

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3791793号

(P3791793)

(45) 発行日 平成18年6月28日 (2006.6.28)

(24) 登録日 平成18年4月14日 (2006.4.14)

(51) Int. Cl.⁸

F I

H 0 3 M 7/40

H 0 3 M 7/40

G 1 0 L 19/00

G 1 0 L 9/18

A

H 0 3 M 7/46

G 1 0 L 9/18

M

H 0 3 M 7/46

請求項の数 6

(全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-34918(P2003-34918)
 (22) 出願日 平成15年2月13日 (2003.2.13)
 (65) 公開番号 特開2004-247909(P2004-247909A)
 (43) 公開日 平成16年9月2日 (2004.9.2)
 審査請求日 平成17年1月24日 (2005.1.24)

(73) 特許権者 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100121706
 弁理士 中尾 直樹
 (74) 代理人 100066153
 弁理士 草野 卓
 (74) 代理人 100128705
 弁理士 中村 幸雄
 (74) 代理人 100100642
 弁理士 稲垣 稔
 (72) 発明者 ヤン ダイ
 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】 デジタル信号符号化方法、復号化方法、符号器、復号器、符号化プログラム、及び復号化プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

グループ判定手段が、入力されたデジタル信号を、M (Mは2以上の整数) ビット単位の予め決められた1つのシンボル (以下、高頻度シンボルという) が少なくとも1以上連続する高頻度列と、この高頻度列と連続し、かつ、前記高頻度シンボル以外のMビット単位のシンボル (以下、低頻度シンボルという) が少なくとも1以上連続する低頻度列とにより構成されるグループの集まりと判定するグループ判定ステップと、

高頻度圧縮手段が、前記グループ判定ステップで判定された前記グループごとに、

(a) 高頻度シンボルの個数と低頻度シンボルの個数を求め、

(b) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 以上であることを表す $M/2$ ビットの符号と、任意の $M/2$ ビットの符号と、

未出力の低頻度シンボルのうち先頭の $2^{M/2} - 1$ 個の低頻度シンボルと

を順次出力する処理を、未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 未満となるまで

繰り返し、

(c) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個数が $2^{M/2} - 1$ 未満である場合は、

未出力低頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

未出力の低頻度シンボルと

を順次出力し、

(d) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個数が $2^{M/2} - 1$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数が $2^{M/2} - 1$ 以上であることを表す $M/2$ ビットの符号

と、

未出力の低頻度シンボルと、

(高頻度シンボルの個数 - ($2^{M/2} - 1$)) 個を表す $M \times N$ (N は、 $N - 1$

(高頻度シンボルの個数 - ($2^{M/2} - 1$)) / ($2^M - 1$) < N) ビットの符号と

を順次出力する

高頻度圧縮ステップと

を具備するデジタル信号符号化方法。

【請求項 2】

制御手段が、入力された圧縮符号から M (M は 2 以上の整数) ビットの制御符号を取り出し、取り出した制御符号の上位 $M/2$ ビットを低頻度シンボル個数符号とし、下位 $M/2$ ビットを高頻度シンボル個数符号とし、

(a) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{M/2} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

(b) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{M/2} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{M/2} - 1$ でない場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成して合成手段に出力し、

(c) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{M/2} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{M/2} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成して合成手段に出力し、

前記低頻度シンボルの列に続く $M \times N$ (N はある整数) ビットの、高頻度シンボルの個数を表わす制御符号を取り出して新たな高頻度シンボル個数符号とする処理と、前記新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成して合成手段に出力する

制御ステップと、

合成手段が、前記制御手段から出力された低頻度シンボル列と高頻度シンボルの列とを連結したシンボル列を出力する合成ステップと

を具備するデジタル信号復号化方法。

【請求項 3】

入力されたデジタル信号を、 M (M は 2 以上の整数) ビット単位の予め決められた 1 つのシンボル (以下、高頻度シンボルという) が少なくとも 1 以上連続する高頻度列と、この高頻度列と連続し、かつ、前記高頻度シンボル以外の M ビット単位のシンボル (以下、低頻度シンボルという) が少なくとも 1 以上連続する低頻度列とにより構成されるグループの集まりと判定するグループ判定手段と、

前記グループ判定手段で判定された前記グループごとに、高頻度シンボルの個数と低頻度シンボルの個数を求め、

(a) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{M/2}$ 以上であることを表す $M/2$ ビットの符号と、任意の $M/2$ ビットの符号と、

10

20

30

40

50

未出力の低頻度シンボルのうち先頭の $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 個の低頻度シンボルと
 を順次出力する処理を、未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満となるまで
 繰り返し、

(b) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個
 数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 未満である場合は、

未出力低頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

未出力の低頻度シンボルと

を順次出力し、

(c) 未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個
 数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数を表す $M/2$ ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 以上であることを表す $M/2$ ビットの符号

と、

未出力の低頻度シンボルと、

(高頻度シンボルの個数 - ($2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$)) 個を表す $M \times N$ (N は、 $N - 1$

(高頻度シンボルの個数 - ($2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$)) / ($2^M - 1$) < N) ビットの符号と

を順次出力する

高頻度圧縮手段と

を具備するデジタル信号符号器。

【請求項 4】

入力された圧縮符号から M (M は 2 以上の整数) ビットの制御符号を取り出し、取り出し
 た制御符号の上位 $M/2$ ビットを低頻度シンボル個数符号とし、下位 $M/2$ ビットを高頻
 度シンボル個数符号とし、

(a) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に
 続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

(b) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度
 シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でない場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に
 続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シ
 ンボルの列を生成して合成手段に出力し、

(c) 前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度
 シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に
 続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻
 度シンボルの列を生成して合成手段に出力し、

前記低頻度シンボルの列に続く $M \times N$ (N はある整数) ビットの、高頻度シンボル
 の個数を表わす制御符号を取り出して新たな高頻度シンボル個数符号とする処理と、前記
 新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボル
 の列を生成して合成手段に出力する

制御手段と、

前記制御手段から出力された低頻度シンボル列と高頻度シンボルの列とを連結したシン
 ボル列を出力する合成手段と

を具備するデジタル信号復号器。

【請求項 5】

入力されたデジタル信号を、 M (M は 2 以上の整数) ビット単位の予め決められた 1 つ
 のシンボル (以下、高頻度シンボルという) が少なくとも 1 以上連続する高頻度列と、こ

10

20

30

40

50

の高頻度列と連続し、かつ、前記高頻度シンボル以外のMビット単位のシンボル（以下、低頻度シンボルという）が少なくとも1以上連続する低頻度列とにより構成されるグループの集まりと判定するグループ判定手段と、

前記グループ判定手段で判定された前記グループごとに、

（a）高頻度シンボルの個数と低頻度シンボルの個数を求め、

（b）未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 以上であることを表すM/2ビットの符号と、任意のM/2ビットの符号と、

未出力の低頻度シンボルのうち先頭の $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 個の低頻度シンボルと

を順次出力する処理を、未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満となるまで繰り返す、

（c）未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 未満である場合は、

未出力低頻度シンボルの個数を表すM/2ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数を表すM/2ビットの符号と、

未出力の低頻度シンボルと

を順次出力し、

（d）未出力の低頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor}$ 未満であり、かつ、高頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 以上である場合は、

未出力の低頻度シンボルの個数を表すM/2ビットの符号と、

高頻度シンボルの個数が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ 以上であることを表すM/2ビットの符号

と、

未出力の低頻度シンボルと、

（高頻度シンボルの個数 - $(2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1)$ ）個を表すM×N（Nは、N - 1

（高頻度シンボルの個数 - $(2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1)$ ） / $(2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1) < N$ ）ビットの符号と

を順次出力する

高頻度圧縮手段

としてコンピュータを機能させるためのデジタル信号符号化プログラム。

【請求項6】

入力された圧縮符号からM（Mは2以上の整数）ビットの制御符号を取り出し、取り出した制御符号の上位M/2ビットを低頻度シンボル個数符号とし、下位M/2ビットを高頻度シンボル個数符号とし、

（a）前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

（b）前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でない場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成して合成手段に出力し、

（c）前記低頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ でなく、かつ、前記高頻度シンボル個数符号が示す数値が $2^{\lfloor M/2 \rfloor} - 1$ である場合は、

前記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ前記圧縮符号中の前記制御符号に続く低頻度シンボルの列を取り出して低頻度シンボル列を生成して合成手段に出力し、

前記新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成して合成手段に出力し、

前記低頻度シンボルの列に続くM×N（Nはある整数）ビットの、高頻度シンボルの個数を表わす制御符号を取り出して新たな高頻度シンボル個数符号とする処理と、前記新たな高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボル

の列を生成して合成手段に出力する

制御手段と、

前記制御手段から出力された低頻度シンボル列と高頻度シンボルの列とを連結したシンボル列を出力する合成手段

としてコンピュータを機能させるためのデジタル信号復号化プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は1と0の2値で表現されたデジタル信号、特に好ましくは音声信号、音楽などの音響信号や画像信号を可逆に圧縮し、伸張する符号化方法、復号化方法、符号器、復号器、それらのプログラムに関する。

10

【0002】

【従来の技術】

歪を許さない符号化はシンボルの生起確率に基づく圧縮技術が多く知られている。ハフマン符号や算術符号、ランレングス符号などが代表的な方法である。いずれも統計的性質が正確にわかるほど圧縮効率があがるが、圧縮すべきデータをどのように処理するか、分類するかは多くの自由度がある。特にオーディオ信号の振幅のデータを統計的性質に近い集合に分割して、集合ごとに個別の圧縮符号を適用する手法は特許文献1に示唆されている。時間軸方向に上位の“0”が多い部分だけを集め、下位のランダムに近い部分だけを集めることになるので、個別の最適化が可能である。

20

【0003】

図1に示すように、符号器では、入力端子100よりのデジタル入力信号の時系列(以下「デジタル入力信号系列」と称する)が、フレーム分割部110で、例えば1024個のデジタル入力信号(即ち、1024点のサンプル)からなるフレーム単位に順次分割され、このフレーム単位ごとにデジタル信号が非可逆量子化部120で非可逆圧縮符号化される。この符号化は、復号化時に元のデジタル入力信号をある程度再現できる方式であれば、入力信号に適した如何なる方式でもよい。例えば、上記デジタル入力信号が音声であればITU-Tの音声符号化などが利用でき、音楽であればMP3またはTwinVQなどが利用でき、映像信号であればMP3などを用いることができる。この非可逆圧縮符号化部130は逆量子化部130で局部復号され、この局部復号信号と元のデジタル信号との誤差信号が差回路140で生成される。この誤差信号の振幅は通常は元のデジタル信号の振幅よりもかなり小さい。よって、デジタル信号を直接可逆圧縮符号化するよりも、誤差信号を可逆圧縮符号化の方が情報量を小さくできる。

30

【0004】

この可逆圧縮符号化の効率を上げるために、誤差信号即ち、デジタルのサンプル列をならびかえ部160でビット列を変換する。即ちこの誤差信号を、2の補数表現によるサンプル列から、符号絶対値表現(極性と絶対値の2進数)によるサンプル列へ変換し、その各サンプルのビット(桁)位置、つまりMSB, 第2MSB, ..., LSB毎に、サンプルを跨いだ、フレーム内のビットからなるビット列として、可逆符号化部150で可逆圧縮符号化して符号I(e)を出力する。つまり誤差信号の各サンプルV(k)は例えば図2Aに示すように、LSB~極性ビットの例えば24ビットであり、サンプルV(k)の数は1024個であり、同一ビット位置をサンプルを跨いだフレーム内のビットからなるビット列の1つDH(i)は図2Bに示すように、図2Aの各サンプルの同一桁位置のビットよりなり、そのビット数は1024個である。誤差信号は振幅が小さいので、上位のビットは全て“0”となることが多く、その結果、変換されたビット列は“0”が連続することによって、誤差信号の可逆圧縮符号化効率を上げることができる。この可逆圧縮符号化としては、例えば、同一符号(1又は0)が連続する系列がある場合や頻繁に出現する系列がある場合を利用した、ハフマン符号化や算術符号化などのエントロピー符号化などを用いることができる。

40

【0005】

50

復号器では、可逆復号化部 210 で可逆圧縮符号 I (e) が復号化され、その復号信号に対し、ならびかえ部 220 でならびかえ部 160 と逆の処理が行われ、誤差信号がフレーム単位で順次再生される。また、逆量子化部 230 で、非可逆圧縮符号 I (n) が復号化され、この復号信号と再生された誤差信号とが加算部 240 で加算され、最後に、フレーム合成部 250 でフレームごとの各加算信号が順次連結されて、元のデジタル信号系列が再生される。

このような可逆圧縮符号化法は特許文献 2 にも示されている。更に文字の繰り返し情報を用いて可逆圧縮する方法が特許文献 3 に示されている。

【0006】

次にこの発明の実施形態に用いられる誤差信号生成部となり得る従来技術（例えば T. Moriya 他 4 名著 “ Sampling Rate Scalable Lossless Audio coding ” 2002 IEEE Speech Coding Workshop proceedings 2002, 10 月参照）を図 3 を参照して説明する。

これは各種品質の情報が得られるようにオーディオ信号について標本化周波数に基づく階層的符号化であって、又音源 41 よりの振幅語長（量子化精度）が 24 ビット、標本化周波数が 96 kHz のデジタル信号が右シフト部 42 により各サンプルが 8 ビット右へシフトされ、つまり下位 8 桁が除去され、振幅語長が 16 ビットとされ、その後左シフト部 43 で 8 ビット左へシフトされ、各サンプルの振幅語長が 24 ビットで下位 8 ビットが 0 の信号とされ、この信号が減算部 44 で入力デジタル信号より差し引かれ、下位 8 ビット（誤差信号）が出力される。この誤差信号は量子化精度が 24 ビット、標本化周波数が 96 kHz であり、24 b, 96 kHz 誤差信号と表示する。以下も同様の表示を用いる。この 24 b, 96 kHz 誤差信号は必要に応じて可逆圧縮部 53 で可逆圧縮符号化される。右シフト部 42 よりの信号はダウンサンプル部 45 で標本化周波数が 48 kHz にダウンサンプリングされ、このダウンサンプリングされた信号がアップサンプル部 46 で標本化周波数 96 kHz にアップサンプリングされ、このアップサンプリングされた信号と、右シフト部 42 よりの信号との誤差信号が減算部 47 で生成され、この 16 b, 96 kHz 誤差信号が可逆圧縮部 48 で可逆圧縮符号化され、16, 96 符号として出力される。

【0007】

ダウンサンプル部 45 より 16 ビット 48 kHz のデジタル信号は非可逆符号化部 49 で符号化方法 MPEG-4 により圧縮符号化され、その圧縮符号が主符号として出力される。この圧縮符号は局部復号部 50 で復号され、局部復号信号が生成され、この局部復号信号と、ダウンサンプル部 45 よりの 16 ビット 48 kHz デジタル信号との 16 b, 48 kHz 誤差信号が減算部 51 で生成され、その誤差信号は可逆圧縮部 52 で可逆圧縮符号化され、16, 48 符号として出力される。

【0008】

【特許文献 1】

特開 2001-144847 公報（第 6～8 頁、第 3 図）

【特許文献 2】

特許第 3127016 号公報

【特許文献 3】

特許第 3025301 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

ビット列中の連続する“0”（又は“1”）ビットの数を符号とし、その“0”（又は“1”）ビットを除去して圧縮する。ランレングス符号化は連続する“0”（又は“1”）ビットの数が少ないと圧縮効率が悪くなる。一方、“0”ビットと“1”ビットが混在する場合はエントロピー符号化が適するが、連続する“0”（又は“1”）ビットの数が多い場合はランレングス符号化よりも圧縮効率が劣る。

可逆圧縮符号化としてランレングス符号化のみ、あるいはエントロピー符号化のみ又はこれら両者の組合せよりも効率的に符号化することが出来る符号化方法、復号化方法、その

10

20

30

40

50

符号器、復号器、これらのプログラムを提供することを、この発明は目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明の符号化方法によればデジタル信号を、2以上の整数Mビット単位の出現頻度が高いシンボル（以下高頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する高頻度列と、上記高頻度シンボル以外のMビット単位のシンボル（以下低頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する低頻度列とから構成されるグループとして、各グループごとに高頻度シンボルの個数と低頻度シンボルの個数及びその低頻度シンボルとを出力する。

この発明の復号化方法によれば高頻度シンボルの個数と低頻度シンボルの個数及びその低頻度シンボル列とのグループごとに、上記低頻度シンボル列と、予め決められたビット数のビットパターンよりなるシンボルを上記高頻度シンボルの個数だけ連続させたシンボル列とを連続させて出力する。

【0011】

この発明の符号器によればデジタル信号が入力され、そのデジタル信号を、2以上の整数Mビット単位の出現頻度が高いシンボル（以下高頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する高頻度列と、この高頻度列と連続し、かつ上記高頻度シンボル以外のMビット単位のシンボル（以下低頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する低頻度列を1つのグループとして判定するグループ判定部と、上記デジタル信号が入力され、上記グループごとに、高頻度シンボルの個数を表わす符号と低頻度シンボルの個数を表わす符号及びその低頻度シンボルとを出力する高頻度圧縮部とを具備する。

【0012】

この発明の復号器によれば、圧縮符号が入力され、その圧縮符号を、低頻度シンボル個数符号、高頻度シンボル個数符号を分離出力する分離部と、上記低頻度シンボル個数符号及び上記高頻度シンボル個数符号が入力され、上記低頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ上記圧縮符号から低頻度シンボルの列を分離した低頻度シンボル列を生成し、その低頻度シンボル列と連続し、上記高頻度シンボル個数符号が表わす個数だけ連続する予め決められた高頻度シンボルの列を生成する制御部とを具備する。

この発明の符号化プログラムは前記符号器としてコンピュータを機能させるためのプログラムである。

この発明の復号化プログラムは前記復号器としてコンピュータを機能させるためのプログラムである。

【0013】

【発明の実施の形態】

符号化

この発明の実施形態を図面を参照して説明する。

この発明による符号器の機能構成例を図4に示す。デジタル信号源310よりのデジタル信号はこの発明による符号器330に入力される。符号器330においては入力されたデジタル信号を必要に応じてビット分割部331において2以上の整数Mビットごとに分割され、Mビット単位の出現頻度が高いシンボル（以下高頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する高頻度列とこの高頻度列と連続し、かつ高頻度シンボル以外のMビット単位のシンボル（以下低頻度シンボルという）の少なくとも1以上の連続する低頻度列とを1つのグループとして、この例では分離・グループ判定部332で判定する。その判定されたグループごとに高頻度シンボルの個数 N_z を表わす符号と低頻度シンボルの個数 N_n を表わす符号及びその低頻度シンボルとを高頻度圧縮部303から出力する。この例においては上記 N_z を表わす符号及び N_n を表わす符号を制御符号として制御符号生成部334で生成し、これらの数 N_z を高頻度計数部335で計数し、 N_n を低頻度計数部336で計数する。低頻度シンボルを低頻度出力部337により出力する。

【0014】

この実施形態ではデジタル信号源310として音響信号源311からの音響信号をフレ

ーム分割部 3 1 2 により所定サンプル、例えば 1 0 2 4 サンプルごとにフレーム分割し、各分割されたフレームごとに誤差信号生成部 3 1 3 で非可逆圧縮符号とその誤差信号とを生成する。つまり例えば図 1 に示した非可逆量子化部 1 2 0、可逆量子化部 1 3 0、差回路 1 4 0 により誤差信号生成部 3 1 3 が構成される。

またこの例では図 2 を参照して説明したように、誤差信号のサンプルの同一ビット位置（桁位置）を連続させたビット列として符号化する場合である。そのビット列の変換はならばかえ部 1 1 4 で行われる。この場合図 3 B における上位ビットの領域 3 1 5 はすべて“0”となり、中位ビットの領域 3 1 6 は例えば一部を枠 3 1 7 内に示すように“0”ビットの連続中に“1”ビットが一部混在したものとなり、最下位付近の領域 3 1 8 は、その一部を枠 3 1 9 内に示すように“0”ビットの連続は著しく少なくなり、つまり“0”ビットと“1”ビットとが混在した状態となっている。ここで枠 3 1 7, 3 1 9 内の数値は 4 ビットずつを 0 から 9、A, B, C, D, E, F までの 16 進表示である。以後“0x”は後続の数値又は記号が 16 進であることを示し、例えば、“0xF”は 10 進で 15 を意味する。

【0015】

そこでこの実施形態では分離・グループ判定部 3 3 2 で最初は M ビット単位に分割されたものが“0”ビットの連続であり、最初に“0”でない M ビットが現われるまでを特定シンボル圧縮部 3 3 8 で符号化する。前記図 3 B に示した例では M ビットは 8 ビットの場合であり、1 シンボルが 8 ビットの場合であり、高頻度シンボルがその M ビットがすべて“0”ビットの場合であり、低頻度シンボルはそれ以外、つまりその M ビット中に少なくとも“1”ビットを含むものである。特定シンボル圧縮部 3 3 8 では最初から、最初に低頻度シンボルが現われるまでの、高頻度シンボル数を表わす符号を出力する。

【0016】

次にこの発明の要部である高頻度圧縮部 3 3 3 について説明する。この例では高頻度シンボル数 N_z を表わす符号ビット数 M_z と低頻度シンボル数 N_n を表わす符号ビット数 M_n との和が 1 シンボルのビット数 M になるようにした場合である。前記 $M = 8$ (1 バイト) の例において上位 4 ビットで低頻度シンボル、つまり図 2 の例では非ゼロバイトの数 N_n を表わし、下位 4 ビットで高頻度シンボル数 N_z 、つまりゼロバイトの数 N_z を表わすようにした。これは低頻度シンボルが連続して現われるのは 15 個特に数個以内の場合が多い状態に適用したからであり、また低頻度シンボルの数 N_n が小さい方が圧縮効率が向上する。例えば図 5 A - 1 に示すデジタル信号を符号化すると図 5 A - 2 に示すようになる。つまり先に述べたようにグループごとに符号化するが、そのグループの境界は図中に縦線で示すように高頻度シンボルと低頻度シンボルとの間になり各グループごとに低頻度シンボル数 N_n を表わす 4 ビットを上位ビットとし高頻度シンボル数 N_z を表わす 4 ビットを下位ビットとする制御符号を先頭につけ、図においてこれに影をつけて示している。最初のグループは低頻度シンボル“0x08”で始まり、低頻度シンボル“0x04”の前で終わっており、低頻度シンボル数 N_n は“0x08”と“0x20”の 2 個であり、高頻度シンボル数 N_z は 10 個である。従って制御符号は上位 4 ビット数が“0x2”となり下位 4 ビットは“0xA” (10 の 16 進表示) となる。この制御信号の後に、このグループの連続する低頻度シンボル“08”と“20”が出力される。これに続いて次のグループの制御符号が付け加わり、さらにその後にそのグループの連続する低頻度シンボルが付け加わる。以下同様に圧縮符号化される。

【0017】

次に高頻度シンボル数 N_z が 1 つの制御符号で表わすことができる数 $2^{M_z} - 1$ を越える場合の符号化例を図 5 の B - 1 と B - 2 を参照して説明する。この例では $0x F \leq N_z < 0x F F + 0x F$ の場合である。第 1 番目のグループでは低頻度シンボルの後に高頻度シンボルが 17 個連続しており先頭の制御符号の上位 4 ビットには低頻度シンボル数 $N_n = 2$ を表わす“0x2”となり、下位 4 ビットには高頻度シンボルが 15 個連続することを示す符号化“0xF”を入れる。その次にそのグループの連続する 2 つの低頻度シンボルをつけ、その後に制御符号をつけてこのグループの終りであることがわかるようにする。こ

の制御符号は上位4ビットは低頻度シンボル数がゼロであることを示し、次の4ビットは先頭の制御符号に示した高頻度シンボル数“ $0 \times F$ ”をそのグループの高頻度シンボル数 $N_z = 17$ から差し引いた残りの数“ 0×2 ”とする。この次には次のグループに対する先頭の制御符号が続くことになる。

【0018】

高頻度シンボル数 N_z が31以上の例を図5C-1、C-2に示す。この場合最初のグループは連続する低頻度シンボルの数 N_n が2で、これに連続する高頻度シンボルの数 N_z が278の場合であり、つまり16進表示では $N_z = 278 = 15 + 256 + 7 = 0 \times F + 0 \times FF + 0 \times 7$ である。先頭の制御符号には、図5Bの場合と同様に“ $0 \times 2F$ ”を入れ、次に連続する2個の低頻度シンボルを続け、その次の制御符号として“ $0 \times FF$ ”を入れ、さらにグループの終わりを示す制御符号として“ 0×07 ”を入れる。このようにして連続する高頻度シンボル数 N_z を表わす。このように先頭の制御符号で表わすことができる高頻度の数“ $0 \times F$ ”を実際に連続する高頻度シンボル数 N_z から差し引いた残りの数を表わすことができるだけ数の制御符号をグループ符号の最後につける。例えば低頻度シンボル数 $N_z = m \times 0 \times FF + 0 \times F$ ($m = 1, 2, 3 \dots$)の場合も最後には制御符号として“ 0×00 ”を入れてこのグループの最後であることを表わす。

【0019】

これまでの例では $N_n = 0 \times F$ の場合があったが、 $N_n > 0 \times F$ の場合、しきい値 T を設定して、低頻度シンボル数がしきい値 T より大きい場合は、高頻度シンボルの圧縮処理を止めることになる。このしきい値 T が小さすぎると、高頻度シンボル圧縮停止後にも、比較的長く連続する高頻度シンボルが生じることがあり、有効な圧縮が出来ず、しきい値 T が大きすぎると比較的長く連続する低頻度シンボルを制御符号の多くの情報量を必要とするため圧縮効率が低下する。このしきい値 T は入力信号の性質や他の条件によって、あらかじめ決めておく。実際のオーディオデジタル信号を各サンプルについて同一ビット位置について並べた系列では上位の桁はほとんど“0”ビットであるが、中位の桁では少し“0”ビット以外の値が出現し、しだいに“0”ビット以外が多くなり、下位の桁ではほとんど偏りがなくなり“0”ビットだけのシンボル「バイト」はなくなる。先にあげた例では $T = 2 \times 0 \times F$ (10進数で30)とすることができる。

【0020】

この例を図5D-1, D-2に示す。この場合最初のグループの連続する低頻度シンボル数 N_n は17個であって、その2進数表示は4ビットをこえるため先頭の制御符号は $0 \times F0$ としてこれに低頻度シンボルをその最初から15個つけ、次に制御符号として第1グループの残りの低頻度シンボルの数5とそのグループの連続する高頻度シンボル数 $N_z = 10$ 個、つまり $0 \times A$ をつける。従って第1グループの2番目の制御符号は“ $0 \times 5A$ ”となり、このあとに残りの低頻度シンボルの5個をつけて第1グループの符号とする。以上の説明で明らかな様に制御符号の上位4ビットは長く連続する高頻度シンボル列のために使う以外は0になることはない。これは各グループの先頭は低頻度シンボルであり、低頻度シンボル数 N_n が少なくとも1であるためである。また $0 \times F < N_n < 2 \times 0 \times F$ となる場合でも、そのグループの2番目の制御符号の上位4ビットも“0”になることはない。よって制御符号の上位4ビットは低頻度シンボル数 N_n から1を引いたものとして、このビット数 M_n で低頻度シンボル数を表わすことができる値を1だけ多くすることが出来る。

【0021】

この様にして高頻度圧縮部333によって圧縮し、符号器330に入力されたシンボル列中の低頻度シンボル数 N_n がしきい値 T 以上の部分は、分離・グループ判定部332で格納部339からのしきい値 T にもとずいて分離されて、例えば出力バッファ341に入力される。特定シンボル圧縮部338からの符号、高頻度圧縮部333からの符号も出力バッファ341に入力され、出力バッファ341内のこれら符号は可逆圧縮部342でエントロピー符号化が行なわれて出力部343へ供給される。誤差信号生成部313からの非可逆圧縮符号も出力部343へ供給され、出力部343から音響信号源311の出力信号

に対する圧縮符号として出力される。符号器 330 内の各部に対する動作制御は制御部 344 より行なわれる。

【0022】

次に前述した具体例について符号化処理方法を図 6 を参照して説明する。入力された誤差信号を必要に応じて並びかえ、またビット分割（シンボル分割）を行ない（S1）、そのシンボル列について低頻度シンボル（以下前記具体例では“1”ビットを含むシンボルであるから非ゼロシンボルといい、シンボルのビット数 M を 8 ビット、つまり 1 バイトとする）が現われるまでの高頻度シンボル（以下同様にこれをゼロシンボルという）の数 N_0 を計数する（S2）。

次に連続する非ゼロシンボル数 N_n とこれに連続するゼロシンボル数 N_z を求め（S3）、その非ゼロシンボル数 N_n がしきい値 T 以上かを調べ（S4）、しきい値 T 以下であれば N_n 個の非ゼロシンボルを非ゼロバッファへ格納し（S5）、また各計数値 N_n と N_z をグループバッファ内に格納してステップ S3 に戻る（S6）。このようにしてシンボル列をグループ分けする。ステップ S4 で非ゼロシンボル数 N_n がしきい値 T より大きければ前記グループ分けしたシンボル列をグループごとに圧縮する（S7）。そのグループごとの圧縮が終わればこれらグループごとの圧縮符号としきい値 T 以上連続する残りの非ゼロシンボル列と必要に応じて最初の連続するゼロシンボル数 N_0 とをエントロピー符号化等により可逆圧縮符号化する（S8）。

【0023】

次に図 6 のステップ S7 の処理、つまり図 4 中の高頻度圧縮部 333 の処理の具体例を前述した具体例、つまりしきい値 $T = 2 \times 0 \times F$ の場合について図 7 を参照して説明する。非ゼロバッファ読み出し用パラメータ i を 0 に初期化し（S1）、非ゼロシンボル数 N_n がしきい値 $T + 1$ （10 進数で 33）以下かを調べ（S2）、 $T + 1$ 以下であれば N_n が $0 \times F + 1$ （10 進数で 16）以上かを調べ（S3）、以上であればバッファ読み出し用パラメータ P_n を $0 \times F + 1$ とし（S4）、非ゼロシンボル数 N_n から $0 \times F + 1$ を引いて N_n を更新し（S5）、 $0 \times F$ を出力バッファに格納し（S6）、非ゼロバッファから格納番号 i から非ゼロシンボルを取り出し i を + 1 し、またその格納番号から非ゼロシンボルを取り出すことを格納番号 15 になるまで繰り返し、つまり非ゼロバッファから連続する非ゼロシンボルを順次取り出して出力バッファに格納する（S7）。

【0024】

次にゼロシンボル数 N_z が $0 \times F$ 以下であるかを調べる（S8）。ステップ S3 において N_n が $0 \times F + 1$ よりも大きくなければパラメータ P_n を 0 としてステップ S8 に移る（S9）。ステップ S8 において N_z が $0 \times F$ より小さければ残りゼロパラメータ Z_L を 0 とし、フラグ F_s を 0 とする（S10）。ステップ S8 で $N_z < 0 \times F$ でなければ N_z が $0 \times F$ と等しいかを調べ（S11）、等しければ残りゼロパラメータ Z_L を 0 とし、フラグ F_s を 1 とする（S12）。ステップ S11 で N_z が $0 \times F$ と等しくなければ、つまり N_z が $0 \times F$ よりも大きければ N_z から $0 \times F$ を引き算した値を残りゼロパラメータ Z_L とし（S13）、 N_z を $0 \times F$ に更新し、フラグ F_s を 0 とする（S14）。

【0025】

これらステップ S10、S12、S14 の後にその時の N_n を - 1 して N_n とし（S15）、 N_n 、 N_z を出力バッファに格納し（S16）、これまで読み出されていない非ゼロバッファ内の最初の非ゼロシンボルから連続して N_n 個の非ゼロシンボルを順次取り出して出力バッファに格納する（S17）。つまり非ゼロバッファの格納番号 $P_n + i$ からの読み出しを、 i を + 1 しながら $P_n + N_n$ になるまで非ゼロバッファから非ゼロシンボルを順次取り出せばよい。

次にフラグ F_s が 1 であるかを調べ（S18）、1 でなければ、つまりゼロシンボル数 N_z が $0 \times F$ 以上の場合は、残りゼロパラメータ Z_L が $0 \times F F$ （10 進数で 256）より小さいかを調べ（S19）、小さくなければ Z_L が $0 \times F F$ と等しいかを調べ（S20）、等しくなければ Z_L から $0 \times F F$ を引いて Z_L を更新し（S21）、 $0 \times F F$ を出力バッファに格納してステップ S19 に戻る（S22）。ステップ S20 で Z_L が $0 \times F F$ と等

しければ $0 \times FF$ を出力バッファに格納し (S23)、これに続いて 0×0 を出力バッファに格納し (S24)、 Z_L を 0 として終了する (S25)。

【0026】

ステップ S19 で Z_L が $0 \times FF$ より小さければ $0 \times Z_L$ を出力バッファに格納してステップ S25 に移る (S26)。ステップ S18 でフラグ F_s が 1 であればステップ S24 に移る。なおステップ S2 において N_n が $T+1$ より小さくなければ高頻度圧縮を行わない、つまりこのステップ S2 は図 6 におけるステップ S4 の処理と対応する。

この処理は例えばコンピュータに実行させることができる。その場合は例えば図 8 に示すように入出力インターフェース部 351 より入力された誤差信号はシンボル列として記憶部 352 に格納され、これに対するグループ分け処理により各グループごとにグループバッファ 353 に N_n , N_z が非ゼロシンボルか非ゼロバッファ 354 にそれぞれ順次格納され、パラメータ格納部 355 に図 7 の処理に用いた N_n , N_z , P_n , Z_L , F_s , i を格納更新しながら CPU を主体とする制御部 356 によりプログラムメモリ 357 のプログラムを実行することにより図 7 に示した処理を行って、例えば図 5 に示した圧縮符号列を出力バッファ 358 に得るようにすることができる。

【0027】

復号化

次にこの発明による復号器をその機能構成を示す図 9 を参照して説明する。この実施形態は図 4 に示した符号器と対応するものである。入力端子 400 から圧縮符号が符号分離部 410 に入力され、符号分離部 410 においてこの例では非可逆符号が非可逆伸長部 420 に供給されて、非可逆復号伸長が行われる。これは図 4 中の誤差信号生成部 313 における非可逆圧縮部と対応したものである。符号分離部 410 から分離された非可逆符号以外の符号は図 4 の可逆圧縮部 342 と対応する可逆伸長部 430 により可逆復号され、バッファ 440 に一旦格納される。つまりバッファ 440 内には符号器 330 で生成された最初の長く連続するゼロシンボルの数 N_0 を表わす符号と、グループごとの高頻度圧縮符号列と、この高頻度圧縮が行われなかった低頻度シンボル (非ゼロシンボル) のシンボル列とが格納されることになる。制御部 450 によりまず N_0 を表わす符号を取り出し高頻度シンボル生成部 470 に N_0 だけゼロシンボルを生成させて合成部 460 へ供給させる。前記例では M ビットの 0 (図 5 の例では $M=8$) を 1 つのゼロシンボルとして合成部 460 に供給する。次にバッファ 440 内の符号がグループごとに読み出し復号される。つまり最初のグループの制御符号が読み出され、その上位 M_n ビットで表わされた非ゼロシンボル数 N_n 個の非ゼロシンボルが前記読み出した制御符号に続いてバッファ 440 から読み出されて合成部 460 へ供給される。その後制御部 450 は高頻度シンボル生成部 470 に前記制御符号の下位 M_z ビットを供給し、高頻度シンボル生成部 470 はその M_z ビットで表わされた数 N_z だけ高頻度シンボル (ゼロシンボル) を生成して合成部 460 へ供給する。

【0028】

1 つのグループ内の途中あるいは終わりの部分に制御符号が存在する場合は、その制御符号の非ゼロシンボル数を示す符号 M_n とゼロシンボル数を示す符号 M_z の各内容に応じて先に述べた制御符号に対する処理と同様の処理を行って 1 つのグループに対する復号を終了し、次のグループに対する復号に移ることになる。

制御部 450 はすべてのグループに対する復号が終了するとその圧縮符号に続く非ゼロシンボルをバッファ 440 から順次最後まで取り出して合成部 460 へ供給する。前記図 4 に示した符号器と対応して合成部 460 からは図 4 中のビット分割部 331 の出力と対応したシンボル列が得られる。これはならびかえ部 481 で図 4 のならびかえ部 314 と対応して元のビット列にならびかえ、加算部 482 で非可逆伸長部 420 より伸長された信号と加算され、加算部 482 の加算された信号をフレーム合成部 483 でフレームごとに合成して復号デジタル信号を出力端子 490 に出力する。

【0029】

制御部 450 によるグループごとの復号処理の手順の例を図 10 を参照して説明する。ま

ずバッファ440から制御符号、この例ではMビットを取り込む。ここでは最初のグループの最初(先頭)の制御符号を取り込むことになる。その上位 M_n ビット、下位 M_z ビットが表わす数 N_n , N_z を求める(S1)。ここで前記例と同様に $M_n = M_z = 4$ としてある。その N_n は $0 \times F$ であるかを調べ(S2)、そうであれば今、読み出した制御符号に続くシンボル(Mビット)を15個連続して取り出して合成部460へ出力してステップS1に戻る(S3)。

【0030】

ステップS2で N_n が $0 \times F$ と等しくなければ次の N_n 個のシンボルをバッファ440から順次取り込み、合成部460に出力する(S4)。 N_z が $0 \times F$ と等しいかを調べ(S5)、等しければ次のMビット、つまり制御符号をバッファから取り込み、そのMビットが表わす数 N_z を求め(S6)、その N_z が $0 \times FF$ であるかを調べ(S7)、 $0 \times FF$ であれば高頻度シンボル生成部472にゼロシンボルを $0 \times FF$ 個生成させて合成部460へ供給してステップS6に戻る(S8)。ステップS5で N_z が $0 \times F$ でない場合、またステップS7で N_z が $0 \times FF$ でない場合はいずれも高頻度シンボル生成部470に非ゼロシンボルを N_z 生成させて合成部460に供給する(S9)。これで1グループの復号が終了したことになる。

【0031】

この復号器も符号器と同様にコンピュータにプログラムを実行させて機能させることもできる。その場合は例えば符号器について述べると、図8中のプログラムメモリ357に、図7に示した処理をコンピュータに実行させるための符号化プログラムをCD-ROMや磁気ディスク等の記録媒体からインストールし、あるいは通信回線を介してダウンロードして制御部356に実行させればよい。

上述においてシンボルのビット数Mは8に限らず、2以上の整数であればよい。また非ゼロシンボルやゼロシンボルの各数 N_n , N_z を4ビットでそれぞれ表現し、また $M = 8$ としたが、現在の電子計算機のデータ構造からすると8ビット又は16ビット単位とすることが好ましい。制御符号のビット数と1つのシンボルのビット数を異ならせてもよい。図4において可逆圧縮部342における可逆圧縮は非ゼロシンボルの連続数がしきい値Tを越えたシンボル列に対してのみ行ってもよい。図4中の誤差信号生成部313としては非可逆圧縮符号の誤差信号のみならず、例えば図3中における右シフト部42の出力信号の音源41よりの信号に対する誤差信号、すなわち減算部44の出力信号、いい換えると低い量子化精度の信号の高い量子化精度の信号に対する誤差信号でもよい。あるいは図3中におけるダウンサンプル部45の出力信号の右シフト部42の出力信号に対する誤差信号、図において減算部47の出力信号、つまりサンプリング周波数が低い信号の、これよりサンプリング周波数が高い信号に対する誤差信号であってもよい。また誤差信号生成部313としては更に図11に示すようなものでもよい。2以上の整数Sチャンネルのデジタル信号が端子 $100_1 \sim 100_S$ よりフレーム分割部110に入力され、それぞれフレーム単位、例えば1024サンプルごとに分割される。各分割されたデジタル信号はチャンネル混合部30でSより少ない1以上の整数Rチャンネルのデジタル信号に混合される。この混合されたRチャンネルの信号は符号化部120で非可逆又は可逆圧縮符号化され、符号 I_m として出力される。符号 I_m は局部符号化部130で復号され局部復号信号が作られる。この局部復号信号はチャンネル拡大部40でSチャンネルの局部復号信号にチャンネル数が増加される。ここでチャンネル混合は例えば8チャンネルの信号のうち最初の4チャンネルの平均を左チャンネル信号とし、後の4チャンネルの平均を右チャンネル信号とする。あるいは2チャンネルステレオ信号の平均を1チャンネルモノラル信号とすることであり、チャンネル拡大は前記チャンネル混合と逆に対応する数のチャンネル数の信号にする。ここでチャンネル数が拡大された局部符号信号は前記チャンネル混合によるチャンネル数の減少によって入力デジタル信号に対して情報が失われている。その失われた信号を誤差信号として、フレーム分割部110から分岐したMチャンネルデジタル信号とSチャンネル局部復号信号とが誤差算出部140に入力されて算出される。上記各種の誤差信号は階層符号化における下位信号の上位信号に対する誤差信号と云える。

10

20

30

40

50

【0032】

更には誤差信号は時間軸上の信号のみならず整数余弦変換などの直交変換した周波数軸上の係数であってもよい。また誤差信号のみならず原音信号や原音楽信号あるいは画像信号もしくは“0”とそれ以外の値(“1”又はこれと“-1”)との系列のデジタル信号一般、例えば図1中の非可逆量子化部よりの出力インデックスを含む系列などに対して高頻度シンボル圧縮符号化を行い、あるいはこれと低頻度シンボルに対するエントロピー符号化などの可逆符号化との組合せを適用してもよい。

上述において高頻度シンボル圧縮符号化出力をそのまま出力し、つまりこれに対しエントロピー符号化などの再符号化を行わなくてもよい。シンボル列の生成は前述した各サンプルの同一ビット位置のビット列に対して行う場合に限らず、例えば図2B中に破線方形枠321として示すように、1つサンプルの隣接するビット位置の2ビットとそのサンプルと隣接するサンプルの同一のビット位置の2ビットの4ビットの時間軸上における配列を、その各4ビットを予め決めた1ビット列とすることにより8ビット単位のシンボルとするようにシンボル列を構成してもよい。高頻度シンボルとしてはMビットすべてが“0”の場合のみならずすべてが“1”の場合、あるいは“0”と“1”の混在で同一パターンが高頻度に出現するものでもよい。

【0033】

実験例

図12にこの発明の圧縮効果を従来技術と比較した実験例を示す。入力データAとして、オーディオ信号の数値系列を時間方向にスキャンして作成した系列を用い、このデータAをエントロピー符号化したビット列Xを作成した(従来技術)。またデータAにこの発明によるゼロシンボル圧縮処理(高頻度シンボル圧縮)に適用してデータBを作成し、そのあとにそのビット列Bにエントロピー符号化を適用してビット列Yを作成した(この発明の一形態)。入力データAとして9種類の音楽データすべてについてXビット列XとYを作成し、これらの各圧縮比率 X/A 、 Y/A をそれぞれ示した。何れの音楽データについても、この発明を適用したYのサイズの値が従来技術のXのサイズの値より小さく、圧縮効果が大きいことがわかる。

【0034】

図13に従来技術の圧縮比と、この発明の圧縮比を比較する。信号の各標本化周波数とサンプルのビット幅(振幅分解能、量子化精度と対応)の組ごとに1段目に比較対称(従来技術)、2段目にこの発明のゼロシンボル圧縮を適応したものを、3段目には圧縮比の改善値を示す。1段目、2段目の各数値は原音のファイルサイズを圧縮後のファイルサイズで割り算したもので、数値が大きいほど圧縮比が大きく、好ましい。この比較ではともにサンプリングレートや振幅分解能にスケラブルな符号化を基本とし、比較対称は最終段階がエントロピー符号化のみであり、この発明の適用例は最終段階がゼロシンボル圧縮とエントロピー符号の組み合わせになる。この比較でも、この発明によれば、すべての条件で従来法より圧縮効果の改善が見られる。

【0035】

図14に符号化処理時間の従来技術との比較を示す。比較対称は1回の“0”のランレングス符号とユニバーサルなエントロピー符号を適用した従来技術の処理時間 T_{ori} と、この発明のゼロシンボル圧縮を適用した後、エントロピー符号を適用したこの処理時間 T_{zc} と、 $T_{zc} - T_{ori}$ と、 $(T_{zc} - T_{ori}) / T_{ori}$ とを示す。この結果すべての音楽データの場合に処理時間が短縮できたことがわかる。

【0036】

【発明の効果】

この発明によればランレングス符号化のみあるいはエントロピー符号化のみ、またはこれらの組合せよりも効率的な符号化が可能となる。しかも処理時間が短い特徴がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の可逆圧縮符号化及び復号化の機能構成を示す図。

【図2】図1中のならびかえ部160及び220の処理を説明するための図。

10

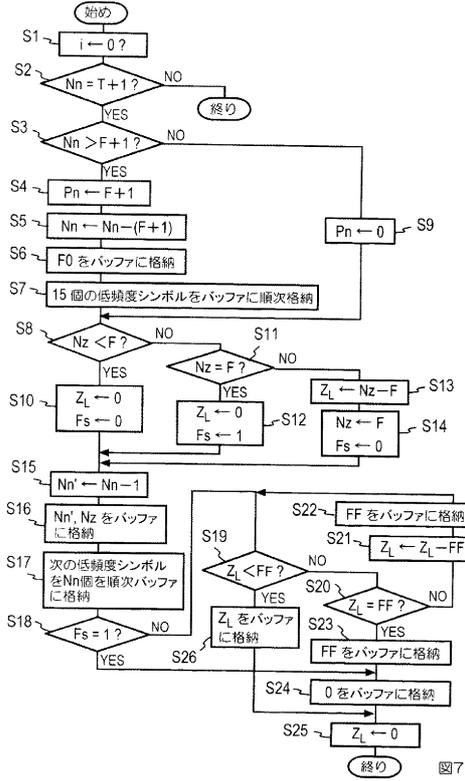
20

30

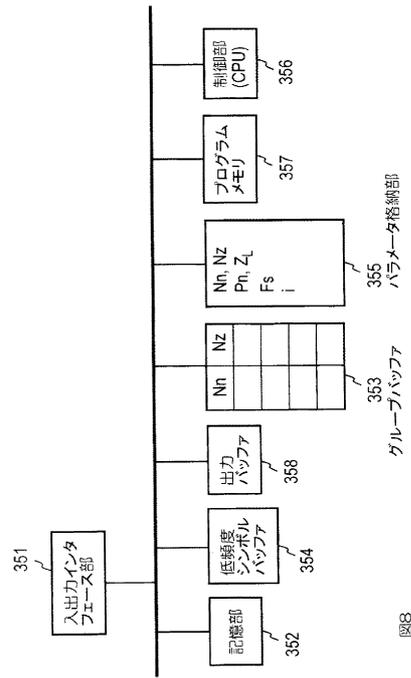
40

50

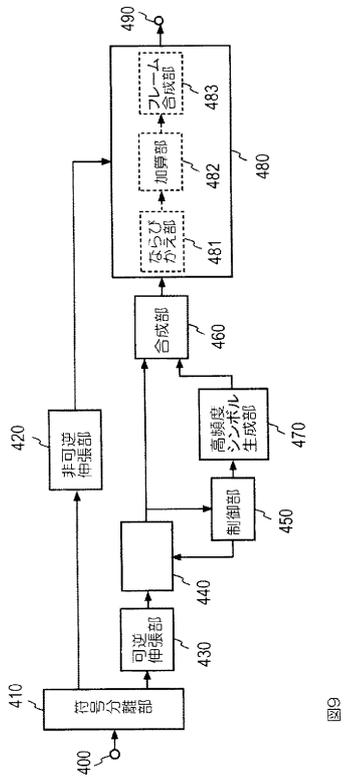
【図7】



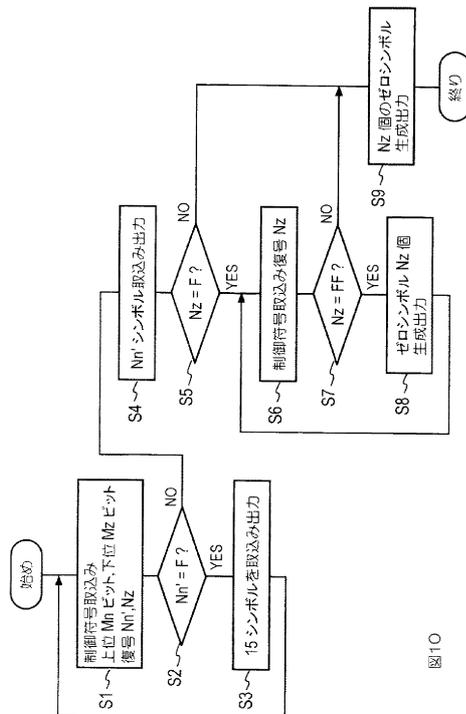
【図8】



【図9】



【図10】



【図 1 1】

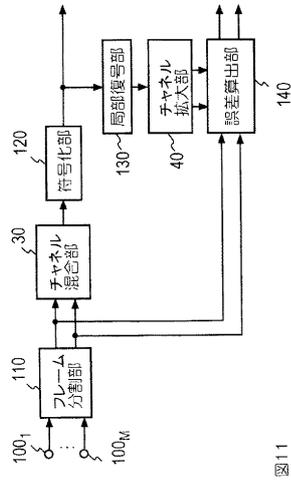


図 11

【図 1 2】

	アペマリア	シンバル	エチュード	クラリネット	フルート	ハフナー	ハイオリン
データA (kbit)	68,083	61,610	66,737	28,407	28,442	31,554	29,698
ビット列X (kbit)	33,571	33,171	32,722	15,074	14,718	15,646	15,182
データB (kbit)	35,044	34,931	34,142	15,533	15,174	16,084	15,641
ビット列Y (kbit)	33,002	32,709	32,170	14,806	14,456	15,364	14,917
X/A	49.31%	53.84%	49.03%	51.26%	51.71%	49.58%	51.12%
Y/A	47.95%	53.09%	48.20%	50.35%	50.83%	48.69%	50.23%

図 12

【図 1 3】

	アペマリア	シンバル	エチュード	クラリネット	フルート	ハフナー	ハイオリン
48kHz 16 bit	2.227	2.906	2.082	1.908	2.238	1.663	1.897
	2.239	2.923	2.092	1.919	2.253	1.669	1.906
	0.012	0.017	0.010	0.011	0.015	0.006	0.009
48kHz 20 bit	1.598	1.846	1.537	1.459	1.603	1.338	1.453
	1.610	1.860	1.547	1.469	1.615	1.346	1.462
	0.012	0.014	0.010	0.010	0.012	0.006	0.009
48kHz 24 bit	1.343	1.482	1.306	1.259	1.346	1.182	1.255
	1.353	1.494	1.316	1.268	1.356	1.190	1.264
	0.010	0.012	0.010	0.009	0.010	0.006	0.009
96kHz 16 bit	2.684	3.047	2.510	2.574	2.794	2.262	2.494
	2.718	3.084	2.538	2.615	2.839	2.292	2.530
	0.034	0.037	0.028	0.041	0.045	0.030	0.036
96kHz 20 bit	1.858	2.013	1.780	1.989	2.073	1.767	1.913
	1.875	2.030	1.795	2.008	2.097	1.780	1.929
	0.017	0.017	0.015	0.019	0.024	0.013	0.016
96kHz 24 bit	1.515	1.615	1.462	1.651	1.703	1.459	1.570
	1.524	1.626	1.471	1.662	1.716	1.468	1.580
	0.009	0.011	0.009	0.011	0.013	0.009	0.010
192kHz 16 bit	3.317	2.877	3.175	---	---	---	---
	3.378	2.915	3.232	---	---	---	---
	0.061	0.038	0.057	---	---	---	---
192kHz 20 bit	2.462	2.037	2.374	---	---	---	---
	2.489	2.052	2.401	---	---	---	---
	0.027	0.015	0.027	---	---	---	---
192kHz 24 bit	1.978	1.674	1.911	---	---	---	---
	1.993	1.685	1.924	---	---	---	---
	0.015	0.011	0.013	---	---	---	---
平均	2.109	2.166	2.015	1.807	1.959	1.612	1.764
	2.131	2.185	2.035	1.823	1.980	1.624	1.779
	0.022	0.019	0.020	0.016	0.021	0.012	0.015

図 13

【図 1 4】

	アペマリア	シンバル	エチュード	クラリネット	フルート	ハフナー	ハイオリン
T_{Ori} (ms)	132751	139871	136657	60237	60006	60147	60667
T_{zc} (ms)	130628	137297	133782	59665	57683	61318	60277
$T_{zc} - T_{Ori}$ (ms)	-2123	-2574	-2875	-672	-2323	-1171	-390
$(T_{zc} - T_{Ori})/T_{Ori}$	-1.6%	-1.8%	-2.1%	-1.1%	-3.9%	-1.9%	-0.64%

図 14

フロントページの続き

- (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 池田 和永
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 神 明夫
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09-009266(JP,A)
特開平10-051791(JP,A)
特開平11-331852(JP,A)
特開昭63-314031(JP,A)
特開2001-044847(JP,A)
特開2003-332914(JP,A)
T.Moriya,N.Iwakami,A.Jin,T.Mori , A design of lossy and lossless scalable audio coding
, ICASSP'00.Proceedings.2000 IEEE international Conference on , 2000年 , Vol.2 , p.889-892
T.Moriya,A.Jin,T.Mori,K.Ikeda,T.Kaneko , LOSSLESS SCALABLE AUDIO CODER AND QUALITY ENHANCEMENT , ICASSP'02.Proceedings.2002 IEEE international Conference on , 2002年 , Vol.2 , p.1829-1832