

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971965号
(P4971965)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/00 (2006.01) G 1 O L 19/00 2 2 O E
H O 3 M 7/30 (2006.01) G 1 O L 19/00 2 5 O
 H O 3 M 7/30 Z

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-324589 (P2007-324589)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成19年12月17日(2007.12.17)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2009-145736 (P2009-145736A)		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7月2日(2009.7.2)	(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】 符号化装置、復号化装置、符号化方法、復号化方法、符号化プログラム、復号化プログラム、および記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

あらかじめ定められた数の信号から構成される信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ (ただし、 L は正の整数) を、 N 個 (ただし、 N は正の整数) の信号からなる M 個 (ただし、 M は2以上の整数) の分離信号列 Y_1, \dots, Y_M に分割する分離部と、

分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ (ただし、 m は1以上 M 以下の整数) ごとに、各信号 $y_m(n)$ (ただし、 n は1以上 N 以下の整数) の中のあらかじめ定められた q 桁 (ただし、 q は正の整数、桁とは信号の振幅の絶対値を表現するビット) を1つの信号 $z_m(n)$ とした多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ と、信号 $y_m(n)$ の中の残りの桁または残りの桁の一部を1つの信号 $b_m(n)$ とした残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を生成し前記残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を出力する分析部と

10

前記多次元用信号列 Z_1, \dots, Z_M の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ の各信号について、信号の合計が同じ値である信号の組み合わせに対しては符号長が同一または1ビットの違いとなるように設計された可変長符号化により可変長符号 C を生成する多次元符号化部と

を備えることを特徴とする符号化装置。

【請求項2】

請求項1記載の符号化装置であって、

20

前記分析部は、

分離信号列 Y_m ごとに、分離信号列 Y_m の信号の中での最大の桁 A_m と、各信号の中の $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までの信号によって構成された多次元用信号列 Z_m と、各信号の 1 桁目から $A_m - q$ 桁目までの信号によって構成された残余信号列 B_m を生成することを特徴とする符号化装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の符号化装置であって、
前記信号列 X は、対数近似圧伸 PCM であることを特徴とする符号化装置。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の符号化装置であって、
前記信号列 X は、入力信号から予測値を差し引いた予測残差の系列であることを特徴とする符号化装置。

【請求項 5】

少なくとも可変長符号 C と残余信号列 $B_m = \{ b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N) \}$ を入力とし、

入力された可変長符号 C を、 N 個（ただし、 N は正の整数）の信号の組み合わせ $\{ z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n) \}$ （ただし、 n は 1 以上 N 以下の整数、 M は 2 以上の整数）の各信号の合計 $z_1(n) + z_2(n) + \dots + z_M(n)$ が同じである信号の組み合わせに対しては符号長が同一または 1 ビットの違いとなるように設計された可変長復号化により、 M 個の多次元用信号列 $Z_m = \{ z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N) \}$ （ただし、 m は 1 以上 M 以下の整数）に復号化する多次元復号化部と、

前記多次元用信号列 Z_m の信号 $z_m(n)$ が分離信号列 Y_m の信号 $y_m(n)$ のあらかじめ定めた q 桁（ただし、 q は正の整数、桁とは信号の振幅の絶対値を表現するビット）となるように、かつ、前記残余信号列 B_m の信号 $b_m(n)$ が前記信号 $y_m(n)$ の残りの桁または残りの桁の一部となるように、分離信号列 $Y_m = \{ y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N) \}$ を生成する復元部と、

$y_m(n) = x((n-1) \times M + m)$ となるように、分離信号列 Y_1, \dots, Y_M を、信号列 $X = \{ x(1), x(2), \dots, x(L) \}$ （ただし、 $L = M \times N$ ）に統合する統合部と

を備える復号化装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の復号化装置であって、
前記復元部は、

前記多次元用信号列 Z_m 、最大の桁 A_m 、残余信号列 B_m を入力とし、
残余信号列 B_m の信号が 1 桁目から $A_m - q$ 桁目まで、多次元用信号列 Z_m の信号が $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までである信号によって構成された分離信号列 Y_m を生成する

ことを特徴とする復号化装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の復号化装置であって、
前記信号列 X は、対数近似圧伸 PCM であることを特徴とする復号化装置。

【請求項 8】

請求項 5 または 6 に記載の復号化装置であって、
前記信号列 X は予測残差系列であり、前記信号列 X にその予測値を加算したものを出力とする

ことを特徴とする復号化装置。

【請求項 9】

あらかじめ定めた数の信号から構成される信号列 $X = \{ x(1), x(2), \dots, x(L) \}$

10

20

30

40

50

L) } (ただし、L は正の整数) を、N 個 (ただし、N は正の整数) の信号からなる M 個 (ただし、M は 2 以上の整数) の分離信号列 Y_1, \dots, Y_M に分割する分離ステップと、
前記分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ (ただし、m は 1 以上 M 以下の整数) について、各信号 $y_m(n)$ (ただし、n は 1 以上 N 以下の整数) の中のあらかじめ定めた q 桁 (ただし、q は正の整数、桁とは信号の振幅の絶対値を表現するビット) を 1 つの信号 $z_m(n)$ とした多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ と、信号 $y_m(n)$ の中の残りの桁または残りの桁の一部を 1 つの信号 $b_m(n)$ とした残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を生成し前記残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を出力する分析ステップと、

10

前記多次元用信号列 Z_1, \dots, Z_M の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ の各信号について、信号の合計が同じ値である信号の組み合わせに対しては符号長が同一または 1 ビットの違いとなるように設計された可変長符号化により可変長符号 C を生成する多次元符号化ステップと

を備えることを特徴とする符号化方法。

【請求項 10】

請求項 9 記載の符号化方法であって、

前記分析ステップは、

前記分離信号列 Y_m ごとに、前記分離信号列 Y_m の信号の中での最大の桁 A_m と、各信号の中の $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までの信号によって構成された多次元用信号列 Z_m と、各信号の 1 桁目から $A_m - q$ 桁目までの信号によって構成された残余信号列 B_m を生成する

20

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の符号化方法であって、

前記信号列 X は、対数近似圧伸 PCM である

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 12】

請求項 9 または 10 に記載の符号化方法であって、

前記信号列 X は、入力信号から予測値を差し引いた予測残差の系列である

ことを特徴とする符号化方法。

30

【請求項 13】

少なくとも可変長符号 C と残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を入力とし、

入力された可変長符号 C を、N 個 (ただし、N は正の整数) の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ (ただし、n は 1 以上 N 以下の整数、M は 2 以上の整数) の各信号の合計 $z_1(n) + z_2(n) + \dots + z_M(n)$ が同じである信号の組み合わせに対しては符号長が同一または 1 ビットの違いとなるように設計された可変長復号化により、M 個の多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ (ただし、m は 1 以上 M 以下の整数) に復号化する多次元復号化ステップと、

40

前記多次元用信号列 Z_m の信号 $z_m(n)$ が分離信号列 Y_m の信号 $y_m(n)$ のあらかじめ定めた q 桁 (ただし、q は正の整数、桁とは信号の振幅の絶対値を表現するビット) となるように、かつ、前記残余信号列 B_m の信号 $b_m(n)$ が前記信号 $y_m(n)$ の残りの桁または残りの桁の一部となるように、を用いて分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ を生成する復元ステップと、

$y_m(n) = x((n-1) \times M + m)$ となるように、前記分離信号列 Y_1, \dots, Y_M を、信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ (ただし、 $L = M \times N$) に統合する統合ステップ

を有する復号化方法。

【請求項 14】

50

請求項 1 3 記載の復号化方法であって、
前記復元ステップは、
前記多次元用信号列 Z_m 、最大の桁 A_m 、残余信号列 B_m を入力とし、
残余信号列 B_m の信号が 1 桁目から $A_m - q$ 桁目まで、多次元用信号列 Z_m の信号が $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までである信号によって構成された前記分離信号列 Y_m を生成する

ことを特徴とする復号化方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 または 1 4 に記載の復号化方法であって、
前記信号列 X は、対数近似圧伸 PCM である

10

ことを特徴とする復号化方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 3 または 1 4 に記載の復号化方法であって、
前記信号列 X は予測残差系列であり、前記信号列 X にその予測値を加算したものを出力とする

ことを特徴とする復号化方法。

【請求項 1 7】

請求項 9 から 1 2 のいずれかに記載の符号化方法をコンピュータにより実行させる符号化プログラム。

20

【請求項 1 8】

請求項 1 3 から 1 6 のいずれかに記載の復号化方法をコンピュータにより実行させる復号化プログラム。

【請求項 1 9】

請求項 1 7 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 2 0】

請求項 1 8 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、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。

30

【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。また、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。また、代表的な対数近似圧伸 PCM（非特許文献 2）である G.711 の符号を、線形な数値（unsigned 8bit value）にマッピングして符号化する技術もある（非特許文献 3）。

40

【非特許文献 1】Mat Hans, "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".

【非特許文献 3】Florin Ghido, and Ioan Tabus, "ACCOUNTING FOR COMPANDING NONLINEARITIES IN LOSSLESS AUDIO COMPRESSION", in ICASSP 2007 Proceedings, pp.1-261-1-264 IEEE, 2007.

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般の電話に代わってV o I Pシステムが普及してくると、V o I P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64 k b i t / 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、元の信号の大小関係（大きさ）を番号系列で示すことを意味している。元の信号の大小関係（大きさ）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。また、元の信号の大小関係（大きさ）を示す番号系列には、1つの元の信号の大きさ（例えば“0”）に対して2つの異なる番号を付与する場合も含まれる。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（傾き）を示す3ビット（指数部）、線形符号での増分を示す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）。なお、本明細書内で用いる「信号」とは、例えば図2に示されたような「ビット列」を意味しており、「信号列」とはこのような信号が複数個並んだ系列（例えば、160個の信号が並んだ系列）を指す。また、信号（ビット列）を構成する各ビットの中で、信号の振幅の絶対値を表現するビットを「桁」で表現する。図2の例では、ビット番号8（Bit number 8）が1桁目であり、ビット番号2が最大の桁（7桁目）である。ビット番号1は、極性を表すビットなので、桁を考える上では考慮しない。

10

20

【0005】

そこで、G.711などの圧伸された信号列を、可逆圧縮することが考えられる。しかし、圧伸された信号列を、単純に可逆圧縮しても圧縮効率が十分高いとは言えない。本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、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。また、特に圧伸された信号列に対して、有効に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】

30

【0006】

本発明の符号化装置と復号化装置によれば、信号の一部を取り出した新しい信号を、複数まとめて符号化する。詳しくは、取り出す部分（q桁）として、取り出す部分の値の発生確率に偏りがある部分を選定し、かつ、複数の取り出した部分をまとめて符号化できる。具体的な構成は以下のとおりである。

【0007】

本発明の符号化装置は、分離部、分析部、多次元符号化部を具備する。分離部は、あらかじめ定めた数の信号から構成される信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ （ただし、Lは正の整数）を、N個（ただし、Nは正の整数）の信号からなるM個（ただし、Mは2以上の整数）の分離信号列 Y_1, \dots, Y_M に分割する。

40

【0008】

分析部は、分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ （ただし、mは1以上M以下の整数）ごとに、各信号 $y_m(n)$ （ただし、nは1以上N以下の整数）の中のあらかじめ定めたq桁（ただし、qは正の整数）を1つの信号 $z_m(n)$ とした多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ と、信号 $y_m(n)$ の中の残りの桁または残りの桁の一部を1つの信号 $b_m(n)$ とした残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を生成する。信号 $b_m(n)$ が残りの桁の一部でもよいのは、信号の構成によっては不要な桁が存在することもあるからである。

【0009】

多次元符号化部は、多次元用信号列 Z_1, \dots, Z_M のn番目の信号の組み合わせ $\{z_1$

50

(n) , $z_2(n)$, ..., $z_M(n)$ } ごとに対応した可変長符号を生成する。なお、“0”と“1”から構成されたビット列では、 q 桁とは q ビットの意味である。

【0010】

具体的には、分析部は、分離信号列 Y_m ごとに、分離信号列 Y_m の信号の中での最大の桁 A_m と、各信号の中の $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までの信号によって構成された多次元用信号列 Z_m と、各信号の1桁目から $A_m - q$ 桁目までの信号によって構成された残余信号列 B_m を生成すればよい。

【0011】

また、多次元符号化部は、ライス符号を用いて、多次元用信号列 Z_1, \dots, Z_M の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ の各信号の合計 $z_1(n) + z_2(n) + \dots + z_M(n)$ が同じ場合には、符号長が同一または1ビットの違いとなるように可変長符号 C を生成する方法などがある。

【0012】

本発明の復号化装置は、少なくとも可変長符号 C と残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を入力とし、多次元復号化部、復元部、統合部を具備する。多次元復号化部は、入力された可変長符号 C を、 N 個の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ に変換し、 M 個の多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ を生成する。復元部は、多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ があらかじめ定められた q 桁となるように、残余信号列 B_m を用いて分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ を生成する。統合部は、分離信号列 Y_1, \dots, Y_M を、信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ に統合する。

【発明の効果】

【0013】

本発明の符号化装置と復号化装置によれば、信号の一部を複数取り出した部分の組み合わせの発生頻度の偏りを利用して、エントロピー符号化（例えば、ライス符号などにより符号化）することで、信号列を効率よく符号化できる。

【0014】

対数近似圧伸PCMの場合（図2）には、小さい値の発生確率が高いので、上位側の数ビットは特に小さい値の可能性が高い。したがって、上位側から q ビットを取り出せば、特に大きく符号量を削減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

[第1実施形態]

図3に第1実施形態の符号化装置の機能構成例を、図4に第1実施形態の符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置100は、分離部110、分析部120₁, ..., 120_M、多次元符号化部130を具備する。分離部110は、あらかじめ定められた数の信号から構成される信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ を、 N 個の信号からなる M 個の分離信号列 $Y_m = \{y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)\}$ に分割する（S110）。ただし、 L は正の整数、 M は2以上の整数、 N は正の整数、 m は1以上 M 以下の整数である。

【0016】

信号列 X が、あらかじめ定められた数（例えば160個）の信号の単位（フレーム）で構成されている場合には、 L をフレーム長（1フレーム内の信号の数）とすればよい。信号列 X の全ての信号を分割するのであれば、 $L/M = N$ とすればよい。この場合、例えば、 $y_m(n) = x((n-1) \times M + m)$ とする（ただし、 n は1以上 N 以下の整数）。ただし、 L が M で割り切れない場合は、信号列 X にダミーの信号を付加して M の倍数とした上で分割するか、信号列 X を分割した上で信号の数が少ない分離信号列 Y_m にダミーの信号を付加する。例えば $M = 2$ ならば、分離信号列 Y_1 は奇数番目の信号だけを集めた信号列であり、分離信号列 Y_2 は偶数番目の信号だけを集めた信号列である。また、信号列

Xの全ての信号を使うのではなく、いくつかの信号を選択して分離信号列 Y_1, \dots, Y_M としてもよい。例えば、信号を1つおきに選択する方法などがある。この場合は、Lが2Mの倍数ならば、 $L/2M=N$ となり、 $y_m(n) = x((n-1) \times 2M + m)$ とする。

【0017】

分析部120₁, ..., 120_Mは、分離信号列 Y_m ごとに、各信号 $y_m(n)$ の中のをあらかじめ定めたq桁(ただし、qは正の整数)を1つの信号 $z_m(n)$ とした多次元用信号列 $Z_m = \{z_m(1), z_m(2), \dots, z_m(N)\}$ と、信号 $y_m(n)$ の中の残りの桁または残りの桁の一部を1つの信号 $b_m(n)$ とした残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を生成する(S120₁, ..., S120_M)。信号 $b_m(n)$ が残りの桁の一部でもよいのは、信号の構成によっては不要な桁が存在することもあるからである。なお、“0”と“1”から構成されたビット列では、q桁とはqビットの意味である。

10

【0018】

例えば、分析部120_mは、分離信号列 Y_m ごとに、分離信号列 Y_m の信号の中での最大の桁 A_m と、各信号の中の $A_m - q + 1$ 桁目から A_m 桁目までの信号によって構成された多次元用信号列 Z_m と、各信号の1桁目から $A_m - q$ 桁目までの信号によって構成された残余信号列 B_m を生成する。具体例として、G.711の μ 則の場合を以下に示す。 μ 則は、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。なお、「8ビットの形式」は、“0”と“1”とが反転されている。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。ビット番号1は極性を示しているので、ビット番号2(7桁目)からビット番号8(1桁目)の中で値が“0”の最小のビット番号(最大の桁)からビット番号8(1桁目)までのビット数(桁数)が、各信号の桁数である。「分離信号列 Y_m の信号の中での最大の桁 A_m 」とは、分離信号列 Y_m の各信号 $y_m(1), y_m(2), \dots, y_m(N)$ の桁の中で、最も大きいものを指している。例えば、 $A_m = 7$ 、 $q = 3$ であれば、ビット番号4(5桁目)からビット番号2(7桁目)までの信号となる。つまり、指数部に該当する。

20

【0019】

多次元符号化部130は、多次元用信号列 Z_1, \dots, Z_M のn番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ ごとに対応した可変長符号Cを生成する(S130)。組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n), \dots, z_M(n)\}$ の頻度から、可変長符号をあらかじめ設計しておいてもよいし、複数の可変長符号を設定しておき、好ましいものを選択するようにしてもよい。簡単な例として図5に、 $M = 2$ の場合の多次元用信号列 Z_1, Z_2 のn番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n)\}$ と可変長符号Cの対応例を示す。なお、この図内の“0^x”は、“0”がx個並んだビット列を示している。信号 $z_m(n)$ が、小さい値ほど発生確率が高いのであれば、このような可変長符号とすればよい。また、図6と図7に、別の $M = 2$ の場合の多次元用信号列 Z_1, Z_2 のn番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n)\}$ と可変長符号Cの対応例を示す。図6は $z_1(n)$ と $z_2(n)$ の和が一定の場合に頻度が等しいと仮定したときの可変長符号の割り当て、図7は $z_1(n)$ と $z_2(n)$ の和が一定の組み合わせの中での識別番号を示している。この例では、図6の対応で決まるビット列を C_0 、図7の対応で決まるビット列を C_1 とし、 C_0, C_1 を可変長符号Cとする。なお、“ ”は、ビットの連結を示している。このように符号化することで、 $z_1(n)$ と $z_2(n)$ の和が等しい組み合わせでは、符号長は同一または1ビットの違いとなる。図6と図7の例は、 $z_1(n)$ と $z_2(n)$ の和が小さいほど発生確率が高い場合に有効である。

30

40

【0020】

図8に第1実施形態の復号化装置の機能構成例を、図9に第1実施形態の復号化装置の処理フロー例を示す。復号化装置200は、少なくとも可変長符号Cと残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を入力とし、多次元復号化部210、復元

50

部 2 2 0₁, ..., 2 2 0_M、統合部 2 3 0 を具備する。多次元復号化部 2 1 0 は、入力された可変長符号 C を、N 個の信号の組み合わせ { z₁(n), z₂(n), ..., z_M(n) } に変換し、M 個の多次元用信号列 Z_m = { z_m(1), z_m(2), ..., z_m(N) } を生成する (S 2 1 0)。M = 2 の場合ならば、例えば、図 5 から図 7 で示した対応例に従って、可変長符号 C を { z₁(n), z₂(n) } に変換すればよい。

【 0 0 2 1 】

復元部 2 2 0₁, ..., 2 2 0_M は、多次元用信号列 Z_m = { z_m(1), z_m(2), ..., z_m(N) } があらかじめ定めた q 桁となるように、残余信号列 B_m を用いて分離信号列 Y_m = { y_m(1), y_m(2), ..., y_m(N) } を生成する (S 2 2 0₁, ..., S 2 2 0_M)。なお、復号化装置 2 0 0 に、最大の桁 A_m も入力されるのであれば、復元部 2 2 0₁, ..., 2 2 0_M は、残余信号列 B_m の信号が 1 桁目から A_m - q 桁目まで、多次元用信号列 Z_m の信号が A_m - q + 1 桁目から A_m 桁目までである信号によって構成された分離信号列 Y_m を生成すればよい。

10

【 0 0 2 2 】

統合部 2 3 0 は、分離信号列 Y₁, ..., Y_M を、信号列 X = { x(1), x(2), ..., x(L) } に統合する (S 2 3 0)。復号化装置 2 0 0 は、符号化装置 1 0 0 の逆の処理を行うので、詳細は符号化装置 1 0 0 の説明と同じである。

【 0 0 2 3 】

符号化装置 1 0 0 と復号化装置 2 0 0 によれば、信号の一部を取り出した新しい信号 z_m(n) を、複数まとめて符号化する。したがって、取り出す部分 (q 桁) として、取り出す部分の値の発生確率に偏りがある部分を選定し、かつ、複数の取り出した部分をまとめて符号化できる。複数の取り出した部分の組み合わせにも発生確率に偏りがあるので、エントロピー符号化 (例えば、ライス符号) などにより効率よく符号化できる。

20

【 0 0 2 4 】

特に対数近似圧伸 PCM の場合には、小さい値の発生確率が高いので、上位側の数ビットは特に小さい値の可能性が高い。したがって、上位側から q ビットを取り出せば、大きく符号量を削減できる。

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態は、線形予測符号化の予測残差列の符号化と復号化に第 1 実施形態の符号化装置と復号化装置を用いた例である。図 1 0 に第 2 実施形態の符号化装置の機能構成例を、図 1 1 に第 2 実施形態の符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置 3 0 0 は、線形予測部 3 1 0、量子化部 3 2 0、予測値算出部 3 3 0、減算部 3 4 0、係数符号化部 3 5 0、符号化装置 1 0 0 を備える。

30

【 0 0 2 5 】

符号化装置 3 0 0 に、フレーム単位に分割された信号列 S = { s(1), s(2), ..., s(L) } が入力されると、線形予測部 3 1 0 は、フレーム単位に分割された信号列 S から線形予測係数 K = { k(1), k(2), ..., k(P) } を求める (S 3 1 0)。なお、P は予測次数である。量子化部 3 2 0 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), ..., k'(P) } を求める (S 3 2 0)。予測値算出部 3 3 0 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(L) } を求める (S 3 3 0)。

40

【 数 1 】

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

【 0 0 2 6 】

ただし、j は 1 以上 L 以下の整数である。減算部 3 4 0 は、信号列 S と予測値列 Y との差の信号列 (予測残差列) X = { x(1), x(2), ..., x(L) } を求める (S 3 4 0)。係数符号化部 3 5 0 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 (S 3 5 0)。符号化装置 1 0 0 は、信号列 X を符号化し、可変長符号 C、残余信号列 B_m = { b_m(1), b_m(2), ..., b_m(N) } を出力する (S 1 0 0)。な

50

お、最大の桁 A_m も出力してもよい。

【0027】

図12に第2実施形態の復号化装置の機能構成例を、図13に第2実施形態の復号化装置の処理フロー例を示す。復号化装置400は、復号化装置200、係数復号化部420、予測値算出部430、加算部440を備える。復号化装置200は、少なくとも可変長符号Cと残余信号列 $B_m = \{b_m(1), b_m(2), \dots, b_m(N)\}$ を入力とし、予測残差列に該当する信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(L)\}$ を求める(S200)。なお、最大の桁 A_m も入力としてもよい。係数復号化部420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(S420)。予測値算出部430は、復号化された信号列 X と量子化線形予測係数 K' を用いて、次式のように予測値列 Y を求める(S430)。

10

【数2】

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

【0028】

加算部440は、予測値列 Y と信号列 X とを加算して信号列 S を求める(S440)。

符号化装置300と復号化装置400は、線形予測符号化の予測残差列の符号化と復号化に、符号化装置100と復号化装置200を用いた例である。符号化の対象となる信号列が予測残差列であるから、0近傍の発生確率が高い。したがって、本発明を適用することで符号量を削減できる。

20

【0029】

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。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【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】 第1実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図4】 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5】 $M = 2$ の場合の多次元用信号列 Z_1, Z_2 の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n)\}$ と可変長符号 C の対応例を示す図。

【図6】 $M = 2$ の場合の多次元用信号列 Z_1, Z_2 の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n)\}$ と可変長符号 C_0 の対応例を示す図。

【図7】 $M = 2$ の場合の多次元用信号列 Z_1, Z_2 の n 番目の信号の組み合わせ $\{z_1(n), z_2(n)\}$ と可変長符号 C_1 の対応例を示す図。

40

【図8】 第1実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。

【図9】 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10】 第2実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。

【図11】 第2実施形態の符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図12】 第2実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。

【図13】 第2実施形態の復号化装置の処理フローの例を示す図。

【図14】 コンピュータの機能構成例を示す図。

【符号の説明】

【0031】

100、300 符号化装置

110 分離部

50

- 1 2 0_m 分析部
- 2 0 0、4 0 0 復号化装置
- 2 2 0_m 復元部
- 3 1 0 線形予測部
- 3 3 0 予測値算出部
- 3 5 0 係数符号化部
- 4 3 0 予測値算出部
- 1 3 0 多次元符号化部
- 2 1 0 多次元復号化部
- 2 3 0 統合部
- 3 2 0 量子化部
- 3 4 0 減算部
- 4 2 0 係数復号化部
- 4 4 0 加算部

【 図 1 】

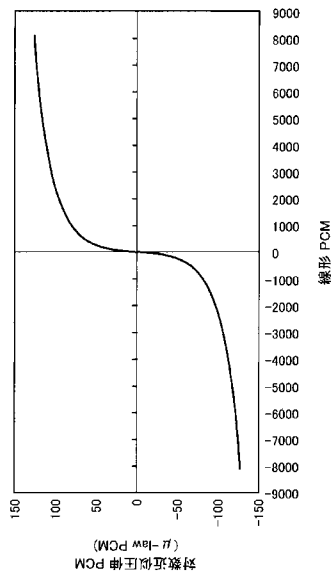


図 1

【 図 2 】

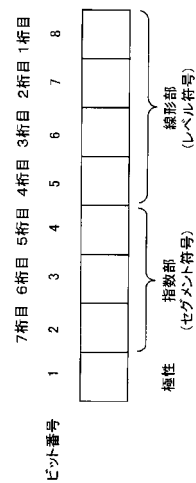


図 2

【 図 3 】

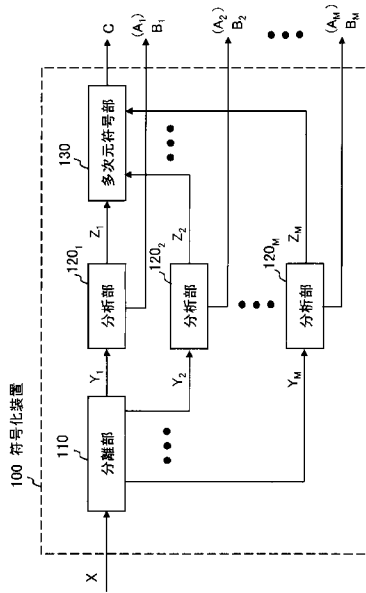


図3

【 図 4 】

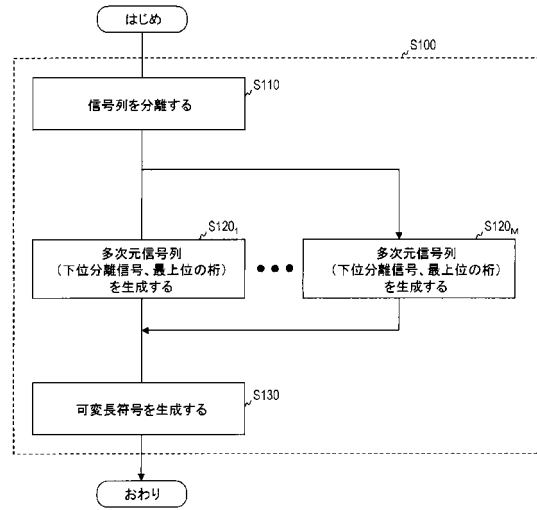


図4

【 図 5 】

多次元用番号 $z_1(n)$

	000	001	010	011	100	101	110	111
000	1	01	0001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹⁵¹	0 ²¹¹	0 ²⁸¹
001	001	00001	0 ¹	0 ¹¹¹	0 ¹⁶¹	0 ²²¹	0 ²⁹¹	0 ³⁶¹
010	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹²¹	0 ¹⁷¹	0 ²³¹	0 ²⁷¹	0 ³¹¹	0 ³⁴¹
011	0 ⁰¹	0 ¹³¹	0 ¹⁸¹	0 ²⁴¹	0 ³¹¹	0 ³⁴¹	0 ³⁸¹	0 ⁴¹¹
100	0 ¹¹	0 ¹⁸¹	0 ²³¹	0 ²⁸¹	0 ³⁵¹	0 ³⁸¹	0 ⁴²¹	0 ⁴⁵¹
101	0 ⁰⁰¹	0 ⁰⁸¹	0 ¹³¹	0 ¹⁸¹	0 ²⁵¹	0 ²⁸¹	0 ³²¹	0 ³⁵¹
110	0 ⁰⁷¹	0 ⁰⁸¹	0 ¹⁴¹	0 ¹⁹¹	0 ²⁶¹	0 ²⁹¹	0 ³³¹	0 ³⁶¹
111	0 ⁰⁵¹	0 ⁰²¹	0 ⁰⁸¹	0 ¹⁵¹	0 ²²¹	0 ²⁵¹	0 ²⁹¹	0 ³²¹

多次元用番号 $z_2(n)$

図5

【 図 6 】

多次元用番号 $z_1(n)$

	000	001	010	011	100	101	110	111
000	1	01	001	0001	00001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹
001	01	001	0001	00001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹
010	001	0001	00001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹
011	0001	00001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹
100	00001	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹¹
101	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹¹	0 ⁰¹
110	0 ⁰¹	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹
111	0 ¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ¹¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹	0 ⁰¹

多次元用番号 $z_2(n)$

図6

【 図 7 】

多次元信号 $z_i(n)$

	000	001	010	011	100	101	110	111
000	-	0	00	00	000	000	000	000
001	1	01	01	001	001	001	001	000
010	1	10	01	010	010	010	001	000
011	11	10	011	011	011	010	001	000
100	11	10	100	100	011	010	001	00
101	11	101	101	100	011	01	01	00
110	11	110	101	10	10	10	01	0
111	111	11	11	11	11	1	1	-

多次元信号 $z_j(n)$

図7

【 図 8 】

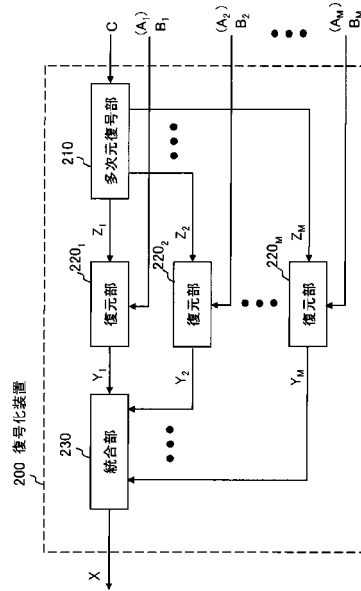


図8

【 図 9 】

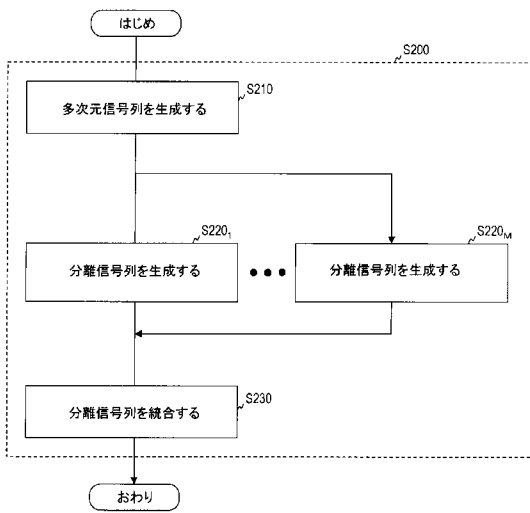


図9

【 図 10 】

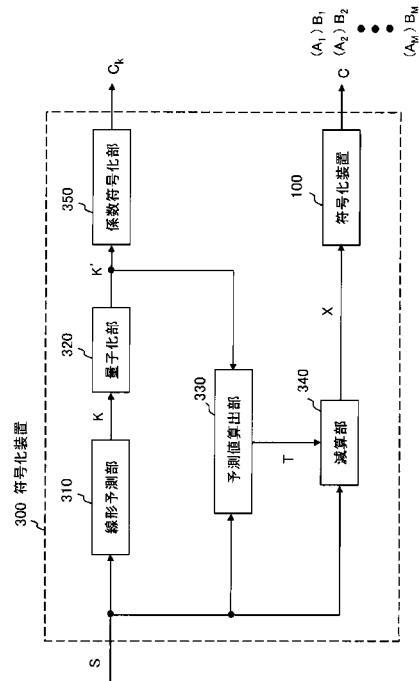


図10

【図11】

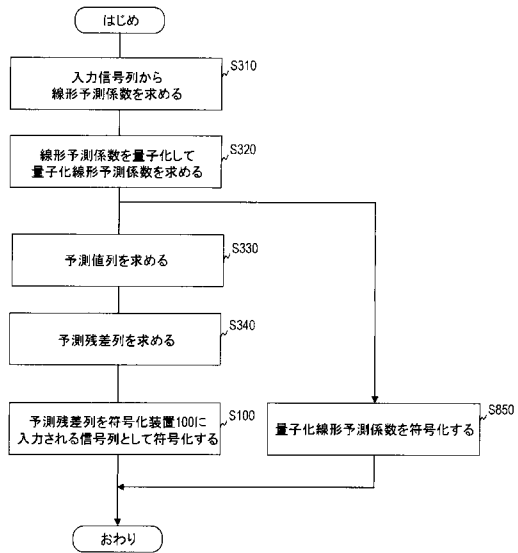


図11

【図12】

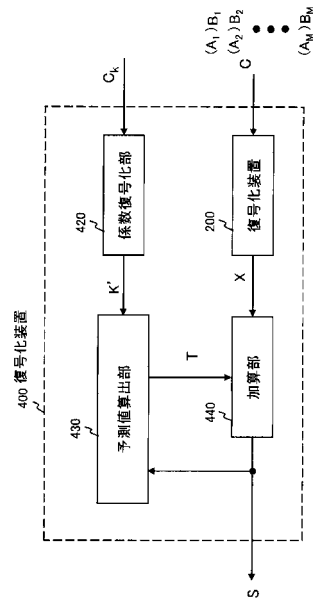


図12

【図13】

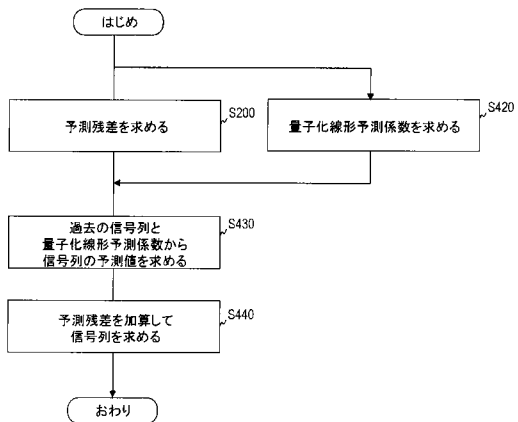


図13

【図14】

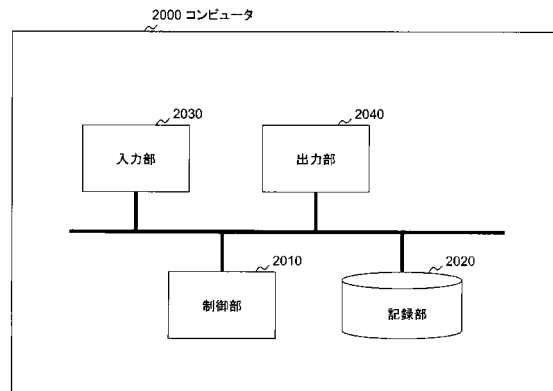


図14

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 安田 勇太

(56)参考文献 特開2001-211082(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00

H03M 7/30