

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5236005号
(P5236005)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int. Cl.		F I	
G 1 0 L	19/002	(2013.01)	G 1 0 L 19/00 2 1 1
G 1 0 L	19/00	(2013.01)	G 1 0 L 19/00 2 2 0 G
H 0 3 M	7/36	(2006.01)	H 0 3 M 7/36
H 0 3 M	7/40	(2006.01)	H 0 3 M 7/40
H 0 3 M	7/38	(2006.01)	H 0 3 M 7/38

請求項の数 16 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-532937 (P2010-532937)
(86) (22) 出願日	平成21年10月7日(2009.10.7)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/067482
(87) 国際公開番号	W02010/041680
(87) 国際公開日	平成22年4月15日(2010.4.15)
審査請求日	平成23年2月3日(2011.2.3)
(31) 優先権主張番号	特願2008-264075 (P2008-264075)
(32) 優先日	平成20年10月10日(2008.10.10)
(33) 優先権主張国	日本国(JP)

(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	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	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、符号化装置、復号方法、復号装置、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化した符号語が入力され、複数の符号語によって構成されるフレームごとに符号化する符号化方法であって、

(a) 一種類の符号語のみが含まれるフレームについて、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号を出力する第3符号化ステップと、

(b) 上記二種類の符号語のみが含まれるフレームについて、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号を出力する第1符号化ステップと、

(c) 上記(a)と(b)のいずれにも該当しないフレームについて、上記第1符号化ステップにおける符号化とは異なる符号化を行う第2符号化ステップと、

を含む符号化方法。

【請求項2】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化した符号語が入力され、複数の符号語によって構成されるフレームごとに符号化する符号化方法であって、

(a) 一種類の符号語のみが含まれるフレームについて、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号を出力する第3符号化ステップと、

(b) 上記二種類の符号語のみが含まれるフレームについて、上記フレームに含まれる上

10

20

記二種類の符号語を1ビットで区別して表す符号化を行って得られる符号と、上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号とのうち、より少ない符号量を持つ符号を出力するロスレス符号化を行って得られる符号を出力する第1符号化ステップと、

(c) 上記(a)と(b)のいずれにも該当しないフレームについて、上記第1符号化ステップにおける符号化とは異なる符号化を行う第2符号化ステップと、
を含む符号化方法。

【請求項3】

請求項1又は2の符号化方法であって、

上記フレームに含まれる何れか一方の符号語の総数がもう一方の符号語の総数よりも多い場合、前記符号語の連続回数の系列は、上記総数が多いほうの符号語の連続回数の系列である、符号化方法。

10

【請求項4】

請求項1から3のいずれかの符号化方法であって、

上記符号化方式は、非線形PCMであり、

上記第2符号化ステップは、

上記非線形PCMによって符号化された符号語からなる信号である第1非線形PCM符号を線形PCM符号に変換し、当該線形PCM符号に対して線形予測分析を行い、当該予測係数を使って求めた予測値を第2非線形PCM符号に変換し、上記第1非線形PCM符号と上記第2非線形PCM符号との残差を符号化するステップを含む、符号化方法。

20

【請求項5】

請求項1又は2の符号化方法であって、

上記ロスレス符号化は、Rice符号化あるいはGolomb符号化である、符号化方法。

【請求項6】

請求項1から3のいずれかの符号化方法であって、

上記符号化方式は、国際標準規格G.711に規定された非線形PCMであり、

上記二つの最小量子化インターバルに与えられた上記二種類の符号語は、上記国際標準規格G.711に規定された μ 則またはA則の最小量子化インターバルに与えられた符号語である、符号化方法。

【請求項7】

30

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された符号語が入力され、複数個の符号語によって構成されるフレームごとに符号化する符号化装置であって、

一種類の符号語のみが含まれるフレームについて、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号を出力する第3符号化部と、

上記二種類の符号語のみが含まれるフレームについて、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号を出力する第1符号化部と、

上記一種類の符号語のみが含まれるフレームと上記二種類の符号語のみが含まれるフレームのいずれにも該当しないフレームについて、上記第1符号化部における符号化とは異なる符号化を行う第2符号化部と、
を含む符号化装置。

40

【請求項8】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された符号語が入力され、複数個の符号語によって構成されるフレームごとに符号化する符号化装置であって、

一種類の符号語のみが含まれるフレームについて、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号を出力する第3符号化部と、

上記二種類の符号語のみが含まれるフレームについて、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語を1ビットで区別して表す符号化を行って得られる符号と、上記二種類の符

50

号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号とのうち、より少ない符号量を持つ符号を出力するロスレス符号化を行って得られる符号を出力する第1符号化部と、

上記一種類の符号語のみが含まれるフレームと上記二種類の符号語のみが含まれるフレームのいずれにも該当しないフレームについて、上記第1符号化部における符号化とは異なる符号化を行う第2符号化部と、
を含む符号化装置。

【請求項9】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された複数個の符号語によって構成されるフレームのうち、一種類の符号語のみが含まれるフレームが、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号で符号化される第3符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれるフレームが、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化する第1符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語以外の符号語が含まれるフレームが上記第1符号化方式とは異なる第2符号化方式で符号化されている、符号が入力され、

上記入力された符号が上記第3符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第3復号ステップと、

上記入力された符号が上記第1符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第1復号ステップと、

上記入力された符号が上記第2符号化方式で符号化されたものである場合に、上記第1復号ステップとは異なる方式で上記符号の復号を行う第2復号ステップを含む、復号方法。

【請求項10】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された複数個の符号語によって構成されるフレームのうち、一種類の符号語のみが含まれるフレームが、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号で符号化される第3符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれるフレームが、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語を1ビットで区別して表す符号化を行って得られる符号と、上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号とのうち、より少ない符号量を持つ符号を出力するロスレス符号化を行う第1符号化方式、で符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語以外の符号語が含まれるフレームが上記第1符号化方式とは異なる第2符号化方式で符号化されている、符号が入力され、

上記入力された符号が上記第3符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第3復号ステップと、

上記入力された符号が上記第1符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第1復号ステップと、

上記入力された符号が上記第2符号化方式で符号化されたものである場合に、上記第1復号ステップとは異なる方式で上記符号の復号を行う第2復号ステップを含む、復号方法。

【請求項11】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された複数個の符号語によって構成されるフレームのうち、一種類の符号語のみが含まれるフレームが、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号で符号化される第3符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれ

10

20

30

40

50

るフレームが、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化する第1符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語以外の符号語が含まれるフレームが上記第1符号化方式とは異なる第2符号化方式で符号化されている、符号が入力され、

上記入力された符号が上記第3符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第3復号部と、

上記入力された符号が上記第1符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第1復号部と、

上記入力された符号が上記第2符号化方式で符号化されたものである場合に、上記第1復号部とは異なる方式で上記符号の復号を行う第2復号部を含む、復号装置。

10

【請求項12】

二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方式によって符号化された複数個の符号語によって構成されるフレームのうち、一種類の符号語のみが含まれるフレームが、当該フレームに一種類の符号語のみを含むことを表す符号で符号化される第3符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれるフレームが、上記フレームに含まれる上記二種類の符号語を1ビットで区別して表す符号化を行って得られる符号と、上記二種類の符号語のいずれか一方の符号語の連続回数の系列に対してロスレス符号化を行って得られる符号とのうち、より少ない符号量を持つ符号を出力するロスレス符号化を行う第1符号化方式、でロスレス符号化されており、上記二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語以外の符号語が含まれるフレームが上記第1符号化方式とは異なる第2符号化方式で符号化されている、符号が入力され、

20

上記入力された符号が上記第3符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第3復号部と、

上記入力された符号が上記第1符号化方式でロスレス符号化されたものである場合に、上記符号の復号を行う第1復号部と、

上記入力された符号が上記第2符号化方式で符号化されたものである場合に、上記第1復号部とは異なる方式で上記符号の復号を行う第2復号部を含む、復号装置。

30

【請求項13】

請求項1から6の何れか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ための符号化プログラム。

【請求項14】

請求項9又は10の復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるための復号プログラム。

【請求項15】

請求項1から6の何れか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ための符号化プログラムを記録した、コンピュータに読み取り可能な記録媒体。

【請求項16】

請求項9又は10の復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるための復号プログラムを記録した、コンピュータに読み取り可能な記録媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号の符号化技術に関し、より詳しくは、符号化された信号のロスレス符号化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

音声周波数信号 (voice-frequency signals) に対する符号化 (encoding) の国際標準

50

として、ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector) G.711が存在する(非特許文献1)。ITU-T G.711は、符号化方式として非線形PCM (Non-uniform Pulse Code Modulation)を採用しており、非線形量子化方式として μ 則(μ -law)とA則(A-law)の二種類を規定している。以下、「音声周波数信号」を音声信号と呼称する。

【0003】

また、動画(Visual)と音響(Audio)の符号化の国際標準としてISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11が策定したMPEG-4が存在し、その第3部が音響ロスレス符号化技術などを規定している(非特許文献2)。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of voice frequencies," ITU-T, 1993.

【非特許文献2】ISO/IEC 14496-3 AMENDMENT 2: Audio Lossless Coding (ALS), new audio profiles and BSAC extensions, 2005.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この明細書に用いる用語は、特に断りの無い限り、ITU-T G.701(参考文献1)に準拠する。しかし、これは本発明の適用範囲をITU-TのGシリーズ勧告が適用される技術分野に限定する意図ではない。この技術分野以外の技術分野、例えば上記非特許文献2に関わる技術分野に本発明を適用する場合には、この明細書に用いる用語を、(もし在れば)当該技術分野の対応する用語に読み替えればよい。

(参考文献1)ITU-T Recommendation G.701, "Vocabulary of Digital Transmission and Multiplexing, and Pulse Code Modulation (PCM) Terms," ITU-T, 1993.

現在普及している一般電話に代わってVoIPシステム(Voice over Internet Protocol system)が普及すると、音声伝送のために必要な伝送容量が増大する。例えば、上記非特許文献1に規定されるITU-T G.711に準拠する場合であれば、1回線につき64kbit/s \times 2の伝送容量が必要であり、回線数が増えると、音声伝送のために必要な伝送容量も回線数に比例して増大する。従って、高音質をできるだけ維持しつつ伝送容量の削減を考えると、非線形PCMで符号化された信号を更にロスレス符号化する圧縮符号化技術が必要である。

【0006】

ところで、時間尺度の観点から、音声信号は無音声区間を含むことがある。電話などの用途では無音声区間がしばしば出現する。無音声区間であっても、背景雑音などは存在する。そのため、無音声区間での信号振幅は、必ずしも信号振幅0(ゼロ)のみではなく、信号振幅0に最も近い量子化値に該当する範囲の信号振幅となることが多い。なお、量子化値に対応する範囲を量子化インターバル(quantization intervals)と呼ぶ。すなわち、各量子化値にそれぞれ量子化される範囲をその量子化値に対応する量子化インターバルと呼ぶ。以下、「量子化インターバルのうち信号振幅0の量子化値に最も近い量子化インターバル」を最小量子化インターバルと呼称する。言い換えると、最小量子化インターバルとは、「量子化インターバルのうち信号振幅0(ゼロ)に最も近い量子化値に対応する量子化インターバル」を意味する。上記非線形PCMであるG.711を例にとると、各量子化インターバルには、8ビットの符号語が割り当てられる(例えば、上記非特許文献1の"TABLE 2a/G.711 (μ -law, positive input values)", "TABLE 2b/G.711 (μ -law, negative input values)", "TABLE 2a/G.711 (A-law, positive input values)", "TABLE 2b/G.711 (A-law, negative input values)"の各6列に相当)。 μ 則の場合には、信号振幅の正負を表す符号(sign)を考慮して、信号振幅0(ゼロ)を境界値(decision value)とする隣接する二つの最小量子化インターバルが存在する。なお、二つの最小量子化イ

10

20

30

40

50

ンターバルは、異なる極性ビット (polarity bit) を持つ、隣り合う量子化インターバルであると言ってもよい。これら二つの最小量子化インターバルは、それぞれ、信号振幅が正である最小量子化インターバルと信号振幅が負である最小量子化インターバルとに対応するが、共に対応する量子化値は信号振幅 0 (ゼロ) である。これら二つの最小量子化インターバルのそれぞれに対して互いに異なる符号語 (character signal; code word) が定義されている。より具体的には、これら二つの最小量子化インターバルにはそれぞれに対して一意の符号語が定義されており、正の最小量子化インターバルには 8 ビットの符号語 1 1 1 1 1 1 1 1 が、負の最小量子化インターバルには 8 ビットの符号語 0 1 1 1 1 1 1 1 が割り当てられる (例えば、上記非特許文献 1 の "TABLE 2a/G.711 (μ -law, positive input values)", "TABLE 2b/G.711 (μ -law, negative input values)" の各 6 列参照) 。

以下、8 ビットの符号語 1 1 1 1 1 1 1 1 を + 0、8 ビットの符号語 0 1 1 1 1 1 1 1 を - 0 と表記する。また、A 則の場合には、信号振幅の正負を表す符号 (sign) を考慮して二つの最小量子化インターバルが存在し、それぞれに対して異なる符号語 (character signal; code word) が定義されている。A 則の場合、正の最小量子化インターバルには 8 ビットの符号語 1 0 0 0 0 0 0 0 が、負の最小量子化インターバルには 8 ビットの符号語 0 0 0 0 0 0 0 0 が割り当てられる (例えば、上記非特許文献 1 の "TABLE 2a/G.711 (A-law, positive input values)", "TABLE 2b/G.711 (A-law, negative input values)" の各 6 列参照) 参照)。この場合、8 ビットの符号語 1 0 0 0 0 0 0 0 を + 1、8 ビットの符号語 0 0 0 0 0 0 0 0 を - 1 と表記する。なお、実際の応用では、上記非特許文献 1 に記載の符号語 1 0 0 0 0 0 0 0 及び 0 0 0 0 0 0 0 0 の偶数番目のビットを反転させた符号語 1 1 0 1 0 1 0 1 及び 0 1 0 1 0 1 0 1 が割り当てられる場合もある (例えば、上記非特許文献 1 の "TABLE 2a/G.711 (A-law, positive input values)", "TABLE 2b/G.711 (A-law, negative input values)" の "Note 2" 参照)。この場合には、8 ビットの符号語 1 1 0 1 0 1 0 1 を + 8、8 ビットの符号語 0 1 0 1 0 1 0 1 を - 8 と表記する。なお、A 則では、これらの符号語に対応する量子化値は 13 ビット符号付き整数表現で + 1 と - 1 である。しかし、実際の用途では、通常、16 ビット符号付き整数表現の入力 PCM 信号についてオーバーフローが生じないように符号化する必要があるため、16 ビット符号付き整数表現の入力 PCM 信号の下位 3 ビットを用いずに A 則の符号化処理を行う。10 進表現で言い換えると、入力 PCM 信号を 8 で除した信号を A 則の符号化処理対象とする。このため、A 則の量子化値 + 1 と - 1 は 16 ビット符号付き整数表現の入力 PCM 信号の + 8、- 8 に相当する。

【 0 0 0 7 】

無音声区間の符号化された信号に対する圧縮符号化方法として、例えば上記非特許文献 2 に示される方法を用いて符号量を低減する方法が考えられる。つまり、複数のサンプルを持つ一つのフレームに含まれる全てのサンプルに対して一種類の符号語や一種類の値が割り当てられている場合に、所定の符号を用いて当該フレームを表現することで符号量を低減する。

【 0 0 0 8 】

一般的な PCM で符号化された信号では、無音声時のような特別な場合に統計的に出現確率が高くなる信号振幅の値を特別に処理することで圧縮性能を改善することが可能である。しかし、 μ 則や A 則による非線形 PCM の場合には、最小量子化インターバルに + 0、- 0、もしくは + 8、- 8 の符号語が割り当てられるので、無音声時において統計的に出現確率が高くなる符号語は、+ 0、- 0 の二種類もしくは + 8、- 8 の二種類であり、上記非特許文献 2 に開示された方法のみでは、十分な圧縮効果を得られない。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記に鑑み、二つの最小量子化インターバルが存在し、それぞれに対して異なる符号語が与えられている符号化方式で符号化された信号のロスレス符号化に係る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 】

【 0 0 1 0 】

本発明では、二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる二種類の符号語のそれぞれが与えられている符号化方法によって符号化された符号語が入力され、複数個の符号語によって構成されるフレームに、二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれるか否かを判定し、二種類のみ符号語が含まれるフレームについて、ロスレス符号化を行う。少なくともこのようなフレームについては、入力された符号語の可逆的な圧縮が可能となる。また、このロスレス符号化で得られた符号は、ロスレス符号化に対応する復号方法で復号される。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、二つの最小量子化インターバルが存在しそれぞれに対して異なる符号語が与えられている符号化方式で符号化された信号に対して、効率的なロスレス符号化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態に係る符号化装置のハードウェア構成例を示す図。

【図2】実施形態に係る符号化装置の機能構成例を示すブロック図。

【図3】実施形態に係る符号化処理の処理フローを示す図。

【図4】1フレームのサンプル数を160とした場合に、連続回数の総和 v とGolombパラメータ m と縮退Golombパラメータ m' との関係を示した表。

【図5】図4に示される関係を前提として、4ビットの各符号が表す、連続回数の総和 v と縮退Golombパラメータ m' と c の各値を示した表。

【図6】実施形態に係る符号化装置の機能構成例において、第2符号化部の機能構成の一例を示したブロック図。

【図7】実施形態に係る符号化処理の変形例の処理フローを示す図。

【図8】実施形態に係る符号化装置の機能構成例の変形例を示したブロック図。

【図9】図8に示す機能構成を持つ符号化装置による符号化処理の処理フローを示す図。

【図10】実施形態に係る復号装置の機能構成例を示すブロック図。

【図11】実施形態に係る復号処理の処理フローを示す図。

【図12】実施形態に係る復号装置の機能構成例において、第2復号部の機能構成の一例を示したブロック図。

【図13】実施形態に係る復号処理の変形例の処理フローを示す図。

【図14】実施形態に係る復号装置の機能構成例の変形例を示すブロック図。

【図15】図14に示す機能構成を持つ復号装置による復号処理の処理フローを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

<符号化装置のハードウェア構成例>

図1は、符号化装置1のハードウェア構成を例示した構成ブロック図である。図1に示すように、符号化装置1は、キーボードなどが接続可能な入力部11、液晶ディスプレイなどが接続可能な出力部12、符号化装置1外部に通信可能な通信装置（例えば通信ケーブル）が接続可能な通信部13、CPU14（Central Processing Unit）〔キャッシュメモリやレジスタなどを備えていてもよい。〕、メモリであるRAM15やROM16、ハードディスクである外部記憶装置17並びにこれらの入力部11、出力部12、通信部13、CPU14、RAM15、ROM16、外部記憶装置17間のデータのやり取りが可能に接続するバス18を有している。また必要に応じて、符号化装置1に、CD-ROMなどの記憶媒体を読み書きできる装置（ドライブ）などを設けるとしてもよい。このようなハードウェア資源を備えた物理的実体としては、汎用コンピュータなどがある。

【0014】

例えば符号化装置1の外部記憶装置には、符号化のためのプログラムおよびこのプログラムの処理において必要となるデータなどが記憶されている（外部記憶装置に限らず、例

10

20

30

40

50

えばプログラムを読み出し専用記憶装置であるROMに記憶させておくなどでもよい。)。
 。また、これらのプログラムの処理によって得られるデータ(例えば、圧縮符号化された
 信号)などは、RAMや外部記憶装置などに適宜に記憶される。以下、プログラム、デー
 タ、その格納領域のアドレスなどを記憶する記憶装置を単に記憶部と総称することにす
 る。

【0015】

各実施形態で扱う信号は、音声信号が何らかの符号化方式に従って符号化された信号と
 する。但し、この符号化方式は、二つの最小量子化インターバルが存在し、それぞれに対
 して異なる符号語(character signal; code word)が与えられている符号化方式とする
 。非線形PCMなどがその例である。例えばITU-T G.711は符号化方式として
 非線形PCMを採用しているため、「符号化された信号」は、非線形PCMで符号化され
 た信号を意味する。この場合、非線形量子化方式は μ 則でもA則でもよい。以下、説明を
 具体的なものとするため、符号化方式を非線形PCMとし、非線形量子化方式を μ 則とし
 て説明する。

10

【0016】

符号化装置1の記憶部には、フレームに含まれる符号語が二種類のみであるか否かを判
 定するためのプログラム、二種類のみ符号語が含まれるフレームについて、まずランレ
 ンクス符号化を行い、このランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対
 して整数符号化を行う第1のロスレス符号化のためのプログラム、第1の符号化と異なる符
 号化を行う第2のロスレス符号化のためのプログラムが記憶されている。

20

符号化装置1では、記憶部に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要
 なデータが必要に応じてRAMに読み込まれて、CPUで解釈実行・処理される。この結
 果、CPUが所定の機能(判定部、第1符号化部、第2符号化部)を実現することで所望
 の符号化が実現される。

【0017】

<符号化処理>

次に、図2から図9を参照して、符号化装置1における符号化処理の流れを叙述的に説
 明する。

[ステップSc0]

符号化装置1のバッファ部30は、非線形PCMで符号化された信号をバッファして、
 非線形PCMで符号化された信号をフレーム単位で出力する。すなわち、バッファ部30
 は、非線形PCMで符号化された複数個の符号語からなるフレームを出力する。

30

[ステップSc1]

符号化装置1の判定部100は、非線形PCMで符号化された信号のフレーム毎に、フ
 レームに含まれる符号語が+0、-0の二種類のみであるか否かを判定する。すなわち、
 判定部100は、非線形PCMで符号化された複数個の符号語によって構成されるフレ
 ームに、+0、-0の二種類の符号語のみが含まれるか否かを判定する。言い換えると、判
 定部100は、フレームを構成するすべての符号語が同一ではなく、かつ、各符号語がそ
 れぞれ+0又は-0であるか否かを判定する。

40

【0018】

判定部100は、フレームに含まれる符号語が+0、-0の二種類のみである場合、当
 該フレームを第1符号化部110に送る制御を行い、それ以外の場合、当該フレームを第
 2符号化部120に送る制御を行う。なお、判定部100は、符号化の種類を表す符号化
 特定符号を出力する。つまり、判定部100は、第1符号化部110に送る制御を行った
 場合には、第1符号化が選択されたことを表す符号を出力し、第2符号化部120に送る
 制御を行った場合には、第2符号化が選択されたことを表す符号を出力する。

[ステップSc2]

符号化装置1の第1符号化部110は、非線形PCMで符号化された信号のフレームに
 対して次のようなロスレス符号化を行い、このロスレス符号化で得られた符号を出力す
 る。なお、このフレームには、+0、-0の二種類の符号語のみが含まれる。

50

符号語 “ + 0 ” を基準としてランレングス符号化を行い、更にRice符号化を用いて連続回数の系列を符号化した場合の符号量を示す。

【 0 0 2 6 】

符号語 “ + 0 ” を基準としてランレングス符号化を行うと、上記の例では連続回数の系列として 1, 4, 4, 3, 4, 12, 6 が得られる。従って、この連続回数の系列をRice符号化すると、一例として下記の符号語の並び (Rice符号) が得られる。なお、SはRiceパラメータである。

S=1 : 11 0010 0010 011 0010 00000010 00010 (30bit)

S=2 : 101 0100 0100 111 0100 000100 0110 (28bit)

S=3 : 1001 1100 1100 1011 1100 01100 1110 (29bit)

この例では、連続回数の値に対してRice符号化の際に求められる商、余りに対応した符号を商、余りの順で連結して符号語とした。従って、この例に限らず、余り、商の順で連結して符号語を得ることもできる。この場合、連続回数の系列をRice符号化して得られる符号語の並び (Rice符号) は下記のとおりである。

S=1 : 11 0001 0001 101 0001 00000001 00001 (30bit)

S=2 : 011 0001 0001 111 0001 000001 1001 (28bit)

S=3 : 0011 1001 1001 0111 1001 10001 1101 (29bit)

また、商の符号はUnary符号化で得られるから、商を表す符号の0と1を反転させてもよい。この場合、連続回数の系列をRice符号化して得られる符号語の並び (Rice符号) は下記のとおりである。

S=1 : 10 0110 0110 110 0110 01111110 01110 (30bit)

S=2 : 010 0010 0010 110 0010 001110 1010 (28bit)

S=3 : 0010 1000 1000 0110 1000 10010 1100 (29bit)

これらの例の他、例えば上記非特許文献2に開示されるRice符号化に従って連続回数の系列のRice符号を得てもよい。

【 0 0 2 7 】

一般的に、RiceパラメータSに応じて得られる符号語の並び (Rice符号) の符号量は異なるから、ランレングス符号化で得られた連続回数の系列のRice符号として、符号量が最小である符号語の並びを選択すればよい。この符号語の並びが第1符号化部110が出力する符号である。

【 0 0 2 8 】

RiceパラメータSは、フレームに含まれるサンプル数をnとしたとき、 $n < 2^R$ を満たす最小の整数Rに対して、 $1 \leq S \leq R$ を満たす整数とする。例えば、上記の例のように1フレームに40サンプルが含まれる場合には、 $40 < 2^R$ を満たす最小整数Rは6であるから、 $S = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ である。但し、 $1 \leq S \leq R$ を満たす全ての整数についてRice符号を求めるのではなく、その一部についてのみRice符号を求めるとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

なお、RiceパラメータSを仮に0とした場合は、例えば符号語 “ + 0 ” を二進数の0、符号語 “ - 0 ” を二進数の1としてフレームに含まれる符号語を1ビットで表現する符号化に等価である。つまり、第1符号化部110は、非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する符号化方法を採用することもできる。この場合、例えば符号語 “ + 0 ” を二進数の0、符号語 “ - 0 ” を二進数の1で表すことにすると、上記例示したような非線形PCMで符号化された或るフレームの符号語の並びは010000100001000100001000000000001000000となる。この符号語の並びの符号量は、40bit (5byte) である。

【 0 0 3 0 】

上述の例では、第1符号化部110が出力する符号の符号量は、いずれの符号化方法であっても高々40bit程度であり、非線形PCMで得られた符号語の符号量320bitに比べて十分に圧縮されたことになる。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

これまでの説明から明らかなように、連続回数の系列をRice符号化して得られる符号語の並び（Rice符号）は唯一に決定されるものではない。従って、復号化の際には、符号化の際に用いられた具体的な符号化方法が判明していなければならない。このため、特定の符号化方法を予め決めておくか、エンコーダ（符号化装置1）が使用した符号化方法を特定するための符号をデコーダ（後述する復号装置2）に送信する方法などが考えられる。そこで、この符号の符号量についても説明を加える。

【0032】

上記の例でRiceパラメータSの値が1, 2, 3, 4, 5, 6のいずれかである場合、RiceパラメータSを表現するための符号の符号量は3ビットあれば十分である。さらに、ランレングス符号化の基準がいずれであるかを表現するための符号の符号量は1ビットあれば十分である。また、非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する二進符号化を許容した場合でも、符号化方法を表す符号の符号量として下記のように2ビットあれば十分である。なお、これらの符号は第1符号化部110が、Rice符号と共に出力する。

符号化方法を表す符号の例

- (1) 0：非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する二進符号化
- (2) 10：符号語“+0”を基準としたランレングス符号化
- (3) 11：符号語“-0”を基準としたランレングス符号化

結局、ランレングス符号化で得られた連続回数の系列に対するRice符号化によって、Rice符号の符号量と、RiceパラメータSを表現するための符号の符号量と、ランレングス符号化の基準や非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する符号化であることを表現するための符号の符号量、さらには、Rice符号化の具体的な仕様を特定するための符号の符号量などを合計した符号量が必要となる場合があるが、このような場合であっても上記の例では高々数十ビット程度あれば十分であり、非線形PCMで得られた符号語の符号量320bitに比べて十分に圧縮されたことになる。

【0033】

次に、Golomb符号化を用いて連続回数の系列を符号化する例を説明する。

【0034】

Rice符号化の場合と同様に、音声信号を1フレーム当たり40サンプルとして非線形PCMで符号化した場合を例に採り、或るフレームに含まれる符号語の並びが+0, -0, +0, +0, +0, +0, -0, +0, +0, +0, -0, +0, +0, -0, +0, +0, +0, +0, -0, +0, +0, +0, +0, +0, +0, +0, +0, +0, -0, +0, +0, +0, +0, +0, +0であるとする。符号語“+0”を基準としてランレングス符号化を行うと、この例では連続回数の系列として1, 4, 4, 3, 4, 12, 6が得られる。

【0035】

ここで連続回数の総和をv、フレームに含まれるサンプル数をnとして、式(1)と式(2)に従って、Golombパラメータmとcを求める。記号 \cdot は天井関数を表す。また、常に $v < n$ が成立する。

【0036】

【数1】

$$m = \left\lceil \frac{\log_2(1 + v/n)}{\log_2(v/n)} \right\rceil \quad (1)$$

$$c = \lceil \log_2 m \rceil \quad (2)$$

【0037】

連続回数の系列に表れる連続回数の値（上記の例では、1, 4, 4, 3, 4, 12, 6の各値である。）をtとすると、tのGolomb符号は、式(3)で求まる商qをUnary符号化し、式(4)で求まる余りrについて、rが0から $2^c - m - 1$ までの値であればrをc-1ビットのバイナリ符号で符号化し、rが $2^c - m$ 以上の値であれば $r + 2^c - m$ をcビットのバイナリ符号で符号化して、さらに商qのUnary符号と余りrのバイナリ符号

を連結することで得られる。但し、 c が 2 の冪である場合には、 r を c ビットのバイナリ符号で符号化すればよく、これはRice符号化に相当する。記号 \cdot は床関数を表す。

【 0 0 3 8 】

【 数 2 】

$$q = \left\lfloor \frac{t}{m} \right\rfloor \tag{3}$$

$$r = t - qm \tag{4}$$

【 0 0 3 9 】

連続回数の系列に表れる連続回数の値を順にGolomb符号で表すことで、ランレングス符号化で得られた連続回数の系列に対するGolomb符号化による符号語の並び (Golomb符号) が得られる。この符号語の並びが第 1 符号化部 1 1 0 が出力する符号である。勿論、Rice符号化の場合と同様に、Golombパラメータを表現するための符号、ランレングス符号化の基準や非線形PCMの二種類の符号語を 1 ビットで区別して表現する符号化であることを表現するための符号、さらには、Golomb符号化の具体的な仕様を特定するための符号なども、必要に応じて第 1 符号化部 1 1 0 が出力する。

10

【 0 0 4 0 】

Rice符号化やGolomb符号化については、参考文献 2 に詳しい。

(参考文献 2) David Salomon, "Data Compression : The Complete Reference," 3rd edition, Springer-Verlag, ISBN-10: 0-387-40697-2, 2004.

20

Golomb符号化の場合、Golombパラメータ m もデコーダ (後述する復号装置 2) に伝える必要がある。式 (1) から明らかなように、連続回数の総和 v が大きくなるとGolombパラメータ m の値も大きくなるため、 m を表すバイナリ符号の符号量も大きくなってしまふ。そこで、Golombパラメータ m の縮退化を考える。このことを図 4 を参照して説明する。

【 0 0 4 1 】

図 4 は、1 フレームのサンプル数 (フレーム長) を 1 6 0 とした場合に、連続回数の総和 v とGolombパラメータ m と縮退Golombパラメータ m' との関係を示したものである。ここで m は、1 フレームのサンプル数の範囲で出現する可能性のある全ての連続回数の総和 v (この例では $1 \leq v \leq 159$) に対応するGolombパラメータの値を示している。縮退Golombパラメータ m' は、Golombパラメータを例えば 1 6 通りに制約して、当該フレームで選択された縮退Golombパラメータ m' の値の符号量が伝送の際に所定の符号量に収まるように圧縮された値である。つまり、当該フレームで選択されたGolombパラメータをデコーダへ伝送するために通信路で使用できる最大符号量を例えば 4 ビット (1 6 通り) に設定した場合に、式 (1) で求まる本来のGolombパラメータ m を 4 ビット (1 6 通り) に収まるように圧縮した結果が縮退Golombパラメータ m' である。この圧縮方法は種々考えられるが、図 4 では、本来のGolombパラメータ m が大きくなる程に圧縮率を大きくする非線形圧縮を例示していて、具体的には、所定範囲の v の各値に対応した各Golombパラメータ m のうち最小の値を、当該所定範囲の v に対応した縮退Golombパラメータ m' としている。図 5 は、図 4 に基づいて、4 ビットの各符号が表す、連続回数の総和 v と縮退Golombパラメータ m' と c の各値を示している。

30

40

【 0 0 4 2 】

[ステップ S c 3]

符号化装置 1 の第 2 符号化部 1 2 0 は、非線形PCMで符号化された信号のフレームに対して第 1 符号化部 1 1 0 による符号化と異なるロスレス符号化を行う。なお、このフレームは、+ 0、- 0 の二種類のみ符号語を含むフレーム以外のフレームである。

【 0 0 4 3 】

第 2 符号化部 1 2 0 による符号化は、第 1 符号化部 1 1 0 による符号化と異なる符号化という条件を満たす限り、特別の限定はない。例えば、何ら符号化をしない符号化 (最広義の符号化) も許容される。つまり、第 2 符号化部 1 2 0 は非線形PCMで符号化された信号をそのまま出力してもよい。これは、非線形PCMで符号化された信号のうち無音声

50

区間に相当するフレームについてのみ第1符号化部110がロスレス圧縮符号化を行うことを意味する。

【0044】

また、第2符号化部120は、非線形PCMで符号化された信号のフレームに対して線形予測符号化を行ってもよい。

【0045】

なお、 μ 則やA則のように対数圧伸符号化された信号に対して線形予測符号化を行うよりも、対数圧伸符号化された信号（対数圧伸符号）を線形PCM符号に変換してからこの線形PCM符号に対して線形予測符号化を行い、得られた予測係数を使って求められた予測値を対数圧伸符号に変換して、元の対数圧伸符号と予測値の対数圧伸符号との残差を符号化する方が圧縮率が向上することが知られている（参考文献3）。

（参考文献3）Ghido, F. & Tabus, I., "Accounting for companding nonlinearities in lossless audio compression", Proc. ICASSP, Vol.1, pp.261-264, 2007.

そこで、第2符号化部120は、非線形PCMで符号化された符号語からなる信号（非線形PCM符号）を線形PCM符号に変換してからこの線形PCM符号に対して線形予測分析を行い、得られた予測係数を使って求められた予測値を非線形PCM符号に変換して、元の非線形PCM符号と予測値の非線形PCM符号との残差を符号化するという線形予測符号化を行ってもよい。この場合の機能ブロック図を図6に示す。

【0046】

線形PCM変換部121は、非線形PCMで符号化された符号語からなる信号を線形PCM符号に変換する。予測分析部122は、得られた線形PCM符号を予測分析して、線形予測係数を求める。予測係数量子化部123は、線形予測係数を量子化して量子化予測係数を出力する。線形予測部124は、量子化予測係数と線形PCM符号から予測値を求める。非線形PCM変換部125は、予測値を非線形PCM符号に変換する。残差算出部126は、元の非線形PCM符号と予測値の非線形PCM符号との残差を求める。残差符号化部127は、求められた残差を符号化して残差符号を出力する。係数符号化部128は、量子化予測係数を符号化して出力する。残差に適用する符号化方法と、量子化予測係数に適用する符号化はそれぞれ予め定められている符号化方法である。

【0047】

上述の実施形態の変形例として、図7に示すような処理を採用することもできる。

【0048】

Rice符号化やGolomb符号化は可変長符号化であるから、ランレングス符号化で得られた連続回数の系列次第で、Rice符号やGolomb符号の符号量が、非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する符号化で得られる符号の符号量よりも多くなる可能性が否定できない。そこで第1符号化部110は、非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する符号化を実行して得られる符号と、ランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化（Rice符号化やGolomb符号化など）を行って得られる符号のうち、より少ない符号量を持つ符号を出力する（図7のステップSc2a）。なお、ランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化を行う二段階符号化方法で得られる符号は、一種類の二段階符号化方法で得られた符号に限らず、複数種類の二段階符号化を実行して得られた各符号のうち最小の符号量を持つ符号であってもよい。ここで複数種類の二段階符号化として、基準となる符号語の違いに応じた二種類のランレングス符号化とRice符号化やGolomb符号化などの複数種類の整数符号化との組合せで得られる二段階符号化が例示される。第1符号化部110は、出力した符号に対応する符号化方法を表す符号、つまり非線形PCMの二種類の符号語を1ビットで区別して表現する符号化方法またはランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化を行う符号化方法を表す符号も出力する。

【0049】

また、上述の実施形態の変形例として、図8に示すような構成を採用することもできる。この構成では、第3符号化部130が追加されており、記憶部に記憶されたプログラム

10

20

30

40

50

がCPUで解釈実行・処理されることで第3符号化部130の機能が実現される。

【0050】

符号化装置1の判定部100は、非線形PCMで符号化された信号のフレーム毎に、フレームに含まれる符号語が(1)+0、-0の二種類のみである、(2)一種類のみである、(3)前記いずれのケースにも該当しない、のいずれであるかを判定する(図9のステップSc1b)。

【0051】

判定部100は、フレームに含まれる符号語が(1)に該当する場合、当該フレームを第1符号化部110に送る制御を行い、(3)に該当する場合、当該フレームを第2符号化部120に送る制御を行い、(2)に該当する場合、当該フレームを第3符号化部130に送る制御を行う。

10

【0052】

第1符号化部110の処理内容、第2符号化部120の処理内容は既述のとおりであるから説明を略する。

【0053】

符号化装置1の第3符号化部130は、フレームが一種類のみ符号語を含むことを表す符号を出力するロスレス符号化を行う(図9のステップSc4)。例えば、フレームに符号語“+0”のみが含まれるならば、フレームに符号語“+0”のみが含まれることを表す符号を出力する。ただし、すべての符号語について当該符号語のみが含まれることを表す符号を予め規定しておくことは無駄であるから、一部の符号語(例えば、“+0”と“-0”)について当該符号語のみが含まれることを表す符号を予め規定しておき、それ以外の符号語については、一種類のみ符号語を含むことを表す符号と共に符号語を出力するようにしてもよい。例えばフレームに符号語“00011001”のみが含まれるとして、フレームに符号語“00011001”のみが含まれることを表す符号が予め規定されていない場合には、一種類のみ符号語を含むことを表す符号と共に符号語“00011001”を出力する。

20

【0054】

合成部50は、符号化装置1から出力された符号や符号化特定符号などを多重化する。つまり、合成部50は、符号化装置1から出力された符号や符号化特定符号などをフレームごとにまとめて更にフレームの順番に従ってこれらを連結したビットストリームを出力する。或るフレームに対して第1符号化部110が符号化した場合には、このフレームでは、第1符号化部110が出力した符号、Riceパラメータ(Golombパラメータ)を表現するための符号、符号化方法を表す符号などと判定部100が出力した符号化特定符号がまとめられる。或るフレームに対して第2符号化部120が符号化した場合には、このフレームでは、第2符号化部120が出力した符号、例えば予測係数符号、残差符号などと判定部100が出力した符号化特定符号がまとめられる。或るフレームに対して第3符号化部130が符号化した場合には、このフレームでは、第3符号化部130が出力した符号と判定部100が出力した符号化特定符号がまとめられる。ビットストリームは、図10に示す分離部40に入力される。分離部40は、ビットストリームを逆多重化して、符号化装置1から出力されたフレームごとの符号や符号化特定符号を得る。これらの符号は復号装置2に入力される。

30

40

【0055】

<復号装置のハードウェア構成例>

復号装置2のハードウェア構成は、図1に例示する符号化装置1のハードウェア構成と同じであるからその説明を略する。

【0056】

例えば復号装置2の外部記憶装置には、復号処理のためのプログラムおよびこのプログラムの処理において必要となるデータなどが記憶されている(外部記憶装置に限らず、例えばプログラムを読み出し専用記憶装置であるROMに記憶させておくなどでもよい)。また、これらのプログラムの処理によって得られるデータなどは、RAMや外部記憶装

50

置などに適宜に記憶される。以下、プログラム、データ、その格納領域のアドレスなどを記憶する記憶装置を単に記憶部と総称することにする。

【 0 0 5 7 】

復号装置 1 の記憶部には、入力されたフレームに含まれる符号が、二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号であるか否かを判定するためのプログラム、上記ロスレス符号化で得られた符号の復号を行う第 1 の復号のためのプログラム、入力されたフレームに含まれる符号が、二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語以外の符号語が含まれるフレームに対して二種類のみ符号語が含まれるフレームに適用されたロスレス符号化とは異なる符号化が適用されて得られた符号である場合に、この符号の復号を行う第 2 の復号のためのプログラムが記憶されている。

10

【 0 0 5 8 】

復号装置 2 では、記憶部に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じて R A M に読み込まれて、C P U で解釈実行・処理される。この結果、C P U が所定の機能（判定部、第 1 復号部、第 2 復号部）を実現することで所望の復号処理が実現される。

【 0 0 5 9 】

< 復号処理 >

次に、図 1 0 から図 1 2 を参照して、復号装置 2 における復号処理の流れを叙述的に説明する。

20

[ステップ S d 1]

まず、復号装置 2 の判定部 2 0 0 は、入力されたフレームに含まれる符号が、二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語 “ + 0 ”、“ - 0 ”のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号であるか否かを判定する。この判定は、入力された符号化特定符号によって判別される。

【 0 0 6 0 】

判定部 2 0 0 は、入力されたフレームに含まれる符号が、二種類の符号語 “ + 0 ”、“ - 0 ”のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号である場合、つまり符号化特定符号が第 1 符号化が選択されたことを表す符号である場合、当該フレームを第 1 復号部 2 1 0 に送る制御を行い、それ以外の場合、つまり符号化特定符号が第 2 符号化が選択されたことを表す符号である場合、当該フレームを第 2 復号部 2 2 0 に送る制御を行う。

30

[ステップ S d 2]

復号装置 2 の第 1 復号部 2 1 0 は、判定部 2 0 0 から送られたフレームについて、第 1 符号化であるロスレス符号化で得られた符号の復号を行い、この復号処理で得られた非線形 P C M 符号を出力する。

【 0 0 6 1 】

第 1 符号化であるロスレス符号化で得られた符号の復号は、次のようにして達成される。第 1 符号化であるロスレス符号化が、例えば、ランレングス符号化を行い、このランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化（Rice 符号化や Golomb 符号化など）を行う二段階符号化である場合には、まず、入力されたフレームに含まれる符号に対して、Rice パラメータ（Golomb パラメータ）を用いて復号を行い、この復号で得られた連続回数の系列に対して基準となった符号語によるランレングス符号化に対応する復号処理を適用することで、符号化装置 1 で符号化される前の非線形 P C M 符号を得ることができる。Rice パラメータ（Golomb パラメータ）やランレングス符号化の基準である符号語などは、これらが符号化装置 1 および復号装置 2 で予め規定されていない場合には、符号化装置 1 から送信されたビットストリームを逆多重化して得られる、Rice パラメータ（Golomb パラメータ）を表す符号や符号化方法を表す符号に従えばよい。Rice 符号化、Golomb 符号化、ランレングス符号化に対応する各復号処理は、例えば上記参考文献 2 に詳しいので、詳細な説明を略する。

40

50

【 0 0 6 2 】

第 1 符号化であるロスレス符号化が、二種類の符号語を 1 ビットで区別して表す符号化である場合には、二進数のビットの並びがそのまま符号語の並びに対応するので、二進数のビットに対応する符号語に置換することで復号できる。

【 0 0 6 3 】

第 1 符号化であるロスレス符号化が、二種類の符号語を 1 ビットで区別して表す符号化を行って得られる符号と、ランレングス符号化を行い、このランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化を行って得られる符号のうち、より少ない符号量を持つ符号である場合には、符号化装置 1 から送信されたビットストリームを逆多重化して得られる、いずれの符号を選択したかを表す符号に従い、上述した復号処理を行えばよい。

10

[ステップ S d 3]

復号装置 2 の第 2 復号部 2 2 0 は、第 2 符号化であるロスレス符号化で得られた符号の復号を行い、この復号処理で得られた非線形 PCM 符号を出力する。復号処理の詳細は、第 2 符号化であるロスレス符号化の種類によって決まる。

【 0 0 6 4 】

第 2 符号化であるロスレス符号化が、例えば、非線形 PCM 符号を線形 PCM 符号に変換してからこの線形 PCM 符号に対して線形予測分析を行い、得られた予測係数を使って求められた予測値を非線形 PCM 符号に変換して、元の非線形 PCM 符号と予測値の非線形 PCM 符号との残差を符号化するものである場合について、第 2 復号部 2 2 0 の復号処理を説明する（図 1 2 参照）。

20

【 0 0 6 5 】

分離部 6 0 は、判定部 2 0 0 から送られたフレームに対して逆多重化を適用し、このフレームに含まれる残差符号と予測係数符号を得る。係数復号部 7 0 は、分離部 6 0 が出力した予測係数符号を復号して予測係数を出力する。第 2 復号部 2 2 0 の残差復号部 2 2 1 は、分離部 6 0 が出力した残差符号を復号して残差を出力する。加算部 2 2 3 は、この残差に線形予測部 2 2 2 が出力した予測値を加算して非線形 PCM 符号を出力する。線形予測部 2 2 2 は、係数復号部 7 0 が出力した予測係数と加算部 2 2 3 が出力した非線形 PCM 符号から線形予測による予測値を出力する。なお、分離部 6 0 を第 2 復号部 2 2 0 の必須の構成要素としない構成も許される。この場合、分離部 6 0 は、判定部 2 0 0 と第 2 復号部 2 2 0 との間に介在する、復号装置 2 の構成要素となる。

30

[ステップ S d 4]

復号装置 2 の結合部 8 0 は、第 1 復号部 2 1 0 が出力した非線形 PCM 符号と第 2 復号部 2 2 0 が出力した非線形 PCM 符号をフレームの順番に従って連結して復号信号を出力する。この復号信号は、符号化装置 1 のバッファ部 3 0 の入力である非線形 PCM で符号化された信号に対応する。

【 0 0 6 6 】

上述の実施形態の変形例として、図 1 3 に示すような復号処理を採用することもできる。この復号処理は、符号化装置 1 の第 1 符号化部 1 1 0 が、非線形 PCM の二種類の符号語を 1 ビットで区別して表現する符号化を実行して得られる符号と、ランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化（Rice 符号化や Golomb 符号化など）を行って得られる符号のうち、より少ない符号量を持つ符号を出力する構成である場合に対応する復号処理である。

40

【 0 0 6 7 】

この復号処理では、第 1 復号部 2 1 0 が、非線形 PCM の二種類の符号語を 1 ビットで区別して表現する二進符号化方法またはランレングス符号化で得られた符号語の連続回数の系列に対して整数符号化を行う二段階符号化方法を表す符号に対応した復号方法によって、判定部 2 0 0 から送られたフレームについて符号の復号を行い、この復号処理で得られた非線形 PCM 符号を出力する（図 1 3 のステップ S d 2 a）。

【 0 0 6 8 】

50

また、上述の実施形態の変形例として、図14に示すような構成を採用することもできる。この構成は、符号化装置1が第3符号化部130も備える場合に対応した構成であり、復号装置2に第3復号部230が追加されている。第3復号部230の機能は、記憶部に記憶されたプログラムがCPUで解釈実行・処理されることで実現される。

【0069】

復号装置2の判定部200は、入力されたフレームに含まれる符号が、(1)二つの最小量子化インターバルに与えられた二種類の符号語“+0”、“-0”のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号である、(2)一種類の符号語のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号である、(3)前記いずれのケースにも該当しない、のいずれであるかを判定する(図15のステップSd1b)。この判定は、入力された符号化特定符号によって判別される。

10

【0070】

判定部200は、入力されたフレームに含まれる符号が(1)に該当する場合、当該フレームを第1復号部210に送る制御を行い、(3)に該当する場合、当該フレームを第2復号部220に送る制御を行い、(2)に該当する場合、当該フレームを第3復号部230に送る制御を行う。

【0071】

第1復号部210の処理内容、第2復号部220の処理内容は既述のとおりであるから説明を略する。

【0072】

20

第3復号部230は、判定部200が符号化特定符号に従って出力したフレームについて、第3符号化であるロスレス符号化で得られた符号(一種類の符号語のみが含まれるフレームに対してロスレス符号化が適用されて得られた符号)の復号を行い、この復号処理で得られた非線形PCM符号を出力する(図15のステップSd2b)。この場合、復号装置2の結合部80は、第1復号部210が出力した非線形PCM符号、第2復号部220が出力した非線形PCM符号並びに第3復号部230が出力した非線形PCM符号をフレームの順番に従って連結して復号信号を出力する(図15のステップSd4b)。

【0073】

以上の各実施形態の他、本発明である符号化装置・方法、復号装置・方法は上述の実施形態に限定されるものではなく、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。例えば、非線形量子化方式はA則であってもよく、この場合は、上記実施形態の符号語“+0”と“-0”を“+8”と“-8”に読み替えればよい。また、上述の説明に現れる技術的特徴を互いに矛盾しない範囲で自由に組み合わせる実施できる。

30

【0074】

また、上記符号化装置、復号装置における処理機能をコンピュータによって実現する場合、符号化装置、復号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、上記符号化装置、復号装置における処理機能がコンピュータ上で実現される。

【0075】

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。具体的には、例えば、磁気記録装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD(Digital Versatile Disc)、DVD-RAM(Random Access Memory)、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、CD-R(Recordable)/RW(ReWritable)等を、光磁気記録媒体として、MO(Magneto-Optical disc)等を、半導体メモリとしてEEPROM(Electronically Erasable and Programmable-Read Only Memory)等を用いることができる。

40

【0076】

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-R

50

OM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、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【0077】

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

【0078】

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、符号化装置、復号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

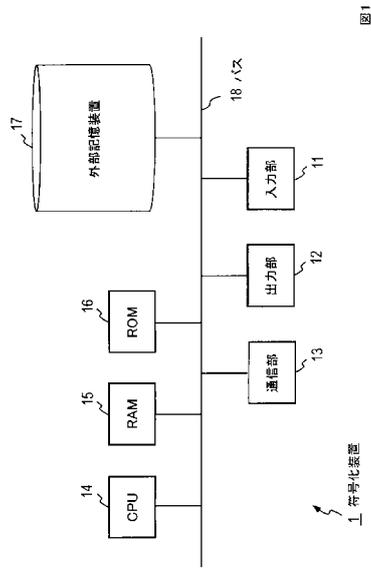
【符号の説明】

【0079】

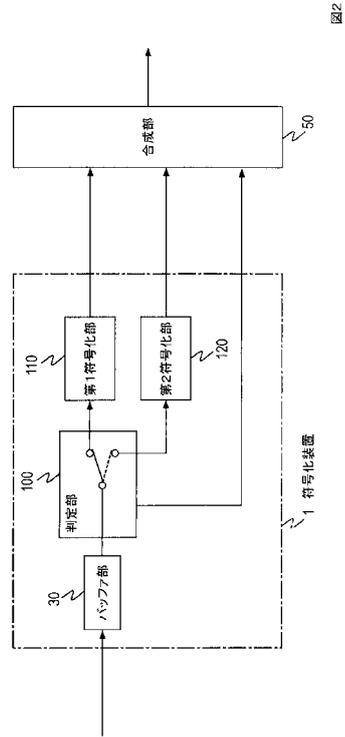
- 1 符号化装置
- 2 復号装置
- 100 判定部
- 110 第1符号化部
- 120 第2符号化部
- 130 第3符号化部
- 200 判定部
- 210 第1復号部
- 220 第2復号部
- 230 第3復号部

30

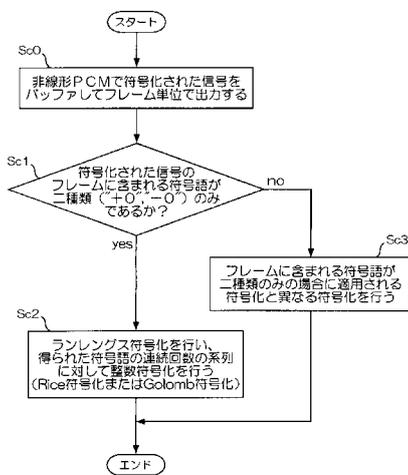
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

V	1-98	99-120	121-131	132-137	138-141	142-143	144-145
m	1	2	3	4	5	6	7
m'		2	3	4	5	6	7

V	146-147	148	149	150	151	152	153
m	8	9	10	11	12	14	15
m'	8	9	10	11	12	14	15

V	154	155	156	157	158	159	160
m	18	22	27	37	55	111	
m'	18		27		55		

図3

図4

【 図 5 】

符号	v	m'	c
0000	v < 121	2	1
0001	v < 132	3	2
0010	v < 138	4	2
0011	v < 142	5	3
0100	v < 144	6	3
0101	v < 146	7	3
0110	v < 148	8	3
0111	v < 149	9	4
1000	v < 150	10	4
1001	v < 151	11	4
1010	v < 152	12	4
1011	v < 153	14	4
1100	v < 154	15	4
1101	v < 156	18	5
1110	v < 158	27	5
1111	v < 160	55	6

図5

【 図 6 】

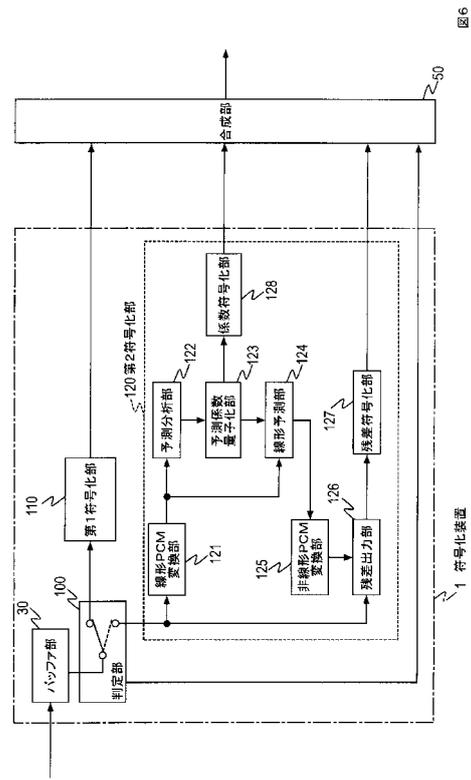


図6

【 図 7 】

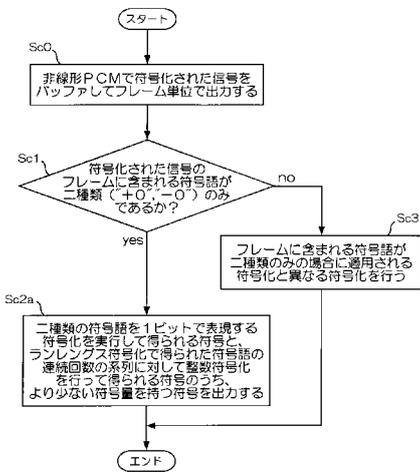


図7

【 図 8 】

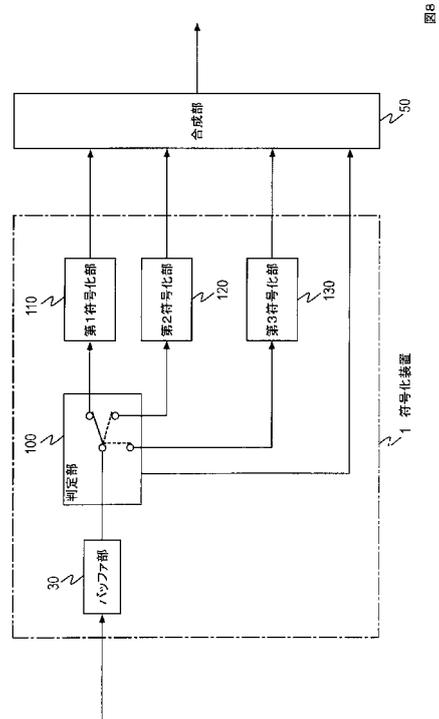


図8

【 図 9 】

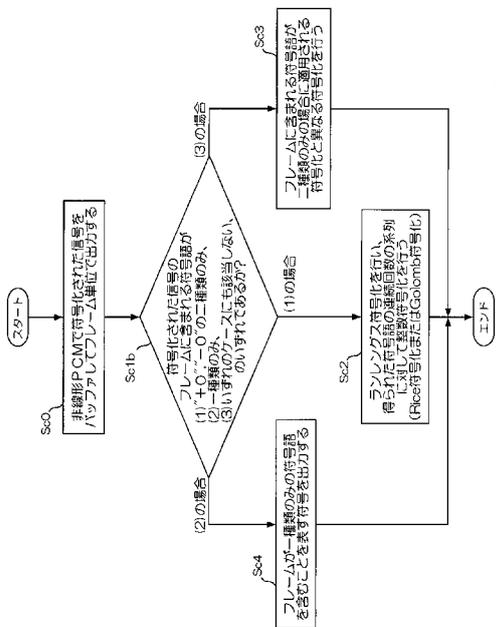


図9

【 図 10 】

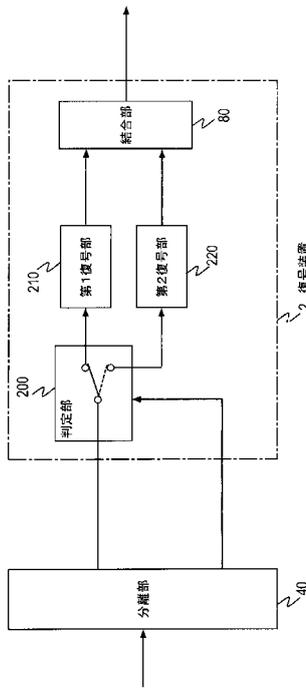


図10

【 図 11 】

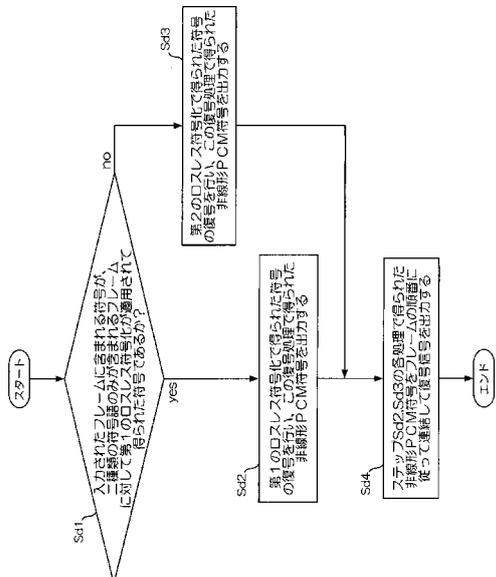


図11

【 図 12 】

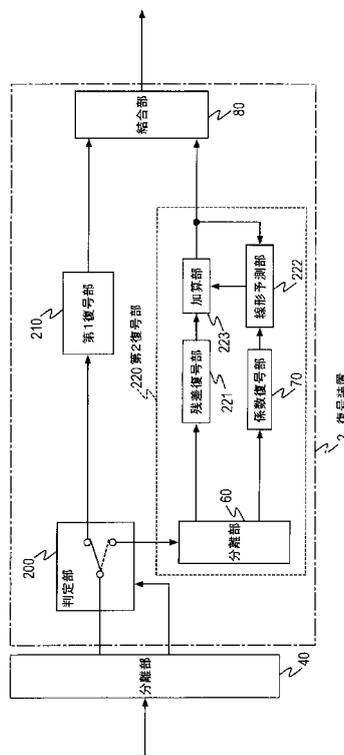


図12

【 図 13 】

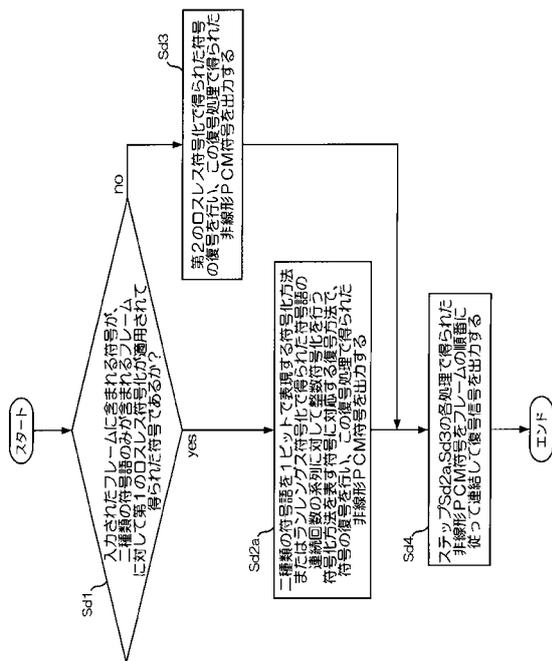


図13

【 図 14 】

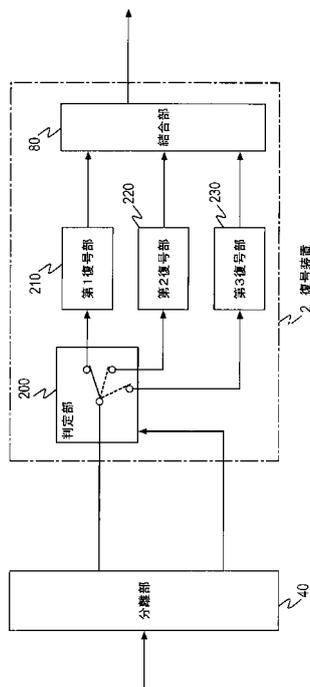


図14

【 図 15 】

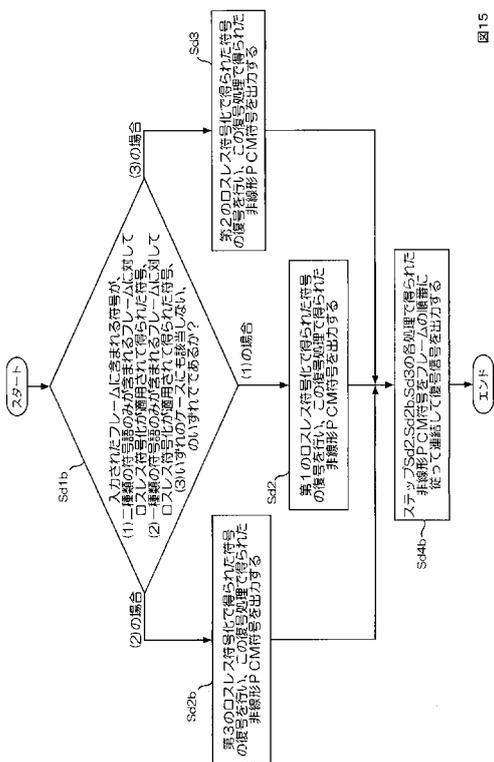


図15

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
- (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

審査官 菊地 陽一

- (56)参考文献 特開2004-258603(JP,A)
特開平02-034038(JP,A)
特開2000-310992(JP,A)
堀豊他, “対数圧伸符号化された音声信号のロスレス符号化のための線形予測分析”, 日本音響学会2008年春季研究発表講演論文集 3-Q-2, 2008年 3月, pp.379-380
竹澤 哲矢, “近傍平均値の増大に着目した時系列データ可逆圧縮”, 電気学会論文誌C Vol. 128 No. 2, 2008年 2月, 第128巻, pp.318-325

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/002
G10L 19/00
H03M 7/36
H03M 7/38
H03M 7/40