

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6484325号
(P6484325)

(45) 発行日 平成31年3月13日(2019.3.13)

(24) 登録日 平成31年2月22日(2019.2.22)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/07 (2013.01) G 1 O L 19/07
G 1 O L 19/16 (2013.01) G 1 O L 19/16 1 O O Z

請求項の数 9 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2017-247616 (P2017-247616)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成29年12月25日(2017.12.25)		日本電信電話株式会社
(62) 分割の表示	特願2016-514752 (P2016-514752) の分割		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
原出願日	平成27年2月16日(2015.2.16)	(73) 特許権者	504137912
(65) 公開番号	特開2018-77501 (P2018-77501A)		国立大学法人 東京大学
(43) 公開日	平成30年5月17日(2018.5.17)		東京都文京区本郷七丁目3番1号
審査請求日	平成29年12月25日(2017.12.25)	(74) 代理人	100121706
(31) 優先権主張番号	特願2014-89895 (P2014-89895)		弁理士 中尾 直樹
(32) 優先日	平成26年4月24日(2014.4.24)	(74) 代理人	100128705
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100147773
			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】 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】

pを1以上の整数とし、

入力された補正済LSP符号を復号して復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を得る補正済LSP符号復号ステップと、

周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を上記復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ とし、上記周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を求めるパラメータ列変換ステップを実行することにより、上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を復号近似LSPパラメータ列 $\hat{a}_{app}[1], \hat{a}_{app}[2], \dots, \hat{a}_{app}[p]$ として生成する復号LSP線形変換ステップと、

上記復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を線形予測係数に変換した復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を生成する復号線形予測係数列生成ステップと、

上記復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ に対応する周波数領域の系列である復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算ステップと、

入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、上記復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号ステップと、

10

20

入力された L S P 符号を復号して復号 L S P パラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を得る L S P 符号復号ステップと、

入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間の上記 L S P 符号復号ステップで得た復号 L S P パラメータ列と、前の時間区間の上記復号 L S P 線形変換ステップで得た復号近似 L S P パラメータ列のいずれかと、上記所定の時間区間の復号 L S P パラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号ステップと、

を含み、

上記パラメータ列変換ステップは、

上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $\sim [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$) を、

$[i]$ と $[i]$ に近接する 1 つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める、

復号方法。

【請求項 2】

p を 1 以上の整数とし、

入力された補正済 L S P 符号を復号して復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を得る補正済 L S P 符号復号ステップと、

周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を上記復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ とし、上記周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を求めるパラメータ列変換ステップを実行することにより、上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を復号近似 L S P パラメータ列 $\hat{app}[1], \hat{app}[2], \dots, \hat{app}[p]$ として生成する復号 L S P 線形変換ステップと、

上記復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ に基づいて復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算ステップと、

入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、上記復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号ステップと、

入力された L S P 符号を復号して復号 L S P パラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を得る L S P 符号復号ステップと、

入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間の上記 L S P 符号復号ステップで得た復号 L S P パラメータ列と、前の時間区間の上記復号 L S P 線形変換ステップで得た復号近似 L S P パラメータ列のいずれかと、上記所定の時間区間の復号 L S P パラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号ステップと、

を含み、

上記パラメータ列変換ステップは、

上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $\sim [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$) を、

$[i]$ と $[i]$ に近接する 1 つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める、

復号方法。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の復号方法であって、

上記パラメータ列変換ステップは、

1 を 1 以下の正の定数とし、2 を 1 とし、 K を予め定められた、対角要素と、行方向において対角要素に隣接する要素とが非零の値を持つ $p \times p$ の帯行列とし、

10

20

30

40

【数 3 0】

$$\begin{pmatrix} \tilde{\omega}[1] \\ \tilde{\omega}[2] \\ \vdots \\ \tilde{\omega}[p] \end{pmatrix} = K \begin{pmatrix} \omega[1] - \frac{\pi}{p+1} \\ \omega[2] - \frac{2\pi}{p+1} \\ \vdots \\ \omega[p] - \frac{p\pi}{p+1} \end{pmatrix} (\gamma_2 - \gamma_1) + \begin{pmatrix} \omega[1] \\ \omega[2] \\ \vdots \\ \omega[p] \end{pmatrix}$$

10

により定義される上記変換後周波数領域パラメータ $\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p]$ を求める復号方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の復号方法であって、

上記帯行列 K は、対角要素が正の値であり、行方向において対角要素に隣接する要素が負の値である

復号方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の復号方法であって、

上記帯行列 K は、対角要素が負の値であり、行方向において対角要素に隣接する要素が正の値である

復号方法。

【請求項 6】

p を 1 以上の整数とし、

入力された補正済 L S P 符号を復号して復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\omega}[1], \hat{\omega}[2], \dots, \hat{\omega}[p]$ を得る補正済 L S P 符号復号部と、

周波数領域パラメータ列 $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ を上記復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\omega}[1], \hat{\omega}[2], \dots, \hat{\omega}[p]$ とし、上記周波数領域パラメータ列 $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p]$ を求めるパラメータ列変換部を実行することにより、上記変換後周波数領域パラメータ列 $\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p]$ を復号近似 L S P パラメータ列 $\hat{\omega}_{app}[1], \hat{\omega}_{app}[2], \dots, \hat{\omega}_{app}[p]$ として生成する復号 L S P 線形変換部と、

30

上記復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\omega}[1], \hat{\omega}[2], \dots, \hat{\omega}[p]$ を線形予測係数に変換した復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を生成する復号線形予測係数列生成部と、

上記復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ に対応する周波数領域の系列である復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部と、

40

入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、上記復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}[1], \hat{W}[2], \dots, \hat{W}[N]$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号部と、

入力された L S P 符号を復号して復号 L S P パラメータ列 $\hat{\omega}[1], \hat{\omega}[2], \dots, \hat{\omega}[p]$ を得る L S P 符号復号部と、

入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間の上記 L S P 符号復号部で得た復号 L S P パラメータ列と、前の時間区間の上記復号 L S P 線形変換部で得た復号近似 L S P パラメータ列のいずれかと、上記所定の時間区間の復号 L S P パラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号部と、

を含み、

50

上記パラメータ列変換部は、

上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $\sim [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$)を、

$[i]$ と $[i]$ に近接する1つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める、

復号装置。

【請求項7】

p を1以上の整数とし、

入力された補正済LSP符号を復号して復号補正済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ を得る補正済LSP符号復号部と、

10

周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を上記復号補正済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ とし、上記周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を求めるパラメータ列変換部を実行することにより、上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を復号近似LSPパラメータ列 $\wedge_{app}[1], \wedge_{app}[2], \dots, \wedge_{app}[p]$ として生成する復号LSP線形変換部と、

上記復号補正済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ に基づいて復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\wedge^W [1], \wedge^W [2], \dots, \wedge^W [N]$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部と、

入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、上記復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\wedge^W [1], \wedge^W [2], \dots, \wedge^W [N]$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号部と、

20

入力されたLSP符号を復号して復号LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ を得るLSP符号復号部と、

入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間の上記LSP符号復号部で得た復号LSPパラメータ列と、前の時間区間の上記復号LSP線形変換部で得た復号近似LSPパラメータ列のいずれかと、上記所定の時間区間の復号LSPパラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号部と、

を含み、

上記パラメータ列変換部は、

30

上記変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $\sim [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$)を、

$[i]$ と $[i]$ に近接する1つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める、

復号装置。

【請求項8】

請求項1から5のいずれかに記載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プログラム。

【請求項9】

請求項1から5のいずれかに記載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プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、符号化技術に関し、特に、線形予測係数と等価な周波数領域のパラメータを変換する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

音声信号や音響信号の符号化では、入力音響信号を線形予測分析して得た線形予測係数を用いて符号化する手法が広く用いられている。

50

【0003】

例えば、非特許文献1や非特許文献2では、フレーム毎の入力音響信号を周波数領域での符号化方法または時間領域での符号化方法により符号化する。周波数領域での符号化方法と時間領域での符号化方法のどちらを用いるかは、各フレームの入力音響信号の特性に応じて決定される。

【0004】

時間領域での符号化方法でも、周波数領域での符号化方法でも、入力音響信号を線形予測分析して得た線形予測係数をLSPパラメータの列に変換し、LSPパラメータの列を符号化してLSP符号を得るとともにLSP符号に対応する量子化済LSPパラメータ列を得る。時間領域での符号化方法では、現フレームの量子化済LSPパラメータ列と前フレームの量子化済LSPパラメータ列とから得られる線形予測係数を時間領域のフィルタである合成フィルタのフィルタ係数として用い、適応符号帳に含まれる波形と固定符号帳に含まれる波形とを合成した信号に合成フィルタを適用して合成信号を求め、求めた合成信号と入力音響信号との歪みが最小となるように各符号帳のインデックスを決定することで符号化する。

10

【0005】

周波数領域での符号化方法では、量子化済LSPパラメータ列を線形予測係数に変換して量子化済線形予測係数列を求め、求めた量子化済線形予測係数列を平滑化して補正済量子化済線形予測係数列を求め、補正済量子化済線形予測係数に対応する周波数領域の系列であるパワースペクトル包絡系列の各値を用いて、入力音響信号を周波数領域に変換した周波数領域信号系列の各値を正規化することでスペクトル包絡の影響を取り除いた信号を求め、求めた信号をスペクトル包絡情報を考慮して可変長符号化する。

20

【0006】

このように、周波数領域での符号化方法と時間領域での符号化方法では、入力音響信号を線形予測分析して得た線形予測係数が共通に用いられる。線形予測係数は、LSP (Line Spectrum Pair) パラメータやISP (Immittance Spectrum Pairs) パラメータなどの線形予測係数と等価な周波数領域のパラメータの列に変換される。そして、LSPパラメータ列(もしくはISPパラメータ列)を符号化して得たLSP符号(もしくはISP符号)が復号装置へ送られる。量子化や補間で使われるLSPパラメータの0からまでの周波数を特にLSP周波数(LSP Frequency: LSF)、あるいはISP周波数の場合(ISP Frequency: ISF)と区別して表記する場合があるが、本願の説明ではこのような周波数のパラメータをLSPパラメータ、ISPパラメータと表記して説明する。

30

【0007】

図1及び図2を参照して、従来の符号化装置の処理をより具体的に説明する。

【0008】

以下の説明では、p個のLSPパラメータからなるLSPパラメータ列を [1], [2], ..., [p]と表記する。pは1以上の整数の予測次数である。角括弧([])内の記号はインデックスを表す。例えば、[i]はLSPパラメータ列 [1], [2], ..., [p]中のi番目のLSPパラメータである。

【0009】

の右肩に角括弧で表記されている記号はフレーム番号を表す。例えば、f番目のフレームの音響信号について生成されるLSPパラメータ列を $^{[f]}[1], ^{[f]}[2], \dots, ^{[f]}[p]$ と表記する。ただし、多くの処理はフレーム内で閉じて行われることから、現在のフレーム(f番目のフレーム)に対応するパラメータについては右肩のフレーム番号の記載を省略して表記する。フレーム番号の記載が省略されている場合は、現在のフレームについて生成されたパラメータを指すものとする。つまり、

$$[i] = ^{[f]}[i]$$

である。

【0010】

右肩に角括弧なしで表記されている記号はべき乗演算を表す。つまり、 $^k[i]$ は [i]

40

50

のk乗を表す。

【 0 0 1 1 】

文中で使用する記号「~」「^」「·」等は、本来直後の文字の真上に記載されるべきものであるが、テキスト記法の制限により、当該文字の直前に記載する。数式中においてはこれらの記号は本来の位置、すなわち文字の真上に記述している。

【 0 0 1 2 】

ステップS 1 0 0において、従来の符号化装置9に、所定の時間区間であるフレーム単位の時間領域の音声音響デジタル信号（以下、入力音響信号という）が入力される。符号化装置9は、入力音響信号に対してフレームごとに以下の各処理部の処理を行う。

【 0 0 1 3 】

フレーム単位の入力音響信号は、線形予測分析部1 0 5、特徴量抽出部1 2 0、周波数領域符号化部1 5 0及び時間領域符号化部1 7 0へ入力される。

【 0 0 1 4 】

ステップS 1 0 5において、線形予測分析部1 0 5は、フレーム単位の入力音響信号を線形予測分析して、線形予測係数列 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ を求めて出力する。ここで、 $a[i]$ は*i*次の線形予測係数である。線形予測係数列の各係数 $a[i]$ は、入力音響信号 z を式(1)で表される線形予測モデルによりモデル化したときの係数 $a[i]$ ($i=1, 2, \dots, p$)である。

【数1】

$$A(z) = 1 + \sum_{i=1}^p a[i]z^{-i} \quad \dots(1)$$

【 0 0 1 5 】

線形予測分析部1 0 5から出力された線形予測係数列 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ はL S P生成部1 1 0へ入力される。

【 0 0 1 6 】

ステップS 1 1 0において、L S P生成部1 1 0は、線形予測分析部1 0 5から出力された線形予測係数列 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ に対応するL S Pパラメータの系列 [1], [2], ..., [p]を求めて出力する。以降の説明では、L S Pパラメータの系列 [1], [2], ..., [p]をL S Pパラメータ列と呼ぶ。L S Pパラメータ列 [1], [2], ..., [p]は、式(2)で定義される和多項式及び式(3)で定義される差多項式の根として定義されるパラメータの系列である。

【数2】

$$F_1(z) = A(z) + z^{-(p+1)} A(z^{-1}) \quad \dots(2)$$

$$F_2(z) = A(z) - z^{-(p+1)} A(z^{-1}) \quad \dots(3)$$

【 0 0 1 7 】

L S Pパラメータ列 [1], [2], ..., [p]は、値が小さい順に並んだ系列である。つまり、

$$0 < [1] < [2] < \dots < [p] <$$

を満たす。

【 0 0 1 8 】

L S P生成部1 1 0から出力されたL S Pパラメータ列 [1], [2], ..., [p]はL S P符号化部1 1 5へ入力される。

【 0 0 1 9 】

ステップS 1 1 5において、L S P符号化部1 1 5は、L S P生成部1 1 0から出力されたL S Pパラメータ列 [1], [2], ..., [p]を符号化し、L S P符号C1と、そのL S P符号C1に対応する量子化されたL S Pパラメータの系列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ を求めて出力する。以降の説明では、量子化されたL S Pパラメータの系列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge$

10

20

30

40

50

[p]を量子化済LSPパラメータ列と呼ぶ。

【0020】

LSP符号化部115から出力される量子化済LSPパラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ は、量子化済線形予測係数生成部900、遅延入力部165及び時間領域符号化部170へ入力される。また、LSP符号化部115から出力されるLSP符号C1は出力部175へ入力される。

【0021】

ステップS120において、特徴量抽出部120は、入力音響信号の時間変動の大きさを特徴量として抽出する。特徴量抽出部120は、抽出した特徴量が所定の閾値より小さい場合（すなわち、入力音響信号の時間変動が小さい場合）には量子化済線形予測係数生成部900が後続の処理を実行するよう制御する。また同時に、周波数領域符号化方法を示す情報を識別符号Cgとして出力部175へ入力する。一方、特徴量抽出部120は、抽出した特徴量が所定の閾値以上の場合（すなわち、入力音響信号の時間変動が大きい場合）には時間領域符号化部170が後続の処理を実行するように制御する。また同時に、時間領域符号化方法を示す情報を識別符号Cgとして出力部175へ入力する。

10

【0022】

量子化済線形予測係数生成部900、量子化済線形予測係数補正部905、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部910及び周波数領域符号化部150の各処理は、特徴量抽出部120で抽出した特徴量が所定の閾値より小さい場合（すなわち、入力音響信号の時間変動が小さい場合）に実行される（ステップS121）。

20

【0023】

ステップS900において、量子化済線形予測係数生成部900は、LSP符号化部115から出力された量子化済LSPパラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ から線形予測係数の系列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を求めて出力する。以降の説明では、線形予測係数の系列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を量子化済線形予測係数列と呼ぶ。

【0024】

量子化済線形予測係数生成部900から出力された量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ は量子化済線形予測係数補正部905へ入力される。

【0025】

ステップS905において、量子化済線形予測係数補正部905は、量子化済線形予測係数生成部900から出力された量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の*i*次の係数 $\hat{a}[i]$ ($i=1, \dots, p$)に補正係数Rの*i*乗を乗じた値 $\hat{a}[i] \times (R)^i$ の系列 $\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$ を求めて出力する。ここで、補正係数Rは予め定めた1以下の正の整数である。以降の説明では、系列 $\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$ を補正済量子化済線形予測係数列と呼ぶ。

30

【0026】

量子化済線形予測係数補正部905から出力された補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$ は近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部910へ入力される。

【0027】

ステップS910において、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部910は、量子化済線形予測係数補正部905から出力された補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$ の各係数 $\hat{a}[i] \times (R)^i$ を用いて、式(4)により、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ を生成して出力する。ここで、 $\exp(\cdot)$ はネイピア数を底とする指数関数であり、*j*は虚数単位であり、 $\sim W_R^2$ は予測残差エネルギーである。

40

【数3】

$$\tilde{W}_{\gamma R}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{a}[i] \cdot (\gamma R)^i \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots(4)$$

【0028】

式(4)で定義されている通り、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ は補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$ に対応する周波数領域の系列である。

10

【0029】

近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部910から出力される近似平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ は周波数領域符号化部150へ入力される。

【0030】

以下に、式(4)により定義される値の系列を近似平滑化済パワースペクトル包絡系列と呼ぶ理由を説明する。

【0031】

全極型モデルであるp次自己回帰過程により、時刻tでの入力音響信号 $x[t]$ は、p時点まで遡った過去の自分自身の値 $x[t-1], \dots, x[t-p]$ 、予測残差 $e[t]$ 及び線形予測係数 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ によって、式(5)で表される。このとき、入力音響信号のパワースペクトル包絡系列 $W[1], W[2], \dots, W[N]$ の各係数 $W[n]$ ($n=1, \dots, N$)は式(6)で表される。

20

【数4】

$$x[t] + a[1]x[t-1] + \dots + a[p]x[t-p] = e[t] \quad \dots(5)$$

$$W[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p a[i] \cdot \exp(-jin) \right|^2} \quad \dots(6)$$

30

【0032】

ここで、式(6)の $a[i]$ を $a[i] \times (R)^i$ に置き換えた

【数5】

$$W_{\gamma R}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p a[i] (\gamma R)^i \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots(7)$$

で定義される系列 $W_R[1], W_R[2], \dots, W_R[N]$ は、式(6)で定義される入力音響信号のパワースペクトル包絡系列 $W[1], W[2], \dots, W[N]$ の振幅の凹凸を平滑化したものに相当する。すなわち、線形予測係数 $a[i]$ に補正係数 R の i 乗を乗じることにより線形予測係数を補正する処理は、周波数領域においてパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を鈍らせる処理(パワースペクトル包絡を平滑化する処理)に相当する。したがって、式(7)で定義される系列 $W_R[1], W_R[2], \dots, W_R[N]$ を、平滑化済パワースペクトル包絡系列と呼ぶ。

40

【0033】

式(4)で定義される系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ は式(7)で定義される平滑化済パワースペクトル包絡系列 $W_R[1], W_R[2], \dots, W_R[N]$ の各値の近似値の系列に相当する。したがって、式(4)で定義される系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ を、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列と呼ぶ。

50

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 5 0 において、周波数領域符号化部 1 5 0 は、入力音響信号を周波数領域に変換した周波数領域信号列 $X[1], X[2], \dots, X[N]$ の各値 $X[n]$ ($n=1, \dots, N$) を近似平滑化済パワースペクトル包絡系列の各値 $\sim W_R[n]$ の平方根で正規化し、正規化済周波数領域信号列 $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ を求める。つまり、 $X_N[n]=X[n]/\sqrt{\sim W_R[n]}$ である。ここで、 \sqrt{y} は y の平方根を表す。続いて、周波数領域符号化部 1 5 0 は、正規化済周波数領域信号列 $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ を可変長符号化して周波数領域信号符号を生成する。

【 0 0 3 5 】

周波数領域符号化部 1 5 0 から出力される周波数領域信号符号は出力部 1 7 5 へ入力される。

10

【 0 0 3 6 】

遅延入力部 1 6 5 及び時間領域符号化部 1 7 0 は、特徴量抽出部 1 2 0 で抽出した特徴量が所定の閾値以上の場合（すなわち、入力音響信号の時間変動が大きい場合）に実行される（ステップ S 1 2 1）。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 1 6 5 において、遅延入力部 1 6 5 は、入力された量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を保持しておき、1 フレーム分遅延させて時間領域符号化部 1 7 0 に出力する。例えば、現在のフレームが f 番目のフレームであれば、 $f-1$ 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}^{[f-1]}[1], \hat{a}^{[f-1]}[2], \dots, \hat{a}^{[f-1]}[p]$ を時間領域符号化部 1 7 0 に出力する。

20

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 7 0 において、時間領域符号化部 1 7 0 では、適応符号帳に含まれる波形及び固定符号帳に含まれる波形を合成した信号に合成フィルタを適用して合成信号を求め、求めた合成信号と入力音響信号との歪みが最小となるように各符号帳のインデックスを決定することで符号化する。合成信号と入力音響信号との歪みが最小となるように各符号帳のインデックスを決定する際には、入力音響信号から合成信号を差し引いた信号に聴覚重み付けフィルタを適用した値が最小となるように各符号帳のインデックスが決定される。聴覚重み付けフィルタは、適応符号帳や固定符号帳を選択する際の歪を求めるためのフィルタである。

【 0 0 3 9 】

合成フィルタ及び聴覚重み付けフィルタのフィルタ係数は、 f 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ 及び $f-1$ 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}^{[f-1]}[1], \hat{a}^{[f-1]}[2], \dots, \hat{a}^{[f-1]}[p]$ を用いて生成する。

30

【 0 0 4 0 】

具体的には、まず、フレームを 2 つのサブフレームに分割し、以下のように合成フィルタ及び聴覚重み付けフィルタのフィルタ係数を決定する。

【 0 0 4 1 】

後半のサブフレームでは、合成フィルタのフィルタ係数には、 f 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ を線形予測係数に変換した係数列である量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の各係数 $\hat{a}[i]$ を用いる。また、聴覚重み付けフィルタのフィルタ係数には、量子化済線形予測係数列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の各係数 $\hat{a}[i]$ に補正係数 R の i 乗を乗じた値の系列

40

$$\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$$

を用いる。

【 0 0 4 2 】

前半のサブフレームでは、合成フィルタのフィルタ係数には、 f 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の各値 $\hat{a}[i]$ と、 $f-1$ 番目のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}^{[f-1]}[1], \hat{a}^{[f-1]}[2], \dots, \hat{a}^{[f-1]}[p]$ の各値 $\hat{a}^{[f-1]}[i]$ との中間の値の系列、すなわち、各値 $\hat{a}[i]$ と $\hat{a}^{[f-1]}[i]$ を補間して得られる値の系列、である補間済量子化済 L S P パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を線形予測係数に

50

変換した係数列である補間済量子化済線形予測係数列 $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ の各係数 $\sim a[i]$ を用いる。また、聴覚重み付けフィルタのフィルタ係数には、補間済量子化済線形予測係数列 $\sim a[1], \sim a[2], \dots, \sim a[p]$ の各係数 $\sim a[i]$ に補正係数 R の i 乗を乗じた値の系列

$$\sim a[1] \times (R), \sim a[2] \times (R)^2, \dots, \sim a[p] \times (R)^p$$

を用いる。

【0043】

これにより、復号装置で生成される復号音響信号において、前のフレームの復号音響信号との繋がりを滑らかにする効果がある。なお、時間領域符号化部170で用いられる補正係数は近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部910で用いられる補正係数と同じである。

10

【0044】

ステップS175において、符号化装置9は、出力部175を介して、LSP符号化部115の出力するLSP符号 C_1 と、特徴量抽出部120の出力する識別符号 C_g と、周波数領域符号化部150の出力する周波数領域信号符号または時間領域符号化部170の出力する時間領域信号符号のいずれかと、を復号装置へ送信する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0045】

【非特許文献1】3rd Generation Partnership Project(3GPP), "Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (AMR-WB+) codec; Transcoding functions", Technical Specification (TS) 26.290, Version 10.0.0, 2011-03.

20

【非特許文献2】M. Neundorff, et al., "MPEG Unified Speech and Audio Coding - The ISO/MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of All Content Types", Audio Engineering Society Convention 132, 2012.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0046】

補正係数 R は、入力音響信号からパワースペクトル包絡の影響を取り除く際に、高い周波数ほどパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を鈍らせることで、より聴感覚を考慮した歪の小さい符号化を実現する役割がある。

30

【0047】

周波数領域符号化部において聴感覚を考慮した歪の小さい符号化を実現するためには、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ が平滑化済パワースペクトル包絡 $W_R[1], W_R[2], \dots, W_R[N]$ を高精度で近似している必要がある。言い換えれば、

$$a_R[i] = a[i] \times (R)^i \quad (i=1, \dots, p)$$

であるとして、補正済量子化済線形予測係数列 $\wedge a[1] \times (R), \wedge a[2] \times (R)^2, \dots, \wedge a[p] \times (R)^p$ は補正済線形予測係数列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ を高精度で近似することが望ましい。

【0048】

40

ところが、従来の符号化装置のLSP符号化部では、量子化済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ とLSPパラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ との歪が最小となるように符号化処理が行われる。これは、聴感覚を考慮していない(すなわち、補正係数 R で平滑化していない)パワースペクトル包絡を高精度で近似するように量子化済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ を決定していることを意味する。ゆえに、量子化済LSPパラメータ列 $\wedge [1], \wedge [2], \dots, \wedge [p]$ から生成される補正済量子化済線形予測係数列 $\wedge a[1] \times (R), \wedge a[2] \times (R)^2, \dots, \wedge a[p] \times (R)^p$ と補正済線形予測係数列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ との歪は最小とはならず、周波数領域符号化部の符号化歪が大きくなってしまふ。

【0049】

50

この発明の目的は、周波数領域の符号化と時間領域の符号化を入力音響信号の特性に応じて切り替えて用いる符号化技術において、周波数領域の符号化の符号化歪を従来よりも小さくし、かつ、時間領域の符号化で用いる前フレームの量子化済LSPパラメータに対応するLSPパラメータを周波数領域の符号化で得られた線形予測係数やLSPパラメータなどに代表される線形予測係数と等価な係数から得られるようにした符号化技術を提供することである。この発明の目的はまた、上記の符号化技術で用いられるような、線形予測係数と等価な係数から、平滑化の度合の異なる線形予測係数と等価な係数を生成することである。

【課題を解決するための手段】

【0050】

上記の課題を解決するために、この発明の第一の態様の復号方法は、 p を1以上の整数とし、入力された補正済LSP符号を復号して復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を得る補正済LSP符号復号ステップと、周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ とし、周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を求めるパラメータ列変換ステップを実行することにより、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を復号近似LSPパラメータ列 $\hat{a}_{app}^{[1]}, \hat{a}_{app}^{[2]}, \dots, \hat{a}_{app}^{[p]}$ として生成する復号LSP線形変換ステップと、復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を線形予測係数に変換した復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を生成する復号線形予測係数列生成ステップと、復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ に対応する周波数領域の系列である復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}^{[1]}, \hat{W}^{[2]}, \dots, \hat{W}^{[N]}$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算ステップと、入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}^{[1]}, \hat{W}^{[2]}, \dots, \hat{W}^{[N]}$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号ステップと、入力されたLSP符号を復号して復号LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を得るLSP符号復号ステップと、入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間のLSP符号復号ステップで得た復号LSPパラメータ列と、前の時間区間の復号LSP線形変換ステップで得た復号近似LSPパラメータ列のいずれかと、所定の時間区間の復号LSPパラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号ステップと、を含み、パラメータ列変換ステップは、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $\sim [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$)を、 $[i]$ と $[i]$ に近接する1つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める。

【0051】

この発明の第二の態様の復号方法は、 p を1以上の整数とし、入力された補正済LSP符号を復号して復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を得る補正済LSP符号復号ステップと、周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ とし、周波数領域パラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を入力として、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を求めるパラメータ列変換ステップを実行することにより、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ を復号近似LSPパラメータ列 $\hat{a}_{app}^{[1]}, \hat{a}_{app}^{[2]}, \dots, \hat{a}_{app}^{[p]}$ として生成する復号LSP線形変換ステップと、復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ に基づいて復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}^{[1]}, \hat{W}^{[2]}, \dots, \hat{W}^{[N]}$ を計算する復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算ステップと、入力された周波数領域信号符号を復号して得られた周波数領域信号列と、復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}^{[1]}, \hat{W}^{[2]}, \dots, \hat{W}^{[N]}$ とを用いて復号音響信号を生成する周波数領域復号ステップと、入力されたLSP符号を復号して復号LSPパラメータ列 $\hat{a}^{[1]}, \hat{a}^{[2]}, \dots, \hat{a}^{[p]}$ を得るLSP符号復号ステップと、入力された時間領域信号符号を復号し、前の時間区間のLSP符号復号ステップで得た復号LSPパラメータ

10

20

30

40

50

列と、前の時間区間の復号 L S P 線形変換ステップで得た復号近似 L S P パラメータ列のいずれかと、所定の時間区間の復号 L S P パラメータ列とを用いて合成して、復号音響信号を生成する時間領域復号ステップと、を含み、パラメータ列変換ステップは、変換後周波数領域パラメータ列 $\sim [1], \sim [2], \dots, \sim [p]$ における各変換後周波数領域パラメータ $[i]$ ($i=1, 2, \dots, p$) を、 $[i]$ と $[i]$ に近接する1つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により求める。

【発明の効果】

【0052】

この発明の符号化技術によれば、周波数領域の符号化の符号化歪を従来よりも小さくし、かつ、時間領域の符号化で用いる前フレームの量子化済 L S P パラメータに対応する L S P パラメータを周波数領域の符号化で得られた線形予測係数や L S P パラメータなどに代表される線形予測係数と等価な係数から得られる。また、上記の符号化技術で用いられるような、線形予測係数と等価な係数から、平滑化の度合の異なる線形予測係数と等価な係数を生成することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】図1は、従来の符号化装置の機能構成を例示する図である。

【図2】図2は、従来の符号化方法の処理フローを例示する図である。

【図3】図3は、符号化装置と復号装置の関係を例示する図である。

【図4】図4は、第一実施形態の符号化装置の機能構成を例示する図である。

20

【図5】図5は、第一実施形態の符号化方法の処理フローを例示する図である。

【図6】図6は、第一実施形態の復号装置の機能構成を例示する図である。

【図7】図7は、第一実施形態の復号方法の処理フローを例示する図である。

【図8】図8は、第二実施形態の符号化装置の機能構成を例示する図である。

【図9】図9は、L S P パラメータの性質を説明するための図である。

【図10】図10は、L S P パラメータの性質を説明するための図である。

【図11】図11は、L S P パラメータの性質を説明するための図である。

【図12】図12は、第二実施形態の符号化方法の処理フローを例示する図である。

【図13】図13は、第二実施形態の復号装置の機能構成を例示する図である。

【図14】図14は、第二実施形態の復号方法の処理フローを例示する図である。

30

【図15】図15は、第二実施形態の変形例の符号化装置の機能構成を例示する図である。

。

【図16】図16は、第二実施形態の変形例の符号化方法の処理フローを例示する図である。

【図17】図17は、第三実施形態の符号化装置の機能構成を例示する図である。

【図18】図18は、第三実施形態の符号化方法の処理フローを例示する図である。

【図19】図19は、第三実施形態の復号装置の機能構成を例示する図である。

【図20】図20は、第三実施形態の復号方法の処理フローを例示する図である。

【図21】図21は、第四実施形態の符号化装置の機能構成を例示する図である。

【図22】図22は、第四実施形態の符号化方法の処理フローを例示する図である。

40

【図23】図23は、第五実施形態の周波数領域パラメータ列生成装置の機能構成を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0054】

以下、この発明の実施形態について説明する。なお、以下の説明に用いる図面中において同じ機能を有する構成部や同じ処理を行うステップには同一の符号を記し、重複説明を省略する。

【0055】

[第一実施形態]

第一実施形態の符号化装置は、時間領域での符号化を行うフレームでは線形予測係数が

50

ら変換されたL S Pパラメータを符号化してL S P符号を得て、周波数領域での符号化を行うフレームでは補正された線形予測係数から変換された補正済L S Pパラメータを符号化して補正済L S P符号を得て、周波数領域での符号化を行ったフレームの次のフレームで時間領域での符号化を行うときには、補正済L S P符号に対応するL S Pパラメータに対応する線形予測係数を逆補正して得られる線形予測係数をL S Pに変換したものを次のフレームの時間領域での符号化で用いるL S Pパラメータとするものである。

【0056】

第一実施形態の復号装置は、時間領域での復号を行うフレームではL S P符号を復号して得られるL S Pパラメータから変換された線形予測係数を得て時間領域での復号に用い、周波数領域での復号を行うフレームでは補正済L S P符号を復号して得られる補正されたL S Pパラメータを周波数領域での復号に用い、周波数領域での復号を行ったフレームの次のフレームで時間領域での復号を行うときには、補正済L S P符号に対応するL S Pパラメータに対応する線形予測係数を逆補正して得られる線形予測係数をL S Pに変換したものを次のフレームの時間領域での復号で用いるL S Pパラメータとするものである。

10

【0057】

第一実施形態の符号化装置及び復号装置では、図3に示すように、符号化装置1に入力された入力音響信号が符号列に符号化され、その符号列が符号化装置1から復号装置2へ送られ、復号装置2により符号列が復号音響信号に復号され出力される。

【0058】

<符号化装置>

20

符号化装置1は、図4に示すように、従来の符号化装置9と同様に、入力部100、線形予測分析部105、L S P生成部110、L S P符号化部115、特徴量抽出部120、周波数領域符号化部150、遅延入力部165、時間領域符号化部170及び出力部175を例えば含み、さらに、線形予測係数補正部125、補正済L S P生成部130、補正済L S P符号化部135、量子化済線形予測係数生成部140、第1量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部145、量子化済線形予測係数逆補正部155、逆補正済L S P生成部160を例えば含む。

【0059】

符号化装置1は、例えば、中央演算処理装置(Central Processing Unit、C P U)、主記憶装置(Random Access Memory、R A M)などを有する公知または専用のコンピュータに特別なプログラムが読み込まれて構成された特別な装置である。符号化装置1は、例えば、中央演算処理装置の制御のもとで各処理を実行する。符号化装置1に入力されたデータや各処理で得られたデータは、例えば、主記憶装置に格納され、主記憶装置に格納されたデータは必要に応じて読み出されて他の処理に利用される。また、符号化装置1の各処理部の少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。

30

【0060】

図4に示すとおり、第一実施形態の符号化装置1は、従来の符号化装置9と比較すると、特徴量抽出部120で抽出した特徴量が所定の閾値より小さい場合(すなわち、入力音響信号の時間変動が小さい場合)には、線形予測係数列 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ をL S Pパラメータに変換した系列であるL S Pパラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ を符号化してL S P符号C1を出力する代わりに、補正済線形予測係数列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ をL S Pパラメータに変換した系列である補正済L S Pパラメータ列 ${}_R[1], {}_R[2], \dots, {}_R[p]$ を符号化して補正済L S P符号C_Rが出力される点が異なる。

40

【0061】

第一実施形態の構成では、前のフレームにおいて特徴量抽出部120で抽出した特徴量が所定の閾値より小さかった場合(すなわち、入力音響信号の時間変動が小さかった場合)には、量子化済L S Pパラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ が生成されないため、遅延入力部165に入力することができない。量子化済線形予測係数逆補正部155及び逆補正L S P生成部160はそのために追加された処理部であり、前のフレームにおいて特徴量抽出部120で抽出した特徴量が所定の閾値より小さかった場合(すなわち、入力音

50

響信号の時間変動が小さかった場合)に、補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ から、時間領域符号化部170で用いる前のフレームの量子化済LSPパラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の近似値の系列を生成するものである。ここでは、逆補正済LSPパラメータ列 $\hat{a}'[1], \hat{a}'[2], \dots, \hat{a}'[p]$ が量子化済LSPパラメータ列 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の近似値の系列である。

【0062】

<符号化方法>

図5を参照して、第一実施形態の符号化方法を説明する。以下では、上述の従来技術との相違点を中心に説明する。

【0063】

ステップS125において、線形予測係数補正部125は、線形予測分析部105から出力された線形予測係数列 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ の各係数 $a[i]$ ($i=1, \dots, p$)に補正係数 R の i 乗を乗じた係数 $a_R[i]=a[i] \times R^i$ の系列を求めて出力する。以降の説明では、求めた系列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ を補正済線形予測係数列と呼ぶ。

【0064】

線形予測係数補正部125から出力された補正済線形予測係数列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ は補正済LSP生成部130へ入力される。

【0065】

ステップS130において、補正済LSP生成部130は、線形予測係数補正部125から出力された補正済線形予測係数列 $a_R[1], a_R[2], \dots, a_R[p]$ に対応するLSPパラメータの系列である補正済LSPパラメータ列 $\alpha_R[1], \alpha_R[2], \dots, \alpha_R[p]$ を求めて出力する。補正済LSPパラメータ列 $\alpha_R[1], \alpha_R[2], \dots, \alpha_R[p]$ は、値が小さい順に並んだ系列である。つまり、

$$0 < \alpha_R[1] < \alpha_R[2] < \dots < \alpha_R[p] <$$

を満たす。

【0066】

補正済LSP生成部130から出力された補正済LSPパラメータ列 $\alpha_R[1], \alpha_R[2], \dots, \alpha_R[p]$ は補正済LSP符号化部135へ入力される。

【0067】

ステップS135において、補正済LSP符号化部135は、補正済LSP生成部130から出力された補正済LSPパラメータ列 $\alpha_R[1], \alpha_R[2], \dots, \alpha_R[p]$ を符号化し、補正済LSP符号 C と、補正済LSP符号 C に対応する量子化された補正済LSPパラメータの系列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ を生成して出力する。以降の説明では、系列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ を補正済量子化済LSPパラメータ列と呼ぶ。

【0068】

補正済LSP符号化部135から出力される補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ は量子化済線形予測係数生成部140へ入力される。また、補正済LSP符号化部135から出力される補正済LSP符号 C は出力部175へ入力される。

【0069】

ステップS140において、量子化済線形予測係数生成部140は、補正済LSP符号化部135から出力された補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ から線形予測係数の系列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を生成して出力する。以降の説明では、系列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を補正済量子化済線形予測係数列と呼ぶ。

【0070】

量子化済線形予測係数生成部140から出力された補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ は第1量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部145及び量子化済線形予測係数逆補正部155へ入力される。

【0071】

10

20

30

40

50

ステップS 1 4 5において、第1量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部1 4 5は、量子化済線形予測係数生成部1 4 0から出力された補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ の各係数 $\hat{a}_R[i]$ を用いて、式(8)により、量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を生成して出力する。

【数7】

$$\hat{W}_R[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{a}_{\gamma R}[i] \cdot \exp(-ijn) \right|^2} \quad \dots(8)$$

10

【0072】

第1量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部1 4 5から出力される量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ は周波数領域符号化部1 5 0へ入力される。

【0073】

周波数領域符号化部1 5 0の処理は、近似平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W_R[1], \sim W_R[2], \dots, \sim W_R[N]$ の代わりに、量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を用いる点を除いては、従来の符号化装置9の周波数領域符号化部1 5 0の処理と同じである。

20

【0074】

ステップS 1 5 5において、量子化済線形予測係数逆補正部1 5 5は、量子化済線形予測係数生成部1 4 0から出力された補正済量子化済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ の各値 $\hat{a}_R[i]$ を補正係数Rのi乗で除算した値 $\hat{a}_R[i]/(R)^i$ の系列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ を求めて出力する。以降の説明では、系列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ を逆補正済線形予測係数列と呼ぶ。補正係数Rは、線形予測係数補正部1 2 5で用いた補正係数Rと同じ値とする。

【0075】

量子化済線形予測係数逆補正部1 5 5から出力された逆補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ は逆補正済LSP生成部1 6 0へ入力される。

30

【0076】

ステップS 1 6 0において、逆補正済LSP生成部1 6 0は、量子化済線形予測係数逆補正部1 5 5から出力された逆補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ からLSPパラメータの系列 $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ を求めて出力する。以降の説明では、LSPパラメータの系列 $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ を逆補正済LSPパラメータ列と呼ぶ。逆補正済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ は、値が小さい順に並んだ系列である。つまり、

$$0 < \hat{\alpha}'[1] < \hat{\alpha}'[2] < \dots < \hat{\alpha}'[p] <$$

を満たす系列である。

【0077】

40

逆補正済LSP生成部1 6 0から出力された逆補正済LSPパラメータ $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ は量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}[1], \hat{\alpha}[2], \dots, \hat{\alpha}[p]$ として遅延入力部1 6 5へ入力される。つまり、量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}[1], \hat{\alpha}[2], \dots, \hat{\alpha}[p]$ を逆補正済LSPパラメータ $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ で代用する。

【0078】

ステップS 1 7 5において、符号化装置1は、出力部1 7 5を介して、LSP符号化部1 1 5の出力するLSP符号C1と、特徴量抽出部1 2 0の出力する識別符号Cgと、補正済LSP符号化部1 3 5の出力する補正済LSP符号Cと、周波数領域符号化部1 5 0の出力する周波数領域信号符号または時間領域符号化部1 7 0の出力する時間領域信号符号のいずれかと、を復号装置2へ送信する。

50

【 0 0 7 9 】

< 復号装置 >

復号装置 2 は、図 6 に示すように、入力部 2 0 0、識別符号復号部 2 0 5、L S P 符号復号部 2 1 0、補正済 L S P 符号復号部 2 1 5、復号線形予測係数生成部 2 2 0、第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5、周波数領域復号部 2 3 0、復号線形予測係数逆補正部 2 3 5、復号逆補正済 L S P 生成部 2 4 0、遅延入力部 2 4 5、時間領域復号部 2 5 0 及び出力部 2 5 5 を例えば含む。

【 0 0 8 0 】

復号装置 2 は、例えば、中央演算処理装置 (Central Processing Unit、C P U)、主記憶装置 (Random Access Memory、R A M) などを有する公知または専用のコンピュータに特別なプログラムが読み込まれて構成された特別な装置である。復号装置 2 は、例えば、中央演算処理装置の制御のもとで各処理を実行する。復号装置 2 に入力されたデータや各処理で得られたデータは、例えば、主記憶装置に格納され、主記憶装置に格納されたデータは必要に応じて読み出されて他の処理に利用される。また、復号装置 2 の各処理部の少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。

10

【 0 0 8 1 】

< 復号方法 >

図 7 を参照して、第一実施形態の復号方法を説明する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 2 0 0 において、復号装置 2 に、符号化装置 1 が生成した符号列が入力される。符号列には、L S P 符号 C1 と、識別符号 Cg と、補正済 L S P 符号 C と、周波数領域信号符号または時間領域信号符号のいずれかと、が含まれる。

20

【 0 0 8 3 】

ステップ S 2 0 5 において、識別符号復号部 2 0 5 は、入力された符号列に含まれる識別符号 Cg が周波数領域符号化方法を示す情報に対応する場合には補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 が次の処理を実行し、識別符号 Cg が時間領域符号化方法を示す情報に対応する場合には L S P 符号復号部 2 1 0 が次の処理を実行するよう制御する。

【 0 0 8 4 】

補正済 L S P 符号復号部 2 1 5、復号線形予測係数生成部 2 2 0、第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5、周波数領域復号部 2 3 0、復号線形予測係数逆補正部 2 3 5 及び復号逆補正済 L S P 生成部 2 4 0 は、入力された符号列に含まれる識別符号 Cg が周波数領域符号化方法を示す情報に対応する場合に実行される (ステップ S 2 0 6)。

30

【 0 0 8 5 】

ステップ S 2 1 5 において、補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 は、入力された符号列に含まれる補正済 L S P 符号 C を復号して復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を得て出力する。すなわち、補正済 L S P 符号 C に対応する L S P パラメータの列である復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を得て出力する。ここで得られる復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ は、符号化装置 1 が出力した補正済 L S P 符号 C が符号誤り等の影響を受けずに正確に復号装置 2 へ入力された場合には、符号化装置 1 が生成する補正済量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ と同じであるため同じ記号を用いる。

40

【 0 0 8 6 】

補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 から出力された復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ は復号線形予測係数生成部 2 2 0 へ入力される。

【 0 0 8 7 】

復号線形予測係数生成部 2 2 0 は、補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 から出力された復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ から線形予測係数の系列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を生成して出力する。以降の説明では、系列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ を復号補正済線形予測係数列と呼ぶ。

50

【 0 0 8 8 】

復号線形予測係数生成部 2 2 0 から出力された復号線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ は第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5 及び復号線形予測係数逆補正部 2 3 5 へ入力される。

【 0 0 8 9 】

第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5 は、復号線形予測係数生成部 2 2 0 から出力された復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ の各係数 $\hat{a}_R[i]$ を用いて、式 (8) により、復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を生成して出力する。

【 0 0 9 0 】

第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5 から出力される復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ は周波数領域復号部 2 3 0 へ入力される。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 2 3 0 において、周波数領域復号部 2 3 0 は、入力された符号列に含まれる周波数領域信号符号を復号して復号正規化済周波数領域信号列 $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ を求める。次に、周波数領域復号部 2 3 0 は、復号正規化済周波数領域信号列 $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ の各値 $X_N[n]$ ($n=1, \dots, N$) に、復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ の各値 $\hat{W}_R[n]$ の平方根を乗じることにより、復号周波数領域信号列 $X[1], X[2], \dots, X[N]$ を得て出力する。つまり、 $X[n]=X_N[n] \times \sqrt{\hat{W}_R[n]}$ を計算する。そして、復号周波数領域信号列 $X[1], X[2], \dots, X[N]$ を時間領域に変換して復号音響信号を得て出力する。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 2 3 5 において、復号線形予測係数逆補正部 2 3 5 は、復号線形予測係数生成部 2 2 0 から出力された復号補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1], \hat{a}_R[2], \dots, \hat{a}_R[p]$ の各値 $\hat{a}_R[i]$ を補正係数 R の i 乗で除算した値 $\hat{a}_R[i]/(R)^i$ の系列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ を求めて出力する。以降の説明では、系列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ を復号逆補正済線形予測係数列と呼ぶ。補正係数 R は、符号化装置 1 の線形予測係数補正部 1 2 5 で用いた補正係数 R と同じ値とする。

【 0 0 9 3 】

復号線形予測係数逆補正部 2 3 5 から出力された復号逆補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ は復号逆補正済 L S P 生成部 2 4 0 へ入力される。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 2 4 0 において、復号逆補正済 L S P 生成部 2 4 0 は、復号逆補正済線形予測係数列 $\hat{a}_R[1]/(R), \hat{a}_R[2]/(R)^2, \dots, \hat{a}_R[p]/(R)^p$ から L S P パラメータの系列 $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ を求めて出力する。以降の説明では、L S P パラメータの系列 $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ を復号逆補正済 L S P パラメータ列と呼ぶ。

【 0 0 9 5 】

復号逆補正済 L S P 生成部 2 4 0 から出力された復号逆補正済 L S P パラメータ $\hat{\alpha}'[1], \hat{\alpha}'[2], \dots, \hat{\alpha}'[p]$ は復号 L S P パラメータ列 $\hat{\alpha}[1], \hat{\alpha}[2], \dots, \hat{\alpha}[p]$ として遅延入力部 2 4 5 へ入力される。

【 0 0 9 6 】

L S P 符号復号部 2 1 0、遅延入力部 2 4 5 及び時間領域復号部 2 5 0 は、入力された符号列に含まれる識別符号 C_g が時間領域符号化方法を示す情報に対応する場合に実行される (ステップ S 2 0 6)。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 2 1 0 において、L S P 符号復号部 2 1 0 は、入力された符号列に含まれる L S P 符号 C_1 を復号して復号 L S P パラメータ列 $\hat{\alpha}[1], \hat{\alpha}[2], \dots, \hat{\alpha}[p]$ を得て出力す

10

20

30

40

50

る。すなわち、L S P 符号C1に対応するL S Pパラメータの列である復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ を得て出力する。

【0098】

L S P 符号復号部210から出力された復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ は遅延入力部245及び時間領域復号部250へ入力される。

【0099】

ステップS245において、遅延入力部245は、入力された復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ を保持しておき、1フレーム分遅延させて時間領域復号部250に出力する。例えば、現在のフレームがf番目のフレームであれば、f-1番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [^{f-1}][1], \hat{\alpha} [^{f-1}][2], \dots, \hat{\alpha} [^{f-1}][p]$ を時間領域符号化部250に出力する。

10

【0100】

なお、入力された符号に含まれる識別符号Cgが周波数領域符号化方法を示す情報に対応する場合には、復号逆補正済L S P生成部240から出力された復号逆補正済L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha}' [1], \hat{\alpha}' [2], \dots, \hat{\alpha}' [p]$ が復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ として遅延入力部245へ入力される。

【0101】

ステップS250において、時間領域復号部250は、入力された符号列に含まれる時間領域信号符号から、適応符号帳に含まれる波形及び固定符号帳に含まれる波形を特定する。特定された適応符号帳に含まれる波形及び固定符号帳に含まれる波形を合成した信号に合成フィルタを適用してスペクトル包絡の影響を取り除いた合成信号を求め、求めた合成信号を復号音響信号として出力する。

20

【0102】

合成フィルタのフィルタ係数は、f番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ 及びf-1番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [^{f-1}][1], \hat{\alpha} [^{f-1}][2], \dots, \hat{\alpha} [^{f-1}][p]$ を用いて生成する。

【0103】

具体的には、まず、フレームを2つのサブフレームに分割し、以下のように合成フィルタのフィルタ係数を決定する。

【0104】

後半のサブフレームでは、合成フィルタのフィルタ係数には、f番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ を線形予測係数に変換した係数列である復号線形予測係数 $\hat{a}[1], \hat{a}[2], \dots, \hat{a}[p]$ の各係数 $\hat{a}[i]$ に補正係数Rのi乗を乗じた値の系列

$$\hat{a}[1] \times (R), \hat{a}[2] \times (R)^2, \dots, \hat{a}[p] \times (R)^p$$

を用いる。

【0105】

前半のサブフレームでは、合成フィルタのフィルタ係数には、f番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [1], \hat{\alpha} [2], \dots, \hat{\alpha} [p]$ の各値 $\hat{\alpha} [i]$ とf-1番目のフレームの復号L S Pパラメータ列 $\hat{\alpha} [^{f-1}][1], \hat{\alpha} [^{f-1}][2], \dots, \hat{\alpha} [^{f-1}][p]$ の各値 $\hat{\alpha} [^{f-1}][i]$ との中間の値の系列である復号補間済L S Pパラメータ列 $\tilde{\alpha} [1], \tilde{\alpha} [2], \dots, \tilde{\alpha} [p]$ を線形予測係数に変換した係数列である復号補間済線形予測係数 $\tilde{a}[1], \tilde{a}[2], \dots, \tilde{a}[p]$ の各係数 $\tilde{a}[i]$ に補正係数Rのi乗を乗じた値の系列

40

$$\tilde{a}[1] \times (R), \tilde{a}[2] \times (R)^2, \dots, \tilde{a}[p] \times (R)^p$$

を用いる。つまり、

$$\tilde{\alpha} [i] = 0.5 \times \hat{\alpha} [^{f-1}][i] + 0.5 \times \hat{\alpha} [i] \quad (i=1, \dots, p)$$

である。

【0106】

<第一実施形態の効果>

符号化装置1の補正済L S P符号化部135では、補正済L S Pパラメータ列 $\hat{a}_R[1]$

50

、 $\hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ と補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ との量子化歪を最小化するような補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ を求める。これにより、聴感覚を考慮した(すなわち、補正係数Rで平滑化した)パワースペクトル包絡系列を高精度で近似するように補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ を決定することができる。補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ を周波数領域に展開して得られるパワースペクトル包絡系列である量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ は、平滑化済パワースペクトル包絡系列 $W_R[1], W_R[2], \dots, W_R[N]$ を高精度で近似することができる。LSP符号C1と補正済LSP符号Cの符号量が同じであれば、第一実施形態の方が従来よりも周波数領域の符号化の符号化歪を小さくできる。また、従来の符号化方法と同じ符号化歪を仮定した場合は、LSP符号C1よりも補正済LSP符号Cの方が従来よりも符号量が小さくなる。したがって、従来と同じ符号化歪であれば従来よりも符号量を小さくし、従来と同じ符号量であれば従来よりも符号化歪を小さくすることができる。

10

【0107】

[第二実施形態]

第一実施形態の符号化装置1及び復号装置2では、特に逆補正済LSP生成部160、復号逆補正済LSP生成部240の計算コストが大きい。そこで、第二実施形態の符号化装置3では、線形予測係数を経由することなく、補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ から量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ の各値の近似値の系列である近似量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1]_{app}, \hat{R}[2]_{app}, \dots, \hat{R}[p]_{app}$ を直接生成する。同様に、第二実施形態の復号装置4では、線形予測係数を経由することなく、復号補正済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ から復号LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ の各値の近似値の系列である復号近似LSPパラメータ列 $\hat{R}[1]_{app}, \hat{R}[2]_{app}, \dots, \hat{R}[p]_{app}$ を直接生成する。

20

【0108】

<符号化装置>

図8に、第二実施形態の符号化装置3の機能構成を示す。

【0109】

符号化装置3は、第一実施形態の符号化装置1と比較して、量子化済線形予測係数逆補正部155、逆補正LSP生成部160を含まず、代わりにLSP線形変換部300を含む点異なる。

30

【0110】

LSP線形変換部300では、LSPパラメータの性質を利用して、補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1], \hat{R}[2], \dots, \hat{R}[p]$ に近似的な線形変換を施して、近似量子化済LSPパラメータ列 $\hat{R}[1]_{app}, \hat{R}[2]_{app}, \dots, \hat{R}[p]_{app}$ を生成する。

【0111】

まず、LSPパラメータの性質を説明する。

【0112】

LSP線形変換部300では量子化されたLSPパラメータの系列を近似変換の対象とするが、量子化されたLSPパラメータの系列の性質は、量子化されていないLSPパラメータ列の性質と基本的に同じであるため、まず、量子化されていないLSPパラメータ列の性質を説明する。

40

【0113】

LSPパラメータ列 $[1], [2], \dots, [p]$ は入力音響信号のパワースペクトル包絡と相関性のある周波数領域のパラメータ列である。LSPパラメータ列の各値は入力音響信号のパワースペクトル包絡の極値の周波数位置と相関する。 $[i]$ と $[i+1]$ の間の周波数位置にパワースペクトル包絡の極値が存在し、この極値の周りの接線の傾きが急峻であるほど $[i]$ と $[i+1]$ との間隔(つまり、 $[i+1]-[i]$ の値)が小さくなる。すなわち、パワースペクトル包絡の振幅の凹凸が急峻であるほど、各 $i(i=1, 2, \dots, p-1)$ について、 $[$

50

i]と [i+1]との間隔が不均一になる。逆に、パワースペクトル包絡の凹凸がほとんどない場合は、各iについて、 [i]と [i+1]との間隔が均等間隔に近くなる。

【 0 1 1 4 】

補正係数 γ が小さいほど、式 (7) で定義される平滑化済パワースペクトル包絡系列 $W [1], W [2], \dots, W [N]$ の振幅の凹凸は、式 (6) で定義されるパワースペクトル包絡系列 $W [1], W [2], \dots, W [N]$ の振幅の凹凸と比較してなだらかになる。したがって、補正係数の値が小さいほど [i]と [i+1]との間隔が均等間隔に近くなると言える。なお、 γ の影響がない ($\gamma = 0$ の) ときは、パワースペクトル包絡が平坦な場合に相当する。

【 0 1 1 5 】

補正係数 $\gamma = 0$ としたときの補正済 L S P パラメータ $\gamma_0 [1], \gamma_0 [2], \dots, \gamma_0 [p]$ は、

【 数 8 】

$$\theta_{\gamma=0}(i) = \frac{i\pi}{p+1}$$

となり、すべての $i=1, \dots, p-1$ について [i]と [i+1]の間隔が等間隔になる。また、 $\gamma = 1$ としたとき、補正済 L S P パラメータ列 $\gamma_1 [1], \gamma_1 [2], \dots, \gamma_1 [p]$ と L S P パラメータ列 $\gamma [1], \gamma [2], \dots, \gamma [p]$ は等価である。なお、補正済 L S P パラメータは、

$$0 < \gamma [1] < \gamma [2] < \dots < \gamma [p] < 1$$

の性質を満たす。

【 0 1 1 6 】

図 9 は、補正係数 γ と補正済 L S P パラメータ $\gamma [i]$ ($i=1, 2, \dots, p$) の関係の一例である。横軸は補正係数 γ の値であり、縦軸は補正済 L S P パラメータの値を表す。予測次数 $p=16$ として、下から順に $\gamma [1], \gamma [2], \dots, \gamma [16]$ の値を図示したものである。各 $\gamma [i]$ の値は、ある音声音響信号を線形予測分析して得た線形予測係数列 $a [1], a [2], \dots, a [p]$ を用いて、線形予測係数補正部 1 2 5 と同様の処理により、各 γ の値ごとに補正済線形予測係数列 $a_\gamma [1], a_\gamma [2], \dots, a_\gamma [p]$ を求め、補正済 L S P 生成部 1 3 0 と同様の処理により、補正済線形予測係数列 $a_\gamma [1], a_\gamma [2], \dots, a_\gamma [p]$ を L S P パラメータに変換して得たものである。なお、 $\gamma = 1$ のときの $\gamma_1 [i]$ は $\gamma [i]$ と等価である。

【 0 1 1 7 】

図 9 に示されているように、 $0 < \gamma < 1$ として、 L S P パラメータ $\gamma [i]$ は、 $\gamma_0 [i]$ と $\gamma_1 [i]$ の内分点になる。横軸を補正係数 γ の値とし、縦軸を L S P パラメータの値とする二次元平面において、各 L S P パラメータ $\gamma [i]$ は、局所的に見れば γ の増加または減少に対して線形な関係にある。異なる 2 つの補正係数 γ_1, γ_2 ($0 < \gamma_1 < \gamma_2 < 1$) として、二次元平面上の点 ($\gamma_1, \gamma_1 [i]$) と点 ($\gamma_2, \gamma_2 [i]$) を結ぶ直線の傾きの大きさは、 L S P パラメータ列 $\gamma_1 [1], \gamma_1 [2], \dots, \gamma_1 [p]$ 中の $\gamma_1 [i]$ の前後の L S P パラメータ (つまり、 $\gamma_1 [i-1]$ と $\gamma_1 [i+1]$) と $\gamma_1 [i]$ との相対的な間隔と相関性がある。具体的には、

【 0 1 1 8 】

【 数 9 】

$$|\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1]| > |\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i]| \quad \dots (9)$$

である場合、

【 数 1 0 】

$$|\theta_{\gamma_2}[i+1] - \theta_{\gamma_2}[i]| < |\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i]|$$

かつ

$$|\theta_{\gamma_2}[i] - \theta_{\gamma_2}[i-1]| > |\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1]| \quad \dots (10)$$

10

20

30

40

50

、 $1 < 2$ であっても $1 > 2$ であってもよい。

【 0 1 2 4 】

行列Kは対角成分とその近傍の要素のみ非零の値を持つ帯行列であり、対角成分に対応するLSPパラメータとそれに隣接するLSPパラメータとの間に成り立つ上述の相関関係を表現する行列である。なお、式(14)では帯幅3の帯行列を例示したが、帯幅は3に限定されない。

【 0 1 2 5 】

ここで、

【数15】

$$\tilde{\theta}_{\gamma_2} = K(\theta_{\gamma_1} - \theta_{\gamma=0})(\gamma_2 - \gamma_1) + \theta_{\gamma_1} \quad \dots(13a)$$

10

とすれば、

$$\tilde{\theta}_{\gamma_2} = (\tilde{\theta}_{\gamma_2}[1], \tilde{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \tilde{\theta}_{\gamma_2}[p])^T$$

は $\tilde{\theta}_{\gamma_2}$ の近似値である。

【 0 1 2 6 】

式(13a)を展開すると以下の式(15)が得られる。

【数16】

$$\tilde{\theta}_{\gamma_2}[i] = z_i(\theta_{\gamma_1}[i-1] - \theta_{\gamma=0}[i-1]) + y_i(\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma=0}[i+1]) + x_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]) + \theta_{\gamma_1}[i] \quad \dots(15)$$

20

ただし、 $i=2, \dots, p-1$ とする。

【 0 1 2 7 】

横軸を θ_{γ_1} の値とし、縦軸をLSPパラメータの値とする二次元平面上的点($\theta_{\gamma_1}[i]$, $\theta_{\gamma_1}[i]$)と点(0, $\theta_{\gamma=0}[i]$)を結ぶ直線L1の延長上の $\tilde{\theta}_{\gamma_2}$ に対応する縦軸の値、つまり、 $\theta_{\gamma_1}[i]$ と $\theta_{\gamma=0}[i]$ を結ぶ直線L1の傾きから直線近似したときの $\tilde{\theta}_{\gamma_2}$ に対応する縦軸の値を $\bar{\theta}_{\gamma_2}[i]$ とする(図11参照)。すると、

【数17】

$$\bar{\theta}_{\gamma_2}[i] = \frac{\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]}{\gamma_1} (\gamma_2 - \gamma_1) + \theta_{\gamma_1}[i]$$

30

が成り立つ。 $1 > 2$ ならば直線補間、 $1 < 2$ ならば直線外挿を意味する。

【 0 1 2 8 】

式(14)において、

【数18】

$$x_i = \frac{1}{\gamma_1}, y_i = 0, z_i = 0$$

40

とすれば、 $\tilde{\theta}_{\gamma_2}[i] = \bar{\theta}_{\gamma_2}[i]$ となり、式(13a)のモデルにより得られる $\tilde{\theta}_{\gamma_2}[i]$ は、二次元平面上的点($\theta_{\gamma_1}[i]$, $\theta_{\gamma_1}[i]$)と点(0, $\theta_{\gamma=0}[i]$)を結ぶ直線により直線近似した場合の $\tilde{\theta}_{\gamma_2}$ に対応するLSPパラメータの値の推定値 $\bar{\theta}_{\gamma_2}[i]$ と一致する。

【 0 1 2 9 】

u_i, v_i を1以下の正の値として、上述の式(14)において、

【数19】

$$x_i = u_i + v_i + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1}, y_i = -v_i, z_i = -u_i \quad \dots(16)$$

50

とすれば、式(15)は以下のように書き換えることができる。

【数20】

$$\begin{aligned} \tilde{\theta}_{\gamma_2}[i] &= u_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i] - (\theta_{\gamma_1}[i-1] - \theta_{\gamma=0}[i-1])) \\ &\quad + v_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i] - (\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma=0}[i+1])) \\ &\quad + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1}(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma=0}[i]) + \theta_{\gamma_1}[i] \\ &= u_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1] - (\theta_{\gamma=0}[i] - \theta_{\gamma=0}[i-1])) \\ &\quad + v_i(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i+1] - (\theta_{\gamma=0}[i] - \theta_{\gamma=0}[i+1])) + \bar{\theta}_{\gamma_2}[i] \\ &= u_i\left(\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1] - \frac{\pi}{p+1}\right) - v_i\left(\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i] - \frac{\pi}{p+1}\right) + \bar{\theta}_{\gamma_2}[i] \quad \dots(17) \end{aligned}$$

10

【0130】

式(17)は、LSPパラメータ列 $\theta_{\gamma_1}[1], \theta_{\gamma_1}[2], \dots, \theta_{\gamma_1}[p]$ 中の*i*番目のLSPパラメータ $\theta_{\gamma_1}[i]$ の前後のLSPパラメータの値との差(すなわち、 $\theta_{\gamma_1}[i] - \theta_{\gamma_1}[i-1]$ と $\theta_{\gamma_1}[i+1] - \theta_{\gamma_1}[i]$)の重み付けで $\tilde{\theta}_{\gamma_2}[i]$ の値を補正し、 $\tilde{\theta}_{\gamma_2}[i]$ を得ることを意味する。つまり、上述の式(9)~(12)のような相関性が式(13a)の行列Kの帯部分の要素(非零要素)に反映されていることになる。

【0131】

なお、式(13a)により得られる $\tilde{\theta}_{\gamma_2}[1], \tilde{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \tilde{\theta}_{\gamma_2}[p]$ は線形予測係数列 $a[1] \times (2), \dots, a[p] \times (2)^p$ をLSPパラメータに変換したときのLSPパラメータの値 $\theta_{\gamma_2}[1], \theta_{\gamma_2}[2], \dots, \theta_{\gamma_2}[p]$ の近似値(推定値)である。

20

【0132】

また、特に $2 > 1$ の場合には、式(16)(17)に示されているように、式(14)の行列Kは対角成分が正の値を持ち、その近傍の要素が負の値を持つ傾向がある。

【0133】

行列Kは予め設定しておく行列であり、例えば、学習データを用いて予め学習したものをを用いる。行列Kの学習方法については後述する。

【0134】

量子化されたLSPパラメータに対しても、同様の性質が成り立つ。つまり、式(13)におけるLSPパラメータ列のベクトル θ_{γ_1} と θ_{γ_2} を、それぞれ量子化されたLSPパラメータ列のベクトル $\hat{\theta}_{\gamma_1}$ と $\hat{\theta}_{\gamma_2}$ に置き換えることができる。具体的には、 $\hat{\theta}_{\gamma_1} = (\hat{\theta}_{\gamma_1}[1], \hat{\theta}_{\gamma_1}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_1}[p])^T$ とし、 $\hat{\theta}_{\gamma_2} = (\hat{\theta}_{\gamma_2}[1], \hat{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_2}[p])^T$ とし、

30

【数21】

$$\hat{\theta}_{\gamma_2} \approx K(\hat{\theta}_{\gamma_1} - \hat{\theta}_{\gamma=0})(\gamma_2 - \gamma_1) + \hat{\theta}_{\gamma_1} \quad \dots(13b)$$

が成り立つ。

【0135】

行列Kが帯行列であるため、式(13)(13a)(13b)の演算に要する計算コストは非常に小さい。

40

【0136】

第二実施形態の符号化装置3に含まれるLSP線形変換部300は、式(13b)に基づいて補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\theta}_{\gamma_2}[1], \hat{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_2}[p]$ から近似量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\theta}_{\gamma_1}[1]_{app}, \hat{\theta}_{\gamma_1}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}_{\gamma_1}[p]_{app}$ を生成する。なお、補正済量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\theta}_{\gamma_2}[1], \hat{\theta}_{\gamma_2}[2], \dots, \hat{\theta}_{\gamma_2}[p]$ を生成する際に用いた補正係数 R は、線形予測係数補正部125で用いられる補正係数 R と同じである。

【0137】

<符号化方法>

図12を参照して、第二実施形態の符号化方法を説明する。以下では、上述の実施形態

50

との相違点を中心に説明する。

【 0 1 3 8 】

補正済 L S P 符号化部 1 3 5 の処理は第一実施形態と同じである。ただし、補正済 L S P 符号化部 1 3 5 から出力された補正済量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\gamma}_R[1], \hat{\gamma}_R[2], \dots, \hat{\gamma}_R[p]$ は量子化済線形予測係数生成部 1 4 0 に加えて、L S P 線形変換部 3 0 0 にも入力される。

【 0 1 3 9 】

L S P 線形変換部 3 0 0 は、 $\hat{\gamma}_1 = (\hat{\gamma}_R[1], \hat{\gamma}_R[2], \dots, \hat{\gamma}_R[p])^T$ として、

【数 2 2】

$$\begin{pmatrix} \hat{\theta}[1]_{app} \\ \vdots \\ \hat{\theta}[p]_{app} \end{pmatrix} = K(\hat{\theta}_{\gamma_1} - \hat{\theta}_{\gamma_{R=0}})(\gamma_2 - \gamma_1) + \hat{\theta}_{\gamma_1} \quad \dots(18)$$

10

により近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ を求めて出力する。つまり、式(13b)を用いて量子化済 L S P パラメータ列の近似値の系列 $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ を求める。なお、 γ_1 と γ_2 は定数であるので、式(18)の行列Kに代えて行列K'の各要素に(2-1)を乗算して得られる行列K'を用い

【数 2 3】

$$\begin{pmatrix} \hat{\theta}[1]_{app} \\ \vdots \\ \hat{\theta}[p]_{app} \end{pmatrix} = K'(\hat{\theta}_{\gamma_1} - \hat{\theta}_{\gamma_{R=0}}) + \hat{\theta}_{\gamma_1} \quad \dots(18a)$$

20

により近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ を求めてもよい。

【 0 1 4 0 】

L S P 線形変換部 3 0 0 から出力された近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ が、量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\gamma}[1], \hat{\gamma}[2], \dots, \hat{\gamma}[p]$ として遅延入力部 1 6 5 へ入力される。つまり、時間領域符号化部 1 7 0 では、前のフレームにおいて特徴量抽出部 1 2 0 で抽出した特徴量が所定の閾値より小さい場合(すなわち、入力音響信号の時間変動が小さい場合。すなわち、周波数領域での符号化が行われた場合。)には、前のフレームの量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\gamma}[1], \hat{\gamma}[2], \dots, \hat{\gamma}[p]$ を前のフレームの近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\theta}[1]_{app}, \hat{\theta}[2]_{app}, \dots, \hat{\theta}[p]_{app}$ で代用する。

30

< 復号装置 >

図 1 3 に、第二実施形態の復号装置 4 の機能構成を示す。

【 0 1 4 1 】

復号装置 4 は、第一実施形態の復号装置 2 と比較して、復号線形予測係数逆補正部 2 3 5、復号逆補正 L S P 生成部 2 4 0 を含まず、代わりに復号 L S P 線形変換部 4 0 0 を含む点異なる。

40

【 0 1 4 2 】

< 復号方法 >

図 1 4 を参照して、第二実施形態の復号方法を説明する。以下では、上述の実施形態との相違点を中心に説明する。

【 0 1 4 3 】

補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 の処理は第一実施形態と同じである。ただし、補正済 L S P 符号復号部 2 1 5 から出力された復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\gamma}_R[1], \hat{\gamma}_R[2], \dots, \hat{\gamma}_R[p]$ は復号線形予測係数生成部 2 2 0 に加えて、復号 L S P 線形変換部 4 0 0

50

にも入力される。

【0144】

復号LSP線形変換部400は、 $\hat{\alpha}_1 = (\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p])^T$ として、式(18)により復号近似LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1^{app}, \hat{\alpha}_2^{app}, \dots, \hat{\alpha}_p^{app}$ を求めて出力する。つまり、式(13b)を用いて復号LSPパラメータ列の近似値の系列 $\hat{\alpha}_1^{app}, \hat{\alpha}_2^{app}, \dots, \hat{\alpha}_p^{app}$ を求める。LSP線形変換部300と同様に、式(18a)を用いて復号近似LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1^{app}, \hat{\alpha}_2^{app}, \dots, \hat{\alpha}_p^{app}$ を求めてもよい。

【0145】

復号LSP線形変換部400から出力された復号近似LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1^{app}, \hat{\alpha}_2^{app}, \dots, \hat{\alpha}_p^{app}$ が、復号LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ として遅延入力部245へ入力される。つまり、時間領域復号部250では、前のフレームの識別符号Cgが周波数領域符号化方法を示す情報に対応する場合には、前のフレームの復号LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \dots, \hat{\alpha}_p$ を前のフレームの近似量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_1^{app}, \hat{\alpha}_2^{app}, \dots, \hat{\alpha}_p^{app}$ で代用する。

【0146】

<変換行列Kの学習方法>

LSP線形変換部300及び復号LSP線形変換部400で用いる変換行列Kは、以下のような方法により予め求めておき、符号化装置3及び復号装置4内の記憶部(図示せず)に格納しておく。

【0147】

(ステップ1) 予め用意したM個のフレーム単位の音声音響信号のサンプルデータについて、各サンプルデータを線形予測分析して線形予測係数を得る。m番目(1 ≤ m ≤ M)のサンプルデータを線形予測分析して得た線形予測係数列を $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$ と表し、m番目のサンプルデータに対応する線形予測係数列 $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$ と呼ぶ。

【0148】

(ステップ2) 各mについて、線形予測係数列 $a^{(m)}[1], a^{(m)}[2], \dots, a^{(m)}[p]$ からLSPパラメータ $\hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[1], \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[2], \dots, \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[p]$ を求める。LSPパラメータ $\hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[1], \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[2], \dots, \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[p]$ をLSP符号化部115と同様の方法で符号化して、量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[1], \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[2], \dots, \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[p]$ を得る。

ここで、

$$\hat{\alpha}_{=1}^{(m)} = (\hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[1], \dots, \hat{\alpha}_{=1}^{(m)}[p])^T$$

とする。

【0149】

(ステップ3) 各mについて、Lを予め定めた1より小さい正の定数(例えば、L=0.92)として、補正済線形予測係数

$$a^{(m)}[i] = a^{(m)}[i] \times (L)^i$$

を計算する。

【0150】

(ステップ4) 各mについて、補正済線形予測係数列 $a_L^{(m)}[1], \dots, a_L^{(m)}[p]$ から補正済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_L^{(m)}[1], \dots, \hat{\alpha}_L^{(m)}[p]$ を求める。補正済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_L^{(m)}[1], \dots, \hat{\alpha}_L^{(m)}[p]$ を補正済LSP符号化部135と同様の方法で符号化して、量子化済LSPパラメータ列 $\hat{\alpha}_L^{(m)}[1], \dots, \hat{\alpha}_L^{(m)}[p]$ を得る。

ここで、

$$\hat{\alpha}_L^{(m)} = (\hat{\alpha}_L^{(m)}[1], \dots, \hat{\alpha}_L^{(m)}[p])^T$$

とする。

【0151】

ステップ1~4により、M組の量子化されたLSPパラメータ列の組 $(\hat{\alpha}_L^{(m)}_1, \hat{\alpha}_L^{(m)}_2, \dots, \hat{\alpha}_L^{(m)}_M)$

10

20

30

40

50

算した値が以下の $xx_1, xx_2, \dots, xx_{15}, yy_1, yy_2, \dots, yy_{14}, zz_2, zz_3, \dots, zz_{15}$ である。

$xx_1 = 1.11499, yy_1 = -0.54272,$
 $zz_2 = -0.83414f, xx_2 = 1.59810f, yy_2 = -0.70966,$
 $zz_3 = -0.49432, xx_3 = 1.38370, yy_3 = -0.78076,$
 $zz_4 = -0.39319, xx_4 = 1.23032, yy_4 = -0.67921,$
 $zz_5 = -0.39166, xx_5 = 1.18521, yy_5 = -0.69088,$
 $zz_6 = -0.34784, xx_6 = 1.04839, yy_6 = -0.60619,$
 $zz_7 = -0.41279, xx_7 = 1.13305, yy_7 = -0.63247,$
 $zz_8 = -0.36450, xx_8 = 0.95694, yy_8 = -0.53039,$
 $zz_9 = -0.43984, xx_9 = 1.01910, yy_9 = -0.51707,$
 $zz_{10} = -0.40120, xx_{10} = 0.90395, yy_{10} = -0.44594,$
 $zz_{11} = -0.49262, xx_{11} = 1.07345, yy_{11} = -0.51892,$
 $zz_{12} = -0.41695, xx_{12} = 0.96596, yy_{12} = -0.49247,$
 $zz_{13} = -0.45002, xx_{13} = 1.00336, yy_{13} = -0.48790,$
 $zz_{14} = -0.46854, xx_{14} = 0.93258, yy_{14} = -0.41927,$
 $zz_{15} = -0.45020, xx_{15} = 0.88783$

【 0 1 5 5 】

上記の $1 = L = 0.92$ 、 $2 = 1$ の例のように、 $2 > 1$ であれば、行列 K' は上記の例のように対角成分が1に近い値を取り、対角成分に隣接する成分が負の値を取る。

【 0 1 5 6 】

逆に、 $1 > 2$ であれば、行列 K' は下記の例のように対角成分が負の値を取り、対角成分に隣接する成分が正の値を取る。 $p = 15$ 、 $1 = 1$ 、 $2 = L = 0.92$ の場合の行列 K の帯部分の各要素に $(2 - 1)$ を乗算した値、すなわち、行列 K' の帯部分の各要素の値、は例えば以下ようになる。

$xx_1 = -0.557012055, yy_1 = 0.213853042,$
 $zz_2 = 0.110112745, xx_2 = -0.534830085, yy_2 = 0.2440903,$
 $zz_3 = 0.149879603, xx_3 = -0.522734808, yy_3 = 0.23494022,$
 $zz_4 = 0.144479327, xx_4 = -0.533013231, yy_4 = 0.259021145,$
 $zz_5 = 0.136523255, xx_5 = -0.502606738, yy_5 = 0.248139539,$
 $zz_6 = 0.138005088, xx_6 = -0.478327709, yy_6 = 0.244219107,$
 $zz_7 = 0.133771751, xx_7 = -0.467186849, yy_7 = 0.243988642,$
 $zz_8 = 0.13667916, xx_8 = -0.408737408, yy_8 = 0.192803054,$
 $zz_9 = 0.160602461, xx_9 = -0.427436157, yy_9 = 0.190554547,$
 $zz_{10} = 0.147621742, xx_{10} = -0.383087812, yy_{10} = 0.165954888,$
 $zz_{11} = 0.18358465, xx_{11} = -0.434034351, yy_{11} = 0.183004742,$
 $zz_{12} = 0.166249458, xx_{12} = -0.409482196, yy_{12} = 0.170107295,$
 $zz_{13} = 0.162343147, xx_{13} = -0.409804718, yy_{13} = 0.165221097,$
 $zz_{14} = 0.178158258, xx_{14} = -0.400869431, yy_{14} = 0.123020055,$
 $zz_{15} = 0.171958144, xx_{15} = -0.447472325$

【 0 1 5 7 】

$1 > 2$ の場合、これは、<変換行列 K の学習方法>(ステップ2)では $\hat{\Lambda}^{(m)}_1$ を

$$\hat{\Lambda}^{(m)}_1 = (\hat{\Lambda}^{(m)}_L[1], \dots, \hat{\Lambda}^{(m)}_L[p])^T$$

とし、(ステップ4)では $\hat{\Lambda}^{(m)}_2$ を

$$\hat{\Lambda}^{(m)}_2 = (\hat{\Lambda}^{(m)}_{=1}[1], \dots, \hat{\Lambda}^{(m)}_{=1}[p])^T$$

とし、(ステップ5)では学習用データ Q に含まれる各 LSP パラメータ列の組 $(\hat{\Lambda}^{(m)}_1, \hat{\Lambda}^{(m)}_2)$ について、 $1 = 1$ 、 $2 = L$ 、 $\hat{\Lambda}^{(m)}_1 = \hat{\Lambda}^{(m)}_1$ 、 $\hat{\Lambda}^{(m)}_2 = \hat{\Lambda}^{(m)}_2$ として、式(13b)のモデルに代入し、自乗誤差基準で行列 K の係数を学習した場合に相当する。

【 0 1 5 8 】

<第二実施形態の効果>

第二実施形態の符号化装置3は、第一実施形態と同様に、従来の符号化装置9における

10

20

30

40

50

量子化済線形予測係数生成部 900、量子化済線形予測係数補正部 905 及び近似平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 910 を、線形予測係数補正部 125、補正済 LSP 生成部 130、補正済 LSP 符号化部 135、量子化済線形予測係数生成部 140 及び第 1 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 145 に置き換えた構成であるため、第一実施形態の符号化装置 1 と同様の効果を有する。すなわち、従来と同じ符号化歪であれば従来よりも符号量を小さくし、従来と同じ符号量であれば従来よりも符号化歪を小さくすることができる。

【0159】

さらに、第二実施形態の符号化装置 3 では、式 (18) の計算において、 K が帯行列であるため計算コストが小さい。第一実施形態の量子化済線形予測係数逆補正部 155 及び逆補正済 LSP 生成部 160 を LSP 線形変換部 300 に置き換えたことで、第一実施形態よりも少ない演算量で、量子化済 LSP パラメータ列 $\hat{\Lambda} [1], \hat{\Lambda} [2], \dots, \hat{\Lambda} [p]$ の近似値の系列を生成することができる。

10

【0160】

[第二実施形態の変形例]

第二実施形態の符号化装置 3 では、フレーム毎に、時間領域での符号化を行うか周波数領域での符号化を行うかを、入力音響信号の時間変動の大きさに基づいて決定している。入力音響信号の時間変動が大きく、周波数領域での符号化が選択されたフレームでも、実際には時間領域での符号化によって再構成される音響信号のほうが周波数領域での符号化によって再構成される信号よりも入力音響信号との歪を小さくできる場合も有り得る。また、入力音響信号の時間変動が小さく、時間領域での符号化が選択されたフレームでも、実際には周波数領域での符号化によって再構成される音響信号のほうが時間領域での符号化によって再構成される音響信号よりも入力音響信号との歪を小さくできる場合も有り得る。すなわち、第二実施形態の符号化装置 3 では、時間領域での符号化と周波数領域での符号化のうちの、入力音響信号との歪が小さくできる符号化方法を必ず選択できているわけではない。そこで、第二実施形態の変形例の符号化装置 8 では、フレーム毎に、時間領域での符号化と周波数領域での符号化の両方を行って、入力音響信号との歪を小さくできるほうを選択する。

20

【0161】

<符号化装置>

図 15 に、第二実施形態の変形例の符号化装置 8 の機能構成を示す。

30

【0162】

符号化装置 8 は、第二実施形態の符号化装置 3 と比較して、特徴量抽出部 120 を含まず、出力部 175 の代わりに符号選択出力部 375 を含む点が異なる。

【0163】

<符号化方法>

図 16 を参照して、第二実施形態の変形例の符号化方法を説明する。以下では、第二実施形態との相違点を中心に説明する。

【0164】

第二実施形態の変形例の符号化方法では、入力部 100 と線形予測分析部 105 に加えて、LSP 生成部 110、LSP 符号化部 115、線形予測係数補正部 125、補正済 LSP 生成部 130、補正済 LSP 符号化部 135、量子化済線形予測係数生成部 140、第 1 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 145、遅延入力部 165、及び LSP 線形変換部 300 も、入力音響信号の時間変動が大きいか小さいかに関わらず、全てのフレームについて実行される。これらの各部の動作は、第二実施形態と同じである。ただし、LSP 線形変換部 300 が生成した近似量子化済 LSP パラメータ列 $\hat{\Lambda} [1]_{app}, \hat{\Lambda} [2]_{app}, \dots, \hat{\Lambda} [p]_{app}$ は遅延入力部 165 へ入力される。

40

【0165】

遅延入力部 165 は、LSP 符号化部 115 から入力された量子化済 LSP パラメータ列 $\hat{\Lambda} [1], \hat{\Lambda} [2], \dots, \hat{\Lambda} [p]$ と LSP 線形変換部 300 から入力された近似量子化済 LSP

50

Pパラメータ列 $\hat{[1]}_{app}, \hat{[2]}_{app}, \dots, \hat{[p]}_{app}$ を少なくとも1フレーム分保持しておき、前のフレームにおいて符号選択出力部375で周波数領域の符号化方法が選択された場合(すなわち、前のフレームにおいて符号選択出力部375が出力した識別符号Cgが周波数領域符号化方法を示す情報である場合)には、LSP線形変換部300から入力された前のフレームの近似量子化済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}_{app}, \hat{[2]}_{app}, \dots, \hat{[p]}_{app}$ を前のフレームの量子化済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ として時間領域符号化部170に出力し、前のフレームにおいて符号選択出力部375で時間領域の符号化方法が選択された場合(すなわち、前のフレームにおいて符号選択出力部375が出力した識別符号Cgが時間領域符号化方法を示す情報である場合)には、LSP符号化部115から入力された前のフレームの量子化済LSPパラメータ列 $\hat{[1]}, \hat{[2]}, \dots, \hat{[p]}$ を時間領域符号化部170に出力する(ステップS165)。

10

【0166】

周波数領域符号化部150は、第二実施形態の周波数領域符号化部150と同様に周波数領域信号符号を生成して出力するとともに、周波数領域信号符号に対応する音響信号の入力音響信号に対する歪または歪の推定値を求めて出力する。歪やその推定値は、時間領域で求めても周波数領域で求めてもよい。すなわち、周波数領域符号化部150は、周波数領域信号符号に対応する周波数領域の音響信号系列の、入力音響信号を周波数領域に変換して得られる周波数領域の音響信号系列に対する歪または歪の推定値を求めてもよい。

【0167】

時間領域符号化部170は、第二実施形態の時間領域符号化部170と同様に時間領域信号符号を生成して出力するとともに、時間領域信号符号に対応する音響信号の入力音響信号に対する歪または歪の推定値を求める。

20

【0168】

符号選択出力部375には、周波数領域符号化部150が生成した周波数領域信号符号、周波数領域符号化部150が求めた歪または歪みの推定値、時間領域符号化部170が生成した時間領域信号符号、時間領域符号化部170が求めた歪または歪みの推定値、が入力される。

【0169】

符号選択出力部375は、周波数領域符号化部150から入力された歪または歪の推定値のほうが時間領域符号化部170から入力された歪または歪の推定値よりも小さい場合には、周波数領域信号符号と、周波数領域符号化方法を示す情報である識別符号Cgを出力し、周波数領域符号化部150から入力された歪または歪の推定値のほうが時間領域符号化部170から入力された歪または歪の推定値よりも大きい場合には、時間領域信号符号と、時間領域符号化方法を示す情報である識別符号Cgを出力する。周波数領域符号化部150から入力された歪または歪の推定値と時間領域符号化部170から入力された歪または歪の推定値が同じ場合には、予め定めた規則により、時間領域信号符号と周波数領域信号符号のいずれかを出力するとともに、出力する符号に対応する符号化方法を示す情報である識別符号Cgを出力する。すなわち、周波数領域符号化部150から入力された周波数領域信号符号と時間領域符号化部170から入力された時間領域信号符号のうち、符号から再構成される音響信号の入力音響信号に対する歪が小さくなるほうを出力するとともに、歪が小さくなる符号化方法を示す情報を識別符号Cgとして出力する(ステップS375)。

30

40

【0170】

なお、符号から再構成した音響信号の入力音響信号に対する歪が小さいほうを選択する構成としてもよい。この構成では、周波数領域符号化部150や時間領域符号化部170で、歪または歪の推定値に代えて、符号から音響信号を再構成して出力する。また、符号選択出力部375は、周波数領域信号符号と時間領域信号符号のうち、周波数領域符号化部150が再構成した音響信号と時間領域符号化部170が再構成した音響信号のうち入力音響信号に対する歪が小さいほうを出力するとともに、歪が小さくなる符号化方法を示す情報を識別符号Cgとして出力する。

50

【 0 1 7 1 】

また、符号量が小さいほうを選択する構成としてもよい。この構成では、周波数領域符号化部 1 5 0 は、第二実施形態と同様に、周波数領域信号符号を出力する。また、時間領域符号化部 1 7 0 は、第二実施形態と同様に、時間領域信号符号を出力する。また、符号選択出力部 3 7 5 は、周波数領域信号符号と時間領域信号符号のうち符号量が小さいほうを出力するとともに、符号量が小さくなる符号化方法を示す情報を識別符号 Cg として出力する。

【 0 1 7 2 】

< 復号装置 >

第二実施形態の変形例の符号化装置 8 が出力した符号列は、第二実施形態の符号化装置 3 が出力した符号列と同様に、第二実施形態の復号装置 4 で復号できる。

10

【 0 1 7 3 】

< 第二実施形態の変形例の効果 >

第二実施形態の変形例の符号化装置 8 は、第二実施形態の符号化装置 3 と同様の効果を奏するものであり、さらに、第二実施形態の符号化装置 3 よりも出力する符号量を小さくする効果を奏するものである。

【 0 1 7 4 】

[第三実施形態]

第一実施形態の符号化装置 1 及び第二実施形態の符号化装置 3 では、補正済量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ を線形予測係数に一旦変換してから、量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を計算していた。第三実施形態の符号化装置 5 では、補正済量子化済 L S P パラメータ列を線形予測係数に変換することなく、補正済量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ から量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を直接計算する。同様に、第三実施形態の復号装置 6 では、復号補正済 L S P パラメータ列を線形予測係数に変換することなく、復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ から復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を直接計算する。

20

【 0 1 7 5 】

< 符号化装置 >

図 1 7 に、第三実施形態の符号化装置 5 の機能構成を示す。

30

【 0 1 7 6 】

符号化装置 5 は、第二実施形態の符号化装置 3 と比較して、量子化済線形予測係数生成部 1 4 0、第 1 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 1 4 5 を含まず、代わりに第 2 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 1 4 6 を含む点が異なる。

【 0 1 7 7 】

< 符号化方法 >

図 1 8 を参照して、第三実施形態の符号化方法を説明する。以下では、上述の実施形態との相違点を中心に説明する。

【 0 1 7 8 】

ステップ S 1 4 6 において、第 2 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 1 4 6 は、補正済 L S P 符号化部 1 3 5 から出力された補正済量子化済 L S P パラメータ $\hat{\alpha}_R[1], \hat{\alpha}_R[2], \dots, \hat{\alpha}_R[p]$ を用いて、式 (1 9) により量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_R[1], \hat{W}_R[2], \dots, \hat{W}_R[N]$ を求めて出力する。

40

【数 2 7】

$$\hat{W}_{\mathcal{R}}[k] = \sqrt{\frac{\delta^2}{2\pi} \frac{1}{|A(\exp(j\omega_k))|^2}},$$

$$|A(\exp(j\omega_k))|^2 = \begin{cases} 2^{p-1} \left[(1 - \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{p/2} (\cos\hat{\theta}_{\mathcal{R}}[2n] - \cos\omega_k)^2 + (1 + \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{p/2} (\cos\hat{\theta}_{\mathcal{R}}[2n-1] - \cos\omega_k)^2 \right] & (p: \text{odd}) \\ 2^{p-1} \left[(1 - \cos\omega_k)(1 + \cos\omega_k) \prod_{n=1}^{(p-1)/2} (\cos\hat{\theta}_{\mathcal{R}}[2n] - \cos\omega_k)^2 + \prod_{n=1}^{(p+1)/2} (\cos\hat{\theta}_{\mathcal{R}}[2n-1] - \cos\omega_k)^2 \right] & (p: \text{even}) \end{cases}$$

$$\omega_k = -\frac{2\pi k}{N} \quad \dots(19)$$

10

【0 1 7 9】

< 復号装置 >

図 1 9 に、第三実施形態の復号装置 6 の機能構成を示す。

【0 1 8 0】

復号装置 6 は、第二実施形態の復号装置 4 と比較して、復号線形予測係数生成部 2 2 0、第 1 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 5 を含まず、代わりに第 2 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 6 を含む。

【0 1 8 1】

< 復号方法 >

図 2 0 を参照して、第三実施形態の復号方法を説明する。以下では、上述の実施形態との相違点を中心に説明する。

20

【0 1 8 2】

ステップ S 2 2 6 において、第 2 復号平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 2 2 6 は、第 2 量子化済平滑化済パワースペクトル包絡系列計算部 1 4 6 と同様に、復号補正済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[1], \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[2], \dots, \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[p]$ を用いて、上記の式 (1 9) により、復号平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\hat{W}_{\mathcal{R}}[1], \hat{W}_{\mathcal{R}}[2], \dots, \hat{W}_{\mathcal{R}}[N]$ を求めて出力する。

【0 1 8 3】

[第四実施形態]

量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[1], \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[2], \dots, \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[p]$ は、

$$0 < \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[1] < \dots < \hat{\Lambda}_{\mathcal{R}}[p] <$$

30

を満たす系列である。つまり、昇順に並んだ系列である。一方、L S P 線形変換部 3 0 0 で生成される近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}_{\text{app}}[1], \hat{\Lambda}_{\text{app}}[2], \dots, \hat{\Lambda}_{\text{app}}[p]$ は近似的な変換により生成したものであるため、昇順にならないことがある。そこで、第四実施形態では L S P 線形変換部 3 0 0 から出力される近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}_{\text{app}}[1], \hat{\Lambda}_{\text{app}}[2], \hat{\Lambda}_{\text{app}}[p]$ を昇順に並べ替える処理を追加する。

【0 1 8 4】

< 符号化装置 >

図 2 1 に、第四実施形態の符号化装置 7 の機能構成を示す。

符号化装置 7 は、第二実施形態の符号化装置 5 と比較して、近似 L S P 系列修正部 7 0 0 をさらに含む点異なる。

40

【0 1 8 5】

< 符号化方法 >

図 2 2 を参照して、第四実施形態の符号化方法を説明する。以下では、上述の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0 1 8 6】

近似 L S P 系列修正部 7 0 0 は、L S P 線形変換部 3 0 0 から出力された近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}_{\text{app}}[1], \hat{\Lambda}_{\text{app}}[2], \dots, \hat{\Lambda}_{\text{app}}[p]$ の各値 $\hat{\Lambda}_{\text{app}}[i]$ を昇順に並べ替えた系列を修正近似量子化済 L S P パラメータ列 $\hat{\Lambda}'[1], \hat{\Lambda}'[2], \dots, \hat{\Lambda}'[p]$ として出力する。近似 L S P 系列修正部 7 0 0 から出力された修正第 1 近似量子化済 L

50

LS Pパラメータ列 $\hat{\alpha}^{[1]}_{app}, \hat{\alpha}^{[2]}_{app}, \dots, \hat{\alpha}^{[p]}_{app}$ が、量子化済LS Pパラメータ列 $\hat{\alpha}^{[1]}, \hat{\alpha}^{[2]}, \dots, \hat{\alpha}^{[p]}$ として遅延入力部165へ入力される。

【0187】

また、単に近似量子化済LS Pパラメータ列の各値を並べ替えるだけでなく、各 $i=1, \dots, p-1$ について $|\hat{\alpha}^{[i+1]}_{app} - \hat{\alpha}^{[i]}_{app}|$ が所定の閾値以上となるように、各値 $\hat{\alpha}^{[i]}_{app}$ を補正した値を $\hat{\alpha}^{[i]}_{app}$ としてもよい。

【0188】

[変形例]

上述の実施形態ではLS Pパラメータを前提として説明したが、LS Pパラメータ列の代わりに、ISPパラメータ列を用いてもよい。ISPパラメータ列 $ISP[1], \dots, ISP[p]$ は、 $p-1$ 次のLS Pパラメータ列と p 次(最高次)のPARCOR係数 k_p からなる系列と等価である。つまり、

$$\begin{aligned} ISP[i] &= \alpha^{[i]} \text{ for } i=1, \dots, p-1 \\ ISP[p] &= k_p \end{aligned}$$

である。

【0189】

第二実施形態において、LS P線形変換部300への入力がISPパラメータ列である場合を例に、具体的な処理を説明する。

【0190】

LS P線形変換部300への入力を補正済量子化済ISPパラメータ列 $\hat{ISP}_R[1], \hat{ISP}_R[2], \dots, \hat{ISP}_R[p]$ とする。ここで、

$$\begin{aligned} \hat{ISP}_R[1] &= \alpha^{[1]}_R \\ \hat{ISP}_R[p] &= k_p \end{aligned}$$

である。 $\alpha^{[p]}_R$ は k_p の量子化値である。

【0191】

LS P線形変換部300では、以下の処理により近似量子化済ISPパラメータ列 $\hat{ISP}[1]_{app}, \dots, \hat{ISP}[p]_{app}$ を求めて出力する。

(ステップ1) $\hat{\alpha}^{[1]} = (\hat{ISP}_R[1], \dots, \hat{ISP}_R[p-1])^T$ とし、 p を $p-1$ に置き換えて、式(18)を計算して、 $\hat{\alpha}^{[1]}_{app}, \dots, \hat{\alpha}^{[p-1]}_{app}$ を求める。

ここで、

$$\hat{ISP}[i]_{app} = \hat{\alpha}^{[i]}_{app} \quad (i=1, \dots, p-1)$$

とする。

(ステップ2) 以下の式で定義される $\hat{ISP}[p]_{app}$ を求める。

$$\hat{ISP}[p]_{app} = \hat{ISP}_R[p] \cdot (1/R)^p$$

[第五実施形態]

符号化装置3、5、7、8が備えるLS P線形変換部300、復号装置4、6が備える復号LS P線形変換部400を、独立した周波数領域パラメータ列生成装置として構成することも可能である。

【0192】

以下では、符号化装置3、5、7、8が備えるLS P線形変換部300、復号装置4、6が備える復号LS P線形変換部400を、独立した周波数領域パラメータ列生成装置として構成する例について説明する。

【0193】

<周波数領域パラメータ列生成装置>

第五実施形態の周波数領域パラメータ列生成装置10は、図23に示すように、パラメータ列変換部20を例えば含み、周波数領域パラメータ $\alpha^{[1]}, \alpha^{[2]}, \dots, \alpha^{[p]}$ を入力とし、変換後周波数領域パラメータ $\tilde{\alpha}^{[1]}, \tilde{\alpha}^{[2]}, \dots, \tilde{\alpha}^{[p]}$ を出力する。

【0194】

入力される周波数領域パラメータ $\alpha^{[1]}, \alpha^{[2]}, \dots, \alpha^{[p]}$ は、所定の時間区間の音信号を線形予測分析して得られる線形予測係数 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ に由来する周波数領域パラメ

10

20

30

40

50

ータ列である。周波数領域パラメータ [1], [2], ..., [p] は、例えば、従来の符号化方法で用いた L S P パラメータ列 [1], [2], ..., [p] であってもよいし、量子化済 L S P パラメータ列[^] [1],[^] [2], ...,[^] [p] であってもよい。また、例えば、上述の各実施形態で用いた補正済 L S P パラメータ列_R [1],_R [2], ...,_R [p] であってもよいし、補正済量子化済 L S P パラメータ列[^]_R [1],[^]_R [2], ...,[^]_R [p] であってもよい。さらに、例えば、上述の変形例で説明した I S P パラメータ列のような、L S P パラメータと等価な周波数領域パラメータであってもよい。また、線形予測係数 a[1], a[2], ..., a[p] に由来する周波数領域パラメータ列とは、線形予測係数列 a[1], a[2], ..., a[p] に由来する L S P パラメータ列、I S P パラメータ列、L S F パラメータ列、I S F パラメータ列、周波数領域パラメータ [1], [2], ..., [p-1] の全てが 0 から までの間に存在し、かつ、線形予測係数列に含まれる全ての線形予測係数が 0 である場合には周波数領域パラメータ [1], [2], ..., [p-1] が 0 から までの間に均等間隔に存在する周波数領域パラメータ列、等に代表されるような、線形予測係数列に由来する周波数領域の系列であって、予測次数と同じ個数で表されるものである。

10

【 0 1 9 5 】

パラメータ列変換部 2 0 は、L S P 線形変換部 3 0 0 及び復号 L S P 線形変換部 4 0 0 と同様に、L S P パラメータの性質を利用して、周波数領域パラメータ列 [1], [2], ..., [p-1] に近似的な線形変換を施して変換後周波数領域パラメータ列[~] [1],[~] [2], ...,[~] [p] を生成する。パラメータ列変換部 2 0 は、例えば、各 i=1, 2, ..., p について、以下のいずれかの方法により、変換後周波数領域パラメータ[~] [i] の値を求める。

20

【 0 1 9 6 】

1 . [i] と [i] に近接する 1 つまたは複数の周波数領域パラメータとの値の関係に基づく線形変換により変換後周波数領域パラメータ[~] [i] の値を求める。例えば、周波数領域パラメータ列 [i] よりも変換後周波数領域パラメータ列[~] [i] のほうが、パラメータ値の間隔が均等間隔に近くなるように、または、均等間隔から遠くなるように、線形変換する。均等間隔に近くなるようにする線形変換は、周波数領域においてパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を鈍らせる処理（パワースペクトル包絡を平滑化する処理）に相当する。また、均等間隔から遠くなるようにする線形変換は、周波数領域においてパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を強調する処理（パワースペクトル包絡を逆平滑化する処理）に相当する。

30

【 0 1 9 7 】

2 . [i] が [i+1] と [i-1] との midpoint よりも [i+1] に近い場合には、[~] [i] が[~] [i+1] と[~] [i-1] との midpoint よりも[~] [i+1] に近く、かつ、[i+1]-[i] よりも[~] [i+1]-[~] [i] の方が値が小さくなるように[~] [i] を求める。また、[i] が [i+1] と [i-1] との midpoint よりも [i-1] に近い場合には、[~] [i] が[~] [i+1] と[~] [i-1] との midpoint よりも[~] [i-1] に近く、かつ、[i]-[i-1] よりも[~] [i]-[~] [i-1] の方が値が小さくなるように[~] [i] を求める。これは、周波数領域においてパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を強調する処理（パワースペクトル包絡を逆平滑化する処理）に相当する。

【 0 1 9 8 】

3 . [i] が [i+1] と [i-1] との midpoint よりも [i+1] に近い場合には、[~] [i] が[~] [i+1] と[~] [i-1] との midpoint よりも[~] [i+1] に近く、かつ、[i+1]-[i] よりも[~] [i+1]-[~] [i] の方が値が大きくなるように[~] [i] を求める。また、[i] が [i+1] と [i-1] との midpoint よりも [i-1] に近い場合には、[~] [i] が[~] [i+1] と[~] [i-1] との midpoint よりも[~] [i-1] に近く、かつ、[i]-[i-1] よりも[~] [i]-[~] [i-1] の方が値が大きくなるように[~] [i] を求める。これは、周波数領域においてパワースペクトル包絡の振幅の凹凸を鈍らせる処理（パワースペクトル包絡を平滑化する処理）に相当する。

40

【 0 1 9 9 】

例えば、パラメータ列変換部 2 0 は、下記の式 (2 0) により、変換後周波数領域パラメータ[~] [1],[~] [2], ...,[~] [p] を求めて出力する。

【数 2 8】

$$\begin{pmatrix} \tilde{\omega}[1] \\ \tilde{\omega}[2] \\ \vdots \\ \tilde{\omega}[p] \end{pmatrix} = K \begin{pmatrix} \omega[1] - \frac{\pi}{p+1} \\ \omega[2] - \frac{2\pi}{p+1} \\ \vdots \\ \omega[p] - \frac{p\pi}{p+1} \end{pmatrix} (\gamma_2 - \gamma_1) + \begin{pmatrix} \omega[1] \\ \omega[2] \\ \vdots \\ \omega[p] \end{pmatrix} \quad \dots(20)$$

10

【0 2 0 0】

ここで、 γ_1 と γ_2 は1以下の正の係数である。式(20)は、LSPパラメータをモデル化した式(13)において、 $\gamma_1 = (\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p])^T$ とし、 $\gamma_2 = (\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p])^T$ とし、

【数 2 9】

$$\Theta_{\gamma=0} = \left(\frac{\pi}{p+1}, \frac{2\pi}{p+1}, \dots, \frac{p\pi}{p+1} \right)$$

とすることで、導出することができる。この場合、周波数領域パラメータ $\omega[1], \omega[2], \dots, \omega[p]$ は、線形予測係数 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ の各係数 $a[i]$ に係数 γ_1 の i 乗を乗じることにより補正した係数列である

$$a[1] \times (\gamma_1), a[2] \times (\gamma_1)^2, \dots, a[p] \times (\gamma_1)^p$$

と等価な周波数領域のパラメータ列、もしくは、その量子化値である。また、変換後周波数領域パラメータ $\tilde{\omega}[1], \tilde{\omega}[2], \dots, \tilde{\omega}[p]$ は、線形予測係数 $a[1], a[2], \dots, a[p]$ の各係数 $a[i]$ に係数 γ_2 の i 乗を乗じることにより補正した係数列である

$$a[1] \times (\gamma_2), a[2] \times (\gamma_2)^2, \dots, a[p] \times (\gamma_2)^p$$

と等価な周波数領域のパラメータ列を近似する系列となる。

【0 2 0 1】

< 第五実施形態の効果 >

第五実施形態の周波数領域パラメータ列生成装置は、符号化装置3、5、7、8や復号装置4、6と同様に、符号化装置1や復号装置2のような周波数領域パラメータから線形予測係数を介して変換後周波数領域パラメータを求める場合よりも少ない演算量で、周波数領域パラメータから変換後周波数領域パラメータを求めることができる。

【0 2 0 2】

この発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。上記実施形態において説明した各種の処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。

【0 2 0 3】

[プログラム、記録媒体]

上記実施形態で説明した各装置における各種の処理機能をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記各装置における各種の処理機能がコンピュータ上で実現される。

【0 2 0 4】

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

【0 2 0 5】

50

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る構成としてもよい。

【0206】

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

20

【0207】

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

【図1】

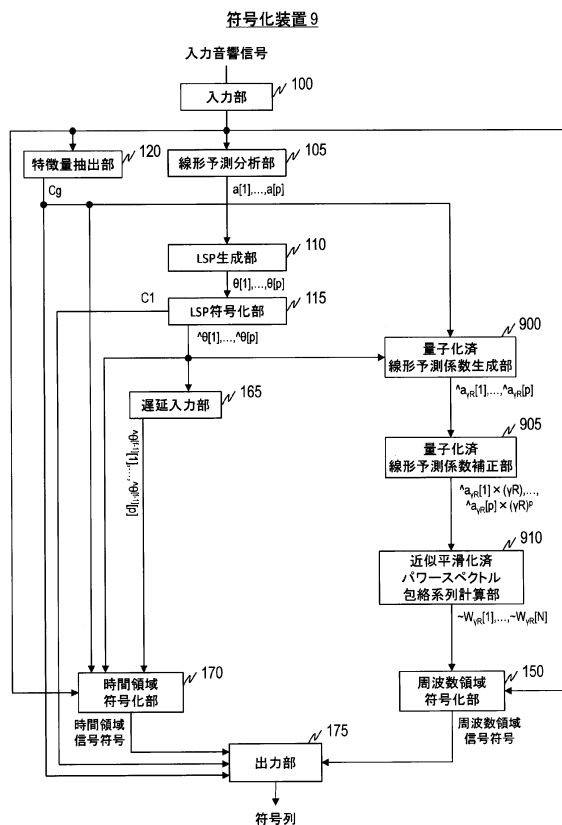


図1

【図2】

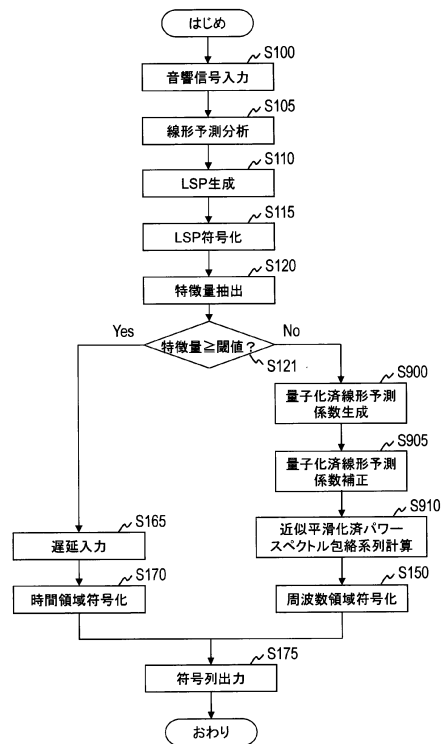


図2

【図3】

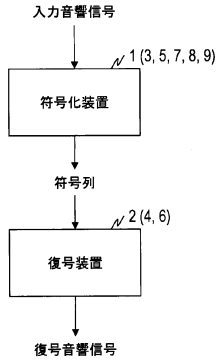


図3

【図4】

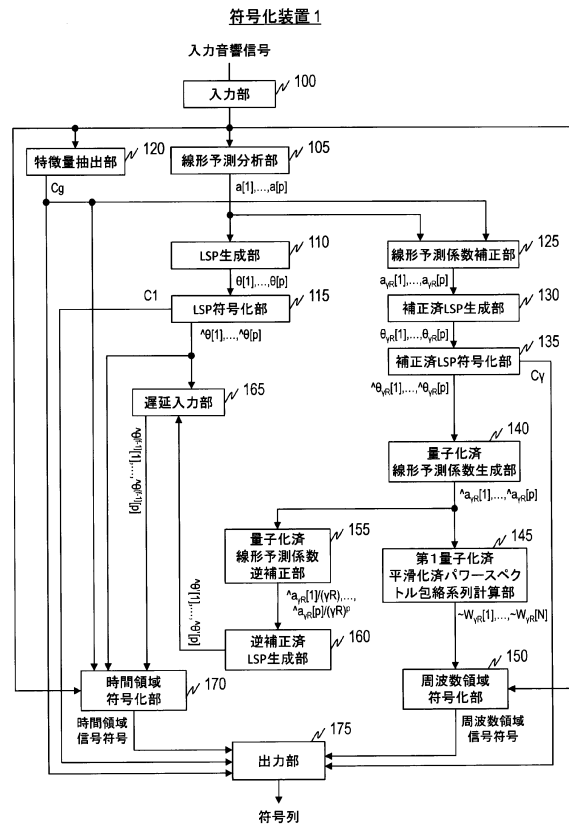


図4

【図5】

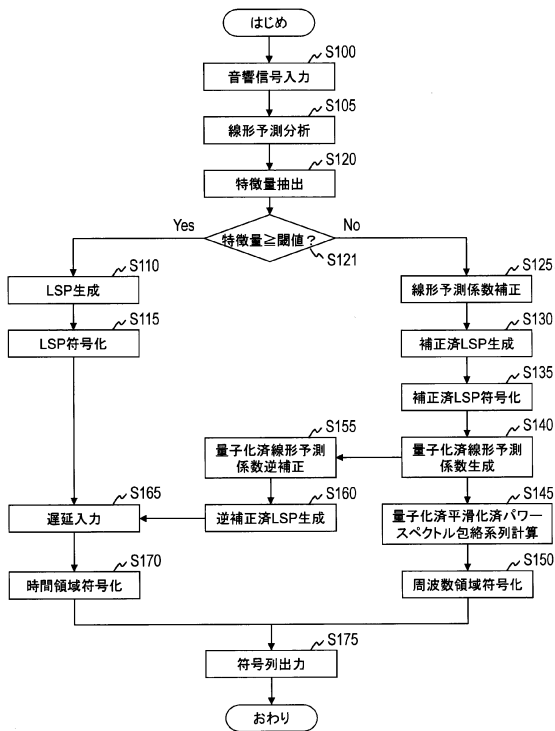


図5

【図6】

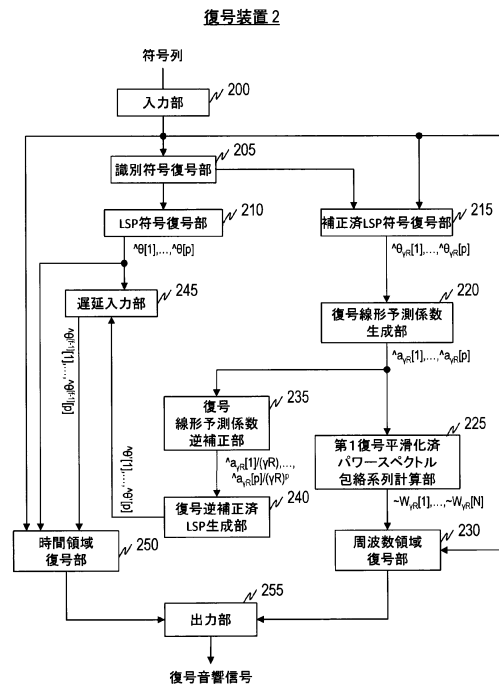


図6

【 図 7 】

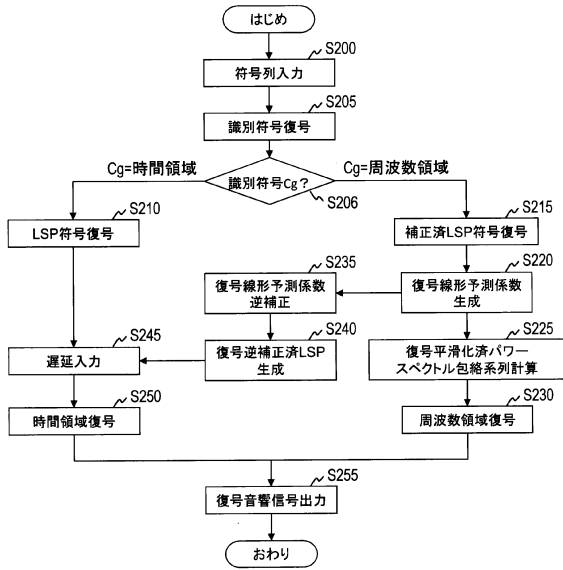


図7

【 図 8 】

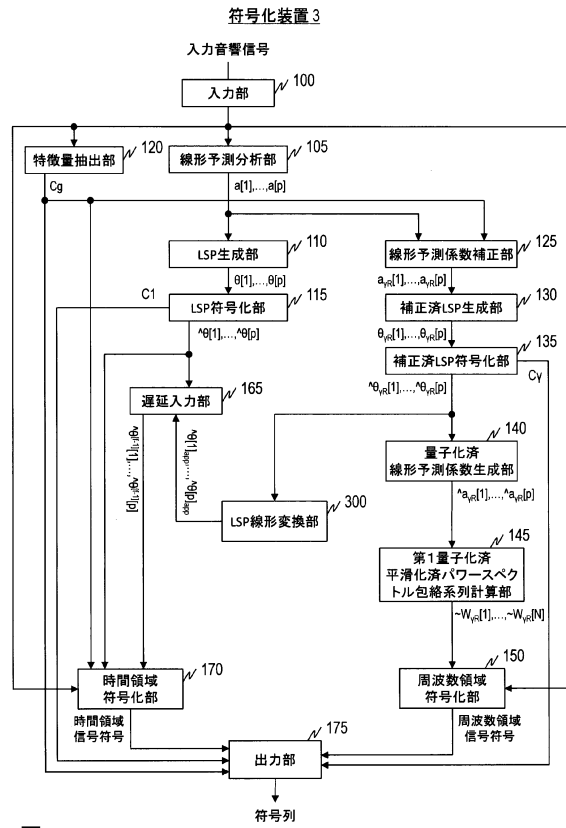


図8

【 図 9 】

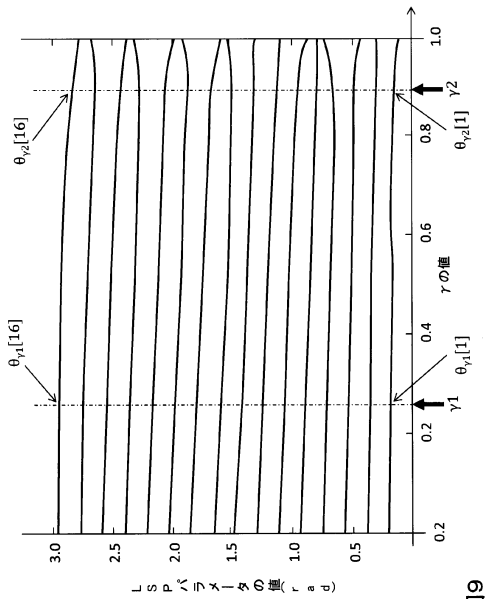


図9

【 図 10 】

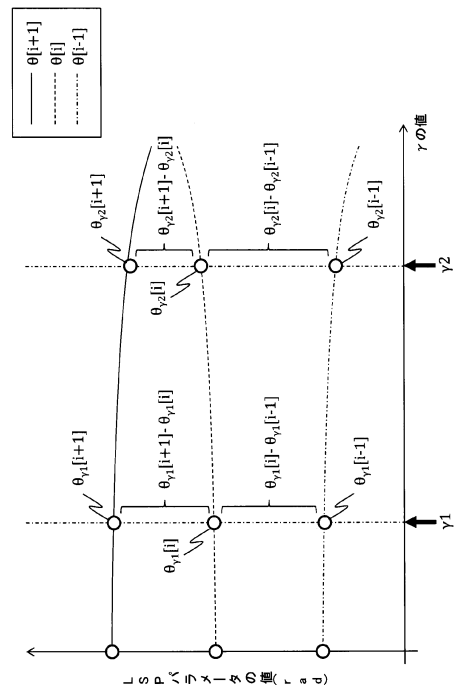
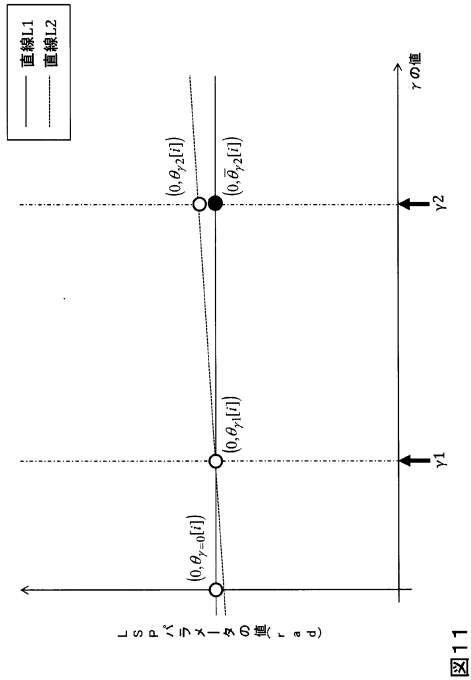


図10

【図11】



【図12】

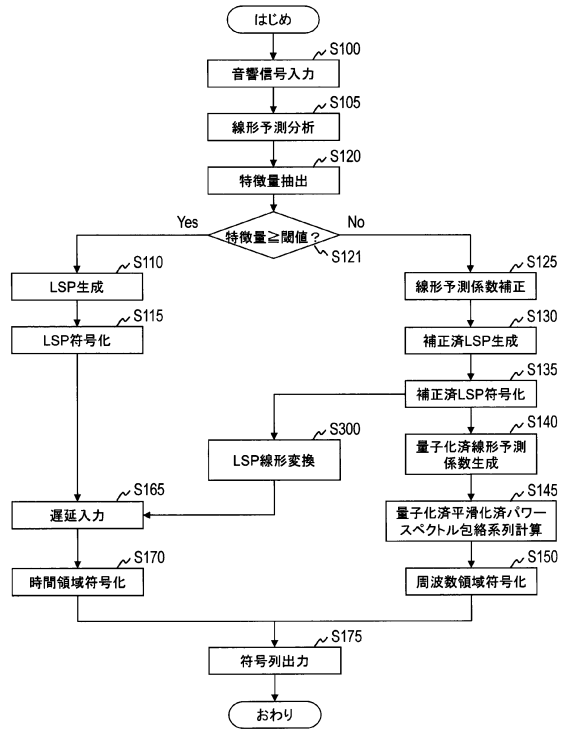


図12

【図13】

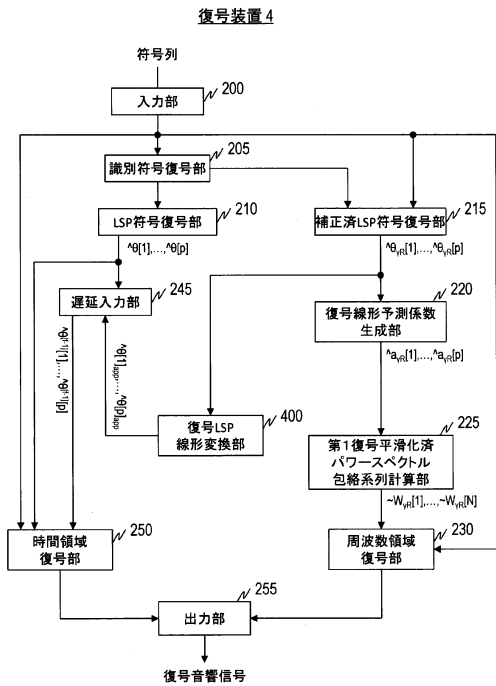


図13

【図14】

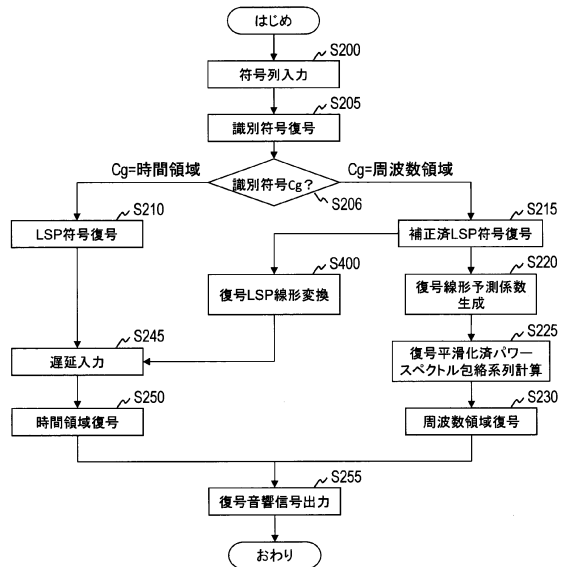


図14

【図15】

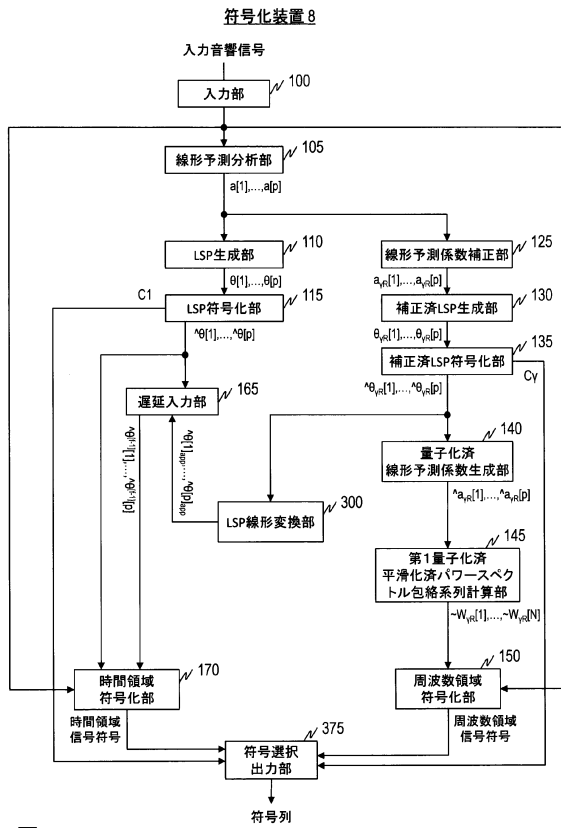


図15

【図16】

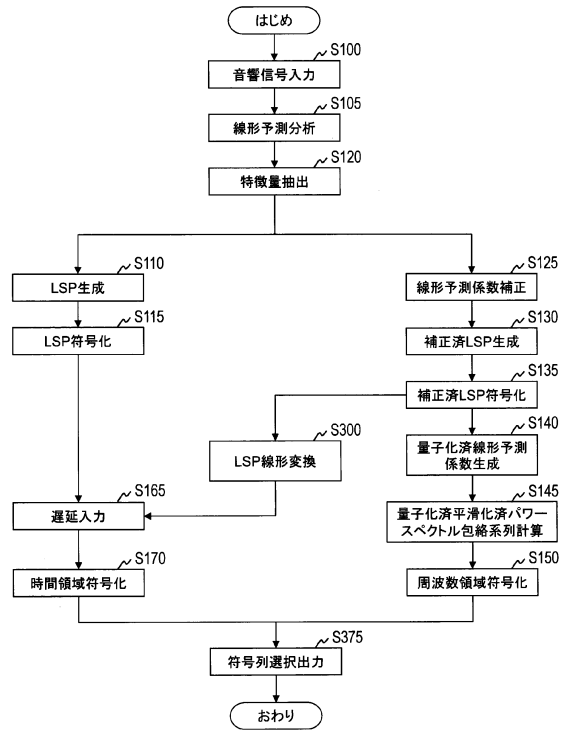


図16

【図17】

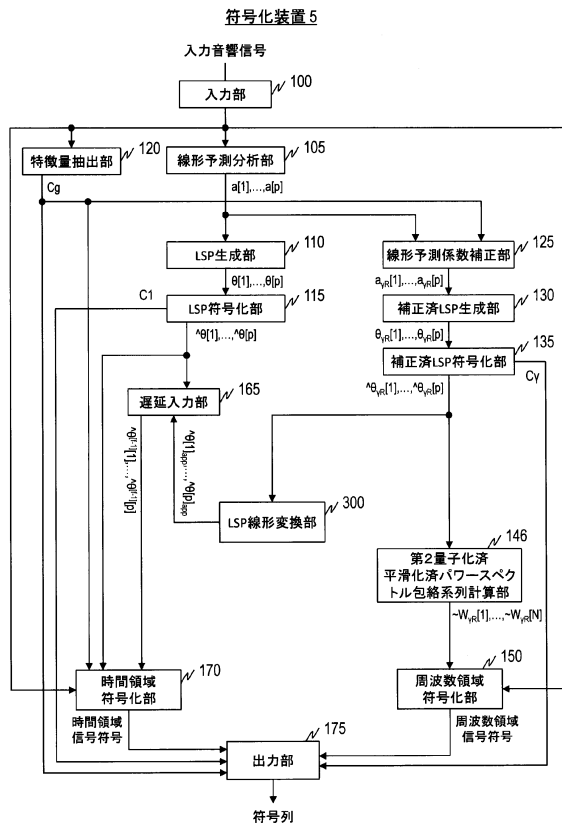


図17

【図18】

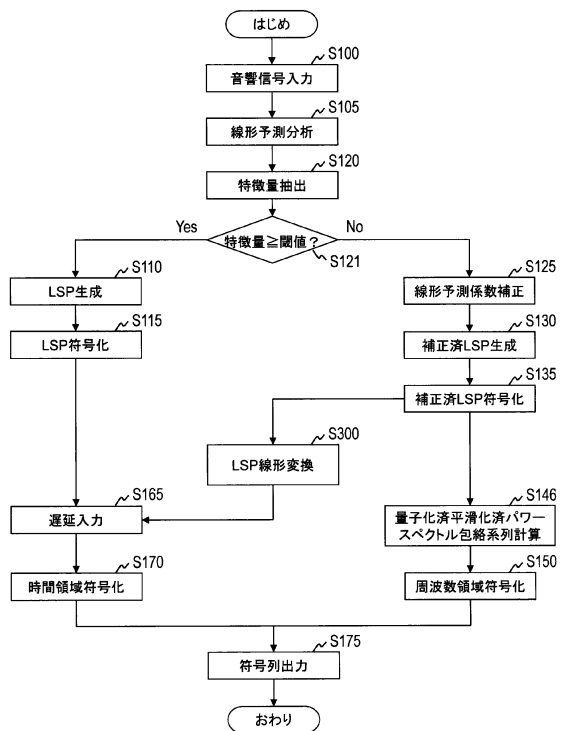


図18

【 図 19 】

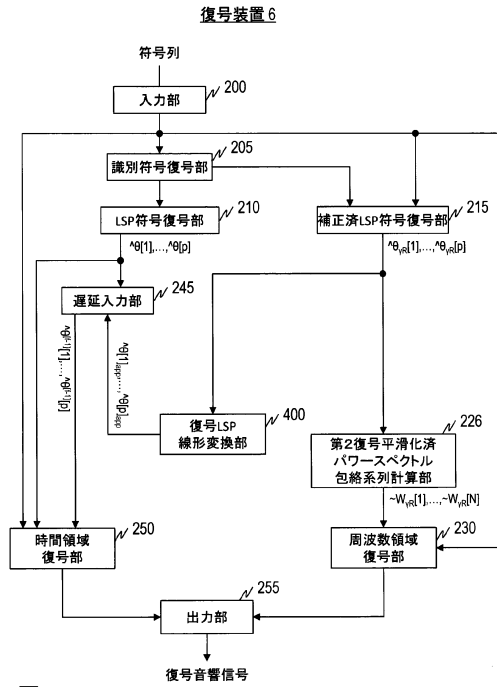


図 19

【 図 20 】

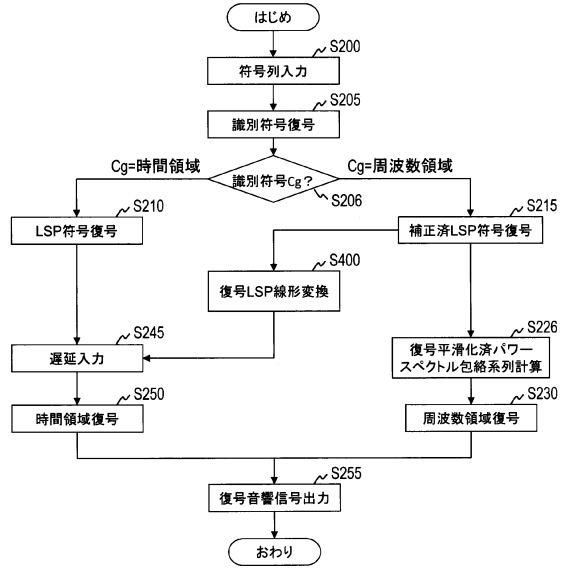


図 20

【 図 21 】

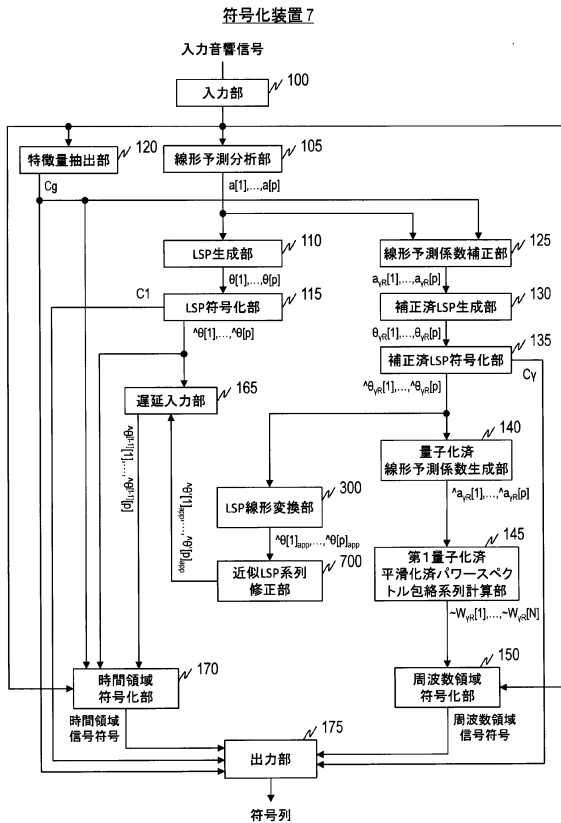


図 21

【 図 22 】

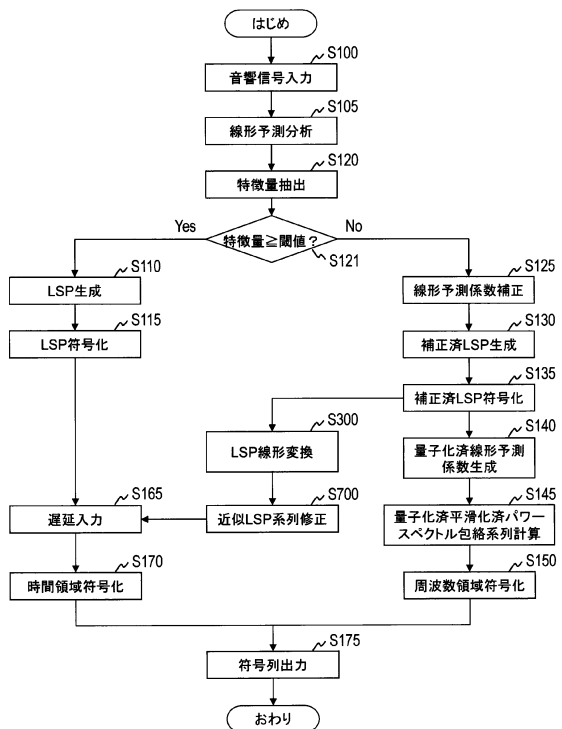


図 22

【 図 2 3 】

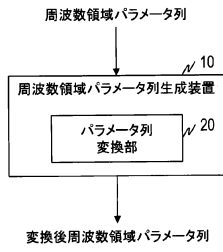


図23

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 特開平4 - 5700 (JP, A)
特開平8 - 305397 (JP, A)
特開平9 - 230896 (JP, A)
特開2004 - 86102 (JP, A)
特開昭58 - 181096 (JP, A)
特開2000 - 242298 (JP, A)
特開2000 - 250597 (JP, A)
NEUENDORF et al., MPEG Unified Speech and Audio Coding - The ISO/MPEG Standard for High-Efficiency Audio Coding of all Content Types, Audio Engineering Society, HU, 2012年 4月26日, 132nd Convention

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