

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5006773号
(P5006773)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/00 (2006.01) G 1 O L 19/00 2 2 O F
H O 3 M 7/30 (2006.01) H O 3 M 7/30 Z

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-314033 (P2007-314033)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成19年12月4日 (2007.12.4)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2009-139504 (P2009-139504A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年6月25日 (2009.6.25)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成22年8月18日 (2010.8.18)		弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100147773
			弁理士 義村 宗洋
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(72) 発明者	守谷 健弘
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法、復号化方法、これらの方法を用いた装置、プログラム、記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

線形PCM信号により構成される元の信号列の大小関係を示す番号系列（以下、「第2信号列」という）を符号化する符号化方法であって、
 前記第2信号列を用いて、線形予測係数を求める線形予測ステップと、
 前記線形予測係数を量子化して量子化線形予測係数を求める量子化ステップと、
 前記第2信号列と前記量子化線形予測係数を用いて、第2予測値列を求める予測値算出ステップと、
 前記第2信号列と前記第2予測値列との差を求め、予測残差列を求める減算ステップと、
 前記量子化線形予測係数を符号化する係数符号化ステップと、
 前記予測残差列を符号化する残差符号化ステップと
 を有し、
 前記予測値算出ステップは、
 前記第2信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である算出用線形対応処理によって、算出用信号列に変換する算出用線形対応サブステップと、
 前記算出用信号列と前記量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める算出サブステップと、
 前記予測値列の各信号に対して、前記算出用線形対応処理の逆の処理をして得られる第

2 予測値により構成される第 2 予測値列を求める第 2 予測サブステップと、
を有する符号化方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の符号化方法であって、
前記線形予測ステップは、
前記第 2 信号列に含まれる各信号と元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である分析用線形対応処理によって分析用信号列に変換する分析用線形対応サブステップと、
前記分析用信号列を線形予測分析して線形予測係数を求める分析係数サブステップと
を有することを特徴とする符号化方法。 10

【請求項 3】

請求項 1 記載の符号化方法であって、
前記線形予測ステップは、
前記第 2 信号列に含まれる各信号を、前記元の信号列に含まれる各信号と線形な関係の分析用信号に変換して得られる分析用信号列を得る分析用線形対応サブステップと、
前記分析用信号列を線形予測分析して線形予測係数を求める分析係数サブステップと
を有することを特徴とする符号化方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の符号化方法であって、
前記算出用線形対応処理は、前記第 2 信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との重みつき加算により得られる信号による信号列を得る処理である
ことを特徴とする符号化方法。 20

【請求項 5】

線形PCM信号により構成される元の信号列の大小関係を示す番号系列（以下、「第 2 信号列」という）に復号化する復号化方法であって、
予測残差符号から予測残差列を求める残差復号化ステップと、
予測係数符号から量子化線形予測係数を求める係数復号化ステップと、
復号化された第 2 信号列と前記量子化線形予測係数を用いて、第 2 予測値列を求める予測値算出ステップと、
前記第 2 予測値列と前記予測残差列とを加算して前記第 2 信号列を求める加算ステップ
と 30

を有し、
前記予測値算出ステップは、
前記復号化された第 2 信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である算出用線形対応処理によって、算出用信号列に変換する復号線形対応サブステップと、
前記算出用信号列と前記量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める復号予測サブステップと、
前記予測値列の各信号に対して、前記算出用線形対応処理の逆の処理をして得られる第 2 予測値により構成される第 2 予測値列を求める第 2 復号サブステップと
を有する復号化方法。 40

【請求項 6】

請求項 5 記載の復号化方法であって、
前記算出用線形対応処理は、前記第 2 信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との重みつき加算により得られる信号による信号列を得る処理である
ことを特徴とする復号化方法。

【請求項 7】

線形PCM信号により構成される元の信号列の大小関係を示す番号系列（以下、「第 2 信号列」という）を符号化する符号化装置であって、
前記第 2 信号列を用いて、線形予測係数を求める線形予測部と、 50

前記線形予測係数を量子化して量子化線形予測係数を求める量子化部と、
前記第2信号列と前記量子化線形予測係数を用いて、第2予測値列を求める予測値算出部と、

前記第2信号列と前記第2予測値列との差を求め、予測残差列を求める減算部と、

前記量子化線形予測係数を符号化する係数符号化部と、

前記予測残差列を符号化する残差符号化部と

を備え、

前記予測値算出部は、

前記第2信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である算出用線形対応処理によって、算出用信号列に変換する算出用線形対応手段と、

前記算出用信号列と前記量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める算出手段と、

前記予測値列の各信号に対して、前記算出用線形対応処理の逆の処理をして得られる第2予測値により構成される第2予測値列を求める第2予測手段と

を有する符号化装置。

【請求項8】

請求項7記載の符号化装置であって、

前記線形予測部は、

前記第2信号列に含まれる各信号と元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である分析用線形対応処理によって分析用信号列に変換する分析用線形対応手段と、

前記分析用信号列を線形予測分析して線形予測係数を求める分析係数手段と

を有することを特徴とする符号化装置。

【請求項9】

請求項7記載の符号化装置であって、

前記線形予測部は、

前記第2信号列に含まれる各信号を、前記元の信号列に含まれる各信号と線形な関係の分析用信号に変換して得られる分析用信号列を得る分析用線形対応手段と、

前記分析用信号列を線形予測分析して線形予測係数を求める分析係数手段と

を有することを特徴とする符号化装置。

【請求項10】

請求項7から9のいずれかに記載の符号化装置であって、

前記算出用線形対応処理は、前記第2信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との重みつき加算により得られる信号による信号列を得る処理である

ことを特徴とする符号化装置。

【請求項11】

線形PCM信号により構成される元の信号列の大小関係を示す番号系列(以下、「第2信号列」という)に復号化する復号化装置であって、

予測残差符号から予測残差列を求める残差復号化部と、

予測係数符号から量子化線形予測係数を求める係数復号化部と、

復号化された第2信号列と前記量子化線形予測係数を用いて、第2予測値列を求める予測値算出部と、

前記第2予測値列と前記予測残差列とを加算して前記第2信号列を求める加算部と

を備え、

前記予測値算出部は、

前記復号化された第2信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との中間的な信号による信号列を生成する処理である算出用線形対応処理によって、算出用信号列に変換する復号線形対応手段と、

前記算出用信号列と前記量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める復号予測手段と

、

10

20

30

40

50

前記予測値列の各信号に対して、前記算出用線形対応処理の逆の処理をして得られる第2予測値により構成される第2予測値列を求める第2復号手段と
を有する復号化装置。

【請求項12】

請求項11記載の復号化装置であって、

前記算出用線形対応処理は、前記第2信号列に含まれる各信号と前記元の信号列に含まれる各信号との重みつき加算により得られる信号による信号列を得る処理である

ことを特徴とする復号化装置。

【請求項13】

請求項1から4のいずれかに記載の符号化方法の各ステップをコンピュータに実行させる符号化プログラム。

【請求項14】

請求項5または6に記載の復号化方法の各ステップをコンピュータに実行させる復号化プログラム。

【請求項15】

請求項13記載の符号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項16】

請求項14記載の復号化プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対数近似圧伸PCMなどの圧伸された信号列の符号化方法、復号化方法、これらの方法を用いた装置、プログラム、記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

音声、画像などの情報を圧縮する方法として歪の無い可逆の符号化が知られている。波形をそのまま線形PCM信号として記録した場合には各種の圧縮符号化が考案されている（非特許文献1）。

【0003】

一方、電話の長距離伝送やVoIP用の音声伝送には、振幅をそのままの数値とする線形PCMではなく、振幅を対数に近似させた対数近似圧伸PCM（非特許文献2）などが使われている。

【非特許文献1】MatHans, "Lossless Compression of Digital Audio", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, July 2001, pp.21-32.

【非特許文献2】ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies".

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般の電話に代わってVoIPシステムが普及してくると、VoIP用の音声伝送のために求められる伝送容量は増大する。たとえば、非特許文献2のITU-T G.711の場合であれば、1回線に対して64kbit/s×2の伝送容量が必要だが、回線数が増えれば求められる伝送容量も増大する。したがって、対数近似圧伸PCMなどの圧伸された信号列を圧縮符号化する技術（符号量を低減できる技術）が求められる。圧伸とは、元の信号列の大小関係を番号系列で示すことを意味している。また、元の信号列の大小関係を示す番号系列とは、大小関係を維持したまま、あるいは大小関係を反転して、均等間隔に付された数である。図1は、第2信号列の振幅の例を示す図である。横軸は線形PCMの場合の値であり、縦軸は対数近似圧伸PCMの場合の対応する値である。図2は、8ビットのμ則の具体的な形式を示す図である。正負を示す1ビット（極性）、指数を示す3ビット（指数部）、線形符号での増分（傾き）を示す4ビット（線形部）から構成され

10

20

30

40

50

ている。この形式の対数近似圧伸PCMの場合、-127から127までの数値を表現できる。これは、線形PCMの-8158から8158までに相当する(図1)。

【0005】

対数近似圧伸PCMなどの圧伸された信号列(以下、「第2信号列」という)を圧縮符号化する技術として、以下のような符号化装置と復号化装置が考えられる。図3に、第2信号列を符号化する符号化装置の機能構成例を示す。また、図4に、この符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置800は、線形予測部810、量子化部820、予測値算出部830、減算部840、係数符号化部850、残差符号化部860を備える。さらに、符号化装置800への入力信号列がフレーム単位に分割されていない場合は、符号化装置800は、フレーム分割部870も備えている。フレーム分割部870は、入力信号列をフレーム単位に分割した第2信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$ を出力する。なお、Nは1フレームのサンプル数である。

10

【0006】

符号化装置800に、フレーム単位に分割された第2信号列Xが入力されると、線形予測部810は、フレーム単位に分割された第2信号列Xから線形予測係数 $K = \{k(1), k(2), \dots, k(P)\}$ を求める(S810)。なお、Pは予測次数である。量子化部820は、線形予測係数Kを量子化して量子化線形予測係数 $K' = \{k'(1), k'(2), \dots, k'(P)\}$ を求める(S820)。予測値算出部830は、第2信号列Xと量子化線形予測係数K'を用いて、次式のように第2予測値列 $Y = \{y(1), y(2), \dots, y(N)\}$ を求める(S830)。

20

【0007】

【数1】

$$y(n) = \sum_{i=1}^P k'(i)x(n-i)$$

【0008】

ただし、nは1以上N以下の整数である。減算部840は、第2信号列Xと第2予測値列Yとの差(予測残差列) $E = \{e(1), e(2), \dots, e(N)\}$ を求める(S840)。係数符号化部850は、量子化線形予測係数K'を符号化し、予測係数符号 C_k を出力する(S850)。残差符号化部860は、予測残差列Eを符号化し、予測残差符号 C_e を出力する(S860)。

30

【0009】

図5に、第2信号列に復号化する復号化装置の機能構成例を示す。また、図6に、この復号化装置の処理フロー例を示す。復号化装置900は、残差復号化部910、係数復号化部920、予測値算出部930、加算部940を備える。残差復号化部910は、予測残差符号 C_e と復号化して予測残差列Eを求める(S910)。係数復号化部920は、予測係数符号 C_k を復号化して量子化線形予測係数K'を求める(S920)。予測値算出部930は、復号化された第2信号列Xと量子化線形予測係数K'を用いて、次式のように第2予測値列Yを求める(S930)。

40

【0010】

【数2】

$$y(n) = \sum_{i=1}^P k'(i)x(n-i)$$

【0011】

加算部940は、第2予測値列Yと予測残差列Eとを加算して第2信号列Xを求める(S940)。このような構成により、圧伸された信号列を可逆圧縮できる。しかし、G.711などの圧伸された信号列を、上述のように可逆圧縮しても圧縮効率が十分高いとは

50

言えない。

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、圧伸された信号列に対して高い符号化効率を実現し、符号量を削減することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

本発明の符号化方法は、元の信号列の大小関係を示す番号系列（以下、「第2信号列」という）を符号化する方法である。また、本発明の復号化方法は、符号化された信号を、第2信号列に復号化する方法である。なお、「元の信号列の大小関係を示す番号系列」とは、大小関係を維持したまま、あるいは大小関係を反転して、均等間隔に付された数である。例えば、1, 2, 3, ...でもよいし、2, 4, 6, ...のようにしてもよい。

10

【 0 0 1 4 】

本発明の符号化方法は、第2信号列を用いて、線形予測係数を求める線形予測ステップと、線形予測係数を量子化して量子化線形予測係数を求める量子化ステップと、第2信号列と量子化線形予測係数を用いて第2予測値列を求める予測値算出ステップと、第2信号列と第2予測値列との差（予測残差列）を求める減算ステップと、量子化線形予測係数を符号化する係数符号化ステップと、予測残差列を符号化する残差符号化ステップとを有する。予測値算出ステップは、算出用線形対応サブステップ、算出サブステップ、第2予測サブステップを有する。算出用線形対応サブステップは、第2信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける可逆な算出用線形対応処理によって、算出用信号列に変換する。算出サブステップは、算出用信号列と量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める。第2予測サブステップは、算出用線形対応処理の逆の処理によって、予測値列の振幅を圧縮して第2予測値列を求める。

20

【 0 0 1 5 】

さらに、線形予測ステップは、分析用線形対応サブステップと分析係数サブステップとを有してもよい。分析用線形対応サブステップは、第2信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける分析用線形対応処理によって分析用信号列に変換する。分析係数サブステップは、分析用信号列を線形予測分析して線形予測係数を求める。なお、分析用線形対応サブステップは、元の信号列と線形な関係の分析用信号列に変換してもよい。

【 0 0 1 6 】

本発明の復号化方法は、予測残差符号から予測残差列を求める残差復号化ステップと、予測係数符号から量子化線形予測係数を求める係数復号化ステップと、復号化された第2信号列と量子化線形予測係数を用いて第2予測値列を求める予測値算出ステップと、第2予測値列と予測残差列とを加算して第2信号列を求める加算ステップとを有する。予測値算出ステップは、復号線形対応サブステップ、復号予測サブステップ、第2復号サブステップを有する。復号線形対応サブステップは、復号化された第2信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける可逆な処理によって、算出用信号列に変換する。復号予測サブステップは、算出用信号列と量子化線形予測係数を用いて予測値列を求める。第2復号サブステップは、復号線形対応サブステップの逆の処理によって、予測値列の振幅を圧縮して第2予測値列を求める。

30

40

【 0 0 1 7 】

符号化方法の算出用線形対応サブステップと分析用線形対応サブステップ、復号化方法の復号線形対応サブステップで行われる「第2信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける処理」とは、圧伸された信号列と元の信号列と線形な関係の信号列との中間的な信号列にする処理であり、元の信号列と線形な関係の信号列にする処理は含まない。具体的には、以下のような処理である。線形な関係とは、元の信号列の1つのサンプル値の振幅を s とするとき、

$$| 1 - H(s) / H(s) | = 0$$

ただし、 s は任意の実数

を満足する関数 $H(s)$ によって変換された信号列を意味している。なお、この式では離散

50

化に伴う誤差は無視している。第2信号列の1つのサンプル値の振幅 x と元の信号列の1つのサンプル値の振幅 s との関係が $x = G(s)$ の場合は、任意の s に対しては

$$|1 - G(s)/G(s)| = 0$$

を満足しない。「線形な関係に近づける処理」とは、この処理を関数 $F(\cdot)$ とすると、任意の s に対して、

$$|1 - F(x)/F(x)| < |1 - G(s)/G(s)|$$

であり、かつ、すべての s に対しては

$$|1 - F(x)/F(x)| = 0$$

は満足しない。たとえば、第2信号列と元の信号列と線形な信号列との重みつき加算を行う処理がある。

【発明の効果】

【0018】

一般的に、線形な信号列は効率よく予測できる。しかし、線形な信号列は、もともと振幅を表すためのビット数が多くなるので符号量も多くなってしまふ。一方、圧伸された信号列をそのまま数値とみなせば、振幅を表すためのビット数を少なくできる。しかし、波形自体が不自然になってしまうので、予測効率が悪くなる。本発明の符号化方法と復号化方法によれば、予測値列の算出（予測値算出ステップ）に用いる信号列として、圧伸された信号列よりも元の信号列と線形な関係に近い信号列を用いるので、予測残差列を小さくでき、符号化の効率を高めることができる。また、その結果として符号量を少なくできる。

。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下では、説明の重複を避けるため同じ機能を有する構成部や同じ処理を行う処理ステップには同一の番号を付与し、説明を省略する。

【0020】

[第1実施形態]

図7に、圧伸された信号列（第2信号列）を符号化する符号化装置の機能構成例を示す。また、図8に、この符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置100は、符号化装置800（図3）と予測値算出部130が異なる。その他の構成は同じである。

【0021】

予測値算出部130は、算出用線形対応手段131、算出手段132、第2予測手段133を有する。算出用線形対応手段131は、第2信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$ を、元の信号列と線形な関係に近づける可逆な処理 $F(\cdot)$ によって、算出用信号列 $F(X)$ に変換する（S131）。

【0022】

算出手段132は、算出用信号列 $F(X)$ と量子化線形予測係数 K' を用いて、次式のように予測値列 $F(Y) = \{F(y(1)), F(y(2)), \dots, F(y(N))\}$ を求める（S132）。

【0023】

【数3】

$$F(y(n)) = \sum_{i=1}^P k'(i)F(x(n-i))$$

ただし、 n は1以上 N 以下の整数である。第2予測手段133は、ステップS131の逆の処理 $F^{-1}(\cdot)$ によって、予測値列 $F(Y)$ の振幅を圧縮して第2予測値列 $Y = \{y(1), y(2), \dots, y(N)\}$ を求める（S133）。

【0024】

圧伸とは、元の信号列の大小関係を番号系列で示すことを意味している。また、元の信号列の大小関係を示す番号系列とは、大小関係を維持したまま、あるいは大小関係を反転

10

20

30

40

50

して、均等間隔に付された数である。非特許文献2 (G . 7 1 1) には、A 則や μ 則の場合の具体例が表で示されている (非特許文献2 の T a b l e 1 a ~ 2 b) 。 A 則の場合も μ 則の場合も、非特許文献2 の表の第6列に「8ビットの形式 (図2参照) 」、第7列に「元の信号の量子化値」、第8列に「元の信号の大小関係を示す番号」が示されている。「8ビットの形式」は、0と1とを反転させるなどのビット形式を決めるルールに従って定められている。これを、ビット形式を決めるルールに従って数値に戻したものが、「元の信号の大小関係を示す番号」である。非特許文献2 の「元の信号の大小関係を示す番号」が、本発明の第2信号列の1つのサンプル値に相当する。また、非特許文献2 の「元の信号の量子化値」が、元の信号列と線形な関係の信号列の1つのサンプル値に相当する。例えば、 μ 則の “ 1 1 1 0 1 1 1 1 ” という8ビットは、元の信号の大小関係を示す番号は16であり、元の信号の量子化値は33である。また、 μ 則の “ 1 0 0 0 1 1 1 1 ” という8ビットは、元の信号の大小関係を示す番号は112であり、元の信号の量子化値は4191である。

10

【0025】

図9に、圧伸された信号列に復号化する復号化装置の機能構成例を示す。また、図10に、この復号化装置の処理フロー例を示す。復号化装置300は、復号化装置900 (図5) と予測値算出部330が異なる。その他の構成は同じである。予測値算出部330は、復号線形対応手段331、復号予測手段332、第2復号手段333を有する。復号線形対応手段331は、復号化された第2信号列 X を、元の信号列と線形な関係に近づける可逆な処理 $F ()$ によって、算出用信号列 $F (X)$ に変換する (S 3 3 1) 。復号予測手段332は、算出用信号列 $F (X)$ と量子化線形予測係数 K' を用いて、次式のように予測値列 $F (Y)$ を求める (S 3 3 2) 。

20

【0026】

【数4】

$$F(y(n)) = \sum_{i=1}^P k'(i)F(x(n-i))$$

第2復号手段333は、ステップS331の逆の処理 $F^{-1} ()$ によって、予測値列 $F (Y)$ の振幅を圧縮して第2予測値 $F (Y)$ を求める (S 3 3 3) 。

30

【0027】

符号化装置100のステップS131 (算出用線形対応サブステップ) 、復号化装置300のステップS331 (復号線形対応サブステップ) で行われる「第2信号列 X を、元の信号列と線形な関係に近づける処理 $F ()$ 」とは、圧伸された信号列と元の信号列と線形な関係の信号列との中間的な信号列にする処理であり、元の信号列と線形な関係の信号列にする処理は含まない。具体的には、以下のような処理である。線形な関係とは、元の信号列の1つのサンプル値の振幅を s とするとき、

$$| 1 - H (s) / H (s) | = 0$$

ただし、 H は任意の実数

を満足する関数 $H ()$ によって変換された信号列を意味している。なお、この式では離散化に伴う誤差は無視している。第2信号列の1つのサンプル値の振幅 x と元の信号の振幅 s との関係が $x = G (s)$ の場合は、任意の s に対しては

40

$$| 1 - G (s) / G (s) | = 0$$

を満足しない。「線形な関係に近づける処理」とは、この処理を関数 $F ()$ とすると、任意の s に対して、

$$| 1 - F (x) / F (x) | < | 1 - G (s) / G (s) |$$

であり、かつ、すべての s に対しては

$$| 1 - F (x) / F (x) | = 0$$

は満足しない。たとえば、第2信号列の1つのサンプル値の振幅 x と元の信号列の1つのサンプル値の振幅 s との重みつき加算 (たとえば、 g を重みとして $x + g s$) を行う処理

50

がある。また、処理 $F(\)$ は符号化装置と復号化装置とで同じにする必要がある。上記の重み付加算の方法であれば、重み g の情報を共有しておけば、符号化装置と復号化装置とで同じ処理が行えるし、逆の処理 $F^{-1}(\)$ も容易に実行できる。

【0028】

本実施形態の符号化装置と復号化装置によれば、圧伸された信号列を線形に近づけた上で予測値列を算出できる。例えば、対数近似は振幅の大きいサンプルの誤差が大きい、線形に近づけることで振幅が大きいサンプルの誤差を小さくできる。このことによって予測残差を小さくでき、符号化の効率を高めることができる。また、その結果として符号量を少なくできる。

【0029】

[変形例]

図11に、第1実施形態変形例の第2信号列を符号化する符号化装置の機能構成例を示す。また、図12に、この符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置200は、符号化装置100(図7)と線形予測部210が異なる。その他の構成は同じである。線形予測部210は、分析用線形対応手段211と分析係数手段212とを有する。分析用線形対応手段211は、第2信号列 X を、元の信号列と線形な関係に近づける処理 $F'(\)$ によって分析用信号列 $F'(X)$ に変換する(S211)。なお、ステップS211では、元の信号列と線形な関係の分析用信号列に変換してもよい。分析係数手段212は、分析用信号列 $F'(X)$ を線形予測分析して線形予測係数 K を求める(S212)。処理 $F'(\)$ は線形予測係数 K を求めるために行う処理であり、その結果は線形予測係数 K に反映されるので、復号化装置と同じである必要もないし、可逆である必要もない。したがって、適宜変更してもよい。

【0030】

本変形例の符号化装置によれば、圧伸された信号列を線形に近づけた上で線形予測係数を求めるので、さらに予測残差を小さくでき、符号化の効率を高めることができる。また、その結果として符号量を少なくできる。

【0031】

[具体例]

図13に、線形な関係に近づける処理 $F(\)$ として第2信号列 X と元の信号列と線形な信号列 $S = \{s(1), s(2), \dots, s(N)\}$ との重みつき加算 (g を重みとして $X \cdot g + S$) を行った場合の8ビットの μ 則の形式(図2)の例を示す。なお、図13では極性が正の場合のみを示している。また、 μ 則の指数部(セグメント)と線形部(レベル)は、一般的な感覚とは“1”と“0”とが反転しており、 μ 則では“11111111”が正の最小の数値を示し、“10000000”が正の最大の数値を示すことに注意されたい。図中の「元の信号の大小関係を示す番号」の列が、非特許文献2(G.711)の μ 則の具体例を示す表(Table 2a)の第8列に相当し、「元の信号の量子化値」の列が第7列に相当する。図13(A)は指数部(セグメント)が“111”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は g 、元の信号の量子化値は2増えている。図13(B)は指数部(セグメント)が“110”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は g 、元の信号の量子化値は4増えている。図13(C)は指数部(セグメント)が“001”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は g 、元の信号の量子化値は128増えている。図13(D)は指数部(セグメント)が“000”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は g 、元の信号の量子化値は256増えている。なお、中間数値とは、処理 $F(\)$ を行った後の値を指している。第2信号列 X と元の信号列と線形な信号列 S との重みつき加算 (g を重みとして $X \cdot g + S$) によって、線形な関係に近づけることができる(重み付加算の結果、線形特性と圧伸特性の中間状態となる)。

【0032】

図14に、コンピュータの機能構成例を示す。本発明の符号化方法、復号化方法は、コ

10

20

30

40

50

ンピュータ2000の記録部2020に、本発明の各構成部としてコンピュータ2000を動作させるプログラムを読み込ませ、制御部2010、入力部2030、出力部2040などを動作させることで、コンピュータに実行させることができる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、記録媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記録されたプログラムを、電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】 圧伸された信号列の振幅の例を示す図。

【図2】 8ビットの μ 則の具体的な形式を示す図。

【図3】 符号化装置の機能構成例を示す図。

【図4】 符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図5】 復号化装置の機能構成例を示す図。

【図6】 復号化装置の処理フローの例を示す図。

【図7】 第1実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図8】 第1実施形態の符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図9】 第1実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。

【図10】 第1実施形態の復号化装置の処理フローの例を示す図。

【図11】 第1実施形態変形例の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図12】 第1実施形態変形例の符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図13-1】 線形な関係に近づける処理 $F()$ として第2信号列のサンプル値の振幅 x と元の信号列のサンプル値の振幅 s との重みつき加算を行った場合の指数部が“111”と“110”の例を示す図。

【図13-2】 線形な関係に近づける処理 $F()$ として第2信号列のサンプル値の振幅 x と元の信号列のサンプル値の振幅 s との重みつき加算を行った場合の指数部が“001”と“000”の例を示す図。

【図14】 コンピュータの機能構成例を示す図。

【符号の説明】

【0034】

100、200、800	符号化装置	130、830	予測値算出部	30
131	算出用線形対応手段	132	算出手段	
133	第2予測手段	210、810	線形予測部	
211	分析用線形対応手段	212	分析係数手段	
300、900	復号化装置	330、930	予測値算出部	
331	復号線形対応手段	332	復号予測手段	
333	第2復号手段	820	量子化部	
840	減算部	850	係数符号化部	
860	残差符号化部	870	フレーム分割部	
910	残差復号化部	920	係数復号化部	
940	加算部			40

【 図 1 】

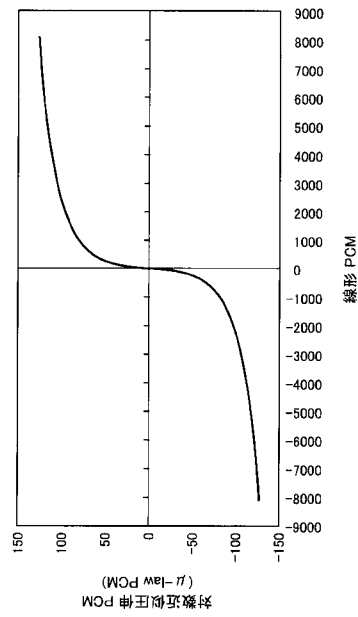


図1

【 図 2 】

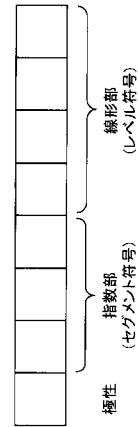


図2

【 図 3 】

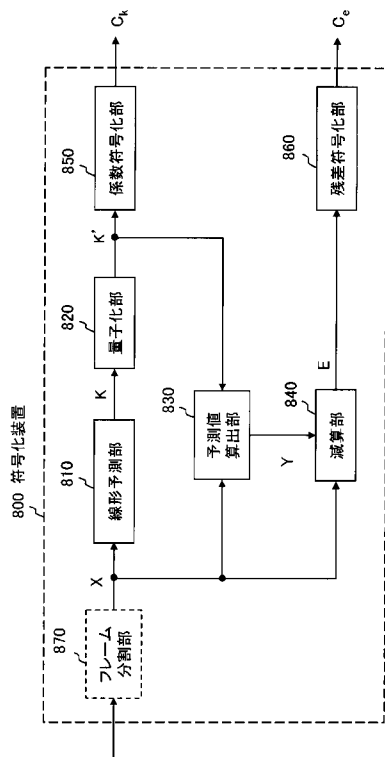


図3

【 図 4 】

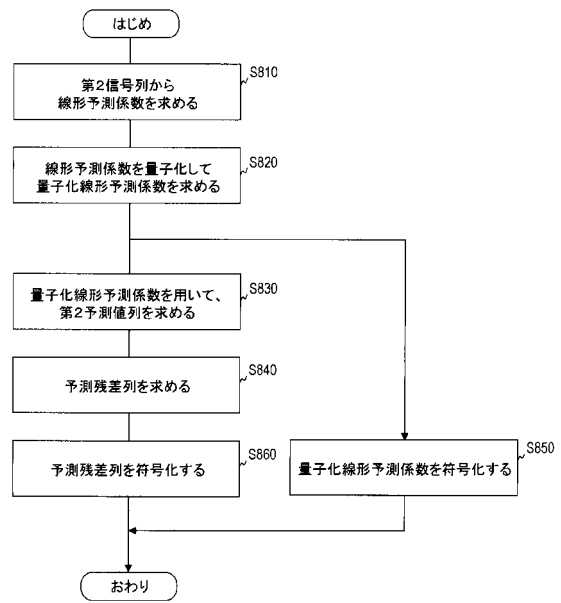


図4

【図5】

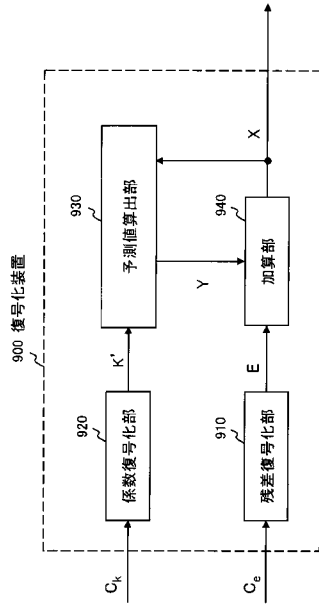


図5

【図6】

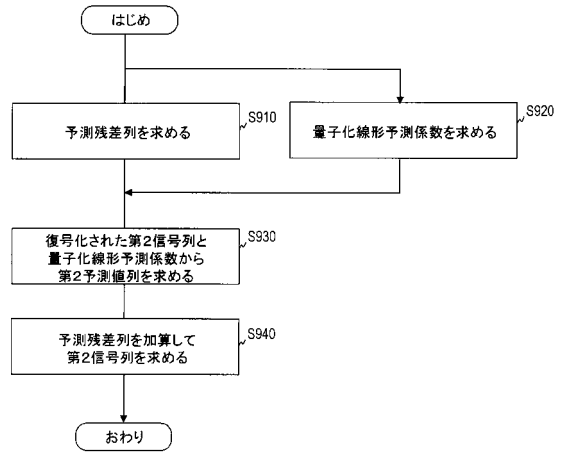


図6

【図7】

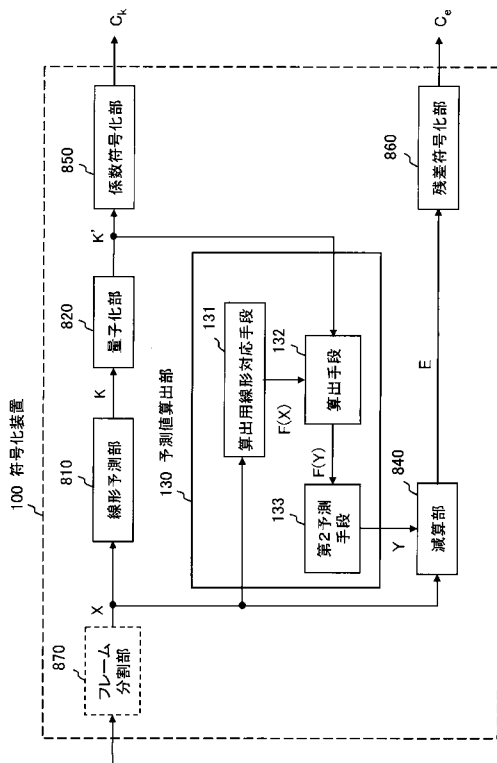


図7

【図8】

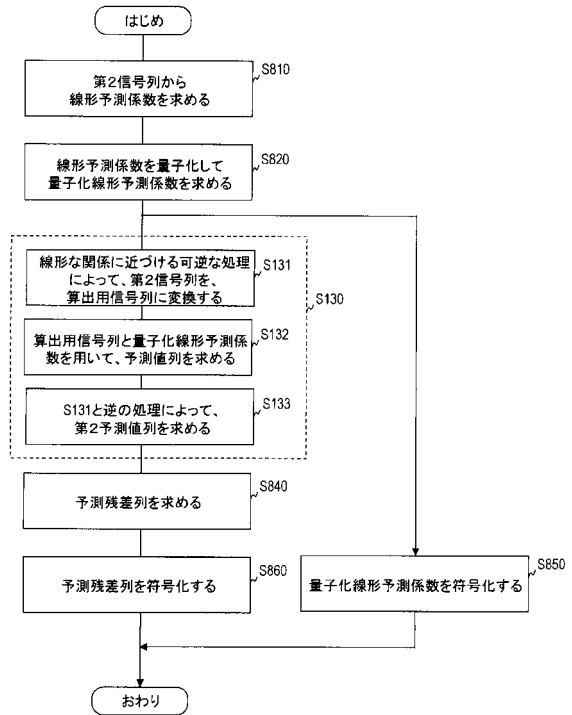


図8

【図9】

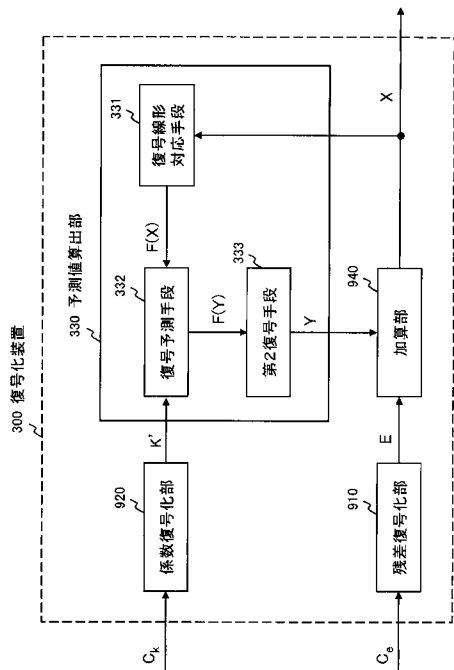


図9

【図10】

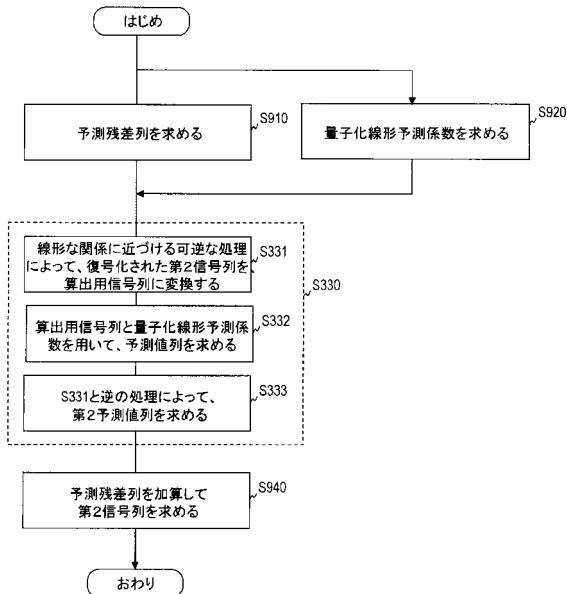


図10

【図11】

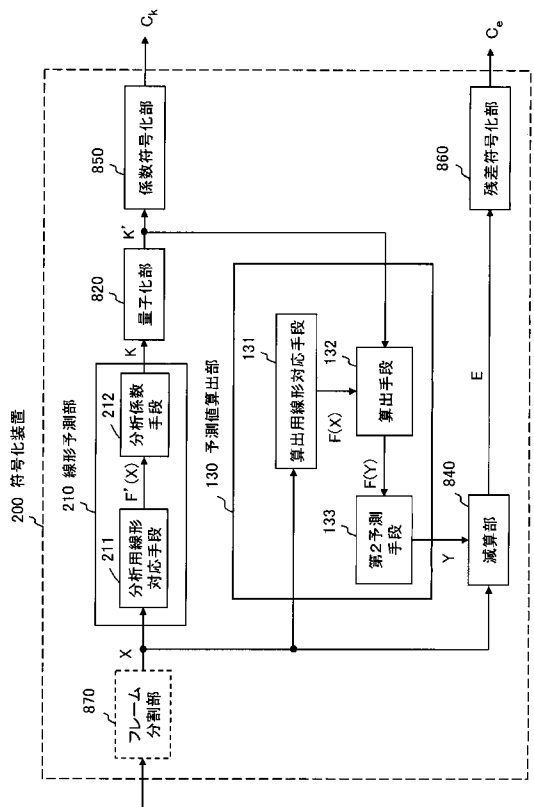


図11

【図12】

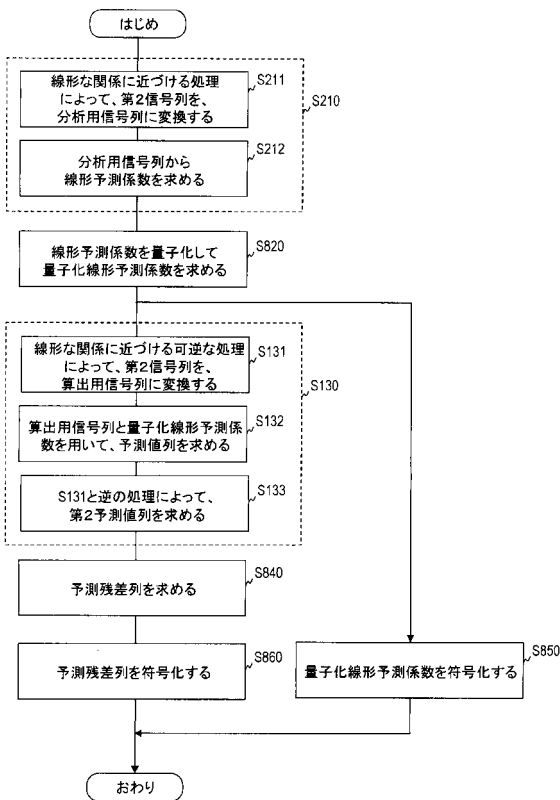


図12

【図 13 - 1】

セグメント	レベル	元の番号の大小関係を示す番号	元の番号の量子化値	元の番号の範囲	中間数値の範囲
111 ステップ2	1111	0	0	0 ~ 1	0 ~ 1 α /2
	1110	g	2	1 ~ 3	1 α /2 ~ 3 α /2
	1101	2g	4	3 ~ 5	3 α /2 ~ 5 α /2
	1100	3g	6	5 ~ 7	5 α /2 ~ 7 α /2
1011 ステップ2	1011	4g	8	7 ~ 8	7 α /2 ~ 9 α /2

	0001	14g	28	27 ~ 29	27 α /2 ~ 29 α /2
	0000	15g	30	29 ~ 31	29 α /2 ~ 31 α /2

(A)

セグメント	レベル	元の番号の大小関係を示す番号	元の番号の量子化値	元の番号の範囲	中間数値の範囲
110 ステップ4	1111	16g	33	31 ~ 35	31 α /2 ~ 35 α /2
	1110	17g	37	35 ~ 39	35 α /2 ~ 39 α /2
	1101	18g	41	39 ~ 43	39 α /2 ~ 43 α /2
	1100	19g	45	43 ~ 47	43 α /2 ~ 47 α /2
1011 ステップ4	1011	20g	49	47 ~ 51	47 α /2 ~ 51 α /2

	0001	30g	89	87 ~ 91	87 α /2 ~ 91 α /2
	0000	31g	93	91 ~ 95	91 α /2 ~ 95 α /2

(B)

図13-1

【図 13 - 2】

セグメント	レベル	元の番号の大小関係を示す番号	元の番号の量子化値	元の番号の範囲	中間数値の範囲
001 ステップ128	1111	96g	2079	2013 ~ 2143	2013 α /2 ~ 2143 α /2
	1110	97g	2207	2143 ~ 2271	2143 α /2 ~ 2271 α /2
	1101	98g	2335	2271 ~ 2399	2271 α /2 ~ 2399 α /2
	1100	99g	2463	2399 ~ 2527	2399 α /2 ~ 2527 α /2
1011 ステップ128	1011	100g	2591	2527 ~ 2655	2527 α /2 ~ 2655 α /2

	0001	110g	3871	3807 ~ 3895	3807 α /2 ~ 3895 α /2
	0000	111g	3999	3935 ~ 4063	3935 α /2 ~ 4063 α /2

(C)

セグメント	レベル	元の番号の大小関係を示す番号	元の番号の量子化値	元の番号の範囲	中間数値の範囲
000 ステップ256	1111	112g	4191	4063 ~ 4319	4063 α /2 ~ 4319 α /2
	1110	113g	4447	4319 ~ 4575	4319 α /2 ~ 4575 α /2
	1101	114g	4703	4575 ~ 4831	4703 α /2 ~ 4831 α /2
	1100	115g	4959	4831 ~ 5087	4959 α /2 ~ 5087 α /2
1011 ステップ256	1011	116g	5215	5087 ~ 5343	5087 α /2 ~ 5343 α /2

	0001	128g	7775	7547 ~ 7903	7547 α /2 ~ 7903 α /2
	0000	127g	8031	7903 ~ 8159	7903 α /2 ~ 8159 α /2

(D)

図13-2

【図 14】

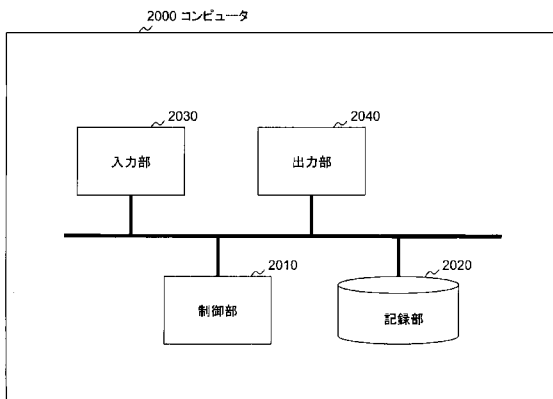


図14

フロントページの続き

(72)発明者 原田 登

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 鎌本 優

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 田部井 和彦

(56)参考文献 国際公開第2009/072571(WO, A1)

特開平05-303399(JP, A)

特開平11-250579(JP, A)

特表2005-534955(JP, A)

特開2001-034295(JP, A)

F.Ghido, I.Tabus, Accounting for Companding Nonlinearities in Lossless Audio Compression, Acoustics, Speech and Signal Processing, 2007. ICASSP 2007. IEEE International Conference on, IEEE, 2007年 4月, Volume 1

M.Hans, R.W.Schafer, Lossless compression of digital audio, Signal Processing Magazine, Jul 2001, IEEE, 2001年 7月, Volume 18, Issue 4

Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies, ITU-T Recommendation G.711, 1972年, URL, http://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.711-198811-1!!PDF-E&type=items

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00 - 21/06

H03M 3/00 - 3/04

H03M 7/30 - 7/50

IEEE Xplore