

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5087166号
(P5087166)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int. Cl. F I
HO 3M 7/40 (2006.01) HO 3M 7/40
HO 4N 7/26 (2006.01) HO 4N 7/13 Z

請求項の数 5 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-240894 (P2011-240894)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成23年11月2日(2011.11.2)		日本電信電話株式会社
(62) 分割の表示	特願2011-96337 (P2011-96337) の分割		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
原出願日	平成21年1月30日(2009.1.30)	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(65) 公開番号	特開2012-75134 (P2012-75134A)	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
(43) 公開日	平成24年4月12日(2012.4.12)	(74) 代理人	100147773 弁理士 義村 宗洋
審査請求日	平成23年11月2日(2011.11.2)	(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】 符号表選択方法、符号化装置、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時系列データを符号化するための符号表を選択する符号表選択方法であって、

(A) 予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値xの頻度h(x)を求めるステップと、

(B) 各データ値xと各データ値xにそれぞれ対応する各符号c(x, j)とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表T(j)と、前記ステップ(A)で求められた各頻度h(x)とを用い、前記の各符号表T(j)からそれぞれビット数b(x, j)が小さい順に選択された一部の符号c(x, j)のビット数b(x, j)と、当該一部の符号c(x, j)に対応するデータ値xの頻度h(x)と、の積和SP(j)= $\sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表T(j)についてそれぞれ算出するステップと、

(C) 前記ステップ(B)で算出された前記積和SP(j)を用い、前記複数種類の符号表T(j)から、前記離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択するステップと、

を有する符号表選択方法。

【請求項2】

時系列データを符号化するための符号表を選択する符号表選択方法であって、

前記時系列データのデータ値xがL種類存在し、 m_2, m_1 はL $m_2 > m_1$ を満たす1以上の整数であり、

(A) 予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値xの頻度h(x)を求めるステップと、

(B-1) 各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、前記ステップ(A)で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、前記の各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された m_1 種類の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と、当該 m_1 種類の符号 $c(x, j)$ に対応する m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と、の積和 $SP_{pre}(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、前記の各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップと、

(B-2) 前記複数種類の符号表 $T(j)$ の一つである基準符号表 $T(J)$ について算出された積和 $SP_{pre}(J)$ と前記の各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出された積和 $SP_{pre}(j)$ とを比較し、前記積和 $SP_{pre}(J)$ よりも小さいか、又は、前記積和 $SP_{pre}(J)$ との差が予め定められた閾値以下である積和 $SP_{pre}(j)$ を選択するステップと、

(B-3) 前記ステップ(B-2)で選択された積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ のみについて、 m_2 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該 m_2 種類のデータ値 x にそれぞれ対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ をそれぞれ算出するステップと、

(C) 前記ステップ(B-3)で算出された前記積和 $SP(j)$ を用い、前記複数種類の符号表 $T(j)$ から、前記離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択するステップと、を有する

ことを特徴とする符号表選択方法。

【請求項3】

時系列データを符号化するための符号表を選択して時系列データの符号化を行う符号化装置であって、

予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求める頻度算出部と、

各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、前記頻度算出部で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、前記の各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された一部の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と当該一部の符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する積和算出部と、

前記積和算出部で算出された積和 $SP(j)$ を用い、前記複数種類の符号表 $T(j)$ から、前記離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択する符号表選択部と、

を有する符号化装置。

【請求項4】

時系列データを符号化するための符号表を選択して時系列データの符号化を行う符号化装置であって、

前記時系列データのデータ値 x が L 種類存在し、 m_2, m_1 は $L - m_2 > m_1$ を満たす1以上の整数であり、

予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求める頻度算出部と、

各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、前記ステップ(A)で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、前記の各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された m_1 種類の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と当該 m_1 種類の符号 $c(x, j)$ に対応する m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 $SP_{pre}(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、前記の各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出し、

前記複数種類の符号表 $T(j)$ の一つである基準符号表 $T(J)$ について算出された積和 $SP_{pre}(J)$ と前記の各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出された積和 $SP_{pre}(j)$ とを比較し、前記積和 $SP_{pre}(J)$ よりも小さいか、又は、前記積和 $SP_{pre}(J)$ との差が予め定められた閾値以下である積和 $SP_{pre}(j)$ を選択し、

(B-3) 前記ステップ(B-2)で選択された積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ のみについて、 m_2 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該 m_2 種類のデータ値 x にそれぞれ対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ をそれぞれ算出する積和算出部と、

10

20

30

40

50

前記積和算出部で算出された前記積和 $SP(j)$ を用い、前記複数種類の符号表 $T(j)$ から、前記離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択する符号表選択部と、を有する

ことを特徴とする符号化装置。

【請求項5】

請求項1又は2の符号表選択方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、時系列データを符号化する技術に関し、特に、時系列データを符号化するための符号表を選択する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

時系列データを効率よく符号化するための技術にエントロピー符号化がある。エントロピー符号化とは、符号化対象である各シンボルの出現確率に応じてビット数の異なる符号を割り当てる方法であり、その具体例には、ハフマン符号(Huffman Coding)などがある(例えば、非特許文献1)。エントロピー符号化によって符号化を行う場合、各シンボルの出現確率に応じて各シンボルに割り当てる符号を求めることも可能である。しかし、計算量の観点から、事前に複数種類の符号表(例えば、ハフマン符号表)を用意しておき、それらから符号量を最小化する符号表を選択して符号化を行う方法が一般的である。

【0003】

図1(A)は、事前に用意しておいた複数の符号表を用いてエントロピー符号化を行う従来の符号化装置1010の機能構成を例示した図である。また、図1(B)は、符号表の一例を説明するための図である。

【0004】

図1(A)の例では、事前に複数(j_{max})種類の符号表 $T(j)$ ($j=1, \dots, j_{max}$)を用意しておき、それらを記憶部1013に格納しておく。図1(B)に例示するように、この例の符号表 $T(j)$ は、シンボルであるデータ値 x と各データ値 x に割り当てられた符号 $x(x, j)$ と各符号 $x(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ とが対応付けられたテーブルである。図1(B)の例の場合、データ値 x は時系列データの振幅値であり、 $L(L/2)$ 種類の整数値 $x=0, \dots, L-1$ をとる。

【0005】

入力された時系列データ $DATA(n)$ の符号化は、フレームなどの予め定められた離散時間区間($n=0, \dots, N-1$ 、 N は2以上の整数)ごとに行われる。まず、当該離散時間区間の時系列データ $DATA(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)が符号量計算部1014に入力され、符号量計算部1014は、記憶部1013に格納された符号表 $T(j)$ ごとに、当該離散時間区間の時系列データ $DATA(n)$ を符号化するためのビット数(符号量)を算出する。具体的には、符号量計算部1014は、符号表 $T(j)$ から各時系列データ $DATA(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)に対応するビット数 $b(x, j)$ をそれぞれ抽出し、 $E(j) = \sum_{n=0}^{N-1} b(DATA(n), j)$ の演算によって符号量 $E(j)$ を算出する。この処理はすべての符号表 $T(j)$ について行われるため、必要となる符号表 $T(j)$ の検索回数は平均 $N \cdot j_{max} \cdot (L/2)$ となり、演算回数は $N \cdot j_{max}$ 回となる。例えば、 $j_{max}=16$ 、 $N=160$ 、 $L=32$ であれば、必要となる符号表 $T(j)$ の検索回数は平均40960回となり、演算回数は2560回となる。

【0006】

算出された各符号量 $E(j)$ は符号表選択部1015に入力される。符号表選択部1015は、入力された各符号量 $E(j)$ を比較し、符号量 $E(j)$ を最小化する符号表 $T(h)$ を選択し、その符号表 $T(h)$ を特定するためのパラメータ h を出力する。出力されたパラメータ h は、符号化部1017とパラメータ符号化部1016とに入力される。

【0007】

符号化部1017は、入力されたパラメータ h を用いて記憶部1013に格納された符

10

20

30

40

50

号表 $T(h)$ を特定し、特定した符号表 $T(h)$ を用いて各時系列データ $DATA(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を符号化した符号 $C_d(n)$ を生成して出力する。また、パラメータ符号化部1016は、入力されたパラメータ h を符号化した符号 C_c を生成して出力する。

【0008】

以上のように生成された符号 $C_d(n), C_c$ を受け取った復号装置は、符号 C_c を復号してパラメータ h を生成し、パラメータ h によって特定される符号表 $T(h)$ を用いて符号 $C_d(n)$ を復号して時系列データ $DATA(n)$ を生成する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】David Salomon, "Data Compression : The Complete Reference", Springer, 1998年, ISBN0-387-98280-9, pp.68-72.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従来の方法では、符号化に用いる符号表 $T(h)$ を選択するために、離散時間区間ごとに平均平均 $N \cdot j_{max} \cdot (L/2)$ 回の探索処理と $N \cdot j_{max}$ 回の演算とを行う必要があり、符号表を選択するための処理量が多いという問題点がある。

本発明は、複数種類の符号表から時系列データを符号化するための符号表を選択するための処理量を削減することが可能な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明では、予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求め、各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された一部の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と、当該一部の符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出し、算出された積和 $SP(j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択する。

【発明の効果】

【0012】

本発明では、複数種類の符号表 $T(j)$ から時系列データを符号化するための符号表を選択するための処理量を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】(A)は従来の符号化装置の機能構成を例示した図であり、(B)は符号表の一例を説明するための図である。

【図2】(A)は、第1実施形態の符号化装置の機能構成を例示した図である。(B)は、符号表の一例を説明するための図であり、(C)は、データ値の頻度を例示した図である。

【図3】第1実施形態の復号装置の機能構成を例示した図。

【図4】(A)は、第1実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートであり、(B)は、第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】図4(A)のステップS20の一例を説明するためのフローチャート。

【図6】(A)は、第2実施形態の符号化装置の機能構成を例示した図である。また、(B)は、基準符号表 $T(J)$ の一例を説明するための図であり、(C)は、符号表 $T(j)$ の一例を説明するための図である。

【図7】第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図8】第3実施形態の符号化装置の機能構成を例示した図。

10

20

30

40

50

【図 9】第 3 実施形態の復号装置の機能構成を例示した図。

【図 10】第 3 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図 11】第 3 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャート。

【図 12】図 11 のステップ S 4 7 0 の具体例を説明するためのフローチャート。

【図 13】(A) は、第 3 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートであり、(B) は、(A) のステップ S 5 3 0 の具体例を説明するためのフローチャートである。

【図 14】各被除数を法 2^s で割った商を示した表。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

10

〔原理〕

まず、本形態の原理を説明する。

本形態では、(A) 予め定められた離散時間区間 $[0, \dots, N-1 (N \geq 2)]$ における時系列データ DATA(n) ($n=0, \dots, N-1$) のデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求めるステップと、(B) 各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ [$j=1, \dots, j_{\max} (j_{\max} \geq 2)$] とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、ステップ(A)で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、少なくとも一部のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップと、(C) ステップ(B)で算出された積和 $SP(j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) における時系列データ DATA(n) を符号化するための符号表 $T(h)$ を選択するステップとを実行する。これらの処理をベクトル表現すると以下のようになる。まず、ステップ(A)では、予め定められた離散時間区間 $[0, \dots, N-1 (N \geq 2)]$ における時系列データ DATA(n) ($n=0, \dots, N-1$) のデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求める。次のステップ(B)では、各データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ [$L (L \geq 2)$ は予め設定されたデータ値 x の全種類数] と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ [$j=1, \dots, j_{\max} (j_{\max} \geq 2)$] とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、ステップ(A)で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、少なくとも一部のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{W-1}$ (W は $W \geq L$ を満たす整数) の頻度 $h(x)$ を要素とするヒストグラム $H=(h(x_0), h(x_1), \dots, h(x_{W-1}))$ と、当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ を要素とするヒストグラム $B=(b(x_0, j), b(x_1, j), \dots, b(x_{W-1}, j))$ との内積 $H \cdot B^T$ (B^T は B の転置を示す) を各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出し、各積和 $SP(j)=H \cdot B^T$ を求める。そして、ステップ(C)では、ステップ(B)で算出された積和 $SP(j)=H \cdot B^T$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) における時系列データ DATA(n) を符号化するための符号表 $T(h)$ を選択する。なお、時系列データ DATA(n) が 0 以上の値しかとらないのであれば、時系列データ DATA(n) がとり得る振幅値を各データ値 x とすればよい。また、時系列データ DATA(n) が正負の値をとり得るのであれば、DATA(n) がとり得る値を各データ値 x とすればよい。また、時系列データ DATA(n) に対応するインデックスを各データ値 x としてもよい。

20

30

【0015】

上述のように算出される積和 $SP(j)$ は、符号表 $T(j)$ を用いて離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) における時系列データ DATA(n) を符号化した場合の総符号量 $E(j)$ 又はその推定値となる。本形態では、データ値 x の頻度 $h(x)$ を求めてから積和 $SP(j)$ を求めるため、総符号量 $E(j)$ 又はその推定値を効率よく求めることができる。以下にその理由を説明する。

40

【0016】

まず、本形態では、符号表 $T(j)$ からのビット数 $b(x, j)$ の探索を、各離散時刻 $n=0, \dots, N-1$ の時系列データ DATA(n) についてそれぞれ行う必要はなく、多くても頻度が $h(x) = 1$ となるデータ値 x についてそれぞれ行えばよい。よって、本形態では、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) におけるビット数 $b(x, j)$ の平均探索回数を $L \cdot j_{\max} \cdot (L/2)$ 以下とすることができる。これによる探索回数の削減効果は、時系列データ DATA(n) がデータ値 x に偏りが存在するデータである場合 (音響信号やその予測残差など) や、データ値 x の種類数 L が離散時間区間長 N よりも小さい場合に特に大きい。例えば、 $j_{\max}=16, N=160, L=32$ であれば、本形態で

50

必要な平均検索回数は8192回以下となり、従来の40960回よりも大幅に削減できる。

【 0 0 1 7 】

また、本形態のデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求めるための演算回数は N 回となり、積和 $SP(j)$ を求めるために必要な加算や乗算の回数はそれぞれ $L \cdot j_{max}$ 回以下となる。例えば、 $j_{max}=16, N=160, L=32$ であれば、本形態で必要となる演算回数の合計は $512+512+160=1184$ 回以下となり、従来の2560回よりも大幅に削減できる。

【 0 0 1 8 】

また、 L 種類すべてのデータ値 x についての積和 $SP(j)$ を求めるのではなく、その一部〔 U ($U < L$) 種類〕のデータ値 x のみについての積和 $SP(j)$ を求めた場合、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) ごとの平均探索回数は $U \cdot j_{max} \cdot (U/2)$ 以下となり、積和 $SP(j)$ を求めるために必要な加算や乗算の回数はそれぞれ $U \cdot j_{max}$ 回以下となる。例えば、 $j_{max}=16, N=160, L=32, U=16$ であれば、平均探索回数は2048回となり、演算回数の合計は $256+256+160=672$ 回以下となる。

【 0 0 1 9 】

また、積和 $SP(j)$ を求めるための一部〔 U ($U < L$) 種類〕のデータ値 x の選択方法を工夫することで、符号表 $T(h)$ の選択精度をさほど落とすことなく、探索回数や演算回数を削減できる。例えば、頻度 $h(x)$ が大きい順に選択された一部のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出し、それらを用いて符号表 $T(h)$ を選択する。また、例えば、各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された一部の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と当該符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出し、それらを用いて符号表 $T(h)$ を選択する。このようにした場合、符号表 $T(h)$ の選択精度をさほど落とすことなく、探索回数や演算回数をさらに削減できる。

【 0 0 2 0 】

また、一部のデータ値 x のみについての積和 $SP_{pre}(j)$ を各符号表 $T(j)$ について求め、基準符号表 $T(J)$ に対する積和 $SP_{pre}(j)$ との差が予め定められた閾値を超えるほど大きくなる積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ を候補から除外し、候補として残った符号表についてのみ、より多くのデータ値 x についての積和 $SP_{pre}(j)$ を求めてもよい。すなわち、時系列データ $DATA(n)$ のデータ値 x が L 種類存在し、 m_2, m_1 が L $m_2 > m_1$ を満たす1以上の整数であり、ステップ(B)が、(B-1) m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP_{pre}(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップと、(B-2) 基準符号表 $T(J)$ について算出された積和 $SP_{pre}(J)$ と各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出された積和 $SP_{pre}(j)$ とを比較し、積和 $SP_{pre}(J)$ よりも小さいか、又は、積和 $SP_{pre}(J)$ との差が予め定められた閾値以下である積和 $SP_{pre}(j)$ を選択するステップと、(B-3) ステップ(B-2)で選択された積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ のみについて、 m_2 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ をそれぞれ算出するステップと、を含んでもよい。また、ステップ(B-1)の例は、頻度 $h(x)$ が大きい順に選択された m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP_{pre} = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップ、又は、各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された m_1 種類の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と当該符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 $SP_{pre} = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップである。なお、基準符号表 $T(J)$ は、1つであってもよいし複数であってもよい。また、基準符号表 $T(J)$ は、各積和 $SP_{pre}(j)$ の閾値判定に対して同一であってもよいし、異なってもよい。このようにした場合、符号表 $T(h)$ の選択精度を高く維持しつつ、探索回数や演算回数を削減できる。

【 0 0 2 1 】

また、データ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ ではなく、データ値 x の頻度 $h(x)$ と、符号表 $T(j)$ で当該デー

データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と基準符号表 $T(J)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, J)$ のビット数 $b(x, J)$ との差 $b(x, j)$ と、の積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot$

$b(x, j)$ を用いてもよい。すなわち、(A') 予め定められた離散時間区間における時系列データのデータ値 x の頻度 $h(x)$ を求めるステップと、(B') 各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, J)$ とが少なくとも対応付けられた基準符号表 $T(J)$ と、各データ値 x と各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ と、ステップ(A')で求められた各頻度 $h(x)$ とを用い、少なくとも一部のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と、符号表 $T(j)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と基準符号表 $T(J)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, J)$ のビット数 $b(x, J)$ との差 $b(x, j)$ と、の積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップと、(C') ステップ(B')で算出された積和 $SP(j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ 及び基準符号表 $T(J)$ から、離散時間区間における時系列データを符号化するための符号表を選択するステップとを実行してもよい。この場合、積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ の $b(x, j)=0$ となる項については乗算や加算が不要となるため、演算量をさらに削減できる。なお、この場合も、一部〔 $U (U < L)$ 種類〕のデータ値 x のみについての積和 $SP(j)$ を求めてもよいし、一部のデータ値 x のみについての積和 $SP_{pre}(j)$ を各符号表 $T(j)$ について求め、基準符号表 $T(J)$ に対する積和 $SP_{pre}(j)$ との差が予め定められた閾値を超えるほど大きくなる積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ を候補から除外し、候補として残った符号表についてのみ、より多くのデータ値 x についての積和 $SP_{pre}(j)$ を求めてもよい。また、基準符号表 $T(J)$ は、1つであってもよいし複数であってもよい。また、基準符号表 $T(J)$ は、各積和 $SP_{pre}(j)$ の閾値判定に対して同一であってもよいし、異なってもよい。

【0022】

また、時系列データ $DATA(n)$ のデータ値 x の頻度分布に偏りがあってその偏りに傾向がある場合、その傾向に沿った符号表 $T(j)$ とその傾向から外れた例外的な符号表 $T(EX)$ とを用意しておいてもよい。そして、時系列データ $DATA(n)$ のデータ値 x の頻度分布が当該傾向に沿ったものである場合には上記の何れかの方法によって符号表 $T(h)$ を特定し、時系列データ $DATA(n)$ のデータ値 x の頻度分布が当該傾向から外れたものであった場合には符号表 $T(EX)$ を符号表 $T(h)$ としてもよい。例えば、時系列データ $DATA(n)$ の性質によっては、データ値 x の頻度分布が $x=0$ のとき最も高くなり、 x の絶対値が大きくなるにつれて小さくなるような傾向〔例えば、ラプラス分布(Laplace distribution)に近似する傾向〕がある。このような場合には、例えば、データ値 x の絶対値が大きくなるにつれてビット数 $b(x, j)$ が大きくなる符号表〔例えば、符号に近似する符号表〕を傾向に沿った各符号表 $T(j)$ とし、その傾向から外れた符号表を符号表 $T(EX)$ とする。そして、例えば、最大のデータ値 x_{L-1} の頻度 $h(x_{L-1})$ と予め定められた閾値とを比較し、頻度 $h(x_{L-1})$ が当該閾値以下の場合には、上記の何れかの方法によって各符号表 $T(j)$ から符号表 $T(h)$ を選択し、頻度 $h(x_{L-1})$ が当該閾値を超えた場合には例外処理として符号表 $T(EX)$ を符号表 $T(h)$ とする。

【0023】

〔第1実施形態〕

次に、本発明の第1実施形態を説明する。

図2(A)は、第1実施形態の符号化装置10の機能構成を例示した図である。また、図2(B)は、符号表の一例を説明するための図であり、図2(C)は、データ値の頻度を例示した図である。また、図3は、第1実施形態の復号装置20の機能構成を例示した図である。なお、図2(A)において図1(A)と共通する部分については、図1(A)と同じ符号を用いた。また、図4(A)は、第1実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートであり、図4(B)は、第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。図5は、図4(A)のステップS20の一例を説明するためのフローチャートである。

【0024】

<構成>

図2(A)に示すように、本形態の符号化装置10は、制御部1011、一時メモリ1

10

20

30

40

50

012、記憶部1013、パラメータ符号化部1016、符号化部1017、頻度算出部12、積和算出部13、及び、符号表選択部14を有する。また、符号化装置10は、例えば、CPU(central processing unit)、RAM(random-access memory)、ROM(read-only memory)等を有する公知のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがこれを実行することによって構成される。すなわち、一時メモリ1012や記憶部1013は、例えば、RAM、磁気記録装置、光磁気記録媒体やそれらの少なくとも一部の結合によって構成される記憶領域である。また、制御部1011、パラメータ符号化部1016、符号化部1017、頻度算出部12、積和算出部13、及び、符号表選択部14は、CPUに所定のプログラムが読み込まれて構成される処理部である。なお、符号化装置10は、制御部1011の制御のもと各処理を実行する。また、各演算処理で生成されたデータは、逐一、一時メモリ1012に格納され、その他の演算処理の際に読み出されて利用される。

10

【0025】

図3に示すように、本形態の復号装置20は、制御部21、一時メモリ22、記憶部23、パラメータ復号部24、及び、復号部25を有する。また、復号装置20は、例えば、CPU、RAM、ROM等を有する公知のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがこれを実行することによって構成される。すなわち、一時メモリ22及び記憶部23は、例えば、RAM、磁気記録装置、光磁気記録媒体やそれらの少なくとも一部の結合によって構成される記憶領域である。また、制御部21、パラメータ復号部24及び復号部25は、例えば、CPUに所定のプログラムが読み込まれて構成される処理部である。なお、復号装置20は、制御部21の制御のもと各処理を実行する。また、各演算処理で生成されたデータは、逐一、一時メモリ22に格納され、その他の演算処理の際に読み出されて利用される。

20

【0026】

<事前設定>

事前設定として、予め定められた範囲のL種類のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ と、各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ と、各符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ とが少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ ($j=1, \dots, j_{max}$)が記憶部1013に格納される。なお、図2(B)の例のデータ値 x は、0以上 $L-1$ 以下の整数 $x=0, 1, \dots, N-1$ である。また、各符号表 $T(j)$ の一例はハフマン符号表である。また、記憶部1013に格納されたのと同様な符号表 $T(j)$ が復号装置20の記憶部23にも格納される。

30

【0027】

<符号化処理>

まず、予め定められた離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系列データ $DATA(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)が符号化装置10(図2(A))に入力される。なお、離散時間区間の例は、データ処理単位であるフレームやフレームをさらに複数に区分したサブフレームである。

【0028】

入力された各時系列データ $DATA(n)$ は頻度算出部12に入力され、頻度算出部12は、離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系列データ $DATA(n)$ の各データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ の頻度 $h(x)$ をそれぞれ求める(ステップS10)。図2(C)の例では、各データ値 $x=0, 1, 2, 3, 4, \dots, L-1$ の各頻度 $h(0)=50, h(1)=25, h(2)=13, h(3)=6, h(4)=4, \dots, h(L-1)=1$ が求められる。

40

【0029】

各頻度 $h(x)$ は、それぞれに対応するデータ値 x を特定可能な状態で積和演算部13に入力される。積和演算部13は、入力された各頻度 $h(x)$ と、記憶部1013に格納された各符号表 $T(j)$ とを用い、少なくとも一部のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する(ステップS20)。

【0030】

[ステップS20の具体例]

50

以下に、ステップ S 2 0 の具体例を示す。

具体例 1-1

積和演算部 1 3 は、入力された各頻度 $h(x)$ に対応する各データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ に対応する各符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ を記憶部 1 0 1 3 に格納された符号表 $T(j)$ から抽出する。次に、積和演算部 1 3 は、データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ の各頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和

$$SP(j)=h(x_0) \cdot b(x_0, j)+h(x_1) \cdot b(x_1, j)+\dots+h(x_{L-1}) \cdot b(x_{L-1}, j)$$

を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する。

【 0 0 3 1 】

具体例 1-2

まず、積和演算部 1 3 は、入力された各頻度 $h(x)$ を互いに比較し、頻度 $h(x)$ が大きい順に $U (U < L)$ 個のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{U-1}$ が選択される。次に、積和演算部 1 3 は、選択した各データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{U-1}$ に対応する各符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ を記憶部 1 0 1 3 に格納された符号表 $T(j)$ から抽出する。次に、積和演算部 1 3 は、選択されたデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{U-1}$ の各頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和

$$SP(j)=h(x_0) \cdot b(x_0, j)+h(x_1) \cdot b(x_1, j)+\dots+h(x_{U-1}) \cdot b(x_{U-1}, j)$$

を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する。

【 0 0 3 2 】

具体例 1-3

まず、積和演算部 1 3 は、記憶部 1 0 1 3 に格納された各符号表 $T(j)$ から、それぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に $U (U < L)$ 個の符号 $c(x_0, j), c(x_1, j), \dots, c(x_{U-1}, j)$ を選択する。次に、積和演算部 1 3 は、入力された各頻度 $h(x)$ から、選択した U 個の符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{U-1}$ に対応する各頻度 $h(x_0), h(x_1), \dots, h(x_{U-1})$ を選択する。そして、積和演算部 1 3 は、選択した各符号 $c(x_0, j), c(x_1, j), \dots, c(x_{U-1}, j)$ のビット数 $b(x_0, j), b(x_1, j), \dots, b(x_{U-1}, j)$ と各頻度 $h(x_0), h(x_1), \dots, h(x_{U-1})$ との積和

$$SP(j)=h(x_0) \cdot b(x_0, j)+h(x_1) \cdot b(x_1, j)+\dots+h(x_{U-1}) \cdot b(x_{U-1}, j)$$

を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する。

【 0 0 3 3 】

具体例 1-4

m_2, m_1 が $L - m_2 > m_1$ を満たす 1 以上の整数であり、積和 $SP(j)$ が m_2 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ であるとする。なお、以下で添え字として使用する「 m_1 」や「 m_2 」は、それぞれ「 m_2 」や「 m_1 」を意味する。

【 0 0 3 4 】

図 5 に示すように、まず、積和演算部 1 3 は、 m_1 種類のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{m_1-1}$ の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和

$$SP_{pre}(j)=h(x_0) \cdot b(x_0, j)+h(x_1) \cdot b(x_1, j)+\dots+h(x_{m_1-1}) \cdot b(x_{m_1-1}, j)$$

を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する (ステップ S 2 1)。なお、ステップ S 2 1 は、頻度 $h(x)$ が大きい順に選択された m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップであってもよいし、各符号表 $T(j)$ からそれぞれビット数 $b(x, j)$ が小さい順に選択された m_1 種類の符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と当該符号 $c(x, j)$ に対応するデータ値 x の頻度 $h(x)$ との積和 SP_{pre} を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップであってもよいし、その他の基準で選択された m_1 種類のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出するステップであってもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、積和演算部 1 3 は、符号表 $T(j)$ から選択された基準符号表 $T(J)$ について算出された積和 $SP_{pre}(J)$ と各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出された積和 $SP_{pre}(j)$ とを比較し、積

10

20

30

40

50

和 $SP_{pre}(J)$ よりも小さいか、又は、積和 $SP_{pre}(J)$ との差が予め定められた閾値以下である積和 $SP_{pre}(j)$ を選択する(ステップS22)。そして、積和演算部13は、選択した積和 $SP_{pre}(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ のみについて、 m_2 種類のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{m_2-1}$ の頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ との積和

$$SP(j)=h(x_0) \cdot b(x_0, j)+h(x_1) \cdot b(x_1, j)+\dots+h(x_{U-1}) \cdot b(x_{m_2-1}, j)$$

をそれぞれ算出する(ステップS23)。

【0036】

なお、これらの具体例における積和 $SP(j)$ は、前述のようにの頻度 $h(x)$ を要素とするベクトルと、対応するビット数 $b(x, j)$ を要素とするベクトルとの内積と等価である。よって、ベクトル間の内積を高速に演算できるアルゴリズムがあるのであれば、内積演算によって各積和 $SP(j)$ を求めてもよい([ステップS20の具体例]の説明終わり)。

算出された積和 $SP(j)$ は、符号表選択部14に入力される。符号表選択部14は、積和 $SP(j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系列データ $DATA(n)$ を符号化するための符号表 $T(h)$ を選択する(ステップS30)。

【0037】

[ステップS30の具体例]

以下に、ステップS30の具体例を示す。

具体例2-1

各積和 $SP(j)$ を相互に比較し、最小の積和 $SP(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ を、離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系列データ $DATA(n)$ を符号化するための符号表 $T(h)$ として選択する。

【0038】

具体例2-2

各符号表 $T(j)$ を相互に順次比較していき、大きさが小さいほうから所定番目以内であると最初に判定された積和 $SP(j)$ に対応する符号表 $T(j)$ を、離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系列データ $DATA(n)$ を符号化するための符号表 $T(h)$ として選択する。

【0039】

具体例2-3

データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ から選択されたデータ値 X (例えば、 $X=x_{L-1}$)の頻度 $h(X)$ を予め定められた閾値と比較し、頻度 $h(X)$ が当該閾値以下の場合には具体例2-1や2-2などの原則的な方法で各符号表 $T(j)$ から符号表 $T(h)$ を選択し、頻度 $h(X)$ が当該閾値を越える場合には、例外的な方法として特定の符号表 $T(EX)$ を符号表 $T(h)$ として選択する。なお、データ値 X は、時系列データ $DATA(n)$ の特定に依存して選択される。例えば、データ値 x の頻度分布 $h(x)$ がラプラス分布に近似する傾向がある場合、データ値 x の絶対値が大きくなるにつれてビット数 $b(x, j)$ が大きくなる。符号に近似する符号表を各符号表 $T(j)$ とし、その傾向から外れた符号表を符号表 $T(EX)$ とする。そして、例えば、最大のデータ値 x_{L-1} の頻度 $h(x_{L-1})$ と予め定められた閾値とを比較し、頻度 $h(x_{L-1})$ が当該閾値以下の場合には、上記の何れかの方法によって各符号表 $T(j)$ から符号表 $T(h)$ を選択し、頻度 $h(x_{L-1})$ が当該閾値を超えた場合には例外処理として符号表 $T(EX)$ を符号表 $T(h)$ とする。

【0040】

具体例2-4

データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ から選択されたデータ値 X の大きさに応じ、探索する符号表を変える。例えば、データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ から選択されたデータ値 X (例えば、 $X=x_{L-1}$)の頻度 $h(X)$ を予め定められた閾値と比較し、頻度 $h(X)$ が当該閾値以下の場合には具体例2-1や2-2などの方法で各符号表 $T(j)$ から符号表 $T(h)$ を選択し、頻度 $h(X)$ が当該閾値を越える場合には、具体例2-1や2-2などの方法で特定の複数種類の符号表 $T(ex)$ から符号表 $T(h)$ として選択する([ステップS30の具体例]の説明終わり)。

【0041】

符号表選択部14で選択された符号表 $T(h)$ を特定するパラメータ h が符号化部1017に入力される。符号化部1017には、さらに離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における時系

10

20

30

40

50

列データDATA(n)が入力される。そして、符号化部1017は、記憶部1013に格納された各符号表T(j)からパラメータhによって特定される符号表T(h)を選択し、選択した符号表T(h)を用い、各時系列データDATA(n)を符号化し、符号Cd(n)を生成する(ステップS40)。すなわち、符号化部1017は、符号表T(h)を参照して時系列データDATA(n)に対応する符号c(x,j)をそれぞれ選択し、それを時系列データDATA(n)に対応する符号Cd(n)とする。

【0042】

また、符号化選択部14で選択された符号表T(h)を特定するパラメータhは、パラメータ符号化部1016にも入力される。パラメータ符号化部1016は、パラメータhを符号化したパラメータ符号Ccを生成する。このパラメータ符号Ccは離散時間区間(n=0,...,N-1)ごとに生成される(ステップS50)。なお、パラメータ符号化部1016で行われる符号化方法の例は、ゴロムライス(Golomb Rice)符号化などである。

10

【0043】

そして、符号化装置10は、上記のように生成された各符号Cd(n)とパラメータ符号Ccを出力する(ステップS60)。出力された各符号Cd(n)とパラメータ符号Ccは、ネットワークや可搬型記録媒体を用いて復号装置20に伝送される。

【0044】

<復号処理>

離散時間区間(n=0,...,N-1)における各符号Cd(n)とパラメータ符号Ccは復号装置20に入力される。パラメータ符号Ccはパラメータ復号部24に入力され、パラメータ復号部24はパラメータ符号Ccを復号してパラメータhを生成する(ステップS110)。生成されたパラメータhは復号部25に入力される。復号部25は、記憶部23に格納された各符号表T(j)から符号表T(h)を特定する(ステップS120)。復号部25には、各符号Cd(n)も入力され、復号部25は特定した符号表T(h)を用いて各符号Cd(n)を復号し、時系列データDATA(n)を生成して出力する(ステップS130)。

20

【0045】

〔第2実施形態〕

次に、本発明の第2実施形態を説明する。

第1実施形態では、データ値xの頻度h(x)と当該データ値xに対応する符号c(x,j)のビット数b(x,j)との積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x,j)$ を、各符号表T(j)についてそれぞれ算出し、算出された積和SP(j)を用い、複数種類の符号表T(j)から、離散時間区間(0,...,N-1)における時系列データDATA(n)を符号化するための符号表T(h)を選択することとした。しかし、第2実施形態では、データ値xの頻度h(x)と、符号表T(j)で当該データ値xに対応付けられた符号c(x,j)のビット数b(x,j)と基準符号表T(J)で当該データ値xに対応付けられた符号c(x,J)のビット数b(x,J)との差 $b(x,j) - b(x,J)$ と、の積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot (b(x,j) - b(x,J))$ を、各符号表T(j)についてそれぞれ算出し、算出された積和SP(j)を用い、複数種類の符号表T(j)から、離散時間区間(0,...,N-1)における時系列データDATA(n)を符号化するための符号表T(h)を選択する。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

30

【0046】

図6(A)は、第2実施形態の符号化装置110の機能構成を例示した図である。また、図6(B)は、基準符号表T(J)の一例を説明するための図であり、図6(C)は、符号表T(j)の一例を説明するための図である。なお、図6(A)において図1(A)や図2(A)と共通する部分については、それらと同じ符号を用いた。また、図7は、第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。なお、図7において図4(A)と共通するステップについては、それと同じ符号を用いた。

40

【0047】

<構成>

図6(A)に示すように、本形態の符号化装置110は、制御部1011、一時メモリ1012、記憶部1013、パラメータ符号化部1016、符号化部1017、頻度算出

50

部12、積和算出部113、及び、符号表選択部14を有する。また、符号化装置110は、例えば、CPU、RAM、ROM等を有する公知のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがこれを実行することによって構成される。例えば、積和算出部113は、CPUに所定のプログラムが読み込まれて構成される処理部である。なお、符号化装置110は、制御部1011の制御のもと各処理を実行する。また、各演算処理で生成されたデータは、逐一、一時メモリ1012に格納され、その他の演算処理の際に読み出されて利用される。

復号装置の構成は第1実施形態と同じである。ここでは説明を省略する。

【0048】

<事前設定>

事前設定として、予め定められた範囲のL種類のデータ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ と、各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, J)$ とが少なくとも対応付けられた基準符号表 $T(J)$ と、各データ値 $x=x_0, x_1, \dots, x_{L-1}$ と、各データ値 x にそれぞれ対応する各符号 $c(x, j)$ と、各符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と基準符号表 $T(J)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, J)$ のビット数 $b(x, J)$ との差 $b(x, j)$ が少なくとも対応付けられた複数種類の符号表 $T(j)$ ($j=1, \dots, j_{\max}$)が記憶部1013に格納される。なお、図6(B)(C)の例のデータ値 x は、0以上 $L-1$ 以下の整数 $x=0, 1, \dots, N-1$ である。また、基準符号表 $T(J)$ や各符号表 $T(j)$ やの一例はハフマン符号表である。

【0049】

<符号化処理>

まず、第1実施形態で説明したステップS10が実行される。ステップS10で算出された各頻度 $h(x)$ は、それぞれに対応するデータ値 x を特定可能な状態で積和演算部113に入力される。積和演算部113は、入力された各頻度 $h(x)$ と、記憶部1013に格納された各符号表 $T(j)$ とを用い、少なくとも一部のデータ値 x の頻度 $h(x)$ と、符号表 $T(j)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, j)$ のビット数 $b(x, j)$ と基準符号表 $T(J)$ で当該データ値 x に対応付けられた符号 $c(x, J)$ のビット数 $b(x, J)$ との差 $b(x, j)$ と、の積和 $SP(j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する(ステップS320)。なお、ステップS320の具体例は、第1実施形態で説明したステップS20の具体例のビット数 $b(x, j)$ を差 $b(x, j)$ に置換したものとなる。また、 $T(j) = T(J)$ の場合には、計算をしなくても積和 $SP(J) = 0$ とすればよい。そして、 $j=1$ から j_{\max} までの j_{\max} 個の積和 $SP(j)$ の中で積和 $SP(j)$ を最小とするような j を選択する。もし、積和 $SP(J)$ を除くすべての積和 $SP(j)$ が正であれば J を選択する。ここで、 J が $j=1$ から j_{\max} に含まれないのであれば、 j_{\max} 回の積和 $SP(j)$ の計算で($j_{\max}+1$)個の中から最も望ましい符号表を選択することになる。すなわち、この場合には選択すべき符号表の個数より1回少ない関和の回数で符号表を選択できる。

その後、第1実施形態で説明したステップS30からS60の処理が実行される。

【0050】

<復号処理>

第1実施形態と同じである。

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態を説明する。

本形態は第1実施形態の応用例である。本形態では、 d を1以上の整数とし、パラメータ $s(0)$ を d 以上の整数とし、パラメータ $s(d) = s(0) - d$ とし、 y を整数とした場合における、0以上の整数からなる時系列データ $e(n)$ (「第2時系列データ」に相当)を $2^{s(0)+y}$ で割った商、及び、当該第2時系列データを $2^{s(d)+y}$ で割った商を時系列データのデータ値 x とし、パラメータ $s(d)$ 及び $s(0)$ に対してそれぞれ第1実施形態を適用する。そして、パラメータ $s(d)$ 及び $s(0)$ についてそれぞれ選択された符号表を用いて符号化した場合の符号量を比較し、パラメータ $s(d)$ 及び $s(0)$ の一方を選択する。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明する。

【0051】

10

20

30

40

50

図 8 は、第 3 実施形態の符号化装置 2 1 0 の機能構成を例示した図である。また、図 9 は、第 3 実施形態の復号装置 2 2 0 の機能構成を例示した図である。なお、図 8 において上述の実施形態と共通する部分については、それらと同じ符号を用いた。また、図 1 0 及び図 1 1 は、第 3 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。また、図 1 2 は、図 1 1 のステップ S 4 7 0 の具体例を説明するためのフローチャートである。また、図 1 3 (A) は、第 3 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートであり、図 1 3 (B) は、図 1 3 (A) のステップ S 5 3 0 の具体例を説明するためのフローチャートである。また、図 1 4 は、整数 $e(n)$ を法 2^s で割った商を示した表である。

【 0 0 5 2 】

< 構成 >

図 8 に示すように、本形態の符号化装置 2 1 0 は、制御部 1 0 1 1、一時メモリ 1 0 1 2、記憶部 1 0 1 3、符号化部 1 0 1 7、頻度算出部 1 2、積和算出部 1 3、符号表選択部 1 4、パラメータ算出部 2 1 1、2 1 2、選択部 2 1 3、2 1 7、分離演算部 2 1 4、頻度併合部 2 1 5、パラメータ符号化部 2 1 6、比較部 2 1 8、及び合成部 2 1 9 を有する。また、符号化装置 2 1 0 は、例えば、CPU、RAM、ROM等を有する公知のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがこれを実行することによって構成される。例えば、パラメータ算出部 2 1 1、2 1 2、選択部 2 1 3、2 1 7、分離演算部 2 1 4、頻度併合部 2 1 5、パラメータ符号化部 2 1 6、比較部 2 1 8、及び合成部 2 1 9 は、CPUに所定のプログラムが読み込まれて構成される処理部である。なお、符号化装置 2 1 0 は、制御部 1 0 1 1 の制御のもと各処理を実行する。また、各演算処理で生成されたデータは、逐一、一時メモリ 1 0 1 2 に格納され、その他の演算処理の際に読み出されて利用される。

【 0 0 5 3 】

図 9 に示すように、本形態の復号装置 2 2 0 は、制御部 2 1、一時メモリ 2 2、記憶部 2 3、復号部 2 5、分離部 2 2 1、合成演算部 2 2 2、及びパラメータ復号部 2 2 4 を有する。また、復号装置 2 2 0 は、例えば、CPU、RAM、ROM等を有する公知のコンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがこれを実行することによって構成される。例えば、分離部 2 2 1、合成演算部 2 2 2、及びパラメータ復号部 2 2 4 は、CPUに所定のプログラムが読み込まれて構成される処理部である。なお、復号装置 2 2 0 は、制御部 2 1 の制御のもと各処理を実行する。また、各演算処理で生成されたデータは、逐一、一時メモリ 2 2 に格納され、その他の演算処理の際に読み出されて利用される。

【 0 0 5 4 】

< 事前設定 >

事前設定として、第 1 実施形態で説明したように、複数種類の符号表 $T(j)$ ($j=1, \dots, j_{max}$) が、符号化装置 2 1 0 の記憶部 1 0 1 3 と復号装置 2 2 0 の記憶部 2 3 とに格納される。

【 0 0 5 5 】

< 符号化処理 >

まず、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) における時系列データ $e(n)$ が符号化装置 2 1 0 に入力される。なお、時系列データ $e(n)$ の例は、音響信号を線形予測分析や長期予測分析して得られた予測残差である。入力された時系列データ $e(n)$ はパラメータ算出部 2 1 1 に入力され、パラメータ算出部 2 1 1 は、離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) の時系列データ $e(n)$ を用い、当該離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) に対応するパラメータ $s(0)$ を算出する (ステップ S 4 0 1)。例えば、パラメータ算出部 2 1 1 は、 d 以上 ($d-1$) のライスパラメータをパラメータ $s(0)$ とする。具体的には、

$$\log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D / N) \}$$

を d 以上 ($d-1$) の整数に整数化したものをパラメータ $s(0)$ とする。なお、 $D = |e(0)| + |e(1)| + \dots + |e(N-1)|$ であり、整数化の例は四捨五入、切り上げ、切捨てなどである。また、式 (1) を整数化したものが d 未満であった場合には $s(0) = d$ としてもよい。また、 d の一例は定数であり、その値の例は 1 である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

生成されたパラメータ $s(0)$ は、パラメータ算出部 2 1 2 に入力される。パラメータ算出部 2 1 2 は、

$$s(d)=s(0)-d$$

の演算によってパラメータ $s(d)$ を算出する（ステップ S 4 0 2）。

【 0 0 5 7 】

次に、パラメータ $s(d)$ は選択部 2 1 3 に入力され、選択部 2 1 3 はパラメータ $s(d)$ を分離演算部 2 1 4 に入力させる。分離演算部 2 1 4 にはさらに離散時間区間 $(n=0, \dots, N-1)$ における時系列データ $e(n)$ が入力され、分離演算部 2 1 4 は、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(d)+y}$ で割った商 $q(d, n)$ を算出する（ステップ S 4 0 3）。

10

離散時間区間 $(n=0, \dots, N-1)$ の各商 $q(d, n)$ は頻度算出部 1 2 に入力される。頻度算出部 1 2 は、商 $q(d, n)$ であるデータ値 $x=z \cdot 2^d, z \cdot 2^d + 1, \dots, z \cdot 2^d + 2^d - 1$ の各頻度 $h(x)$ を、1種類以上の各整数 $z (z \neq 0)$ についてそれぞれ求める（ステップ S 4 1 1）。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 4 1 1 で得られた各頻度 $h(x)$ ($x=z \cdot 2^d, z \cdot 2^d + 1, \dots, z \cdot 2^d + 2^d - 1$) は、頻度併合部 2 1 5 に入力される。頻度併合部 2 1 5 は、各整数 z についてそれぞれ $h(z)=h(z \cdot 2^d)+h(z \cdot 2^d + 1)+\dots+h(z \cdot 2^d + 2^d - 1)$ の演算を行ってデータ値 $x=z$ の各頻度 $h(z)$ を求める（ステップ S 4 1 2）。このステップ S 4 1 2 で得られる頻度 $h(z)$ は、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ で割った商 $q(0, n)$ の各頻度となる（図 1 4 参照）。例えば、 $d=1, s(0)=3, s(d)=2, z=0, y=0$ の場合を考えると、時系列データ $e(n)=0, \dots, 7$ を 2^3 で割った各商 $q(d, n)$ （データ値 z ）はすべて0となるのに対し、時系列データ $e(n)=0, \dots, 3$ を 2^2 で割った商 $q(0, n)$ （データ値 x ）は0となり、時系列データ $e(n)=4, \dots, 7$ を 2^2 で割った商 $q(0, n)$ （データ値 x ）は1となる。これより、時系列データ $e(n)=0, \dots, 7$ を 2^3 で割った各商 $q(d, n)$ （データ値 z ）が0になる頻度 $h(0)$ は、時系列データ $e(n)=0, \dots, 3$ を 2^2 で割った商 $q(0, n)$ （データ値 x ）が0となる頻度 $h(0)$ と、時系列データ $e(n)=4, \dots, 7$ を 2^2 で割った商 $q(0, n)$ （データ値 x ）が1となる頻度 $h(1)$ との合計によって算出できることがわかる。これにより、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ で割った商 $q(0, n)$ の各頻度を容易に算出することができる。

20

【 0 0 5 9 】

次に、選択部 2 1 7 の制御に基づき、頻度算出部 1 2 で算出された各整数 z に対応するデータ値 $x=z \cdot 2^d, z \cdot 2^d + 1, \dots, z \cdot 2^d + 2^d - 1$ の各頻度 $h(x)$ が積和算出部 1 3 に入力される。積和算出部 1 3 は、記憶部 1 0 1 3 に格納された各符号表 $T(j)$ を参照し、各整数 z に対応するデータ値 $x=z \cdot 2^d, z \cdot 2^d + 1, \dots, z \cdot 2^d + 2^d - 1$ の各頻度 $h(x)$ と当該データ値 x に対応する各符号 $c(x, j)$ の各ビット数 $b(x, j)$ との積和 $SP(d, j) = \sum_x h(x) \cdot b(x, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する（ステップ S 4 2 1）。

30

【 0 0 6 0 】

また、選択部 2 1 7 の制御に基づき、頻度併合部 2 1 5 で算出された各整数 z に対応するデータ値 $x=z$ の各頻度 $h(z)$ が積和算出部 1 3 に入力される。積和算出部 1 3 は、記憶部 1 0 1 3 に格納された各符号表 $T(j)$ を参照し、各整数 z に対応するデータ値 $x=z$ の各頻度 $h(z)$ と当該データ値 $x=z$ に対応する各符号 $c(z, j)$ の各ビット数 $b(z, j)$ との積和 $SP(0, j) = \sum_z h(z) \cdot b(z, j)$ を、各符号表 $T(j)$ についてそれぞれ算出する（ステップ S 4 2 2）。

40

【 0 0 6 1 】

ステップ S 4 2 1 で生成された積和 $SP(d, j)$ は符号表選択部 1 4 に入力される。符号表選択部 1 4 は、積和 $SP(d, j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(d)+y}$ で割った商 $q(d, n)$ を符号化するための符号表 $T(h(d))$ を選択する（ステップ S 4 3 1）。また、ステップ S 4 2 2 で生成された積和 $SP(0, j)$ も符号表選択部 1 4 に入力される。符号表選択部 1 4 は、積和 $SP(0, j)$ を用い、複数種類の符号表 $T(j)$ から、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ で割った商 $q(d, 0)$ を符号化するための符号表 $T(h(0))$ を選択する（ステップ S 4 3 2）。なお、積和を用いて商（時系列データ）符号化するための符号表を選択する具体的な方法は第 1 実施形態で説明した通りである。

【 0 0 6 2 】

50

次に、少なくとも、符号表選択部 1 4 で選択された符号表 $T(h(d))$ を特定するためのパラメータ $h(d)$ と、符号表 $T(h(0))$ を特定するためのパラメータ $h(0)$ とが、それぞれ、比較部 2 1 8 に入力される。比較部 2 1 8 は、パラメータ $s(d)$ を分離パラメータ s とし、かつ、ステップ S 4 3 1 で選択された符号表 $T(h(d))$ を用いて時系列データ $e(n)$ を符号化した場合の総符号量 $E(d)$ (又はその推定値) と、パラメータ $s(0)$ を分離パラメータ s とし、かつ、ステップ S 4 3 2 で選択された符号表 $T(h(0))$ を用いて時系列データ $e(n)$ を符号化した場合の総符号量 $E(0)$ (又はその推定値) とを比較する (ステップ S 4 4 1)。

【 0 0 6 3 】

[ステップ S 4 4 1 の具体例]

以下に、ステップ S 4 4 1 の具体例を示す。

10

《具体例3-1》

比較部 2 1 8 には、それぞれ、符号表選択部 1 4 で選択された符号表 $T(h(d))$ を特定するためのパラメータ $h(d)$ とそれに対応する積和 $SP(d,h(d))$ と、符号表 $T(h(0))$ を特定するためのパラメータ $h(0)$ とそれに対応する積和 $SP(0,h(0))$ とが入力される。比較部 2 1 8 は、積和 $SP(d,h(d))$ を総符号量 $E(d)$ の推定値とし、積和 $SP(0,h(0))$ を総符号量 $E(0)$ の推定値とし、これらを比較する。

【 0 0 6 4 】

《具体例3-2》

比較部 2 1 8 には、それぞれ、符号表選択部 1 4 で選択された符号表 $T(h(d))$ を特定するためのパラメータ $h(d)$ とそれに対応する積和 $SP(d,h(d))$ と、符号表 $T(h(0))$ を特定するためのパラメータ $h(0)$ とそれに対応する積和 $SP(0,h(0))$ とが入力される。さらに、選択部 2 1 3 の制御のもと、分離演算部 2 1 4 にパラメータ $s(0)$ とパラメータ $s(d)$ とが入力される。また、分離演算部 2 1 4 には離散時間区間 ($n=0, \dots, N-1$) における時系列データ $e(n)$ が入力される。分離演算部 2 1 4 は、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ で割った場合の剰余を特定する情報 $sub(0,n)$ と、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(d)+y}$ で割った場合の剰余を特定するための情報 $sub(d,n)$ とを求め、それら又はそれらのビット数を比較部 2 1 8 に送る。なお、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ や $2^{s(d)+y}$ で割った場合の剰余を特定する情報 $sub(0,n)$ や $sub(d,n)$ の算出は、例えば、参考文献 1 「ISO/IEC 14496-3 AMENDMENT 2: Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions.」の P59 に記載された方法によって行う。比較部 2 1 8 は、「積和 $SP(d,h(d))+sub(d,n)$ のビット数」を総符号量 $E(d)$ 又はその推定値とし、「積和 $SP(0,h(0))+sub(0,n)$ のビット数」を総符号量 $E(0)$ 又はその推定値とし、それらを比較する。

20

30

【 0 0 6 5 】

《具体例3-3》

具体例3-1又は具体例3-2に加え、パラメータのビット数も比較する。すなわち、選択部 2 1 3 の制御のもと、パラメータ符号化部 2 1 6 にはパラメータ $s(d), s(0)$ が入力される。また、パラメータ符号化部 2 1 6 にはさらにパラメータ $h(d), h(0)$ が入力される。パラメータ符号化部 2 1 6 は、パラメータ $s(d), h(d)$ に対応する符号又は当該符号のビット数と、パラメータ $s(0), h(0)$ に対応する符号又は当該符号のビット数とを比較部 2 1 8 に送る。比較部 2 1 8 は、「積和 $SP(d,h(d))+$ パラメータ $s(d), h(d)$ に対応する符号のビット数」を総符号量 $E(d)$ 又はその推定値とし、「積和 $SP(0,h(0))+$ パラメータ $s(0), h(0)$ に対応する符号のビット数」を総符号量 $E(0)$ 又はその推定値とし、それらを比較する。又は、比較部 2 1 8 は、「積和 $SP(d,h(d))+sub(d,n)$ のビット数+パラメータ $s(d), h(d)$ に対応する符号のビット数」を総符号量 $E(d)$ 又はその推定値とし、「積和 $SP(0,h(0))+sub(0,n)$ のビット数+パラメータ $s(0), h(0)$ に対応する符号のビット数」を総符号量 $E(0)$ 又はその推定値とし、それらを比較する。

40

【 0 0 6 6 】

《具体例3-4》

その他、上記の具体例具体例3-1、3-2、3-3において、積和 $SP(d,h(d))$ の代わりに、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(d)+y}$ で割った場合の商 $q(d,n)$ を実際に符号表 $T(h(d))$ を用いて符号化

50

した場合のビット数を用い、積和 $SP(0, h(0))$ の代わりに、時系列データ $e(n)$ を $2^{s(0)+y}$ で割った場合の商 $q(0, n)$ を実際に符号表 $T(h(0))$ を用いて符号化した場合のビット数を用いてもよい（[ステップS 4 4 1の具体例]の説明終わり）。

【0067】

ステップS 4 4 1の比較で、総符号量 $E(d)$ （又はその推定値） $<$ 総符号量 $E(0)$ （又はその推定値）であった場合（ステップS 4 4 2）、比較部2 1 8は、パラメータ $s(d)$ とステップS 4 3 1で選択された符号表 $T(h(d))$ とを、それぞれ時系列データ $e(n)$ を符号化するための分離パラメータ s 及び符号表 $T(h)$ として選択し、分離パラメータ s を特定するための情報と符号表 $T(h)$ を特定するためのパラメータ h とを出力する（ステップS 4 5 1）。一方、ステップS 4 4 1の比較で、総符号量 $E(d)$ （又はその推定値） $>$ 総符号量 $E(0)$ （又はその推定値）であった場合（ステップS 4 4 2）、比較部2 1 8は、パラメータ $s(0)$ とステップS 4 3 2で選択された符号表 $T(h(0))$ とを、それぞれ時系列データ $e(n)$ を符号化するための分離パラメータ s 及び符号表 $T(h)$ として選択し、分離パラメータ s を特定するための情報と符号表 $T(h)$ を特定するためのパラメータ h とを出力する（ステップS 4 5 2）。

【0068】

比較部2 1 8から出力された分離パラメータ s を特定するための情報は選択部2 1 3に入力される。選択部2 1 3は、分離パラメータ s を特定するための情報を用いた制御により、分離パラメータ s として選択された分離パラメータ $s(0)$ 又は $s(d)$ を、分離演算部2 1 4及びパラメータ符号化部2 1 6に入力させる。また、比較部2 1 8から出力されたパラメータ h は、符号化部1 0 1 7及びパラメータ符号化部2 1 6に入力される。パラメータ符号化部2 1 6は、分離パラメータ s とパラメータ h とを符号化したパラメータ符号 C_s を離散時間区間 $(n=0, \dots, N-1)$ ごとに生成する（ステップS 4 6 0）。また、分離演算部2 1 4、合成部2 1 9及び符号化部1 0 1 7は、分離パラメータ s 及びパラメータ h で特定される符号表 $T(h)$ を用いて時系列データ $e(n)$ を符号化した符号 $C_e(n)$ を生成する（ステップS 4 7 0）。ステップS 4 7 0の符号化は、時系列データ $e(n)$ を選択された分離パラメータ s に対する 2^{s+y} で割った商 $q(n)$ を、符号表符号表 $T(h)$ を用いて符号化した情報 $prefix(n)$ と、時系列データ $e(n)$ を分離パラメータ s に対する 2^{s+y} で割った剰余を特定する情報 $sub(n)$ とを含む符号を生成する処理である。なお、「時系列データを分離パラメータ s に対する 2^{s+y} で割った剰余を特定する情報 $sub(n)$ 」はnull情報をも含む概念である。

【0069】

[ステップS 4 7 0の具体例]

以下に、ステップS 4 7 0の具体例を示す。

図1 2に示すように、まず、分離演算部2 1 4は、入力された分離パラメータ s が0であるか否かを判定する（ステップS 4 7 1）。ここで、 $s=0$ でなかった場合、分離演算部2 1 4は、入力された時系列データ $e(n)$ が0以上であるか否かを判定し（ステップS 4 7 2 a）、 $e(n) < 0$ であると判定された場合、

$$q(n) = \text{floor}(e(n)/2^{s-1}) \quad (\text{for } e(n) \geq 0)$$

に従って整数の商 $q(n)$ を生成し（ステップS 4 7 3 a）、

$$sub(n) = e(n) - 2^{s-1} \cdot q(n) + 2^{s-1} \quad (\text{for } e(n) \geq 0)$$

に従って剰余を特定するための情報 $sub(n)$ を生成して出力する（ステップS 4 7 4 a）。

【0070】

一方、ステップS 4 7 2 aで $e(n) < 0$ でないと判定された場合、分離演算部2 1 4は

$$sub(n) = \text{floor}\{(-e(n) - 1)/2^{s-1}\} \quad (\text{for } e(n) < 0)$$

に従って整数の商 $q(n)$ を生成し（ステップS 4 7 3 b）、

$$sub(n) = (-e(n) - 1) - 2^{s-1} \cdot q(n) \quad (\text{for } e(n) < 0)$$

に従って剰余を特定するための情報 $sub(n)$ を生成して出力する（ステップS 4 7 4 b）。

【0071】

一方、ステップS 4 7 1で $s=0$ であると判定された場合、分離演算部2 1 4は、入力された時系列データ $e(n)$ が0以上であるか否かを判定し（ステップS 4 7 2 b）、 $e(n) < 0$ であると判定された場合、

10

20

30

40

50

$$q(n)=2 \cdot e(n) \text{ (for } e(n) \geq 0 \text{)}$$

に従って剰余を特定するための情報sub(n)を生成し(ステップS 4 7 3 c)、sub(n)をnullとして出力する(ステップS 4 7 4 c)。

【0072】

一方、ステップS 4 7 2 bで $e(n) < 0$ でないと判定された場合、分離演算部2 1 4は、

$$q(n)=-2 \cdot e(n) - 1 \text{ (for } e(n) < 0 \text{)}$$

に従って整数の商q(n)を生成し(ステップS 4 7 3 d)、sub(n)をnullとして出力する(ステップS 4 7 4 c)。

【0073】

次に、分離演算部2 1 4から出力された商q(n)と比較部2 1 8から出力されたパラメータhとが符号化部1 0 1 7に入力される。符号化部1 0 1 7は、記憶部1 0 1 3に格納された符号表T(j)からパラメータhに対応する符号表T(h)を特定し、符号表T(h)を用いて商q(n)を符号化し、商q(n)に対応する情報prefix(n)を生成する(ステップS 4 7 5)。次に、分離演算部2 1 4から出力された情報sub(n)と符号化部1 0 1 7から出力された情報prefix(n)とが合成部2 1 9に入力される。合成部2 1 9は、情報prefix(n)と情報sub(n)とを合成して符号 $C_e(n)$ を生成する(ステップS 4 7 6/[ステップS 4 7 0の具体例]の説明終わり)。

【0074】

<復号処理>

離散時間区間($n=0, \dots, N-1$)における各符号 $C_e(n)$ とパラメータ符号 C_s は復号装置2 2 0に入力される。パラメータ符号 C_s はパラメータ復号部2 2 4に入力される。パラメータ復号部2 2 4は、パラメータ符号 C_s を復号して分離パラメータsとパラメータhとを生成する(ステップS 5 1 0)。生成された分離パラメータsは合成演算部2 2 2に入力され、パラメータhは復号部2 5に入力される。

【0075】

復号部2 5は、パラメータhを用い、記憶部2 3に格納された各符号表T(j)から符号表T(h)を特定する(ステップS 5 2 0)。また、分離部2 2 1、合成演算部2 2 2及び復号部2 5は、分離パラメータs及び符号表T(h)を用いて各符号 $C_e(n)$ を復号し、時系列データe(n)を生成して出力する(ステップS 5 3 0)。

【0076】

[ステップS 5 3 0の具体例]

まず、符号 C_e が分離部2 2 1に入力される。分離部2 2 1は、入力された符号 C_e を分離し、情報prefix(n)と、情報sub(n)とを生成する(ステップS 5 3 1)。

分離部2 2 1から出力された情報prefix(n)は、復号部2 5に入力される。復号部2 5は、符号表T(h)を用いて情報prefix(n)を復号し、商q(n)を生成する(ステップS 5 3 2)。

【0077】

また、合成演算部2 2 2は、入力された分離パラメータsが0であるか否かを判定する(ステップS 5 3 3)。ここで、 $s=0$ でないと判定された場合、次に合成演算部2 2 2は、分離部2 2 1から出力された情報sub(n)が 2^{s-1} 以上であるか否かを判定する(ステップS 5 3 4 a)。この判定は時系列データe(n)が0以上であるか否かを判定することに相当する。ステップS 5 3 4 aで $sub(n) < 2^{s-1}$ と判定された場合、合成演算部2 2 2は、

$$e(n)=sub(n)+2^{s-1} \cdot q(n) - 2^{s-1}$$

によって時系列データe(n)を算出する(ステップS 5 3 5 a)。

【0078】

一方、ステップS 5 3 4 aで $sub(n) < 2^{s-1}$ と判定された場合、合成演算部2 2 2は、

$$e(n)=-sub(n) - 1 - 2^{s-1} \cdot q(n)$$

によって時系列データe(n)を算出する(ステップS 5 3 5 b)。

10

20

30

40

50

一方、ステップ S 5 3 3 で s=0 と判定された場合、次に合成演算部 2 2 2 は、情報 q(n) が偶数であるか否かを判定する (ステップ S 5 3 4 b)。この判定は時系列データ e(n) が 0 以上であるか否かを判定することに相当する。ステップ S 5 3 4 b で q(n) が偶数であると判定された場合、合成演算部 2 2 2 は、

$$e(n) = q(n) / 2$$

によって時系列データ e(n) を算出する (ステップ S 5 3 5 c)。

【 0 0 7 9 】

一方、ステップ S 5 3 4 b で q(n) が奇数であると判定された場合、合成演算部 2 2 2 は、

$$e(n) = - (q(n) + 1) / 2$$

によって時系列データ e(n) を算出する (ステップ S 5 3 5 d)。

以上のように生成された時系列データ e(n) は、合成演算部 2 2 2 から出力される ([ステップ S 5 3 0 の詳細の例示] の説明終わり)。

【 0 0 8 0 】

〔第 3 実施形態の変形例〕

次に、本発明の第 3 実施形態の変形例を説明する。

第 3 実施形態のステップ S 4 3 2 では、符号表選択部 1 4 が、積和 SP(0, j) を用い、複数種類の符号表 T(j) から、時系列データ e(n) を $2^{s^{(0)}+y}$ で割った商 q(d, 0) を符号化するための符号表 T(h(0)) を選択することとした。しかし、ステップ S 4 3 2 において、符号表選択部 1 4 が、ステップ S 4 3 1 で選択された符号表 T(h(d)) との距離が予め定められた閾値以下の符号表 T(j) から、時系列データ e(n) を $2^{s^{(0)}}$ で割った商を符号化するための符号表 T(h(0)) を選択することにしてもよい。最適な符号表 T(h(d)) と符号表 T(h(0)) とは近いものであることが多く、このように符号表 T(j) を探索することで、精度をさほど落とすことなく、符号表 T(j) の探索数を削減できる。また、符号表 T(h(d)) と符号表 T(j) との距離を事前計算しておけば、符号表 T(j) の探索時に符号表 T(h(d)) と符号表 T(j) との距離を計算する必要もない。なお、符号表 T(h(d)) と符号表 T(j) との距離は、例えば、符号表 T(h(d)) においてデータ値 k に対応付けられる符号のビット数を bu(k) とし、符号表 T(j) においてデータ値 k に対応付けられる符号のビット数を bx(k) とし、 $fu(k) = 0.5^{bu(k)}$ とし、 $fx(k) = 0.5^{bx(k)}$ とした場合における、 $(bu(k) - bx(k))(fu(k) - fx(k))$ の各 k についての総和に対して単調増加する値として定義できる。

【 0 0 8 1 】

〔その他の変形例等〕

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではない。例えば、上記の各実施形態では、各符号のビット数を各符号表に格納しておくこととした。しかし、積和の演算のたびに各符号のビット数を計算してもよい。また、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

【 0 0 8 2 】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。

【 0 0 8 3 】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した DVD、CD-ROM 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログ

10

20

30

40

50

ラムを流通させる構成としてもよい。

【0084】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの(コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等)を含むものとする。

10

【0085】

また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

20

【産業上の利用可能性】

【0086】

本発明の産業上の利用分野としては、例えば、音響信号の可逆圧縮符号化・復号化技術を例示できる。また、本発明は、音響信号以外にも、映像信号、生体信号、地震波信号などの可逆圧縮符号化・復号化技術にも応用可能である。

【符号の説明】

【0087】

10, 210, 1010 符号化装置

20, 220 復号装置

【 図 1 】

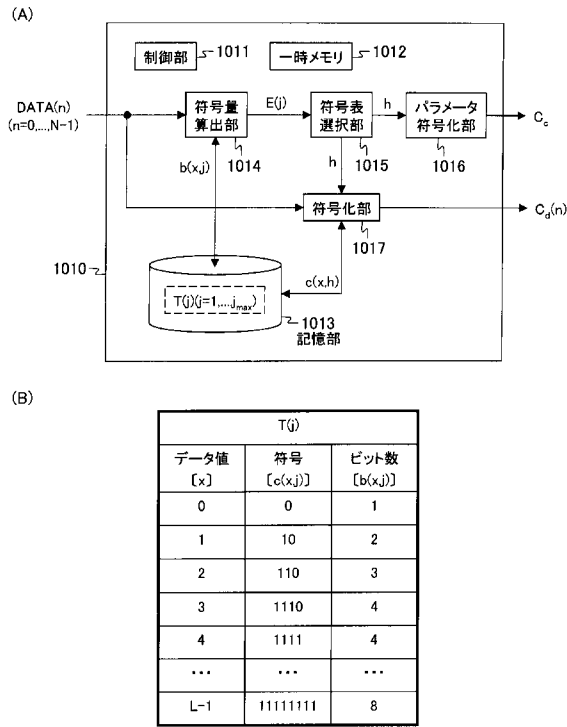


図1

【 図 2 】

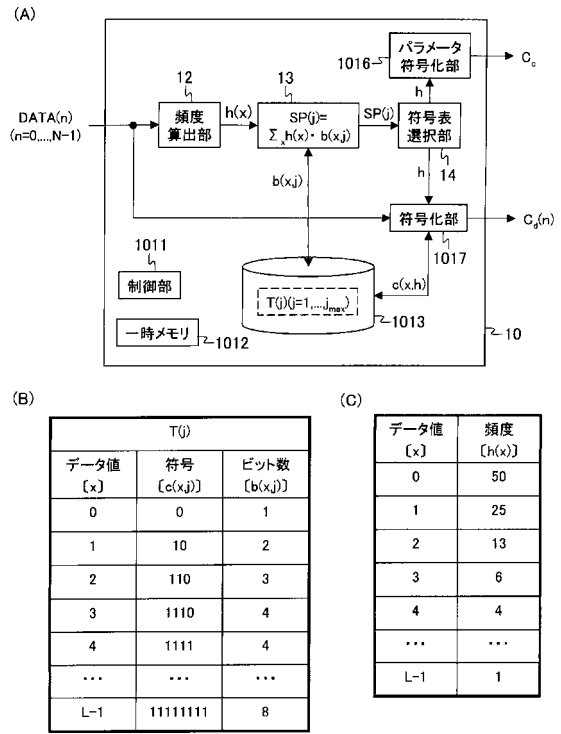


図2

【 図 3 】

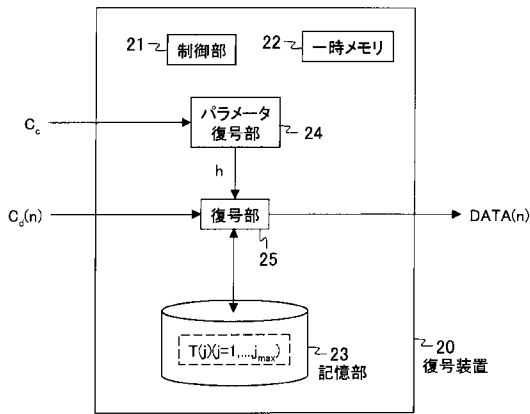


図3

【 図 4 】

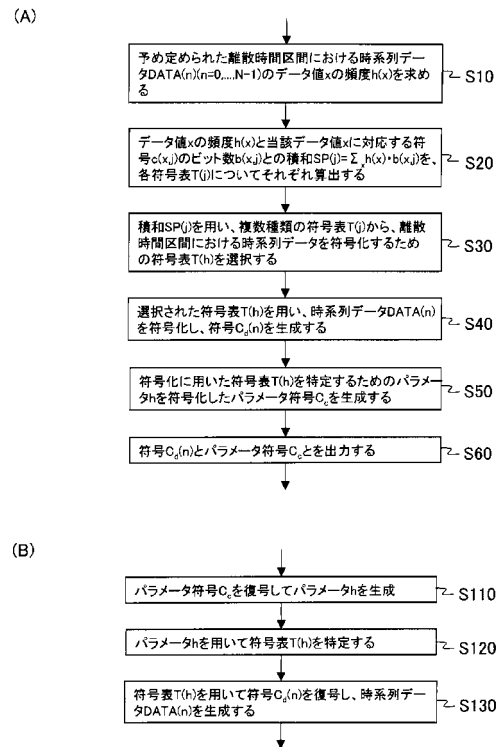


図4

【図5】

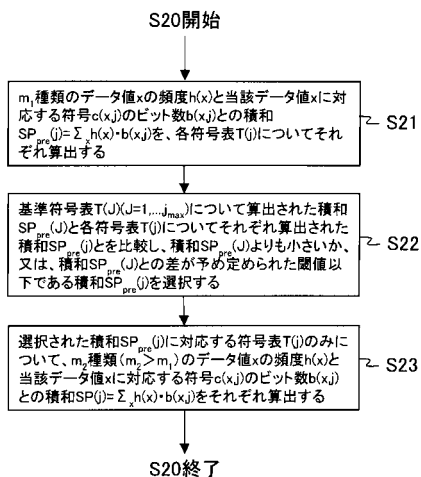


図5

【図6】

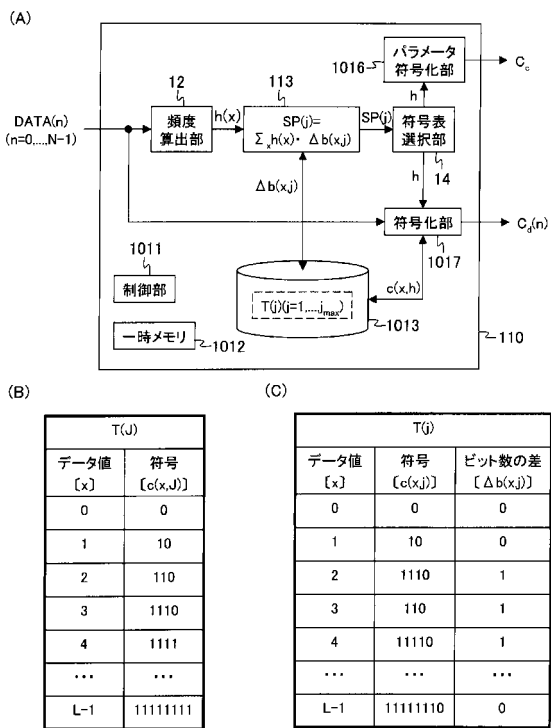


図6

【図7】

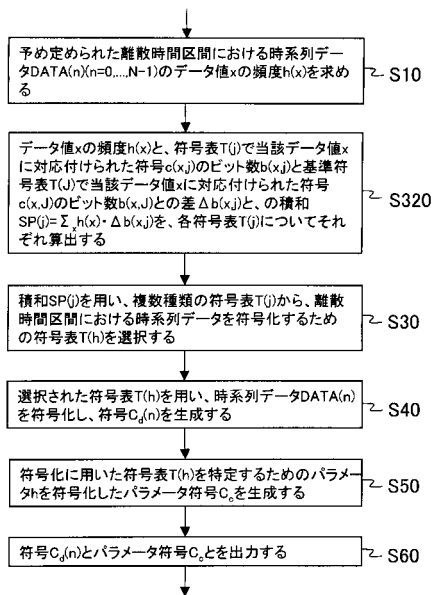


図7

【図8】

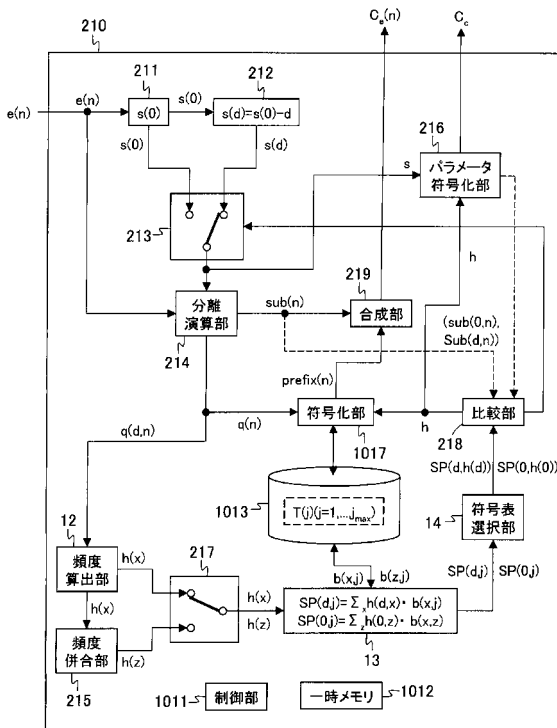


図8

【図9】

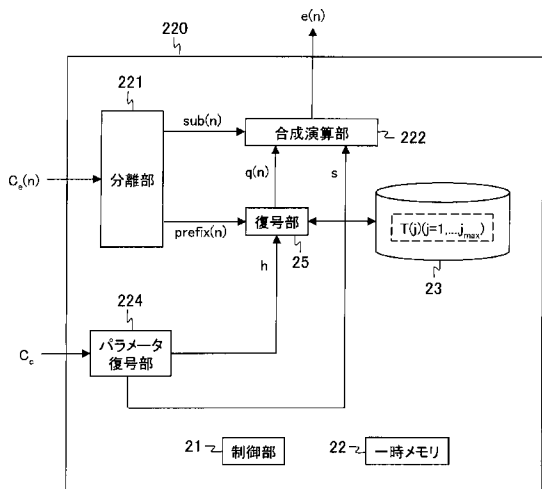


図9

【図10】

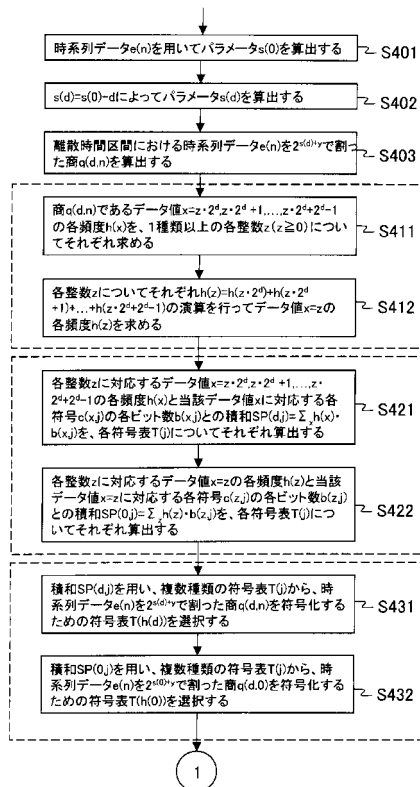


図10

【図11】

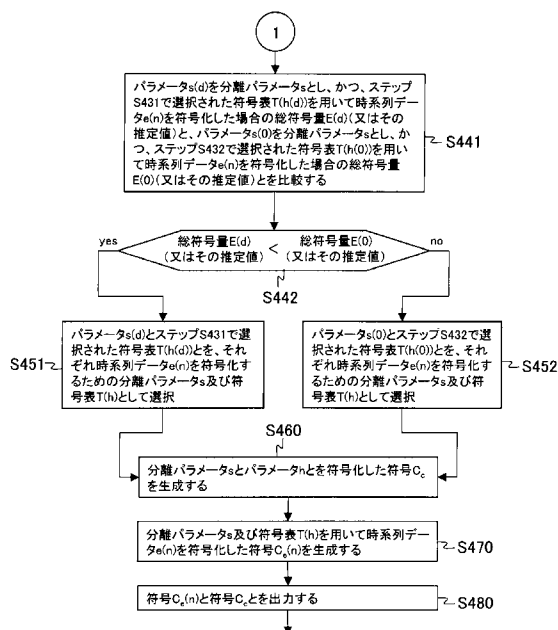


図11

【図12】

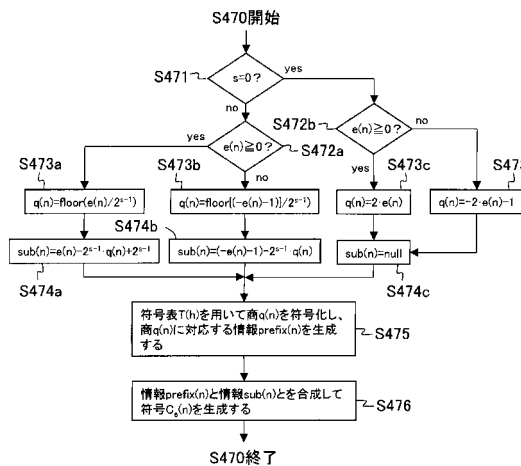


図12

【 図 13 】

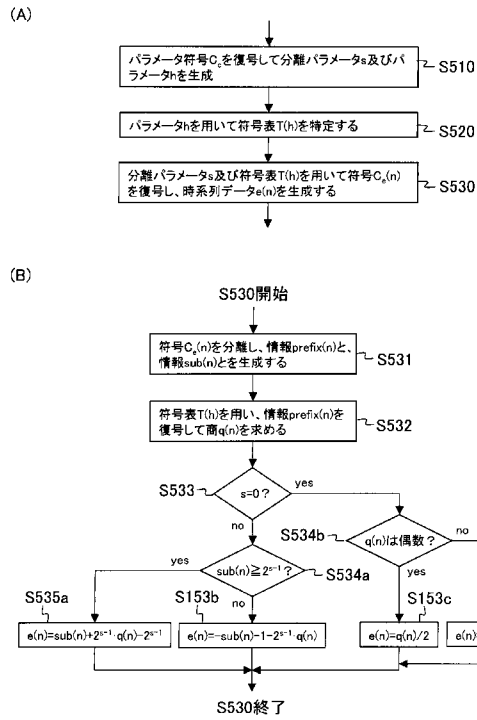


図13

【 図 14 】

c(n)	s=0	s=1	s=2	s=3	s=4	s=5
0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0
2	2	1	0	0	0	0
3	3	1	0	0	0	0
4	4	2	1	0	0	0
5	5	2	1	0	0	0
6	6	3	1	0	0	0
7	7	3	1	0	0	0
8	8	4	2	1	0	0
9	9	4	2	1	0	0
10	10	5	2	1	0	0
11	11	5	2	1	0	0
12	12	6	3	1	0	0
13	13	6	3	1	0	0
14	14	7	3	1	0	0
15	15	7	3	1	0	0
16	16	8	4	2	1	0
17	17	8	4	2	1	0
18	18	9	4	2	1	0
i9	19	9	4	2	1	0
20	20	10	5	2	1	0
21	21	10	5	2	1	0
22	22	11	5	2	1	0
23	23	11	5	2	1	0
24	24	12	6	3	1	0
25	25	12	6	3	1	0
26	26	13	6	3	1	0
27	27	13	6	3	1	0
28	28	14	7	3	1	0
29	29	14	7	3	1	0
30	30	15	7	3	1	0
31	31	15	7	3	1	0

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 北村 智彦

(56)参考文献 特開平8 - 205169 (JP, A)

国際公開第2006/011197 (WO, A1)

特開平11 - 340838 (JP, A)

特開平9 - 219650 (JP, A)

特開昭63 - 117564 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M 3/00 - 11/00

H04N 7/26