

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4000589号

(P4000589)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.		F I	
H03M	7/30	(2006.01)	H03M 7/30 B
G10L	19/00	(2006.01)	G10L 19/00
H04N	7/30	(2006.01)	H04N 7/133 Z

請求項の数 19 (全 69 頁)

(21) 出願番号	特願2002-61400 (P2002-61400)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成14年3月7日(2002.3.7)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2003-264466 (P2003-264466A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成15年9月19日(2003.9.19)	(74) 代理人	100082131
審査請求日	平成17年2月10日(2005.2.10)		弁理士 稲本 義雄
		(72) 発明者	近藤 哲二郎
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	渡辺 勉
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	木村 裕人
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 復号装置および復号方法、並びにプログラムおよび記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データを符号化した符号化データであって、少なくとも、前記データの特性を表す特性データを含む符号化データを復号する復号装置において、

前記特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定手段と、

前記ミスマッチ情報に基づいて、前記符号化データを復号する復号手段と

を備え、

前記復号手段は、

前記符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出するクラスタップ抽出手段と、

前記クラスタップに基づいて、前記注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類手段と、

前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得手段と、

前記注目復号データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出する予測タップ抽出手段と、

10

20

前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目復号データを求める予測演算手段と

を有する

ことを特徴とする復号装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、前記符号化データを復号した復号結果、または前記符号化データを復号する過程で得られる情報に基づいて、前記特性データの正しさを判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の復号装置。

【請求項 3】

前記符号化データから前記特性データを抽出する特性データ抽出手段と、

前記符号化データから、その符号化データに対応する元のデータの実際の特性である実特性を抽出する実特性抽出手段と

をさらに備え、

前記判定手段は、前記特性データと実特性とを比較することにより、その特性データの正しさを判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の復号装置。

【請求項 4】

前記符号化データは、音声データを、C E L P (CodeExcitedLinerPredictioncoding)方式によって符号化することにより得られたものである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の復号装置。

【請求項 5】

前記符号化データから、ラグを表す L コードを、前記特性データとして抽出する特性データ抽出手段と、

前記符号化データを復号し、その結果得られる復号音声データのピッチ周期を、元の音声データの実際の特性である実特性として求める実特性抽出手段と

をさらに備え、

前記判定手段は、前記 L コードが表す時間と、前記実特性としてのピッチ周期との差に基づいて、前記 L コードの正しさを判定する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の復号装置。

【請求項 6】

前記復号手段は、前記符号化データを、C E L P 方式にしたがって復号し、C E L P 復号データを出力し、

前記クラスタップ抽出手段は、前記 C E L P 復号データを高品質化した高品質化データのうちの、注目している注目高品質化データについて、その注目高品質化データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記 C E L P 復号データから抽出し、

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記 C E L P 復号データから抽出し、

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化データを求める

ことを特徴とする請求項 4 に記載の復号装置。

【請求項 7】

前記復号手段は、前記符号化データを復号し、音声合成フィルタを駆動する残差信号を出力し、

前記クラスタップ抽出手段は、高品質の音声合成フィルタ出力を得るための残差信号で

10

20

30

40

50

ある高品質化残差信号のうちの、注目している注目高品質化残差信号について、その注目高品質化残差信号を、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記残差信号から抽出し、

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化残差信号をクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化残差信号について、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記残差信号から抽出し、

10

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化残差信号を求める

ことを特徴とする請求項 4 に記載の復号装置。

【請求項 8】

前記復号手段は、前記符号化データを復号し、音声合成フィルタのフィルタ係数となる線形予測係数を出力し、

前記クラスタップ抽出手段は、高品質の音声合成フィルタ出力を得るための線形予測係数である高品質化線形予測係数のうちの、注目している注目高品質化線形予測係数について、その注目高品質化線形予測係数を、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記線形予測係数から抽出し、

20

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化線形予測係数をクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化線形予測係数について、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記線形予測係数から抽出し、

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化線形予測係数を求める

30

ことを特徴とする請求項 4 に記載の復号装置。

【請求項 9】

前記符号化データは、画像データを、M P E G (Moving Picture Experts Group)方式によって符号化することにより得られたものである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の復号装置。

【請求項 10】

前記符号化データから、ブロックのD C T (Discrete Cosine Transform)タイプを、前記特性データとして抽出する特性データ抽出手段と、

前記符号化データを復号した復号画像データのライン間の相関であるライン相関を、元の画像データの実際の特性である実特性として求める実特性抽出手段と

40

をさらに備え、

前記判定手段は、前記ライン相関に基づいて、前記D C Tタイプの正しさを判定することを特徴とする請求項 9 に記載の復号装置。

【請求項 11】

前記実特性抽出手段は、

前記符号化データをM P E G復号し、前記復号画像データを出力するM P E G復号手段と、

前記復号画像データに基づいて、前記ライン相関を求めるライン相関演算手段とを有する

ことを特徴とする請求項 10 に記載の復号装置。

50

【請求項 1 2】

前記実特性抽出手段は、

前記符号化データから、2次元DCT係数を抽出する2次元DCT係数抽出手段と、
前記2次元DCT係数に基づいて、前記ライン相関を求めるライン相関演算段と
を有する

ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の復号装置。

【請求項 1 3】

前記実特性抽出手段は、

前記符号化データから、2次元DCT係数を抽出する2次元DCT係数抽出手段と、
前記2次元DCT係数から、1次元DCT係数を求める1次元DCT係数算出手段と

10

、
前記1次元DCT係数に基づいて、前記ライン相関を求めるライン相関演算手段と
を有する

ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の復号装置。

【請求項 1 4】

前記復号手段は、前記符号化データを、MPEG方式にしたがって復号し、MPEG復号データを出力し、

前記クラスタップ抽出手段は、前記MPEG復号データを高品質化した高品質化データのうちの、注目している注目高品質化データについて、その注目高品質化データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記MPEG復号データから抽出し、

20

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記MPEG復号データから抽出し、

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化データを求める

30

ことを特徴とする請求項 9 に記載の復号装置。

【請求項 1 5】

前記復号手段は、前記符号化データから、画像データを2次元DCT変換した2次元DCT係数を取得し、

前記クラスタップ抽出手段は、前記符号化データをMPEG復号したMPEG復号データを高品質化した高品質化データのうちの、注目している注目高品質化データについて、その注目高品質化データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記2次元DCT係数から抽出し、

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

40

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記2次元DCT係数から抽出し、

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化データを求める

ことを特徴とする請求項 9 に記載の復号装置。

【請求項 1 6】

50

前記復号手段は、前記符号化データから、画像データを２次元ＤＣＴ変換した２次元ＤＣＴ係数を取得し、

前記クラスタップ抽出手段は、高品質の復号画像を求めるための２次元ＤＣＴ係数である高品質化２次元ＤＣＴ係数のうちの、注目している注目高品質化２次元ＤＣＴ係数について、その注目高品質化２次元ＤＣＴ係数を、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記２次元ＤＣＴ係数から抽出し、

前記クラス分類手段は、前記クラスタップに基づいて、前記注目高品質化２次元ＤＣＴ係数をクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力し、

前記タップ係数取得手段は、前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得し、

前記予測タップ抽出手段は、前記注目高品質化２次元ＤＣＴ係数について、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記２次元ＤＣＴ係数から抽出し、

前記予測演算手段は、前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目高品質化２次元ＤＣＴ係数を求める

ことを特徴とする請求項 9 に記載の復号装置。

【請求項 17】

データを符号化した符号化データであって、少なくとも、前記データの特性を表す特性データを含む符号化データを復号する復号方法において、

前記特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定ステップと、

前記ミスマッチ情報に基づいて、前記符号化データを復号する復号ステップとを含み、

前記復号ステップは、

前記符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出するクラスタップ抽出ステップと、

前記クラスタップに基づいて、前記注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類ステップと、

前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得ステップと、

前記注目復号データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出する予測タップ抽出ステップと、

前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目復号データを求める予測演算ステップと

を有する

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 18】

データを符号化した符号化データであって、少なくとも、前記データの特性を表す特性データを含む符号化データを復号する復号処理を、コンピュータに行わせるプログラムにおいて、

前記特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定ステップと、

前記ミスマッチ情報に基づいて、前記符号化データを復号する復号ステップとを含み、

前記復号ステップは、

前記符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データにつ

10

20

30

40

50

いて、その注目復号データを、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類するの
に用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出する
クラスタップ抽出ステップと、

前記クラスタップに基づいて、前記注目復号データをクラス分類し、対応するクラスの
クラスコードを出力するクラス分類ステップと、

前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を
取得するタップ係数取得ステップと、

前記注目復号データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タッ
プを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出する予測タップ抽出ス
テップと、

前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目復号デ
ータを求める予測演算ステップと

を有する

復号処理をコンピュータに行わせるプログラム。

【請求項 19】

データを符号化した符号化データであって、少なくとも、前記データの特徴を表す特性
データを含む符号化データを復号する復号処理を、コンピュータに行わせるプログラムが
記録されている記録媒体において、

前記特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定
ステップと、

前記ミスマッチ情報に基づいて、前記符号化データを復号する復号ステップと

を含み、

前記復号ステップは、

前記符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データにつ
いて、その注目復号データを、複数のクラスの中のいずれかのクラスにクラス分類する
のに用いるクラスタップを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出
するクラスタップ抽出ステップと、

前記クラスタップに基づいて、前記注目復号データをクラス分類し、対応するクラスの
クラスコードを出力するクラス分類ステップと、

前記クラスごとの所定のタップ係数から、前記クラスコードに対応するタップ係数を
取得するタップ係数取得ステップと、

前記注目復号データについて、前記タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タッ
プを、前記ミスマッチ情報に基づき、前記符号化データから抽出する予測タップ抽出ス
テップと、

前記予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、前記注目復号デ
ータを求める予測演算ステップと

を有する

復号処理をコンピュータに行わせるプログラムが記録されている

ことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、復号装置および復号方法、並びにプログラムおよび記録媒体に関し、特に、
例えば、画像や音声等を符号化した符号化データを、高品質（高画質または高音質）の画
像や音声に復号することができるようにする復号装置および復号方法、並びにプログラム
および記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

画像（動画像）データの高能率符号化方式としては、例えば、MPEG (Moving Picture
Experts Group)方式が知られており、MPEG方式では、画像データが、横×縦が8×8

10

20

30

40

50

画素のブロック単位で、水平および垂直の2方向について2次元DCT(Discrete Cosine Transform)変換され、さらに量子化される。

【0003】

このように、MPEG方式では、画像データが2次元DCT変換されるが、例えば、MPEG2では、2次元DCT変換の対象となるブロックのDCTタイプを、マクロブロック単位で、フレームDCTモードとフィールドDCTモードに切り替えることができる。フレームDCTモードでは、ブロックが、同一フレームの画素から構成され、そのようなブロックの画素値が2次元DCT変換される。また、フィールドDCTモードでは、ブロックが、同一フィールドの画素から構成され、そのようなブロックの画素値が2次元DCT変換される。

10

【0004】

DCTタイプを、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードのうちのいずれとするかは、基本的には、例えば、画像の動きや、周辺のマクロブロックとの連続性等の画像の特性に基づき、復号画像におけるブロック歪みモスキートノイズ等を低減するように決定される。即ち、例えば、動きの大きい画像については、フィールドDCTモードが選択され、動きのほとんどない画像については、フレームDCTモードが選択される。

【0005】

ここで、画像をMPEG符号化することにより得られる符号化データには、画像を2次元DCT変換して量子化することにより得られる2次元DCT係数の他、DCTタイプ等も含まれるが、このDCTタイプは、上述のように、画像の動きなどに基づいて決定されるので、画像の特性を表しているといえることができる。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、MPEG符号化においては、デコーダ側においてオーバーフローおよびアンダーフローが生じないように、符号化データのデータレートが制限される。そして、この符号化データのデータレートを制限するために、本来、フレームDCTモードまたはフィールドDCTモードに設定すべきDCTタイプが、フィールドDCTモードまたはフレームDCTモードに、いわば不適切に設定されることがある。

【0007】

しかしながら、このような不適切なDCTタイプが設定された場合であっても、デコーダ側では、その不適切なDCTタイプにしたがって、符号化データを復号しなければならず、復号画像の画質が劣化する課題があった。

30

【0008】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、符号化データを、高品質の画像や音声に復号することができるようにするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の復号装置は、特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定手段と、ミスマッチ情報に基づいて、符号化データを復号する復号手段とを備え、復号手段は、符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出するクラスタップ抽出手段と、クラスタップに基づいて、注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類手段と、クラスごとの所定のタップ係数から、クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得手段と、注目復号データについて、タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出する予測タップ抽出手段と、予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、注目復号データを求める予測演算手段とを有することを特徴とする。

40

【0010】

50

本発明の復号方法は、特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定ステップと、ミスマッチ情報に基づいて、符号化データを復号する復号ステップとを含み、復号ステップは、符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出するクラスタップ抽出ステップと、クラスタップに基づいて、注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類ステップと、クラスごとの所定のタップ係数から、クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得ステップと、注目復号データについて、タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出する予測タップ抽出ステップと、予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、注目復号データを求める予測演算ステップとを有することを特徴とする。

10

【0011】

本発明のプログラムは、特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定ステップと、ミスマッチ情報に基づいて、符号化データを復号する復号ステップとを含み、復号ステップは、符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出するクラスタップ抽出ステップと、クラスタップに基づいて、注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類ステップと、クラスごとの所定のタップ係数から、クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得ステップと、注目復号データについて、タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出する予測タップ抽出ステップと、予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、注目復号データを求める予測演算ステップとを有する復号処理をコンピュータに行わせることを特徴とする。

20

【0012】

本発明の記録媒体は、特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を出力する判定ステップと、ミスマッチ情報に基づいて、符号化データを復号する復号ステップとを含み、復号ステップは、符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出するクラスタップ抽出ステップと、クラスタップに基づいて、注目復号データをクラス分類し、対応するクラスのクラスコードを出力するクラス分類ステップと、クラスごとの所定のタップ係数から、クラスコードに対応するタップ係数を取得するタップ係数取得ステップと、注目復号データについて、タップ係数との所定の予測演算に用いる予測タップを、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出する予測タップ抽出ステップと、予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、注目復号データを求める予測演算ステップとを有する復号処理をコンピュータに行わせるプログラムが記録されていることを特徴とする。

30

40

【0017】

本発明の復号装置および復号方法、並びにプログラムおよび記録媒体においては、特性データの正しさが判定され、その判定結果を表すミスマッチ情報が出力される。そして、ミスマッチ情報に基づいて、符号化データが復号される。符号化データを復号して復号データを求めるのに、符号化データを復号した復号データのうちの、注目している注目復号データについて、その注目復号データを、複数のクラスのうちのいずれかのクラスにクラス分類するのに用いるクラスタップが、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出され、クラスタップに基づいて、注目復号データがクラス分類され、対応するクラスのクラスコードが出力される。また、クラスごとの所定のタップ係数から、クラスコードに対応するタップ係数が取得され、注目復号データについて、タップ係数との所定の予測演算

50

に用いる予測タップが、ミスマッチ情報に基づき、符号化データから抽出されて、予測タップとタップ係数とを用いて予測演算を行うことにより、注目復号データが求められる。

【 0 0 1 9 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 は、本発明を適用した復号装置の一実施の形態の構成例を示している。

【 0 0 2 0 】

復号装置には、図示せぬ記録媒体（例えば、光ディスクや、光磁気ディスク、相変化ディスク、磁気テープ、半導体メモリ等）から再生された符号化データ、または伝送媒体（例えば、インターネットや、CATV網、衛星回線、地上波等）を介して伝送されてくる符号化データが、復号対象として入力されるようになっている。ここで、符号化データは、
10 所定のデータを所定の符号化方式で符号化して得られるもので、少なくとも、所定のデータの特性を表す特性データを含んでいる。

【 0 0 2 1 】

なお、符号化データとしては、例えば、後述するように、音声データをC E L P (Code Excited Liner Prediction coding)方式で符号化したものや、画像データをM P E G 2方式で符号化したもの等を採用することができる。

【 0 0 2 2 】

ここで、符号化データが、音声データをC E L P方式で符号化したものである場合には、その符号化データには、ラグを表すLコードが含まれる。このラグは、符号化された音声データのピッチ周期に対応し、従って、ピッチ周期という音声データの特性を表すから、
20 特性データといえることができる。

【 0 0 2 3 】

また、符号化データが、画像データをM P E G 2方式で符号化したものである場合には、前述したように、その符号化データには、D C Tタイプが含まれ、このD C Tタイプは、画像の動きなどに基づいて決定されるので、画像の特性を表しており、やはり、特性データといえることができる。

【 0 0 2 4 】

なお、復号装置において復号対象とする符号化データは、上述のようなC E L P方式で符号化された音声データや、M P E G 2方式で符号化された画像データに限定されるものではない。
30

【 0 0 2 5 】

復号装置に入力された符号化データは、ミスマッチ検出部 1 と復号処理部 2 に供給されるようになっている。

【 0 0 2 6 】

ミスマッチ検出部 1 は、符号化データからミスマッチ情報を検出する。即ち、ミスマッチ検出部 1 は、符号化データに含まれる特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報を、復号処理部 2 に出力する。復号処理部 2 は、ミスマッチ検出部 1 から供給されるミスマッチ情報に基づいて、符号化データを復号し、その結果得られる復号データを出力する。

【 0 0 2 7 】

次に、図 2 のフローチャートを参照して、図 1 の復号装置の処理（復号処理）について説明する。
40

【 0 0 2 8 】

ミスマッチ検出部 1 と復号処理部 2 には、符号化データが供給され、ミスマッチ検出部 1 は、まず最初に、ステップ S 1 において、符号化データからミスマッチ情報を検出し、復号処理部 2 に供給して、ステップ S 2 に進む。ステップ S 2 では、復号処理部 2 が、ミスマッチ検出部 1 から供給されるミスマッチ情報に基づいて、そのミスマッチ情報が検出された符号化データを復号し、復号データを出力して、ステップ S 3 に進む。ステップ S 3 では、ミスマッチ検出部 1 または復号処理部 2 が、復号すべき符号化データが、まだ存在
50 するかどうかを判定する。ステップ S 3 において、復号すべき符号化データが、まだ存在

すると判定された場合、ステップ S 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 0 2 9 】

また、ステップ S 3 において、復号すべき符号化データが存在しないと判定された場合、処理を終了する。

【 0 0 3 0 】

次に、図 3 は、本発明を適用した復号装置の他の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図 1 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図 3 の復号装置は、パラメータ記憶部 3 が、新たに設けられている他は、基本的に、図 1 の復号装置と同様に構成されている。

【 0 0 3 1 】

パラメータ記憶部 3 は、後述する学習装置による学習によって得られたパラメータを記憶しており、復号処理部 2 は、パラメータ記憶部 3 に記憶されたパラメータを用いて、そこに供給される符号化データを復号する。

【 0 0 3 2 】

従って、図 3 の復号装置では、復号処理部 2 において、符号化データの復号が、パラメータ記憶部 3 に記憶されたパラメータを用いて行われる他は、図 1 の復号装置と同様の処理が行われるため、その処理についての説明は省略する。

【 0 0 3 3 】

次に、図 4 は、図 3 のパラメータ記憶部 3 に記憶させるパラメータを学習する学習装置の一実施の形態の構成例を示している。

【 0 0 3 4 】

学習用データ記憶部 1 1 は、パラメータの学習に用いられるデータである学習用データを記憶している。

【 0 0 3 5 】

符号化部 1 2 は、学習用データ記憶部 1 1 に記憶されている学習用データを読み出し、図 3 の復号装置で復号対象とする符号化データと同一の符号化方式で、学習用データを符号化する。学習用データを符号化することにより得られる符号化データ（以下、適宜、学習用符号化データという）は、符号化部 1 2 からミスマッチ検出部 1 3 に供給されるようになっている。

【 0 0 3 6 】

ミスマッチ検出部 1 3 は、図 3 のミスマッチ検出部 1 と同様に構成され、符号化部 1 2 から供給される符号化データから、ミスマッチ情報を検出し、学習処理部 1 4 に供給する。

【 0 0 3 7 】

学習処理部 1 4 は、学習用データ記憶部 1 1 に記憶されている学習用データを読み出し、その学習用データから、パラメータについての学習の教師となる教師データと、その学習の生徒となる生徒データを生成する。さらに、学習処理部 1 4 は、ミスマッチ検出部 1 3 から供給されるミスマッチ情報に基づき、生成した教師データと生徒データを用いて、パラメータを学習する。

【 0 0 3 8 】

次に、図 5 のフローチャートを参照して、図 4 の学習装置の処理（学習処理）について説明する。

【 0 0 3 9 】

まず最初に、ステップ S 1 1 において、符号化部 1 2 は、学習用データ記憶部 1 1 に記憶されている学習用データを読み出して符号化し、その結果得られる学習用符号化データを、ミスマッチ検出部 1 3 に供給して、ステップ S 1 2 に進む。ステップ S 1 2 では、ミスマッチ検出部 1 3 が、符号化部 1 2 から供給される符号化データから、ミスマッチ情報を検出し、学習処理部 1 4 に供給して、ステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 3 では、学習処理部 1 4 が、学習用データ記憶部 1 1 から、学習用データを読み出し、その学習用データから、教師データと生徒データを生成する。さらに、学習処

10

20

30

40

50

理部 14 は、ミスマッチ検出部 13 から供給されるミスマッチ情報に基づき、生成した教師データと生徒データを用いて、パラメータを学習する。

【0041】

即ち、学習処理部 14 は、ミスマッチ情報に基づき、生徒データから、対応する教師データを得ることができるようにするのに最適なパラメータを算出することができるようにするための処理（学習）を行う。

【0042】

そして、ステップ S14 に進み、符号化部 12 または学習処理部 14 が、まだ処理していない学習用データが、学習用データ記憶部 11 に記憶されているかどうかを判定する。ステップ S14 において、まだ処理していない学習用データが、学習用データ記憶部 11 に記憶されていると判定された場合、ステップ S11 に戻り、その、まだ処理していない学習用データを対象に、以下、同様の処理が繰り返される。

10

【0043】

また、ステップ S14 において、まだ処理していない学習用データが、学習用データ記憶部 11 に記憶されていないと判定された場合、即ち、学習用データ記憶部 11 に記憶された学習用データすべてを用いて学習を行った場合、ステップ S15 に進み、学習処理部 14 は、ステップ S13 の学習結果に基づき、パラメータを算出し、処理を終了する。

【0044】

次に、符号化データが、音声データを CELP 方式で符号化したものである場合の復号装置と学習装置の詳細について説明する。なお、本実施の形態では、復号装置および学習装置は、本件出願人が先に提案したクラス分類適応処理を利用したものである。

20

【0045】

クラス分類適応処理は、クラス分類処理と適応処理とからなり、クラス分類処理によって、データが、その性質に基づいてクラス分けされ、各クラスごとに適応処理が施される。

【0046】

ここで、適応処理について、低音質の音声（以下、適宜、低音質音声という）を、高音質の音声（以下、適宜、高音質音声という）に変換する場合を例に説明する。

【0047】

この場合、適応処理では、低音質音声を構成する音声サンプル（以下、適宜、低音質音声サンプルという）と、所定のタップ係数との線形結合により、その低音質音声の音質を向上させた高音質音声の音声サンプルの予測値を求めることで、その低音質音声の音質を高くした音声を得られる。

30

【0048】

具体的には、例えば、いま、ある高音質音声データを教師データとするとともに、その高音質音声の音質を劣化させた低音質音声データを生徒データとして、高音質音声を構成する音声サンプル（以下、適宜、高音質音声サンプルという） y の予測値 $E[y]$ を、幾つかの低音質音声サンプル（低音質音声を構成する音声サンプル） x_1, x_2, \dots の集合と、所定のタップ係数 w_1, w_2, \dots の線形結合により規定される線形 1 次結合モデルにより求めることを考える。この場合、予測値 $E[y]$ は、次式で表すことができる。

【0049】

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots$$

$\dots (1)$

40

【0050】

式 (1) を一般化するために、タップ係数 w_j の集合でなる行列 W 、生徒データ x_{ij} の集合でなる行列 X 、および予測値 $E[y_j]$ の集合でなる行列 Y' を、

【数 1】

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2J} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{I1} & x_{I2} & \cdots & x_{IJ} \end{pmatrix}$$

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_J \end{pmatrix}, Y' = \begin{pmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \cdots \\ E[y_J] \end{pmatrix}$$

10

で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

【 0 0 5 1 】

$$XW = Y'$$

・・・ (2)

【 0 0 5 2 】

ここで、行列 X の成分 x_{ij} は、 i 件目の生徒データの集合 (i 件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合) の中の j 番目の生徒データを意味し、行列 W の成分 w_j は、生徒データの集合の中の j 番目の生徒データとの積が演算されるタップ係数を表す。また、 y_i は、 i 件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$ は、 i 件目の教師データの予測値を表す。なお、式 (1) の左辺における y は、行列 Y の成分 y_i のサフィックス i を省略したものであり、また、式 (1) の右辺における x_1, x_2, \dots も、行列 X の成分 x_{ij} のサフィックス i を省略したものである。

20

【 0 0 5 3 】

式 (2) の観測方程式に最小自乗法を適用して、高音質音声サンプル y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる高音質音声サンプルの真値 y の集合でなる行列 Y 、および高音質音声サンプル y の予測値 $E[y]$ の残差 (真値 y に対する誤差) e の集合でなる行列 E を、

【 数 2 】

$$E = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdots \\ e_I \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_I \end{pmatrix}$$

30

で定義すると、式 (2) から、次のような残差方程式が成立する。

【 0 0 5 4 】

$$XW = Y + E$$

・・・ (3)

40

【 0 0 5 5 】

この場合、高音質音声サンプル y に近い予測値 $E[y]$ を求めるためのタップ係数 w_j は、自乗誤差

【 数 3 】

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

50

【 0 0 5 6 】

従って、上述の自乗誤差をタップ係数 w_j で微分したものが 0 になる場合、即ち、次式を満たすタップ係数 w_j が、高音質音声サンプル y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

【 0 0 5 7 】

【数 4】

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1,2,\dots,J)$$

10

... (4)

【 0 0 5 8 】

そこで、まず、式 (3) を、タップ係数 w_j で微分することにより、次式が成立する。

【 0 0 5 9 】

【数 5】

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_J} = x_{iJ}, \quad (i=1,2,\dots,I)$$

20

... (5)

【 0 0 6 0 】

式 (4) および (5) より、式 (6) が得られる。

【 0 0 6 1 】

【数 6】

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$$

30

... (6)

【 0 0 6 2 】

さらに、式 (3) の残差方程式における生徒データ x_{ij} 、タップ係数 w_j 、教師データ y_i 、および残差 e_i の関係を考慮すると、式 (6) から、次のような正規方程式を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

【数 7】

$$\left\{ \begin{array}{l} (\sum_{i=1}^I X_{i1}X_{i1})W_1 + (\sum_{i=1}^I X_{i1}X_{i2})W_2 + \cdots + (\sum_{i=1}^I X_{i1}X_{iJ})W_J = (\sum_{i=1}^I X_{i1}Y_i) \\ (\sum_{i=1}^I X_{i2}X_{i1})W_1 + (\sum_{i=1}^I X_{i2}X_{i2})W_2 + \cdots + (\sum_{i=1}^I X_{i2}X_{iJ})W_J = (\sum_{i=1}^I X_{i2}Y_i) \\ \cdots \\ (\sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{i1})W_1 + (\sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{i2})W_2 + \cdots + (\sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{iJ})W_J = (\sum_{i=1}^I X_{iJ}Y_i) \end{array} \right. \quad 10$$

・・・ (7)

【 0 0 6 4 】

なお、式 (7) に示した正規方程式は、行列 (共分散行列) A およびベクトル v を、
【 数 8 】

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I X_{i1}X_{i1} & \sum_{i=1}^I X_{i1}X_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I X_{i1}X_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I X_{i2}X_{i1} & \sum_{i=1}^I X_{i2}X_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I X_{i2}X_{iJ} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{i1} & \sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{i2} & \cdots & \sum_{i=1}^I X_{iJ}X_{iJ} \end{pmatrix} \quad 20$$

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I X_{i1}Y_i \\ \sum_{i=1}^I X_{i2}Y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I X_{iJ}Y_i \end{pmatrix} \quad 30$$

で定義するとともに、ベクトル W を、数 1 で示したように定義すると、式

$$AW = v$$

・・・ (8) で表す

ことができる。

【 0 0 6 5 】

式(7)における各正規方程式は、生徒データ x_{ij} および教師データ y_i のセットを、ある程度の数だけ用意することで、求めるべきタップ係数 w_j の数 J と同じ数だけたてることができ、従って、式(8)を、ベクトル W について解くことで(但し、式(8)を解くには、式(8)における行列 A が正則である必要がある)、最適なタップ係数 w_j を求めることができる。なお、式(8)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

【0066】

以上のように、生徒データと教師データを用いて、最適なタップ係数(ここでは、生徒データから教師データの予測値を求めた場合に、その予測値の自乗誤差の総和を最小にするタップ係数) w_j を求める学習をしておき、さらに、そのタップ係数 w_j を用い、式(1)により、教師データ y に近い予測値 $E[y]$ を求めるのが適応処理である。

10

【0067】

なお、適応処理は、低音質音声には含まれていないが、高音質音声に含まれる成分が再現される点で、単なる補間とは異なる。即ち、適応処理では、式(1)だけを見る限りは、いわゆる補間フィルタを用いての単なる補間と同一に見えるが、その補間フィルタのタップ係数に相当するタップ係数 w が、教師データ y を用いての、いわば学習により求められるため、高音質音声に含まれる成分を再現することができる。このことから、適応処理は、いわば音声の創造作用がある処理といえることができる。

【0068】

また、上述の場合には、教師データとして、高音質の音声データを用いるとともに、生徒データとして、教師データとしての音声データを低音質にした音声データを用いるようにしたが、その他、例えば、教師データとして、高画質の画像データを用いるとともに、生徒データとして、教師データとしての画像データに対して間引きを行ったり、ノイズを加えたり、あるいは、ローパスフィルタによるフィルタリングを施す等して低画質にしたものを用いるようにすることが可能である。この場合、低画質の画像を、高画質の画像(の予測値)に変換するタップ係数を得ることができる。

20

【0069】

さらに、例えば、教師データとして、高画質の画像データを用いるとともに、生徒データとして、教師データとしての画像データを2次元DCT変換し、さらに量子化、逆量子化して得られる2次元DCT係数を用いるようにすることも可能である。この場合、2次元DCT係数を、高画質の画像(の予測値)に変換するタップ係数を得ることができる。

30

【0070】

また、上述の場合には、高音質音声の予測値を、線形1次予測するようにしたが、その他、予測値は、2次以上の式によって予測することも可能である。

【0071】

図6は、上述のようなクラス分類適応処理によって、低音質音声データを高音質音声データに変換する音声データ処理装置の構成例を示している。

【0072】

低音質音声データは、ピッチ検出部21、並びにタップ抽出部22および23に供給されるようになっている。

40

【0073】

ピッチ検出部21は、そこに供給される低音質音声データのピッチ周期を検出し、タップ抽出部22および23に供給する。

【0074】

タップ抽出部22は、高音質音声データの音声サンプルを、順次、注目データとし、さらに、その注目データを予測するのに用いる低音質音声データの幾つかの音声サンプルを、予測タップとして抽出する。また、タップ抽出部23は、注目データをクラス分類するのに用いる低音質音声データの幾つかの音声サンプルを、クラスタップとして抽出する。

【0075】

ここで、タップ抽出部22は、低音質音声データの音声サンプルのうち、注目データに対

50

応する音声サンプルに近い位置にある幾つかの音声サンプルを、予測タップとして抽出する。また、タップ抽出部 2 2 は、ピッチ検出部 2 1 から供給される注目データに対応する位置のピッチ周期にしたがい、予測タップの構造を変更する。即ち、タップ抽出部 2 2 は、ピッチ周期に応じて、予測タップとする低音質音声データの音声サンプルを変更する。具体的には、例えば、ピッチ周期が長い場合には、タップ抽出部 2 2 は、低音質音声データの音声サンプルのうち、注目データに対応する音声サンプルから比較的広い範囲にわたって、所定数の音声サンプルを、予測タップとして抽出する。また、例えば、ピッチ周期が短い場合には、タップ抽出部 2 2 は、低音質音声データの音声サンプルのうち、注目データに対応する音声サンプルから比較的狭い範囲にわたって、所定数の音声サンプルを、予測タップとして抽出する。

10

【 0 0 7 6 】

タップ抽出部 2 3 も、タップ抽出部 2 2 と同様にして、低音質音声データから、クラスタップを抽出する。

【 0 0 7 7 】

なお、ここでは、予測タップとクラスタップは、説明を簡単にするために、同一のタップ構造を有するものとする。但し、予測タップとクラスタップとは、異なるタップ構造とすることが可能である。

【 0 0 7 8 】

タップ抽出部 2 2 で得られた予測タップは、予測部 2 6 に供給され、タップ抽出部 2 3 で得られたクラスタップは、クラス分類部 2 4 に供給される。

20

【 0 0 7 9 】

クラス分類部 2 4 は、タップ抽出部 2 3 からのクラスタップに基づき、注目データをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、係数メモリ 2 5 に出力する。

【 0 0 8 0 】

ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)等を採用することができる。

【 0 0 8 1 】

ADRCを用いる方法では、クラスタップを構成する音声サンプルが、ADRC処理され、その結果得られるADRCコードにしたがって、注目データのクラスが決定される。

30

【 0 0 8 2 】

なお、KビットADRCにおいては、例えば、クラスタップを構成する音声サンプルの最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジDRに基づいて、クラスタップを構成する音声サンプルがKビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成する各音声サンプルから、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^K$ で除算(量子化)される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップを構成するKビットの各音声サンプルを、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。従って、クラスタップが、例えば、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップを構成する各音声サンプルは、最小値MINが減算された後に、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、各音声サンプルが1ビットとされる(2値化される)。そして、その1ビットの音声サンプルを所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。

40

【 0 0 8 3 】

なお、クラス分類部 2 4 には、例えば、クラスタップを構成する音声サンプルのレベル分布のパターンを、そのままクラスコードとして出力させることも可能である。しかしながら、この場合、クラスタップが、N個の音声サンプルで構成され、各音声サンプルに、Kビットが割り当てられているとすると、クラス分類部 2 4 が出力するクラスコードの場合の数は、 $(2^N)^K$ 通りとなり、音声サンプルのビット数Kに指数的に比例した膨大な数となる。

【 0 0 8 4 】

50

従って、クラス分類部 24 においては、クラスタップの情報量を、上述のADRC処理や、あるいはベクトル量子化等によって圧縮することにより、クラス分類を行うのが好ましい。

【0085】

係数メモリ 25 は、各クラスコードに対応するアドレスに、そのクラスコードに対応するクラスのタップ係数を記憶しており、クラス分類部 24 から供給されるクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を、予測部 26 に供給する。

【0086】

予測部 26 は、タップ抽出部 22 が出力する予測タップと、係数メモリ 25 が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部 26 は、注目データとしての高音質音声データ(の予測値)を求めて出力する。

10

【0087】

次に、図7は、図6の係数メモリ 25 に記憶させるタップ係数を学習する学習装置の構成例を示している。

【0088】

学習装置には、高音質音声データが、学習用音声データとして入力されるようになっており、この学習用音声データは、時間間引きフィルタ 31 に供給されるとともに、教師データとして、足し込み部 36 に供給される。

【0089】

時間間引きフィルタ 31 は、学習用音声データとしての高音質音声データの音声サンプルを、所定の間引き率で間引き、これにより、低音質音声データを生成し、生徒データとして、ピッチ検出部 32、並びにタップ抽出部 33 および 34 に供給する。

20

【0090】

ピッチ検出部 32 は、そこに供給される生徒データとしての低音質音声データのピッチ周期を検出し、タップ抽出部 33 および 34 に供給する。

【0091】

タップ抽出部 33 は、教師データとしての高音質音声データの音声サンプルを、順次、注目データとし、その注目データについて、図6のタップ抽出部 22 が構成するのと同構造の予測タップを、そこに供給される生徒データとしての低音質音声データから、幾つかの音声サンプルを抽出することにより構成する。タップ抽出部 34 も、注目データについて、図6のタップ抽出部 23 が構成するのと同構造のクラスタップを、そこに供給される生徒データとしての低音質音声データから、幾つかの音声サンプルを抽出することにより構成する。

30

【0092】

なお、タップ抽出部 33 と 34 は、それぞれ、図6のタップ抽出部 22 と 23 と同様に、ピッチ検出部 32 から供給される、注目データに対応する位置のピッチ周期に応じて、予測タップとクラスタップのタップ構造を変更するようになっている。

【0093】

タップ抽出部 33 で得られた予測タップは、足し込み部 36 に供給され、タップ抽出部 34 で得られたクラスタップは、クラス分類部 35 に供給される。

40

【0094】

クラス分類部 35 は、図6のクラス分類部 24 における場合と同様に、タップ抽出部 33 からのクラスタップに基づき、注目データをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、足し込み部 36 に出力する。

【0095】

足し込み部 36 は、そこに供給される教師データのうち、注目データとなっている教師データと、タップ抽出部 33 から供給される予測タップを構成する生徒データを対象とした足し込みを、クラス分類部 35 から供給されるクラスコードごとに行う。

【0096】

即ち、足し込み部 36 は、クラス分類部 35 から供給されるクラスコードに対応するクラ

50

スごとに、予測タップ（生徒データ）を用い、式（８）の行列 A における各コンポーネントとなっている、生徒データどうしの乗算（ $x_{in} x_{im}$ ）と、サメーション（ ）に相当する演算を行う。

【００９７】

さらに、足し込み部 ３６ は、やはり、クラス分類部 ３５ から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ（生徒データ）および注目データ（教師データ）を用い、式（８）のベクトル v における各コンポーネントとなっている、生徒データと教師データの乗算（ $x_{in} y_i$ ）と、サメーション（ ）に相当する演算を行う。

【００９８】

即ち、足し込み部 ３６ は、前回、注目データとされた教師データについて求められた式（８）における行列 A のコンポーネントと、ベクトル v のコンポーネントを、その内蔵するメモリ（図示せず）に記憶しており、その行列 A またはベクトル v の各コンポーネントに対して、新たに注目データとされた教師データについて、その教師データ y_i および生徒データ x_{in} (x_{im}) を用いて計算される、対応するコンポーネント $x_{in} x_{im}$ または $x_{in} y_i$ を足し込む（行列 A 、ベクトル v におけるサメーションで表される加算を行う）。

【００９９】

そして、足し込み部 ３６ は、そこに供給される教師データすべてを注目データとして、上述の足し込みを行うことにより、各クラスについて、式（８）に示した正規方程式をたて、タップ係数算出部 ３７ に供給する。

【０１００】

タップ係数算出部 ３７ は、足し込み部 ３６ から供給されるクラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとのタップ係数を求めて出力する。図 ６ の係数メモリ ２５ には、このようにして求められたクラスごとのタップ係数が記憶されている。

【０１０１】

なお、入力される学習用音声データのサンプル数が十分でないこと等に起因して、タップ係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じることがあり得るが、そのようなクラスについては、タップ係数算出部 ３７ は、例えば、デフォルトのタップ係数を出力するようになっている。

【０１０２】

次に、図 ８ および図 ９ を参照して、ＣＥＬＰ 方式による音声データの符号化と復号について説明する。なお、ＣＥＬＰ 方式としては、広義には、ＶＳＥＬＰ (Vector Sum Excited Liner Prediction), ＰＳＩ－ＣＥＬＰ (Pitch Synchronous Innovation CELP), ＣＳ－ＡＣＥＬＰ (Conjugate Structure Algebraic CELP) 等があるが、ここでは、例えば、ＶＳＥＬＰ 方式を例に説明する。

【０１０３】

図 ８ は、音声データを、ＶＳＥＬＰ 方式により符号化する ＶＳＥＬＰ 符号化装置の構成例を示している。

【０１０４】

符号化対象の音声は、マイク（マイクロフォン）４１に入力され、そこで、電気信号としての音声信号に変換され、Ａ／Ｄ (Analog/Digital) 変換部 ４２ に供給される。Ａ／Ｄ 変換部 ４２ は、マイク ４１ からのアナログの音声信号を、例えば、８ｋＨｚ 等のサンプリング周波数でサンプリングすることにより、ディジタルの音声信号にＡ／Ｄ 変換し、さらに、所定のビット数で量子化を行って、演算器 ４３ と ＬＰＣ (Liner Prediction Coefficient) 分析部 ４４ に供給する。

【０１０５】

ＬＰＣ 分析部 ４４ は、Ａ／Ｄ 変換部 ４２ からの音声信号を、例えば、１６０ サンプル分の長さのフレームごとに ＬＰＣ 分析し、Ｐ 次の線形予測係数 a_1, a_2, \dots, a_p を求める。そして、ＬＰＣ 分析部 ４４ は、この Ｐ 次の線形予測係数 a_p ($p = 1, 2, \dots, P$) を要素とするベクトルを、音声の特徴ベクトルとして、ベクトル量子化部 ４５ に供給する。

10

20

30

40

50

【0106】

ベクトル量子化部45は、線形予測係数を要素とするコードベクトルとコードとを対応付けたコードブックを記憶しており、そのコードブックに基づいて、LPC分析部44からの特徴ベクトルをベクトル量子化し、そのベクトル量子化の結果得られるコード（以下、適宜、Aコード(A_code)という）を、コード決定部55に供給する。

【0107】

さらに、ベクトル量子化部45は、コード決定部55に出力したAコードに対応するコードベクトル \mathbf{a} を構成する要素となっている線形予測係数 $\alpha_1', \alpha_2', \dots, \alpha_p'$ を、音声合成フィルタ46に供給する。

【0108】

音声合成フィルタ46は、例えば、IIR(Infinite Impulse Response)型のデジタルフィルタで、ベクトル量子化部45からの線形予測係数 α_p' ($p = 1, 2, \dots, P$)をIIRフィルタのフィルタ係数(タップ係数)とするとともに、演算器54から供給される残差信号 e を入力信号として、音声合成を行う。

【0109】

即ち、LPC分析部44で行われるLPC分析は、現在時刻 n の音声信号(のサンプル値) s_n 、およびこれに隣接する過去の P 個のサンプル値 $s_{n-1}, s_{n-2}, \dots, s_{n-P}$ に、式

$$s_n + \alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_p s_{n-p} = e_n \quad \dots (9)$$

で示す線形1次結合が成立すると仮定し、現在時刻 n のサンプル値 s_n の予測値(線形予測値) s_n' を、過去の P 個のサンプル値 $s_{n-1}, s_{n-2}, \dots, s_{n-P}$ を用いて、式

$$s_n' = -(\alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_p s_{n-p}) \quad \dots (10)$$

によって線形予測したときに、実際のサンプル値 s_n と線形予測値 s_n' との間の自乗誤差を最小にする線形予測係数 α_p を求めるものである。

【0110】

ここで、式(9)において、 $\{e_n\}$ ($\dots, e_{n-1}, e_n, e_{n+1}, \dots$)は、平均値が0で、分散が所定値 σ^2 の互いに無相関な確率変数である。

【0111】

式(9)から、サンプル値 s_n は、式

$$s_n = e_n - (\alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_p s_{n-p}) \quad \dots (11)$$

で表すことができ、これを、Z変換すると、次式が成立する。

【0112】

$$S = E / (1 + \alpha_1 z^{-1} + \alpha_2 z^{-2} + \dots + \alpha_p z^{-p}) \quad \dots (12)$$

但し、式(12)において、 S と E は、式(11)における s_n と e_n のZ変換を、それぞれ表す。

【0113】

ここで、式(9)および(10)から、 e_n は、式

$$e_n = s_n - s_n' \quad \dots (13)$$

で表すことができ、実際のサンプル値 s_n と線形予測値 s_n' との間の残差信号と呼ばれる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 4 】

従って、式 (1 2) から、線形予測係数 p_p を I I R フィルタのタップ係数とするとともに、残差信号 e_n を I I R フィルタの入力信号とすることにより、音声信号 s_n を求めることができる。

【 0 1 1 5 】

そこで、音声合成フィルタ 4 6 は、上述したように、ベクトル量子化部 4 5 からの線形予測係数 p_p' をタップ係数とするとともに、演算器 5 4 から供給される残差信号 e を入力信号として、式 (1 2) を演算し (残差信号 e をフィルタリングし)、音声信号 (合成音声信号) s_s を求める。

【 0 1 1 6 】

なお、音声合成フィルタ 4 6 では、L P C 分析部 4 4 による L P C 分析の結果得られる線形予測係数 p_p ではなく、そのベクトル量子化の結果得られるコードに対応するコードベクトルとしての線形予測係数 p_p' が、フィルタ係数として用いられるため、音声合成フィルタ 4 6 が出力する合成音声信号は、A / D 変換部 4 2 が出力する音声信号とは、基本的に同一にはならない。

【 0 1 1 7 】

音声合成フィルタ 4 6 が出力する合成音声信号 s_s は、演算器 4 3 に供給される。演算器 4 3 は、音声合成フィルタ 4 6 からの合成音声信号 s_s から、A / D 変換部 4 2 が出力する音声信号 s を減算し、その減算値を、自乗誤差演算部 4 7 に供給する。自乗誤差演算部 4 7 は、演算器 4 3 からの減算値の自乗和 (第 k フレームのサンプル値についての自乗和) を演算し、その結果得られる自乗誤差を、自乗誤差最小判定部 4 8 に供給する。

【 0 1 1 8 】

自乗誤差最小判定部 4 8 は、自乗誤差演算部 4 7 が出力する自乗誤差に対応付けて、ラグを表すコードとしての L コード (L_code)、ゲインを表すコードとしての G コード (G_code)、および符号語を表すコードとしての I コード (I_code) を記憶しており、自乗誤差演算部 4 7 が出力する自乗誤差に対応する L コード、G コード、および I コードを出力する。L コードは、適応コードブック記憶部 4 9 に、G コードは、ゲイン復号器 5 0 に、I コードは、励起コードブック記憶部 5 1 に、それぞれ供給される。さらに、L コード、G コード、および I コードは、コード決定部 5 5 にも供給される。

【 0 1 1 9 】

適応コードブック記憶部 4 9 は、例えば 7 ビットの L コードと、所定の遅延時間 (ラグ) とを対応付けた適応コードブックを記憶しており、演算器 5 4 から供給される残差信号 e を、自乗誤差最小判定部 4 8 から供給される L コードに対応付けられた遅延時間だけ遅延して、演算器 5 2 に出力する。

【 0 1 2 0 】

ここで、適応コードブック記憶部 4 9 は、残差信号 e を、L コードに対応する時間だけ遅延して出力することから、その出力信号は、その遅延時間を周期とする周期信号に近い信号となる。この信号は、線形予測係数を用いた音声合成において、主として、有声音の合成音を生成するための駆動信号となる。従って、L コードに対応する時間は、有声音のピッチ周期を表すことになる。

【 0 1 2 1 】

ゲイン復号器 5 0 は、G コードと、所定のゲイン および とを対応付けたテーブルを記憶しており、自乗誤差最小判定部 4 8 から供給される G コードに対応付けられたゲイン および を出力する。ゲイン と は、演算器 5 2 と 5 3 に、それぞれ供給される。

【 0 1 2 2 】

励起コードブック記憶部 5 1 は、例えば 9 ビットの I コードと、所定の励起信号とを対応付けた励起コードブックを記憶しており、自乗誤差最小判定部 4 8 から供給される I コードに対応付けられた励起信号を、演算器 5 3 に出力する。

【 0 1 2 3 】

ここで、励起コードブックに記憶されている励起信号は、例えば、ホワイトノイズ等に近

10

20

30

40

50

い信号であり、線形予測係数を用いた音声合成において、主として、無声音の合成音を生
成するための駆動信号となる。

【 0 1 2 4 】

演算器 5 2 は、適応コードブック記憶部 4 9 の出力信号と、ゲイン復号器 5 0 が出力する
ゲイン とを乗算し、その乗算値 1 を、演算器 5 4 に供給する。演算器 5 3 は、励起コー
ドブック記憶部 5 1 の出力信号と、ゲイン復号器 5 0 が出力するゲイン とを乗算し、そ
の乗算値 n を、演算器 5 4 に供給する。演算器 5 4 は、演算器 5 2 からの乗算値 1 と、演
算器 5 3 からの乗算値 n とを加算し、その加算値を、残差信号 e として、音声合成フィル
タ 4 6 に供給する。

【 0 1 2 5 】

音声合成フィルタ 4 6 では、以上のようにして、演算器 5 4 から供給される残差信号 e が
、ベクトル量子化部 4 5 から供給される線形予測係数 p' をタップ係数とする IIR フ
ィルタでフィルタリングされ、その結果得られる合成音信号が、演算器 4 3 に供給される
。そして、演算器 4 3 および自乗誤差演算部 4 7 において、上述の場合と同様の処理が行
われ、その結果得られる自乗誤差が、自乗誤差最小判定部 4 8 に供給される。

【 0 1 2 6 】

自乗誤差最小判定部 4 8 は、自乗誤差演算部 4 7 からの自乗誤差が最小（極小）になっ
たかどうかを判定する。そして、自乗誤差最小判定部 4 8 は、自乗誤差が最小になってい
ないと判定した場合、上述のように、その自乗誤差に対応する L コード、G コード、およ
び L コードを出力し、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 1 2 7 】

一方、自乗誤差最小判定部 4 8 は、自乗誤差が最小になったと判定した場合（例えば、自
乗誤差が、所定の閾値以下となった場合）、確定信号を、コード決定部 5 5 に出力する。
コード決定部 5 5 は、ベクトル量子化部 4 5 から供給される A コードをラッチするととも
に、自乗誤差最小判定部 4 8 から供給される L コード、G コード、および I コードを順次
ラッチするようになっており、自乗誤差最小判定部 4 8 から確定信号を受信すると、その
ときラッチしている A コード、L コード、G コード、および I コードを、チャンネルエン
コーダ 5 6 に供給する。チャンネルエンコーダ 5 6 は、コード決定部 5 5 からの A コード、L
コード、G コード、および I コードを多重化し、符号化データとして出力する。

【 0 1 2 8 】

なお、以下では、説明を簡単にするため、A コード、L コード、G コード、および I コー
ドは、フレームごとに求められるものとする。但し、例えば、1 フレームを、4 つのサブ
フレームに分割し、L コード、G コード、および I コードは、サブフレームごとに求める
ようにすること等が可能である。

【 0 1 2 9 】

ここで、図 8（後述する図 9 乃至図 11 においても同様）では、各変数に、[k] が付され
、配列変数とされている。この k は、フレーム数を表すが、明細書中では、その記述は、
適宜省略する。

【 0 1 3 0 】

次に、図 9 は、図 8 の V S E L P 符号化装置が出力する符号化データを、V S E L P 方式
で復号する V S E L P 復号装置の構成例を示している。

【 0 1 3 1 】

図 8 の V S E L P 符号化装置が出力する符号化データは、チャンネルデコーダ 6 1 に供給
される。チャンネルデコーダ 6 1 は、符号化データから、L コード、G コード、I コード、A
コードを分離し、それぞれを、適応コードブック記憶部 6 2、ゲイン復号器 6 3、励起コー
ドブック記憶部 6 4、フィルタ係数復号器 6 5 に供給する。

【 0 1 3 2 】

適応コードブック記憶部 6 2、ゲイン復号器 6 3、励起コードブック記憶部 6 4、演算器
6 6 乃至 6 8 は、図 8 の適応コードブック記憶部 4 9、ゲイン復号器 5 0、励起コードブ
ック記憶部 5 1、演算器 5 2 乃至 5 4 とそれぞれ同様に構成されるもので、図 8 で説明し

10

20

30

40

50

た場合と同様の処理が行われることにより、Lコード、Gコード、およびIコードが、残差信号eに復号される。この残差信号eは、音声合成フィルタ69に対して、入力信号として与えられる。

【0133】

フィルタ係数復号器65は、図8のベクトル量子化部45が記憶しているのと同じのコードブックを記憶しており、Aコードを、線形予測係数 p' に復号し、音声合成フィルタ69に供給する。

【0134】

音声合成フィルタ69は、図8の音声合成フィルタ46と同様に構成されており、フィルタ係数復号器65からの線形予測係数 p' をフィルタ係数(タップ係数)とするとともに、演算器68から供給される残差信号eを入力信号として、式(12)を演算し、これにより、図8の自乗誤差最小判定部48において自乗誤差が最小と判定されたときの合成音信号を生成し、復号音声データとして出力する。

【0135】

以上のように、図8のVSELP符号化装置では、図9のVSELP復号装置の音声合成フィルタ69に与えられる残差信号と線形予測係数がコード化されて送信されてくるため、図9のVSELP復号装置では、そのコードが、残差信号と線形予測係数に復号され、音声合成フィルタ69に与えられる。

【0136】

しかしながら、この復号された残差信号や線形予測係数(以下、適宜、それぞれを、復号残差信号または復号線形予測係数という)には、量子化誤差(ベクトル量子化による誤差)等の誤差が含まれるため、音声をLPC分析して得られる残差信号と線形予測係数には一致しない。

【0137】

このため、図9のVSELP復号装置の音声合成フィルタ69が出力する復号音声データは、歪みを有する、音質の劣化したものとなる。

【0138】

そこで、VSELP復号装置において、上述したクラス分類適応処理を行うようにすることにより、音質を向上させた復号音声データを得ることが可能となる。

【0139】

図10は、そのようなVSELP復号装置の構成例を示している。なお、図中、図9における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0140】

タップ抽出部81には、音声合成フィルタ69が出力する復号音声データが供給されるようになっており、タップ抽出部81は、図6のタップ抽出部22と同様に、その復号音声データから、予測タップとするもの(サンプル値)を抽出し、予測部85に供給する。

【0141】

タップ抽出部82にも、音声合成フィルタ69が出力する復号音声データが供給されるようになっており、タップ抽出部82は、図6のタップ抽出部23と同様に、その復号音声データから、クラスタップとするもの(サンプル値)を抽出し、クラス分類部83に供給する。

【0142】

クラス分類部83は、図6のクラス分類部24と同様に、タップ抽出部82から供給されるクラスタップに基づいて、クラス分類を行い、そのクラス分類結果としてのクラスコードを、係数メモリ84に供給する。

【0143】

係数メモリ84は、後述する図11の学習装置において学習処理が行われることにより得られる、クラスごとのタップ係数を記憶しており、クラス分類部83が出力するクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を、予測部85に供給する。

10

20

30

40

50

【0144】

予測部85は、図6の予測部26と同様に、タップ抽出部81が出力する予測タップと、係数メモリ84が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部85は、音声合成フィルタ69が出力する低音質の復号音声データを高音質にした高音質音声データを出力する。

【0145】

なお、タップ抽出部81には、チャンネルデコーダ61が出力する、フレーム(またはサブフレーム)ごとのLコード、Gコード、Iコード、およびAコードが供給されるようになっている。そして、タップ抽出部81では、Lコード、Gコード、Iコード、またはAコードからも、予測タップを抽出することができるようになっている。さらに、タップ抽出部81では、Lコード、Gコード、Iコード、またはAコードに基づいて、予測タップのタップ構造を変更することも可能となっている。

10

【0146】

タップ抽出部82にも、チャンネルデコーダ61が出力するLコード、Gコード、Iコード、およびAコードが供給されるようになっており、タップ抽出部82でも、タップ抽出部81における場合と同様に、Lコード、Gコード、Iコード、またはAコードからも、クラスタップを抽出し、さらには、Lコード、Gコード、Iコード、またはAコードに基づいて、クラスタップのタップ構造を変更することが可能となっている。

【0147】

次に、図11は、図10の係数メモリ84に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の構成例を示している。

20

【0148】

演算器93乃至コード決定部105は、図8の演算器43乃至コード決定部45とそれぞれ同様に構成される。演算器93には、学習用音声信号が入力されるようになっており、従って、演算器93乃至コード決定部105では、その学習用音声信号に対して、図8における場合と同様の処理が施される。

【0149】

そして、タップ抽出部111と112には、自乗誤差最小判定部98において自乗誤差が最小になったと判定されたときの音声合成フィルタ96が出力する復号音声データが、生徒データとして供給される。また、足し込み部114には、学習用音声信号が、そのまま教師データとして供給される。

30

【0150】

タップ抽出部111は、音声合成フィルタ96が出力する復号音声データの音声サンプルから、図10のタップ抽出部81と同一構造の予測タップを抽出し、足し込み部114に供給する。

【0151】

タップ抽出部112も、音声合成フィルタ96が出力する復号音声データの音声サンプルから、図10のタップ抽出部82と同一構造のクラスタップを抽出し、クラス分類部113に供給する。

【0152】

クラス分類部113は、タップ抽出部112からのクラスタップに基づいて、図10のクラス分類部83における場合と同様のクラス分類を行い、その結果得られるクラスコードを、足し込み部114に供給する。

40

【0153】

足し込み部114は、学習用音声信号を、教師データとして受信するとともに、タップ抽出部111からの予測タップを、生徒データとして受信し、その教師データおよび生徒データを対象として、クラス分類部113からのクラスコードごとに、図7の足し込み部36における場合と同様の足し込みを行うことにより、各クラスについて、式(8)に示した正規方程式をたてる。

【0154】

50

タップ係数算出部 115 は、図 7 のタップ係数算出部 37 と同様に、足し込み部 114 においてクラスごとに生成された正規方程式を解くことにより、クラスごとに、タップ係数を求めて出力する。

【0155】

図 10 の係数メモリ 84 には、以上のようにして、タップ係数算出部 115 から出力されるクラスごとのタップ係数が記憶されている。

【0156】

従って、図 10 の係数メモリ 84 に記憶されたタップ係数は、線形予測演算を行うことにより得られる高音質の音声の予測値の予測誤差（自乗誤差）が、統計的に最小になるように学習を行うことにより求められたものであるから、図 10 の予測部 85 が出力する音声データは、高音質のものとなる。

10

【0157】

なお、タップ抽出部 111 と 112 には、コード決定部 105 が、自乗誤差最小判定部 98 から確定信号を受信したときに出力する L コード、G コード、I コード、および A コードが供給されるようになっており、図 10 のタップ抽出部 81 や 82 において、L コード、G コード、I コード、または A コードを用いて予測タップやクラスタップが構成される場合には、タップ抽出部 111 や 112 でも、L コード、G コード、I コード、または A コードを用いて予測タップやクラスタップが構成されるようになっている。

【0158】

次に、図 12 は、図 3 の復号装置の詳細構成例を示している。

20

【0159】

符号化特性情報抽出部 121 には、復号対象の符号化データが供給されるようになっており、符号化特性情報抽出部 121 は、符号化データから、その符号化データに含まれる特性データを抽出して、判定部 123 に供給する。

【0160】

実特性抽出部 122 にも、復号対象の符号化データが供給されるようになっており、実特性抽出部 122 は、符号化データに対応する元のデータの実際の特性である実特性を抽出し、判定部 123 に供給する。

【0161】

ここで、例えば、符号化データが、音声データを符号化したものである場合には、実特性抽出部 122 は、例えば、その音声データのピッチ周期を、実特性として求める。また、例えば、符号化データが、画像データを符号化したものである場合には、実特性抽出部 122 は、例えば、その画像データの動きを評価する評価値を、実特性として求める。

30

【0162】

判定部 123 は、符号化特性情報抽出部 121 から供給される特性データと、実特性抽出部 122 から供給される実特性とを比較することにより、特性データの正しさを判定する。そして、判定部 123 は、その特性データの正しさの判定結果としてのミスマッチ情報を、復号処理部 2 に出力する。

【0163】

なお、以上の符号化特性情報抽出部 121、実特性抽出部 122、および判定部 123 が、ミスマッチ検出部 1 を構成している。

40

【0164】

前処理部 131 には、復号対象の符号化データが供給されるようになっており、前処理部 131 は、符号化データに対して、所定の前処理を施し、その結果得られる前処理データを、クラス分類適応処理部 132 に供給する。

【0165】

クラス分類適応処理部 132 は、前処理部 131 から供給される前処理データから、予測タップおよびクラスタップを構成し、係数メモリ 141 を参照することで、上述したようなクラス分類適応処理を行う。そして、クラス分類適応処理部 132 は、クラス分類適応処理を行うことによって得られるデータ（以下、適宜、適応処理データという）を、後処

50

理部 1 3 3 に出力する。

【 0 1 6 6 】

ここで、クラス分類適応処理部 1 3 2 には、ミスマッチ検出部 1 の判定部 1 2 3 が出力するミスマッチ情報が供給されるようになっており、クラス分類適応処理部 1 3 2 では、このミスマッチ情報に基づき、クラス分類適応処理が行われるようになっている。

【 0 1 6 7 】

後処理部 1 3 3 は、クラス分類適応処理部 1 3 2 が出力するデータに対して、所定の後処理を施し、これにより、符号化データを、高品質の復号データに復号したものを得て出力する。

【 0 1 6 8 】

なお、以上の前処理部 1 3 1、クラス分類適応処理部 1 3 2、および後処理部 1 3 3 が、復号処理部 2 を構成している。

【 0 1 6 9 】

係数メモリ 1 4 1 は、クラス分類適応処理部 1 3 2 がクラス分類適応処理を行うのに用いるクラスごとのタップ係数を記憶している。

【 0 1 7 0 】

なお、この係数メモリ 1 4 1 によって、パラメータ記憶部 3 が構成されている。

【 0 1 7 1 】

次に、図 1 3 は、図 1 2 のクラス分類適応処理部 1 3 2 の構成例を示している。

【 0 1 7 2 】

前処理部 1 3 1 が出力する前処理データは、タップ抽出部 1 5 1 および 1 5 2 に供給されるようになっている。

【 0 1 7 3 】

タップ抽出部 1 5 1 は、得ようとしている適応処理データを、注目データとし、さらに、その注目データを予測するのに用いる前処理データの幾つかを、予測タップとして抽出する。また、タップ抽出部 1 5 2 は、注目データをクラス分類するのに用いる前処理データの幾つかを、クラスタップとして抽出する。

【 0 1 7 4 】

ここで、タップ抽出部 1 5 1 および 1 5 2 には、判定部 1 2 3 (図 1 2) が出力するミスマッチ情報も供給されるようになっている。そして、タップ抽出部 1 5 1 と 1 5 2 は、ミスマッチ情報に基づき、予測タップとクラスタップの構造を、それぞれ変更するようになっている。

【 0 1 7 5 】

なお、ここでは、説明を簡単にするために、予測タップとクラスタップは、同一のタップ構造を有するものとする。但し、予測タップとクラスタップとは、異なるタップ構造とすることが可能である。

【 0 1 7 6 】

タップ抽出部 1 5 1 で得られた予測タップは、予測部 1 5 4 に供給され、タップ抽出部 1 5 2 で得られたクラスタップは、クラス分類部 1 5 3 に供給される。

【 0 1 7 7 】

クラス分類部 1 5 3 には、クラスタップの他、ミスマッチ情報も供給されるようになっており、クラス分類部 1 5 3 は、タップ抽出部 1 5 2 からのクラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目データをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、係数メモリ 1 4 1 に供給する。

【 0 1 7 8 】

係数メモリ 1 4 1 は、各クラスコードに対応するアドレスに、そのクラスコードに対応するクラスのタップ係数を記憶しており、クラス分類部 1 5 3 から供給されるクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を、予測部 1 5 4 に供給する。

【 0 1 7 9 】

予測部 1 5 4 は、タップ抽出部 1 5 1 が出力する予測タップと、係数メモリ 1 4 1 が出力

10

20

30

40

50

するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部154は、適応処理データ(の予測値)を求めて出力する。

【0180】

次に、図14のフローチャートを参照して、図12の復号装置の処理(復号処理)について説明する。

【0181】

クラス分類適応処理部132(図13)のタップ抽出部151では、得ようとしている適応処理データが、注目データとされ、ステップS21において、ミスマッチ検出部1が、その注目データに対応する符号化データ(以下、適宜、注目符号化データという)から、ミスマッチ情報を生成する。

10

【0182】

即ち、ミスマッチ検出部1では、符号化特性情報抽出部121が、注目符号化データから、その注目符号化データに含まれる特性データを抽出し、判定部123に供給するとともに、実特性抽出部122が、注目符号化データに対応する元のデータの実際の特性である実特性を抽出し、判定部123に供給する。そして、判定部123は、符号化特性情報抽出部121から供給される特性データと、実特性抽出部122から供給される実特性とを比較することにより、特性データの正しさを判定し、その判定結果としてのミスマッチ情報を、クラス分類適応処理部132に供給する。

【0183】

20

そして、ステップS22に進み、前処理部131は、注目データについての予測タップとクラスタップを構成するのに必要な前処理データを得るための符号化データに対して、前処理を施し、その結果得られる前処理データを、クラス分類適応処理部132に供給する。

【0184】

クラス分類適応処理部132(図13)では、ステップS23において、タップ抽出部151と152が、前処理部131から供給される前処理データを用い、ミスマッチ検出部1からのミスマッチ情報に基づくタップ構造の予測タップとクラスタップを、それぞれ構成する。そして、予測タップは、タップ抽出部151から予測部154に供給され、クラスタップは、タップ抽出部152からクラス分類部153に供給される。

30

【0185】

クラス分類部153は、タップ抽出部152から、注目データについてのクラスタップを受信し、ステップS24において、そのクラスタップと、ミスマッチ検出部1から供給されるミスマッチ情報に基づき、注目データをクラス分類し、注目データのクラスを表すクラスコードを、係数メモリ141に出力する。

【0186】

係数メモリ141は、クラス分類部153から供給されるクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を読み出して出力する。予測部154は、ステップS25において、係数メモリ141が出力するタップ係数を取得し、ステップS26に進む。

【0187】

40

ステップS26では、予測部154が、タップ抽出部151が出力する予測タップと、係数メモリ141から取得したタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部154は、注目データとしての適応処理データ(の予測値)を求め、後処理部133に供給する。

【0188】

後処理部133(図12)は、ステップS27において、クラス分類適応処理部132(の予測部154)からの注目データに対して、所定の後処理を施し、これにより、復号データを得て出力する。

【0189】

その後、ステップS28に進み、まだ、注目データとしていない適応処理データがあるか

50

どうか判定される。ステップS28において、まだ、注目データとしていない適応処理データがあると判定された場合、その、まだ注目データとされていない適応処理データのうちの1つが、新たに注目データとされ、ステップS21に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0190】

また、ステップS28において、まだ、注目データとされていない適応処理データがないと判定された場合、処理を終了する。

【0191】

次に、図15は、図12の係数メモリ141に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図4の学習装置の詳細構成例を示している。

10

【0192】

図15の実施の形態において、ミスマッチ検出部13は、符号化特性情報抽出部171、実特性抽出部172、および判定部173から構成されており、符号化部12が出力する符号化データは、符号化特性情報抽出部171、実特性抽出部172に供給されるようになっている。符号化特性情報抽出部171、実特性抽出部172、または判定部173は、図12の符号化特性情報抽出部121、実特性抽出部122、または判定部123とそれぞれ同様に構成されており、図12で説明した場合と同様に、後述する注目教師データに対応する符号化データから、ミスマッチ情報を求めて、学習処理部14に供給する。

【0193】

学習処理部14は、適応学習部160、教師データ生成部161、および生徒データ生成部163から構成されている。

20

【0194】

適応学習部160は、教師データ記憶部162、生徒データ記憶部164、タップ抽出部165および166、クラス分類部167、足し込み部168、およびタップ係数算出部169から構成され、教師データ生成部161は、逆後処理部161Aから構成され、生徒データ生成部163は、符号化部163Aおよび前処理部163Bから構成されている。

【0195】

逆後処理部161Aは、学習用データ記憶部11から学習用データを読み出し、図12の後処理部133が行う処理と相補的な関係にある処理（以下、適宜、逆後処理という）を行う。即ち、例えば、学習用データを y とするとともに、図12の後処理部133が、適応処理データ x に対して施す後処理を、関数 $f(x)$ で表すとすると、逆後処理部161Aは、学習用データ y に対して、関数 $f^{-1}(y)$ （ $f^{-1}()$ は、関数 $f()$ の逆関数を表す）で表される処理を逆後処理として施し、その結果得られるデータを、教師データとして、適応学習部160に出力する。なお、逆後処理部161Aが出力する教師データは、図12のクラス分類適応処理部132から後処理部133に供給される適応データに相当する。

30

【0196】

教師データ記憶部162は、教師データ生成部161（の逆後処理部161A）が出力する教師データを一時記憶する。

40

【0197】

符号化部163Aは、学習用データ記憶部11から学習用データを読み出し、符号化部12と同一の符号化方式で符号化して出力する。従って、符号化部163Aは、符号化部12が出力するのと同じの符号化データを出力する。なお、符号化部12と163Aとは、1つの符号化部で共用することが可能である。

【0198】

前処理部163Bは、符号化部163Aが出力する符号化データに対して、図12の前処理部131が行うのと同じの前処理を施し、その結果得られる前処理データを、生徒データとして、適応学習部160に出力する。なお、前処理部163Bが出力する生徒データは、図12の前処理部131からクラス分類適応処理部132に供給される前処理データ

50

に相当する。

【0199】

生徒データ記憶部164は、生徒データ生成部163（の前処理部163B）が出力する生徒データを一時記憶する。

【0200】

タップ抽出部165は、教師データ記憶部162に記憶された教師データを、順次、注目教師データとし、その注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データを抽出することにより、図13のタップ抽出部151が構成するのと同じのタップ構造の予測タップを構成して出力する。なお、タップ抽出部165には、ミスマッチ検出部13（の判定部173）が出力するミスマッチ情報が供給されるようになっており、

10

【0201】

タップ抽出部166は、注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データを抽出することにより、図13のタップ抽出部152が構成するのと同じのタップ構造のクラスタップを構成して出力する。なお、タップ抽出部166には、ミスマッチ検出部13が出力するミスマッチ情報が供給されるようになっており、タップ抽出部166は、図13のタップ抽出部152と同様に、注目教師データについてのミスマッチ情報に基づいて、クラスタップのタップ構造を変更するようになっている。

【0202】

クラス分類部167には、タップ抽出部166が出力するクラスタップと、ミスマッチ検出部13が出力するミスマッチ情報が供給されるようになっている。クラス分類部167は、注目教師データについてのクラスタップとミスマッチ情報に基づき、図13のクラス分類部153と同一のクラス分類を行い、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、足し込み部168に出力する。

20

【0203】

足し込み部168は、教師データ記憶部162から、注目教師データを読み出し、その注目教師データと、タップ抽出部165から供給される注目教師データについて構成された予測タップを構成する生徒データを対象とした足し込みを、クラス分類部167から供給されるクラスコードごとに行う。

30

【0204】

即ち、足し込み部168は、クラス分類部167から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ（生徒データ）を用い、式（8）の行列Aにおける各コンポーネントとなっている、生徒データどうしの乗算（ $x_{in}x_{im}$ ）と、サメーション（ \sum ）に相当する演算を行う。

【0205】

さらに、足し込み部168は、やはり、クラス分類部167から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ（生徒データ）および教師データを用い、式（8）のベクトルvにおける各コンポーネントとなっている、生徒データと教師データの乗算（ $x_{in}y_i$ ）と、サメーション（ \sum ）に相当する演算を行う。

40

【0206】

即ち、足し込み部168は、前回、注目教師データとされた教師データについて求められた式（8）における行列Aのコンポーネントと、ベクトルvのコンポーネントを、その内蔵するメモリ（図示せず）に記憶しており、その行列Aまたはベクトルvの各コンポーネントに対して、新たに注目教師データとされた教師データについて、その教師データ y_i および生徒データ x_{in} （ x_{im} ）を用いて計算される、対応するコンポーネント $x_{in}x_{im}$ または $x_{in}y_i$ を足し込む（行列A、ベクトルvにおけるサメーションで表される加算を行う）。

【0207】

そして、足し込み部168は、教師データ記憶部162に記憶された教師データすべてを

50

注目教師データとして、上述の足し込みを行うことにより、各クラスについて、式(8)に示した正規方程式をたてると、その正規方程式を、タップ係数算出部169に供給する。

【0208】

タップ係数算出部169は、足し込み部168から供給されるクラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとのタップ係数を求めて出力する。

【0209】

次に、図16のフローチャートを参照して、図15の学習装置の処理(学習処理)について、説明する。

【0210】

まず最初に、ステップS31において、教師データ生成部161と生徒データ生成部163が、学習用データ記憶部11に記憶された学習用データから、教師データと生徒データを、それぞれ生成する。教師データは、教師データ生成部161から教師データ記憶部162に供給されて記憶され、生徒データは、生徒データ生成部163から生徒データ記憶部164に供給されて記憶される。

【0211】

その後、タップ抽出部165は、教師データ記憶部162に記憶された教師データのうち、まだ、注目教師データとしていないものを、注目教師データとする。そしてステップS32において、符号化部12は、学習用データ記憶部11に記憶された学習用データを符号化し、これにより、注目教師データに対応する符号化データ(注目教師データに対応する学習用データを符号化したもの)を得て、ミスマッチ検出部13に供給する。

【0212】

ミスマッチ検出部13は、符号化部12から供給される符号化データから、注目教師データについてのミスマッチ情報を生成し、学習処理部14のタップ抽出部165および166、並びにクラス分類部167に供給する。

【0213】

そして、ステップS34に進み、タップ抽出部165が、ミスマッチ情報に基づき、注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データを読み出して予測タップを構成し、足し込み部168に供給するとともに、タップ抽出部166が、やはり、ミスマッチ情報に基づき、注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データを読み出してクラスタップを構成し、クラス分類部167に供給する。

【0214】

クラス分類部167は、ステップS35において、注目教師データについてのクラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目教師データについてクラス分類を行い、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、足し込み部168に出力する。

【0215】

足し込み部168は、ステップS36において、教師データ記憶部162から注目教師データを読み出し、その注目教師データと、タップ抽出部165からの予測タップを用い、式(8)の行列Aとベクトルvのコンポーネントを計算する。さらに、足し込み部168は、既に得られている行列Aとベクトルvのコンポーネントのうち、クラス分類部167からのクラスコードに対応するものに対して、注目データと予測タップから求められた行列Aとベクトルvのコンポーネントを足し込み、ステップS37に進む。

【0216】

ステップS37では、タップ抽出部165が、教師データ記憶部162に、まだ、注目教師データとしていない教師データが記憶されているかどうかを判定する。ステップS37において、注目教師データとしていない教師データが、まだ、教師データ記憶部162に記憶されていると判定された場合、タップ抽出部165は、まだ注目教師データとしていない教師データを、新たに、注目教師データとして、ステップS32に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0217】

10

20

30

40

50

また、ステップ S 3 7 において、注目教師データとしていない教師データが、教師データ記憶部 1 6 2 に記憶されていないと判定された場合、足し込み部 1 6 8 は、いままでの処理によって得られたクラスごとの行列 A およびベクトル v のコンポーネントで構成される式 (8) の正規方程式を、タップ係数算出部 1 6 9 に供給し、ステップ S 3 8 に進む。

【 0 2 1 8 】

ステップ S 3 8 では、タップ係数算出部 1 6 9 は、足し込み部 1 6 8 から供給される各クラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとに、タップ係数を求めて出力し、処理を終了する。

【 0 2 1 9 】

なお、学習用データ記憶部 1 1 に記憶されている学習用データの数で十分でないこと等に起因して、タップ係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じることがあり得るが、そのようなクラスについては、タップ係数算出部 1 6 9 は、例えば、デフォルトのタップ係数を出力するようになっている。

【 0 2 2 0 】

次に、図 1 7 は、符号化データが音声データを C E L P 方式で符号化したものである場合の、図 1 2 の復号装置の第 1 の詳細構成例を示している。

【 0 2 2 1 】

図 1 7 の実施の形態では、符号化特性情報抽出部 1 2 1 は、チャンネルデコーダ 1 8 1 で構成されている。チャンネルデコーダ 1 8 1 は、例えば、図 9 のチャンネルデコーダ 6 1 と同様に構成されており、符号化データから、L コードを抽出し、特性データとして、判定部 1 2 3 に供給する。

【 0 2 2 2 】

実特性抽出部 1 2 2 は、V S E L P 復号装置 1 8 2 およびピッチ検出部 1 8 3 で構成されている。V S E L P 復号装置 1 8 2 は、図 9 に示した V S E L P 復号装置と同様に構成され、符号化データを、V S E L P 方式で復号し、その結果得られる復号音声データを、ピッチ検出部 1 8 3 に供給する。

【 0 2 2 3 】

ピッチ検出部 1 8 3 は、V S E L P 復号装置 1 8 2 が出力する復号音声データのピッチ周期を検出する。即ち、ピッチ検出部 1 8 3 は、例えば、復号音声データの自己相関を計算し、その自己相関に基づいて、ピッチ周期を検出し、実特性として、判定部 1 2 3 に供給する。

【 0 2 2 4 】

判定部 1 2 3 は、差分演算部 1 8 4 で構成されている。差分演算部 1 8 4 は、チャンネルデコーダ 1 8 1 からの L コードに対応する時間 (音声のピッチ周期を表す時間) と、実際に得られた復号音声データのピッチ周期との差分を演算し、その差分値を、ミスマッチ情報として、クラス分類適応処理部 1 3 2 に供給する。

【 0 2 2 5 】

一方、前処理部 1 3 1 は、V S E L P 復号装置 1 8 5 で構成されている。V S E L P 復号装置 1 8 5 は、V S E L P 復号装置 1 8 2 と同様に、符号化データを、V S E L P 方式で復号し、復号音声データを、前処理データとして、クラス分類適応処理部 1 3 2 に出力する。

【 0 2 2 6 】

クラス分類適応処理部 1 3 2 では、前処理部 1 3 1 の V S E L P 復号装置 1 8 5 が出力する復号音声データを対象に、クラス分類適応処理が行われ、その結果得られる適応処理データが、後処理部 1 3 3 に出力される。後処理部 1 3 3 は、クラス分類適応処理部 1 3 2 からの適応処理データを、そのまま、高音質音声データとして出力する。

【 0 2 2 7 】

従って、図 1 7 の実施の形態においては、クラス分類適応処理部 1 3 2 では、クラス分類適応処理が行われることにより、前処理部 1 3 1 の V S E L P 復号装置 1 8 5 が出力する、符号化データを V S E L P 方式で復号した復号音声データが、高音質音声データに変換

10

20

30

40

50

されて出力される。

【0228】

即ち、クラス分類適応処理部132（図13）では、前処理部131のVSEL P復号装置185が出力する復号音声データが、タップ抽出部151と152に供給される。

【0229】

タップ抽出部151は、まだ、注目データとしていない高音質音声データを注目データとして、その注目データを予測するのに用いる復号音声データの幾つかの音声サンプルを、予測タップとして抽出する。タップ抽出部152も、注目データをクラス分類するのに用いる復号音声データの幾つかの音声サンプルを、クラスタップとして抽出する。

【0230】

ここで、上述したように、タップ抽出部151および152には、判定部123からミスマッチ情報も供給されるようになっており、タップ抽出部151と152は、ミスマッチ情報に基づき、予測タップとクラスタップの構造を、それぞれ変更するようになっている。

【0231】

即ち、符号化特性情報抽出部121（図17）のチャンネルデコーダ181では、例えば、注目データに対応する位置の復号音声データを含むサブフレーム（またはフレーム）のLコードが抽出され、判定部123の差分演算部184に供給される。

【0232】

また、実特性抽出部122のVSEL P復号装置182では、例えば、注目データに対応する位置の復号音声データ（以下、適宜、注目復号音声データという）を含むフレームの前後それぞれ数10フレーム等が復号され、その結果得られる復号音声データが、ピッチ検出部183に供給される。ピッチ検出部183では、VSEL P復号装置182から供給される復号音声データの自己相関が計算され、その自己相関に基づき、注目復号音声データ付近のピッチ周期が検出される。このピッチ周期は、差分演算部184に供給される。差分演算部184は、チャンネルデコーダ181から供給されるLコードに対応する時間 T_1 と、ピッチ検出部183から供給されるピッチ周期 T_2 との差分を演算し、その差分値 $T (= T_1 - T_2)$ を、注目データについてのミスマッチ情報として出力する。

【0233】

タップ抽出部151（図13）は、以上のような、注目データについてのミスマッチ情報としての差分値 T を受信すると、例えば、その差分値 T の絶対値を、所定の閾値 TH_T と比較する。

【0234】

そして、タップ抽出部151は、差分値 T の絶対値が、閾値 TH_T 以下（または未満）である場合、即ち、注目復号音声データを含むサブフレームのLコードに対応する時間が、注目復号音声データのピッチ周期を正しく表している場合、例えば、注目復号音声データを含むサブフレーム（以下、適宜、注目サブフレームという）の音声サンプルすべてと、注目サブフレームの1つ前のサブフレームの1サンプルおきの音声サンプルと、注目サブフレームの1つ後のサブフレームの1サンプルおきの音声サンプルとを、予測タップとして抽出する。

【0235】

また、タップ抽出部151は、差分値 T の絶対値が、閾値 TH_T より大きい（または以上である）場合、即ち、注目復号音声データを含むサブフレームのLコードに対応する時間が、注目復号音声データのピッチ周期を正しく表していない場合、例えば、注目サブフレームの音声サンプルすべてと、注目サブフレームの1つ前と2つ前のサブフレームの2サンプルおきの音声サンプルと、注目サブフレームの1つ後と2つ後のサブフレームの2サンプルおきの音声サンプルとを、予測タップとして抽出する。

【0236】

タップ抽出部152も、タップ抽出部151と同様に、ミスマッチ情報に基づいてタップ構造を変更したクラスタップを、復号音声データから抽出する。

10

20

30

40

50

【0237】

なお、ここでは、ミスマッチ情報に基づいて、予測タップとして抽出する音声サンプルの位置を変更するだけで、予測タップを構成する音声サンプルの数は変更しないようにしたが、タップ抽出部151では、ミスマッチ情報に基づいて、予測タップを構成する復号音声データの音声サンプルの数を変更するようにすることも可能である。

【0238】

また、タップ抽出部151では、図10で説明した場合と同様に、VSELP復号装置185において得られるLコード、Gコード、Iコード、またはAコードも予測タップとして抽出することが可能であるが、この場合も、予測タップとするLコード、Gコード、Iコード、またはAコードのサブフレームの位置や数を、ミスマッチ情報に基づいて変更することが可能である。

10

【0239】

さらに、ミスマッチ情報には、差分値 T だけでなく、その差分値 T を得るのに用いられたLコードや復号音声データのピッチ周期 T_2 、即ち、チャンネルデコーダ181が出力するLコードや、ピッチ検出部183が出力するピッチ周期 T_2 を含めることが可能である。この場合、タップ抽出部151では、上述のような予測タップのタップ構造の変更を、差分値 T だけでなく、Lコードや、復号音声データのピッチ周期 T_2 にも基づいて行うようにすることが可能である。

【0240】

タップ抽出部152でも、タップ抽出部151における場合と同様にして、クラスタップ

20

【0241】

タップ抽出部151で得られた予測タップは、予測部154に供給され、タップ抽出部152で得られたクラスタップは、クラス分類部153に供給される。

【0242】

クラス分類部153には、クラスタップの他、注目データについてのミスマッチ情報も供給され、クラス分類部153では、上述したように、クラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目データがクラス分類される。

【0243】

即ち、クラス分類部153は、例えば、注目データについてのクラスタップに基づき、上述のADRC処理を行うことにより、クラスコードを求める。ここで、クラスタップから得られるクラスコードを、以下、適宜、クラスタップコードという。

30

【0244】

さらに、クラス分類部153は、例えば、注目データについてのミスマッチ情報としての差分値 T の絶対値を、所定の閾値 TH_T と比較することにより、1ビットのクラスコードを求める。

【0245】

即ち、クラス分類部153は、差分値 T の絶対値が、閾値 TH_T 以下である場合、即ち、注目復号音声データを含むサブフレームのLコードに対応する時間が、注目復号音声データのピッチ周期を正しく表している場合、0または1のうちの、例えば、1をクラスコードとする。また、クラス分類部153は、差分値 T の絶対値が、閾値 TH_T より大きい場合、即ち、注目復号音声データを含むサブフレームのLコードに対応する時間が、注目復号音声データのピッチ周期を正しく表していない場合、0または1のうちの、例えば、0をクラスコードとする。ここで、ミスマッチ情報から得られるクラスコードを、以下、適宜、ミスマッチコードという。

40

【0246】

その後、クラス分類部153は、例えば、注目データについて得られたクラスタップコードの上位ビットとして、注目データについて得られたミスマッチコードを付加し、このクラスタップコードとミスマッチコードとで構成されるコードを、注目データについての最終的なクラスコードとして出力する。

50

【0247】

このクラスコードは、係数メモリ141に供給される。係数メモリ141では、そのクラスコードに対応するタップ係数が読み出され、予測部154に供給される。

【0248】

なお、上述のように、ミスマッチ情報に、差分値 T だけでなく、その差分値 T を得るのに用いられたLコードや復号音声データのピッチ周期 T_2 、即ち、チャンネルデコーダ181が出力するLコードや、ピッチ検出部183が出力するピッチ周期 T_2 を含める場合には、クラス分類部153では、ミスマッチ情報に含まれるLコードやピッチ周期 T_2 にも基づいて、クラス分類を行うようにすることが可能である。

【0249】

また、上述の場合には、差分値 T の絶対値と閾値 TH_T との大小関係に対応して、1ビットのミスマッチコードを決定するようにしたが、ミスマッチコードとしては、その他、例えば、差分値 T の2の補数表示などを採用すること等が可能である。

【0250】

予測部154は、タップ抽出部151が出力する予測タップと、係数メモリ141から取得したタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部154は、注目データ(の予測値)、即ち、高音質音声データを求め、後処理部133に供給する。

【0251】

後処理部133では、上述したように、クラス分類適応処理部132(の予測部154)の出力、即ち、高音質音声データが、そのまま出力される。

【0252】

次に、図18は、図17の復号装置の係数メモリ141に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図15の学習装置の詳細構成例を示している。

【0253】

図18の実施の形態では、学習用データ記憶部11に、学習用データとして、高音質の音声データ(学習用音声データ)が記憶されている。

【0254】

符号化部12は、VSELP符号化装置191で構成されており、VSELP符号化装置191は、例えば、図8に示したVSELP符号化装置と同様に構成されている。但し、VSELP符号化装置191は、図8のVSELP符号化装置のマイク41およびA/D変換部42が設けられていないものとなっている。

【0255】

VSELP符号化装置191は、学習用データ記憶部11から学習用音声データを読み出して、VSELP方式で符号化し、その結果得られる符号化データを、符号化特性情報抽出部171および実特性抽出部172に供給する。

【0256】

符号化特性情報抽出部171は、チャンネルデコーダ192で、実特性抽出部172は、VSELP復号装置193およびピッチ検出部194で、判定部173は、差分演算部195で、それぞれ構成されている。チャンネルデコーダ192、VSELP復号装置193、ピッチ検出部194、または差分演算部195は、図17のチャンネルデコーダ181、VSELP復号装置182、ピッチ検出部183、または差分演算部184とそれぞれ同様の処理を行い、これにより、注目教師データについてのミスマッチ情報として、図17で説明した差分値 T を得て、適応学習部160に出力する。

【0257】

逆後処理部161Aは、学習用データ記憶部11から学習用音声データを読み出し、そのまま、教師データとして、適応学習部160に出力する。適応学習部160(図15)では、教師データ記憶部162において、後処理部161Aからの教師データが記憶される。

【0258】

10

20

30

40

50

符号化部 163A は、VSELP 符号化装置 196 で構成され、VSELP 符号化装置 196 は、VSELP 符号化装置 191 と同様に、学習用データ記憶部 11 から学習用音声データを読み出して、VSELP 方式で符号化し、その結果得られる符号化データを、前処理部 163B に出力する。

【0259】

前処理部 163B は、図 9 の VSELP 復号装置と同様に構成される VSELP 復号装置 197 で構成され、VSELP 復号装置 197 は、VSELP 符号化装置 196 からの符号化データを、VSELP 方式で復号し、その結果得られる復号音声データを、生徒データとして、適応学習部 160 に出力する。適応学習部 160 (図 15) では、生徒データ記憶部 164 において、VSELP 復号装置 197 からの生徒データが記憶される。

10

【0260】

そして、適応学習部 160 では、教師データおよび生徒データを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式 (1) の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われる。

【0261】

即ち、適応学習部 160 (図 15) では、タップ抽出部 165 が、教師データ記憶部 162 に記憶された教師データのうち、まだ、注目教師データとしていないものを、注目教師データとし、注目教師データについて、生徒データ記憶部 164 に記憶された生徒データから予測タップを構成して、足し込み部 168 に供給する。さらに、タップ抽出部 166 が、注目教師データについて、生徒データ記憶部 164 に記憶された生徒データからクラスタップを構成し、クラス分類部 167 に供給する。

20

【0262】

ここで、チャンネルデコーダ 192、VSELP 復号装置 193、ピッチ検出部 194、または差分演算部 195 では、図 17 のチャンネルデコーダ 181、VSELP 復号装置 182、ピッチ検出部 183、または差分演算部 184 とそれぞれ同様の処理が行われ、これにより、注目教師データについてのミスマッチ情報としての差分値 T が、タップ抽出部 165 および 166、並びにクラス分類部 167 に供給されるようになっている。

【0263】

そして、タップ抽出部 165 または 166 では、図 17 で説明したタップ抽出部 151 または 152 (図 13) における場合とそれぞれ同様に、ミスマッチ情報に基づいてタップ構造を変更した予測タップまたはクラスタップが、生徒データ記憶部 164 に記憶された生徒データとしての復号音声データから構成される。

30

【0264】

なお、タップ抽出部 165 または 166 では、図 17 で説明したタップ抽出部 151 または 152 (図 13) における場合とそれぞれ同一のタップ構造の予測タップまたはクラスタップが構成される。このため、タップ抽出部 151 または 152 において、VSELP 復号装置 185 で得られる L コード、G コード、I コード、または A コードも用いて、予測タップまたはクラスタップが構成される場合には、タップ抽出部 165 または 166 でも、VSELP 復号装置 197 で得られる L コード、G コード、I コード、または A コードを用いて、タップ抽出部 151 または 152 における場合とそれぞれ同一のタップ構造の予測タップまたはクラスタップが構成される。

40

【0265】

さらに、タップ抽出部 165 または 166 それぞれでは、ミスマッチ情報に、差分値 T だけでなく、その差分値 T を得るのに用いられた L コードや復号音声データのピッチ周期 T_2 が含まれる場合には、図 17 で説明したタップ抽出部 151 または 152 (図 13) における場合と同様に、予測タップまたはクラスタップのタップ構造の変更が、差分値 T だけでなく、L コードや、復号音声データのピッチ周期 T_2 にも基づいて行われる。

【0266】

その後、クラス分類部 167 は、注目教師データについてのクラスタップとミスマッチ情

50

報に基づき、注目教師データについて、図 17 で説明したクラス分類部 153 (図 13) における場合と同様のクラス分類を行い、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、足し込み部 168 に出力する。

【0267】

足し込み部 168 は、教師データ記憶部 162 から注目教師データを読み出し、その注目教師データと、タップ抽出部 165 からの予測タップを用い、式 (8) の行列 A とベクトル v のコンポーネントを計算する。さらに、足し込み部 168 は、既に得られている行列 A とベクトル v のコンポーネントのうち、クラス分類部 167 からのクラスコードに対応するものに対して、注目教師データと予測タップから求められた行列 A とベクトル v のコンポーネントを足し込む。

10

【0268】

以上の処理が、教師データ記憶部 162 に記憶された教師データすべてを、注目教師データとして行われると、足し込み部 168 は、いままでの処理によって得られたクラスごとの行列 A およびベクトル v のコンポーネントで構成される式 (8) の正規方程式を、タップ係数算出部 169 に供給し、タップ係数算出部 169 は、その各クラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとに、タップ係数を求めて出力する。

【0269】

次に、図 19 は、符号化データが音声データを CELP 方式で符号化したものである場合の、図 12 の復号装置の第 2 の詳細構成例を示している。なお、図中、図 17 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

20

【0270】

即ち、図 19 の復号装置は、後処理部 133 が、図 9 の音声合成フィルタ 69 と同様に構成される音声合成フィルタ 201 で構成されている他は、基本的に、図 17 の復号装置と同様に構成されている。

【0271】

但し、前処理部 131 の VSEL P 復号装置 185 は、図 9 において、音声合成フィルタ 69 が出力する復号音声データではなく、フィルタ係数復号器 65 が出力する線形予測係数と、演算器 68 が出力する残差信号を、前処理データとして、クラス分類適応処理部 132 に出力するようになっている。

30

【0272】

クラス分類適応処理部 132 では、前処理部 131 の VSEL P 復号装置 185 が出力する残差信号 (復号残差信号) と線形予測係数 (復号線形予測係数) を対象に、クラス分類適応処理が行われ、これにより、音声合成フィルタ 201 において、高音質音声データ (の予測値) を得ることができる残差信号と線形予測係数 (以下、適宜、それぞれを、高音質残差信号と高音質線形予測係数という) が、適応処理データとして求められる。

【0273】

即ち、クラス分類適応処理部 132 (図 13) では、前処理部 131 の VSEL P 復号装置 185 が出力する復号残差信号が、タップ抽出部 151 と 152 に供給される。

【0274】

40

タップ抽出部 151 は、まだ、注目データとしていない高音質残差信号のサンプルを注目データとして、その注目データを予測するのに用いる復号残差信号の幾つかのサンプルを、予測タップとして抽出する。タップ抽出部 152 も、注目データをクラス分類するのに用いる復号残差信号の幾つかのサンプルを、クラスタップとして抽出する。

【0275】

なお、タップ抽出部 151 および 152 には、図 17 で説明したように、注目データについてのミスマッチ情報が供給されるようになっており、タップ抽出部 151 または 152 では、そのミスマッチ情報に基づいて、図 17 で説明したようなタップ構造の予測タップまたはクラスタップが、それぞれ構成される。

【0276】

50

タップ抽出部 1 5 1 で得られた予測タップは、予測部 1 5 4 に供給され、タップ抽出部 1 5 2 で得られたクラスタップは、クラス分類部 1 5 3 に供給される。

【 0 2 7 7 】

クラス分類部 1 5 3 には、クラスタップの他、注目データについてのミスマッチ情報も供給され、クラス分類部 1 5 3 では、図 1 7 で説明した場合と同様に、クラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目データがクラス分類され、注目データについてのクラスコードが、係数メモリ 1 4 1 に供給される。係数メモリ 1 4 1 では、注目データについてのクラスコードに対応するタップ係数が読み出され、予測部 1 5 4 に供給される。

【 0 2 7 8 】

予測部 1 5 4 は、タップ抽出部 1 5 1 が出力する予測タップと、係数メモリ 1 4 1 から取得したタップ係数とを用いて、式 (1) に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部 1 5 4 は、注目データ (の予測値) 、即ち、高音質残差信号を求め、後処理部 1 3 3 に供給する。

10

【 0 2 7 9 】

図 1 9 の実施の形態では、クラス分類適応処理部 1 3 2 と係数メモリ 1 4 1 が 2 系統設けられており、一方の系統のクラス分類適応処理部 1 3 2 および係数メモリ 1 4 1 では、復号残差信号が、上述のように処理される。そして、他方の系統のクラス分類適応処理部 1 3 2 および係数メモリ 1 4 1 では、前処理部 1 3 1 の V S E L P 復号装置 1 8 5 が出力する復号線形予測係数について、復号残差残差信号における場合と同様の処理が行われ、これにより、高音質線形予測係数が求められて、後処理部 1 3 3 に供給される。

20

【 0 2 8 0 】

後処理部 1 3 3 では、音声合成フィルタ 2 0 1 において、クラス分類適応処理部 1 3 2 からの高音質線形予測係数をフィルタ係数として、同じくクラス分類適応処理部 1 3 2 からの高音質復号残差信号がフィルタリングされることにより、高音質音声データが求められて出力される。

【 0 2 8 1 】

次に、図 2 0 および図 2 1 は、図 1 9 の復号装置の係数メモリ 1 4 1 に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図 1 5 の学習装置の詳細構成例を示している。なお、図中、図 1 8 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

30

【 0 2 8 2 】

図 2 0 は、復号残差信号を高音質残差信号に変換するタップ係数を学習する学習装置の構成例を示しており、図 2 1 は、復号線形予測係数を高音質線形予測係数に変換するタップ係数を学習する学習装置の構成例を示している。

【 0 2 8 3 】

図 2 0 の実施の形態では、逆後処理部 1 6 1 A が、L P C 分析部 2 1 1 および予測フィルタ 2 1 2 で構成されており、また、前処理部 1 6 3 B を構成する V S E L P 復号装置 1 9 7 は、復号残差信号 (図 9 の演算器 6 8 が出力する残差信号) を、生徒データとして、適応学習部 1 6 0 に供給するようになっている。

【 0 2 8 4 】

L P C 分析部 2 1 1 は、学習用データ記憶部 1 1 から学習用音声データを読み出し、図 8 の L P C 分析部 4 4 における場合と同様に、学習用音声データを L P C 分析することで、P 次の線形予測係数を求めて、予測フィルタ 2 1 2 に供給する。

40

【 0 2 8 5 】

予測フィルタ 2 1 2 は、学習用データ記憶部 1 1 から、L P C 分析部 2 1 1 が L P C 分析を行った学習用データを読み出し、その学習用データと、L P C 分析部 2 1 1 から供給される線形予測係数を用いて、例えば、式 (9) にしたがった演算を行うことにより、残差信号を求め、教師データとして、適応学習部 1 6 0 に供給する。

【 0 2 8 6 】

ここで、式 (9) における音声データ (音声信号) s_n と残差信号 e_n の Z 変換を、S と E

50

とそれぞれ表すと、式(9)は、次式のように表すことができる。

【0287】

$$E = (1 + \alpha_1 z^{-1} + \alpha_2 z^{-2} + \dots + \alpha_p z^{-p}) S \quad \dots (14)$$

【0288】

式(14)から、残差信号 e は、音声データ s と線形予測係数 α_p との積和演算で求めることができ、従って、残差信号 e を求める予測フィルタ212は、FIR(Finite Impulse Response)型のデジタルフィルタで構成することができる。

【0289】

適応学習部160(図15)では、教師データ記憶部162において、予測フィルタ212から供給される教師データとしての残差信号(上述の高音質残差信号に相当する)が記憶されるとともに、生徒データ記憶部164において、VSELP復号装置197から供給される生徒データとしての復号残差信号が記憶される。

【0290】

そして、適応学習部160では、図18で説明した場合と同様に、教師データおよび生徒データを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式(1)の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われ、これにより、復号残差信号を高音質残差信号に変換するクラスごとのタップ係数が求められる。

【0291】

次に、図21の実施の形態では、逆後処理部161Aが、LPC分析部221で構成されており、また、前処理部163Bを構成するVSELP復号装置197は、復号線形予測係数(図9のフィルタ係数復号器65が出力する線形予測係数)を、生徒データとして、適応学習部160に供給するようになっている。

【0292】

LPC分析部221は、学習用データ記憶部11から学習用音声データを読み出し、図8のLPC分析部44における場合と同様に、学習用音声データをLPC分析することで、P次の線形予測係数を求め、教師データとして、適応学習部160に供給する。

【0293】

適応学習部160(図15)では、教師データ記憶部162において、LPC分析部221から供給される教師データとしての線形予測係数(上述の高音質線形予測係数に相当する)が記憶されるとともに、生徒データ記憶部164において、VSELP復号装置197から供給される生徒データとしての復号線形予測係数が記憶される。

【0294】

そして、適応学習部160では、図18で説明した場合と同様に、教師データおよび生徒データを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式(1)の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われ、これにより、復号線形予測係数を高音質線形予測係数に変換するクラスごとのタップ係数が求められる。

【0295】

次に、図22は、符号化データが画像データをMPEG2方式で符号化したものである場合の、図12の復号装置の第1の詳細構成例を示している。

【0296】

図17の実施の形態では、符号化特性情報抽出部121は、逆VLC部231で構成されている。逆VLC部231は、例えば、後述するMPEGデコーダ232を構成する逆VLC部241(図23)と同様に構成されており、符号化データから、DCTタイプを抽出し、特性データとして、判定部123に供給する。

【0297】

実特性抽出部122は、MPEGデコーダ232および相関演算部233で構成されてい

10

20

30

40

50

る。MPEGデコーダ232は、符号化データをMPEG方式で復号し、その結果得られる復号画像データを、関連演算部233に供給する。

【0298】

ここで、図23は、MPEGデコーダ232の構成例を示している。

【0299】

符号化データは、逆VLC部241に供給される。逆VLC部241は、符号化データに含まれる量子化DCT係数（量子化された2次元DCT係数）のVLCコード（量子化DCT係数を可変長符号化したもの）、量子化ステップ、動きベクトル、ピクチャタイプ、テンポラルリファレンス、その他の情報を分離する。

【0300】

そして、逆VLC部241は、量子化DCT係数のVLCコードを逆VLC処理することで、量子化DCT係数に復号し、逆量子化部242に供給する。さらに、逆VLC部241は、量子化ステップを逆量子化部242に、動きベクトルを動き補償部246に、ピクチャタイプをメモリ245に、テンポラルリファレンスをピクチャ選択部247に、それぞれ供給する。

【0301】

逆量子化部242は、逆VLC部241から供給される量子化DCT係数を、同じく逆VLC部242から供給される量子化ステップで逆量子化し、その結果得られる2次元DCT係数を、逆DCT変換部242に供給する。逆DCT変換部243は、逆量子化部242から供給される2次元DCT係数を、2次元逆DCT変換し、演算部244に供給する。

【0302】

演算部244には、逆DCT変換部243の出力の他、動き補償部246の出力も供給されるようになっており、演算部244は、逆DCT変換部243の出力に対して、動き補償部246の出力を、必要に応じて加算することにより、復号画像データを得て出力する。

【0303】

即ち、MPEG符号化では、ピクチャタイプとして、I、P、Bの3つが定義されており、各ピクチャは、横×縦が8×8画素単位で、2次元DCT変換されるが、その際、Iピクチャのブロックは、イントラ(intra)符号化され、Pピクチャのブロックは、イントラ符号化、または前方予測符号化され、Bピクチャのブロックは、イントラ符号化、前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化される。

【0304】

ここで、前方予測符号化では、符号化対象のブロックのフレーム（またはフィールド）より時間的に先行するフレーム（またはフィールド）の画像を参照画像として、その参照画像を動き補償することにより得られる、符号化対象のブロックの予測画像と、符号化対象のブロックとの差分が求められ、その差分値（以下、適宜、残差画像という）が2次元DCT変換される。

【0305】

また、後方予測符号化では、符号化対象のブロックのフレームより時間的に後行するフレームの画像を参照画像として、その参照画像を動き補償することにより得られる、符号化対象のブロックの予測画像と、符号化対象のブロックとの差分が求められ、その差分値（残差画像）が2次元DCT変換される。

【0306】

さらに、両方向予測符号化では、符号化対象のブロックのフレームより時間的に先行するフレームと後行するフレームの2フレーム（またはフィールド）の画像を参照画像として、その参照画像を動き補償することにより得られる、符号化対象のブロックの予測画像と、符号化対象のブロックとの差分が求められ、その差分値（残差画像）が2次元DCT変換される。

【0307】

10

20

30

40

50

従って、ブロックが、ノンイントラ(non-intra)符号化(前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化)されている場合、逆DCT変換部243の出力は、残差画像(元の画像と、その予測画像との差分値)を復号したものとなっており、演算部244は、この残差画像の復号結果(以下、適宜、復号残差画像という)と、動き補償部246から供給される予測画像とを加算することで、ノンイントラ符号化されたブロックを復号し、その結果得られる復号画像データを出力する。

【0308】

一方、逆DCT変換部243が出力するブロックが、イントラ符号化されたものであった場合には、逆DCT変換部243の出力は、元の画像を復号したものとなっており、演算部244は、逆DCT変換部243の出力を、そのまま、復号画像データとして出力する。

10

【0309】

演算部244が出力する復号画像データは、メモリ245とピクチャ選択部247に供給される。

【0310】

メモリ245は、演算部244から供給される復号画像データが、IピクチャまたはPピクチャの画像データである場合、その復号画像データを、その後に復号される符号化データの参照画像として一時記憶する。ここで、MPEG2では、Bピクチャは参照画像とされないことから、演算部244から供給される復号画像が、Bピクチャの画像である場合には、メモリ245では、Bピクチャの復号画像は記憶されない。なお、メモリ245は、演算部244から供給される復号画像が、I、P、Bのうちのいずれのピクチャであるかは、逆VLC部241から供給されるピクチャタイプを参照することにより判断する。

20

【0311】

ピクチャ選択部247は、演算部244が出力する復号画像、またはメモリ245に記憶された復号画像のフレーム(またはフィールド)を、表示順に選択して出力する。即ち、MPEG2方式では、画像のフレーム(またはフィールド)の表示順と復号順(符号化順)とが一致していないため、ピクチャ選択部247は、復号順に得られる復号画像のフレーム(またはフィールド)を表示順に並べ替えて出力する。なお、ピクチャ選択部247は、表示順を、逆VLC部241から供給されるテンポラルリファレンスを参照することにより判断する。

30

【0312】

一方、動き補償部246は、逆VLC部241が出力する動きベクトルを受信するとともに、参照画像となるフレーム(またはフィールド)を、メモリ245から読み出し、その参照画像に対して、逆VLC部241からの動きベクトルにしたがった動き補償を施し、その結果得られる予測画像を、演算部244に供給する。演算部244では、上述したように、動き補償部246からの予測画像と、逆DCT変換部243が出力する残差画像と加算され、これにより、ノンイントラ符号化されたブロックが復号される。

【0313】

図22に戻り、相関演算部233は、MPEGデコーダ232が出力する復号画像データの各ブロックについて、ライン間の相関を演算する。

40

【0314】

即ち、相関演算部233は、ブロックにおけるフレームを構成するライン間の相関(以下、適宜、フレームライン相関という)と、フィールドを構成するライン間の相関(以下、適宜、フィールドライン相関という)を計算する。

【0315】

具体的には、相関演算部233は、図24に示すように、ブロックにおける隣接する第iライン(上からi番目のライン)と第i+1ラインとの間の相関 $P(i, i+1)$ を、例えば、次式にしたがって求める。

【0316】

$$P(i, i+1) = 1 / (\sum (x(i, j) - x(i+1, j))) \dots (15)$$

【0317】

但し、 $x(i, j)$ は、第 i ラインの左から j 番目（第 j 列）の画素の画素値を表す。また、 j は、 j を 1 乃至 8 に変えてのサメーションを表す。

【0318】

そして、相関演算部 233 は、例えば、相関 $P(i, i+1)$ の平均値 $((P(1, 2) + P(2, 3) + P(3, 4) + P(4, 5) + P(5, 6) + P(6, 7) + P(7, 8)) / 7)$ を求め、この平均値を、フレームライン相関として出力する。

10

【0319】

また、相関演算部 233 は、図 24 に示すように、ブロックにおける 1 ラインおきに隣接する第 i ラインと第 $i+2$ ラインとの間の相関 $P(i, i+2)$ を、例えば、式 (15) にしたがって求める。

【0320】

そして、相関演算部 233 は、例えば、相関 $P(i, i+2)$ の平均値 $((P(1, 3) + P(2, 4) + P(3, 5) + P(4, 6) + P(5, 7) + P(6, 8)) / 6)$ を求め、この平均値を、フィールドライン相関として出力する。

【0321】

相関演算部 233 が出力するフレームライン相関とフィールドライン相関は、実特性として、判定部 123 に供給される。

20

【0322】

ここで、あるブロックにおいて、そのブロックにおける画像の動きが比較的小さい場合には、一般に、フレームライン相関が大になり、フィールドライン相関が小になる。また、そのブロックにおける画像の動きが比較的大きい場合には、一般に、フィールドライン相関が大になり、フレームライン相関が小になる。従って、フレームライン相関とフィールドライン相関は、画像の実際の特性（実特性）を表しているといえることができる。

【0323】

判定部 123 は、ブロック特性判定部 234 と比較部 235 で構成されている。ブロック特性判定部 234 は、クラス分類適応処理部 132 における注目データに対応する画素を含むブロック（以下、適宜、注目ブロック）のフレームライン相関とフィールドライン相関に基づき、注目ブロックが、フレーム DCT モードまたはフィールド DCT モードのうちのいずれで符号化されるべき特性を有するものであるかを判定し、その判定結果（以下、適宜、実特性タイプという）を、比較部 235 に供給する。

30

【0324】

即ち、ブロック特性判定部 234 は、例えば、注目ブロックのフレームライン相関が、フィールドライン相関より小さい（または以下である）場合には、注目ブロックがフィールド DCT モードで符号化されるべき特性を有するという実特性タイプを、比較部 235 に供給する。また、ブロック特性判定部 234 は、注目ブロックのフレームライン相関が、フィールドライン相関より小さくない場合には、注目ブロックがフレーム DCT モードで符号化されるべき特性を有するという実特性タイプを、比較部 235 に供給する。

40

【0325】

比較部 235 は、符号化特性情報抽出部 121 の逆 VLC 部 231 から供給される注目ブロックの DCT タイプ（注目ブロックを含むマクロブロックの DCT タイプ）と、ブロック特性判定部 234 から供給される注目ブロックの実特性タイプとを比較し、その比較結果、即ち、例えば、注目ブロックの DCT タイプを表すフラグと実特性タイプを表すフラグのセットを、ミスマッチ情報として、クラス分類適応処理部 132 に供給する。

【0326】

一方、前処理部 131 は、MPEG デコーダ 236 で構成されている。MPEG デコーダ 236 は、MPEG デコーダ 232 と同様に、符号化データを、MPEG 方式で復号し、

50

復号画像データを、前処理データとして、クラス分類適応処理部 1 3 2 に出力する。

【 0 3 2 7 】

クラス分類適応処理部 1 3 2 では、前処理部 1 3 1 の M P E G デコーダ 2 3 6 が出力する復号画像データを対象に、クラス分類適応処理が行われ、その結果得られる適応処理データが、後処理部 1 3 3 に出力される。後処理部 1 3 3 は、クラス分類適応処理部 1 3 2 からの適応処理データを、そのまま、高画質の画像データ（高画質画像データ）として出力する。

【 0 3 2 8 】

従って、図 2 2 の実施の形態においては、クラス分類適応処理部 1 3 2 では、クラス分類適応処理が行われることにより、前処理部 1 3 1 の M P E G デコーダ 2 3 6 が出力する、
符号化データを M P E G 方式で復号した復号画像データが、高画質画像データに変換されて出力される。

10

【 0 3 2 9 】

即ち、クラス分類適応処理部 1 3 2（図 1 3）では、前処理部 1 3 1 の M P E G デコーダ 2 3 6 が出力する復号画像データが、タップ抽出部 1 5 1 と 1 5 2 に供給される。

【 0 3 3 0 】

タップ抽出部 1 5 1 は、まだ、注目データとしていない高画質画像データの画素を注目データとして、その注目データ（の画素値）を予測するのに用いる復号画像データの幾つか（の画素）を、予測タップとして抽出する。タップ抽出部 1 5 2 も、注目データをクラス分類するのに用いる復号画像データの幾つかを、クラスタップとして抽出する。

20

【 0 3 3 1 】

ここで、上述したように、タップ抽出部 1 5 1 および 1 5 2 には、判定部 1 2 3 からミスマッチ情報も供給されるようになっており、タップ抽出部 1 5 1 と 1 5 2 は、ミスマッチ情報に基づき、予測タップとクラスタップの構造を、それぞれ変更するようになっている。

【 0 3 3 2 】

即ち、上述したように、判定部 1 2 3（の比較部 2 3 5）からクラス分類適応処理部 1 3 2 には、注目ブロックについての D C T タイプと実特性タイプとのセットが、注目データについてのミスマッチ情報として供給される。

【 0 3 3 3 】

タップ抽出部 1 5 1 は、ミスマッチ情報としての、注目ブロックについての D C T タイプと実特性タイプとのセットを受信すると、M P E G デコーダ 2 3 6 から供給される復号画像データから、例えば、図 2 5 に示すようなタップ構造設定テーブルにしたがったタップ構造の予測タップを抽出する。

30

【 0 3 3 4 】

即ち、タップ抽出部 1 5 1 は、ミスマッチ情報としての D C T タイプと実特性タイプが、いずれもフィールド D C T モードである場合、後述するフィールドタップのみからなるパターン A のタップ構造の予測タップを構成する。また、タップ抽出部 1 5 1 は、ミスマッチ情報としての D C T タイプと実特性タイプが、それぞれフィールド D C T モードとフレーム D C T モードである場合、フィールドタップの数が、後述するフレームタップの数より多いパターン B のタップ構造の予測タップを構成する。さらに、タップ抽出部 1 5 1 は、ミスマッチ情報としての D C T タイプと実特性タイプが、それぞれフレーム D C T モードとフィールド D C T モードである場合、フレームタップの数が、フィールドタップの数より多いパターン C のタップ構造の予測タップを構成する。また、タップ抽出部 1 5 1 は、ミスマッチ情報としての D C T タイプと実特性タイプが、いずれもフレーム D C T モードである場合、フレームタップのみからなるパターン D のタップ構造の予測タップを構成する。

40

【 0 3 3 5 】

ここで、図 2 6 は、パターン A 乃至 D のタップ構造を示している。なお、図 2 6 において、
印が、復号画像データの画素を表している。また、斜線を付してある 印は、フィー

50

ルドタップとなっている画素を表し、印は、フレームタップとなっている画素を表している。

【0336】

図26(A)は、パターンAのタップ構造を示している。パターンAのタップ構造は、注目データに対応する復号画像データの画素(以下、適宜、注目画素という)、注目画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上方向に1画素において隣接する画素、その画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上方向に3画素において隣接する画素、その画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の下方向に1画素において隣接する画素、その画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の下方向に3画素において隣接する画素、その画素の左右それぞれに隣接する2画素の合計25画素で構成される。

10

【0337】

ここで、フィールドタップとは、その上下に隣接する2画素が、いずれもタップ(ここでは、予測タップまたはクラスタップ)となっていない画素を意味する。図26(A)のパターンAのタップ構造では、いずれのタップも、その上下に隣接する画素がタップとなっていないので、すべてフィールドタップである。

【0338】

図26(B)は、パターンBのタップ構造を示している。パターンBのタップ構造は、注目画素、注目画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上方向に1画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上方向に3画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する1画素、注目画素の下方向に1画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の下方向に3画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する1画素、注目画素の上に隣接する4画素、注目画素の下に隣接する4画素の合計25画素で構成される。

20

【0339】

ここで、フレームタップとは、その上または下に隣接する画素のうちの少なくとも一方がタップとなっている画素を意味する。図26(B)のパターンBのタップ構造では、注目画素と、注目画素の上下それぞれに隣接する4画素の合計9画素がフレームタップとなっており、残りの16画素がフィールドタップとなっている。

【0340】

図26(C)は、パターンCのタップ構造を示している。パターンCのタップ構造は、注目画素、注目画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上方向に1画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の下方向に1画素において隣接する画素の左右それぞれに隣接する2画素、注目画素の上下それぞれに隣接する4画素、注目画素の上に隣接する画素の左右それぞれに隣接する1画素、注目画素の下に隣接する画素の左右それぞれに隣接する1画素の合計25画素で構成される。

30

【0341】

パターンCのタップ構造では、注目画素、注目画素の上下それぞれに隣接する4画素、注目画素の左に隣接する画素、その画素の上下それぞれに隣接する2画素、注目画素の右に隣接する画素、その画素の上下それぞれに隣接する2画素の合計19画素がフレームタップとなっており、残りの6画素がフィールドタップになっている。

40

【0342】

図26(D)は、パターンDのタップ構造を示している。パターンDのタップ構造は、注目画素を中心として隣接する、横×縦が5×5画素の合計25画素で構成される。

【0343】

パターンDのタップ構造では、いずれのタップも、その上または下の少なくとも一方の画素がタップとなっているので、すべてフレームタップである。

【0344】

タップ抽出部151(図13)は、ミスマッチ情報に基づき、注目データについて、図26に示したパターンA乃至Dのうちのいずれかのタップ構造の予測タップを構成する。

【0345】

50

タップ抽出部 1 5 2 も、タップ抽出部 1 5 1 と同様に、ミスマッチ情報に基づくタップ構造のクラスタップを構成する。

【 0 3 4 6 】

なお、ここでは、ミスマッチ情報に基づいて、予測タップとして抽出する復号画像データの画素の位置を変更するだけで、予測タップを構成する画素数は、2 5 画素のまま変更しないようにしたが、タップ抽出部 1 5 1 では、ミスマッチ情報に基づいて、予測タップを構成する復号画像データの画素の数を変更するようにすることも可能である。

【 0 3 4 7 】

また、前処理部 1 3 1 の M P E G デコーダ 2 3 6 では、符号化データが、その符号化データに含まれる量子化 D C T 係数以外の動きベクトルや、D C T タイプ、量子化ステップその他の復号を制御する情報（以下、適宜、復号制御情報という）を用いて、画像に復号されるが、タップ抽出部 1 5 1 では、このような復号制御情報も、予測タップに含めることが可能である。さらに、この場合、ミスマッチ情報に基づいて、予測タップとする復号制御情報を変更することも可能である。さらに、タープ抽出部 1 5 1 では、符号化データに含まれる量子化 D C T 係数や、その量子化 D C T 係数を逆量子化して得られる 2 次元 D C T 係数も、予測タップに含めるようにすることが可能である。

10

【 0 3 4 8 】

タップ抽出部 1 5 2 でも、タップ抽出部 1 5 1 における場合と同様にして、クラスタップを構成することができる。

【 0 3 4 9 】

20

タップ抽出部 1 5 1 で得られた予測タップは、予測部 1 5 4 に供給され、タップ抽出部 1 5 2 で得られたクラスタップは、クラス分類部 1 5 3 に供給される。

【 0 3 5 0 】

クラス分類部 1 5 3 には、クラスタップの他、注目データについてのミスマッチ情報も供給され、クラス分類部 1 5 3 では、上述したように、クラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目データがクラス分類される。

【 0 3 5 1 】

即ち、クラス分類部 1 5 3 は、例えば、注目データについてのクラスタップに基づき、上述の A D R C 処理を行うことにより、クラスコード（クラスタップコード）を求める。

【 0 3 5 2 】

30

さらに、クラス分類部 1 5 3 は、例えば、注目データについてのミスマッチ情報としての D C T タイプと実特性タイプのセットに基づいて、2 ビットのクラスコード（ミスマッチコード）を求める。

【 0 3 5 3 】

即ち、クラス分類部 1 5 3 は、D C T タイプと実特性タイプが、いずれもフィールド D C T モードの場合には、2 ビットのミスマッチコードを、例えば「0 0」とする。また、クラス分類部 1 5 3 は、D C T タイプと実特性タイプが、それぞれフィールド D C T モードとフレーム D C T モードの場合には、2 ビットのミスマッチコードを、例えば「0 1」とする。さらに、クラス分類部 1 5 3 は、D C T タイプと実特性タイプが、それぞれフレーム D C T モードとフィールド D C T モードの場合には、2 ビットのミスマッチコードを、例えば「1 0」とする。また、クラス分類部 1 5 3 は、D C T タイプと実特性タイプが、いずれもフレーム D C T モードの場合には、2 ビットのミスマッチコードを、例えば「1 1」とする。

40

【 0 3 5 4 】

その後、クラス分類部 1 5 3 は、例えば、注目データについて得られたクラスタップコードの上位ビットとして、注目データについて得られたミスマッチコードを付加し、このクラスタップコードとミスマッチコードとで構成されるコードを、注目データについての最終的なクラスコードとして出力する。

【 0 3 5 5 】

なお、クラス分類部 1 5 3 では、その他、例えば、復号制御情報にも基づいて、クラス分

50

類を行うようにすることが可能である。

【0356】

クラス分類部153が出力するクラスコードは、係数メモリ141に供給される。係数メモリ141では、そのクラスコードに対応するタップ係数が読み出され、予測部154に供給される。

【0357】

予測部154は、タップ抽出部151が出力する予測タップと、係数メモリ141から取得したタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部154は、注目データ(の予測値)、即ち、高画質画像データを求め、後処理部133に供給する。

10

【0358】

後処理部133では、上述したように、クラス分類適応処理部132(の予測部154)の出力、即ち、高画質画像データが、そのまま出力される。

【0359】

なお、図22の実施の形態では、ブロック特性判定部234において、フレームDCTモードとフィールドDCTモードのうちのいずれか一方のみを表す実特性タイプを出力するようにしたが、実特性タイプとしては、その他、例えば、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関を、そのまま用いることも可能である。この場合、比較部235においては、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関に基づき、逆VLC部231が出力する注目ブロックのDCTタイプが、その注目ブロックにとって、どの程度適切であるかを表す評価値を求め、その評価値を、ミスマッチ情報として出力するようにすることが可能である。ここで、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関を、それぞれF1とF2と表すとすれば、注目ブロックのDCTタイプがフレームDCTモードである場合は、評価値として、例えば、 $F1 / (F1 + F2)$ を採用し、注目ブロックのDCTタイプがフィールドDCTモードである場合は、評価値として、例えば、 $F2 / (F1 + F2)$ を採用することが可能である。

20

【0360】

さらに、タップ抽出部151や152では、ミスマッチ情報としての評価値を、1つ以上の閾値と比較し、その比較結果に基づいて、予測タップやクラスタップのタップ構造を変更するようにすることが可能である。

30

【0361】

また、クラス分類部153では、ミスマッチ情報としての評価値を量子化し、その量子化値を、ミスマッチコードとして用いることが可能である。

【0362】

さらに、図22の実施の形態では、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関から、その注目ブロックの実特性タイプを決定するようにしたが、注目ブロックの実特性タイプは、その他、例えば、注目ブロックの周辺のブロックにも基づいて決定することが可能である。即ち、注目ブロックの最終的な実特性タイプは、例えば、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関から決定される実特性タイプと、注目ブロックに隣接する1以上のブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関から決定される、それぞれのブロックの実特性タイプとの多数決によって決定することが可能である。

40

【0363】

次に、図22の実施の形態では、実特性抽出部122において、符号化データをMP EG方式で復号し、その結果得られる復号画像データから、フレームライン相関とフィールドライン相関を求め、判定部123において、そのフレームライン相関とフィールドライン相関から、実特性タイプを求めるようにしたが、判定部123では、その他、例えば、符号化データに含まれる2次元DCT係数から、実特性タイプを求めることが可能である。

【0364】

即ち、実特性抽出部122では、例えば、図27に示すように、符号化データから得られ

50

るブロックの2次元DCT係数のうちの、水平の横縞を基底とするもの、つまり、ブロックの左端の、DC(Direct Current)係数を除く7個の2次元DCT係数(以下、適宜、横縞2次元DCT係数という)(図27において、斜線を付して示す部分)を実特性として求め、判定部123では、その実特性としての横縞2次元DCT係数に基づいて、実特性タイプを求めることが可能である。

【0365】

また、実特性抽出部122では、例えば、符号化データから得られるブロックの2次元DCT係数のうちの、任意の横縞2次元DCT係数と、横縞2次元DCT係数を除く任意のAC(Alternating Current)係数との差(以下、適宜、係数差分という)、または任意の横縞2次元DCT係数のパワー(例えば、2次元DCT係数を2乗したもの)と、横縞2次元DCT係数を除く任意のAC係数のパワーとの差(以下、適宜、パワー差分という)を求め、判定部123では、その係数差分またはパワー差分に基づいて、実特性タイプを求めることが可能である。

10

【0366】

そこで、図28は、係数差分またはパワー差分を実特性タイプとして求める実特性抽出部122の構成例を示している。

【0367】

符号化データは、逆VLC部251とMPEGデコーダ254に供給される。

【0368】

逆VLC部251は、符号化データに含まれる量子化DCT係数のVLCコード、量子化ステップ、動きベクトル、その他の情報を分離する。そして、逆VLC部251は、量子化DCT係数のVLCコードを逆VLC処理することで、量子化DCT係数に復号し、逆量子化部252に供給する。さらに、逆VLC部251は、量子化ステップを、逆量子化部252に、動きベクトルを、動き補償部256に、それぞれ供給する。

20

【0369】

逆量子化部252は、逆VLC部251から供給される量子化DCT係数を、同じく逆VLC部251から供給される量子化ステップで逆量子化し、その結果得られる8×8画素のブロックの2次元DCT係数を、演算部253に供給する。

【0370】

一方、MPEGデコーダ254では、符号化データが、MPEG方式で符号化され、復号画像データが出力される。MPEGデコーダ254が出力する復号画像のうち、参照画像とされ得るIピクチャとPピクチャは、メモリ255に供給されて記憶される。

30

【0371】

そして、動き補償部256は、メモリ255に記憶された参照画像を読み出し、その参照画像に対して、逆VLC部251から供給される動きベクトルにしたがい、動き補償を施すことで、逆量子化部252から演算部253に供給されたブロックの予測画像を生成し、DCT変換部257に供給する。DCT変換部257は、動き補償部256から供給される予測画像を2次元DCT変換し、その結果得られる2次元DCT係数を、演算部253に供給する。

【0372】

演算部253は、逆量子化部252から供給されるブロックの各2次元DCT係数と、DCT変換部257から供給される、対応する2次元DCT係数とを、必要に応じて加算することで、そのブロックの画素値を2次元DCT変換した2次元DCT係数を求める。

40

【0373】

即ち、逆量子化部252から供給されるブロックがイントラ符号化されているものである場合、逆量子化部252から供給されるブロックの2次元DCT係数は、元の画素値を2次元DCT変換したものとなっているから、演算部253は、逆量子化部252から供給されるブロックの2次元DCT係数を、そのまま出力する。

【0374】

また、逆量子化部252から供給されるブロックがノンイントラ符号化されているもので

50

ある場合、逆量子化部 252 から供給されるブロックの 2 次元 DCT 係数は、元の画素値と予測画像との差分値（残差画像）を 2 次元 DCT 変換したものとなっているから、演算部 253 は、逆量子化部 252 から供給されるブロックの各 DCT 係数と、DCT 変換部 257 から供給される、予測画像を 2 次元 DCT 変換して得られる 2 次元 DCT 係数の対応するものとを加算することにより、元の画素値を 2 次元 DCT 変換して得られる 2 次元 DCT 係数を求めて出力する。

【0375】

演算部 253 が出力するブロックの 2 次元 DCT 係数は、DCT 係数差分演算部 258 に供給される。

【0376】

DCT 係数差分演算部 258 では、ブロックの 2 次元 DCT 係数を用いて、上述したような係数差分やパワー差分が求められ、実特性として、判定部 123 に供給される。

【0377】

なお、この場合、判定部 123 では、例えば、注目ブロックの係数差分またはパワー差分を参照することにより、その係数差分またはパワー差分を求めるのに用いられた横縞 2 次元 DCT 係数と AC 係数の大小関係が判定される。さらに、判定部 123 では、例えば、注目ブロックの係数差分またはパワー差分を求めるのに用いられた横縞 2 次元 DCT 係数が、AC 係数より小さい（または以下である）場合、実特性タイプがフィールド DCT モードであると認識され、横縞 2 次元 DCT 係数が、AC 係数より小さくない場合は、実特性タイプがフレーム DCT モードであると認識される。なお、注目ブロックの係数差分またはパワー差分を求めるのに用いられた横縞 2 次元 DCT 係数が、AC 係数より小さい場合には、その注目ブロックの画像が、フィールド DCT モードで符号化すべきものであることを表す他、横縞の多い画像であることも表す。

【0378】

ここで、判定部 123 では、係数差分またはパワー差分、さらには、その係数差分またはパワー差分を求めるのに用いられた 2 次元 DCT 係数を、ミスマッチ情報に含めて出力するようにすることが可能である。そして、この場合、例えば、クラス分類適応処理部 132（図 13）では、タップ抽出部 151 と 152 それぞれにおいて、ミスマッチ情報に含まれる係数差分またはパワー差分や、2 次元 DCT 係数にも基づいて、予測タップとクラスタップのタップ構造を変更し、さらに、クラス分類部 153 においても、ミスマッチ情報に含まれる係数差分またはパワー差分や、2 次元 DCT 係数にも基づいて、クラス分類を行うようにすることが可能である。

【0379】

次に、注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関は、その他、例えば、注目ブロックの 1 次元 DCT 係数から求めることも可能である。

【0380】

ここで、図 29 および図 30 を参照して、1 次元 DCT 係数について説明する。

【0381】

MPEG や JPE G (Joint Photographic Experts Group) 等の DCT 変換を利用した画像の符号化方式では、画像データが、水平方向および垂直方向の 2 次元の DCT 変換（2 次元 DCT 変換）/ 逆 DCT 変換（2 次元逆 DCT 変換）が行われる。

【0382】

図 29（A）に示すような 8×8 画素のブロックにおける画素値を、8 行 \times 8 列の行列 X で表すとともに、図 29（B）に示すような 8×8 のブロックにおける 2 次元 DCT 係数を、8 行 \times 8 列の行列 F で表すこととすると、2 次元 DCT 変換 / 2 次元逆 DCT 変換は、次式で表すことができる。

【0383】

10

20

30

40

$$CXC^T=F$$

・・・ (16)

$$C^TFC=X$$

・・・ (17)

【0384】

ここで、上付の T は、転置を表す。また、 C は、8行×8列のDCT変換行列で、その第 $i+1$ 行第 $j+1$ 列のコンポーネント c_{ij} は、次式で表される。

【0385】

$$c_{ij}=A_i \times \cos \left((2j+1) \times i \times \pi / 16 \right)$$

・・・ (18)

【0386】

但し、式(18)において、 $i=0$ のときは、 $A_i=1/(2-2)$ であり、 $i=0$ のときは、 $A_i=1/2$ である。また、 i と j は、0乃至7の範囲の整数値である。

【0387】

式(16)は、画素値 X を、2次元DCT係数 F に変換する2次元DCT変換を表し、式(17)は、2次元DCT係数 F を、画素値 X に変換する2次元逆DCT変換を表す。

【0388】

従って、式(17)によれば、2次元DCT係数 F は、その左側から行列 C^T をかけるとともに、その右側から行列 C をかけることにより、画素値 X に変換されるが、2次元DCT係数 F に対して、その左側から行列 C^T をかけるだけか、または、その右側から行列 C をかけるだけかすることで、1次元DCT係数を求めることができる。

【0389】

即ち、2次元DCT係数 F に対して、その左側から行列 C^T だけをかける場合、図29(C)に示すように、2次元DCT係数 F における垂直方向が空間領域に変換され、水平方向が周波数領域のままとされる垂直1次元逆DCT変換が行われることとなり、その結果、水平方向の空間周波数成分を表す水平1次元DCT係数 $v \times h F$ を得ることができる。

【0390】

また、2次元DCT係数 F に対して、その右側から行列 C だけをかける場合、図29(D)に示すように、2次元DCT係数 F における水平方向が空間領域に変換され、垂直方向が周波数領域のままとされる水平1次元逆DCT変換が行われることとなり、その結果、垂直方向の空間周波数成分を表す垂直1次元DCT係数 $h \times v F$ を得ることができる。

【0391】

なお、横×縦が8×8の2次元DCT係数 F を、垂直1次元逆DCT変換した場合には、8×1の水平1次元DCT係数が、8セット(8行分)得られることになる(図29(C))。また、2次元DCT係数 F を、水平1次元逆DCT変換した場合には、1×8の垂直1次元DCT係数が、8セット(8列分)得られることになる(図29(D))。

【0392】

そして、ある行における8×1の水平1次元DCT係数については、その左端のDCT係数が、その行の8画素の画素値の直流成分(DC成分)(8画素の画素値の平均値)を表し、他の7つのDCT係数が、その行の水平方向の交流成分を表す。また、ある列における1×8の垂直1次元DCT係数については、その最上行のDCT係数が、その列の8画素の画素値の直流成分を表し、他の7つのDCT係数が、その列の垂直方向の交流成分を表す。

【0393】

ここで、式(16)によれば、水平1次元DCT係数は、2次元DCT係数 F に対応する画素値 X に対して、その右側から行列 C^T をかける水平1次元DCT変換を行うことによっても求めることができる。また、垂直1次元DCT係数は、2次元DCT係数 F に対応

10

20

30

40

50

する画素値 X に対して、その左側から行列 C をかける垂直 1 次元 DCT 変換を行うことによって求めることができる。

【0394】

図 30 は、実際の画像と、その画像についての 2 次元 DCT 係数、水平 1 次元 DCT 係数、および垂直 1 次元 DCT 係数を示している。

【0395】

なお、図 30 は、 8×8 ブロックの画像と、その画像についての 2 次元 DCT 係数、水平 1 次元 DCT 係数、および垂直 1 次元 DCT 係数を示している。また、図 30 (A) が、実際の画像を、図 30 (B) が、2 次元 DCT 係数を、図 30 (C) が、水平 1 次元 DCT 係数を、図 30 (D) が、垂直 1 次元 DCT 係数を、それぞれ示している。

10

【0396】

ここで、図 30 (A) の画像は、8 ビットの画素値を有するものであり、そのような画素値から求められる DCT 係数は、負の値も取り得る。但し、図 30 (B) 乃至図 30 (D) の実施の形態では、求められた DCT 係数に対して、 $128 (= 2^7)$ を加算し、その加算値が 0 未満となるものは 0 にクリップするとともに、加算値が 256 以上となるものは 255 にクリップすることにより、0 乃至 255 の範囲の DCT 係数を、図示してある。

【0397】

2 次元 DCT 係数には、 8×8 画素のブロック全体の情報が反映されているため、2 次元 DCT 係数からでは、ブロック内の特定の画素の情報等の局所的な情報を把握するのは困難である。これに対して、水平 1 次元 DCT 係数または垂直 1 次元 DCT 係数には、ブロックのある 1 行または 1 列だけの情報が、それぞれ反映されているため、2 次元 DCT 係数に比較して、ブロック内の局所的な情報を容易に把握することができる。

20

【0398】

即ち、ブロックのある行の特徴は、その行の 8×1 の水平 1 次元 DCT 係数から把握することができる、ある列の特徴は、その列の 1×8 の垂直 1 次元 DCT 係数から把握することができる。さらに、ブロックのある画素の特徴は、その画素が位置する行の 8×1 の水平 1 次元 DCT 係数と、その画素が位置する列の 1×8 の垂直 1 次元 DCT 係数とから把握することができる。

【0399】

30

また、左右に隣接するブロックどうしの境界の状態は、ブロック全体の情報が反映された 2 次元 DCT 係数よりも、ブロックの境界部分の垂直方向の空間周波数成分を表す垂直 1 次元 DCT 係数を用いた方が、より正確に把握することができる。さらに、上下に隣接するブロックどうしの境界の状態も、ブロック全体の情報が反映された 2 次元 DCT 係数よりも、ブロックの境界部分の水平方向の空間周波数成分を表す水平 1 次元 DCT 係数を用いた方が、より正確に把握することができる。

【0400】

実特性抽出部 122 において、上述のような 1 次元 DCT 係数を用いた注目ブロックのフレームライン相関とフィールドライン相関の演算は、例えば、次のように行われる。

【0401】

40

即ち、実特性抽出部 122 は、図 31 に示すように、ブロックにおける隣接する第 i ライン (上から i 番目のライン) と第 $i+1$ ラインとの間の相関 $Q(i, i+1)$ を、例えば、次式にしたがって求める。

【0402】

$$Q(i, i+1) = 1 / (\sum (d_H(i, j) - d_H(i+1, j)) \dots (19)$$

【0403】

但し、 $d_H(i, j)$ は、第 i ラインの左から j 番目 (第 j 列) の水平 1 次元 DCT 係数を表す。また、 j は、 j を 1 乃至 8 に変えてのサメーションを表す。

50

【0404】

そして、実特性抽出部122は、例えば、相関 $Q(i, i+1)$ の平均値 $((Q(1, 2) + Q(2, 3) + Q(3, 4) + Q(4, 5) + Q(5, 6) + Q(6, 7) + Q(7, 8)) / 7)$ を求め、この平均値を、フレームライン相関として出力する。

【0405】

また、実特性抽出部122は、図31に示すように、ブロックにおける1ラインおきに隣接する第 i ラインと第 $i+2$ ラインとの間の相関 $Q(i, i+2)$ を、例えば、式(19)にしたがって求める。

【0406】

そして、実特性抽出部122は、例えば、相関 $Q(i, i+2)$ の平均値 $((Q(1, 3) + Q(2, 4) + Q(3, 5) + Q(4, 6) + Q(5, 7) + Q(6, 8)) / 6)$ を求め、この平均値を、フィールドライン相関として出力する。 10

【0407】

次に、図32は、上述のように、1次元DCT係数を用いてフレームライン相関とフィールドライン相関を求める実特性抽出部122の構成例を示している。なお、図中、図28における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図32の実特性抽出部122は、DCT係数差分演算部258に代えて、垂直1次元逆DCT変換部261および相関演算部262が設けられている他は、図28における場合と同様に構成されている。

【0408】

垂直1次元逆DCT変換部261には、演算部253が出力するブロックの2次元DCT係数が供給されるようになっている。垂直1次元逆DCT変換部261は、演算部253からの2次元DCT係数のブロックを、垂直1次元逆DCT変換することにより、水平1次元DCT係数のブロックを求め、相関演算部262に供給する。相関演算部262は、垂直1次元逆DCT変換部261からの水平1次元DCT係数から、図31で説明したように、フレームライン相関とフィールドライン相関を求めて出力する。 20

【0409】

なお、図28や図32の実施の形態では、MPEGデコーダ254が出力する復号画像データから予測画像を生成して、その予測画像を2次元DCT係数に変換し、演算部253において、符号化データから得られる残差画像の2次元DCT係数と、予測画像の2次元DCT係数とを加算することにより、元の画像の2次元DCT係数を求めるようにしたが、実特性抽出部122では、その他、例えば、MPEGデコーダ254が出力する復号画像データを2次元DCT変換し、その結果得られる2次元DCT係数を、元の画像の2次元DCT係数として用い、図28のDCT係数差分演算部258や図32の垂直1次元DCT逆DCT変換部261において、処理を行うことが可能である。 30

【0410】

また、図28や図32の実特性抽出部122では、DCT係数差分演算部258や垂直1次元逆DCT変換部261において、演算部253が出力する元の画像の2次元DCT係数ではなく、符号化データから得られる残差画像の2次元DCT係数(逆量子化部252の出力)を用いて処理を行うようにすることが可能である。 40

【0411】

次に、図33は、図22の係数メモリ141に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図15の学習装置の詳細構成例を示している。

【0412】

図33の実施の形態では、学習用データ記憶部11に、学習用データとして、高画質の画像データ(学習用画像データ)が記憶されている。

【0413】

図33の実施の形態において、符号化部12は、MPEGエンコーダ271で構成されており、MPEGエンコーダ271は、学習用データ記憶部11から学習用画像データを読み出して、MPEG2方式で符号化し、その結果得られる符号化データを出力する。 50

【 0 4 1 4 】

即ち、図 3 4 は、図 3 3 の M P E G エンコーダ 2 7 1 の構成例を示している。

【 0 4 1 5 】

学習用画像データは、動きベクトル検出部 3 2 1 と演算部 3 2 3 に供給される。動きベクトル検出部 3 2 1 は、学習用画像データを対象に、例えば、ブロックマッチングを行うことにより、学習用画像データの動きベクトルを検出し、動き補償部 3 2 2 に供給する。

【 0 4 1 6 】

また、演算部 3 2 3 は、必要に応じて、学習用画像データ（原画像）から、動き補償部 3 2 2 から供給される予測画像を減算し、その結果得られる残差画像を、D C T 変換部 3 2 4 に供給する。D C T 変換部 3 2 4 は、演算部 3 2 3 からの残差画像を 2 次元 D C T 変換し、その結果得られる 2 次元 D C T 係数を、量子化部 3 2 5 に供給する。量子化部 3 2 5 は、D C T 変換部 3 2 4 から供給される 2 次元 D C T 係数を、所定の量子化ステップで量子化することにより、量子化 D C T 係数を得て、V L C 部 3 2 6 および逆量子化部 3 2 7 に供給する。

10

【 0 4 1 7 】

V L C 部 3 2 6 は、量子化部 3 2 5 から供給される量子化 D C T 係数を V L C コードに変長符号化し、さらに、必要な復号制御情報（例えば、動きベクトル検出部 3 2 1 で検出された動きベクトルや、量子化部 3 2 5 で用いられた量子化ステップなど）を多重化することで、符号化データを得て出力する。

【 0 4 1 8 】

20

一方、逆量子化部 3 2 7 では、量子化部 3 2 5 が出力する量子化 D C T 係数が逆量子化され、2 次元 D C T 係数が求められて、逆 D C T 変換部 3 2 8 に供給される。逆 D C T 変換部 3 2 8 は、逆量子化部 3 2 7 からの 2 次元 D C T 係数を、2 次元逆 D C T 変換することにより、残差画像に復号し、演算部 3 2 9 に供給する。

【 0 4 1 9 】

演算部 3 2 9 には、逆 D C T 変換部 3 2 8 から、残差画像が供給される他、動き補償部 3 2 2 から、その残差画像を求めるのに演算部 3 2 3 で用いられたのと同じの予測画像が供給されるようになっており、演算部 3 2 9 は、残差画像と予測画像とを加算することで、元の画像を復号（ローカルデコード）する。この復号画像は、メモリ 3 3 0 に供給され、参照画像として記憶される。

30

【 0 4 2 0 】

そして、動き補償部 3 2 2 では、メモリ 3 3 0 に記憶された参照画像が読み出され、動きベクトル検出部 3 2 1 から供給される動きベクトルにしたがって動き補償が施されることにより、予測画像が生成される。この予測画像は、動き補償部 3 2 2 から演算部 3 2 3 および 3 2 9 に供給される。

【 0 4 2 1 】

上述したように、演算部 3 2 3 では、動き補償部 3 2 2 からの予測画像を用いて、残差画像が求められ、また、演算部 3 2 9 では、動き補償部 3 2 2 からの予測画像を用いて、元の画像が復号される。

【 0 4 2 2 】

40

図 3 3 に戻り、M P E G デコーダ 2 7 1 が出力する符号化データは、符号化特性情報抽出部 1 7 1 および実特性抽出部 1 7 2 に供給される。

【 0 4 2 3 】

符号化特性情報抽出部 1 7 1 は、逆 V L C 部 2 7 2 で構成されており、実特性抽出部 1 7 2 は、M P E G デコーダ 2 7 3 および相関演算部 2 7 4 で構成されている。逆 V L C 部 2 7 2、M P E G デコーダ 2 7 3、または相関演算部 2 7 4 は、図 2 2 の逆 V L C 部 2 3 1、M P E G デコーダ 2 3 2、または相関演算部 2 3 3 とそれぞれ同様の処理を行い、これにより、逆 V L C 部 2 7 2 は、注目ブロックの D C T タイプを、相関演算部 2 7 4 は、注目ブロックのフレームライン相関およびフィールドライン相関を、それぞれ、判定部 1 7 3 に供給する。

50

【0424】

判定部173は、ブロック特性判定部275および比較部276で構成されており、ブロック特性判定部275と比較部276では、そこに供給される注目ブロックのDCIタイプとフレームライン相関およびフィールドライン相関を用いて、図22のブロック特性判定部234と比較部235における場合とそれぞれ同様の処理が行われることにより、適応学習部160において注目教師データとされている教師データについてのミスマッチ情報が生成される。このミスマッチ情報は、比較部276から適応学習部160に供給される。

【0425】

なお、図22の復号装置における符号化特性情報抽出部121、実特性抽出部122、および判定部123において、図27乃至図32で説明したようにして、ミスマッチ情報が求められる場合には、図33の学習装置における符号化特性情報抽出部171、実特性抽出部172、および判定部173でも、同様にして、ミスマッチ情報が求められる。

10

【0426】

逆後処理部161Aは、学習用データ記憶部11から学習用画像データを読み出し、そのまま、教師データとして、適応学習部160に出力する。適応学習部160（図15）では、教師データ記憶部162において、後処理部161Aからの教師データが記憶される。

【0427】

符号化部163Aは、MPEGエンコーダ277で構成され、MPEGエンコーダ277は、MPEGエンコーダ271と同様に、学習用データ記憶部11から学習用画像データを読み出して、MPEG2方式で符号化し、その結果得られる符号化データを、前処理部163Bに出力する。

20

【0428】

前処理部163Bは、図23のMPEGデコーダ232と同様に構成されるMPEGデコーダ278で構成され、MPEGデコーダ278は、MPEGエンコーダ277からの符号化データを、MPEG2方式で復号し、その結果得られる復号画像データを、生徒データとして、適応学習部160に出力する。適応学習部160（図15）では、生徒データ記憶部164において、MPEGデコーダ278からの生徒データが記憶される。

【0429】

そして、適応学習部160では、教師データおよび生徒データを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式(1)の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われる。

30

【0430】

即ち、適応学習部160（図15）では、タップ抽出部165が、教師データ記憶部162に記憶された教師データのうち、まだ、注目教師データとしていないものを、注目教師データとし、注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データから予測タップを構成して、足し込み部168に供給する。さらに、タップ抽出部166が、注目教師データについて、生徒データ記憶部164に記憶された生徒データからクラスタップを構成し、クラス分類部167に供給する。

40

【0431】

ここで、タップ抽出部165および166には、ミスマッチ情報が供給されるようになっており、タップ抽出部165または166では、ミスマッチ情報に基づき、注目教師データについて、図22で説明したクラス分類適応処理部132のタップ抽出部151または152（図13）が構成するのと同じのタップ構造の予測タップまたはクラスタップを構成する。

【0432】

従って、例えば、タップ抽出部151または152において、図22で説明したように、復号制御情報をも用いて、予測タップまたはクラスタップがそれぞれ構成される場合には

50

、図 3 3 の学習装置でも、タップ抽出部 1 6 5 または 1 6 6 (図 1 5) において、復号制御情報をも用いて、予測タップまたはクラスタップがそれぞれ構成される。

【 0 4 3 3 】

その後、クラス分類部 1 6 7 (図 1 5) では、注目教師データについてのクラスタップとミスマッチ情報に基づき、注目教師データについて、図 2 2 で説明したクラス分類部 1 5 3 における場合と同様のクラス分類を行い、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを、足し込み部 1 6 8 に出力する。

【 0 4 3 4 】

足し込み部 1 6 8 は、教師データ記憶部 1 6 2 から注目教師データを読み出し、その注目教師データと、タップ抽出部 1 6 5 からの予測タップを用い、式 (8) の行列 A とベクトル v のコンポーネントを計算する。さらに、足し込み部 1 6 8 は、既に得られている行列 A とベクトル v のコンポーネントのうち、クラス分類部 1 6 7 からのクラスコードに対応するものに対して、注目教師データと予測タップから求められた行列 A とベクトル v のコンポーネントを足し込む。

【 0 4 3 5 】

以上の処理が、教師データ記憶部 1 6 2 に記憶された教師データすべてを、注目教師データとして行われると、足し込み部 1 6 8 は、いままでの処理によって得られたクラスごとの行列 A およびベクトル v のコンポーネントで構成される式 (8) の正規方程式を、タップ係数算出部 1 6 9 に供給し、タップ係数算出部 1 6 9 は、その各クラスごとの正規方程式を解くことにより、各クラスごとに、タップ係数を求めて出力する。

【 0 4 3 6 】

なお、図 3 3 の学習装置では、例えば、符号化部 1 6 3 A の M P E G エンコーダ 2 7 7 において学習用画像データを M P E G 符号化する前に、その学習用画像データの画素数を、 $1/N$ に間引くようにすることで、適応学習部 1 6 0 において、M P E G 復号された画像データを、高画質で、かつ画素数を N 倍にする (解像度を高くする) タップ係数を得ることができる。

【 0 4 3 7 】

次に、図 3 5 は、符号化データが画像データを M P E G 2 方式で符号化したものである場合の、図 1 2 の復号装置の第 2 の詳細構成例を示している。なお、図中、図 2 2 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【 0 4 3 8 】

図 3 5 の実施の形態では、前処理部 1 3 1 が、逆 V L C 部 2 8 1、逆量子化部 2 8 2、演算部 2 8 3、M P E G デコーダ 2 8 4、メモリ 2 8 5、動き補償部 2 8 6、および D C T 変換部 2 8 7 で構成されている。

【 0 4 3 9 】

逆 V L C 部 2 8 1、逆量子化部 2 8 2、演算部 2 8 3、M P E G デコーダ 2 8 4、メモリ 2 8 5、動き補償部 2 8 6、または D C T 変換部 2 8 7 は、図 2 8 の逆 V L C 部 2 5 1、逆量子化部 2 5 2、演算部 2 5 3、M P E G デコーダ 2 5 4、メモリ 2 5 5、動き補償部 2 5 6、または D C T 変換部 2 5 7 とそれぞれ同様に構成されるもので、前処理部 1 3 1 に供給される符号化データに対して、図 2 8 で説明した場合と同様の処理を施し、これにより、前処理部 1 3 1 では、元の画像の 2 次元 D C T 係数が求められ、前処理データとして、クラス分類適応処理部 1 3 2 に供給される。

【 0 4 4 0 】

クラス分類適応処理部 1 3 2 では、前処理部 1 3 1 が出力する 2 次元 D C T 係数を対象に、クラス分類適応処理が行われ、これにより、高画質画像データ (の予測値) が、適応処理データとして求められる。

【 0 4 4 1 】

即ち、クラス分類適応処理部 1 3 2 (図 1 3) では、前処理部 1 3 1 が出力する 2 次元 D C T 係数が、タップ抽出部 1 5 1 と 1 5 2 に供給される。

10

20

30

40

50

【0442】

タップ抽出部151は、まだ、注目データとしていない高画質画像データの画素を注目データとして、その注目データを予測するのに用いる前処理データとしての2次元DCT係数の幾つかを、予測タップとして抽出する。タップ抽出部152も、注目データをクラス分類するのに用いる前処理データとしての2次元DCT係数の幾つかを、クラスタップとして抽出する。

【0443】

なお、タップ抽出部151または152は、注目データについてのミスマッチ情報に基づいて、予測タップまたはクラスタップのタップ構造を、それぞれ変更する。

【0444】

即ち、タップ抽出部151は、例えば、注目データのブロック（注目ブロック）の2次元DCT係数すべての他、注目ブロックの上下左右それぞれに隣接するブロックにおける2次元DCT係数を、ミスマッチ情報に応じて抽出して、予測タップを構成する。タップ抽出部151も、タップ抽出部151と同様にして、クラスタップを構成する。

【0445】

そして、タップ抽出部151で得られた予測タップは、予測部154に供給され、タップ抽出部152で得られたクラスタップは、クラス分類部153に供給される。

【0446】

クラス分類部153では、クラスタップと、注目データについてのミスマッチ情報に基づき、図22で説明した場合と同様にして、注目データがクラス分類され、注目データについてのクラスコードが、係数メモリ141に供給される。係数メモリ141では、注目データについてのクラスコードに対応するタップ係数が読み出され、予測部154に供給される。

【0447】

予測部154は、タップ抽出部151が出力する予測タップと、係数メモリ141から取得したタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算を行う。これにより、予測部154は、注目データ（の予測値）、即ち、高画質画像データを求め、後処理部133に供給する。

【0448】

後処理部133では、クラス分類適応処理部132からの高画質画像データが、そのまま出力される。

【0449】

従って、図35の実施の形態では、クラス分類適応処理部132において、2次元DCT係数が高画質画像データに変換される。

【0450】

次に、図36は、図35の復号装置の係数メモリ141に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図15の学習装置の詳細構成例を示している。なお、図中、図33における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0451】

図36の実施の形態では、前処理部163Bが、逆VLC部291、逆量子化部292、演算部293、MPEGデコーダ294、メモリ295、動き補償部296、およびDCT変換部297で構成されており、これらの逆VLC部291乃至DCT変換部297は、図35の逆VLC部281乃至DCT変換部287とそれぞれ同様に構成されている。

【0452】

従って、前処理部163Bでは、符号化部163AのMPEGエンコーダ277が出力する符号化データに対して、図35の前処理部131における場合と同様の処理が施され、これにより得られる2次元DCT係数が、生徒データとして、適応学習部160に供給される。

【0453】

10

20

30

40

50

適応学習部 160 (図 15) では、生徒データ記憶部 164 において、前処理部 163 B から供給される 2 次元 DCT 係数が、生徒データとして記憶され、図 33 で説明した場合と同様に、教師データおよび生徒データを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式 (1) の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われ、これにより、生徒データとしての 2 次元 DCT 係数を、高画質画像データに変換するクラスごとのタップ係数が求められる。

【0454】

但し、図 36 の実施の形態において、適応学習部 160 (図 15) では、そのタップ抽出部 165 または 166 それぞれにおいて、図 35 のクラス分類適応処理部 132 (図 13) におけるタップ抽出部 151 または 152 が構成するのと同じのタップ構造の予測タップまたはクラスタップが、ミスマッチ情報に基づいて構成される。さらに、図 36 の適応学習部 160 (図 15) におけるクラス分類部 167 でも、図 35 のクラス分類適応処理部 132 (図 13) におけるクラス分類部 153 と同様のクラス分類が行われる。

10

【0455】

次に、図 37 は、符号化データが画像データを M P E G 2 方式で符号化したものである場合の、図 12 の復号装置の第 3 の詳細構成例を示している。なお、図中、図 35 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0456】

20

図 37 の復号装置は、後処理部 133 が、逆 DCT 変換部 301 で構成されていることを除いて、図 35 における場合と同様に構成されている。

【0457】

図 37 の実施の形態では、クラス分類適応処理部 132 において、前処理部 131 が出力する 2 次元 DCT 係数を対象に、クラス分類適応処理が行われ、これにより、2 次元逆 DCT 変換を行った場合に、高画質画像データを得ることのできる 2 次元 DCT 係数 (以下、適宜、高画質 2 次元 DCT 係数という) (の予測値) が、適応処理データとして求められる。

【0458】

即ち、クラス分類適応処理部 132 (図 13) では、前処理部 131 が出力する前処理データとしての 2 次元 DCT 係数が、タップ抽出部 151 と 152 に供給される。

30

【0459】

タップ抽出部 151 は、まだ、注目データとしていない高画質 2 次元 DCT 係数を注目データとして、その注目データを予測するのに用いる前処理データとしての 2 次元 DCT 係数の幾つかを、予測タップとして抽出する。即ち、タップ抽出部 151 は、ミスマッチ情報に基づき、注目データについて、図 35 における場合と同様のタップ構造の予測タップを構成する。タップ抽出部 152 も、ミスマッチ情報に基づき、注目データについて、図 35 における場合と同様のタップ構造のクラスタップを構成する。

【0460】

そして、タップ抽出部 151 で得られた予測タップは、予測部 154 に供給され、タップ抽出部 152 で得られたクラスタップは、クラス分類部 153 に供給される。

40

【0461】

クラス分類部 153 では、クラスタップと、注目データについてのミスマッチ情報に基づき、図 35 における場合と同様にして、注目データがクラス分類され、注目データについてのクラスコードが、係数メモリ 141 に供給される。係数メモリ 141 では、注目データについてのクラスコードに対応するタップ係数が読み出され、予測部 154 に供給される。

【0462】

予測部 154 は、タップ抽出部 151 が出力する予測タップと、係数メモリ 141 から取得したタップ係数とを用いて、式 (1) に示した線形予測演算を行う。これにより、予測

50

部 1 5 4 は、注目データ（の予測値）、即ち、高画質 2 次元 D C T 係数を求め、後処理部 1 3 3 に供給する。

【 0 4 6 3 】

後処理部 1 3 3 では、逆 D C T 変換部 3 0 1 において、クラス分類適応処理部 1 3 2 が出力する高画質 2 次元 D C T 係数が、2 次元逆 D C T 変換され、これにより、高画質画像データが求められて出力される。

【 0 4 6 4 】

次に、図 3 8 は、図 3 7 の復号装置の係数メモリ 1 4 1 に記憶させるタップ係数を学習する場合の、図 1 5 の学習装置の詳細構成例を示している。なお、図中、図 3 6 における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

10

【 0 4 6 5 】

図 3 8 の学習装置は、逆後処理部 1 6 1 A が、D C T 変換部 3 1 1 で構成されていることを除いて、図 3 6 における場合と同様に構成されている。

【 0 4 6 6 】

従って、逆後処理部 1 6 1 A では、D C T 変換部 3 1 1 において、学習用データ記憶部 1 1 から読み出された学習用画像データとしての高画質画像データが、ブロック単位で 2 次元 D C T 変換され、その結果得られる高画質 2 次元 D C T 係数が、教師データとして、適応学習部 1 6 0 に供給される。

【 0 4 6 7 】

20

適応学習部 1 6 0（図 1 5）では、教師データ記憶部 1 6 2 において、逆後処理部 1 6 1 A から供給される高画質 2 次元 D C T 係数が、教師データとして記憶され、その教師データと、生徒データ記憶部 1 6 4 に記憶された生徒データとしての 2 次元 D C T 係数とを用い、生徒データから抽出される予測タップとタップ係数から、式（1）の線形予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われ、これにより、生徒データとしての 2 次元 D C T 係数を、高画質 2 次元 D C T 係数に変換するクラスごとのタップ係数が求められる。

【 0 4 6 8 】

即ち、いまの場合、生徒データされている 2 次元 D C T 係数は、前処理部 1 6 3 B において、符号化データから求められたものであり、量子化誤差を含んでいるため、その 2 次元 D C T 係数を 2 次元逆 D C T 変換して得られる画像は、いわゆるブロック歪み等を有する低画質のものとなる。

30

【 0 4 6 9 】

そこで、適応学習部 1 6 0 では、上述のように、式（1）の線形予測演算を行うことにより得られる教師データ（学習用画像データを 2 次元 D C T 変換して得られる高画質 2 次元 D C T 係数）の予測値の予測誤差を統計的に最小にするタップ係数を求める学習が行われることにより、生徒データされている 2 次元 D C T 係数を、高画質 2 次元 D C T 係数に変換するクラスごとのタップ係数が求められる。

【 0 4 7 0 】

なお、図 3 8 の実施の形態において、適応学習部 1 6 0（図 1 5）では、そのタップ抽出部 1 6 5 または 1 6 6 それぞれにおいて、図 3 7 のクラス分類適応処理部 1 3 2（図 1 3）におけるタップ抽出部 1 5 1 または 1 5 2 が構成するのと同じのタップ構造の予測タップまたはクラスタップが、ミスマッチ情報に基づいて構成される。さらに、図 3 8 の適応学習部 1 6 0（図 1 5）におけるクラス分類部 1 6 7 でも、図 3 7 のクラス分類適応処理部 1 3 2（図 1 3）におけるクラス分類部 1 5 3 と同様のクラス分類が行われる。

40

【 0 4 7 1 】

以上のように、符号化データに含まれる特性データの正しさを判定し、その判定結果を表すミスマッチ情報に基づいて、符号化データの復号、およびその復号に用いるタップ係数の学習等を行うようにしたので、例えば、符号化データに含まれる特性データが、元のデータの特性を正しく表していないものであっても、符号化データを、高品質のデータに復

50

号することが可能となる。

【0472】

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。

【0473】

そこで、図39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している。

【0474】

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク405やROM403に予め記録しておくことができる。

【0475】

あるいはまた、プログラムは、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、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体411に、一時的あるいは永続的に格納(記録)しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体411は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0476】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体411からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部408で受信し、内蔵するハードディスク405にインストールすることができる。

【0477】

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)402を内蔵している。CPU402には、バス401を介して、入出力インタフェース410が接続されており、CPU402は、入出力インタフェース410を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部407が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)403に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU402は、ハードディスク405に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部408で受信されてハードディスク405にインストールされたプログラム、またはドライブ409に装着されたリムーバブル記録媒体411から読み出されてハードディスク405にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)404にロードして実行する。これにより、CPU402は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU402は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース410を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部406から出力、あるいは、通信部408から送信、さらには、ハードディスク405に記録等させる。

【0478】

ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理(例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理)も含むものである。

【0479】

また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0480】

なお、本実施の形態では、画像データをMPEG方式で符号化した場合と、音声データをCELP方式で符号化した場合とについて説明したが、本発明は、これらの符号化方式に限定されるものではなく、例えば、音声データをMP3 (MPEG-1 Audio Layer 3)方式で符号化した符号化データ等にも適用可能である。

【0481】

【発明の効果】

本発明の復号装置および復号方法、並びにプログラムおよび記録媒体によれば、特性データの正しさが判定され、その判定結果を表すミスマッチ情報が出力される。そして、そのミスマッチ情報に基づいて、符号化データが復号される。従って、符号化データを、高品質のデータに復号することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

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

【図2】復号装置の処理を説明するフローチャートである。

【図3】本発明を適用した復号装置の他の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明を適用した学習装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図5】学習装置の処理を説明するフローチャートである。

【図6】音声データを、クラス分類適応処理によって、高音質の音声データに変換する音声データ処理装置の構成例を示すブロック図である。

【図7】係数メモリ25に記憶されるタップ係数を学習する学習装置の構成例を示すブロック図である。

20

【図8】音声データをVSELP方式で符号化するVSELP符号化装置の構成例を示すブロック図である。

【図9】符号化データをVSELP方式で復号するVSELP復号装置の構成例を示すブロック図である。

【図10】クラス分類適応処理を適用したVSELP復号装置の構成例を示すブロック図である。

【図11】係数メモリ84に記憶されるタップ係数を学習する学習装置の構成例を示すブロック図である。

【図12】本発明を適用した復号装置のより詳細な構成例を示すブロック図である。

30

【図13】クラス分類適応処理部132の構成例を示すブロック図である。

【図14】復号装置の処理を説明するフローチャートである。

【図15】本発明を適用した学習装置のより詳細な構成例を示すブロック図である。

【図16】学習装置の処理を説明するフローチャートである。

【図17】VSELP方式で符号化された符号化データを復号する復号装置の第1の構成例を示すブロック図である。

【図18】VSELP方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第1の構成例を示すブロック図である。

【図19】VSELP方式で符号化された符号化データを復号する復号装置の第2の構成例を示すブロック図である。

40

【図20】VSELP方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第2の構成例を示すブロック図である。

【図21】VSELP方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第3の構成例を示すブロック図である。

【図22】MPEG方式で符号化された符号化データを復号する復号装置の第1の構成例を示すブロック図である。

【図23】MPEGデコーダ232の構成例を示すブロック図である。

【図24】画像データから、フレームライン相関とフィールドライン相関を求める方法を説明するための図である。

【図25】タップ構造設定テーブルを示す図である。

50

【図 2 6】パターン A 乃至 D のタップ構造を示す図である。

【図 2 7】横縞を基底とする D C T 係数を示す図である。

【図 2 8】実特性抽出部 1 2 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 2 9】1 次元 D C T 係数を説明するための図である。

【図 3 0】1 次元 D C T 係数を説明するディスプレイ上に表示された中間階調の写真である。

【図 3 1】1 次元 D C T 係数から、フレームライン相関とフィールドライン相関を求める方法を説明するための図である。

【図 3 2】実特性抽出部 1 2 2 の他の構成例を示すブロック図である。

【図 3 3】M P E G 方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第 1 の構成例を示すブロック図である。 10

【図 3 4】M P E G エンコーダ 2 7 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 3 5】M P E G 方式で符号化された符号化データを復号する復号装置の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 3 6】M P E G 方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 3 7】M P E G 方式で符号化された符号化データを復号する復号装置の第 3 の構成例を示すブロック図である。

【図 3 8】M P E G 方式で符号化された符号化データを復号するのに用いられるタップ係数を学習する学習装置の第 3 の構成例を示すブロック図である。 20

【図 3 9】本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

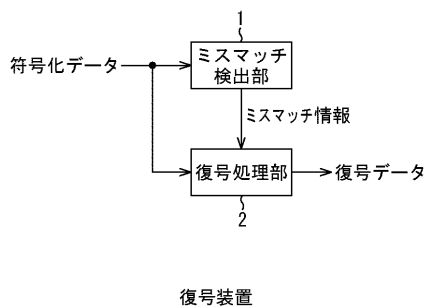
【符号の説明】

1 ミスマッチ検出部, 2 復号処理部, 3 パラメータ記憶部, 11 学習用データ記憶部, 12 符号化部, 13 ミスマッチ検出部, 14 学習処理部, 21 ピッチ検出部, 22, 23 タップ抽出部, 24 クラス分類部, 25 係数メモリ, 26 予測部, 31 時間間引きフィルタ, 32 ピッチ検出部, 33, 34 タップ抽出部, 35 クラス分類部, 36 足し込み部, 37 タップ係数算出部, 41 マイク, 42 A/D変換部, 43 演算器, 44 L P C 分析部, 45 ベクトル量子化部, 46 音声合成フィルタ, 47 自乗誤差演算部, 48 自乗誤差最小判定部, 49 適応コードブック記憶部, 50 ゲイン復号器, 51 励起コードブック記憶部, 52 乃至 54 演算器, 55 コード決定部, 56 チャネルエンコーダ, 61 チャネルデコーダ, 62 適応コードブック記憶部, 63 ゲイン復号器, 64 励起コードブック記憶部, 65 フィルタ係数復号器, 66 乃至 68 演算器, 69 音声合成フィルタ, 81, 82 タップ抽出部, 83 クラス分類部, 84 係数メモリ, 85 予測部, 92 A/D変換部, 93 演算器, 94 L P C 分析部, 95 ベクトル量子化部, 96 音声合成フィルタ, 97 自乗誤差演算部, 98 自乗誤差最小判定部, 99 適応コードブック記憶部, 100 ゲイン復号器, 101 励起コードブック記憶部, 102 乃至 104 演算器, 105 コード決定部, 111, 112 タップ抽出部, 113 クラス分類部, 114 足し込み部, 115 タップ係数算出部, 121 符号化特性情報抽出部, 122 実特性抽出部, 123 判定部, 131 前処理部, 132 クラス分類適応処理部, 133 後処理部, 141 係数メモリ, 151, 152 タップ抽出部, 153 クラス分類部, 154 予測部, 160 適応学習部, 161 教師データ生成部, 161 A 逆後処理部, 162 教師データ記憶部, 163 生徒データ生成部, 163 A 符号化部, 163 B 前処理部, 164 生徒データ記憶部, 165, 166 タップ抽出部, 167 クラス分類部, 168 足し込み部, 169 タップ係数算出部, 171 符号化特性情報抽出部, 172 実特性抽出部, 173 判定部, 181 チャネルデコーダ, 182 V S E L P 復号装置, 183 ピッチ検出部, 184 差分演算部, 1 30 40 50

85 VSELP復号装置, 191 VSELP符号化装置, 192 チャネルデコーダ, 193 VSELP復号装置, 194 ピッチ検出部, 195 差分演算部, 196 VSELP符号化装置, 197 VSELP復号装置, 201 音声合成フィルタ, 211 LPC分析部, 212 予測フィルタ, 221 LPC分析部, 231 逆VLC部, 232 MPEGデコーダ, 233 相関演算部, 234 ブロック特性判定部, 235 比較部, 236 MPEGデコーダ, 241 逆VLC部, 242 逆量子化部, 243 逆DCT変換部, 244 演算部, 245 メモリ, 246 動き補償部, 247 ピクチャ選択部, 251 逆VLC部, 252 逆量子化部, 253 演算部, 254 MPEGデコーダ, 255 メモリ, 256 動き補償部, 257 DCT変換部, 258 DCT係数差分演算部, 261 垂直1次元逆DCT変換部, 262 相関演算部, 271 MPEGエンコーダ, 272 逆VLC部, 273 MPEGデコーダ, 274 相関演算部, 275 ブロック特性判定部, 276 比較部, 277 MPEGエンコーダ, 278 MPEGデコーダ, 281 逆VLC部, 282 逆量子化部, 283 演算部, 284 MPEGデコーダ, 285 メモリ, 286 動き補償部, 287 DCT変換部, 291 逆VLC部, 292 逆量子化部, 293 演算部, 294 MPEGデコーダ, 295 メモリ, 296 動き補償部, 297 DCT変換部, 301 逆DCT変換部, 311 DCT変換部, 321 動きベクトル検出部, 322 動き補償部, 323 演算部, 324 DCT変換部, 325 量子化部, 326 VLC部, 327 逆量子化部, 328 逆DCT変換部, 329 演算部, 330 メモリ, 401 バス, 402 CPU, 403 ROM, 404 RAM, 405 ハードディスク, 406 出力部, 407 入力部, 408 通信部, 409 ドライブ, 410 入出力インタフェース, 411 リムーバブル記録媒体

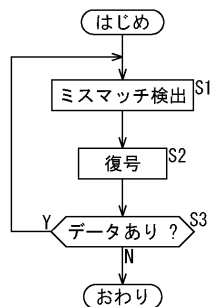
【図1】

図1



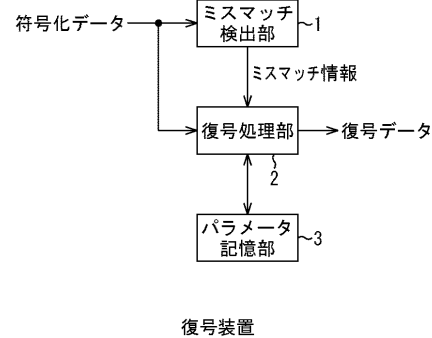
【図2】

図2



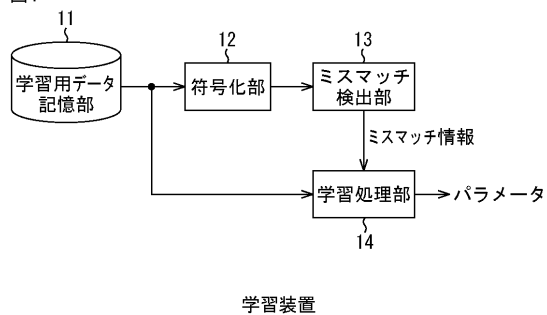
【図3】

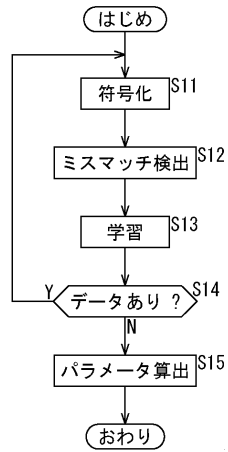
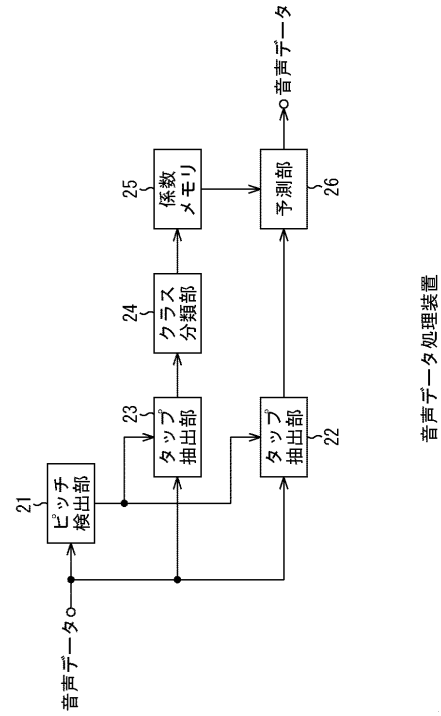
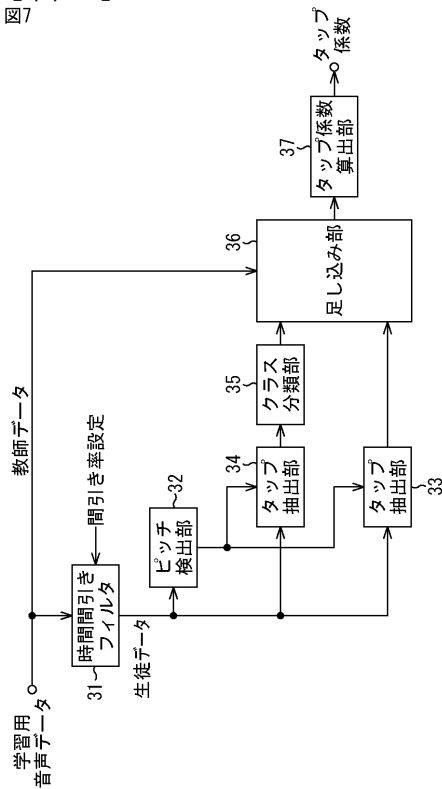
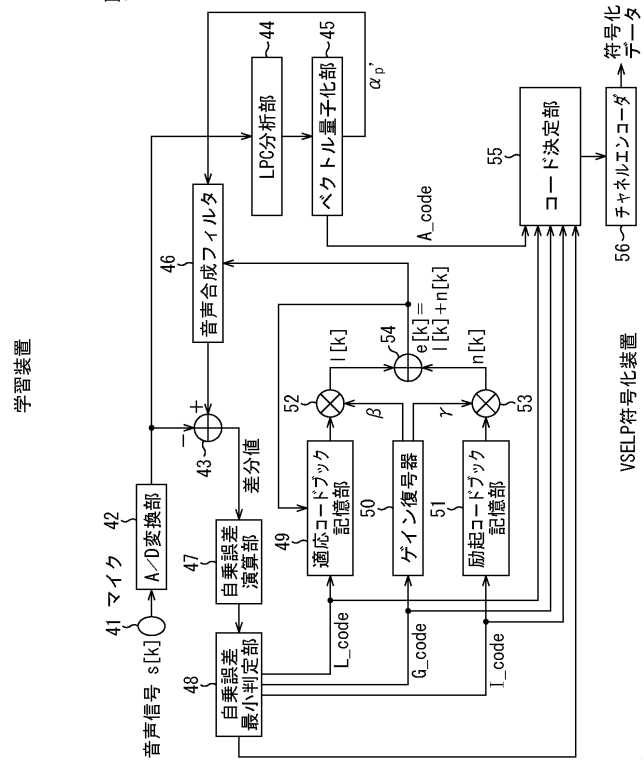
図3



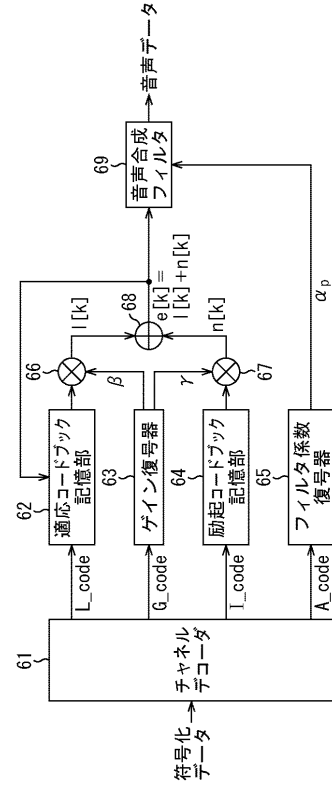
【図4】

図4



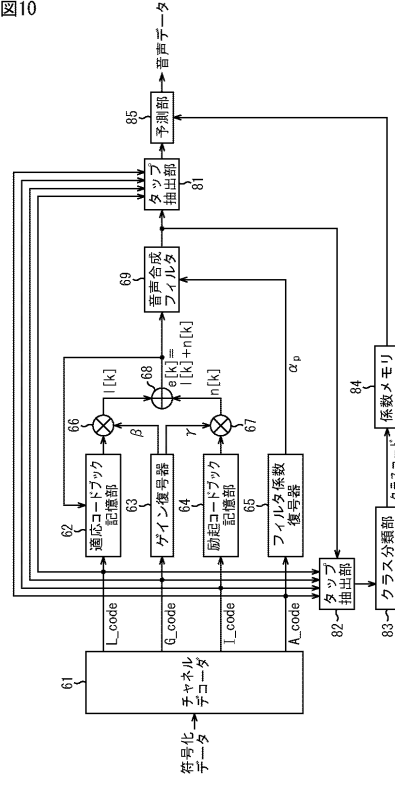
【図 5】
図5【図 6】
図6【図 7】
図7【図 8】
図8

【図9】



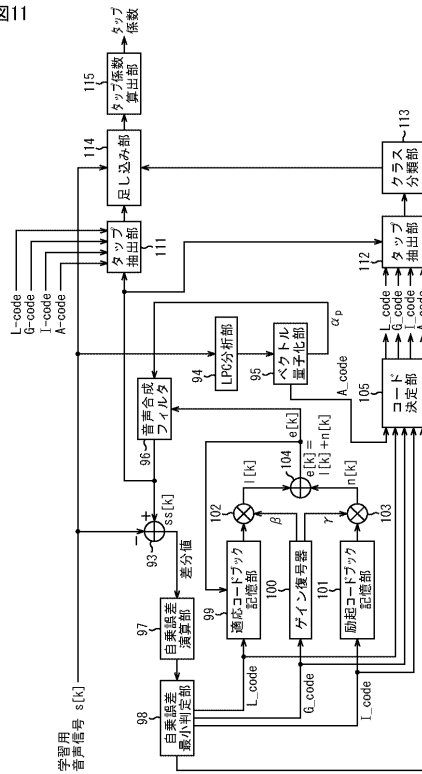
VSELP復号装置

【図10】



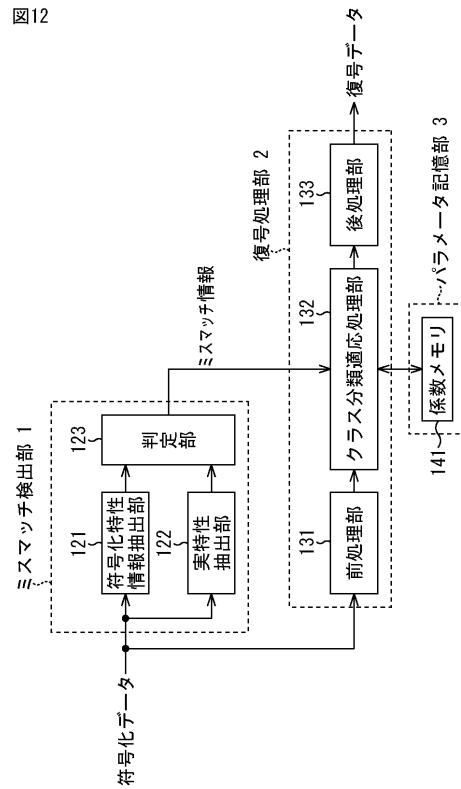
VSELP復号装置

【図11】

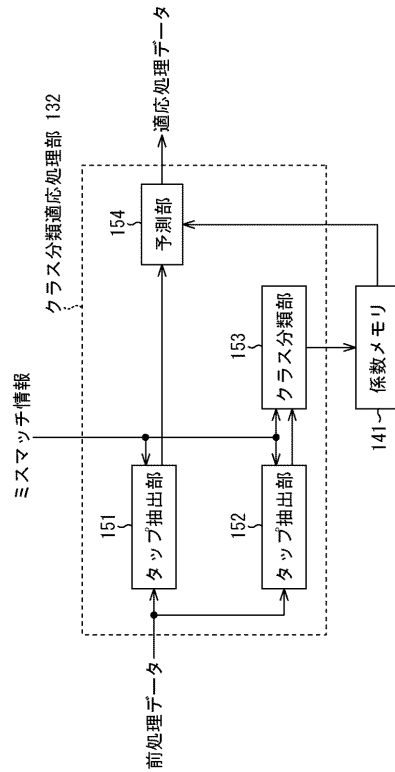
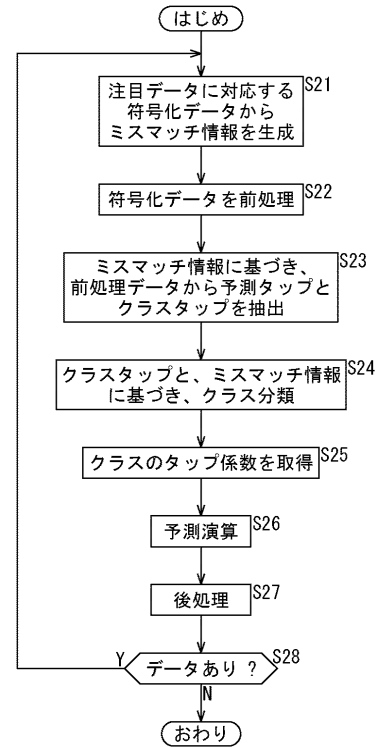
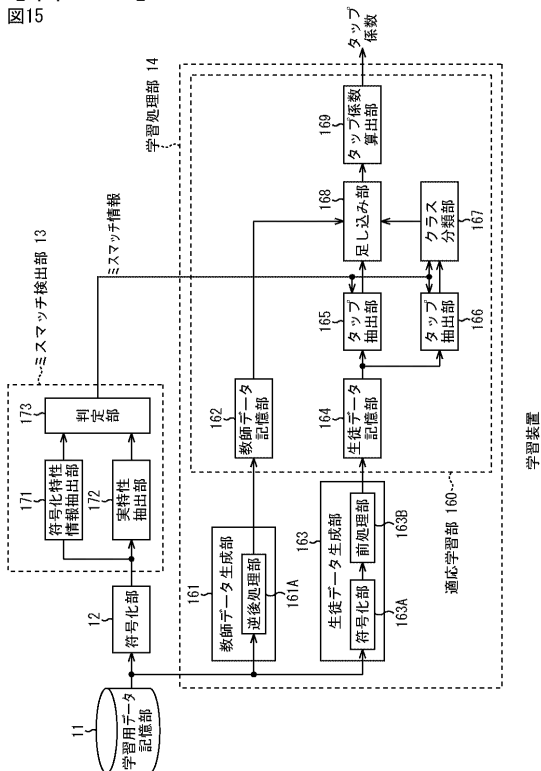
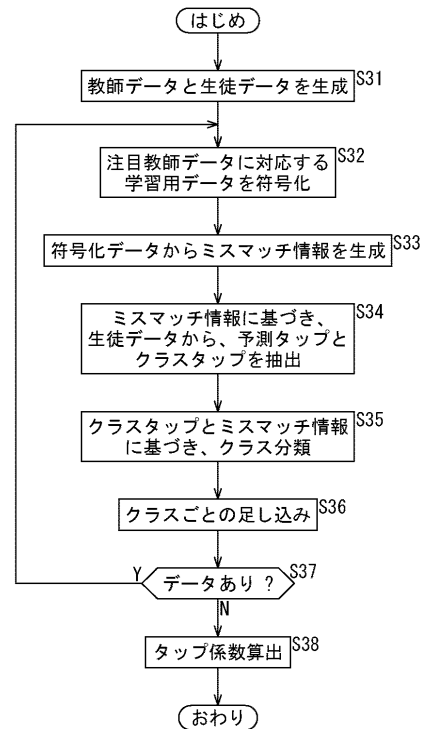


学習装置

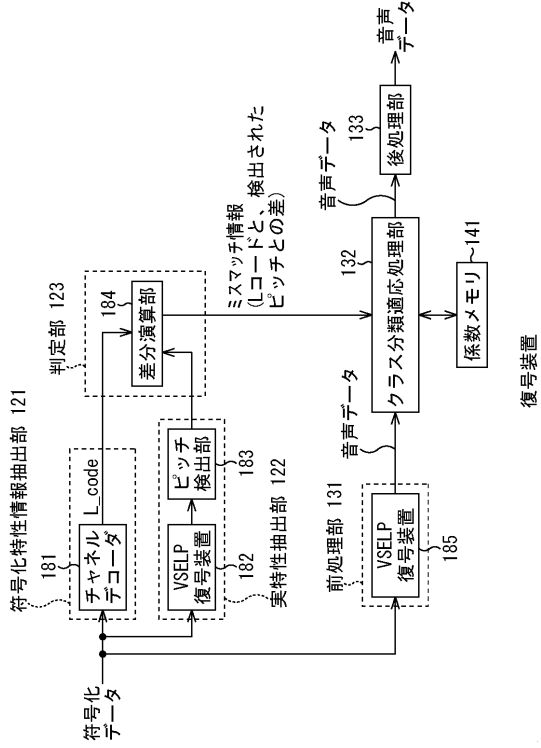
【図12】



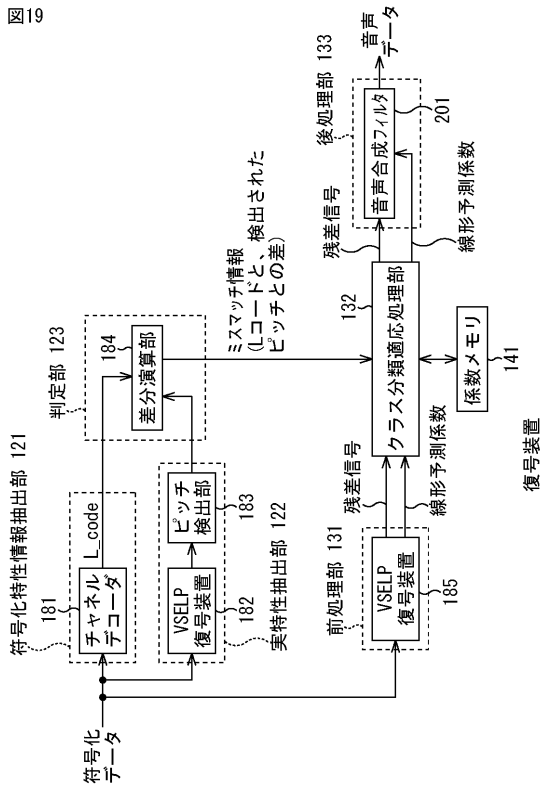
復号装置

【図 13】
図13【図 14】
図14【図 15】
図15【図 16】
図16

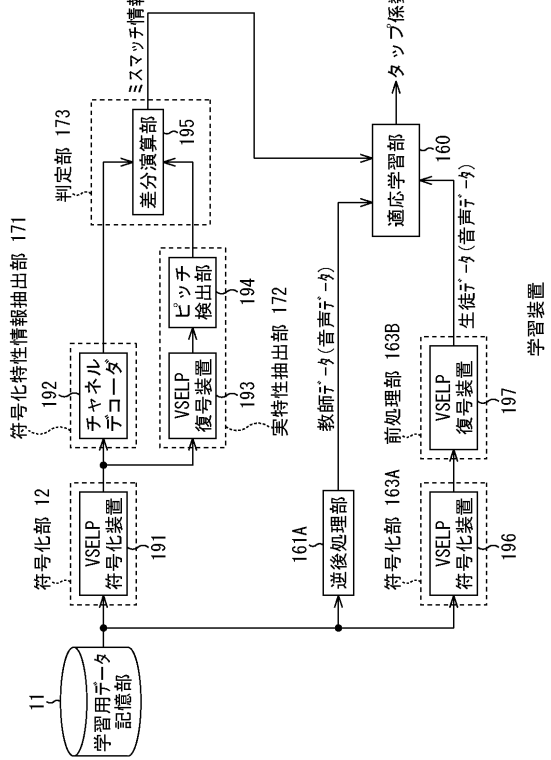
【図 17】



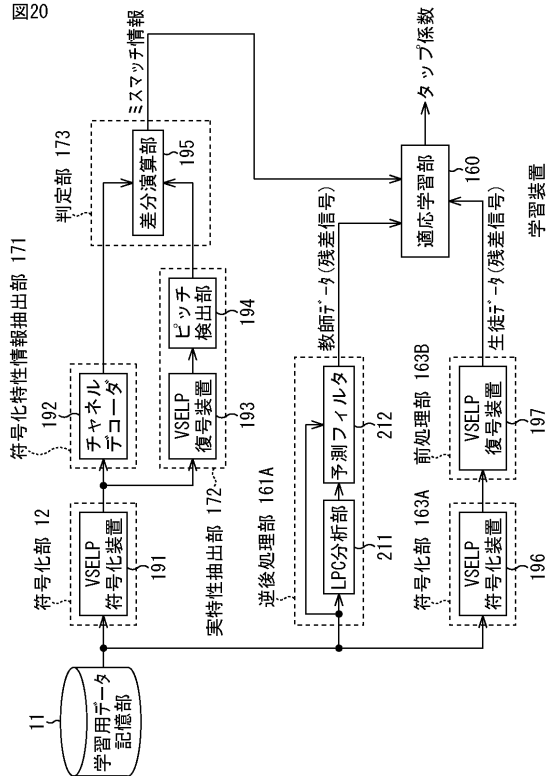
【図 19】



【図 18】

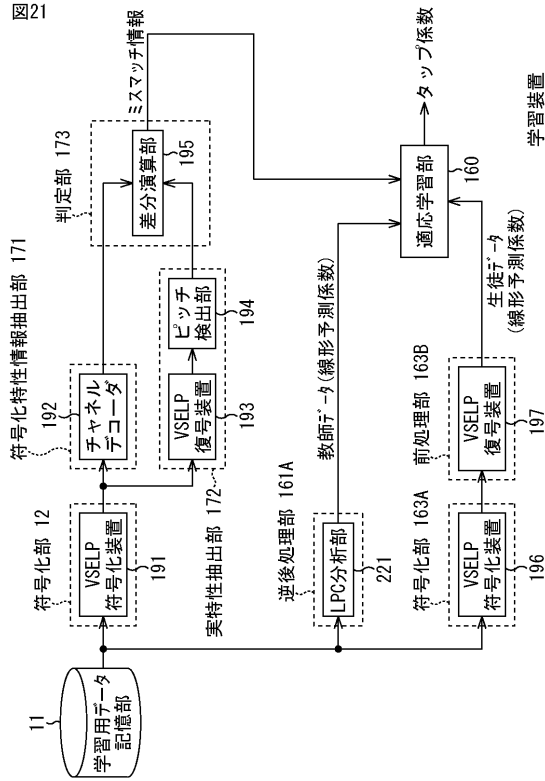


【図 20】



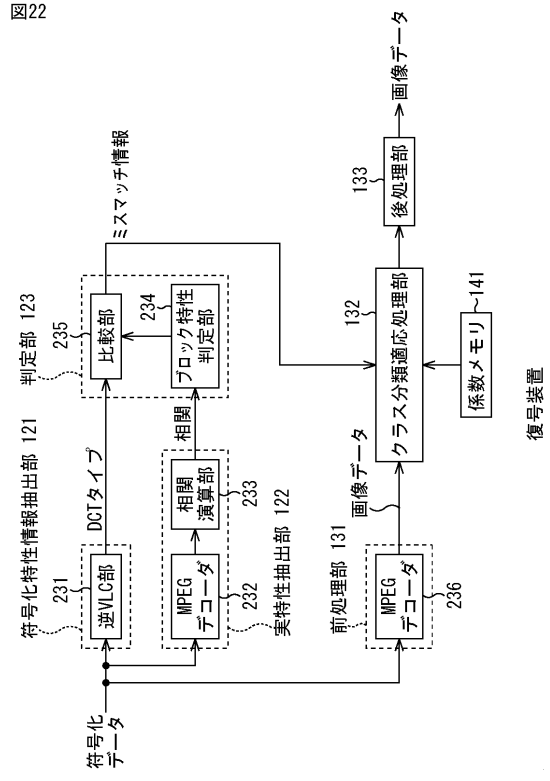
【図 2 1】

図21



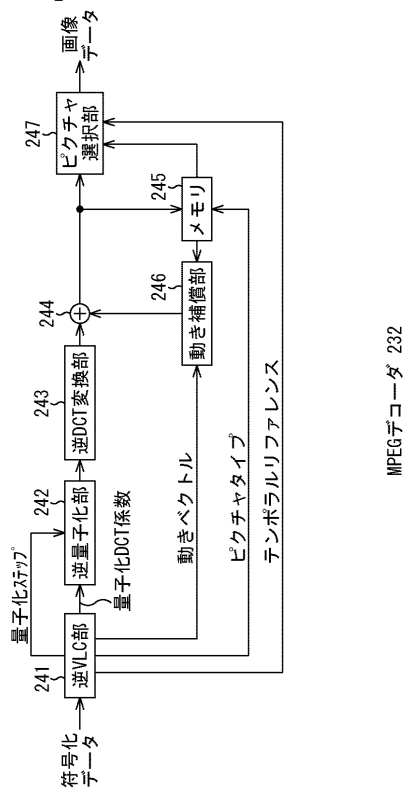
【図 2 2】

図22



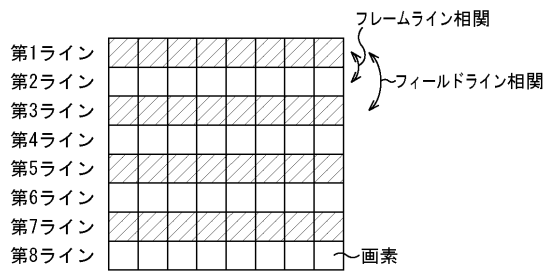
【図 2 3】

図23



【図 2 4】

図24

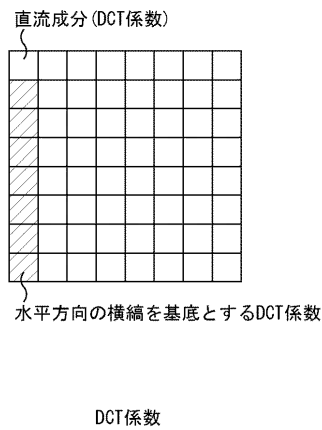


【図25】
図25

DCTタイプ	ブロックタイプ	タップ構造
フィールド	フィールド	パターンA (フィールドタップのみ)
フィールド	フレーム	パターンB (フィールドタップ数>フレームタップ数)
フレーム	フィールド	パターンC (フレームタップ数>フィールドタップ数)
フレーム	フレーム	パターンD (フレームタップのみ)

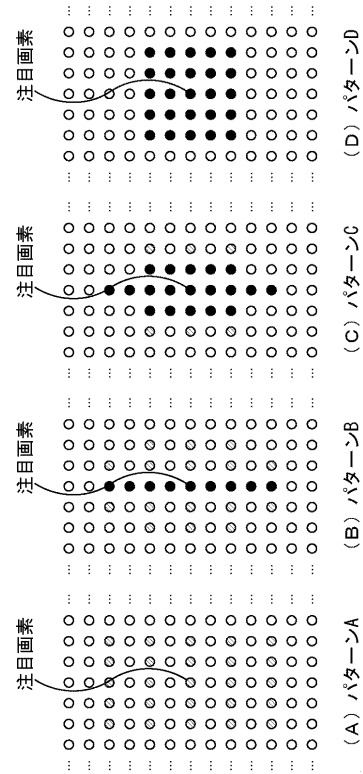
タップ構造設定テーブル

【図27】
図27

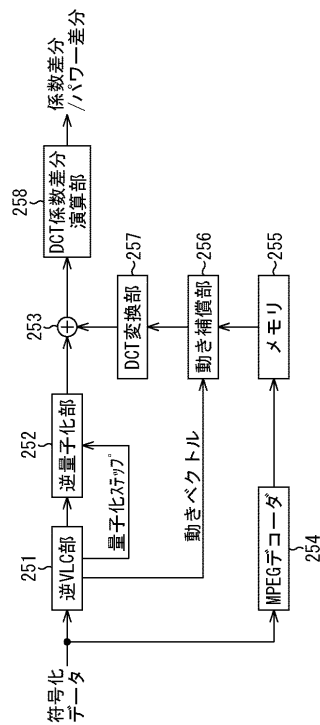


【図26】
図26

- ...フレームタップ
- ...フィールドタップ

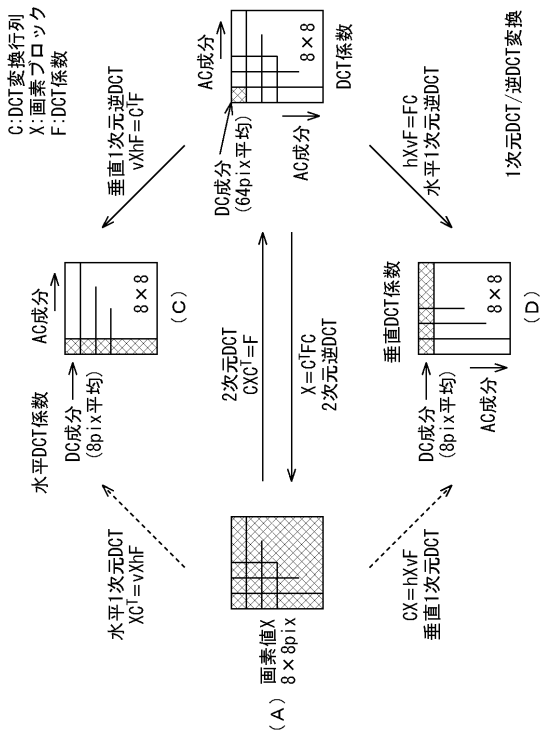


【図28】
図28



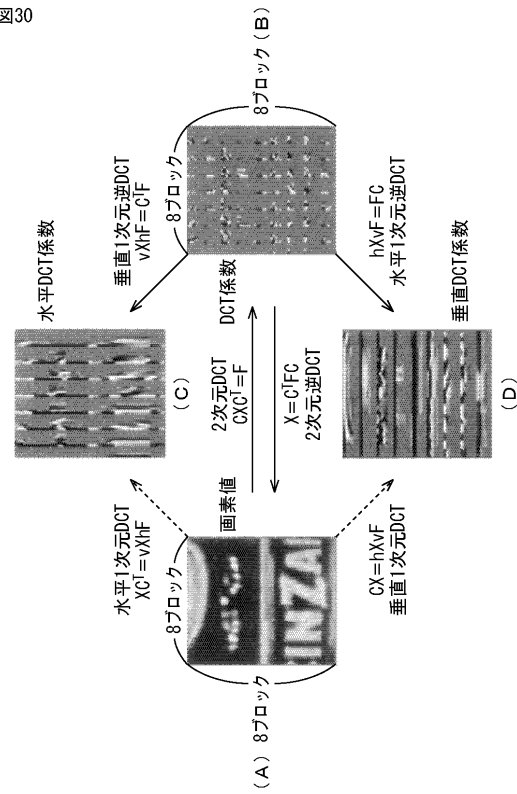
【図 29】

図29



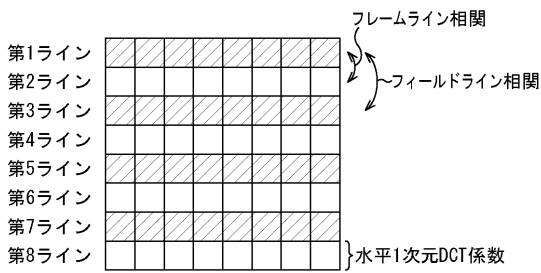
【図 30】

図30



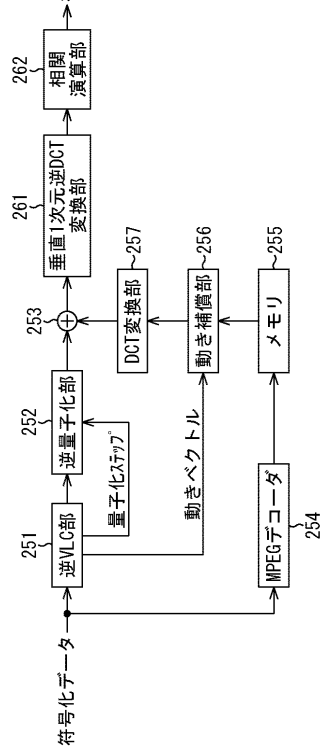
【図 31】

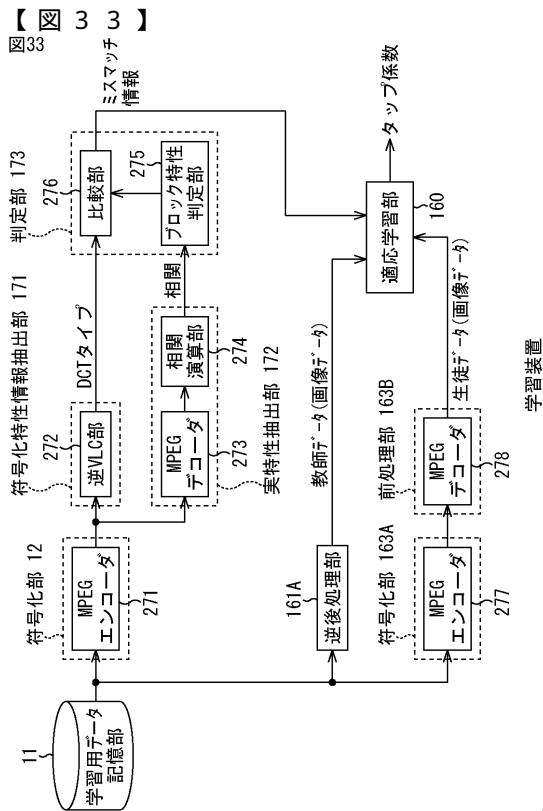
図31



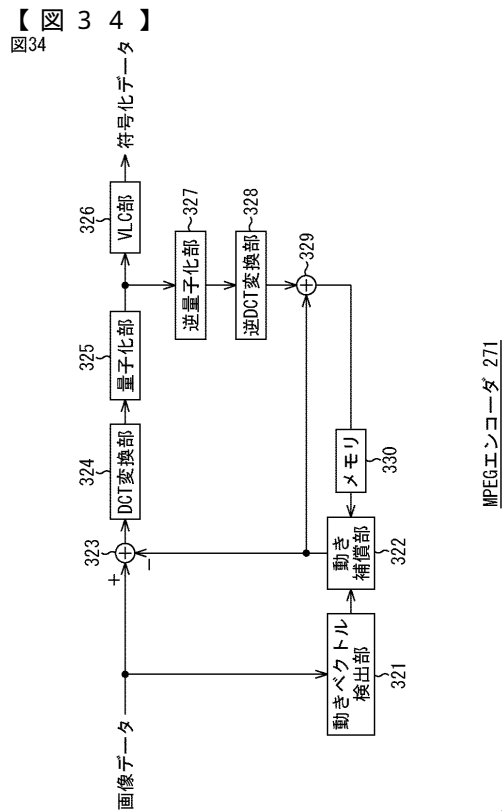
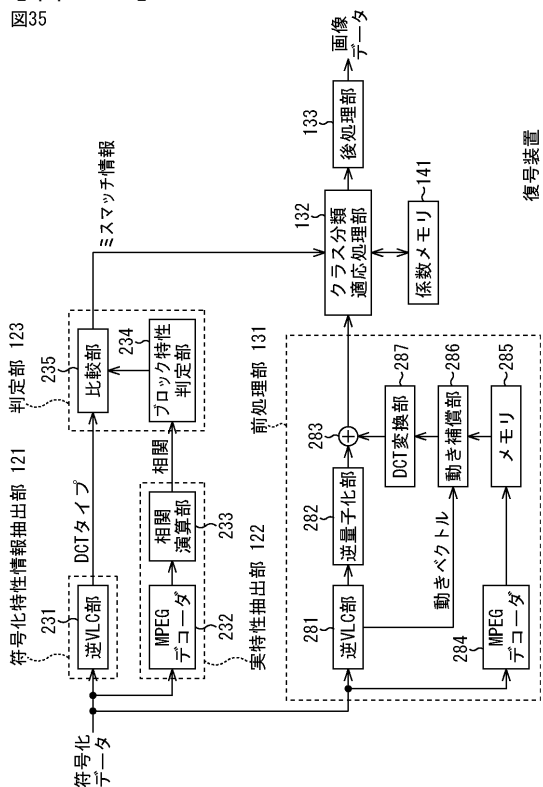
【図 32】

図32

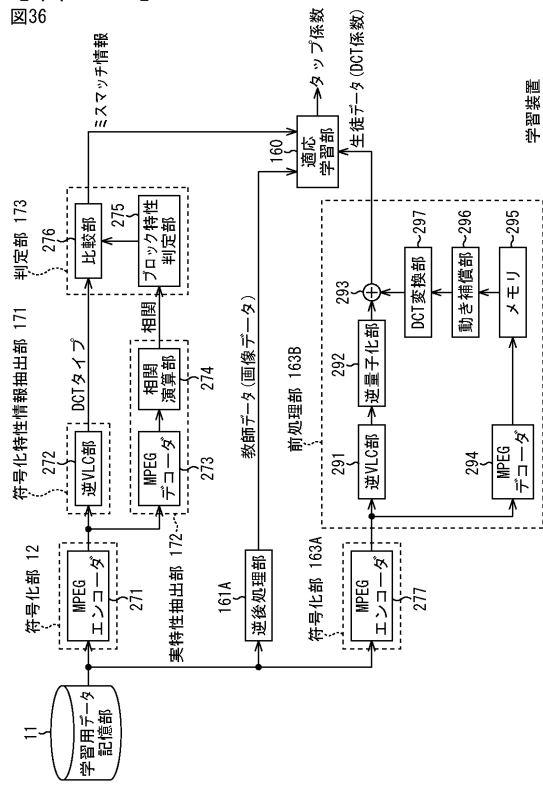


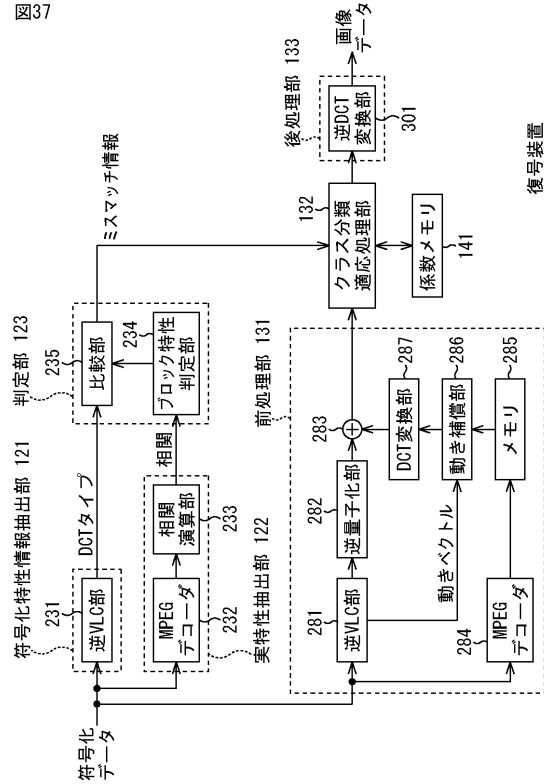
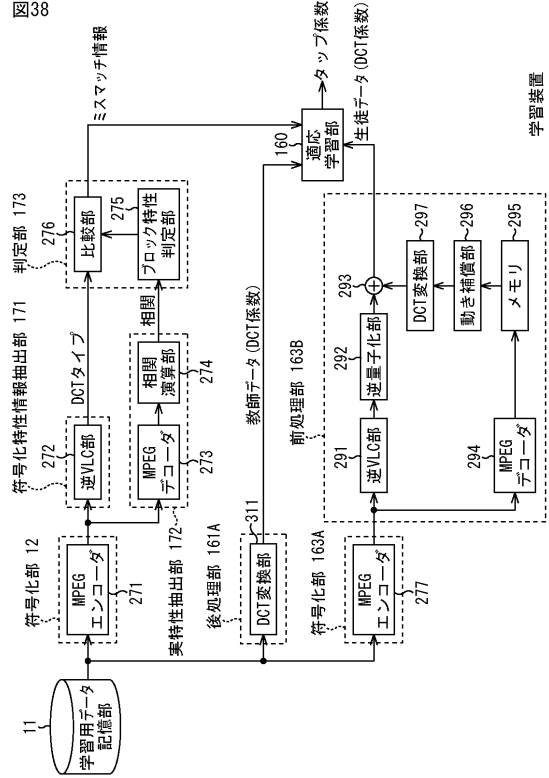
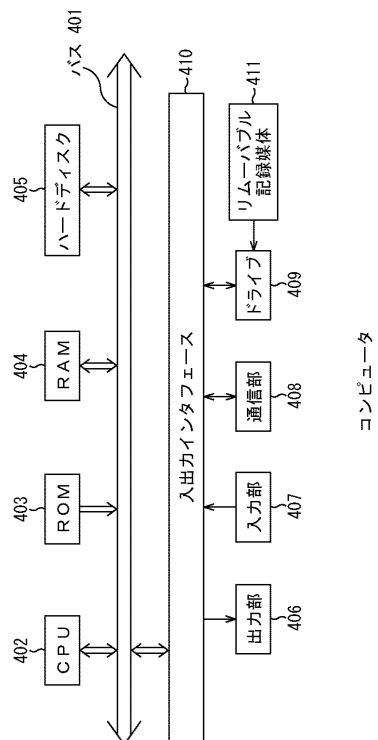


【 図 3 5 】
図35



【 図 3 6 】
図36



【図 37】
図37【図 38】
図38【図 39】
図39

フロントページの続き

審査官 渡辺 未央子

- (56)参考文献 特開平09 - 037250 (JP, A)
特開2000 - 124845 (JP, A)
特開2001 - 094441 (JP, A)
特開2002 - 062899 (JP, A)
特開2002 - 049395 (JP, A)
特開2001 - 346209 (JP, A)
特開2001 - 320277 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M 7/30

G10L 19/00

H04N 7/30