

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6270993号
(P6270993)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/07 (2013.01) G 1 O L 19/07
G 1 O L 19/005 (2013.01) G 1 O L 19/005

請求項の数 8 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2016-515896 (P2016-515896)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成27年3月16日 (2015.3.16)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/057727		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(87) 国際公開番号	W02015/166733	(74) 代理人	100121706
(87) 国際公開日	平成27年11月5日 (2015.11.5)		弁理士 中尾 直樹
審査請求日	平成28年10月25日 (2016.10.25)	(74) 代理人	100128705
(31) 優先権主張番号	特願2014-94758 (P2014-94758)		弁理士 中村 幸雄
(32) 優先日	平成26年5月1日 (2014.5.1)	(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
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置、及びその方法、プログラム、記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルについての、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、前記第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化部と、

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、前記量子化差分ベクトルとの差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化部とを含む、

符号化装置。

【請求項2】

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、前記第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化部と、

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから前記量子化差分ベクトルと予め定めたベクトルとを減算して得られる差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化部とを含む、

符号化装置。

【請求項3】

請求項 1 または 2 の符号化装置であって、

を正の定数とし、前記予測ベクトルは、予め定めた予測対応平均ベクトルと、過去のフレームの量子化差分ベクトルの 倍とが加算されたベクトルであり、

前記補正ベクトルは、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから、前記量子化差分ベクトルと予め定めた非予測対応平均ベクトルと、を減算して得られるベクトルまたはその要素の一部からなるベクトルである、

符号化装置。

【請求項 4】

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルについての、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、前記第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化ステップと、

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、前記量子化差分ベクトルとの差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化ステップとを含む、

符号化方法。

【請求項 5】

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、前記第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化ステップと、

現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから前記量子化差分ベクトルと予め定めたベクトルとを減算して得られる差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化ステップとを含む、

符号化方法。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 の符号化方法であって、

を正の定数とし、前記予測ベクトルは、予め定めた予測対応平均ベクトルと、過去のフレームの量子化差分ベクトルの 倍とが加算されたベクトルであり、

前記補正ベクトルは、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから、前記量子化差分ベクトルと予め定めた非予測対応平均ベクトルと、を減算して得られるベクトルまたはその要素の一部からなるベクトルである、

符号化方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 3 の何れかの符号化装置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 1 から請求項 3 の何れかの符号化装置としてコンピュータを機能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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、線形予測係数やこれに変換可能な係数の符号化技術及び復号技術に関する。

【背景技術】

【0002】

音声や音楽などの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。

【0003】

符号化処理で用いた線形予測係数の情報を復号装置側で復号できるように、符号化装置

10

20

30

40

50

は、線形予測係数を符号化し、線形予測係数に対応する符号を復号装置に送る。非特許文献 1 では、符号化装置は、線形予測係数を線形予測係数と等価な周波数領域のパラメータである LSP (Line Spectrum Pair) 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得た LSP 符号を復号装置へ送る。

【 0 0 0 4 】

非特許文献 1 では、LSP 符号の符号量を小さくするために、移動平均予測 (MA 予測) を用いたベクトル符号化及び復号技術が用いられている。

【 0 0 0 5 】

まず、符号化処理の流れを説明する。

【 0 0 0 6 】

< 線形予測係数符号化装置 8 0 >

図 1 は、従来の線形予測係数符号化装置 8 0 の構成を示す。

【 0 0 0 7 】

線形予測係数符号化装置 8 0 にはフレームごとの LSP (Line Spectrum Pairs) パラメータ $f[1], f[2], \dots, f[p]$ が入力され、線形予測係数符号化装置 8 0 は、フレームごとに以下の予測対応減算部 8 3、ベクトル符号化部 8 4、遅延入力部 8 7 の処理を行い、LSP 符号 C_f を得て出力する。なお、 f はフレーム番号を、 p は予測次数を表す。

【 0 0 0 8 】

線形予測係数符号化装置 8 0 に入力音響信号 X_f が入力される場合には、線形予測係数符号化装置 8 0 に線形予測分析部 8 1 と LSP 計算部 8 2 も備え、フレーム単位の入力音響信号 X_f が連続して入力され、フレームごとに以下の処理が行われる。

【 0 0 0 9 】

以下では、各部の具体処理を説明する。

【 0 0 1 0 】

< 線形予測分析部 8 1 >

線形予測分析部 8 1 は、入力音響信号 X_f を受け取り、入力音響信号 X_f を線形予測分析して、線形予測係数 $a_f[1], a_f[2], \dots, a_f[p]$ を求めて出力する。ここで、 $a_f[i]$ は f 番目のフレームの入力音響信号 X_f を線形予測分析して得られる i 次の線形予測係数を表す。

【 0 0 1 1 】

< LSP 計算部 8 2 >

LSP 計算部 8 2 は、線形予測係数 $a_f[1], a_f[2], \dots, a_f[p]$ を受け取り、線形予測係数 $a_f[1], a_f[2], \dots, a_f[p]$ から LSP パラメータ $f[1], f[2], \dots, f[p]$ を求め、求めた LSP パラメータを要素とするベクトルである LSP パラメータベクトル $f = (f[1], f[2], \dots, f[p])^T$ を出力する。ここで、 $f[i]$ は f 番目のフレームの入力音響信号 X_f に対応する i 次の LSP パラメータである。

【 0 0 1 2 】

< 予測対応減算部 8 3 >

予測対応減算部 8 3 は、例えば、所定の係数 v を記憶した記憶部 8 3 c、予測対応平均ベクトル V を記憶した記憶部 8 3 d、乗算部 8 8、減算部 8 3 a 及び 8 3 b を含んで構成される。

【 0 0 1 3 】

予測対応減算部 8 3 は、LSP パラメータベクトル f と、前フレーム量子化差分ベクトル ΔS_{f-1} とを受け取る。

【 0 0 1 4 】

予測対応減算部 8 3 は、LSP パラメータベクトル f から予測対応平均ベクトル V と、ベクトル ΔS_{f-1} を減算したベクトルである差分ベクトル $S_f = f - V - \Delta S_{f-1} = (s_f[1], s_f[2], \dots, s_f[p])^T$ を生成して出力する。

【 0 0 1 5 】

なお、予測対応平均ベクトル $V = (v[1], v[2], \dots, v[p])^T$ は、記憶部 8 3 d に記憶された予め定めたベクトルであり、例えば、予め学習用の音響信号から求めておけばよい。例えば

10

20

30

40

50

、線形予測係数符号化装置 80 において、符号化の対象となる音響信号と、同じ環境（例えば、話者、收音装置、場所）で收音した音響信号を学習用の入力音響信号として用いて、多数のフレームのLSPパラメータベクトルを求め、その平均を予測対応平均ベクトルとする。

【0016】

乗算部 88 は、記憶部 83c に記憶された所定の係数 \hat{S}_{f-1} を前フレームの復号差分ベクトル \hat{S}_{f-1} に乗じてベクトル \hat{S}_{f-1} を得る。

【0017】

なお、図 1 では、2つの減算部 83a 及び 83b を用いて、まず、減算部 83a において、LSPパラメータベクトル \hat{S}_{f-1} から記憶部 83d に記憶された予測対応平均ベクトル V を減算した後、減算部 83b において、ベクトル \hat{S}_{f-1} を減算しているが、この順序は逆であってもよい。あるいは、予測対応平均ベクトル V とベクトル \hat{S}_{f-1} を加算したベクトル $V + \hat{S}_{f-1}$ を、LSPパラメータベクトル \hat{S}_{f-1} から減算することで差分ベクトル S_f を生成してもよい。

【0018】

現在のフレームの差分ベクトル S_f は、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトル（LSPパラメータベクトル \hat{S}_f ）から、少なくとも過去のフレームからの予測を含むベクトルを減算して得られるベクトルといってもよい。

【0019】

<ベクトル符号化部 84 >

ベクトル符号化部 84 は、差分ベクトル S_f を受け取り、差分ベクトル S_f を符号化して、LSP符号 C_f とLSP符号 C_f に対応する量子化差分ベクトル $\hat{S}_f = (\hat{s}_f[1], \hat{s}_f[2], \dots, \hat{s}_f[p])^T$ とを得て出力する。差分ベクトル S_f の符号化には、差分ベクトル S_f をベクトル量子化する方法、差分ベクトル S_f を複数のサブベクトルに分けてサブベクトルそれぞれをベクトル量子化する方法、差分ベクトル S_f またはサブベクトルを多段ベクトル量子化する方法、ベクトルの要素をスカラ量子化する方法、これらを組み合わせた方法、などの周知の何れの符号化方法を用いてもよい。

【0020】

ここでは、差分ベクトル S_f をベクトル量子化する方法を用いる場合の例を説明する。

【0021】

ベクトル符号化部 84 は、ベクトル符号帳 86 に記憶されている複数の候補差分ベクトルの中から、差分ベクトル S_f に最も近い候補差分ベクトルを探索して量子化差分ベクトル \hat{S}_f として出力するとともに、量子化差分ベクトル \hat{S}_f に対応する差分ベクトル符号をLSP符号 C_f として出力する。なお、量子化差分ベクトル \hat{S}_f は後述する復号差分ベクトルに対応する。

【0022】

<ベクトル符号帳 86 >

ベクトル符号帳 86 には、各候補差分ベクトルとその各候補差分ベクトルに対応する差分ベクトル符号とが予め記憶されている。

【0023】

<遅延入力部 87 >

遅延入力部 87 は、量子化差分ベクトル \hat{S}_f を受け取り、量子化差分ベクトル \hat{S}_f を保持し、1フレーム分遅らせて、前フレーム量子化差分ベクトル \hat{S}_{f-1} として出力する。つまり、f番目のフレームの量子化差分ベクトル \hat{S}_f に対して予測対応減算部 83 が処理を行っているときには、f-1番目のフレームについての量子化差分ベクトル \hat{S}_{f-1} を出力する。

【0024】

<線形予測係数復号装置 90 >

図 2 は、従来の線形予測係数復号装置 90 の構成を示す。線形予測係数復号装置 90 には、フレーム単位のLSP符号 C_f が連続して入力され、フレーム単位でLSP符号 C_f を復号して復号予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{S}_f = (\hat{s}_f[1], \hat{s}_f[2], \dots, \hat{s}_f[p])$ を得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

以下では、各部の具体処理を説明する。

【 0 0 2 6 】

<ベクトル復号部 9 1 >

ベクトル復号部 9 1 は、LSP符号 C_f を受け取り、LSP符号 C_f を復号して、LSP符号 C_f に対応する復号差分ベクトル $\wedge S_f$ を得て出力する。LSP符号 C_f の復号には、符号化装置のベクトル符号化部 8 4 の符号化方法に対応する復号方法を用いる。

【 0 0 2 7 】

ここでは、ベクトル符号化部 8 4 の差分ベクトル S_f をベクトル量子化する方法に対応する復号方法を用いる場合の例を説明する。

10

【 0 0 2 8 】

ベクトル復号部 9 1 は、ベクトル符号帳 9 2 に記憶されている差分ベクトル符号の中から、LSP符号 C_f に対応する複数の差分ベクトル符号を探索し、その差分ベクトル符号に対応する候補差分ベクトルを復号差分ベクトル $\wedge S_f$ として出力する。なお、復号差分ベクトル $\wedge S_f$ は前述の量子化差分ベクトル $\wedge S_f$ に対応し、伝送誤りや符号化、復号の過程で誤り等がなければ、対応する要素は同じ値となる。

【 0 0 2 9 】

<ベクトル符号帳 9 2 >

ベクトル符号帳 9 2 には、各候補差分ベクトルとその各候補差分ベクトルに対応する差分ベクトル符号とが予め記憶されている。なお、ベクトル符号帳 9 2 は、前述の線形予測係数符号化装置 8 0 のベクトル符号帳 8 6 と共通の情報を含む。

20

【 0 0 3 0 】

<遅延入力部 9 3 >

遅延入力部 9 3 は、復号差分ベクトル $\wedge S_f$ を受け取り、復号差分ベクトル $\wedge S_f$ を保持し、1フレーム分遅らせて、前フレーム復号差分ベクトル $\wedge S_{f-1}$ として出力する。つまり、f番目のフレームの復号差分ベクトル $\wedge S_f$ に対して予測対応加算部 9 5 が処理を行っているときには、f-1番目のフレームの復号差分ベクトル $\wedge S_{f-1}$ を出力する。

【 0 0 3 1 】

<予測対応加算部 9 5 >

予測対応加算部 9 5 は、例えば、所定の係数 を記憶した記憶部 9 5 c、予測対応平均ベクトル V を記憶した記憶部 9 5 d、乗算部 9 4、加算部 9 5 a 及び 9 5 b を含んで構成される。

30

【 0 0 3 2 】

予測対応加算部 9 5 は、現在のフレームの復号差分ベクトル $\wedge S_f$ と前フレーム復号差分ベクトル $\wedge S_{f-1}$ を受け取る。

【 0 0 3 3 】

予測対応加算部 9 5 は、復号差分ベクトル $\wedge S_f$ と、予測対応平均ベクトル $V=(v[1], v[2], \dots, v[N])^T$ と、ベクトル $\times \wedge S_{f-1}$ とを加算したベクトルである復号予測対応LSPパラメータベクトル $\wedge S_f (= \wedge S_f + V + \times \wedge S_{f-1})$ を生成して出力する。

【 0 0 3 4 】

乗算部 9 4 は、記憶部 9 5 c に記憶された所定の係数 を前フレーム復号差分ベクトル $\wedge S_{f-1}$ に乗じてベクトル $\times \wedge S_{f-1}$ を得る。

40

【 0 0 3 5 】

図 2 では、2つの加算部 9 5 a 及び 9 5 b を用いて、まず、加算部 9 5 a において、現在のフレームの復号差分ベクトル $\wedge S_f$ に、ベクトル $\times \wedge S_{f-1}$ を加算した後、加算部 9 5 b において予測対応平均ベクトル V を加算しているが、この順序は逆であってもよい。あるいは、ベクトル $\times \wedge S_{f-1}$ と予測対応平均ベクトル V とを加算したベクトルを、復号差分ベクトル $\wedge S_f$ に加算することで復号予測対応LSPパラメータベクトル $\wedge S_f$ を生成してもよい。

【 0 0 3 6 】

なお、ここで用いる予測対応平均ベクトル V は、前述の線形予測係数符号化装置 8 0 の

50

予測対応減算部 83 で用いた予測対応平均ベクトル V と同じものとする。

【0037】

< 復号予測対応線形予測係数計算部 96 >

線形予測係数が必要な場合には、線形予測係数復号装置 90 に復号予測対応線形予測係数計算部 96 を備えてもよい。この場合は、復号予測対応線形予測係数計算部 96 は、復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{a}_f を受け取り、復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{a}_f を復号予測対応線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ に変換して出力する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0038】

【非特許文献 1】"ITU-T Recommendation G.729", ITU, 1996

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0039】

非特許文献 1 の線形予測係数復号装置では、 $f - 1$ 番目のフレームの復号結果である復号差分ベクトル \hat{S}_{f-1} を用いて f 番目のフレームの復号処理を行うため、現フレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合だけではなく、1つ前のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合にも、現フレームのLSPパラメータも正しく復号できなくなってしまうという問題がある。

【0040】

非特許文献 1 の線形予測係数復号装置では、復号により得られたLSPパラメータは線形予測合成のみに用いられるため、LSPパラメータが正しく復号できなかったとしても、連続する複数のフレームで復号音響信号の音質が劣化する程度の問題で済む。すなわち、非特許文献 1 の線形予測係数符号化装置と線形予測係数復号装置は、LSPパラメータが正しく復号できなかった場合の問題よりも、LSPパラメータを少ない符号量で表すことを優先した構成であると言える。

【0041】

しかし、線形予測係数符号化装置及び線形予測係数復号装置は、LSPパラメータを、線形予測分析及び合成に用いるだけではなく、LSPパラメータから求まるスペクトル包絡を構成する各振幅値に依存した可変長符号化及び復号にも用いる符号化装置及び復号装置にも利用される。この場合は、1つのフレームでLSPパラメータが正しく復号できなかったときには、そのフレームを含む連続する複数のフレームで可変長復号を正しく行うことができず復号音響信号を得ることができない、という問題が生じる。

【0042】

このような問題に鑑み、本発明では、例えば線形予測分析及び合成に用いるような、線形予測係数に変換可能な係数を少ない符号量で精度良く表せる符号化方法及び復号方法である予測対応の符号化方法及び復号方法と、例えばLSPパラメータから求まるスペクトル包絡を構成する各振幅値に依存した可変長符号化/復号に用いるような、前のフレームの線形予測係数に変換可能な係数に対応する符号である線形予測係数符号(例えば、LSP符号)が線形予測係数復号装置へ正しく入力されなかったとしても、現フレームの線形予測係数符号が線形予測係数復号装置へ正しく入力されれば、現フレームの線形予測係数に変換可能な係数を正しく復号できるような符号化方法及び復号方法と、を併用可能な、線形予測係数に変換可能な係数の符号化方法及び復号方法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】

【0043】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様によれば、符号化装置は、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルについての、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化部と、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、量子化差分ベク

10

20

30

40

50

トルとの差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化部とを含む。

【 0 0 4 4 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、符号化装置は、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化部と、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから量子化差分ベクトルと予め定めたベクトルとを減算して得られる差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化部とを含む。

10

【 0 0 4 5 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、復号装置は、第一符号を復号して復号差分ベクトルを得て、復号差分ベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとを加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第一復号ベクトルを生成する予測対応復号部と、第二符号を復号して復号補正ベクトルを得て、復号補正ベクトルと、少なくとも復号差分ベクトルとの対応する次数の要素同士を加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第二復号ベクトルを生成する非予測対応復号部とを含む。

【 0 0 4 6 】

20

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、復号装置は、第一符号を復号して復号差分ベクトルを得て、復号差分ベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとを加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第一復号ベクトルを生成する予測対応復号部と、第二符号を復号して復号補正ベクトルを得て、復号補正ベクトルに、少なくとも復号差分ベクトルと予め定めたベクトルとを対応する次数の要素毎に加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第二復号ベクトルを生成する非予測対応復号部とを含む。

【 0 0 4 7 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、符号化方法は、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルについての、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化ステップと、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、量子化差分ベクトルとの差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化ステップとを含む。

30

【 0 0 4 8 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、符号化方法は、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトルを符号化して第一符号を得て、第一符号に対応する量子化差分ベクトルを得る予測対応符号化ステップと、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数によるベクトルから量子化差分ベクトルと予め定めたベクトルとを減算して得られる差分または差分の要素の一部からなる補正ベクトルを符号化して第二符号を生成する非予測対応符号化ステップとを含む。

40

【 0 0 4 9 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、復号方法は、第一符号を復号して復号差分ベクトルを得て、復号差分ベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとを加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第一復号ベクトルを生成する予測対応復号ステップと、第二符

50

号を復号して復号補正ベクトルを得て、復号補正ベクトルと、少なくとも復号差分ベクトルとの対応する次数の要素同士を加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第二復号ベクトルを生成する非予測対応復号ステップとを含む。

【 0 0 5 0 】

上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、復号方法は、第一符号を復号して復号差分ベクトルを得て、復号差分ベクトルと、少なくとも過去のフレームからの予測と予め定めたベクトルとからなる予測ベクトルとを加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第一復号ベクトルを生成する予測対応復号ステップと、第二符号を復号して復号補正ベクトルを得て、復号補正ベクトルに、
10 少なくとも復号差分ベクトルと予め定めたベクトルとを対応する次数の要素毎に加算して、現在のフレームの複数次の線形予測係数に変換可能な係数の復号値からなる第二復号ベクトルを生成する非予測対応復号ステップとを含む。

【発明の効果】

【 0 0 5 1 】

本発明によれば、線形予測係数に変換可能な係数を少ない符号量で精度良く表せる符号化方法及び復号方法である予測対応の符号化方法及び復号方法と、前のフレームの線形予測係数符号が線形予測係数復号装置へ正しく入力されなかったとしても、現フレームの線形予測係数符号が線形予測係数復号装置へ正しく入力されれば、現フレームの線形予測係数に変換可能な係数を正しく復号できるような符号化方法及び復号方法と、を併用できる
20 という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】従来の線形予測係数符号化装置の構成を示す図。

【図 2】従来の線形予測係数復号装置の構成を示す図。

【図 3】第一実施形態に係る線形予測係数符号化装置の機能ブロック図。

【図 4】第一実施形態に係る線形予測係数符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図 5】第一実施形態に係る線形予測係数復号装置の機能ブロック図。

【図 6】第一実施形態に係る線形予測係数復号装置の処理フローの例を示す図。

【図 7】第二実施形態に係る線形予測係数符号化装置の機能ブロック図。
30

【図 8】第二、第三実施形態に係る線形予測係数符号化装置の処理フローの例を示す図。

【図 9】第二実施形態に係る線形予測係数復号装置の機能ブロック図。

【図 10】第二、第三実施形態に係る線形予測係数復号装置の処理フローの例を示す図。

【図 11】第三実施形態に係る線形予測係数符号化装置の機能ブロック図。

【図 12】第三実施形態に係る線形予測係数復号装置の機能ブロック図。

【図 13】第四実施形態に係る符号化装置の機能ブロック図。

【図 14】第四実施形態に係る符号化装置の処理フローの例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 3 】

以下、本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では、同じ機能を持つ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。
40 以下の説明において、テキスト中で使用する記号「^」、「~」、「-」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。式中においてはこれらの記号は本来の位置に記述している。また、ベクトルや行列の各要素単位で行われる処理は、特に断りが無い限り、そのベクトルやその行列の全ての要素に対して適用されるものとする。

【 0 0 5 4 】

< 第一実施形態 >

以下、従来の線形予測係数符号化装置及び線形予測係数復号装置と異なる点を中心に説明する。
50

【 0 0 5 5 】

< 第一実施形態に係る線形予測係数符号化装置 1 0 0 >

図 3 は第一実施形態に係る線形予測係数符号化装置 1 0 0 の機能ブロック図を、図 4 はその処理フローの例を示す。

【 0 0 5 6 】

線形予測係数符号化装置 1 0 0 は、線形予測分析部 8 1 と LSP 計算部 8 2 と予測対応符号化部 1 2 0 と非予測対応符号化部 1 1 0 とを含む。線形予測分析部 8 1 と LSP 計算部 8 2 とにおける処理は、従来技術で説明した内容と同じであり、図 4 の $s_{81} \sim s_{82}$ に対応する。

【 0 0 5 7 】

線形予測係数符号化装置 1 0 0 は、音響信号 X_f を受け取り、LSP 符号 C_f 及び補正 LSP 符号 D_f を得て出力する。線形予測係数符号化装置 1 0 0 から出力された符号は線形予測係数復号装置 2 0 0 に入力される。なお、音響信号 X_f に由来する LSP パラメータベクトル $\mathbf{f} = (f[1], f[2], \dots, f[p])^T$ が別の装置により生成されており、線形予測係数符号化装置 1 0 0 の入力が LSP パラメータベクトル \mathbf{f} である場合には、線形予測係数符号化装置 1 0 0 は、線形予測分析部 8 1 と LSP 計算部 8 2 とを含まなくともよい。

【 0 0 5 8 】

< 予測対応符号化部 1 2 0 >

予測対応符号化部 1 2 0 は、予測対応減算部 8 3 とベクトル符号化部 8 4 とベクトル符号帳 8 6 と遅延入力部 8 7 とを含み、各部における処理は、従来技術で説明した内容と同じである。予測対応減算部 8 3 とベクトル符号化部 8 4 と遅延入力部 8 7 とにおける処理はそれぞれ、図 4 の $s_{83} \sim s_{87}$ に対応する。ただし、ベクトル符号化部 8 4 は、量子化差分ベクトル ΔS_f を遅延入力部 8 7 だけでなく、非予測対応符号化部 1 1 0 にも出力する。

【 0 0 5 9 】

予測対応符号化部 1 2 0 は、LSP パラメータベクトル \mathbf{f} を受け取り、LSP パラメータベクトル \mathbf{f} と、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとの差分からなる差分ベクトル S_f を符号化して、LSP 符号 C_f と LSP 符号 C_f に対応する量子化差分ベクトル ΔS_f を得て (s_{120}) 出力する。なお、LSP 符号 C_f に対応する量子化差分ベクトル ΔS_f は、差分ベクトル S_f の各要素値に対応する量子化値からなるベクトルである。

【 0 0 6 0 】

ここで、少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとは、例えば、予め定めた予測対応平均ベクトル V と、1 つ前のフレームの量子化差分ベクトル (前フレーム量子化差分ベクトル) ΔS_{f-1} の各要素に予め定めた α を乗算して得られるベクトルと、 α を加算して得られるベクトル $V + \alpha \Delta S_{f-1}$ である。この例では、予測ベクトルに含まれる過去のフレームからの予測分を表すベクトルは、前フレーム量子化差分ベクトル ΔS_{f-1} の α 倍である $\alpha \Delta S_{f-1}$ である。

【 0 0 6 1 】

なお、予測対応符号化部 1 2 0 は、LSP パラメータベクトル \mathbf{f} 以外に外部からの入力を必要としないので、LSP パラメータベクトル \mathbf{f} を符号化して LSP 符号 C_f を得ていると言ってもよい。

【 0 0 6 2 】

また、予測対応符号化部 1 2 0 では生成していないが、予測対応符号化部 1 2 0 における LSP パラメータベクトル \mathbf{f} の各要素を量子化して得られる予測対応量子化 LSP パラメータベクトル $\hat{\mathbf{f}}$ は、量子化差分ベクトル ΔS_f に予測ベクトル $V + \alpha \Delta S_{f-1}$ を加算したものであると言える。すなわち、予測対応量子化 LSP パラメータベクトルは $\hat{\mathbf{f}} = \Delta S_f + V + \alpha \Delta S_{f-1}$ である。また、予測対応符号化部 1 2 0 における量子化誤差ベクトルは $\mathbf{f} - \hat{\mathbf{f}} = \mathbf{f} - (\Delta S_f + V + \alpha \Delta S_{f-1})$ である。

【 0 0 6 3 】

< 非予測対応符号化部 1 1 0 >

10

20

30

40

50

非予測対応符号化部 1 1 0 は、非予測対応減算部 1 1 1 と補正ベクトル符号化部 1 1 2 と補正ベクトル符号帳 1 1 3 とを含む。

【 0 0 6 4 】

非予測対応符号化部 1 1 0 は、LSPパラメータベクトル \mathbf{f}_f と量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f$ とを受け取り、LSPパラメータベクトル \mathbf{f}_f と量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f$ との差分である補正ベクトルを符号化して補正LSP符号 D_f を得て (s 1 1 0) 出力する。

【 0 0 6 5 】

ここで、補正ベクトルは $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ であり、予測対応符号化部 1 2 0 の量子化誤差ベクトルは $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f = \mathbf{f}_f - (\mathbf{\Delta S}_f + V + \mathbf{x} \mathbf{\Delta S}_{f-1})$ であるので、補正ベクトルは予測対応符号化部 1 2 0 の量子化誤差ベクトル $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ と予測対応平均ベクトル V と \mathbf{x} 倍を乗算した前フレーム量子化差分ベクトル $\mathbf{x} \mathbf{\Delta S}_{f-1}$ とを加算したものである。すなわち、非予測対応符号化部 1 1 0 は、量子化誤差ベクトル $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ と予測ベクトル $V + \mathbf{x} \mathbf{\Delta S}_{f-1}$ とを加算したものを符号化して補正LSP符号 D_f を得ているとも言える。

【 0 0 6 6 】

補正ベクトル $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ の符号化には周知の符号化方法の何れを用いてもよいが、以下の説明では、補正ベクトル $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ から非予測対応平均ベクトル Y を減算したものをベクトル量子化する方法について説明する。なお、以下の説明では、補正ベクトル $\mathbf{f}_f - \mathbf{\Delta S}_f$ から非予測対応平均ベクトル Y を減算して得られるベクトルである $U_f = \mathbf{f}_f - Y - \mathbf{\Delta S}_f$ を、便宜的に補正ベクトルと呼んでいる。

【 0 0 6 7 】

以下、各部の処理について説明する。

【 0 0 6 8 】

< 非予測対応減算部 1 1 1 >

非予測対応減算部 1 1 1 は、例えば、非予測対応平均ベクトル Y を記憶した記憶部 1 1 1 c、減算部 1 1 1 a 及び 1 1 1 b を含んで構成される。

【 0 0 6 9 】

非予測対応減算部 1 1 1 は、LSP計算部 8 2 から出力されたLSPパラメータベクトル $\mathbf{f}_f = (\mathbf{f}_f[1], \mathbf{f}_f[2], \dots, \mathbf{f}_f[p])^T$ と、量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f$ とを受け取る。

【 0 0 7 0 】

非予測対応減算部 1 1 1 は、LSPパラメータベクトル $\mathbf{f}_f = (\mathbf{f}_f[1], \mathbf{f}_f[2], \dots, \mathbf{f}_f[p])^T$ から、量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f = (\mathbf{\Delta s}_f[1], \mathbf{\Delta s}_f[2], \dots, \mathbf{\Delta s}_f[p])^T$ と、非予測対応平均ベクトル $Y = (y[1], y[2], \dots, y[p])^T$ と、を減算して得られるベクトルである補正ベクトル $U_f = \mathbf{f}_f - Y - \mathbf{\Delta S}_f$ を生成して (s 1 1 1) 出力する。

【 0 0 7 1 】

なお、図 3 では、2つの減算部 1 1 1 a 及び 1 1 1 b を用いて、まず、減算部 1 1 1 a においてLSPパラメータベクトル \mathbf{f}_f から記憶部 1 1 1 c に記憶された非予測対応平均ベクトル Y を減算した後、減算部 1 1 1 b において量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f$ を減算しているが、これらの減算の順序は逆であってもよい。あるいは、非予測対応平均ベクトル Y と量子化差分ベクトル $\mathbf{\Delta S}_f$ を加算したベクトルを、LSPパラメータベクトル \mathbf{f}_f から減算することで補正ベクトル U_f を生成してもよい。

【 0 0 7 2 】

なお、非予測対応平均ベクトル Y は、予め定めたベクトルであり、例えば、予め学習用の音響信号から求めておけばよい。例えば、対応する線形予測係数符号化装置 1 0 0 において、符号化の対象となる音響信号と、同じ環境（例えば、話者、收音装置、場所）で收音した音響信号を学習用の入力音響信号として用いて、多数のフレームの、LSPパラメータベクトルとそのLSPパラメータベクトルに対する量子化差分ベクトルとの差分を求め、その差分の平均を非予測対応平均ベクトルとする。

【 0 0 7 3 】

< 補正ベクトル符号帳 1 1 3 >

補正ベクトル符号帳 1 1 3 には、各候補補正ベクトルとその各候補補正ベクトルに対応

10

20

30

40

50

する補正ベクトル符号とが記憶されている。

【0074】

<補正ベクトル符号化部112>

補正ベクトル符号化部112は、補正ベクトル U_f を受け取り、補正ベクトル U_f を符号化して補正LSP符号 D_f を得て(s_{112})出力する。例えば、補正ベクトル符号化部112は、補正ベクトル符号帳113に記憶されている複数の候補補正ベクトルの中から、補正ベクトル U_f に最も近い候補補正ベクトルを探索し、その候補補正ベクトルに対応する補正ベクトル符号を補正LSP符号 D_f として出力する。なお、補正ベクトル符号化部112では実際には生成しないが、補正ベクトル U_f に最も近い候補補正ベクトルを量子化済補正ベクトル \hat{U}_f として以下の説明を行う。

10

【0075】

なお、前述の通り、補正ベクトルは、予測対応符号化部120の前フレームからの予測分である前フレーム量子化差分ベクトル ΔS_{f-1} を少なくとも含むので、補正ベクトル符号化部112は少なくとも予測対応符号化部120の前フレームからの予測分を符号化するともいえる。

【0076】

また、非予測対応符号化部110では生成しないが、非予測対応符号化部110におけるLSPパラメータベクトル \hat{U}_f の各要素を量子化して得られる非予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{U}_f は、非予測対応平均ベクトル Y と量子化差分ベクトル ΔS_f と量子化済補正ベクトル \hat{U}_f を加算したものである。すなわち、 $\hat{U}_f = \hat{U}_f + Y + \Delta S_f$ である。

20

【0077】

<第一実施形態に係る線形予測係数復号装置200>

以下、従来と異なる点を中心に説明する。

【0078】

図5は第一実施形態に係る線形予測係数復号装置200の機能ブロック図を、図6はその処理フローの例を示す。

【0079】

線形予測係数復号装置200は、予測対応復号部220と非予測対応復号部210とを含む。

【0080】

線形予測係数復号装置200は、LSP符号 C_f と補正LSP符号 D_f を受け取り、復号予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = (\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p])$ と復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = (\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p])$ とを生成して出力する。また、必要に応じて、復号予測対応LSPパラメータ $\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p]$ と復号非予測対応LSPパラメータ $\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p]$ のそれぞれを線形予測係数に変換して得られる復号予測対応線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ と復号非予測対応線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ とを生成して出力する。

30

【0081】

<予測対応復号部220>

予測対応復号部220は、従来技術の線形予測係数復号装置90と同様の構成であり、ベクトル符号帳92とベクトル復号部91と遅延入力部93と予測対応加算部95とを含み、必要に応じて復号予測対応線形予測係数計算部96も含む。ベクトル復号部91と遅延入力部93と予測対応加算部95と復号予測対応線形予測係数計算部96における処理は、それぞれ図6の $s_{91} \sim s_{96}$ に対応する。

40

【0082】

予測対応復号部220は、LSP符号 C_f を受け取り、LSP符号 C_f を復号して復号差分ベクトル ΔS_f を得て、復号差分ベクトル ΔS_f と少なくとも過去のフレームからの予測を含む予測ベクトルとを加算して、LSPパラメータベクトルの各要素の復号値 $\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p]$ からなる復号予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = (\hat{U}_f[1], \hat{U}_f[2], \dots, \hat{U}_f[p])$ を生成して(s_{220})出力する。予測対応復号部220は、必要に応じて、さらに、復号

50

予測対応LSPパラメータベクトル \hat{a}_f を復号予測対応線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ に変換して(s 2 2 0)出力する。

【0083】

本実施形態では、予測ベクトルは、予め定めた予測対応平均ベクトル V と、過去のフレームの復号差分ベクトル \hat{S}_{f-1} の倍とを加算して得られるベクトル($V + \alpha \hat{S}_{f-1}$)である。

【0084】

なお、ベクトル復号部91は、復号差分ベクトル \hat{S}_f を遅延入力部93、予測対応加算部95に加えて、非予測対応復号部210の非予測対応加算部213にも出力する。

【0085】

<非予測対応復号部210>

非予測対応復号部210は、補正ベクトル符号帳212と補正ベクトル復号部211と非予測対応加算部213とを含み、必要に応じて復号非予測対応線形予測係数計算部214も含む。

【0086】

非予測対応復号部210には、補正LSP符号 D_f と復号差分ベクトル \hat{S}_f とが入力される。非予測対応復号部210は、補正LSP符号 D_f を復号して復号補正ベクトル $\hat{U}_f = (\hat{u}_f[1], \hat{u}_f[2], \dots, \hat{u}_f[p])^T$ を得る。非予測対応復号部210は、さらに、復号補正ベクトル \hat{U}_f に、少なくとも復号差分ベクトル \hat{S}_f を加算して、現在のフレームのLSPパラメータベクトルの各要素の復号値 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ からなる復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{a}_f = (\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p])$ を生成して(s 2 1 0)出力する。非予測対応復号部210は、必要に応じて、さらに、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{a}_f を復号非予測対応線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ に変換して(s 2 1 0)出力する。

【0087】

本実施形態では、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{a}_f は、補正LSP符号 D_f を復号して得られる復号補正ベクトル \hat{U}_f に、LSP符号 C_f を復号して得られる復号差分ベクトル \hat{S}_f と、予め定めた非予測対応平均ベクトル Y を、加算して得られるベクトルである。すなわち、非予測対応復号部210では、現フレームで入力された符号のみから現フレームのLSPパラメータベクトルの復号ベクトル \hat{a}_f を得ていることになる。

【0088】

以下、各部の処理内容を説明する。

【0089】

<補正ベクトル符号帳212>

補正ベクトル符号帳212は、線形予測係数符号化装置100内の補正ベクトル符号帳113と同じ内容の情報を記憶している。つまり、補正ベクトル符号帳212には、各候補補正ベクトルとその各候補補正ベクトルに対応する補正ベクトル符号とが記憶されている。

【0090】

<補正ベクトル復号部211>

補正ベクトル復号部211は、補正LSP符号 D_f を受け取り、補正LSP符号 D_f を復号して復号補正ベクトル \hat{U}_f を得て(s 2 1 1)出力する。例えば、補正ベクトル復号部211は、補正ベクトル符号帳212に記憶されている複数の補正ベクトル符号の中から、線形予測係数復号装置200に入力された補正LSP符号 D_f に対応する補正ベクトル符号を探索し、探索された補正ベクトル符号に対応する候補補正ベクトルを復号補正ベクトル \hat{U}_f として出力する。

【0091】

<非予測対応加算部213>

非予測対応加算部213は、例えば、非予測対応平均ベクトル Y を記憶した記憶部213c、加算部213a及び213bを含んで構成される。

10

20

30

40

50

【0092】

非予測対応加算部213は、復号補正ベクトル \hat{U}_f と復号差分ベクトル \hat{S}_f を受け取る。非予測対応加算部213は、復号補正ベクトル \hat{U}_f と復号差分ベクトル \hat{S}_f と記憶部213cに記憶された非予測対応平均ベクトル Y とを加算して得られる復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = \hat{U}_f + Y + \hat{S}_f = (\hat{u}_f[1], \hat{u}_f[2], \dots, \hat{u}_f[p])$ を生成して(s213)出力する。なお、図5では、2つの加算部213a及び213bを用いて、まず、加算部213aにおいて復号補正ベクトル \hat{U}_f に復号差分ベクトル \hat{S}_f を加算した後、加算部213bにおいて記憶部213cに記憶された非予測対応平均ベクトル Y を加算しているが、これらの加算の順序は逆であってもよい。あるいは、非予測対応平均ベクトル Y と復号差分ベクトル \hat{S}_f を加算したベクトルを、復号補正ベクトル \hat{U}_f に加算することで復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を生成してもよい。

10

【0093】

なお、ここで用いる非予測対応平均ベクトル Y は、前述の線形予測係数符号化装置100の非予測対応減算部111で用いた非予測対応平均ベクトル Y と同じものとする。

【0094】

<復号非予測対応線形予測係数計算部214>

復号非予測対応線形予測係数計算部214は、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を受け取る。復号非予測対応線形予測係数計算部214は、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を復号非予測対応線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ に変換して(s214)出力する。

20

【0095】

<第一実施形態の効果>

第一実施形態の線形予測係数復号装置によれば、f-1番目のフレームのLSP符号 C_{f-1} に伝送誤りが生じて復号差分ベクトル \hat{S}_{f-1} が正しく復号できなかったとしても、非予測対応復号部210で復号差分ベクトル \hat{S}_{f-1} に依存しないLSPパラメータベクトルの復号値である復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を得られるので、f-1番目のフレームのLSP符号 C_{f-1} の伝送誤りをf番目のフレームの復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f に影響させなくすることができる。例えば、LSPパラメータベクトルから求まるスペクトル包絡を構成する各振幅値に依存した可変長符号化/復号に用いるLSPパラメータベクトルとして非予測対応量子化LSPパラメータベクトル/復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を用いる場合であれば、f-1番目のフレームで正しい復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f が得られずに可変長復号を正しく行うことができなかつたとしても、f番目のフレームでは正しい復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f が得られ、可変長復号を正しく行うことができる。

30

【0096】

なお、補正ベクトルは、LSPパラメータベクトルほど精度よく(量子化誤差が小さくなるように)量子化される必要はないため、補正ベクトル符号帳113に用意しておく候補補正ベクトルの種類は少なくともよい。例えば、補正ベクトル符号のビット長は、2bitであり、補正ベクトル符号帳113には、4種類の補正ベクトル符号(「00」「01」「10」「11」)に対応する4種類の候補補正ベクトルが格納されている。

40

【0097】

そのため、補正ベクトル符号帳に用意しておく候補補正ベクトルの種類を少なくすることができ、小さい符号量の符号を割り当てることができる。よって、少ない符号量の増加で、従来よりも歪の小さい符号化及び復号を実現することができる。

【0098】

<変形例>

本実施形態では、LSPパラメータについて記載しているが、複数次の線形予測係数に変換可能な係数であれば、他の係数を用いてもよい。PARCOR係数や、LSPパラメータまたはPARCOR係数を変形した係数、さらには、線形予測係数自体を対象としてもよい。これら全ての係数は、音声符号化の技術分野では、互いに変換可能なものであり、何れの係数を用

50

いても第一実施形態の効果を得ることができる。なお、LSP符号 C_f またはLSP符号 C_f に対応する符号を第一符号ともいい、予測対応符号化部を第一符号化部ともいう。同様に、補正LSP符号または補正LSP符号に対応する符号を第二符号ともいい、非予測対応符号化部を第二符号化部ともいう。また、復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{C}_f または復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{C}_f に対応するベクトルを第一復号ベクトルともいい、予測対応復号部を第一復号部ともいう。また、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{C}_f または復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{C}_f に対応するベクトルを第二復号ベクトルともいい、非予測対応復号部を第二復号部ともいう。

【0099】

本実施形態では、「過去のフレーム」として1フレーム分のみを利用しているが、必要に応じて適宜、2フレーム分以上を利用してもよい。

【0100】

<第二実施形態>

第一実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0101】

本実施形態では、補正ベクトルを符号化するか否か、及び、補正LSP符号を復号するか否かを、スペクトル包絡の振幅の凹凸の変化が大きさ、言い換えると、スペクトル包絡の山谷の大きさを利用して決定する。

【0102】

スペクトル包絡の振幅の凹凸の変化の大きさに関わらずLSPパラメータを同じ符号量で符号化すると、スペクトル包絡の振幅の凹凸の変化が大きいのほうがスペクトル包絡の振幅の凹凸の変化が小さいときよりも量子化誤差は大きい。そこで、LSPの量子化誤差が大きいと思われる場合にのみ、線形予測係数符号化装置は補正ベクトル符号化部を実行して補正LSP符号 D_f を出力し、線形予測係数復号装置は補正LSP符号 D_f を復号することで、第一実施形態よりも全体として符号量を削減しつつ、従来技術よりは符号の伝送誤りによる音質劣化が少ない符号化及び復号処理を行うことができる。

<第二実施形態に係る線形予測係数符号化装置300>

図7は第二実施形態に係る線形予測係数符号化装置300の機能ブロック図を、図8はその処理フローの例を示す。

【0103】

第二実施形態の線形予測係数符号化装置300は、非予測対応符号化部110に代えて、非予測対応符号化部310を含む。第一実施形態の線形予測係数符号化装置100と同様に、音響信号 X_f に由来するLSPパラメータ C_f が別の装置により生成されており、線形予測係数符号化装置300の入力がLSPパラメータ $C_f[1], C_f[2], \dots, C_f[p]$ である場合には、線形予測係数符号化装置300は、線形予測分析部81とLSP計算部82とを含まなくてよい。

【0104】

非予測対応符号化部310は、非予測対応減算部311と補正ベクトル符号化部312と補正ベクトル符号帳113と予測対応加算部314と指標計算部315とを含む。指標計算部315の計算結果に応じて、非予測対応減算部311において減算処理を実行するか否か、及び、補正ベクトル符号化部312において符号化処理を実行するか否かが決定される点が異なる。

【0105】

なお、予測対応符号化部120は、量子化差分ベクトル ΔS_f に加えて、乗算部88の出力値であるベクトル ΔS_{f-1} を出力する。

【0106】

<予測対応加算部314>

予測対応加算部314は、例えば、予測対応平均ベクトル V を記憶した記憶部314c、加算部314a及び314bを含んで構成される。

【0107】

10

20

30

40

50

予測対応加算部 3 1 4 は、現在のフレームの量子化差分ベクトル \hat{s}_f 、及び前フレーム量子化差分ベクトル \hat{s}_{f-1} に所定の係数 α を乗じたベクトル $\alpha \hat{s}_{f-1}$ を受け取る。

【 0 1 0 8 】

予測対応加算部 3 1 4 は、量子化差分ベクトル \hat{s}_f と、予測対応平均ベクトル V と、ベクトル $\alpha \hat{s}_{f-1}$ とを加算したベクトルである予測対応量子化LSPパラメータベクトル $\hat{p}_f (= \hat{s}_f + V + \alpha \hat{s}_{f-1}) = (\hat{p}_f[1], \hat{p}_f[2], \dots, \hat{p}_f[p])^T$ を生成して (s 3 1 4) 出力する。

【 0 1 0 9 】

図 7 では、2つの加算部 3 1 4 a 及び 3 1 4 b を用いて、まず、加算部 3 1 4 b において、現在のフレームの量子化差分ベクトル \hat{s}_f に、ベクトル $\alpha \hat{s}_{f-1}$ を加算した後、加算部 3 1 4 a において予測対応平均ベクトル V を加算しているが、この順序は逆であってもよい。あるいは、ベクトル $\alpha \hat{s}_{f-1}$ と予測対応平均ベクトル V とを加算したベクトルを、量子化差分ベクトル \hat{s}_f に加算することで予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{p}_f を生成してもよい。

10

【 0 1 1 0 】

なお、予測対応加算部 3 1 4 に入力される現在のフレームの量子化差分ベクトル \hat{s}_f 、前フレーム量子化差分ベクトル \hat{s}_{f-1} に所定の係数 α を乗じたベクトル $\alpha \hat{s}_{f-1}$ は共に予測対応符号化部 1 2 0 でも生成されたものであり、予測対応加算部 3 1 4 内の記憶部 3 1 4 c に記憶されている予測対応平均ベクトル V は予測対応符号化部 1 2 0 内の記憶部 8 3 d に記憶されている予測対応平均ベクトル V と同じであるので、予測対応加算部 3 1 4 が行う処理を予測対応符号化部 1 2 0 が行って予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{p}_f を生成して非予測対応符号化部 3 1 0 に出力し、非予測対応符号化部 3 1 0 には予測対応加算部 3 1 4 を備えない構成としてもよい。

20

【 0 1 1 1 】

< 指標計算部 3 1 5 >

指標計算部 3 1 5 は、予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{p}_f を受け取る。指標計算部 3 1 5 は、予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{p}_f を用いて、予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{p}_f に対応するスペクトル包絡の山谷の大きさに対応する指標 Q 、すなわち、スペクトル包絡の山谷が大きいほど大きくなる指標 Q 、及び/または、スペクトル包絡の山谷の小ささに対応する指標 Q' 、すなわち、スペクトル包絡の山谷が大きいほど小さくなる指標 Q' 、を計算する (s 3 1 5)。指標計算部 3 1 5 は、指標 Q 及び/または Q' の大きさに応じて、補正ベクトル符号化部 3 1 2 に符号化処理を実行するように、または、所定のビット数で符号化処理を実行するように制御信号 C を出力する。また、指標計算部 3 1 5 は、指標 Q 及び/または Q' の大きさに応じて、非予測対応減算部 3 1 1 に減算処理を実行するように制御信号 C を出力する。以下に、制御信号 C の生成方法を説明する。

30

【 0 1 1 2 】

一般に、LSPパラメータ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り、LSPパラメータ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。LSPパラメータを $[1], [2], \dots, [p]$ としたとき、 $[i]$ 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 について、 $[i]$ と $[i+1]$ との間隔が不均一になる、すなわち、LSPパラメータの間隔の分散が大きくなる。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、すなわち、LSPパラメータの間隔の分散が小さくなる。

40

【 0 1 1 3 】

よって、LSPパラメータの間隔の分散に対応する指標が大きいことは、パワースペクトル包絡の振幅の凹凸の変化が大きいことを意味する。また、LSPパラメータの間隔の最小値に対応する指標が小さいことは、パワースペクトル包絡の振幅の凹凸の変化が大きいこ

50

とを意味する。

【0114】

予測対応量子化LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ はLSPパラメータ $\theta_f[1], \theta_f[2], \dots, \theta_f[p]$ を量子化して得られたものであり、復号予測対応LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ はLSP符号 C_f が線形予測符号化装置から線形予測復号装置に誤りなく入力されていれば予測対応量子化LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ と同じであるので、予測対応量子化LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ や復号予測対応LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ についてもLSPパラメータ $\theta_f[1], \theta_f[2], \dots, \theta_f[p]$ と同様の性質が成り立つ。

【0115】

そのため、予測対応量子化LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p]$ の間隔の分散に対応する値をスペクトル包絡の山谷が大きいほど大きくなる指標 Q として、予測対応量子化LSPパラメータベクトル $\hat{\theta}_f = (\hat{\theta}_f[1], \hat{\theta}_f[2], \dots, \hat{\theta}_f[p])$ 中の次数が隣接する予測対応量子化LSPパラメータの差分 $(\hat{\theta}_f[i+1] - \hat{\theta}_f[i])$ の最小値をスペクトル包絡の山谷が大きいほど小さくなる指標 Q' として、それぞれ用いることができる。

【0116】

スペクトル包絡の山谷が大きいほど大きくなる指標 Q は、例えば、所定の次数 T ($T \leq p$)以下の予測対応量子化LSPパラメータベクトル $\hat{\theta}_f$ の要素である予測対応量子化LSPパラメータの間隔の分散を表す指標 Q 、すなわち、

【数1】

$$\bar{\theta} = \frac{1}{(T-1)} \sum_i^{T-1} (\hat{\theta}_f[i+1] - \hat{\theta}_f[i])$$

$$Q = \frac{1}{(T-1)} \sum_i^{T-1} (\bar{\theta} - \hat{\theta}_f[i+1] + \hat{\theta}_f[i])^2$$

により計算する。

【0117】

また、スペクトル包絡の山谷が大きいほど小さくなる指標 Q' は、例えば、所定の次数 T ($T \leq p$)以下の予測対応量子化LSPパラメータベクトル $\hat{\theta}_f$ の次数が隣接する予測対応量子化LSPパラメータの間隔の最小値を表す指標 Q' 、すなわち、

【0118】

【数2】

$$Q' = \min_{i \in \{1, \dots, T-1\}} (\hat{\theta}_f[i+1] - \hat{\theta}_f[i])$$

により計算する。

【0119】

あるいは、予測対応量子化LSPパラメータベクトル $\hat{\theta}_f$ の次数が隣接する予測対応量子化LSPパラメータの間隔、および、最低次の予測対応量子化LSPパラメータの値、のうちの最小値を表す指標 Q'

【数3】

$$Q' = \min(\min_{i \in \{1, \dots, T-1\}} (\hat{\theta}_f[i+1] - \hat{\theta}_f[i]), \hat{\theta}_f[1])$$

により計算する。LSPパラメータは0から θ_f の間に次数順に存在するパラメータであるので、この式の最低次の予測対応量子化LSPパラメータ $\hat{\theta}_f[1]$ は、 $\theta_f[1]$ と0との間隔 $(\theta_f[1] - 0)$ を意味する。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 0 】

指標計算部 3 1 5 は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、すなわち、上記の例では(A-1)指標 Q が所定の閾値Th1以上である場合、および/または、(B-1)指標 Q' が所定の閾値Th1' 以下である場合、非予測対応減算部 3 1 1 および補正ベクトル符号化部 3 1 2 に補正符号化処理を実行することを示す制御信号Cを出力し、それ以外の場合に、非予測対応減算部 3 1 1 および補正ベクトル符号化部 3 1 2 に補正符号化処理を実行しないことを示す制御信号Cを出力する。ここで、「(A-1)の場合、および/または、(B-1)の場合」は、指標 Q だけを求めて(A-1)の条件をみたます場合、指標 Q' だけを求めて(B-1)の条件をみたます場合、指標 Q と指標 Q' の両方を求めて(A-1)と(B-1)の両方の条件をみたます場合、の3つの場合を含む表現である。もちろん、(A-1)の条件をみたますか否かを判定する場合であっても指標 Q' を求めてもよいし、(B-1)の条件をみたますか否かを判定する場合であっても指標 Q を求めてもよい。以下の記載中の「および/または」についても同様である。

10

【 0 1 2 1 】

また、指標計算部 3 1 5 は、(A-1)および/または(B-1)の場合に、所定のビット数を表す正の整数（または正の整数を表す符号）を制御信号Cとして出力し、それ以外の場合に、0 を制御信号Cとして出力する構成としてもよい。

【 0 1 2 2 】

なお、非予測対応減算部 3 1 1 において、制御信号Cを受け取ったときに減算処理を実行し、補正ベクトル符号化部 3 1 2 において、制御信号Cを受け取ったときに符号化処理を実行する構成としている場合には、(A-1)および/または(B-1)以外の場合に、指標計算部 3 1 5 は制御信号Cを出力しない構成としてもよい。

20

【 0 1 2 3 】

< 非予測対応減算部 3 1 1 >

非予測対応減算部 3 1 1 は、制御信号CとLSPパラメータベクトル $f = (f[1], f[2], \dots, f[p])^T$ と量子化差分ベクトル Δs_f とを受け取る。

【 0 1 2 4 】

非予測対応減算部 3 1 1 は、補正符号化処理を実行することを示す制御信号Cや、正の整数（または正の整数を表す符号）を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)の場合に、LSPパラメータベクトル $f = (f[1], f[2], \dots, f[p])^T$ から、量子化差分ベクトル Δs_{f-1} と、非予測対応平均ベクトル $Y = (y[1], y[2], \dots, y[p])^T$ と、を減算して得られるベクトルである補正ベクトル $U_f = f - Y \cdot \Delta s_f$ を生成し (s 3 1 1) て出力する。

30

【 0 1 2 5 】

< 補正ベクトル符号化部 3 1 2 >

補正ベクトル符号化部 3 1 2 は、制御信号Cと補正ベクトル U_f を受け取る。補正符号化処理を実行することを示す制御信号Cや、正の整数（または正の整数を表す符号）を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)の場合に、補正ベクトル符号化部 3 1 2 は、補正ベクトル U_f を符号化して補正LSP符号 D_f を得て (s 3 1 2) 出力する。補正ベクトル U_f を符号化する符号化処理自体は、補正ベクトル符号化部 1 1 2 と同様である。

40

【 0 1 2 6 】

補正符号化処理を実行しないことを示す制御信号Cや、0 を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きくない場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)以外の場合に、補正ベクトル符号化部 3 1 2 は、補正ベクトル U_f の符号化を行わず、補正LSP符号 D_f を得ず出力しない。

【 0 1 2 7 】

< 第二実施形態に係る線形予測係数復号装置 4 0 0 >

図 9 は第二実施形態に係る線形予測係数復号装置 4 0 0 の機能ブロック図を、図 1 0 はその処理フローの例を示す。

50

【 0 1 2 8 】

第二実施形態の線形予測係数復号装置 4 0 0 は、非予測対応復号部 2 1 0 に代えて、非予測対応復号部 4 1 0 を含む。

【 0 1 2 9 】

非予測対応復号部 4 1 0 は、補正ベクトル符号帳 2 1 2 と補正ベクトル復号部 4 1 1 と非予測対応加算部 4 1 3 と指標計算部 4 1 5 とを含み、必要に応じて復号非予測対応線形予測係数計算部 2 1 4 も含む。

【 0 1 3 0 】

指標計算部 4 1 5 の計算結果に応じて、非予測対応加算部 4 1 3 において加算処理を実行するか否か、及び、補正ベクトル復号部 4 1 1 において復号処理を実行するか否かが決定される点異なる。

【 0 1 3 1 】

< 指標計算部 4 1 5 >

指標計算部 4 1 5 は、復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{f}_i を受け取り、復号予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{f}_i=(\hat{f}_i[1], \hat{f}_i[2], \dots, \hat{f}_i[p])^T$ に対応するスペクトル包絡の山谷の大きさに対応する指標 Q 、すなわち、スペクトル包絡の山谷が大きいほど大きくなる指標 Q 、及び/または、スペクトル包絡の山谷の小ささに対応する指標 Q' 、すなわち、スペクトル包絡の山谷が大きいほど小さくなる指標 Q' 、を計算する(s 4 1 5)。指標計算部 4 1 5 は、指標 Q 及び/または Q' の大きさに応じて、補正ベクトル復号部 4 1 1 および非予測対応加算部 4 1 3 に補正復号処理を実行する/しないことを示す制御信号 C を、または、所定のビット数で補正復号処理を実行することを示す制御信号 C を出力する。指標 Q 及び Q' は、指標計算部 3 1 5 で説明したものと同様であり、予測対応量子化LSPパラメータベクトル \hat{f}_i の代わりに復号予測対応LSPパラメータベクトル \hat{f}_i を用いて、指標計算部 3 1 5 と同様の方法で計算すればよい。

【 0 1 3 2 】

指標計算部 4 1 5 は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、すなわち、上記の例では(A-1)指標 Q が所定の閾値 $Th1$ 以上である場合、および/または、(B-1)指標 Q' が所定の閾値 $Th1'$ 以下である場合、非予測対応加算部 4 1 3 および補正ベクトル復号部 4 1 1 に補正復号処理を実行することを示す制御信号 C を出力し、それ以外の場合に、非予測対応加算部 4 1 3 および補正ベクトル復号部 4 1 1 に補正復号処理を実行しないことを示す制御信号 C を出力する。

【 0 1 3 3 】

また、指標計算部 4 1 5 は、(A-1)および/または(B-1)の場合に、所定のビット数を表す正の整数(または正の整数を表す符号)を制御信号 C として出力し、それ以外の場合に、0を制御信号 C として出力する構成としてもよい。

【 0 1 3 4 】

なお、補正ベクトル復号部 4 1 1 および非予測対応加算部 4 1 3 において、制御信号 C を受け取ったときに、補正復号処理を実行することを識別する構成としている場合には、(A-1)および/または(B-1)以外の場合に、指標計算部 4 1 5 は制御信号 C を出力しない構成としてもよい。

【 0 1 3 5 】

< 補正ベクトル復号部 4 1 1 >

補正ベクトル復号部 4 1 1 は、補正LSP符号 D_i と制御信号 C とを受け取る。補正復号処理を実行することを示す制御信号 C や、正の整数(または正の整数を表す符号)を制御信号 C として受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)の場合に、補正ベクトル符号帳 2 1 2 を参照して、補正LSP符号 D_i を復号して復号補正ベクトル \hat{U}_i を得て(s 4 1 1)出力する。補正LSP符号 D_i を復号する復号処理自体は、補正ベクトル復号部 2 1 1 と同様である。

【 0 1 3 6 】

補正ベクトル復号部 4 1 1 は、補正復号処理を実行しないことを示す制御信号 C や、0

10

20

30

40

50

を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きくない場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)以外の場合に、補正LSP符号 D_f の復号を行わず、復号補正ベクトル \hat{U}_f を得ず出力しない。

【0137】

<非予測対応加算部413>

非予測対応加算部413は、例えば、非予測対応平均ベクトル Y を記憶した記憶部413c、加算部413a及び413bを含んで構成される。

【0138】

非予測対応加算部413は、制御信号Cと復号差分ベクトル \hat{S}_f とを受け取る。補正復号処理を実行することを示す制御信号Cや、正の整数（または正の整数を表す符号）を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、(A-1)および/または(B-1)の場合には、さらに復号補正ベクトル \hat{U}_f も受け取る。そして、非予測対応加算部413は、復号補正ベクトル \hat{U}_f に、復号差分ベクトル \hat{S}_f と、記憶部413cに記憶された非予測対応平均ベクトル Y とを加算して得られる復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = \hat{U}_f + Y + \hat{S}_f$ を生成して(s413)出力する。なお、図9では、2つの加算部413a及び413bを用いて、まず、加算部413aにおいて復号補正ベクトル \hat{U}_f に復号差分ベクトル \hat{S}_f を加算した後、加算部413bにおいて記憶部413cに記憶された非予測対応平均ベクトル Y を加算しているが、これらの加算の順序は逆であってもよい。あるいは、非予測対応平均ベクトル Y と復号差分ベクトル \hat{S}_f を加算したベクトルを、復号補正ベクトル \hat{U}_f に加算することで復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を生成してもよい。

【0139】

非予測対応加算部413は、補正復号処理を実行しないことを示す制御信号Cや、0を制御信号Cとして受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きくない場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)以外の場合、すなわち、復号補正ベクトル \hat{U}_f を受け取らなかった場合には、復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{U}_f = Y + \hat{S}_f$ を生成して(s413)出力する。

【0140】

なお、ここで用いる非予測対応平均ベクトル Y は、前述の線形予測係数符号化装置300の非予測対応減算部311で用いた非予測対応平均ベクトル Y と同じものとする。

【0141】

<第二実施形態の効果>

このような構成により、f-1番目のフレームのLSP符号 C_{f-1} の伝送誤りをf番目のフレームの復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f に影響させなくすることに加えて、スペクトル包絡の山谷が大きい場合には、非予測対応平均ベクトル Y と復号差分ベクトル \hat{S}_f に補正LSP符号 D_f を復号して得られる復号補正ベクトル \hat{U}_f を加えることで量子化誤差の少ない復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f を得るとともに、スペクトル包絡の山谷が大きい場合には、補正LSP符号 D_f が不要である非予測対応平均ベクトル Y と復号差分ベクトル \hat{S}_f を加えたものを復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{U}_f とすることで、補正LSP符号 D_f 分の符号量を少なくすることができる。すなわち、第一実施形態の符号化及び復号よりは全体として符号量を削減しつつ、従来技術よりは前のフレームの符号の伝送誤りによる音質劣化が少ない符号化及び復号処理を行うことができる。

【0142】

<変形例>

第一実施形態の変形例で説明したように、LSPパラメータに代えて、線形予測係数に変換可能な係数であれば、他の係数を用いてもよい。PARCOR係数や、LSPパラメータやPARCOR係数の何れかを変形した係数、さらには、線形予測係数自体を対象としてもよい。以下、PARCOR係数 $k_f[1], k_f[2], \dots, k_f[p]$ を用いた場合について説明する。

【0143】

LSPパラメータベクトル \hat{U}_f に対応するスペクトル包絡の山谷の大きさが大きいほど、PA

10

20

30

40

50

RCOR係数により求まる

【数4】

$$\prod_i^p (1 - k_f[i]^2)$$

の値が小さくなること分かっている。よって、PARCOR係数を用いる場合には、指標計算部315は、量子化されたPARCOR係数 $\hat{k}_f[1], \hat{k}_f[2], \dots, \hat{k}_f[p]$ を受け取り、スペクトル包絡の山谷の小ささに対応する指標 Q' を

【数5】

$$Q' = \prod_i^p (1 - \hat{k}_f[i]^2)$$

10

により計算する(315)。指標計算部315は、指標 Q' の大きさに応じて、補正ベクトル符号化部312および非予測対応減算部311に補正符号化処理を実行する/しないことを示す制御信号C、または、所定のビット数を表す正の整数または0である制御信号Cを出力する。指標計算部415も同様に、指標 Q' の大きさに応じて、補正ベクトル復号部411および非予測対応加算部413に補正復号処理を実行する/しないことを示す制御信号C、または、所定のビット数を表す正の整数または0である制御信号Cを出力する。

【0144】

指標計算部315及び指標計算部415は、制御信号Cに代えて指標 Q および/または指標 Q' を出力する構成としてもよい。その場合、指標 Q および/または指標 Q' の大きさに応じて、補正ベクトル符号化部312及び補正ベクトル復号部411でそれぞれ符号化処理及び復号処理を実行するか否かを判断すればよい。また、同様に、指標 Q および/または指標 Q' の大きさに応じて、非予測対応減算部311及び非予測対応加算部413でそれぞれ減算処理を実行するか否か、どのような加算処理を実行するかを判断すればよい。補正ベクトル符号化部312、補正ベクトル復号部411、非予測対応減算部311及び非予測対応加算部413における判断は、上記の指標計算部315及び指標計算部415において説明したのと同じ判断である。

20

【0145】

<第三実施形態>

第二実施形態と異なる部分を中心に説明する。

30

【0146】

補正ベクトル符号帳に格納されている候補補正ベクトルの数が多いことは、その分高い近似精度で符号化を行えることを意味する。そこで、本実施形態では、LSP符号の伝送誤りに起因する復号精度の低下の影響が大きいほど、より高い精度の補正ベクトル符号帳を用いて補正ベクトル符号化部及び補正ベクトル復号部を実行する。

【0147】

<第三実施形態に係る線形予測係数符号化装置500>

図11は第三実施形態の線形予測係数符号化装置500の機能ブロック図を、図8はその処理フローの例を示す。

40

【0148】

第三実施形態の線形予測係数符号化装置500は、非予測対応符号化部310に代えて、非予測対応符号化部510を含む。

【0149】

非予測対応符号化部510は、非予測対応減算部311と補正ベクトル符号化部512と補正ベクトル符号帳513A及び513Bと予測対応加算部314と指標計算部315とを含む。第一、二実施形態の線形予測係数符号化装置100、300と同様に、音響信号 X_f に由来するLSPパラメータが別の装置により生成されており、線形予測係数符号化装置500の入力がLSPパラメータ $f[1], f[2], \dots, f[p]$ である場合には、線形予測係数符号化装置500は、線形予測分析部81とLSP計算部82とを含まなくてよい。

50

【 0 1 5 0 】

第三実施形態の線形予測係数符号化装置 5 0 0 は、複数の補正ベクトル符号帳を備え、補正ベクトル符号化部 5 1 2 では、指標計算部 3 1 5 で計算された指標 Q および / または Q' に応じていずれか 1 つの補正ベクトル符号帳を選択して符号化を行う点が第二実施形態と異なる。

【 0 1 5 1 】

以下では、二種類の補正ベクトル符号帳 5 1 3 A 及び 5 1 3 B を有する場合を例に説明する。

【 0 1 5 2 】

補正ベクトル符号帳 5 1 3 A 及び 5 1 3 B は、格納されている候補補正ベクトルの総数が異なる。候補補正ベクトルの総数が多いことは、対応する補正ベクトル符号のビット数が大きいことを意味する。逆に言えば、補正ベクトル符号のビット数を大きくすれば、より多くの候補補正ベクトルを用意することができる。例えば、補正ベクトル符号のビット数を A とすると最大 2^A 個の候補補正ベクトルを用意することができる。

10

【 0 1 5 3 】

以下では、補正ベクトル符号帳 5 1 3 A の方が、補正ベクトル符号帳 5 1 3 B よりも格納されている候補補正ベクトルの総数が多いものとして説明を行う。言い換えれば、補正ベクトル符号帳 5 1 3 A に記憶されている符号の符号長（平均符号長）の方が、補正ベクトル符号帳 5 1 3 B に記憶されている符号の符号長（平均符号長）よりも大きい。例えば、補正ベクトル符号帳 5 1 3 A には符号長が A ビットの補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組が 2^A 個格納されており、補正ベクトル符号帳 5 1 3 B には符号長が B ビット ($B < A$) の補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組が 2^B 個 ($2^B < 2^A$) 格納されている。

20

【 0 1 5 4 】

なお、本実施形態では、第二実施形態の変形例の部分で説明したように、指標計算部は、制御信号 C に代えて指標 Q および / または指標 Q' を出力し、指標 Q および / または指標 Q' の大きさに応じて、補正ベクトル符号化部及び補正ベクトル復号部でそれぞれどのような符号化及び復号を行うかを判断する。ただし、第二実施形態のように、指標計算部が、どのような符号化及び復号を行うかを判断し、制御信号 C を出力する構成としてもよい。なお、非予測対応減算部 3 1 1 及び非予測対応加算部 4 1 3 では、第二実施形態の変形例の部分で説明したように、指標 Q および / または指標 Q' の大きさに応じて、それぞれ減算処理を行うか否か、どのような加算処理を行うか、を判断する。

30

【 0 1 5 5 】

< 補正ベクトル符号化部 5 1 2 >

補正ベクトル符号化部 5 1 2 は、指標 Q および / または指標 Q' と補正ベクトル U_i とを受け取る。補正ベクトル符号化部 5 1 2 は、 $(A-2)$ 指標 Q が大きいほど、および / または、 $(B-2)$ 指標 Q' が小さいほど、ビット数の多い（符号長が大きい）補正 LSP 符号 D_i を得て (s 5 1 2) 出力する。例えば、所定の閾値 Th_2 、および / または、所定の閾値 Th_2' を用いて、以下のように符号化を行う。なお、補正ベクトル符号化部 5 1 2 が符号化処理を実行するのは指標 Q が所定の閾値 Th_1 以上である場合、および / または、指標 Q' が所定の閾値 Th_1' 以下である場合であるので、 Th_2 は Th_1 よりも大きな値であり、 Th_2' は Th_1' よりも小さな値である。

40

【 0 1 5 6 】

(A-5) 指標 Q が所定の閾値 Th_2 以上である場合、および / または、(B-5) 指標 Q' が所定の閾値 Th_2' 以下である場合、補正 LSP 符号 D_i のビット数として正の整数である A が設定されるものとし、補正ベクトル符号化部 5 1 2 は、ビット数（符号長） A の補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組を 2^A 個記憶している補正ベクトル符号帳 5 1 3 A を参照して、補正ベクトル U_i を符号化して補正 LSP 符号 D_i を得て (s 5 1 2) 出力する。

【 0 1 5 7 】

(A-6) 指標 Q が所定の閾値 Th_2 より小さく、かつ、指標 Q が所定の閾値 Th_1 以上である場

50

合、および/または、(B-6)指標 Q' が所定の閾値 $Th2'$ より大きく、かつ、指標 Q' が所定の閾値 $Th1'$ 以下である場合、補正LSP符号 D_f のビット数としてビット数 A 未満の正の整数である B が設定されるものとし、補正ベクトル符号化部512は、ビット数(符号長) B の補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組を 2^B 個記憶している補正ベクトル符号帳513Bを参照して、補正ベクトル U_f を符号化して補正LSP符号 D_f を得て(s512)出力する。

【0158】

(C-6)それ以外の場合、補正LSP符号 D_f のビット数として0が設定されるものとし、補正ベクトル符号化部512は、補正ベクトル U_f を符号化せず、補正LSP符号 D_f を得ず出力しない。

10

【0159】

よって、第三実施形態の補正ベクトル符号化部512は、指標計算部315で計算された指標 Q が所定の閾値 $Th1$ より大きい場合、および/または、指標 Q' が所定の閾値 $Th1'$ より小さい場合、に実行される。

【0160】

<第三実施形態に係る線形予測係数復号装置600>

図12は第三実施形態に係る線形予測係数復号装置600の機能ブロック図を、図10はその処理フローの例を示す。

【0161】

第三実施形態の線形予測係数復号装置600は、非予測対応復号部410に代えて、非予測対応復号部610を含む。

20

【0162】

非予測対応復号部610は、非予測対応加算部413と補正ベクトル復号部611と補正ベクトル符号帳612A及び612Bと指標計算部415とを含み、必要に応じて復号非予測対応線形予測係数計算部214も含む。

【0163】

第三実施形態の線形予測係数復号装置600は、複数の補正ベクトル符号帳を備え、補正ベクトル復号部611では、指標計算部415で計算された指標 Q および/または Q' に応じていずれか1つの補正ベクトル符号帳を選択して復号を行う点が第二実施形態の線形予測係数復号装置400と異なる。

30

【0164】

以下では、二種類の補正ベクトル符号帳612A及び612Bを有する場合を例に説明する。

【0165】

補正ベクトル符号帳612A及び612Bは、それぞれ線形予測係数符号化装置500の補正ベクトル符号帳513A及び513Bと共通の内容を記憶している。つまり、補正ベクトル符号帳612A及び612Bには、各候補補正ベクトルとその各候補補正ベクトルに対応する補正ベクトル符号とが記憶されており、補正ベクトル符号帳612Aに記憶されている符号の符号長(平均符号長)の方が、補正ベクトル符号帳612Bに記憶されている符号の符号長(平均符号長)よりも大きい。例えば、補正ベクトル符号帳612Aには符号長が A ビットの補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組が 2^A 個格納されており、補正ベクトル符号帳612Bには符号長が B ビット($B < A$)の補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組が 2^B 個($2^B < 2^A$)格納されている。

40

【0166】

<補正ベクトル復号部611>

補正ベクトル復号部611は、指標 Q および/または指標 Q' と補正LSP符号 D_f とを受け取る。補正ベクトル復号部611は、(A-2)指標 Q が大きいほど、および/または、(B-2)指標 Q' が小さいほど、多くのビット数を有する補正LSP符号 D_f を復号して、多くの候補補正ベクトルから復号補正ベクトル U_f を得る(s611)。例えば、所定の閾値 $Th2$ 、および/または、 $Th2'$ を用いて、以下のように復号を行う。なお、補正ベクトル復号部6

50

11が復号処理を実行するのは指標Qが所定の閾値Th1以上である場合、および/または、指標Q'が所定の閾値Th1'以下である場合であるので、Th2はTh1よりも大きな値であり、Th2'はTh1'よりも小さな値である。

【0167】

(A-5)指標Qが所定の閾値Th2以上である場合、および/または、(B-5)指標Q'が所定の閾値Th2'以下である場合、補正LSP符号 D_f のビット数として正の整数であるAが設定されるものとし、補正ベクトル復号部611は、ビット数(符号長)Aの補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組を 2^A 個記憶している補正ベクトル符号帳612Aを参照して、補正LSP符号 D_f と一致する補正ベクトル符号に対応する候補補正ベクトル \hat{U}_f として得て(s611)出力する。

10

【0168】

(A-6)指標Qが所定の閾値Th2より小さく、かつ、指標Qが所定の閾値Th1以上である場合、および/または、(B-6)指標Q'が所定の閾値Th2'より大きく、かつ、指標Q'が所定の閾値Th1'以下である場合、補正LSP符号 D_f のビット数としてビット数A未満の正の整数であるBが設定されるものとし、補正ベクトル復号部611は、ビット数(符号長)Bの補正ベクトル符号と候補補正ベクトルとの組を 2^B 個記憶している補正ベクトル符号帳612Bを参照して、補正LSP符号 D_f と一致する補正ベクトル符号に対応する候補補正ベクトル \hat{U}_f として得て(s611)出力する。

【0169】

(C-6)それ以外の場合、補正LSP符号 D_f のビット数として0が設定されるものとし、補正ベクトル復号部611は、補正LSP符号 D_f を復号せず、復号補正ベクトル \hat{U}_f を生成しない。

20

【0170】

よって、第三実施形態の補正ベクトル復号部611は、指標計算部415で計算された指標Qが所定の閾値Th1より大きい場合、および/または、指標Q'が所定の閾値Th1'より小さい場合、に実行される。

【0171】

<第三実施形態の効果>

このような構成により、第二実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、LSP符号の伝送誤りに起因する復号精度の低下の影響の大きさに応じて、近似精度を変更することで、第一実施形態の符号化及び復号よりは全体として符号量を抑えつつ、第二実施形態の符号化及び復号よりも音質の良い符号化及び復号処理を行うことができる。

30

【0172】

<変形例>

補正ベクトル符号帳の個数は、必ずしも2個でなくてもよく、3個以上であってもよい。補正ベクトル符号帳毎に異なるビット数(ビット長)の補正ベクトル符号が記憶されており、その補正ベクトル符号に対応する補正ベクトルが記憶されている。補正ベクトル符号帳の個数に応じて、閾値を設定すればよい。指標Qに対する閾値は、閾値の値が大きくなるほど、その閾値以上の場合に用いられる補正ベクトル符号帳に記憶される補正ベクトル符号のビット数が大きくなるように設定すればよい。同様に、指標Q'に対する閾値は、閾値の値が小さくなるほど、その閾値以下の場合に用いられる補正ベクトル符号帳に記憶される補正ベクトル符号のビット数が大きくなるように設定すればよい。このような構成とすることで、全体として符号量を抑えつつ、より精度の高い符号化及び復号処理を行うことができる。

40

【0173】

<第四実施形態にかかる符号化装置700>

第四実施形態にかかる符号化装置700は、第一実施形態の線形予測係数符号化装置100及び線形予測係数復号装置200を周波数領域での符号化方法であるTCX(transform coded excitation)符号化方法に応用したものである。

【0174】

50

図 1 3 は第四実施形態の符号化装置 7 0 0 の機能ブロック図を、図 1 4 はその処理フローの例を示す。

【 0 1 7 5 】

第四実施形態の符号化装置 7 0 0 は、線形予測係数符号化装置 1 0 0 と線形予測係数復号装置 2 0 0 とパワースペクトル包絡系列計算部 7 1 0 と第一平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 A と第二平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 B と周波数領域変換部 7 3 0 と包絡正規化部 7 4 0 と可変長符号化パラメータ計算部 7 5 0 と可変長符号化部 7 6 0 とを含む。なお、線形予測係数符号化装置 1 0 0 と線形予測係数復号装置 2 0 0 に代えて、第二、第三実施形態の線形予測係数符号化装置 3 0 0 , 5 0 0 及び線形予測係数復号装置 4 0 0 , 6 0 0 を用いてもよい。

10

【 0 1 7 6 】

第四実施形態の符号化装置 7 0 0 は、入力音響信号 X_f を受け取り、周波数領域信号符号を出力する。

【 0 1 7 7 】

< 線形予測係数符号化装置 1 0 0 >

線形予測係数符号化装置 1 0 0 は、音響信号 X_f を受け取り、LSP符号 C_f 及び補正LSP符号 D_f を得て (s 1 0 0) 出力する。

【 0 1 7 8 】

< 線形予測係数復号装置 2 0 0 >

線形予測係数復号装置 2 0 0 は、LSP符号 C_f と補正LSP符号 D_f を受け取り、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ と非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ とを得て (s 2 0 0) 出力する。

20

【 0 1 7 9 】

なお、符号化装置 7 0 0 の線形予測係数符号化装置 1 0 0 が、LSP符号 C_f と補正LSP符号 D_f を得る際に、LSP符号 C_f に対応する予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ とLSP符号 C_f と補正LSP符号 D_f に対応する非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ を得る構成としてもよい。この場合は、符号化装置 7 0 0 は線形予測係数復号装置 2 0 0 を備えなくてよい。

【 0 1 8 0 】

< パワースペクトル包絡系列計算部 7 1 0 >

パワースペクトル包絡系列計算部 7 1 0 は、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ を受け取る。パワースペクトル包絡系列計算部 7 1 0 は、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ を用いて、N点の入力音響信号のパワースペクトル包絡系列 $Z[1], \dots, Z[N]$ を計算して (s 7 1 0) 出力する。例えば、パワースペクトル包絡系列の各値 $Z[n]$ は、次式で求めることができる。

30

【 数 6 】

$$Z[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{b}_f[i] \cdot \exp(-ijn) \right|^2}$$

40

ここで、 n は 1 n N の整数、 $\exp(\cdot)$ はネイピア数を底とする指数関数、 j は虚数単位、 σ^2 は予測残差エネルギーである。

【 0 1 8 1 】

< 第一平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 A >

第一平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 A は、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ を受け取る。第一平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 A は、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ と予め与えられた 1 以下

50

の正の定数である補正係数 γ^i を用いて、

【数 7】

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

により、第一平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ を計算して (s 7 2 0 A) 出力する。

10

【 0 1 8 2 】

第一平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ は、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ により求まるパワースペクトル包絡系列 $W[1], W[2], \dots, W[N]$ の振幅の凹凸を鈍らせた (平滑化した) 系列に相当する。 γ^i は、平滑化の度合いを定める正の定数である。

【 0 1 8 3 】

< 第二平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 B >

第二平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 B は、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ を受け取る。第二平滑化パワースペクトル包絡系列計算部 7 2 0 B は、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ と予め与えられた 1

20

以下の正の定数である補正係数 γ^i を用いて、

【数 8】

$$\tilde{Z}[n] = \frac{\sigma^2}{2\pi \left| 1 + \sum_{i=1}^p \hat{b}_f[i] \cdot \gamma^i \cdot \exp(-ijn) \right|^2}$$

により、第二平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim Z[1], \sim Z[2], \dots, \sim Z[N]$ を計算して (s 7 2 0 B) 出力する。

30

【 0 1 8 4 】

第二平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim Z[1], \sim Z[2], \dots, \sim Z[N]$ は、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ により求まるパワースペクトル包絡系列 $Z[1], Z[2], \dots, Z[N]$ の振幅の凹凸を鈍らせた (平滑化した) 系列に相当する。 γ^i は、平滑化の度合いを定める正の定数である。

【 0 1 8 5 】

< 周波数領域変換部 7 3 0 >

周波数領域変換部 7 3 0 は、所定の時間区間であるフレーム単位で、入力された時間領域の入力音響信号 X_f を周波数領域の N 点の MDCT 係数列 $X[1], \dots, X[N]$ に変換して (s 7 3 0) 出力する。ただし、 N は正整数である。

40

【 0 1 8 6 】

< 包絡正規化部 7 4 0 >

包絡正規化部 7 4 0 は、MDCT 係数列 $X[1], \dots, X[N]$ と第一平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ とを受け取り、MDCT 係数列 $X[1], \dots, X[N]$ の各係数 $X[i]$ を第一平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ の各値 $\sim W[i]$ の平方根で正規化した系列である、正規化済 MDCT 係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ を求めて (s 7 4 0) 出力する。つまり、

$$X_N[i] = X[i] / \sqrt{\sim W[i]}$$

である。ただし、 $\sqrt{\cdot}$ は $1/2$ 乗を示す記号である。

【 0 1 8 7 】

50

<可変長符号化パラメータ計算部 750>

可変長符号化パラメータ計算部 750 は、パワースペクトル包絡系列 $Z[1], \dots, Z[N]$ と第二平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim Z[1], \dots, \sim Z[N]$ と MDCT 係数列 $X[1], \dots, X[N]$ と正規化済 MDCT 係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ とを受け取る。これらの値を用いて、正規化済 MDCT 係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ を可変長符号化するためのパラメータである可変長符号化パラメータ r_i を計算して (s 750) 出力する。可変長符号化パラメータ r_i は、符号化対象の正規化済 MDCT 係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ の振幅が取り得る範囲を特定するパラメータである。ライス符号化の場合にはライスパラメータが可変長符号化パラメータに相当し、算術符号化の場合は符号化対象の振幅の取りうる範囲が可変長符号化パラメータに相当する。

【0188】

10

1 サンプルごとに可変長符号化を行う場合には、正規化済 MDCT 係数列の各係数 $X_N[i]$ について可変長符号化パラメータが計算される。複数のサンプルからなるサンプル群ごとに (例えば 2 サンプルずつ) まとめて可変長符号化を行う場合には、サンプル群ごとに可変長符号化パラメータが計算される。つまり、可変長符号化パラメータ計算部 750 は、正規化済 MDCT 係数列の一部である正規化済部分係数列ごとに、可変長符号化パラメータを計算する。ここで、正規化済部分係数列は複数個あり、複数個の正規化済部分係数列には正規化済 MDCT 係数列の係数が重複されずに含まれるものとする。

【0189】

以下では、1 サンプルごとにライス符号化を行う場合を例に、可変長符号化パラメータの計算方法を説明する。

20

【0190】

(step 1) 例えば、次式により、正規化済 MDCT 係数列 $X_N[1], X_N[2], \dots, X_N[N]$ の各係数の振幅の平均の対数を基準となるライスパラメータ sb として算出する。

【数 9】

$$sb = \log_2 \left\{ (\ln 2) \cdot \frac{2 \sum_{i=1}^N |X_N[i]|}{N} \right\}$$

sb はフレームごとに 1 度だけ符号化されて、基準となるライスパラメータに対応する符号として復号装置に伝送される。あるいは復号装置に伝送される別の情報から $X[i]$ の振幅を推定できる場合は、符号化装置 700 と復号装置で共通に $X[i]$ の振幅の推定値から sb を近似的に決定する方法をきめておいてもよい。この場合は、 sb を符号化し、基準となるライスパラメータに対応する符号を復号装置へ出力しなくてもよい。

30

【0191】

(step 2) 次式により閾値 θ を算出する。

【数 10】

$$\theta = \log_2 \left\{ (\ln 2) \cdot \frac{2 \sum_{i=1}^N \left| \sqrt{Z[i]} / \sqrt{\sim Z[i]} \right|}{N} \right\}$$

40

【0192】

(step 3) $|\sqrt{Z[i]} / \sqrt{\sim Z[i]}|$ が より大きいほど、ライスパラメータ r_i を sb よりも大きな値として方法で決定する。 $|\sqrt{Z[i]} / \sqrt{\sim Z[i]}|$ が より小さいほど、ライスパラメータ r_i を sb よりも小さな値として決定する。

【0193】

(step 4) step 3 の処理を全ての $i=1, 2, \dots, N$ について繰り返して、各正規化済 MDCT 係数 $X_N[i]$ についてのライスパラメータ r_i を求める。

【0194】

50

< 可変長符号化部 760 >

可変長符号化部 760 は、可変長符号化パラメータ r_i を受け取り、この値を用いて正規化済係数列 $X_N(1), \dots, X_N(N)$ を可変長符号化し、可変長符号 C_X を出力する (s 760)

【 0195 】

< 第四実施形態の効果 >

第四実施形態は、MDCT係数列 $X[1], X[2], \dots, X[N]$ を平滑化パワースペクトル包絡系列で正規化して得られる正規化済MDCT係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ を、可変長符号化パラメータを用いて符号化する構成である。

【 0196 】

可変長符号化の対象である正規化済MDCT係数列は、なるべく正確なパワースペクトル包絡系列を用いて求める必要があることから、包絡正規化部 740 では、平滑化線形予測係数により求まるパワースペクトル包絡系列との誤差が少ない、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ により求まる第一平滑化済パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ 、を用いて正規化済MDCT係数列を生成している。

【 0197 】

可変長符号化パラメータ計算部 750 では、可変長符号化パラメータを求めるためにパワースペクトル包絡系列や平滑化パワースペクトル包絡系列を利用する。したがって、可変長符号化パラメータ計算部 750 で用いるパワースペクトル包絡系列や平滑化パワースペクトル包絡系列についても、線形予測係数により求まるパワースペクトル包絡系列や平滑化線形予測係数により求まるパワースペクトル包絡系列との誤差が小さいほうが望ましい。しかし、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ は、現在のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合のみならず前フレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合にも復号側で正しい値を得られない。すなわち、予測対応量子化線形予測係数 $\hat{a}_f[1], \hat{a}_f[2], \dots, \hat{a}_f[p]$ から求まるパワースペクトル包絡系列や平滑化パワースペクトル包絡系列から可変長符号化パラメータを求めると、現在のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合のみならず前フレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合にも可変長復号を正しく行えなくなってしまう。

【 0198 】

そこで、第四実施形態では、非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ から求まるパワースペクトル包絡系列や平滑化パワースペクトル包絡系列を利用して可変長符号化パラメータを求める。これにより、前のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じたとしても、現在のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じなければ、現在のフレームでは符号化側と同じ非予測対応量子化線形予測係数 $\hat{b}_f[1], \hat{b}_f[2], \dots, \hat{b}_f[p]$ 、パワースペクトル包絡系列 $Z[1], Z[2], \dots, Z[N]$ 及び第二平滑化パワースペクトル包絡系列 $\sim Z[1], \sim Z[2], \dots, \sim Z[N]$ を得ることができるため、現在のフレームでは符号化側と同じ可変長符号化パラメータを求めることができ、LSP符号の伝送誤りへの耐性が向上する。

【 0199 】

なお、第四実施形態では、第一平滑化パワースペクトル包絡系列 $\sim W[1], \sim W[2], \dots, \sim W[N]$ を用いて得た正規化済MDCT係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ を可変長符号化の対象としている。ゆえに、現フレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合のみならず、前のフレームのLSP符号に伝送誤りが生じた場合にも、復号側で正規化済MDCT係数列 $X_N[1], \dots, X_N[N]$ に乗算する平滑化済パワースペクトル包絡系列の各値の平方根に誤りが生じ、復号により得られるMDCT係数列に歪みが生じるという問題はある。しかし、この問題は、可変長符号化パラメータの誤りのように可変長復号そのものを不正確にしてしまうような問題よりは小さい。

【 0200 】

< 変形例 1 >

以上の第一～第四実施形態において、図3の線形予測係数符号化装置100の非予測対応符号化部110、図7の線形予測係数符号化装置300の非予測対応符号化部310、図11の線形予測係数符号化装置500の非予測対応符号化部510で行われる処理(非

10

20

30

40

50

予測対応符号化処理)を実行する対象を、予測次数 p 未満の所定の次数 T_L 以下のLSPパラメータ(低次のLSPパラメータ)のみとしてもよく、復号側でもこれらに対応する処理を行ってもよい。

【0201】

まず、非予測対応符号化部110、310、510の各部について説明する。

【0202】

<非予測対応減算部111、311>

非予測対応減算部111、311は、入力されたLSPパラメータベクトル $\mathbf{f} = (f[1], f[2], \dots, f[p])^T$ のうちの T_L 次以下のLSPパラメータからなる低次LSPパラメータベクトル $\mathbf{f}' = (f[1], f[2], \dots, f[T_L])^T$ から、記憶部111cに記憶された非予測対応低次平均ベクトル $\mathbf{Y}' = (y[1], y[2], \dots, y[T_L])^T$ と、入力された量子化差分ベクトル $\mathbf{s}_f = (s_f[1], s_f[2], \dots, s_f[p])^T$ のうちの T_L 次以下の要素からなる低次量子化差分ベクトル $\mathbf{s}'_f = (s_f[1], s_f[2], \dots, s_f[T_L])^T$ と、を減算したベクトルである低次補正ベクトル $\mathbf{U}'_f = \mathbf{f}' - \mathbf{Y}' - \mathbf{s}'_f$ を生成して出力する。すなわち、非予測対応減算部111、311は、補正ベクトル \mathbf{U}_f の要素の一部からなるベクトルである低次補正ベクトル \mathbf{U}'_f を生成して出力する。

10

【0203】

ここで、非予測対応低次平均ベクトル $\mathbf{Y}' = (y[1], y[2], \dots, y[T_L])^T$ は、予め定めたベクトルであり、変形例1の復号装置で用いる非予測対応平均ベクトル $\mathbf{Y} = (y[1], y[2], \dots, y[p])^T$ のうちの T_L 次以下の要素からなるベクトルである。

20

【0204】

なお、LSP計算部82からLSPパラメータベクトル \mathbf{f} のうちの T_L 次以下のLSPパラメータからなる低次LSPパラメータベクトル \mathbf{f}' を出力して、非予測対応減算部111、311に入力してもよい。また、ベクトル符号化部84から量子化差分ベクトル \mathbf{s}_f のうちの T_L 次以下の要素からなる低次量子化差分ベクトル \mathbf{s}'_f を出力して、非予測対応減算部111、311に入力してもよい。

【0205】

<補正ベクトル符号化部112、312、512>

補正ベクトル符号化部112、312及び512は、補正ベクトル \mathbf{U}_f の要素の一部からなるベクトルである低次補正ベクトル \mathbf{U}'_f を補正ベクトル符号帳113、513A、513Bを参照して符号化する。補正ベクトル符号帳113、513A、513Bに記憶しておく各候補補正ベクトルは T_L 次のベクトルとしておけばよい。

30

【0206】

次に、変形例1の線形予測係数復号装置200、400、600について説明する。

【0207】

変形例1の線形予測係数復号装置200の非予測対応復号部210、線形予測係数復号装置400の非予測対応復号部410、線形予測係数復号装置600の非予測対応復号部610で行われる処理(非予測対応復号処理)について説明する。

【0208】

<補正ベクトル復号部211、411、611>

補正ベクトル復号部211、411、611は、補正LSP符号 D_f を受け取り、補正ベクトル符号帳212、612A、612Bを参照して、補正LSP符号 D_f を復号して復号低次補正ベクトル \mathbf{U}'_f を得て出力する。復号低次補正ベクトル $\mathbf{U}'_f = (u_f[1], u_f[2], \dots, u_f[T_L])^T$ は T_L 次のベクトルである。補正ベクトル符号帳212、612A、612Bに記憶しておく各候補補正ベクトルは、補正ベクトル符号帳113、513A、513Bと同様に、 T_L 次のベクトルとしておけばよい。

40

【0209】

<非予測対応加算部213>

非予測対応加算部213は、復号低次補正ベクトル $\mathbf{U}'_f = (u_f[1], u_f[2], \dots, u_f[T_L])^T$ と非予測対応平均ベクトル $\mathbf{Y} = (y[1], y[2], \dots, y[p])^T$ と復号差分ベクトル $\mathbf{s}_f = (s_f[1], s_f[$

50

$2], \dots, \hat{s}_f[p])^T$ とを受け取る。

【0210】

非予測対応加算部213は、 T_L 次以下の各次については復号低次補正ベクトル \hat{u}'_f と復号差分ベクトル \hat{s}_f と非予測対応平均ベクトル Y の要素を加算し、 p 次以下の T_L 次を超える各次については復号差分ベクトル \hat{s}_f と非予測対応平均ベクトル Y の要素を加算して得られる復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{u}'_f を生成して出力する。すなわち、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{u}'_f は、 $\hat{u}'_f = (u_f[1] + y[1] + \hat{s}_f[1], u_f[2] + y[2] + \hat{s}_f[2], \dots, u_f[T_L] + y[T_L] + \hat{s}_f[T_L], y[T_L+1] + \hat{s}_f[T_L+1], \dots, y[p] + \hat{s}_f[p])$ である。

【0211】

<非予測対応加算部413>

非予測対応加算部413は、復号低次補正ベクトル $\hat{u}'_f = (u_f[1], u_f[2], \dots, u_f[T_L])^T$ と非予測対応平均ベクトル $Y = (y[1], y[2], \dots, y[p])^T$ と復号差分ベクトル $\hat{s}_f = (\hat{s}_f[1], \hat{s}_f[2], \dots, \hat{s}_f[p])^T$ とを受け取る。

【0212】

非予測対応加算部413は、補正復号処理を実行することを示す制御信号 C や、正の整数（または正の整数を表す符号）を制御信号 C として受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きい場合、(A-1)および/または(B-1)の場合には、 T_L 次以下の各次については復号低次補正ベクトル \hat{u}'_f と復号差分ベクトル \hat{s}_f と非予測対応平均ベクトル Y の要素を加算し、 p 次以下の T_L 次を超える各次については復号差分ベクトル \hat{s}_f と非予測対応平均ベクトル Y の要素を加算して得られる復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{u}'_f を生成して出力する。すなわち、復号非予測対応LSPパラメータベクトル \hat{u}'_f は、 $\hat{u}'_f = (u_f[1] + y[1] + \hat{s}_f[1], u_f[2] + y[2] + \hat{s}_f[2], \dots, u_f[T_L] + y[T_L] + \hat{s}_f[T_L], y[T_L+1] + \hat{s}_f[T_L+1], \dots, y[p] + \hat{s}_f[p])$ である。

【0213】

非予測対応加算部413は、補正復号処理を実行しないことを示す制御信号 C や、0を制御信号 C として受け取った場合、要は、スペクトル包絡の山谷が所定の基準より大きくない場合、すなわち上記の例では(A-1)および/または(B-1)以外の場合には、復号差分ベクトル \hat{s}_f と非予測対応平均ベクトル Y とを加算して得られる復号非予測対応LSPパラメータベクトル $\hat{u}'_f = Y + \hat{s}_f$ を生成して出力する。

【0214】

これにより、近似精度の高さが後述の信号処理の効率により大きな影響を与える可能性のある低次LSPパラメータを優先して符号化歪を低減させることで、歪の増大を抑えつつ第一～第三実施形態の方法よりも符号量を削減することができる。

【0215】

<変形例2>

第一～第四実施形態では、LSP計算部の入力を線形予測係数 $a_f[1], a_f[2], \dots, a_f[p]$ としていたが、例えば、線形予測係数の各係数 $a_f[i]$ に i 乗を乗じた係数の系列 $a_f[1] \times 1, a_f[2] \times 2, \dots, a_f[p] \times p$ をLSP計算部の入力としてもよい。

【0216】

また、第一～第四実施形態では線形予測係数符号化装置の符号化や線形予測係数復号装置の復号の対象をLSPパラメータとしていたが、線形予測係数そのものやLSPパラメータなどの線形予測係数に変換可能な係数であれば何れの係数を符号化や復号の対象としてもよい。

【0217】

<その他の変形例>

本発明は上記の実施形態及び変形例に限定されるものではない。例えば、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

【0218】

10

20

30

40

50

< プログラム及び記録媒体 >

また、上記の実施形態及び変形例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してもよい。その場合、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 1 9 】

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 2 0 】

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。

【 0 2 2 1 】

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。

【 0 2 2 2 】

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。

10

20

30

【図1】

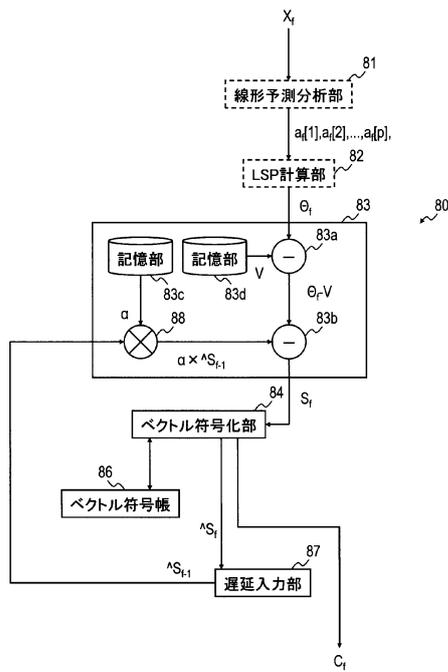


図1

【図2】

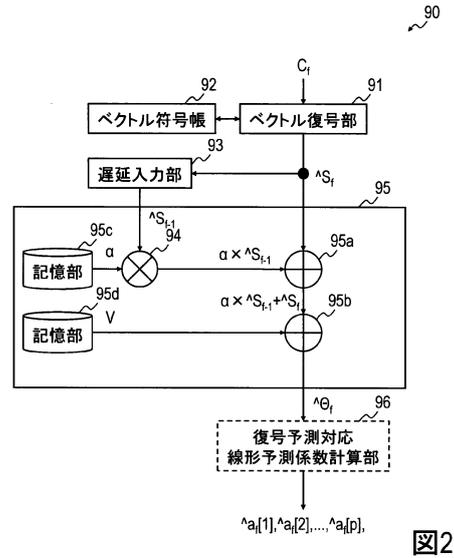


図2

【図3】

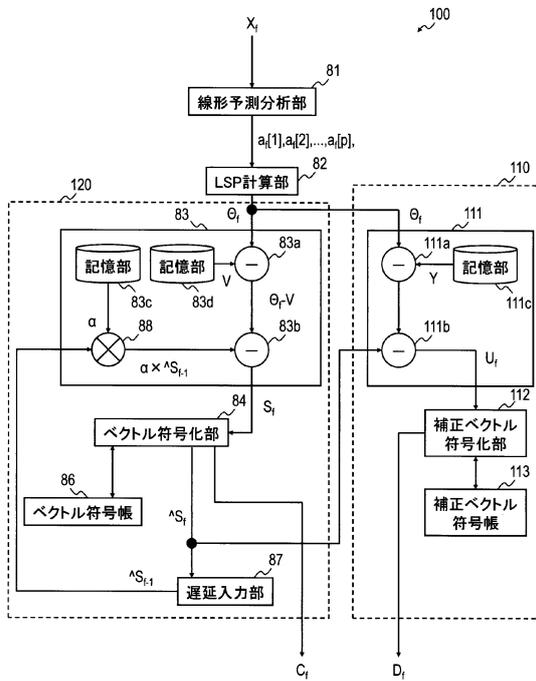


図3

【図4】

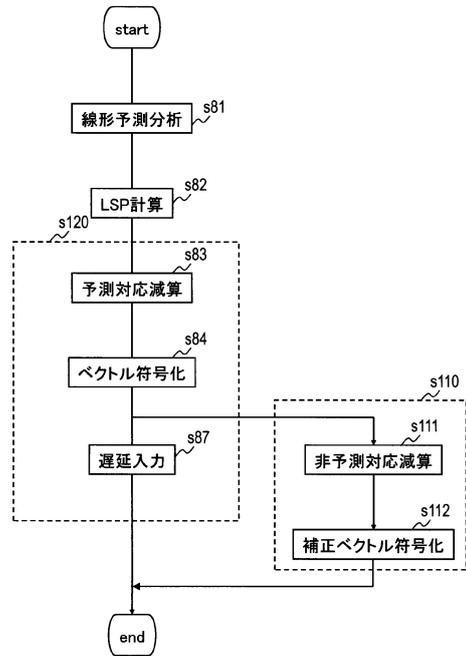


図4

【図5】

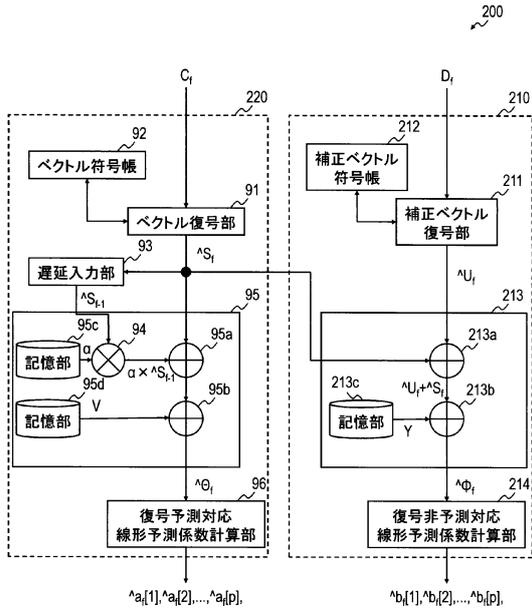


図5

【図6】

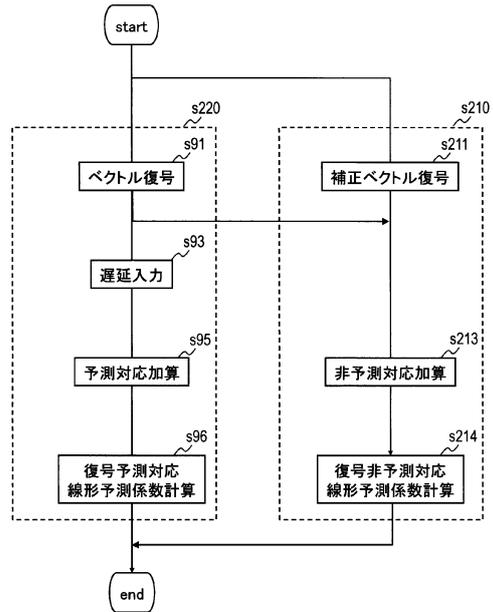


図6

【図7】

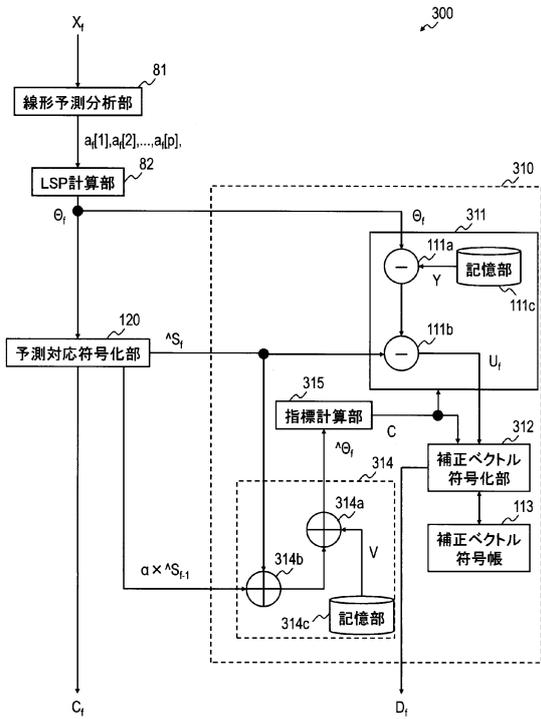


図7

【図8】

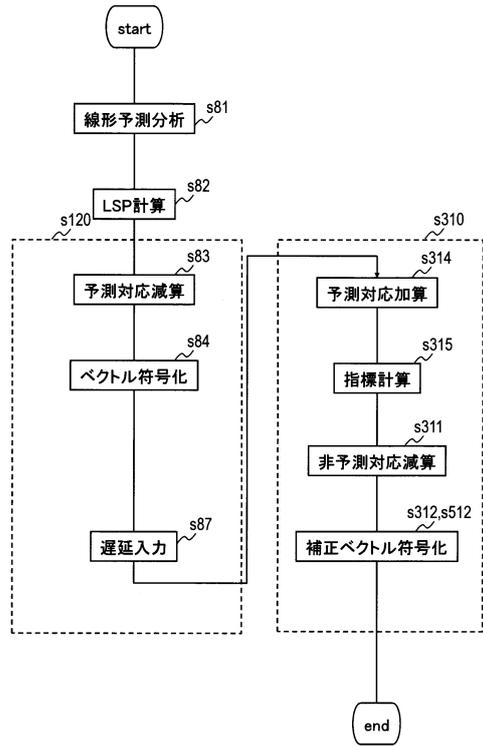


図8

【図9】

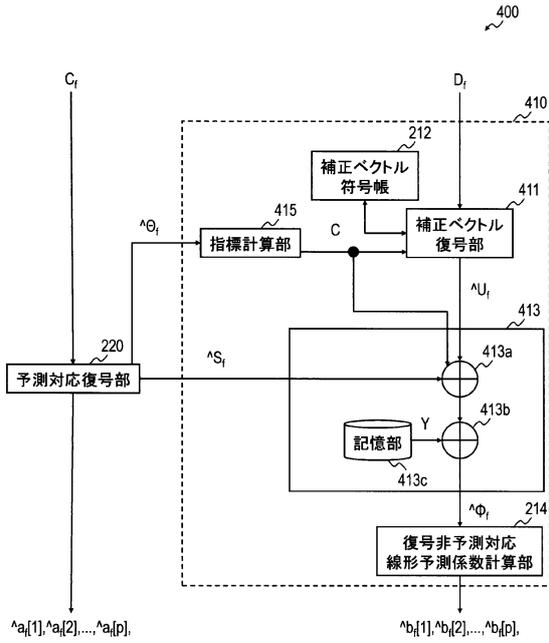


図9

【図10】

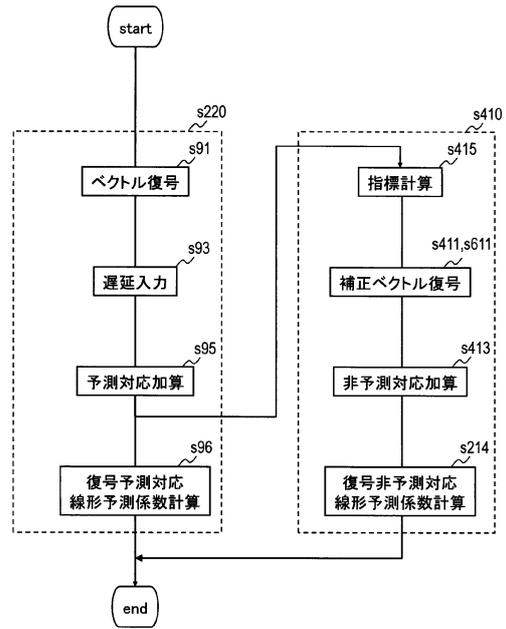


図10

【図11】

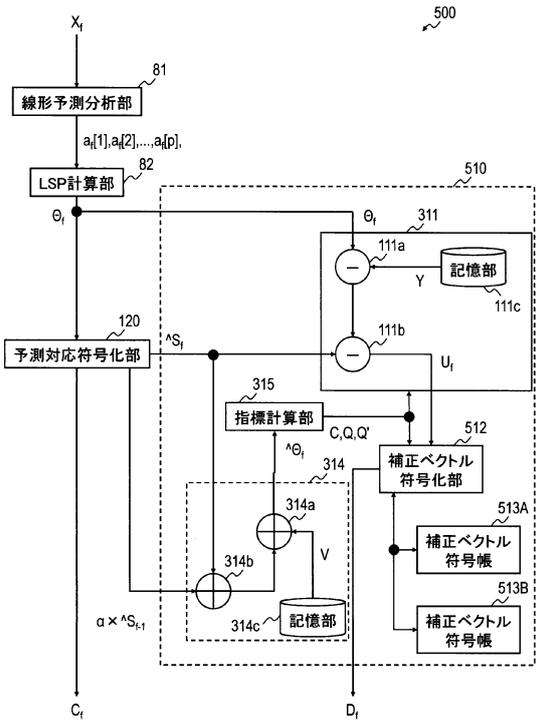


図11

【図12】

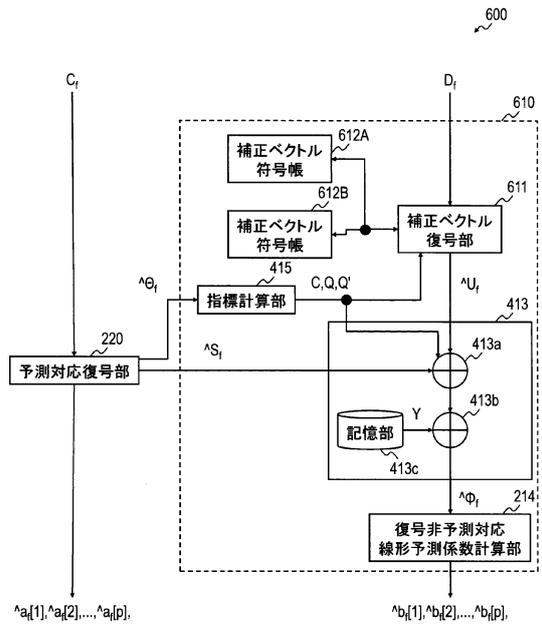


図12

【図13】

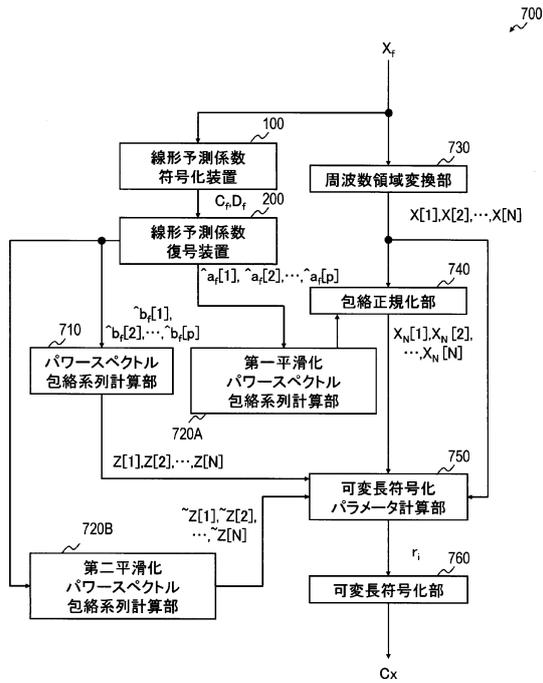


図13

【図14】

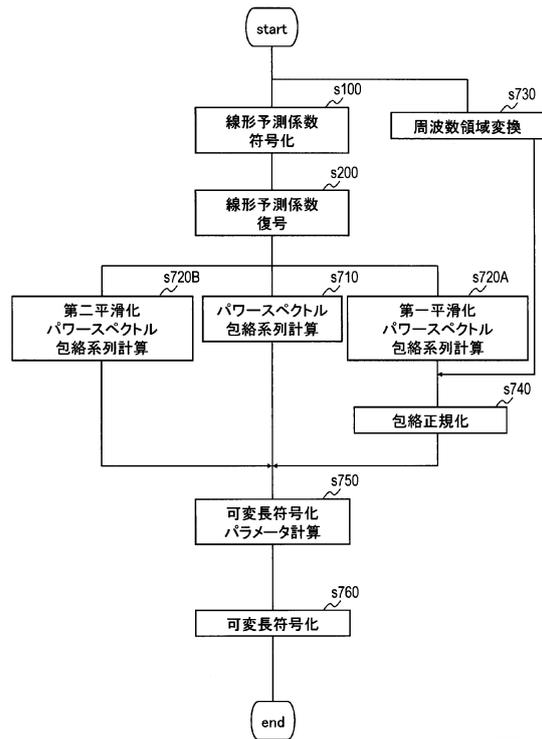


図14

フロントページの続き

(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

審査官 鈴木 圭一郎

(56)参考文献 特開2009-139505(JP,A)

特開2010-145593(JP,A)

特開2002-366195(JP,A)

特開2009-210645(JP,A)

特開2002-123298(JP,A)

Recommendation ITU-T G.729(06/12), International Telecommunication Union, 2015年
4月 1日, P1-8, URL:<https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729/en>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L19/00-19/26