

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6457552号  
(P6457552)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.		F I			
G 1 O L 19/035	(2013.01)	G 1 O L	19/035		B
G 1 O L 19/06	(2013.01)	G 1 O L	19/06		B

請求項の数 8 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願2016-561570 (P2016-561570)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成27年11月24日(2015.11.24)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/082839		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(87) 国際公開番号	W02016/084764	(73) 特許権者	504137912
(87) 国際公開日	平成28年6月2日(2016.6.2)		国立大学法人 東京大学
審査請求日	平成29年5月25日(2017.5.25)		東京都文京区本郷七丁目3番1号
(31) 優先権主張番号	特願2014-239644 (P2014-239644)	(74) 代理人	100121706
(32) 優先日	平成26年11月27日(2014.11.27)		弁理士 中尾 直樹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100128705
(31) 優先権主張番号	特願2015-17692 (P2015-17692)		弁理士 中村 幸雄
(32) 優先日	平成27年1月30日(2015.1.30)	(74) 代理人	100147773
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 義村 宗洋
		(72) 発明者	守谷 健弘
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置、復号装置、これらの方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

時系列信号を周波数領域で符号化する符号化装置であって、

を 2 以外の所定の正の数として、上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定部と、

上記推定されたスペクトル包絡を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の各係数に対して行う符号化部と、

を含む符号化装置。

【請求項 2】

請求項 1 の符号化装置において、

上記スペクトル包絡推定部は、上記周波数領域サンプル列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を得る線形予測分析部と、上記線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を 1 / 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得ることにより上記スペクトル包絡の推定を行う非平滑化スペクトル包絡系列生成部と、を含む、

符号化装置。

【請求項 3】

周波数領域での復号により時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号装置であって、

入力された線形予測係数符号を復号して線形予測係数に変換可能な係数を得る線形予測係数復号部と、

を2以外の所定の正の数として、上記線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を1 / 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得る非平滑化スペクトル包絡系列生成部と、

上記非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当て又は実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行うことにより上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号部と、

を含む復号装置。

【請求項4】

時系列信号を周波数領域で符号化する符号化方法であって、

を2以外の所定の正の数として、上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定ステップと、

上記推定されたスペクトル包絡を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の各係数に対して行う符号化ステップと、

を含む符号化方法。

【請求項5】

請求項4の符号化方法において、

上記スペクトル包絡推定ステップは、上記周波数領域サンプル列の絶対値の 乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を得る線形予測分析ステップと、上記線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を1 / 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得ることにより上記スペクトル包絡の推定を行う非平滑化スペクトル包絡系列生成ステップと、を含む、

符号化方法。

【請求項6】

周波数領域での復号により時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号方法であって、

入力された線形予測係数符号を復号して線形予測係数に変換可能な係数を得る線形予測係数復号ステップと、

を2以外の所定の正の数として、上記線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を1 / 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得る非平滑化スペクトル包絡系列生成ステップと、

上記非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当て又は実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行うことにより上記時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号ステップと、

を含む復号方法。

【請求項7】

請求項1, 2の何れかの符号化装置の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項8】

請求項3の復号装置の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音信号等の時系列信号を符号化又は復号する技術に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

低ビット（例えば10kbit/s～20kbit/s程度）の音信号の符号化方法として、DFT（離散フーリエ変換）やMDCT（変形離散コサイン変換）などの周波数領域での直交変換係数に対する適応符号化が知られている。例えば標準規格技術であるMEPG USAC(Unified Speech and Audio Coding)は、TCX(transform coded excitation:変換符号化励振)符号化モードを持ち、この中ではMDCT係数をフレームごとに正規化して量子化後に可変長符号化している（例えば、非特許文献1参照）。

## 【0003】

従来のTCXに基づく符号化装置の構成例を図1に示す。図1の符号化装置は、周波数領域変換部11と、線形予測分析部12と、振幅スペクトル包絡系列生成部13と、包絡正規化部14と、符号化部15とを備えている。以下、図1の各部について説明する。

10

## 【0004】

## &lt;周波数領域変換部11&gt;

周波数領域変換部11には、時間領域の音信号が入力される。音信号は、例えば音声信号又は音響信号である。

## 【0005】

周波数領域変換部11は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する。Nは正の整数である。

20

## 【0006】

変換されたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、包絡正規化部14に出力される。

## 【0007】

## &lt;線形予測分析部12&gt;

線形予測分析部12には、時間領域の音信号が入力される。

## 【0008】

線形予測分析部12は、フレーム単位で入力された音信号に対する線形予測分析を行うことにより、線形予測係数 $a_1, a_2, \dots, a_p$ を生成する。また、線形予測分析部12は、生成された線形予測係数 $a_1, a_2, \dots, a_p$ を符号化して線形予測係数符号を生成する。線形予測係数符号の例は線形予測係数 $a_1, a_2, \dots, a_p$ に対応するLSP(Line Spectrum Pairs)パラメータ列の量子化値の列に対応する符号であるLSP符号である。pは2以上の整数である。

30

## 【0009】

また、線形予測分析部12は、生成された線形予測係数符号に対応する線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ を生成する。

## 【0010】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ は、振幅スペクトル包絡系列生成部13に出力される。また、生成された線形予測係数符号は、復号装置に出力される。

## 【0011】

線形予測分析には、例えば、フレーム単位で入力された音信号に対する自己相関を求めて、求めた自己相関を利用してLevinson-Durbinアルゴリズムを行うことにより線形予測係数を得る方法が用いられる。または、線形予測分析部12に周波数領域変換部11が求めたMDCT係数列を入力し、MDCT係数列の各係数の自乗値の系列を逆フーリエ変換したものに対して、Levinson-Durbinアルゴリズムを行うことにより線形予測係数を得る方法を用いてもよい。

40

## 【0012】

## &lt;振幅スペクトル包絡系列生成部13&gt;

振幅スペクトル包絡系列生成部13には、線形予測分析部12が生成した量子化線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

## 【0013】

50

振幅スペクトル包絡系列生成部 1 3 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を用いて、以下の式(1)により定義される平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を生成する。 $\cdot$ を実数として $\exp(\cdot)$ はネイピア数を底とする指数関数、 $j$ は虚数単位である。 $\gamma$ は、1以下の正の定数であり、以下の式(2)により定義される振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ の振幅の凹凸を鈍らせる係数、言い換えれば振幅スペクトル包絡系列を平滑化する係数である。

【0014】

【数1】

$$\hat{W}_\gamma(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\alpha}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|}} \quad \dots(1)$$

10

$$\hat{W}(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\alpha}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|}} \quad \dots(2)$$

【0015】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ は、包絡正規化部 1 4 に出力される。

20

【0016】

<包絡正規化部 1 4 >

包絡正規化部 1 4 には、周波数領域変換部 1 1 が生成したMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ 及び振幅スペクトル包絡系列生成部 1 3 が出力した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ が入力される。

【0017】

包絡正規化部 1 4 は、MDCT係数列の各係数 $X(k)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列の各値 $\hat{W}(k)$ で正規化することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ を生成する。つまり、 $X_N(k) = X(k) / \hat{W}(k)$  [ $k=0, 1, \dots, N-1$ ]である。

【0018】

生成された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ は、符号化部 1 5 に出力される。

30

【0019】

ここでは、聴覚的に歪が小さくなるような量子化の実現のために、包絡正規化部 1 4 は、振幅スペクトル包絡を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を用いて、フレーム単位でMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を正規化している。

【0020】

<符号化部 1 5 >

符号化部 1 5 には、包絡正規化部 1 4 が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ が入力される。

40

【0021】

符号化部 1 5 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応する符号を生成する。

【0022】

生成された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応する符号は、復号装置に出力される。

【0023】

符号化部 1 5 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数を利得(グローバルゲイン)  $g$ で割り算し、その結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を符号化して得られる符号を整数信号符号とする。非特

50

許文献1の技術では、符号化部15は、この整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるような利得gを決定する。そして、符号化部15は、この決定された利得gに対応する利得符号と、この決定された利得gに対応する整数信号符号とを生成する。

【0024】

この生成された利得符号及び整数信号符号が、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応する符号として復号装置に出力される。

【0025】

[符号化部15が行う符号化処理の具体例]

符号化部15が行う符号化処理の具体例について説明する。

10

【0026】

符号化部15の具体例の構成例を図2に示す。符号化部15は、図2に示すように、利得取得部151と、量子化部152と、Riceパラメータ決定部153と、Golomb-Rice符号化部154と、利得符号化部155と、判定部156と、利得更新部157とを備えている。以下、図2の各部について説明する。

【0027】

<利得取得部151>

利得取得部151は、入力された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定して出力する。利得取得部151が得たグローバルゲインgは、量子化部152で用いられるグローバルゲインの初期値となる。

20

【0028】

<量子化部152>

量子化部152は、入力された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数を利得取得部151または利得更新部157が得たグローバルゲインgで割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を得て出力する。

【0029】

ここで、量子化部152が初回に実行される際に用いられるグローバルゲインgは、利得取得部151が得たグローバルゲインg、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、量子化部152が2回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲインgは、利得更新部157が得たグローバルゲインg、すなわちグローバルゲインの更新値である。

30

【0030】

<Riceパラメータ決定部153>

Riceパラメータ決定部153は、量子化部152が得た量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ から、下記の式(3)によりRiceパラメータrを得て出力する。

【0031】

【数2】

40

$$r = \max \left( \left[ \log_2 \left( (\ln 2) \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} |X_Q(k)| \right) \right], 0 \right) \dots (3)$$

【0032】

ただし、 $\cdot$ を任意の数として、 $[\cdot]$ は $\cdot$ に対する丸め操作であるものとする。

【0033】

<Golomb-Rice符号化部154>

Golomb-Rice符号化部154は、Riceパラメータ決定部153が得たRiceパラメータrを用いて、量子化部152が得た量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ をGolomb-Rice符号化して整数信号符号を得て、整数信号符号と、整数信号符号のビット数である

50

消費ビット数  $C$  とを出力する。

【 0 0 3 4 】

< 判定部 1 5 6 >

判定部 1 5 6 は、利得の更新回数が予め定めた回数の場合には、整数信号符号を出力するとともに、利得符号化部 1 5 5 に対し利得更新部 1 5 7 が得たグローバルゲイン  $g$  を符号化する指示信号を出力し、利得の更新回数が予め定めた回数未満である場合には、利得更新部 1 5 7 に対し、Golomb-Rice符号化部 1 5 4 が計測した消費ビット数  $C$  を出力する。

【 0 0 3 5 】

< 利得更新部 1 5 7 >

利得更新部 1 5 7 は、Golomb-Rice符号化部 1 5 4 が計測した消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より多い場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を大きな値に更新して出力し、消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より少ない場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を小さな値に更新し、更新後のグローバルゲイン  $g$  の値を出力する。

【 0 0 3 6 】

< 利得符号化部 1 5 5 >

利得符号化部 1 5 5 は、判定部 1 5 6 が出力した指示信号に従って、利得更新部 1 5 7 が得たグローバルゲイン  $g$  を符号化して利得符号を得て出力する。

【 0 0 3 7 】

判定部 1 5 6 が出力した整数信号符号と、利得符号化部 1 5 5 が出力した利得符号は、正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【 0 0 3 8 】

以上のように、従来のTCXに基づく符号化では、振幅スペクトル包絡を鈍らせた平滑化振幅スペクトル包絡系列を用いてMDCT係数列を正規化した後、正規化MDCT係数列を符号化している。この符号化方法は、上記のMPEG-4 USACなどで採用されている。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 3 9 】

【 非特許文献 1 】 M. Neuendorf, et al., "MPEG Unified Speech and Audio Coding- The ISO/MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of all Content Types," AES 132nd Convention, Budapest, Hungary, 2012.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 4 0 】

入力される係数列の包絡の凸凹はなるべく小さいほうが符号化部 1 5 の符号化効率は良い。しかし、従来の符号化装置では、聴覚的な歪を小さくするために、包絡正規化部 1 4 でMDCT系列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  を振幅スペクトル包絡系列ではなく平滑化振幅スペクトル包絡系列で正規化しているため、符号化部 1 5 に入力される正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  は、MDCT係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  ほどではないものの、包絡の凹凸を有する。すなわち、従来の符号化装置には、平滑化振幅スペクトル包絡系列の包絡の凸凹に起因して、符号化部 1 5 の符号化効率が悪くなっている。

【 0 0 4 1 】

本発明は、従来よりも効率の良い符号化又は復号を行うことができる符号化装置、復号装置、これらの方法及びプログラム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 4 2 】

本発明の一態様による符号化装置によれば、時系列信号を周波数領域で符号化する符号化装置であって、 $\alpha$  を 2 以外の所定の正の数として、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の  $\alpha$  乗をパワースペクトルと見做してスペクトル包絡の推定を行うスペクトル包絡推定部と、推定されたスペクトル包絡を基にビット割り当てを変える又は実質

10

20

30

40

50

的にビット割り当てが変わる符号化を時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の各係数に対して行う符号化部と、を備えている。

【0043】

本発明の一態様による復号装置によれば、周波数領域での復号により時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号装置であって、入力された線形予測係数符号を復号して線形予測係数に変換可能な係数を得る線形予測係数復号部と、を2以外の所定の正の数として、線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を1 / 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得る非平滑化スペクトル包絡系列生成部と、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当て又は実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行うことにより時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得る復号部と、を備えている。

10

【発明の効果】

【0044】

従来よりも効率の良い符号化又は復号を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】従来の符号化装置の例を説明するためのブロック図。

【図2】従来の符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図3】技術的背景を説明するためのヒストグラム。

【図4】本発明の符号化装置の例を説明するためのブロック図。

20

【図5】本発明の符号化方法の例を説明するためのフローチャート。

【図6】本発明の符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図7】本発明の符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図8】本発明の符号化部の処理の例を説明するためのフローチャート。

【図9】本発明の復号装置の例を説明するためのブロック図。

【図10】本発明の復号方法の例を説明するためのフローチャート。

【図11】本発明の復号部の処理の例を説明するためのフローチャート。

【図12】本発明の技術的背景を説明するための図。

【図13】本発明の符号化方法の例を説明するためのフローチャート。

【図14】本発明の符号化部の例を説明するためのブロック図。

30

【図15】本発明の符号化部の例を説明するためのブロック図。

【図16】本発明の復号装置の例を説明するためのブロック図。

【図17】本発明の復号部の処理の例を説明するためのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0046】

[技術的背景]

平滑化振幅スペクトル包絡によるMDCT系列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の正規化は、振幅スペクトル包絡系列による正規化よりもMDCT系列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を白色化しない。具体的には、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ で正規化して得られる正規化MDCT係数列 $X_N(0)=X(0)/\hat{W}(0), X_N(1)=X(1)/\hat{W}(1), \dots, X_N(N-1)=X(N-1)/\hat{W}(N-1)$ は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ で正規化して得られる正規化後の系列 $X(0)/\hat{W}(0), X(1)/\hat{W}(1), \dots, X(N-1)/\hat{W}(N-1)$ よりも、 $\hat{W}(0)/\hat{W}(0), \hat{W}(1)/\hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)/\hat{W}(N-1)$ だけ凸凹が大きい。従って、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ で正規化して得られる正規化後の系列 $X(0)/\hat{W}(0), X(1)/\hat{W}(1), \dots, X(N-1)/\hat{W}(N-1)$ が符号化部15における符号化に適する程度に包絡の凸凹が平坦にされたものとする。符号化部15に入力される正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ には、 $\hat{W}(0)/\hat{W}(0), \hat{W}(1)/\hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)/\hat{W}(N-1)$ の系列(以下、正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}_N(0), \hat{W}_N(1), \dots, \hat{W}_N(N-1)$ )で表される包絡の凸凹が残されている。

40

50

## 【 0 0 4 7 】

図3に正規化MDCT系列の包絡の凹凸 $\hat{w}(0)/\hat{w}(0), \hat{w}(1)/\hat{w}(1), \dots, \hat{w}(N-1)/\hat{w}(N-1)$ が各値をとる場合における、正規化MDCT係数列に含まれる各係数の値の出現頻度を示す。envelope:0.2-0.3の曲線は、正規化MDCT系列の包絡の凹凸 $\hat{w}(k)/\hat{w}(k)$ が0.2以上0.3未満であるサンプルkに対応する正規化MDCT係数 $X_N(k)$ の値の頻度を表す。envelope:0.3-0.4の曲線は、正規化MDCT系列の包絡の凹凸 $\hat{w}(k)/\hat{w}(k)$ が0.3以上0.4未満であるサンプルkに対応する正規化MDCT係数 $X_N(k)$ の値の頻度を表す。envelope:0.4-0.5の曲線は、正規化MDCT系列の包絡の凹凸 $\hat{w}(k)/\hat{w}(k)$ が0.4以上0.5未満であるサンプルkに対応する正規化MDCT係数 $X_N(k)$ の値の頻度を表す。

## 【 0 0 4 8 】

10

図3を見ると、正規化MDCT係数列に含まれる各係数の値は、平均はほぼ0であるが、分散は包絡の値と関連性をもつことがわかる。すなわち、正規化MDCT系列の包絡の凹凸が大きいほど、頻度を表す曲線の裾野が広がっているため、正規化MDCT系列の包絡の凹凸が大きいことは正規化MDCT係数の値の分散が大きいということと関連性があることがわかる。より効率的な圧縮を実現するため、この関連性を利用した符号化を行う。具体的には、符号化の対象となる周波数領域サンプル列の各係数に対して、スペクトル包絡を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を行う。

## 【 0 0 4 9 】

そのために、例えば(i)量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ をGolomb-Rice符号化する場合には、スペクトル包絡に基づいて決定されたRiceパラメータを用いる。また、例えば(ii)量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化する場合にも、スペクトル包絡に基づいて決定された分散パラメータを用いる。

20

## 【 0 0 5 0 】

まず、(i)の場合の技術的背景について説明する。

## 【 0 0 5 1 】

従来の符号化装置では、Golomb-Rice符号化に用いるRiceパラメータを例えば量子化正規化済係数系列に含まれる係数の平均を含む以下の式(4)から求め、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ に含まれる全ての係数に対して式(4)から求めた同じRiceパラメータを用いてGolomb-Rice符号化していた。

## 【 0 0 5 2 】

30

## 【 数 3 】

$$r = \max \left( \left[ \log_2 \left( (\ln 2) \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} |X_Q(i)| \right) \right], 0 \right) \quad \dots(4)$$

## 【 0 0 5 3 】

ただし、 $\cdot$ を任意の数として、 $[\cdot]$ は $\cdot$ に対する丸め操作であるものとする。

## 【 0 0 5 4 】

これに対し、本発明の第二実施形態では、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対するRiceパラメータを、それぞれの係数に対応する正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{w}_N(0), \hat{w}_N(1), \dots, \hat{w}_N(N-1)$ の各値とグローバルゲイン $g$ から以下の式(5)で算出する。

40

## 【 0 0 5 5 】

## 【 数 4 】

$$r(k) = \max \left( \left[ \log_2 \left( \frac{(\ln 2)\sigma}{g} \hat{w}_N(k) \right) \right], 0 \right) \quad \dots(5)$$

## 【 0 0 5 6 】

ただし、 $\sigma$ は予測残差のエネルギー $\sigma^2$ の平方根である。すなわち、 $\sigma$ は正の数である。つまり、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対するRiceパラメータを、その各係数に対応する正規化振幅スペクトル包絡の値を所定の単調非減少関数に

50



入力した場合の出力値とする。こうすることにより、各係数に対するRiceパラメータを表すために新たに情報を追加することなく各係数に適したRiceパラメータを得ることが可能となり、Golomb-Rice符号化の効率を上げることができる。

【0057】

なお、従来とは異なる方法により求めたスペクトル包絡を利用してもよい。具体的には、本発明の第一実施形態では、Levinson-DurbinアルゴリズムをMDCT係数の絶対値の系列を逆フーリエ変換したものに対して行い、それにより得られる線形予測係数を量子化したものである $\hat{\gamma}_1, \hat{\gamma}_2, \dots, \hat{\gamma}_p$ を量子化線形予測係数 $\hat{\gamma}_1, \hat{\gamma}_2, \dots, \hat{\gamma}_p$ の代わりに用い、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ をそれぞれ下記の式(6)と式(7)

10

【0058】

【数5】

$$\hat{H}_\gamma(k) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \quad \dots(6)$$

$$\hat{H}(k) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \quad \dots(7)$$

20

【0059】

から求め、求めた非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各係数に対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各係数で除算して正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_N(0) = \hat{H}(0)/\hat{H}(0), \hat{H}_N(1) = \hat{H}(1)/\hat{H}(1), \dots, \hat{H}_N(N-1) = \hat{H}(N-1)/\hat{H}(N-1)$ を得て、正規化振幅スペクトル包絡系列とグローバルゲイン $g$ とから下記の式(8)によりRiceパラメータを算出する。

【0060】

【数6】

$$r(k) = \max\left(\left[\log_2\left(\frac{(\ln 2)\sigma^2}{g} \hat{H}_N(k)\right)\right], 0\right) \quad \dots(8)$$

30

【0061】

式(8)においても、量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対するRiceパラメータを、その各係数に対応する正規化振幅スペクトル包絡の値を所定の単調非減少関数に入力した場合の出力値としている。

【0062】

上記技術は、量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ をGolomb-Rice符号化する際の符号長を規準とする最小化問題に基づくものである。以下に上記技術の導出を述べる。

40

【0063】

量子化正規化係数 $X_Q(k)$ をそれぞれRiceパラメータ $r(k)$ によりGolomb-Rice符号化した際の符号長は丸め誤差の影響を無視すると、

【0064】

【数7】

$$L = \sum_{k=0}^{N-1} \left( 1 + r(k) + \frac{|X_Q(k)|}{2^{r(k)}} \right) \quad \dots(9)$$

【0065】

50

によってあらわされる。ただし、正負符号は別途符号化するものとする。この符号長を小さくするため、既に量子化及び符号化がなされている線形予測係数を基にRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ を求めることを考える。上の式(9)は、式変形を行うことにより、

【 0 0 6 6 】  
【 数 8 】

$$L = \sum_{k=0}^{N-1} \left( 1 + \log_2 2^{r(k)} + \frac{|X_Q(k)|}{2^{r(k)}} \right)$$

$$= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} \left( \frac{|X_Q(k)|}{(\log_2 e) 2^{r(k)}} - \ln \frac{|X_Q(k)|}{(\log_2 e) 2^{r(k)}} - 1 \right)$$

$$+ N(1 + \log_2 \ln 2 + \log_2 e) + \sum_{k=0}^{N-1} |X_Q(k)|$$

$$= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( (\log_2 e) 2^{r(k)} \middle| |X_Q(k)| \right) + C \quad \dots(10)$$

10

【 0 0 6 7 】  
と書き直すことができる。ただし、 $\ln$ はネイピア数を底とする対数、 $C$ はRiceパラメータに対する定数、そして $D_{IS}(X|Y)$ は $Y$ からの $X$ の板倉斎藤距離

20

【 0 0 6 8 】  
【 数 9 】

$$D_{IS}(X|Y) = \frac{Y}{X} - \ln \frac{Y}{X} - 1$$

【 0 0 6 9 】  
であるものとする。つまり、Riceパラメータ系列に対する符号長 $L$ の最小化問題は $(\log_2 e) 2^{r(k)}$ と $X_Q(k)$ との板倉斎藤距離の総和の最小化問題に帰着される。ここで、Riceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ と線形予測係数 $\hat{h}_1, \hat{h}_2, \dots, \hat{h}_p$ 、予測残差のエネルギー $\sigma^2$ との対応関係を一つ決めれば、符号長を最小化する線形予測係数を求める最適化問題を立てることができるが、従来の高速解法を用いるためにここでは次のように対応付ける。

30

【 0 0 7 0 】  
【 数 1 0 】

$$r(k) = \log_2 \left( \frac{1}{(\log_2 e) g \hat{H}_r(k)} \cdot \frac{\sigma^2 / (2\pi)}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn / N) \right|^2} \right) \quad \dots(11)$$

40

【 0 0 7 1 】  
量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は量子化の影響を無視すると、MDCT系列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、グローバルゲイン $g$ を用いてそれぞれ $X_Q(k) = X(k) / (g \hat{H}(k))$ とあらわすことができることから、式(10)のRiceパラメータに依存する項は式(11)により、

【 0 0 7 2 】

【数 1 1】

$$\begin{aligned}
 & (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( (\log_2 e) 2^{r(k)} \left| |X_Q(k)| \right| \right) \\
 &= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \frac{1}{g\hat{H}_\gamma(k)} \cdot \frac{\sigma^2 / (2\pi)}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn / N) \right|^2} \left| \frac{|X(k)|}{g\hat{H}_\gamma(k)} \right| \right) \\
 &= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn / N) \right|^2} \left| |X(k)| \right| \right)
 \end{aligned}$$

10

【0073】

のように、MDCT係数系列の絶対値と全極型のスペクトル包絡との板倉斎藤距離としてあらわされる。従来の線形予測分析、つまりパワースペクトルを逆フーリエ変換したものに対してLevinson-Durbinアルゴリズムを適用するものは、パワースペクトルと全極型のスペクトル包絡との板倉斎藤距離を最小化する線形予測係数を求める操作であることが知られている。したがって、上記の符号長最小化問題は、振幅スペクトル、つまりMDCT係数系列の絶対値を逆フーリエ変換したものに対してLevinson-Durbinアルゴリズムを適用することにより従来法と同様に最適解を求めることができる。

20

【0074】

つぎに、(ii) の場合の技術的背景について説明する。

【0075】

符号化対象の属する確率分布には多様性があるところ、ある確率分布（例えば、ラプラス分布）に属する符号化対象を仮定した最適なビット割り当てを、その仮定から外れた確率分布に属する符号化対象に対して行うと、圧縮効率は低下する可能性がある。

30

【0076】

そこで、符号化対象の属する確率分布として、様々な確率分布を表現することができる分布である、以下の式で表される一般化ガウス分布を使用する。

【0077】

【数 1 2】

$$f_{GG}(X | \phi, \eta) = \frac{A(\eta)}{\phi} \exp \left( - \left| B(\eta) \frac{X}{\phi} \right|^\eta \right),$$

$$A(\eta) = \frac{\eta B(\eta)}{2\Gamma(1/\eta)}, \quad B(\eta) = \sqrt{\frac{\Gamma(3/\eta)}{\Gamma(1/\eta)}}, \quad \Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt$$

40

【0078】

一般化ガウス分布は形状パラメータ ( $\eta > 0$ ) を変えることにより、図 12 のように  $\eta = 1$  の時はラプラス分布、 $\eta = 2$  の時はガウス分布、といったように様々な分布を表現することができる。  $\eta$  は、0 より大きい所定の数である。  $\eta$  は、0 より大きい 2 以外の所定の数であってもよい。具体的には、 $\eta$  は、2 未満の所定の正の数であってもよい。  $\eta$  の値は、予め決めておくか、または所定の時間区間であるフレーム毎に選択又は可変にしてもよい。また、上式の  $\eta$  は分布の分散に対応している値であり、この値を分散パラメータとして、スペクトル包絡の凹凸の情報を組み込む。つまり、分散パラメータ  $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots,$

50

(N-1)をスペクトル包絡から生成し、各周波数kでの量子化正規化済係数 $X_Q(k)$ に対して、 $f_{GG}(X|)(k)$ に従う場合に最適となるような算術符号を構成し、この構成に基づく算術符号により符号化を行う。

【0079】

以下では、形状パラメータは1つ決まっているものとする。

【0080】

本発明の第三実施形態では、予測残差のエネルギー $\sigma^2$ 及びグローバルゲイン $g$ の情報に加えて使用する分布の情報を更に取り入れ、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対する分散パラメータを例えば以下の式(A1)で算出する。

【0081】

【数13】

$$\phi(k) = \eta^{1/\eta} B(\eta) \hat{H}_N(k) \frac{\sigma^{2/\eta}}{g} \quad \dots(A1)$$

【0082】

ただし、 $\sigma$ は $\sigma^2$ の平方根である。

【0083】

具体的には、Levinson-DurbinアルゴリズムをMDCT係数の絶対値を乗した値の系列を逆フーリエ変換したのに対して行い、それにより得られる線形予測係数を量子化したものである $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を量子化線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ の代わりに用い、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $H(0), H(1), \dots, H(N-1)$ をそれぞれ下記の式(A2)と式(A3)

【0084】

【数14】

$$\hat{H}(k) = \left( \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \quad \dots(A2)$$

$$\hat{H}_\gamma(k) = \left( \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \quad \dots(A3)$$

【0085】

から求め、求めた非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各係数に対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $H(0), H(1), \dots, H(N-1)$ の各係数で除算して正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_N(0) = \hat{H}(0)/H(0), \hat{H}_N(1) = \hat{H}(1)/H(1), \dots, \hat{H}_N(N-1) = \hat{H}(N-1)/H(N-1)$ を得て、正規化振幅スペクトル包絡系列とグローバルゲイン $g$ とから上記の式(A1)により分散パラメータを算出する。

【0086】

ここで、式(A1)の $\sigma^{2/\eta}/g$ は、エントロピーに密接に係わる値であり、ビットレートが固定ならフレーム毎の値の変動は小さい。このため、 $\sigma^{2/\eta}/g$ として予め定められた固定値を使用することもできる。このように固定値を使用する場合は、本発明の手法のため新たに情報を追加する必要はない。

【0087】

上記技術は、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化する際の符

10

20

30

40

50

号長を規準とする最小化問題に基づくものである。以下に上記技術の導出を述べる。

【 0 0 8 8 】

量子化正規化済係数 $X_Q(k)$ をそれぞれ分散パラメータ  $(k)$ により、形状パラメータ  $(\eta)$ の一般化ガウス分布を用いた算術符号で符号化した際の符号長は、量子化が十分細かく行われたとすると、

【 0 0 8 9 】

【数 1 5】

$$L = \sum_{k=0}^{N-1} -\log_2 f_{GG}(X_Q(k) | \phi(k), \eta) \quad \dots(A4)$$

10

【 0 0 9 0 】

に比例する。この符号長を小さくするため、既に量子化及び符号化がなされている線形予測係数を基に分散パラメータ系列  $(0), (1), \dots, (N-1)$ を求めることを考える。上の式(A4)は、式変形を行うことにより、

【 0 0 9 1 】

【数 1 6】

$$\begin{aligned} L &= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} \left[ \left| \frac{B(\eta) X_Q(k)}{\phi(k)} \right|^\eta + \ln \phi(k) - \ln A(\eta) \right] \\ &= (\log_2 e) \sum_{k=0}^{N-1} \left[ \frac{1}{\eta} \left( \frac{|X_Q(k)|^\eta}{\phi^\eta(k)/(\eta B^\eta(\eta))} - \ln \frac{|X_Q(k)|^\eta}{\phi^\eta(k)/(\eta B^\eta(\eta))} - 1 \right) \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{\eta} \ln \eta B^\eta(\eta) + \ln |X_Q(k)| + \frac{1}{\eta} - \ln A(\eta) \right] \\ &= \frac{1}{\eta \ln 2} \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \frac{\phi^\eta(k)}{\eta B^\eta(\eta)} \middle| X_Q(k)^\eta \right) + C \quad \dots(A5) \end{aligned}$$

20

30

【 0 0 9 2 】

と書き直すことができる。ただし、 $\ln$ はネイピア数を底とする対数、 $C$ は分散パラメータに対する定数、そして  $D_{IS}(X|Y)$ は $Y$ からの $X$ の板倉斎藤距離

【 0 0 9 3 】

【数 1 7】

$$D_{IS}(X|Y) = \frac{Y}{X} - \ln \frac{Y}{X} - 1$$

【 0 0 9 4 】

であるものとする。つまり、分散パラメータ系列に対する符号長 $L$ の最小化問題は  $(k) / (B(\eta))$ と $|X_Q(k)|$ との板倉斎藤距離の総和の最小化問題に帰着される。ここで、分散パラメータ系列  $(0), (1), \dots, (N-1)$ と線形予測係数  $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ 、予測残差のエネルギー  $\sigma^2$ との対応関係を一つ決めれば、符号長を最小化する線形予測係数を求める最適化問題を立てることができるが、従来的高速解法を用いるためにここでは次のように対応付ける。

40

【 0 0 9 5 】

【数18】

$$\phi(k) = \frac{1}{g\hat{H}_\gamma(k)} \cdot \left( \frac{\eta B^\eta(\eta)\sigma^2/(2\pi)}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \quad \dots(A6)$$

【0096】

量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は量子化の影響を無視すると、MDCT系列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、グローバルゲイン $g$ を用いてそれぞれ $X_Q(k) = X(k)/(g\hat{H}(k))$ とあらわすことができることから、式(A5)の分散パラメータに依存する項は式(A6)により、

【0097】

【数19】

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\eta \ln 2} \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \frac{\phi^\eta(k)}{\eta B^\eta(\eta)} \left| X_Q(k) \right|^\eta \right) \\ &= \frac{1}{\eta \ln 2} \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \left( \frac{1}{g\hat{H}_\gamma(k)} \right)^\eta \cdot \frac{\sigma^2/(2\pi)}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \left| \frac{X(k)^\eta}{(g\hat{H}_\gamma(k))^\eta} \right| \right) \\ &= \frac{1}{\eta \ln 2} \sum_{k=0}^{N-1} D_{IS} \left( \frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \beta_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \left| X(k)^\eta \right| \right) \end{aligned} \quad \dots(20)$$

【0098】

のように、MDCT係数系列の絶対値と全極型のスペクトル包絡との板倉斎藤距離としてあらわされる。従来の線形予測分析、つまりパワースペクトルを逆フーリエ変換したものに対してLevinson-Durbinアルゴリズムを適用するものは、パワースペクトルと全極型のスペクトル包絡との板倉斎藤距離を最小化する線形予測係数を求める操作であることが知られている。したがって、上記の符号長最小化問題は、振幅スペクトルの乗、つまりMDCT係数系列の絶対値の乗を逆フーリエ変換したものに対してLevinson-Durbinアルゴリズムを適用することにより従来法と同様に最適解を求めることができる。

【0099】

[第一実施形態]

(第一実施形態の符号化)

第一実施形態の符号化装置の構成例を図4に示す。第一実施形態の符号化装置は、図4に示すように、周波数領域変換部21と、線形予測分析部22と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24と、包絡正規化部25と、符号化部26とを例えば備えている。この符号化装置により実現される第一実施形態の符号化方法の各処理の例を図5に示す。

【0100】

以下、図4の各部について説明する。

【0101】

<周波数領域変換部21>

周波数領域変換部21には、時間領域の音信号が入力される。音信号の例は、音声ディ

10

20

30

40

50

デジタル信号又は音響デジタル信号である。

【0102】

周波数領域変換部21は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する(ステップA1)。Nは正の整数である。

【0103】

得られたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、線形予測分析部22と包絡正規化部25に出力される。

【0104】

特に断りがない限り、以降の処理はフレーム単位で行われるものとする。

10

【0105】

このようにして、周波数領域変換部21は、音信号に対応する、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列を求める。

【0106】

<線形予測分析部22>

線形予測分析部22には、周波数領域変換部21が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

【0107】

線形予測分析部22は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を用いて、以下の式(12)により定義される $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を線形予測分析して線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成し、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化して線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化された線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを生成する(ステップA2)。

20

【0108】

【数20】

$$\tilde{X}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} |X(n)| \exp\left(-j \frac{2\pi kn}{N}\right), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(12)$$

【0109】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ は、非平滑化スペクトル包絡系列生成部23と平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24に出力される。

30

【0110】

また、生成された線形予測係数符号は、復号装置に送信される。

【0111】

具体的には、線形予測分析部22は、まずMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換に相当する演算、すなわち式(12)の演算を行うことにより、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に対応する時間領域の信号列である擬似相関関数信号列 $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を求める。そして、線形予測分析部22は、求めた擬似相関関数信号列 $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を用いて線形予測分析を行って、線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成する。そして、線形予測分析部22は、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化することにより、線形予測係数符号と、線形予測係数符号に対応する量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを得る。

40

【0112】

線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値をパワースペクトルと見做したときの時間領域の信号に対応する線形予測係数である。

【0113】

線形予測分析部22による線形予測係数符号の生成は、例えば従来の符号化技術によって行われる。従来の符号化技術とは、例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をLSPパラメータに変換してLSPパラメータに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をPARCOR係数

50

に変換してPARCOR係数に対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術などである。例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術は、複数の量子化線形予測係数の候補が予め定められ、各候補が線形予測係数符号と予め対応付けられて記憶されており、候補の何れかが生成された線形予測係数に対する量子化線形予測係数として決定され、量子化線形予測係数と線形予測係数符号とが得られる技術である。

【0114】

<非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23>

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23には、線形予測分析部22が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

10

【0115】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する(ステップA3)。

【0116】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、符号化部26に出力される。

【0117】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を用いて、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ として、以下の式(13)により定義される非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する。

20

【0118】

【数21】

$$\hat{H}(k) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \quad \dots(13)$$

【0119】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、音信号に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

30

【0120】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24>

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24には、線形予測分析部22が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0121】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する(ステップA4)。

40

【0122】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、包絡正規化部25及び符号化部26に出力される。

【0123】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ と補正係数を用いて、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ として、以下の式(14)により定義される平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する。

【0124】



【数 2 2】

$$\hat{H}_\gamma(k) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2}, \quad k=0,1,\dots,N-1 \quad \dots(14)$$

【0 1 2 5】

ここで、補正係数 は予め定められた 1 未満の定数であり非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の振幅の凹凸を鈍らせる係数、言い換えれば非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を平滑化する係数である。

【0 1 2 6】

このようにして、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列の振幅の凹凸を平滑化した系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【0 1 2 7】

&lt; 包絡正規化部 2 5 &gt;

包絡正規化部 2 5 には、周波数領域変換部 2 1 が得た MDCT 係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

【0 1 2 8】

包絡正規化部 2 5 は、MDCT 係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で正規化することにより、正規化 MDCT 係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ を生成する (ステップ A 5)。

【0 1 2 9】

生成された正規化 MDCT 係数列は、符号化部 2 6 に出力される。

【0 1 3 0】

包絡正規化部 2 5 は、例えば、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、MDCT 係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数 $X(k)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ で除算することにより、正規化 MDCT 係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数 $X_N(k)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $X_N(k)=X(k)/\hat{H}(k)$ である。

【0 1 3 1】

このようにして、包絡正規化部 2 5 は、例えば MDCT 係数列である周波数領域サンプル列の各サンプルを、平滑化振幅スペクトル包絡系列の対応するサンプルで正規化して、例えば正規化 MDCT 係数列である正規化周波数領域サンプル列を得る。

【0 1 3 2】

&lt; 符号化部 2 6 &gt;

符号化部 2 6 には、包絡正規化部 2 5 が生成した正規化 MDCT 係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

【0 1 3 3】

符号化部 2 6 は、図 8 に例示するステップ A 6 - 1 からステップ A 6 - 5 の処理を行うことにより符号化を行う (ステップ A 6)。すなわち、符号化部 2 6 は、正規化 MDCT 係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応するグローバルゲイン $g$ を求め (ステップ A 6 - 1)、正規化 MDCT 係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を求め (ステップ A 6 - 2)、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する Rice パラメータ $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ をグローバルゲイン $g$ と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ とから上記の式(8)により求め (ステップ A 6 - 3)、Rice パラメータ $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ を用いて量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を Golomb-Rice 符号化して整数信号符号を得 (ステップ A 6 - 4)、グローバルゲイン $g$ に対応する利得

10

20

30

40

50

符号を得る（ステップA 6 - 5）。

【0134】

ここで、上記の式(8)における正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_N(0), \hat{H}_N(1), \dots, \hat{H}_N(N-1)$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で除算したものの、すなわち、以下の式(15)により求まるものである。

【0135】

【数23】

$$\hat{H}_N(k) = \frac{\hat{H}(k)}{\hat{H}_r(k)}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(15)$$

10

【0136】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【0137】

符号化部26は、上記のステップA 6 - 1 ~ A 6 - 5により、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定し、決定されたグローバルゲインgに対応する利得符号と、この決定されたグローバルゲインgに対応する整数信号符号とを生成する機能を実現している。

20

【0138】

符号化部26が行うステップA 6 - 1からステップA 6 - 5のうち、特徴的な処理が含まれるのはステップA 6 - 3である。グローバルゲインgと量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ のそれぞれを符号化することにより正規化MDCT係数列に対応する符号を得る符号化処理自体には、非特許文献1に記載された技術を含む様々な公知技術が存在する。以下では符号化部26が行う符号化処理の具体例を2つ説明する。

【0139】

[符号化部26が行う符号化処理の具体例1]

符号化部26が行う符号化処理の具体例1として、ループ処理を含まない例について説明する。

30

【0140】

具体例1の符号化部26の構成例を図6に示す。具体例1の符号化部26は、図6に示すように、利得取得部261と、量子化部262と、Riceパラメータ決定部263と、Golomb-Rice符号化部264と、利得符号化部265とを例えば備えている。以下、図6の各部について説明する。

【0141】

<利得取得部261>

利得取得部261は、入力された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定して出力する（ステップ261）。

利得取得部261は、例えば、入力された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数Bと負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲインgとして得て出力する。または、利得取得部261は、入力された正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計と、配分ビット数Bと、グローバルゲインgと、の関係を予めテーブル化しておき、そのテーブルを参照することによりグローバルゲインgを得て出力してもよい。

40

【0142】

このようにして、利得取得部261は、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の全サンプルを除算するための利得を得る。

【0143】

50

## &lt; 量子化部 2 6 2 &gt;

量子化部 2 6 2 は、入力された正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  の各係数を利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$  で割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化済係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  を得て出力する (ステップ 2 6 2)。

## 【 0 1 4 4 】

このようにして、量子化部 2 6 2 は、例えば正規化 MDCT 係数列である正規化周波数領域サンプル列の各サンプルを、利得で除算するとともに量子化して量子化正規化済係数系列を求める。

## 【 0 1 4 5 】

## &lt; Rice パラメータ決定部 2 6 3 &gt;

Rice パラメータ決定部 2 6 3 は、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$  と、入力された非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  と、入力された平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  とから、上記の式 (8) により Rice パラメータ系列  $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$  の各 Rice パラメータを得て出力する (ステップ 2 6 3)。

## 【 0 1 4 6 】

このようにして、Rice パラメータ決定部 2 6 3 は、量子化正規化済係数系列を Golomb-Rice 符号化するための Rice パラメータを、平滑化振幅スペクトル包絡系列と非平滑化振幅スペクトル包絡系列と利得に基づいて、量子化正規化係数系列の各係数毎に求める。

## 【 0 1 4 7 】

符号化側のライスパラメータ決定装置は、Rice パラメータ決定部 2 6 3 を少なくとも備えた装置である。符号化側のライスパラメータ決定装置は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4、包絡正規化部 2 5、利得取得部 2 6 1、量子化部 2 6 2 等の他の部を備えていてもよい。

## &lt; Golomb-Rice 符号化部 2 6 4 &gt;

Golomb-Rice 符号化部 2 6 4 は、量子化正規化済係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  の各係数に対応する Rice パラメータとして Rice パラメータ決定部 2 6 3 が得た Rice パラメータ系列  $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$  の各 Rice パラメータを用いて、量子化部 2 6 2 が得た量子化正規化済係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  を Golomb-Rice 符号化して整数信号符号を得て出力する (ステップ 2 6 4)。

## &lt; 利得符号化部 2 6 5 &gt;

利得符号化部 2 6 5 は、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$  を符号化して利得符号を得て出力する (ステップ 2 6 5)。

## 【 0 1 4 8 】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化 MDCT 係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

## 【 0 1 4 9 】

すなわち、本具体例のステップ 2 6 1 から 2 6 5 がそれぞれ上記のステップ A 6 - 1 ~ A 6 - 5 に対応する。

## 【 0 1 5 0 】

[ 符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 2 ]

符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 2 として、ループ処理を含む例について説明する。

## 【 0 1 5 1 】

具体例 2 の符号化部 2 6 の構成例を図 7 に示す。具体例 2 の符号化部 2 6 は、図 7 に示すように、利得取得部 2 6 1 と、量子化部 2 6 2 と、Rice パラメータ決定部 2 6 3 と、Golomb-Rice 符号化部 2 6 4 と、利得符号化部 2 6 5 と、判定部 2 6 6 と、利得更新部 2 6 7 とを例えば備えている。以下、図 7 の各部について説明する。

## 【 0 1 5 2 】

## &lt; 利得取得部 2 6 1 &gt;

10

20

30

40

50

利得取得部 2 6 1 は、入力された正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数  $B$  以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲイン  $g$  を決定して出力する（ステップ 2 6 1）。利得取得部 2 6 1 は、例えば、正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数  $B$  と負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲイン  $g$  として得て出力する。

【 0 1 5 3 】

利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$  は、量子化部 2 6 2 及び Rice パラメータ決定部 2 6 3 で用いられるグローバルゲインの初期値となる。

【 0 1 5 4 】

このようにして、利得取得部 2 6 1 は、例えば正規化 MDCT 係数列である正規化周波数領域サンプル列の全サンプルを除算するための利得を得る。

【 0 1 5 5 】

< 量子化部 2 6 2 >

量子化部 2 6 2 は、入力された正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  の各係数を利得取得部 2 6 1 または利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  で割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化済係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  を得て出力する（ステップ 2 6 2）。

【 0 1 5 6 】

ここで、量子化部 2 6 2 の処理が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、量子化部 2 6 2 の処理が 2 回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【 0 1 5 7 】

このようにして、量子化部 2 6 2 は、例えば正規化 MDCT 係数列である正規化周波数領域サンプル列の各サンプルを、利得で除算するとともに量子化して量子化正規化済係数系列を求める。

【 0 1 5 8 】

< Rice パラメータ決定部 2 6 3 >

Rice パラメータ決定部 2 6 3 は、利得取得部 2 6 1 または利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  と、入力された非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  と、入力された平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$  とから、上記の式 (8) により Rice パラメータ系列  $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$  の各 Rice パラメータを得て出力する（ステップ 2 6 3）。

【 0 1 5 9 】

ここで、Rice パラメータ決定部 2 6 3 の処理が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、Rice パラメータ決定部 2 6 3 の処理が 2 回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【 0 1 6 0 】

このようにして、Rice パラメータ決定部 2 6 3 は、量子化正規化済係数系列を Golomb-Rice 符号化するための Rice パラメータを、平滑化振幅スペクトル包絡系列と非平滑化振幅スペクトル包絡系列と利得に基づいて、量子化正規化係数系列の各係数毎に求める。

【 0 1 6 1 】

符号化側のライスパラメータ決定装置は、Rice パラメータ決定部 2 6 3 を少なくとも備えた装置である。符号化側のライスパラメータ決定装置は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4、包絡正規化部 2 5、利得取得部 2 6 1、量子化部 2 6 2 等の他の部を備えていてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 2 】

< Golomb-Rice符号化部 2 6 4 >

Golomb-Rice符号化部 2 6 4 は、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応するRiceパラメータとしてRiceパラメータ決定部 2 6 3 が得たRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ の各Riceパラメータを用いて、量子化部 2 6 2 が得た量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ をGolomb-Rice符号化して整数信号符号を得て、整数信号符号と、整数信号符号のビット数である消費ビット数 $C$ とを出力する（ステップ 2 6 4）。

## 【 0 1 6 3 】

< 判定部 2 6 6 >

判定部 2 6 6 は、利得の更新回数に基づく判定を行う。具体的には、判定部 2 6 6 は、利得の更新回数が予め定めた回数の場合には、整数信号符号を出力するとともに、利得符号化部 2 6 5 に対し利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン $g$ を符号化する指示信号を出力し、利得の更新回数が予め定めた回数未満である場合には、利得更新部 2 6 7 に対し、Golomb-Rice符号化部 2 6 4 が計測した消費ビット数 $C$ を出力する（ステップ S 2 6 6）。

10

## 【 0 1 6 4 】

< 利得更新部 2 6 7 >

利得更新部 2 6 7 は、Golomb-Rice符号化部 2 6 4 が計測した消費ビット数 $C$ が配分ビット数 $B$ より多い場合にはグローバルゲイン $g$ の値を大きな値に更新して出力し、消費ビット数 $C$ が配分ビット数 $B$ より少ない場合にはグローバルゲイン $g$ の値を小さな値に更新し、更新後のグローバルゲイン $g$ の値を出力する（ステップ 2 6 7）。

20

## 【 0 1 6 5 】

< 利得符号化部 2 6 5 >

利得符号化部 2 6 5 は、判定部 2 6 6 が出力した指示信号に従って、利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン $g$ を符号化して利得符号を得て出力する（ステップ 2 6 5）。

## 【 0 1 6 6 】

判定部 2 6 6 が出力した整数信号符号と、利得符号化部 2 6 5 が出力した利得符号は、正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

## 【 0 1 6 7 】

すなわち、本具体例においては、最後に行われたステップ 2 6 7 とステップ 2 6 2 とステップ 2 6 3 とステップ 2 6 4 がそれぞれ上記のステップ A 6 - 1 ~ A 6 - 4 に対応し、ステップ 2 6 5 が上記のステップ A 6 - 5 に対応する。

30

## 【 0 1 6 8 】

なお、符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 2 については、国際公開2014/054556などに更に詳細に説明されている。

## 【 0 1 6 9 】

（第一実施形態の復号）

第一実施形態の符号化装置に対応する復号装置の構成例を図 9 に示す。第一実施形態の復号装置は、図 9 に示すように、線形予測係数復号部 3 1 と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 と、復号部 3 4 と、包絡逆正規化部 3 5 と、時間領域変換部 3 6 とを例えば備えている。この復号装置により実現される第一実施形態の復号方法の各処理の例を図 1 0 に示す。

40

## 【 0 1 7 0 】

復号装置には、符号化装置が出力した、正規化MDCT係数列に対応する符号及び線形予測係数符号が少なくとも入力される。

## 【 0 1 7 1 】

以下、図 9 の各部について説明する。

## 【 0 1 7 2 】

< 線形予測係数復号部 3 1 >

50

線形予測係数復号部 3 1 には、符号化装置が出力した線形予測係数符号が入力される。

【 0 1 7 3 】

線形予測係数復号部 3 1 は、フレームごとに、入力された線形予測係数符号を例えば従来の復号技術によって復号して復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ を得る（ステップ B 1）。

【 0 1 7 4 】

得られた復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 に出力される。

【 0 1 7 5 】

ここで、従来の復号技術とは、例えば、線形予測係数符号が量子化された線形予測係数に対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化された線形予測係数と同じ復号線形予測係数を得る技術、線形予測係数符号が量子化されたLSPパラメータに対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化されたLSPパラメータと同じ復号LSPパラメータを得る技術などである。また、線形予測係数とLSPパラメータは互いに変換可能なものであり、入力された線形予測係数符号と後段での処理において必要な情報に応じて、復号線形予測係数と復号LSPパラメータの間での変換処理を行えばよいのは周知である。以上から、上記の線形予測係数符号の復号処理と必要に応じて行なう上記の変換処理とを包含したものが「従来の復号技術による復号」ということになる。

【 0 1 7 6 】

< 非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 >

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 には、線形予測係数復号部 3 1 が得た復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

【 0 1 7 7 】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を上記の式(13)により生成する（ステップ B 2）。

【 0 1 7 8 】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、復号部 3 4 に出力される。

【 0 1 7 9 】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、入力された線形予測係数符号に対応する線形予測係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【 0 1 8 0 】

< 平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 >

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 には、線形予測係数復号部 3 1 が得た復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

【 0 1 8 1 】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 は、復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を上記の式(14)により生成する（ステップ B 3）。

【 0 1 8 2 】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、復号部 3 4 及び包絡逆正規化部 3 5 に出力される。

【 0 1 8 3 】

このようにして、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 は、入力された線形予測係数符号に対応する線形予測係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を平滑化した系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【 0 1 8 4 】

10

20

30

40

50

## &lt; 復号部 3 4 &gt;

復号部 3 4 には、符号化装置が出力した正規化MDCT係数列に対応する符号、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

## 【 0 1 8 5 】

復号部 3 4 は、Riceパラメータ決定部 3 4 1 を備えている。

## 【 0 1 8 6 】

復号部 3 4 は、図 1 1 に例示するステップ B 4 - 1 からステップ B 4 - 4 の処理を行うことにより復号を行う（ステップ B 4）。すなわち、復号部 3 4 は、フレームごとに、入力された正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン  $g$  を得る（ステップ B 4 - 1）。復号部 3 4 のRiceパラメータ決定部 3 4 1 は、グローバルゲイン  $g$  と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ とから上記の式(8)によりRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ の各Riceパラメータを求める（ステップ B 4 - 2）。復号部 3 4 は、正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる整数信号符号をRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ の各Riceパラメータを用いてGolomb-Rice復号して復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ を得（ステップ B 4 - 3）、復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ の各係数にグローバルゲイン  $g$  を乗算して復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を生成する（ステップ B 4 - 4）。

## 【 0 1 8 7 】

生成された復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ は、包絡逆正規化部 3 5 へ出力される。

## 【 0 1 8 8 】

このようにして、Riceパラメータ決定部 3 4 1 は、復号正規化済係数系列をGolomb-Rice復号によって得るためのRiceパラメータを、平滑化振幅スペクトル包絡系列と非平滑化振幅スペクトル包絡系列と利得に基づいて、上記復号量子化正規化済係数系列の各係数毎に求める。

## 【 0 1 8 9 】

また、復号部 3 4 は、入力された整数信号符号をGolomb-Rice復号して得られた復号正規化済係数系列の各係数に、入力された利得符号を復号して得られた利得を乗算して例えば復号正規化MDCT係数列である復号正規化周波数領域サンプル列を得る。

## 【 0 1 9 0 】

復号側のライスパラメータ決定装置は、Riceパラメータ決定部 3 4 1 を少なくとも備えた装置である。復号側のライスパラメータ決定装置は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 等の他の部を備えていてもよい。

## 【 0 1 9 1 】

## &lt; 包絡逆正規化部 3 5 &gt;

包絡逆正規化部 3 5 には、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び復号部 3 4 が生成した復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ が入力される。

## 【 0 1 9 2 】

包絡逆正規化部 3 5 は、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を用いて、復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を逆正規化することにより、復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する（ステップ B 5）。

## 【 0 1 9 3 】

生成された復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ は、時間領域変換部 3 6 へ出力される。

## 【 0 1 9 4 】

例えば、包絡逆正規化部 3 5 は、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を

10

20

30

40

50

$X_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ の各係数 $\hat{X}_N(k)$ に、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各包絡値 $\hat{H}(k)$ を乗じることにより復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $\hat{X}(k) = \hat{X}_N(k) \times \hat{H}(k)$ である。

【0195】

このようにして、包絡逆正規化部35は、例えば復号正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の各係数と、平滑化振幅スペクトル包絡系列の対応する係数とを乗算したものである復号周波数領域サンプル列を得る。

【0196】

<時間領域変換部36>

時間領域変換部36には、包絡逆正規化部35が生成した復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ が入力される。

10

【0197】

時間領域変換部36は、フレームごとに、包絡逆正規化部35が得た復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を時間領域に変換してフレーム単位の音信号(復号音信号)を得る(ステップB6)。

【0198】

このようにして、時間領域変換部36は、例えば復号MDCT係数列である復号周波数領域サンプル列に対応する復号音信号を得る。

【0199】

[第二実施形態]

20

(第二実施形態の符号化)

第二実施形態の符号化装置の構成例を図4に示す。第二実施形態の符号化装置は、図4に示すように、周波数領域変換部21と、線形予測分析部22と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24と、包絡正規化部25と、符号化部26とを例えば備えている。この符号化装置により実現される第二実施形態の符号化方法の各処理の例を図5に示す。

【0200】

以下、図4の各部について説明する。

【0201】

<周波数領域変換部21>

30

周波数領域変換部21には、時間領域の音信号が入力される。音信号の例は、音声デジタル信号又は音響デジタル信号である。

【0202】

周波数領域変換部21は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する(ステップA1)。Nは正の整数である。

【0203】

得られたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、線形予測分析部22と包絡正規化部25に出力される。

【0204】

40

特に断りがない限り、以降の処理はフレーム単位で行われるものとする。

【0205】

このようにして、周波数領域変換部21は、音信号に対応する、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列を求める。

【0206】

<線形予測分析部22>

線形予測分析部22には、周波数領域変換部21が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

【0207】

線形予測分析部22は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を用いて、以下の式(16)によ

50



り定義される $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を線形予測分析して線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成し、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化して線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化された線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを生成する(ステップA2)。

【0208】

【数24】

$$\tilde{X}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} |X(n)|^2 \exp\left(-j \frac{2\pi kn}{N}\right), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(16)$$

【0209】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ は、非平滑化スペクトル包絡系列生成部23と平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24に出力される。

【0210】

また、生成された線形予測係数符号は、復号装置に送信される。

【0211】

具体的には、線形予測分析部22は、式(16)の演算を行うことにより、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に対応する時間領域の信号列である擬似相関関数信号列 $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を求める。そして、線形予測分析部22は、求めた擬似相関関数信号列 $\tilde{X}(0), \tilde{X}(1), \dots, \tilde{X}(N-1)$ を用いて線形予測分析を行って、線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成する。そして、線形予測分析部22は、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化することにより、線形予測係数符号と、線形予測係数符号に対応する量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを得る。

【0212】

線形予測分析部22による線形予測係数符号の生成は、例えば従来の符号化技術によって行われる。従来の符号化技術とは、例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をLSPパラメータに変換してLSPパラメータに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をPARCOR係数に変換してPARCOR係数に対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術などである。例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術は、複数の量子化線形予測係数の候補が予め定められ、各候補が線形予測係数符号と予め対応付けられて記憶されており、候補の何れかが生成された線形予測係数に対する量子化線形予測係数として決定され、量子化線形予測係数と線形予測係数符号とが得られる技術である。

【0213】

<非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23>

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23には、線形予測分析部22が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0214】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を生成する(ステップA3)。

【0215】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ は、符号化部26に出力される。

【0216】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を用いて、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ として、以下の式(17)により定義される非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を生成する。

【0217】

10

20

30

40

50

【数 2 5】

$$\hat{W}(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\alpha}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|}} \dots (17)$$

【0 2 1 8】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、音信号に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【0 2 1 9】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 >

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 には、線形予測分析部 2 2 が生成した量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  が入力される。

【0 2 2 0】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  を生成する (ステップ A 4)。

【0 2 2 1】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  は、包絡正規化部 2 5 及び符号化部 2 6 に出力される。

【0 2 2 2】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、量子化線形予測係数  $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$  と補正係数  $\gamma^n$  を用いて、平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  として、以下の式(18)により定義される平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}_\gamma(0), \hat{W}_\gamma(1), \dots, \hat{W}_\gamma(N-1)$  を生成する。

【0 2 2 3】

【数 2 6】

$$\hat{W}_\gamma(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\alpha}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|}}, k = 0, 1, \dots, N-1 \dots (18)$$

【0 2 2 4】

ここで、補正係数  $\gamma^n$  は予め定められた 1 未満の定数であり非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  の振幅の凹凸を鈍らせる係数、言い換えれば非平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  を平滑化する係数である。

【0 2 2 5】

このようにして、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列の振幅の凸凹を平滑化した系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【0 2 2 6】

<包絡正規化部 2 5 >

包絡正規化部 2 5 には、周波数領域変換部 2 1 が得た MDCT 係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  が入力される。

【0 2 2 7】

包絡正規化部 2 5 は、MDCT 係数列  $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$  の各係数を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列  $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$  の各値で正規化することにより、正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  を生成する (ステップ A 5)。

【0 2 2 8】

生成された正規化 MDCT 係数列は、符号化部 2 6 に出力される。

【0 2 2 9】

10

20

30

40

50

包絡正規化部 2 5 は、例えば、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数 $X(k)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ で除算することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数 $X_N(k)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $X_N(k)=X(k)/^{\wedge}W(k)$ である。

【 0 2 3 0 】

このようにして、包絡正規化部 2 5 は、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の各サンプルを、平滑化振幅スペクトル包絡系列の対応するサンプルで正規化して、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列を得る。

【 0 2 3 1 】

< 符号化部 2 6 >

符号化部 2 6 には、包絡正規化部 2 5 が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ が入力される。

【 0 2 3 2 】

符号化部 2 6 は、図 8 に例示するステップ A 6 - 1 からステップ A 6 - 5 の処理を行うことにより符号化を行う(ステップ A 6)。すなわち、符号化部 2 6 は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応するグローバルゲイン $g$ を求め(ステップ A 6 - 1)、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を求め(ステップ A 6 - 2)、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応するRiceパラメータ $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ をグローバルゲイン $g$ と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ とから上記の式(5)により求め(ステップ A 6 - 3)、Riceパラメータ $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ を用いて量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ をGolomb-Rice符号化して整数信号符号を得(ステップ A 6 - 4)、グローバルゲイン $g$ に対応する利得符号を得る(ステップ A 6 - 5)。ここで、上記の式(5)における正規化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W_N(0), ^{\wedge}W_N(1), \dots, ^{\wedge}W_N(N-1)$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ の各値を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $^{\wedge}W(0), ^{\wedge}W(1), \dots, ^{\wedge}W(N-1)$ の各値で除算したもの、すなわち、以下の式(19)により求まるものである。

【 0 2 3 3 】

【数 2 7】

$$\hat{W}_N(k) = \frac{\hat{W}(k)}{\hat{W}_\gamma(k)}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(19)$$

【 0 2 3 4 】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【 0 2 3 5 】

符号化部 2 6 は、上記のステップ A 6 - 1 ~ A 6 - 5 により、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数 $B$ 以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲイン $g$ を決定し、決定されたグローバルゲイン $g$ に対応する利得符号と、この決定されたグローバルゲイン $g$ に対応する整数信号符号とを生成する機能を実現している。

【 0 2 3 6 】

符号化部 2 6 が行うステップ A 6 - 1 からステップ A 6 - 5 のうち、特徴的な処理が含まれるのはステップ A 6 - 3 である。グローバルゲイン $g$ と量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ のそれぞれを符号化することにより正規化MDCT係数列に対応する符号を得る符号化処理自体には、非特許文献 1 に記載された技術を含む様々な公知技術が存在

10

20

30

40

50

する。

【0237】

符号化部26が行う符号化処理の具体例は、第一実施形態の符号化部26の説明箇所  
で説明した通りである。

【0238】

このようにして、Riceパラメータ決定部263は、量子化正規化係数系列をGolomb-Rice符号化するためのRiceパラメータを、平滑化振幅スペクトル包絡系列と非平滑化振幅スペクトル包絡系列と利得に基づいて、量子化正規化係数系列の各係数毎に求める。

【0239】

符号化側のライスパラメータ決定装置は、Riceパラメータ決定部263を少なくとも備えた装置である。符号化側のライスパラメータ決定装置は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24、包絡正規化部25、利得取得部261、量子化部262等の他の部を備えていてもよい。

10

【0240】

(第二実施形態の復号)

第二実施形態の符号化装置に対応する復号装置の構成例を図9に示す。第二実施形態の復号装置は、図9に示すように、線形予測係数復号部31と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33と、復号部34と、包絡逆正規化部35と、時間領域変換部36とを例えば備えている。この復号装置により実現される第二実施形態の復号方法の各処理の例を図10に示す。

20

【0241】

復号装置には、符号化装置が出力した、正規化MDCT係数系列に対応する符号及び線形予測係数符号が少なくとも入力される。

【0242】

以下、図9の各部について説明する。

【0243】

<線形予測係数復号部31>

線形予測係数復号部31には、符号化装置が出力した線形予測係数符号が入力される。

【0244】

線形予測係数復号部31は、フレームごとに、入力された線形予測係数符号を例えば従来の復号技術によって復号して復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ を得る(ステップB1)。

30

【0245】

得られた復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33に出力される。

【0246】

ここで、従来の復号技術とは、例えば、線形予測係数符号が量子化された線形予測係数に対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化された線形予測係数と同じ復号線形予測係数を得る技術、線形予測係数符号が量子化されたLSPパラメータに対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化されたLSPパラメータと同じ復号LSPパラメータを得る技術などである。また、線形予測係数とLSPパラメータは互いに  
変換可能なものであり、入力された線形予測係数符号と後段での処理において必要な情報に  
応じて、復号線形予測係数と復号LSPパラメータの間での変換処理を行えばよいのは  
周知である。以上から、上記の線形予測係数符号の復号処理と必要に応じて行なう上記の  
変換処理とを包含したものが「従来の復号技術による復号」ということになる。

40

【0247】

<非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32>

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32には、線形予測係数復号部31が得た復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

【0248】

50

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を上記の式(17)により生成する(ステップ B 2)。

【0249】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ は、復号部 3 4 に出力される。

【0250】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、入力された線形予測係数符号に対応する線形予測係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

10

【0251】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 >

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 には、線形予測係数復号部 3 1 が得た復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0252】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 は、復号線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を上記の式(18)により生成する(ステップ B 3)。

【0253】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ は、復号部 3 4 及び包絡逆正規化部 3 5 に出力される。

20

【0254】

このようにして、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 は、入力された線形予測係数符号に対応する線形予測係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を平滑化した系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。

【0255】

<復号部 3 4 >

復号部 3 4 には、符号化装置が出力した正規化MDCT係数列に対応する符号、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ が入力される。

30

【0256】

復号部 3 4 は、Riceパラメータ決定部 3 4 1 を備えている。

【0257】

復号部 3 4 は、図 1 1 に例示するステップ B 4 - 1 からステップ B 4 - 4 の処理を行うことにより復号を行う(ステップ B 4)。すなわち、復号部 3 4 は、フレームごとに、入力された正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン $g$ を得る(ステップ B 4 - 1)。復号部 3 4 のRiceパラメータ決定部 3 4 1 は、グローバルゲイン $g$ と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ とから上記の式(5)によりRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ の各Riceパラメータを求める(ステップ B 4 - 2)。復号部 3 4 は、正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる整数信号符号をRiceパラメータ系列 $r(0), r(1), \dots, r(N-1)$ の各Riceパラメータを用いてGolomb-Rice復号して復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ を得(ステップ B 4 - 3)、復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ の各係数にグローバルゲイン $g$ を乗算して復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を生成する(ステップ B 4 - 4)。

40

【0258】

生成された復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ は、包絡逆正規化部 3 5 に出力される。

50

## 【 0 2 5 9 】

このようにして、Riceパラメータ決定部 3 4 1 は、復号正規化済係数系列をGolomb-Rice復号によって得るためのRiceパラメータを、平滑化振幅スペクトル包絡系列と非平滑化振幅スペクトル包絡系列と利得に基づいて、上記復号量子化正規化済係数系列の各係数毎に求める。

## 【 0 2 6 0 】

また、復号部 3 4 は、入力された整数信号符号をGolomb-Rice復号して得られた復号正規化済係数系列の各係数に、入力された利得符号を復号して得られた利得を乗算して例えば復号正規化MDCT係数系列である復号正規化周波数領域サンプル列を得る。

## 【 0 2 6 1 】

復号側のライスパラメータ決定装置は、Riceパラメータ決定部 3 4 1 を少なくとも備えた装置である。復号側のライスパラメータ決定装置は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 等の他の部を備えていてもよい。

## 【 0 2 6 2 】

< 包絡逆正規化部 3 5 >

包絡逆正規化部 3 5 には、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ 及び復号部 3 4 が生成した復号正規化MDCT係数系列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ が入力される。

## 【 0 2 6 3 】

包絡逆正規化部 3 5 は、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ を用いて、復号正規化MDCT係数系列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を逆正規化することにより、復号MDCT係数系列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する(ステップ B 5)。

## 【 0 2 6 4 】

生成された復号MDCT係数系列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ は、時間領域変換部 3 6 に出力される。

## 【 0 2 6 5 】

例えば、包絡逆正規化部 3 5 は、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、復号正規化MDCT係数系列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ の各係数 $\hat{X}_N(k)$ に、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{W}(0), \hat{W}(1), \dots, \hat{W}(N-1)$ の各包絡値 $\hat{W}(k)$ を乗じることにより復号MDCT係数系列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $\hat{X}(k)=\hat{X}_N(k) \times \hat{W}(k)$ である。

## 【 0 2 6 6 】

このようにして、包絡逆正規化部 3 5 は、例えば復号正規化MDCT係数系列である正規化周波数領域サンプル列の各係数と、平滑化振幅スペクトル包絡系列の対応する係数とを乗算したものである復号周波数領域サンプル列を得る。

## 【 0 2 6 7 】

< 時間領域変換部 3 6 >

時間領域変換部 3 6 には、包絡逆正規化部 3 5 が生成した復号MDCT係数系列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ が入力される。

## 【 0 2 6 8 】

時間領域変換部 3 6 は、フレームごとに、包絡逆正規化部 3 5 が得た復号MDCT係数系列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を時間領域に変換してフレーム単位の音信号(復号音信号)を得る(ステップ B 6)。

このようにして、時間領域変換部 3 6 は、例えば復号MDCT係数系列である復号周波数領域サンプル列に対応する復号音信号を得る。

## 【 0 2 6 9 】

[ 第三実施形態 ]

( 第三実施形態の符号化 )

第三実施形態の符号化装置の構成例を図 4 に示す。第三実施形態の符号化装置は、図 4 に示すように、周波数領域変換部 2 1 と、線形予測分析部 2 2 と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 と、包絡正規化部 2

10

20

30

40

50

5と、符号化部26とを例えば備えている。この符号化装置により実現される第三実施形態の符号化方法の各処理の例を図5に示す。

【0270】

以下、図4の各部について説明する。

【0271】

<周波数領域変換部21>

周波数領域変換部21には、時間領域の時系列信号である音信号が入力される。音信号の例は、音声デジタル信号又は音響デジタル信号である。

【0272】

周波数領域変換部21は、所定の時間長のフレーム単位で、入力された時間領域の音信号を周波数領域のN点のMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ に変換する(ステップA1)。Nは正の整数である。

【0273】

得られたMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ は、線形予測分析部22と包絡正規化部25に出力される。

【0274】

特に断りがない限り、以降の処理はフレーム単位で行われるものとする。

【0275】

このようにして、周波数領域変換部21は、音信号に対応する、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列を求める。

【0276】

<線形予測分析部22>

線形予測分析部22には、周波数領域変換部21が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ が入力される。

【0277】

線形予測分析部22は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ を用いて、以下の式(A7)により定義される $\tilde{R}(0), \tilde{R}(1), \dots, \tilde{R}(N-1)$ を線形予測分析して線形予測係数 $\hat{r}_1, \hat{r}_2, \dots, \hat{r}_p$ を生成し、生成された線形予測係数 $\hat{r}_1, \hat{r}_2, \dots, \hat{r}_p$ を符号化して線形予測係数符号と線形予測係数符号に対応する量子化された線形予測係数である量子化線形予測係数 $\hat{r}_1^q, \hat{r}_2^q, \dots, \hat{r}_p^q$ とを生成する(ステップA2)。

【0278】

【数28】

$$\tilde{R}(k) = \sum_{n=0}^{N-1} |X(n)|^n \exp\left(-j \frac{2\pi kn}{N}\right), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(A7)$$

【0279】

ただし、 $n$ は形状パラメータであり、予め決めておく。例えば、 $n$ を2以外の所定の整数とする。

【0280】

生成された量子化線形予測係数 $\hat{r}_1^q, \hat{r}_2^q, \dots, \hat{r}_p^q$ は、非平滑化スペクトル包絡系列生成部23と平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24に出力される。なお、線形予測分析処理の過程で予測残差のエネルギー $E^2$ が算出される。この場合、算出された予測残差のエネルギー $E^2$ は、分散パラメータ決定部268に出力される。

【0281】

また、生成された線形予測係数符号は、復号装置に送信される。

【0282】

具体的には、線形予測分析部22は、まずMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換に相当する演算、すなわち式(A7)の演算を行うことにより、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗に対応する時間領域の信号列である擬似相関関数信号列 $\tilde{R}(0), \tilde{R}(1), \dots, \tilde{R}(N-1)$ を求める。そして、線形予

10

20

30

40

50

測分析部 2 2 は、求めた疑似相関関数信号列 $\sim R(0), \sim R(1), \dots, \sim R(N-1)$ を用いて線形予測分析を行って、線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を生成する。そして、線形予測分析部 2 2 は、生成された線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ を符号化することにより、線形予測係数符号と、線形予測係数符号に対応する量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ とを得る。

【0283】

線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の絶対値の乗をパワースペクトルと見做したときの時間領域の信号に対応する線形予測係数である。

【0284】

線形予測分析部 2 2 による線形予測係数符号の生成は、例えば従来の符号化技術によって行われる。従来の符号化技術とは、例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をLSPパラメータに変換してLSPパラメータに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術、線形予測係数をPARCOR係数に変換してPARCOR係数に対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術などである。例えば、線形予測係数そのものに対応する符号を線形予測係数符号とする符号化技術は、複数の量子化線形予測係数の候補が予め定められ、各候補が線形予測係数符号と予め対応付けられて記憶されており、候補の何れかが生成された線形予測係数に対する量子化線形予測係数として決定され、量子化線形予測係数と線形予測係数符号とが得られる技術である。

【0285】

このようにして、線形予測分析部 2 2 は、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を生成する。

【0286】

<非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3>

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 には、線形予測分析部 2 2 が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0287】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する(ステップ A 3)。

【0288】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、符号化部 2 6 へ出力される。

【0289】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を用いて、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ として、式(A2)により定義される非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する。

【0290】

【数 2 9】

$$\hat{H}(k) = \left( \frac{1}{2\pi \left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \dots (A2)$$

【0291】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 は、線形予測分析部 2 2 により生成された線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を $1/\eta$ 乗した系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得ることによりスペクトル包絡の

10

20

30

40

50



推定を行う。ここで、 $c$ を任意の数として、複数の値から構成される系列を $c$ 乗した系列とは、複数の値のそれぞれを $c$ 乗した値から構成される系列のことである。例えば、振幅スペクトル包絡の系列を $1/\gamma$ 乗した系列とは、振幅スペクトル包絡の各係数を $1/\gamma$ 乗した値から構成される系列のことである。

【0292】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23による $1/\gamma$ 乗の処理は、線形予測分析部22で行われた周波数領域サンプル列の絶対値の $\gamma$ 乗をパワースペクトルと見做した処理に起因するものである。すなわち、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23による $1/\gamma$ 乗の処理は、線形予測分析部22で行われた周波数領域サンプル列の絶対値の $\gamma$ 乗をパワースペクトルと見做した処理により $\gamma$ 乗された値を元の値に戻すために行われる。

10

【0293】

第一実施形態及び第二実施形態では式(13)により定義される $H(k)$  [ $k=0,1,\dots,N-1$ ]が用いられるのに対して、第三実施形態では式(A2)により定義される $H(k)$  [ $k=0,1,\dots,N-1$ ]が用いられる。

【0294】

<平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24>

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24には、線形予測分析部22が生成した量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ が入力される。

【0295】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凸凹を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する(ステップA4)。

20

【0296】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、包絡正規化部25及び符号化部26に出力される。

【0297】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24は、量子化線形予測係数 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ と補正係数 $\gamma$ を用いて、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ として、式(A3)により定義される平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を生成する。

30

【0298】

【数30】

$$\hat{H}_\gamma(k) = \left( \frac{1}{2\pi \left| 1 + \sum_{n=1}^p \hat{\beta}_n \gamma^n \exp(-j2\pi kn/N) \right|^2} \right)^{1/\eta} \dots (A3)$$

【0299】

ここで、補正係数 $\gamma$ は予め定められた1未満の定数であり非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の振幅の凸凹を鈍らせる係数、言い換えれば非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を平滑化する係数である。

40

【0300】

第一実施形態及び第二実施形態では式(14)により定義される $\hat{H}(k)$  [ $k=0,1,\dots,N-1$ ]が用いられるのに対して、第三実施形態では式(A3)により定義される $\hat{H}(k)$  [ $k=0,1,\dots,N-1$ ]が用いられる。

【0301】

<包絡正規化部25>

包絡正規化部25には、周波数領域変換部21が得たMDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列

50

$\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

【0302】

包絡正規化部25は、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で正規化することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ を生成する(ステップA5)。

【0303】

生成された正規化MDCT係数列は、符号化部26に出力される。

【0304】

包絡正規化部25は、例えば、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、MDCT係数列 $X(0), X(1), \dots, X(N-1)$ の各係数 $X(k)$ を平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ で除算することにより、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数 $X_N(k)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $X_N(k)=X(k)/\hat{H}(k)$ である。

10

【0305】

<符号化部26>

符号化部26には、包絡正規化部25が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部22が算出した平均残差のエネルギー $\sigma^2$ が入力される。

【0306】

20

符号化部26は、図13に示すステップA61からステップA65の処理を例えば行うことにより符号化を行う(ステップA6)。

【0307】

符号化部26は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ に対応するグローバルゲイン $g$ を求め(ステップA61)、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲイン $g$ で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を求め(ステップA62)、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータ $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ をグローバルゲイン $g$ と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平均残差のエネルギー $\sigma^2$ とから式(A1)により求め(ステップA63)、分散パラメータ $\sigma^2(0), \sigma^2(1), \dots, \sigma^2(N-1)$ を用いて量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して整数信号符号を得(ステップA64)、グローバルゲイン $g$ に対応する利得符号を得る(ステップA65)。

30

【0308】

【数31】

$$\phi(k) = \eta^{1/\eta} B(\eta) \hat{H}_N(k) \frac{\sigma^{2/\eta}}{g} \quad \dots(A1)$$

【0309】

ここで、上記の式(A1)における正規化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}_N(0), \hat{H}_N(1), \dots, \hat{H}_N(N-1)$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値を、対応する平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各値で除算したものの、すなわち、以下の式(A8)により求まるものである。

40

【0310】

【数32】

$$\hat{H}_N(k) = \frac{\hat{H}(k)}{\hat{H}_\gamma(k)}, \quad k=0, 1, \dots, N-1 \quad \dots(A8)$$

【0311】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装

50

置に出力される。

【0312】

符号化部26は、ステップA61からステップA65により、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定し、決定されたグローバルゲインgに対応する利得符号と、この決定されたグローバルゲインgに対応する整数信号符号とを生成する機能を実現している。

【0313】

符号化部26が行うステップA61からステップA65のうち、の特徴的な処理が含まれるのはステップA63であり、グローバルゲインgと量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ のそれぞれを符号化することにより正規化MDCT係数列に対応する符号を得る符号化処理自体には、非特許文献1に記載された技術を含む様々な公知技術が存在する。以下では符号化部26が行う符号化処理の具体例を2つ説明する。

【0314】

[符号化部26が行う符号化処理の具体例1]

符号化部26が行う符号化処理の具体例1として、ループ処理を含まない例について説明する。

【0315】

具体例1の符号化部26の構成例を図14に示す。具体例1の符号化部26は、図14に示すように、利得取得部261と、量子化部262と、分散パラメータ決定部268と、算術符号化部269と、利得符号化部265とを例えば備えている。以下、図14の各部について説明する。

【0316】

<利得取得部261>

利得取得部261には、包絡正規化部25が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ が入力される。

【0317】

利得取得部261は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数B以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲインgを決定して出力する(ステップS261)。利得取得部261は、例えば、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数Bと負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲインgとして得て出力する。または、利得取得部261は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ のエネルギーの合計と、配分ビット数Bと、グローバルゲインgと、の関係を予めテーブル化しておき、そのテーブルを参照することによりグローバルゲインgを得て出力してもよい。

【0318】

このようにして、利得取得部261は、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の全サンプルを除算するための利得を得る。

【0319】

得られたグローバルゲインgは、量子化部262及び分散パラメータ決定部268に出力される。

【0320】

<量子化部262>

量子化部262には、包絡正規化部25が生成した正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ 及び利得取得部261が得たグローバルゲインgが入力される。

【0321】

量子化部262は、正規化MDCT係数列 $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$ の各係数をグローバルゲインgで割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を得て出力する(ステップS262)。

【0322】

10

20

30

40

50

このようにして、量子化部 2 6 2 は、例えば正規化MDCT係数列である正規化周波数領域サンプル列の各サンプルを、利得で除算するとともに量子化して量子化正規化済係数列を求める。

【 0 3 2 3 】

得られた量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 3 2 4 】

< 分散パラメータ決定部 2 6 8 >

分散パラメータ決定部 2 6 8 には、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン $g$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部 2 2 が得た予測残差のエネルギー $\epsilon^2$ が入力される。

【 0 3 2 5 】

分散パラメータ決定部 2 6 8 は、グローバルゲイン $g$ と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、予測残差のエネルギー $\epsilon^2$ とから、上記の式(A1), 式(A8)により分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラメータを得て出力する(ステップ S 2 6 8)。

【 0 3 2 6 】

得られた分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 3 2 7 】

< 算術符号化部 2 6 9 >

算術符号化部 2 6 9 には、量子化部 2 6 2 が得た量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ 及び分散パラメータ決定部 2 6 8 が得た分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ が入力される。

【 0 3 2 8 】

算術符号化部 2 6 9 は、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータとして分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラメータを用いて、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して整数信号符号を得て出力する(ステップ S 2 6 9)。

【 0 3 2 9 】

算術符号化部 2 6 9 は、算術符号化の際に、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数が一般化ガウス分布 $f_{GG}(X|k)$ に従うときに最適になるような算術符号を構成し、この構成に基づく算術符号により符号化を行う。この結果、量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数へのビット割り当ての期待値が分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ で決定されることになる。

【 0 3 3 0 】

得られた整数信号符号は、復号装置に出力される。

【 0 3 3 1 】

量子化正規化済係数列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の中の複数の係数に跨って算術符号化が行われてもよい。この場合、分散パラメータ系列 $\sigma(0), \sigma(1), \dots, \sigma(N-1)$ の各分散パラメータは、式(A1), 式(A8)からわかるように、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ に基づいているため、算術符号化部 2 6 9 は、推定されたスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡)を基に実質的にビット割り当てが変わる符号化を行っていると言える。

【 0 3 3 2 】

< 利得符号化部 2 6 5 >

利得符号化部 2 6 5 には、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン $g$ が入力される。

【 0 3 3 3 】

10

20

30

40

50

利得符号化部 265 は、グローバルゲイン  $g$  を符号化して利得符号を得て出力する（ステップ S 265）。

【0334】

生成された整数信号符号と利得符号は正規化MDCT係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【0335】

本具体例 1 のステップ S 261, S 262, S 268, S 269, S 265 がそれぞれ上記のステップ A 61, A 62, A 63, A 64, A 65 に対応する。

【0336】

[符号化部 26 が行う符号化処理の具体例 2]

符号化部 26 が行う符号化処理の具体例 2 として、ループ処理を含む例について説明する。

【0337】

具体例 2 の符号化部 26 の構成例を図 15 に示す。具体例 2 の符号化部 26 は、図 15 に示すように、利得取得部 261 と、量子化部 262 と、分散パラメータ決定部 268 と、算術符号化部 269 と、利得符号化部 265 と、判定部 266 と、利得更新部 267 とを例えば備えている。以下、図 15 の各部について説明する。

【0338】

<利得取得部 261 >

利得取得部 261 には、包絡正規化部 25 が生成した正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  が入力される。

【0339】

利得取得部 261 は、正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  から、整数信号符号のビット数が、予め配分されたビット数である配分ビット数  $B$  以下、かつ、なるべく大きな値となるようなグローバルゲイン  $g$  を決定して出力する（ステップ S 261）。利得取得部 261 は、例えば、正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  のエネルギーの合計の平方根と配分ビット数  $B$  と負の相関のある定数との乗算値をグローバルゲイン  $g$  として得て出力する。

【0340】

得られたグローバルゲイン  $g$  は、量子化部 262 及び分散パラメータ決定部 268 に出力される。

【0341】

利得取得部 261 が得たグローバルゲイン  $g$  は、量子化部 262 及び分散パラメータ決定部 268 で用いられるグローバルゲインの初期値となる。

【0342】

<量子化部 262 >

量子化部 262 には、包絡正規化部 25 が生成した正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  及び利得取得部 261 又は利得更新部 267 が得たグローバルゲイン  $g$  が入力される。

【0343】

量子化部 262 は、正規化MDCT係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  の各係数をグローバルゲイン  $g$  で割り算した結果の整数部分による系列である量子化正規化係数列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  を得て出力する（ステップ S 262）。

【0344】

ここで、量子化部 262 が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得取得部 261 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、量子化部 262 が 2 回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン  $g$  は、利得更新部 267 が得たグローバルゲイン  $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【0345】

10

20

30

40

50

得られた量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 3 4 6 】

< 分散パラメータ決定部 2 6 8 >

分散パラメータ決定部 2 6 8 には、利得取得部 2 6 1 又は利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン $g$ 、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 3 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 2 4 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び線形予測分析部 2 2 が得た予測残差のエネルギー $\sigma^2$ が入力される。

【 0 3 4 7 】

分散パラメータ決定部 2 6 8 は、グローバルゲイン $g$ と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と、予測残差のエネルギー $\sigma^2$ とから、上記の式(A1), 式(A8)により分散パラメータ系列 $\alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(N-1)$ の各分散パラメータを得て出力する(ステップ S 2 6 8)。

【 0 3 4 8 】

ここで、分散パラメータ決定部 2 6 8 が初回に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得取得部 2 6 1 が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの初期値である。また、分散パラメータ決定部 2 6 8 が 2 回目以降に実行される際に用いられるグローバルゲイン $g$ は、利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン $g$ 、すなわちグローバルゲインの更新値である。

【 0 3 4 9 】

得られた分散パラメータ系列 $\alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(N-1)$ は、算術符号化部 2 6 9 に出力される。

【 0 3 5 0 】

< 算術符号化部 2 6 9 >

算術符号化部 2 6 9 には、量子化部 2 6 2 が得た量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ 及び分散パラメータ決定部 2 6 8 が得た分散パラメータ系列 $\alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(N-1)$ が入力される。

【 0 3 5 1 】

算術符号化部 2 6 9 は、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数に対応する分散パラメータとして分散パラメータ系列 $\alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(N-1)$ の各分散パラメータを用いて、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ を算術符号化して、整数信号符号と整数信号符号のビット数である消費ビット数 $C$ とを得て出力する(ステップ S 2 6 9)。

【 0 3 5 2 】

算術符号化部 2 6 9 は、算術符号化の際に、量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の各係数が一般化ガウス分布 $f_{GG}(X|k)$ に従うときに最適になるようなビット割り当てを算術符号により行い、行われたビット割り当てに基づく算術符号により符号化を行う。

【 0 3 5 3 】

得られた整数信号符号及び消費ビット数 $C$ は、判定部 2 6 6 に出力される。

【 0 3 5 4 】

量子化正規化済係数系列 $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$ の中の複数の係数に跨って算術符号化が行われてもよい。この場合、分散パラメータ系列 $\alpha(0), \alpha(1), \dots, \alpha(N-1)$ の各分散パラメータは、式(A1), 式(A8)からわかるように、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ に基づいているため、算術符号化部 2 6 9 は、推定されたスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡)を基に実質的にビット割り当てが変わる符号化を行っていると言える。

【 0 3 5 5 】

10

20

30

40

50

< 判定部 2 6 6 >

判定部 2 6 6 には、算術符号化部 2 6 9 が得た整数信号符号が入力される。

【 0 3 5 6 】

判定部 2 6 6 は、利得の更新回数が予め定めた回数の場合には、整数信号符号を出力するとともに、利得符号化部 2 6 5 に対し利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  を符号化する指示信号を出力し、利得の更新回数が予め定めた回数未満である場合には、利得更新部 2 6 7 に対し、算術符号化部 2 6 9 が計測した消費ビット数  $C$  を出力する（ステップ S 2 6 6）。

【 0 3 5 7 】

< 利得更新部 2 6 7 >

利得更新部 2 6 7 には、算術符号化部 2 6 9 が計測した消費ビット数  $C$  が入力される。

【 0 3 5 8 】

利得更新部 2 6 7 は、消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より多い場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を大きな値に更新して出力し、消費ビット数  $C$  が配分ビット数  $B$  より少ない場合にはグローバルゲイン  $g$  の値を小さな値に更新し、更新後のグローバルゲイン  $g$  の値を出力する（ステップ S 2 6 7）。

【 0 3 5 9 】

利得更新部 2 6 7 が得た更新後のグローバルゲイン  $g$  は、量子化部 2 6 2 及び利得符号化部 2 6 5 に出力される。

【 0 3 6 0 】

< 利得符号化部 2 6 5 >

利得符号化部 2 6 5 には、判定部 2 6 6 からの出力指示及び利得更新部 2 6 7 が得たグローバルゲイン  $g$  が入力される。

【 0 3 6 1 】

利得符号化部 2 6 5 は、指示信号に従って、グローバルゲイン  $g$  を符号化して利得符号を得て出力する（ステップ 2 6 5）。

【 0 3 6 2 】

判定部 2 6 6 が出力した整数信号符号と、利得符号化部 2 6 5 が出力した利得符号は、正規化 MDCT 係数列に対応する符号として、復号装置に出力される。

【 0 3 6 3 】

すなわち、本具体例 2 においては、最後に行われたステップ S 2 6 7 が上記のステップ A 6 1 に対応し、ステップ S 2 6 2, S 2 6 3, S 2 6 4, S 2 6 5 がそれぞれ上記のステップ A 6 2, A 6 3, A 6 4, A 6 5 に対応する。

【 0 3 6 4 】

なお、符号化部 2 6 が行う符号化処理の具体例 2 については、国際公開公報 WO2014/054556 などに更に詳細に説明されている。

【 0 3 6 5 】

[ 符号化部 2 6 の変形例 ]

符号化部 2 6 は、例えば以下の処理を行うことにより、推定されたスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡）を基にビット割り当てを変える符号化を行ってもよい。

【 0 3 6 6 】

符号化部 2 6 は、まず、正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  に対応するグローバルゲイン  $g$  を求め、正規化 MDCT 係数列  $X_N(0), X_N(1), \dots, X_N(N-1)$  の各係数をグローバルゲイン  $g$  で割り算した結果を量子化した整数値による系列である量子化正規化係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  を求める。

【 0 3 6 7 】

この量子化正規化係数系列  $X_Q(0), X_Q(1), \dots, X_Q(N-1)$  の各係数に対応する量子化ビットは、 $X_Q(k)$  の分布がある範囲内で一様であると仮定して、その範囲を包絡の推定値から決めることができる。複数のサンプルごとの包絡の推定値を符号化することもできるが、符号化部 2 6 は、例えば以下の式 (A9) のように線形予測に基づく正規化振幅スペクトル包絡

10

20

30

40

50

系列の値 $\hat{H}_N(k)$ を使用して $X_Q(k)$ の範囲を決めることができる。

【 0 3 6 8 】

【 数 3 3 】

$$\phi(k) = \frac{\hat{H}(k)}{\hat{H}_r(k)} = \hat{H}_N(k), \quad (k=0, \dots, N-1) \quad \dots(A9)$$

【 0 3 6 9 】

ある $k$ における $X_Q(k)$ を量子化するとき、 $X_Q(k)$ の二乗誤差を最小とするために

【 0 3 7 0 】

【 数 3 4 】

$$B = \sum_{j=0}^{j=N-1} \phi(j)$$

【 0 3 7 1 】

の制約のもとに、割り当てるビット数 $b(k)$

【 0 3 7 2 】

【 数 3 5 】

$$b(k) = \frac{B}{N} + \frac{1}{2} \log_2(\phi(k)^2) - \frac{1}{2} \sum_{j=0}^{j=N-1} \log_2(\phi(j)^2), \quad (k=0, \dots, N-1) \quad \dots(A10)$$

【 0 3 7 3 】

を設定することができる。Bは予め定められた正の整数である。この際に $b(k)$ が整数となるように四捨五入するとか、0より小さくなる場合には $b(k)=0$ とするなどして、 $b(k)$ の再調整の処理を符号化部26は行ってもよい。

【 0 3 7 4 】

また、符号化部26は、サンプルごとの割り当てでなく、複数のサンプルをまとめて配分ビット数を決めて、量子化にもサンプルごとのスカラ量子化でなく、複数のサンプルをまとめたベクトルごとの量子化をすることも可能である。

【 0 3 7 5 】

サンプル $k$ の $X_Q(k)$ の量子化ビット数 $b(k)$ が上記で与えられ、サンプルごとに符号化するとすると、 $X_Q(k)$ は $-2^{b(k)-1}$ から $2^{b(k)-1}$ までの $2^{b(k)}$ 種類の整数を取り得る。符号化部26は、 $b(k)$ ビットで各サンプルを符号化して整数信号符号を得る。

【 0 3 7 6 】

生成された整数信号符号は、復号装置に出力される。例えば、生成された $X_Q(k)$ に対応する $b(k)$ ビットの整数信号符号は、 $k=0$ から順次復号装置に出力される。

【 0 3 7 7 】

もし、 $X_Q(k)$ が上記の $-2^{b(k)-1}$ から $2^{b(k)-1}$ までの範囲をこえる場合には最大値、または最小値に置き換える。

【 0 3 7 8 】

$g$ が小さすぎるとこの置き換えで量子化歪が発生し、 $g$ が大きすぎると量子化誤差は大きくなり、 $X_Q(k)$ のとりうる範囲が $b(k)$ に比べて小さすぎて、情報の有効利用ができないことになる。このため、 $g$ の最適化を行ってもよい。

【 0 3 7 9 】

符号化部26は、グローバルゲイン $g$ を符号化して利得符号を得て出力する。

【 0 3 8 0 】

この符号化部26の変形例のように、符号化部26は算術符号化以外の符号化を行ってもよい。

【 0 3 8 1 】

( 第三実施形態の復号 )

第三実施形態の符号化装置に対応する復号装置の構成例を図16に示す。第三実施形態の復号装置は、図16に示すように、線形予測係数復号部31と、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部32と、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33と、復号部34と、

10

20

30

40

50



包絡逆正規化部 3 5 と、時間領域変換部 3 6 とを例えば備えている。この復号装置により実現される第三実施形態の復号方法の各処理の例を図 1 0 に示す。

【 0 3 8 2 】

復号装置には、符号化装置が出力した、正規化MDCT係数列に対応する符号及び線形予測係数符号が少なくとも入力される。

【 0 3 8 3 】

以下、図 1 6 の各部について説明する。

【 0 3 8 4 】

< 線形予測係数復号部 3 1 >

線形予測係数復号部 3 1 には、符号化装置が出力した線形予測係数符号が入力される。

10

【 0 3 8 5 】

線形予測係数復号部 3 1 は、フレームごとに、入力された線形予測係数符号を例えば従来の復号技術によって復号して復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ を得る(ステップ B 1)。

【 0 3 8 6 】

得られた復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 に出力される。

【 0 3 8 7 】

ここで、従来の復号技術とは、例えば、線形予測係数符号が量子化された線形予測係数に対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化された線形予測係数と同じ復号線形予測係数を得る技術、線形予測係数符号が量子化されたLSPパラメータに対応する符号である場合に線形予測係数符号を復号して量子化されたLSPパラメータと同じ復号LSPパラメータを得る技術などである。また、線形予測係数とLSPパラメータは互いに交換可能なものであり、入力された線形予測係数符号と後段での処理において必要な情報に応じて、復号線形予測係数と復号LSPパラメータの間での交換処理を行なえばよいのは周知である。以上から、上記の線形予測係数符号の復号処理と必要に応じて行なう上記の交換処理とを包含したものが「従来の復号技術による復号」ということになる。

20

【 0 3 8 8 】

このようにして、線形予測係数復号部 3 1 は、入力された線形予測係数符号を復号することにより、時系列信号に対応する周波数領域サンプル列の絶対値の乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列に対応する線形予測係数に変換可能な係数を生成する。

30

【 0 3 8 9 】

< 非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 >

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 には、線形予測係数復号部 3 1 が得た復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

【 0 3 9 0 】

非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{A}(0), \hat{A}(1), \dots, \hat{A}(N-1)$ を上記の式(A2)により生成する(ステップ B 2)。

40

【 0 3 9 1 】

生成された非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{A}(0), \hat{A}(1), \dots, \hat{A}(N-1)$ は、復号部 3 4 に出力される。

【 0 3 9 2 】

このようにして、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 は、 $\alpha$  を 2 以外の所定の正の数として、線形予測係数復号部 3 1 により生成された線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を  $1 / \alpha$  乗した系列である非平滑化振幅スペクトル包絡系列を得る。非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 が用いる  $\alpha$  は予め定められているものであり、対応する符号化装置において予め定められた  $\alpha$  と同じものである。

【 0 3 9 3 】

50

< 平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 >

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 には、線形予測係数復号部 3 1 が得た復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ が入力される。

【 0 3 9 4 】

平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 は、復号線形予測係数 $\hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_p$ に対応する振幅スペクトル包絡の系列の振幅の凹凸を鈍らせた系列である平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を上記の式A(3)により生成する(ステップ B 3)。

【 0 3 9 5 】

生成された平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ は、復号部 3 4 及び包絡逆正規化部 3 5 に出力される。

10

【 0 3 9 6 】

< 復号部 3 4 >

復号部 3 4 には、符号化装置が出力した正規化MDCT係数列に対応する符号、非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 2 が生成した非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部 3 3 が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ が入力される。

【 0 3 9 7 】

復号部 3 4 は、分散パラメータ決定部 3 4 2 を備えている。

【 0 3 9 8 】

20

復号部 3 4 は、図 1 7 に示すステップ B 4 1 からステップ B 4 4 の処理を例えば行うことにより復号を行う(ステップ B 4)。すなわち、復号部 3 4 は、フレームごとに、入力された正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン  $g$  を得る(ステップ B 4 1)。復号部 3 4 の分散パラメータ決定部 3 4 2 は、グローバルゲイン  $g$  と非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ とから上記の式(A1)により分散パラメータ系列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータを求める(ステップ B 4 2)。復号部 3 4 は、正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる整数信号符号を分散パラメータ系列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータに対応する算術復号の構成に従い、算術復号して復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ を得(ステップ B 4 3)、復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ の各係数にグローバルゲイン  $g$  を乗算して復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を生成する(ステップ B 4 4)。このように、復号部 3 4 は、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行ってもよい。

30

【 0 3 9 9 】

なお、[符号化部 2 6 の変形例]に記載された処理により符号化が行われた場合には、復号部 3 4 は例えば以下の処理を行う。復号部 3 4 は、フレームごとに、入力された正規化MDCT係数列に対応する符号に含まれる利得符号を復号してグローバルゲイン  $g$  を得る。復号部 3 4 の分散パラメータ決定部 3 4 2 は、非平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ と平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ とから上記の式(A9)により分散パラメータ系列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータを求める。復号部 3 4 は、分散パラメータ系列 $(0), (1), \dots, (N-1)$ の各分散パラメータ  $(k)$ に基づいて式(A10)により $b(k)$ を求めることができ、 $X_Q(k)$ の値をそのビット数 $b(k)$ で順次復号して、復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ を得て、復号正規化済係数系列 $\hat{X}_Q(0), \hat{X}_Q(1), \dots, \hat{X}_Q(N-1)$ の各係数にグローバルゲイン  $g$  を乗算して復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を生成する。このように、復号部 3 4 は、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行ってもよい。

40

【 0 4 0 0 】

生成された復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ は、包絡逆正規化部 3 5

50

に出力される。

【0401】

<包絡逆正規化部35>

包絡逆正規化部35には、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33が生成した平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ 及び復号部34が生成した復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ が入力される。

【0402】

包絡逆正規化部35は、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ を用いて、復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ を逆正規化することにより、復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する(ステップB5)。

10

【0403】

生成された復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ は、時間領域変換部36に出力される。

【0404】

例えば、包絡逆正規化部35は、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、復号正規化MDCT係数列 $\hat{X}_N(0), \hat{X}_N(1), \dots, \hat{X}_N(N-1)$ の各係数 $\hat{X}_N(k)$ に、平滑化振幅スペクトル包絡系列 $\hat{H}(0), \hat{H}(1), \dots, \hat{H}(N-1)$ の各包絡値 $\hat{H}(k)$ を乗じることにより復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を生成する。すなわち、 $k=0, 1, \dots, N-1$ として、 $\hat{X}(k) = \hat{X}_N(k) \times \hat{H}(k)$ である。

【0405】

<時間領域変換部36>

時間領域変換部36には、包絡逆正規化部35が生成した復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ が入力される。

20

【0406】

時間領域変換部36は、フレームごとに、包絡逆正規化部35が得た復号MDCT係数列 $\hat{X}(0), \hat{X}(1), \dots, \hat{X}(N-1)$ を時間領域に変換してフレーム単位の音信号(復号音信号)を得る(ステップB6)。

【0407】

このようにして、復号装置は、周波数領域での復号により時系列信号を得る。

【0408】

[変形例等]

線形予測分析部22及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23を1つのスペクトル包絡推定部2Aとして捉えると、このスペクトル包絡推定部2Aは、 $L$ を2以外の所定の正の数として、時系列信号に対応する例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の絶対値の $L$ 乗をパワースペクトルと見做したスペクトル包絡(非平滑化振幅スペクトル包絡系列)の推定を行っていると言える。例えば、第一実施形態では $L$ が1である場合の処理を行っていると言える。第二実施形態では $L$ が2である場合の処理を行っていると言える。また、第三実施形態では $L$ が2以外の所定の正の数である場合の処理を行っていると言える。ここで、「パワースペクトルと見做した」「パワースペクトルと見做して」とは、パワースペクトルを通常用いるところに、 $L$ 乗のスペクトルを用いることを意味する。

30

【0409】

この場合、 $L$ を2以外の所定の整数として、スペクトル包絡推定部2Aの線形予測分析部22は、例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の絶対値の $L$ 乗をパワースペクトルと見做した逆フーリエ変換を行うことにより得られる疑似相関関数信号列を用いて線形予測分析を行い線形予測係数に変換可能な係数を得ていると言える。また、スペクトル包絡推定部2Aの非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23は、 $L$ を2以外の所定の整数として、線形予測分析部22により得られた線形予測係数に変換可能な係数に対応する振幅スペクトル包絡の系列を $1/L$ 乗した系列である非平滑化スペクトル包絡系列を得ることによりスペクトル包絡の推定を行っていると言える。

40

【0410】

また、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24、包絡正規化部25及び符号化部26

50

を1つの符号化部2Bとして捉えると、この符号化部2Bは、スペクトル包絡推定部2Aにより推定されたスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡系列）を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を時系列信号に対応する例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の各係数に対して行っていると見える。

【0411】

第一実施形態から第三実施形態で説明した、スペクトル包絡推定部2Aの処理（すなわち、線形予測分析部22及び非平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部23の処理）、及び、符号化部2Bの処理（すなわち、平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24、包絡正規化部25及び符号化部26の処理）は、一例に過ぎない。スペクトル包絡推定部2Aは、第一実施形態から第三実施形態で説明した処理以外の、時系列信号に対応する例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の絶対値の乗をパワースペクトルと見做したスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡系列）の推定を行う処理を行ってもよい。また、符号化部2Bは、第一実施形態から第三実施形態で説明した処理以外の、スペクトル包絡推定部2Aにより推定されたスペクトル包絡（非平滑化振幅スペクトル包絡系列）を基にビット割り当てを変える又は実質的にビット割り当てが変わる符号化を時系列信号に対応する例えばMDCT係数列である周波数領域サンプル列の各係数に対して行う処理を行ってもよい。

10

【0412】

例えば符号化部2Bに平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部24が設けられていなくてもよい。この場合、包絡正規化部25によるMDCT係数列の正規化処理は行われず、符号化部26は正規化MDCT係数列に代えてMDCT係数列に対して上記と同様の符号化処理を行う。また、この場合、符号化部26の分散パラメータ決定部268は、式(A1)の代わりに下記の式(A11)に基づいて分散パラメータを決定する。

20

【0413】

【数36】

$$\phi(k) = \eta^{1/\eta} B(\eta) \hat{H}(k) \frac{\sigma^{2/\eta}}{g} \quad \dots(A11)$$

【0414】

また、この場合、復号装置に平滑化振幅スペクトル包絡系列生成部33が設けられていなくてもよい。この場合、包絡逆正規化部35による復号正規化MDCT係数列の逆正規化処理は行われず、復号部34の復号により復号MDCT係数列が得られる。また、この場合、復号部34の分散パラメータ決定部342は、式(A1)の代わりに上記の式(A11)に基づいて分散パラメータを決定する。さらに、この場合、時間領域変換部36は、復号正規化MDCT係数列に代えて復号MDCT係数列に対して上記と同様の時間領域変換を行う。

30

【0415】

また、例えば符号化部2Bに包絡正規化部25が設けられていなくてもよい。この場合、符号化部26は正規化MDCT係数列に代えてMDCT係数列に対して上記と同様の符号化処理を行う。また、この場合、復号装置に包絡逆正規化部35が設けられていなくてもよい。この場合、復号部34の復号により復号MDCT係数列が得られ、時間領域変換部36は、復号正規化MDCT係数列に代えて復号MDCT係数列に対して上記と同様の時間領域変換を行う。

40

【0416】

復号部34及び包絡逆正規化部35を1つの復号部3Aとして捉えると、この復号部3Aは、非平滑化スペクトル包絡系列に基づいて変わるビット割り当て又は実質的に変わるビット割り当てに従って、入力された整数信号符号の復号を行うことにより時系列信号に対応する周波数領域サンプル列を得ていると言える。

【0417】

上記説明した処理は、記載の順にしたが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。

【0418】

50

また、各装置における各部の処理をコンピュータによって実現してもよい。その場合、各装置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、各装置における各部の処理がコンピュータ上で実現される。

【0419】

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。

【0420】

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、このプログラムを流通させてもよい。

10

【0421】

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、自己の記憶部に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶部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施形態として、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い。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、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。

20

【0422】

また、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、各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。

30

【 図 1 】

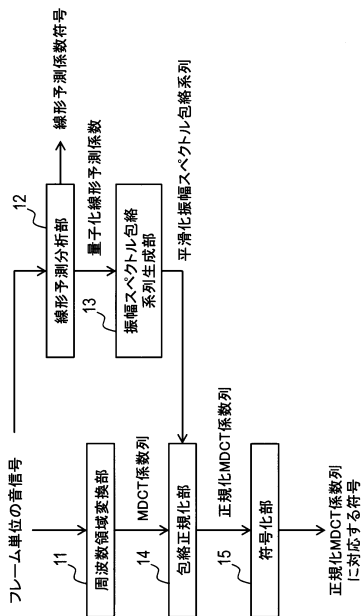


図 1

【 図 2 】

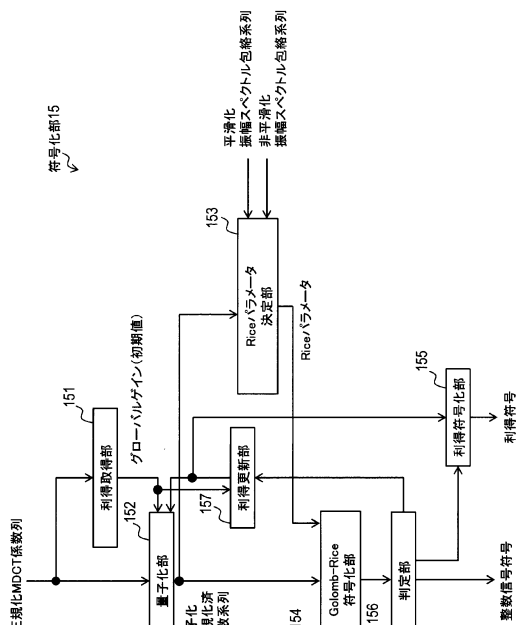


図 2

【 図 3 】

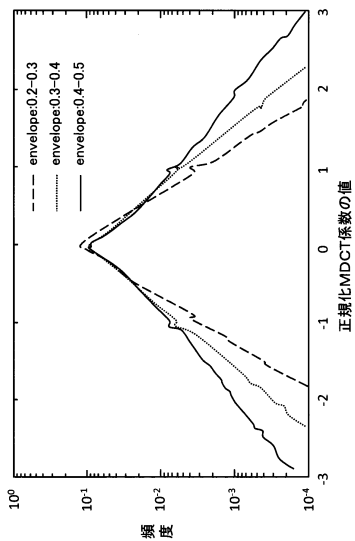


図 3

【 図 4 】

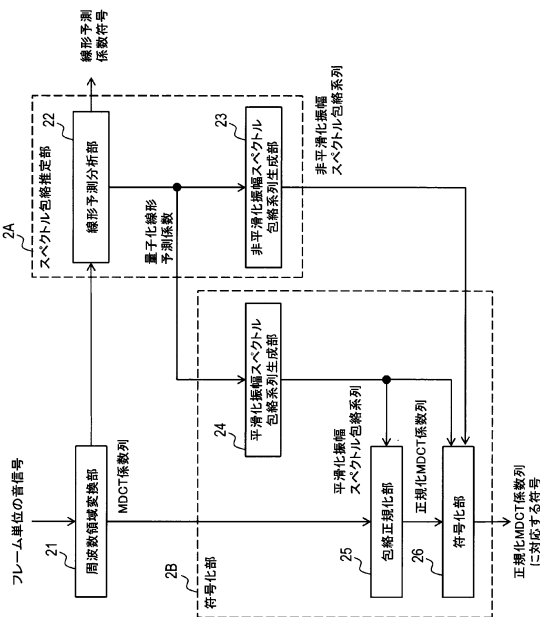


図 4

【 図 5 】

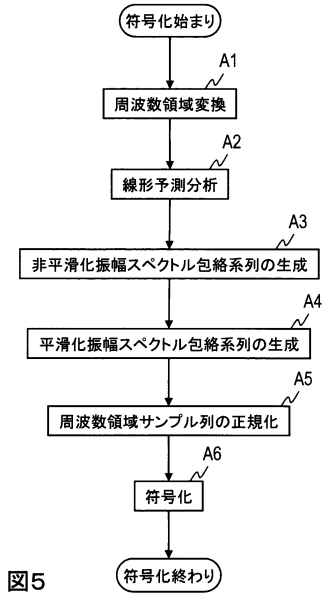


図5

【 図 6 】

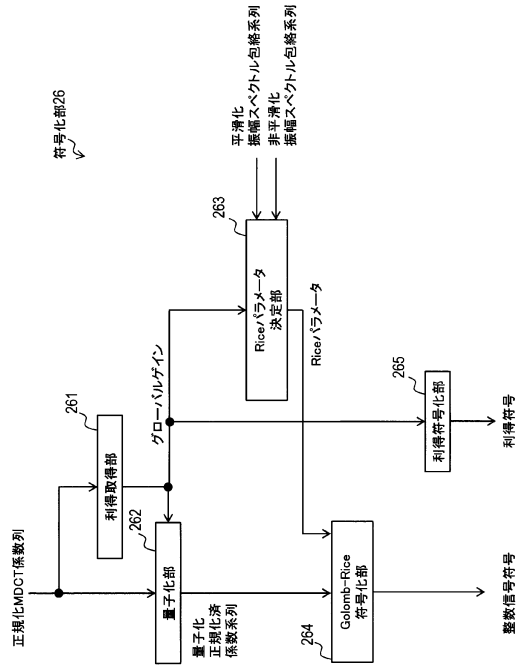


図6

【 図 7 】

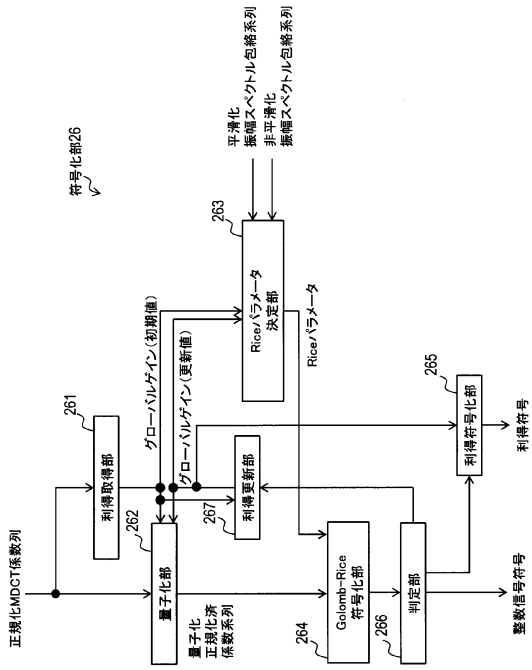


図7

【 図 8 】

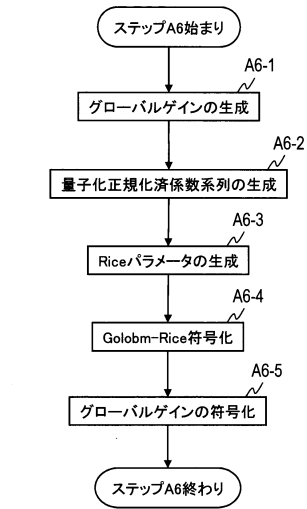


図8

【 図 9 】

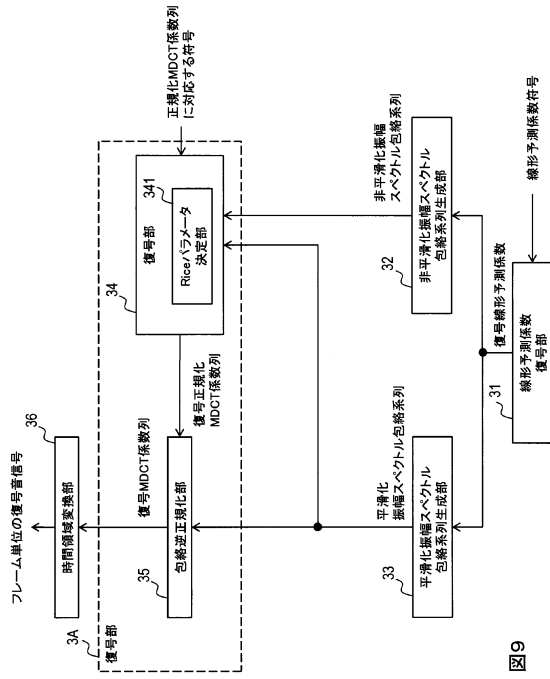


図9

【 図 10 】

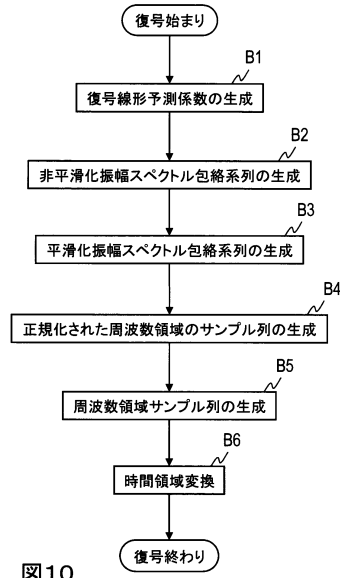


図10

【 図 11 】

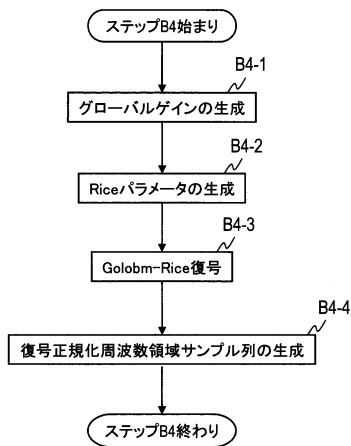


図11

【 図 12 】

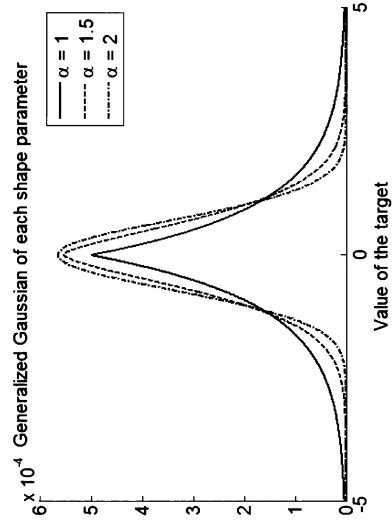


図12



【 図 1 3 】

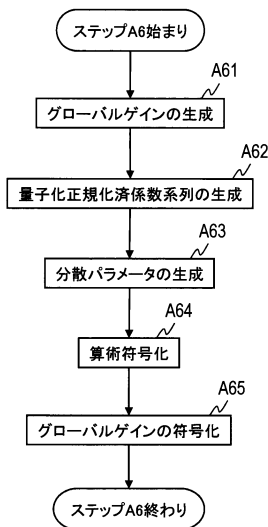


図 13

【 図 1 4 】

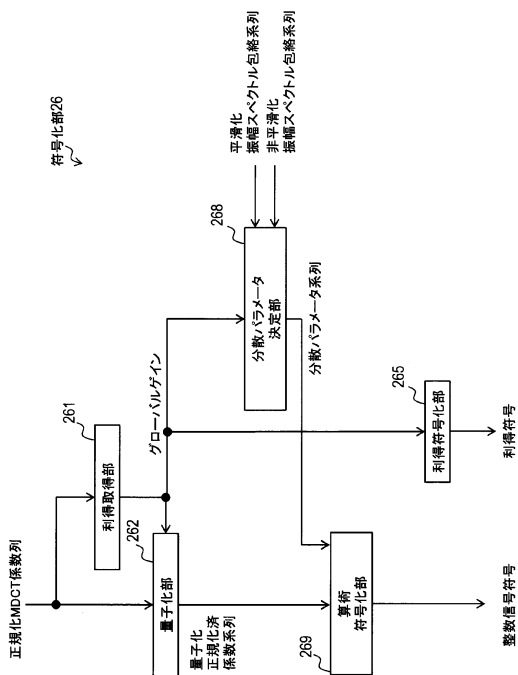


図 14

【 図 1 5 】

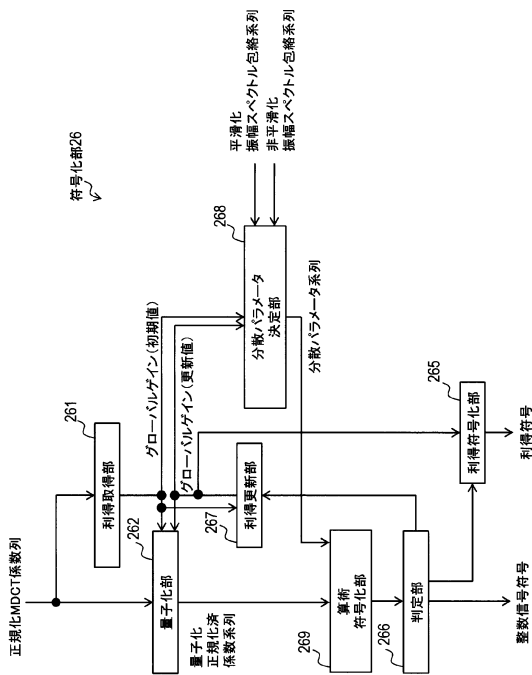


図 15

【 図 1 6 】

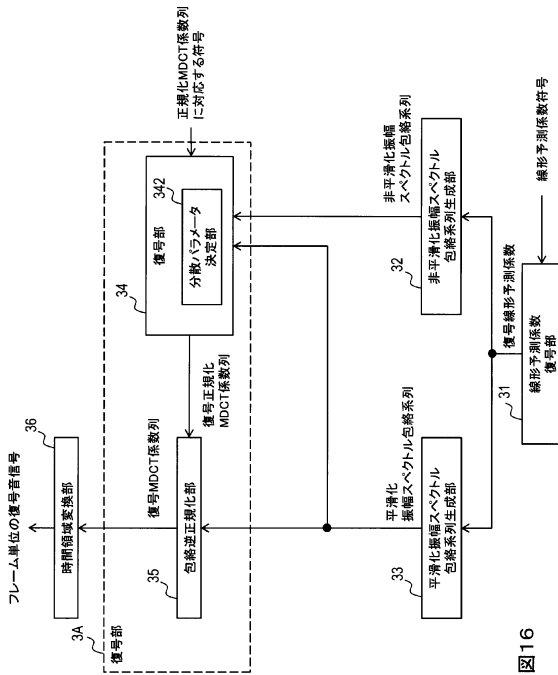


図 16

【 図 17 】

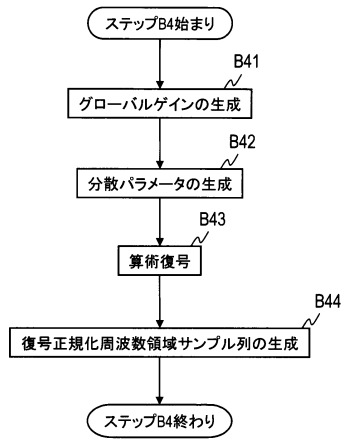


図17

---

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一丁目5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一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 亀岡 弘和  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 杉浦 亮介  
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 上田 雄

(56)参考文献 国際公開第2012/144128(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G10L 19/00 - 19/26