

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4598877号  
(P4598877)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl. F I  
**G 1 0 L 19/00 (2006.01)** G 1 0 L 19/00 2 2 O F  
**H 0 3 M 7/30 (2006.01)** H 0 3 M 7/30 Z

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-544715 (P2009-544715)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成20年12月4日(2008.12.4)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/072073		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02009/072571	(74) 代理人	100121706
(87) 国際公開日	平成21年6月11日(2009.6.11)		弁理士 中尾 直樹
審査請求日	平成22年3月17日(2010.3.17)	(74) 代理人	100066153
(31) 優先権主張番号	特願2007-314035 (P2007-314035)		弁理士 草野 卓
(32) 優先日	平成19年12月4日(2007.12.4)	(74) 代理人	100128705
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 中村 幸雄
		(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
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法、こ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】

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信号列に対応する量子化予測係数を求める予測量子化ステップと、

前記第2信号列と前記量子化予測係数を用いて、予測値列の振幅を圧縮した第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、

前記予測量子化ステップは、

前記第2信号列を、前記元の信号列と線形な関係に近づける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、

前記分析用信号列に対応する予測係数を求める分析係数サブステップと

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、

前記第2信号列とは、 $\mu$  則もしくはA則の番号系列、または、 $\mu$  則もしくはA則から派

生した番号系列である

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の符号化方法であって、

前記予測値算出ステップは、

前記第 2 信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける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、

前記算出用線形対応サブステップにおける算出用信号列と元の信号列との関係と等価な関係となるように、前記予測値列を第 2 予測値列に変換する第 2 予測サブステップとを有する符号化方法。

10

【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、

前記分析用線形対応サブステップの処理は、前記第 2 信号列と前記元の信号列と線形な信号列との重みつき加算である

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 5】

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、

20

前記第 2 信号列に対応する量子化予測係数を求める予測量子化部と、

前記第 2 信号列と前記量子化予測係数を用いて、予測値列の振幅を圧縮した第 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、

前記予測量子化部は、

前記第 2 信号列を、前記元の信号列と線形な関係に近づける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、

30

前記分析用信号列に対応する予測係数を求める分析係数手段と

を有する符号化装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の符号化装置であって、

前記予測値算出部は、

前記第 2 信号列を、元の信号列と線形な関係に近づける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予測係数を用いて予測値列を求める算出手段と、

前記算出用線形対応手段における算出用信号列と元の信号列との関係と等価な関係となるように、前記予測値列を第 2 予測値列に変換する第 2 予測手段と、

40

を有する符号化装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 記載の符号化装置であって、

前記分析用線形対応手段の処理は、前記第 2 信号列と前記元の信号列と線形な信号列との重みつき加算である

ことを特徴とする符号化装置。

【請求項 8】

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 9】

50

請求項 8 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。

【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、こ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。

【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 $K' = \{k'(1), k'$

10

20

30

40

50

(2), ..., 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), ..., y(N)}を求める(S830)。

【0007】

【数1】

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

【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), ..., e(N)}を求める(S840)。

10

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<sub>k</sub>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<sub>e</sub>を出力する(S860)。

【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<sub>e</sub>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<sub>k</sub>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)。

20

【0010】

【数2】

$$y(n) = \sum_{i=1}^P k'(i)x(n-i) \quad (2)$$

【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言えない。

30

【0012】

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】

【0013】

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。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。

【0014】

40

本発明の符号化方法は、第2信号列に対応する量子化予測係数を求める予測量子化ステップと、第2信号列と量子化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。予測量子化ステップは、分析用線形対応サブステップと分析係数サブステップを有する。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、分析用信号列を予測分析して予測係数を求める。

【0015】

なお、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

50

予測サブステップを有してもよい。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の算出用信号列に変換する。算出サブステップは、算出用信号列と前記量子化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。なお、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処理によって算出用信号列に変換してもよい。

【0016】

符号化方法の分析用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、 $H(s)$  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  $F(x)$  とすると、任意の  $x$  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】

【0017】

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によれば、予測係数の算出（予測量子化ステップ）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。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【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  $\mu$  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実施例の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図8】第1実施例の符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図9】第1実施例変形例の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図10】第1実施例変形例の符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図11】第1実施例変形例の復号化装置の機能構成例を示す図。

【図12】第1実施例変形例の復号化装置の処理フローの例を示す図。

【図13A】線形な関係に近づける処理  $F'(s)$  として第2信号列の振幅  $x$  と元の信号列の振幅  $s$  と線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が “111” の例を示す

10

20

30

40

50

図。

【図13B】線形な関係に近づける処理F'( )として第2信号列の振幅xと元の信号列の振幅sと線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が“110”の例を示す図。

【図13C】線形な関係に近づける処理F'( )として第2信号列の振幅xと元の信号列の振幅sと線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が“001”の例を示す図。

【図13D】線形な関係に近づける処理F'( )として第2信号列の振幅xと元の信号列の振幅sと線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が“000”の例を示す図。

10

【図14】コンピュータの機能構成例を示す図。

【符号の説明】

【0019】

100、200、800	符号化装置	130、830	予測値算出部
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		

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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。

[第1実施例]

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。第2信号列とは、上述のように、対数近似圧伸PCMなどの圧伸された信号列である。具体的には、G.711のμ則もしくはA則の番号系列、または、μ則もしくはA則から派生した番号系列である。「派生した」とは、μ則もしくはA則の番号系列と完全には一致しないが、同じ思想で番号が付与された番号系列である。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)と線形予測部210が異なる。その他の構成は同じである。

30

【0021】

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)。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。また、符号化装置100は、ステップS211の処理と等価な変換テーブル、および、量子化線形予測係数の候補を格納したテーブルを記録しておいてもよい。この場合、符号化装置100は、線形予測部210と量子化部820の代わりに、線形予測部210と量子化部820とが一体となった量子化線形予測部を備えればよい。そして、量子化線形予測部が、第2信号列Xに対する分析用信号列F'(X)を変換テーブルに基づいて求め、分析用信号列F'(X)に対する量子化線形予測係数K'を量子化線形予測係数の候補を格納したテーブルに基づいて求めればよい。例えば、第2信

40

50

号列 X に対する分析用信号列  $F'(X)$  を求める処理は、次のようにすればよい。まず、第 2 信号列 X のサンプル値と分析用信号列  $F'(X)$  のサンプル値とを対応付けて格納した変換テーブルをあらかじめ用意しておく。そして、第 2 信号列が入力されたら、変換テーブルを参照して分析用信号列  $F'(X)$  を生成する。また、分析用信号列  $F'(X)$  に対する量子化線形予測係数  $K'$  を求める処理は、次のようにすればよい。量子化線形予測係数の候補  $k'(m, p)$  (ただし、 $1 \leq m \leq M$ 、 $M$  は 2 以上の整数) を格納したテーブルをあらかじめ用意しておく。 $k'(m, p)$  の組に対して、式 (1) の  $X$  を  $F'(X)$  に置き換えた式で予測値列を求める。そして、分析用信号列  $F'(X)$  と予測値列とのサンプルごとの差のパワーの和または絶対値和が最小となる  $k'(m, p)$  の組を量子化線形予測係数  $K'$  とする。

10

## 【0022】

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。非特許文献 2 (G. 7 1 1) には、A 則や  $\mu$  則の場合の具体例が表で示されている (非特許文献 2 の Table 1 a ~ 2 b)。A 則の場合も  $\mu$  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、 $\mu$  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 1 6 であり、元の信号の量子化値は 3 3 である。また、 $\mu$  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 1 1 2 であり、元の信号の量子化値は 4 1 9 1 である。

20

復号化装置は図 5 と同じでよい。

## 【0023】

符号化装置 1 0 0 のステップ S 2 1 1 (分析用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

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

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 信号列の振幅  $x$  と元の信号列の振幅  $s$  と線形な信号列との重みつき加算 (たとえば、 $g$  を重みとして  $x + g s$ ) を行う処理がある。

40

## 【0024】

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、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。

50

## [ 変形例 ]

図 9 に、第 1 実施例変形例の第 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 10 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 ) と予測値算出部 130 が異なる。その他の構成は同じである。

## 【 0025 】

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  $F()$  によって、算出用信号列  $F(X)$  に変換する ( S131 )。変換  $F()$  は、上記で説明した第 2 信号列  $X$  に対する分析用信号列  $F'(X)$  を求める処理と同様に、元の信号列のサンプル値と分析用信号列のサンプル値とを対応付けて格納した変換テーブルを用いて行ってもよい。

10

## 【 0026 】

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 )。

## 【 0027 】

## 【 数 3 】

$$F(y(n)) = \sum_{i=1}^p k'(i)F(x(n-i)) \quad (3)$$

## 【 0028 】

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  $F^{-1}()$  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 )。変換  $F^{-1}()$  は、上記で説明した  $F()$  と同様に、予測値列のサンプル値と第 2 予測値列のサンプル値とを対応付けて格納した変換テーブルを用いて行ってもよい。

20

## 【 0029 】

図 11 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 12 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 ( S331 )。変換  $F()$  は、上記で説明した第 2 信号列  $X$  に対する分析用信号列  $F'(X)$  を求める処理と同様に、元の信号列のサンプル値と分析用信号列のサンプル値とを対応付けて格納した変換テーブルを用いて行ってもよい。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 ( S332 )。

30

## 【 0030 】

## 【 数 4 】

$$F(y(n)) = \sum_{i=1}^p k'(i)F(x(n-i)) \quad (4)$$

40

## 【 0031 】

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  $Y$  を求める ( S333 )。変換  $F^{-1}()$  は、上記で説明した  $F()$  と同様に、予測値列のサンプル値と第 2 予測値列のサンプル値とを対応付けて格納した変換テーブルを用いて行ってもよい。

## 【 0032 】

符号化装置 200 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

50



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、 $H(s)$  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

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

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  $F(x)$  とすると、任意の  $x$  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信号列の振幅  $x$  と元の信号列の振幅  $s$  と線形な信号列との重みつき加算（たとえば、 $g$  を重みとして  $x + g s$ ）を行う処理がある。また、処理  $F(x)$  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  $F^{-1}(x)$  も容易に実行できる。

#### 【0033】

本実施例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の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、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。

#### [具体例]

図13A、図13B、図13C、図13Dに、線形な関係に近づける処理  $F'(x)$  とし第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  $X + g S$ ）を行った場合の8ビットの  $\mu$  則の形式（図2）の例を示す。なお、図13A、図13B、図13C、図13Dでは極性が正の場合のみを示している。また、 $\mu$  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、 $\mu$  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  $\mu$  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13A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13B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13C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13D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  $F'(x)$  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  $X + g S$ ）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）。

#### 【0034】

実施例1、変形例では、線形予測の場合を説明した。しかし、予測方法が完全な線形である必要はなく、一部または全体に非線形な予測が含まれていても、線形予測の場合と同じ効果が得られる。予測方法が線形でない場合には、上述の「線形予測係数」を「予測係数」、「線形予測部」を「予測部」、「量子化線形予測係数」を「量子化予測係数」のよ

10

20

30

40

50

うに読み替えればよい。

【0035】

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1】

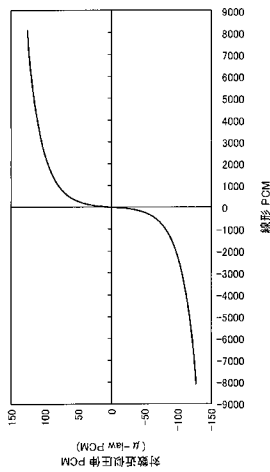


図1

【図2】

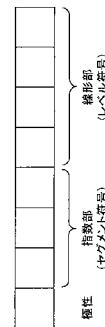


図2



【図7】

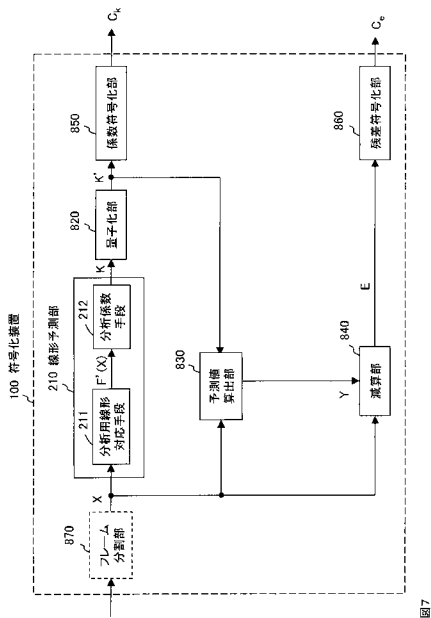


図7

【図8】

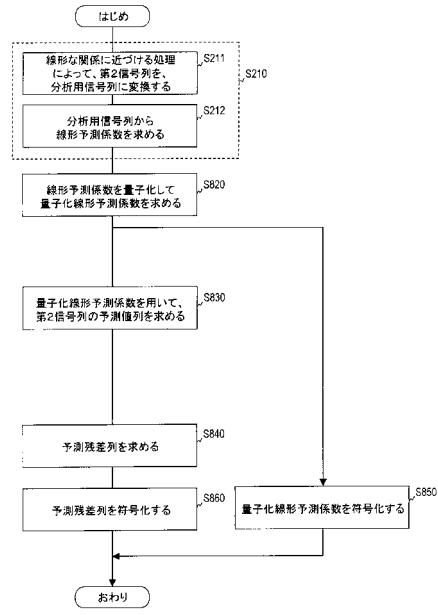


図8

【図9】

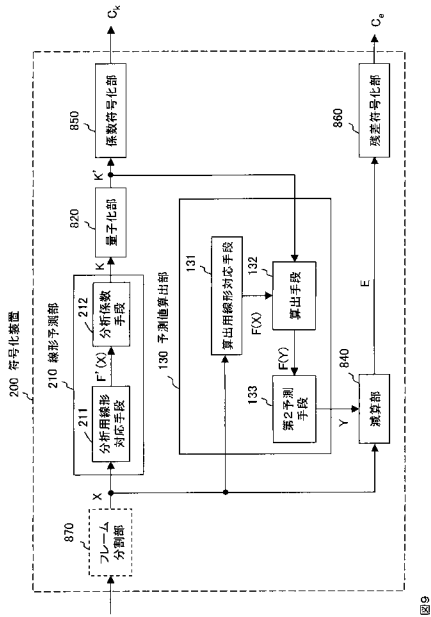


図9

【図10】

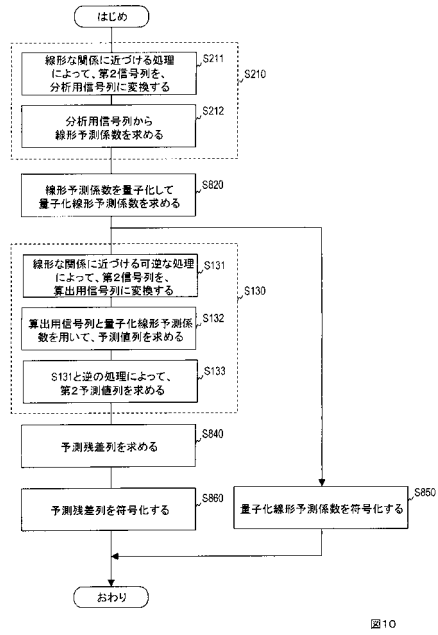


図10

【図 1 1】

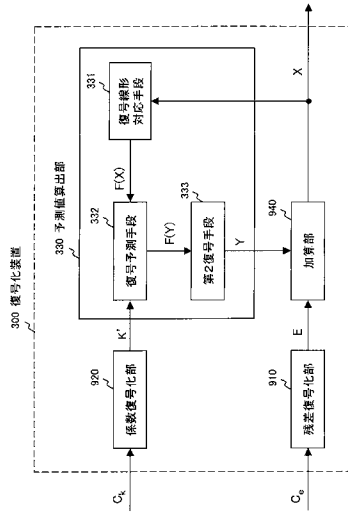


図 11

【図 1 2】

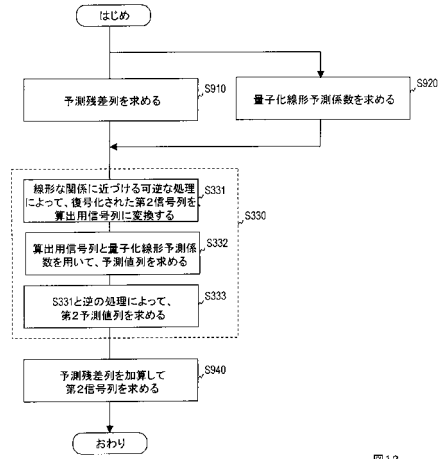


図 12

【図 1 3 A】

セグメント	レベル	元の信号の最小 間隔を示す番号	元の信号の 量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
111 ステップ2	1111	0	0	0 ~ 1	0 ~ 1/4
	1110	8	2	1 ~ 3	1/4 ~ 3/4
	1101	24	4	3 ~ 5	3/4 ~ 5/4
	1100	34	6	5 ~ 7	5/4 ~ 7/4
110 ステップ4	1011	46	8	7 ~ 9	7/4 ~ 9/4
	...	...	...	...	...
	0001	146	28	27 ~ 29	27/4 ~ 29/4
	0000	156	30	29 ~ 31	29/4 ~ 31/4

図 13A

【図 1 3 B】

セグメント	レベル	元の信号の最小 間隔を示す番号	元の信号の 量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
110 ステップ4	1111	166	33	31 ~ 35	31/2 ~ 35/2
	1110	176	37	35 ~ 39	35/2 ~ 39/2
	1101	186	41	39 ~ 43	39/2 ~ 43/2
	1100	196	45	43 ~ 47	43/2 ~ 47/2
1011 ステップ4	1011	206	49	47 ~ 51	47/2 ~ 51/2
	...	...	...	...	...
	0001	306	89	87 ~ 91	87/2 ~ 91/2
	0000	316	93	91 ~ 95	91/2 ~ 95/2

図 13B

【 図 1 3 C 】

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
001 ステップ 126	1111	96g	2019	2013 ~ 2143	2013+196g/2 ~ 2143+196g/2
	1110	97g	2207	2143 ~ 2271	2143+196g/2 ~ 2271+196g/2
	1101	98g	2355	2271 ~ 2399	2271+196g/2 ~ 2399+196g/2
	1100	99g	2463	2399 ~ 2527	2399+196g/2 ~ 2527+196g/2
	1011	102g	2591	2527 ~ 2655	2527+196g/2 ~ 2655+201g/2
...	...	...	...	...	...
0001	110g	3871	3807 ~ 3895	3807+208g/2 ~ 3895+211g/2	3807+208g/2 ~ 3895+211g/2
0000	111g	3996	3895 ~ 4069	3895+221g/2 ~ 4069+229g/2	3895+221g/2 ~ 4069+229g/2

図13C

【 図 1 3 D 】

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
000 ステップ 256	1111	112g	4191	4093 ~ 4319	4093+223g/2 ~ 4319+226g/2
	1110	113g	4447	4319 ~ 4575	4319+193g/2 ~ 4575+221g/2
	1101	114g	4703	4575 ~ 4831	4703+195g/2 ~ 4831+226g/2
	1100	115g	4959	4831 ~ 5087	4831+197g/2 ~ 5087+231g/2
	1011	116g	5215	5087 ~ 5343	5087+199g/2 ~ 5343+233g/2
...	...	...	...	...	...
0001	126g	7775	7547 ~ 7903	7547+251g/2 ~ 7903+253g/2	7547+251g/2 ~ 7903+253g/2
0000	127g	8001	7903 ~ 8159	7903+253g/2 ~ 8159+255g/2	7903+253g/2 ~ 8159+255g/2

図13D

【 図 1 4 】

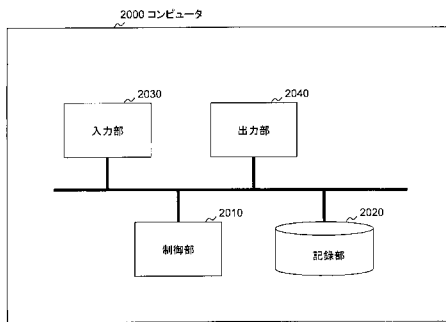


図14

---

フロントページの続き

(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 井上 健一

(56)参考文献 特開平6 - 83400 (JP, A)

特開平7 - 74642 (JP, A)

特開2002 - 49398 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00-19/14

H03M 7/30