(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3946812号
(P3946812)
(45)発行日　平成19年7月18日(2007.7.18)　(24)登録日　平成19年4月20日(2007.4.20)

(51)Int.Cl.		F I		
H03M 7/30	(2006.01)	H03M	7/30	Z
G10L 19/00	(2006.01)	G10L	19/00	220C
G10L 21/04	(2006.01)	G10L	21/04	130A

請求項の数 8　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平9-121329
(22)出願日　平成9年5月12日(1997.5.12)
(65)公開番号　特開平10-313251
(43)公開日　平成10年11月24日(1998.11.24)
審査請求日　平成15年3月10日(2003.3.10)
審判番号　不服2004-26709(P2004-26709/J1)
審判請求日　平成16年12月28日(2004.12.28)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100067736
弁理士　小池　晃
(74)代理人　100086335
弁理士　田村　榮一
(74)代理人　100096677
弁理士　伊賀　誠司
(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　服部　正明
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】オーディオ信号変換装置及びオーディオ信号変換方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ディジタルオーディオ信号に基づいたデータパターンを生成するパターン生成手段と、

ディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数を記憶し、生成された上記データパターンに基づいて、上記予測係数を出力する予測係数記憶手段と、

上記予測係数記憶手段から出力された予測係数と上記ディジタルオーディオ信号に基づいて推定演算して、変換処理済みのディジタルオーディオ信号を出力する推定演算手段とを備え、

上記予測係数記憶手段には、ディジタルオーディオ信号のサンプリング周波数を小さくするように間引かれたディジタルオーディオ信号、又は、ディジタルオーディオ信号のデータサンプルを欠落させることにより間引かれたディジタルオーディオ信号に基づいて生成されたデータパターンに基づいて算出された上記ディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数が記憶されていることを特徴とするオーディオ信号変換装置。

【請求項２】

上記予測係数記憶手段は、ディジタルオーディオ信号を所定のサンプリング周波数に変換するための推定式の予測係数が記憶され、上記推定演算手段は、上記所定のサンプリング周波数に変換されたディジタルオーディオ信号を出力することを特徴とする請求項１記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項３】

上記所定のサンプリング周波数に変換されたディジタルオーディオ信号をアナログ化す

るディジタル／アナログ変換手段を備えることを特徴とする請求項２記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項４】

所定時間毎にディジタルオーディオ信号を切り出す信号切出手段を更に備え、切り出されたディジタルオーディオ信号に基づいてデータパターンを生成し、

上記推定演算手段は、上記切り出されたディジタルオーディオ信号に基づいて推定演算して、変換処理済みのディジタルオーディオ信号を出力することを特徴とする請求項１記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項５】

圧縮符号化されたビットストリームを復号するとともに、復号されたディジタルオーディオ信号のエラーを検出する復号手段を更に備え、

上記信号切出手段は、エラー検出された部分のディジタルオーディオ信号を切り出すことを特徴とする請求項４記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項６】

上記予測係数記憶手段は、欠落したディジタルオーディオ信号を補間するための推定式の予測係数が記憶され、上記推定演算手段は、欠落したディジタルオーディオ信号を生成して、エラー修正済みのディジタルオーディオ信号を出力することを特徴とする請求項５記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項７】

上記パターン生成手段により生成された圧縮データパターンに基づいて、上記切り出されたディジタルオーディオ信号の属するクラスコードを発生するクラスコード発生手段を更に備え、

上記予測係数記憶手段は、ディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数がクラスコード毎に、記憶され、上記クラスコード発生手段で発生されたクラスの予測係数を出力することを特徴とする請求項４に記載のオーディオ信号変換装置。

【請求項８】

学習用のディジタルオーディオ信号のサンプリング周波数を小さくするように間引かれたディジタルオーディオ信号、又は、ディジタルオーディオ信号のデータサンプルを欠落させることにより間引かれたディジタルオーディオ信号に基づいてデータパターンを生成し、上記データパターンに基づいてディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数を算出して記憶しておき、

変換すべきディジタルオーディオ信号に基づいたデータパターンを生成し、

生成された上記データパターンに基づいて上記予測係数を読み出し、

上記読み出された予測係数と上記変換すべきディジタルオーディオ信号に基づいて推定演算して、変換処理済みのディジタルオーディオ信号を出力することを特徴とするオーディオ信号変換方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レートコンバータやＰＣＭ（Pulse Code Modulation）復号装置等に用いて好適なオーディオ信号変換装置等に関し、特に、データの補間処理を行うオーディオ信号変換装置等に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来より、ディジタルオーディオ信号をディジタル／アナログ（Ｄ／Ａ）コンバータに入力する前に、サンプリング周波数を元の値の数倍に変換するオーバーサンプリング処理を行っている。これにより、上記Ｄ／Ａコンバータから出力されたディジタルオーディオ信号はアナログ・アンチ・エイリアス・フィルタの位相特性によって可聴周波数高域で一定に保たれ、また、サンプリングに伴うディジタル系のイメージ雑音の影響が排除されるようになっている。上記オーバーサンプリング処理では、通常、線形一次（直線）補間方式

のディジタルフィルタが用いられている。このようなディジタルフィルタは、サンプリングレートが変わったりデータが欠落した場合等に、複数の既存データの平均値を求めて直線的な補間データを生成するものである。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、オーバーサンプリング処理後のディジタルオーディオ信号は、線形一次補間によって時間軸方向に対してデータ量が数倍に緻密になっているものの、オーバーサンプリング処理後のディジタルオーディオ信号の周波数帯域は変換前とあまり変わらず、音質そのものは向上していない。さらに、補間されたデータは必ずしもＡ／Ｄ変換前のアナログオーディオ信号の波形に基づいて生成されたのではないため、波形再現性もほとんど向上していない。

【０００４】

また、サンプリング周波数の異なるディジタルオーディオ信号をダビングする場合において、サンプリング・レート・コンバータを用いて周波数を変換しているが、かかる場合でも線形一次ディジタルフィルタによって直線的なデータの補間しか行うことができず、音質や波形再現性を向上することができなかった。さらに、ディジタルオーディオ信号のデータサンプルが欠落した場合において同様である。

【０００５】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、オーディオ信号の波形再現性及び音質の向上を図ることのできるオーディオ信号変換装置及びオーディオ信号変換方法を提供することを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するために、本発明に係るオーディオ信号変換装置は、ディジタルオーディオ信号に基づいたデータパターンを生成するパターン生成手段と、ディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数を記憶し、生成された上記データパターンに基づいて、上記予測係数を出力する予測係数記憶手段と、上記予測係数記憶手段から出力された予測係数と上記ディジタルオーディオ信号に基づいて推定演算して、変換処理済みのディジタルオーディオ信号を出力する推定演算手段とを備え、上記予測係数記憶手段には、ディジタルオーディオ信号のサンプリング周波数を小さくするように間引かれたディジタルオーディオ信号、又は、ディジタルオーディオ信号のデータサンプルを欠落させることにより間引かれたディジタルオーディオ信号に基づいて生成されたデータパターンに基づいて算出された上記ディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数が記憶されていることを特徴とする。

【０００７】

本発明に係るオーディオ信号変換方法は、　学習用のディジタルオーディオ信号のサンプリング周波数を小さくするように間引かれたディジタルオーディオ信号、又は、ディジタルオーディオ信号のデータサンプルを欠落させることにより間引かれたディジタルオーディオ信号に基づいてデータパターンを生成し、上記データパターンに基づいてディジタルオーディオ信号を変換するための推定式の予測係数を算出して記憶しておき、変換すべきディジタルオーディオ信号に基づいたデータパターンを生成し、生成された上記データパターンに基づいて上記予測係数を読み出し、上記読み出された予測係数と上記変換すべきディジタルオーディオ信号に基づいて推定演算して、変換処理済みのディジタルオーディオ信号を出力することを特徴とする。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

本発明は、ディジタルオーディオ信号（以下、オーディオデータという。）のサンプリングレートを上げたり、オーディオデータにエラーが生じたときに、欠落しているオーディオデータを補間したものであって真値に最も近いオーディオデータ（以下、オーディオ補

間データという）を生成するものである。

【００１２】

本発明は、具体的には図１に示すオーディオ信号変換装置に適用することができる。

上記オーディオ信号変換装置１は、オーディオデータを所定時間毎に切り出す時間軸領域切出回路１１と、切り出されたオーディオデータを圧縮して圧縮データパターンを生成するＡＤＲＣ（Adaptive Dynamic Range Coding ）回路１２と、切り出されたオーディオデータの属するクラスコードを発生するクラスコード発生回路１３と、推定式の予測係数がクラスコード毎に、記憶されているメモリテーブル１４と、予測係数と上記切り出されたオーディオデータに基づいて推定演算する推定演算回路１５とを備える。

【００１３】

時間軸領域切出回路１１は、入力端子より供給された図２（Ａ）に示すオーディオデータを所定時間毎の領域に分割する。なお、ここでは、時間軸領域分割回路１１は、オーディオデータを６サンプル毎に分割するものとする。時間軸領域切出回路１１は、分割してブロック化したオーディオデータをＡＤＲＣ回路１２及び推定演算回路１５に供給する。

【００１４】

ＡＤＲＣ回路１２は、上述のように各時間軸領域のオーディオデータを、例えば８ビットから２ビットに圧縮するような演算を行うことによりパターン圧縮データを形成し、このパターン圧縮データをクラスコード発生回路１３へ供給する。

【００１５】

ＡＤＲＣ回路１２は、通常、ＶＴＲ（Video Tape Recoder）向け高能率符号化用に開発された適応的量子化を行うものである。ここでは、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現できるので、信号パターンのクラス分類のコード発生に使用されている。

【００１６】

具体的には、６つの８ビットのオーディオデータをクラス分類しようとする場合では、2^{48}という膨大な数のクラスに分類しなければならない。信号波形の特徴を把握する意味では理想的であるが、回路上の負担が多く、実用的ではない。そこで、ＡＤＲＣ回路１２で生成されるパターン圧縮データに基づいてクラス分類を行っている。例えば、６つのオーディオデータに対して１ビットの量子化を実行すると、６つのオーディオデータを６ビットで表すことができ、2^{6} ＝６４クラスに分類することが可能である。

【００１７】

ここで、ＡＤＲＣ回路１２は、領域内のダイナミックレンジをＤＲ、ビット割当をｎ、領域内画素のデータレベルをＬ、量子化コードをＱとすると、以下の式（１）に従って、領域内の最大値ＭＡＸと最小値ＭＩＮとの間を指定されたビット長で均等に分割して量子化を行う。

【００１８】

【数１】

$$DR=MAX-MIN+1$$

$$Q=\{(L-MIN+0.5)\times 2/DR\} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

但し、{ } は小数点以下の切り捨てを意味する

【００１９】

ＡＤＲＣ回路１２は、時間軸領域切出回路１１で切り出された各オーディオデータを各２ビットに圧縮する。なお、圧縮されたオーディオデータをそれぞれｑ1～ｑ6 とする。

【００２０】

クラスコード発生回路１３は、ＡＤＲＣ回路１２から供給されるパターン圧縮データに基づいて以下の式（２）の演算を行って、そのブロックが属するクラスを検出し、そのクラスを示すクラスコードclass をメモリテーブル１４へ供給する。このクラスコードclassは、メモリテーブル１４からの読み出しアドレスを示す。

【００２１】

【数２】

$$class=\sum_{i=1}^{n} qi(2^{P})^{i} \qquad \text{----------} \quad (2)$$

【００２２】

ここでは、ｎ＝６、Ｐ＝２である。

【００２３】

メモリテーブル１４には、補間前後のオーディオデータのパターンの関係を学習することにより、補間前のオーディオデータに対応するオーディオ補間データを算出するための線形推定式の予測係数が各クラスコード毎に、記憶されている。なお、メモリテーブル１４に記憶されている予測係数の作成方法については後述する。メモリテーブル１４からは、クラスコードclass で示されるアドレスから、そのクラスの予測係数であるｗｎ（class）（ｎ＝１～６）が読み出される。この予測係数は、推定演算回路１５へ供給される。

【００２４】

推定演算回路１５は、時間軸領域切出回路１１から供給されるオーディオデータ、およびメモリテーブル１４から供給される予測係数であるｗｎ（ｎ＝１～６）に基づいて、入力されたオーディオデータに対応するオーディオ補間データを算出する。

【００２５】

より具体的には、推定演算回路１５は、時間軸領域切出回路１１より供給されたオーディオデータとメモリテーブル１４から供給された予測係数により、予測係数であるｗｎ（ｎ＝１～６）に基づいて、それぞれ以下の式（３）に示す演算を行うことにより、オーディオ補間データを算出する。

【００２６】

【数３】

$$hd'=W_1X_1+W_2X_2+\cdots\cdots+W_6X_6 \qquad \text{----------} \quad (3)$$

【００２７】

図２（Ｂ）に示す算出されたオーディオ補間データは、出力端子を介して出力される。

【００２８】

以上のように、上記オーディオ信号変換装置は、オーディオ補間データを推定するための予測係数をメモリテーブル１４に記憶しておき、入力されるオーディオデータ、およびメモリテーブル１４から読み出された予測係数に基づいて推定演算を行うことによって、オーディオ補間データを出力することができる。すなわち、上記オーディオ信号変換装置は、入力されるオーディオデータを単に線形補間処理したのとは異なり、実際のオーディオデータから後述の学習により求められた予測係数に基づいて推定演算するので、より実際に近い波形を再現して高音質のオーディオデータを出力することができる。

【００２９】

なお、本実施の形態では、データを補間するハードウェアに、予測係数が既に記憶されているメモリテーブル１３が設けられている場合について説明したが、本発明はこれに限定

されるものではない。

【００３０】

例えば、光ディスク等の記録媒体に通常のオーディオデータとともに予測係数を記憶させておき、上述のオーディオ信号変換装置を光ディスク再生装置に適用してもよい。

【００３１】

このとき、上記光ディスク再生装置は、光ディスクに記憶されたオーディオデータの読み出しを開始する前に上記予測係数を読み出して、この予測係数を上記メモリテーブル１３に記憶させる。これにより、上記光ディスク再生装置は、いかなるオーディオデータであっても、メモリテーブル１３を取り替えることなく、波形再現性のよい高音質のオーディオデータを得ることができる。

【００３２】

つぎに、メモリテーブル１４に格納される予測係数を作成（学習）するための予測係数生成装置について図３を用いて説明する。

上記予測係数生成装置は、再現すべき高音質オーディオデータを用いることによって、メモリテーブル１４に予測係数を記憶させるものである。

【００３３】

上記予測係数生成装置２は、図３に示すように、高音質オーディオデータを間引く間引き処理回路２１と、オーディオデータを所定時間毎に切り出す時間軸領域切出回路２２と、切り出されたオーディオデータを圧縮して圧縮データパターンを生成するＡＤＲＣ回路２３と、上記圧縮データパターンに基づいてクラスコードを発生するクラスコード発生回路２４と、クラスコード毎に正規方程式をたてる正規方程式回路２５と、上記クラスコード毎に予測係数を決定する予測係数決定回路２６と、決定された予測係数を記憶するメモリテーブル２７とを備える。

【００３４】

予測係数を学習によって得るためには、まず、既に知られている高音質オーディオデータから所定サンプル間引いた通常のオーディオデータを形成する必要がある。

【００３５】

具体的には、間引き処理回路２１は、入力端子を介して供給される高音質オーディオデータに対して所定時間毎に間引き処理を行って通常のオーディオデータを生成して、これを時間軸領域切出回路２２に供給する。なお、この間引き処理回路２１での間引きの程度によって、生成される予測係数が異なり、さらには上述のオーディオ信号変換装置１で再現されるオーディオデータも異なる。例えば、上述のオーディオ信号変換装置１がサンプリング周波数を大きくしたオーディオデータを出力するようにするためには、これに対応して、サンプリング周波数を減らす間引き処理が必要である。また、上記オーディオ信号変換装置１が欠落したデータサンプルを補ってオーディオデータを出力するようにするためには、これに応じて、データサンプルを欠落させる間引き処理が必要である。

【００３６】

時間軸領域切出回路２２は、間引き処理回路２１から供給されたオーディオデータを複数の領域に分割する。具体的には、時間軸領域切出回路２２は、先に説明した時間軸領域切出回路１１と同一の働きをするものである。時間軸領域切出回路２２は、所定時間毎のオーディオデータをＡＤＲＣ回路２３、および正規方程式回路２５に供給する。

【００３７】

ＡＤＲＣ回路２３は、上述のように各領域の全てのデータ、あるいは一部のデータを、例えば８ビットのオーディオデータから２ビットのオーディオデータに圧縮する演算を行ってパターン圧縮データを形成し、このパターン圧縮データをクラスコード発生回路２４に供給する。なお、ＡＤＲＣ回路２３は、先に説明したＡＤＲＣ回路１２と同一のものである。

【００３８】

クラスコード発生回路２４は、先に説明したクラスコード発生回路１３と同一のものであり、ＡＤＲＣ回路２３から供給されるパターン圧縮データに基づいて、上述の式（２）の

演算を行う。これにより、上記クラスコード発生回路２４は、そのブロックの属するクラスを検出して、そのクラスを示すクラスコードを正規方程式回路２５に供給する。

【００３９】

正規方程式回路２５は、クラスコード発生回路２４から供給された各クラスコードclass、各クラスコードclass 毎に時間軸領域切出回路２２より供給されたオーディオデータｘ１，ｘ２，‥‥，ｘｎ、入力端子より供給された高音質オーディオデータｙを用いて、後述する正規方程式を立てる。

【００４０】

ここで、正規方程式回路２５の説明のために、複数個の高音質オーディオデータから通常のオーディオデータへの変換式の学習とその予測式を用いた信号変換について述べる。以下に、説明のために学習をより一般化してｎサンプルによる予測を行う場合について説明する。オーディオデータのレベルをそれぞれｘ１，ｘ２，‥‥，ｘｎ として、それぞれにｐビットのＡＤＲＣを行った結果の量子化データをｑ１、‥‥、ｑｎ とする。

【００４１】

このとき、この領域のクラスコードclass を式（２）のように定義する。上述のようにオーディオデータのレベルをそれぞれ、ｘ１，ｘ２，‥‥，ｘｎ とし、高音質オーディオデータのレベルをｙとしたとき、クラスコード毎に、予測係数ｗ１，ｗ２，‥‥，ｗｎ によるｎタップの線形推定式を設定する。これを式（４）に示す。学習前は、ｗｎ が未定係数である。

【００４２】

【数４】

$$y = W_1X_1+W_2X_2+ \cdots\cdots +W_nX_n \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4)$$

【００４３】

学習は、クラスコード毎に、複数のオーディオデータに対して行う。データサンプル数がｍの場合、式（４）にしたがって、以下に示す式（５）が設定される。

【００４４】

【数５】

$$y_k = W_1X_{k1}+W_2X_{k2}+ \cdots\cdots +W_nX_{kn} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5)$$
$$(k=1,2, \ldots\ldots m)$$

【００４５】

ｍ＞ｎの場合、予測係数ｗ１、‥‥ｗｎ は、一意的に決まらないので、誤差ベクトルｅの要素を以下の式（６）で定義して、式（７）を最小にする予測係数を求める。いわゆる、最小自乗法による解法である。

【００４６】

【数６】

$$e_k = y_k - \{ W_1X_{k1} + W_2X_{k2} + \cdots\cdots + W_nX_{kn} \} \quad (k=1,2,\ \cdots\cdots\ m) \quad \cdots\cdots \quad (6)$$

【００４７】
【数７】

$$e^2 = \sum_{k=0}^{m} e_k^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (7)$$

【００４８】
ここで、式（７）のｗｎ による偏微分係数を求める。それは以下の式（８）を”０”にするように、各ｗｎ （ｎ ＝１～６）を求めればよい。
【００４９】
【数８】

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^{m} 2\left(\frac{\partial e_k}{\partial w_i}\right)e_k = \sum_{k=0}^{m} 2x_{ki} \cdot e_k$$

$$= \sum_{k=0}^{m} 2x_{ki} \cdot e_k \quad (i=1,2\ \cdots\cdots\ n) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (8)$$

【００５０】
以下、式（９）、式（１０）のようにＸij、Ｙｉ を定義すると、
【００５１】
【数９】

$$X_{ij} = \sum_{P=0}^{m} x_{pi} \cdot x_{pj} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (9)$$

【００５２】
【数１０】

$$Y_i = \sum_{k=0}^{m} x_{ki} \cdot y_k \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (10)$$

【００５３】
式（８）は、行列を用いて式（１１）へ書き換えられる。
【００５４】
【数１１】

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots\cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots\cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots\cdots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \cdots\cdots (11)$$

【００５５】
この方程式は、一般に正規方程式と呼ばれている。なお、ここでは、ｎ＝６である。
【００５６】
全ての学習用のデータの入力が終了した後、正規方程式回路２５は、各クラスコードclassに、式（１１）に示す正規方程式を立てて、このデータを予測係数決定回路３０に供給する。
【００５７】
予測係数決定回路３０は、正規方程式を掃き出し法等の一般的な行列解法を用いて、各ｗｎについて解き、各クラスコード毎に、予測係数を算出する。換言すると、上記式（１１）を式（１２）のように書き換え、
Ｘ・Ｗ＝Ｙ　　・・・・・・・・・・・（１２）
掃き出し法等の行列解法により式（１３）が求められ、クラスコード毎に予測係数の行列式Ｗが算出される。
【００５８】
$W = X^{-1} \cdot Y$　　・・・・・・・・・（１３）
そして、予測係数決定回路３０は、算出された予測係数をメモリテーブル３１に書き込む。
【００５９】
このような学習を行った結果、メモリテーブル３１には、量子化データｑ１、‥‥、ｑ６で規定されるパターン毎に、高音質オーディオデータｙを推定するための統計的に最も真値に近い推定が出来る予測係数が各クラスコード毎に、格納される。このメモリテーブル３１は、本発明のオーディオ信号変換装置において使用されるメモリテーブル１４である。かかる処理により、線形推定式に従って通常のオーディオデータから高音質オーディオデータを作成するための予測係数の学習が終了する。
【００６０】
以上のように、上記予測係数生成装置２は、オーディオ信号変換装置１で補間処理を行う程度を考慮して、間引き処理回路２１で高音質のオーディオデータの間引き処理を行うことによって、かかる補間処理を行うための予測係数を生成することができる。換言すると、上記予測係数生成装置２は、間引き処理回路２１の処理に応じて、オーディオデータのサンプル数を変えるための予測係数や、また、サンプル数を変えなくても真値に極めて近いオーディオデータを再現するための予測係数を生成することができる。
【００６１】
なお、本実施の形態の説明では、圧縮データパターンを生成するパターン生成手段として、ＡＤＲＣ回路１２，２３を設けることにしたが、これはほんの一例であり、信号波形のパターンを少ないクラスで表現できるような情報圧縮手段であれば何を設けるかは自由であり、例えば、ＤＰＣＭ（予測符号化）、ＶＱ（ベクトル量子化）等の圧縮手段を用いても良いのは勿論である。
【００６２】
つぎに、上記オーディオ信号変換装置を用いたレートコンバータについて図４を参照しながら説明する。レートコンバータは、例えばサンプリング周波数の異なるディジタルオーディオ装置間でダビングをする際のサンプリング周波数の変換に用いられる。

【００６３】
例えば、サンプリング周波数３２ｋＨｚ（＝ｆｓ）のＢＳ放送Ａモード音声をサンプリング周波数４４．１ｋＨｚ（＝ｆｓ'）のミニディスク（ＭＤ）にディジタル録音する場合を考える。従来では、ＢＳ放送Ａモード音声のサンプリング周波数を４４．１ｋＨｚに変換するときに線形１次補間ディジタルフィルタを用いて不足データを補間していた。しかし、上記レートコンバータは、サンプリング周波数４４．１ｋＨｚの正規のオーディオデータから生成された正規方程式の予測係数に基づいて、３２ｋＨｚのオーディオデータから４４．１ｋＨｚのオーディオデータの値を推定して補間するため、従来よりも波形再現性のよい高音質なオーディオデータを得ることができる。
【００６４】
つぎに、上記オーディオ信号変換装置を用いたオーバーサンプリング処理装置について説明する。なお、上述した装置及び回路等と同じものについては同じ符号を付け、詳細な説明は省略する。
上記オーバーサンプリング処理装置は、図５に示すように、オーディオ信号変換部１と、Ｄ／Ａコンバータ３と、アナログ・ポスト・フィルタ４とを備える。
【００６５】
オーディオ信号変換部１は、上述したオーディオ信号処理１と同じものであり、入力端子から入力されるオーディオデータのサンプリング周波数f_sをサンプリング周波数（Ｎ×f_s）にするものである（Ｎ：自然数）。
【００６６】
このオーディオ信号変換部１のメモリテーブル１３には、オーディオデータのサンプリング周波数f_sを（Ｎ×f_s）に変換するための正規方程式の予測係数が記憶されている。上記予測係数は、図３に示す上記予測係数生成装置２の入力端子に正規のサンプリング周波数（Ｎ×f_s）のオーディオデータを供給し、かつ、間引き処理回路２１で間引き処理を行ってサンプリング周波数をf_sにすることによって生成される。すなわち、この予測係数をメモリテーブル１３に記憶させることにより、オーディオ信号変換部１は上述のサンプリング周波数を変換することができる。
【００６７】
Ｄ／Ａコンバータ３は、オーディオ信号変換部１からのオーディオデータをアナログ化して、オーディオ信号をアナログ・ポスト・フィルタ４に供給する。アナログ・ポスト・フィルタ４は、オーディオ信号の位相特性を配慮した緩やかな帯域制限処理を施して高音質のオーディオ信号を出力する。
【００６８】
以上のように、上記オーバーサンプリング処理装置は、単にオーディオデータのサンプリング周波数をＮ倍に上げて線形補間処理をしたものをディジタル／アナログ変換するのではなく、本来のサンプリング周波数（Ｎ×f_s）のオーディオデータを推定演算してからディジタル／アナログ変換することによって、正規のものに最も近いオーディオデータを生成してアナログ化することができ、線形補間した場合に比べてより高音質なオーディオ信号を得ることができる。
【００６９】
また、オーバーサンプリング処理を上記オーディオ信号変換部１のみだけで行う必要はない。例えば、８倍のオーバーサンプリング処理を行う場合、２倍のオーバーサンプリング処理を上記オーディオ信号変換部１で行い、かかる処理後、４倍のオーバーサンプリング処理を線形補間によって行うことも可能である。
【００７０】
つぎに、オーディオ信号変換装置を用いたＰＣＭ（Pulse Code Modulation）エラー修正装置について説明する。
ＢＳ放送やＣＳ放送で利用されているＰＣＭディジタル音声は、伝送時のエラーに対してブロック符号化とビットインターリーブ処理が行われ、伝送エラーの検出とその訂正がビット単位で行われている。しかし、長時間にわたるバーストエラー発生時には、そのエラ

ー訂正能力を超えるため、線形１次補間又は前値保持によって失われたデータを１サンプル単位で補っている。

【００７１】

従来では、１サンプルの欠落については線形１次補間で行って、それ以上の欠落に対しては前値保持で補っていた。これに対して、上記ＰＣＭエラー修正装置は、１サンプル以上のエラーが生じてもエラーの修正を行うことができる。

【００７２】

上記ＰＣＭエラー修正装置は、図６に示すように、符号化されたＰＣＭビットストリームの復号を行うＰＣＭ復号部５と、欠落したデータの補間を行うオーディオ信号変換部１とを備える。

【００７３】

ＰＣＭ復号部５は、ＰＣＭビットストリームのデインターリーブ処理を行うビット・デインターリーブ回路５１と、データの欠落の有無を検出するエラー検出訂正回路５２とを有する。このエラー検出訂正回路５２は、データの欠落があったときにデータ補間指示信号を出力する。

【００７４】

オーディオ信号変換部１は、このデータ補間指示信号が供給されると、欠落した部分のオーディオデータの補間処理を開始する。このオーディオデータの補間処理は、メモリテーブル１３に記憶されている正規方程式の予測係数に基づいて行われる。この予測係数は、図３に示す予測係数生成装置２にエラーのないオーディオデータを入力端子に供給して、間引き処理回路２１でエラーが生じたような間引き処理を行うことによって生成される。

【００７５】

以上のように、上記ＰＣＭエラー修正装置は、１サンプルから数サンプルのデータが欠落した場合であっても、正規のオーディオデータの値を推定演算して欠落したデータを補間することができる。すなわち、上記ＰＣＭエラー修正装置は、単に線形１次補間した場合に比べて、データが欠落する前のオーディオデータの波形の再現性を向上させることができる。

【００７６】

つぎに、オーディオ信号変換装置を用いた狭帯域音声信号の高音質化装置について説明する。

上記高音質化装置は、図７に示すように、Ａ／Ｄコンバータ６と、オーディオ信号変換部１と、Ｄ／Ａコンバータ３とを備える。ここで、上記オーディオ信号変換部１は、例えばＡＭラジオ放送のような狭帯域音声信号のサンプリング周波数を上げて、高音質のオーディオデータを得るために用いる。

【００７７】

これにより、Ａ／Ｄコンバータ６に入力された通常のＡＭ放送の音声信号は、上記オーディオ信号変換部１を介して、Ｄ／Ａコンバータ３から高音質化されて出力される。

【００７８】

以上のように、上記高音質化装置は、ＡＭラジオ放送のような狭帯域の音声信号を受信する受信機に使用することによって、低品質な音声信号から高周波成分の波形を再現してより聞き取り易い音声を出力することができる。なお、同軸ケーブル等の狭帯域伝送媒体により音声信号が送信される電話機に上記高音質化装置を適用することも可能である。

【００７９】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明に係るオーディオ信号変換装置及び方法によれば、良好な波形再現性の実現による高音質なディジタルオーディオ信号を得ることができ、また、エラーが生じても元のディジタルオーディオ信号をほぼ完全に再現することができる。すなわち、上記オーディオ信号変換装置及び方法によって、高音質なエラー修正や低品質な音声信号の高音質化にも非常に有効である。

【００８０】

本発明に係る予測係数生成装置及び方法によれば、間引き処理手段の間引き処理に応じて、オーディオデータのサンプル数を変えるための予測係数や、また、サンプル数を変えなくても真値に極めて近いオーディオデータを再現するための予測係数を生成することができる。

【００８１】

本発明に係る予測係数格納媒体は、予測係数を提供して、この予測係数と入力されたディジタルオーディオ信号に基づいて、高音質で波形再現性のよいディジタルオーディオ信号を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るディジタルオーディオ信号変換装置の構成を示すブロック図である。

【図２】補間前後のオーディオデータを示す図である。

【図３】本発明に係る予測係数生成装置の具体的な構成を示すブロック図である。

【図４】レートコンバータの構成を示すブロック図である。

【図５】オーバーサンプリング処理装置の構成を示すブロック図である。

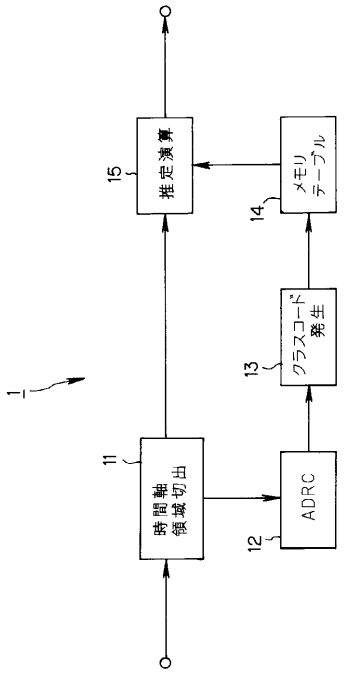
【図６】ＰＣＭエラー修正装置の構成を示すブロック図である。

【図７】狭帯域音声信号の高音質化装置の構成を示すブロック図である。

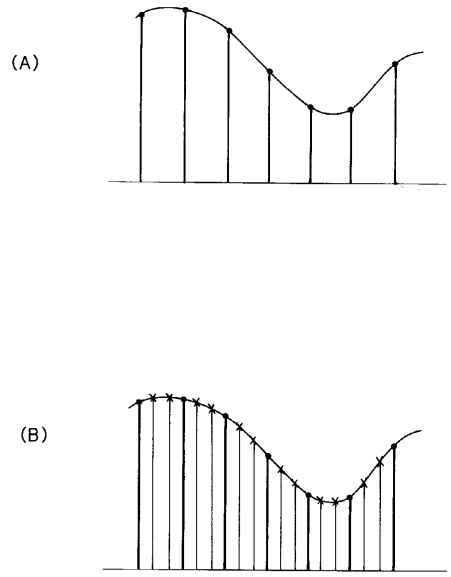
【符号の説明】

１１，２２　時間軸領域切出回路、１２，２３　ＡＤＲＣ回路、１３，２４　クラスコード発生回路、１４，２７　メモリテーブル、１５　推定演算回路、２１　間引き処理回路、２５　正規方程式回路、２６　予測係数決定回路

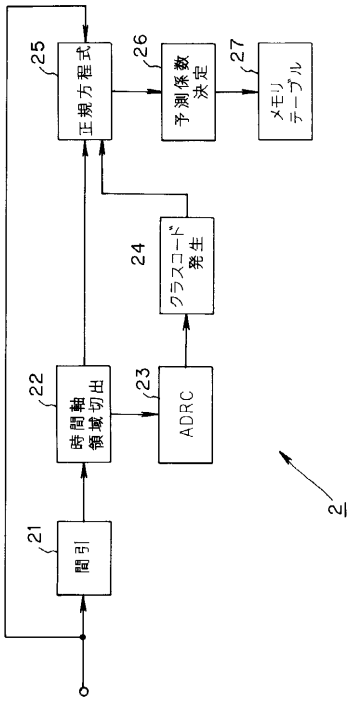
【図１】



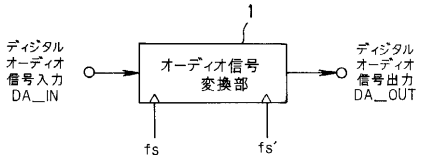
【図２】



【図３】

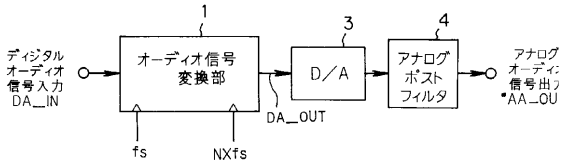


【図４】



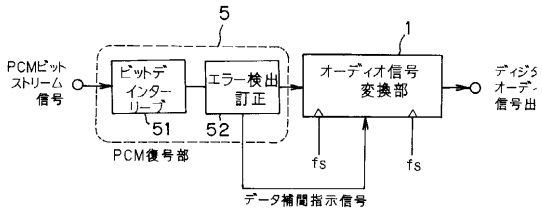
fs：DA_INのサンプリング周波数
fs'：DA_OUTのサンプリング周波数

【図５】



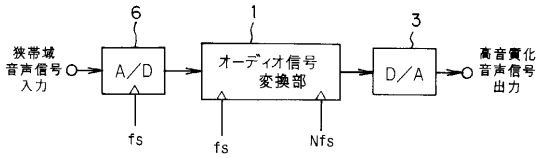
fs： DA_INのサンプリング周波数
NXfs：DA_OUTのサンプリング周波数

【図６】



fs：DA_INのサンプリング周波数

【図７】



fs：狭帯域音声信号のサンプリング周波数
Nfs： 高音質化された音声信号のサンプリング周波数

フロントページの続き

合議体
審判長　山本　春樹
審判官　中木　努
審判官　宮下　誠

(56)参考文献　特開平６－１７８２７７（ＪＰ，Ａ）
特開平８－３０７８３６（ＪＰ，Ａ）
特開平８－５１５９８（ＪＰ，Ａ）
特開平８－１３０７４４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H03M3/00-11/00
G10L19/00
G10L21/04