係数を用いて、ILF111と同一のフィルタ処理を行い、係数変換部121から復号部122に高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行う。

[0277] したがって、係数変換部121から復号部122に高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われるので、見た目の画質が良い最終的な復号画像を得ることができる。

[0278] なお、符号化装置101の係数学習部112では、種係数学習を行って、高性能係数を近似する係数近似式を構成する種係数を求め、変換係数学習部113では、ILF係数を種係数に変換する変換係数を求める変換係数学習を行うことができる。この場合、復号装置102の係数変換部121では、ILF係

数が、変換係数で構成される係数変換式を用いて、種係数（の予測値）に変換される。そして、フィルタ部123では、その種係数で構成される係数近似式を用いて、高性能係数が求められ、その高性能係数を用いてフィルタ処理が行われる。

[0279] 図16は、図15の符号化装置101の詳細構成例を示すブロック図である。

[0280] 図16において、符号化装置101は、ILF111、係数学習部112、及び、変換係数学習部113を有する。さらに、符号化装置101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、蓄積バッファ207、逆量子化部208、逆直交変換部209、演算部210、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。

[0281] ILF111には、並べ替えバッファ202から元画像が供給されるとともに、演算部210から復号画像が供給される。ILF111は、必要に応じて、元画像及び復号画像を用いて、フィルタ処理に必要なILF係数を求め、そのILF係数を用いて、演算部210からの復号画像にフィルタ処理を行う。さらに、ILF111は、フィルタ処理により得られるILF画像をフレームメモリ212に供給するとともに、フィルタ処理に用いられたILF係数を、変換係数学習部113に供給する。

[0282] 係数学習部112には、並べ替えバッファ202から元画像が供給されるとともに、演算部210から復号画像が供給される。係数学習部112は、元画像及び復号画像を、それぞれ教師画像及び生徒画像として用いて、タップ係数学習を行い、高性能係数（高性能なタップ係数）を求め、変換係数学習部113に供給する。また、係数学習部112は、予測関連情報とクラス分類関連情報とを含むフィルタ制御情報、すなわち、タップ係数学習により求められた高性能係数を用いて行われるクラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報を生成する。

- [0283] なお、係数学習部 112 では、種係数学習を行い、種係数を求めることができる。種係数学習では、係数近似式 $w_i = \sum \beta_{m,i} z^{m-1}$ を構成するパラメータ z が必要であるが、このパラメータ z としては、種係数の学習に用いられる復号画像の画像特徴量や、その復号画像に関する符号化情報（量子化パラメータ QP 等）等の取得可能情報に対応する値を採用することができる。取得可能情報は、復号装置 102 で取得することができるため、係数学習部 112 において種係数を求める場合に、パラメータ z として、取得可能情報に対応する値を採用するときには、パラメータ z を、符号化装置 101 から復号装置 102 に伝送する必要はない。
- [0284] また、パラメータ z としては、取得可能情報以外の情報、例えば、種係数の学習に用いられる元画像と復号画像との S/N (Signal to Noise ratio) の差等の、元画像に関わる情報を用いて得られる値を採用することができる。但し、元画像に関わる情報は、復号装置 102 で取得することができないため、パラメータ z として、元画像に関わる情報を用いて得られる値を採用する場合には、パラメータ z を、符号化ビットストリームとは別に、又は、符号化ビットストリームに含めて、符号化装置 101 から復号装置 102 に伝送する必要がある。
- [0285] 変換係数学習部 113 は、係数学習部 112 からの高性能係数と、ILF 111 からの ILF 係数とを、それぞれ、教師データと生徒データとして用いて、変換係数学習を行い、ILF 係数を高性能係数に変換する変換係数を求める。変換係数及びフィルタ制御情報は、符号化ビットストリームとは別に、又は、符号化ビットストリームに含められて、復号装置 102 に伝送される。
- [0286] 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。
- [0287] 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、ILF 111、係数学習部 112、演算部 203、イントラ予測部 214、及び、動き予測補償部 215 に供給する。

- [0288] 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。
- [0289] 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。
- [0290] 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。
- [0291] 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）等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。
- [0292] 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）。
- [0293] また、可逆符号化部206は、符号化装置101での予測符号化に関する符号化情報のうちの、復号装置102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。
- [0294] 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、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。

- [0295] 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。
- [0296] さらに、可逆符号化部 206 は、ILF 111 から、そのILF 111 のフィルタ処理に用いられたILF係数を、符号化情報の一部として取得する。
- [0297] 可逆符号化部 206 は、符号化情報を、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、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。
- [0298] なお、可逆符号化部 206 では、必要に応じて、係数学習部 112 で生成されるフィルタ制御情報、及び、変換係数学習部 113 で求められる変換係数を、可逆符号化方式で符号化し、符号化ビットストリームに含めることができる。
- [0299] 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。
- [0300] 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。
- [0301] 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。
- [0302] 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（の一部のブロック）を得て、ILF 1 1 1 及び係数学習部 1 1 2 に供給する。

[0303] フレームメモリ 2 1 2 は、ILF 1 1 1 から供給されるILF画像を一時記憶する。フレームメモリ 2 1 2 に記憶されたILF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。

[0304] 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。

[0305] 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。

[0306] 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。

[0307] 動き予測補償部 2 1 5 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。

[0308] 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。

[0309] 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。

[0310] 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。

[0311] なお、図16において、ILF111、及び、演算部203ないしレート制御部217が、図15の符号化部110に相当する。

[0312] 次に、図16の符号化装置101が行う符号化処理について説明する。

[0313] まず、A/D変換部201は、元画像をA/D変換し、並べ替えバッファ202に供給する。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する。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、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う。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。

- [0314] 予測画像選択部216は、イントラ予測部214及び動き予測補償部215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216は、イントラ予測部214により生成された予測画像と、動き予測補償部215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する。
- [0315] 演算部203は、並べ替えバッファ202が出力する元画像と、予測画像選択部216が出力する予測画像との残差を演算し、直交変換部204に供給する。直交変換部204は、演算部203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205に供給する。量子化部205は、直交変換部204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206及び逆量子化部208に供給する。逆量子化部208は、量子化部205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209に供給する。逆直交変換部209は、逆量子化部208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210に供給する。演算部210は、逆直交変換部209からの残差と、予測画像選択部216が出力する予測画像とを加算し、演算部203での残差の演算の対象となった元画像に対する復号画像を生成する。演算部210は、復号画像を、ILF111及び係数学習部112に供給する。
- [0316] ILF111は、演算部210からの復号画像、及び、並べ替えバッファ202が出力する、その復号画像に対する元画像を必要に応じて用いて、ILF係数を求める。さらに、ILF111は、そのILF係数を用いて、演算部210からの復号画像にフィルタ処理を行い、そのフィルタ処理により得られるILF画像を、フレームメモリ212に供給する。さらに、ILF111は、ILF係数を、変換係数学習部113に供給する。
- [0317] 係数学習部112は、演算部210からの復号画像、及び、並べ替えバッファ202が出力する、その復号画像に対する元画像を用いて、タップ係数学習を行い、高性能係数を求め、変換係数学習部113に供給する。さらに

、係数学習部 112 は、タップ係数学習により求められた高性能係数を用いて行われるクラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報を生成する。

[0318] 変換係数学習部 113 は、係数学習部 112 からの高性能係数と、ILF 111 からの ILF 係数とを、それぞれ、教師データと生徒データとして用いて、変換係数学習を行い、ILF 係数を高性能係数に変換する変換係数を求める。変換係数及びフィルタ制御情報は、符号化ビットストリームとは別に、又は、可逆符号化部 206 において符号化ビットストリームに含められて、復号装置 102 に伝送される。

[0319] フレームメモリ 212 は、ILF 111 から供給される ILF 画像を記憶する。フレームメモリ 212 に記憶された ILF 画像は、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。

[0320] 可逆符号化部 206 は、量子化部 205 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 206 は、ILF 111 で求められた ILF 係数や、量子化部 205 での量子化に用いられた量子化パラメータ QP、イントラ予測部 214 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 215 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。そして、可逆符号化部 206 は、符号化ビットストリームを、蓄積バッファ 207 に供給する。蓄積バッファ 207 は、可逆符号化部 206 からの符号化ビットストリームを蓄積する。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、適宜読み出されて伝送される。

[0321] レート制御部 217 は、蓄積バッファ 207 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。

[0322] 図 17 は、図 15 の復号装置 102 の詳細構成例を示すブロック図である

- 。
- [0323] 図17において、復号装置102は、係数変換部121及びフィルタ部123を有する。さらに、復号装置102は、蓄積バッファ301、可逆復号部302、逆量子化部303、逆直交変換部304、演算部305、並べ替えバッファ307、D/A変換部308、フレームメモリ309、選択部310、イントラ予測部311、動き予測補償部312、及び、選択部313を有する。
- [0324] なお、ここでは、符号化装置101において、変換係数及びフィルタ制御情報は、符号化ビットストリームに含まれることとする。
- [0325] 係数変換部121には、可逆復号部302から、ILF係数、変換係数、及び、フィルタ制御情報が供給される。
- [0326] 係数変換部121は、可逆復号部302からのフィルタ制御情報に従い、可逆復号部302からのILF係数を、可逆復号部302からの変換係数を用いて、高性能係数（の予測値）に変換する。すなわち、係数変換部121は、フィルタ制御情報から、高性能係数のタップ数やクラス数等を認識し、ILF係数を、変換係数を用いて、フィルタ制御情報から認識したタップ数やクラス数等の高性能係数に変換する。
- [0327] 係数変換部121は、可逆復号部302からのILF係数、又は、そのILF係数を変換した高性能係数を選択し、フィルタ部123に供給する。
- [0328] フィルタ部123には、係数変換部121からILF係数又は高性能係数が供給される他、可逆復号部302からフィルタ制御情報及び必要な取得可能情報が供給されるとともに、演算部305から復号画像が供給される。
- [0329] フィルタ部123は、係数変換部121からILF係数が供給される場合には、そのILF係数を用いて、ILF111と同一のフィルタ処理を行い、係数変換部121から高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行う。フィルタ部123は、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309に供給する。フィルタ部123において、高性能係数を

用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われる場合には、ILF係数を用いて、ILF 1 1 1 と同一のフィルタ処理が行われる場合に比較して、見た目の画質が良いフィルタ画像を得ることができる。

- [0330] ここで、フィルタ部 1 2 3 は、可逆復号部 3 0 2 から供給されるフィルタ制御情報に基づき、クラス分類の方法や、予測式等を認識し、クラス分類予測処理を行う。
- [0331] なお、符号化装置 1 0 1 では、高性能係数、及び、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数にそれぞれ代えて、種係数、及び、ILF係数を種係数に変換する変換係数を求めることができる。
- [0332] この場合、係数変換部 1 2 1 では、変換係数を用いて、ILF係数が種係数（の予測値）に変換される。そして、フィルタ部 1 2 3 では、その種係数で構成される係数近似式を用いて、高性能係数が求められ、その高性能係数を用いてフィルタ処理が行われる。
- [0333] 種係数で構成される係数近似式を用いて、高性能係数が求められる場合、係数近似式を構成するパラメータ z として、元画像に関わる情報を用いて得られる値が採用されているときには、符号化ビットストリームにパラメータ z が含まれる。この場合、可逆復号部 3 0 2 は、符号化ビットストリームに含まれるパラメータ z をパースし、フィルタ部 1 2 3 に供給する。そして、フィルタ部 1 2 3 は、可逆復号部 3 0 2 から供給されるパラメータ z を用いて、高性能係数を求める。
- [0334] また、係数近似式を構成するパラメータ z として、取得可能情報に対応する値が採用されているときには、フィルタ部 1 2 3 は、可逆復号部 3 0 2 から供給される取得可能情報に対応する値を、パラメータ z として用いて、高性能係数を求める。
- [0335] 係数近似式を構成するパラメータ z として、元画像に関わる情報を用いて得られる値が採用されているか、又は、取得可能情報に対応する値が採用されているかの情報は、予測関連情報の一種として、フィルタ制御情報に含めることができる。この場合、フィルタ部 1 2 3 は、係数近似式を構成するパラ

メータ z として、元画像に関わる情報を用いて得られる値が採用されているか、又は、取得可能情報に対応する値が採用されているかを、フィルタ制御情報に基づいて認識する。

- [0336] 蓄積バッファ301は、符号化装置101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302に供給する。
- [0337] 可逆復号部302は、蓄積バッファ301からの符号化ビットストリームを受信し、図16の可逆符号化部206の符号化方式に対応する方式で復号する。
- [0338] そして、可逆復号部302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303に供給する。
- [0339] また、可逆復号部302は、パースを行う機能を有する。可逆復号部302は、符号化ビットストリームの復号結果に含まれる必要な符号化情報等の取得可能情報や、フィルタ制御情報、変換係数等をパースし、必要なブロックに供給する。
- [0340] 例えば、取得可能情報のうちのILF係数及び変換係数は、係数変換部121に供給される。フィルタ制御情報は、係数変換部121及びフィルタ部123に供給される。取得可能情報は、フィルタ部123に供給される。取得可能情報のうちの、予測モードや動き情報等の符号化情報は、イントラ予測部311や動き予測補償部312に供給される。
- [0341] 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16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。
- [0342] 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16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。
- [0343] 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

313を介して、イントラ予測部311又は動き予測補償部312から予測画像が供給される。

[0344] 演算部305は、逆直交変換部304からの残差と、選択部313からの予測画像とを加算し、復号画像を生成して、フィルタ部123に供給する。

[0345] 並べ替えバッファ307は、フィルタ部123から供給されるフィルタ画像を一時記憶し、フィルタ画像のフレーム（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。

[0346] D/A変換部308は、並べ替えバッファ307から供給されるフィルタ画像を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。

[0347] フレームメモリ309は、フィルタ部123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309は、所定のタイミングにおいて、又は、イントラ予測部311や動き予測補償部312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310に供給する。

[0348] 選択部310は、フレームメモリ309から供給される参照画像の供給先を選択する。選択部310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309から供給される参照画像をイントラ予測部311に供給する。また、選択部310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309から供給される参照画像を動き予測補償部312に供給する。

[0349] イントラ予測部311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16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309から選択部310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311は、イントラ予測により得られる予測画像を、選択部313に供給する。

[0350] 動き予測補償部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16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309から選択部310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。

[0351] 動き予測補償部312は、インター予測により得られる予測画像を、選択部313に供給する。

[0352] 選択部313は、イントラ予測部311から供給される予測画像、又は、動き予測補償部312から供給される予測画像を選択し、演算部305に供給する。

[0353] なお、図17において、可逆復号部302が、図15のパス部120に相当し、フィルタ部123、及び、逆量子化部303ないし選択部313が、図15の復号部122に相当する。

[0354] 次に、図17の復号装置102が行う復号処理について説明する。

[0355] まず、蓄積バッファ301は、符号化装置101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に供給する。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。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に含まれる取得可能情報や、変換係数、フィルタ制御情報をパースする。そして、可逆復号部302は、必要な取得可能情報を、イントラ予測部311や動き予測補償部312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、取得可能情報のうちのILF係数、変換係数、及び、フィルタ制御情報を、係数変換部121に供給する。さらに、可逆復号部302は、フィルタ制御情報及び取得可能情報を、フィルタ部123に供給する。係数変換部121は、可逆復号部302からのILF係数を、同じく可逆復号部302からの変換係数を用いて、高性能係数に変換し、その高性能係数、又は、可逆復号部302からのILF係数を、フィルタ部123に供給する。

- [0356] 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に供給する。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に供給する。
- [0357] イントラ予測部311又は動き予測補償部312は、フレームメモリ309から選択部310を介して供給される参照画像、及び、可逆復号部302から供給される取得可能情報を用いて、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311又は動き予測補償部312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313に供給する。選択部313は、イントラ予測部311又は動き予測補償部312から供給される予測画像を選択し、演算部305に供給する。演算部305は、逆直交変換部304からの残差と、選択部313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、フィルタ部123に供給する。
- [0358] フィルタ部123は、可逆復号部302から供給されるフィルタ制御情報に基づき、クラス分類の方法や、予測式等を認識し、係数変換部121からの高性能係数を用いてクラス分類予測処理を行うか、又は、係数変換部121からのILF係数を用いて、ILF111と同一のフィルタ処理を行う。フィルタ部123のフィルタ処理により得られるフィルタ画像は、並べ替えバッファ307及びフレームメモリ309に供給される。
- [0359] 並べ替えバッファ307は、フィルタ部123から供給されるフィルタ画像を一時記憶し、表示順に並べ替えて、D/A変換部308に供給する。D/A変換部308は、並べ替えバッファ307からのフィルタ画像をD/A変換する。D/A変換後のフィルタ画像は、図示せぬディスプレイに出力されて表示される。
- [0360] また、フレームメモリ309は、フィルタ部123から供給されるフィルタ画像を記憶し、復号処理は終了する。フレームメモリ309に記憶された復元画像は、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。

- [0361] なお、復号装置 102 では、符号化装置 101 から変換係数が伝送されてくる場合には、係数変換部 121 において、変換係数を用いて、ILF 係数を高性能係数（又は種係数）に変換し、フィルタ部 123 において、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理を行うことができる。
- [0362] 一方、符号化装置 101 から変換係数が伝送されてこない場合には、フィルタ部 123 において、ILF 係数を用いて、ILF 111 と同一のフィルタ処理を行うことができる。
- [0363] ここで、以下説明する画像処理システムでも、図 15 ないし図 17 で説明した画像処理システム 100 と同様に、高性能係数に代えて、種係数を用いることができるが、以下説明する画像処理システムでは、高性能係数に代えて、種係数を用いる場合の説明は、適宜省略する。
- [0364] <クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 2 の構成例>
- [0365] 図 18 は、クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 2 の構成例を示すブロック図である。
- [0366] なお、図中、図 15 の画像処理システム 100 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。
- [0367] 図 18 において、画像処理システム 400 は、画像を符号化して復号するコーデックシステムであり、符号化装置 401 及び復号装置 402 を有する。
- [0368] 符号化装置 401 は、符号化部 110 を有する。したがって、符号化装置 401 は、符号化部 110 を有する点で、図 15 の符号化装置 101 と共通し、係数学習部 112 及び変換係数学習部 113 を有しない点で、符号化装置 101 と相違する。
- [0369] 復号装置 402 は、パース部 120、係数変換部 121、復号部 122、及び、変換係数記憶部 411 を有する。したがって、復号装置 402 は、パース部 120 ないし復号部 122 を有する点で、図 15 の復号装置 102 と

共通し、変換係数記憶部411が新たに設けられている点で、復号装置102と相違する。

[0370] 変換係数記憶部411には、ILF係数を、符号化装置401での元画像の予測符号化により得られる符号化データを局所復号して得られる復号画像に相当する画像（以下、相当復号画像ともいう）から元画像に相当する画像（以下、相当元画像ともいう）を予測する予測式を構成する高性能係数に変換する変換係数が、あらかじめ記憶されている（プリセットされている）。

[0371] ここで、ILF係数を、相当復号画像から相当元画像を予測式を構成する高性能係数に変換する変換係数は、正確には、相当復号画像及び相当元画像を用いて求められるILF係数と、相当復号画像及び相当元画像を学習対としてタップ係数学習を行うことにより得られるタップ係数を、それぞれ生徒データと教師データとして用いて変換係数学習を行うことにより求められる。但し、以下では、かかる変換係数については、相当元画像及び相当復号画像を学習対として用いて変換係数学習を行うことにより求められた、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数、のようにも表現する。

[0372] また、変換係数記憶部411にあらかじめ記憶されている変換係数を、プリセット変換係数ともいう。変換係数記憶部411に記憶されているプリセット変換係数は、係数変換部121に供給される。

[0373] したがって、図18では、係数変換部121は、プリセット変換係数を用いて、ILF係数を高性能係数に変換する。

[0374] すなわち、図15の復号装置102では、元画像そのもの及び復号画像そのものを学習対として用いて変換係数学習を行うことにより求められた、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数を用いて、ILF係数が高性能係数に変換されるが、図18の復号装置402では、元画像そのもの及び復号画像そのものに代えて、相当元画像及び相当復号画像を学習対として用いて変換係数学習を行うことにより求められた、ILF係数を高性能係数に変換するプリセット変換係数を用いて、ILF係数が高性能係数に変換される。

[0375] 図18の復号装置402では、図15の復号装置102と同様に、係数変

換部 1 2 1 から復号部 1 2 2 に高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われるので、見た目の画質が良い最終的な復号画像を得ることができる。

[0376] 図 1 9 は、図 1 8 の符号化装置 4 0 1 の詳細構成例を示すブロック図である。

[0377] なお、図中、図 1 6 の符号化装置 1 0 1 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。

[0378] 図 1 9 において、符号化装置 4 0 1 は、ILF 1 1 1、並びに、A/D変換部 2 0 1 ないし演算部 2 1 0、及び、フレームメモリ 2 1 2 ないしレート制御部 2 1 7 を有する。

[0379] したがって、符号化装置 4 0 1 は、ILF 1 1 1、並びに、A/D変換部 2 0 1 ないし演算部 2 1 0、及び、フレームメモリ 2 1 2 ないしレート制御部 2 1 7 を有する点で、符号化装置 1 0 1 と共通する。但し、符号化装置 4 0 1 は、係数学習部 1 1 2 及び変換係数学習部 1 1 3 を有しない点で、符号化装置 1 0 1 と相違する。

[0380] 符号化装置 4 0 1 では、係数学習部 1 1 2 及び変換係数学習部 1 1 3 が設けられていないので、変換係数が求められない。

[0381] 図 2 0 は、図 1 8 の復号装置 4 0 2 の詳細構成例を示すブロック図である。

[0382] なお、図中、図 1 7 の復号装置 1 0 2 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。

[0383] 図 2 0 において、復号装置 4 0 2 は、係数変換部 1 2 1 及びフィルタ部 1 2 3、蓄積バッファ 3 0 1 ないし演算部 3 0 5、及び、並べ替えバッファ 3 0 7 ないし選択部 3 1 3、並びに、変換係数記憶部 4 1 1 を有する。

[0384] したがって、復号装置 4 0 2 は、係数変換部 1 2 1 及びフィルタ部 1 2 3、並びに、蓄積バッファ 3 0 1 ないし演算部 3 0 5、及び、並べ替えバッファ 3 0 7 ないし選択部 3 1 3 を有する点で、復号装置 1 0 2 と共通する。但し、復号装置 4 0 2 は、変換係数記憶部 4 1 1 が新たに設けられている点で

、復号装置 102 と相違する。

[0385] 変換係数記憶部 411 は、ILF 係数を高性能係数に変換する変換係数を記憶している。さらに、変換係数記憶部 411 は、変換係数を用いた係数変換により得られる高性能係数を用いたクラス分類予測処理としてのフィルタ処理を制御するフィルタ制御情報を記憶している。

[0386] 図 20 において、係数変換部 121 は、変換係数記憶部 411 に記憶されているフィルタ制御情報から、高性能係数のタップ数やクラス数等を認識し、可逆復号部 302 からの ILF 係数を、変換係数記憶部 411 に記憶されている変換係数を用いて、高性能係数（の予測値）に変換する。

[0387] 係数変換部 121 は、可逆復号部 302 からの ILF 係数、又は、その ILF 係数を変換した高性能係数を選択し、フィルタ部 123 に供給する。

[0388] フィルタ部 123 は、図 17 の場合と同様に、係数変換部 121 からの ILF 係数を用いて、ILF 111 と同一のフィルタ処理を行うか、係数変換部 121 からの高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行う。

[0389] 復号装置 402 でも、図 17 の復号装置 102 の場合と同様に、フィルタ部 123 において、高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われる場合には、ILF 係数を用いて、ILF 111 と同一のフィルタ処理が行われる場合に比較して、見た目の画質が良いフィルタ画像を得ることができる。

[0390] <クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 3 の構成例>

[0391] 図 21 は、クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 3 の構成例を示すブロック図である。

[0392] 図 21 において、画像処理システム 500 は、画像を配信するストリーミングサービスに適用され得る画像配信システムであり、配信装置 501 及び受信装置 502 を有する。

[0393] 配信装置 501 は、符号化装置 511、係数学習部 512、及び、変換係

数学習部513を有する。

- [0394] 符号化装置511は、ILF521を有し、符号化対象である元画像を予測符号化する。予測符号化では、局所復号が行われるが、その局所復号では、復号画像が、ILF521でフィルタ処理され、そのフィルタ処理後の画像であるILF画像を参照画像として、元画像の予測画像が生成される。
- [0395] 符号化装置511は、元画像の予測符号化により得られる符号化データと、ILF521のフィルタ係数であるILF係数（例えば、ALFのフィルタ係数等）とを含む符号化ビットストリームを生成し、受信装置502に伝送（送信）する。
- [0396] ここで、符号化装置511は、図19の符号化装置401と同様に構成されるので、詳細構成例の図示は省略する。したがって、符号化装置511が有するILF521は、図19の場合と同様の既存のILFである。
- [0397] 係数学習部512は、元画像と、ILF521のフィルタ処理により得られるILF画像とを、それぞれ、教師画像と生徒画像として用いて、タップ係数学習を行うことにより、高性能のタップ係数である高性能係数を求め、変換係数学習部513に供給する。ここで、係数学習部512で求められる高性能係数は、ILF画像から元画像を予測する予測式を構成するタップ係数である。
- [0398] 変換係数学習部513には、係数学習部512から高性能係数が供給される他、符号化装置511からILF係数が供給される。変換係数学習部513は、係数学習部512からの高性能係数と、ILF521からのILF係数とを、それぞれ、教師データと生徒データとして用いて、変換係数学習を行い、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数を求める。
- [0399] 変換係数は、符号化ビットストリームとは別に、又は、符号化ビットストリームに含められて、受信装置502に伝送される。
- [0400] 受信装置502は、例えば、TV（テレビジョン受像機）等であり、復号装置531、タップ係数記憶部532、係数変換部533、及び、フィルタ部534を有する。ここで、復号装置531は、受信装置502とは別個の装置として、受信装置502の外部に設けることができる。

- [0401] 復号装置531は、ILF521と同様に構成されるILF541を有する。復号装置531は、配信装置501から伝送されてくる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し、復号画像を生成する。さらに、復号装置531では、ILF541が、復号画像に、符号化ビットストリームに含まれるILF係数を用いてフィルタ処理を行い、そのフィルタ処理により得られるILF画像を、最終的な復号画像として出力する。
- [0402] ここで、図21では、ILF画像は、復号装置531が出力する最終的な復号画像であるので、ILF画像に相当する画像を、復号画像に相当する画像と同様に、相当復号画像ともいう。
- [0403] タップ係数記憶部532は、相当復号画像及び相当元画像を学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより求められたタップ係数を、あらかじめ記憶している。タップ係数記憶部532にあらかじめ記憶されているタップ係数を、プリセットタップ係数ともいう。
- [0404] ここで、高性能係数は、ILF画像（最終的な復号画像）そのもの及び元画像を学習対として用いたタップ係数学習により求められるのに対して、タップ係数記憶部532に記憶されているプリセットタップ係数は、相当復号画像及び相当元画像を学習対として用いたタップ係数学習により求められる。
- [0405] したがって、元画像を符号化して復号することにより得られる最終的な復号画像を対象としたクラス分類予測処理としてのフィルタ処理については、プリセットタップ係数を用いるよりも、高性能係数を用いた方が、高画質のフィルタ画像を生成することができる。これにより、高性能係数は、プリセットタップ係数よりも、画質の改善の程度が大きい高性能なタップ係数であるといえることができる。
- [0406] 係数変換部533は、配信装置501から符号化ビットストリームに含めて、又は、符号化ビットストリームとは別に伝送されてくる変換係数を受信することにより取得する。また、係数変換部533には、復号装置531から符号化ビットストリームに含まれるILF係数が供給される。
- [0407] 係数変換部533は、クラス分類予測フィルタ30（図13）の係数変換

部5 1に相当する。係数変換部5 3 3は、復号装置5 3 1からのILF係数を、配信装置5 0 1からの変換係数で構成される係数変換式を用いて、ILF係数よりも画質の改善の程度が大きい高性能係数（の予測値）に変換する。そして、係数変換部5 3 3は、タップ係数記憶部5 3 2に記憶されているプリセットタップ係数、又は、高性能係数を、ユーザの操作や外部からの指示等に応じて選択し、フィルタ部5 3 4に供給する。

[0408] フィルタ部5 3 4は、クラス分類予測フィルタ3 0（図1 3）のフィルタ部3 2に相当し、復号装置5 3 1の後段のポストフィルタとして機能する。フィルタ部5 3 4は、復号装置5 3 1が最終的な復号画像として出力するILF画像に、係数変換部5 3 3からのプリセットタップ係数又は高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して出力する。

[0409] すなわち、フィルタ部5 3 4は、係数変換部5 3 3からプリセットタップ係数が供給される場合には、そのプリセットタップ係数を用いて、クラス分類予測処理を行い、係数変換部5 3 3から高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理を行う。

[0410] 上述したように、高性能係数は、プリセットタップ係数よりも高性能なタップ係数であり、係数変換部5 3 3からフィルタ部5 3 4に高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われるので、すなわち、フィルタ部5 3 4では、ポストフィルタとして、画質の改善の程度が大きいフィルタ処理が行われるので、プリセットタップ係数を用いてクラス分類予測処理が行われる場合に比較して、画質が良いフィルタ画像を得ることができる。

[0411] したがって、受信装置5 0 2のユーザが、配信装置5 0 1から画像の配信を受けるための契約内容によって、フィルタ部5 3 4で行われるフィルタ処理に、プリセットタップ係数を用いるか、又は、高性能係数を用いるかを選択することにより、フィルタ画像の画質に差をつけることができる。すなわち、例えば、料金の高低によって、フィルタ画像の画質に差をつけることが

できる。

- [0412] 図22は、図21の復号装置531の構成例を示すブロック図である。
- [0413] 復号装置531は、ILF541、蓄積バッファ561、可逆復号部562、逆量子化部563、逆直交変換部564、演算部565、並べ替えバッファ567、D/A変換部568、フレームメモリ569、選択部570、イントラ予測部571、動き予測補償部572、及び、選択部573を有する。
- [0414] 蓄積バッファ561ないし演算部565、並べ替えバッファ567ないし選択部573は、図17の蓄積バッファ301ないし演算部305、並べ替えバッファ307ないし選択部313とそれぞれ同様に構成される。
- [0415] ILF541には、可逆復号部562からILF係数が供給されるとともに、演算部565から復号画像が供給される。ILF541は、演算部565からの復号画像に、可逆復号部562からのILF係数を用いてフィルタ処理を行う。ILF541のフィルタ処理により得られるILF画像が、図21のフィルタ部534に供給される。
- [0416] <クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第4の構成例>
- [0417] 図23は、クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第4の構成例を示すブロック図である。
- [0418] なお、図中、図21の画像処理システム500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。
- [0419] 図23において、画像処理システム600は、画像を配信するストリーミングサービスに適用され得る画像配信システムであり、配信装置601及び受信装置602を有する。
- [0420] 配信装置601は、符号化装置511を有する。
- [0421] したがって、配信装置601は、符号化装置511を有する点で、図21の配信装置501と共通する。但し、配信装置601は、係数学習部512、及び、変換係数学習部513を有しない点で、配信装置501と相違する。

- [0422] 配信装置601では、配信装置501と同様に、符号化ビットストリームが、受信装置602に伝送される。
- [0423] 受信装置602は、例えば、TV等であり、復号装置531、タップ係数記憶部532、係数変換部533、フィルタ部534、及び、変換係数記憶部621を有する。ここで、復号装置531は、受信装置602とは別個の装置として、受信装置602の外部に設けることができる。
- [0424] 受信装置602は、復号装置531ないしフィルタ部534を有する点で、図21の受信装置502と共通する。但し、受信装置602は、変換係数記憶部621が新たに設けられている点で、受信装置502と相違する。
- [0425] 変換係数記憶部621には、図18の変換係数記憶部411と同様に、ILF係数を、相当復号画像（最終的な復号画像としてのILF画像に相当する画像）から相当元画像（元画像に相当する画像）を予測する予測式を構成する高性能係数に変換するプリセット変換係数が、あらかじめ記憶されている。
- [0426] 変換係数記憶部621に記憶されているプリセット変換係数は、係数変換部533に供給される。
- [0427] したがって、係数変換部533は、変換係数記憶部621に記憶されているプリセット変換係数を用いて、復号装置531から供給されるILF係数を高性能係数に変換する。
- [0428] すなわち、図21の受信装置502では、元画像そのもの及び最終的な復号画像（ILF画像）そのものを学習対として用いて変換係数学習を行うことにより求められた、ILF係数を高性能係数に変換する変換係数を用いて、ILF係数が高性能係数に変換されるが、図23の受信装置602では、元画像そのもの及び最終的な復号画像そのものに代えて、相当元画像及び相当復号画像を学習対として用いて変換係数学習を行うことにより求められた、ILF係数を高性能係数に変換するプリセット変換係数を用いて、ILF係数が高性能係数に変換される。
- [0429] そして、係数変換部533は、プリセット変換係数を用いてILF係数を変換して得られる高性能係数、又は、タップ係数記憶部532に記憶されている

プリセットタップ係数を選択し、フィルタ部534に供給する。

[0430] ここで、係数変換部533において、プリセット変換係数を用いてILF係数を変換して得られる高性能係数と、タップ係数記憶部532に記憶されているプリセットタップ係数としては、異なる性能のタップ係数を採用することができる。

[0431] すなわち、例えば、高性能係数で構成される予測式と、プリセットタップ係数で構成される予測式として、異なる予測式を採用することができる。例えば、高性能係数で構成される予測式、及び、プリセットタップ係数で構成される予測式のうちの一方の予測式として、1次予測式を採用し、他方の予測式として2次予測式（等の高次予測式）を採用することができる。

[0432] 1次予測式を採用によれば、特に、画像の平坦部分（画素値の変化がほとんどない部分）を精度良く復元することができ、2次予測式によれば、特に、画像のディテールを精度良く復元することができる。

[0433] なお、タップ係数記憶部532に記憶させておくプリセットタップ係数は、相当復号画像及び相当元画像を学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより求められたタップ係数に限定されるものではない。すなわち、プリセットタップ係数としては、例えば、S/Nの良い画像とその画像のS/Nを低下させた画像とを学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより求められたタップ係数等を採用することができる。

[0434] <クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第5の構成例>

[0435] 図24は、クラス分類予測フィルタ30を適用した画像処理システムの第5の構成例を示すブロック図である。

[0436] なお、図中、図21の画像処理システム500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。

[0437] 図24において、画像処理システム700は、画像を配信するストリーミングサービスに適用され得る画像配信システムであり、配信装置701及び受信装置702を有する。

- [0438] 配信装置701は、符号化装置511、係数学習部512、タップ係数記憶部711、及び、変換係数学習部712を有する。
- [0439] したがって、配信装置701は、符号化装置511及び係数学習部512を有する点で、図21の配信装置501と共通する。但し、配信装置701は、タップ係数記憶部711が新たに設けられ、変換係数学習部513に代えて、変換係数学習部712が設けられている点で、配信装置501と相違する。
- [0440] 配信装置701では、配信装置501と同様に、符号化ビットストリームが、受信装置702に伝送される。
- [0441] さらに、配信装置701では、配信装置501と同様に、係数学習部512が、元画像と、符号化装置511においてILF521のフィルタ処理により得られる最終的な復号画像としてのILF画像とを、それぞれ、教師画像と生徒画像として用いて、タップ係数学習を行うことにより、高性能係数を求め、変換係数学習部712に供給する。図21で説明したように、係数学習部512で求められる高性能係数は、ILF画像から元画像を予測する予測式を構成するタップ係数（第2のタップ係数）である。
- [0442] タップ係数記憶部711は、後述する受信装置702が有するタップ係数記憶部532が記憶しているプリセットタップ係数と同一のタップ係数、すなわち、例えば、相当復号画像及び相当元画像を学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより求められたタップ係数（第1のタップ係数）を、あらかじめ記憶している。タップ係数記憶部711にあらかじめ記憶されているタップ係数も、プリセットタップ係数という。
- [0443] 変換係数学習部712は、係数学習部512からの高性能係数と、タップ係数記憶部711に記憶されたプリセットタップ係数とを、それぞれ、教師データと生徒データとして用いて、変換係数学習を行い、プリセットタップ係数を高性能係数に変換する変換係数を求める。
- [0444] 変換係数は、符号化ビットストリームとは別に、又は、符号化ビットストリームに含められて、受信装置702に伝送される。

- [0445] 受信装置702は、例えば、TV等であり、復号装置531、タップ係数記憶部532、フィルタ部534、及び、係数変換部721を有する。ここで、復号装置531は、受信装置702とは別個の装置として、受信装置702の外部に設けることができる。
- [0446] 受信装置702は、復号装置531、タップ係数記憶部532、及び、フィルタ部534を有する点で、図21の受信装置502と共通する。但し、受信装置702は、係数変換部533に代えて、係数変換部721が設けられている点で、受信装置502と相違する。
- [0447] 係数変換部721は、配信装置701から符号化ビットストリームに含めて、又は、符号化ビットストリームとは別に伝送されてくる変換係数を受信することにより取得する。
- [0448] 係数変換部721は、クラス分類予測フィルタ30（図13）の係数変換部51に相当する。係数変換部721は、タップ係数記憶部532に記憶されているプリセットタップ係数を、配信装置701からの変換係数で構成される係数変換式を用いて、係数学習部512で求められる高性能係数（の予測値）に変換する。そして、係数変換部721は、タップ係数記憶部532に記憶されているプリセットタップ係数、又は、高性能係数を、ユーザの操作や外部からの指示等に応じて選択し、フィルタ部534に供給する。
- [0449] ここで、高性能係数は、ILF画像（最終的な復号画像）そのもの及び元画像を学習対として用いたタップ係数学習により求められるのに対して、タップ係数記憶部532及び711に記憶されているプリセットタップ係数は、相当復号画像及び相当元画像を学習対として用いたタップ係数学習により求められる。
- [0450] したがって、元画像を符号化して復号することにより得られる最終的な復号画像を対象としたクラス分類予測処理としてのフィルタ処理については、プリセットタップ係数を用いるよりも、高性能係数を用いた方が、高画質のフィルタ画像を生成することができる。これにより、高性能係数は、プリセットタップ係数よりも、画質の改善の程度が大きい高性能なタップ係数であ

ることができる。

[0451] フィルタ部534は、復号装置531が最終的な復号画像として出力するILF画像に、係数変換部721からのプリセットタップ係数又は高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して出力する。

[0452] すなわち、フィルタ部534は、係数変換部721からプリセットタップ係数が供給される場合には、そのプリセットタップ係数を用いて、クラス分類予測処理を行い、係数変換部721から高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理を行う。

[0453] 上述したように、高性能係数は、プリセットタップ係数よりも高性能なタップ係数であり、係数変換部721からフィルタ部534に高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理が行われるので、すなわち、フィルタ部534では、ポストフィルタとして、画質の改善の程度が大きいフィルタ処理が行われるので、プリセットタップ係数を用いてクラス分類予測処理が行われる場合に比較して、画質が良いフィルタ画像を得ることができる。

[0454] したがって、受信装置702のユーザが、配信装置701から画像の配信を受けるための契約内容によって、フィルタ部534で行われるフィルタ処理に、プリセットタップ係数を用いるか、又は、高性能係数を用いるかを選択することにより、フィルタ画像の画質に差をつけることができる。すなわち、例えば、料金の高低によって、フィルタ画像の画質に差をつけることができる。

[0455] なお、図24において、配信装置701が有する符号化装置511としては、予測符号化ではない符号化、すなわち、予測画像を生成するための局所復号を行わない符号化装置を採用することができる。局所復号を行わない符号化装置では、局所復号に用いられるILF521は、不要になる。すなわち、符号化装置511において、ILF521は、必須ではない。符号化装置511がILF521なしで構成される場合には、復号装置531もILF541なしで

構成される。但し、配信装置 701 では、係数学習部 512 のタップ係数学習において、元画像と、その元画像の符号化により得られる符号化データを復号装置 531 で復号した場合に得られるのと同じの最終的な復号画像とを学習対とする必要があるため、符号化装置 511 として、局所復号を行わない符号化装置を採用する場合には、符号化装置 511 で得られる符号化データを、復号装置 531 と同様に復号する機能が必要となる。

[0456] <クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 6 の構成例>

[0457] 図 25 は、クラス分類予測フィルタ 30 を適用した画像処理システムの第 6 の構成例を示すブロック図である。

[0458] 図 25 において、画像処理システム 800 は、例えば、画像を受信する TV 等の受信装置であり、変換係数記憶部 811、タップ係数記憶部 812、係数変換部 813、及び、フィルタ部 814 を有する。

[0459] 変換係数記憶部 811 には、タップ係数記憶部 812 に記憶されたタップ係数であるプリセットタップ係数（第 1 のタップ係数）を、第 1 の画像から第 2 の画像を予測する予測式を構成する高性能係数に変換する変換係数が、あらかじめ記憶されている。変換係数記憶部 811 にあらかじめ記憶されている変換係数を、プリセット変換係数ともいう。

[0460] ここで、第 2 の画像としては、所定の画像を採用し、第 1 の画像としては、例えば、第 2 の画像の S/N を低下させた画像や、第 2 の画像を符号化して復号することにより得られる復号画像、第 2 の画像をぼかした画像等の、第 2 の画像の画質を低下させた画像を採用することができる。

[0461] タップ係数記憶部 812 は、例えば、第 1 の画像及び第 2 の画像をそれぞれ生徒画像及び教師画像とする学習対として用いてタップ係数学習を行うことにより求められたタップ係数を、あらかじめ記憶している。タップ係数記憶部 812 にあらかじめ記憶されているタップ係数を、プリセットタップ係数ともいう。

[0462] 係数変換部 813 は、クラス分類予測フィルタ 30（図 13）の係数変換

部 5 1 に相当する。係数変換部 8 1 3 は、変換係数記憶部 8 1 1 に記憶されているプリセット変換係数を用いて、タップ係数記憶部 8 1 2 に記憶されているプリセットタップ係数を、例えば、そのプリセットタップ係数よりも画質の改善の程度が大きい高性能係数（の予測値）に変換する。

[0463] そして、係数変換部 8 1 3 は、プリセット変換係数を用いてプリセットタップ係数を変換して得られる高性能係数、又は、タップ係数記憶部 8 1 2 に記憶されているプリセットタップ係数を、ユーザの操作や外部からの指示等に応じて選択し、フィルタ部 8 1 4 に供給する。

[0464] フィルタ部 8 1 4 は、クラス分類予測フィルタ 3 0（図 1 3）のフィルタ部 3 2 に相当し、画像処理システム 8 0 0 に画像を出力する図示せぬ出力装置（例えば、再生装置や復号装置等）の後段のポストフィルタとして機能する。

[0465] フィルタ部 8 1 4 は、出力装置から画像処理システム 8 0 0 に出力される画像を、フィルタ処理の対象の対象画像として、その対象画像に、係数変換部 8 1 3 からのプリセットタップ係数又は高性能係数を用いて、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行い、フィルタ画像を生成して出力する。

[0466] すなわち、フィルタ部 8 1 4 は、係数変換部 8 1 3 からプリセットタップ係数が供給される場合には、そのプリセットタップ係数を用いて、クラス分類予測処理を行い、係数変換部 8 1 3 から高性能係数が供給される場合には、その高性能係数を用いて、クラス分類予測処理を行う。

[0467] ここで、係数変換部 8 1 3 において、プリセット変換係数を用いてプリセットタップ係数を変換して得られる高性能係数と、タップ係数記憶部 8 1 2 に記憶されているプリセットタップ係数としては、異なる性能のタップ係数を採用することができる。

[0468] すなわち、例えば、高性能係数で構成される予測式と、プリセットタップ係数で構成される予測式として、異なる予測式を採用することができる。例えば、高性能係数で構成される予測式、及び、プリセットタップ係数で構成される予測式のうちの一方の予測式として、1 次予測式を採用し、他方の予

測式として2次予測式（等の高次予測式）を採用することができる。

[0469] また、高性能係数とプリセットタップ係数としては、教師画像及び生徒画像のうちの少なくとも一方の画質が異なる学習対を用いたタップ係数学習により得られるタップ係数を採用することができる。

[0470] 例えば、高性能係数としては、プリセットタップ係数のタップ係数学習に用いられた学習対よりも、生徒画像のS/Nを低下させた学習対を用いたタップ係数学習により得られるタップ係数を採用することができる。

[0471] なお、変換係数記憶部811に記憶されているプリセット変換係数や、タップ係数記憶部812に記憶されているプリセットタップ係数は、必要に応じて更新することができる。

[0472] <フィルタ制御情報>

[0473] 図26は、クラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報を説明する図である。

[0474] クラス分類予測処理としてのフィルタ処理のフィルタ制御情報には、クラス分類予測処理における予測処理に関連する予測関連情報と、クラス分類予測処理におけるクラス分類に関連するクラス分類関連情報とがある。

[0475] 予測関連情報としては、予測式の情報（高次項を構成する予測タップとなる画素の情報や、DC項の求め方等を含む）、予測タップの数（タップ係数の数）、予測タップのタップ構造の情報、種係数からタップ係数を求める場合に、その種係数で構成される係数近似式のパラメータ z を表す情報（パラメータ z が、DRのような画像特徴量である、QPのような符号化情報である等の情報）等がある。予測タップのタップ構造の情報には、空間対称性のあるタップはひとまとめにして扱う等の情報を含む。

[0476] ここで、予測タップが空間対称性のあるタップ構造である場合、例えば、予測タップが、上下及び左右のそれぞれに線対称の矩形状のタップ構造を有する場合、予測式において、矩形状のタップ構造の予測タップの、上下に線対称の位置にある予測タップや、左右に線対称の位置にある予測タップに対して乗算されるタップ係数としては、同一タップ係数を採用することができる。

る。空間対称性のあるタップはひとまとめにして扱う等の情報とは、予測式において、上下に線対称の位置にある予測タップや、左右に線対称の位置にある予測タップに対して乗算されるタップ係数として、同一のタップ係数を採用することを表す情報である。

- [0477] クラス分類関連情報としては、クラス分類の方法（クラス分類方法）や、クラス数、クラスタップの数、クラスタップのタップ構造等の情報がある。
- [0478] 例えば、図15のコーデックシステムである画像処理システム100を例にすれば、予測関連情報は、例えば、画像のコンテンツごと、シーケンスごと、フレームごと、CU以外のブロックごと、CUごと、画像に映る物体の領域等の、セグメンテーションされた領域であるセグメンテーション領域ごとに、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用することができる。また、予測関連情報は、例えば、クラスごとに、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用することができる。すなわち、例えば、予測タップのタップ構造は、クラスごとに異なるタップ構造を採用することができる。
- [0479] クラス分類関連情報は、例えば、画像のコンテンツごと、シーケンスごと、フレームごとに、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用することができる。なお、クラス分類関連情報は、その他、CU以外のブロックごと、CUごと、セグメンテーション領域ごと等の、フレームよりも小さい画像の単位で、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用することができるが、クラス分類関連情報を、フレームよりも小さい画像の単位で、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用する場合には、そのようなフレームよりも小さい画像の単位で、すなわち、高頻度で、クラス分類の仕様を変更されることになる。クラス分類の仕様を高頻度で変更する場合には、処理が煩雑になるため、クラス分類関連情報は、フレーム以上の大きさの単位で、符号化装置101から復号装置102に伝送し、復号装置102において使用することが望ましい。

- [0480] なお、本技術は、タップ係数を用いる予測処理の他、予測処理以外のフィルタ処理、すなわち、タップ係数以外のフィルタ係数を用いるフィルタ処理に適用することができる。
- [0481] また、本技術は、画像を対象とするフィルタ処理の他、画像以外の、例えば、音声（音響）を対象とするフィルタ処理に適用することができる。
- [0482] 以上のように、第1のフィルタ係数を第2のフィルタ係数に変換し、第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行う場合や、タップ係数を種係数に変換し、その種係数で構成される係数近似式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としてのフィルタ処理を行う場合には、第2のフィルタ係数や種係数として、どのようなフィルタ係数や種係数を採用するかによって、自由度の高いフィルタ処理を行うことができる。
- [0483] また、第1のフィルタ係数を第2のフィルタ係数に変換し、第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うクラス分類予測フィルタ30（図13）や、タップ係数を種係数に変換し、その種係数で構成される係数近似式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としてのフィルタ処理を行うクラス分類予測フィルタ30を、コーデックシステムや、画像配信システム、TV等の受信装置に適用することにより、例えば、出力装置から出力される画像や、出力装置の後段のポストフィルタから出力される画像の画質を改善することができる。
- [0484] さらに、クラス分類予測処理を行うフィルタ部を、フレキシブルなハードウェア構成で実現し、様々なタップ係数を用いたクラス分類予測処理を行うことができるようにすることで、様々な変換係数によって、様々な画質の改善の効果があるクラス分類予測処理としてのフィルタ処理を行うことができる。
- [0485] また、フレキシブルなハードウェア構成で実現されたフィルタ部は、様々なタップ係数を用いたクラス分類予測処理を行うことができるので、長期間使い回すことができる。
- [0486] さらに、係数変換の対象として、既存のILFのILF係数等の、符号化ビット

ストリームに含めることが標準化されている第1のフィルタ係数を採用し、その第1のフィルタ係数を、メーカー独自の第2のフィルタ係数に変換する場合には、第1のフィルタ係数を第2のフィルタ係数に変換する変換係数を、符号化ビットストリームとは別に伝送することで、符号化ビットストリームに、メーカー独自の第2のフィルタ係数を含めずに、符号化ビットストリームの受信側において、第1のフィルタ係数を第2のフィルタ係数に変換することができる。

[0487] <本技術を適用したコンピュータの説明>

[0488] 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。

[0489] 図27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。

[0490] 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905やROM903に予め記録しておくことができる。

[0491] あるいはまた、プログラムは、ドライブ909によって駆動されるリムーバブル記録媒体911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911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911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。

[0492] 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911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905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。

[0493] コンピュータは、CPU(Central Processing Unit) 902を内蔵しており、CPU 902には、バス901を介して、入出力インタフェース910が接続されている。

[0494] CPU 902は、入出力インタフェース910を介して、ユーザによって、入力部907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) 903に格納されているプログラムを実行する。あるいは、CPU 902は、ハードディスク905に格納されたプログラムを、RAM(Random Access Memory) 904にロードして実行する。

[0495] これにより、CPU 902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、CPU 902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910を介して、出力部906から出力、あるいは、通信部908から送信、さらには、ハードディスク905に記録等させる。

[0496] なお、入力部907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906は、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される。

[0497] 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。

[0498] 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。

[0499] 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

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。

[0500] 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。

[0501] 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。

[0502] 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。

[0503] 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つのステ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。

[0504] 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。

[0505] <本技術の適用対象>

本技術は、任意の画像符号化・復号方式に適用することができる。つまり、上述した本技術と矛盾しない限り、変換（逆変換）、量子化（逆量子化）、符号化（復号）、予測等、画像符号化・復号に関する各種処理の仕様は任意であり、上述した例に限定されない。また、上述した本技術と矛盾しない限り、これらの処理の内の一部を省略してもよい。

[0506] <処理単位>

以上において説明した各種情報が設定されるデータ単位や、各種処理が対象とするデータ単位は、それぞれ任意であり上述した例に限定されない。例えば、これらの情報や処理が、それぞれ、TU (Transform Unit)、TB(Transform Block)、PU (Prediction Unit)、PB(Prediction Block)、CU (Coding Unit)、LCU (Largest Coding Unit)、サブブロック、ブロック、タイル、ス

ライス、ピクチャ、シーケンス、またはコンポーネント毎に設定されるようにしてもよいし、それらのデータ単位のデータを対象とするようにしてもよい。もちろん、このデータ単位は、情報や処理毎に設定され得るものであり、全ての情報や処理のデータ単位が統一されている必要はない。なお、これらの情報の格納場所は任意であり、上述したデータ単位のヘッダやパラメータセット等に格納されるようにしてもよい。また、複数個所に格納されるようにしてもよい。

[0507] <制御情報>

以上の各実施の形態において説明した本技術に関する制御情報を符号化側から復号側に伝送するようにしてもよい。例えば、上述した本技術を適用することを許可（または禁止）するか否かを制御する制御情報（例えばenabled_flag）を伝送するようにしてもよい。また、例えば、上述した本技術を適用する対象（または適用しない対象）を示す制御情報を伝送するようにしてもよい。例えば、本技術を適用する（または、適用を許可若しくは禁止する）ブロックサイズ（上限若しくは下限、またはその両方）、フレーム、コンポーネント、またはレイヤ等を指定する制御情報を伝送するようにしてもよい。

[0508] <ブロックサイズ情報>

本技術を適用する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。

[0509] <その他>

なお、本明細書において「フラグ」とは、複数の状態を識別するための情報であり、真(1)または偽(0)の2状態を識別する際に用いる情報だけでなく、3以上の状態を識別することが可能な情報も含まれる。したがって、この「フラグ」が取り得る値は、例えば1/0の2値であってもよいし、3値以上であってもよい。すなわち、この「フラグ」を構成するbit数は任意であり、1bitでも複数bitでもよい。また、識別情報（フラグも含む）は、その識別情報をビットストリームに含める形だけでなく、ある基準となる情報に対する識別情報の差分情報をビットストリームに含める形も想定されるため、本明細書においては、「フラグ」や「識別情報」は、その情報だけではなく、基準となる情報に対する差分情報も包含する。

[0510] なお、本技術は、以下の構成をとることができる。

[0511] <1>

第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換する係数変換部と、

前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うフィルタ部とを備えるデータ処理装置。

<2>

前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を用いて、前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換し、

前記変換係数は、前記変換係数を用いて求められる前記第2のフィルタ係数の誤差を統計的に最小にする変換係数学習により求められる

<1>に記載のデータ処理装置。

<3>

前記フィルタ部は、画像に、前記第2のフィルタ係数と前記画像の画素である予測タップとの積和演算を行う予測式を適用する予測処理を、前記フィ

ルタ処理として行い、フィルタ画像を生成する

<1>又は<2>に記載のデータ処理装置。

<4>

前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数とは前記予測タップの数が異なる前記第2のフィルタ係数に変換する

<3>に記載のデータ処理装置。

<5>

前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数で構成される予測式とは異なる予測式を構成する前記第2のフィルタ係数に変換する

<3>に記載のデータ処理装置。

<6>

前記画像の注目画素を、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うクラス分類部をさらに備え、

前記係数変換部は、クラスごとの前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数とは異なるクラス数の前記第2のフィルタ係数に変換する

<3>に記載のデータ処理装置。

<7>

符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化の局所復号に用いられたILF(In Loop Filter)のILF係数をパースするパース部と、

前記符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号し、復号画像を生成する復号部と

をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記ILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記局所復号で得られる前記復号画像から前記元画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記復号部は、前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処

理を行う前記フィルタ部を含む

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<8>

前記パース部は、前記符号化ビットストリームに含まれる、前記ILF係数を前記タップ係数に変換する変換係数を、さらにパースし、

前記係数変換部は、前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換する

<7>に記載のデータ処理装置。

<9>

符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化の局所復号に用いられたILF(In Loop Filter)のILF係数をパースするパース部と、

前記符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号し、復号画像を生成する復号部と、

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部と

をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記ILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記局所復号で得られる前記復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記復号部は、前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う前記フィルタ部を含む

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<10>

前記第1のフィルタ係数は、符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号する、ILF(In Loop Filter)

を有する復号装置の前記ILFのILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記符号化データを復号することにより得られる復号画像から前記元画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり

、
前記係数変換部は、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号装置が出力する前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<11>

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号する、ILF(In Loop Filter)を有する復号装置の前記ILFのILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記符号化データを復号することにより得られる復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号装置が出力する前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<12>

元画像を符号化した符号化データを復号することにより得られる復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成する第1のタップ係数を記憶するタップ係数記憶部をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記第1のタップ係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記復号画像から前記元画像を予測する予測

式を構成する第2のタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記第1のタップ係数を前記第2のタップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号画像に、前記第2のタップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<13>

第1の画像から第2の画像を予測する予測式を構成する第1のタップ係数及び第2のタップ係数のうちの第1のタップ係数を記憶するタップ係数記憶部と、

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部と

をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記第1のタップ係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記第2のタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記第1のタップ係数を前記第2のタップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記第1の画像に、前記第2のタップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

<3>ないし<6>のいずれかに記載のデータ処理装置。

<14>

第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換することと、

前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うことと

を含むデータ処理方法。

<15>

第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成す

る種係数に変換する係数変換部と、

前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うフィルタ部と

を備えるデータ処理装置。

<16>

前記係数変換部は、第1の画像から第2の画像を予測する前記予測式を構成する前記タップ係数を、前記種係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数と、画像の画素である予測タップとの積和演算を行う前記予測式を、前記画像に適用する前記フィルタ処理を行う

<15>に記載のデータ処理装置。

<17>

第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換することと、

前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うこととを含むデータ処理方法。

符号の説明

[0512] 10 クラス分類予測フィルタ, 11 DB, 12 フィルタ部, 20 クラス分類予測フィルタ, 21 DB, 22 フィルタ部, 30 クラス分類予測フィルタ, 32 フィルタ部, 40 変換係数学習部, 41 DB, 51 係数変換部, 52 DB, 61 クラス分類部, 62 予測部, 100 画像処理システム, 101 符号化装置, 102 復号装置, 110 符号化部, 111 ILF, 112 係数学習部, 113 変換係数学習部, 120 パース部, 121 係数変換部, 122 復号部, 123 フィルタ部, 201 A/D変換部, 2

02 並べ替えバッファ, 203 演算部, 204 直交変換部, 205 量子化部, 206 可逆符号化部, 207 蓄積バッファ, 208 逆量子化部, 209 逆直交変換部, 210 演算部, 212 フレームメモリ, 213 選択部, 214 イントラ予測部, 215 動き予測補償部, 216 予測画像選択部, 217 レート制御部, 301 蓄積バッファ, 302 可逆復号部, 303 逆量子化部, 304 逆直交変換部, 305 演算部, 307 並べ替えバッファ, 308 D/A変換部, 309 フレームメモリ, 310 選択部, 311 イントラ予測部, 312 動き予測補償部, 313 選択部, 400 画像処理システム, 401 符号化装置, 402 復号装置, 411 変換係数記憶部, 500 画像処理システム, 501 配信装置, 502 受信装置, 511 符号化装置, 521 ILF, 512 係数学習部, 513 変換係数学習部, 531 復号装置, 532 タップ係数記憶部, 541 ILF, 533 係数変換部, 534 フィルタ部, 561 蓄積バッファ, 562 可逆復号部, 563 逆量子化部, 564 逆直交変換部, 565 演算部, 567 並べ替えバッファ, 568 D/A変換部, 569 フレームメモリ, 570 選択部, 571 イントラ予測部, 572 動き予測補償部, 573 選択部, 600 画像処理システム, 601 配信装置, 602 受信装置, 621 変換係数記憶部, 700 画像処理システム, 701 配信装置, 702 受信装置, 711 タップ係数記憶部, 712 変換係数学習部, 721 係数変換部, 800 画像処理システム, 811 変換係数記憶部, 812 タップ係数記憶部, 813 係数変換部, 814 フィルタ部, 901 バス, 902 CPU, 903 ROM, 904 RAM, 905 ハードディスク, 906 出力部, 907 入力部, 908 通信部, 909 ドライブ, 910 入出力インタフェース, 911 リムーバブル記録媒体

請求の範囲

- [請求項1] 第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換する係数変換部と、
前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うフィルタ部とを備えるデータ処理装置。
- [請求項2] 前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を用いて、前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換し、
前記変換係数は、前記変換係数を用いて求められる前記第2のフィルタ係数の誤差を統計的に最小にする変換係数学習により求められる請求項1に記載のデータ処理装置。
- [請求項3] 前記フィルタ部は、画像に、前記第2のフィルタ係数と前記画像の画素である予測タップとの積和演算を行う予測式を適用する予測処理を、前記フィルタ処理として行い、フィルタ画像を生成する
請求項1に記載のデータ処理装置。
- [請求項4] 前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数とは前記予測タップの数が異なる前記第2のフィルタ係数に変換する
請求項3に記載のデータ処理装置。
- [請求項5] 前記係数変換部は、前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数で構成される予測式とは異なる予測式を構成する前記第2のフィルタ係数に変換する
請求項3に記載のデータ処理装置。
- [請求項6] 前記画像の注目画素を、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うクラス分類部をさらに備え、
前記係数変換部は、クラスごとの前記第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数とは異なるクラス数の前記第2のフィルタ係数に変換する

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項7]

符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化の局所復号に用いられたILF(In Loop Filter)のILF係数をパースするパース部と、

前記符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号し、復号画像を生成する復号部とをさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記ILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記局所復号で得られる前記復号画像から前記元画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記復号部は、前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う前記フィルタ部を含む

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項8]

前記パース部は、前記符号化ビットストリームに含まれる、前記ILF係数を前記タップ係数に変換する変換係数を、さらにパースし、

前記係数変換部は、前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換する

請求項7に記載のデータ処理装置。

[請求項9]

符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化の局所復号に用いられたILF(In Loop Filter)のILF係数をパースするパース部と、

前記符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号し、復号画像を生成する復号部と、

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部と

をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記ILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記局所復号で得られる前記復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記復号部は、前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う前記フィルタ部を含む

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項10]

前記第1のフィルタ係数は、符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号する、ILF(In Loop Filter)を有する復号装置の前記ILFのILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記符号化データを復号することにより得られる復号画像から前記元画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号装置が出力する前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項11]

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、符号化ビットストリームに含まれる、元画像の予測符号化により得られる符号化データを復号する、ILF(In Loop Filter)を有する復号装置の前記ILFのILF係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記符号化データを復号することにより得られる復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成するタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記ILF係数を前記タップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号装置が出力する前記復号画像に、前記タップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項12]

元画像を符号化した符号化データを復号することにより得られる復号画像に相当する画像から前記元画像に相当する画像を予測する予測式を構成する第1のタップ係数を記憶するタップ係数記憶部をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記第1のタップ係数であり、

前記第2のフィルタ係数は、前記復号画像から前記元画像を予測する予測式を構成する第2のタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記第1のタップ係数を前記第2のタップ係数に変換し、

前記フィルタ部は、前記復号画像に、前記第2のタップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

請求項3に記載のデータ処理装置。

[請求項13]

第1の画像から第2の画像を予測する予測式を構成する第1のタップ係数及び第2のタップ係数のうちの第1のタップ係数を記憶するタップ係数記憶部と、

前記第1のフィルタ係数を前記第2のフィルタ係数に変換する変換係数を記憶する変換係数記憶部と

をさらに備え、

前記第1のフィルタ係数は、前記第1のタップ係数であり、

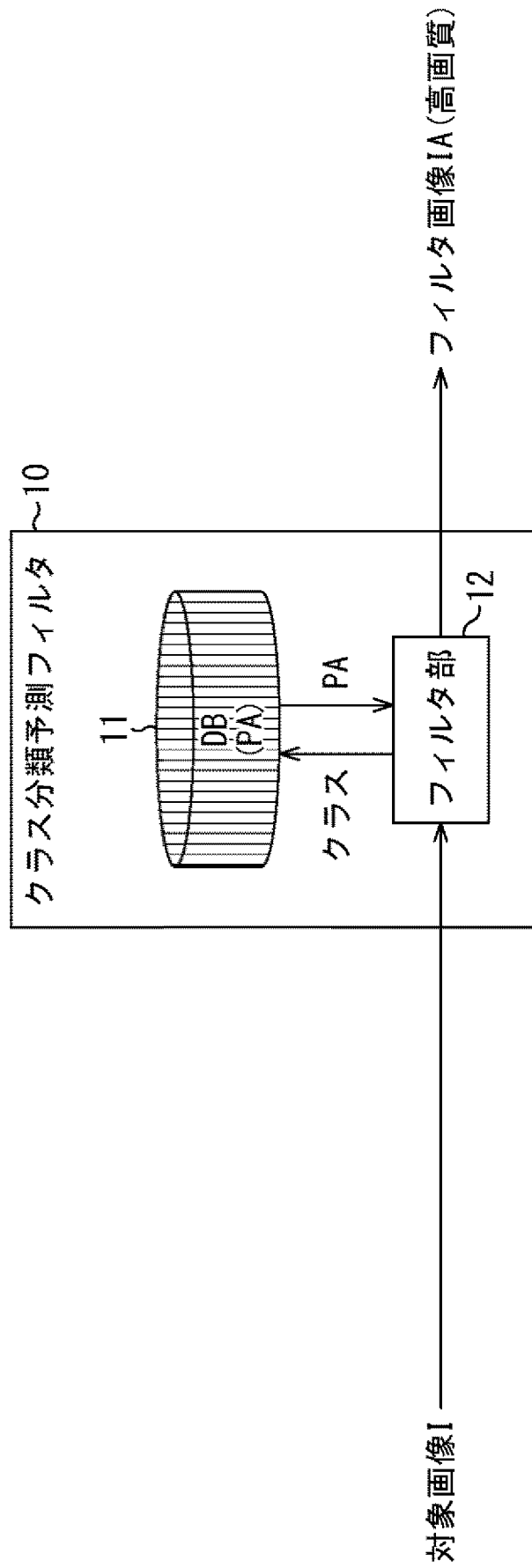
前記第2のフィルタ係数は、前記第2のタップ係数であり、

前記係数変換部は、前記変換係数記憶部に記憶された前記変換係数を用いて、前記第1のタップ係数を前記第2のタップ係数に変換し、

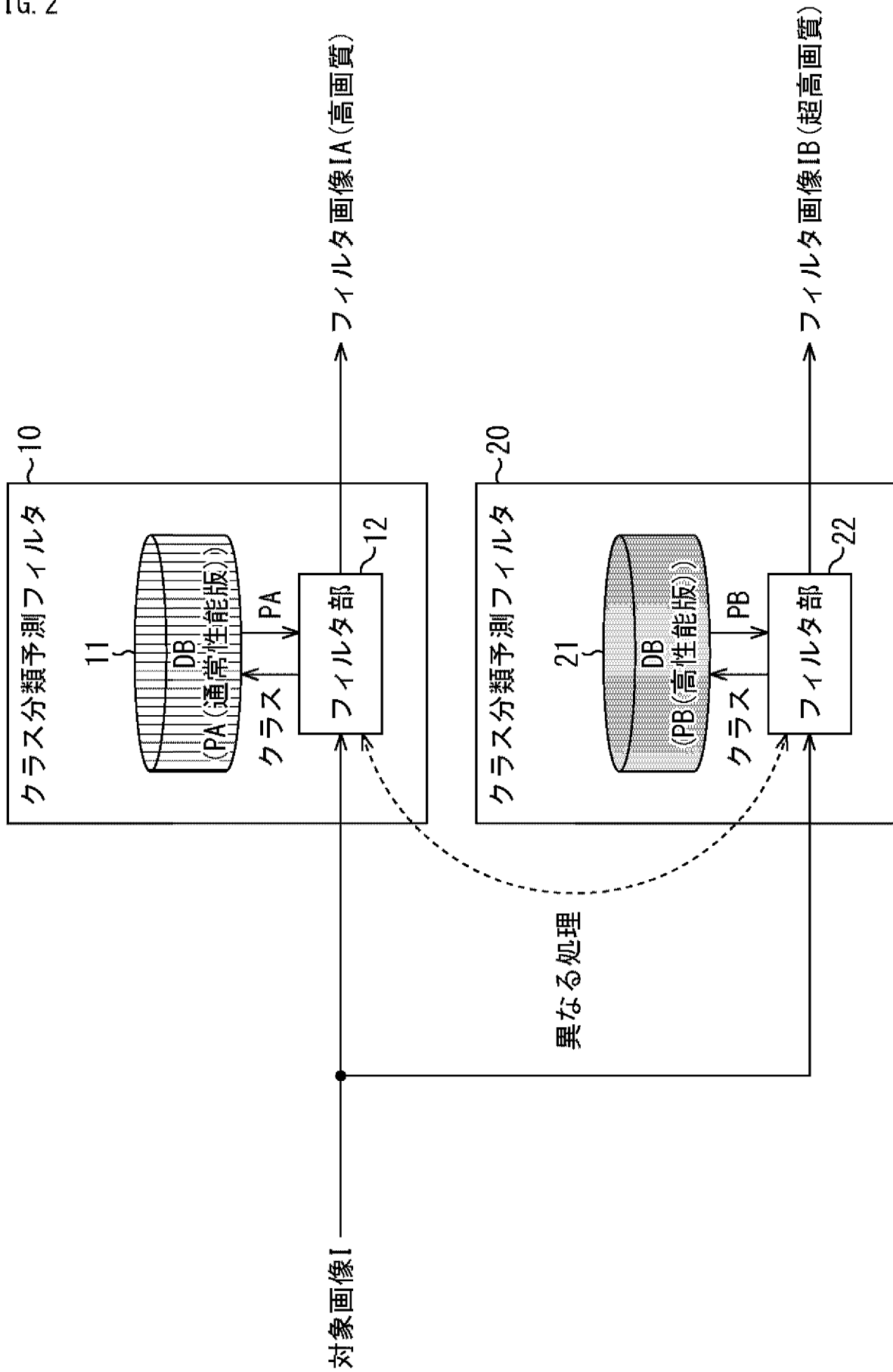
前記フィルタ部は、前記第1の画像に、前記第2のタップ係数を用いて前記フィルタ処理を行う

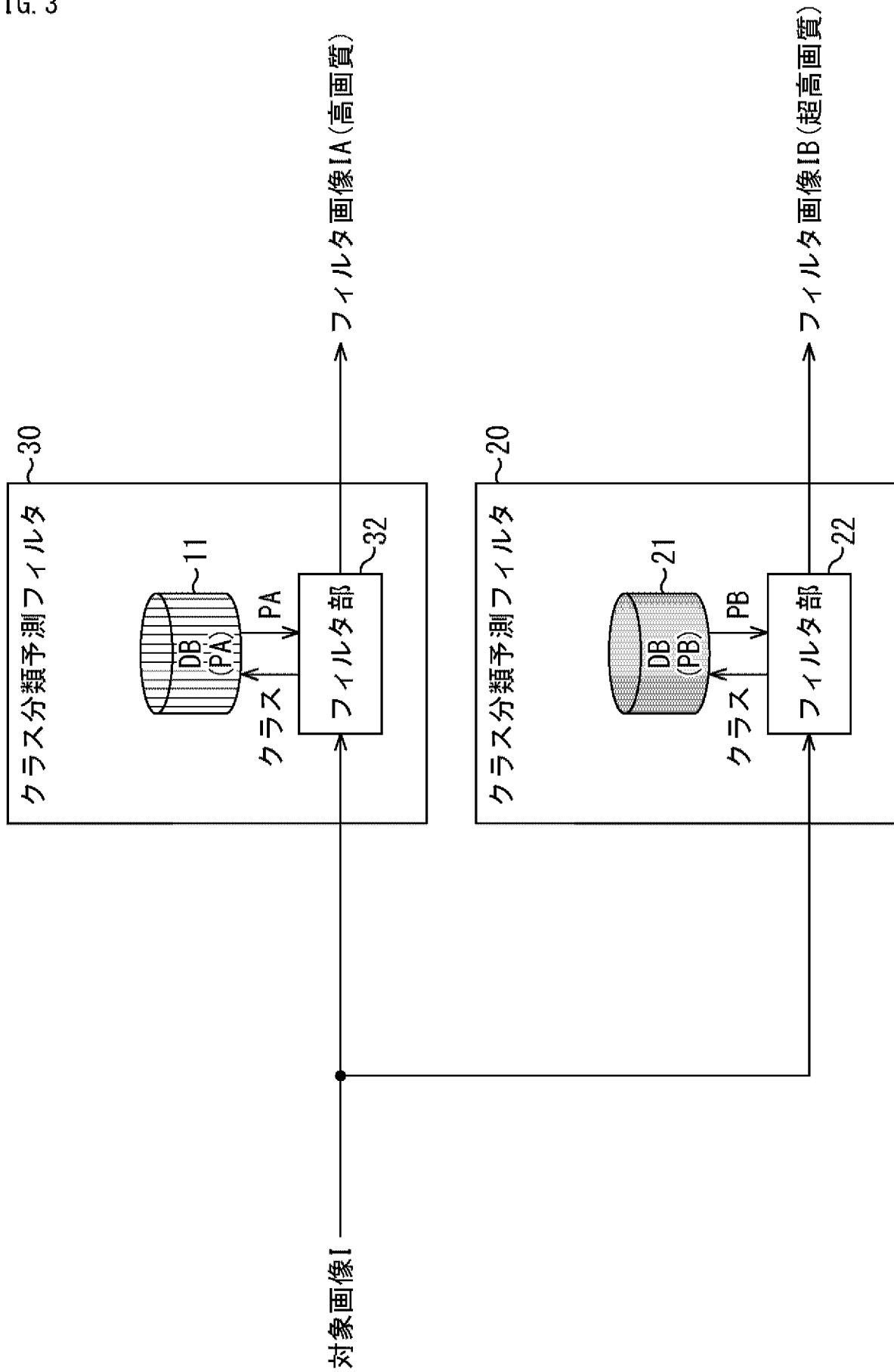
請求項3に記載のデータ処理装置。

- [請求項14] 第1のフィルタ係数を、前記第1のフィルタ係数と異なる第2のフィルタ係数に変換することと、
前記第2のフィルタ係数を用いてフィルタ処理を行うことと
を含むデータ処理方法。
- [請求項15] 第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換する係数変換部と、
前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うフィルタ部と
を備えるデータ処理装置。
- [請求項16] 前記係数変換部は、第1の画像から第2の画像を予測する前記予測式を構成する前記タップ係数を、前記種係数に変換し、
前記フィルタ部は、前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数と、画像の画素である予測タップとの積和演算を行う前記予測式を、前記画像に適用する前記フィルタ処理を行う
請求項15に記載のデータ処理装置。
- [請求項17] 第1のデータから第2のデータを予測する多項式である予測式を構成するタップ係数を、前記タップ係数を近似する多項式である係数近似式を構成する種係数に変換することと、
前記種係数で構成される前記係数近似式から求められる前記タップ係数との積和演算を行う予測式を、データに適用するフィルタ処理を行うことと
を含むデータ処理方法。

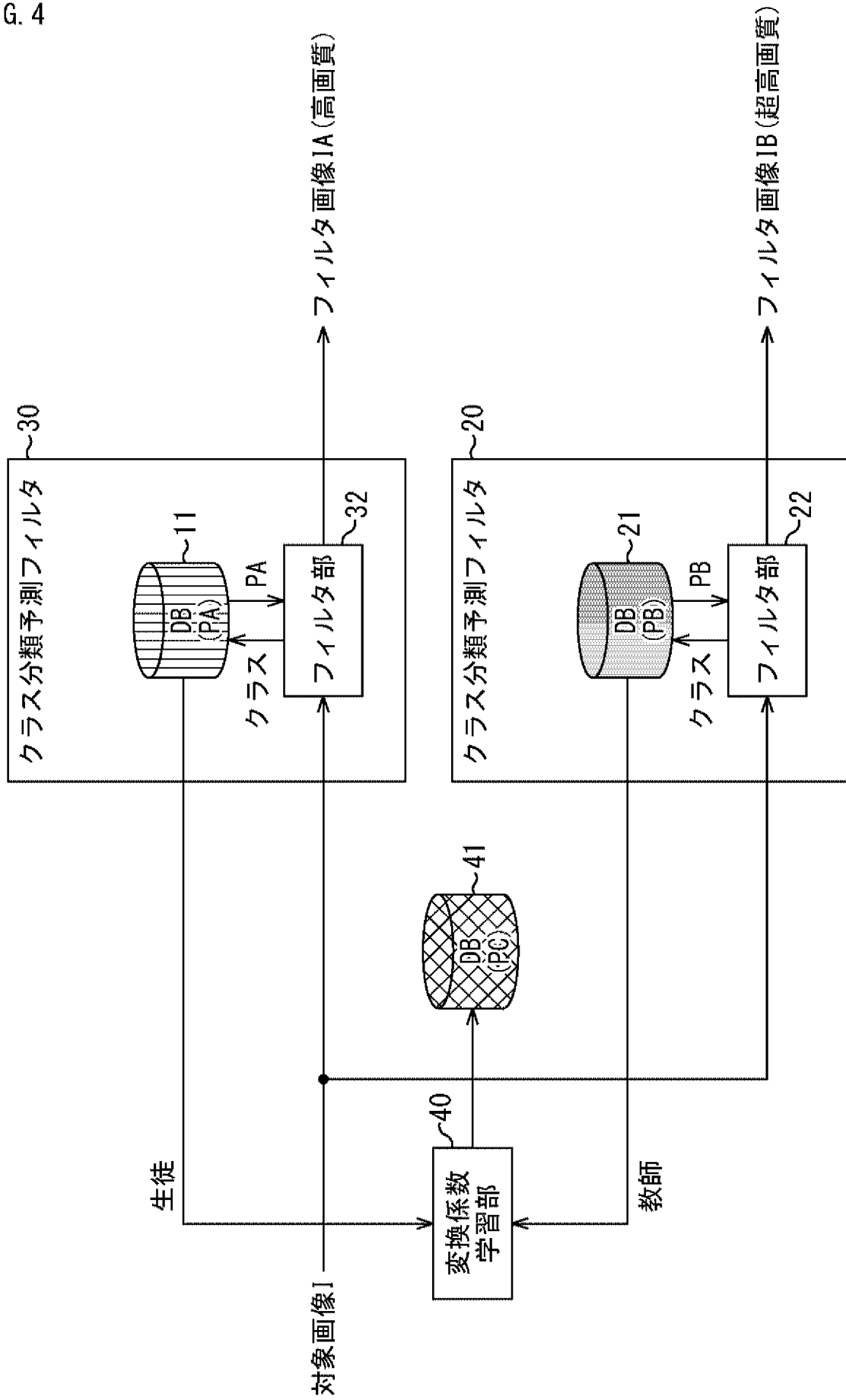
[図1]
FIG. 1

[図2]
FIG. 2

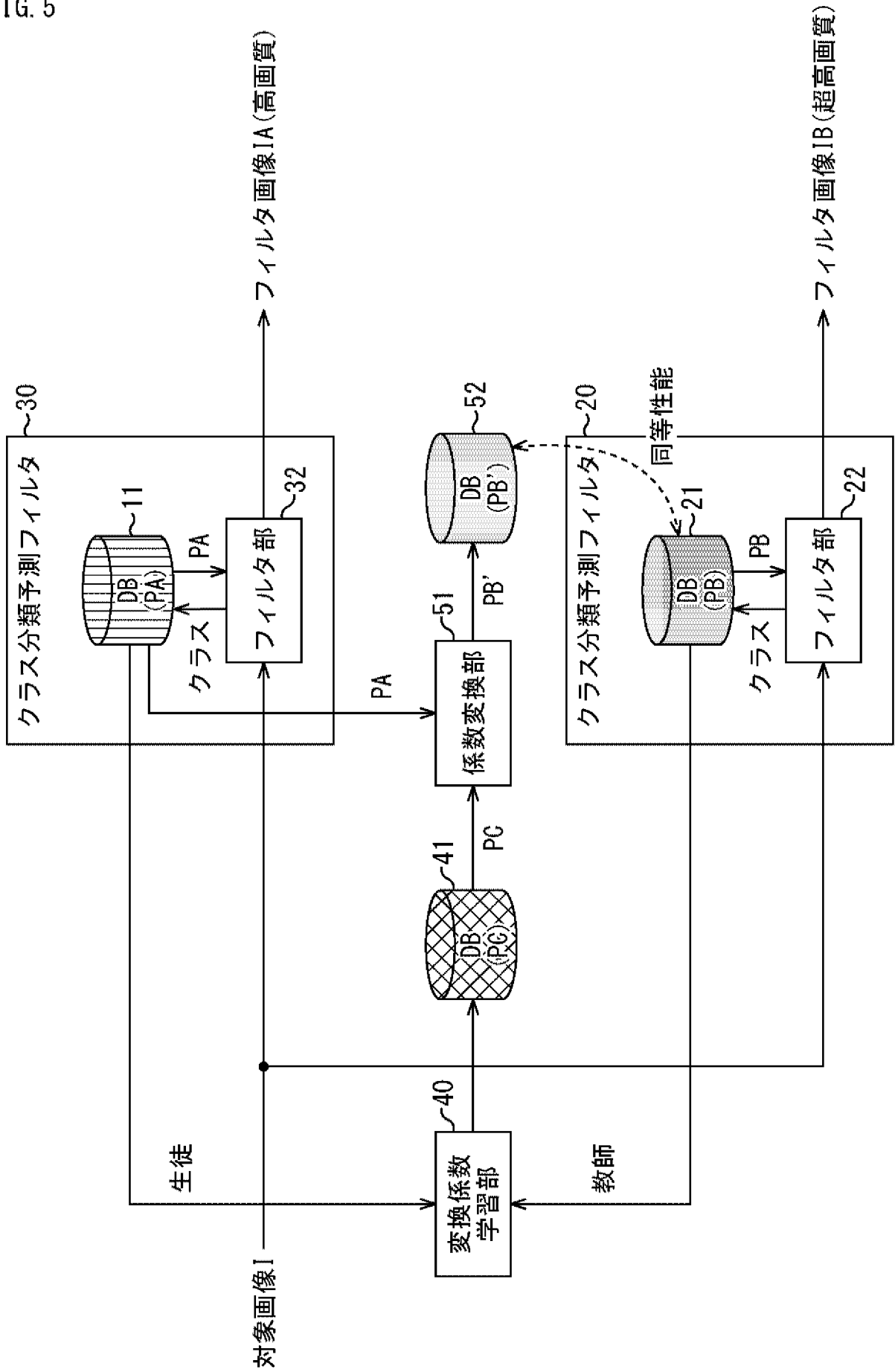


[図3]
FIG. 3

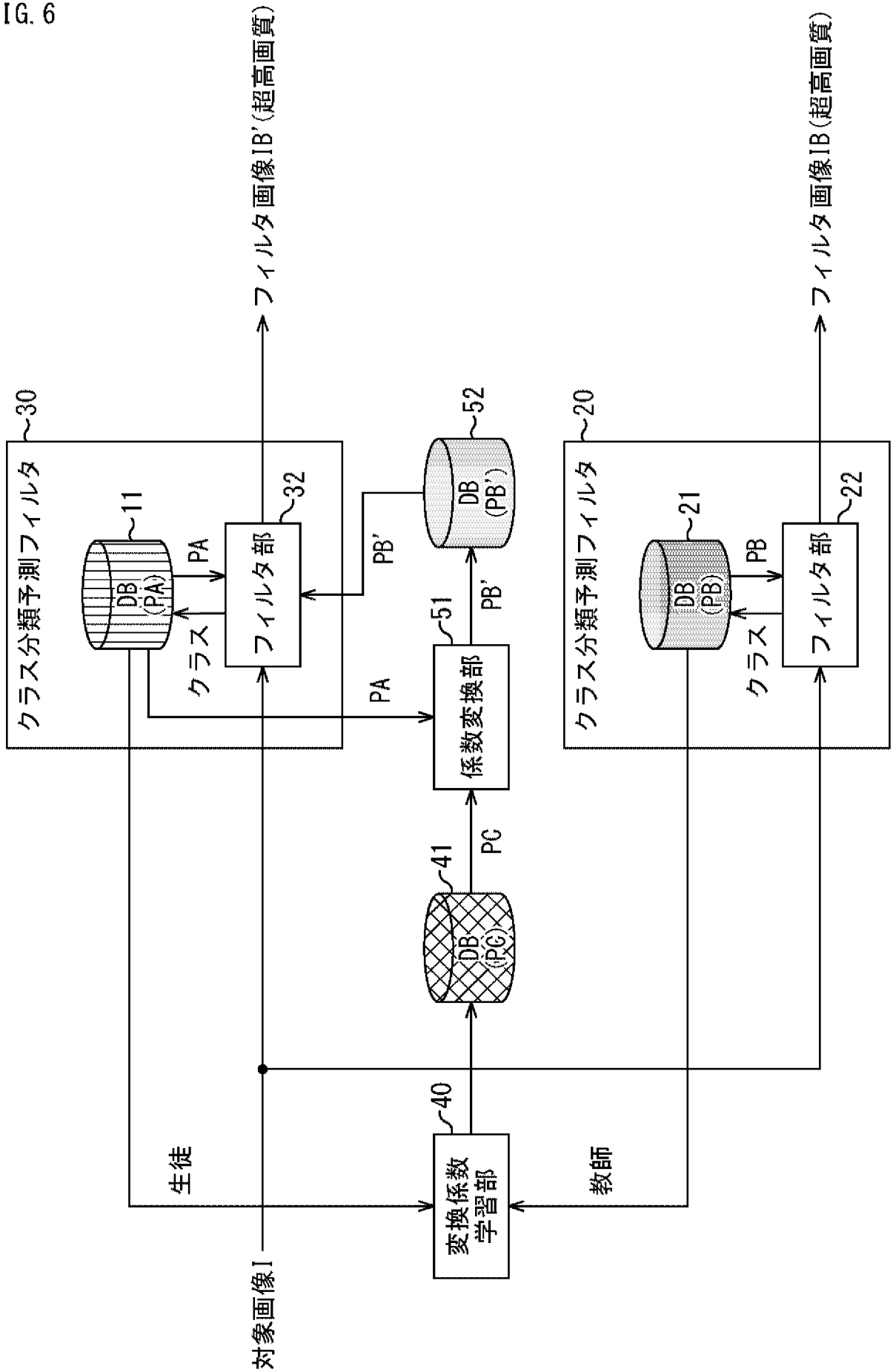
[図4]
FIG. 4



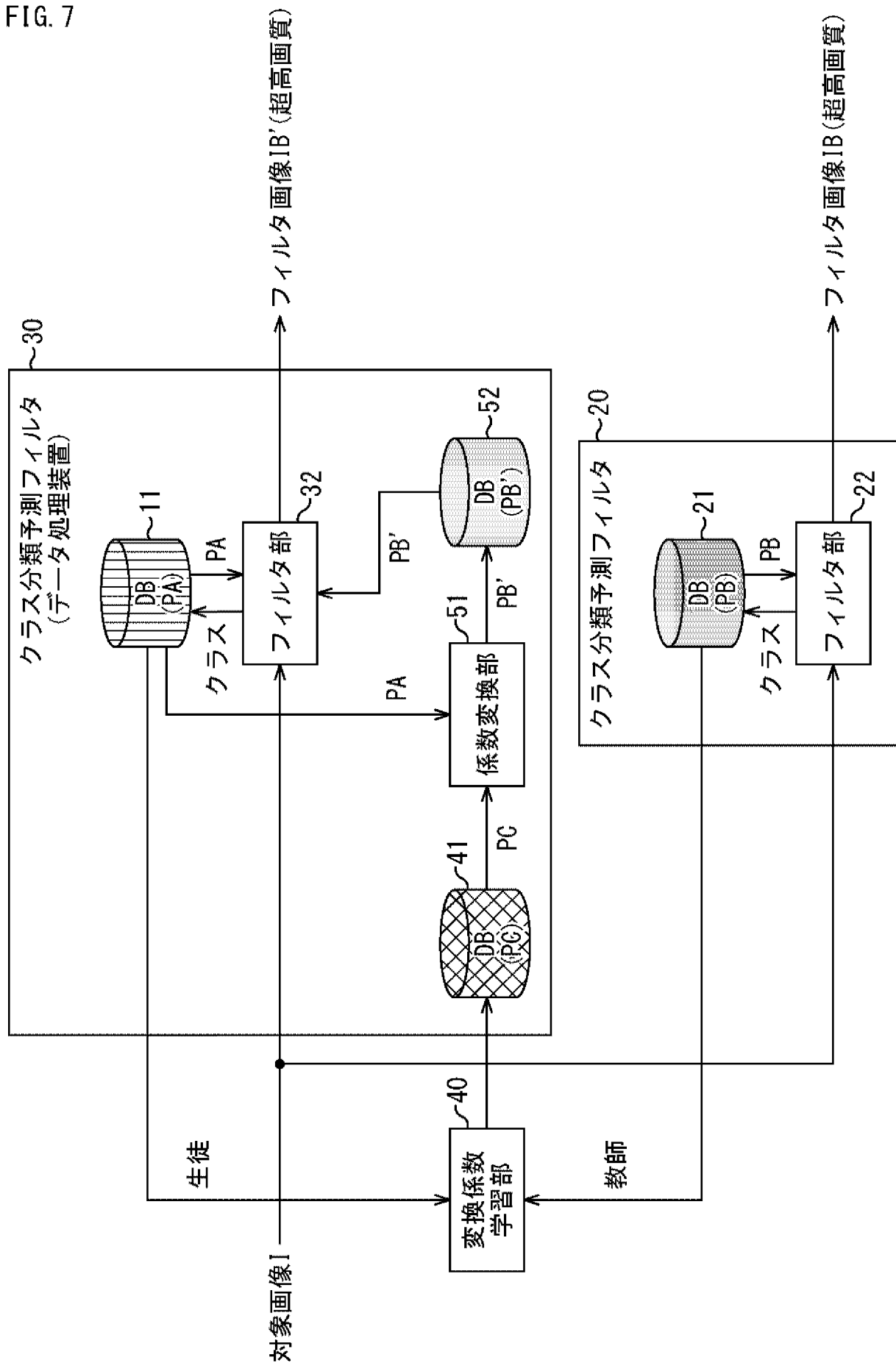
[図5]
FIG. 5



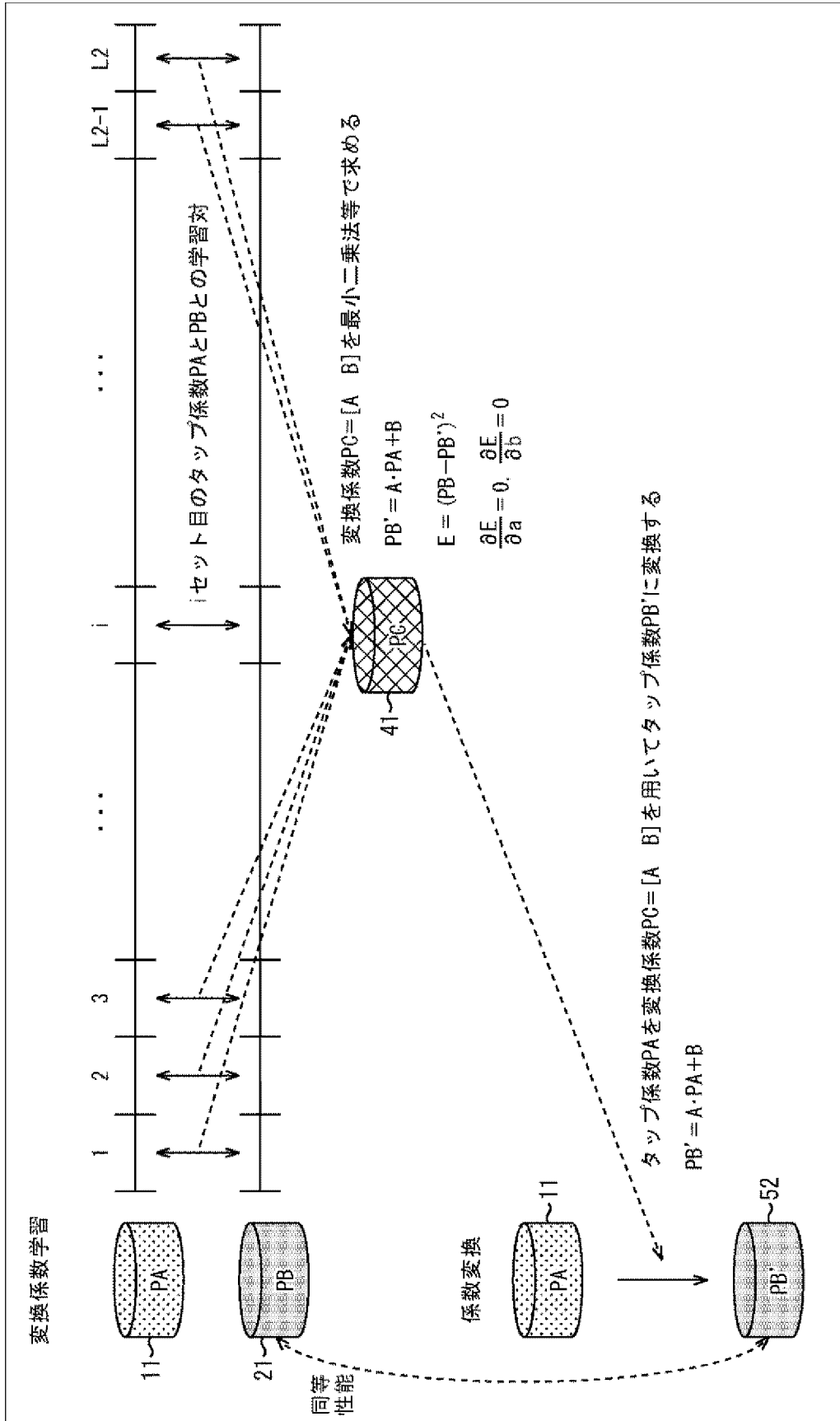
[図6]
FIG. 6



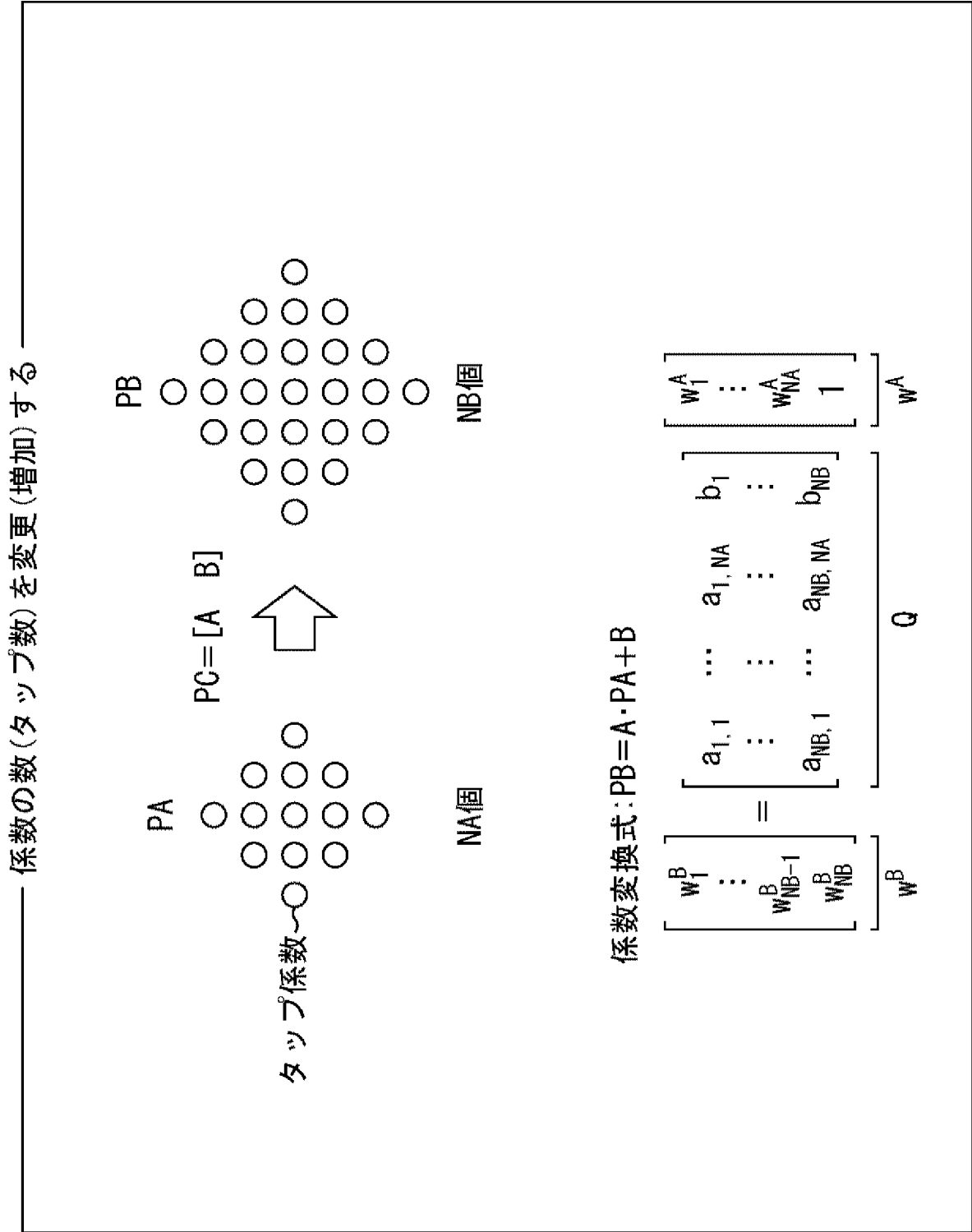
[図7]
FIG. 7



[図8]
FIG. 8

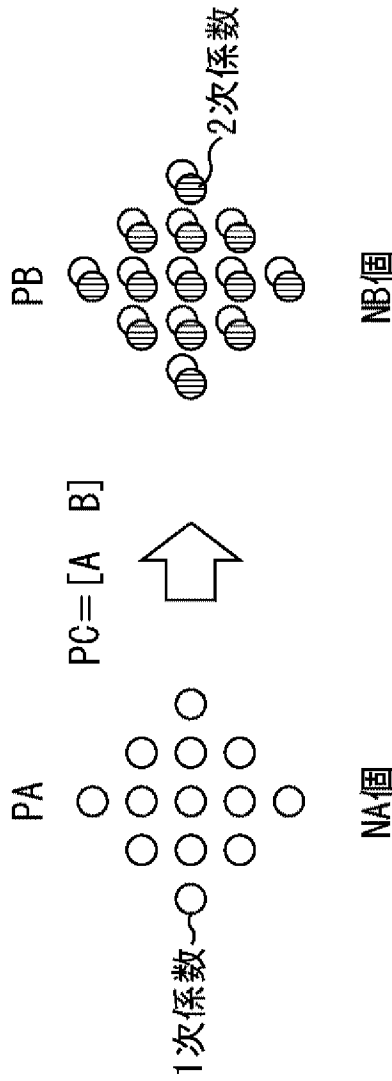


[図9]
FIG. 9



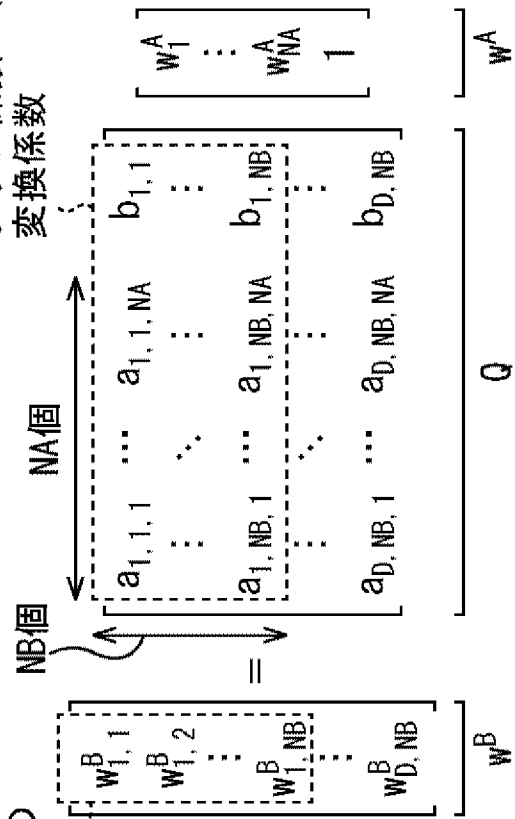
[図10]
FIG. 10

予測式を変更する



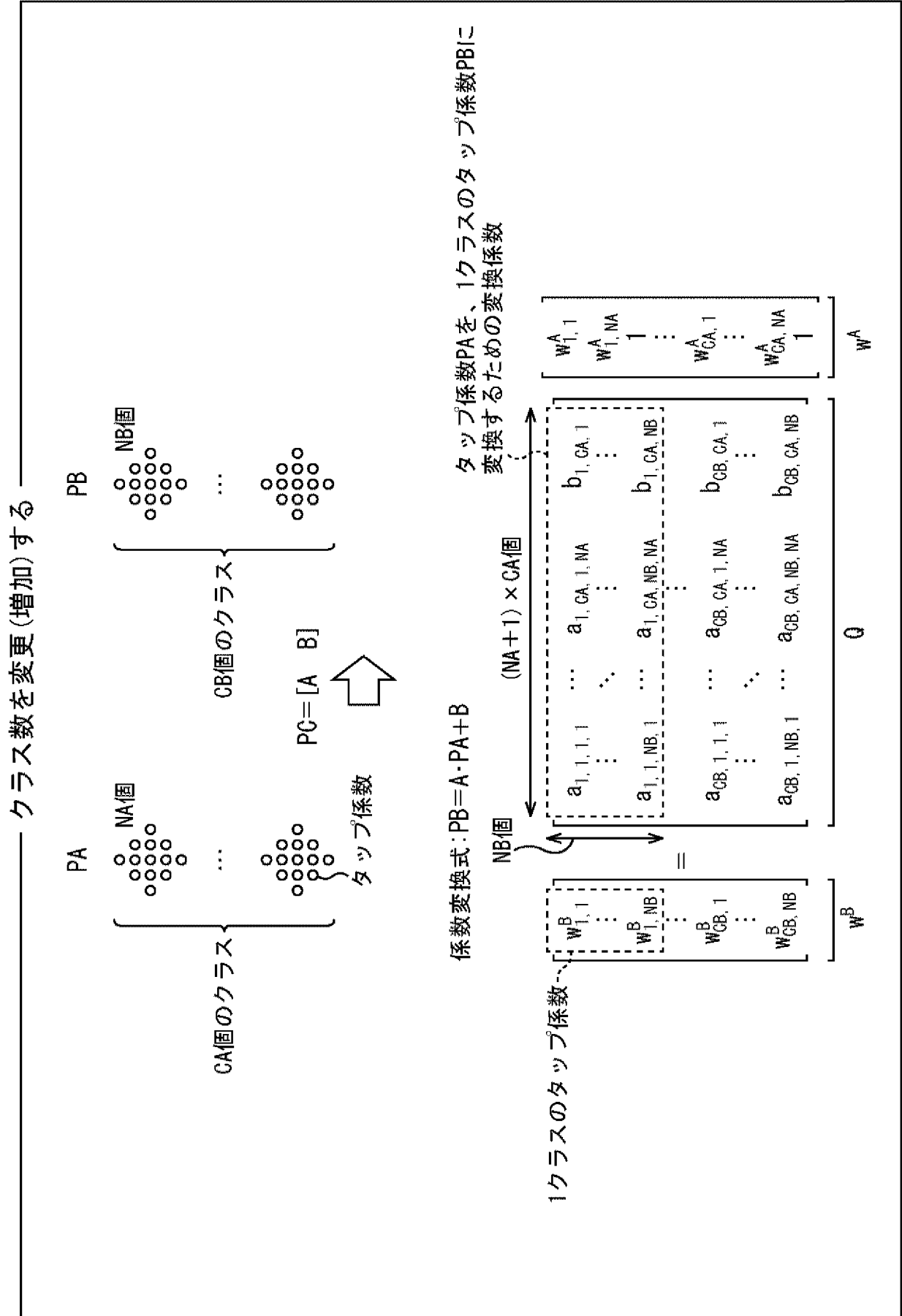
係数変換式: $PB = A \cdot PA + B$

1つの次数の項 (d次項) の
タップ係数 (d次係数)

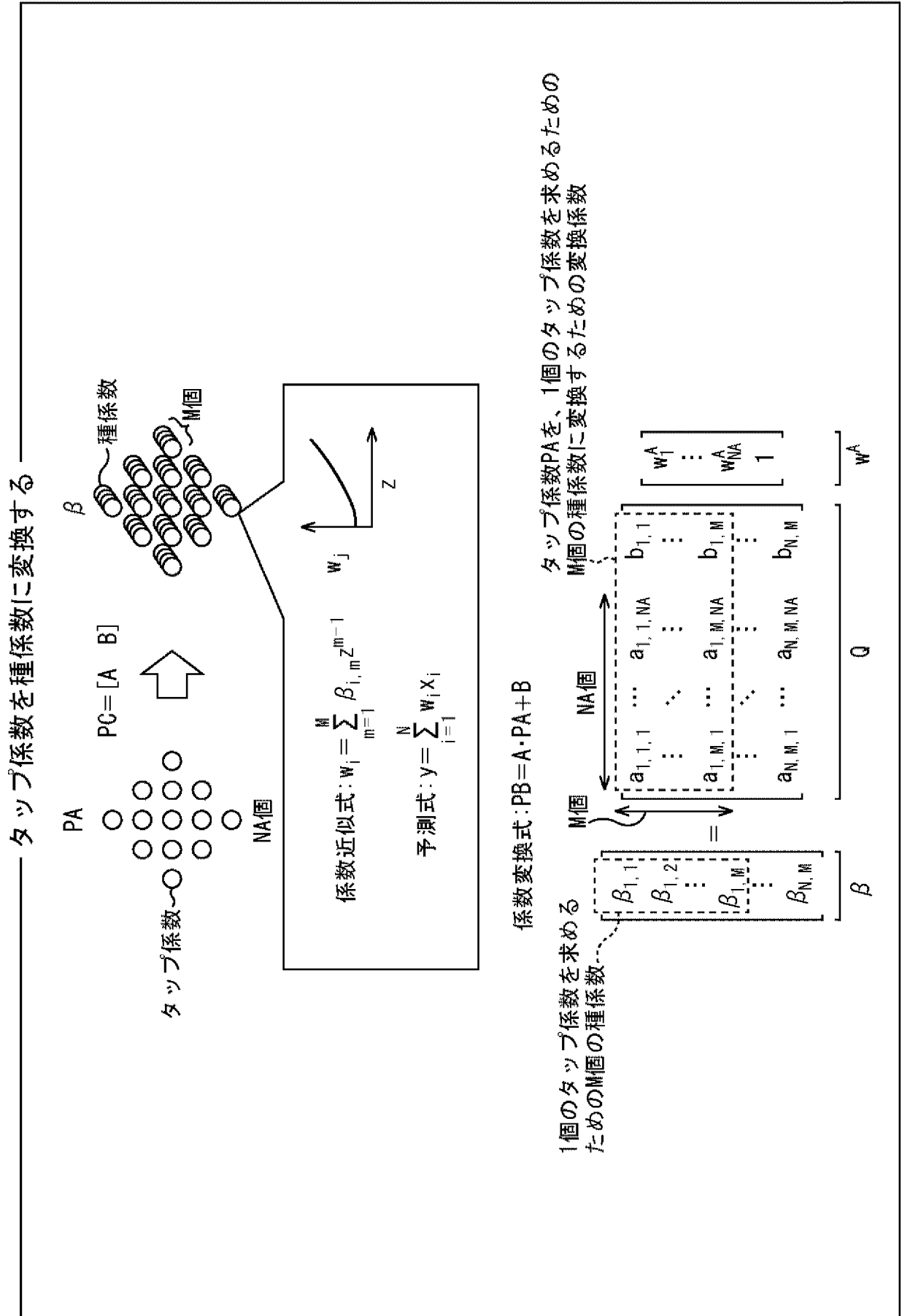


タップ係数PAを、1つの次数の項 (d次項) の
タップ係数PB (d次係数) に変換するための
変換係数

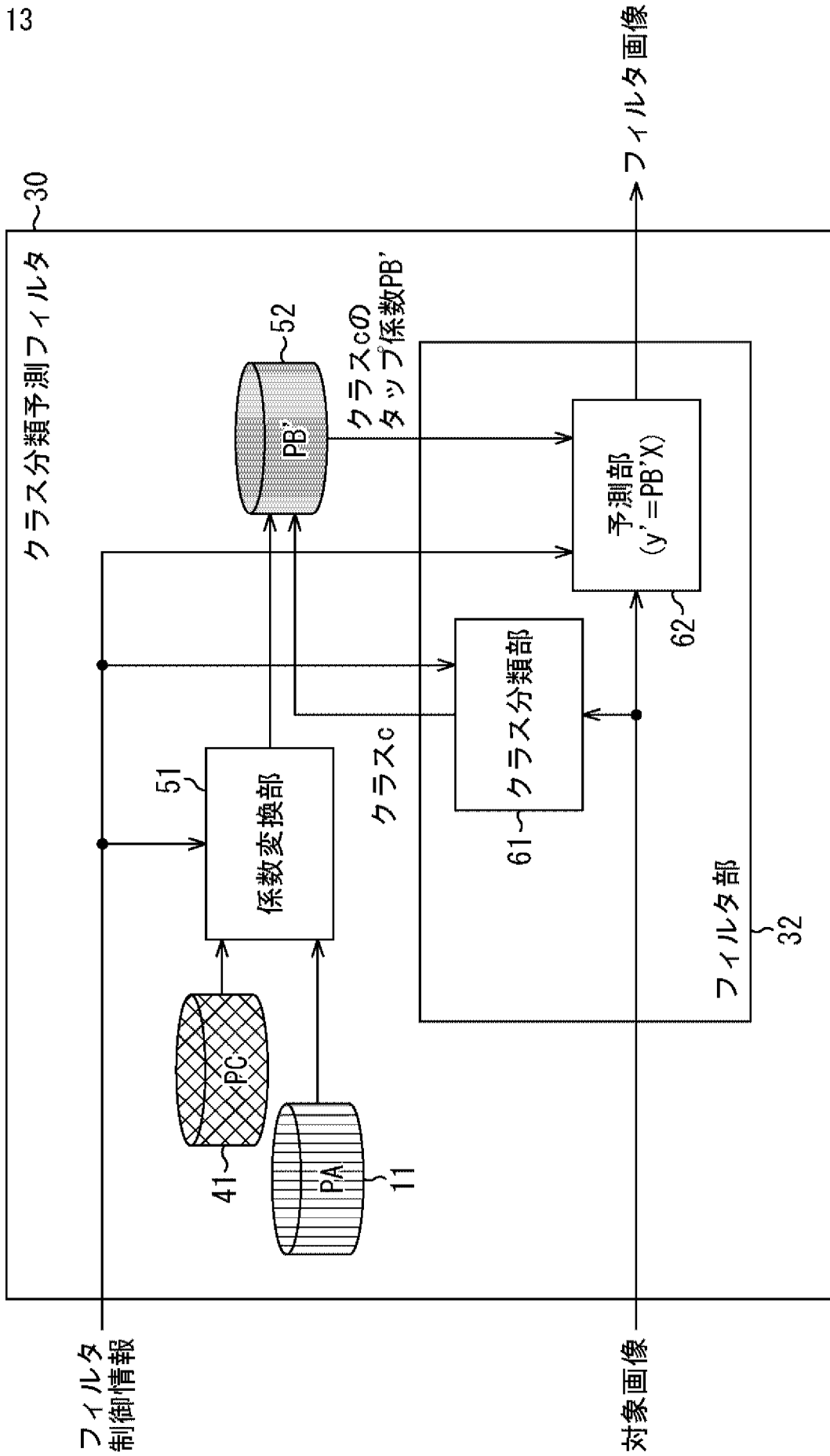
[図11]
FIG. 11



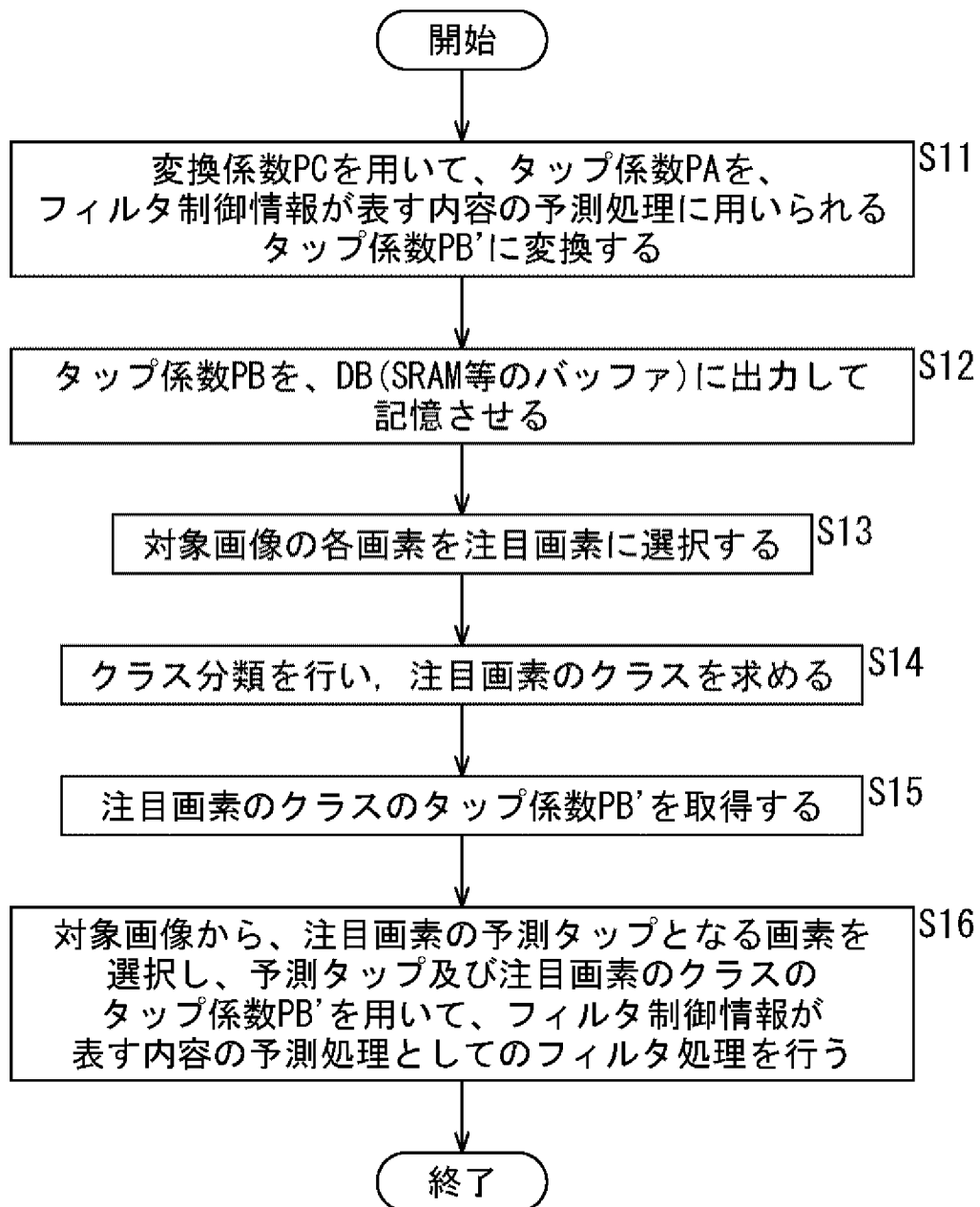
[図12]
FIG. 12



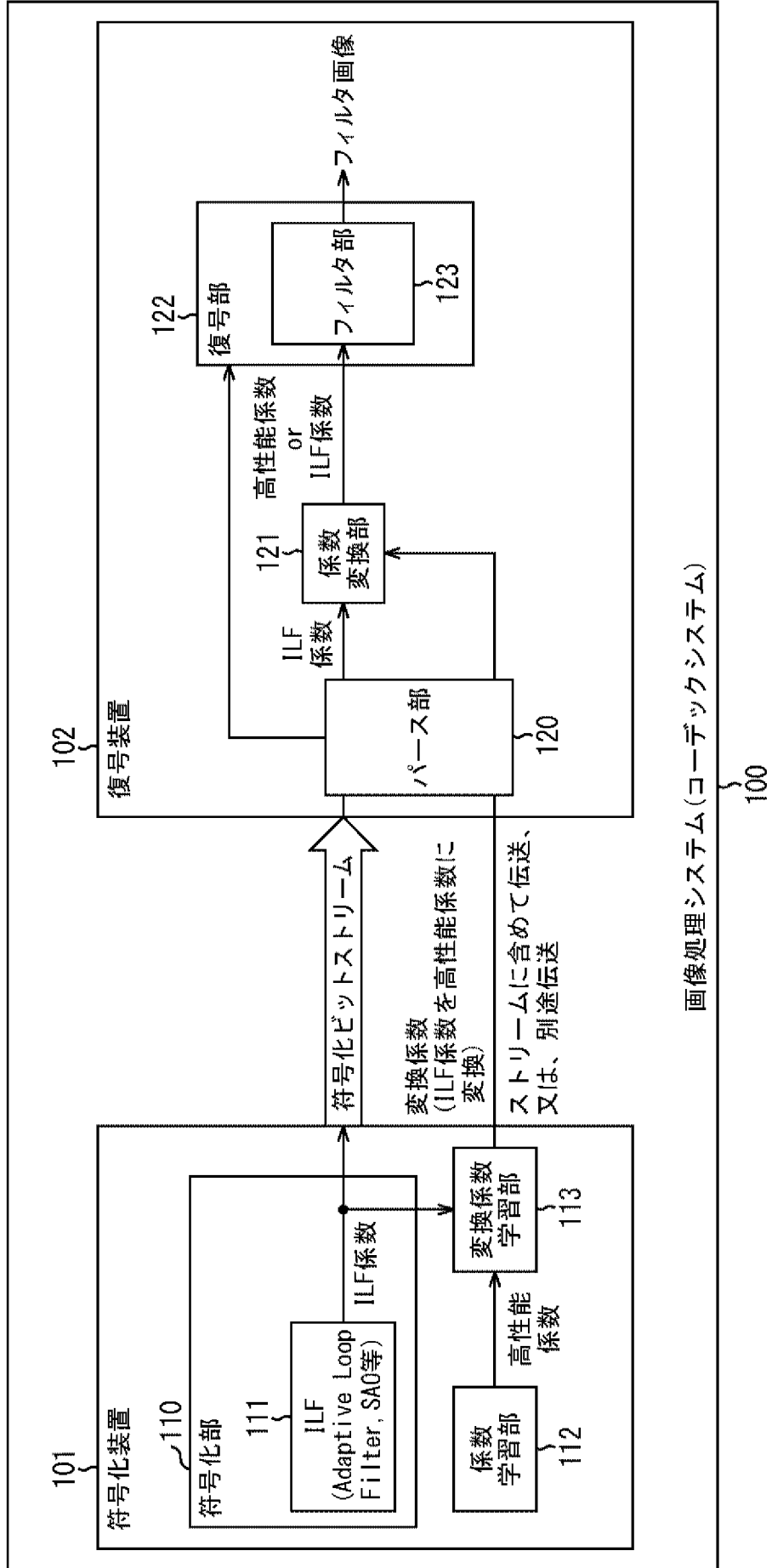
[図13]
FIG. 13



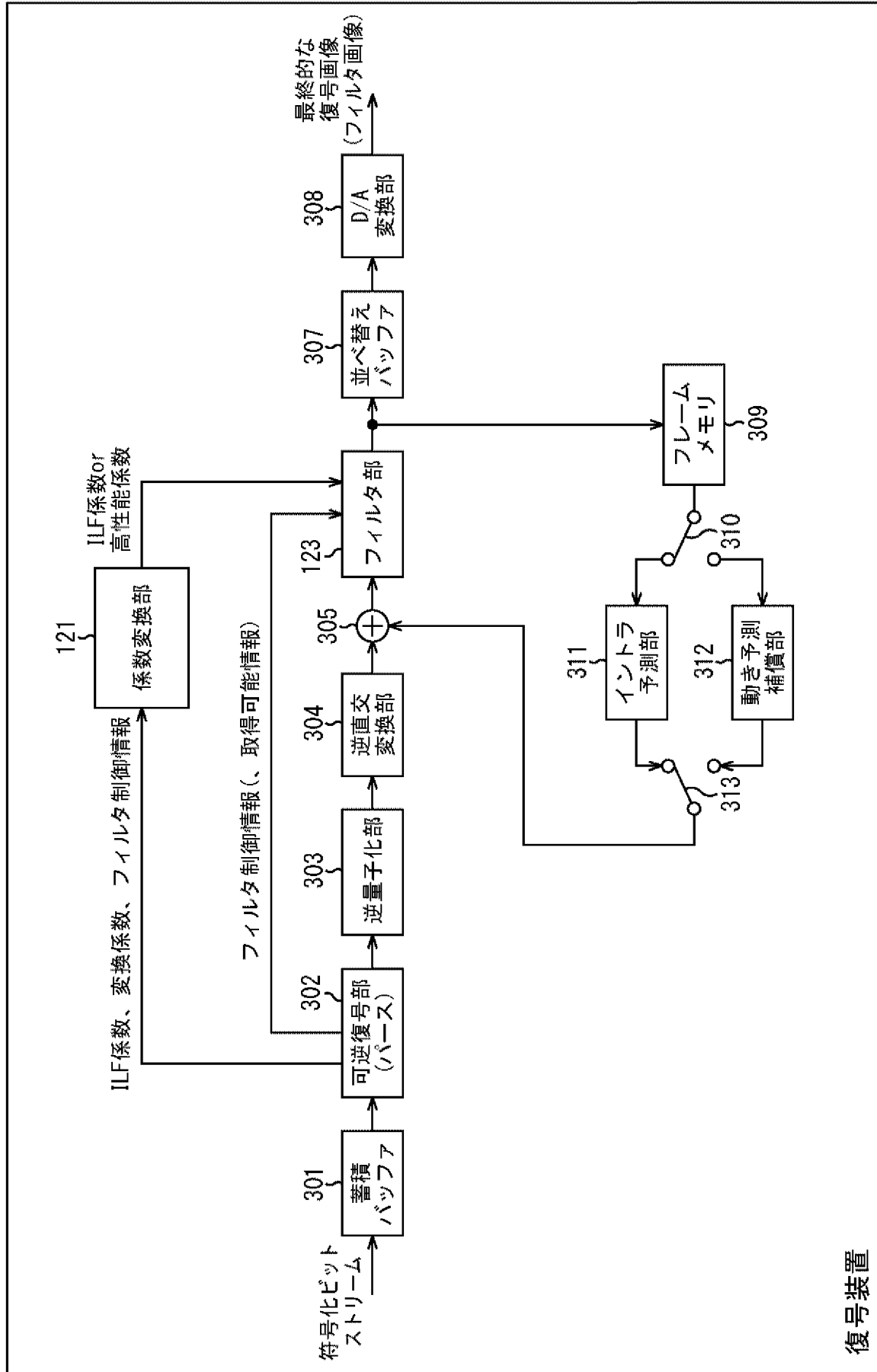
[図14]
FIG. 14



[図15]
FIG. 15

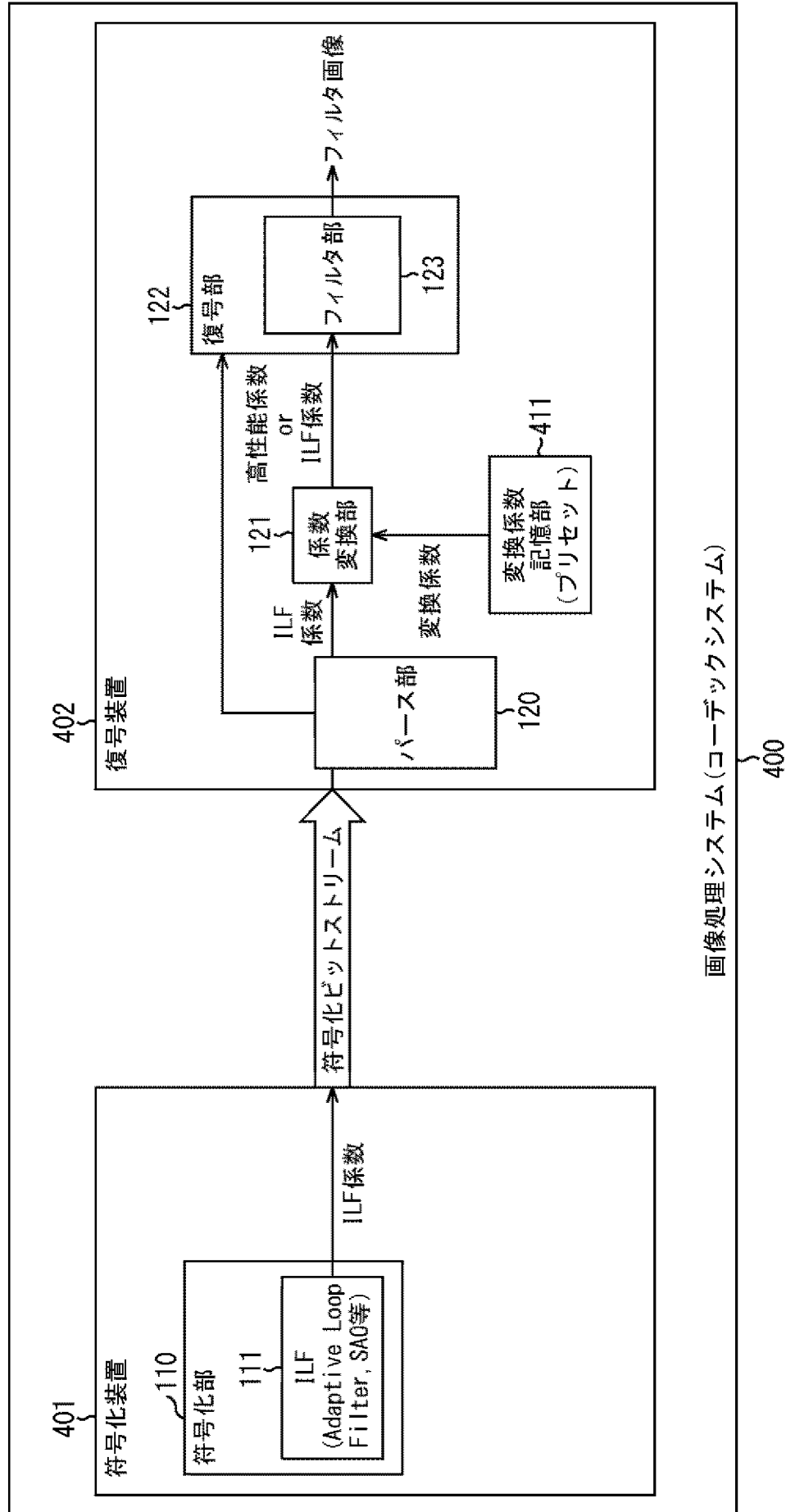


[図17]
FIG. 17

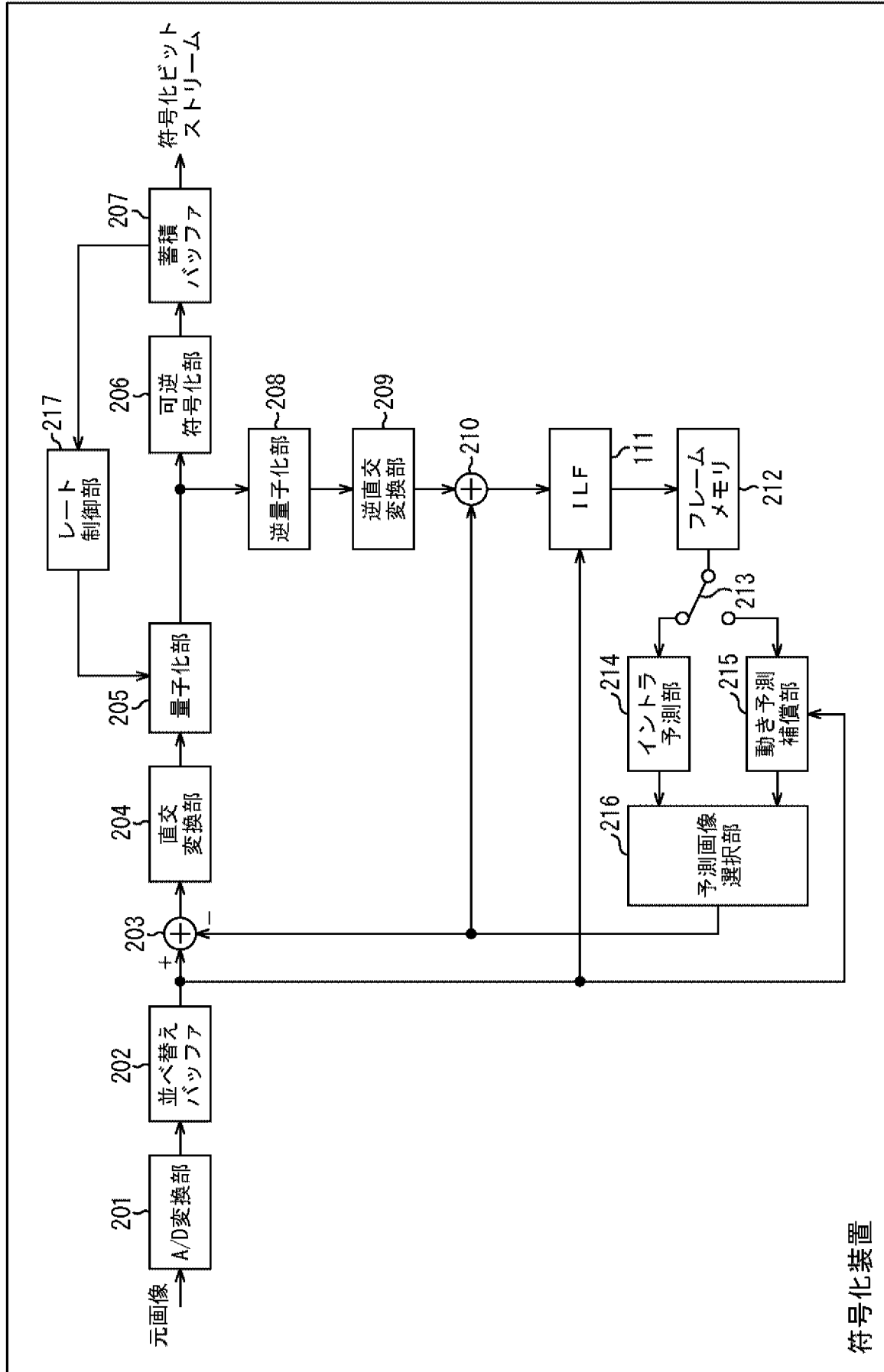


復号装置
102

[図18]
FIG. 18

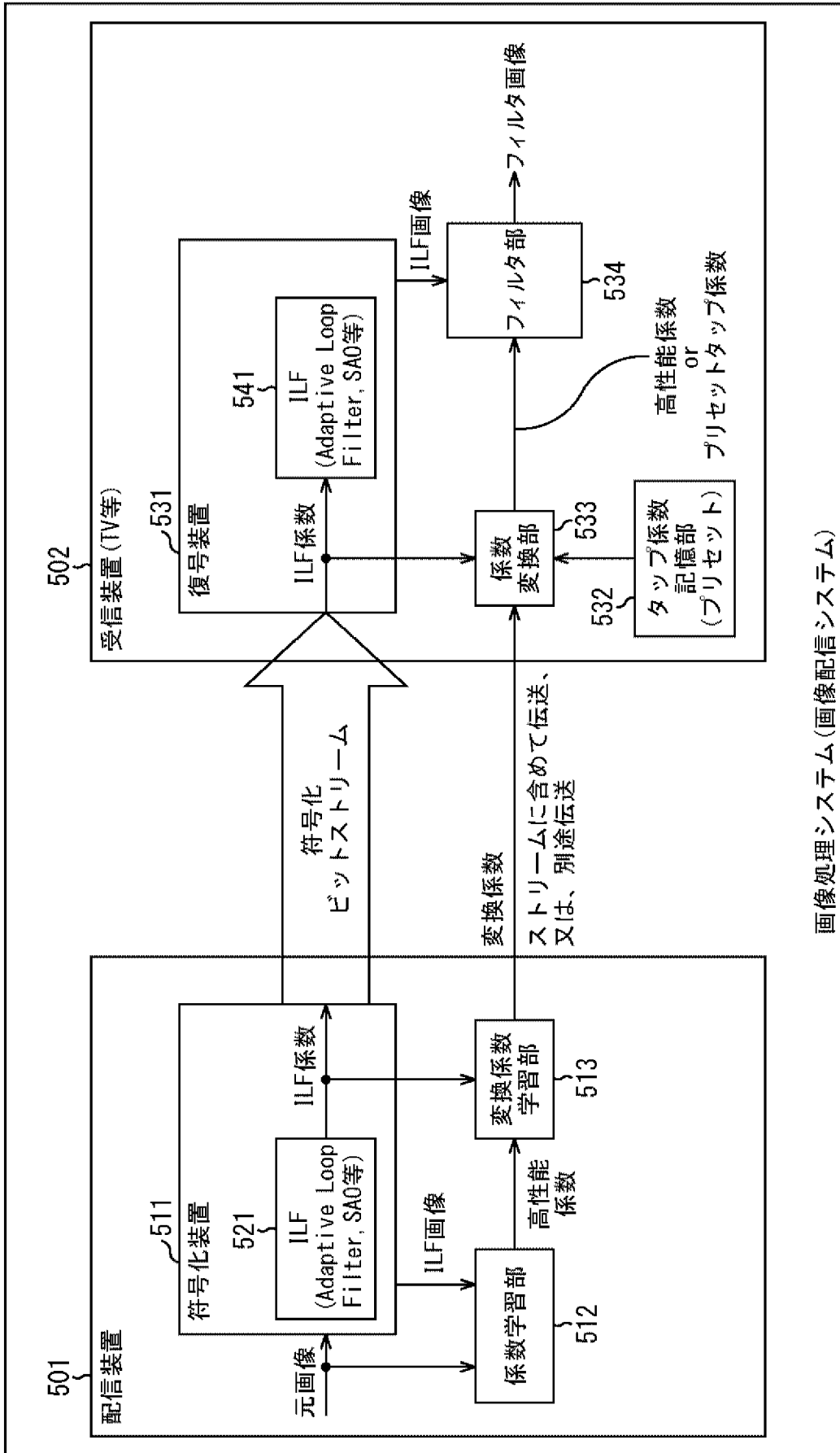


[図19]
FIG. 19



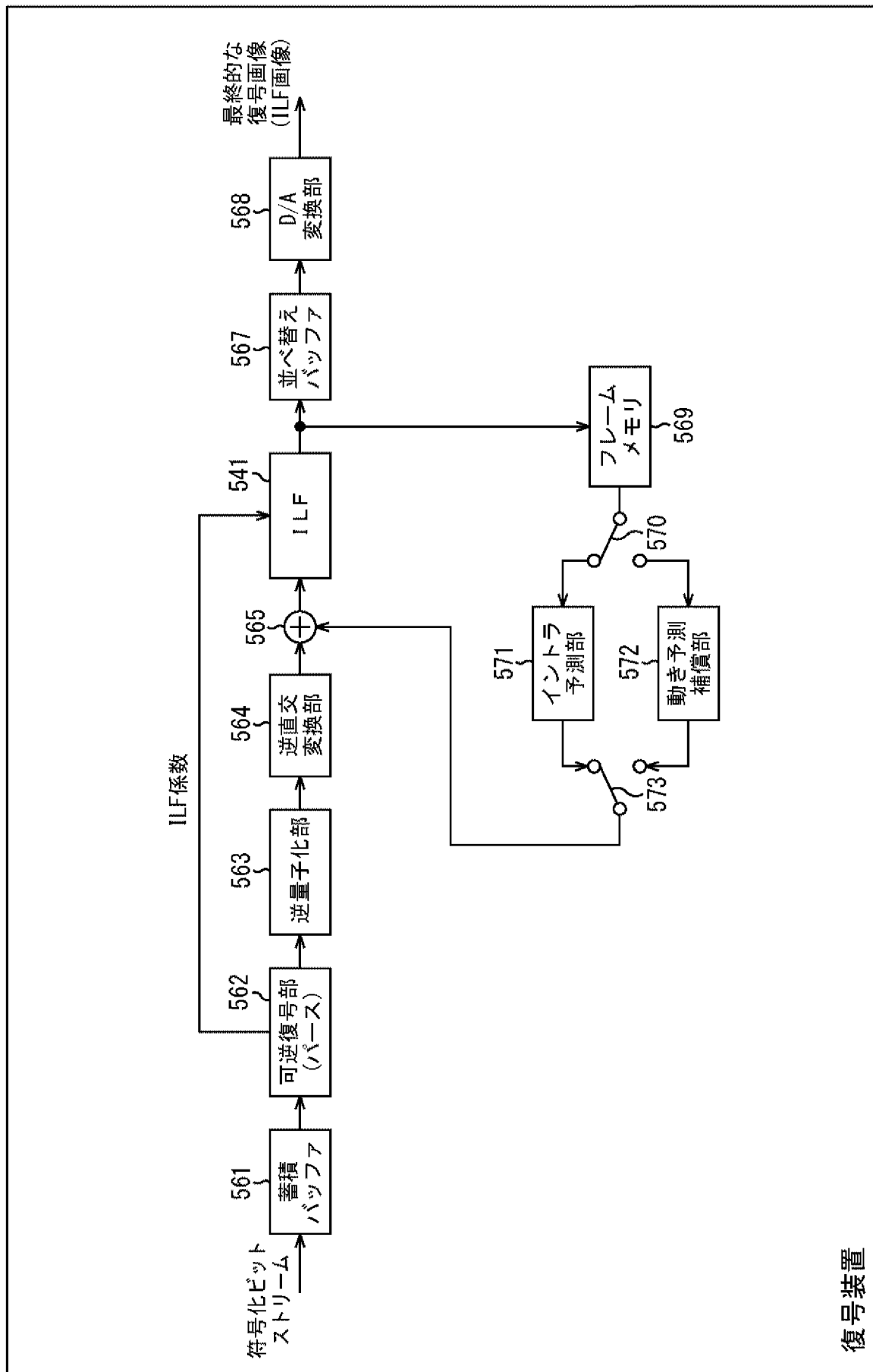
符号化装置
401

[図21]
FIG. 21



500

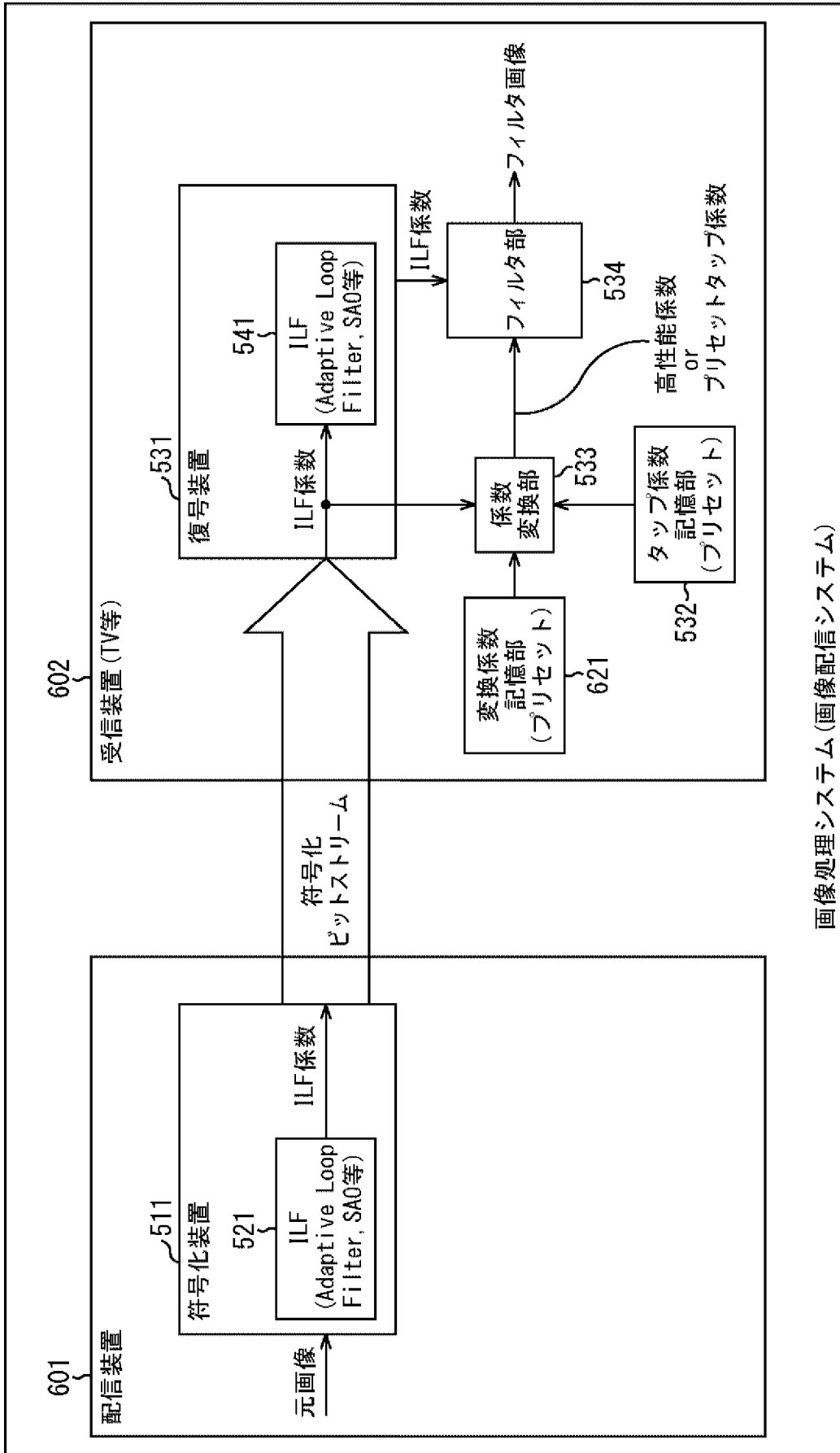
[図22]
FIG. 22



復号装置

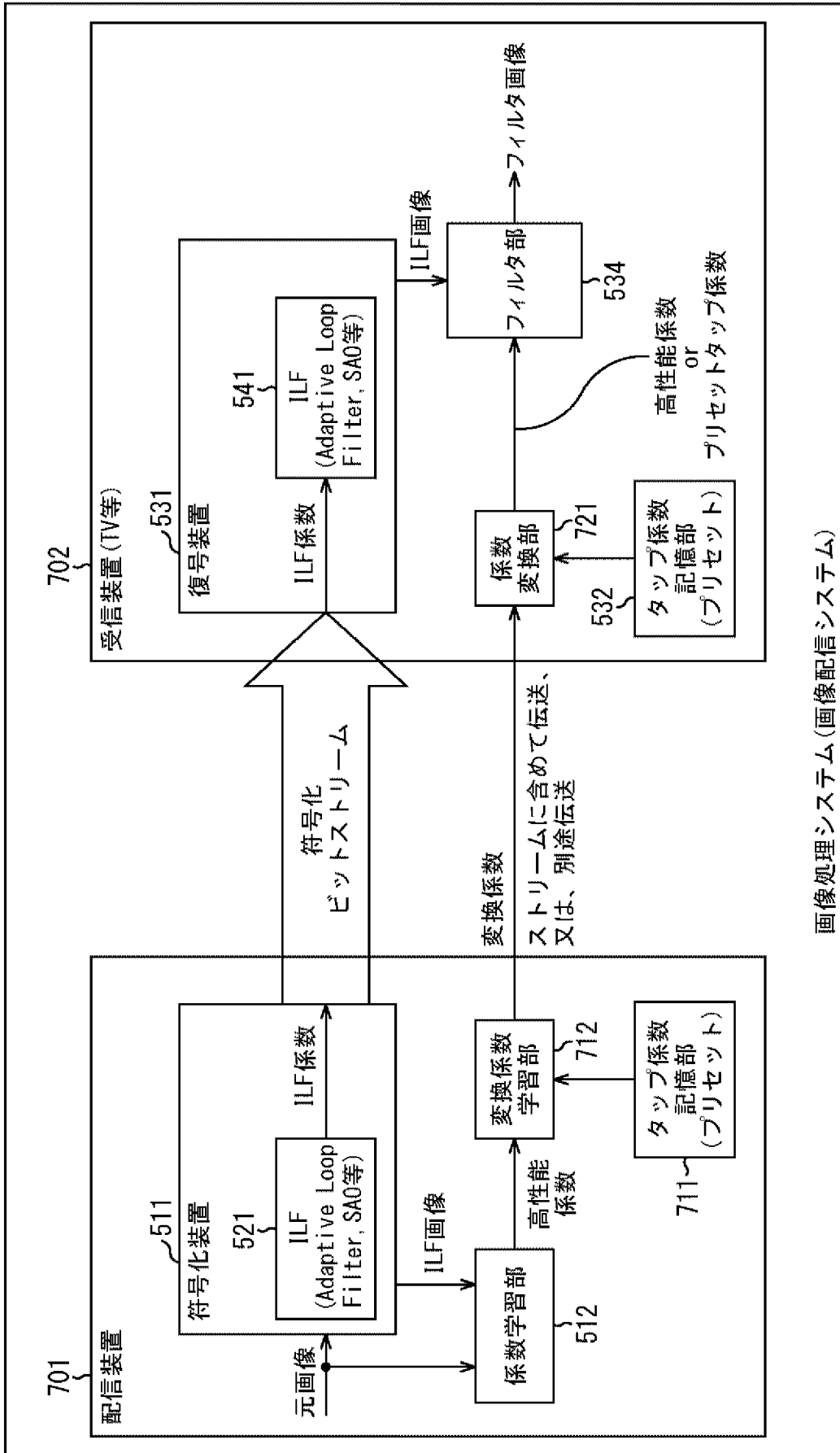
531

[図23]
FIG. 23



600

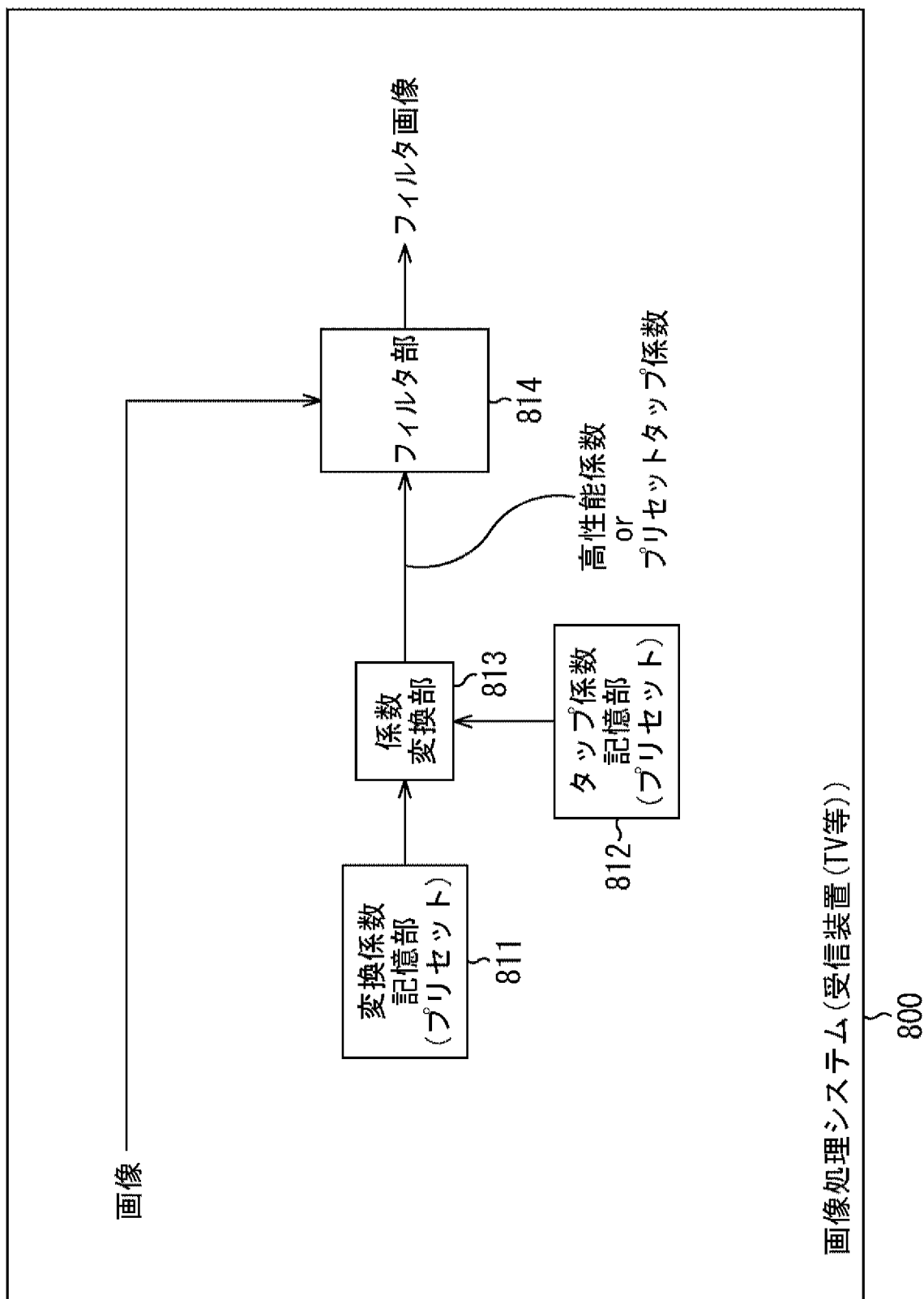
[図24]
FIG. 24



画像処理システム(画像配信システム)

700

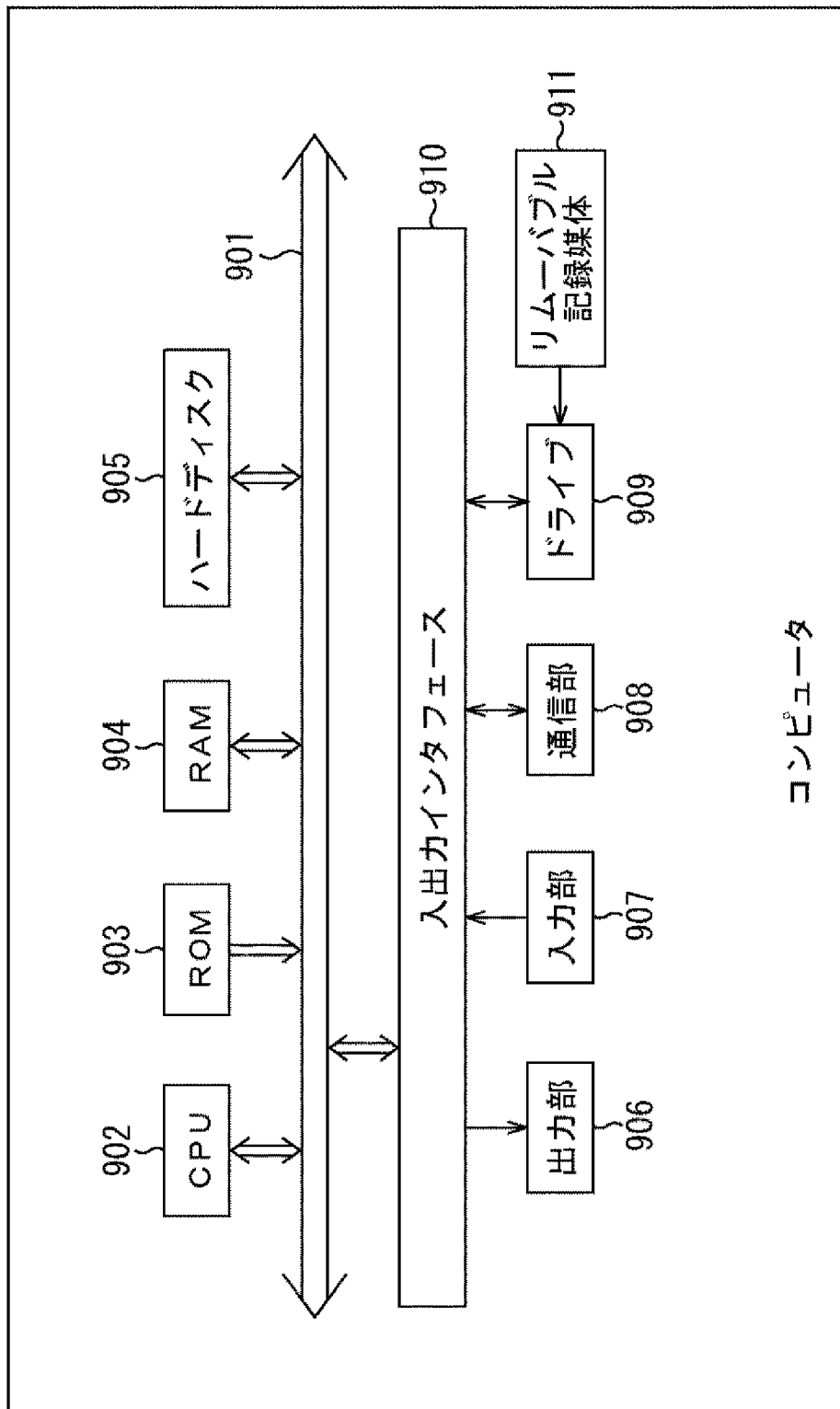
[図25]
FIG. 25



[図26]
FIG. 26

フィルタ制御情報	伝送・使用する単位						
	コンテンツごと	シーケンスごと	フレームごと	ブロックごと	CUごと	セグメンテーション領域ごと	クラスごと
予測関連情報 (<ul style="list-style-type: none"> ・予測式(高次項を構成する予測タックとなる画素の情報や、DC項の求め方を含む) ・予測タックの数(係数の数) ・予測タックのタック構造(空間対称性のあるタックはひとまとめにして扱う等の情報を含む) ・係数近似式のパラメータを表す情報(パラメータが、DRのような画像特徴量である、QPのような符号化情報である等の情報))	○	○	○	○	○	○	○
クラス分類関連情報 (<ul style="list-style-type: none"> ・クラス分類方法 ・クラス数 ・クラスタックの数 ・クラスタックのタック構造)	○	○	○				

[図27]
FIG. 27



コンピュータ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04N19/82 (2014.01) i, H04N19/42 (2014.01) i, H04N19/463 (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. H04N19/00-19/98

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
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	WO 2011/105230 A1 (SHARP CORPORATION) 01 September 2011, paragraphs [0060]-[0137] (Family: none)	1, 3-5, 7-8, 10, 13-14 9, 11-12
X Y	WO 2017/191750 A1 (SONY CORPORATION) 09 November 2017, paragraphs [0068]-[0232] & US 2019/104308 A1, paragraphs [0132]-[0308] & EP 3471414 A1	15-17 9, 11-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 23.05.2019	Date of mailing of the international search report 04.06.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013533

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-159164 A (SONY CORPORATION) 21 June 2007, entire text (Family: none)	1-17
A	WO 2011/105231 A1 (SHARP CORPORATION) 01 September 2011, entire text (Family: none)	1-17
A	WO 2010/076856 A1 (TOSHIBA CORPORATION) 08 July 2010, entire text & US 2011/0228844 A1, entire text & CN 102282850 A	1-17
A	JP 2011-523235 A (QUALCOMM INC.) 04 August 2011, entire text & US 2009/0175336 A1, entire text & WO 2009/089373 A2 & EP 2238763 A2 & KR 10-2010-0101693 A & CN 101919253 A	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04N19/82(2014.01)i, H04N19/42(2014.01)i, H04N19/463(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（IPC））
 Int.Cl. H04N19/00-19/98

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

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	WO 2011/105230 A1（シャープ株式会社） 2011.09.01, [0060]-[0137]	1, 3-5, 7-8, 10, 13-14
Y	（ファミリーなし）	9, 11-12
X	WO 2017/191750 A1（ソニー株式会社）	15-17
Y	2017.11.09, [0068]-[0232] & US 2019/104308 A1 [0132]-[0308] & EP 3471414 A1	9, 11-12

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 23.05.2019

国際調査報告の発送日
 04.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 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）	5C	1213
鉢呂 健		
電話番号 03-3581-1101 内線 3541		

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
A	JP 2007-159164 A (ソニー株式会社) 2007.06.21, 全文 (ファミリーなし)	1-17
A	WO 2011/105231 A1 (シャープ株式会社) 2011.09.01, 全文 (ファミリーなし)	1-17
A	WO 2010/076856 A1 (株式会社東芝) 2010.07.08, 全文 & US 2011/0228844 A1 全文 & CN 102282850 A	1-17
A	JP 2011-523235 A (クゥアルコム・インコーポレイテッド) 2011.08.04, 全文 & US 2009/0175336 A1 全文 & WO 2009/089373 A2 & EP 2238763 A2 & KR 10-2010-0101693 A & CN 101919253 A	1-17